

Investigation of new construction technologies in terms of efficiency in Iran and selection of the best method based on fuzzy hierarchical analysis (FAHP)

Sayad Yaghoub Zolfegharifar*

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University (Yasouj Branch), Yasouj, Iran

Ehsan Roostaei

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University (Yasouj Branch), Yasouj, Iran

*Corresponding author's email address:

syzoalfeghary@gmail.com

How to cite this article:

Sayad Yaghoub Zolfegharifar, Ehsan Roostaei, Investigation of new construction technologies in terms of efficiency in Iran and selection of the best method based on fuzzy hierarchical analysis (FAHP), *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2023, 7(2):24-30.

Abstract

In the current situation of the country, the most important necessity is the use of new construction technologies due to its important role in sustainable development. Higher manufacturing speed than traditional methods has made it possible to prepare more units for operation in less time. The purpose of this research is to study new construction technologies in terms of efficiency in Iran and to select the best method based on FAHP fuzzy hierarchical analysis. The research was applied in terms of purpose and descriptive-survey in terms of data collection, and the research data were analyzed using a hierarchical method. The data collection tool in this field research is a questionnaire. The statistical population of this study was members of the Yasuj Building Engineering System Organization. Random sampling method was used. Morgan's table was used to estimate the sample size, which is equal to 100 people. The results showed that the most important factors in the study of new construction technologies in terms of efficiency in Iran and selecting the best method from the strongest to the weakest, respectively, are the priority of green roof technology, durable frame system, nano building coatings, biological concrete, windows and walls. Thermochromic, cold rolled light steel frame system, two-shell facades, solar panels and trade panels.

Keywords

New construction technologies, performance, Fuzzy Hierarchical Analysis (FAHP)

بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

سید یعقوب ذوالفقاری فر*

استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد یاسوج)، یاسوج، ایران

احسان روستایی

گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد یاسوج)، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲

ارجاع به مقاله:

سید یعقوب ذوالفقاری فر، احسان روستایی، بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، *مهندسی و مدیریت ساخت*، ۱۴۰۱، ۷ (۲): ۲۴-۳۰.

چکیده

شرایط کنونی کشور مهمترین ضرورت استفاده از فناوری های نوین ساختمانی بدلیل نقش مهم آن در توسعه پایدار است. سرعت ساخت بالاتر نسبت به روش های سنتی موجب شده تا بتوان در زمان کمتر تعداد واحدهای بیشتری را آماده بهره برداری نمود. هدف تحقیق بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP بود. تحقیق از نظر هدف کاربردی و از جنبه جمع آوری داده ها از نوع توصیفی پیمایشی بصورت میدانی و پرسشنامه ای از روش نمونه گیری تصادفی بود. جامعه آماری تحقیق اعضای سازمان نظام مهندسی ساختمان شهر یاسوج بود. برای تخمین حجم نمونه از جدول مورگان استفاده شد، که تعداد نمونه برابر ۱۰۰ نفر بود. و داده های تحقیق با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیل شدند. نتایج نشان داد، مهمترین عوامل موثر در بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش به ترتیب از قویترین عامل تا ضعیفترین عامل بترتیب اولویت فناوری بام سبز، سیستم قاب ماندگار، پوشش های ساختمانی نانو، بتن بیولوژیکال، پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک، سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، نماهای دو پوسته، پانل های خورشیدی و تریدی پانل بودند.

کلمات کلیدی

فناوری های نوین ساختمانی، کارایی، تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

دست اندرکاران صنایع مختلف بوده است. صنعت ساختمان سازی اهمیتی استراتژیک و زیربنایی در اقتصاد یک کشور دارد. در نتیجه، استفاده از فناوری های نوین در ساخت و ساز، پیاده سازی الگوهای علمی، بهبود و تسریع فرایندهای ساخت، کاهش هزینه های ساخت

۱- مقدمه

در عصر حاضر و در دنیای پرقاب امروز، ارزش روزافزون منابع و بهینه سازی و استفاده درست از آن مورد توجه بسیاری از



7 (2), 2023

دوره ۷، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۱

فصلنامه پژوهشی



و ساز و ... از اهداف مهم اکثر ساخت و سازها بوده است. حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا، عمر مفید کم و هزینه زیاد اجرای پروژه‌ها نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده علمی و عملی از سیستم‌های نوین و مصالح ساختمانی جدید برای کاهش وزن و زمان ساخت و نهایتاً کاهش هزینه‌ها است [۱]. ویژگی‌های مهم در بررسی سیستم‌های نوین ساخت و ساز شامل سازه، ایمنی در برابر آتش، عملکرد حرارتی، آکوستیک، دوام، مصالح تشکیل‌دهنده، سرعت اجرا، سبک‌سازی، نیروی انسانی ماهر، تولید کارخانه‌ای و کنترل کیفیت حمل و نقل و نصب در محل، تعمیر و نگهداری، عمر مفید و دوام، شاخص‌های معماری، سازگاری با طبیعت، حفظ محیط زیست، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و طبیعی است [۲].

فناوری‌های نوین ساختمانی در حال حاضر در دنیا مبتنی بر سازگاری با طبیعت است و تکنولوژی‌های استفاده شده در ساخت و ساز و فناوری‌های ساختمانی به گونه‌ای است که در مصرف انرژی صرفه جویی شده و از سوخت‌های تجدید پذیر و یا پنل‌های خورشیدی و یا ژنراتورهای بادی و ... جهت حفاظت محیط زیست استفاده می‌گردد [۳]. در شرایط کنونی کشور مهم‌ترین ضرورت استفاده از این فناوری‌ها به دلیل نقش مهم آن در توسعه پایدار است [۴].

توجه متولیان ساخت و ساز کلیه دستگاه‌های اجرایی عمرانی به ویژه شهرداری‌ها در کلان‌شهرها به استفاده از فناوریهای نوین و ارزش دادن به آنها، می‌تواند باعث نقش‌آفرینی این فناوریها در شکل‌گیری شهرهای مدرن در کشور شود [۵]. شرایط حال حاضر کشور به ویژه نیاز بالا به مسکن، استفاده بیشتر از فناوریهای نوین ساختمانی را می‌طلبد، اما به دلایل مختلف تاکنون، میزان توجه و استفاده از این سیستم‌های ساخت، مطابق با ظرفیت آنها و نیاز موجود در کشور نبوده است که از مهم‌ترین دلایل آن میتوان به شناخته نشده بودن این روشها، در سطوح مختلف برای دست‌اندرکاران و مخاطبان بازار ساخت و ساز اشاره نمود [۶]. بسیاری از مهندسان شناخت چندان از فناوریهای نوین ندارند و این آسیب در حوزه شناخت عمومی مردم جدی‌تر به نظر می‌رسد. حتی بسیاری از ساکنان مجموعه‌های ساخته شده با استفاده از این فناوریها، با ویژگیهای مثبت و مزایای فناوریهای نوین آشنایی ندارند و در برخی موارد مانند هزینه پایین‌تر و سبک‌تر بودن سازه را به عنوان نقطه ضعف این فناوری‌ها تلقی می‌کنند [۷]. وضعیت آیین‌نامه‌ها نسبت به سال‌های گذشته بهبود یافته، اما مطالعات شرایط مناطق مختلف کشور به جهت مسائل اقلیمی و آب و هوایی به منظور انتخاب صحیح فناوری نوین اقدام چندان صورت نگرفته و با توجه به پتانسیل‌های فراوان این حوزه، جذب سرمایه‌گذاران برای ورود به این بخش نیز اندک بوده است [۸].

گروه مسکن و تولید صنعتی ساختمان به عنوان یکی از مهمترین روشهای حل مشکل مسکن در ایران محسوب می‌شود تا علاوه بر رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمانها در شرایط مختلف اقلیمی و لرزه‌خیزی کشور، سرعت اجرای پروژه‌های ساختمانی به ویژه در پروژه‌های انبوه‌سازی مسکن افزایش یابد [۹]. شاخص و پارامترهای انتقال انرژی در جدارهای خارجی، گروه‌بندی ساختمان مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و قابلیت استفاده از انرژی‌های موجود در طبیعت در تهویه، سرمایش و

گرمایش ۳ شاخصه اصلی در بحث ارزیابی انرژی این سیستمها است. شاخصهای سرعت اجرا، سبک‌سازی، نیروی انسانی ماهر، تولید کارخانه‌ای و کنترل کیفیت حمل‌ونقل و نصب در محل نیز در زمره شاخص‌های ارزیابی تولید صنعتی یک فن‌آوری نوین ساختمانی می‌گنجد. بنابراین هدف این پژوهش بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP بود.

۲- ادبیات تحقیق

خوشنویس و همکاران در سال ۱۳۹۳ کاربرد فناوری‌های نوین در ساختمان مبتنی بر مفاهیم توسعه پایدار و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را ارزیابی کرد و بیان نمود امروزه در حدود ۴۰٪ انرژی در ساختمان‌ها مصرف می‌شود که این به نوبه خود منجر به بحران‌های زیست محیطی شده است. بنابراین ضرورت ایجاد و توسعه هر چه بیشتر مقوله پایداری در حوزه معماری و شهرسازی بخوبی قابل مشاهده است. توسعه پایدار به عنوان شرط ضروری بقای تمدن محسوب می‌شود. اقدامات صورت گرفته در زمینه پایداری ساختمان‌ها دارای تأثیر بسیار زیادی بر روی محیط زیست و انسان می‌باشد. در دهه‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها صورت گرفته است و در این راستا شیوه‌های مختلفی بکار گرفته شده است و تلاش شده ضمن دستیابی به ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک به صفر و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، از مصالحی استفاده شود که کمترین آسیب را به محیط زیست رسانده و تجدید پذیر بوده و همچنین انرژی مجسم آنها کم باشد [۹].

شیخ اسدی در سال ۱۳۹۵ سیستم‌های نوین ساختمانی از نظر تأثیرات زیست محیطی را بررسی نمود. بقای پایداری انسان و محیط انسانی وابسته به حفظ تعادل و تداوم جهان زیستی است که این خود پذیرش نقش و مسئولیت اخلاقی انسان بر منابع بوم‌شناختی و عملکردی آگاهانه و هوشمند را در تنظیم رابطه وی با محیط طبیعی می‌طلبد. شناخت و بررسی فناوری‌های جدید و الگوهای نوین بهینه سازی مصرف انرژی برای از بین بردن آثار مخرب بر محیط و جلوگیری از هدر رفتن انرژی در ساختمانها موضوع اصلی مقاله می‌باشد. تلاش در جهت ترویج به کارگیری ساخت و ساز بر اساس سیستم‌های نوین ساختمانی می‌تواند در تقلیل مصرف مصالح ساختمانی و انرژی تأثیر گذارد. صنعت ساختمان کشور باید توجه خاصی به این سیستم‌ها نموده و از پتانسیلهای آنها جهت دستیابی به معماری پایدار بهره برداری نماید [۴].

گلابچی در سال ۱۳۸۵ ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین ساختمانی را مطالعه کرد. و نتایج تحقیق ایشان نشان داد که نیاز گسترده و روزافزون جامعه به ساختمان و مسکن، ضرورت استفاده از سیستم‌های ساختمانی و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت، سبک‌سازی، افزایش عمر مفید و نیز مقاوم نمودن ساختمان‌ها در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح ساخته است. در این راستا ارتقاء سطح علمی و تخصصی جامعه مهندسی کشور و آشنایی با سیستم‌ها و مصالح جدید ساختمانی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا، عمر مفید کم و یا هزینه زیاد اجرای ساختمان‌ها در بخش مسکن نیازمند ارائه راهکارهایی به

منظور استفاده عملی از سیستم های ساختمانی نوین و مصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن، کاهش زمان ساخت، دوام بیشتر و نهایتاً کاهش هزینه اجرا می باشد. این اقدامات در دراز مدت موجب بهینه سازی ساخت، افزایش تولید مسکن در کشور و رسیدن به شرایط اجرایی مطلوب خواهد شد [۱۰].

زرقانی و تقدیری یزد در سال ۱۳۹۴ با بررسی نقش فناوری های نوین در صنعت ساختمان بیان نمود که نیاز گسترده و روزافزون کشور به تامین ساختمان و مسکن، ضرورت استفاده از فناوری های نوین و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت، ارتقاء کیفیت ساخت، سبک سازی، افزایش مقاومت در برابر زلزله، افزایش عمر مفید ساختمانها، کاهش هزینه ها و نیز بهبود الگوی مصرف انرژی ساختمانها را بیش از پیش مطرح ساخته است ارتقاء سطح علمی و تخصصی جامعه مهندسی کشور و آشنایی با فناوری ها و مصالح جدید ساختمانی، همچنین بازنگری در اجرای ساختمانها از روش های سنتی به صنعتی و استفاده از فناوری های نوین و مطابقت این روش ها با معماری ایران و شرایط اقلیمی کشور، راهکارهای مناسبی برای استفاده عملی از این سیستم های نوین می باشد از جهت دیگر چنین تحولاتی موجب گسترش سرمایه گذاری زیربنایی و اصولی در صنعت ساختمان خواهد شد و در نهایت، تقاضا برای ساختمانهای جدید را افزایش می دهد [۱۱].

الیوت در سال ۲۰۱۵ تاثیرات فناوری نوین ساختمانی در خانه های سبز در جهت ارتقا دلبستگی محیطی ساکنین را تحلیل کرد و نتیجه گرفت که فطرت و سرشت انسان همیشه به دنبال آرامش محیطی و طبیعت بکر و سبز است. در گذشته دور این انسان بود که بیشتر تحت تاثیر محیط زیست قرار می گرفت، اما امروزه انسان بر محیط زیست خود اثر می گذارد و حتی اگر اثری از آن بپذیرد، در واقع بازخورد اثری است که خود ایجاد کرده است. مطالعات و پژوهش های زیادی در راستای بررسی تاثیرات گل ها و گیاهان بر روی نسل بشر انجام گشته است و نتایج حاصل از آن بیانگر این امر است که حضور در فضای سبز و ارتباط با طبیعت موجب کاهش فشار عصبی و بهبود سلامت روحی و جسمی در انسان ها می شود [۱۲].

الکس و همکاران در سال ۲۰۱۶ با تحقیق استفاده از فناوریهای نوین ساختمانی برای ساخت ساختمانهای سبز مسکونی و اثر آن در پایداری شهرها با تاکید بر ابعاد زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی نشان دادند که از نظر لوکوربوزیه، خانه پوششی است که در تطابق با برخی از شرایط، رابطه صمیمی را بین محیط خارج و پدیده های زیستی انسان، برقرار می سازد در خانه بایستی یک فرد یا یک خانواده زندگی کند یعنی اینکه بخواهد راه برود، دراز بکشد این در حالی که گسترش ساخت و ساز های مسکن که در کوتاه مدت منفعت کلان تری را در سرمایه گذاری خواهد داشت. باعث بالا رفتن میزان استفاده از زمین در خدمت منافع اقتصادی کوتاه مدت شده است و گسترش فضاهای سبز شهری در مقایسه با سایر سرمایه گذاری ها از حمایت مالی کمتری برخوردار است این معضل هم در کشور های توسعه یافته و هم در کشور های در حال توسعه به خصوص در مراکز شهر ها وجود دارد تعهدات کشور های توسعه یافته به موافقت نامه ها و منشور های زیست محیطی همچنین فشار افکار عمومی که دید آگاهانه تری به مسایل زیست محیطی دارند ایجاد گر، انگیزه ای برای

شناسایی راه حل های نوینی در راستای توسعه ی فضای سبز شهری شده است [۱۳].

۳- مواد و روش پژوهش

تحقیق از نظر هدف کاربردی و از جنبه جمع آوری داده ها از نوع توصیفی پیمایشی و ابزار گرد آوری داده ها و اطلاعات در این تحقیق میدانی، پرسشنامه بود. جامعه آماری این تحقیق اعضای سازمان نظام مهندسی ساختمان شهر یاسوج می باشند. نمونه پژوهش شامل اعضای نظام مهندسی ساختمان که در روز تکمیل پرسشنامه به مراجعین حضوری سازمان نظام مهندسی یاسوج بودند. برای تخمین حجم نمونه از جدول مورگان استفاده شد، که تعداد نمونه برابر ۱۰۰ نفر بودند. داده های تحقیق با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیل شدند. همچنین پایائی پرسشنامه یا قابلیت اعتماد آن با استفاده از روش اندازه گیری آلفای کرونباخ محاسبه شد.

جدول ۱ مقدار آلفای کرونباخ در پرسشنامه محقق ساخته مورد استفاده

بعد	آلفای کرونباخ
نمره	۰/۹۱

به منظور تحلیل داده ها و آزمون فرضیه اصلی تحقیق از روش FAHP استفاده گردید. کاربردهای این روش عبارتند از: پیش بینی نتایج احتمالی، برنامه ریزی اتفاقات پیشنهاد شده و مطلوب در آینده، تسهیل تصمیم گیری گروهی، اعمال کنترل بر روی تغییرات در سیستم تصمیم گیری، تخصیص منابع، انتخاب گزینه ها، مقایسه ی هزینه و درآمد، ارزیابی کارکنان و اختصاص افزایش دستمزد، معین کردن انتخاب مکانی و تست کردن موقعیت های پیشنهادی و بررسی رابطه میان متغیرها می باشد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرآیند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می نماید. هم چنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چند معیاره می باشد. بعلاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول نهایی بنا نهاده شده است که در ادامه به بیان این اصول پرداخته شده است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، آن را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن ها می پردازد. در واقع تحلیل سلسله مراتبی روشی برای کمک به تصمیم گیران است تا اهداف و راهکارهای خود را در یک محیط پیچیده بدون ساختار و غیر شفاف، اولویت بندی و طبقه بندی کنند. گزینه ها در واقع منظور و مقصد هدف در نمودار سلسله مراتبی می باشند و پاسخ هدف از میان گزینه های ترسیم شده به دست می آید. گزینه ها آخرین سطح نمودار سلسله مراتبی می باشند و بستگی به چگونگی استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی دارد. در مواردی



7 (2), 2023

دوره ۷، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۱

فصلنامه پژوهشی

مهندسی مدیریت ساخت

بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP

که از این تکنیک به منظور انتخاب یا اولویت بندی استفاده شود، عموماً تعیین گزینه ها توسط محقق صورت می گیرد، زیرا اوست که تعیین می کند از میان کدام گزینه ها باید انتخاب صورت گیرد یا گزینه هایی باید اولویت بندی شوند.

۴- یافته‌ها و بحث

ابتدا در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع بررسی شد که در آن اهداف، معیارها، گزینه ها و ارتباط بین آنها نشان داده شود. بعد از تعیین سطوح سلسله مراتبی، شامل هدف، معیارها، زیرمعیارها (در صورت وجود) و گزینه ها، مقایسه زوجی بین مجموعه معیارها جهت تعیین ضرایب اهمیت هر یک از آنها نسبت به هدف، انجام می شود. در این تحقیق هدف تعیین رویکرد مدیریتی مناسب برای انتخاب بهترین رویکرد برای مدیریت استفاده از فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش و معیارها مطابق جدول ۲ و گزینه ها شامل مدیریت نمای ساختمان (A)، مدیریت انرژی ساختمان (B)، مدیریت سازه و استحکامات (C) و مدیریت مصالح (D) می باشد. در ادامه برای ضریب اهمیت معیارها، تجزیه و تحلیل سازگاری قضاوت ها نیز صورت می گیرد. به هنگام مقایسه زوجی معیارها، اگر شاخص ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، ضرایب اهمیت تعیین شده مناسب است. پس از تعیین اهمیت تمام معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها، مقایسه کلی گزینه ها نسبت به هدف انجام و نتیجه مقایسه به صورت نمودار ظاهر می شود. در این مطالعه معیارهای مورد استفاده عبارت از نماهای دو پوسته (حداکثر نماهای دو پوسته)، سیستم قاب ماندگار، فناوری بام سبز، پوششهای ساختمانی نانو، پانلهای خورشیدی و تریدی پانل، سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، بتن بیولوژیکال و پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک بودند.

لازم به ذکر است برای تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، روش های مختلفی وجود دارد که معمولترین آنها، مقایسه دو دویی است. در این روش معیارها، دو به دو با یکدیگر مقایسه می شوند و درجه اهمیت هر یک از آنها نسبت به دیگری مشخص می شود. در این پژوهش برای این کار از روش استاندارد ارایه شده توسط ساعتی استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲ معیارهای موثر در انتخاب رویکرد مدیریتی مورد مطالعه

کد	معیار
C1	پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک
C2	سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد
C3	فناوری بام سبز
C4	سیستم قاب ماندگار
C5	بتن بیولوژیکال
C6	پوشش های ساختمانی نانو
C7	نماهای دو پوسته
C8	پانل های خورشیدی و تریدی پانل

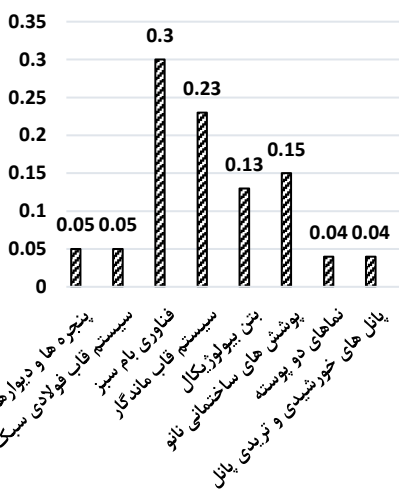
پس از تعیین ضرایب اهمیت هر یک از معیارها و همچنین ضرایب وزن گزینه ها بر اساس هر یک از معیارها، باید از تلفیق ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها نسبت به هدف و گزینه ها نسبت به هر یک از زیرمعیارها و معیارها، امتیاز نهایی هر یک از گزینه ها را

مشخص نماییم. برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی که منجر به یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می شود، استفاده شده است. نتایج در اشکال ۱ تا ۱۰ ارائه شده است. برای پاسخ به پرسش اصلی تحقیق مبنی بر اینکه «مهمترین فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در حیطه ساختمانهای سازگار با طبیعت در ایران بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی کدامند؟» جدول ۳ ارائه شده است.

مطابق نمودار شکل ۱، مهمترین عوامل موثر در بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش به ترتیب از قویترین عامل تا ضعیفترین عامل عبارت از فناوری بام سبز، سیستم قاب ماندگار، پوشش های ساختمانی نانو، بتن بیولوژیکال، پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک، سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، نماهای دو پوسته، پانل های خورشیدی و تریدی پانل هستند.

جدول ۳ جدول تناسب کمیتهای برای مقایسه دو دویی

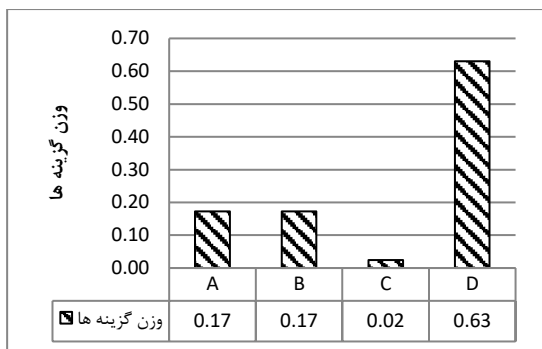
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۳	۱	
C2	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۱	
C3	۱/۵	۱/۳	۱	۳	۳	۷	۵	
C4	۱/۳	۱/۳	۳	۱	۱	۵	۳	
C5	۱/۳	۱	۳	۱	۱	۳	۵	
C6	۳	۳	۷	۵	۳	۱	۳	
C7	۱	۱	۳	۳	۵	۳	۱	
C8								۱



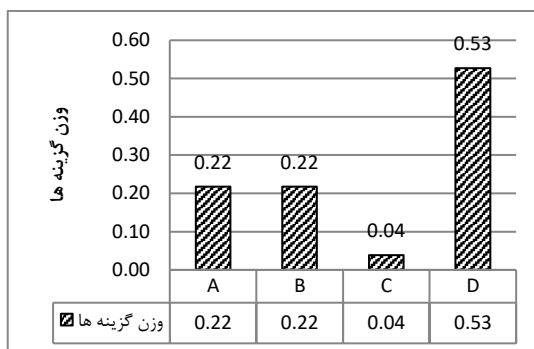
شکل ۱ وزن نهایی (اهمیت) معیارهای مورد مطالعه

برای پاسخ به سوال اول تحقیق مبنی بر اینکه «۱- فناوری پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این نمودار، وزن گزینه ها براساس معیار پنجره ها و

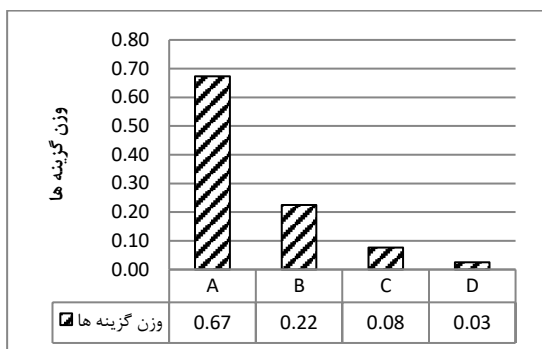
دیوارهای ترموکرومیک مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب عبارت از مدیریت مصالح، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت سازه و استحکامات هستند.



شکل ۴ وزن گزینه ها براساس معیار فناوری بام سبز

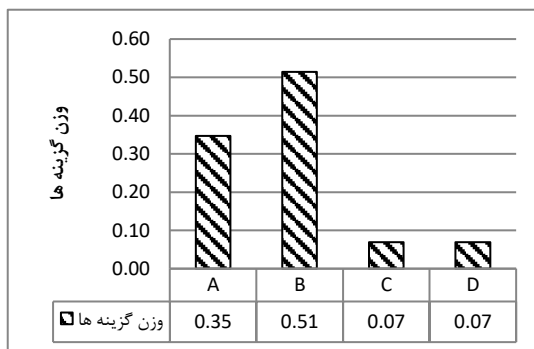


شکل ۲ وزن گزینه ها براساس معیار پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک



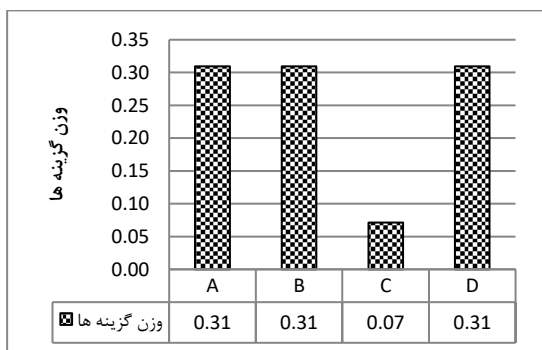
شکل ۵ وزن گزینه ها بر اساس معیار سیستم قاب ماندگار

برای پاسخ به پرسش دوم تحقیق مبنی بر اینکه «۲- فناوری سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۳ آورده شده است. وزن گزینه ها براساس معیار سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب عبارت از مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت نمای ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات هستند.



شکل ۳ وزن گزینه ها بر اساس معیار سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد

برای پاسخ به سوال پنجم تحقیق مبنی بر «سیستم بتن بیولوژیکال از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان (مدیریت نما، مدیریت انرژی، مدیریت سازه، مدیریت مصالح) چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۶ آورده شده است. طبق این نمودار، وزن گزینه ها براساس معیار بتن بیولوژیکال، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب عبارت از مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات هستند، که البته بجز مدیریت مصالح سایر رویکردهای مدیریتی به یک اندازه دارای اهمیت بوده اند.

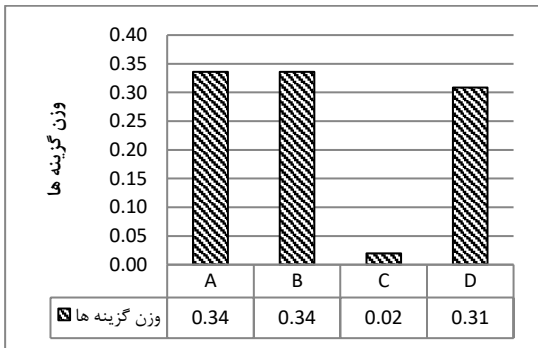


شکل ۶ وزن گزینه ها براساس معیار بتن بیولوژیکال

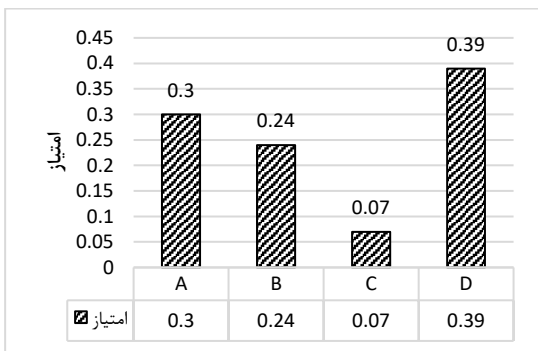
برای پاسخ به سوال سوم فرعی تحقیق مبنی بر «۳- فناوری بام سبز از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۴ آورده شده است. مطابق این نمودار، وزن گزینه ها براساس معیار فناوری بام سبز، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب عبارت از مدیریت مصالح، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت سازه و استحکامات هستند. برای پاسخ به سوال چهارم تحقیق مبنی بر «سیستم قاب ماندگار از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان (مدیریت نما، مدیریت انرژی، مدیریت سازه، مدیریت مصالح) چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۵ ارائه شده است. بر اساس وزن گزینه ها براساس معیار سیستم قاب ماندگار، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب عبارت از مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت سازه و استحکامات و مدیریت مصالح هستند.

برای پاسخ به سوال ششم تحقیق مبنی بر «سیستم پوشش های ساختمانی نانو از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان (مدیریت نما، مدیریت انرژی، مدیریت سازه، مدیریت مصالح) چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۷ ارائه شده است. مطابق این نمودار، وزن گزینه ها نسبت به یکدیگر بر اساس معیار پوشش های

ساختمان (A)، مدیریت انرژی ساختمان (B) و در نهایت رویکرد مدیریت سازه و استحکامات (C) از نظر مطلوبیت بررسی فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش رتبه بندی شدند.



شکل ۹ وزن گزینه ها براساس معیار پائل های خورشیدی و تردی پائل



شکل ۱۰ محاسبه وزن نهایی انتخاب بهترین رویکرد

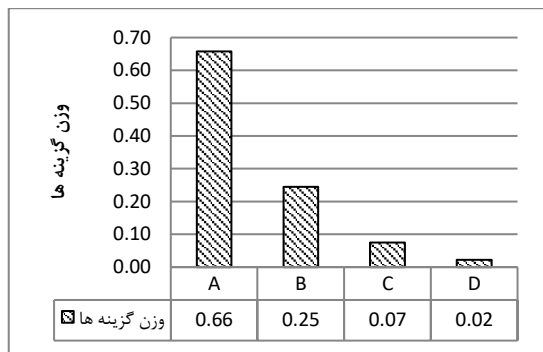
۵- نتیجه گیری

انتخاب رویکرد مدیریتی مناسب برای استفاده از فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی، از اهمیت فوق العاده زیادی برخوردار است چرا که در صورت عدم انتخاب رویکرد مناسب مدیریتی، مشکلات زیادی در اجرای پروژه های عمرانی به وجود خواهد آمد و هزینه های اضافی را بر پیمانکار و کارفرما تحمیل خواهد نمود و از طرفی نیز ممکن است که کیفیت و کمیت اجرای پروژه را کاهش دهد. انتخاب روش مدیریتی مناسب برای اجرای پروژه های عمرانی ملی با توجه به دخیل بودن معیارهای متعدد و همچنین تقابل آنها با یکدیگر نیازمند استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره است. تاکنون روش های مختلفی برای انتخاب رویکرد مناسب مدیریتی ارائه شده است که یکی از این روش ها فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. نتایج تحقیق و ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها نسبت به یکدیگر نشان داد:

- مهمترین رویکرد مدیریتی براساس معیار پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک بترتیب اولویت مدیریت مصالح، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت سازه و استحکامات بودند.

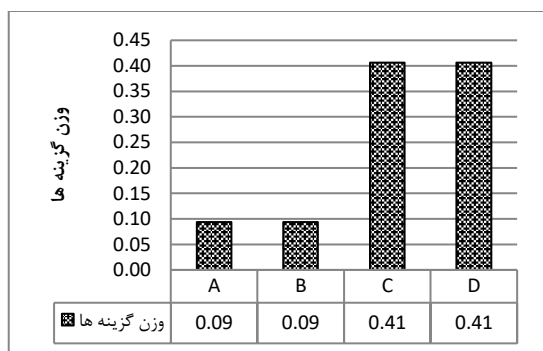
- در ارزیابی معیار سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد مشاهده شد، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب اولویت مدیریت انرژی

ساختمانی نانو، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب عبارت از مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت سازه و استحکامات و مدیریت مصالح هستند.



شکل ۷ وزن گزینه ها براساس معیار پوشش های ساختمانی نانو

برای پاسخ به سوال هفتم تحقیق مبنی بر «سیستم نمای دو پوسته از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان (مدیریت نما، مدیریت انرژی، مدیریت سازه، مدیریت مصالح) چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۸ آورده شده است. وزن گزینه ها بر اساس معیار نماهای دو پوسته، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب اولویت عبارت از مدیریت سازه و استحکامات، مدیریت مصالح، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت انرژی ساختمان هستند.



شکل ۸ وزن گزینه ها براساس معیار نماهای دو پوسته

برای پاسخ به سوال هشتم تحقیق مبنی بر «سیستم پائل های خورشیدی و تردی پائل از نظر کارایی در بخش مدیریت ساختمان (مدیریت نما، مدیریت انرژی، مدیریت سازه، مدیریت مصالح) چه میزان دارای اهمیت است؟» نمودار شکل ۹ ارائه شده است. که وزن گزینه ها بر اساس معیار پانلهای خورشیدی و تردی پائل، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب اولویت مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات هستند.

همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می شود، رویکرد مدیریت مصالح (گزینه D) دارای بیشترین وزن لذا مناسب ترین گزینه (بهترین رویکرد) برای مدیریت استفاده از فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش خواهد بود. بعد از روش مدیریت نمای ساختمان به ترتیب رویکردهای مدیریت نمای

۶- مراجع

- [1] Halvani Gholam Hossein, Mir Mohammadi Seyed Jalil (2015). New construction constructions, Sobhan works, Tehran, first edition. (in Persian)
- [2] Alipour, Mohsen et al. (2011). Factors Affecting New Constructions in Construction Workshops, Proceedings of the First National Congress of Construction Management, Payame Noor University of Tehran.
- [3] Mohammadfam, Iraj (2003). New construction constructions, Fanavaran, Tehran, second edition. (in Persian)
- [4] Sheikh Asadi, Fatemeh (2015). Investigation of modern building systems in terms of environmental impact, International Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Urban Development. (in Persian)
- [5] Ahmadi, Kahyar (2016). Evaluation of the use of new constructions in construction sites, Third National Conference on Construction Engineering and Management, Shahrekord Azad University.(in Persian)
- [6] Taghinejad, Amir (1396). "Assessing the Impact of New Constructions on Improving the Safety Performance of Construction Workshops and Providing Appropriate Solutions", M.Sc. Thesis, Tabari Institute of Higher Education, Faculty of Civil Engineering. (in Persian)
- [7] Ardeshtir, Ahmad; Mohajeriani, Mohammad (2012). Evaluation of new constructions in construction workshops, 2nd National Conference on Construction Engineering and Management, Tehran.(in Persian)
- [8] Ismail Fatemeh, Ahmad Naderi (2015). Evaluation of new constructions for construction companies, Second Conference on Civil Engineering and Construction Management, Tehran. (in Persian)
- [9] Khoshnevis, Heda; Khoshnevis, Mehrdad; Khajeh Ahmadi, Mahdieh (2014). Application of new technologies in buildings based on the concepts of sustainable development and energy saving, 2nd International Congress of Structures, Architecture and Urban Development, Tabriz, Permanent Secretariat of the International Congress of Structures, Architecture and Urban Development. (in Persian)
- [10] Golabchi, Mahmoud (2006). The need to use new construction technologies, the second construction seminar in the capital, Tehran, University of Tehran, Faculty of Engineering. (in Persian)
- [11] Zarghani, Mehdi; Taqdiri Yazd, Mehdi (2015). The Role of New Technologies in the Construction Industry, First International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Economy Development, Shiraz, Islamic Azad University, Fars Science and Research Branch. (in Persian)
- [12] Elliott (2015) "Explaining the Impacts of New Building Technology on Green Houses to Promote Residents' Environmental Attachment" ,University of Michigan Journal , No. 25 ,AH213-220.
- [13] Alex et al. (2016) , "Using New Building Technologies to Build Residential Green Buildings and Its Effect on Sustainability of Cities with Emphasis on Environmental ,Economic ,Social Dimensions." University of Ohio Journal ,Volume 4 ,Number 29 ,pp. 110-118.

ساختمان، مدیریت نمای ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات بودند.

- طبق معیار فناوری بام سبز، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب اولویت مدیریت مصالح، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت سازه و استحکامات بودند.

- تحلیل معیار سیستم قاب ماندگار نشان داد مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت سازه و استحکامات و مدیریت مصالح بودند.

- براساس معیار بتن بیولوژیکال، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب: مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات. که البته بجز مدیریت مصالح سایر رویکردهای مدیریتی به یک اندازه دارای اهمیت بودند.

- با بررسی معیار پوششهای ساختمانی نانو، مهمترین رویکرد مدیریتی به ترتیب اولویت مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت سازه و استحکامات و مدیریت مصالح بودند.

- با مقایسه معیار نماهای دو پوسته، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب مدیریت سازه و استحکامات، مدیریت مصالح، مدیریت نمای ساختمان و مدیریت انرژی ساختمان بودند.

- طبق معیار پانل های خورشیدی و تریدی پانل، مهمترین رویکرد مدیریتی بترتیب مدیریت نمای ساختمان، مدیریت انرژی ساختمان، مدیریت مصالح و مدیریت سازه و استحکامات بودند.

- مهمترین عوامل موثر در بررسی فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش به ترتیب از قوی ترین عامل تا ضعیفترین عامل به ترتیب اولویت فناوری بام سبز، سیستم قاب ماندگار، پوشش های ساختمانی نانو، بتن بیولوژیکال، پنجره ها و دیوارهای ترموکرومیک، سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، نماهای دو پوسته، پانل های خورشیدی و تریدی پانل بودند.

- رویکرد مدیریت مصالح (گزینه D) دارای بیشترین وزن است. لذا مناسبترین گزینه (بهترین رویکرد) برای مدیریت استفاده از فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش خواهد بود. بعد از روش مدیریت مصالح (گزینه D)، به ترتیب رویکرد های مدیریت نمای ساختمان (A)، مدیریت انرژی ساختمان (B) و در نهایت رویکرد مدیریت سازه و استحکامات (C) از نظر مطلوبیت بررسی فناوری های نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش رتبه بندی می شوند.

COPYRIGHTS

©2023 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



7 (2) , 2023

دوره ۷، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۱

فصلنامه پژوهشی



بررسی فناوریهای نوین ساختمانی از نظر کارایی در ایران و انتخاب بهترین روش بر اساس تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP