انتخاب بهینه سازهای بتنی و فولادی با استفاده از روش ELECTERE

فاطمه بهدادفر*
دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، گرایش مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

غلامرضا عبدالله زاده
دانشیار گروه عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره دوم
شماره پیاپی ششم
تابستان ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: **فاطمه بهدادفر**
آدرس ایمیل:
kazemmarzban@yahoo.com

چکیده:

نیاز به ساخت و ساز در حداقل زمان، با کمترین هزینه و بهترین کیفیت، صنعت ساختمان را به سوی سازهای صنعتی با نصب و راه اندازی سریع هدایت کرده است. در این راستا ضرورت استفاده از سازه ها و مواد جدید برای افزایشسرعت ساخت، سبکی و افزایش عمر مفید بیش از پیش مطرح شده است.هدف از این تحقیقمطالعه سازه های نوین ساختمانی از جملهتری دی پنل (3DPANEL)، قالبسبکسردنوردشده(LSF)، قالب تونلی و سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار (ICF) با تمرکز بر معیارهای اقتصادی، اجرایی و فنی جهت بررسی پتانسیل استفاده از این سیستم ها درمسکن های ویلایی در شمال کشور (استان مازندران) می باشد. ابتدا مطالعات کتابخانه ای به منظور انتخاب معیارهای موثر بر انتخاب مناسب ترین روش ساخت انجام گرفت. سپس داده های مورد نیاز با نظرات خبرگان و صاحب نظران صنعت ساختمان در شرکت های پیمانکار ساختمانی استان مازندران از طریق پرسش نامه هایی جمع آوری گردید. در نهایت پس از جمع آوری داده ها، به کمک روشELECTERE،مناسبترین سازه معرفی شده است.با لحاظ کردن همه معیارها در بین سازه های مذکور،سازه 3DPANELبه عنوان مناسب ترین سازه برای استفاده در ساخت مسکن های ویلایی در استان پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: روشELECTERE، انتخاب بهینه، ساختمان ویلایی، سیستم مدرن

Optimal Selection of Steel and Concrete Structures using ELECTERE Method

Fatemeh Behdadfar*
Graduate student of Civil Engineering, Construction Management, Islamic Azad University, Sari, Iran
Gholam Reza Abdolah Zadeh
Associate professor of Civil Engineering, Babol University of Technology, Babol, Iran

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
Volume 2 , Issue 2,
Summer 2017

Corresponding author:
fatemeh behdadfar
Email address:

kazemmarzban@yahoo.com

۱. مقدمه

کارایی و بازدهی سازه ها رابطه ی مستقیمی با مواد در دسترس، تکنولوژی ساخت و در جهت پیشرفت و کارایی سرویس های مربوطه دارد. به همین دلیل در طی مراحل زمانی، پیشرفت قابل توجهی در شناخت و معرفی مواد جدید، روشها و وسایل ساخت و ساز و سرویس دهی حاصل شده است [۱]. استفاده از سیستم های نوین ساخت و ساز به صورت تولیدات صنعتی بطوریکه بتواند در کاهش مدت زمان اجرا، مصالح مصرفی و حداقل نمودن هزینه های مربوطه مؤثر باشد [۲]. امری مفید و موردنیاز بازار ساختمان کشور میباشد همواره انتخاب بهترین و کارآمدترین فناوری ساخت برای سازندگان و کاربران ساختمان،باتوجه به شرایط مختلف، بویژه مسائل اقتصادی تعیین کننده نوع سازه بوده است[۳].به همین دلیل مقایسه فنی و اقتصادی سازه ها میتواند مشخص کننده این موضوع باشد که چه سازه هایی در چه مواردی می تواند مورداستفاده قرار گیرد. ارتباط بین این معیارها پیچیده بوده و معمولا یک معیار بر دیگر معیارها تاثیر می گذارد بنابراین ساختن مدل و یافتن بهترین راه حل با استفاده از معیارهای مستقل آسان نیست [۴]. لذا استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره در این خصوص مفید خواهد بود. تاکنون چند روش تصمیم گیری چندمعیار همانند مجموع وزین AHP[۵] و[۶]، روش تحلیل سلسله مراتبی(SAW)ساده روش اولویت بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS)[۷] برای بررسی سازه های فولادی و بتنی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.اما تا کنون گزارشی مبنی صورت نگرفته است. روش ELECTERE بر استفاده از در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح شد. اساس این ELECTERE مفهوم، روابط غیررتبه‌ای است، یعنی لزوماً به رتبه بندی گزینه‌ها نمی‌انجامد، بلکه ممکن است گزینه‌هایی را حذف کنند [۸]... بطور کلی هدف از این پژوهش، بررسی سازهای بتنی و فولادی نوین در ایران و شناسایی پارامترهای تاثیرگذار، و ارائه مدلی جهت اولویت بندی سازهای مختلف با استفاده از ELECTERE به دست اندرکاران از . پروژه های ساختمانی در انتخاب مناسبترین سازه می باشد

۲. روش تحقیق

روش گردآوری داده ها در این تحقیق شامل روش کتابخانه ای و میدانی می باشد. ابتدا مطالعات کتابخانه ای به منظور آشنایی کامل با روشهای ساختمان سازی بتنی و فولادی و معیارهای موثر بر انتخاب مناسب ترین روش ساختار مقالات، کتب، پایاننامه ها و اسناد و مدارک مرتبط با تحقیق انجام می گیرد. سپس داده های موردنیاز با نظرات خبرگان و صاحبنظران صنعت ساختمان در شرکت ها پیمانکار ساختمانی استان مازندران از طریق پرسش نامه هایی جمع آوری گردید. از پرسش شوندگان خواسته شد که میزان تأثیر گذاری هرمعیار را با انتخاب گزینه مناسب مشخص نمایند. از طیف ۵ گزینه ایلیکرت برای طراحی پرسشنامه استفاده شد. شکل کلی و امتیازبندی این طیف برای سوالات بصورت جدول ۱ می باشد.

خیلیکم	کم	متوسط	زیاد	خیلیزیاد
1	2	3	4	5

جدول ۱- مقیاس۵ گزینه ایلیکرت

در این پژوهشی سیستمهای ساختمانی نوین در اجرای ساختمان های فلزی و بتنی درشمال کشور بهعنوان گزینه های مورد بررسی مورد مطالعه قرارخواهدگرفت. این سیستمهای ساختمانی ۲) سیستم LSF عبارتند از: ۱) سیستم ۳) سیستم پنل های سه بعدی، ۴) قالب تونلی ICF،

۳. نتایج و بحث

با توجه به ماهیت چند معیاره بودن ارزیابی سیستمهای ساختمانی، استفاده از یک تکنیک تصمیمگیری چند معیاره میتواند نتایج معتبرتری را فراهم آورد. مرحله اول این روش ساخت ماتریس تصمیمگیری می باشد. باتوجه به معیارها و گزینه های موردنظردراین پژوهش، ماتریس تصمیمگیری درجداول ۲تا۵ نمایش داده شده است که شامل موارد زیر است

: (Ci)معیارها
((C1هزینه حملو نقل
(C2) (هزینه مصرفمصالح (شامل مصرف بتن و فولاد
(C3) کنترل و نظارت در روند اجرا
(C4) وابستگی به کاربرد ماشین آلات سنگین
(C5) تخصص اجرا و نیاز به نیروی متخصص
(C6) تاثیر تعداد طبقات بر هزینه
(C7) صرفه جویی در مصرف انرژی
(C8) هزینه طراحی
(C9) تجربه قبلی سازنده
(C10) پذیرش بازار مالی در سرمایه گذاری
(C11) روند تامین به موقع اعتبار در طول ساخت
(C12) روند تامین به موقع اعتبار در طول ساخت
(C13) توجیه زیست محیطی
(C14) مقاومت سازه
(C15) قابلیت ایجاد تغییرات بعدی
(C16) عدم محدودیت های فصلی در روش های اجرایی
(C17) سهولت در روند اجرا و سرعت ساخت
(C18)) سازگاری با شرایط محیطی
(C19) امکان تنوع در طرح معماری
(C20) مقاومت در برابر آتش سوزی
(Ai) گزینه ها
(A1) (LSF)قالب سبک سرد نورد شده
(A2)(ICF) سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار
(A3) (DPANEL)سازه های تری دی پنل (3
(A4) قالب تونلی

(Xij) هریک ازمولفه های این ماتریس Cj نسبت به معیار،Ai نشان دهنده میزان عملکرد گزینه می باشدکه با طیف ۵ گزینهای خیلی کم (۱)،کم (۲)،متوسط (۳)،زیاد(۴)،خیلی زیاد (۵) مشخص شده اند. لازم به excellذکراست تمامی محاسبات بااستفاده از نرم افزار انجام گرفته است

	C6	C7	C8	C9	C10
A1	3.2	2.8	3.2	3.8	2.1
A2	2.5	3.1	3.4	3.2	2.6
A3	2.3	2.1	2.2	3.2	3.4
A4	2.1	3.7	3.4	2.8	2.6

جدول ۳-ماتریس تصمیم گیری

	C6	C7	C8	C9	C10
A1	3.2	2.8	3.2	3.8	2.1
A2	2.5	3.1	3.4	3.2	2.6
A3	2.3	2.1	2.2	3.2	3.4
A4	2.1	3.7	3.4	2.8	2.6

جدول ۴-ماتریس تصمیم گیری

	C6	C7	C8	C9	C10
A1	3.2	2.8	3.2	3.8	2.1
A2	2.5	3.1	3.4	3.2	2.6
A3	2.3	2.1	2.2	3.2	3.4
A4	2.1	3.7	3.4	2.8	2.6

جدول ۵- ماتریس تصمیم گیری

گام دوم: بدست آوردن ماتریس نرماله شده

در این مرحله نرماله سازی ماتریس تصمیم گیری با استفاده از نرم اقلیدسی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}^2}}$$

ماتریس تصمصیم نرماله شده در جداول ۶ تا ۱۰ نمایش داده شده است.

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0.48063	0.48353	0.49597	0.2563	0.54744
A2	0.51267	0.53356	0.52603	0.2706	0.52137
A3	0.41655	0.40017	0.48094	0.2466	0.378
A4	0.57676	0.5669	0.49597	0.90419	0.53441

جدول ۶- ماتریس تصمیم نرماله شده

	C6	C7	C8	C9	C10
A1	0.62529	0.46961	0.51775	0.58112	0.38671
A2	0.48851	0.51993	0.55011	0.48936	0.47878
A3	0.44943	0.35221	0.35595	0.48936	0.6261
A4	0.41035	0.62056	0.55011	0.42819	0.47878

جدول ۷- ماتریس تصمیم نرماله شده

	C11	C12	C13	C14	C15
A1	0.33254	0.50355	0.59372	0.593	0.62405
A2	0.52256	0.48874	0.54919	0.48922	0.47844
A3	0.5859	0.48874	0.43045	0.44475	0.43684

جدول۸- ماتریس تصمیم نرماله شده

	C16	C17	C18	C19	C20
A1	0.34008	0.53821	0.2587	0.58446	0.43752
A2	0.60286	0.50988	0.61442	0.47819	0.5276
A3	0.52557	0.46739	0.48507	0.51362	0.50186
A4	0.49465	0.48156	0.56592	0.40735	0.5276

جدول ۹- ماتریس تصمیم نرماله شده

گام سوم: بدست آوردن ماتریس نرماله شده وزنی دراین مرحله ماتریسی بی مقایسی شده مرحله پیشین در ماتریس وزن معیارها،بصورت ستونی ضرب می گردد. وزن معیارها بر اساس نظر خبرگان مشخص شده است (جدول ۱۱). ماتریسی بی مقایس شده وزنی درجداول۱۲تا ۱۵ نمایش داده شده است.

0.0293	0.0655	0.0379	0.0543	0.0639
0.0743	0.0496	0.0575	0.0439	0.0633
0.0491	0.0329	0.0609	0.058	0.0464
0.0316	0.0377	0.0412	0.0434	0.0593

جدول ۱۱- وزن معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0.01408	0.03167	0.0188	0.0132	0.03498
A2	0.01502	0.03495	0.01994	0.0139	0.03332
A3	0.0122	0.02621	0.01823	0.0133	0.02415
A4	0.0169	0.03713	0.0188	0.0491	0.03415

جدول ۱۲-ماتریس نرماله شده وزنی

	C6	C7	C8	C9	C10
A1	0.04646	0.02329	0.02977	0.02551	0.02448
A2	0.0363	0.02579	0.03163	0.02148	0.03031
A3	0.03339	0.01747	0.02047	0.02148	0.03963
A4	0.03049	0.03078	0.03163	0.0188	0.03031

جدول ۱۳-ماتریس نرماله شده وزنی

	C11	C12	C13	C14	C15
A1	0.01633	0.01657	0.03616	0.03439	0.02896
A2	0.02566	0.01608	0.03345	0.02838	0.0222
A3	0.02877	0.01608	0.02621	0.0258	0.02027
A4	0.02566	0.01705	0.02441	0.02666	0.02027

جدول ۱۴-ماتریس نرماله شده وزنی

	A1	A2	A3	A4
A1	0	0.6173	0.3775	0.5844
A2	0.437	0	0.4662	0.8549
A3	0.6768	0.6649	0	0.6966
A4	0.4535	0.3743	0.3498	0

جدول ۱۶- ماتریس هماهنگی

گام پنجم: محاسبه ماتریس ناهماهنگی معیار ناهماهنگی مجموعهDKIعرکس مرۀارCKI ۀشان دهنده شدت عدم ترجیحAkدر مقایسه باAll می باشد. در اصل در این قدم، بعد از مشخص کردن مجموعه ناهماهنگی برای تمام جفت گزینه ها (هم برای DKIو هم برای DIK)، برای محاسبه معیار ناهماهنگی، مقدار بیشینه «اختلافات دو گزینه» در معیارهای مجموعه ناهماهنگی بر مقدار بیشینه «اختلاف گزینه» در کل معیارهای موجود تقسیم می نماییم. ماتریس ناهماهنگی درجدول ۱۷ نمایش داده شده است.

	A1	A2	A3	A4
A1	0	1	1	0.44725
A2	0.46101	0	1	0.16264
A3	0.65618	0.64775	0	0.09328
A4	1	1	1	0

جدول ۱۷- ماتریس ناهماهنگی

گام ششم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ موثر حال بازهم برای اینکه یک بررسی نسبی بهتری در رابطه با ارجحیت گزینه ها نسبت به هم را داشته باشیم، مولفه های ماتریس هماهنگی را با یک مقدار حد آستانه مقایسه می کنیم تا ببینیم کدام یک از این مولفه ها از این آستانه هماهنگی بیشتر می باشندو حداقل انتظارات ما را برآورده می سازند. را می توان به صورت متوسط از معیارهای هماهنگی بدست آورد.

$$\bar{C} = \frac{\sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} C_{kl}}{m(m-1)} \quad k \neq l$$

در ادامه بعد از مقایسه تمام مولفه ها با مقدار حداقل آستانه، ماتریس بولین H که یک ماتریس با مولفه های ۰ و۱ می باشد را تشکیل می دهیم. بنابراین به راحتی می توانیم تشخیص دهیم هر مولفه ای در ماتریس H (ماتریس هماهنگ موثر) که دارای مقدار ۱ باشد، نشان دهنده یک گزینه موثر و به طور محسوس مسلط بر دیگری است. ماتریس هماهنگی موثر درجدول ۱۸ نمایش داده شده است.

	A1	A2	A3	A4
A1	0	1	0	1
A2	0	0	0	1
A3	1	1	0	1
A4	0	0	0	0

جدول ۱۸- ماتریس هماهنگی موثر

گام هفتم: مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ موثر حال به همان صورت که مقدار ماتریس هماهنگی موثر رابرای مولفه های ماتریس هماهنگی محاسبه کردیم، این روش را برای مقادیر ماتریس ناهماهنگی جهت محاسبه ماتریس ناهماهنگی موثر نیز پیاده می کنیم. بنابراین برای تشکیل ماتریس ناهماهنگی موثر، باید مقدار حداقل آستانه را که سطح ناهماهنگی نیز نامیده می شود، محاسبه و مولفه های ماتریس را با آن مقدار آستانه مقایسه کنیم.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} d_{kl}}{m(m-1)} \quad k \neq l$$

نتیجه حاصل از این مرحله، یک ماتریس با مولفه های ۰ و۱ می باشه که مقادیر ۱ در این مولفه، نشان دهنده تسلیم بود مسلم گزینه درمقابل گزینه می باشد. ماتریس ناهماهنگی موثر درجدول ۱۹ نمایش داده شده است.

	A1	A2	A3	A4
A1	0	0	0	1
A2	1	0	0	1
A3	1	1	0	1
A4	0	0	0	0

جدول ۱۹-ماتریس ناهماهنگی موثر

گام هشتم: مشخص نمودن ماتریس کلی و موثر حال برای اینکه در نهایت بتوانیم یک نتیجه گیری از برتری گزینه ها باهم را داشته باشیم، دو ماترس هماهنگی موثر و ناهماهنگی موثر را در هم ضرب می کنیم. این ماتریس در صورتی دارای مولفه ۱ است که وقتی ضرب ماتریسی در آن انجام می شود، هر دو مولفه متناظری که در هم ضرب می شوند ۱ باشند. ماتریس کلی و موثر درجدول ۲۰ نمایش داده شده است.

	A1	A2	A3	A4
A1	0	0	0	1
A2	1	0	0	1
A3	1	1	0	1
A4	0	0	0	0

جدول ۲۰-ماتریس چیرگی نهایی

گام نهم: رسم شبکه ترجیح

حال باید به تعداد گزینه های مساله ای که با آن مواجه هستیم، گره رسم کنیم. برای رسم کمان بین این گره ها، اگر در ماتریس E بین دو گزینه مولفه ۱ وجودداشت،ازگره سطرمربوطه درماتریس به گره ستون مربوطه در ماتریس یک فلش جهت دار رسم می کنیم. هر کدام که بیشترین خروجی را داشته باشند، از ترجیح و برتری بیشتری برخوردار است. در نهایت ماتریس شبکه ترجیح به صورت زیر خواهد بود (جدول ۲۱).

رتبه بندی نهایی
3
1
2
4

دراین مقاله روش تصمیم گیری ELECTERE برای انتخاب بهینه سیستمهای ساختمانی جهت استفاده در مسکن های ویلایی در شمال کشور بررسی شده است وسیستمهای مورد بحث با درنظرگرفتن برخی از مهمترین معیارهای اقتصادی و اجرایی موجود،رتبه بندی شدند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، ازمیان سیستم های فولادی وبتنی مورد بررسی، سیستم ساختمانی 3DPANEL،دارای بالاترین اولویت و سیستم های LSF، ICF و قالب تونلی در رتبه بعدی قرار گرفتند. این موضوع به دلیل سرعت بالای اجرا و به دنبال آن کاهش هزینه های نیروی انسانی و کاهش هزینه های حمل و نقل و عدم وابستگی به ماشین آلات سنگین می باشد که موجب کاهش هزینه ها خواهدشد. همچنین پلی استایرن یکار رفته در این نوع از سازه ها موجب کاهش مصرف انرژی خواهد شد. با توجه به ارزیابی های صورت گرفته در تحقیقی مشابه با روش تاپسیس،ازبین گزینه های موردنظر،ابتداسیستم قالب تونلی،به عنوان بهترین سیستم پیشنهادی جهت انبوه سازی مسکن پیشنهاد شد. سپس سیستم پیش ساخته بتنی (PRCS)، و جایگاه بعد مربوط به 3DPANEL، و در رتبه بعدی سیستم LSF، و درانتها سیستم ICF قرار داده شد [۷]. در حالی که در تحقیقی دیگر که با روش AHP برایاجرای ساختمان مورد بررسی قرار گرفته بود در بین سازه های 3DPANEL، قالب تونلی، ICF، LSF و ترنکو، سیستم LSF به عنوان سازه بهینه دراسکلت ساختمان معرفی شد [۶].مطابق با بررسی های انجام شده با روش VIKOR[۹] مشخص شدکه سازه های قالب تونلی به دلیل استفاده از بتن در ساخت این سازه ها مقاومت بیشتری نسبت به سازه های دیگردربرابر آتش سوزی دارد. باتوجه به اینکه در سازه LSFاز بتن استفاده نشده است واینکه بتن تولید CO_2 کرده و محیط زیست را آلوده می کند و همچنین قابلیت بازیافت LSF بهترین عملکرد زیست محیطی را دارا می باشد. در حالی که در بررسی انجام شده دیگر با روش AHP، با مقایسه قراردادن ۴ سیستم نوین ساختمانی LSF، ICF،3DPANEL وپیش ساخته بتنی، سازه ICF به عنوان گزینه مناسب از نظر زیست محیطی پیشنهاد شد. همچنین دررتبه بندی کلی و با در نظر گرفتن کل معیارهای موجود، اولویت اول استفاده از سیستم قالب عایق ماندگار، اولویت دوم سیستم پانلهای سه بعدی، اولویت سوم سیستم پیش ساخته و اولویت چهارم سیستم قاب سبک فلزی می باشد [۱۰].

۴. نتیجه گیری

اارزیابی،مقایسه،طراحی،انتخاب یارده بندی سیستم های ساختمان بسیار حساس است و می بایست توسط افراد متخصصین در امر ساخت و سازانجام پذیرد، زیرا در غیر این صورت می تواند در کسب نتایج نهایی تاثیرگذار باشد. و یکی از دلایل نتایج متناقض بدست امده در بررسی های ذکر شده می تواند همین عامل باشد. کنترل هزینه فرآیندی جهت حفظ مخارج در بودجه های نظارتی و ارزیابی عملکرد هزینه است. در بسیاری از پروژه ساخت و ساز، برآورد هزینه و کنترل هزینه های توسط افراد مختلف (مثلا برآورد هزینه توسط نقشه برداران و برآوردگر انجام می شود در حالی که مسئولیت کنترل هزینه به عهده مالک یا مهندسان پیمانکار می باشد) و گاهی اوقات نیز با استفاده از روش ها و نرم افزار مختلف انجام می پذیرد. با توجه به این دلایل، داده های برآورد هزینه و کنترل هزینه معمولا در شکل های مختلف و در سطوح مختلفی از جزئیات در دسترس است. نتایج حاصل از فرایند کنترل هزینه می تواند به عنوان یک بازخورد برای فرآیند برآورد هزینه پروژه در آینده مفید باشد، در حالی که یک تخمین خوب می تواند سبب فرآیند کنترل موثرتر شود. این سیستم ابزار های مختلفی را برای کنترل هزینه پروژه از قبیل بهره وری داده ایی از داده های تجهیزات، نیروی کار، و مواد زائد فراهم می کند. چنین اطلاعاتی با اقدامات پیشگیرانه امکان مدیریت کنترل کل هزینه های پروژه را فراهم می کند

۵. منابع

۱. رضوی، سیدعبدالنبی، عفیفی، سامان و مظهری، محسن؛(۱۳۹۲)، بررسی تاثیر استفاده از فولادهای استحکام بالای کم آلیاژHSLA بر اقتصاد طرح ساختمان های فولادی، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان،۸ صفحه.

۲. خادمی، فائزه السادات و چگونیان، افروز؛(۱۳۹۲)، بررسی مهمترین تفاوت های سازه های بتنی و فولادی، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان،۱۳۹۲، ۸ صفحه.

3. Kanita R, Ozkan O, Gunduz M, (2007), Cost assessment of concrete and steel types for office buildings: An exploratory study, Building and Environment, 42 (9), 3404–3409.

4. Mardani A, Jusoh A, Nor KH, et al, (2015), Multiple criteria decision-making techniques and their applications –a review of the literature from 2000 to 2014. Economic Research, 28 (1), 516-571.

۵. رضاییان، علیرضا، حسینی،سیدامیرحسین؛ (۱۳۹۴)، انتخاب سیستم ساختمانی بهینه با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره با تاکید بر سه روش AHP, SAW,TOPSIS، نشریه علمی - پژوهشی مهندسی سازه وساخت، سال دوم،شماره ۲،۱۶-۲۷.

۶.بلالی، وحید، حسینی،عبدا... ،زهرائی، بنفشه، روزبهانی، عباس؛ (۱۳۹۰)، انتخاب سیستم ساختمانی مناسب بااستفادهازروش تصمیمگیری چند معیاره AHP گروهی، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، ۸ صفحه.

۷. عباسی، پیمان، ملکی طولابی، حسین؛ (۱۳۹۵)، ارزیابی وانتخاب اجرای سیستم ساختمانی بهینه صنعتی،بااستفاده ازتکنیکTOPSIS، همایش سراسری فناوری و تکنولوژی در مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک، گرگان، ۱۴ صفحه.

۸. سوخکیان، محمدعلی، ولی پور، هاشم، فیاضی، لیدا؛ (۱۳۸۹)، روش چند معیاره (MCDM) برای انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از متغیرهای مالی، مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، شماره ۵، صفحه ۵۳-۳۵.

۹. حقیقی، فرشیدرضا،محمد، طاهری امیری، جواد،همتیان، میلاد؛ (۱۳۹۳)، بررسی فناوری های نوین ساختمانی به منظورانبوه سازی مسکن دراستان مازندران، کنفراس بین المللی مدیریت در قرن ۲۱، ۶ صفحه.

۱۰.قنادی اصل ، امین، اسودی، فریماه؛(۱۳۹۶)، انتخاب سیستم ساختمانی بهینه با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره باتاکیدبرروش AHP، چهارمین همایش ملی فناوری های ساختمانی، ۸ صفحه.