Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Winter 2024, Vol. 20, No. 4, p. 343-363

Journal Homepage: https://karafan.tvu.ac.ir/?lang=en

TVU

doi:10.48301/KSSA.2022.302414.1704

Analysis of Barriers to the Establishment of Green-lean Six Sigma Using Bipolar Fuzzy Sets

Seyed Sina Masoumi[1*], Mohammad Hosein Asgharpour Sareshkeh[2], Mehrzad Jamshidi Guilani[3]

[1]MSc, Department of Industrial Management, Faculty of Economics Management & Accounting, Yazd, Iran.
[2]BSc, Department of Industrial Enggenering, East Faculty of Engineering, Guilan, Iran.
[3] MSc, Department of Industrial Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:
Original Research

Received: 09.13.2021
Revised: 01.29.2022
Accepted: 04.25.2022

Keyword:
Green-lean Six Sigma
Total Quality Management (TQM)
Bipolar Fuzzy
Construction and Production Projects

***Corresponding Author:**
Seyed Sina Masoumi
Email:
sinamasoumiii@gmail.com

ABSTRACT

Six Sigma is one of the operational concepts in project management. Due to the activity of industrial projects and the production of wastewater and waste in the environment, the use of a pure-green combined approach has become necessary. Six Sigma Lean-Green is associated with obstacles in practice; therefore, the present article aims to analyze the obstacles to the implementation of this approach in industrial projects. Accordingly, using the opinions of experts, the weight related to the classification of obstacles was obtained through Shannon entropy. Then, using bipolar fuzzy TOPSIS, the rank of obstacles extracted from the thematic literature was calculated. According to the calculations, the first three ranks of obstacles are "lack of knowledge about the philosophies of Six Sigma Green", "uncertainty of returning from the acceptance of Six Sigma Green" and "poor quality raw materials". Based on the results of this study, the managers of this type of projects can take necessary measures for effective management in order to implement the project with a pure green approach, in addition to reducing waste in the design and implementation of wastewater management systems, measures in line with international conventions and international standards and national work to protect the environment and social responsibility.

©2024 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

E-ISSN: 2538-4430
ISSN: 2382-9796

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Quality management is a philosophy or an approach in management that is defined by specific principles, methods and techniques, and its focus is on the customer, continuous improvement and teamwork. Although the basics of quality management have been gradually completed over the past three decades, the dynamic nature of competition, changing markets and technologies have continuously challenged the way quality management works.

Six Sigma is one of the quality management methods that has a project-oriented approach to improve the organization's products, services, and processes (by continuously reducing defects in the organization). From a business perspective, Six Sigma is a powerful strategy that increases the efficiency of business processes and significantly reduces product defects. From a statistical point of view, it also seeks to reduce diversity in business processes.

Although Iranian organizations are familiar with the term six sigma in quality management or sometimes use it in their projects, there are obstacles in the success of this method in various improvement projects, particularly with a combination of different trends, this problem becomes more complicated. Therefore, this study aimed to rank and categorize these obstacles by extracting lean-green six sigma obstacles and using the bipolar fuzzy set to provide effective measures for management of organizations in Iran.

Methodology

In the present research, 26 Lean-Green Six Sigma barriers were extracted from relevant articles. Moreover, based on Zhang's (2001) research, the views and measures of quality were classified into six categories: employee-oriented, management-oriented, information-oriented, process-oriented, customer-oriented, and supplier-oriented as which were the basis for the classification of obstacles in the present study. Then, with the formal approval of academic experts, the decision matrix was compiled to determine the weight of each criterion (six categories). Finally, by using bipolar fuzzy relations, bipolar TOPSIS was calculated to rank each of the extraction obstacles with six categories. Considering that the research problem in question is an expert-oriented problem, the expert index was used to select experts. The indicators for selecting experts were project managers with more than 10 years of experience and with a master's degree at least. The designed questionnaire was sent to 12 experts who were available and analyzed. Figure 1 shows the research methodology flowchart.

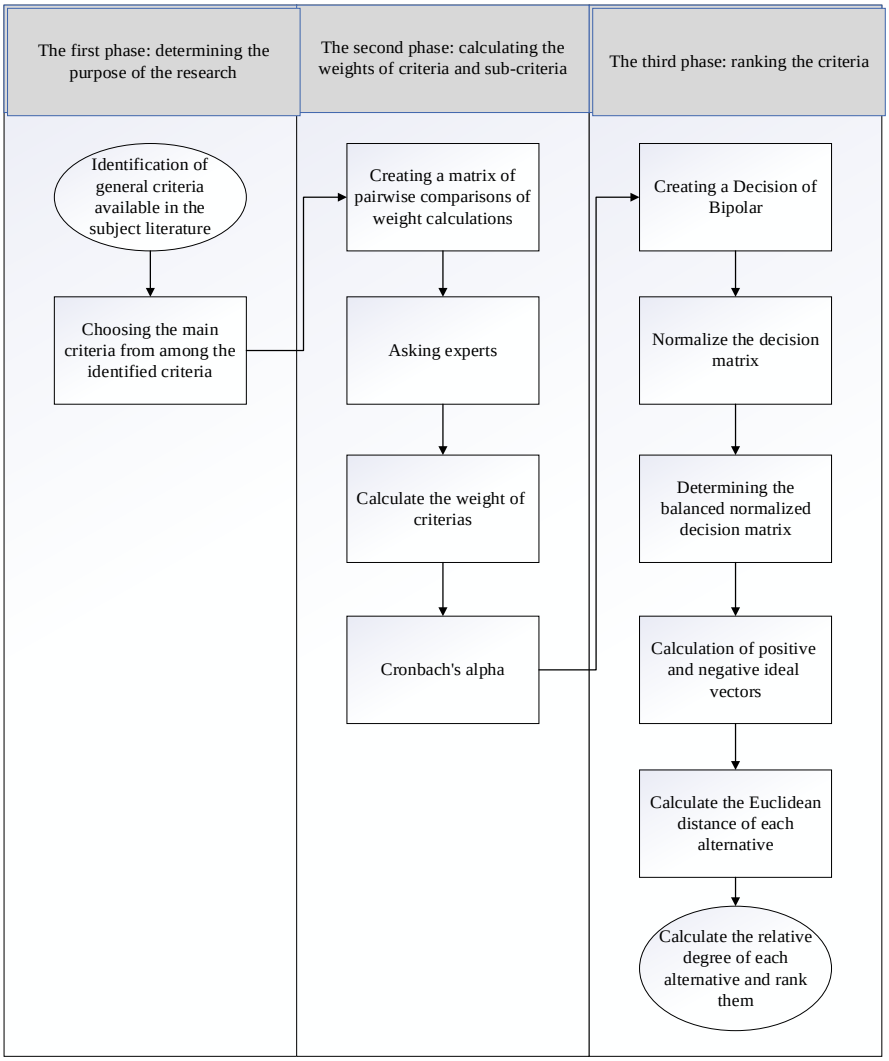


Figure 1. Research methodology flowchart.

Results and discussion

The green approach is a comprehensive approach to reducing system waste that minimizes negative environmental effects. For this purpose, tools and methods such as green supply chain can be used to sensitize human resources about environmentally friendly methods, reduce adverse environmental effects and make optimal use of available resources. Even though the lean approach eliminates waste and improves the performance of the system and the quality of products and services to customers, it is not able to reduce the harmful effects of the environment. Therefore, there is a need to integrate the lean approach with such an approach that leads to the reduction of

environmental impacts. There are many similarities between the methods of lean approach and green approach based on waste reduction techniques, management methods and business results. The lean-green approach emphasizes the minimal use of resources through waste reduction, which reduces negative environmental impacts. As a result, the lean-green hybrid approach leads to capital savings, better environmental conditions and social equality in the entire organization.

Based on the study conducted on the extracted indicators, the index of lack of awareness of philosophies of lean-green six sigma was recognized as the best index, followed by the indicators of uncertainty of return from adopting lean-green six sigma, poor quality raw materials and lack of top leadership support for adopting lean-green six sigma, in the order mentioned.

Figure 2 graphically shows the effect of changes on the weight of criteria on the ranking of indicators.

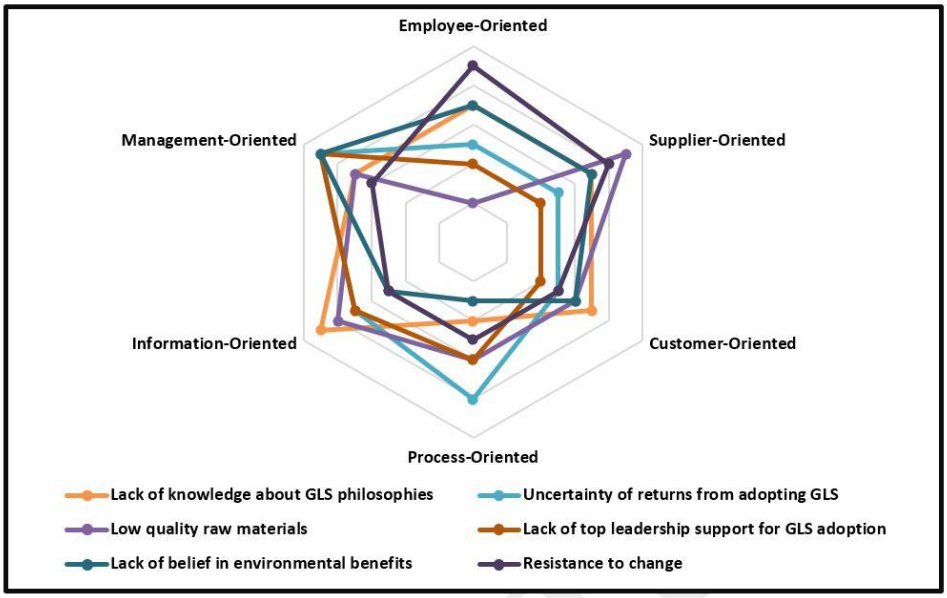


Figure 2. Orientation of the most important barriers of Lean-Green Six Sigma based on Pareto's law.

Conclusion

Based on the ranking made in the TOPSIS fuzzy bipolar method and according to the 20% Pareto rule, the distribution of the top six obstacles in the six areas of quality management is shown in Figure 2. According to the analysis, the most important obstacles identified are related to management issues. The results indicated that soft quality management is one of the dominant currents in quality management and its actions tend towards employee-oriented and management-oriented actions. The new weights were used in TOPSIS fuzzy calculations and the effects of changing weights on index ranking were analyzed.

Considering that this article deals with a special type of six sigma with two different emphasis (lean and green), the results of the present study can be used for organizations, particularly production and construction organizations. The lean approach in Six Sigma projects can increase the efficiency of construction projects by reducing waste and unnecessary costs; in addition, compliance with environmental issues has become a requirement due to the increase in the level of awareness of general society and the spread of mass media, and the use of the green approach in industrial projects has become inevitable. Taking into consideration that industrial actions cause the release of residues and waste in environment, during the last few years, greater attention has been paid to wastewater and waste management projects. Based on the results of this research, the managers of this type of projects take the necessary measures for effective management in order to implement the project with a lean-green approach in addition to reducing waste in the design and implementation of waste management systems, measures in line with national and international conventions and global standards and in order to protect the environment and social responsibility.

کارفن

فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای

زمستان ۱۴۰۲، دوره ۲۰، شماره ٤، ۳٦۳-۳٤۳

آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/

doi:10.48301/KSSA.2022.302414.1704

تحلیل موانع استقرار شش سیگما ناب- سبز با استفاده از مجموعهٔ فازی بایپولار

سید سینا معصومی[1*]، محمدحسین اصغرپور سرشکه[2]، مهرزاد جمشیدی گیلانی[3]

۱- کارشناسی ارشد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲- کارشناسی، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی شرق، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۳- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲

بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۰۹

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵

کلید واژگان:
شش سیگما ناب- سبز
مدیریت کیفیت فراگیر
فازی بایپولار
پروژه‌های ساخت و تولید

***نویسنده مسئول:** سید سینا معصومی

پست الکترونیکی:
sinamasoumiii@gmail.com

چکیده

شش سیگما یکی از مفاهیم عملیاتی در مدیریت پروژه است که با توجه به فعالیت پروژه‌های صنعتی و تولید پساب و پسماند در محیط، استفاده از رویکرد ترکیبی ناب- سبز ضرورت یافته است. شش سیگما ناب- سبز در عرصهٔ عمل با موانعی همراه می‌شود؛ ازاین‌رو مقاله حاضر با هدف تحلیل موانع استقرار این رویکرد در پروژه‌های صنعتی انجام شده است. رویکرد ناب- سبز بر حداقل استفاده از منابع از طریق کاهش ضایعات تأکید می‌کند که باعث کاهش تأثیرات منفی زیست محیطی می‌شود. ازاین‌رو در ابتدا با استفاده از نظرات خبرگان وزن مربوط به دسته‌بندی موانع از طریق آنتروپی شانون به‌دست آمد؛ سپس با استفاده از تاپسیس فازی بایپولار رتبهٔ موانع استخراج شده از ادبیات موضوعی محاسبه شد. مطابق محاسبات انجام شده سه رتبهٔ اول موانع به ترتیب «عدم آگاهی در مورد فلسفه‌های شش سیگما ناب- سبز»، «عدم قطعیت بازگشت از پذیرش شش سیگما ناب-سبز» و «مواد اولیهٔ بی‌کیفیت» است. بر اساس نتایج این پژوهش مدیران این نوع از پروژه‌ها، تدابیر لازم برای مدیریت مؤثر انجام می‌دهند تا در راستای اجرای پروژه با رویکرد ناب- سبز علاوه بر کاهش ضایعات در طراحی و اجرای سیستم‌های مدیریت پساب و پسماند، اقداماتی همسو با کنوانسیون‌های بین‌المللی و استانداردهای جهانی و ملی را در جهت حفظ محیط زیست و مسئولیت اجتماعی انجام دهند.

شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰

شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶

©2024 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

مدیریت کیفیت به‌عنوان فلسفه یا رویکردی در مدیریت است که با اصول، شیوه‌ها و تکنیک‌های خاص تعریف می‌شود و کانون تمرکز آن بر مشتری، بهبود مستمر و کار گروهی است [۱]. اگر چه طی سه دهۀ گذشته به تدریج مبانی مدیریت کیفیت تکمیل شده اما ماهیت پویای رقابت، تغییر بازارها و فناوری‌ها به‌طور مداوم ننوع عملکرد مدیریت کیفیت را به چالش کشیده است [۲]. یکی از پدیده‌هایی که باعث بروز این چالش شده مربوط به انقلاب صنعتی چهارم است که باعث شده تا جریانی به نام کیفیت ۴.۰ به‌وجود آید. کیفیت ۴.۰ مربوط به آینده مدیریت کیفیت است و در آن فناوری‌های جدید دیجیتالی مورد بحث قرار می‌گیرد تا بهبود کارایی عملیات صورت پذیرد [۳]. از دیگر پدیده‌های حائز اهمیت فشار فزاینده ذی‌نفعان مختلف بر مشاغل (به‌ویژه مشاغل تولیدی) بوده تا تأثیر عملیات خود را بر محیط زیست در نظر بگیرند [۴]. تلاش‌های مستمر بوم‌شناسان برای ایجاد آگاهی عمومی در مورد کاهش منابع طبیعی، تغییر آب و هوای طبیعی و افزایش چشمگیر آلودگی هوا، آب و خاک شرکت‌های تولیدی را وادار کرده است اتکا به منابع انرژی فسیلی که باعث خطرات زیست محیطی می‌شود و شروع به استفاده از منابع تجدیدپذیر می‌کند [۵; ۶]. آلودگی محیط زیست، اثر گازهای گلخانه‌ای، تغییرات آب و هوایی و بارش باران‌های اسیدی، از مهم‌ترین اثرات مخرب مصرف سوخت‌های فسیلی است [۷]. علاوه بر افزایش آگاهی مشتریان، مقررات محلی و بین‌المللی برای حفظ محیط زیست نیز مشاغل را مجبور کرده است تا تأثیر عملیات خود را بر محیط زیست در نظر گرفته و از آن پیروی کنند [۸]. حفاظت از محیط زیست و توسعۀ پایدار، بدون وجود ضوابط قانونی منسجم و مشخص و قوانین مستدل با پشتوانۀ اجرایی قوی، غیرممکن است [۹].

شش سیگما یکی از روش‌های مدیریت کیفیت بوده [۱۰] که رویکردی پروژه‌محور برای بهبود محصولات، خدمات و فرآیندهای سازمان (با کاهش مداوم نقایص در سازمان) دارد [۱۱]. از دیدگاه کسب و کار، شش سیگما یک راهبرد قدرتمند است که کارایی فرآیندهای کسب و کار را افزایش می‌دهد و نقص محصول را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. از دیدگاه آماری نیز درصدد کاهش تنوع در فرآیندهای کسب و کار است [۱۲]. به‌طور خاص آنچه در شش سیگما مورد تأکید است دست‌یابی به کیفیت سطح ۹۹/۹۹۹۶۶ درصد است که مربوط به ۳/۴ نقص در میلیون فرصت است [۱۳]. تاکنون گرایش‌های مختلفی از شش سیگما مطرح شده است. در شش سیگما ناب کانون تمرکز بر حذف زائدات، روش‌های بهبود فرآیند تولید ناب و شش سیگما است [۱۴] اما در شش سیگما ناب- سبز با تأکید توأمان مدیریت ناب و مسائل زیست محیطی به سازمان‌ها کمک می‌کند تا از طریق تأثیر استراتژی پایداری برای کسب و کار در بازارهای جهانی رقابت کنند [۱۵].

با وجود آن‌که سازمان‌های ایرانی با لفظ شش سیگما در مدیریت کیفیت آشنا هستند یا گاهی در پروژه‌های خود از آن استفاده می‌کنند اما موانعی در موفقیت این روش در پروژه‌های گوناگون بهبود وجود دارد؛ به ویژه با ترکیب شدن گرایش‌های مختلف این مسئله پیچیده‌تر می‌شود؛ بنابر این، این مطالعه درصدد آن است تا با استخراج موانع شش سیگمای ناب- سبز و استفاده از مجموعه فازی بایپولار، این موانع را رتبه‌بندی و دسته‌بندی نماید تا اقدامات اثربخش از سوی مدیریت سازمان‌ها در ایران بوجود آید.

مبانی نظری

رویکرد سبز دیدگاهی فراگیر برای کاهش ضایعات سیستم است که اثرات منفی محیطی را به حداقل می‌رساند [۱۶]. بدین منظور از ابزارها و شیوه‌هایی مانند زنجیرۀ تأمین سبز قابل استفاده است که با استفاده از حساس کردن منابع انسانی در مورد روش‌های سازگار با محیط زیست، کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع موجود ممکن می‌شود [۱۷; ۱۸]. با وجود آن‌که رویکرد ناب موجب حذف زائدات و بهبود عملکرد سیستم و کیفیت محصولات و خدمات به مشتریان می‌شود اما قادر به کاهش اثرات مخرب زیست محیطی نیست [۱۹]. بنابر این نیاز به ادغام رویکرد

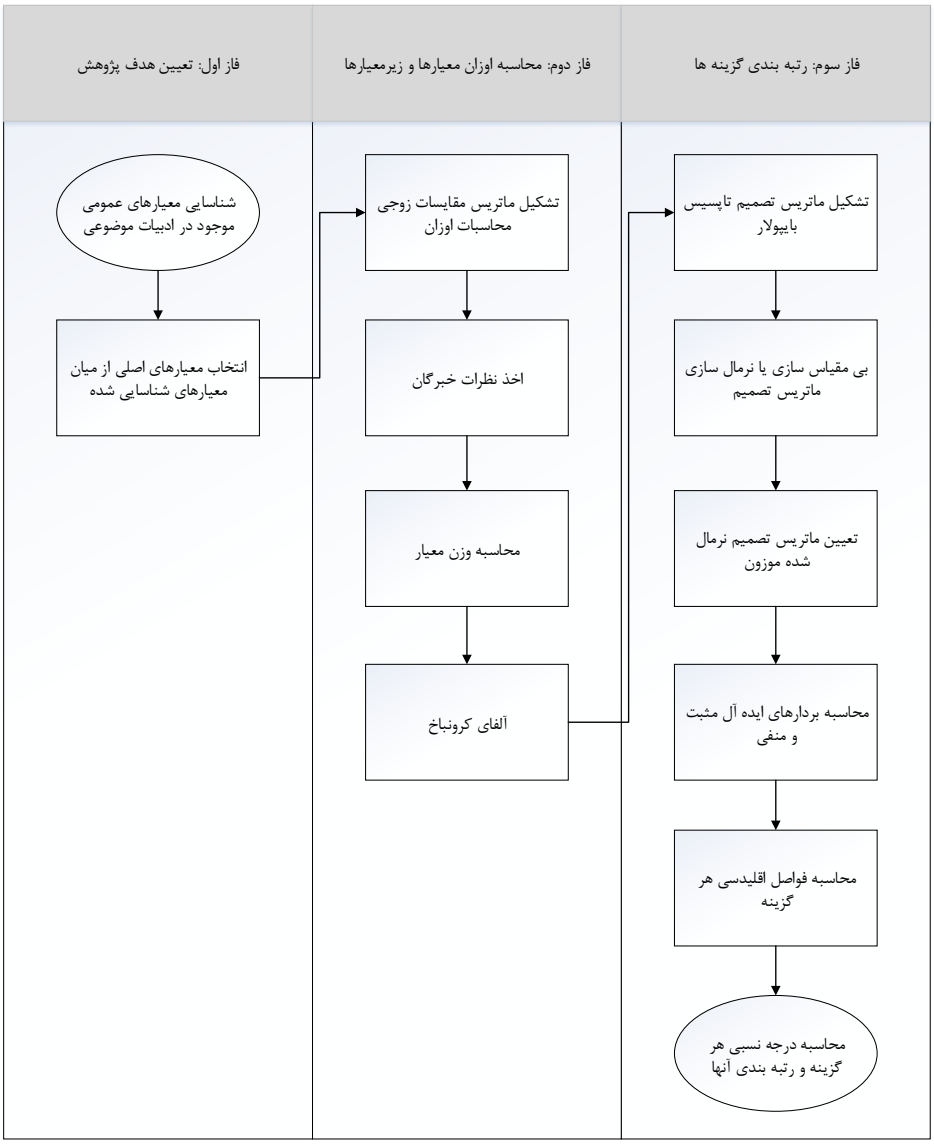
ناب با چنین رویکرد است که منجر به کاهش تأثیرات زیست محیطی شود. شباهت‌های زیادی بین روش‌های رویکرد ناب و رویکرد سبز بر اساس تکنیک‌های کاهش زائدات، شیوه‌های مدیریت و نتایج کسب و کار وجود دارد [۲۰]. رویکرد ناب- سبز بر حداقل استفاده از منابع از طریق کاهش ضایعات تأکید می‌کند که کاهندهٔ تأثیرات منفی زیست محیطی است. در نتیجه رویکرد ترکیبی ناب- سبز منجر به صرفه‌جویی در سرمایه، شرایط محیطی بهتر و برابری اجتماعی در کل سازمان می‌شود [۲۱].

جدول ۱. شاخص‌های شش سیگما ناب-سبز.

کد شاخص	عنوان شاخص	منبع
X_1	عدم آموزش و کارگاه‌های آموزشی	[۲۲-۲۶]
X_2	استفاده ناکارآمد از زیرساخت‌ها	[۲۴ ;۲۷]
X_3	فقدان امکانات و فناوری پیشرفته	[۱۴ ;۲۳ ;۲۴ ;۲۸]
X_4	عدم مشارکت مشتری و آگاهی از ایجاد فرآیند شش سیگما ناب- سبز	[۱۴ ;۲۲ ;۲۳]
X_5	عدم پشتیبانی رهبری عالی برای پذیرش شش سیگما ناب- سبز	[۲۵ ;۲۶ ;۲۸ ;۲۹]
X_6	مدیریت مواد و تدارکات ناکارآمد و سنتی	[۲۸]
X_7	عدم هماهنگی و ارتباط بین اعضای تیم و بخش‌ها	[۲۳ ;۲۶ ;۳۰]
X_8	کمبود بودجه	[۲۳ ;۲۵ ;۳۱ ;۳۲]
X_9	مدیریت زمان ناکارآمد	[۲۵ ;۲۹ ;۳۱]
X_{10}	منابع انسانی ناکارآمد	[۲۵ ;۳۳ ;۳۴]
X_{11}	فقدان فرهنگ سازمانی و سیستم پاداش	[۲۴-۲۶]
X_{12}	عدم آگاهی در مورد فلسفه‌های شش سیگما ناب- سبز	[۲۳ ;۲۴ ;۲۶ ;۲۹ ;۳۵]
X_{13}	عدم وجود محیط کایزن	[۳۶ ;۳۷]
X_{14}	مکانیزم ناکافی برای شناسایی فعالیت‌ها در فرایند ساخت و ساز، سبز، بدون ناب و شش سیگما	[۲۳ ;۳۵ ;۳۶ ;۳۸]
X_{15}	مقاومت تامین کننده در برابر تغییر	[۲۲ ;۲۸]
X_{16}	مقاومت در برابر تغییر	[۲۶ ;۲۹ ;۳۰ ;۳۹]
X_{17}	عدم حمایت دولت	[۲۲ ;۲۳ ;۲۵ ;۲۶ ;۳۱ ;۴۰]
X_{18}	فقدان مکانیزمی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی	[۲۳ ;۴۱]
X_{19}	عدم وجود کارشناس فنی	[۲۳ ;۲۵ ;۲۸]
X_{20}	محیط سیاسی ناپایدار	[۲۵]
X_{21}	عدم اعتقاد به مزایای زیست محیطی	[۳۵ ;۴۰]
X_{22}	عدم مسئولیت در مورد مسائل زیست محیطی	[۲۸ ;۳۵]
X_{23}	عدم قطعیت بازگشت از پذیرش شش سیگما ناب- سبز	[۲۳ ;۳۵]
X_{24}	مواد اولیهٔ بی‌کیفیت	[۳۵ ;۴۲]
X_{25}	عدم آشنایی کامل با فناوری سبز و ابزارهای آماری	[۴۳]
X_{26}	عدم پیوند شش سیگما ناب- سبز با اهداف تجاری	[۴۳]

روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف پژوهشی کاربردی و از حیث روش انجام آن، در گروه پژوهش‌های توصیفی- پیمایشی طبقه‌بندی می‌شود و از نظر چگونگی به‌دست آوردن داده‌های مورد نیاز از نوع غیر آزمایشی و همچنین از آنجایی که این پژوهش به بررسی داده‌های مرتبط با برهه‌ای از زمان می‌پردازد از نوع پژوهش‌های مقطعی محسوب می‌شود. جهت جمع‌آوری مبانی نظری موضوع از روش کتابخانه‌ای استفاده شده که این روش در خصوص مطالعهٔ ادبیات موضوع و بررسی پیشینهٔ پژوهش و نظراتی که راجع به موضوع وجود دارد نیز فراهم آوردن چارچوبی مناسب برای مطالعهٔ موضوع انتخاب شده است. بر این اساس ۲۶ مانع شش سیگما ناب- سبز از مقالات مربوطه استخراج شد. همچنین بر اساس پژوهش [۴۴] دیدگاه‌ها و اقدامات کیفیت در شش دسته کارمند محور، مدیریت محور، اطلاعات محور، فرآیند محور، مشتری محور و تأمین‌کننده محور دسته‌بندی شده است که مبنایی برای دسته‌بندی موانع در مطالعهٔ حاضر است. سپس با تأیید صوری خبرگان دانشگاهی، ماتریس تصمیم جهت تعیین وزن هر یک از معیارها (دسته‌بندی ششگانه) تدوین شد. در نهایت با استفاده از روابط فازی بایپولار، تاپسیس بایپولار برای رتبه‌بندی هر یک از موانع استخراجی با دسته‌های ششگانه محاسبه شد. با توجه به آن که مسئله پژوهشی مورد نظر از نوع مسائل خبره محور است لذا برای انتخاب خبرگان از شاخص خبرگی استفاده شده است. شاخص‌های انتخاب خبرگان مدیران پروژه با سابقه بیش از ۱۰ سال و تحصیلات حداقل کارشناسی ارشد بوده است. با توجه به نظر ال‌توماس ساعتی در حجم نمونه در روش‌های خبره‌محور، پرسش‌نامه طراحی شده برای ۱۲ نفر از خبرگانی که در دسترس بودند، ارسال شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به‌منظور راستی‌آزمایی پاسخ‌های خبرگان آلفای کرونباخ محاسبه شد. با توجه به آن که مقدار محاسبه شده ۰/۸۷ بود لذا این میزان بیانگر پایایی محاسبات انجام شده است. شکل ۱ فلوچارت روش‌شناسی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱. فلوچارت روش‌شناسی پژوهش.

آنتروپی شانون

روش آنتروپی[1] یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای محاسبهٔ وزن معیارها می‌باشد. این روش نیازمند به ماتریس معیار- گزینه می‌باشد. این روش در سال ۱۹۷۴ میلادی توسط شانون و ویور ارائه شد. آنتروپی بیان کننده مقدار عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است [۴۵]. ایدهٔ اصلی این روش آن است که هر چه پراکندگی در مقادیر

[1] Entropy

یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. پرسش‌نامه روش آنتروپی شانون نیز همانند ماتریس آن می‌باشد. درگام اول این روش ماتریس تصمیم را تشکیل می‌دهیم. برای تشکیل این ماتریس تصمیم با توجه به ماهیت مسئله ارزیابی هرشاخص نسبت به معیار با استفاده از متغیرهای زبانی و به شکل بسیار کم، خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتا زیاد، زیاد، خیلی زیاد و بسیار زیاد استفاده شده است. بعد از تشکیل ماتریس گروهی تصمیم، ماتریس تصمیم میانگین را نرمال می‌کنیم و هر درایه نرمال شده را p_{ij} می‌نامیم. نرمال شدن به این صورت می‌باشد که درایهٔ هر ستون را بر مجموع ستون تقسیم می‌شود. در ادامه آنتروپی هر شاخص (E_j)، با استفاده از رابطهٔ (۱) به‌دست می‌آید (k به عنوان مقدار ثابت مقدار E_j را بین ۰ و ۱ نگه می‌دارد).

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \times LnP_{ij} \qquad i = 1,2,\ldots,m \tag{۱}$$

درگام بعدی d_j (درجه انحراف) به صورت $d_j=1-E_j$ محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (d_j) چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. در انتها مقدار وزن w_j با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

$$W_j = d_j / \sum d_j \tag{۲}$$

تاپسیس فازی بایپولار

برای رتبه‌بندی شاخص‌ها از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس فازی بایپولار[1] استفاده شده است. اصل اساسی تاپسیس این است که جایگزین انتخاب شده باید دارای «کوتاهترین فاصله» از راه حل ایده‌آل مثبت و «دورترین فاصله» از راه حل ایده‌آل منفی باشد [۴۶]. در سال ۲۰۱۸ میلادی این روش توسط القمدی[2] و همکاران [۴۷] توسعه پیدا کرد و با نام تاپسیس فازی- بایپولار شناخته شد. مفهوم مجموعه‌های فازی بایپولار در سال ۱۹۹۴ میلادی توسط ژانگ [۴۸] پیشنهاد شد. مجموعه‌های فازی بایپولار گسترش مجموعه‌های فازی هستند که محدوده درجه عضویت آنها (۱-،۱) می‌باشد که هر عنصر در مجموعه‌های فازی بایپولار با دو مقدار ترکیب می‌شود یکی در بازه (۰،۱) قرار دارد که نشان‌دهنده میزان رضایت از یک ویژگی خاص مرتبط با مجموعهٔ فازی است و دیگری در فاصله (۰، ۱-) که نشان‌دهنده میزان عدم رضایت می‌باشد [۴۷]. در این روش با توجه به نظرات خبرگان ماتریس تصمیم تشکیل می‌شود؛ به به این صورت که هر درایه ماتریس یک عدد فازی دو قطبی بوده و نشان دهندهٔ امتیاز گزینهx_j بر حسب معیار c_j می‌باشد.

$$F = \begin{array}{c} \\ x_1 \\ x_2 \\ . \\ x_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} c_1 & c_2 & & c_m \end{array} \\ \begin{pmatrix} (\mu_{11},\nu_{11}) & (\mu_{12},\nu_{12}) & \text{K} & (\mu_{1m},\nu_{1m}) \\ (\mu_{21},\nu_{21}) & (\mu_{22},\nu_{22}) & & (\mu_{2m},\nu_{1m}) \\ \text{M} & & \text{O} & \text{M} \\ (\mu_{n1},\nu_{n1}) & (\mu_{n2},\nu_{n2}) & \text{L} & (\mu_{nm},\nu_{nm}) \end{pmatrix} \end{array}, W = [W_1 W_2 .. W_m]^T$$

[1] Bipolar Fuzzy TOPSIS
[2] Alghamdi

در ادامه با توجه به وزن هر معیار که از روش آنتروپی شانون محاسبه شده و با استفاده از رابطه (۳) ماتریس‌های s_{ij} و t_{ij} تشکیل می‌شوند.

$$s_{ij} = w_j\mu_{ij}, t_{ij} = w_j\nu_{ij} \quad (۳)$$

در مرحلهٔ بعد دو بردار راه حل ایده آل مثبت فازی بایپولار (BFPIS[1]) و راه حل ایده آل منفی فازی بایپولار (BFNIS[2]) که به شکل فازی دو قطبی بوده با استفاده از رابطه‌های (۴) و (۵) تشکیل می‌شود.

$$BFPIS = [(\mu_1^+, \nu_1^+)(\mu_2^+, \nu_2^+)\dots(\mu_m^+, \nu_m^+)]^T \quad (۴)$$

$$BFNIS = [(\mu_1^-, \nu_1^-)(\mu_2^-, \nu_2^-)\dots(\mu_m^-, \nu_m^-)]^T \quad (۵)$$

که در این روابط:

$$\mu_j^+ = \max_i\{s_{ij}\}, \nu_j^+ = \max_i\{t_{ij}\}, \mu_j^- = \min_i\{s_{ij}\}, \nu_j^- = \min_i\{t_{ij}\}, (j = 1,2,\dots,m)$$

در ادامهٔ فاصله اقلیدسی هر گزینه را به وسیله روابط (۶) و (۷) به دست می‌آوریم.

$$D(x_i, BFPIS) = \sqrt{\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{m}((s_{ij} - \mu_j^+)^2 + (t_{ij} - \nu_j^+)^2)} \quad (۶)$$

$$D(x_i, BFNIS) = \sqrt{\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{m}((s_{ij} - \mu_j^-)^2 + (t_{ij} - \nu_j^-)^2)} \quad (۷)$$

و در انتها درجهٔ نسبی نزدیکی هرگزینه به وسیلهٔ رابطهٔ (۸) تعیین می‌شود که با توجه به مقادیر c_j گزینه‌ها از زیاد به کم رتبه‌بندی می‌شوند.

$$C_i = \frac{D(x_i, BFNIS)}{D(x_i, BFPIS) + D(x_i, BFNIS)} \qquad i = 1,2,..,n \quad (۸)$$

یافته‌های پژوهش

با میانگین گرفتن از نظرات خبرگان و تشکیل ماتریس تصمیم نهایی با استفاده از روابط روش آنتروپی وزن هر معیار محاسبه شد. همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است معیار مدیریت محور نسبت به سایر معیارها از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد.

[1] Bipolar Fuzzy Positive Ideal Solution
[2] Bipolar Fuzzy Negative Ideal Solution

جدول ۲. وزن معیارها از روش آنتروپی شانون.

	کارمند محور	مدیریت محور	اطلاعات محور	فرآیند محور	مشتری محور	تامین کننده محور
E_j	۱.۶۸۴۸	۱.۸۰۵۶	۱.۷۹۵۳	۱.۷۷۱۰	۱.۶۹۴۲	۱.۶۹۳۵
d_j	-۰.۶۸۴۸	-۰.۸۰۵۶	-۰.۷۹۵۳	-۰.۷۷۱۰	-۰.۶۹۴۲	-۰.۶۹۳۵
W_j	۰.۱۵۴۱	۰.۱۸۱۳	۰.۱۷۸۹	۰.۱۷۳۵	۰.۱۵۶۲	۰.۱۵۶۰

در ادامه برای تشکیل ماتریس تصمیم فازی- بایپولار برای روش تاپسیس اعداد فازی متناسب با متغیرهای کلامی مورد استفاده در پرسش‌نامه را به صورت بسیارکم تا بسیار زیاد قرار داده و ماتریس تصمیم فازی بایپولار برای هر خبره تشکیل شد. سپس برای تشکیل ماتریس تصمیم نهایی، میانگین عبارت فازی موجود در هر درایه به صورت نظیر به نظیر محاسبه شد که در جدول ۳ ماتریس تصمیم فازی بایپولار نهایی ارائه شده است.

جدول ۳. ماتریس تصمیم با استفاده از روش تاپسیس بایپولار.

کد شاخص	کارمند محور	مدیریت محور	فرآیند محور	اطلاعات محور	مشتری محور	تامین کننده محور
X_1	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰,-۰.۰۹)	(۰.۵,-۰.۳۵)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)
X_2	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۷۵,-۰.۱۵)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)
X_3	(۰.۴۵,-۰.۴۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)
X_4	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)
X_5	(۰.۵۵,-۰.۳)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)
X_6	(۰,-۱)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۷۵,-۰.۲)	(۰.۵۵,-۰.۳)	(۰.۴۵,-۰.۰۵)
X_7	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)
X_8	(۰,-۱)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۵۵,-۰.۳)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰,-۱)
X_9	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)
X_{10}	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۵۵,-۰.۲۵)	(۰,-۱)
X_{11}	(۰,-۱)	(۰,-۰.۰۹)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)
X_{12}	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۴۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)
X_{13}	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰,-۱)
X_{14}	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)
X_{15}	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)
X_{16}	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)
X_{17}	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰,-۰.۰۹)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)	(۰.۵,-۰.۳۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)
X_{18}	(۰,-۱)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰,-۱)
X_{19}	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۸,-۱)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)	(۰.۴۵,-۰.۴۵)
X_{20}	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۲,-۰.۷۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)
X_{21}	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۵۵,-۰.۳)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)
X_{22}	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۱۵,-۰.۸)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۶۵,-۰.۱۵)
X_{23}	(۰.۶۵,-۰.۱۵)	(۰.۴,-۰.۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)	(۰.۸۵,-۰.۰۵)
X_{24}	(۰.۴,-۰.۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۶,-۰.۴)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۹۵,-۰.۰۵)	(۰.۱۵,-۰.۸)

کد شاخص	کارمند محور	مدیریت محور	اطلاعات محور	فرآیند محور	مشتری محور	تامین کننده محور
X_{25}	(۰.۹۵ ,-۰.۰۵)	(۰.۸۵ ,-۰.۰۵)	(۰.۱۵ ,-۰.۸)	(۰.۱۵ ,-۰.۸)	(۰.۹۵ ,-۰.۰۵)	(۰.۸۵ ,-۰.۰۵)
X_{26}	(۰.۲ ,-۰.۷۵)	(۰.۶ ,-۰.۴)	(۰.۶ ,-۰.۴)	(۰.۱۵ ,-۰.۸)	(۰.۱۵ ,-۰.۸)	(۰.۶۵ ,-۰.۱۵)

در ادامه با استفاده از رابطهٔ (۳) بعد از تشکیل دو ماتریس s_{ij} و t_{ij} بردارهای BFPIS و BFNIS با استفاده از رابطه‌های (۴) و (۵) محاسبه شدند.

$$BFPIS=[(۰.۰۰۷\text{-},۰.۱۴۸)(۰.۰۰۷\text{-},۰.۱۴۸)(۰.۰۰۸\text{-},۰.۱۶۴)(۰.۰۰۸\text{-},۰.۱۷۰)(۰.۰۰۹\text{-},۰.۱۷۲)(۰.۰۰۷ ,۰.۱۴۶)]^T$$

$$BFNIS=[(۰.۱۵۶\text{-},۰.۰۰۰)(۰.۱۲۵\text{-},۰.۰۲۳)(۰.۱۳۸\text{-},۰.۰۲۶)(۰.۱۶۱\text{-},۰.۰۰۰)(۰.۱۶۳\text{-},۰.۰۰۰)(۰.۱۵۴\text{-},۰.۰۰۰)]^T$$

در مرحلهٔ بعد با استفاده از روابط (۶) و (۷) فاصلهٔ اقلیدسی هر گزینه محاسبه شد و در انتها درجهٔ نسبی هر گزینه با استفاده از رابطهٔ (۸) به‌دست آمد که در جدول ۴ به همراه رتبه هر گزینه قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۴. رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها با استفاده از روش تاپسیس بایپولار.

مؤلفه‌ها	درجه نسبی	رتبه نهایی
عدم آموزش و کارگاه‌های آموزشی	۰.۵۵۳۸	۱۵
استفاده ناکارآمد از زیرساخت‌ها	۰.۵۸۵۹	۹
فقدان امکانات و فناوری پیشرفته	۰.۲۸۲۹	۱۹
عدم مشارکت مشتری و آگاهی از ایجاد فرآیند شش سیگما ناب- سبز	۰.۵۸۹۴	۸
عدم پشتیبانی رهبری عالی برای پذیرش شش سیگما ناب- سبز	۰.۶۳۲۴	۴
مدیریت مواد و تدارکات ناکارآمد و سنتی	۰.۵۵۷۱	۱۴
عدم هماهنگی و ارتباط بین اعضای تیم و بخش‌ها	۰.۵۱۷۸	۱۸
کمبود بودجه	۰.۳۶۸۱	۲۵
مدیریت زمان ناکارآمد	۰.۵۲۷۶	۱۷
منابع انسانی ناکارآمد	۰.۴۵۲۳	۲۰
فقدان فرهنگ سازمانی و سیستم پاداش	۰.۵۷۸۱	۱۲
عدم آگاهی در مورد فلسفه‌های شش سیگما ناب- سبز	۰.۶۹۷۱	۱
عدم وجود محیط کایزن	۰.۴۴۶۳	۲۱
مکانیزم ناکافی برای شناسایی فعالیت‌ها در فرایند ساخت و ساز، سبز، بدون ناب و شش سیگما	۰.۴۳۵۹	۲۳
مقاومت تامین کننده در برابر تغییر	۰.۵۷۰۱	۱۳
مقاومت در برابر تغییر	۰.۶۰۶۰	۶
عدم حمایت دولت	۰.۲۹۹۸	۲۶
فقدان مکانیزمی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی	۰.۴۰۲۰	۲۴
عدم وجود کارشناس فنی	۰.۵۸۲۲	۱۰
محیط سیاسی ناپایدار	۰.۵۴۰۰	۱۶
عدم اعتقاد به مزایای زیست محیطی	۰.۶۲۵۳	۵
عدم مسئولیت در مورد مسائل زیست محیطی	۰.۵۱۸۱۷	۱۱

مؤلفه‌ها	درجه نسبی	رتبه نهایی
عدم قطعیت بازگشت از پذیرش شش سیگما ناب- سبز	۰.۶۶۹۲	۲
مواد اولیه بی‌کیفیت	۰.۶۳۵۸	۳
عدم آشنایی کامل با فناوری سبز و ابزارهای آماری	۰.۵۳۹۴	۷
عدم پیوند شش سیگما ناب- سبز با اهداف تجاری	۰.۴۴۴۹	۲۲

روش تاپسیس فازی- بایپولار یک روش رتبه‌بندی می‌باشد و در انتها با توجه به مقدار درجه نسبی، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. همان‌طور که در ستون سوم جدول ۴ مشخص است شاخص عدم آگاهی درمورد فلسفه‌های شش سیگما ناب- سبز به عنوان برترین شاخص شناخته‌شد و شاخص‌های عدم قطعیت بازگشت از پذیرش شش سیگما ناب- سبز، مواد اولیه بی‌کیفیت و عدم پشتیبانی رهبری عالی برای پذیرش شش سیگما ناب- سبز به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند.

تحلیل حساسیت

یکی از موارد قابل بحث در روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل حساسیت است. بر این اساس اگر وزن p مین معیار به اندازه Δ_p تغییر کند، وزن جدید معیارها به صورت زیر قابل محاسبه است.

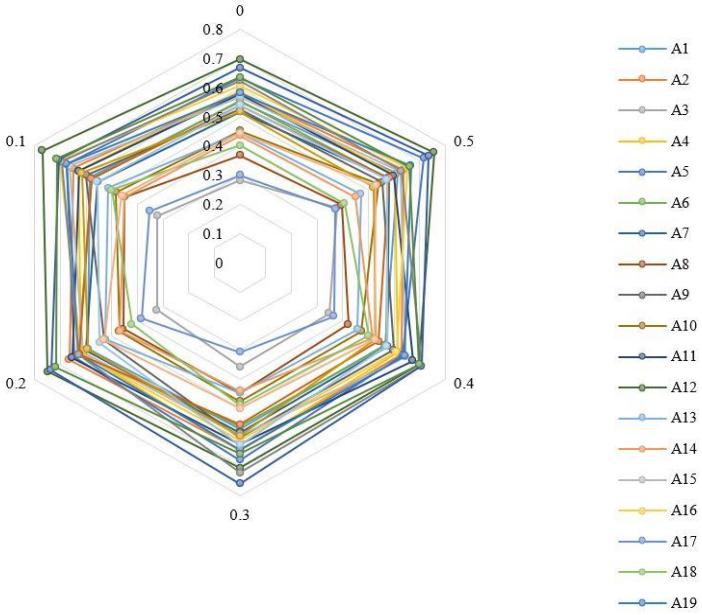
$$w_j^{'} = \begin{cases} w_j + \Delta_p & j = p \\ \dfrac{1 - w_p^{'}}{1 - w_p}.w_j & j \neq p, j = 1,2,\ldots,k \end{cases} \quad (۹)$$

در این مقاله به‌منظور تحلیل حساسیت، ابتدا تأثیر تغییر وزن معیار مشتری محوری بر روی دیگر معیارها بررسی قرار گرفت. در نتیجه، میزان وزن هر یک از معیارها به صورت جدول زیر تغییر کرد.

جدول ۵. تغییرات وزن هر یک از معیارها تحت تاثیر تغییرات وزن معیار مشتری محوری.

Δ	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
کارمند محور	۰.۱۵۴۰	۰.۱۳۵۸	۰.۱۱۷۵	۰.۰۹۹۳	۰.۰۸۱۰	۰.۰۶۲۷
مدیریت محور	۰.۱۸۱۲	۰.۱۵۹۷	۰.۱۳۸۳	۰.۱۱۶۸	۰.۰۹۵۳	۰.۰۷۳۸
اطلاعات محور	۰.۱۷۸۹	۰.۱۵۷۷	۰.۱۳۶۵	۰.۱۱۵۳	۰.۰۹۴۱	۰.۰۷۲۹
فرآیند محور	۰.۱۷۳۴	۰.۱۵۲۹۱	۰.۱۳۲۳	۰.۱۱۱۷	۰.۰۹۱۲	۰.۰۷۰۶
مشتری محور	۰.۱۵۶۱	۰.۲۵۶۱	۰.۳۵۶۱	۰.۴۵۶۱	۰.۵۵۶۱	۰۶۵۶۱
تامین کننده محور	۰.۱۵۶۰	۰.۱۳۷۵	۰.۱۱۹۰	۰.۱۰۰۵	۰.۰۸۲۰	۰.۰۶۳۵

سپس این وزن‌های جدید در محاسبات فازی تاپسیس به‌کار گرفته شدند و اثرات تغییرت وزن‌ها بر رتبه‌بندی شاخص مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل ۲، اثر این تغییرات وزن بر رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها را به صورت گرافیکی نشان می‌دهد. میزان تغییرات رتبه‌ها، بیانگر پایداری روش فازی تاپسیس خواهد بود.

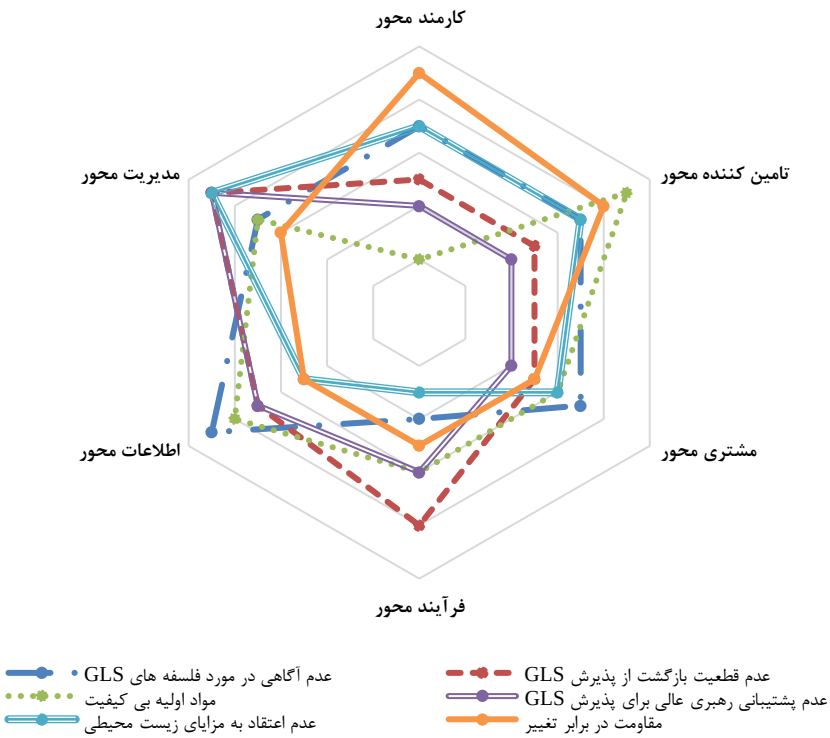


شکل ۲. نمودار رادار شاخص‌ها تحت تاثیر تغییر وزن معیار مشتری‌محوری.

بحث و نتیجه‌گیری

شش سیگما یکی از روش‌های مدیریت کیفیت است که به‌واسطه شدت رقابت در محیط کسب و کار مورد استفاده قرار می‌گیرد. شش سیگما از طریق استفاده از مجموعه‌ای از ابزارهای آماری که موجب افزایش کیفیت و سودآوری می‌شود. تاکنون گرایش‌های گوناگونی از شش سیگما مطرح شده که یکی از آنها شش سیگما ناب- سبز است. این رویکرد ترکیبی بر حداقل استفاده از منابع از طریق کاهش ضایعات تأکید می‌کند که کاهندهٔ تأثیرات منفی زیست محیطی است. با توجه به آن‌که شش سیگما مفهومی شناخته شده است اما موانعی برای عملیاتی شدن آن وجود دارد که این موانع می‌توان به‌واسطه عوامل مختلف از جمله عوامل مدیریتی باشد.

محاسبهٔ اوزان معیارها که شش حوزهٔ مهم کیفیت بودند براساس روش آنتروپی شانون صورت گرفت که معیار مدیریت محور با اهمیت‌ترین معیار شناسایی شد و باقی معیارها به ترتیب اطلاعات محور، فرآیند محور، مشتری محور، تامین‌کننده محور و کارمند محور بودند. دانستن وزن و اهمیت هر معیار در تصمیم‌گیری برای تعیین رتبهٔ هر شاخص که بر اساس روش تاپسیس فازی بایپولار صورت می‌گرفت، اهمیت بسیار داشت. در گام بعدی با توجه به وزن‌های به دست‌آمده از روش آنتروپی شانون برای معیارها، موانع شناسایی شده با استفاده از روش تاپسیس فازی بایپولار رتبه‌بندی شدند. که موانع عدم آگاهی درمورد فلسفه‌های شش سیگما ناب- سبز و عدم قطعیت بازگشت از پذیرش شش سیگما ناب- سبز به ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار گرفتند. بر اساس رتبه‌بندی صورت گرفته در روش تاپسیس فازی بایپولار و طبق قاعده ۲۰ درصد پارتو پراکندگی اهمیت شش مانع برتر در شش حوزهٔ مدیریت کیفیت در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳. نمودار رادار ۲۰ درصد موانع شش سیگما ناب-سبز.

با توجه به تحلیل‌های انجام شده مهم‌ترین موانع شناسایی شده مربوط به مسائل مدیریتی است. مطابق با مطالعهٔ انجام شده توسط [۴۹] مدیریت کیفیت نرم یکی از جریان‌های غالب در مدیریت کیفیت بوده و جهت‌گیری اقدامات آن به سمت اقدامات کارمند محور و مدیریت محور گرایش دارد. از سوی دیگر شش سیگما یک روش بوده لذا دارای رویکرد سخت است. بنابراین با توجه به یافته‌ها و مطالعه ذکر شده می‌توان چنین اذعان داشت شش سیگما ناب-سبز که دارای رویکرد آمیخته (نرم- سخت) است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که گرایش‌های دیگر شش سیگما مورد مطالعه قرار گیرد و با دو جریان غالب در مدیریت کیفیت فراگیر (مدیریت کیفیت نرم و مدیریت کیفیت سخت) مقایسه شده تا اهم اقدامات مربوط به گرایش‌های مختلف شش سیگما تبیین شود و استقرار آن به‌گونه‌ای عملیاتی تسهیل شود.

شش سیگما یکی از مفاهیم کاربردی است که پیاده‌سازی آن در صنایع مختلف گزارش شده است. با توجه به آنکه در این مقاله به نوع خاصی از شش سیگما با دو تأکید متفاوت (ناب و سبز) پرداخته شده لذا نتایج مطالعه حاضر قابل استفاده برای سازمان‌ها به‌ویژه سازمان‌های تولیدی و ساخت است. رویکرد ناب در پروژه‌های شش سیگما می‌تواند با کاهش اتلاف و هزینه‌های غیر ضروری، کارایی پروژه‌های ساخت را بالا ببرد؛ علاوه براین رعایت مسائل زیست محیطی به‌واسطه افزایش سطح آگاهی عموم جامعه و فراگیری رسانه‌های جمعی به یک الزام تبدیل شده و استفاده از رویکرد سبز را در پروژه‌های صنعتی اجتناب‌ناپذیر کرده است. با توجه به آن‌که اقدامات صنعتی، موجب رهاسازی پسماندها و ضایعات در محیط زیست می‌شود؛ طی چند سال اخیر توجه به پروژه‌های مدیریت پساب و پسماند بیشتر شده است. بر اساس نتایج این پژوهش مدیران این نوع از پروژه‌ها، تدابیر لازم برای مدیریت مؤثر انجام می‌دهند تا در راستای اجرای

پروژه با رویکرد ناب-سبز علاوه‌بر کاهش ضایعات در طراحی و اجرای سیستم‌های مدیریت پساب و پسماند، اقداماتی همسو با کنوانسیون‌های بین‌المللی و استانداردهای جهانی و ملی را در جهت حفظ محیط زیست و مسئولیت اجتماعی انجام دهند.

References

[1] Gremyr, I., Elg, M., Hellström, A., Martin, J., & Witell, L. (2021). The roles of quality depart ments and their influence on business results. *Total Quality Management & Business Ex cel lence*, *32*(7-8), 886-897. https://doi.org/10.1080/14783363.2019.164 3713

[2] Fundin, A., Bergquist, B., Eriksson, H., & Gremyr, I. (2018). Challenges and propositions for research in quality management. *International Journal of Production Economics*, *19 9*, 125-137. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.020

[3] Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Quality 4.0 technologies to enhance traditional Chinese medicine for overcoming healthcare challenges during COVID-19. *Digital Chinese Medicine*, *4*(2), 71-80. https://doi.org/10.1016/j.dcmed .2021.06.001

[4] Abbas, J. (2020). Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, *242*, 118458. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118458

[5] Li, D., Zhao, Y., Zhang, L., Chen, X., & Cao, C. (2018). Impact of quality management on green innovation. *Journal of Cleaner Production*, *170*(4), 462-470. https://doi.or g/10.1016/j.jclepro.2017.09.158

[6] Wijethilake, C. (2017). Proactive sustainability strategy and corporate sustainability performance: The mediating effect of sustainability control systems. *Journal of Environmental M anagement*, *196*, 569-582. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.057

[7] larijani, M., & Razi kordmahaleh, L. (2017). Explaining the green job identification and prioritization of renewable energy domain: wind energy. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *14*(2), 15-32. https://karafan.tvu.ac.ir/article_100503.html?lang= en

[8] Davenport, M., Delport, M., Blignaut, J. N., Hichert, T., & van der Burgh, G. (2019). Combining theory and wisdom in pragmatic, scenario-based decision support for su stainable development. *Journal of Environmental Planning and Management*, *62*(4) , 692-716. https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1428185

[9] Hashempour, M., & Ghazanfari, M. (2021). Comparison of Environmental Laws of Mines in Iran, Australia, Chile, India, Turkey, Canada, South Africa, and China. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *18*(1), 139-151. https://doi.org/10.48301/kssa.2021.13 1054

[10] Ebrahimpour, M., Abbasi, R., & Masoumi, S. S. (2018). *Quality Management & Product ivit y*. University of Guilan Press. https://www.vabf.ir/BookView/2420754/%d9%85%d8% af%d9%8a%d8%b1%d9%8a%d8%aa-%d9%83%d9%8a%d9%81%d9%8a%d8%aa %d9%88-%d8%a8%d9%87%d8%b1%d9%87-%d9%88%d8%b1%d9% 8a

[11] Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, *26*(5), 708-715. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003

[12] Niñerola, A., Sánchez-Rebull, M.-V., & Hernández-Lara, A.-B. (2021). Six Sigma literature: a bibliometric analysis. *Total Quality Management & Business Excellence*, *32*(9-10), 959-980. https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1652091

[13] Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, *12*(2), 234-248. https://doi.org/10.1108/14637150610657558

[14] Zhang, X., Platten, A., & Shen, L. (2011). Green property development practice in China: Costs and barriers. *Building and Environment*, *46*(11), 2153-2160. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.031

[15] Gaikwad, L., & Sunnapwar, V. (2020). An integrated Lean, Green and Six Sigma strategies. *The total quality management Journal*, *32*(2), 201-225. https://doi.org/10.1108/TQM-08-2018-0114

[16] Deif, A. M. (2011). A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, *19*(14), 1553-1559. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.022

[17] Mohanty, R. P., & Prakash, A. (2014). Green supply chain management practices in India: a confirmatory empirical study. *Production & Manufacturing Research*, *2*(1), 438-456. https://doi.org/10.1080/21693277.2014.921127

[18] Paul, I. D., Bhole, G. P., & Chaudhari, J. R. (2014). A Review on Green Manufacturing: It's Important, Methodology and its Application. *Procedia Materials Science*, *6*, 1644-1649. https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.149

[19] Garza-Reyes, J. A. (2015). Green lean and the need for Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, *6*(3), 226-248. https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2014-0010

[20] Thanki, S., Govindan, K., & Thakkar, J. (2016). An investigation on lean-green implementation practices in Indian SMEs using analytical hierarchy process (AHP) approach. *Journal of Cleaner Production*, *135*(4), 284-298. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.105

[21] Banawi, A., & Bilec, M. M. (2014). A framework to improve construction processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma. *International Journal of Construction Man agement*, *14*(1), 45-55. https://doi.org/10.1080/15623599.2013.875266

[22] Ahn, Y. H., Pearce, A. R., Wang, Y., & Wang, G. (2013). Drivers and barriers of sustainable design and construction: The perception of green building experience. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, *4*(1), 35-45. https://doi.org/10.1080/2093761X.2012.759887

[23] Djokoto, S. D., Dadzie, J., & Ohemeng-Ababio, E. (2014). Barriers to sustainable construction in the Ghanaian construction industry: consultants perspectives. *Journal of Sustainable Development*, *7*(1), 134-143. https://doi.org/10.5539/jsd.v7n1p134

[24] Gamal Aboelmaged, M. (2011). Reconstructing Six Sigma barriers in manufacturing and service organizations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *28*(5), 519-541. https://doi.org/10.1108/02656711111132562

[25] Marhani, M. A., Jaapar, A., Bari, N. A. A., & Zawawi, M. (2013). Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *101*, 90-99. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.182

[26] Shang, G., & Sui Pheng, L. (2014). Barriers to lean implementation in the construction industry in China. *Journal of Technology Management in China*, *9*(2), 155-173. https://doi.org/10.1108/JTMC-12-2013-0043

[27] Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Chau, C. K., Poon, C. S., & Chun, K. P. (2009). Integrating Green Specifications in Construction and Overcoming Barriers in Their Use. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, *135*(4), 142-152. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2009)135:4(142)

[28] Balasubramanian, S. (2012). A hierarchiacal framework of barriers to green supply chain management in the construction sector. *Journal of Sustainable Developmen*, *5*(10), 15-27. https://doi.org/10.5539/jsd.v5n10p15

[29] Albliwi, S. A., Antony, J., Arshed, N., & Ghadge, A. (2017). Implementation of Lean Six Sigma in Saudi Arabian organisations. *International Journal of Quality & Reliability M anagement*, *34*(4), 508-529. https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2015-0138

[30] Mittal, V. K., Sindhwani, R., & Kapur, P. K. (2016). Two-way assessment of barriers to Lean–Green Manufacturing System: insights from India. *International Journal of S ystem Assurance Engineering and Management*, *7*(4), 400-407. https://doi.org/10. 1007/s13198-016-0461-z

[31] Kumar, S., Luthra, S., Govindan, K., Kumar, N., & Haleem, A. (2016). Barriers in green lean six sigma product development process: an ISM approach. *Production Planning & Control*, *27*(7-8), 604-620. https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165307

[32] Ullah, F., Thaheem, M. J., Siddiqui, S. Q., & Khurshid, M. B. (2017). Influence of Six Sigma on project success in construction industry of Pakistan. *The total quality man agement Journal*, *29*(2), 276-309. https://doi.org/10.1108/TQM-11-2015-0136

[33] Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2018). Lean construction implementation in the Moroccan construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, *16*(4), 533-556. https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0031

[34] McLean, R. S., Antony, J., & Dahlgaard, J. J. (2017). Failure of Continuous Improvement initiatives in manufacturing environments: a systematic review of the evidence. *Total Quality Management & Business Excellence*, *28*(3-4), 219-237. https://doi.org/10.1080/ 14783363.2015.1063414

[35] Nguyen, H-T., Skitmore, M., Gray, M., Zhang, X., & Olanipekun, A. O. (2017). Will green building development take off? An exploratory study of barriers to green build ing in Vietnam. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*(1), 8-20. https://doi.or g/10.1016/j.resconrec.2017.08.012

[36] Cherrafi, A., Elfezazi, S., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K., & Mokhlis, A. (2017). Barriers in Green Lean implementation: a combined systematic literature review and interpretive structural modelling approach. *Production Planning & Control*, *28*(10), 829-842. https:/ /doi.org/10.1080/09537287.2017.1324184

[37] Kurdve, M., Zackrisson, M., Wiktorsson, M., & Harlin, U. (2014). Lean and green integration into production system models – experiences from Swedish industry. *Journal of Cleaner Production*, *85*, 180-190. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.013

[38] Kumar, S., Kumar, N., & Haleem, A. (2015). Conceptualisation of Sustainable Green Lean Six Sigma: an empirical analysis. *International Journal of Business Excellence*, *8*(2), 210-250. https://doi.org/10.1504/ijbex.2015.068211

[39] Albliwi, S., Antony, J., Lim, S., & Wiele, T. V. D. (2014). Critical failure factors of Lean Six Sigma: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Ma nagement*, *31*(9), 1012-1030. https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2013-0147

[40] Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A., & Geng, Y. (2013). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *47*, 283-297. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.042

[41] Mohammad Asri, M. A. N., & Mohd Nawi, M. N. (2015). Actualizing lean construction: barriers toward the implementation. *Advances in Environmental Biology*, *9*(5), 172-174. https://repo.uum.edu.my/id/eprint/13818/

[42] Hashemi, A., Cruickshank, H., & Cheshmehzangi, A. (2015). Environmental Impacts and Embodied Energy of Construction Methods and Materials in Low-Income Tropical Housing. *Sustainability*, *7*(6), 7866-7883. https://doi.org/10.3390/su7067866

[43] Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2019). Analysis and modeling the enablers of Green Lean Six Sigma implementation using Interpretive Structural Modeling. *Journal of Cleaner Production*, *231*(4), 1182-1191. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.253

[44] Zhang, Q. (2001). Quality dimensions, perspectives and practices. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *18*(7), 708-722. https://doi.org/10.1108/EUM0000000005777

[45] Srđević, B., Medeiros, Y., Faria, A., & Schaer, M. (2003). Objective evaluation of performance criteria for a reservoir system. *Vodoprivreda*, *35*(3-4), 163-176. https://www.semanticscholar.org/paper/Objective-evaluation-of-performance-criteria-for-a-Srdjevic-Medeiros/ede71d7be7c2e35c06148fdc8cbb4cfec997a81e

[46] Hwang, C-L., & Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. In *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

[47] Alghamdi, M. A., Alshehri, N. O., & Akram, M. (2018). Multi-Criteria Decision-Making Methods in Bipolar Fuzzy Environment. *International Journal of Fuzzy Systems*, *20*(6), 2057-2064. https://doi.org/10.1007/s40815-018-0499-y

[48] Wen-Ran, Z. (1994, December 18-21). *Bipolar fuzzy sets and relations: a computational frame work for cognitive modeling and multiagent decision analysis.* NAFIPS/IFIS/NASA '94. Proceedings of the First International Joint Conference of The North American Fuzzy Information Processing Society Biannual Conference. The Industrial Fuzzy Control and Intellige, San Antonio, TX, USA. https://doi.org/10.1109/IJCF.1994.375115

[49] Rajabipour Meybodi, A., Amin-Tahmasbi, H., & Masoumi, S. S. (2020). Structuring the Processes of Soft Quality Management Based on APQC Model. *10*(1), 45-64. https://doi.org/10.22034/JSQM.2020.110575