



"Research Article"

10.71737/jpm.2025.307-3568



Enhancing Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Using a PROMETHEE-Based Decision-Making Support System

Marzieh Afshari¹, Hassan Farsijani^{2*}

(Received:2024.12.26 - Accepted:2024.08.01)

Abstract

The supplier selection process is considered one of the most relevant decisions in supply chain management owing to its effect on the product quality and buyer performance. Albeit the high volume of investment in Iran automotive industry, and despite the importance of this industry for the national economy, the supplier selection process in this industry has rarely been considered. Considering the importance of the subject, in this research, the supplier evaluation and selection in the supply chain of a company that manufactures automotive plastic parts was conducted for the first time using the PROMETHEE method as a multi-criteria decision-making method. By identifying effective criteria for evaluating and selecting suppliers and integrating them, a comprehensive application model was prepared that can solve the needs of the studied company as a decision-making support system, and can also be generalized as a practical instruction for other industries and similar study subjects. In order to compare and ensure more certainty of the obtained results, the data of this research, in addition to the mentioned method, was also evaluated with the Fuzzy ANP method. The statistical population of the study consists of five suppliers of BL3 polyethylene material, which is used in the manufacture of the "right dashboard air outlet channel" (Dena car) by JAHADIN PARAND Industrial Company. The results obtained from both methods were completely similar and the suppliers of Bakhtar, Maroon, Jam, Arak and Amir Kabir were ranked from first to fifth in both ranking methods.

Key Words: supplier evaluation and selection, Fuzzy ANP, PROMETHEE, multi-criteria decision-making.

1. MSc in Business, Department of Business Management, Tehran Gharb Branch, Payam Noor University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Department of Industrial Management and Information Technology, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran Iran.

*. Corresponding Author: h-farsi@sbu.ac.ir

1. Introduction

The present study seeks to design a robust decision-making support system that offers a comprehensive framework to evaluate and select suppliers within the automotive industry. The purpose of this research is to first identify effective criteria for ranking suppliers, then, by using them, evaluate suppliers employing PROMETHEE (as the main method) and F-A.NP methods, and finally select the best supplier. Based on this, the research topic is focused on analyzing the ranking of suppliers of Jihadin Parand Industrial Company (a company that manufactures automotive plastic parts) as a case study. The results of this research can help managers and experts who are the decision makers of this company in the process of updating and improving supplier selection while changing and improving the company's strategy. Also, the research structure, methodology, and framework can be useful for researchers and experts interested in evaluating and selecting suppliers for other specific industries.

2. Literature Review

Among the studies that have been conducted in recent years pertinent to the supplier evaluation and selection scope in the field of automotive industry, Khatami Firouzabadi and Khodaverdi's (2012) study is included. They chose the top supplier of the Spring part used in the Tiba car (an Iranian Saipa product) using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Tahvili Naeeni (2017) has used the multi-criteria decision-making techniques of DEMATEL and VIKOR to evaluate and select the car paint manufacturers in Saipa Automobile Company. Safai Qadikolai et al. (2017) by examining the effective factors in selecting sustainable suppliers in Saipa Company, identified 17 appropriate indicators. Valizadeh and Alizadeh Bermi (2017) evaluated and selected the top exhaust supplier in Iran Khodro company by considering the risk and using the integrated technique of DEMATEL and VIKOR. Rahiminezhad Galankashi et al. (2016) also investigated the issue of supplier selection in the automotive industry using the fuzzy AHP approach. Arab et al. (2018) also identified and leveled suppliers' resilience criteria at Avrand's Industrial Group supply chain using a

combination of Fuzzy Delphi (F-DELPHI) and Interpretative Structural Modeling techniques.

3. Methodology

In this research, we intend to use PROMETHE and F-ANP methods to rank the suppliers of a company that manufactures automotive plastic parts. For this purpose, first, the proposed criteria for supplier selection are identified. Then, PROMETHE and F-ANP methods are used to determine the impact of each criterion in the selection and evaluation of suppliers. In order to perform the calculations, the BL3 polyethylene material, which is used in the manufacture of the "right dashboard air outlet channel" (used in the Dana car) by Jihadin Parand Industrial Company, has been selected as a sample. It is possible to get this material from five suppliers and the suppliers of the mentioned material will be evaluated and selected based on the identified criteria.

4. Result

In order to evaluate and select the suppliers of Jihadin Parand Industrial Company, seven main criteria and eleven indicators were used, among which, the criteria of cost, quality and delivery as the most important criteria were selected according to the expert opinions of the mentioned company. The measurement quality of this research is 92.6%, which shows the high percentage of reliability of the research and the accuracy of the research process. The ranking done with both PROMETHE and F-ANP methods obtained similar results and showed that among the suppliers of the investigated company (Bakhtar, Maroon, Jam, Arak and Amir Kabir Petrochemicals), Bakhtar alternative has better properties than the others, and that it is the best choice for Jihadin Parand Industrial Company.

5. Conclusion

The present research was carried out using the PROMETHEE method to evaluate and select the best supplier in Jihadin Parand Industrial Company that manufactures automotive plastic parts. Visual PROMETHEE software was used to interpret the ranking of the

suppliers. Visual PROMETHEE software is a valuable tool for considering the strengths and weaknesses of all suppliers in all criteria in order to rank and select suppliers. Another well-known multi-criteria method, that is, F-ANP was also used for the decision-making process in this research. The ranking done with both mentioned methods obtained similar results and showed that the Bakhtar supplier is the leader among the five suppliers of Jihadin Parand Industrial Company which has high scores in indicators of product price, quality assurance, order delivery capability, order fulfillment rate and technological capability. Maron Petrochemical was chosen as the second best supplier, the points obtained for this alternative were slightly lower than the Bakhtar alternative, and the road distance was considered as a weakness of this supplier. The third rank belonged to Jam Petrochemical, which showed prominent positive properties in some indicators (quality assurance, order fulfillment rate, and technological capability). Arak Petrochemical was ranked fourth, and the weakest rank belonged to Amir Kabir Petrochemical, which clearly showed negative properties regarding indicators and definitely does not have much chance to be selected by the decision makers of Jihadin Parand Industrial Company. From a managerial point of view, the results of this research can help decision makers to evaluate and correct the alignment between the supplier selection process and the company's strategy in the form of a decision making support system.

Conflict of interest: none



10.71737/jpm.2025.307-3568

(مقاله پژوهشی)



به کارگیری سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر PROMETHEE برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین

مرضیه افشاری^۱، حسن فارس‌جانی^{۲*}
(دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۱ - پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۰/۰۶)

چکیده

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده به دلیل تأثیر آن بر کیفیت محصول و عملکرد خریدار، یکی از مرتبط‌ترین تصمیمات در مدیریت زنجیره تأمین محسوب می‌شود. با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت خودروسازی ایران و علیرغم اهمیت این صنعت برای اقتصاد ملی، فرآیند انتخاب تأمین‌کننده در این صنعت بندرت مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین یک شرکت سازنده قطعات پلاستیکی خودرو، برای اولین بار با استفاده از روش PROMETHEE، به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شد. با شناسایی معیارهای مؤثر جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و تلفیق آنها یک مدل کاربردی جامع نگر تهیه گردید که بتواند نیازهای شرکت مورد مطالعه را در قالب یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برطرف کند و همچنین، به عنوان یک دستورالعمل کاربردی به سایر صنایع و موضوعات مطالعاتی مشابه قابل تعمیم است. جهت مقایسه و حصول اطمینان بیشتر از نتایج به‌دست آمده، داده‌های این پژوهش علاوه بر روش مذکور، با روش ANP فازی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. جامعه آماری این پژوهش را پنج تأمین‌کننده ماده پلی‌اتیلن BL3 که در ساخت قطعه "کانال خروج هوای داشبورد راست" (خودروی دنا) توسط شرکت صنعتی جهادین پرنده استفاده می‌شود، تشکیل می‌دهند. نتایج به‌دست آمده از هر دو روش، کاملاً مشابه بود و تأمین‌کنندگان باختر، مارون، جم، اراک و امیر کبیر به ترتیب، رتبه‌های اول تا پنجم را در هر دو روش، به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، ای‌ان‌پی فازی، پرومته، تصمیم‌گیری چند معیاره.

۱. کارشناسی ارشد گروه مدیریت کسب و کار، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. m.afsharee@gmail.com

۲. دانشیار گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

* نویسنده مسؤول: h-farsi@sbu.ac.ir

مقدمه

امروزه رقابت بر تمامی فرآیندهای تولید و عرضه محصولات تأثیرگذار است، به طوری که تقریباً اکثر تولیدکننده‌ها و تأمین‌کنندگان مواد اگر به فکر افزایش کیفیت و کاهش قیمت نباشند نمی‌توانند در بازار سهمی برای خود داشته باشند (سلجوقی و صادقیان، ۱۴۰۰)؛ از این رو سیستم‌های تولیدی می‌باید روند بهره‌وری را در سازمان‌های خود روز به روز افزایش دهند، به همین منظور، مبحث انتخاب تأمین‌کنندگان مطرح می‌شود. انتخاب تأمین‌کننده یکی از فرآیندهای کلیدی خرید است که هدف اصلی آن یافتن بهترین تأمین‌کننده است که محصولات و خدماتی را با کیفیت بالا و بهترین ارزش ممکن برای مشتری ارائه دهد (ماچچراکووا و کرمنووا، ۲۰۲۱). در یک زنجیره تأمین مناسب و کارا، سازمان‌ها باید ابتدا تأمین‌کنندگان مناسب و با کیفیت را شناسایی کرده و سپس با پایه‌ریزی روابط و مشارک‌های بلندمدت با تأمین‌کنندگان انتخابی، در پی کسب و افزایش توانایی‌های رقابتی سازمان باشند (عسکریان و همکاران، ۱۴۰۰). بسیاری از شرکت‌های باتجربه بر این باورند که انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های یک سازمان به شمار می‌آید. در نتیجه تصمیم‌گیری نادرست در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان پیامدهای منفی بسیاری برای شرکت‌ها در پی خواهد داشت. مدیران و سیاست‌گذاران به دنبال روش‌هایی هستند که آنها را در اتخاذ بهترین تصمیم و انتخاب بهترین تأمین‌کننده برای خرید تجهیزات کمک کند (آریافر و همکاران، ۱۳۹۹). انتخاب تأمین‌کننده مناسب در مدیریت زنجیره تأمین موضوعی چالش‌برانگیز است؛ زیرا ارزیابی معیارها و ویژگی‌هایی را می‌طلبد که دارای ماهیت پیچیده و تردیدآمیزند (خوئی و جمیلی، ۱۴۰۰) و از آنجایی که تأمین‌کنندگان در خارج از سازمان قرار دارند می‌توانند ریسک‌های خارجی زیادی را برای هر سازمان به همراه داشته باشند که می‌باید با کمال دقت مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفته شود (عسکریان و همکاران، ۱۴۰۰). انتخاب تأمین‌کننده اغلب بدون ساختار است و عموماً بر اساس کمترین قیمت پیشنهادی می‌باشد. با این حال، این نوع انتخاب مستلزم ریسک بالایی است که گاهی منجر به تأخیر در پروژه، کیفیت پایین کالاهای به دست آمده و زیان‌های مالی زیادی می‌شود. قیمت بدون شک یک معیار مهم، هنگام انتخاب تأمین‌کننده است؛ با این حال، معیارهای دیگر به همان اندازه، باید مهم در نظر گرفته شود. بنابراین، انتخاب تأمین‌کننده باید به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) فرموله شود (پائولا لویز و رودریگز لویز، ۲۰۲۱). با توجه به اینکه در شرایط عملی، تنها در نظر گرفتن یک معیار برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم نمی‌تواند واقع بینانه باشد، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با ارزیابی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیارهای

1. Majchráková & Kremeňová
2. Paula Lopes & Rodriguez-Lopez

متعدد و غالباً متعارض، از جمله روش‌هایی هستند که هر روز بر میزان و گستره استفاده از آنها در سازمان‌های مختلف، افزوده می‌شود (آریافر و همکاران، ۱۳۹۹). ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان توسط تیمی از تصمیم‌گیرندگان انجام می‌شود که ارزیابی‌ها و قضاوت‌ها را بر اساس تخصص و تجربه شخصی خود ارائه می‌کنند؛ در انجام این کار، تیم تصمیم‌گیری، معمولاً معیارهای متناقضی را در نظر می‌گیرند؛ در نتیجه، آنها ممکن است

تصمیمات اشتباه بگیرند و انتخاب نامناسبی از تأمین‌کنندگان انجام دهند. از این نظر، تکنیک‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) می‌تواند برای کمک به دستیابی به راه‌حل‌های نسبتاً خوب استفاده شود (توانا و همکاران، ۲۰۲۱).

در سال‌های اخیر در کشورمان تلاش‌های زیادی در جهت بررسی زنجیره تأمین انجام شده است، اما در زمینه انتخاب تأمین‌کننده تحقیقات کمی صورت پذیرفته است (صفایی قادیکلای و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده نقش حساس و قابل توجهی در مدیریت زنجیره تأمین دارد و با وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت خودروسازی ایران و علیرغم اهمیت این صنعت برای اقتصاد ملی، فرآیند انتخاب تأمین‌کننده در این صنعت به سختی مورد توجه قرار گرفته است. چندین محقق ارتباط مدیریت زنجیره تأمین در صنعت خودروسازی را بررسی کرده اند (خاتمی فیروزآبادی و خداوردی، ۱۳۹۱؛ تحویلی نایینی، ۱۳۹۶؛ صفایی قادیکلای و همکاران، ۱۳۹۶؛ ولی زاده و علیزاده برمی، ۱۳۹۶؛ رحیمی نژاد قلنکاشی و همکاران، ۲۰۱۶؛ عرب، ۱۳۹۷). با این حال، انتخاب تأمین‌کننده در صنعت خودروسازی بندرت مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات بیشتری برای به دست آوردن درک عمیق از معیارهای انتخاب ترجیح داده شده توسط شرکت‌ها و تسهیل موفقیت مدیریت در انتخاب تأمین‌کننده مورد نیاز است. پژوهش حاضر بر روی یک شرکت تولید کننده قطعات در صنعت خودروسازی متمرکز شده است تا از طریق رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کنندگان، فرآیند انتخاب تأمین‌کننده، معیارهای مورد استفاده و در نتیجه طبقه‌بندی آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش حل مسئله تعریف شده با روش PROMETHEE با استفاده از دانش تخصصی متخصصان به عنوان روشی کارآمد برای ارتقای کیفیت تصمیمات اتخاذ شده با اولویت تأمین‌کننده قابل اعتماد بود. بر این اساس، موضوع تحقیق بر تحلیل رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شرکت صنعتی جهادین پرند به عنوان مطالعه موردی متمرکز شده است. روش مذکور مبتنی بر تحلیل چند معیاره است و مبنای مناسبی برای حل مسئله پیشنهادی است، زیرا امکان رسیدن به فهرست اولویت‌ها و رتبه‌بندی بر اساس معیارهای مختلف به طور

1. Tavana, et al

2. Rahiminezhad Galankashi, et al

همزمان وجود دارد و همچنین، نتایج به‌دست‌آمده توسط این تحلیل می‌تواند یک نقطه شروع برای روش‌های بهینه‌سازی بیشتر باشد. روش PROMETHEE به دلیل سادگی و قابلیت حصول نتیجه در شرایط و معیارهای متناقض، در مقایسه با سایر روش‌ها دارای مزایای فراوانی است (پائولا لویز و رودریگز لویز، ۲۰۲۱). این مدل یکپارچگی و انعطاف‌پذیری را برای کاربر به ارمغان می‌آورد و در مفهوم و کاربرد در مقایسه با دیگر روش‌ها برای تحلیل بسیار مناسب است. در واقع PROMETHEE روش ساختار یافته رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی بر اساس مقایسه هر یک از گزینه‌ها با یکدیگر با توجه به انحرافات است که جایگزین‌ها بر اساس هر معیار نشان می‌دهند. با توجه به ساختار این مدل، این روش اجازه می‌دهد به طور مستقیم ارزیابی بدون نیاز به نرمال‌سازی روی متغیرهایی انجام شود که در ماتریس تصمیم‌گیری قرار دارند. از جمله مزایای مهم روش PROMETHEE سادگی، وضوح و پایایی نتایج و امکان تحلیل حساسیت به صورت ساده و سریع است (یزدانی و زارنجی، ۱۴۰۰).

روش‌های چند معیاره تصمیم‌گیری (نظیر AHP، ANP و TOPSIS) به شیوه‌های مختلفی قابلیت اجرا دارند. هر یک از شیوه‌های مذکور دارای مزایا و معایبی می‌باشند و از این رو است که هیچ کدام نمی‌توانند به عنوان مدلی همه جانبه مورد توجه قرار گیرند. هر کدام از این روش‌ها علیرغم فواید ویژه، دارای معایبی مانند وقت‌گیر بودن فرآیند انجام محاسبات، محدودیت در وزن‌ها و نظرات کارشناسان برای اعمال در مدل و عدم انعطاف‌پذیری، عدم ارائه تحلیل‌های کاربردی به کارشناسان و غیره می‌باشند. مدل PROMETHEE نیز در ابتدا دارای مشکلات ذکر شده، بوده است تا اینکه در سال ۲۰۱۳ نرم‌افزار جامعی با عنوان Visual Promethee برای این مدل تصمیم‌گیری تهیه و به بازار ارائه شد. این نرم‌افزار دارای مزایایی همچون تحلیل گرافیکی و کاربردی، قابلیت بررسی طیف بسیار گسترده‌ای از معیار و گزینه، وجود تحلیل‌های مربوط به میزان کیفیت و ریسک پروژه، قابلیت مقایسه اعداد و وزن‌های کیفی و کمی، تحلیل‌های نظیر GIS و WebGIS و در نهایت قابلیت استفاده از شش تابع برتری برای مقایسه در شرایط و مناطق مختلف می‌باشد (شجاعیان و مرادی، ۱۳۹۳). با توجه به مطالب ذکر شده و با در نظر گرفتن این نکته که، در میان مدل‌های مختلفی که در سال‌های اخیر برای انتخاب اولویت بندی ارائه شده است، روش PROMETHEE همواره به عنوان یکی از بهترین روش‌های تصمیم‌گیری شناخته شده است، اما در مقالات مختلف کمتر از این روش استفاده شده است؛ لذا به دلیل سادگی فهم نتایج حاصل از این روش برای ذی‌نفعان مسئله، روش PROMETHEE برای تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (برزگلو و کاظمی، ۱۴۰۰؛ پائولا لویز و رودریگز لویز، ۲۰۲۱).

روش کار اصلی در این پژوهش، روش PROMETHEE می باشد؛ ولی جهت مقایسه و حصول اطمینان بیشتر از نتایج به دست آمده، داده های این پژوهش علاوه بر روش مذکور، با روش F-ANP که در پژوهش ها و صنایع مختلف به کرات مورد استفاده قرار گرفته است نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. ANP یک سیستم مبتنی بر شبکه است که جایگزین روابط یک طرفه با وابستگی و بازخورد می شود (عسکریان و همکاران، ۱۴۰۰؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۵)، در واقع ویژگی قدرتمند این روش، نشان دادن یک مسئله پیچیده تصمیم گیری به روشی ساده و آسان است (علی شاه و همکاران، ۲۰۲۱). در حقیقت، ANP از یک شبکه بدون نیاز به مشخص کردن سطوح همانند در یک سلسله مراتب استفاده می کند. تأثیر یک مفهوم اصلی در ANP است و در بعضی از نمونه ها، اگر ابهامی در مسئله تصمیم گیری وجود داشته باشد، استفاده از مجموع نادقیق یک روش مؤثر است و به همین دلیل، در این بررسی، کاربرد نوع نادقیق ANP ارجحیت دارد (عسکریان و همکاران، ۱۴۰۰).

از آنجایی که در مدیریت زنجیره تأمین، تصمیم گیری در مورد انتخاب تأمین کننده یکی از مسائل کلیدی است که به حفظ جایگاه رقابتی سازمان ها کمک می کند و با توجه به اینکه تمامی شرکت ها جهت افزایش بهره وری خود نیاز به بهبود مستمر دارند، شرکت صنعتی جهادین پرنده نیز از این موضوع مبرا نبوده و به دنبال بهبود مستمر سیستم انتخاب تأمین کنندگان از طریق توسعه سیستم فعلی و استفاده از راه حل های نو ظهور و بروز است. به همین دلیل

در این تحقیق برای مطالعه موردی شرکت صنعتی جهادین پرنده انتخاب شده است. در حال حاضر شرکت صنعتی جهادین پرنده جهت انتخاب تأمین کننده از دو معیار قیمت محصول و کیفیت استفاده می کند، ولی با توجه به مقالات ارائه شده در سال های اخیر و نتایج به دست آمده در مورد اثربخشی سیستم های پیشنهادی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در صنایع مختلف و تأثیری که در پیشرفت شرکت و صرفه جویی در زمان و هزینه خواهد داشت، این نیاز احساس شد که با توجه به ظرفیتی که در زمینه توسعه سیستم ارزیابی و انتخاب تأمین کننده، در این شرکت وجود دارد، یک مکان مناسب جهت انجام پژوهش حاضر بوده و ارائه یک سیستم جامع تر و بروزتر، تأثیر قابل توجهی در پیشرفت و توسعه آن خواهد داشت. نتایج ما می تواند در کمک به شرکت مورد مطالعه برای بهبود فرآیند انتخاب تأمین کننده مفید باشد؛ همچنین می تواند به شرکت های مشابه برای ارائه مرجعی با معیارهای مرتبط تر و نشان دادن کاربرد روش های چند معیاره در فرآیند به کارگیری سیستم پشتیبانی تصمیم گیری در زنجیره تأمین کمک کند.

در ادامه به برخی از مهمترین تحقیقات انجام شده در حوزه صنعت خودروسازی اشاره می‌گردد: خاتمی فیروزآبادی و خداوردی (۱۳۹۱) پژوهشی تحت عنوان انتخاب تأمین‌کنندگان قطعات در صنعت خودروسازی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام دادند و از چهار معیار توانایی تولید، کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل جهت انتخاب تأمین‌کننده برتر استفاده کردند. تحویلی نایینی (۱۳۹۶) در پژوهش خود تحت عنوان ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (روش‌های دیمتل و ویکور) در صنایع خودروسازی، به طور موردی انتخاب پیمانکار انواع رنگ خودرو در شرکت خودروسازی سایپا را با استفاده از معیارهای مهارت، مالی، تجهیزات و ماشین‌آلات و حسن سابقه مورد بررسی قرار داد. صفایی قادیکلای و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود تحت عنوان بررسی عوامل مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در شرکت سایپا، ۱۷ شاخص مناسب را شناسایی کردند. ولی زاده و علیزاده برمی (۱۳۹۶) در پژوهشی که با عنوان ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن ریسک و استفاده از تکنیک تلفیقی دیمتل و ویکور در محیط فازی انجام دادند به طور موردی انتخاب تأمین‌کننده اگزوز در شرکت ایران خودرو را مورد بررسی قرار دادند و بدین منظور از هفت شاخص کیفیت، انعطاف‌پذیری، تحویل، تکنولوژی، سیستم‌های ارتباطی و فناوری اطلاعات، هزینه و سابقه استفاده کردند. در پژوهشی دیگر، رحیمی‌نژاد قلنکاشی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی انتخاب تأمین‌کننده در صنعت خودرو با استفاده از رویکرد AHP فازی پرداختند و از منظر مالی، مشتری، کسب و کار داخلی و یادگیری و رشد ارزیابی تأمین‌کنندگان را مورد بررسی قرار دادند. عرب و همکاران (۱۳۹۷) نیز، به شناسایی و سطح بندی شاخص‌های سنجش تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در یک شرکت تأمین‌کننده قطعات خودرو (گروه اورند) با بهره‌گیری از روش‌های ترکیبی دلفی فازی و مدل‌سازی ساختاری تفسیری پرداختند.

جدول شماره یک مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده را در سال‌های اخیر، به طور خلاصه نشان می‌دهد:

جدول شماره ۱: مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی و انتخاب تأمین کننده

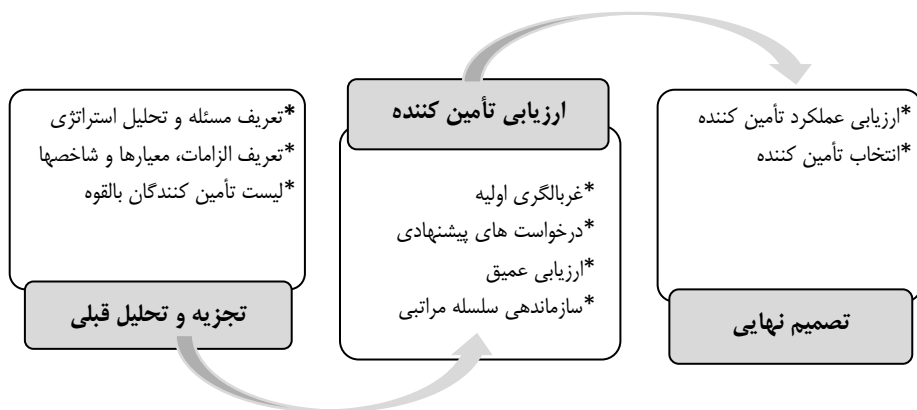
Table 1: Studies conducted in the field of supplier evaluation and selection

ردیف	پژوهشگر / پژوهشگران	سال مطالعه	حوزه پژوهش
۱	دبناث ^۱ ، باری، حق، د خسوس پاجکو، خان	۲۰۲۳	انتخاب تأمین کننده پایدار در زنجیره تأمین بهداشت و درمان
۲	دبرتارلا ^۲ ، اردیلی، گوندوگان	۲۰۲۳	انتخاب فروشنده در مدیریت زنجیره تأمین با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۳	گولکر ^۳ و بوران	۲۰۲۳	یک مدل جدید انتخاب تأمین کننده اعطاف پذیر و پایدار بر اساس روش های DEMATEL و D-AHP
۴	راسموسن ^۴ ، سایک، ساها و نیلسن	۲۰۲۳	انتخاب تأمین کننده برای صنایع هوافضا و دفاع از طریق روش های MCDM
۵	توشار ^۵ ، باری و خان	۲۰۲۲	انتخاب تأمین کننده در صنعت ساخت و ساز
۶	رودریگز ^۶ ، سیرووا و مونگروسی	۲۰۲۲	مدل تصمیم گیری انتخاب تأمین کننده با استفاده از تجزیه و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره
۷	عباسیان و نهاوندی	۱۴۰۱	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان تورین ها برای مزارع بادی
۸	تاجمیری رسمی و فرهادی	۱۴۰۱	شناسایی معیارها و رتبه بندی تأمین کنندگان پایدار در زنجیره تأمین شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان
۹	سیف یقی	۱۴۰۱	ارائه مدل چند هدفه زنجیره تأمین حلقه بسته پایدار با در نظر گرفتن ارزیابی تأمین کنندگان
۱۰	لوپز و رودریگز لوپز	۲۰۲۱	اثر پشتیبانی تصمیم برای ارزیابی و انتخاب تأمین کننده
۱۱	ماچراکووا و کرمووا	۲۰۲۱	فرایند انتخاب تأمین کننده بر اساس تجزیه و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره
۱۲	توانا، شمائی، دی کاپریو و امیری	۲۰۲۱	انتخاب تأمین کننده در زنجیره تأمین دیجیتال
۱۳	توانا، شمائی، دی کاپریو و نیانی	۲۰۲۱	انتخاب تأمین کننده در زنجیره تأمین معکوس
۱۴	اسکوتانوس ^۷ ، بن دن اتق، نیچپوس و تلگن	۲۰۲۱	انتخاب تأمین کننده با تغییر رتبه در مناقصات عمومی
۱۵	خوئی و جیملی	۱۴۰۰	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان پایدار در زنجیره تأمین در شرکت های داروسازی
۱۶	عسکریان، پورزندی و حقیقت منفرد	۱۴۰۰	رتبه بندی تأمین کنندگان تاب آور زنجیره تأمین دارو
۱۷	برزگرلو و کاظمی	۱۴۰۰	اولویت بندی عوامل مؤثر بر موفقیت خرده فروشی در جوامع چند فرهنگی
۱۸	یزدانی و زارنجی	۱۴۰۰	ارزیابی وضعیت زیست محیطی شهر اردبیل با رویکرد شهر سالم با بهره گیری از مدل PROMETHEE
۱۹	آرافا، آگوش، کلوانی و رحیمی	۱۳۹۹	انتخاب تأمین کننده دستگاه الکروشوک با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره
۲۰	صبری، حبیب، سعیده زراپادی	۱۳۹۹	کاربست مدل مکانی سایت های اداری با استفاده از GIS با مدل تلفیقی تصمیم گیری چند شاخصه PROMETHEE-AHP (مطالعه موردی: سایت اداری شهرستان باخرز (استان خراسان رضوی))
۲۱	غیجی، شمس الدینی، باراب پسیان و قربانی نژاد	۱۳۹۹	امکان سنجی توسعه روستایی در استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش PROMETHEE (نمونه موردی: شهرستان بهمنی، دهستان بهمنی گرمسیری جنوبی)
۲۲	عرب، جعفر نژاد چقوشی و قاسمیان صاحبی	۱۳۹۷	مدل سازی شاخص های سنجش تاب آوری تأمین کنندگان با رویکرد خبره محورو در صنعت قطعه سازی خودرو
۲۳	صفایی قادیکلانی، مدحوشی و جمالیان	۱۳۹۶	بررسی عوامل مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان پایدار در شرکت سایا
۲۴	تجویلی نایینی	۱۳۹۶	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره در صنایع خودرو سازی (مطالعه موردی انتخاب پیمانکار انواع رنگ خودرو در شرکت خودرو سازی سایا)
۲۵	حیدری فر، حسینی سیاه گلی و سلیمانی راد	۱۳۹۶	اولویت بندی معیارهای مؤثر در تاب آوری شهری با استفاده از نرم افزار Visual PROMETHEE (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)
۲۶	ولی زاده، علیرزاده برمی	۱۳۹۶	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن ریسک و استفاده از تکنیک تلفیقی DEMATEL و VIKOR در محیط فازی (مطالعه موردی انتخاب تأمین کننده آگروز در شرکت ایران خودرو)
۲۷	رحیمی نژاد قلنکاشی، هلمی و هاشم زلهی	۲۰۱۶	انتخاب تأمین کننده در صنعت خودرو
۲۸	شجاعیان و مرادی	۱۳۹۳	رتبه بندی برخورداری از شاخص های خدمات شهری با استفاده از مدل های استورگس و V-PROMETHEE (مورد مطالعه: شهرهای استان همدان)
۲۹	خاتمی فیروزآبادی و خداوردی	۱۳۹۱	انتخاب تأمین کنندگان قطعات در صنعت خودرو سازی با روش AHP

1. Debnath, et al
2. Deretarla, et al
3. Gokler & Boran
4. Rasmussen, et al
5. Tushar, et al
6. Rodrigues, et al
7. Schotanus, et al

بنابراین این پژوهش به دنبال پاسخگویی به سؤال اساسی زیر می‌باشد: به‌کارگیری سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر PROMETHEE برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین شرکت صنعتی جهادین پرند چگونه خواهد بود؟

لذا هدف پژوهش حاضر، در ابتدا شناسایی معیارهای مؤثر بر رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان، ارزیابی تأمین‌کنندگان با استفاده از معیارهای شناسایی شده، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بر اساس ارزیابی انجام شده و در کل دستیابی به یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر PROMETHEE برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین جهت به‌کارگیری در شرکت صنعتی جهادین پرند (به عنوان مطالعه موردی) می‌باشد.



شکل شماره ۱: مدل تحقیق برگرفته شده از (پائولا لویز و رودریگز لویز، ۲۰۲۱)

Figure 1: Research model taken from (Paula Lopes and Rodriguez-Lopez, 2021)

ابزار و روش

قلمرو مکانی این تحقیق، شرکت صنعتی جهادین پرند واقع در شهر قدس استان تهران می‌باشد و قلمرو زمانی این پژوهش از فروردین سال ۱۴۰۰ تا اسفند ۱۴۰۰ می‌باشد. انتخاب معیارها در این تحقیق با جمع‌بندی اطلاعات به‌دست آمده از مقالات مختلف و استفاده از نظرات مدیران و کارشناسان خبره شرکت صنعتی جهادین پرند نهایی شد. پس از آن با استفاده از روش‌های PROMETHEE و ANP فازی به تعیین میزان تأثیر هر یک از معیارها در انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان پرداخته شد. برای انجام محاسبات، ماده پلی‌اتیلن BL3 که در ساخت قطعه "کانال خروج هوای داشبورد راست" (مورد استفاده در خودروی دنا) توسط شرکت صنعتی جهادین پرند استفاده می‌شود، به عنوان نمونه انتخاب شد. امکان تهیه این ماده از پنج تأمین‌کننده وجود دارد و به

کمک روش‌های PROMETHEE و ANP فازی، تأمین‌کنندگان ماده مذکور بر اساس معیارهای شناسایی شده، مورد ارزیابی و انتخاب قرار گرفتند. جهت گردآوری داده‌های مربوط به معیارها، با ارائه یک پرسشنامه، نظر کارشناسان خبره شرکت صنعتی جهادین پرند در مورد هر یک از پنج تأمین‌کننده ماده پلی‌اتیلن BL3 جمع‌آوری گردید. جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان به روش PROMETHEE از نرم افزار Visual Promethee استفاده شد. در این پژوهش، پنج تأمین‌کننده اصلی ماده پلی‌اتیلن BL3 (به نام‌های پتروشیمی باختر، مارون، جم، اراک و امیر کبیر) با توجه به هفت معیار اصلی و یازده شاخص برای ارزیابی تأمین‌کننده مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲: معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده ماده پلی‌اتیلن BL3 در شرکت صنعتی جهادین پرند

Table 2: Criteria for supplier evaluation and selection of BL3 polyethylene material in Jahadin Parand Industrial Company

ردیف	معیار اصلی	شاخص	خلاصه شرح
۱	هزینه (C1)	قیمت محصول (C11)	قیمت پایین تر ماده پلی اتیلن BL3 بدون افت کیفیت
		هزینه حمل و نقل (C12)	هزینه حمل و نقل ثابت ماده پلی اتیلن BL3
۲	کیفیت (C2)	تضمین کیفیت (C21)	اطمینان از کنترل کیفیت پرتز ماده پلی اتیلن BL3 و ارائه گواهینامه های مرتبط با کیفیت مانند ISO 9000
		نرخ بازگشتی (C22)	درصد ماده پلی اتیلن BL3 عرضه شده که توسط کنترل کیفی رد می شود
۳	تحويل (C3)	قابلیت تحويل سفارش (C31)	توانایی تأمین کننده برای انجام برنامه تحويل
		نرخ انجام سفارش (C32)	مطابقت با مقادیر سفارش از پیش تعریف شده
۴	حفاظت (C4)	سیستم حفاظت از محیط زیست (C41)	مشخصات سیستم حفاظت از محیط زیست، مانند ISO 14001 (به ستون زیست محیطی پایداری کمک می کند)
		ایمنی (C42)	استفاده از تجهیزات حفاظتی، ثبت حوادث
۵	مسافت (C5)	فاصله جاده (C51)	فاصله جاده بین تأمین کننده و شرکت
۶	فناوری / تکنولوژی (C6)	قابلیت فناوری (C61)	مربوط به بهبود محصول و فرایند؛ مالکیت زیرساخت های تحقیق و نوآوری
۷	موقعیت مالی (C7)	ثبات مالی (C71)	به ثبات مالی و رتبه اعتباری اشاره دارد

این معیارها نشان‌دهنده مهم‌ترین عوامل برای فرآیند رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان هستند. وزن معیارها توسط شش کارشناس از شرکت که مستقیماً با تأمین‌کنندگان کار می‌کنند، تخصیص داده شد. هر کارشناس اهمیت معیارها را از ۰ تا ۱ طبقه بندی کرد، و مجموع همه وزن‌ها یک می‌باشد (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۳: ارزش ضرایب وزنی تعیین شده توسط کارشناسان شرکت

Table 3: Value of weight coefficients assigned by the company experts

کارشناس ۱	کارشناس ۲	کارشناس ۳	کارشناس ۴	کارشناس ۵	کارشناس ۶	میانگین
Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Mean
0.12	0.12	0.17	0.13	0.08	0.13	0.13
قیمت محصول (C۱۱) Product Price						
0.01	0.02	0.03	0.11	0.09	0.11	0.06
هزینه حمل و نقل (C۱۲) Transportation Cost						
0.11	0.12	0.15	0.11	0.10	0.11	0.12
تضمین کیفیت (C۲۱) Quality Assurance						
0.10	0.11	0.08	0.12	0.09	0.10	0.10
نرخ بازگشتی (C۲۲) Reject Rate						
0.12	0.12	0.14	0.11	0.10	0.11	0.12
قابلیت تحویل سفارش (C۳۱) Delivery Capability						
0.09	0.08	0.12	0.11	0.09	0.08	0.10
نرخ انجام سفارش (C۳۲) Order Fulfillment Rate						
0.07	0.07	0.05	0.04	0.08	0.06	0.06
سیستم حفاظت از محیط زیست (C۴۱) Environmental Protection System						
0.08	0.07	0.02	0.01	0.09	0.04	0.05
ایمنی (C۴۲) Safety						
0.11	0.10	0.03	0.07	0.08	0.08	0.08
فاصله جاده (C۵۱) Road Distance						
0.09	0.09	0.07	0.08	0.10	0.05	0.08
قابلیت فناوری (C۶۱) Technological Capability						
0.10	0.11	0.14	0.10	0.10	0.11	0.11
ثبات مالی (C۷۱) Financial Stability						

جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که معیارهای هزینه، کیفیت و تحویل دارای وزن‌های بالاتری می‌باشند، این شرایط حاکی از آن است که از نظر کارشناسان، مهمترین جنبه‌ها هزینه، کیفیت و توانایی انجام برنامه تحویل مطابق با سفارش تعریف شده برای ماده پلی‌اتیلن BL3 است که تأمین‌کنندگان عرضه می‌کنند و می‌فروشند. علاوه بر این، معیارهای مربوط به مسافت جاده بین تأمین‌کننده و شرکت صنعتی جهادین پرند و قابلیت فناوری مربوط به مالکیت زیرساخت‌های تحقیق و نوآوری، از کم‌اهمیت‌ترین‌ها معیارها می‌باشند. این موضوع نشان می‌دهد که کارشناسان این شرکت، نسبت به مسائل مربوط به مسافت جاده‌ای و توسعه فناوری حساسیت چندانی ندارند.

ارزیابی تأمین‌کننده برای این شرکت صنعتی بر اساس معیارهای ذکر شده نیز انجام گردید، از طریق یک نظرسنجی که در آن از همان شش کارشناس خواسته شد از مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای استفاده کنند، در حالی که کمترین نمره ۱ (سطح کیفی - بسیار پایین) و بالاترین آن ۵ (سطح کیفی

- بسیار بالا) است. مقادیر ارزیابی تأمین کننده ماده پلی اتیلن BL3 (میانگین تمام نمرات) که توسط کارشناسان نمره دهی شده است، در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۴: نمرات اختصاص داده شده به تأمین کنندگان بر اساس مقیاس لیکرت توسط کارشناسان شرکت با توجه به معیارها

Table 4: Suppliers' marks assigned based on the Likert scale by the company experts with respect to the criteria

پتروشیمی جم	پتروشیمی مارون	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی باختر	پتروشیمی اراک	
Jam Petrochemical	Maroun Petrochemical	Amir-Kabir Petrochemical	Bakhtar Petrochemical	Arak Petrochemical	
4.40	4.80	4.00	4.60	4.20	قیمت محصول (C۱۱) Product Price
4.30	4.30	4.00	4.30	4.50	هزینه حمل و نقل (C۱۲) Transportation Cost
5.00	5.00	4.83	5.00	4.83	تضمین کیفیت (C۲۱) Quality Assurance
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	نرخ بازگشتی (C۲۲) Reject Rate
4.00	4.50	3.08	5.00	3.50	قابلیت تحویل سفارش (C۳۱) Delivery Capability
5.00	5.00	4.08	5.00	4.00	نرخ انجام سفارش (C۳۲) Order Fulfillment Rate
4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	سیستم حفاظت از محیط زیست (C۴۱) Environmental Protection System
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	ایمنی (C۴۲) Safety
3.90	4.20	4.20	4.50	4.80	فاصله جاده (C۵۱) Road Distance
5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	قابلیت فناوری (C۶۱) Technological Capability
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	ثبات مالی (C۷۱) Financial Stability

پس از جمع آوری داده های پژوهش با استفاده از پرسشنامه، مسئله انتخاب تأمین کننده بررسی و شاخص های ارزیابی تأمین کنندگان با رویکرد های PROMETHEE و ANP فازی، وزن دهی و اولویت بندی شدند که مراحل آن در زیر تشریح خواهد شد.

گام های روش PROMETHEE:

هدف این روش رتبه بندی گزینه هاست. پرامتی ۱ آلترناتیوها را به صورت جزئی رتبه بندی می کند و پرامتی ۲ آلترناتیوها را به صورت کلی رتبه بندی می کند. در روش پرامتی تعدادی آلترناتیو

وجود دارد که قرار است بر اساس ترجیحاتی که نسبت به یکدیگر با توجه به شاخص‌های متفاوت وجود دارند رتبه‌بندی شوند که عبارتند از:

$$A = [a_1.a_2.a_3.... .a_k]$$

شاخص‌های موجود، دومین متغیرهای مورد نیاز برای رتبه‌بندی می باشند:

$$C = [c_1.c_2.c_3.... .c_k]$$

هر یک از شاخص‌ها با توجه به پرسشنامه دارای وزن می باشند که این اوزان را W می نامیم:

$$W = [w_1.w_2.w_3.... .w_k]$$

پس از مشخص شدن وزن شاخص‌ها، با استفاده از پرسشنامه، ماتریس تصمیم برای تعیین اولویت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای معیارهای کیفی از مقیاس پنج نقطه‌ای استفاده می‌کنیم.

پایین Very Low	متوسط به پایین Low	متوسط Medium	خوب High	عالی Very High	
1	2	3	4	5	مقیاس پنج نقطه‌ای Five-point scale

اولین و مهم‌ترین قدم نرمال‌سازی ماتریس تصمیم است که با استفاده از فرمول‌های ۱ و ۲ محاسبه می‌شود. قبل از آن، معیارها را به دو دسته مفید و غیرمفید تقسیم می‌کنیم و برای هر معیار حداقل و حداکثر مقدار را محاسبه کنیم. معیارهای مفید، معیارهایی هستند که هر چه مقدار آنها بیشتر باشد، ارزش بالاتری دارند؛ و معیارهای غیرمفید، معیارهایی هستند که هر چه مقدار آنها کمتر باشد، ارزش بالاتری دارند.

فرمول شماره ۱: (برای معیارهای مفید)

$$R_{ij} = \frac{[x_{ij}-\min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij})-\min(x_{ij})]} \quad (i = 1.2....m; j = 1.2....n)$$

فرمول شماره ۲: (برای معیارهای غیرمفید)

$$R_{ij} = \frac{[\max(x_{ij})-x_{ij}]}{[\max(x_{ij})-\min(x_{ij})]} \quad (i = 1.2....m; j = 1.2....n)$$

گام بعدی محاسبه تابع ارجحیت با استفاده از فرمول های زیر است: (فرمول های شماره ۳ و ۴) بدین صورت که در ابتدا تفاوت آلترناتیو i ام در رابطه با سایر گزینه ها ارزیابی می شود و اگر اختلاف های به دست آمده کوچکتر مساوی صفر باشد، مقدار تابع ارجحیت صفر است و اگر اختلاف ها بزرگتر از صفر باشد، از مقدار اختلاف به عنوان مقدار تابع ارجحیت استفاده می کنیم. به زبان ساده تر اگر مقدار به دست آمده منفی باشد به صفر تبدیل می شود و اگر مثبت باشد، همان مقدار باقی می ماند.

$$P_j(a_i, a_{i+1}) = 0 \quad \text{if } R_{a_{ij}} \leq R_{a_{i+1j}} \quad \text{فرمول شماره ۳:}$$

$$P_j(a_i, a_{i+1}) = R_{a_{ij}} - R_{a_{i+1j}} \quad \text{if } R_{a_{ij}} > R_{a_{i+1j}} \quad \text{فرمول شماره ۴:}$$

مرحله بعد محاسبه تابع ارجحیت تجمعی است. (فرمول شماره ۵) طبق این فرمول وزن ها در مقدار تابع ارجحیت ضرب می شوند.

$$\pi(a_i, a_{i+1}) = [\sum_{j=1}^n w_j P_j(a_i, a_{i+1})] / \sum_{j=1}^n w_j \quad \text{فرمول شماره ۵:}$$

پس از محاسبه کامل میانگین های وزنی شاخص های مختلف نسبت به یکدیگر جدولی مشابه جدول شماره ۵ حاصل می گردد.

جدول شماره ۵: جدول ترجیح معیارها نسبت به یکدیگر

Table 5: The table of preferences of the criteria relative to each other

	a_i	a_{i+1}	a_{i+2}
a_i	-----	Average of $\pi(a_i, a_{i+1})$	Average of $\pi(a_i, a_{i+1})$
a_{i+1}	Average of $\pi(a_{i+1}, a_i)$	-----	Average of $\pi(a_{i+1}, a_{i+2})$
a_{i+2}	Average of $\pi(a_{i+2}, a_i)$	Average of $\pi(a_{i+2}, a_{i+1})$	-----

مرحله بعدی پس از تشکیل جدول فوق محاسبه φ^+ و φ^- و تفاضل آنها پس از گرفتن میانگین می باشد که در جدولی مشابه جدول شماره ۶ انجام می گردد. محاسبه های مثبت و منفی به روش زیر است:

$$\varphi^+(a_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{a_{i+1}=1}^m \pi(a_i, a_{i+1}) \quad \text{برای جریان مثبت (فرمول شماره ۶):}$$

$$\varphi^-(a_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{a_{i+1}=1}^m \pi(a_{i+1}, a_i) \quad \text{برای جریان منفی (فرمول شماره ۷):}$$

جدول شماره ۶: محاسبه برتری مثبت و منفی هر شاخص در کل

Table 6: Calculating the positive and negative superiority of each indicator in total

	a_i	a_{i+1}	a_{i+2}	φ^+
a_i	-----	Average of $\pi(a_i, a_{i+1})$	Average of $\pi(a_i, a_{i+2})$	$\varphi^+(a_i)$
a_{i+1}	Average of $\pi(a_{i+1}, a_i)$	-----	Average of $\pi(a_{i+1}, a_{i+2})$	$\varphi^+(a_{i+1})$
a_{i+2}	Average of $\pi(a_{i+2}, a_i)$	Average of $\pi(a_{i+2}, a_{i+1})$	-----	$\varphi^+(a_{i+2})$
φ^-	$\varphi^-(a_i)$	$\varphi^-(a_{i+1})$	$\varphi^-(a_{i+2})$	

گام نهایی محاسبه جریان رتبه‌بندی خالص برای هر آلترناتیو طبق فرمول شماره ۸ است. سپس همه گزینه‌های در نظر گرفته شده با توجه به مقدار جریان رتبه‌بندی خالص، رتبه‌بندی می‌شوند (پائولا لویز و رودریگز لویز، ۲۰۲۱؛ برزگرلو و کاظمی، ۱۴۰۰؛ امیری و هادی نژاد، ۱۳۹۴؛ مایتی و چاکرابرتی، ۲۰۱۴).

$$\varphi(a_i) = \varphi^+(a_i) - \varphi^-(a_i) \quad \text{فرمول شماره ۸:}$$

گام‌های روش ANP فازی:

در F-ANP برای ارزیابی تمایلات تصمیم‌گیرندگان، مقایسه‌های جفت به جفت با استفاده از اعضای فازی مثلثی

(al, am, au) ساختار بندی می‌شوند. بدین منظور باید ماتریس تصمیم‌گیری داشته باشیم که از طریق فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} (1.1.1) & \dots & (a_{1n}^l \cdot a_{1n}^m \cdot a_{1n}^u) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\frac{1}{a_{1n}^u} \cdot \frac{1}{a_{1n}^m} \cdot \frac{1}{a_{1n}^l}) & \dots & (1.1.1) \end{pmatrix} \quad \text{فرمول شماره ۹:}$$

در این روش، محاسبه S به عنوان اولین گام ما محسوب می شود. جهت انجام این کار باید در ابتدا M را محاسبه می کنیم و طبق قسمت دوم فرمول، در معکوس آن ضرب می کنیم.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right)^{-1} \quad \text{فرمول شماره ۱۰:}$$

برای به دست آوردن عملیات جمع فازی (قسمت دوم معادله S) مقادیر تحلیل وسعت m یک ماتریس خاص به صورت زیر انجام می شود:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j \cdot \sum_{j=1}^m m_j \cdot \sum_{j=1}^m u_j) \quad \text{فرمول شماره ۱۱ (عملیات جمع فازی):}$$

برای به دست آوردن، عملیات اضافی فازی (قسمت دوم معادله S) مقادیر به صورت زیر انجام می شود:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot \sum_{i=1}^n u_i) \quad \text{فرمول شماره ۱۲ (عملیات اضافی فازی):}$$

سپس، معکوس بردار در معادله بالا را به گونه ای محاسبه می کنیم که:

$$\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right)^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad \text{فرمول شماره ۱۳ (معکوس بردار):}$$

در گام بعدی باید درجه امکان را بررسی کنیم، بدین معنی که باید درصد ممکن بودن شاخص ها را نسبت به یکدیگر محاسبه کنیم.

فرمول شماره ۱۴:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{Otherwise} \end{cases}$$

که در آن d منتخب بالاترین نقطه تقاطع D بین μ_{M_2} و μ_{M_1} است. برای مقایسه M_2 و M_1 ، به هر دو مقدار $V(M_2 \geq M_1)$ و $V(M_1 \geq M_2)$ نیاز داریم.

گام بعدی به‌دست آوردن حداقل درجه امکان می‌باشد و در نهایت باید بتوانیم میزان وزن موزون را محاسبه کنیم، یعنی وزن به‌دست آمده را تقسیم بر مجموع کل وزن‌ها کنیم. مجموع وزن‌ها باید عدد یک شود.

فرمول شماره ۱۵:

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}$$

$$W = (d(A_1).d(A_2). \dots .d(A_n))^T$$

که در آن W یک عدد غیر فازی است (عسکریان و همکاران، ۱۴۰۰؛ علی شاه و همکاران، ۲۰۲۱؛ یایلا و ییلدیز، ۲۰۱۳).

یافته‌ها

نتایج مربوط به کاربرد روش PROMETHEE:

جریان‌های ترجیحی برای هر تأمین‌کننده در جدول شماره ۷ نشان داده شده است. رتبه‌بندی کلی به دست آمده توسط روش PROMETHEE II به اختلاف در نقاط قوت و ضعف هر آلترناتیو (تأمین‌کننده) مربوط است.

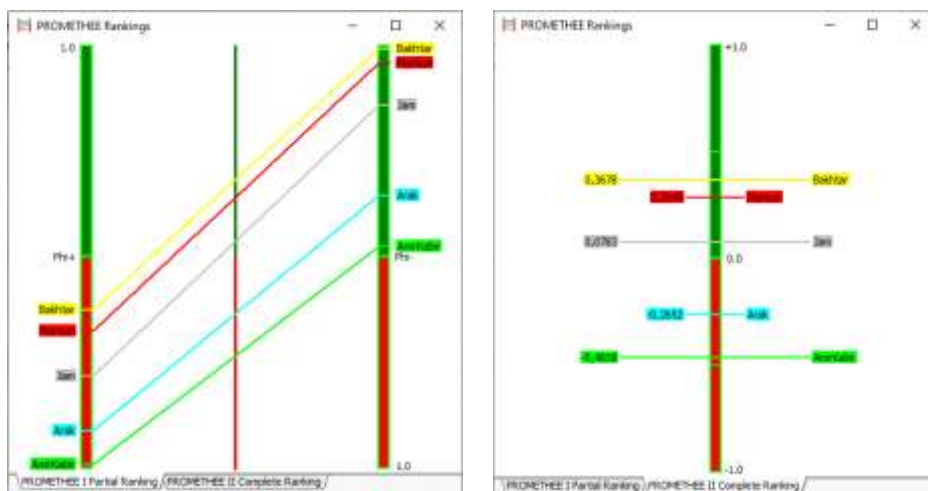
جدول شماره ۷: جریان های مثبت، منفی و خالص خروجی تأمین کنندگان

Table 7: The comprehensive, positive, and negative flows of the suppliers

PROMETHEE Flow Table

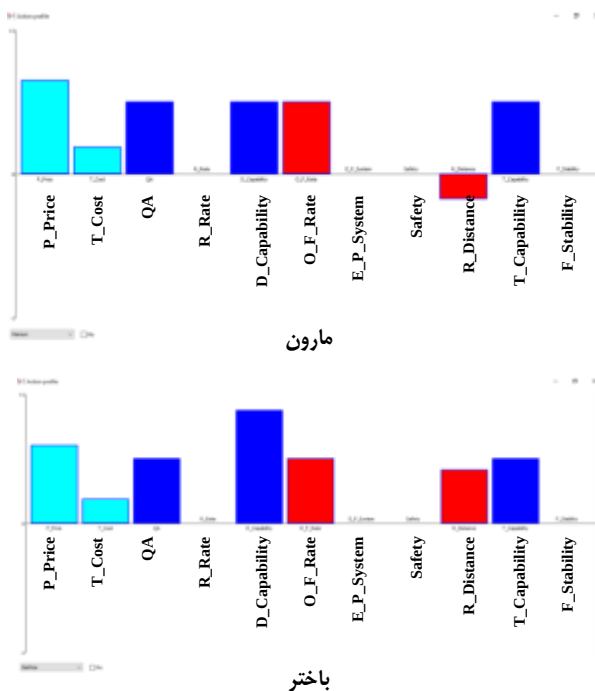
	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Bakhtar	0,3678	0,3750	0,0072
2	Maroun	0,2849	0,3248	0,0398
3	Jam	0,0783	0,2192	0,1410
4	Arak	-0,2652	0,0893	0,3544
5	AmirKabir	-0,4658	0,0082	0,4740

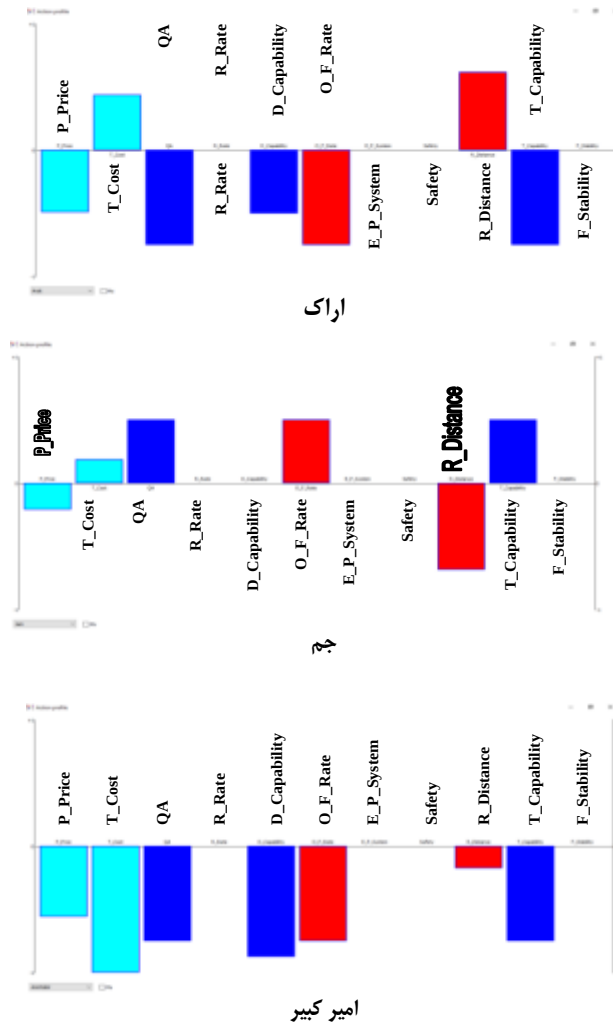
شکل شماره ۲ رتبه بندی جزئی انجام شده با PROMETHEE I (بر اساس جریان های مثبت و منفی) و رتبه بندی کامل توسط PROMETHEE II (بر اساس جریان های خالص) را نشان می دهد. در رتبه بندی کامل PROMETHEE II، نیمه بالایی مقیاس (سبز) با نمره فی مثبت و نیمه پایینی (قرمز) با نمره فی منفی مطابقت دارد. بر اساس این شکل و نتایج جدول شماره ۷، تأمین کننده باختر، پیشرو در بین این مجموعه از تأمین کنندگان می باشد و دارای بیشترین جریان رتبه بندی مثبت و کمترین جریان رتبه بندی منفی می باشد، در نتیجه بیشترین مقدار جریان خالص خروجی ($\Phi = 0.368$) را به خود اختصاص می دهد و در رتبه و مرتبه ی بالاتری نسبت به سایر تأمین کنندگان قرار می گیرد. رتبه دوم متعلق به تأمین کننده مارون با جریان رتبه بندی مثبت ($\Phi^+ = 0.324$) و جریان رتبه بندی منفی ($\Phi^- = 0.04$) می باشد. همچنین بر اساس نتایج جدول شماره ۷ و شکل شماره ۲ رتبه سوم و چهارم، متعلق به تأمین کننده جم و تأمین کننده اراک به ترتیب با جریان خالص خروجی ($\Phi = 0.078$) و ($\Phi = -0.265$) می باشد و تأمین کننده امیر کبیر با جریان خالص خروجی ($\Phi = -0.466$) ضعیف ترین جایگاه را در بین تأمین کنندگان در این رتبه بندی به خود اختصاص می دهد.



شکل شماره ۲: رتبه‌بندی جزئی با PROMETHEE I و رتبه‌بندی کامل با PROMETHEE II (منبع: نتایج توسط نرم افزار PROMETHEE-GAIA به‌دست آمده است)

Figure 2: PROMETHEE I—Partial Ranking and PROMETHEE II—Complete Ranking . (Source: The results were generated by the PROMETHEE-GAIA software)



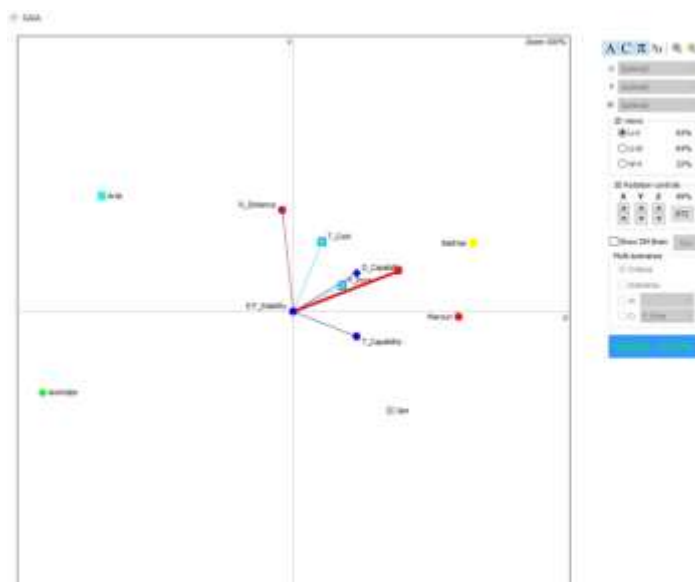


شکل شماره ۳: نمودار میله ای مربوط به تأمین کنندگان (منبع: نتایج توسط نرم افزار PROMETHEE-GAIA به دست آمده است)

Figure 3: Bar chart of suppliers (Source: The results were generated by the PROMETHEE-GAIA software)

نمودار میله ای مربوط به هر تأمین کننده (شکل شماره ۳) معیارهایی را که نقاط قوت و ضعف هر تأمین کننده را تعیین می کنند، نشان می دهد. همچنین با استفاده از این نمودار می توانیم

شباهت‌ها و تفاوت‌های بین تأمین‌کنندگان را مشاهده کنیم. علاوه بر این، می‌توانیم ببینیم که آیا تأمین‌کنندگان متعادل هستند (مانند تأمین‌کننده باختر و مارون)، آیا آن‌ها ویژگی‌های مثبت برجسته‌ای را نشان می‌دهند (مانند تأمین‌کننده جم)، یا اینکه آیا آن‌ها به وضوح ویژگی‌های منفی را نشان می‌دهند (همانطور که در مورد تأمین‌کنندگان اراک و امیر کبیر مشاهده می‌شود).



شکل شماره ۴: طرح GAIA. (منبع: نتایج توسط نرم افزار PROMETHEE-GAIA به‌دست آمده است)
Figure 4: GAIA Plane. (Source: The results were generated by the PROMETHEE-GAIA software)

طرح GAIA (شکل شماره ۴) به شناسایی واضح شباهت‌های بین تأمین‌کنندگان و همچنین مشاهده نقاط قوت و ضعف نسبی آن‌ها کمک می‌کند. معیارها بوسیلهٔ بردارها و تأمین‌کنندگان (آلترناتیو‌ها) به وسیلهٔ نقاط، نشان داده شده‌اند. همانطور که در شکل (شماره ۴) نشان داده شده است، کیفیت اندازه‌گیری این تحقیق عدد $92/6$ درصد می‌باشد که نشان از درصد بالای اعتمادپذیری پژوهش و صحت فرآیند تحقیق دارد. در کل، در صورتی که کیفیت اندازه‌گیری بیشتر از 75 درصد باشد، تجزیه و تحلیل صورت گرفته را می‌توان به اندازه کافی قابل اعتماد در نظر گرفت (پائولا لوپز و رودریگز لوپز، ۲۰۲۱). شکل شماره ۴ نشان می‌دهد که معیارهای قیمت محصول و قابلیت تحویل سفارش، بزرگتر از سایرین هستند که به این معنی است که تأثیر بیشتری در تصمیم‌گیری دارند. همچنین، معیارهای نرخ بازگشتی، سیستم حفاظت از محیط زیست، ایمنی و ثبات مالی دارای طول

کوتاه مشابهی هستند که نشان می‌دهد تأثیر آنها بسیار کم است و قدرت تبعیض مشابهی دارند. معیارهای قابلیت فناوری، تضمین کیفیت و نرخ انجام سفارش نیز که از طول زیادی برخوردار هستند، نشان می‌دهند که دارای تأثیر مناسبی جهت تصمیم‌گیری هستند ولی با توجه به جهت نمودارها، تأثیر آنها از عواملی مانند قیمت محصول و قابلیت تحویل سفارش کمتر است. معیارهای فاصله جاده و هزینه حمل و نقل نیز دارای طول زیادی هستند اما جهت متفاوت آنها منجر به تأثیر پایین در فرآیند انتخاب می‌شود (شکل شماره ۳ و ۴).

آلترناتیو باختر به وضوح بهترین تأمین‌کننده در بین تأمین‌کنندگان است. علاوه بر این، جهت شاخص تصمیم‌گیری (D) که با نمودار پررنگ تر نسبت به سایرین نمایش داده شده است، نشان می‌دهد که آلترناتیو باختر ویژگی‌های بهتری نسبت به بقیه آلترناتیوها دارد. بنابراین، در حالی که آلترناتیو باختر به دلیل امتیازات خوب خود در بین معیارهای انتخاب تأمین‌کننده (قیمت محصول، تضمین کیفیت، قابلیت تحویل سفارش، نرخ انجام سفارش و قابلیت فناوری) برجسته می‌شود، بهترین انتخاب برای شرکت صنعتی جهادین پرند می‌باشد. این تأمین‌کننده به همه آلترناتیوهای دیگر که با نتایج بیان شده قبلی (جدول شماره ۷، شکل شماره ۲) مطابقت دارند، ترجیح داده می‌شود. آلترناتیو مارون، دومین تأمین‌کننده در رتبه‌بندی است که جایگاه روشنی در معیارهای قیمت محصول، تضمین کیفیت، قابلیت تحویل سفارش، نرخ انجام سفارش و قابلیت فناوری دارد، ولی امتیازات به‌دست آمده برای این آلترناتیو کمی پایین تر از آلترناتیو باختر است (شکل شماره ۳). نتایج مربوط به کاربرد روش ANP فاز۱:

اجرای کامل مراحل مختلف روش ANP فاز۱، درنهایت منجر به دستیابی به دو جدول زیر گردید. مطابق جدول شماره ۸ وزن‌های به‌دست آمده برای شاخص‌ها، میزان اهمیت آن‌ها را جهت فرآیند تصمیم‌گیری نشان می‌دهند و جدول شماره ۹ امتیاز نهایی به‌دست آمده برای تأمین‌کنندگان را نشان می‌دهد که مطابق آن پتروشیمی باختر با امتیاز نهایی ۰/۲۳۳، رتبه اول را در میان تأمین‌کنندگان شرکت صنعتی جهادین پرند به خود اختصاص داد. پتروشیمی مارون با یک اختلاف جزئی نسبت به باختر با امتیاز نهایی ۰/۲۲ رتبه دوم را به خود اختصاص داد. پتروشیمی جم (۰/۱۹۸)، اراک (۰/۱۸۱) و امیر کبیر (۰/۱۶۷) نیز به ترتیب رتبه‌های سوم تا پنجم را به خود اختصاص دادند.

جدول شماره ۸: جدول اوزان نرمال شده ی شاخص ها

Table 8: Table of normalized weights of indicators

ثبات مالی	قابلیت فن آوری	تأمین کننده و شرکت (کیلومتر)	ایمنی	از محیط زیست (مانند ایزو ۱۴۰۰۱)	سیستم حفاظت	نرخ انجام سفارش (درصد)	قابلیت تحویل سفارش	نرخ بازگشتی (درصد)	تضمین کیفیت	هزینه حمل و نقل (ریال)	قیمت محصول (کیلو /ریال)
Financial Stability	Technological Capability	Road Distance	Safety	Environmental Protection System	Order Fulfillment Rate	Delivery Capability	Reject Rate	Quality Assurance	Transportation Cost	Product Price	
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.20	0.04	0.23	0.00	0.31	

جدول شماره ۹: امتیاز نهایی گزینه ها

Table 9: Final score of options

پتروشیمی اراک	پتروشیمی باختر	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی مارون	پتروشیمی جم	
Arak Petrochemical	Bakhtar Petrochemical	Amir-Kabir Petrochemical	Maroun Petrochemical	Jam Petrochemical	
0.181	0.233	0.167	0.220	0.198	امتیاز نهایی گزینه ها Final score of options

جدول شماره ۱۰ نشان دهنده رتبه هر یک از تأمین کنندگان شرکت صنعتی جهادین پرند در مدل های PROMETHEE و ANP فازی می باشد که مطابق آن، نتایج در هر دو روش کاملاً مشابه می باشند و تأمین کنندگان باختر، مارون، جم، اراک و امیر کبیر به ترتیب، رتبه های اول تا پنجم را در هر دو روش رتبه بندی ذکر شده به خود اختصاص دادند.

جدول شماره ۱۰: رتبه تأمین کنندگان شرکت صنعتی جهادین پرند در مدل های PROMETHEE و ANP فازی

Table 10: The ranking of Jihadin Parand Industrial Company's suppliers in PROMETHEE and F-ANP models

پتروشیمی اراک	پتروشیمی باختر	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی مارون	پتروشیمی جم	
Arak Petrochemical	Bakhtar Petrochemical	Amir-Kabir Petrochemical	Maroun Petrochemical	Jam Petrochemical	
4	1	5	2	3	رتبه با روش پرامتی Ranking by PROMETHEE method
4	1	5	2	3	رتبه با روش ANP فازی Ranking by FUZZY ANP method

بحث و نتیجه گیری

سازمان‌ها رمز بقا را در ارضای نیازهای مشتریان می‌دانند. نیازها و علایق مشتری می‌تواند شامل کاهش قیمت، تحویل بموقع، کیفیت مناسب و غیره باشد. مدیریت زنجیره تأمین نگرشی است که بر مبنای آن ارضای این نیازها نه فقط توسط واحدهای ارائه کننده خدمت به مشتری، بلکه توسط سایر تأمین کنندگان نیز صورت می‌گیرد. از آنجایی که تأمین کنندگان قابل اعتماد، تولید کنندگان را قادر می‌سازند که هزینه موجودی کالا را کاهش و کیفیت کالا را بهبود بخشند، این مسئله قابل درک است که انتخاب مناسب تأمین کنندگان و مدیریت مؤثر روابط با آن‌ها، فاکتور کلیدی در افزایش رقابت پذیری شرکت‌ها است. در راستای پیاده‌سازی این فلسفه، انتخاب تأمین کننده، در زنجیره تأمین به عنوان یک مسئله مهم مورد توجه قرار گرفته و تصمیم گیرندگان را به این سمت سوق می‌دهد که از تکنیک‌ها و روش‌های معتبر برای انتخاب تأمین کننده استفاده کنند (تحویلی نایینی، ۱۳۹۶).

با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش با هدف به کارگیری سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر PROMETHEE برای ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در زنجیره تأمین شرکت صنعتی جهادین پرند انجام شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رتبه‌بندی تأمین کنندگان از روش‌های PROMETHEE و ANP فازی استفاده شد. در شرکت صنعتی جهادین پرند فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین کننده تاکنون به صورت ذهنی و صرفاً براساس نظرات مدیران و کارشناسان خبره با استفاده از دو معیار قیمت محصول و کیفیت صورت می‌گرفت؛ در نتیجه از روش‌های علمی جهت ارزیابی تأمین کنندگان بهره نمی‌گرفتند. در این پژوهش، رتبه‌بندی انجام شده با هر دو روش مذکور، نتایج مشابهی را حاصل کرد و نشان داد که تأمین کننده باختر، در میان پنج تأمین کننده شرکت صنعتی جهادین پرند پیشرو می‌باشد که در شاخص‌های قیمت محصول، تضمین کیفیت، قابلیت تحویل سفارش، نرخ انجام سفارش و قابلیت فناوری دارای امتیازات بالایی است. پتروشیمی مارون، دومین جایگاه را در رتبه‌بندی تأمین کنندگان به خود اختصاص داد که همانند تأمین کننده باختر در شاخص‌های قیمت محصول، تضمین کیفیت، قابلیت تحویل سفارش، نرخ انجام سفارش و قابلیت فناوری امتیازات بالایی دارد، ولی امتیازات به دست آمده برای این آلترناتیو کمی پایین تر از آلترناتیو باختر است. با این حال، قابل ذکر است که فاصله جاده‌ای به عنوان یک نقطه ضعف این تأمین کننده به شمار می‌رود. سومین رتبه متعلق به پتروشیمی جم بود که در شاخص‌های تضمین کیفیت، نرخ انجام سفارش و قابلیت فناوری دارای امتیازات بالا می‌باشد ولی در شاخص‌های قیمت محصول و فاصله جاده دارای نمرات پایین می‌باشد. پتروشیمی اراک در جایگاه چهارم قرار گرفت که در دو شاخص هزینه حمل و نقل و فاصله جاده دارای امتیاز بالاتری نسبت به دیگر تأمین کنندگان می‌باشد

ولی این دو شاخص تأثیر چندانی در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ندارند. ضعیف‌ترین رتبه نیز متعلق به پتروشیمی امیر کبیر بود که به وضوح ویژگی‌های منفی را در مورد شاخص‌ها نشان می‌داد و قطعاً شانس چندانی را برای انتخاب توسط تصمیم‌گیرندگان شرکت صنعتی جهادین پرند ندارد (شکل شماره ۳ و ۴، جدول شماره ۹). انجام مقایسه‌های زوجی بین شاخص‌ها و محاسبات صورت گرفته در روش F-ANP، نشان داد که شاخص قیمت محصول با وزن $(0/31)$ ، بالاترین مقدار را دارا می‌باشد، که در تحقیق حاضر طبق بررسی صورت گرفته با روش PROMETHEE نیز شاخص قیمت محصول بالاترین اهمیت را جهت تصمیم‌گیری از خود نشان داد. صفایی قادی‌کلایی و همکاران (۱۳۹۶) نیز در پژوهشی که به بررسی عوامل موثر در انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در شرکت سایپا پرداختند، به این مهم دست یافتند که شاخص هزینه در میان معیارهای مربوط به بعد اقتصادی بالاترین اهمیت را دارد. همچنین، این موضوع نشان‌دهنده سطح حساسیت شرکت‌ها نسبت به قیمت محصول می‌باشد، که پیشنهاد می‌شود تأمین‌کنندگان با کاهش قیمت مواد اولیه به دنبال افزایش سود از طریق افزایش میزان فروش باشند. کاهش قیمت‌ها می‌تواند با استفاده از روش‌های نوین مانند صنعت بدون انبار و یا سایر روش‌های مدیریت زنجیره تأمین انجام گیرد. بر اساس نتایج حاصل از روش F-ANP، شاخص مهم بعدی تضمین کیفیت با وزن $0/23$ می‌باشد. قابلیت تحویل سفارش و ثبات مالی با وزن $0/20$ رتبه سوم را به خود اختصاص دادند. رتبه چهارم متعلق به نرخ بازگشتی با وزن $0/04$ می‌باشد و نرخ انجام سفارش با وزن $0/02$ در رتبه پنجم قرار گرفت. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت می‌باشد که، بعد از معیار هزینه، معیارهای کیفیت، توانایی انجام برنامه تحویل مطابق با سفارش تعریف شده و قدرت و توان مالی شرکت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند و برتری تأمین‌کنندگان در معیارهای مذکور می‌تواند دلیل انتخاب آن‌ها توسط شرکت‌های سفارش‌دهنده و وجه تمایز آن‌ها از سایر تأمین‌کنندگان باشد و نیاز است که مورد توجه ویژه‌ای قرار بگیرند. به طور کلی نتایج این پژوهش آگاهی ما را نسبت به عوامل تعیین‌کننده «انتخاب تأمین‌کننده» افزایش داد. وزن سایر شاخص‌ها نیز عدد صفر به‌دست آمد که نشان از اهمیت پایین آن‌ها پس از دریافت نظر کارشناسان جهت انجام مقایسه‌های زوجی و سایر محاسبات مربوط به روش F-ANP بود، که می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های ذکر شده جهت امر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، هنوز به طور اصولی مورد توجه قرار نگرفته‌اند و کارشناسان توجه ویژه‌ای به آن‌ها نشان نداده‌اند (جدول شماره ۸).

به طور کلی در این پژوهش با توجه به این شکاف که ارزیابی تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین شرکت‌های خودروسازی در داخل کشور با استفاده از روش PROMETHEE انجام نشده بود، امکان مقایسه نتایج به‌دست آمده وجود نداشت. اما مطالعات محدود انجام شده در زمینه ارزیابی

تأمین کنندگان با استفاده از سایر روش های تصمیم گیری چند معیاره در صنایع مختلف، بویژه در صنعت خودروسازی کشور باید مورد تأمل و بررسی قرار بگیرد. در تحقیق تحویلی نایینی (۱۳۹۶) که با هدف انتخاب مجموعه تأمین کنندگان انواع رنگ خودرو در زنجیره تأمین شرکت خودروسازی سایپا با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره دیمتل و ویکور به طور همزمان صورت گرفت، از ده شاخص جهت ارزیابی سه تأمین کننده شرکت مذکور استفاده گردید که سه مورد از شاخص ها (قیمت، بنيه مالی و توانمندی های تکنولوژیکی) به مانند شاخص های انتخابی پژوهش حاضر بود. نتایج نشان داد که شاخص بنيه مالی به عنوان کم اهمیت ترین شاخص و داشتن ماشین آلات آماده به کار به عنوان تأثیرگذارترین شاخص جهت رتبه بندی تأمین کنندگان در شرکت خودروسازی سایپا می باشند، این در حالی است که کارشناسان شرکت صنعتی جهادین پرنده برای معیار ثبات مالی وزن بالایی را قائل بودند. در پژوهش صفایی قادیکلای و همکاران (۱۳۹۶) نیز که به بررسی عوامل مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان پایدار در شرکت سایپا پرداختند، ۱۷ شاخص را به این منظور انتخاب کردند که از میان آنها شاخص های هزینه، تحویل، کیفیت، تکنولوژی، قدرت مالی و سیستم مدیریت زیست محیطی با معیارهای انتخابی در پژوهش حاضر مشابهت داشتند. همچنین از بین شاخص های مربوط به بعد اقتصادی، شاخص هزینه بالاترین اهمیت را به خود اختصاص داد که در پژوهش حاضر نیز این شاخص وزن بالایی را توسط کارشناسان شرکت صنعتی جهادین پرنده دریافت کرد. در بررسی صورت گرفته توسط ولی زاده و عزیززاده برمی (۱۳۹۶) که به ارزیابی و انتخاب سه تأمین کننده اگزوز در شرکت ایران خودرو با در نظر گرفتن ریسک و استفاده از تکنیک تلفیقی DEMATEL و VIKOR پرداختند، از هفت شاخص اصلی جهت انتخاب تأمین کننده برتر استفاده گردید که چهار مورد از شاخص ها (کیفیت، تحویل، تکنولوژی و هزینه) به مانند شاخص های استفاده شده در پژوهش حاضر بود. نتایج پژوهش صورت گرفته نشان داد که شاخص انعطاف پذیری، کم اهمیت ترین شاخص و شاخص تکنولوژی، مهمترین شاخص جهت فرآیند انتخاب تأمین کننده اگزوز در شرکت ایران خودرو می باشد و از میان سه تأمین کننده بررسی شده، اگزوز خودرو خراسان مناسب ترین گزینه جهت انتخاب می باشد. برخلاف نتایج این پژوهش کارشناسان شرکت صنعتی جهادین پرنده برای شاخص قابلیت تکنولوژی اهمیت چندانی را قائل نبودند. خاتمی فیروزآبادی و خداوردی (۱۳۹۱) نیز در پژوهشی به انتخاب سه تأمین کننده برتر قطعه فنر لول، مورد استفاده در خودروی تیا (از محصولات شرکت سایپا) با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند و از چهار معیار توانایی تولید، کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل استفاده کردند که سه مورد از معیارهای ذکر شده (کیفیت، قیمت و تحویل) در پژوهش حاضر نیز جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان استفاده شده است. در تحقیق صورت گرفته توسط رحیمی نژاد قلنکاشی و همکاران (۲۰۱۶) نیز مسئله انتخاب

تأمین‌کننده در صنعت خودرو با استفاده از رویکرد AHP فازی مورد بررسی قرار گرفت و چهار تأمین‌کننده از منظر مالی، مشتری، کسب و کار داخلی و یادگیری و رشد مورد بررسی قرار گرفتند. همانطور که مشخص است، در تحقیق صورت گرفته همانند پژوهش حاضر به استفاده از معیار مالی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت خودرو تأکید شده است.

در کل، در پژوهش حاضر سعی شد، به شناسایی معیارها و تلفیق آن‌ها، در قالب تهیه یک مدل کاربردی که بتواند جامع‌نگر باشد و نیازهای شرکت صنعتی جهادین پرنده را در قالب یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برآورده کند و همچنین، به عنوان یک دستورالعمل کاربردی به سایر مواضع و موضوعات مطالعاتی مشابه تعمیم داده شود، پرداخته شد. قابل ذکر است که در این تحقیق، روش PROMETHEE برای اولین بار جهت انتخاب تأمین‌کننده در صنعت خودروسازی مورد استفاده قرار گرفت. از طرف دیگر، استفاده همزمان از روش‌های PROMETHEE و ANP فازی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در شرکت صنعتی جهادین پرنده نوآوری این پژوهش محسوب می‌شود که می‌تواند زمینه مناسبی را برای تحقیقات آینده در سایر شرکت‌های خودروسازی و صنایع وابسته به آن، فراهم آورد. دامنه این پژوهش محدود به صنعت خودروسازی ایران است. با این حال، ساختار تحقیق، روش‌شناسی و چارچوب آن می‌تواند برای محققان و متخصصانی که علاقه‌مند به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان برای صنایع خاص دیگر هستند، نیز مفید باشد. این پژوهش با پیشنهاد یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین با روش PROMETHEE به منظور ترکیب تمامی معیارهای عملکرد به طور همزمان کمک می‌کند. این بررسی، ایده جدیدی را برای ادغام معیارهای خاص مورد استفاده برای فرآیند انتخاب تأمین‌کننده در صنایع خودروسازی معرفی می‌کند، زمانی که معیارهای عملکردی بسیار زیادی وجود دارد که ممکن است تصمیم‌گیرندگان را سردرگم نماید. از نقطه نظر فرضی و روش‌شناختی، تا جایی که ما می‌دانیم، این پژوهش همچنین با ارائه رویکرد جدیدی برای خودروسازان و تولیدکنندگان قطعات خودرو، کمک می‌کند تا تأمین‌کنندگان خود را بر اساس معیارهای خاص انتخاب کنند زیرا تحقیقات بسیار کمی قبلاً انجام شده است (رحیمی نژاد قلنکاشی و همکاران، ۲۰۱۶).

در نهایت، با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- با توجه به نتایج به‌دست آمده، تأمین‌کنندگان باختر و مارون نسبت به سایر تأمین‌کنندگان دارای وزن بالاتری می‌باشند و از لحاظ معیارهای مورد نظر شرکت صنعتی جهادین پرنده در اولویت برتر قرار گرفته‌اند، لذا به شرکت پیشنهاد می‌گردد یک استراتژی بازاریابی مناسب را با این تأمین‌کنندگان برقرار کند.

- از تکنیک‌های رتبه‌بندی دیگر مانند BWM، TOPSIS، ELECTRE و Fuzzy GRA جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت خودروسازی، جهت تحقیقات آینده استفاده شود.
- البته در حین اجرای پژوهش حاضر، محدودیت‌هایی نیز مانند موارد ذیل وجود داشت:
- با وجود مزایای PROMETHEE، این روش دارای محدودیت‌هایی نیز هست. کاربرد این روش نیازمند ساده‌سازی برخی از توابع PROMETHEE است. تعیین وزن معیارها و تنظیم توابع ترجیحات برای معیارهای انتخاب تأمین‌کننده دشوار است، زیرا همه معیارها مهم هستند و همیشه انتخاب بهترین تابع ترجیحی برای یک معیار معین ساده نیست.
- مسئله دیگری که در حین انجام تحقیق حاضر با آن مواجه بودیم پروسه زمانبر ملاقات و دریافت اطلاعات از مدیران و کارشناسان شرکت صنعتی جهادین پرند بود که باعث گردید زمان انجام تحقیق طولانی گردد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافع ندارند.

References

- Abbasian, M., & Nahavandi, N. (2022). Evaluation and Selection of Turbine Suppliers for Wind Farms Using the Combined Approach of AHP and TOPSIS with the Aim of Sustainable Development of the Electricity Industry. *Journal of Management and Sustainable Development Studies*, 2(1), 1-27. **doi:10.30495/msds.2022.690696** [In Pershian]
- Ali Shah, S. A., Longsheng, C., Solangi, Y. A., Ahmad, M., & Ali, S. (2021). Energy trilemma based prioritization of waste-to-energy technologies: Implications for post-COVID-19 green economic recovery in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 284, 1-13. **doi:10.1016/j.jclepro.2020.124729**
- Ariaifar, Sh., Agoush, L., Kalavani, Kh., & Rahimisadegh, R. (2020). Selection of Electroshock Device Supplier Using TOPSIS, VIKOR, and SAW Multi criteria Decision-making Methods in Afzalipour Hospital, Kerman. *Hakim Health Sys Res*, 23(2), 344-352. **URL: <http://hakim.tums.ac.ir/article-1-2033-en.html>**
- Arab, A., Jafarnezhad chaghoushi, A., & Ghasemiyan Sahebi, I. (2018). Modeling indicators of suppliers' resilience with an expert approach based on interpretation: a step towards increasing the productivity of the automotive parts manufacturing industry. *Journal of Productivity Management*, 12(46), 7-37. **doi:20.1001.1.27169979.1397.12.3.1.9** [In Pershian]
- Amiri, M., & Hadinezhad, F. (2015). Evaluation and analysis of productivity indicators in manufacturing industries using PROMETHEE technique. *Journal of Productivity Management*, 9(35), 7-38. **URL: <https://sid.ir/paper/181868/fa>** [In Pershian]
- Askaryan, B., Poorzarandi, M. A., & Haghighat Monfared, J. (2021). Ranking of Pharmaceutical Supply Chain Resilient Suppliers by Incorporating Analytic Network Process and Fuzzy Dematel Techniques. *Journal of strategic management in industrial systems (former industrial management)*, 16(58), 2-13. **doi:10.30495/imj.2022.688360** [In Pershian]
- Barzegarloo, D., & Kazemi, A. (2021). Prioritizing Factors Affecting Retail Success in Multicultural Communities (Case Study :Ofogh Kourosh Stores in Shiraz). *Journal of Marketing Management*, 50, 121-133. **doi:20.1001.1.1735949.1400.16.50.7.3** [In Pershian]

- Debnath, B., Bari, M., Haq, M., de Jesus Pacheco, D. A., & Khan, M. A. (2023). An integrated stepwise weight assessment ratio analysis and weighted aggregated sum product assessment framework for sustainable supplier selection in the healthcare supply chains. *Supply Chain Analytics*, 1,(1), 1-11. **doi:10.1016/j.sca.2022.100001**
- Deretarla, O., Erdebilli, B., & Gündoğan, M. (2023). An integrated Analytic Hierarchy Process and Complex Proportional Assessment for vendor selection in supply chain management. *Decision Analytics Journal*, 6(4), 1-11. **doi: 10.1016/j.dajour.2022.100155**
- Gheyji, M., Shamsoddini, A., Barani Pesyan, V., & Ghorbaninejad, R. (2020). Feasibility study of rural development in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces using PROMETHEE method (Case example: Bahmaei city, South tropical Bahmaei district). *Journal of Geography of the land*, 18(69), 24-43. **URL: https://sarzamin.srbiau.ac.ir/article_17627.html?lang=en**
- Gokler, S. H., & Boran, S. (2023). A novel resilient and sustainable supplier selection model based on D-AHP and DEMATEL methods. *Journal of Engineering Research*, 13(1), 57-67. **doi: 10.1016/j.jer.2023.07.015**
- Heidarifar, M. R., Hosseini Siahgoli, M., & Soleimani Rad, I. (2017). Prioritizing Effective Metrics in Urban Resilient Using PROMETHEE Visual Software (case study of Kermanshah city). *Journal of environmental science and technology*, 22(3), 217-228. **doi:10.22034/JEST.2020.32855.4067** [In Persian]
- Hoseini, S. A., Kadkhodaei, S., & Toulabi, M. (2016). Identifying and ranking the effective factors on improving the productivity of human resources using the ANP technique (case study: managers and supervisors of Durood City Cement Company). *Journal of Productivity Management*, 10(37), 29-50. **dor:20.1001.1.27169979.1395.10.2.2.4** [In Persian]
- Khatami Firouzabadi, A., & Khodaverdi, R. (2012). Selection of parts suppliers in the automotive industry using the Analytical Hierarchy Process method (AHP). *Journal of Development and Transformation Management*, 9, 45-52. **URL: <https://sid.ir/paper/205915/fa>** [In Persian]
- Khoei, M. A., & Jamili, A. (2021). Evaluation and selection of sustainable suppliers in the supply chain using the combined Vikor - FuzzyQFD method in pharmaceutical companies (Case study: Barakat Pharmaceutical Company). *Journal of Industrial Management Faculty*

- of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj branc, 16 (57), 188-207. **doi: 10.30495/imj.2021.686495** [In Pershian]
- Majchráková, J., & Kremeňová, I. (2021). Tranportation Cost as an Important Element of a Supplier Selection Process Based on a Multi-Criteria Decision Analysis. *Transportation Research Procedia*, 55, 63–70. **doi:10.1016/j.trpro.2021.06.007**
- Maity, S. R., & Chakraborty, S. (2014). Tool steel material selection using PROMETHEE II method. *Int J Adv Manuf Technol*, 78, 1537–1547. **doi:10.1007/s00170-014-6760-0**
- Mohammadi, N., Najafbeigi, R., Mousakhani, M., & Alamtabriz, A. (2016). Providing the ideal model for selecting faculty members in Iranian universities (in line with human resource productivity. *Journal of Productivity Management*, 10(37), 157-180. **URL:https://sid.ir/paper/181956/fa** [In Pershian]
- Rodrigues, M., Sirova, E., & Mugurusi, G. (2022). A supplier selection decision model using multi-criteria decision analysis in a small manufacturing company. *IFAC PapersOnLine*. 55-10, 2773-2778. **doi: 10.1016/j.ifacol.2022.10.149**
- Rahiminezhad Galankashi, M., Helmi, S. A., & Hashemzahi, P. (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard–fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55, 93-100. **doi:10.1016/j.aej.2016.01.005** [In Pershian]
- Rasmussen, A., Sabic, H., Saha, S., & Nielsen, I. E. (2023). Supplier selection for aerospace & defense industry through MCDM methods .*Cleaner Engineering and Technology*,12(1),1-13. **doi:10.1016/j.clet.2022.100590**
- Paula Lopes, A., & Rodriguez-Lopez, N. (2021). A Decision Support Tool for Supplier Evaluation and Selection. *Sustainability*, 13, 1-17. **doi: 10.3390/su132212387**
- Sabri, S., Habib, F., & Zarabadi, Z. (2020). Application of spatial model of office sites using GIS with integrated multi criteria decision model AHP-PROMETHEE Case study: administrative site of Bakhrez city (Khorasan Razavi province). *Journal of Application of Geographical Information System and Remote Sensing in Planning*, 11(2), 20-37. [In Pershian] **URL: https://gisrs.semnan.iau.ir/article_678522_en.html**
- Safai Qadikolai, A., Madhooshi, M., & Jamalian, A. (2017). Investigating effective factors in choosing sustainable suppliers in Saipa Company.

- Journal of Supply Chain Management, 19 (55), 32-48. **URL:** journals.ihu.ac.ir/article_203617.html [In Pershian]
- Saljooghi, S., & Sadeghian, R. (2021). Modeling the Impact of Raw Material Suppliers' Competition on Procurement Costs in the Green Closed Loop Supply Chain. *Journal of Productivity Management*, 15(58), 65-89. **doi:10.30495/qjopm.2020.1896080.2807**
- Schotanus, F., Van Den Engh, G., Nijenhuis, Y., & Telgen, J. (2021). Supplier selection with rank reversal in public tenders. *Journal of Purchasing & Supply Management* in press, 28(2), 1-9. **doi: 10.1016/j.pursup.2021.100744**
- Seifbarghy, M. (2022). A Multi-Objective Sustainable Closed Loop Supply Chain Model Considering Suppliers Evaluation and using SWARA-WASPAS Method. *Journal of Industrial Management Perspective*, 12(47), 63-88. **doi: 10.52547/jimp.12.3.63**
- Shojaian, A., & Moradi, A. (2014). Ranking of urban service indicators using STORGES and V-Promethee models (case of study: cities of Hamedan province). *Journal of Regional Planning*, 5(20), 43-54. **URL: https://sid.ir/paper/230633/fa** [In Pershian]
- Tushar, Z. N., Bari, A. B. M. M., & Khan, M. A. (2022). Circular supplier selection in the construction industry: A sustainability perspective for the emerging economies. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, 1(2), 1-11. **doi:10.1016/j.smse.2022.100005**
- Tahvili Naeeni, M. R. (2017). Evaluation and selection of suppliers in the supply chain using multi-criteria decision making techniques in automotive industries (A case study of choosing a contractor for various types of car paint in Saipa Automobile Company). *International Conference on Management Patterns in the Progressive Era*, 1-32. [In Pershian]
- Tajmiri Rostami, F., & Farhadi, F. (2022). Criteria identification and ranking of sustainable suppliers in the supply chain of Isfahan Steel company using Thematic analysis and MARCOS methods. *Journal of strategic management in industrial systems (former industrial management)*, 17(60), 55-70. **doi: 10.30495/imj.2022.1944914.1720** [In Pershian]
- Tavana, M., Shaabani, A., Di Caprio, D., & Amiri, M. (2021). An integrated and comprehensive fuzzy multicriteria model for supplier selection in digital supply chains. *Sustainable Operations and Computers*, 2, 149-169. **doi: 10.1016/j.susoc.2021.07.008**

- Tavana, M., Shaabani, A., Di Caprio, D., & Bonyani, A. (2021). An integrated group fuzzy best-worst method and combined compromise solution with Bonferroni functions for supplier selection in reverse supply chains. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 2, 1-15. **doi:10.1016/j.clscn.2021.100009**
- Valizadeh, J., & Alizadeh Bermi, M. (2017). Evaluation and selection of suppliers in the supply chain green by taking risks and using compilation techniques DEMATEL and VIKOR in fuzzy environment (Case Study in Iran Khodro exhaust supplier selection). *International Green Supply Chain Conference*, 1-25. [In Persian]
- Yayla, Y., & Yildiz, A. (2013). Fuzzy analitic network process based multi criteria decision making methodology for a family automobile purchasing decision. *South African Journal of Industrial Engineering*, August 2013, Vol 24(2), 167-180. **URL: <https://hdl.handle.net/10520/EJC144208>**
- Yazdani, M. H., & Zaranji, Zh. (2021). Assessing the environmental status of Ardebil city with a healthy city approach Using the PROMETHEE model. *Journal of Environmental science studies*, 6(3), 4093-4099. **URL: https://www.jess.ir/article_136322.html?lang=en** [In Persian]