

Application of Multi-Objective Programming Model for Supplier Selection in Supply Chain Based on QFD Approach

Mehdi Abtahi¹, Mona Feili ²

Received: 05/09/2024

Accepted: 06/11/2024

Extended Abstract

Introduction

Supplier selection can have a significant impact on costs, quality, technology, and time-to-market of products (Handfield et al., 1999). Talluri and Narasimhan (2004), emphasize that supplier management through identification, selection, and the development of long-term strategic relationships—is a key component of supply chain success. In this context, examining and implementing modern approaches to supplier selection is essential.

For a manufacturing unit, selecting the right suppliers and determining the optimal order quantity that aligns with customer quality expectations and supplier capabilities is crucial. However, it must be acknowledged that it is rarely feasible to select a single supplier who can fully meet all the production requirements in accordance with existing organizational objectives. This is mainly due to the presence of multiple—often conflicting—goals considered in the supplier order allocation process. Therefore, the application of multi-objective programming models becomes inevitable in determining the optimal order quantity to be assigned to each supplier.

Literature Review

Chen et al., (2020) also propose a hybrid fuzzy DEMATEL-TOPSIS approach for sustainable supplier selection in a smart supply chain. The effectiveness and accuracy of the proposed method are demonstrated through its application in the selection of a sustainable vehicle transmission supplier and by comparing it with other methods.

¹. Department of Management, Marv. C., Islamic Azad University, Marv.C., Iran; (Corresponding Author). Me.abtahi@iau.ac.ir
². Department of Industrial Engineering, Zand Institute of Higher Education, Shiraz, Iran

How to cite this paper: Abtahi, M., Feili, M. (2025). Application of Multi-Objective Programming Model for Supplier Selection in Supply Chain Based on QFD Approach. *Modern Management Engineering*, 3(11), 1-33.[In Persian]

Duan and Ventura, (2019) in their study, employ a mixed-integer linear programming model to address a multi-period, multi-supplier, and multi-stage problem with variable demand and predetermined lead time for a product. The length of the time period is then treated as a decision variable. The results indicate that the time period length significantly affects supplier selection, part size allocation, and inventory planning decisions. This highlights the importance of choosing an appropriate time period length, considering the trade-off between model complexity and cost savings.

Research Methodology

The present study investigates an approach to supplier selection for Shiraz Plast Arm Company that simultaneously considers criteria related to supplier evaluation and product characteristics. Given that manufacturing units must receive orders from suppliers in a way that ensures both a reasonable overall purchase value and procurement at the lowest possible cost, this study formulates these two objectives mathematically—maximizing the total order quantity and minimizing the total cost—to determine the optimal order quantities achievable from suppliers.

Another objective of this research is to identify suitable suppliers based on their competencies in meeting the company's requirements and desired product features. This approach is designed to enhance customer satisfaction and secure a larger market share. Moreover, the study scientifically supports the identification of appropriate suppliers and the determination of the order allocation quantity from each supplier.

This study employs both library-based and field research methods. To identify and determine the research components, the researcher reviews the literature using the library method, and to collect the required data, fieldwork is carried out through designed questionnaires.

The procedure is as follows: in the first stage, the Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) is applied to measure the relative importance weights of each customer quality requirement in the Quality Function Deployment (QFD) process. In the second stage, supplier evaluation scores for each criterion are determined. To address some supplier constraints, a Goal Programming (GP) model is developed, aiming to maximize the Total Value of Purchase (TVP) while minimizing the Total Cost of Purchase (TCP).

Results

The petrochemical companies that qualified for identifying the quality requirements of Shiraz Plast Arm Company's customers regarding their needed products were evaluated and selected. Moreover, the customers' quality requirements in this study were assessed specifically for the product "High-

Density Polyethylene (HDPE).” As shown in Table 2, these requirements comprised eight quality attributes. According to the results obtained from applying the Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) technique, the quality requirements “Material Tolerance” and “Strong Sewability” received the highest relative importance weights of 0.185 and 0.176, respectively. On the other hand, results from the Quality Function Deployment (QFD) method to measure the importance of supplier selection criteria indicated that “Compliance with Standards” and “Cost Reduction Activities” held the largest shares in supplier selection. The suppliers in this study included five petrochemical companies. Furthermore, the evaluation results of each petrochemical company against the supplier evaluation criteria revealed that Bandar Imam Petrochemical Company ranked first with an importance weight of 0.218, followed by Amir Kabir Petrochemical and Aria Sasol Petrochemical with weights of 0.217 and 0.190, respectively.

Discussion and Conclusion

Manufacturing and service organizations rely on suppliers with superior quality levels to enhance the quality of their products and services. The present study proposes an effective and practical model for supplier selection and ranking, which, by leveraging Quality Function Deployment (QFD) and Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA), effectively addresses customer needs and requirements. With the significant increase in competitiveness across various levels of international markets, organizations' efforts to survive in these markets have intensified simultaneously. This situation has made supply chain management more critical than ever. Moreover, supplier selection is considered a strategic and vital approach in this context, where establishing long-term and sustainable relationships with suppliers plays an important role. Such relationships create opportunities for both suppliers and manufacturers to improve their operations. Given this, supplier selection has become increasingly important, and this research addresses this critical aspect accordingly. Since the product under evaluation for quality requirements is High-Density Polyethylene (HDPE), it is recommended that suppliers logically control the chemical properties of this product to ensure a positive and acceptable impact on the delivered product. Controlling this factor can play a significant role in the final cost of the finished product and its marketability.

Keywords: Goal Programming, SWARA Technique, Supply Chain, Quality Function Deployment (QFD).

JEL Classification: C44

مهندسی مدیریت نوین

سال یازدهم، پاییز ۱۴۰۴ - شماره ۳

تعداد صفحات: ۳۳-۱

نوع مقاله: پژوهشی

به کارگیری مدل برنامه ریزی چندهدفه جهت انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره

تأمین مبنی بر رویکرد QFD

مهدی ابطی^۱، مونا فیلی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵

چکیده

هدف: پژوهش حاضر به بررسی یک رویکرد ترکیبی نوین برای انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش‌ها با هدف بهبود عملکرد کیفیت و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته است. هدف اصلی این پژوهش، توسعه یک روش جامع شامل تکنیک SWARA برای ارزیابی معیارهای کیفی و برنامه‌ریزی آرمانی به همراه تحلیل حساسیت جهت انتخاب بهینه تأمین کنندگان است.

روش‌شناسی پژوهش: در این پژوهش، از تکنیک QFD برای استخراج و تعیین معیارهای کیفی و از مرور ادبیات برای شناسایی معیارهای کمی استفاده شده است. سپس، تکنیک ترکیبی SWARA-QFD-GP برای ارزیابی، انتخاب و تخصیص سفارش به تأمین کنندگان به کاررفته است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان داد که از میان خواسته‌های کیفی، «تحمل جنس» به عنوان مهم‌ترین معیار و «فرم و شکل دسته‌های کیسه یکسان باشد» به عنوان کم‌اهمیت‌ترین معیار شناسایی شده است. نتیجه‌گیری نشان داد که پتروشیمی بندر امام به عنوان تأمین‌کننده اصلی و اولویت‌دار انتخاب شده است. با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مشخص شد که باید تمام تقاضاها از پتروشیمی بندر امام تأمین گردد و تحلیل حساسیت نیز تأیید کرد که این تأمین‌کننده به طور مستمر به عنوان تأمین‌کننده پایدار شناخته شده است.

۱ صالت / ارزش افزوده علمی: این پژوهش با نوآوری در ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری و تحلیل حساسیت، به بهبود فرآیند انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش‌ها کمک کرده است.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌ریزی آرمانی، تکنیک SWARA، زنجیره تأمین، گسترش عملکرد کیفیت QFD.

طبقه‌بندی موضوعی: C44

۱- گروه مدیریت، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران. (نویسنده مسئول). Me.Abtahi@iau.ac.ir

۲- گروه مهندسی صنایع، موسسه عالی زنده شیراز، ایران.

استناد: ابطی، مهدی؛ فیلی، مونا. (۱۴۰۴). به کارگیری مدل برنامه‌ریزی چندهدفه جهت انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین مبنی بر رویکرد QFD. مهندسی

مدیریت نوین، ۳(۱۱)، ۳۳-۱.

مقدمه

در دنیای تجاری امروز، رقابت‌های شدید و تحولات سریع محیطی، اهمیت مدیریت زنجیره تأمین را برای سازمان‌ها بیش از پیش نمایان می‌سازد. زنجیره تأمین شامل تمامی فعالیت‌ها از مرحله تأمین مواد اولیه تا تحویل محصول نهایی به مصرف‌کننده است (Aghajani et al., 2018; Amani et al., 2013). مدیریت مؤثر زنجیره تأمین به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای عملیاتی برای بهبود مزیت رقابتی سازمان‌ها در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند به‌طور قابل توجهی به عملکرد سازمان کمک کند (Mohammadi et al., 2011).

در اقتصاد معاصر، رقابت بین شرکت‌ها به رقابت بین زنجیره‌های تأمین مختلف تبدیل شده است (Aghajani et al., 2018; Asgharizadeh et al., 2015; Tamjidi & Mehri Cherude, 2021). این تغییرات، اهمیت مدیریت و عملکرد بهینه زنجیره تأمین را به عنوان عامل حیاتی در دستیابی به مزیت‌های رقابتی شرکت‌ها بیشتر کرده است. مدیریت زنجیره تأمین^۱ با هدف کاهش ریسک‌ها، بهبود رضایت مشتری، بهینه‌سازی موجودی‌ها و افزایش سوددهی دنبال می‌شود (Simchi-Levi et al., 2003). در این راستا، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان بهینه سفارش‌ها از اجزای کلیدی هستند (Garfamy, 2006).

انتخاب تأمین‌کنندگان می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر هزینه‌ها، کیفیت، فناوری و زمان ورود محصولات به بازار داشته باشد (Handfield et al., 1999). تالوری و ناراسیمهان تأکید می‌کنند که مدیریت تأمین‌کنندگان از طریق شناسایی، انتخاب و ایجاد روابط درازمدت و استراتژیک، جزئی کلیدی برای موفقیت زنجیره تأمین است (Talluri & Narasimhan, 2004). در این راستا، بررسی و پیاده‌سازی مفاهیم نوین برای انتخاب تأمین‌کنندگان بسیار ضروری است.

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده به‌ویژه بر اساس ویژگی‌های محصول و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، نقشی مهم در دستیابی به اهداف سازمانی دارد (Büyükożkan & Güleriyüz, 2015). ایجاد ابزارهایی مانند خانه کیفیت (QFD) می‌تواند به درک بهتر روابط بین معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و ویژگی‌های محصول و همچنین بهبود توانایی تأمین‌کننده در برآورده کردن نیازهای خریدار کمک کند (Dursun, 2013 & Chowdhury & Quaddus, 2015).

برای یک واحد تولیدی انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و حجم سفارش قابل ارسال به‌وسیله آنها که بتواند با خواست‌های کیفی مشتریان نسبت به محصول دریافتی و همچنین معیارهای تأمین‌کننده مطابقت داشته باشد، مهم به نظر می‌رسد. با این وجود آنها می‌بایست به این مسئله اشراف داشته باشند که معمولاً به‌ندرت می‌توان تأمین‌کننده‌ای را به‌صورت انحصاری انتخاب نمود که سفارش مورد نیاز

¹ Supply Chain Management(SCM)

صنایع تولیدی را بر اساس اهداف موجود به‌طور کامل برآورده نماید. دلیل این امر آن است که اهداف متعددی در هنگام درخواست بهینه سفارش از تأمین‌کنندگان مدنظر قرار است. در بسیاری از مواقع این اهداف ممکن است با یکدیگر حتی در تضاد نیز باشند. از این جهت به‌منظور تعیین مقدار سفارش بهینه قابل ارسال به‌وسیله آنها، به‌کارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی چند هدفه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

پژوهش حاضر به بررسی رویکردی در انتخاب تأمین‌کننده برای شرکت شیراز پلاست ارم می‌پردازد که به‌طور هم‌زمان معیارهای مرتبط با ارزیابی تأمین‌کنندگان و ویژگی‌های محصول را در نظر می‌گیرد. نظر به اینکه واحدهای تولیدی در راستای تولید محصولات مورد نیاز، می‌بایست سفارش‌ها را از تأمین‌کنندگان به نحوی دریافت نمایند که هم ارزش کلی خرید از آنها معقول بوده و همچنین خرید با کمترین هزینه ممکن قابل وصول باشد. به این منظور این دو هدف که به ترتیب در اولین مورد مقدار حداکثری و در دومین مورد مقدار حداقلی مدنظر است، اهداف ریاضی پژوهش حاضر را در جهت تعیین مقدار سفارش‌های قابل دستیابی از تأمین‌کنندگان تشکیل می‌دهند. از دیگر اهداف این پژوهش شناسایی تأمین‌کنندگان مناسب بر اساس شایستگی آنها در تأمین نیازها و ویژگی‌های مورد نظر شرکت است. این روش به‌منظور افزایش رضایت مشتریان و دسترسی به سهم بیشتری از بازار طراحی شده است. همچنین، این پژوهش به‌طور علمی به شناسایی تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان تخصیص سفارش از هر تأمین‌کننده کمک خواهد کرد. با این توضیحات سؤال اصلی تحقیق حاضر این است که انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در زنجیره تأمین و مقدار سفارش بهینه محصول قابل وصول به‌وسیله آنها بر اساس ضوابط کیفی درخواستی به چه صورت خواهد بود؟

ساختار کلی این مقاله بدین شرح است که در بخش اول به بررسی و تحلیل مطالعات پیشین در زمینه مدیریت زنجیره تأمین و انتخاب تأمین‌کننده پرداخته خواهد شد، در بخش دوم به شرح روش‌های تحقیق، ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها و تکنیک‌های تحلیل مورد استفاده خواهیم پرداخت، نتایج به‌دست آمده از تحقیق در بخش سوم ارائه و تحلیل خواهد شد، در بخش چهارم بررسی تأثیرات متغیرهای مختلف بر نتایج تحقیق و تحلیل حساسیت ارائه می‌شود و در بخش پایانی به ارائه جمع‌بندی و نتایج کلی پژوهش و پیشنهادهایی برای آینده تحقیق پرداخته خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در مورد روش‌های ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان می‌توان به روش‌های طبقه‌بندی، وزنی - خطی، جبرانی، فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، هزینه کل مالکیت، آماری، برنامه‌ریزی ریاضی، روش تحلیل پوششی داده‌ها، کنترل موجودی، استدلال مبتنی بر مورد، هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و منطق فازی اشاره کرد.

توکلیان و همکاران (Tavaklian et al., 2020) در مقاله‌ای با عنوان «مدل سازی مسئله انتخاب و تخصیص سفارش به تأمین کنندگان بر پایه برنامه ریزی آرمانی و رویکرد ترکیبی QFD و ANP» به بررسی و تحلیل نحوه انتخاب تأمین کنندگان و بهینه سازی فرآیندهای مربوط به آن‌ها می‌پردازد. هدف اصلی مقاله این است که مدل جدیدی برای انتخاب و رتبه بندی تأمین کنندگان ارائه دهد که به بهبود کیفیت، قیمت، و زمان تحویل کمک کند. مدل پیشنهادی شامل استفاده از روش‌های برنامه ریزی آرمانی و تحلیل شبکه برای بررسی عملکرد تأمین کنندگان و انتخاب مناسب ترین آن‌ها بر اساس معیارهای مختلف است. این روش به شرکت‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌ها را کاهش داده، کالاهای برگشتی و تأخیرها را به حداقل برسانند و در نهایت ارزش خرید مشتری را افزایش دهند. این مقاله همچنین به مزایای این مدل نسبت به روش‌های مشابه پرداخته و نشان می‌دهد که ترکیب ابزارهای QFD و ANP با برنامه ریزی آرمانی، می‌تواند دقت و کارایی فرآیند انتخاب تأمین کنندگان را بهبود بخشد و نیازهای مشتریان را بهتر شناسایی و ارزیابی کند.

یعقوبی و امیری (Yaqoubi & Amiri, 2016) در پژوهش خود به بررسی انتخاب تأمین کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین با تأکید بر معیارهای پایداری (اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی) می‌پردازند. هدف این مقاله ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان شرکت چاپ فرارنگ آریا در چارچوب توسعه پایدار است. مقاله از دو روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) : برای بررسی چندمعیاره و وابستگی‌های درونی در انتخاب تأمین کنندگان و تحلیل عاملی تأییدی (CFA): برای استخراج و ارزیابی شاخص‌های مهم عملکرد تأمین کنندگان بر اساس نظرات کارشناسان و مرور ادبیات استفاده می‌کند.

صاحبی و همکاران (Sahebi et al., 2015) در پژوهشی به بررسی انتخاب تأمین کنندگان با در نظر گرفتن هر دو عامل کیفی و کمی می‌پردازند. این مقاله از ترکیب منطق فازی و خانه کیفیت (QFD) برای در نظر گرفتن معیارهای کیفی و روش TOPSIS برای ارزیابی معیارهای کمی استفاده می‌کند. این پژوهش با توجه به ترکیب هر دو معیار کیفی و کمی و استفاده از روش‌های نوآورانه، به بهبود فرآیند انتخاب تأمین کنندگان می‌پردازد.

داوودآبادی و همکاران (Davoudabadi et al., 2020) از روش PCA^۱ برای کاهش ابعاد و هم بستگی بین معیارها در انتخاب تأمین کنندگان انعطاف پذیر استفاده کردند. در پژوهش آنان علاوه بر این از تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین وزن معیارها و رتبه بندی تأمین کنندگان استفاده شده است. وزن معیارها با استفاده از روش DEA^۲ آنتروپی^۳ و داوری‌های تصمیم گیرندگان^۳ (DM) به طور هم زمان تعیین شده است.

¹ Principal Components Analysis

² Entropy

³ Decision Maker

چن و همکاران (Chen et al., 2020) نیز مطالعه یک رویکرد TOPSIS-DEMATEL^۱ فازی ترکیبی را برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار برای یک زنجیره تأمین هوشمند پیشنهاد می‌کنند. اثربخشی و دقت روش پیشنهادی از طریق کاربرد آن در انتخاب تأمین‌کننده انتقال خودرو پایدار و از طریق مقایسه با روش‌های دیگر نشان داده می‌شود.

دوان و ونچورا (Duan & Ventura, 2019) در پژوهش خود از مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای رسیدگی به این چند دوره‌ای، چند تأمین‌کننده و چند مرحله‌ای با تقاضای متغیر و زمان از پیش تعیین‌شده برای یک محصول استفاده شده است. سپس طول دوره زمانی به عنوان یک متغیر در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاکی از آن است که طول دوره زمانی تأثیر قابل توجهی بر انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص اندازه قطعه و تصمیمات برنامه‌ریزی موجودی دارد. این امر ضرورت انتخاب طول مناسب یک دوره زمانی را با در نظر گرفتن مبادله بین پیچیدگی مدل و صرفه‌جویی در هزینه ایجاد می‌کند.

بابار و امین (Babbar & Amin, 2018) در حوزه کاربرد گسترش عملکرد کیفیت، یک مدل ریاضی جهت انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در یک شرکت نوشابه‌سازی با توجه به معیارهای زیست‌محیطی توسعه داده‌اند. آنها به دلیل وجود ابهام و مدیریت عدم قطعیت‌ها از اعداد فازی دوزنقه‌ای کمک گرفته‌اند و از یک مدل دو فازی شامل یک QFD فازی دو مرحله‌ای و یک مدل ریاضی چندهدفه تصادفی استفاده کرده‌اند.

یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2017) در پژوهش خود تحت عنوان «چارچوب یکپارچه QFD-MCDM برای انتخاب تأمین‌کننده سبز» یک رهیافت مجتمع برای انتخاب تأمین‌کننده سبز با در نظر گرفتن ملزومات و معیارهای عملکرد محیط زیستی متنوع ارائه دادند. در این مقاله مدل گسترش تابع کیفیت برای استقرار یک ماتریس رابطه مرکزی به منظور شناسایی درجه رابطه بین هر جفت از معیارها و ملزومات انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌شود. در نهایت، ارزیابی متناسب پیچیده (کوپراس) برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی تأمین‌کننده جایگزین استفاده می‌شود.

سیمیچ و همکاران (Simić et al., 2017) در مقاله‌ای به بررسی ۵۰ سال تئوری و مدل مجموعه فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده: بررسی ادبیات پرداختند. هدف از این مقاله نشان دادن این است که چگونه نظریه مجموعه فازی، تصمیم‌گیری‌های فازی و راه‌حل‌های هیبریدی مبتنی بر فازی می‌تواند در مدل‌های مختلف برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در یک دوره ۵۰ ساله استفاده شود.

در ادامه سایر پیشینه‌های پژوهش بر اساس رویکرد مقتضی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) خلاصه پیشینه پژوهش

^۱ Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

^۲ Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

نام نویسنده (سال)	خلاصه پژوهش	نام نویسنده (سال)	خلاصه پژوهش
جاماسی و همکاران (۲۰۲۲)	این تحقیق به انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک پایدار در زنجیره تأمین می‌پردازد. با استفاده از روش دلفی فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، شاخص‌های مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی و وزن‌دهی شدند و سپس از تکنیک کوکوسو جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک استفاده شده است.	ابراهیمی (۲۰۲۳)	استفاده از روش دلفی فازی برای انتخاب و ارزیابی معیارهای کیفیت محصول، خدمات پس از فروش و سایر شاخص‌های کمی و کیفی.
صالحی‌مقدم و همکاران (۲۰۲۲)	مدل‌سازی زنجیره تأمین چندسطحی با اهداف کمینه کردن هزینه، زمان تحویل و پیشینه کردن قابلیت اطمینان و استفاده از تکنیک شبیه‌سازی برای برآورد هزینه‌ها.	آگراوال ^۱ و همکاران (۲۰۲۳)	استفاده از روش تاپسیس و داده‌های فازی برای انتخاب تأمین‌کننده بر اساس ۱۴ پارامتر.
کبگانی و شاهبندرزاده (۲۰۱۹)	این پژوهش به بررسی تاب‌آوری در زنجیره تأمین و شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور پرداخته است. با تمرکز بر دو معیار اصلی: توانمندی تولیدی-فنی و توانمندی پاسخ‌دهی-پشتیبانی، مدل اولیه تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی تدوین شد. سپس، با استفاده از نظر ۱۶ کارشناس و تکنیک‌های اولویت‌گذاری غیرخطی فازی و روش سوارا، اولویت‌بندی عوامل انجام شد.	ایسر ^۲ (۲۰۲۲)	کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی با داده‌های فازی نوع ۲ برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در یک تولیدکننده لوازم خانگی.
آقاجانی و همکاران (۱۳۹۷)	این تحقیق به تعیین و بومی‌سازی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت خودروسازی ایران پرداخته و با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی تأییدی، سیستم استنتاج فازی و تاپسیس فازی،	علی محمدلو و بنیانی (۲۰۲۰)	استفاده از روش‌های غربالگری، دیمتل، تحلیل شبکه‌ای و برنامه‌ریزی آرمانی در محیط فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان.

¹Agrawal

^۲Ecer

		تأمین کنندگان مختلف را ارزیابی و رتبه‌بندی کرده است.	
اصغری زاده و همکاران (۱۳۹۴)	شناسایی و بررسی معیارهای کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین و ارزیابی جامعیت آن‌ها برای انتخاب تأمین کنندگان با استفاده از مدل آماری مارتل و زاراس.	ایزدخواه و صائن (۲۰۲۰)	توسعه مدلی با تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب تأمین کننده پایدار، معرفی مدلی جدید برای رتبه‌بندی تأمین کنندگان.
شاهبندرزاده و پیکام (۲۰۱۵)	مدل سازی انتخاب تأمین کننده به صورت یک مسئله برنامه ریزی خطی چندهدفه با استفاده از «مدل برنامه ریزی چندهدفه فازی وزن دار» و روش «بیشینه - کمینه».	وحیدی و همکاران (۲۰۱۸)	استفاده از معیارهای پایداری و تاب‌آوری با مدل برنامه ریزی احتمالی-تصادفی دو هدفه و تابع هدف مختلط برای انتخاب تأمین کننده پایدار.

با مطالعه تحقیقات و پیشینه پژوهش، ابعاد مختلفی در خصوص انتخاب تأمین کنندگان مورد بررسی قرار گرفتند. باین وجود تحقیقی که از روش گسترش عملکرد کیفیت و تصمیم‌گیری چند شاخصه مورد نظر این تحقیق برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان و همچنین تکنیک چند هدفه برنامه‌ریزی آرمانی در جهت حداکثر نمودن ارزش کلی خرید و حداقل نمودن هزینه خرید سفارش درخواستی از تأمین کنندگان انتخابی استفاده کند، مورد ارزیابی واقع نشده است. لذا انجام تحقیق حاضر می‌تواند خلأ موجود در ادبیات تحقیق را تکمیل نموده و به گسترش مرزهای دانش در این حوزه کمک نماید.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع تحلیلی پیمایشی است و از نظر گستره عملکرد نتایج تحقیق نیز در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد. جامعه آماری شامل عناصر، اجزاء افراد و یا واحدهایی است که حداقل در یک صفت مشترک باشند. جامعه آماری این مطالعه را کلیه خبرگانی که در امر ثبت سفارش و کنترل مؤلفه‌های انتخاب تأمین کننده تبحر و تخصص دارند، تشکیل می‌دهند. نمونه شامل گروه کوچکی از جامعه آماری است که در این تحقیق شامل تعداد چهار نفر از مدیران، کارشناسان و کارمندان حوزه امور خرید و طرح و برنامه‌ریزی شرکت شیراز پلاست ارم که با انتخاب تأمین کنندگان به صورت مستقیم یا غیرمستقیم سروکار دارند، است. نمونه‌گیری نیز به صورت هدفمند است. در این تحقیق از مطالعه کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که جهت شناسایی و تعیین مؤلفه‌های پژوهش، محقق به بررسی ادبیات موضوع با استفاده از روش کتابخانه‌ای خواهد پرداخت و جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز نیز با استفاده از پرسشنامه‌های طراحی شده، به کار میدانی پرداخته می‌شود. مراحل

کار بدین صورت است که در مرحله اول از تحلیل نسبت ارزیابی وزندهی تدریجی^۱ (SWARA) برای اندازه‌گیری وزن اهمیت نسبی برای هر یک از خواسته‌های کیفی مشتریان در فرآیند استقرار عملکرد کیفیت^۲ (QFD)، استفاده می‌شود. در مرحله دوم، برای تعیین امتیاز ارزیابی برای هر یک از تأمین‌کنندگان در هر معیار استفاده می‌شود. برای مقابله با برخی از محدودیت‌های تأمین‌کنندگان برنامه‌ریزی آرمانی^۳ (GP) ساخته شده‌است، به‌طوری‌که مجموع ارزش خرید^۴ (TVP) بیشینه و مجموع هزینه خرید^۵ (TCP) کمینه می‌شود. مراحل اجرای پژوهش در شکل (۱) ارائه شده است.

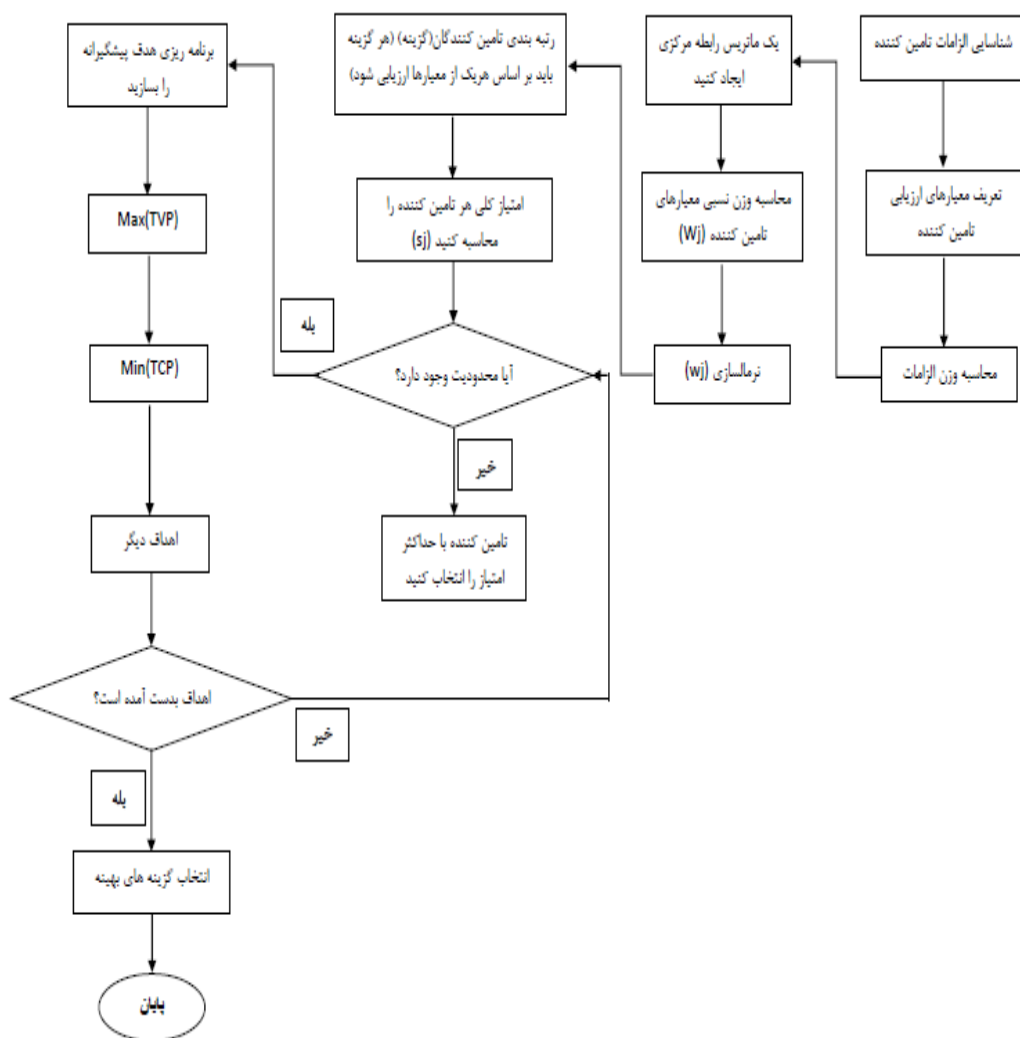
¹ Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis

² Quality Function Deployment

³ Goal Programming

⁴ Total Value of Purchase

⁵ Total Cost of Purchase



شکل (۱) مراحل اجرای پژوهش

روش گسترش عملکرد کیفیت (QFD): گسترش عملکرد کیفیت یک فرآیند برنامه‌ریزی مشتری‌مدار است که پاسخ پرسش‌های چه چیز و چگونه را با شنیدن صدای مشتری صنعت و جامعه می‌دهد. QFD سیستمی است برای طراحی یک محصول یا خدمت بر اساس خواسته‌های مشتریان که تمام اعضای سازمان تأمین‌کننده را درگیر می‌کند و به ایجاد فرصت‌هایی برای دستیابی به رضایت کامل مشتری به‌طور مؤثر کمک می‌کند. گسترش عملکرد کیفیت یک فرصت ایده‌آل برای تغییر دیدگاه از «ما بهترین چیزهایی را که مشتریان می‌خواهند را می‌دانیم به یک فرهنگ جدید که اجازه می‌دهد صدای مشتری را بشنویم» است؛ بنابراین، سازمان‌ها را قادر می‌سازد نسبت به مسائل کیفیت نقشی

فعال و سازنده داشته باشند و منتظر شکایت‌های مشتریان نباشند و معیارهایی برای آنها فراهم می‌کند که استانداردهای کیفیتی محصولشان را با رقبا مقایسه کنند و بنابراین به آنها برای برقرار کردن یک لبه رقابتی کمک می‌کند. این ابزار به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا محصولاتی مشتری محور و با کیفیت بالا را با سرعت بیشتری به بازار عرضه نمایند و از این طریق رقابت بین شرکت‌ها را افزایش می‌دهد (Akao, 1997).

به‌طور کلی QFD در مراحل مختلف و تکنیک‌های متفاوت، کمابیش به این موارد توجه دارد:

- ۱) WHO (درک مشتری)
- ۲) WHAT (خواسته مشتری)
- ۳) WHO-WHAT (تعیین وابستگی‌های موجود بین اهمیت خواسته‌های مشتریان)
- ۴) NOW (مقدار کنونی ارضای مشتری در کالای موجود (اصلاً، کمی، کاملاً))
- ۵) HOW (نحوه پاسخ به مشتری (قابل سنجش و کمی باشد...))
- ۶) HOW TO WATH (روابط خواسته‌ها و پاسخ‌ها)
- ۷) توجه به موارد و اهداف مهندسی
- ۸) HOW ON HOWS (روابط بین پاسخ فنی)

روش سوارا: روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی^۱ یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است که کرشالینه و همکاران (Keršulienė et al., 2010) در سال ۲۰۱۰ برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفت. به‌طور کلی، در روش SWARA معیارها براساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم‌اهمیت‌ترین آنها رتبه آخر تعلق می‌گیرد. در این روش کارشناسان نقش مهمی در ارزیابی وزن‌های محاسبه شده دارند (Ejali & Ghasemian Sahibi, 2015).

گام‌های اصلی برای وزن‌دهی براساس روش سوارا به شرح زیر است:

- گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها ابتدا شاخص‌های مدنظر تصمیم‌گیرندگان به‌عنوان شاخص‌های نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. بر این اساس، مهم‌ترین شاخص‌ها در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند. همچنین در این گام باید معیارهای وابسته حذف شوند و تمامی معیارها از نوع مستقل باشند.

¹ Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (S_j): در این مرحله باید اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها نسبت به شاخص مهم‌تر قبلی مشخص شود که در فرایند روش سوارا این مقدار با S_j نشان داده می‌شود.

• گام سوم: محاسبه ضریب k_j

ضریب k_j که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر شاخص است، با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ S_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

• گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود. در این زمینه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

• گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی در آخرین گام از روش سوارا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌شود از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$W_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (3)$$

برنامه‌ریزی آرمانی: برای فرمول‌بندی و حل مسائلی که مستلزم اهداف و آرمان‌های متعدد هستند، روش معتبری جهت تکمیل تکنیک برنامه‌ریزی خطی به وجود آمده که برنامه‌ریزی آرمانی نامیده می‌شود. برنامه‌ریزی آرمانی در عین داشتن انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی خطی، اهداف متضاد را شامل می‌شود و با توجه به اولویت‌های اهداف از نگاه تصمیم‌گیرندگان جواب بهینه را ارائه نماید. مدل‌سازی اهداف چندگانه در برنامه‌ریزی آرمانی شامل تابع هدف، محدودیت‌های خطی یا غیرخطی و نیز متغیرهای پیوسته و گسسته می‌شود.

برنامه‌ریزی آرمانی نخستین بار توسط چارنز و کوپر در ۱۹۵۵ معرفی شد و به وسیله‌ی همین محققین در ۱۹۶۱ به صورت روشن‌تری تعریف شد (Charnes & Cooper, 1955). سپس به وسیله اجرای در طول دهه ۱۹۶۰ توسعه بیشتری یافت (Ijiri, 1965). نخستین کتاب‌هایی که به موضوع برنامه‌ریزی آرمانی اختصاص داشتند، به وسیله لی (Lee, 1972) و ایگنیزو (Ignizio, 1976) در اوایل ۱۹۷۰ تا

اواسط این دهه منتشر شد. ایگنیزو با گسترش و کاربرد دقیق دستورالعمل های برنامه ریزی آرمان های با اعداد صحیح و همچنین کار روی برنامه ریزی آرمانی غیرخطی نقش عمده ای در پیشرفت این روش ایفا کرد.

ساختار کلی برنامه ریزی آرمانی به شرح زیر است:

فرض کنید که هدف اصلی k مورد نظر است و به طور کلی به فرم $g_i (i = 1, \dots, k)$ تعریف می شود. این اهداف ممکن است متضاد و یا مکمل یکدیگر باشند. اهداف به صورت تابع هدف های آرمانی مدل سازی می شوند. برای هر هدف، مقدار مطلوب G_i تعیین می شود و متغیرهای انحراف d_i^+ و d_i^- به منظور اندازه گیری انحراف مثبت و منفی از هدف استفاده می شوند. تابع هدف در برنامه ریزی آرمانی به صورت مجموع وزن های اهداف و انحرافات آنها مدل سازی می شود و معمولاً به شکل زیر نوشته می شود:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k w_i (d_i^+ + d_i^-)$$

که در آن w_i وزن اهمیت هدف i است. محدودیت های مدل می توانند به صورت خطی یا غیرخطی نوشته شوند. همچنین انحرافات مثبت و منفی برای هر هدف به صورت زیر تعریف می شوند:

$$\begin{aligned} \max(0, G_i - g_i) &= d_i^+ \\ \max(0, g_i - G_i) &= d_i^- \end{aligned}$$

با توجه به ساختار و اهداف فوق، فرمول کلی برنامه ریزی آرمانی به صورت زیر است:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k w_i (d_i^+ + d_i^-)$$

با محدودیت های:

$$\begin{aligned} a_{ij}x_j &\leq b_i & i &= 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0 & j &= 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

و

$$\begin{aligned} \max(0, G_i - g_i) &= d_i^+ \\ \max(0, g_i - G_i) &= d_i^- \end{aligned}$$

این فرمول ها به ما این امکان را می دهند تا با در نظر گرفتن اهداف متعدد و قیود مختلف، بهترین راه حل ممکن را برای مسائل بهینه سازی پیدا کنیم.

روش پیشنهادی برای انتخاب تأمین کننده

مدل ارائه شده در این پژوهش از ترکیب تکنیک‌های QFD، SWARA و GP برای تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کنندگان به منظور برآورده شدن خواسته‌های کیفی مشتریان، مطابق مراحل زیر دنبال می‌شود:

- (۱) فرایند پیشنهادی با شناسایی خواسته‌های کیفی مشتریان آغاز می‌شود.
- (۲) در مرحله دوم، تیم بخش خرید معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را توسعه می‌دهد. معیارهایی ارزیابی مورد نیاز به طور مستقیم با در نظر گرفتن خواسته‌های کیفی مشتریان به دست می‌آیند.
- (۳) بردار ستون وزن‌دهی اهمیت خواسته‌های کیفی مشتریان، مکانی برای ثبت اهمیت وزن نسبی هر الزام است. در این پژوهش، از فرایند SWARA برای انجام این کار استفاده می‌شود.
- (۴) یک ماتریس رابطه مرکزی برای تعیین درجه ارتباط بین هر زوج الزام و معیار ارزیابی تأمین کننده متناظر برای فرایند QFD باید ایجاد شود. این ماتریس باید با تلفیق دانش تخصصی عرضه شده توسط تیم بخش خرید ساخته شود. در ماتریس رابطه مرکزی، یک مقیاس ۱، ۵، ۹ که به ترتیب یک رابطه ضعیف، متوسط و قوی را نشان می‌دهد در هر سلول استفاده می‌شود و نشان می‌دهد که معیار ارزیابی تأمین کننده به چه میزان به برآورد الزام مربوطه کمک می‌کند.
- (۵) درجه اهمیت هر معیار تأمین کننده از جمع ستون وزن‌دهی اهمیت هر الزام ضرب در مقدار رابطه کمی معیار ارزیابی تأمین کننده متناظر در ماتریس رابطه مرکزی، محاسبه می‌شود. به این صورت که اگر n معیار ارزیابی تأمین کننده جهت رفع m الزام مدنظر در نظر گرفته شود، درجه اهمیت هر معیار تأمین کننده توسط رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$w_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} C_i \quad (4)$$

به طوری که:

- w_j : وزن مربوط به معیار ارزیابی برای تأمین کننده j -ام ($j = 1, 2, \dots, n$) است.
- R_{ij} : مقدار رابطه کمی بین الزام i -ام (برای تأمین کنندگان) و معیار ارزیابی تأمین کننده j -ام در ماتریس رابطه مرکزی است.
- C_i : اهمیت وزنی الزام i -ام ($i = 1, 2, \dots, m$) است.

سپس درجه اهمیت هر معیار تأمین کننده بر مجموع وزن معیارهای تأمین کننده تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شده تا وزن نرمال هر معیار انتخاب تأمین کننده تعیین شود. فرایند نرمال سازی برای هر تأمین کننده در زیر نشان داده شده است:

وزن نرمال معیار ارزیابی j -امین تأمین کننده:

$$w_j = W_{jN} = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \times 100 \quad (5)$$

- (۶) با لیست کردن معیارهای تأمین کننده به همراه وزن ارزیابی متناظر که در واقع وزن نرمال شده استفاده شده در رابطه (۵) است، مدل انتخاب تأمین کننده ساخته می شود.
- (۷) برای هر معیار تأمین کننده، تیم بخش خرید با استفاده از تکنیک SWARA مقایسات زوج از تأمین کنندگان کاندید را برای نشان دادن میزان رضایت بخشی بیشتر یک تأمین کننده از دیگری، انجام می دهند. داده های مقایسات زوج به وسیله SWARA تجزیه و تحلیل شده و امتیاز ارزیابی هر تأمین کننده نسبت به هر یک از معیارهای تأمین کننده محاسبه می شود.
- (۸) برای انتخاب تأمین کننده مناسب توسط تصمیم گیر، یک امتیاز کلی برای هر یک از تأمین کننده های کاندید با استفاده از رابطه (۶) محاسبه می شود:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_{jN} e_{ij} \quad (6)$$

به طوری که:

S_j : امتیاز کلی برای تأمین کننده j -ام کاندید ($j = 1, 2, \dots, n$).
 w_{jN} : وزن نرمال شده از معیار تأمین کننده j -ام که از رابطه (۶) به دست می آید.
 e_{ij} : امتیاز ارزیابی تأمین کننده j -ام کاندید برای i -امین معیار تأمین کننده که توسط فرایند SWARA محاسبه شده است.

در صورت عدم محدودیت، تأمین کننده با بیشترین نمره در S_j را انتخاب کرده و تمام تقاضا را از این تأمین کننده خریداری کنید و متوقف شوید. به عبارت دیگر، امتیاز کلی بیشتر برای تأمین کننده کاندید به معنی این است که او در مجموع در برآورد معیارهای تأمین کننده رضایت بخش تر عمل نموده است و در نتیجه به تأمین کنندگان مطابق خواسته های کیفی مشتریان کلی کمک می کند.

در صورت وجود محدودیت‌هایی مانند ظرفیت تأمین‌کننده، کیفیت، هزینه، تعداد تأمین‌کنندگان و غیره، امتیازات تأمین‌کننده به‌عنوان ضرایب یک تابع هدف در برنامه‌ریزی ریاضی برای تخصیص مقدار سفارش به تأمین‌کنندگان و دستیابی به تمامی اهداف به کار برده می‌شوند. فرمول‌بندی مسئله GP برای انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین تولید در زیر به صورت مرحله به مرحله نشان داده شده است.

۹) مدل برنامه‌ریزی آرمانی

در این مدل، شرایطی مانند ظرفیت تأمین‌کنندگان، کیفیت و تقاضا در نظر گرفته می‌شود و از امتیاز تأمین‌کنندگان به‌عنوان ضرایب توابع چندهدفه در برنامه‌ریزی هدف استفاده می‌شود تا مقادیر سفارش به مطلوب‌ترین و کمترین تعداد تأمین‌کننده (های) با نسبت تقسیم‌بندی مرتبط از سفارش‌ها تخصیص داده شود، به‌طوری‌که ارزش کل خرید (TVP) به‌عنوان اولین اولویت بیشینه، هزینه کل خرید (TCP) به‌عنوان دومین اولویت کمینه شود. توابع هدف و محدودیت‌های برنامه‌ریزی هدف به صورت زیر تعریف می‌شوند:

علائم:

r_j : وزن تأمین‌کننده j -ام کاندید $(S_j/100)$

Q_j : حجم سفارش برای تأمین‌کننده j -ام.

V_j : ظرفیت تولید تأمین‌کننده j -ام.

C_j : درصد عیب تأمین‌کننده j -ام.

C : حداکثر نرخ قابل قبول خرابی خریدار.

T_{pc} : تقاضای مشتری برای قطعه C یا محصول p .

TVP : ارزش کل خرید.

TCP : هزینه کل خرید.

D_j : هزینه خرید واحد تأمین‌کننده j -ام.

R_j : ظرفیت تولید تأمین‌کننده j -ام.

K_{pc} : تعداد کل جایگزین‌های بالقوه برای قطعه C یا محصول p .

توابع هدف

برای یافتن مقدار بهینه سفارش تأمین‌کننده j به‌گونه‌ای که ارزش کل خرید (TVP) بیشینه و هزینه کل خرید (TCP) کمینه شود، مدل چندهدفه به شکل زیر ارائه می‌شود:

➤ ماکزیمم کردن ارزش کل خرید (TVP).

$$\text{Max} \left\{ \sum_{j=1}^{K_{pc}} r_j Q_j \right\} \quad (۷)$$

➤ مینیمم کردن هزینه کل خرید (TCP)،

$$\text{Min} \left\{ \sum_{j=1}^{K_{pc}} D_j Q_j \right\} \quad (۸)$$

بیشینه کردن ارزش کل خرید (TVP) و کمینه کردن هزینه کل خرید (TCP) به نظر می‌رسد در بیشتر موارد با یکدیگر در تناقض باشند. در اینجا، هنگامی که TVP حداکثر می‌شود، Q_j بهینه به دست می‌آید اما حداکثر نیست (بهترین نیست). به همین ترتیب هنگامی که TCP حداقل می‌شود، Q_j بهینه به دقت می‌آید اما حداقل نیست (بهترین نیست).

محدودیت‌ها

➤ محدودیت تقاضا: چون مجموع مقادیر سفارش اختصاص داده شده به j تأمین‌کننده باید مطابق با تقاضای خریدار باشد، می‌توان گفت:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j = T_{pc} \quad (۹)$$

➤ محدودیت ظرفیت: فرض می‌شود تأمین‌کننده j حداکثر V_j واحد محصول را ارائه می‌دهد و مقدار سفارش (Q_j) باید برابر یا کمتر از ظرفیت آن باشد؛ این محدودیت‌ها به شکل زیر بیان می‌شود:

$$Q_j \leq V_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (۱۰)$$

از طرف دیگر، ظرفیت کل تأمین‌کنندگان باید برابر یا بیشتر از تقاضا باشد، بنابراین:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} V_j \geq T_{pc} \quad (۱۱)$$

➤ محدودیت کیفیت: چون C حداکثر نرخ قابل قبول خرابی خریدار است و C_j نرخ خرابی تأمین‌کننده j -ام است؛ محدودیت کیفیت به شکل زیر نشان داده می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j C_j \leq C T_{pc} \quad (۱۲)$$

مدل نهایی

مدل نهایی برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \left\{ \sum_{j=1}^{K_{pc}} r_j Q_j \right\} \\ & \text{Min} \left\{ \sum_{j=1}^{K_{pc}} D_j Q_j \right\} \\ & (۱۳) \quad s. t. \sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j = T_{pc} \quad \text{محدودیت تقاضا} \\ & Q_j \leq V_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{محدودیت ظرفیت} \\ & \sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j c_j \leq CT_{pc} \quad \text{محدودیت کیفیت} \\ & Q_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

یافته‌های پژوهش

شرکت **شیراز پلاست ارم** که با نام تجاری **ارم پلاست**^۱ شناخته می‌شود، در سال ۱۳۹۲ با هدف تولید و تأمین کیسه نایلکس فروشگاهی تجزیه‌پذیر تأسیس گردید. این شرکت در شهرک صنعتی بزرگ شیراز با استفاده از تجهیزات پیشرفته و کادر مجرب به تولید کیسه‌های نایلکس پرداخته و ظرفیت ماهیانه آن ۵۰۰ تن است. تولید این نایلکس‌ها عمدتاً با استفاده از پلی‌اتیلن سنگین (۸۰ درصد) و پلی‌اتیلن سبک (۲۰ درصد) انجام می‌شود. پس از مشورت با خبرگان، پنج پتروشیمی به عنوان تأمین‌کننده‌های اصلی پلی‌اتیلن سنگین انتخاب شدند: پتروشیمی امیرکبیر، پتروشیمی آریا سا سول، پتروشیمی بندر امام، پتروشیمی شازند اراک و پتروشیمی لرستان.

برای شناسایی نیازهای کیفی مشتریان، تیم گسترش عملکرد کیفیت شرکت متشکل از مدیرعامل، مدیر مالی، مدیر بازرگانی و مدیر کنترل کیفیت، پس از مشورت و بررسی انتقادات و پیشنهادها، ۸ خواسته کیفی را به عنوان مهم‌ترین نیازهای مشتریان تعیین کرد. معیارهای اساسی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان نیز بر اساس مقاله اونسیم^۲ و همکاران (۲۰۰۴) (Onesime et al, 2004) تعیین و مورد تأیید خبرگان قرار گرفت.

^۱ Eram Plast

^۲ ONESIME

جدول (۲) خواسته های کیفی مشتریان و معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان

ردیف	خواسته های کیفی	معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان
۱	تحمل جنس	تغییرات در حجم محصول
۲	مواد نو	سرعت تحویل
۳	بدون بو باشد	تحویل پایدار
۴	کیفیت رنگ چاپ	میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق)
۵	تعداد در کیلو رعایت شود	فعالیت های (اقدامات) کاهش هزینه
۶	دوخت پذیری محکم	قیمت اولیه کمتر
۷	سایز کیسه	-
۸	فرم و شکل دسته های کیسه یکسان باشد	-

برای شناسایی خواسته های کیفی مشتریان، تیمی متشکل از مدیران مختلف تشکیل و از پرسشنامه سوارا برای رتبه بندی اهمیت خواسته ها استفاده شد. سپس با استفاده از روش سوارا، وزن نهایی هر خواسته کیفی مشخص شد. جدول (۳) وزن نهایی خواسته های کیفی مشتریان را نشان می دهد:

جدول (۳) وزن نهایی هر خواسته ی کیفی (W_j)

رتبه	W_j	خواسته های کیفی مشتریان
۱	۰/۱۸۵	تحمل جنس
۲	۰/۱۷۶	دوخت پذیری محکم
۳	۰/۱۶۸	بدون بو باشد
۴	۰/۱۵۲	کیفیت رنگ چاپ
۵	۰/۱۴۰	مواد نو
۶	۰/۱۳۹	تعداد در کیلو رعایت شود
۷	۰/۱۱۹	سایز کیسه
۸	۰/۱۰۷	فرم و شکل دسته های کیسه یکسان باشد

با توجه به جدول فوق وزن هر یک از خواسته های کیفی مشتریان با استفاده از روش سوارا مشخص است به طوری که «تحمل جنس» پررنگ ترین خواسته و «فرم و شکل دسته های کیسه» یکسان باشد» کم رنگ ترین خواسته هستند، وزن سایر خواسته های کیفی مشتریان نیز قابل مشاهده است.

برای تعیین ارتباط میان خواسته‌های کیفی و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، پرسشنامه QFD طراحی و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. کارشناسان به میزان رابطه هر خواسته با معیارها به صورت قضاوت‌های زبانی در طیف سه‌گانه (ضعیف، متوسط، قوی) امتیاز دادند. این قضاوت‌ها به منظور محاسبه R_{ij} استفاده شدند که نمایانگر رابطه و تأثیر هر معیار بر هر خواسته است. سپس با جمع نظرات و میانگین‌گیری از داده‌های خبرگان، ماتریس ارتباطات خانه کیفیت تهیه شد که در آن روابط بین معیارها و خواسته‌های کیفی شناسایی و تحلیل شد. در این ماتریس، ارتباط میان خواسته‌های کیفی مشتریان و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان با استفاده از مقادیر عددی مشخص گردید. جدول (۴) و توضیحات به‌طور مختصر نحوه تعیین و نرمال‌سازی وزن معیارها را با تأکید بر نتایج مهم‌ترین معیار نشان می‌دهد. طبق داده‌های این جدول **میزان تطابق با استانداردها** به عنوان مهم‌ترین معیار انتخاب تأمین‌کننده شناخته شده و دارای بالاترین وزن نرمال است. همچنین، وزن نهایی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش سوارا محاسبه شده و پس از تعیین وزن نرمال معیارها، ارزیابی کلی از تأمین‌کنندگان انجام شد.

برای ارزیابی تأمین‌کنندگان و تعیین وزن نهایی آنها، ابتدا با استفاده از روش سوارا، اهمیت معیارها و تأمین‌کنندگان به ترتیب زیر محاسبه شد:

۱. **مهم‌ترین معیار:** میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق) به عنوان مهم‌ترین معیار برای انتخاب تأمین‌کنندگان شناخته شد.

۲. **وزن نهایی تأمین‌کنندگان:** با استفاده از پرسشنامه سوارا و ارزیابی نظرات خبرگان، وزن نهایی تأمین‌کنندگان نسبت به هر معیار به دست آمد. نتایج در جدول (۵) آورده شده است.

جدول (۴) تحلیل نیازهای کیفی و وزن معیارهای تأمین‌کنندگان

خواسته‌های کیفی مشتریان / معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان	تغییرات حجم محصول	سرعت تحویل	تحویل پایدار	میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق)	فعالیت‌های (اقدامات) کاهش هزینه	قیمت اولیه کمتر	وزن خواسته‌های کیفی مشتریان (سوارا)
تحمل جنس		۵	۷/۶۷	۹	۹	۹	۰/۱۸۵

مواد نو	۶/۳۳	۴	۷	۹	۹	۹	۰/۱۳۹
بدون بو باشد		۵	۷/۶۷	۹	۶/۳۳	۷/۶۷	۰/۰۱۶۸
کیفیت رنگ چاپ	۵	۷/۶۷		۹	۷/۶۷	۶/۳۳	۰/۱۵۲
تعداد در کیلو رعایت شود		۷		۷/۶۷	۷	۳	۰/۱۴۰
دوخت پذیری محکم		۳	۵	۹	۹	۹	۰/۱۷۶
سایز کیسه		۵		۷/۶۷	۵	۵	۰/۱۱۹
فرم و شکل دسته های کیسه یکسان باشد		۳		۷/۶۷	۵	۵	۰/۱۰۷
وزن معیارها (نیازهای فنی)	۱/۶۳۵	۴/۹۴۱	۴/۵۵۰	۸/۴۳۹	۷/۶۹۶	۷/۱۵۷	۳۴/۴۱۸
وزن نرمال معیارها (نیازهای فنی)	۴/۷۵۱	۱۴/۳۵۵	۱۳/۲۲۰	۲۴/۵۲۰	۲۲/۳۶۱	۲۰/۴۹۴	۱۰۰
رتبه معیارها	۶	۴	۵	۱	۲	۳	

جدول (۵) وزن نهایی تأمین کنندگان نسبت به معیارها با استفاده از روش سوارا

تأمین کنندگان	تغییرات در حجم محصول	سرعت تحویل	تحویل پایدار	تطابق با استانداردها	فعالیت های کاهش هزینه	قیمت اولیه کمتر	(R) امتیاز کلی	(r) وزن نهایی	رتبه
پتروشیمی بندر امام	۰/۱۷۵	۰/۲۲۷	۰/۲۲۲	۰/۲۳۷	۰/۲۲۰	۰/۲۱۲	۲۱/۷۹۲	۰/۲۱۸	۱
پتروشیمی امیرکبیر	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۲۲۹	۰/۱۷۲	۰/۲۳۳	۰/۲۱۸	۲۱/۷۴۲	۰/۲۱۷	۲
پتروشیمی آریا ساسول	۰/۱۹۷	۰/۲۲۰	۰/۱۷۶	۰/۲۲۱	۰/۱۸۶	۰/۱۹۹	۱۸/۹۷۸	۰/۱۹۰	۳
پتروشیمی سازند اراک	۰/۲۱۳	۰/۱۶۶	۰/۲۰۰	۰/۱۷۱	۰/۱۹۵	۰/۱۹۳	۱۸/۶۰۵	۰/۱۸۶	۴

۵	۰/۱۸۵	۱۸/۵۲۷	۰/۱۷۸	۰/۱۶۳	۰/۱۹۹	۰/۱۷۳	۰/۲۰۲	۰/۲۳۰	پتروشیمی لرستان
---	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------------

بر اساس این ارزیابی، پتروشیمی بندر امام بهترین گزینه برای تأمین مواد اولیه است و سایر تأمین کنندگان به ترتیب رتبه بندی شدند.

ارائه مدل برنامه ریزی آرمانی جهت تعیین میزان سفارش به هر تأمین کننده

مدل برنامه ریزی آرمانی برای تعیین مقدار سفارش به تأمین کنندگان به گونه ای طراحی شده است که هم به ظرفیت تأمین کنندگان و هم به کیفیت و تقاضا توجه کند. هدف این مدل، تخصیص سفارش ها به تأمین کنندگان با هدف حداکثر کردن ارزش کل خرید و حداقل کردن هزینه کل خرید است. جدول (۶) اطلاعات مربوط به تأمین کنندگان، شامل وزن تأمین کننده ها، ظرفیت تأمین، نرخ خرابی، هزینه خرید هر تن و میزان تقاضای شرکت را نمایش می دهد.

جدول (۶) اطلاعات عرضه و تقاضای شرکت

تأمین کننده	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی آریا ساسول	پتروشیمی بندر امام	پتروشیمی شازند اراک	پتروشیمی لرستان
وزن تأمین کننده ها با استفاده از رویکرد (SWARA_QFD) (از خرید از هر تأمین کننده)	۰/۲۱۷	۰/۱۹۰	۰/۲۱۸	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵
ظرفیت تأمین (هزار تن ماهیانه)	۱۱/۷	۳۱/۳	۱۲/۵	۷/۱	۱۲/۵
نرخ (میزان) خرابی (نقص / عیب) % (D)	۱/۱	۱/۵	۱	۱/۸	۲
هزینه خرید هر تن (صد هزار ریال)	۳۰۵۳	۳۲۴۶	۳۲۴۶	۳۰۵۳	۳۱۲۸
میزان تقاضای شرکت (هزار تن ماهیانه)	۰/۲۴				
حداکثر میزان نقص قابل قبول توسط شرکت %	۱				

مدل برنامه ریزی آرمانی با استفاده از داده های فوق و با نرم افزار لینگو ۲۰ به صورت زیر حل شد:

- تابع هدف اول: حداکثر کردن ارزش کل خرید
- تابع هدف دوم: حداقل کردن هزینه کل خرید
- محدودیت ها: شامل کیفیت، تقاضا، ظرفیت تأمین کننده ها و نامنفی بودن متغیرها

با حل مدل برنامه ریزی آرمانی، میزان سفارش برای هر تأمین کننده و میزان انحراف از آرمان ها در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول (۷) مقدار سفارش برای هر تأمین کننده و میزان انحراف از آرمان ها

مقدار تخصیص داده شده	تأمین کننده (پتروشیمی)
۰	پتروشیمی امیرکبیر
۰	پتروشیمی آریا ساسول
۰/۲۴	پتروشیمی بندر امام
۰	پتروشیمی شازند اراک
۰	پتروشیمی لرستان
۴۶/۰۴	جواب بهینه
۰	dn1
۰/۰۰۷	dp1
۰	dn2
۴۶/۰۴	dp2

بنابر نتایج جدول فوق شرکت بایستی تمام تقاضای خود را از پتروشیمی بندر امام تأمین نماید، همچنین میزان انحراف مثبت از آرمان اول (dp1) و انحراف مثبت از آرمان دوم (dp2) مثبت شده است که بیانگر این است که انحراف مثبت آرمان اول، به عنوان انحراف مطلوب، مقدار گرفته و تغییر کرده است و همچنین انحراف مثبت آرمان دوم، به عنوان انحراف مطلوب، مقدار گرفته و تغییر نموده است، همچنین میزان انحراف از آرمان ها برابر با ۴۶,۰۴ است (نشان دهنده این است که برخی آرمان ها برآورده نشده اند).

میزان انحراف مثبت (انحراف مطلوب) از آرمان اول و دوم (حداقل هزینه ی کل خرید) به ترتیب ۰,۰۰۷ و ۴۶,۰۴ است که بیانگر این است که مدل آرمانی حداکثر به میزان ۰,۰۰۷ واحد اجازه کاهش ارزش خرید در محصول را به شرکت می دهد (به عبارتی می توان گفت این مقدار ارزش خرید در نظر نگرفته شده برای شرکت بلااستفاده باقی می ماند) و ۴۶,۰۵ واحد اجازه افزایش هزینه برای خرید محصول را به شرکت می دهد (به عبارتی می توان گفت این مقدار هزینه مصرف نشده برای شرکت بدون استفاده باقی می ماند).

عدم تغییر در انحراف نامطلوب آرمان اول و دوم ($dn1.dn2$) شان می‌دهد که نیازهای کیفی و ایده‌آل‌های شرکت به‌خوبی برآورده شده است. به‌طور کلی، تخصیص سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان به‌گونه‌ای انجام شده که مطابق با ترجیحات تصمیم‌گیرنده باشد و به تأمین خواسته‌های کیفی مشتریان و افزایش رضایت و سودآوری شرکت منجر شده است.

تحلیل حساسیت

یکی از راهکارهای اعتبارسنجی مدل‌ها و به‌خصوص مدل‌های تحقیق در عملیات را می‌توان بهره‌گیری از روش تحلیل حساسیت در نظر گرفت. این موضوع به‌وضوح در مرجع اسمیت و همکاران (Smith et al., 2008) تشریح شده است؛ بنابراین با توجه به نوع ساختار مدل برر سی شده، در پژوهش پیش رو از روش تحلیل حساسیت برای برر سی اعتبار مدل استفاده شده است. در تحلیل حساسیت، هدف تعیین حساسیت نسبت به پارامترهای تعریف شده در مدل ریاضی است. پارامترهای تغییر دانی در بازه‌ی مدنظر تغییر داده می‌شوند تا میزان حساسیت آنها بررسی شود.

حذف تأمین‌کننده سوم (پتروشیمی بندر امام)

در این حالت مسئله نشدنی گردید.

تغییر در مقادیر سمت راست

با تغییرات اعمال شده در مقادیر سمت راست جواب‌های مدل به‌صورت جدول ۸ تعیین گردید.
جدول (۸) مقدار سفارش برای هر تأمین‌کننده و میزان انحراف از آرمان‌ها در صورت تغییر در مقادیر سمت راست

تأمین‌کننده (پتروشیمی)	مدل اصلی	دو برابر شدن مقادیر سمت راست	نصف شدن مقادیر سمت راست	۱۰٪ افزایش در مقادیر سمت راست	۱۰٪ افزایش در مقادیر سمت راست	۱۰٪ کاهش در مقادیر سمت راست	۳۰٪ کاهش در مقادیر سمت راست
پتروشیمی امیرکبیر	۰	۰	مسئله نشدنی	۰/۳۴	۰/۴۴	مسئله نشدنی	مسئله نشدنی
پتروشیمی آریا	۰	۰/۴۷۹	۰	۰	۰	۰	۰
ساسول	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

		.	.		.	۰/۲۴	پتروشیمی بندر امام
		.	.		.	.	پتروشیمی شازند اراک
		.	.		۰,۰۰۰۷	۰	پتروشیمی لرستان
		۵۶۴/۲۶۹۵	۲۵۸/۹۹۱۲		.	۴۶/۰۴	جواب بهینه
		۰/۱۴۹۵۲	۰/۰۷۱۲		.	.	dn1
		.	.		۰,۰۰۱۲	۰/۰۰۷	dp1
		.	.		.	.	dn2
		۵۶۴/۱۲	۲۵۸/۹۲		.	۴۶/۰۴	dp2

تغییر در عرضه و تقاضا برای Q5 و Q4، Q3، Q2، Q1

با تغییر در عرضه و تقاضا برای Q1، Q2، Q3، Q4 و Q5 نتایج زیر حاصل شد:

جدول (۹) مقدار سفارش برای هر تأمین کننده و میزان انحراف از آرمان ها در صورت تغییر در

عرضه و تقاضا برای Q1، Q2، Q3، Q4 و Q5

تأمین کننده (پتروشیمی)	مدل اصلی	۱٪ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q1	۱٪ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q1	۱٪ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q2	۱٪ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q2	۱٪ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q3	۱٪ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q3	۱٪ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q4	۱٪ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q4	۱٪ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q5	۱٪ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q5
پتروشیمی امیرکبیر	.	.	۰/۰۵۲	.	.	مسئله نشدنی	۰/۱۳۹۱	.	.	.	.
پتروشیمی آریا ساسول	.	.	.	.	۰/۰۴۵	.	.	.	.	.	۰/۰۷۷
پتروشیمی بندر امام	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۱۲۳۲	۰/۲۴	۰/۱۴۹۱	.	۰/۰۵۷	۰/۲۴	۰/۱۸۴۵	۰/۲۴	۰/۱۲۳۸
پتروشیمی شازند اراک	.	.	۰/۰۶۵	.	.	.	.	.	۰/۰۵۵۵	.	.

پتروشیمی لرستان	.	.	.	.	۰/۰۴۴	.	۰/۰۴۸	.	.	۰/۰۳۸۷
جواب بهینه	۴۶/۰۴	۰/۰۴	.	.	۰/۰۴	.	.	.	۰/۰۴	.
dn1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
dp1	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۳۲	.	۰/۰۰۷۳۲	.	.	۰/۰۰۷۳۲	.	۰/۰۰۷۳۲	.
dn2	.	.	.	۳۱/۹۳	.	۵/۳۳	.	.	.	۴/۵۳۴
dp2	۴۶/۰۴	۰/۰۴	۲۲/۵۱	۰/۰۴	.	.	۰/۰۴	.	۰/۰۴	.

برای نتیجه‌گیری کلی از تحلیل حساسیت‌های فوق می‌توان گفت که پتروشیمی بندر امام در اغلب مواقع به‌عنوان تأمین‌کننده مشخص گردیده است، در نتیجه شرکت می‌تواند روی این تأمین‌کننده به‌عنوان یک تأمین‌کننده پایدار حساب کند. همچنین مشاهده می‌شود که در اکثر موارد هر دو آرمان یا یکی از آرمان‌ها محقق نشده‌اند و در برخی موارد هر دو محقق شده‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سازمان‌های تولیدی و خدماتی برای ارتقاء کیفیت محصولات و خدمات خود به تأمین‌کنندگان با سطح کیفیت برتر وابسته‌اند. تحقیق حاضر مدلی مؤثر و کاربردی برای انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ارائه کرده است که با بهره‌گیری از روش‌های QFD و SWARA، توانسته به‌خوبی نیازها و خواسته‌های مشتریان را مدنظر قرار دهد. این مدل به دلیل توانایی شنیدن «صدای مشتری» و ارائه نتایج به‌صورت ساده و قابل‌فهم، به شرکت‌ها کمک می‌کند تا به‌طور مؤثری تأمین‌کنندگان را انتخاب کنند و به بهبود کیفیت محصولات خود بپردازند. با افزایش چشمگیر رقابت‌پذیری در سطوح مختلف بازارهای بین‌المللی، به‌صورت موازی کوشش سازمان‌ها به‌منظور بقا در بازارها نیز افزایش پیدا کرده است. این موضوع لازمه داشتن مدیریت زنجیره تأمین را بیش از هر زمانی مهم جلوه داده است. از طرف دیگر انتخاب تأمین‌کننده مناسب به‌صورت رویکردی استراتژیک و حیاتی در این بخش محسوب می‌شود و ایجاد ارتباط پایدار و طولانی با آنها نقش حائز اهمیتی دارد. این رابطه هم برای تأمین‌کننده و هم برای تولیدکننده فرصتی را در راستای بهبود عملیات ایجاد می‌نماید. در جهت ارزیابی موضوع ذکر شده، انتخاب تأمین‌کننده بیش از هر زمانی مهم بوده است که در این تحقیق نیز به همین منظور مورد بررسی قرار گرفت. برای این امر، شرکت‌های پتروشیمی که به‌منظور شناسایی خواسته‌های کیفی مشتریان شرکت شیراز پلاست ارم از محصول مورد نیاز آنها واجدالشرایط بوده‌اند، ارزیابی و مشخص شدند. ضمناً خواسته‌های کیفی مورد نظر مشتری در این تحقیق بر روی محصول «پلی‌اتیلن سنگین» ارزیابی گردید. این خواسته‌ها همان‌گونه که در جدول دو نیز نشان داده شد، شامل هشت خواسته کیفی بوده است. بر اساس نتایج حاصل از به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری سوارا مشخص شد که به ترتیب

خواسته‌های کیفی «تحمل جنس» و «دوخت پذیری محکم» با میزان اهمیت ۰/۱۸۵ و ۰/۱۷۶ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر نتایج حاصل از روش گسترش عملکرد کیفیت به منظور سنجش اهمیت معیارهای انتخاب تأمین کنندگان مشخص نمود که معیارهای «میزان تطابق با استانداردها» و «فعالیت‌های کاهش هزینه» به ترتیب بیشترین سهم را در انتخاب تأمین کنندگان که در این پژوهش شامل پنج پتروشیمی بوده است را دارا هستند. همچنین نتایج ارزیابی هر یک پتروشیمی‌ها در ارتباط با معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان نشان داد که پتروشیمی بندر امام با مقدار اهمیت ۰/۲۱۸ در اولویت اول و پتروشیمی امیرکبیر و پتروشیمی آریا ساسول با مقادیر ۰/۲۱۷ و ۰/۱۹۰ به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار گرفتند. همچنین نتایج مربوط به حل مدل چندهدفه برنامه ریزی آرمانی نشان داد که تنها مقدار ۰/۲۴ از حجم سفارش به وسیله پتروشیمی بندر امام قابل وصول است. هر تحقیقی در حین انجام با محدودیت‌هایی روبرو است که این تحقیق نیز در این میان با محدودیت‌های متعددی مواجه بوده است. عدم همکاری کافی از سمت برخی کارشناسان به علت عدم توجه به رویکردهای نوین و همچنین بسنده کردن به روش‌های سنتی یکی از محدودیت‌های ذکر شده بوده است. همچنین عدم آشنایی مدیران سازمان‌ها با مفاهیم گسترش عملکرد کیفیت و عدم تجربه کارشناسان در پیاده‌سازی آن از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر است. از آنجاکه محصول مورد نظر برای ارزیابی خواسته‌های کیفی پلی اتیلن سنگین بوده است، پیشنهاد می‌گردد که تأمین کنندگان ویژگی‌های شیمیایی این محصول را به صورت منطقی کنترل نمایند تا بتواند تأثیر مثبت و قابل قبولی را برای محصول ارسالی به دنبال داشته باشد. کنترل این عامل می‌تواند در قیمت نهایی محصول تمام شده و بازارپسندی آن نقش مؤثری داشته باشد. ایجاد بستری مناسب در حوزه فناوری می‌تواند برای کلیه افراد مشمول زنجیره تأمین مفید واقع شود. مهیا بودن این بستر باعث می‌گردد تا هم تأمین کننده و هم شرکت تولیدی در هنگام دریافت محصول بتوانند مدیریت بهینه زمان داشته باشند. اعتبار و سابقه تأمین کننده نیز می‌تواند در انتخاب تأمین کننده مورد ارزیابی قرار گیرد. لحاظ نمودن این مؤلفه می‌تواند نهایتاً رضایتمندی مصرف کننده و وفاداری آنها را در افق زمانی درازمدت تضمین نماید. برای گسترش و بهبود استفاده از این مدل، پیشنهاد می‌شود که شرکت‌ها به جای استفاده از قضاوت‌های شهودی، از نتایج این تحقیق برای انتخاب تأمین کنندگان به صورت سیستماتیک و علمی بهره‌برداری کنند. همچنین، ترکیب این مدل با سایر روش‌های اولویت‌بندی و تحلیل، مانند AHP و مدل‌های فازی، می‌تواند دقت و کارایی آن را افزایش دهد. توسعه مدل‌های جامع و بررسی ارتباطات بین معیارها و خواسته‌های کیفی نیز می‌تواند به بهبود فرآیند انتخاب تأمین کنندگان کمک کند. در نهایت، توصیه می‌شود که مدل‌های توسعه یافته با توجه به اطلاعات و محدودیت‌های خاص هر سازمان به‌روزرسانی شوند و در صنایع و شرکت‌های دیگر نیز به کار گرفته شوند تا نتایج گسترده‌تری حاصل گردد. استفاده از چندین رویکرد و مقایسه نتایج می‌تواند به تجزیه و تحلیل جامع‌تری از تأمین کنندگان منجر شود.

References:

- Agarwal, R., Agrawal, A., Kumar, N., Ray, S., & Voumik, L. C. (2023). Selection of a Sustainable Supplier by Using a Fuzzy MCDM Mathematical Modelling.
- Aghajani, H. A., Samadi-Miyarklai, H., Samadi-Miarklai, H., & Sohanian, M. (2018). Evaluation and ranking of suppliers in the supply chain using trapezoidal fuzzy multi-criteria decision-making systems. *Quarterly magazine of strategic management in industrial systems (former industrial management)*, 13(45), 49-64. [In persian]
- Akao, Y. (1997). QFD: Past, present, and future. International symposium on QFD,
- Alimohammadlou, M., & Bonyani, A. (2020). A decision framework for supplier selection under a fuzzy environment. *Modern Research in Decision Making*, 5(4), 119-143.
- Amani, H., Nurang, A., & Jahanshahi, H. (2013). Development of a supplier selection model using the fuzzy multi-criteria decision making technique with the assumption of criteria dependence. *Iranian Journal of Supply Chain Management*, 15(41), 60-69. [In persian]
- Asgharizadeh, E., Ahmadi, S., Behroz, R., & hosseini Ghoghani, A. (2015). Rankings the Suppliers Using SMADM : Martel and Zaras method (Alborz Production Group). *Business research paper*, 19(74), 115-141. [In persian]
- Babbar, C., & Amin, S. H. (2018). A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry. *Expert Systems with Applications*, 92, 27-38.
- Büyüközkan, G., & Güleriyüz, S. (2015). Extending fuzzy QFD methodology with GDM approaches: An application for IT planning in collaborative product development. *International Journal of Fuzzy Systems*, 17, 544-558.
- Charnes, A., & Cooper, W. W. (1955). Management models and industrial applications of linear programming. *Management science*, 4(1), 38-91.
- Chen, Z., Ming, X., Zhou, T., & Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty: An integrated rough-fuzzy approach. *Applied Soft Computing*, 87, 106004.
- Chowdhury, M. M. H., & Quaddus, M. A. (2015). A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: The case of garment industry of Bangladesh. *Omega*, 57, 5-21.
- Davoudabadi, R., Mousavi, S. M., & Sharifi, E. (2020). An integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem. *Journal of Computational Science*, 40, 101074.

- Duan, L., & Ventura, J. A. (2019). A dynamic supplier selection and inventory management model for a serial supply chain with a novel supplier price break scheme and flexible time periods. *European journal of operational research*, 272(3), 979-998.
- Dursun, M., & Karsak, E. E. (2013). A QFD-based fuzzy MCDM approach for supplier selection. *Applied Mathematical Modelling*, 37(8), 5864-5875.
- Ebrahimi, A. (2023). Identifying and ranking hospital suppliers and choosing the right supplier in supply chain management. *Quarterly Scientific Journal of Rescue and Relief*, 15(2), 153-161.
- Ecer, F. (2022). Multi-criteria decision making for green supplier selection using interval type-2 fuzzy AHP: a case study of a home appliance manufacturer. *Operational Research*, 22(1), 199-233.
- Ejali, M., & Ghasemian Sahibi, A. (2015). Prioritizing implementation obstacles of comprehensive quality management in the gas industry using the gradual weighting evaluation ratio analysis approach. *Scientific Quarterly Journal of Standard and Quality Management*, 6(Scientific Quarterly Journal of Standard and Quality Management), 60-69.
- Garfamy, R. M. (2006). A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. *Journal of enterprise information management*, 19(6), 662-678.
- Handfield, R. B., Ragatz, G. L., Petersen, K. J., & Monczka, R. M. (1999). Involving suppliers in new product development. *California management review*, 42(1), 59-82.
- Ignizio, J. P. (1976). Goal programming and extensions. (No Title).
- Ijiri, Y. (1965). *Management goals and accounting for control* (Vol. 3). North Holland Publishing Company.
- Izadikhah, M., & Farzipoor Saen, R. (2020). Ranking sustainable suppliers by context-dependent data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 293(2), 607-637.
- Jamasbi, N., Olfat, L., Amiri, M., & Pishvae, M. S. (2022). Presenting a Model for Evaluation and Selection of Sustainable Third Party Logistics Service Providers in the supply chain Based on the Combined Approach of Fuzzy Analytical Hierarchy and Cocoso Technique (case study: dairy industry). *Quarterly Journal of Iranian Management Sciences Association*, 17(68), 45-74. [In persian]
- Kabgani, M. H., & Shahbandarzada, H. (2019). Quantitative analysis of supplier selection criteria in resilient supply chain using multi-criteria decision making techniques. *Business research paper*, 23, 115-140. [In persian]
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- Lee, S. M. (1972). Goal programming for decision analysis. (No Title).

- Mohammadi, A., Sahrakar, M., & Yazdani, H. (2011). Investigating the impact of information technology on the capabilities and performance of the supply chain of dairy companies in Fars province: a multi-case study. *Information technology management*, 3(8), 151. [In persian]
- Onesime, O. C. T., Xu, X., & Zhan, D. (2004). A decision support system for supplier selection process. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 3(03), 453-470.
- Sahebi, Z., Mottaghi, H., & Shojaee, M. (2015). Utilizing Integrated Fuzzy-QFD and TOPSIS Approach in Supplier Selection. *Research in production and operations management*, 6(2), 21-40. [In persian]
- Salehi, S., Taghavifard, M. T., Abbaspour esfeden, G., & Abootorab, A. (2022). Development of Multi-Objective Supply Chain Model with Stochastic Demand: An Optimization Approach Based on Simulation and Scenario Development. *Industrial management studies*, 66(20), 199-250. [In persian]
- Shahbandarzadeh, H., & Pikam, A. (2015). Using the weighted fuzzy multi-objective planning model in order to determine the optimal purchase amount from suppliers. *The perspective of industrial management*, 5(2), 129-159. [In persian]
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and cases*. McGraw-hill New York. <https://books.google.com/books?id=SYKYU06odPgC>
- Simić, D., Kovačević, I., Svirčević, V., & Simić, S. (2017). 50 years of fuzzy set theory and models for supplier assessment and selection: A literature review. *Journal of Applied Logic*, 24, 85-96.
- Smith, E. D., Szidarovszky, F., Karnavas, W. J., & Bahill, A. T. (2008). Sensitivity analysis, a powerful system validation technique. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 2(1).
- Talluri, S., & Narasimhan, R. (2004). A methodology for strategic sourcing. *European journal of operational research*, 154(1), 236-250.
- Tamjidi, A., & Mehri Cherude, M. (2021). Supply chain strategies (SCM) to achieve short-term and long-term goals in management. *Accounting and economics in Iran*. <https://civilica.com/doc/1275516/>. [In persian]
- Tavaklian, M., Ershadi, M. J., & Azizi, A. (2020). Modeling the problem of selecting and assigning orders to suppliers based on ideal planning and the combined approach of QFD and ANP. *New researches in mathematics*, 6(26), 61-79. [In persian]
- Vahidi, F., Torabi, S. A., & Ramezankhani, M. (2018). Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1351-1365.
- Yaqoubi, A., & Amiri, M. (2016). *Evaluation and selection of suppliers in sustainable supply chain management using the combined technique of confirmatory factor analysis and the analytical network process (ANP)*

-
- (Case study: *Aria Farcolor Printing*) First National Conference on Quantitative Models and Techniques in Management. [In persian]
Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728-3740.
-

COPYRIGHTS

© 2023 by the authors. Licensee Advances in Finance and Investment Journal. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

