

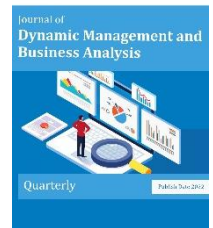


Journal Website

Article history:
Received 28 May 2025
Revised 23 August 2025
Accepted 31 August 2025
Published online 04 October 2025

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 5, Issue 1, pp 1-24



E-ISSN: 3041-8933

Designing a Hybrid Model Based on Data Envelopment Analysis and Multi-Criteria Customer Satisfaction Analysis for Evaluating Production Lines (Case Study: Kaveh Glass Industrial Group)

Maria. Aliyari¹, Mahmoud. Modiri^{1*}, Kaveh. Khalili-Damghani², Kiamars. Fathi Hafshejani¹

¹ Department of Industrial Management, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Department of Industrial Engineering, ST.C., Islamic Azad university, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: ma.modiri@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Aliyari, M., Modiri, M., Khalili-Damghani, K., & Fathi Hafshejani, K. (2026). Designing a Hybrid Model Based on Data Envelopment Analysis and Multi-Criteria Customer Satisfaction Analysis for Evaluating Production Lines (Case Study: Kaveh Glass Industrial Group). *Dynamic Management and Business Analysis*, 5(1), 1-24.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.236>



© 2026 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: This study aims to design and propose a hybrid model integrating Data Envelopment Analysis (DEA) and Multi-Criteria Customer Satisfaction Analysis (MUSA) to evaluate the efficiency of production lines at the Kaveh Glass Industrial Group.

Methodology: The research adopted an exploratory mixed-method design. In the qualitative phase, semi-structured interviews and the fuzzy Delphi method were used to identify and screen relevant indicators. In the quantitative phase, data were collected from 500 customer questionnaires across four product lines. The analysis employed fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP, MUSA, and a three-stage DEA model, implemented using LINGO 11 software.

Findings: Results revealed that “price” with an effect coefficient of 0.369 was the most influential factor, while “loyalty” with a net effect coefficient of -0.81 was the most affected factor. “Price,” “service quality,” “customer relationship,” and “product quality” acted as causal drivers, whereas “customer complaints” and “loyalty” emerged as dependent outcomes. In terms of efficiency, the third stage achieved the highest efficiency (0.97914), while the second stage showed the lowest. The average customer satisfaction score was calculated at 0.89.

Conclusion: The proposed hybrid DEA/MUSA model demonstrated strong capability in evaluating both efficiency and customer satisfaction simultaneously. The findings highlight the critical role of price, service quality, and customer relationship in enhancing productivity and competitiveness of production lines. This model provides a practical framework for managerial decision-making in similar industrial contexts.

Keywords: Customer satisfaction; Data Envelopment Analysis; Multi-Criteria Analysis; Efficiency; Kaveh Glass Industrial Group

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In the increasingly competitive global market, customer satisfaction has become one of the most critical factors determining organizational survival and long-term success. Customer satisfaction is generally defined as the outcome of comparing the customer's expectations before purchase with the actual performance of the product or service delivered ([Westbrook & Oliver, 2008](#)). Dissatisfied customers often choose not to communicate their concerns to the firm but rather shift to competitors, sharing their negative experiences with potential customers, thereby intensifying competitive pressures ([Hosseini Nasab & Azimi Kohon, 2018](#)). Consequently, accurate measurement and systematic monitoring of customer satisfaction are crucial for businesses to identify improvement areas and maintain a competitive edge ([Delso et al., 2018](#)).

At the same time, the assessment of organizational efficiency and productivity is another important dimension of performance evaluation. Efficiency, understood as the optimal utilization of resources to achieve the maximum possible output, is one of the central concepts in performance management ([Emami Meybodi, 2011](#)). Data Envelopment Analysis (DEA) has emerged as a powerful non-parametric technique for evaluating the relative efficiency of decision-making units (DMUs) using multiple inputs and outputs simultaneously ([Coelli & Prusak, 2005](#)). The versatility and applicability of DEA have led to its adoption across various industries, including healthcare ([Aghasizadeh et al., 2022](#)), banking ([Erdkhadifa & Himmati, 2022](#)), and technology parks ([Nazerian, 2024](#)).

Despite the widespread use of DEA, most traditional applications have focused solely on financial or operational measures of efficiency without incorporating customer-driven indicators. However, as customer orientation and market orientation have become central to competitive advantage ([Robins et al., 2017](#)), scholars have argued for integrating customer satisfaction metrics with efficiency assessment models. Research has shown that the combination of operational efficiency and customer satisfaction offers a more holistic understanding of organizational performance ([Hao et al., 2019](#)). This perspective aligns with earlier models such as the American Customer Satisfaction Index (ACSI), which highlighted the causal relationship between product/service quality, perceived value, customer satisfaction, and loyalty ([Fornell et al., 1996](#)).

Recent developments in DEA modeling have introduced more sophisticated approaches, such as network DEA, two-stage DEA, and fuzzy DEA. These models allow researchers to examine internal structures and intermediate processes rather than treating organizations as "black boxes." For example, fuzzy two-stage DEA has been applied to handle uncertainties in efficiency evaluation ([Kachouei et al., 2022](#)), while robust network DEA has been used to assess mutual funds under uncertainty ([Peykani et al., 2022](#)). Similarly, hybrid models combining DEA with data mining and simulation have demonstrated improved predictive power and practical insights ([Shafiei et al., 2021](#); [Torkashvand et al., 2023](#)).

In the financial domain, DEA has also been integrated with machine learning to detect fraud ([Anari & Yazdi, 2024](#)) and with fuzzy multi-objective approaches to evaluate portfolio performance ([Chen et al., 2021](#); [Mehlawat et al., 2020](#)). These advancements highlight the growing relevance of hybrid DEA models in addressing complex decision-making contexts across industries. On a global scale, hybrid DEA has

also been applied in environmental economics, particularly for allocating emissions abatement in fossil fuel industries (Yeh, 2025).

Against this backdrop, the present study aims to design and implement a hybrid model that integrates network DEA with multi-criteria customer satisfaction analysis (MUSA) for evaluating the production lines of Kaveh Glass Industrial Group. Unlike traditional approaches that focus primarily on operational inputs and outputs, this research incorporates customer-driven indicators such as price perception, product quality, service quality, loyalty, complaints, and relationship quality. By merging DEA and MUSA, the study not only evaluates the efficiency of production lines but also explains how customer satisfaction dimensions interact to influence efficiency outcomes. This approach addresses the gap in previous research, where the customer perspective was often ignored in efficiency models (Rahnavard, 2013; Shoughi et al., 2012).

Therefore, the significance of this research lies in two dimensions. First, it extends the DEA methodology by embedding customer satisfaction metrics, offering a multidimensional performance assessment. Second, it provides practical insights for managers in the glass industry to optimize resource allocation and production processes while simultaneously enhancing customer satisfaction. The alignment with earlier works on efficiency in Iranian manufacturing (Bahremand, 2015) and international advancements in hybrid DEA models further underscores the novelty and applicability of this research.

Methods and Materials

The study adopted a mixed-method exploratory design combining qualitative and quantitative approaches. In the qualitative phase, semi-structured interviews with 21 experts from academia and industry were conducted to identify and validate relevant customer satisfaction indicators. Using the fuzzy Delphi method, a final set of 24 sub-indicators grouped into six main categories—price, service quality, product quality, customer complaints, loyalty, and customer relationship—was established.

In the quantitative phase, data were collected through 500 valid customer questionnaires across four production lines of Kaveh Glass Industrial Group. Three types of questionnaires were used: the first for identifying critical satisfaction factors, the second for examining interrelationships among factors (via fuzzy DEMATEL), and the third for measuring satisfaction levels (applied to customers).

For data analysis, a hybrid model was applied. Fuzzy DEMATEL and ANP were used to determine causal relationships and weights of factors. MUSA was employed to calculate satisfaction scores and importance weights, while a three-stage network DEA was implemented using LINGO 11 software to evaluate the relative efficiency of production lines.

Findings

The results revealed that among the six main factors, “price” emerged as the most influential causal factor with an effect coefficient of 0.369, whereas “loyalty” was the most affected factor with a net effect of -0.81. This indicates that while pricing policies strongly influence other dimensions, customer loyalty is primarily shaped by antecedent factors such as service quality and product performance.

Further analysis showed that “price,” “service quality,” “customer relationship,” and “product quality” acted as causal drivers in the model, whereas “customer complaints” and “loyalty” were categorized as dependent outcomes. This finding suggests that improvements in the causal factors can directly reduce complaints and enhance loyalty levels.

Efficiency evaluation through the three-stage network DEA revealed that the third stage achieved the highest efficiency score of 0.97914, while the second stage had the lowest performance. The aggregated efficiency score across all stages was 0.9807, indicating relatively high overall efficiency of the production lines.

MUSA analysis showed that the average customer satisfaction score was 0.89, consistent with the DEA findings. Among sub-indicators, “customer expectation,” “repurchase intention,” and “on-time delivery” received the highest weights, highlighting their importance in shaping customer perceptions of efficiency and satisfaction.

Discussion and Conclusion

The findings of this study highlight the importance of integrating customer-driven indicators into efficiency assessment models. The identification of “price” as the most influential factor underscores the critical role of pricing strategies in shaping overall performance, consistent with prior research demonstrating the link between value perception and satisfaction (Delso et al., 2018; Fornell et al., 1996). Similarly, the classification of “loyalty” as a dependent outcome aligns with earlier studies emphasizing that loyalty is a consequence of service quality, product quality, and value perception rather than a standalone construct (Ahmadi et al., 2012; Hosseini Nasab & Azimi Kohon, 2018).

The causal role of service quality and product quality resonates with the literature on consumer behavior, which highlights the centrality of these factors in driving satisfaction and competitive advantage (Robins et al., 2017; Westbrook & Oliver, 2008). The finding that customer complaints function as dependent variables also supports the argument that complaint behavior is shaped by preceding factors such as responsiveness and reliability (Allen, 2010).

From a methodological standpoint, the study confirms the value of hybrid DEA models. By combining MUSA with network DEA, this research addressed a major gap in earlier works that often overlooked customer expectations. Similar approaches in healthcare (Aghasizadeh et al., 2022), banking (Erdkhadifa & Himmati, 2022), and supply chains (Torkashvand et al., 2023) have demonstrated the benefits of hybrid models, reinforcing the broader applicability of the current study. Furthermore, the use of fuzzy DEMATEL and ANP ensured a more nuanced understanding of causal interrelationships, echoing previous calls for integrating advanced decision-making techniques with DEA (Kachouei et al., 2022; Peykani et al., 2022).

In conclusion, the hybrid DEA-MUSA model developed in this study provides a comprehensive framework for simultaneously evaluating operational efficiency and customer satisfaction. For Kaveh Glass Industrial Group, the findings emphasize the need to prioritize pricing strategies, enhance service quality, and strengthen customer relationships to sustain competitive advantage. More broadly, this research contributes to the literature by demonstrating the practical and theoretical value of integrating customer-centric measures into efficiency analysis.

طراحی یک مدل ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل چندمعیاره رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی (مطالعه موردی: گروه صنعتی شیشه کاوه)

ماریا علی‌یاری^۱، محمود مدیری^{۱*}، کاوه خلیلی دامغانی^۲، کیامرث فتحی هفشجانی^۱

۱. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: ma.modiri@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

علی‌یاری، ماریا، مدیری، محمود، خلیلی دامغانی، کاوه، و فتحی هفشجانی، کیامرث. (۱۴۰۵). طراحی یک مدل ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل چندمعیاره رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی (مطالعه موردی: گروه صنعتی شیشه کاوه). مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۵(۱)، ۲۴-۱.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: این پژوهش با هدف طراحی و ارائه مدلی ترکیبی بر پایه تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل چندمعیاره رضایت مشتری (MUSA) برای ارزیابی کارایی خطوط محصولات تولیدی گروه صنعتی شیشه کاوه انجام شده است. **روش‌شناسی:** پژوهش حاضر از نوع آمیخته (کیفی/کمی) و اکتشافی است. در مرحله کیفی، از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و روش دلفی فازی برای شناسایی شاخص‌ها استفاده شد. سپس در بخش کمی، داده‌های گردآوری شده از ۵۰۰ پرسشنامه مشتریان در چهار خط محصول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. روش‌های دیمت فازی، ANP فازی، مدل MUSA و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای سه مرحله‌ای به کار گرفته شد. داده‌ها با نرم‌افزار LINGO ۱۱ تحلیل شدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد عامل «قیمت» با ضریب اثرگذاری ۰.۳۶۹ مهم‌ترین عامل تأثیرگذار و «وفاداری» با ضریب اثرپذیری خالص ۰.۸۱ مهم‌ترین عامل تأثیرپذیر است. عوامل «قیمت»، «کیفیت خدمات»، «ارتباط با مشتری» و «کیفیت محصول» نقش علی داشتند، در حالی که «شکایت مشتری» و «وفاداری» نقش معلولی ایفا کردند. همچنین بیشترین کارایی مربوط به مرحله سوم (۰.۹۷۹۱۴) و کمترین کارایی مربوط به مرحله دوم بود. میانگین رضایت مشتریان نیز ۰.۸۹ محاسبه گردید. **نتیجه‌گیری:** مدل ترکیبی طراحی شده قابلیت بالایی در ارزیابی هم‌زمان کارایی و رضایت مشتری دارد. توجه به شاخص‌هایی همچون قیمت، کیفیت خدمات و ارتباط با مشتری می‌تواند مسیر بهبود بهره‌وری و افزایش رقابت‌پذیری خطوط تولیدی را مشخص سازد. این مدل می‌تواند مبنایی کارآمد برای تصمیم‌گیری مدیران در صنایع مشابه باشد.

کلیدواژه‌گان: رضایت مشتریان؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ تحلیل چندمعیاره؛ کارایی؛ گروه صنعتی شیشه کاوه

یکی از مهم‌ترین الزامات در فضای رقابتی امروز، شناسایی و پایش میزان رضایت مشتریان و سنجش کارایی خطوط تولیدی است. مشتریان به عنوان اصلی‌ترین ذی‌نفعان سازمان، نقش تعیین‌کننده‌ای در بقا و توسعه شرکت‌ها دارند و میزان رضایت یا نارضایتی آنان می‌تواند پیامدهای جدی برای سهم بازار، سودآوری و اعتبار برند داشته باشد (Delso et al., 2018). در واقع، رضایت مشتریان حاصل مقایسه میان عملکرد واقعی محصول یا خدمت و انتظارات ذهنی آنان است و زمانی که این انتظارات برآورده نشود، مشتریان به راحتی به سمت رقبا سوق پیدا می‌کنند (Westbrook & Oliver, 2008). از این رو، سازمان‌ها ناگزیرند از مدل‌ها و ابزارهای علمی برای پایش و تحلیل داده‌های مربوط به رضایت مشتری بهره گیرند تا امکان تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر و بهبود مستمر فراهم گردد (Fornell et al., 1996).

تحقیقات متعددی در زمینه تحلیل کارایی سازمان‌ها با استفاده از رویکردهای کمی صورت گرفته است. یکی از ابزارهای پرکاربرد در این حوزه، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است که نخستین بار با هدف ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده توسعه یافت و به سرعت جایگاه خود را در مطالعات مدیریت و مهندسی صنایع پیدا کرد (Coelli & Prusak, 2005). این روش با توجه به قابلیت ارزیابی چندین ورودی و خروجی به صورت هم‌زمان، توانسته است به عنوان رویکردی استاندارد در حوزه سنجش کارایی مطرح شود (Neely et al., 2005). به موازات آن، پژوهشگران به دنبال مدل‌هایی برای ترکیب ارزیابی‌های مبتنی بر کارایی با شاخص‌های رفتاری و نگرشی مشتریان بوده‌اند تا تحلیل جامعی از عملکرد سازمان‌ها به دست آید (Allen, 2010).

اهمیت این موضوع در صنایع تولیدی به ویژه در شرایطی که رقابت شدید و تغییر نیازهای مشتریان وجود دارد، دوچندان می‌شود. به عنوان نمونه، در مطالعات پیشین نشان داده شده است که نارضایتی حتی بخشی از مشتریان می‌تواند منجر به کاهش قابل توجهی در سهم بازار شود (Hosseini Nasab & Azimi Kohon, 2018). بنابراین، ترکیب شاخص‌های رضایت مشتری و روش‌های تحلیل کارایی، افق‌های جدیدی را برای مدیران جهت تصمیم‌گیری فراهم می‌سازد (Rahnavard, 2013).

از منظر نظری، تحلیل پوششی داده‌ها در اشکال گوناگون از جمله مدل‌های کلاسیک CCR و BCC تا مدل‌های شبکه‌ای و چندمرحله‌ای توسعه یافته است. این گسترش به پژوهشگران امکان داده است تا علاوه بر بررسی کارایی کلی سازمان‌ها، اجزای داخلی و فرایندهای میانی را نیز در تحلیل لحاظ کنند (Emami Meybodi, 2011). پژوهش‌های اخیر نشان داده است که استفاده از DEA شبکه‌ای می‌تواند در حوزه‌هایی مانند بیمارستان‌ها (Aghasizadeh et al., 2022)، بانک‌ها (Erdkhadifa & Himmati, 2022) و پارک‌های علم و فناوری (Nazerian, 2024) منجر به شناسایی دقیق‌تر نقاط قوت و ضعف شود.

به علاوه، محققان برای افزایش دقت تحلیل‌ها به سمت رویکردهای ترکیبی حرکت کرده‌اند. ترکیب DEA با روش‌های داده‌کاوی، شبیه‌سازی و تحلیل چندمعیاره از جمله این رویکردهاست. برای نمونه، ترکیب DEA و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها در زنجیره تأمین (Shafiei et al., 2021) یا ادغام DEA با داده‌کاوی در زنجیره تأمین سبز (Torkashvand et al., 2023) توانسته است به بهبود پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها کمک کند. همچنین در حوزه مالی، استفاده از DEA برای انتخاب پرتفوی به همراه روش‌های فازی و چندهدفه، دقت تحلیل‌های سرمایه‌گذاری را افزایش داده است (Chen et al., 2021; Mehlawat et al., 2020).

در کنار این تحولات، یکی از چالش‌های کلیدی، در نظر گرفتن دیدگاه مشتری در مدل‌های کارایی است. اکثر تحقیقات گذشته بر داده‌های مالی و عملیاتی متمرکز بوده‌اند و کمتر به انتظارات و سطح رضایت مشتریان توجه کرده‌اند (Robins et al., 2017). با این حال، پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که تلفیق داده‌های مبتنی بر مشتری می‌تواند تصویر واقعی‌تری از عملکرد سازمان ارائه دهد (Hao et al.,).

2019). در همین راستا، مدل شاخص رضایت مشتری آمریکایی (ACSI) به عنوان یکی از مهم‌ترین الگوها معرفی شد و راه را برای ورود داده‌های مشتری‌مدار به تحلیل‌های کارایی هموار ساخت (Fornell et al., 1996).

از سوی دیگر، سنجش کارایی خطوط تولیدی از طریق DEA در صنایع ایرانی نیز سابقه دارد. به عنوان مثال، پژوهشی در شرکت لبنیات پاستوریزه پاک تهران نشان داد که ترکیب شاخص‌های کارایی و بهره‌وری می‌تواند به شناسایی ظرفیت‌های بهبود بیانجامد (Bahreman, 2015). همچنین مطالعات دیگری به بررسی تأثیر بازاریابی الکترونیک بر عملکرد صادراتی (Hosseini Nasab & Azimi, 2018) و یا ارتباط میان کارآفرینی سازمانی و مشتری‌مداری پرداخته‌اند (Shoughi et al., 2012). این شواهد نشان می‌دهد که ترکیب شاخص‌های مدیریتی و رفتاری، قدرت توضیح‌دهندگی مدل‌ها را افزایش می‌دهد.

تحولات اخیر در حوزه روش‌شناسی نیز به غنای این حوزه افزوده است. پژوهش‌هایی بر روی تحلیل‌های دو مرحله‌ای و فازی در DEA انجام گرفته‌اند که دقت محاسبات را در شرایط عدم قطعیت بهبود می‌بخشد (Kachouei et al., 2022). همچنین رویکردهای شبکه‌ای برای ارزیابی پایداری تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین (Mahdavi, 2022) یا ارزیابی صندوق‌های سرمایه‌گذاری در شرایط عدم قطعیت (Peykani et al., 2022) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، کاربرد مدل‌های DEA در حوزه‌های نوین مانند کشف تقلب‌های حسابداری نیز گسترش یافته است (Anari & Yazdi, 2024).

در سطح بین‌المللی، گسترش رویکردهای ترکیبی به توسعه مدل‌های متمرکز هیبریدی برای تخصیص منابع در صنایع انرژی نیز منجر شده است (Yeh, 2025). این موضوع بیانگر آن است که DEA نه تنها در صنایع خدماتی و تولیدی بلکه در بخش‌های کلان اقتصادی نیز نقش کلیدی ایفا می‌کند.

بنابراین، ضرورت طراحی یک مدل ترکیبی که هم شاخص‌های رضایت مشتریان و هم کارایی عملیاتی را در ارزیابی خطوط تولیدی لحاظ کند، بیش از پیش احساس می‌شود. پژوهش حاضر با هدف طراحی و ارائه مدلی ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل چندمعیاره رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی در گروه صنعتی شیشه کاوه انجام شد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از منظر هدف کاربردی و از لحاظ نوع تحقیق و جمع‌آوری داده یک تحقیق توصیفی تحلیلی از نوع پیمایشی می‌باشد. گردآوری داده‌ها در این تحقیق از طریق مطالعه و مرو ادبیات و به صورت میدانی می‌باشد که با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه با خبرگان حاصل می‌شود. جامعه تحقیق شامل اساتید دانشگاهی و خبرگان صنعت شیشه و همچنین مشتریان گروه صنعتی شیشه کاوه در ایران می‌باشد. تعداد ۲۱ نفر از جامعه تحقیق شامل اساتید دانشگاه مدیران و کارشناسان برای غربالگری عوامل شناسایی شده به روش دلفی فازی انتخاب شدند. سپس برای حل مدل نهایی FDANP از مدیران به تعداد ۶ نفر به صورت قضاوتی در دسترس انتخاب شدند. و در نهایت تعداد ۱۰۰۰ نفر از مشتریان صنعت انتخاب شدند. مهم‌ترین نکته در تعیین خبرگان، وجود خبرگان دانشگاهی در برابر خبرگان حرفه‌ای و تجربی صنعت جهت کسب اطمینان از جامعیت دیدگاه‌های مختلف است.

در این تحقیق ۳ پرسش‌نامه استفاده شده است. پرسش‌نامه اول برای انتخاب عوامل اثرگذار در نظرخواهی مشتریان است که در آن خبرگان به میزان اهمیت هر یک از عوامل بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت پاسخ داده و به روش دلفی فازی غربالگری شدند. پرسش‌نامه دوم برای تعیین روابط میان عوامل اثرگذار برای حل دیمتل فازی استفاده شد. پرسش‌نامه سوم برای تعیین هر کدام از شاخص‌ها که در آن مشتریان بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای پاسخ دادند و برای حل از روش تحلیل چندمعیاره رضایت استفاده شد.



برای به دست آوردن ارزیابی خطوط محصولات تولیدی از اطلاعات چند ماه کارخانه و همچنین نظرخواهی مشتریان استفاده شد که برای حل از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده گردید.

روایی پرسش نامه از طریق خبرگان بررسی شد. بدین منظور شاخص‌های شناسایی شده در قالب پرسشنامه به تعداد ۱۰ نفر از اساتید دانشگاهی و ۱۱ نفر از مدیران صنعت ارجاع داده شد که در این مرحله برخی از عوامل شناسایی شده توسط خبرگان ادغام، اصلاح، حذف و اضافه شدند. برای پایایی از پرسش نامه غربالگری به روش دلفی فازی از مکانیزم خودکنترلی استفاده شده است که در آن بر اساس نظرات خبرگان، اختلاف پاسخ‌ها ۰/۲ در نظر گرفته شده است. برای پایایی پرسش نامه دیمتل از دو روش استفاده شده است. پس از استخراج معیارها و شاخص‌ها و تدوین پرسش نامه، پرسشنامه‌ها برای مشتریان به تعداد ۱۰۰۰ پرسشنامه به نسبت مشتریان در کل کشور ارسال شد که پس از جمع آوری و حذف پرسشنامه‌هایی که امکان تحلیل آن‌ها وجود نداشت، تعداد ۵۰۰ پرسشنامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق از پنج رویکرد دلفی فازی، رویکرد دیمتل فازی، ANP فازی و تحلیل چند معیاره رضایت MUSA و تحلیل پوششی داده‌های شبکه استفاده می‌شود.

مدل پیشنهادی در این تحقیق یک مدل ضربی CCR خروجی محور است که تابع هدف و محدودیت‌های آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^3 v_i^s \\
 & \text{S.t:} \\
 & \sum_{r3=1}^{k3} u_{r3} y_{r3j} - \sum_{s=1}^3 \sum_{i=1}^m v_i^s x_{ij} : \\
 & \sum_{r1=1}^{k1} u_{r1} y_{r1j} - \sum_{i=1}^m v_i^1 x_{ij} : \\
 & \sum_{r2=1}^{k2} u_{r2} y_{r2j} - \sum_{i=1}^m v_i^2 x_{ij} - \sum_{r1=1}^{k1} u_{r1} y_{r1j} : \\
 & \sum_{r3=1}^{k3} u_{r3} y_{r3j} - \sum_{i=1}^m v_i^3 x_{ij} - \sum_{r2=1}^{k2} u_{r2} y_{r2j} : \\
 & \sum_{r3=1}^{k3} u_{r3} y_{r30} = 1 \\
 & v_i^s \geq \varepsilon \quad \forall \\
 & u_j \geq \varepsilon \quad .
 \end{aligned}$$

در اینجا s به سطح زیر فرایند یا همان مرحله داخلی DMU اشاره دارد که واحد تصمیم گیرنده مدل‌ها سه مرحله‌ای است ($s=1,2,3$). ما فرض می‌کنیم هر کدام از n تا DMU ($j=1, \dots, n$) تعداد m ورودی دارند ($i=1, \dots, m$) که در هر سه مرحله مشترک هستند. (در این تحقیق تعداد واحدهای تصمیم گیری ۴ می‌باشد).

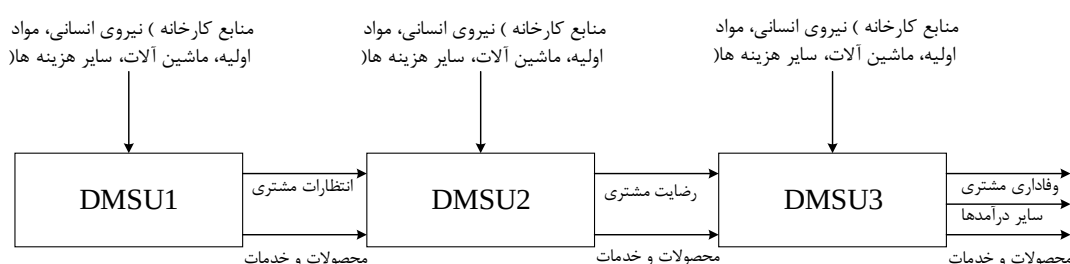
$$\begin{aligned}
 & v_i^s \quad . \quad s = 1.2.3 \quad . \quad i = 1. m \quad \text{وزن ورودی نام مرحله s} \\
 & x_{i0} \quad . \quad i = 1. m \quad \text{مقدار ورودی نام واحد صفر (واحد تحت بررسی)}
 \end{aligned}$$

منطق زیر بنایی این مدل بر این فرض استوار است که یک کارخانه منابع خود (مواد اولیه) را ترکیب کند تا محصولات و خدمات (انواع محصولات) را تولید کند و در مشتریان رضایتمندی ایجاد کند.

در رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها یک DMU (مثل یک کارخانه) به عنوان یک جعبه سیاه در نظر گرفته می‌شود. در این رویکرد فرض می‌شود که همه ورودی‌ها به طور هم‌زمان در DMU مشارکت دارند و خروجی‌ها هم‌زمان توسط DMU تولید می‌شوند، اگر چه رویکرد یک مرحله‌ای می‌تواند درکی از ساختار ورودی کارخانه را در اختیار قرار دهد ولی با این روش نمی‌توان نقش مهم هر کدام از مؤلفه‌های مؤثر سیستم را بررسی کرد به علاوه به کار گرفتن مقیاس‌های رضایت مشتری (انتظارات مشتری، رضایت مشتری، وفاداری مشتری) در یک فرایند یک مرحله‌ای با توجه به روابط علی موجود بین آن‌ها امکان‌پذیر نیست. به این دلیل در این تحقیق از یک مدل شبکه‌ای DEA سه مرحله‌ای استفاده می‌شود تا روابط بین داده‌های رضایت مشتری، ارزشیابی کارکنان و عملکرد تجاری به شکل فرایندی بررسی می‌شود.

شکل ۱

مدل نظری تحقیق



جدول ۱

ورودی‌ها

X																			
X۲												X۱							
X۴۱	X۳۴	X۳۳	X۳۲	X۳۱	X۲۶	X۲۵	X۲۴	X۲۳	X۲۲	X۲۱	X۱۷	X۱۶	X۱۵	X۱۴	X۱۳	X۱۲	X۱۱		
PV B	Ag	Nic r	Tio x	siA L	Top pain t	Bas e pain t	coppe r sufate	Reduc er	Silver nitrat e	glas s	۲۰ /۱۷ نشی شه خورده	سولفات کلسیم	کک	کربنات سدیم	آه ک	دولومی ت	سیلی س		
P																			
P۴						P۳						P۲						P۱	
خط تولید لمینت						خط تولید رفلکس						خط تولید آینه						خط تولید فلوت	

جدول ۲

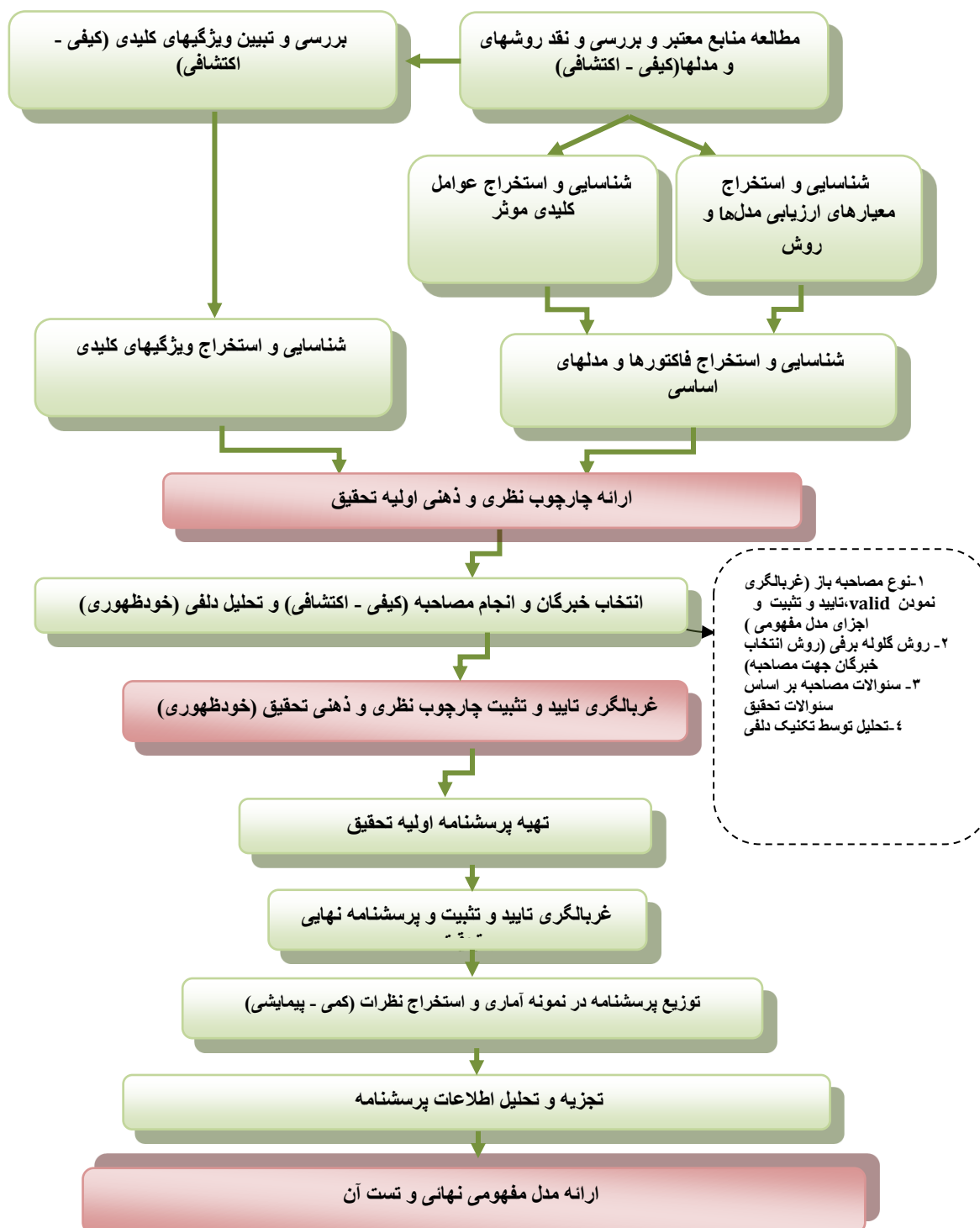
خروجی‌ها

Y											Y					
Y _۴											Y _۳					Y _۱
Y _{۴۳}	Y _{۴۲}	Y _{۴۱}	Y _{۳۳}	Y _{۳۲}	Y _{۳۱}	Y _{۲۳}	Y _{۲۲}	Y _{۲۱}	Y _{۱۳}	Y _{۱۲}	Y _{۱۱}	فلوت	ضایعات	رضایت مشتری	آینه	ضایعات
رضایت مشتری	ضایعات	لمینت	رضایت مشتری	ضایعات	رفلکس	رضایت مشتری	ضایعات	آینه	رضایت مشتری	ضایعات	فلوت					

گام‌های زیر در فرآیند این پژوهش را نشان می‌دهد.

شکل ۲

فرآیند پژوهش



یافته‌ها

به منظور شناسایی عوال اثرگذار، از طریق مروری بر ادبیات نظری و مقالات مختلف و طی جلسات با خبرگان شاخص‌های رضایت مشتری استخراج گردید. برای انجام این کار پرسش نامه با ۴۱ سوال (که هر سوال بیانگر یک متغیر می‌باشد) طراحی گردید و ۲۱ پرسش نامه در اختیار پاسخ دهندگان قرار گرفت که نام پرسش نامه‌ها جامع و کامل به دست آمد.

این پرسش نامه‌ها به صورت کیفی و بر اساس ۵ طیف لیکرت از خیلی زیاد تا خیلی کم قید شده است. حال بعد از پخش و جمع آوری پرسش نامه، جهت تعیین مهم ترین عوامل از روش دلفی فازی استفاده می‌شود در مرحله سوم ضمن اعمال تغییرات لازم در مولفه‌های مدل، پرسشنامه سوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظرات قبلی هر فرد و میزان اختلاف آن‌ها با میانگین دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به خبرگان ارسال گردید که نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳

نتایج دور سوم نظرسنجی به همراه میانگین دیدگاه‌های خبرگان

معیار	ردیف	ارزش زبانی (کلامی)	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	N	میانگین غیر فازی شده	میانگین غیر فازی شده	اختلاف دور دوم و سوم	نتیجه
ارزش عددی												
شاخص‌ها - ارزش فازی												
کیفیت محصول	۳	به نظر شما شاخص انطباق با نیازمندی‌های محصول تا چه اندازه بر روی کارایی خطوط تولیدی دارای اهمیت است؟	۱۴	۵	۲	۰	۰	۲۱	۸.۰۳	۸.۰۳	-	پذیرش
وفاداری	۳	به نظر شما شاخص تمایل به خرید مجدد تا چه اندازه بر روی کارایی خطوط تولیدی دارای اهمیت است؟	۱۵	۵	۱	۰	۰	۲۱	۸.۲۱	۸.۲۱	-	پذیرش
ارتباط با مشتری - خدمات	۳	به نظر شما شاخص رفتار مودبانه تا چه اندازه بر روی	۱۵	۶	۰	۰	۰	۲۱	۸.۳۱	۸.۳۱	-	پذیرش

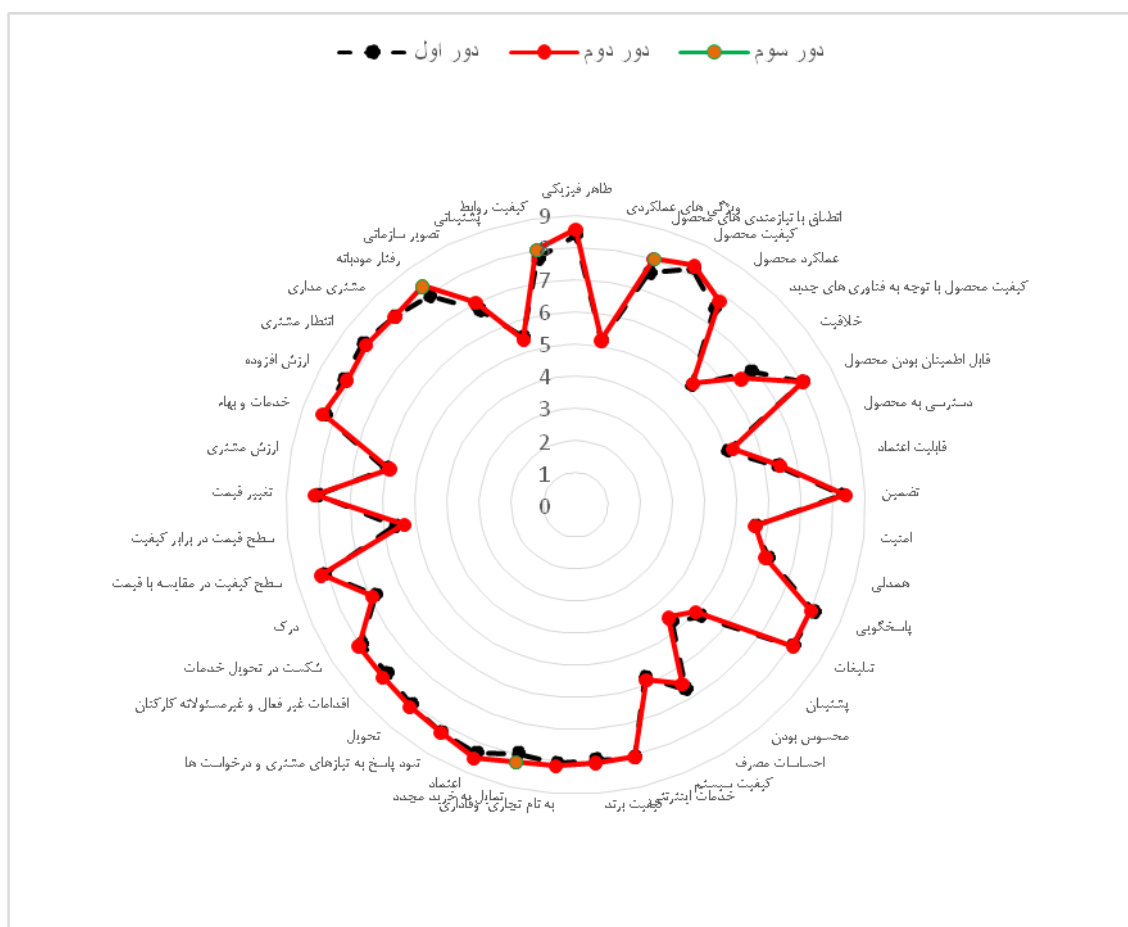


پس از فروش	کارایی خطوط تولیدی دارای اهمیت است؟	۶	به نظر شما	۱۴	۵	۲	۰	۰	۲۱	۸.۰۳	۸.۰۳	-	پذیرش
کارایی خطوط تولیدی دارای اهمیت است؟	شاخص	کیفیت روابط	تا چه اندازه بر	روی کارایی خطوط تولیدی دارای اهمیت است؟									

طی سه مرحله نظرسنجی از ۴۱ مولفه، ۱۷ مولفه از مدل مفهوم نهایی تحقیق حذف گردیده و مدل نهایی دارای ۲۴ مولفه گردید که میانگین نظرات خبرگان به روش دلفی فازی برای غربالگری شاخص‌های رضایت مشتری که در شکل زیر آمده است.

شکل ۳

میانگین نظرات خبرگان به روش دلفی فازی برای غربالگری شاخص‌های رضایت مشتری



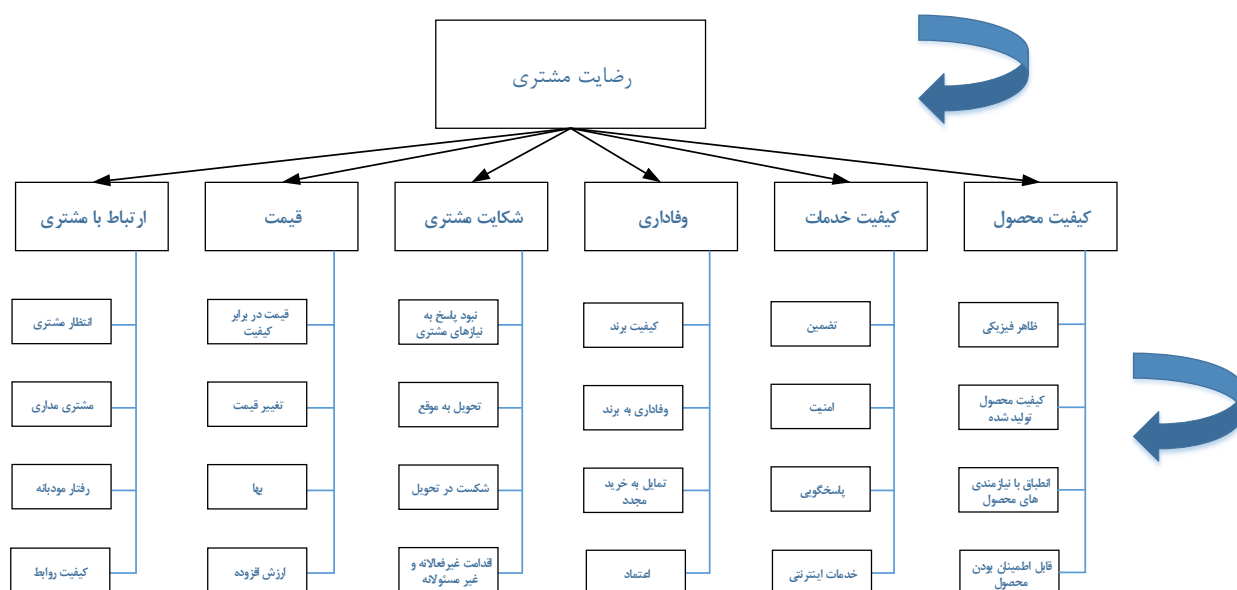
همچنین عوامل و زیرعوامل اثرگذار در بهبود عملکرد رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۴

عوامل و زیرعوامل اثرگذار در بهبود عملکرد رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی

نشان اختصاری	زیرعوامل	عوامل اصلی
C۱۱	ظاهر فیزیکی	کیفیت محصول C۱
C۱۲	کیفیت محصول تولید شده	
C۱۳	انطباق با نیازمندی‌های محصول	
C۱۴	قابل اطمینان بودن محصول	
C۲۱	تضمین	کیفیت خدمات C۲
C۲۲	امنیت	
C۲۳	پاسخگویی	
C۲۴	خدمات اینترنتی	
C۳۱	کیفیت برند	وفاداری C۳
C۳۲	وفاداری به برند	
C۳۳	تمایل به خرید مجدد	
C۳۴	اعتماد	
C۴۱	نبود پاسخ به نیازهای مشتری	شکایت مشتری C۴
C۴۲	تحويل به موقع	
C۴۳	شکست در تحويل	
C۴۴	اقدامت غیرفعالانه و غیر مسئولانه	
C۵۱	قیمت در برابر کیفیت	قیمت C۵
C۵۲	تغییر قیمت	
C۵۳	بها	
C۵۴	ارزش افزوده	
C۶۱	انتظار مشتری	ارتباط با مشتری C۶
C۶۲	مشتری مداری	
C۶۳	رفتار مودبانه	
C۶۴	کیفیت روابط	

بنابراین در سه دور نظرخواهی، ۶ عامل اصلی به همراه ۲۴ شاخص اثرگذار در نظرخواهی مشتریان توسط خبرگان انتخاب و مدل با ساختار شبکه‌ای ترسیم شد که به صورت شکل زیر می‌باشد.



نتایج حاصل از دیمتل فازی

به منظور مقایسه عوامل با یکدیگر از ۵ تعداد عبارت کلامی استفاده شده است که نام این عبارات و مقادیر فازی معادلشان در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۵

گزینه‌های زبانی و اعداد فازی برای سنجش شدت اثرات

گزینه‌های زبانی	اعداد قطعی	اعداد فازی مثلثی
تاثیر خیلی زیاد	۴	(۰/۷۵, ۱, ۱)
تاثیر زیاد	۳	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
تاثیر کم	۲	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)
تاثیر بسیار کم	۱	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
بدون تاثیر	۰	(۰, ۰, ۰/۲۵)

برای بررسی عوامل از نظر ۹ خبره استفاده شده است، در این ماتریس‌ها، اعداد فازی مثلثی می‌باشند و $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ به صورت عدد فازی (0,0,0) در نظر گرفته می‌شوند. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق فرمول (۹) از آن‌ها میانگین حسابی می‌گیریم.

فرمول (۹)

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{x}^p}{p}$$

در این فرمول p تعداد خبرگان و $\tilde{x}^1, \tilde{x}^2, \dots, \tilde{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

جدول زیر ماتریس نرمالیزه شده را برای عوامل اصلی را نشان می‌دهد.

جدول ۶

ماتریس روابط نرمالیزه بین عوامل اصلی

	C۶			C۵			C۴			C۳			C۲			C۱		
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
C۱	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۲	۰.۱۵	۰.۰۹	۰.۲۲	۰.۲	۰.۱۵	۰.۲	۰.۱۶	۰.۱	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۲	۰	۰	۰
C۲	۰.۲۲	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۲۱	۰.۱۶	۰.۱	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۰۷	۰	۰	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۱	۰.۰۱
C۳	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۰۹	۰.۰۳	۰	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۰۸	۰	۰	۰.۱۶	۰.۱	۰.۰۵	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۴	۰.۰۴
C۴	۰.۲۱	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۱	۰.۰۵	۰.۰۱	۰	۰	۰.۲۲	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۰۸	۰.۲۱	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۳
C۵	۰.۰۷	۰.۰۲	۰.۰۱	۰	۰	۰	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۰۸	۰.۲	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۰۴	۰	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۰۸
C۶	۰	۰	۰	۰.۱۳	۰.۰۷	۰.۰۲	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۰۷	۰.۲	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۲۲	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۲	۰.۱۵	۰.۱

جدول زیر اعداد دیفازی شده مقادیر اثرگذاری $(\tilde{D})$ ، اثرپذیری $(\tilde{R})$ ، اهمیت $(\tilde{D} + \tilde{R})$ و اثرگذاری و اثرپذیری خالص $(\tilde{D} - \tilde{R})$ برای عوامل اصلی و جدول زیرین برای زیر عوامل را نشان می‌دهد.

جدول ۷

اهمیت و تأثیرگذاری آسیب اصلی

عوامل اصلی	$\tilde{D}$	$\tilde{R}$	$\tilde{D} + \tilde{R}$	$\tilde{D} - \tilde{R}$	نتیجه
ارتباطی	۲.۸۰۲	۲.۶۳۵	۵.۴۳۶	۰.۱۶۷	اثرگذار
نیروی انسانی	۲.۶۲	۲.۳۹۸	۵.۰۱۸	۰.۲۲۲	اثرگذار
سیستم توزیع	۲.۲۵	۳.۰۶۳	۵.۳۱۲	-۰.۸۱	اثرپذیرترین
سیستم تولید	۲.۹۱۸	۳.۰۴۳	۵.۹۶۱	-۰.۱۲	اثرپذیر
منابع و تامین	۲.۲۲۱	۱.۸۵۱	۴.۰۷۲	۰.۳۶۹	اثرگذارترین
محیطی	۲.۸۱۳	۲.۶۳۴	۵.۴۴۷	۰.۱۸	اثرگذار



بر اساس جدول فوق اگر برای یک شاخص مقدار $\tilde{D} \tilde{R}$ - مثبت شود، آن شاخص، اثرگذار و اگر مقدار $\tilde{D} \tilde{R}$ - منفی شود، آن شاخص، اثرپذیر می‌باشد؛ بنابراین در بین عوامل اصلی "قیمت" با مقدار اثرگذاری ۰/۳۶۹ تأثیرگذارترین و "وفاداری" با مقدار اثرپذیری خالص برابر با ۰/۸۱ - تأثیرپذیرترین عامل می‌باشد. به طور کلی $\tilde{D} \tilde{R}$ - مثبت، عامل علی و $\tilde{D} \tilde{R}$ - منفی، عامل معلول اثرپذیر محسوب می‌شود. بنابراین عوامل "قیمت"، "کیفیت خدمات"، "ارتباط با مشتری"، "کیفیت محصول" علت هستند و که بیشتر موجب هدایت می‌شوند و خود کمتر وابستگی دارند. عوامل "شکایت مشتری" و "وفاداری" معلول هستند که خود تحت تأثیر عوامل علی می‌باشند این عوامل وابستگی شدید می‌باشند و خود کمتر هدایت را دارند. همچنین جدول زیر مقدار $\tilde{D} \tilde{R}$ - برای زیر عوامل را نشان می‌دهد.

جدول ۸

اهمیت و تأثیرگذاری آسیب‌های فرعی

عوامل اصلی	عوامل فرعی	نشان اختصاری	۰/۰۹۴	۰/۰۶۹	۰/۱۶۴	۰/۰۲۵۳	نتیجه
کیفیت محصول	ظاهر فیزیکی	C۱۱	۰/۰۹۴	۰/۰۶۹	۰/۱۶۴	۰/۰۲۵۳	اثرگذار
	کیفیت محصول تولید شده	C۱۲	۰/۲۰۱	۰/۱۹۳	۰/۳۹۳	۰/۰۰۷۸	اثرگذار
	انطباق با نیازمندی‌های محصول	C۱۳	۰/۱۹	۰/۲۱۸	۰/۴۰۹	-۰/۰۰۲۸	اثرپذیر
	قابل اطمینان بودن محصول	C۱۴	۰/۱۷۶	۰/۱۸۱	۰/۳۵۷	-۰/۰۰۵۱	اثرپذیر
کیفیت خدمات	تضمین	C۲۱	۰/۱۱۹	۰/۱۵۲	۰/۲۷۱	-۰/۰۰۳۲۸	اثرپذیر
	امنیت	C۲۲	۰/۱۲۵	۰/۱۱۵	۰/۲۴	۰/۰۱۰۷	اثرگذار
	پاسخگویی	C۲۳	۰/۱	۰/۰۸۱	۰/۱۸۱	۰/۰۱۹۶	اثرگذار
	خدمات اینترنتی	C۲۴	۰/۰۳۹	۰/۰۳۷	۰/۰۷۶	۰/۰۰۲۵	اثرگذار
وفاداری	کیفیت برند	C۳۱	۰/۲۱۴	۰/۱۸۹	۰/۴۰۳	۰/۰۲۴۸	اثرگذار
	وفاداری به برند	C۳۲	۰/۲۰۳	۰/۲۲۳	۰/۴۲۷	-۰/۰۰۲۰۱	اثرپذیر
	تمایل به خرید مجدد	C۳۳	۰/۲۴۹	۰/۲۸۹	۰/۵۳۹	-۰/۰۰۴۰۴	اثرپذیر
	اعتماد	C۳۴	۰/۲۴۴	۰/۲۰۸	۰/۴۵۲	۰/۰۳۵۸	اثرگذار
شکایت مشتری	نبود پاسخ به نیازهای مشتری	C۴۱	۰/۱۷۲	۰/۲۴۳	۰/۴۱۵	-۰/۰۰۷۱۴	اثرپذیر
	تحويل به موقع	C۴۲	۰/۲۰۸	۰/۱۹۴	۰/۴۰۳	۰/۰۱۴۲	اثرگذار
	شکست در تحويل	C۴۳	۰/۲۴۷	۰/۲۱۶	۰/۴۶۲	۰/۰۰۳۱	اثرگذار
	اقدامات غیرفعالانه و غیر مسئولانه	C۴۴	۰/۲۶۳	۰/۲۳۶	۰/۴۹۹	۰/۰۲۶۲	اثرگذار
قیمت	قیمت در برابر کیفیت	C۵۱	۰/۱۷۳	۰/۱۵۵	۰/۳۲۸	۰/۰۱۷۹	اثرگذار
	تغییر قیمت	C۵۲	۰/۱۶۴	۰/۱۷۴	۰/۳۳۸	-۰/۰۰۱۰۴	اثرپذیر
	بها	C۵۳	۰/۱۶۳	۰/۱۷۵	۰/۳۳۸	-۰/۰۰۱۲	اثرپذیر
	ارزش افزوده	C۵۴	۰/۰۴۲	۰/۰۳۷	۰/۰۷۹	۰/۰۰۴۵	اثرگذار
ارتباط بامشتری	انتظار مشتری	C۶۱	۰/۲۳۶	۰/۲۴۸	۰/۴۸۴	-۰/۰۰۱۱۵	اثرپذیر
	مشتری مداری	C۶۲	۰/۲۲۶	۰/۲۳۵	۰/۴۶۲	-۰/۰۰۰۹۱	اثرپذیر
	رفتار مودبانه	C۶۳	۰/۱۸۶	۰/۱۷۹	۰/۳۶۵	۰/۰۰۰۷۴	اثرگذار
	کیفیت روابط	C۶۴	۰/۱۸۶	۰/۱۷۳	۰/۳۵۹	۰/۰۱۳۲	اثرگذار

نتایج حاصل از فرآیند تحلیل شبکه‌ای

نمودار شبکه‌ای تحقیق حاضر در شکل زیر نشان داده شده است.

شکل ۵

مدل با ساختار شبکه‌ای پژوهش



در این تحقیق بر اساس ماتریس روابط کلی که میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل را نشان می‌دهد اقدام به حل ANP فازی می‌شود. در این قسمت ابتدا ماتریس روابط کلی نرمالیزه می‌شود و ماتریس سوپر ماتریس موزون فازی به دست می‌آید شایان ذکر است که ماتریس ناموزون همان ماتریس روابط کلی می‌باشد.

بعد از نرمالیزه شدن، سوپر ماتریس موزون را از طریق رابطه‌ی $\lim_{K \rightarrow \infty} (W^{\alpha})^K$ همگرا کرده تا سوپر ماتریس حددار تشکیل گردد. در این پژوهش در توان ۱۳ سوپر ماتریس همگرا شده و ماتریس حددار تشکیل شد. در نهایت با به دست آمدن سوپر ماتریس حددار، وزن عوامل و زیرعوامل مشخص و به دست می‌آید که در جدول زیر آمده است.

جدول ۹

وزن و اهمیت بهبود عوامل اثرگذار در عملکرد رضایت مشتریان برای ارزیابی خطوط محصولات تولیدی

وزن و اولویت عوامل اصلی	زیرعوامل	کد	وزن و اولویت نسبی زیر عوامل	وزن و اولویت نهایی زیر عوامل
کیفیت محصول ۰.۱۵۶ (۴)	ظاهر فیزیکی	C۱۱	۰.۰۶۸۲	۴
	کیفیت محصول تولید شده	C۱۲	۰.۰۳۰۹۴	۲
	انطباق با نیازمندی‌های محصول	C۱۳	۰.۰۳۳۹۷	۱
	قابل اطمینان بودن محصول	C۱۴	۰.۰۲۸۲۸	۳
کیفیت خدمات ۰.۱۷۲ (۵)	تضمین	C۲۱	۰.۰۳۹۶۵	۱
	امنیت	C۲۲	۰.۰۲۶۴۵	۳
	پاسخگویی	C۲۳	۰.۰۲۹۶۱	۲
	خدمات اینترنتی	C۲۴	۰.۰۴۲۹	۴
وفاداری ۰.۱۸۲	کیفیت برند	C۳۱	۰.۱۸۱۷	۴



۱۳	۰.۰۴۰۶	۳	۰.۲۰۴۸	C۳۲	وفاداری به برند	(۲)
۲	۰.۰۷۵۹	۱	۰.۳۸۲۳	C۳۳	تمایل به خرید مجدد	
۱۱	۰.۰۴۵۹	۲	۰.۳۳۱۲	C۳۴	اعتماد	
۹	۰.۰۴۹۵	۳	۰.۲۴۰۹	C۴۱	نبود پاسخ به نیازهای مشتری	شکایت مشتری ۰.۲
۱۶	۰.۰۳۵۴	۴	۰.۱۷۲	C۴۲	تحويل به موقع	(۱)
۳	۰.۰۶۷۱	۱	۰.۳۲۶۳	C۴۳	شکست در تحويل	
۷	۰.۰۵۳۶	۲	۰.۲۶۰۸	C۴۴	اقدامات غیرفعالانه و غیر مسئولانه	
۱۹	۰.۰۲۸۸	۳	۰.۲۹۰۷	C۵۱	قیمت در برابر کیفیت	قیمت
۱۸	۰.۰۳۲۴	۲	۰.۳۲۷۱	C۵۲	تغییر قیمت	۰.۱۷۷
۱۷	۰.۰۳۲۹	۱	۰.۳۳۲۴	C۵۳	بها	(۶)
۲۴	۰.۰۰۴۹	۴	۰.۰۴۹۸	C۵۴	ارزش افزوده	
۱	۰.۰۸۳	۱	۰.۴۷۳۱	C۶۱	انتظار مشتری	ارتباط بامشتری
۴	۰.۰۶۱۲	۲	۰.۳۴۹۱	C۶۲	مشتری مداری	۰.۱۱۲
۲۰	۰.۰۱۵۸	۳	۰.۰۸۹۸	C۶۳	رفتار مودبانه	(۳)
۲۱	۰.۰۱۵۴	۴	۰.۰۸۸	C۶۴	کیفیت روابط	

همانگونه که نتایج نشان می‌دهد در بین عوامل اصلی، عامل "شکایت مشتری" با وزن ۰/۲۰۶ دارای بیشترین وزن و اهمیت را دارد. همچنین در بین زیرعوامل نیز بیشترین وزن مربوط به عامل "انتظار مشتری" می‌باشد که اولویت اول را کسب کرد. عوامل "تمایل به خرید مجدد" اولویت دوم، "شکست در تحويل" اولویت سوم، "مشتری مداری" اولویت چهارم و تضمین "اولویت پنجم و در نهایت" انطباق با نیازمندی‌های محصول "اولویت ششم در بین ۲۴ زیرعامل کسب کردند که تقریباً ۴۰/۴۹٪ از وزن کل زیرعوامل را به خود اختصاص دادند و این نشان از اهمیت بسیار این زیر عوامل است.

محاسبه روش MUSA

هدف اصلی این است که حداکثر تطابق و سازگاری بین رضایت اعلام شده از سوی مشتریان (یعنی Y) و رضایت کلی تخمین زده شده توسط مدل (یعنی Y^*) می‌باشد. برای اینکه این تخمین در بهترین وضعیت ممکن صورت پذیرد، متغیرهای خطا برای تخمین بیش از اندازه و تخمین کمتر از اندازه معرفی می‌شوند و معادله رگرسیون به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\tilde{Y}^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* - \sigma^+ + \sigma^- \quad \text{with} \quad \sum_{i=1}^n b_i = 1$$

به نحوی که $\tilde{Y}^*$ تخمین کلی از Y^* می‌باشد. b_i وزن یا همان اهمیت نسبی معیار i ام رضایت می‌باشد، σ^+ و σ^- به ترتیب متغیرهای کنترل خطاهای تخمین بیش از اندازه و تخمین کمتر از اندازه هستند.

توابع Y^* و X_i^* یکنواخت و یکتا بوده و در بازه $[0,100]$ نیز نرمالیزه می‌شوند. در نهایت مدل زیر برای محاسبه اوزان زیر معیارهای رضایت به صورت کمی پیشنهاد می‌شود.

$$\text{Min } F = \sum_{j=1}^M (\sigma_j^+ + \sigma_j^-)$$

s.t.

$$Y_j^* = \sum_{i=1}^n b_i X_{ij}^* - \sigma_j^+ + \sigma_j^-, \quad j = 1, \dots, M$$

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1$$

$$\sigma_j^+ \geq 0, \quad j = 1, \dots, M$$

$$\sigma_j^- \geq 0, \quad j = 1, \dots, M$$

$$b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

در مدل بالا پارامتر و علائم به شرح زیر معرفی می‌شوند.

اندیس‌ها و مجموعه‌ها:

J: شمارنده مشتری است

M: تعداد مشتریانی که پرسشنامه رضایت سنجی را تکمیل کرده‌اند.

i: شمارنده زیرمعیار رضایت

N: تعداد زیرمعیارهای رضایت

پارامترها:

Y_j^* : میزان رضایت کلی مشتری J ام در مورد کالا یا خدمت مورد بحث (مقادیر کیفی که از طریق پرسشنامه به دست می‌آیند و با یک طیف بین ۰ الی ۱۰۰ کمی سازی می‌شوند).

X_{ij}^* : میزان رضایت مشتری J ام در مورد زیر معیار i در مورد کالا یا خدمت مورد بحث (مقادیر کیفی که از طریق پرسشنامه به دست می‌آیند و با یک طیف بین ۰ الی ۱۰۰ کمی سازی می‌شوند).

متغیرهای تصمیم:

b_i : متغیر تصمیم نشان دهند وزن یا اهمیت نسبی زیر معیار i ام رضایت سنجی

σ_j^+ : متغیر تصمیم میزان انحراف مثبت از نظر مشتری J ام در مورد زیر معیارهای رضایت (تخمین بیش از اندازه)

σ_j^- : متغیر تصمیم میزان انحراف منفی از نظر مشتری J ام در مورد زیر معیارهای رضایت (تخمین کمتر از اندازه)

بعد از حل مدل فوق مقدار بهینه متغیرهای تصمیم $b_i^*, i = 1, \dots, n$ محاسبه می‌شود. این مقدار در واقع وزن زیرمعیارهای

رضایت را به نحوی نشان می‌دهد که تابع هدف در کمترین مقدار خود محاسبه می‌شود.

یکی از فرضیات اصلی روش MUSA این است که زیرمعیارهای رضایت اثرات تداخلی بر روی همدیگر نداشته و کاملاً مستقل

هستند، حال اینکه در عمل زیرمعیارهای رضایت بر روی هم اثرات تداخلی دارند و با همدیگر مستقل نبوده و بر روی هم اثر می‌گذارند. لذا



بایستی این اثرات تداخلی را در مدل لحاظ نمود. این اثرات تداخلی را می‌توان از دو طریق کشف کرد. الف) با پرسش از مشتریان و ب) پرسش از خبرگان حوزه رضایت سنجی.

با توجه به اینکه امکان دارد، مشتریان در مورد نحوه تعامل و اثرات زیرمعیارها در یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره اطلاعات کافی نداشته باشند و همچنین تکمیل پرسشنامه‌های مجزایی برای تعیین اثرات تداخلی میان معیارها برای مشتریان جذابیت نداشته باشد، در این تحقیق از روش پرسش از خبرگان برای تعیین اثرات متقابل زیرمعیارهای رضایت سنجی استفاده می‌شود.

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به پرسشنامه تکمیل شده توسط ۵۰۰ مشتری در ۴ نوع محصول گروه صنعتی کاوه، مدل MUSA با استفاده از نرم افزار LINGO 11 اجرا شده و و میانگین نتایج سنجش رضایت مشتریان به تفکیک به شرح جدول زیر است.

جدول ۱۰

میانگین نتایج سنجش رضایت مشتریان

دوره ارزیابی	رضایت مشتری	دوره ارزیابی	رضایت مشتری	دوره ارزیابی	رضایت مشتری
۱	۰/۹۰	۱۰	۰/۹۰	۱۹	۰/۸۸
۲	۰/۸۸	۱۱	۰/۸۸	۲۰	۰/۹۰
۳	۰/۸۶	۱۲	۰/۸۵	۲۱	۰/۸۵
۴	۰/۸۹	۱۳	۰/۸۹	۲۲	۰/۸۸
۵	۰/۸۸	۱۴	۰/۸۷	۲۳	۰/۹۰
۶	۰/۸۴	۱۵	۰/۸۵	۲۴	۰/۸۹
۷	۰/۸۷	۱۶	۰/۸۸	۲۵	۰/۸۸
۸	۰/۸۹	۱۷	۰/۹۰	رضایت کل	
۹	۰/۸۷	۱۸	۰/۸۴	۰/۸۸	

بر مبنای داده‌های جدول کمترین رضایت احراز شده مربوط به دوره ۶ و ۱۸ می‌باشد و بیشترین رضایت احراز شده مربوط به ۱ و ۱۰ می‌باشد. همچنین میانگین هندسی رضایت احراز شده مشتریان با روش MUSA برای ۰/۹۰ حاصل گردید و همچنین میانگین رضایت احراز شده توسط مشتریان در پرسشنامه رضایت با در نظر گرفتن مقدار $Z_m = 0.25$ برابر ۰/۸۹ می‌باشد.

وزن ابعاد رضایت مشتریان گروه صنعتی کاوه در روش MUSA

یکی از کاربردهای روش MUSA محاسبه وزن معیارهای رضایت در تابع رضایت کل می‌باشد. به عبارتی دیگر این روش با حداقل کردن انحراف معیارهای رضایت (رضایت احراز شده) از رضایت کل که توسط مشتریان اظهار می‌شود، میزان اثر گذاری هر یک از ابعاد رضایت مشتر در شکل‌گیری تابع رضایت کل را با در نظر گرفتن پاسخ‌های تک تک مشتریان تعیین می‌کند.

بیشترین وزن در تعیین رضایت کل در روش MUSA مربوط به شاخص ۰.۸۹۷۲۵۵۴۷۷ که اکثر پاسخ دهندگان نمرات بالایی را به این میزان کارایی اختصاص داده اند و کمترین وزن در تعیین مقدار رضایت کل مربوط به شاخص ۰.۸۱۹۰۹۵۴۳۲ می‌باشد که اگر پاسخ دهندگان نمرات پایینی را به آن اختصاص داده اند.

کارایی براساس کدینگ در نرم افزار لینگو، محاسبه شد. نتایج اجرای کدینگ بشرح زیر خلاصه شده است:

جدول ۱۱

کارایی در مراحل مختلف

سال	کارائی		
	DMSU _۱	DMSU _۲	DMSU _۳
۱۳۹۴	۰.۹۷۴۶	۰.۹۸۰۳	۰.۹۹۲۶
۱۳۹۵	۰.۹۹۱۴	۰.۹۷۲	۰.۹۹۴۷
۱۳۹۶	۰.۹۶۲۲	۰.۹۶۷۲	۰.۹۵۸۸
۱۳۹۷	۰.۹۸۵۳	۰.۹۵۹۲	۰.۹۸۱
۱۳۹۸	۰.۹۶۵۳	۰.۹۶۳۲	۰.۹۶۸۶
میانگین	۰.۹۷۵۷۶	۰.۹۶۸۳۸	۰.۹۷۹۱۴
تجمیعی			۰.۹۸۶۸۲۴

مطابق با جدول فوق بیشترین کارایی متعلق به مرحله سوم بوده که مقدار آن ۰.۹۷۹۱۴ می‌باشد و کمترین متعلق به مرحله دوم می‌باشد. همچنین بالاترین کارایی‌ها در سال ۱۳۹۴ بدلیل ثبات نرخ ارز و بدلیل آن ثبات در ورودی‌های کارخانه بوده است. مقدار کارایی تجمیعی هم برابر ۰.۹۸۰۷۲۷ می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که میان عوامل اصلی مؤثر بر کارایی خطوط تولیدی، «قیمت» بالاترین میزان اثرگذاری و «وفاداری مشتری» بیشترین میزان اثرپذیری را داشته است. این نتیجه بیانگر آن است که سیاست‌های قیمتی و نحوه مدیریت ارزش ادراک‌شده توسط مشتریان نقش مستقیمی در شکل‌دهی ادراک کلی آنان از کیفیت محصول و خدمات ایفا می‌کند. این امر با نتایج مطالعات پیشین همسو است. به عنوان مثال، در شاخص رضایت مشتری آمریکایی (ACSI) نیز نشان داده شد که قیمت یکی از عناصر کلیدی در تعیین سطح رضایت و وفاداری مصرف‌کنندگان است (Fornell et al., 1996). همچنین پژوهش‌های بازاریابی تأکید کرده‌اند که ادراک مشتری از نسبت ارزش به قیمت می‌تواند رضایت و قصد خرید مجدد را تقویت کند (Delso et al., 2018).

نکته قابل توجه دیگر در یافته‌ها، نقش علی عوامل «کیفیت خدمات»، «ارتباط با مشتری» و «کیفیت محصول» است. این عوامل در مدل تحقیق به عنوان ورودی‌هایی عمل کرده‌اند که می‌توانند وفاداری و شکایات مشتری را شکل دهند. چنین الگویی با دیدگاه‌های پیشین درباره ارتباط کیفیت خدمات با رفتار مصرف‌کننده همخوانی دارد. برای نمونه، پژوهش‌های رضایت مشتری نشان داده‌اند که کیفیت خدمات و کیفیت محصول به طور مستقیم بر تجربه مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارد و در نهایت به وفاداری یا نارضایتی منجر می‌شوند (Westbrook & Oliver, 2008). از سوی دیگر، رابطه معنادار میان بازاریابی داخلی و بهبود عملکرد سازمانی نیز در همین راستا قابل تفسیر است (Robins et al., 2017).

یافته‌ها همچنین نشان داد که «شکایت مشتری» و «وفاداری» در دسته عوامل معلولی قرار دارند؛ بدین معنا که این دو متغیر بیش از آنکه نقش هدایت‌گر داشته باشند، نتیجه تعامل میان سایر متغیرها هستند. در ادبیات پیشین نیز بارها تأکید شده است که وفاداری پیامدی از مجموعه‌ای از عوامل شامل کیفیت، قیمت و رضایت کلی است و نمی‌توان آن را به‌طور مستقل مدیریت کرد (Ahmadi et al., 2012). همچنین، تجربه مشتریان نارضی که اغلب بدون اعلام شکایت به سمت رقبا می‌روند، یکی از چالش‌های اساسی برای سازمان‌هاست (Hosseini Nasab & Azimi Kohon, 2018).

از منظر روش‌شناسی، ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) با تحلیل چندمعیاره رضایت مشتری (MUSA) توانست تصویری جامع‌تر از وضعیت کارایی و رضایت مشتریان ارائه دهد. پژوهش‌های پیشین عمدتاً به استفاده از DEA برای ارزیابی کارایی سازمان‌ها پرداخته‌اند (Bahremand, 2015; Emami Meybodi, 2011). اما در سال‌های اخیر گرایش به سوی رویکردهای ترکیبی افزایش یافته است. برای مثال، ترکیب DEA با مدل‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی کارایی زنجیره تأمین سبز (Torkashvand et al., 2023) یا بهره‌گیری از شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها در زنجیره تأمین (Shafiei et al., 2021) نمونه‌هایی از تلاش برای ارتقای دقت تحلیل‌ها هستند. یافته‌های این پژوهش نیز همسو با چنین روندی است و نشان داد که افزودن ابعاد رضایت مشتری می‌تواند تبیین بهتری از نتایج کارایی خطوط تولیدی ارائه کند.

همچنین مقایسه نتایج این مطالعه با سایر تحقیقات حوزه DEA نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های شبکه‌ای و چندمرحله‌ای می‌تواند نقاط ضعف تحلیل‌های یک‌مرحله‌ای را برطرف کند. پژوهش‌هایی که در حوزه بانکداری (Erdkhadifa & Himmati, 2022)، بیمارستان‌ها (Aghasizadeh et al., 2022) و پارک‌های علم و فناوری (Nazerian, 2024) انجام شده‌اند، همگی تأکید دارند که مدل‌های شبکه‌ای با توجه به روابط درونی میان فرآیندها قادرند تصویر دقیق‌تری از کارایی سازمان‌ها ارائه دهند. یافته‌های این تحقیق نیز در همین راستا تأیید می‌کند که مدل سه‌مرحله‌ای DEA توانسته است کارایی خطوط تولیدی را به شکل واقع‌بینانه‌تری شناسایی کند.

از نظر مدیریتی، نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که مدیران باید تمرکز ویژه‌ای بر مدیریت مؤلفه‌های قیمتی، کیفیت خدمات و ارتباط با مشتری داشته باشند. این نتیجه با دیدگاه‌های موجود در ادبیات هم‌راستا است؛ چرا که کارایی سازمان‌ها صرفاً تابع ورودی‌های فنی نیست، بلکه ترکیب داده‌های رفتاری مشتریان و شاخص‌های مدیریتی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (Coelli & Prusak, 2005; Neely et al., 2005). علاوه بر این، شواهد پژوهشی در حوزه بازاریابی نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاری در مدیریت ارتباط با مشتری می‌تواند مزیت رقابتی پایداری برای سازمان‌ها ایجاد کند (Rahnavard, 2013; Shoughi et al., 2012).

در مقایسه با مطالعات بین‌المللی، یافته‌های این پژوهش قابل تطبیق با رویکردهای نوین ارزیابی کارایی نیز هست. به عنوان مثال، توسعه مدل‌های متمرکز هیبریدی برای تخصیص منابع در صنایع انرژی (Yeh, 2025)، استفاده از DEA در انتخاب پرتفوی با ورودی‌ها و خروجی‌های فازی (Chen et al., 2021; Mehlatat et al., 2020) و کاربرد آن در کشف تقلب‌های حسابداری (Anari & Yazdi, 2024)، همگی نشان از قابلیت بالای DEA در حل مسائل پیچیده دارند. این پژوهش با تمرکز بر صنعت شیشه ایران توانست نمونه‌ای کاربردی از چنین رویکردهای ترکیبی را ارائه دهد.

در نهایت، یافته‌های پژوهش همسو با روندی است که در سال‌های اخیر در ادبیات مشاهده می‌شود: حرکت از مدل‌های تک‌بعدی به مدل‌های ترکیبی و چندمعیاره که نه تنها داده‌های عملیاتی، بلکه انتظارات و ادراکات مشتریان را نیز لحاظ می‌کنند. این موضوع با توصیه‌های پیشین مبنی بر توجه به شاخص‌های مشتری‌مدار برای افزایش دقت تحلیل‌های کارایی کاملاً هم‌خوان است (Hao et al., 2019).

هرچند نتایج پژوهش حاضر قابل اتکا و همسو با ادبیات موجود است، اما چند محدودیت وجود دارد. نخست، جامعه آماری در بخش کیفی محدود به خبرگان صنعت و دانشگاه بود و این امر ممکن است باعث کاهش تنوع دیدگاه‌ها شده باشد. دوم، داده‌های بخش کمی از یک شرکت خاص (گروه صنعتی شیشه کاوه) جمع‌آوری شد و تعمیم‌پذیری نتایج به سایر صنایع نیازمند احتیاط است. سوم، مدل ترکیبی طراحی شده با وجود نوآوری، نیازمند آزمون بیشتر در محیط‌های واقعی و با داده‌های طولی است تا پایداری نتایج آن سنجیده شود.

پژوهش‌های آتی می‌توانند این مدل ترکیبی را در صنایع مختلف از جمله خودروسازی، داروسازی و بانکداری به کار گیرند تا مقایسه بین‌بخشی صورت گیرد. همچنین استفاده از روش‌های نوین داده‌کاوی و یادگیری ماشین در کنار DEA می‌تواند به افزایش دقت پیش‌بینی

کارایی کمک کند. بررسی تأثیر متغیرهای بیرونی مانند شرایط اقتصادی و تحریم‌ها بر کارایی و رضایت مشتریان نیز می‌تواند مسیر تازه‌ای برای پژوهشگران باشد.

مدیران سازمان‌ها باید به شاخص‌های کلیدی شناسایی‌شده در این پژوهش توجه ویژه داشته باشند. مدیریت کارآمد قیمت‌گذاری، ارتقای کیفیت خدمات و تقویت ارتباطات با مشتری از جمله اقداماتی است که می‌تواند به بهبود کارایی خطوط تولیدی کمک کند. همچنین پیشنهاد می‌شود سیستم‌های اطلاعاتی برای پایش مداوم رضایت مشتریان و تحلیل داده‌های تولیدی طراحی و به‌کار گرفته شوند تا امکان واکنش سریع به تغییرات بازار فراهم گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Aghasizadeh, Z., Pouya, A. R., Motahari Farimani, N., & Vafeaa Najjar, A. (2022). Evaluating the Efficiency of Hospitals Using Network Data Envelopment Analysis (NDEA) and Providing a Suitable Model of Allocating Resources for Future Investments [Case Report]. *Payavard Salamat*, 16(1), 22-33. <http://payavard.tums.ac.ir/article-1-7176-en.html>
- Ahmadi, R., Khaledi, L., & Ahmadvand, S. (2012). *Modeling Customer Loyalty of Mehr Financial and Credit Institute Using Data Mining Techniques (Fuzzy-Hybrid Support Vector Machines Approach)* Tarbiat Modares University].
- Allen, S. (2010). Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: A predictive validity perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), 434-449. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0300-3>
- Anari, M. S., & Yazdi, M. K. (2024). Application of Data Envelopment Analysis and Machine Learning in Detecting Accounting Fraud.
- Bahreman, S. (2015). Investigating the Efficiency of Production Lines in a Manufacturing Company Using Data Envelopment Analysis (DEA): A Case Study of Pak Tehran Pasteurized Dairy Company. The Second International Conference on Modern Research in Management, Economics and Accounting, Kuala Lumpur-Malaysia.



- Chen, W., Li, S. S., Mehlawat, M. K., Jia, L., & Kumar, A. (2021). Portfolio selection using data envelopment analysis cross-efficiency evaluation with undesirable fuzzy inputs and outputs. *International Journal of Fuzzy Systems*, 23, 1478-1509. <https://doi.org/10.1007/s40815-020-01045-y>
- Coelli, T. H., & Prusak, L. (2005). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business Press. https://books.google.nl/books/about/Working_Knowledge.html?id=-4-7vmCVG5cC&redir_esc=y
- Delso, W. H., Robbi, J. L., & Anderson, K. S. (2018). wine promotion, customer satisfaction, and behavioral intention. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 39, 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2019.03.001>
- Emami Meybodi, A. (2011). *Efficiency and Productivity from an Economic Perspective*. Allameh Tabataba'i University.
- Erdkhadifa, R., & Himmati, R. (2022). Data Envelopment Analysis Approach for Efficiency Comparison of Banking System. *Enrichment: Journal of Management*, 12(2), 1584-1592.
- Fornell, C., Johnson, M. C., Anderson, E. W., Cha, J., & Bryant, B. E. (1996). The American Consumer Satisfaction Index: nature, purpose and findings. *Journal of Marketing*, 60, 7-18. <https://doi.org/10.1177/002224299606000403>
- Hao, S., Shi, F., & Hao, Q. (2019). Research on the Optimization of DEA Based on the Perspective of Customer Satisfaction. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 385. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.191221.030>
- Hosseini Nasab, S. A., & Azimi Kohon, M. (2018). Investigating the Effect of Implementing Electronic Marketing on the Export Performance of Exemplary Exporters in the Industrial Sector from 2000-2005 (With an Emphasis on the Internet). *Daneshvar-e Raftar Bi-Monthly Scientific Research Journal, Shahid University*, 15(32).
- Kachouei, M., Ebrahimnejad, A., & Bagherzadeh Valami, H. (2022). Efficiency evaluation in fuzzy two-stage data envelopment analysis based on fuzzy arithmetic approach. *Journal of Decisions and Operations Research*, 7(1), 143-159. <https://doi.org/10.22105/dmor.2021.267206.1303>
- Mahdavi, H. (2022). Evaluating Supplier Sustainability in the Supply Chain Using Data Envelopment Analysis Technique. Third International Conference on Challenges and New Solutions in Industrial Engineering, Management, and Accounting, Chabahar.
- Mehlawat, M. K., Gupta, P., Kumar, A., Yadav, S., & Aggarwal, A. (2020). Multiobjective fuzzy portfolio performance evaluation using data envelopment analysis under credibilistic framework. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 28(11), 2726-2737. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2020.2969406>
- Nazerian, R. (2024). Development of Two-Stage EBM Data Envelopment Analysis Model for Evaluation of Science and Technology Parks. *Jes*, 20(3), 4407-4418. <https://doi.org/10.52783/jes.5769>
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(12), 1228-1263.
- Peykani, P., Emrouznejad, A., Mohammadi, E., & Gheidari-Kheljani, J. (2022). A novel robust network data envelopment analysis approach for performance assessment of mutual funds under uncertainty. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04625-3>
- Rahnavard, P. (2013). The Role of Data Mining in Solving Insurance Business Problems. *Bimeh Ma Monthly News and Analysis Journal*(8), 4-5.
- Robins, V., Miguel, A. M., & Sanches, J. (2017). internal market orientation and its influence on organizational performance. *European Journal Of Marketing*, 43(11/12), 1438-1450. https://www.researchgate.net/publication/235310396_Internal_market_orientation_and_its_influence_on_organisa_tional_performance
- Shafiei, M., Saleh, H., & Qaderi, M. (2021). Modeling in the Supply Chain Using Data Envelopment Analysis and System Dynamics Simulation.
- Shoughi, B., Seifi, R., & Rafiei, H. (2012). *The Relationship Between Organizational Entrepreneurship and Customer Orientation* Islamic Azad University, Saveh Branch]. Saveh.
- Torkashvand, T., Saghafi, F., DarvishMotevali, M. H., & Pilevari, N. (2023). A hybrid model of network data envelopment analysis and data mining to predict efficiency in the green supply chain of the poultry industry. *Journal of Development & Evolution Management*, 53(15), 55-71. https://journals.iau.ir/article_705866.html
- Westbrook, R. A., & Oliver, R. L. (2008). The Dimensionality of Consumption Emotion Patterns and Customer Satisfaction. *Journal of Consumer Research*, 18, 84-91. <https://doi.org/10.1086/209243>
- Yeh, L. T. (2025). Development of centralized hybrid data envelopment analysis models to allocate emissions abatement for fossil fuel power plants during their current and replacement phases. *Energy Economics*, 146, 108522. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.108522>