

Identification and Prioritization of Supply Chain Management Challenges in the uPVC Window Industry Using an Integrated Fuzzy SWARA–WASPAS Approach

Mohammad. Akhshabi^{1*} 

¹ Department of Industrial Engineering, To.C., Islamic Azad University, Tonekabon, Iran

* Corresponding author email address: m.akhshabi@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Akhshabi, M. (2026). Identification and Prioritization of Supply Chain Management Challenges in the uPVC Window Industry Using an Integrated Fuzzy SWARA–WASPAS Approach. *Decision Science and Intelligent Systems*. 3(2), 1-23.



© 2026 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

Supply chain management in manufacturing industries, particularly the construction industry and its related products, such as uPVC windows, faces numerous challenges. Owing to market dynamics and the qualitative nature of the relevant variables, these challenges are often characterized by ambiguity and uncertainty. This study aimed to identify, screen, and prioritize the key challenges and problems associated with supply chain management in the uPVC window industry. For this purpose, following a comprehensive review of the research literature and consultation with industry experts, the identified challenges were classified into six overarching evaluation criteria. In the first stage, the main criteria were weighted using the fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) method. Subsequently, the 20 identified challenges were ranked using the fuzzy Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) method. The findings indicate that, among the evaluation criteria, “resistance to change and adaptation to innovation” has the highest level of importance. Furthermore, according to the results of the fuzzy WASPAS model, “lack of market demand” was identified as the most important and critical challenge facing the uPVC window supply chain. The results of this study can assist managers and decision-makers in this industry in optimizing resource allocation and mitigating operational risks.

Keywords: supply chain, challenges, multi-criteria decision-making techniques, uncertain environment, fuzzy SWARA, fuzzy WASPAS.

Extended Abstract

Introduction

The construction industry is a major driver of economic activity and depends on supply chains capable of coordinating materials, financial resources, information, technologies, and operational activities across multiple organizational boundaries. Within this industry, the production of unplasticized polyvinyl chloride (UPVC) windows constitutes a technically specialized supply chain involving petrochemical raw-material suppliers, profile manufacturers, hardware and glass suppliers, assembly workshops, distributors, contractors, and final customers. The performance of this chain is strongly affected by changes in construction activity, fluctuations in raw-material prices, technological developments, customer awareness, regulatory conditions, and market demand. Consequently, supply chain management in the UPVC window industry requires an integrated approach to procurement, production planning, logistics, information sharing, distribution, and market development.

Effective supply chain management can reduce procurement costs, improve product quality, shorten lead times, enhance service levels, and support the optimal allocation of orders among suppliers. Supplier evaluation and order allocation are therefore strategic decision-making activities rather than merely operational functions. Such decisions ordinarily involve several quantitative and qualitative criteria that may conflict with one another, making them appropriate applications of multi-criteria decision-making methods (Amid et al., 2011; Ho et al., 2010). Conventional evaluation models, however, may not adequately represent the ambiguity of expert judgments or the instability of market conditions. Decision-makers frequently rely on incomplete information, linguistic assessments, and uncertain predictions, particularly when evaluating emerging industries or supply chains exposed to economic volatility.

Fuzzy-set theory provides an appropriate analytical framework for representing imprecise judgments and converting linguistic assessments into computable values. Fuzzy multi-criteria models can simultaneously incorporate qualitative evaluations, uncertain information, and differing levels of criterion importance (Shaw et al., 2012). This capability is particularly relevant to supply chains in which financial, operational, technological, and market conditions change over time. Fuzzy order-allocation models have also demonstrated that criterion weights and supplier priorities should be adjusted according to market conditions and planning horizons rather than treated as fixed or equally important parameters (Haleh & Hamidi, 2011).

Previous research has identified numerous barriers to effective and sustainable supply chain management. In the construction industry, managerial limitations, implementation problems, and weaknesses in sustainable design have been recognized as important obstacles to green supply chain development (Banihashemi et al., 2023). Studies of other specialized supply chains have highlighted difficulties associated with demand–supply coordination, information technology limitations, material management, and cross-functional collaboration (Akkerman et al., 2023). In the electronics sector, inadequate managerial commitment, limited awareness, weak performance standards, and insufficient sustainability capabilities have been identified as interconnected barriers that can prevent supply chain transformation (Menon & Ravi, 2021).

Digitalization and innovation add another dimension to supply chain challenges. Traditional organizational structures may resist digital transformation because new technologies require process

redesign, employee training, information integration, and changes in established managerial practices (Rodríguez et al., 2020). Technology can strengthen visibility, traceability, agility, and resilience, but its effectiveness depends on organizational readiness and the willingness of managers and supply chain partners to adopt new methods (Odimarha et al., 2024). Market-oriented communication and digital sales capabilities can also improve competitive intelligence and adaptive selling, whereas weak customer engagement and insufficient knowledge of market needs may restrict supply chain performance (Chen et al., 2015; Itani et al., 2017).

Despite the extensive use of fuzzy multi-criteria decision-making techniques in supplier evaluation, sustainable supply chains, construction management, and industrial logistics, the specific challenges of UPVC window supply chain management have not been systematically identified and prioritized. In particular, there is a need for a framework that first determines the relative importance of the broad criteria used to evaluate these challenges and then ranks the operational challenges under uncertainty. Accordingly, this study aimed to identify, screen, weight, and prioritize the principal challenges of supply chain management in the UPVC window industry using an integrated fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis and fuzzy Weighted Aggregated Sum Product Assessment approach.

Materials and Methods

This applied study employed a quantitative, descriptive–analytical research design. Data were collected through both documentary and field procedures. In the documentary phase, the theoretical literature on supply chain management, industrial logistics, supplier management, technological barriers, and sustainable supply chains was reviewed. An initial set of potential challenges was extracted and subsequently adapted to the technical and structural characteristics of the UPVC window industry through consultation with industry experts.

The expert population comprised specialists in the UPVC supply chain, senior managers of profile-production lines, owners or managers of window-assembly workshops, and experienced professionals familiar with procurement, production, distribution, and logistics processes. Because the research required specialized industrial knowledge, purposive judgmental sampling was applied. Fifteen qualified experts who possessed relevant experience and were willing to complete the evaluation instruments constituted the final expert panel.

The research process consisted of three phases. First, the identified variables were screened and classified into six overarching evaluation criteria and 20 operational supply chain challenges. Second, the six criteria were weighted through fuzzy SWARA. Experts arranged the criteria according to importance and expressed their comparative judgments using fuzzy values. The relative importance coefficients, recalculated coefficients, and fuzzy weights were then determined, after which the fuzzy results were defuzzified through the center-of-area procedure.

Third, the 20 operational challenges were ranked using fuzzy WASPAS. A fuzzy decision matrix was formed from the experts' aggregated judgments, normalized, and multiplied by the weights obtained from fuzzy SWARA. The weighted sum model and weighted product model values were calculated for each challenge. The two components were integrated using an equal aggregation coefficient of 0.50 to obtain the final WASPAS utility score. All calculations were performed in Microsoft Excel. Content

validity was assessed using the content validity ratio, while the internal consistency of the challenge measures was evaluated using Cronbach's alpha.

Findings

The fuzzy SWARA results showed that "resistance to change and adaptation to innovation" was the most influential evaluation criterion, with a final defuzzified weight of 0.691922. The lack of an integrated information system ranked second, with a weight of 0.498681, while financial constraints ranked third, with a weight of 0.428121.

The absence of information technology implementation occupied the fourth position, with a weight of 0.318125. Limited access to volunteer or available labor ranked fifth, with a weight of 0.170710, and the absence of performance measures and sustainability standards ranked sixth, with a weight of 0.100150. Thus, organizational adaptability, information integration, and financial capacity collectively represented the dominant dimensions through which the operational challenges were evaluated.

The fuzzy WASPAS analysis identified lack of market demand as the highest-priority challenge, with a final utility score of 9.283921. Inadequate strategic planning ranked second, with a score of 8.216761, followed by insufficient training, experience, and professional awareness, with a score of 7.153421. The absence of supportive governmental laws and regulations ranked fourth, with a score of 6.479734.

Insufficient customer awareness ranked fifth, with a utility score of 6.213402, while inadequate human-resource quality ranked sixth, with a score of 6.113618. The absence of waste-reduction strategies ranked seventh, with a score of 5.873852. Low supply chain integration ranked eighth, with a score of 5.431344; insufficient technical skills ranked ninth, with a score of 5.326077; and the adverse effects of global developments and shocks ranked tenth, with a score of 5.240025.

The remaining challenges received lower priority scores. Cost-related considerations, market competition and uncertainty, low operational efficiency, inadequate storage and material maintenance, and the lack of readiness among some suppliers occupied the middle positions. Failures in interorganizational information sharing, the absence of qualified designers, contractors, and planners, limited supply chain transparency, inadequate coordination of transportation activities, and failure to accept innovation were placed in the lower-ranking group.

The content validity ratios for all 20 challenges ranged from 0.726 to 0.893, exceeding the specified acceptance level. Cronbach's alpha coefficients ranged from 0.702 to 0.885, demonstrating acceptable internal consistency for all evaluated challenges.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that the UPVC window supply chain is affected by a combination of market, managerial, technological, financial, human-resource, and institutional problems. However, these challenges are not equally important. The high weight assigned to resistance to change and adaptation to innovation indicates that managerial attitudes and organizational readiness constitute fundamental conditions affecting the industry's ability to improve its supply chain. Even when technologies or financial resources are available, organizations may fail to benefit from them when managers and employees continue to rely on traditional procurement, production, sales, and distribution practices.

The prioritization of lack of market demand indicates that supply chain improvement cannot be limited to internal operational efficiency. The UPVC window industry is closely dependent on housing construction, renovation activity, customer purchasing power, and awareness of the thermal, acoustic,

environmental, and durability advantages of UPVC products. A contraction in construction activity or a mismatch between product offerings and customer requirements can reduce sales throughout the chain, increase inventories, weaken cash flow, and discourage investment in technology and workforce development.

The second-place ranking of inadequate strategic planning confirms the need for systematic demand forecasting, market segmentation, capacity planning, supplier development, and contingency planning. Managers should establish integrated short-, medium-, and long-term plans rather than responding reactively to price changes and supply disruptions. The high priorities assigned to professional training, customer awareness, human-resource quality, and technical skills further show that supply chain competitiveness depends on knowledge development across the entire network.

Government institutions can support this industry through stable technical standards, quality-control regulations, financial incentives, energy-efficiency policies, and transparent rules governing construction products. At the organizational level, managers should develop integrated information systems, improve communication with suppliers and distributors, establish measurable performance indicators, and implement waste-reduction programs. Greater collaboration among profile manufacturers, assembly workshops, contractors, and customers can improve demand visibility and reduce operational uncertainty.

Overall, the integrated fuzzy SWARA–WASPAS framework provided a structured mechanism for converting expert judgments into defensible managerial priorities under uncertainty. The results suggest that the first allocation of managerial resources should target market development and strategic planning, followed by professional training, regulatory support, customer education, and human-resource improvement. Addressing these priorities in an integrated manner can enhance supply chain resilience, reduce operational risk, improve resource allocation, and strengthen the long-term competitiveness of the UPVC window industry.

شناسایی و اولویت بندی چالش های مدیریت زنجیره تأمین در صنعت پنجره های UPVC با استفاده از رویکرد ترکیبی WASPAS و SWARA

محمد اخشابی^{۱*}

۱. گروه مهندسی صنایع، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: m.akhshabi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

اخشابی، محمد. (۱۴۰۵). شناسایی و اولویت بندی چالش های مدیریت زنجیره تأمین در صنعت پنجره های UPVC با استفاده از رویکرد ترکیبی WASPAS و SWARA. علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۳(۲)، ۱-۲۳.



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

مدیریت زنجیره تأمین در صنایع تولیدی، به ویژه صنعت ساختمان و ملزومات آن مانند پنجره های UPVC، با چالش های متعددی روبرو است که به دلیل پویایی بازار و ماهیت کیفی متغیرها، همواره با ابهام و عدم قطعیت همراه است. هدف این پژوهش، شناسایی، غربالگری و رتبه بندی چالش ها و مشکلات کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین پنجره های UPVC است. بدین منظور، پس از مرور جامع ادبیات پژوهش و نظرخواهی از خبرگان این صنعت، چالش های موجود در قالب ۶ معیار ارزیابی کلان دسته بندی شدند. در گام نخست، وزن دهی معیارهای اصلی با استفاده از روش سوارا فازی انجام شد. سپس، ۲۰ چالش استخراج شده با بهره گیری از روش واسپاس فازی رتبه بندی گردیدند. یافته های تحقیق نشان می دهد که در میان معیارهای ارزیابی، معیار «مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری» بیشترین اهمیت را داراست. همچنین، بر اساس خروجی مدل واسپاس فازی، چالش «فقدان تقاضای بازار» به عنوان مهم ترین و کلیدی ترین چالش پیش روی زنجیره تأمین پنجره های UPVC شناسایی شد. نتایج این پژوهش می تواند به مدیران و تصمیم گیرندگان این صنعت در جهت تخصیص بهینه منابع و کاهش ریسک های عملیاتی کمک شایانی نماید.

کلیدواژگان: زنجیره تأمین، چالش ها، تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره، محیط عدم قطعیت، سوارا فازی، واسپاس فازی.

۱. مقدمه

صنعت ساختمان به عنوان یکی از پیشران‌های اقتصادی، نیازمند زنجیره تأمین پویا، کارآمد و انعطاف‌پذیر است. در این میان، صنعت تولید پنجره‌های UPVC به دلیل وابستگی به مواد اولیه پتروشیمی، تکنولوژی‌های ساخت و تقاضای نوسانی بازار، با پیچیدگی‌های لجستیکی و مدیریتی فراوانی مواجه است. مدیریت زنجیره تأمین (SCM) در این بخش شامل هماهنگی جریان مواد، اطلاعات و سرمایه میان تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان نهایی است. با این حال، وجود ریسک‌های محیطی، نوسانات اقتصادی و چالش‌های درون‌سازمانی، کارایی این زنجیره را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مدیریت کارآمد زنجیره تأمین در صنایع تولیدی، مستلزم اتخاذ تصمیمات راهبردی در حوزه ارزیابی چالش‌ها و مدیریت تأمین‌کنندگان است. عملکرد تأمین‌کنندگان نقشی کلیدی در کنترل هزینه‌ها، ارتقای کیفیت، بهبود سطح سرویس‌دهی و کاهش زمان تحویل ایفا می‌کند؛ از این رو، ارزیابی دقیق چالش‌های این حوزه و تخصیص بهینه سفارش‌ها، فعالیتی بحرانی در مدیریت زنجیره تأمین محسوب می‌شود. (Amid et al., 2010) این فرآیند ذاتاً یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که تحت تأثیر فاکتورهای ناسازگار کمی و کیفی قرار دارد. از سوی دیگر، در دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان اغلب با اطلاعات مبهم، ناقص و پویا مواجهند که وزن و اهمیت معیارهای ارزیابی را بسته به شرایط بازار تغییر می‌دهد. در چنین شرایطی، تئوری مجموعه‌های فازی به عنوان یکی از کارآمدترین ابزارها برای مواجهه با عدم قطعیت و تحلیل اطلاعات غیرصریح به کار گرفته می‌شود. (Shaw et al., 2012)

اگرچه مدل‌های ریاضی و برنامه‌ریزی فازی متقارن از دهه‌های گذشته برای حل مسائل زنجیره تأمین پیشنهاد شده‌اند، اما فرض رفتار یکسان و هم‌وزن برای اهداف و محدودیت‌ها در این مدل‌ها، با واقعیت‌های متغیر بازار همخوانی ندارد. (Haleh & Hamidi, 2011) علاوه بر این، در مسائل چنددوره‌ای (چند پریودی)، نادیده گرفتن مباحث مالی و ارزش زمانی پارامترها در طول زمان، فرضی خلاف واقع است که مدل را از پایداری دور می‌کند. (Ho et al., 2010) بنابراین، نیاز به توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه فازی که بتوانند اوزان معیارها را متناسب با فضای حاکم بر بازار در زمان صدور سفارش تنظیم کرده و پارامترهای مالی و عوامل بهبود فروش را به طور هم‌زمان در نظر بگیرند، کاملاً احساس می‌شود.

در این میان، صنعت ساختمان و ملزومات آن، به‌ویژه زنجیره تأمین پنجره‌های UPVC، به عنوان یک محصول کارآمد و پرکاربرد در سال‌های اخیر محبوبیت بالایی یافته است. با وجود پتانسیل‌های اقتصادی این صنعت، فرآیند تأمین، تولید و توزیع آن با چالش‌های لجستیکی، مالی و مدیریتی متعددی روبرو است. بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که علیرغم توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری در صنایع مختلف، مطالعه جامع و نظام‌مندی که به طور اختصاصی به «شناسایی، غربالگری و رتبه‌بندی چالش‌های زنجیره تأمین پنجره‌های UPVC در محیط عدم قطعیت» بپردازد، انجام نشده و یک شکاف تحقیقاتی آشکار در این حوزه وجود دارد. از منظر عملی نیز مدیران و کارآفرینان این صنعت به دلیل نبود یک چارچوب علمی منسجم، در مواجهه با ریسک‌های بازار و نوسانات تأمین با چالش‌های جدی مواجهند.

بنابراین، ضرورت انجام این پژوهش از دو جنبه قابل تبیین است: نخست از نظر علمی، با تلفیق مدل‌های پویای تصمیم‌گیری فازی در یک صنعت نوظهور، به غنای ادبیات مدیریت زنجیره تأمین کمک می‌کند؛ دوم از نظر کاربردی، با شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های واقعی تولید و تأمین محصولات UPVC، ابزاری مبتنی بر واقعیت‌های بازار را در اختیار مدیران قرار می‌دهد تا فرآیند تخصیص سفارش‌ها و مدیریت ریسک را بهینه‌سازی کنند.

باقیمانده مقاله به صورتی که مشخص می‌شود سازماندهی شده است. در بخش دوم یک مرور ادبیات برای شناسایی شکاف تحقیق براساس مطالعات گذشته ارائه شده است. در بخش سوم مدلسازی تحقیق ارائه شده است. در بخش چهارم یافته‌های حاصل از بکارگیری مدل پیشنهادی ارائه شده است. سرانجام در بخش پنجم یک نتیجه‌گیری کلی به همراه پیشنهادات تحقیق ارائه شده است.

۲- مرور ادبیات تحقیق

مرور ادبیات نظام‌مند در حوزه مدیریت زنجیره تأمین نشان می‌دهد که ارزیابی چالش‌ها، مدیریت تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش‌ها در محیط‌های پویا و مبهم، همواره از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران بوده است. با توجه به ساختار چندوجهی مسئله، پیشینه تحقیق در دو محور اصلی دسته‌بندی می‌شود:

پژوهش‌های متعددی به شناسایی موانع و چالش‌های لجستیکی و عملیاتی در صنایع مختلف پرداخته‌اند. در همین راستا، بنی‌هاشمی و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی مهم‌ترین چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت ساختمان پرداختند. آن‌ها با به‌کارگیری رویکرد گروه کانون و تکنیک بدترین-بهترین فازی (Fuzzy BWM) دریافتند که مؤلفه «طراحی سبز» کلیدی‌ترین نقش را در کاهش موانع ساخت‌وساز پایدار ایفا می‌کند و پس از آن مدیریت و پیاده‌سازی سبز در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

از سوی دیگر، اودیماها و همکاران (۲۰۲۴) در تحلیل جامع ریسک‌های پیش‌روی زنجیره‌های تأمین ناشی از بلایای طبیعی، تنش‌های ژئوپلیتیک و تهدیدات سایبری، نقش نوآوری‌های تکنولوژیک نظیر بلاک‌چین، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی را در ارتقای تاب‌آوری و چابکی زنجیره بررسی کردند. یافته‌های آن‌ها تایید کرد که فناوری‌های نوین با ایجاد شفافیت و مشاهده‌پذیری بلادرنگ، فرآیندهای سنتی لجستیک را متحول می‌سازند.

در بخش زنجیره‌های تأمین خاص، آکرم و همکاران (۲۰۲۳) چالش‌های اصلی مدیریت مواد فسادپذیر و محدودیت‌های فناوری اطلاعات را ارزیابی کرده و نشان دادند که انطباق عرضه و تقاضا در ساختارهای سنتی نیازمند تعاملات بین‌رشته‌ای قوی‌تر است. همچنین، راکش و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل میک‌مک (MICMAC) به واکاوی ۱۱ مانع پیاده‌سازی پایداری در صنعت الکترونیک پرداختند. یافته‌های آن‌ها دلالت بر آن دارد که فقدان آگاهی از مزایای پایداری، ضعیف بودن استانداردهای زیست‌محیطی و عدم تعهد مدیریت ارشد، موانع ریشه‌ای و پیش‌برنده سیستم محسوب می‌شوند؛ در حالی که معیارهای ارزیابی عملکرد، قدرت وابستگی بالایی داشته و تحت تأثیر سایر متغیرها قرار می‌گیرند.

در حوزه فرآیندهای تجاری و توسعه کانال‌های عرضه، رودریگز و همکاران (۲۰۲۰) با اتخاذ رویکرد کیفی چالش‌های دیجیتالی‌سازی فرآیندهای پیچیده فروش در زنجیره‌های بنگاه به بنگاه (B2B) را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها تایید کرد که ساختارهای سنتی در برابر تحول دیجیتال مقاومت نشان می‌دهند. در پژوهشی مشابه، یانگ (۲۰۱۹) با به‌کارگیری روش آمیخته (کیفی-کمی) به اولویت‌بندی موانع توسعه فروش اینترنتی پرداخت. نتایج تحلیل محتوا و بخش کمی پژوهش وی نشان داد که موانع حقوقی-دولتی، فرهنگی، زیرساختی و مدیریتی به ترتیب اهمیت، اصلی‌ترین چالش‌های توسعه شبکه توزیع مدرن هستند. همچنین عمر و همکاران (۲۰۱۷) اهمیت بستر رسانه‌های اجتماعی را در بهبود تعاملات زنجیره‌های B2B و ارتقای عملکرد بازار از طریق جمع‌آوری دانش رقبا و انطباق با مشتری به اثبات رساندند. در همین راستا، چن و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر سازوکارهای کنترل مدیریت و جهت‌گیری بازار را بر نوآوری کانال‌های توزیع شرکت‌های الکترونیکی بررسی کردند و نشان دادند که مکانیزم‌های کنترلی مستقیماً بر عملکرد نهایی اثرگذار نبوده، بلکه از طریق متغیر میانجی نوآوری فرآیندها عمل می‌کنند.

بخش دیگری از ادبیات تحقیق بر توسعه مدل‌های ریاضی و ارزیابی چندمعیاره عملکرد اعضای زنجیره متمرکز است. لیانگ و همکاران (۲۰۱۹) با شناسایی تضاد منافع میان اعضای زنجیره و وجود شاخص‌های چندگانه واسطه‌ای، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (Network DEA) را در دو حالت روابط رهبر-پیرو و ساختار اشتراکی توسعه دادند تا عملکرد مشترک خریدار-فروشنده را بهینه‌سازی کنند. جهت مواجهه با عدم قطعیت حاکم بر بازار، سان و دنگ (۲۰۱۸) روش توابع کرنل را با تئوری دیمتل خاکستری (Grey DEMATEL) ترکیب کرده و مدل پایداری برای دسته‌بندی تأمین‌کنندگان به دو گروه کارا و غیرکارا ارائه دادند. پیش از آن‌ها، لی و ابرین (۲۰۱۷) یک مدل تصمیم‌گیری یکپارچه در دو سطح زنجیره‌ای و عملیاتی ارائه کردند؛ این مدل به جای تمرکز سنتی بر روی شاخص هزینه، بر چهار معیار کلیدی «سود، زمان تدارک، تحویل سریع و حذف ضایعات» استوار بود تا اهداف سرویس‌دهی به مشتریان را ارضا کند.

در محیط‌های مبتنی بر منطق فازی و فرآیندهای تصادفی، گوپتا و بارا (۲۰۱۷) از رویکرد ترکیبی روش بهترین-بدترین فازی و تاپسیس فازی (Fuzzy BWM - TOPSIS) برای ارزیابی کارایی تأمین‌کنندگان در شرکت‌های کوچک و متوسط استفاده کردند. هم‌زمان، محب‌علی‌زاده و هندفیلد (۲۰۱۷) ابعاد پایداری و عدم قطعیت داده‌ها را وارد فرآیند ارزیابی کردند؛ آن‌ها با ترکیب مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و برنامه‌ریزی تصادفی، یک مدل برنامه‌ریزی مختلط غیرخطی (MINLP) پایدار برای سنجش کارایی تأمین‌کنندگان توسعه دادند. در نهایت، لیانگ (۲۰۱۶) با ترکیب تئوری مطلوبیت چندویژگیه و مدل‌های تصادفی DEA، چارچوبی را در اختیار مسئولین خرید قرار داد تا بتوانند در شرایط متغیر و ناپایدار بازارهای جهانی، استراتژی‌های پایدار تأمین و انتخاب شرکای تجاری را فرمول‌بندی کنند.

تحلیل پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی (نظیر DEA، تاپسیس و BWM) و بررسی چالش‌های عمومی زنجیره تأمین به وفور در صنایع الکترونیک، غذا و ساختمان مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما شناسایی و رتبه‌بندی نظام‌مند چالش‌های اختصاصی زنجیره تأمین صنعت پنجره‌های UPVC با به‌کارگیری رویکرد ترکیبی سوارا فازی (Fuzzy SWARA) و واسپاس فازی (Fuzzy WASPAS) در محیط عدم قطعیت، تاکنون در ادبیات تحقیق سابقه نداشته است. پژوهش حاضر درصدد پر کردن این خلاء علمی و کاربردی است.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی-تحلیلی است. این تحقیق با توجه به استفاده از داده‌های عددی و کدهای محاسباتی، دارای ماهیت کمی بوده و در اجرای آن از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی بهره گرفته شده است. فرآیند اجرای این پژوهش شامل سه فاز اصلی به شرح زیر می‌باشد:

- **فاز اول: شناسایی و غربالگری متغیرها (مطالعات کتابخانه‌ای و بومی‌سازی):** در این گام، ابتدا با مرور جامع ادبیات پژوهش و مبانی نظری زنجیره تأمین، چالش‌های عمومی استخراج گردید. سپس از طریق مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان صنعت ساختمان و ملزومات UPVC، این چالش‌ها متناسب با ویژگی‌های فنی و ساختاری این صنعت بومی‌سازی شدند.
- **فاز دوم: وزن‌دهی معیارهای کلان (تکنیک سوارا فازی):** پس از دسته‌بندی چالش‌ها، پرسشنامه مقایسات زوجی سوارا در اختیار اعضای جامعه خبرگان قرار گرفت تا اهمیت نسبی معیارهای کلان ارزیابی مشخص شود.
- **فاز سوم: رتبه‌بندی چالش‌های عملیاتی (تکنیک واسپاس فازی):** در گام نهایی، با ضرب اوزان حاصل از فاز دوم در ماتریس تصمیم واسپاس، ۲۰ چالش عملیاتی صنعت پنجره‌های UPVC رتبه‌بندی شده و اولویت‌های کلیدی جهت تخصیص منابع مشخص گردیدند.

جامعه آماری این پژوهش را کلیه متخصصان، مدیران ارشد خطوط تولید پروفیل، صاحبان کارگاه‌های مونتاژ و فعالان باسابقه در زنجیره تأمین پنجره‌های UPVC تشکیل می‌دهند. با توجه به ماهیت تخصصی مسئله و لزوم تسلط پاسخ‌دهندگان به فرآیندهای لجستیکی این صنعت، از روش نمونه‌گیری هدفمند (قضاوتی) استفاده شد. بر این اساس، تعداد ۱۵ نفر از خبرگان واجد شرایط که آمادگی و تخصص لازم برای پاسخگویی به سؤالات را داشتند، به عنوان نمونه نهایی تحقیق انتخاب گردیدند.

متغیرهای تحقیق حاضر شامل ۶ معیار کلان ارزیابی مشکلات ساختاری و ۲۰ چالش عملیاتی مدیریت زنجیره تأمین پنجره‌های UPVC می‌باشند که در جداول (۱) و (۲) معرفی شده‌اند.



شکل ۱: مراحل انجام تحقیق

متغیرهای تحقیق حاضر شامل کلیه عوامل موثر در ارزیابی مشکلات زنجیره‌تأمین پنجره‌های UPVC و چالش‌های مدیریت زنجیره-تأمین UPVC می‌باشد که در جداول ذیل این عوامل معرفی می‌شوند.

جدول ۱: عوامل موثر در ارزیابی مشکلات زنجیره‌تأمین پنجره‌های UPVC

ردیف	معیارها	منابع
۱	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۲	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۳	محدودیت‌های مالی	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۴	فقدان پیاده‌سازی فناوری اطلاعات	لوترا و همکاران (۲۰۱۱)
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	آکرمن و همکاران (۲۰۲۳)
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	راکش و همکاران (۲۰۲۱)

همان گونه که مشاهده می شود ۶ عامل به عنوان مشکلات ارزیابی چالش های زنجیره تامین در نظر گرفته شده است که بخش اول متغیرهای تحقیق حاضر را شکل داده و در واقع معیارهای وزندهی چالش های مدیریت زنجیره تامین UPVC به شمار می روند، در بخش بعدی، بخش دوم متغیرها یعنی چالش های مدیریت زنجیره تامین UPVC معرفی می شوند.

جدول ۲: چالش های مدیریت زنجیره تامین UPVC

ردیف	چالش ها	منابع
۱	فقدان تقاضای بازار	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۲	فقدان آمادگی بخشی از تامین کنندگان	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۳	برنامه ریزی استراتژیک ناکافی	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۴	سطح پائین یکپارچگی زنجیره تامین	مودگل و همکاران (۲۰۱۰)
۵	کیفیت خوب منابع انسانی	لوترا و همکاران (۲۰۱۱)
۶	رقابت بازار و عدم قطعیت	لوترا و همکاران (۲۰۱۱)
۷	مفاهیم هزینه	لوترا و همکاران (۲۰۱۱)
۸	عدم آگاهی مشتریان	لوترا و همکاران (۲۰۱۱)
۹	فقدان ذخیره سازی مناسب و نگهداری مواد	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۰	فقدان طراح، پیمانکار و برنامه ریز در صنعت	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۱	فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۲	فقدان مهارت های فنی لازم در صنعت	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۳	کارامدی پائین	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۴	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۵	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان ها و تامین کنندگان	بنی هاشمی و همکاران (۲۰۲۳)
۱۶	استراتژی های کاهش اتلاف	آکرم و همکاران (۲۰۲۳)
۱۷	اثرات نامطلوب توسعه ها و شوک های جهانی	آکرم و همکاران (۲۰۲۳)
۱۸	فقدان هماهنگی بین فعالیت های حمل و نقل	آکرم و همکاران (۲۰۲۳)
۱۹	فقدان شفافیت در زنجیره تامین	آکرم و همکاران (۲۰۲۳)
۲۰	عدم پذیرش نوآوری	راکش و همکاران (۲۰۲۱)

جمع آوری اطلاعات در تحقیق حاضر در دو سطح میدانی و کتابخانه ای صورت می گیرد. در ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه ای شکاف تحقیقاتی استخراج شده و سپس عوامل موثر بر چالش ها از ادبیات تحقیق استخراج می شود، اما به منظور شناسایی عوامل موثر بر چالش ها در زنجیره تامین UPVC و همچنین رتبه بندی چالش های زنجیره تامین UPVC از روش میدانی استفاده می شود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه متخصصین و فعالان در حوزه زنجیره تامین UPVC می باشد که با توجه به ماهیت قضاوتی نمونه، انتخاب ۱۰ تا ۲۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب می شوند که در این تحقیق ۱۵ نفر به عنوان نمونه انتخاب می شود، روش نمونه گیری به صورت هدفمند می باشد، یعنی صرفاً افرادی که آمادگی پاسخگویی به سوالات تحقیق را داشته باشند به عنوان نمونه انتخاب می شود.

۳-۱. روش و ابزار تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل اطلاعات در تحقیق حاضر در ۲ سطح صورت می گیرد که به شرح ذیل می باشد.

- ۱- استفاده از تکنیک سواری فازی به منظور وزندهی عوامل موثر ارزیابی کردن مشکلات در مدیریت زنجیره تامین پنجره های UPVC
 - ۲- استفاده از تکنیک واسپاس فازی به منظور رتبه بندی چالش های زنجیره تامین UPVC
- به منظور پیاده سازی هر ۲ تکنیک فوق از نرم افزار اکسل استفاده می شود. در ادامه به معرفی این تکنیک ها پرداخته می شود.

۳-۱-۱. سوارای فازی

تکنیک سوارای فازی تکنیکی مشابه با تکنیک‌های تحلیل سلسله مراتبی و بدترین بهترین و فرایند شبکه تحلیلی می‌باشد که البته نسبت به آن‌ها سهولت بیشتری دارد. این تکنیک شامل مراحل ذیل است.

۱- مرتب‌سازی معیارهای ارزیابی

در این تکنیک معیارهای ارزیابی به صورت نزولی بر اساس عقاید تصمیم‌گیران مرتب می‌شود.

۲- تعیین نسبت اهمیت نسبی

نسبت اهمیت نسبی برای معیارها درخصوص معیار پیشین تعیین می‌شود. از معیار دوم آغاز شده و تا معیار نهایی ادامه می‌یابد. پس از جمع‌آوری ارزش تمامی موارد جمع نسبت اهمیت نسبی با استفاده از میانگین حسابی به دست می‌آید که به صورت زیر می‌باشد.

$$S_j = (\widetilde{s}_j^l, \widetilde{s}_j^m, \widetilde{s}_j^r) \quad (3-1)$$

۳- محاسبه ضریب اهمیت تطبیقی $\widetilde{K}_j$

برای هر معیار وجود خواهد داشت

$$\widetilde{K}_j = \begin{cases} \widetilde{1}_j = 1 \\ \widetilde{s}_j + \widetilde{1}_j > 1 \end{cases} \quad (3-2)$$

که در اینجا

$$k_j = (\widetilde{k}_j^l, \widetilde{k}_j^m, \widetilde{k}_j^r) \quad (3-3)$$

۴- عوامل توزین محاسبه شده $\widetilde{q}_j$ با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\widetilde{q}_j = \begin{cases} \widetilde{1}_j = 1 \\ \frac{\widetilde{q}_j - 1}{\widetilde{k}_j} \end{cases} \quad (3-4)$$

$$\widetilde{q}_j = (\widetilde{q}_j^l, \widetilde{q}_j^m, \widetilde{q}_j^r) \quad (3-5)$$

۵- اوزان اهمیت نسبی معیارها با استفاده از رابطه ذیل تعیین می‌شود.

$$\widetilde{w}_j = \frac{\widetilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \widetilde{q}_k} \quad (3-6)$$

$\widetilde{w}_j$ نشانگر اوزان نسبی معیار بوده و Π نشانگر معیار به صورت ذیل است.

$$\widetilde{w}_j = (\widetilde{w}_j^l, \widetilde{w}_j^m, \widetilde{w}_j^r) \quad (3-7)$$

۶- اوزان اهمیت نسبی فازی به ارزش قطعی بر اساس روش محور مساحت تبدیل می‌شوند

$$W_j = \frac{1}{3} \widetilde{w}_j = \frac{1}{3} (\widetilde{w}_j^l, \widetilde{w}_j^m, \widetilde{w}_j^r) \quad (3-8)$$

در رابطه فوق W_j نشانگر اوزان فازی نسبی فازی‌زدایی شده برای معیار j می‌باشد.

۳-۱-۲. روش واسپاس فازی

روش واسپاس که توسط زاوادکاس و همکاران (۲۰۱۴)، پیشنهاد شده است یکی از دقیق‌ترین رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در مسائل تصمیم‌گیری پیچیده دقیق و کارآمد می‌باشد. روش مزبور می‌تواند ترکیبی از دو مدل منفک یعنی مدل محصول موزون و مدل جمع موزون باشد. نتیجه نهایی محاسبات این دو مدل ارزیابی و اولویت‌بندی عقاید حیاتی است. مراحل این روش به شرح ذیل است.

تشکیل یک ماتریس تصمیم‌گیری فازی

اولین گام در روش واسپاس فازی تشکیل ماتریس ارزیابی به صورت زیر است.

$$\tilde{X}_r = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^r & \dots & \tilde{x}_{1j}^r & \dots & \tilde{x}_{1n}^r \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{i1}^r & \dots & \tilde{x}_{ij}^r & \dots & \tilde{x}_{in}^r \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^r & \dots & \tilde{x}_{mj}^r & \dots & \tilde{x}_{mn}^r \end{bmatrix}; \quad (3-9)$$

۲- ماتریس $\tilde{X}$ با استفاده از رابطه زیر برای هر عضو ماتریس جهت تشکیل ماتریس تصمیم گروه فازی اولیه محاسبه می‌شود.

$$\widetilde{\tilde{x}_{ij}} = (\widetilde{\tilde{x}_{ija}} \cdot \widetilde{\tilde{x}_{ijB}} \cdot \widetilde{\tilde{x}_{ij\delta}}) = \sum_{r=1}^K \frac{(\tilde{x}_{ija}^r \cdot \tilde{x}_{ijB}^r \cdot \tilde{x}_{ij\delta}^r)}{K} \quad (3-)$$

(۱۰)

۳- در ادامه ماتریس تصمیم فازی نرمال می‌شود.

ماتریس تصمیم باید نرمال شود، نرمال‌سازی از طریق دو معادله ذیل رخ می‌دهد.

برای معیارهای منفی

$$\widetilde{\tilde{x}_{ij}} = \frac{\widetilde{\tilde{x}_{ij}}}{\max_i \widetilde{\tilde{x}_{ij}}} \quad (3-)$$

(۱۱)

برای معیارهای مثبت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$\widetilde{\tilde{x}_{ij}} = \frac{\max_i \widetilde{\tilde{x}_{ij}}}{\widetilde{\tilde{x}_{ij}}} \quad (3-)$$

(۱۲)

در رابطه فوق $\widetilde{\tilde{x}_{ij}}$ یک ماتریس تصمیم‌گیری نرمال است.

۴- محاسبه مقادیر تابع بهینگی مطابق با روش واسپاس برای هر گزینه

ماتریس مدل جمع موزون با ضرب وزن استاندارد در ماتریس نرمال مطابق با رابطه ذیل به دست می‌آید.

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{\tilde{x}_{ij}} \widetilde{w}_j \quad (3-)$$

(۱۳)

$\widetilde{w}_j$ وزن معیار می‌باشد.

۵- محاسبه مقادیر تابع بهینگی مطابق با روش WPM برای هر گزینه

ماتریس ضرب موزون از عناصر ماتریس فازی نرمال برای قدرت وزن فازی مطابق با رابطه ذیل تعیین می‌شود.

$$\tilde{P}_i = \prod_{j=1}^n \widetilde{\tilde{x}_{ij}} \widetilde{w}_j \quad (3-)$$

(۱۴)

۶- نتیجه اندازه‌گیری عملکرد فازی برای هر گزینه ارقام فازی $\tilde{Q}_1$ و $\tilde{P}_1$ می‌باشد. COA برای فازی‌زدایی عملی و ساده می‌باشد.

$$Q_i = \frac{1}{3} \tilde{Q}_i = \frac{1}{3} (Q_{ia} \cdot \tilde{Q}_{iB} \cdot \tilde{Q}_{i\delta}) \quad (15)$$

$$P_i = \frac{1}{3} \tilde{P}_i = \frac{1}{3} (P_{ia} \cdot \tilde{P}_{iB} \cdot \tilde{P}_{i\delta}) \quad (16)$$

۷- ارزش تابع مطلوبیت ترکیبی واسپاس فازی برای هر گزینه ارزش تابع مطلوبیت ترکیبی واسپاس فازی برای هر گزینه به شرح ذیل است.

$$k_i = 0.5Q_i + 0.5P_i \quad (17)$$

بر اساس مقادیر k_i گزینه‌ها مطابق با مقادیر رتبه‌بندی می‌شوند.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در فضای عدم قطعیت، ابتدا به شناسایی عوامل موثر بر ارزیابی چالش‌های زنجیره‌تأمین پنجره‌های UPVC یا اصطلاحاً مشکلات در این مسیر پرداخته شده و سپس در مرحله بعدی به ارزیابی چالش‌های زنجیره‌تأمین پنجره‌های UPVC براساس معیارهای شناخته شده پرداخته می‌شود. تکنیک‌های مورد استفاده سوارا و واسپاس فازی هستند که شرح آن‌ها در فصل سوم ارائه گردید. در این فصل صرفاً به نحوه حصول نتایج پرداخته می‌شود و نتایج در قالب جدول و نمودار ارائه می‌شود نرم افزار مورد استفاده برای تحلیل نتایج اکسل می‌باشد.

۴-۱. وزن‌دهی عوامل موثر بر ارزیابی مشکلات و چالش‌های زنجیره‌تأمین پنجره‌های UPVC

در اولین مرحله از کار به وزن‌دهی عوامل موثر با استفاده از تکنیک سوارا پرداخته می‌شود. در ابتدا ماتریس تصمیم فازی این روش ارائه می‌شود.

جدول ۳: ماتریس تصمیم فازی سوارا

ردیف	معیارها	L	M	U
۱	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	۰.۳۵۸	۰.۴۰۲	۰.۴۳۸
۲	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	۰.۷۰۹	۰.۷۹۶	۰.۸۴۲
۳	محدودیت‌های مالی	۰.۱۱۲	۰.۱۹۸	۰.۲۴۷
۴	فقدان پیاده‌سازی فناوری اطلاعات	۰.۲۹۲	۰.۳۸۸	۰.۴۱۷
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	۰.۴۳۹	۰.۵۰۹	۰.۵۵۴
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	۰.۵۱۹	۰.۵۷۲	۰.۵۸۶

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در جدول فوق در سه سطح فوقانی، تحتانی و محتمل به صورت فازی ارقام از سوی خبرگان وارد ماتریس تصمیم شده و براساس میانگین حسابی محاسبه شده که در نهایت بر اساس این ماتریس تصمیم می‌تواند ماتریس اولیه سوارا را شکل داد. ماتریس اولیه سوارا به شرح ذیل است.

جدول ۴: ماتریس اولیه سوارا

ردیف	معیارها	KL	KM	KU
۱	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	۱	۱	۱
۲	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	۱.۳۵۷۶۱۵	۱.۴۰۲۱۰۴	۱.۴۳۷۵۳۷
۳	محدودیت های مالی	۱.۱۱۱۸۳۱	۱.۱۹۸۰۳۱	۱.۲۴۷۲۴۷
۴	فقدان پیاده سازی فناوری اطلاعات	۱.۲۹۲۱۹۴	۱.۳۸۸۰۱۵	۱.۴۱۶۹۵۷
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	۱.۷۹۶۲۴۳	۱.۹۱۱۵۰۹	۱.۹۹۱۷۶
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	۱.۶۳۰۵۳۴	۱.۷۷۰۳۷۳	۱.۸۳۲۸۰۷

همان گونه که مشاهده می شود ماتریس اولیه سوارا در جدول فوق ارائه شده است. بر اساس این ماتریس معیاری که دارای حداکثر ارقام می باشد، مقدار ۱ گرفته و سایر معیارها بر اساس آن اندازه گیری می شوند که این محاسبات در جدول ۴-۲ ارائه شده است. در ادامه به محاسبه مقدار Q بر اساس جدول فوق اقدام می شود.

جدول ۵: محاسبه مقدار Q برای ماتریس سوارا

ردیف	معیارها	QL	QM	QU
۱	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	۱	۱	۱
۲	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	۰.۷۳۶۵۸۶	۰.۷۱۳۲۱۴	۰.۶۹۵۶۳۴
۳	محدودیت های مالی	۰.۶۶۲۴۹۸	۰.۵۹۵۳۲۲	۰.۵۵۷۷۳۶
۴	فقدان پیاده سازی فناوری اطلاعات	۰.۵۱۲۶۹۲	۰.۴۲۸۹۰۲	۰.۳۹۳۶۱۵
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	۰.۲۸۵۴۲۵	۰.۲۲۴۳۷۹	۰.۱۹۷۶۲۲
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	۰.۱۷۵۰۵	۰.۱۲۶۷۴۱	۰.۱۰۷۸۲۵

با محاسبه مقدار Q اکنون می توان به ازای هر رقم فازی مقدار وزن اولیه را محاسبه کرد. وزن اولیه در جدول ذیل ارائه شده است.

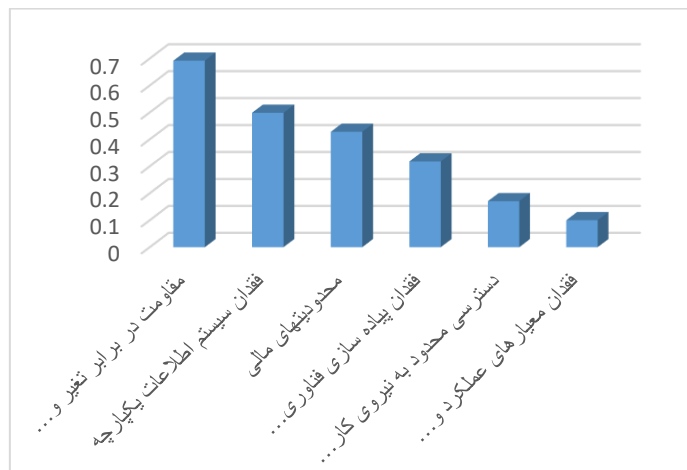
جدول ۶: وزن اولیه به تفکیک ارقام فازی

ردیف	معیارها	WL	WM	WU
۱	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	۰.۲۹۶۵۳۸	۰.۲۹۶۵۳۸	۰.۲۹۶۵۳۸
۲	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	۰.۲۱۸۴۲۶	۰.۲۱۱۴۹۵	۰.۲۰۶۲۸۲
۳	محدودیت های مالی	۰.۱۹۶۴۵۶	۰.۱۷۶۵۳۶	۰.۱۶۵۳۹
۴	فقدان پیاده سازی فناوری اطلاعات	۰.۱۵۲۰۳۳	۰.۱۲۷۱۸۶	۰.۱۱۶۷۲۲
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	۰.۰۸۴۶۳۹	۰.۰۶۶۵۳۷	۰.۰۵۸۶۰۲
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	۰.۰۵۱۹۰۹	۰.۰۳۷۵۸۳	۰.۰۳۱۹۷۴

با محاسبه وزن اولیه در این بخش می توان عمل فازی زدایی را انجام داد تا وزن نهایی ماتریس سوارا به دست آید. وزن نهایی ماتریس سوارا در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۷: وزن نهایی ماتریس سوارا

ردیف	معیارها	W
۱	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	۰.۶۹۱۹۲۲
۲	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	۰.۴۹۸۶۸۱
۳	محدودیت های مالی	۰.۴۲۸۱۲۱
۴	فقدان پیاده سازی فناوری اطلاعات	۰.۳۱۸۱۲۵
۵	دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب	۰.۱۷۰۷۱
۶	فقدان معیارهای عملکرد و استانداردهای پایداری	۰.۱۰۰۱۵



شکل ۲: وزن نهایی ماتریس سوارا

بر اساس وزن نهایی ماتریس سوارا نمودار فوق تشکیل می‌شود که نشان می‌دهد مهم‌ترین معیارها کدام یک می‌باشند. بر اساس نمودار فوق مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری در رتبه اول اهمیت قرار داشته و پس از آن فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه و سپس محدودیت‌های مالی قرار دارد. ضمن این‌که فقدان پیاده‌سازی فناوری اطلاعات، دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب و فقدان معیارهای عملکردی استانداردهای پایداری در رتبه‌های بعدی اهمیت در بین معیارهای موجود و مشکلات ارزیابی چالش‌های زنجیره‌تأمین قرار دارند. لازم به ذکر است در این بخش هدف رتبه‌بندی معیارها نیست و هدف تحقیق حاضر بهره‌گیری از اوزان معیارها به منظور رتبه‌بندی چالش‌های زنجیره‌تأمین می‌باشد که در بخش بعدی این کار انجام می‌شود.

۳-۴. رتبه‌بندی مشکلات و چالش‌های زنجیره‌تأمین پنجره‌های upvc

در این مرحله پس از محاسبه اوزان ورودی به رتبه‌بندی چالش‌ها پرداخته می‌شود. برای این منظور از روش واسپاس فازای بهره گرفته می‌شود. در ابتدا ماتریس تصمیم فازای تشکیل شده و مقادیر ورود خبرگان که شامل میانگین حسابی مقادیر ورودی توسط آن‌ها می‌باشد تشکیل می‌شود. ماتریس فازای واسپاس به شرح جدول ذیل است. لازم به ذکر است با توجه به کمبود فضا صرفاً ۳ ستون از شش ستون که شامل اوزان ورودی می‌باشد در این فصل ارائه می‌شود.

جدول ۸: ماتریس تصمیم فازای واسپاس

چالش‌ها	مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری	فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه	محدودیت‌های مالی			
	۰.۶۹۱۹۲۱۷۷۵	۰.۴۹۸۶۸۱۲۳۱	۰.۴۲۸۱۲۱۱۲۴			
فقدان تقاضای بازار	۰.۷۶۲۸۰۱	۱.۱۳۹۷۰۵	۱.۵۷۸۱۲۸	۰.۵۹۲۵۸۵	۱.۰۸۷۱۳	۱.۵۵۴۹۹۵
فقدان آمادگی بخشی از تأمین‌کنندگان	۰.۰۸۲۷۲۷	۰.۴۸۷۲۵	۰.۹۸۵۲۱۶	۰.۴۰۶۴۹۲	۰.۹۸۴۵۴۷	۱.۰۴۰۸۲۸
برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی	۰.۶۰۱۸۲	۱.۲۳۹۹۶۲	۱.۹۵۴۵۰۴	۰.۵۷۵۰۷۴	۱.۳۸۳۵۶۴	۱.۹۷۲۴۵
سطح پائین یکپارچگی زنجیره‌تأمین	۰.۹۷۴۷۴۷	۱	۱	۰.۶۱۱۵۵۹	۰.۹۴۸۵۱	۱.۵۵۹۷۹۲
کیفیت خوب منابع انسانی	۰.۷۱۰۲۹۸	۱.۳۳۰۶۵۷	۰.۲۸۱۹۵۷	۰.۹۵۷۲۱	۱.۶۵۶۶۱۲	۰.۳۶۹۱۸۸
رقابت بازار و عدم قطعیت	۰.۳۱۴۵۳۳	۰.۴۵۹۶۳۱	۰.۷۷۲۸۸۷	۰.۹۸۱۷۴۵	۱.۶۷۰۲۲۹	۰.۲۰۶۱۲
مفاهیم هزینه	۰.۹۵۳۳۰۸	۱	۱	۰.۹۵۸۳۷	۱.۴۷۸۳۹۱	۱
عدم آگاهی مشتریان	۰.۰۹۲۸۰۸	۰.۶۷۳۰۳۷	۱.۲۶۳۱۳۲	۰.۰۹۵۹۰۲	۰.۷۶۰۰۳۸	۱.۲۴۷۶۹۵

۰.۸۴۰۰۳۵	۰.۶۱۴۹۸۸	۰.۴۱۰۲۵۲	۱.۲۳۷۱۷۸	۱.۰۸۸۱۲۸	۰.۷۰۹۰۷۸	۰.۸۳۷۴۰۶	۰.۴۹۴۰۴۵	۰.۲۲۹۹۶۱	فقدان ذخیره سازی مناسب و نگهداری مواد
۱.۵۰۷۹۴۳	۰.۸۴۵۹۲۴	۰.۲۳۴۲۷۴	۱.۷۵۸۱۶۲	۱.۱۵۲۵۶۱	۰.۸۱۷۶۵	۱.۳۸۱۳۵۹	۱.۰۷۳۸۸۸	۰.۷۸۸۴۷۵	فقدان طراح، پیمانکار و برنامه ریز در صنعت
۱.۸۱۹۳۱۷	۰.۹۹۷۳۶	۰.۲۵۱۴۳۳	۲.۲۲۲۶۳۲	۱.۵۵۴۱۸۴	۰.۷۵۷۸۴۶	۲.۰۱۹۳۳۱	۱.۲۸۶۶۹۸	۰.۶۳۸۸۳۳	فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه
۲.۲۳۵۳۳	۱.۳۸۶۹۶۱	۰.۶۳۴۶۳۹	۱.۲۷۳۰۸۸	۰.۵۸۸۲۰۱	۰.۱۹۳۱۸۲	۰.۶۴۹۳۰۱	۰.۳۵۲۰۲۸	۰.۰۹۲۱۶۴	فقدان مهارت های فنی لازم در صنعت
۱.۳۰۸۴۷۷	۰.۷۹۱۳۱۲	۰.۲۸۶۲۶۷	۱.۵۰۱۳۳۲	۱.۰۵۶۵۹	۰.۵۴۳۴۶۵	۱.۱۴۹۴۹۷	۰.۶۳۸۱۳	۰.۱۷۳۲۳۱	کارآمدی پائین
۱.۴۷۲۲۸۲	۰.۸۰۱۳۲۹	۰.۱۹۱۱۷۵	۱.۴۸۳۶۴۲	۰.۹۰۴۳۶۲	۰.۱۰۰۰۷۵	۱.۹۵۹۸۲۳	۱.۲۴۴۳۷۶	۰.۵۹۵۰۳۱	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت
۱.۹۱۴۴۲۹	۱.۲۹۵۴۵۴	۰.۷۱۷۷۳۲	۰.۹۶۱۴۲۲	۰.۴۶۸۹۲	۰.۲۳۰۳۴۲	۰.۵۱۵۵۵۱	۰.۲۸۱۲۰۷	۰.۱۰۲۴۵۲	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان ها و تامین کنندگان
۱.۲۲۵۳۸۹	۰.۶۹۸۷۵۶	۰.۲۳۲۰۴۵	۱	۱	۰.۹۹۸۰۷۲	۱	۱	۰.۹۸۴۰۶۲	استراتژی های کاهش ائتلاف
۱	۱.۱۲۶۰۴۹	۰.۹۰۴۴۷۴	۱.۰۷۰۷۳۶	۰.۸۴۹۶۷۶	۰.۴۸۲۵۷۹	۰.۹۶۵۹۷۹	۰.۶۱۴۹۱۳	۰.۳۲۷۰۴۶	اثرات نامطلوب توسعه ها و شوک های جهانی
۰.۱۲۹۹۰۳	۰.۰۹۵۱۱۴	۰.۰۶۸۱۵۲	۱	۱.۳۰۶۹۸۶	۰.۸۷۲۴۹۷	۱.۰۳۹۲۳۳	۰.۷۰۰۹۷۲	۰.۴۴۴۲۱۹	فقدان هماهنگی بین فعالیت های حمل و نقل
۰.۹۶۳۰۹۱	۰.۸۳۰۵۸۹	۰.۷۵۲۴۸۶	۱.۲۹۰۰۹۸	۱.۲۶۴۳۸	۰.۷۶۶۵۷۷	۰.۸۴۰۲۴۳	۰.۴۲۳۲۸۴	۰.۰۹۴۵۵۴	فقدان شفافیت در زنجیره تامین
۰.۴۸۳۰۱	۰.۳۸۸۷۷۸	۰.۳۰۴۳۲۲	۰.۲۸۳۸۴۵	۰.۱۸۷۵۹۲	۰.۰۹۲۱۰۲	۰.۶۳۱۸۴۳	۰.۶۱۹۶۷۱	۰.۵۷۸۶۲۴	عدم پذیرش نوآوری
۲.۲۳۵۳۳	۱.۴۲۴۵۹۵	۰.۹۰۵۴۸۴	۲.۲۲۲۶۳۲	۱.۵۵۴۱۸۴	۰.۹۹۸۰۷۲	۲.۰۱۹۳۳۱	۱.۲۸۶۶۹۸	۰.۹۸۴۰۶۲	حداکثر

پس از تشکیل ماتریس تصمیم فازی می بایست هر درایه بر حداکثر تقسیم شود تا ماتریس نرمال فازی حاصل گردد. ماتریس نرمال فازی واسپاس در جدول ذیل تشکیل شده است.

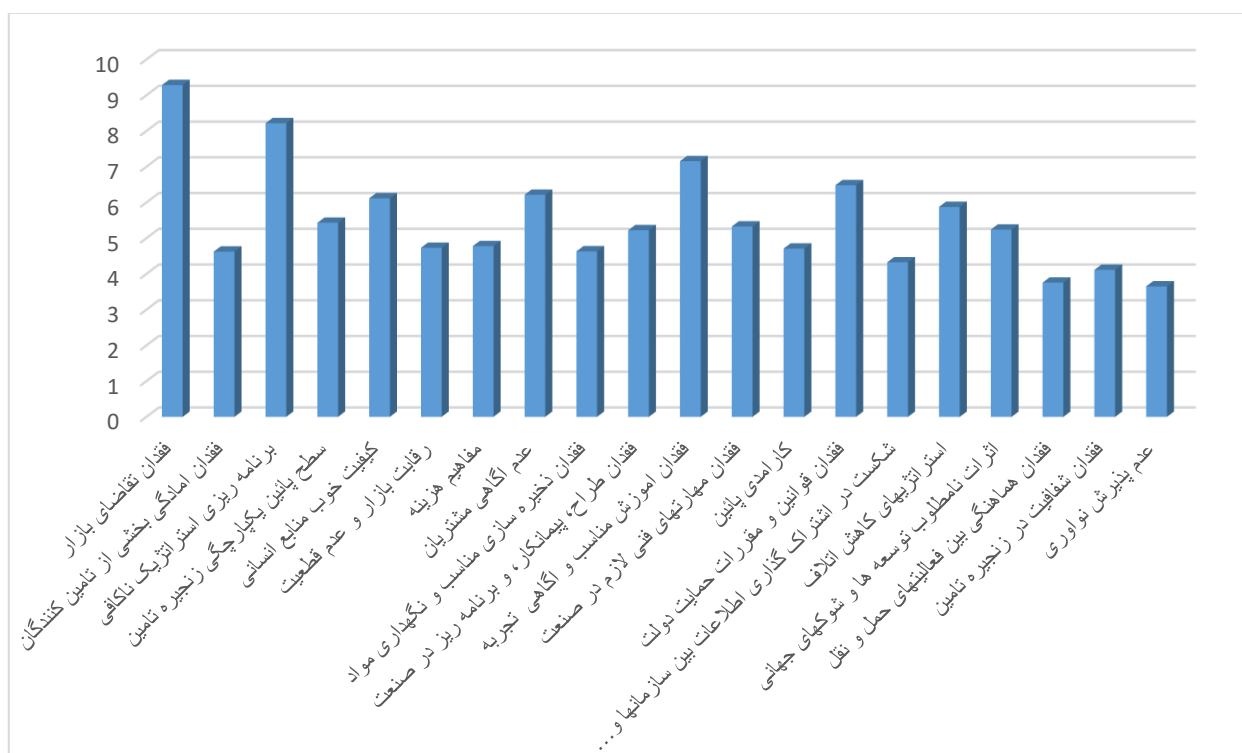
با محاسبه ماتریس نرمال فازی واسپاس می بایست ماتریس نرمال موزون که از ضرب ماتریس نرمال فازی در اوزان به دست می آید تشکیل شود که در جدول ذیل این کار صورت گرفته است.

با محاسبه مقادیر P و Q که شکل فازی زدایی شده ماتریس نرمال موزون می باشد. اکنون می توان مقدار K را به دست آورد که حاصل ضرب 0.5 در هر مقدار P و Q و جمع آن ها می باشد و به این ترتیب اوزان نهایی به دست می آید. نتیجه در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۹: محاسبه اوزان نهایی روش واسپاس

چالش ها	P	Q	K
فقدان تقاضای بازار	۹.۲۱۲۴۹۷	۹.۳۵۵۳۴۵	۹.۲۸۳۹۲۱
فقدان آمادگی بخشی از تامین کنندگان	۲.۷۹۸۳۲۶	۶.۴۵۰۵۷۴	۴.۶۲۴۴۵
برنامه ریزی استراتژیک ناکافی	۵.۱۲۴۶۷۱	۱۱.۳۰۸۸۵	۸.۲۱۶۷۶۱
سطح پائین یکپارچگی زنجیره تامین	۳.۸۴۲۱۱۹	۷.۰۲۰۵۶۸	۵.۴۳۱۳۴۴
کیفیت خوب منابع انسانی	۳.۴۹۵۵۴	۸.۷۳۱۶۹۶	۶.۱۱۳۶۱۸
رقابت بازار و عدم قطعیت	۳.۱۳۷۴۲۷	۶.۳۲۱۱۱۴	۴.۷۲۹۲۷۱
مفاهیم هزینه	۳.۶۶۸۴۰۹	۵.۸۸۵۷۷	۴.۷۷۷۰۸۹
عدم آگاهی مشتریان	۳.۳۴۶۶۴۵	۹.۰۸۰۱۵۹	۶.۲۱۳۴۰۲
فقدان ذخیره سازی مناسب و نگهداری مواد	۲.۹۴۷۶۶۵	۶.۳۱۲۲۵۸	۴.۶۲۹۹۶۲
فقدان طراح، پیمانکار و برنامه ریز در صنعت	۴.۲۸۹۱۴۴	۶.۱۵۳۴۱۹	۵.۲۲۱۲۸۲
فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه	۴.۹۸۱۹۴۸	۹.۳۲۴۸۹۴	۷.۱۵۳۴۲۱

۵.۳۲۶۰۷۷	۷.۵۳۲۹۳	۳.۱۱۹۲۲۳	فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت
۴.۷۰۷۶۸۶	۶.۲۳۳۸۹۶	۳.۱۸۱۴۷۵	کارآمدی پائین
۶.۴۷۹۷۳۴	۹.۲۷۵۵۰۶	۳.۶۸۳۹۶۳	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت
۴.۳۲۳۳۲۹	۵.۸۰۸۷۶۲	۲.۸۳۷۸۹۶	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان‌ها و تامین‌کنندگان
۵.۸۷۳۸۵۲	۷.۸۳۰۹۵	۳.۹۱۶۷۵۵	استراتژی‌های کاهش اتلاف
۵.۲۴۰۰۲۵	۶.۹۹۴۶۷۱	۳.۴۸۵۳۷۹	اثرات نامطلوب توسعه‌ها و شوک‌های جهانی
۳.۷۵۶۴۰۷	۴.۸۳۰۹۰۴	۲.۶۸۱۹۰۹	فقدان هماهنگی بین فعالیت‌های حمل‌ونقل
۴.۱۱۲۶۶۳	۴.۸۷۰۸۲	۳.۳۵۴۵۰۵	فقدان شفافیت در زنجیره‌تأمین
۳.۶۵۱۰۹۴	۵.۵۳۸۹۹۷	۱.۷۶۳۱۹	عدم پذیرش نوآوری



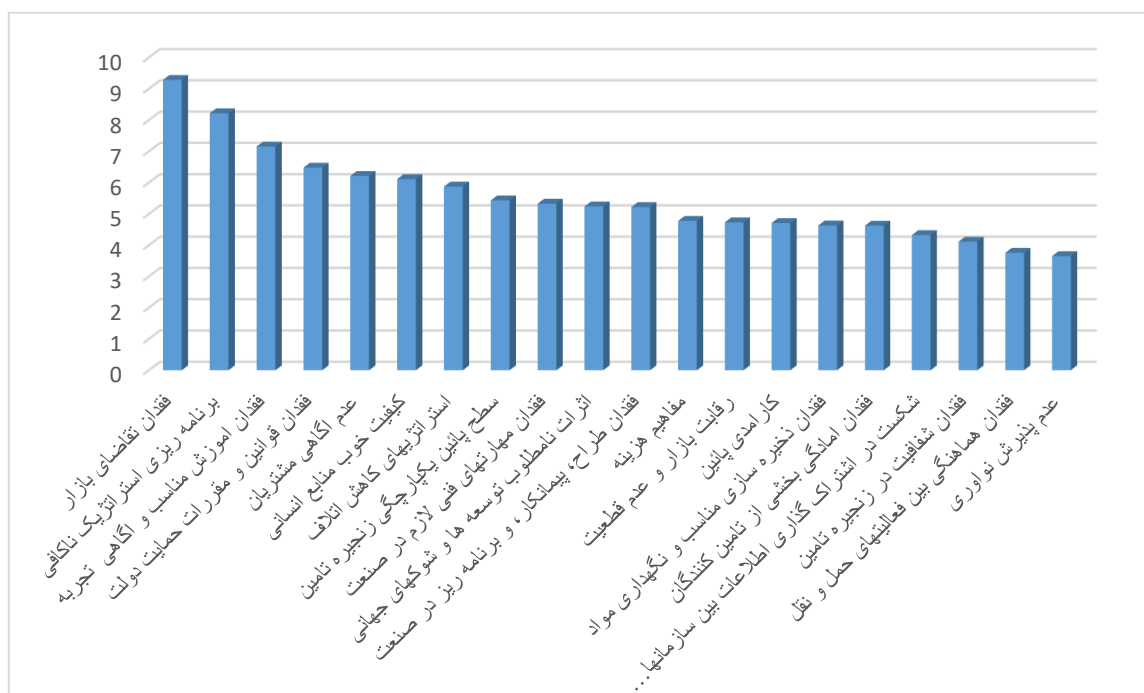
شکل ۳: محاسبه اوزان نهایی روش واسپاس

در نمودار فوق اوزان نهایی محاسبه شده است اما به دلیل آن که مرتب نیست و لذا رتبه‌بندی به شکل دقیق ارائه نشده با نرم افزار اکسل اوزان نهایی مرتب شده و در جدول و نمودار ذیل ارائه می‌گردد.

جدول ۱۰: محاسبه اوزان نهایی مرتب شده روش واسپاس

K	Q	P	چالش‌ها
۹.۲۸۳۹۲۱	۹.۳۵۵۳۴۵	۹.۲۱۲۴۹۷	فقدان تقاضای بازار
۸.۲۱۶۷۶۱	۱۱.۳۰۸۸۵	۵.۱۲۴۶۷۱	برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی
۷.۱۵۳۴۲۱	۹.۳۲۴۸۹۴	۴.۹۸۱۹۴۸	فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه
۶.۴۷۹۷۳۴	۹.۲۷۵۵۰۶	۳.۶۸۳۹۶۳	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت
۶.۲۱۳۴۰۲	۹.۰۸۰۱۵۹	۳.۳۴۶۶۴۵	عدم آگاهی مشتریان
۶.۱۱۳۶۱۸	۸.۷۳۱۶۹۶	۳.۴۹۵۵۵۴	کیفیت خوب منابع انسانی
۵.۸۷۳۸۵۲	۷.۸۳۰۹۵	۳.۹۱۶۷۵۵	استراتژی‌های کاهش اتلاف
۵.۴۳۱۳۴۴	۷.۰۲۰۵۶۸	۳.۸۴۲۱۱۹	سطح پائین یکپارچگی زنجیره‌تأمین
۵.۳۲۶۰۷۷	۷.۵۳۲۹۳	۳.۱۱۹۲۲۳	فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت

۵.۲۴۰۰۲۵	۶.۹۹۴۶۷۱	۳.۴۸۵۳۷۹	اثرات نامطلوب توسعه ها و شوک های جهانی
۵.۲۲۱۲۸۲	۶.۱۵۳۴۱۹	۴.۲۸۹۱۴۴	فقدان طراح، پیمانکار و برنامه ریز در صنعت
۴.۷۷۷۰۸۹	۵.۸۸۵۷۷	۳.۶۶۸۴۰۹	مفاهیم هزینه
۴.۷۲۹۲۷۱	۶.۳۲۱۱۱۴	۳.۱۳۷۴۲۷	رقابت بازار و عدم قطعیت
۴.۷۰۷۶۸۶	۶.۲۳۳۸۹۶	۳.۱۸۱۴۷۵	کارآمدی پائین
۴.۶۲۹۹۶۲	۶.۳۱۲۲۵۸	۲.۹۴۷۶۶۵	فقدان ذخیره سازی مناسب و نگهداری مواد
۴.۶۲۴۴۵	۶.۴۵۰۵۷۴	۲.۷۹۸۳۲۶	فقدان آمادگی بخشی از تامین کنندگان
۴.۳۲۳۳۲۹	۵.۸۰۸۷۶۲	۲.۸۳۷۸۹۶	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان ها و تامین کنندگان
۴.۱۱۲۶۶۳	۴.۸۷۰۸۲	۳.۳۵۴۵۰۵	فقدان شفافیت در زنجیره تامین
۳.۷۵۶۴۰۷	۴.۸۳۰۹۰۴	۲.۶۸۱۹۰۹	فقدان هماهنگی بین فعالیت های حمل و نقل
۳.۶۵۱۰۹۴	۵.۵۳۸۹۹۷	۱.۷۶۳۱۹	عدم پذیرش نوآوری



شکل ۴: محاسبه اوزان نهایی مرتب شده روش واسپاس

بر اساس اوزان به دست آمده و نمودار فوق می توان گفت مهم ترین چالش های زنجیره تامین UPVC به شرح ذیل است.

- ۱- فقدان تقاضای بازار
- ۲- برنامه ریزی استراتژیک ناکافی
- ۳- فقدان آموزش مناسب و آگاهی
- ۴- فقدان قوانین و مقررات حمایتی دولت
- ۵- عدم آگاهی مشتریان
- ۶- کیفیت نامناسب منابع انسانی
- ۷- عدم وجود استراتژی های کاهش اتلاف
- ۸- سطح پائین یکپارچگی زنجیره تامین

۹- فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت

۱۰- اثرات نامطلوب توسعه و شوک‌های جهانی

موارد فوق در زمره ۱۰ چالش اصلی زنجیره تأمین upvc می‌باشند که ۱۰ چالش بعدی در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار دارند.

۴-۴. روایی

به منظور سنجش روایی چالش‌ها از روش CVR استفاده شد که نتایج در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۱۱: روایی چالش‌ها

ردیف	چالش‌ها	روایی
۱	فقدان تقاضای بازار	۰.۷۸۷
۲	برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی	۰.۷۹۳
۳	فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه	۰.۷۶۳
۴	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت	۰.۷۲۶
۵	عدم آگاهی مشتریان	۰.۸۲۱
۶	کیفیت خوب منابع انسانی	۰.۸۵۶
۷	استراتژی‌های کاهش اتلاف	۰.۸۹۳
۸	سطح پائین یکپارچگی زنجیره تأمین	۰.۷۷۲
۹	فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت	۰.۸۴۵
۱۰	اثرات نامطلوب توسعه‌ها و شوک‌های جهانی	۰.۷۴۳
۱۱	فقدان طراح، پیمانکار و برنامه ریز در صنعت	۰.۸۱۳
۱۲	مفاهیم هزینه	۰.۷۲۶
۱۳	رقابت بازار و عدم قطعیت	۰.۷۹۱
۱۴	کارآمدی پائین	۰.۸۴۷
۱۵	فقدان ذخیره‌سازی مناسب و نگهداری مواد	۰.۸۲۰
۱۶	فقدان آمادگی بخشی از تأمین کنندگان	۰.۸۰۲
۱۷	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان‌ها و تأمین کنندگان	۰.۸۶۳
۱۸	فقدان شفافیت در زنجیره تأمین	۰.۸۶۵
۱۹	فقدان هماهنگی بین فعالیت‌های حمل‌ونقل	۰.۷۶۴
۲۰	عدم پذیرش نوآوری	۰.۸۸۵

همان‌گونه که مشاهده می‌شود روایی چالش‌ها همگی در سطحی بالاتر از ۰.۷ قرار دارد که نشانگر روایی مطلوب و قابل قبول

چالش‌های احصا شده در خصوص زنجیره تأمین upvc می‌باشد.

۴-۵. پایایی

در خصوص سنجش پایایی عوامل از روش آلفای کرونباخ استفاده شد که نتایج در جدول ذیل ارائه گردیده است.

جدول ۱۲: پایایی چالش‌ها

ردیف	چالش‌ها	آلفای کرونباخ
۱	فقدان تقاضای بازار	۰.۷۷۹
۲	برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی	۰.۸۲۹
۳	فقدان آموزش مناسب و آگاهی تجربه	۰.۸۵۰
۴	فقدان قوانین و مقررات حمایت دولت	۰.۷۹۷
۵	عدم آگاهی مشتریان	۰.۷۰۲

۰.۸۲۹	کیفیت خوب منابع انسانی	۶
۰.۷۳۵	استراتژی‌های کاهش اتلاف	۷
۰.۷۵۳	سطح پائین یکپارچگی زنجیره تامین	۸
۰.۸۷۸	فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت	۹
۰.۸۲۳	اثرات نامطلوب توسعه‌ها و شوک‌های جهانی	۱۰
۰.۷۵۲	فقدان طراح، پیمانکار و برنامه‌ریز در صنعت	۱۱
۰.۷۰۲	مفاهیم هزینه	۱۲
۰.۸۰۳	رقابت بازار و عدم قطعیت	۱۳
۰.۷۱۲	کارآمدی پائین	۱۴
۰.۷۴۰	فقدان ذخیره‌سازی مناسب و نگهداری مواد	۱۵
۰.۷۲۴	فقدان آمادگی بخشی از تامین کنندگان	۱۶
۰.۷۸۴	شکست در اشتراک گذاری اطلاعات بین سازمان‌ها و تامین کنندگان	۱۷
۰.۸۳۱	فقدان شفافیت در زنجیره تامین	۱۸
۰.۸۶۳	فقدان هماهنگی بین فعالیت‌های حمل‌ونقل	۱۹
۰.۷۱۳	عدم پذیرش نوآوری	۲۰

بر اساس جدول فوق می‌توان مشاهده کرد تمامی عوامل دارای سطح پایایی مطلوب می‌باشد. چرا که مقدار پایایی بالاتر از ۰.۷ بوده و این نشانگر سطح قابل قبول پایایی می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، شناسایی، غربالگری و اولویت‌بندی چالش‌ها و مشکلات کلیدی مدیریت زنجیره تامین در صنعت پنجره‌های UPVC با استفاده از یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط عدم قطعیت بود. بررسی ادبیات پژوهش و خلاءهای موجود نشان داد که علی‌رغم کاربرد گسترده پنجره‌های UPVC در صنعت ساختمان، زنجیره تامین این محصول به دلیل ماهیت پویا و کیفی متغیرها با ریسک‌ها و ابهامات متعددی روبرو است. در این راستا، ابتدا ۶ معیار کلان ارزیابی و ۲۰ چالش عملیاتی بر اساس پیشینه تحقیق استخراج شد و با نظرسنجی از خبرگان و فعالان این صنعت در محیط فازی مورد واکاوی قرار گرفت.

در فاز نخست پژوهش، وزن‌دهی معیارهای ارزیابی با استفاده از روش سوارا فازی انجام شد. یافته‌های این بخش نشان داد که معیار «مقاومت در برابر تغییر و انطباق با نوآوری» بالاترین میزان اهمیت را به خود اختصاص داده است. این امر حاکی از آن است که ساختار سنتی حاکم بر این صنعت و ویژگی‌های فرهنگی و سازمانی نیروی انسانی، بزرگترین سد راه پیاده‌سازی استراتژی‌های مدرن مدیریت زنجیره تامین است. در رتبه‌های بعدی اهمیت، معیارهای «فقدان سیستم اطلاعات یکپارچه» و «محدودیت‌های مالی» قرار گرفتند که نشان‌دهنده لزوم سرمایه‌گذاری بر زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و تسهیل جریان‌های نقدینگی در این صنعت است. معیارهای فقدان پیاده‌سازی فناوری اطلاعات، دسترسی محدود به نیروی کار داوطلب و فقدان معیارهای عملکرد نیز در اولویت‌های بعدی اهمیت جای گرفتند.

در فاز دوم پژوهش، رتبه‌بندی ۲۰ چالش مدیریت زنجیره تامین با بهره‌گیری از الگوریتم واسپاس فازی انجام شد. بر اساس خروجی‌های این مدل، ۱۰ چالش برتر و بحرانی صنعت پنجره‌های UPVC به ترتیب اولویت عبارتند از: ۱. فقدان تقاضای بازار، ۲. برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی، ۳. فقدان آموزش مناسب و آگاهی، ۴. فقدان قوانین و مقررات حمایتی دولت، ۵. عدم آگاهی مشتریان، ۶. کیفیت نامناسب منابع انسانی، ۷. عدم وجود استراتژی‌های کاهش اتلاف، ۸. سطح پایین یکپارچگی زنجیره تامین، ۹. فقدان مهارت‌های فنی لازم در صنعت و ۱۰. اثرات نامطلوب توسعه و شوک‌های جهانی.

تحلیل هم‌بستگی نتایج نشان می‌دهد که کسب رتبه اول توسط چالش «فقدان تقاضای بازار»، ریشه در رکود صنایع کلان مرتبط (نظیر مسکن) و عدم همسویی عرضه با نیازهای واقعی مشتریان دارد. از سوی دیگر، قرار گرفتن «برنامه‌ریزی استراتژیک ناکافی» در رتبه دوم چالش‌ها، کاملاً همسو با وزن بالای معیار مقاومت در برابر تغییر در گام سوارا فازی است؛ این امر نشان می‌دهد تصمیم‌گیرندگان این صنعت همچنان تمایل به استفاده از روش‌های سنتی فروش و تأمین دارند و نگاه بلندمدت و علمی برای پیش‌بینی تقاضا و مدیریت لجستیک در سازمان‌ها ضعیف است. همچنین کمبود آموزش تخصصی و کیفیت نامناسب منابع انسانی به همراه ضعف قوانین حمایتی دولت، کارایی عملیاتی این زنجیره را در مواجهه با شوک‌های جهانی و نوسانات کلان اقتصادی به شدت آسیب‌پذیر کرده است.

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

- Akkerman, R., Buisman, M., Cuijssen, F., de Leeuw, S., & Haijema, R. (2023). Dealing with donations: Supply chain management challenges for food banks. *International Journal of Production Economics*, 262, 108926.
- Amid, A., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2011). A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 139-145.
- Andreassen, T. W., Lervik-Olsen, L., Snyder, H., Van Riel, A. C., Sweeney, J. C., & Van Vaerenbergh, Y. (2018). Business model innovation and value-creation: the triadic way. *Journal of service management*, 29(5), 883-906.
- Banihashemi, S. A., Khalilzadeh, M., Antucheviciene, J., & Edalatpanah, S. A. (2023). Identifying and prioritizing the challenges and obstacles of the green supply chain management in the construction industry using the fuzzy BWM method. *Buildings*, 13(1), 38.
- Chen, A., Peng, N., & Hung, K. P. (2015). Managing salespeople strategically when promoting new products-incorporating market orientation into a sales management control framework. *Industrial Marketing Management*, 51, 141-149.
- De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-89.
- Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International journal of production economics*, 56, 199-212.

- Haleh, H., & Hamidi, A. (2011). A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9076-9083.
- Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of operational research*, 202(1), 16-24.
- Itani, O. S., Agnihotri, R., & Dingus, R. (2017). Social media use in B2b sales and its impact on competitive intelligence collection and adaptive selling: Examining the role of learning orientation as an enabler. *Industrial Marketing Management*, 66, 64-79.
- Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R. (1999). An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 8(2), 93-105.
- KIM, Y. E., & YANG, H. C. (2020). The effects of perceived satisfaction level of high-involvement product choice attribute of millennial generation on repurchase intention: Moderating effect of gender difference. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(1), 131-140.
- Luthra, S., Kumar, V., Kumar, S., & Haleem, A. (2011). Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique: An Indian perspective. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 4(2), 231-257.
- Menon, R. R., & Ravi, V. (2021). Analysis of barriers of sustainable supply chain management in electronics industry: An interpretive structural modelling approach. *Cleaner and Responsible Consumption*, 3, 100026.
- Mudgal, R. K., Shankar, R., Talib, P., & Raj, T. (2010). Modelling the barriers of green supply chain practices: an Indian perspective. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 7(1), 81-107.
- Odimarha, A. C., Ayodeji, S. A., & Abaku, E. A. (2024). The role of technology in supply chain risk management: Innovations and challenges in logistics. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 138-145.
- Rodríguez, R., Svensson, G., & Mehl, E. J. (2020). Digitalization process of complex B2B sales processes—Enablers and obstacles. *Technology in Society*, 62, 101324.
- Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S., & Thakur, L. S. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert systems with applications*, 39(9), 8182-8192.
- Young, K., Brown, B. P., & Milne, G. R. (2019). Identifying Barriers to Internet Sales Development: A Mixed Research Approach. *Industrial Marketing Management*, 43(5), 873-881.