KMANPUB | Decision Science and Intelligent Systems Vol. 3 No. 1 (2026): 1-24

Article history:
Received 15 December 2025
Revised 09 March 2026
Accepted 17 April 2026
Published online 22 May 2026

Assessment of Factors Affecting the Adoption of Sustainable and Resilient Supply Chains in Iranian Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)

Matin Heydari Rostami[1], Shahab Bayatzadeh[2*]

[1] M.Sc. Student in Industrial Management, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
[2] Ph.D. Student in Industrial Management, Faculty of Industrial Management and Technology, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

*** Corresponding author email address**: shahabbayatzadeh@gmail.com

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Heydari Rostami, M. & Bayatzadeh, S. (2026). Assessment of Factors Affecting the Adoption of Sustainable and Resilient Supply Chains in Iranian Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs). *Decision Science and Intelligent Systems. 3(1), 1-24.*

© 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.

A B S T R A C T

This study was conducted with the aim of identifying and prioritizing the factors affecting the adoption of sustainable and resilient supply chains in Iranian small and medium-sized enterprises (SMEs). Given the critical role of these enterprises in employment and national production, as well as their high vulnerability to economic and institutional crises, the need to design an indigenous framework for enhancing sustainability and resilience is clearly evident. Accordingly, through a systematic review of domestic and international literature, thirteen key factors were initially identified, which, after refinement, were classified into six sustainability factors and three resilience factors. Subsequently, to validate and weight the factors, the fuzzy Delphi method was used for criteria screening, and the fuzzy Best-Worst Method was applied to calculate the final weights. The findings indicated that resilience is more important than sustainability in Iranian SMEs, and among the factors, strengthening resilience against crises, diversity and flexibility in the supply chain, and transparency and information sharing ranked highest. These results reflect Iran's high-risk and unstable economic environment, in which enterprise survival and rapid recovery take precedence over environmental and economic considerations. From an applied perspective, policymakers and managers should facilitate the transition of enterprises toward resilient and sustainable supply chains by developing collaborative networks, implementing digital transparency-enhancing systems, supporting green technologies, and creating financial and technological incentives.

Keywords: *sustainable supply chain, supply chain resilience, small and medium-sized enterprises, fuzzy Delphi method, fuzzy Best-Worst Method.*

Extended Abstract

Introduction

Supply chains have become central mechanisms through which firms create value, coordinate resources, respond to market volatility, and sustain competitive performance. In recent years, however, global supply chains have been exposed to intensified environmental, economic, technological, and geopolitical disruptions, including climate change, resource scarcity, market instability, pandemic-related interruptions, sanctions, inflationary pressures, and logistics breakdowns. These conditions have shifted scholarly and managerial attention from efficiency-oriented supply chain management toward integrated models that simultaneously emphasize sustainability and resilience. Sustainable supply chain management refers to the integration of economic, environmental, and social considerations into procurement, production, logistics, distribution, and stakeholder relationships, so that firms can reduce negative environmental impacts, improve social responsibility, and maintain long-term economic viability (Li & Liu, 2023; Soni et al., 2022; Sun et al., 2022). Resilient supply chain management, in contrast, focuses on the capacity of the supply chain to anticipate, absorb, adapt to, and recover from disruptions while maintaining continuity of operations (Faggioni et al., 2024; Tukamuhabwa et al., 2015). Although these two concepts have often been examined separately, recent literature increasingly argues that sustainability and resilience are interdependent: sustainable practices can reduce vulnerability by improving resource efficiency and stakeholder legitimacy, while resilience capabilities can protect sustainability objectives under conditions of crisis and uncertainty (Negri et al., 2021; Warmbier et al., 2022).

The significance of this integrated perspective is particularly evident in small and medium-sized enterprises (SMEs). SMEs constitute a major share of business activity, employment, and industrial production in both developed and developing economies. According to the World Bank, SMEs account for nearly 90% of businesses and approximately 50% of employment worldwide (World Bank, 2020a, 2020b). In Iran, SMEs also represent a substantial proportion of industrial units and play a critical role in employment generation, production, innovation, and regional economic development. Nevertheless, these enterprises are especially vulnerable to supply chain disruptions because they often operate with limited financial reserves, weak bargaining power, insufficient access to advanced technologies, fragile supplier networks, and restricted managerial capabilities. Prior studies have shown that SMEs face serious barriers in adopting sustainable and resilient supply chain practices, including financial constraints, lack of technical knowledge, inadequate digital infrastructure, weak government support, and the dominance of short-term survival priorities over long-term strategic investments (Carissimi et al., 2024; Gonçalves et al., 2024; Setyaningsih et al., 2024). These challenges are more pronounced in developing economies, where institutional instability, inflation, banking restrictions, and policy uncertainty further complicate managerial decision-making (Jalali et al., 2022).

Despite the growing body of research on sustainable and resilient supply chains, several gaps remain. Much of the existing literature has focused on large firms, developed economies, or specific industrial sectors, whereas SMEs in developing countries have received comparatively limited attention (Joshi & Sharma, 2022; Mishra & Singh, 2023). Moreover, many studies have examined either sustainability or resilience in isolation, rather than analyzing the joint adoption of sustainable and resilient supply chain practices. Some empirical studies have highlighted the role of resilience in improving SME performance and reducing vulnerability in developing economies (Alshahrani & Salam, 2022; Kanyepe

et al., 2025), while other studies have emphasized the need for context-specific and resource-sensitive frameworks that reflect the operational limitations of SMEs (Córdova-Aguirre & Ramón-Jerónimo, 2024; Kosasih et al., 2023). However, limited research has provided a localized, expert-based, multi-criteria decision-making model for identifying, validating, and prioritizing the factors that influence the adoption of sustainable and resilient supply chains among Iranian SMEs. Therefore, the present study was designed to identify, evaluate, and prioritize the factors affecting the adoption of sustainable and resilient supply chains in Iranian SMEs by applying fuzzy Delphi and fuzzy Best-Worst Method approaches under conditions of uncertainty.

Methods and Materials

This study was analytical-applied in terms of purpose and descriptive-survey in terms of data collection. The research process was conducted in two main phases. In the first phase, a systematic review of domestic and international literature was carried out to extract the preliminary factors affecting the adoption of sustainable and resilient supply chains in SMEs. Based on this review, thirteen initial factors were identified and classified into sustainability-related and resilience-related dimensions. These factors covered economic, environmental, social, technological, infrastructural, financial, informational, and crisis-response aspects of supply chain adoption.

In the second phase, expert judgment was used to validate and prioritize the identified factors. The sample was selected through purposive and judgmental sampling. Thirteen experts in supply chain management, industrial management, logistics, sustainability, production planning, quality control, procurement, and SME operations participated in the fuzzy Delphi phase. All experts had at least five years of professional experience and a minimum bachelor's degree. The expert panel included three participants with doctoral degrees, four with master's degrees, and six with bachelor's degrees. In terms of gender composition, the group consisted of eight men and five women.

The fuzzy Delphi method was used to screen and validate the initial criteria. Experts evaluated the importance of each factor using linguistic variables based on a five-point scale, which were then converted into triangular fuzzy numbers. After aggregation and defuzzification, a threshold value of 0.70 was applied to determine whether each factor should be retained in the final model. The Delphi process was completed after two rounds because the difference between the defuzzified values of expert judgments was less than 0.10, indicating convergence and expert consensus.

After the screening phase, the fuzzy Best-Worst Method was applied to calculate the relative weights and final rankings of the confirmed factors. For this stage, three highly consistent experts with doctoral-level expertise, extensive managerial experience, and familiarity with multi-criteria decision-making methods were selected from the broader expert panel. They identified the best and worst criteria and then compared the remaining criteria with these reference criteria using fuzzy linguistic judgments. Nine mathematical models were formulated for the main dimensions and sub-criteria and solved using LINGO 18.0. The weights obtained from individual experts were then aggregated using the geometric mean to determine the final weight of each factor.

Findings

The fuzzy Delphi analysis initially assessed thirteen factors derived from the literature review. After two rounds of expert evaluation and application of the 0.70 threshold, nine factors were retained as final criteria, while four factors were removed from the model. The rejected factors were cost productivity

and efficiency, with a crisp value of 0.685; green purchasing and reduction of environmental impacts, with a crisp value of 0.679; collaboration and networking among suppliers, with a crisp value of 0.652; and innovative sourcing strategies for resilience, with a crisp value of 0.645. These values were below the required acceptance threshold and therefore were not included in the final fuzzy BWM analysis.

The retained sustainability-related factors were cost-effective and innovative sourcing strategies, optimization of energy use and renewable resources, strong relationships with stakeholders and customers, lack of awareness regarding sustainability and resilience, insufficient access to financial resources, and shortage of resources and infrastructure. The retained resilience-related factors were strengthening resilience against crises, diversity and flexibility in the supply chain, and transparency and information sharing in the supply chain.

The fuzzy Best-Worst Method showed that the resilience dimension had greater importance than the sustainability dimension in the adoption of sustainable and resilient supply chains among Iranian SMEs. The final dimension weight for sustainability was 0.408, while the inferred final dimension weight for resilience was 0.592. This result indicates that, in the Iranian SME context, experts gave greater priority to survival, continuity, rapid recovery, and adaptive capacity than to long-term sustainability-oriented improvements alone.

At the factor level, strengthening resilience against crises ranked first, with a final weight of 0.265. Diversity and flexibility in the supply chain ranked second, with a final weight of 0.195. Transparency and information sharing in the supply chain ranked third, with a final weight of 0.132. These three highest-ranked factors all belonged to the resilience dimension, confirming the dominant role of crisis-response capabilities in the Iranian SME environment. Among sustainability factors, optimization of energy use and renewable resources ranked fourth, with a final weight of 0.107, followed by cost-effective and innovative sourcing strategies in fifth place, with a final weight of 0.101. Strong relationships with stakeholders and customers ranked sixth, with a final weight of 0.088. The lower-ranked factors were shortage of resources and infrastructure, with a weight of 0.049; insufficient access to financial resources, with a weight of 0.034; and lack of awareness regarding sustainability and resilience, with a weight of 0.029.

Discussion and Conclusion

The findings indicate that the adoption of sustainable and resilient supply chains in Iranian SMEs is primarily driven by resilience-oriented priorities. In a high-risk and unstable business environment, SMEs appear to prioritize crisis survival, continuity of operations, and rapid recovery over broader sustainability objectives. This does not mean that sustainability is irrelevant; rather, it suggests that sustainability practices become operationally feasible only when firms first achieve a minimum level of resilience. In contexts characterized by market volatility, financial constraints, institutional uncertainty, and supply disruption, managers are more likely to invest in capabilities that immediately protect business continuity.

The ranking of strengthening resilience against crises as the most important factor shows that Iranian SMEs require systems and strategies that enable them to anticipate disruptions, respond quickly, and restore operations with minimum loss. This includes scenario-based planning, risk monitoring, emergency procurement procedures, safety stock management, supplier contingency planning, and flexible operational routines. The second-ranked factor, diversity and flexibility in the supply chain, further confirms that dependence on a limited number of suppliers or rigid procurement channels increases

vulnerability. SMEs need access to multiple suppliers, alternative logistics routes, flexible contracts, and local or regional sourcing options to reduce exposure to sudden shocks.

The third-ranked factor, transparency and information sharing, highlights the importance of reliable, timely, and accurate data exchange across the supply chain. Without information visibility, SMEs cannot forecast disruptions, coordinate with suppliers and customers, or respond effectively to unexpected changes. Digital systems, integrated enterprise platforms, supplier databases, and transparent communication mechanisms can substantially improve the responsiveness and reliability of supply chain decisions.

The sustainability-related results show that energy optimization, renewable resources, and innovative sourcing remain important but are secondary to resilience factors. This pattern reflects the practical constraints of SMEs in Iran, where firms may recognize the importance of environmental and economic sustainability but lack the resources, infrastructure, or policy support required for full implementation. The lower weight assigned to lack of awareness, financial limitations, and infrastructure shortages does not imply that these barriers are insignificant. Rather, it suggests that experts viewed them more as enabling or constraining conditions than as direct strategic priorities in the adoption model.

Overall, this study provides a localized decision-making framework for understanding the adoption of sustainable and resilient supply chains in Iranian SMEs. The results suggest that policy interventions should not treat sustainability and resilience as separate agendas. Instead, resilience should be used as an entry point for promoting sustainable supply chain transformation. Policymakers should support SMEs through financial incentives, digital infrastructure, supplier development programs, green technology support, and collaborative platforms that reduce risk and improve resource access. Managers should also develop multi-layered supplier networks, invest in information-sharing systems, strengthen crisis-management routines, and gradually integrate energy-efficient and environmentally responsible practices into supply chain operations. The combined implementation of these strategies can help Iranian SMEs move toward supply chains that are not only more resistant to crisis but also more sustainable, adaptive, and competitive in the long term.

علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند دوره ۳، شماره ۱ (۱۴۰۵): ۲۴-۱

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۲۴ آذر ۱۴۰۴
اصلاح شده در تاریخ ۱۸ اسفند ۱۴۰۴
پذیرفته شده در تاریخ ۲۸ فروردین ۱۴۰۵
منتشر شده در تاریخ ۱ خرداد ۱۴۰۵

ارزیابی عوامل موثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) ایران

متین حیدری رستمی[۱]، شهاب بیات زاده[۲*]

۱. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[*] **ایمیل نویسنده مسئول:** shahabbayatzadeh@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:
حیدری رستمی، متین.، و بیات زاده، شهاب. (۱۴۰۵). ارزیابی عوامل موثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در کسب و کارهای کوچک و متوسط (SMEs) ایران. *علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۳(۱)، ۲۴-۱.*

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

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویتبندی عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) ایران انجام شده است. با توجه به نقش حیاتی این بنگاهها در اشتغال و تولید ملی و در عین حال آسیبپذیری بالای آنها در برابر بحرانهای اقتصادی و نهادی، ضرورت طراحی چارچوبی بومی برای ارتقای پایداری و تابآوری احساس میشود. در این راستا، ابتدا با مرور نظاممند ادبیات داخلی و بینالمللی، سیزده عامل کلیدی شناسایی گردید که پس از پالایش، به شش عامل پایداری و سه عامل تابآوری طبقهبندی شدند. سپس بهمنظور اعتبارسنجی و وزندهی عوامل، از روش دلفی فازی برای غربالسازی معیارها و از روش بهترین-بدترین فازی جهت محاسبه وزنهای نهایی استفاده شد. یافتهها نشان داد که تابآوری اهمیت بیشتری نسبت به پایداری در SMEs ایران دارد و در میان عوامل، تقویت تابآوری در برابر بحرانها، تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین و شفافیت و اشتراک اطلاعات در رتبههای نخست قرار گرفتند. این نتایج بیانگر فضای پرریسک و ناپایدار اقتصادی ایران است که در آن بقا و بازیابی سریع بنگاهها بر ملاحظات زیستمحیطی و اقتصادی تقدم مییابد. از منظر کاربردی، سیاستگذاران و مدیران باید با توسعه شبکههای همکاری، استقرار سیستمهای دیجیتال شفافساز، حمایت از فناوریهای سبز و ایجاد مشوقهای مالی و فناورانه، مسیر حرکت بنگاهها به سوی زنجیرههای مقاوم و پایدار را هموار سازند.

کلیدواژگان: *زنجیره تأمین پایدار، تابآوری زنجیره تأمین، بنگاههای کوچک و متوسط، دلفی فازی، بهترین-بدترین فازی.*

مقدمه

زنجیرههای تأمین در اقتصاد جهانی به عنوان یکی از عناصر حیاتی عملکرد صنعتی و تجاری شناخته میشوند و در سالهای اخیر بیش از هر زمان دیگری تحت تأثیر تغییرات محیطی، اقتصادی و فناوری قرار گرفتهاند. عواملی نظیر تغییرات اقلیمی، نوسانات بازارهای جهانی، بحرانهای ژئوپلیتیکی و محدودیتهای منابع، اهمیت توسعه زنجیرههای تأمین پایدار و تابآور را دوچندان کرده است (Baral et al., 2021; Mwenda et al., 2023). در چنین زمینهای، رویکردهای نوین مدیریتی بر مدیریت پایدار منابع، کاهش اثرات زیستمحیطی، تعهد اجتماعی و افزایش توان انطباق و بازیابی سیستم در شرایط بحرانی تأکید دارند(Carissimi et al., 2024).

با وجود این اهمیت، بنگاههای کوچک و متوسط با چالشهای متعددی در مسیر پیادهسازی زنجیره تأمین پایدار و تابآور روبهرو هستند(Carissimi et al., 2024). محدودیت منابع مالی و فناورانه، کمبود دانش تخصصی، ضعف زیرساختهای فناورانه و نبود سیاستهای حمایتی مؤثر، از موانع اصلی این بنگاهها در اجرای اقدامات پایدار و مقاوم محسوب میشود (Gonçalves et al., 2024). همچنین، محدودیتهای ساختاری و فشارهای اقتصادی، اغلب موجب اولویتدهی به اهداف کوتاهمدت میشود و این امر مانعی جدی در سرمایهگذاری راهبردی برای تقویت پایداری و تابآوری است(Setyaningsih et al., 2024).

بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه اقتصادی شناخته میشوند. گزارشهای بانک جهانی نشان میدهد که این واحدها به طور میانگین ۹۰ درصد از کل کسبوکارها و ۵۰ درصد اشتغال جهانی را تشکیل میدهند (World Bank, 2020a; World Bank, 2020b). در ایران نیز طبق آمار مرکز آمار کشور (۱۳۹۷)، بیش از ۲۳ هزار واحد صنعتی کوچک و متوسط فعال هستند که حدود ۸۰ درصد از کل واحدهای صنعتی را شامل شده و نزدیک به ۶۰ درصد اشتغال صنعتی و ۲۰ درصد از ارزش افزوده بخش صنعت را به خود اختصاص دادهاند. این آمار اهمیت SMEs در پویایی اقتصادی و اشتغال کشور را برجسته میکند.

با وجود نقش حیاتی بنگاههای کوچک و متوسط در پویایی اقتصادی، بخش قابل توجهی از پژوهشهای موجود در حوزه پایداری و تابآوری زنجیره تأمین عمدتاً بر شرکتهای بزرگ و اقتصادهای توسعهیافته متمرکز بودهاند و شناخت جامعی از شرایط و نیازهای این بنگاهها در کشورهای در حال توسعه همچون ایران ارائه نشده است. بررسیهای مروری اخیر نشان میدهند که مطالعات اختصاصی درباره چالشها و اولویتهای SMEs در پیادهسازی مدیریت زنجیره تأمین پایدار و تابآور محدود و پراکنده است (Joshi & Sharma, 2022; Mishra & Singh, 2023). از طرفی، شواهد نشان میدهد که راهکارهای مناسبسازیشده و چارچوبهای زمینهمحور برای بنگاههای کوچک و متوسط که محدودیتهای منابع و ساختارهای عملیاتی آنها را لحاظ کند بهندرت در ادبیات ارائه شدهاند(Córdova-Aguirre & Ramón-Jerónimo, 2024; Kosasih et al., 2023). همچنین نتایج پژوهشهای انجامشده در کشورهای در حال توسعه مانند عربستان سعودی و زیمبابوه بیان میکند که عدم پذیرش رویکردهای تابآوری و پایداری در زنجیره تأمین، عملکرد تولیدی و بازار SMEs را تحت تأثیر منفی قرار داده و آسیبپذیری آنها را در برابر بحرانها افزایش میدهد(Alshahrani & Salam, 2022; Kanyepe et al., 2025). علاوه بر این، ناتوانی در اولویتبندی مؤلفههای ریسک و فرصتهای مرتبط با زنجیره تأمین، میتواند منجر به کاهش بهرهوری، تضعیف توان نوآوری و کاهش رقابتپذیری این بنگاهها در بازارهای داخلی و بینالمللی گردد(Bak et al., 2020). ازاینرو، هدف این پژوهش شناسایی، ارزیابی و اولویتبندی عوامل مؤثر بر پذیرش رویکرد زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) ایران است تا از طریق بهکارگیری روشهای ترکیبی دلفی فازی و بهترین-بدترین فازی، چارچوبی بومی و نظاممند برای تصمیمگیری در شرایط عدمقطعیت ارائه شود. نتایج این پژوهش

میتواند به مدیران و سیاستگذاران در تدوین راهبردهای مقاومسازی، بهینهسازی منابع و ارتقای پایداری عملیاتی در زنجیرههای تأمین SMEs ایران کمک کرده و مبنایی علمی برای سیاستگذاریهای حمایتی و توسعه زیرساختهای تابآوری و پایداری در سطح ملی فراهم آورد.

مبانی نظری

در سالهای اخیر، مفهوم پایداری در زنجیره تأمین بهعنوان یکی از محورهای کلیدی توسعه صنعتی و رقابتپذیری بنگاهها مورد توجه پژوهشگران و سیاستگذاران قرار گرفته است (Sun et al., 2022). زنجیره تأمین پایدار به فرآیندی اطلاق میشود که در آن سه بُعد اقتصادی، زیستمحیطی و اجتماعی بهصورت همزمان در تصمیمگیریها و فعالیتهای زنجیره تأمین مدنظر قرار میگیرد (Soni et al., 2022). این رویکرد برخلاف نگرش سنتی که صرفاً به کارایی اقتصادی و کاهش هزینهها تأکید داشت، تلاش میکند تا اثرات زیستمحیطی و مسئولیتهای اجتماعی را نیز در فرایندهای تولید، تأمین و توزیع لحاظ کند (Li & Liu, 2023). در چنین زنجیرههایی، بنگاهها ملزماند عملکرد خود را نهتنها بر اساس شاخصهای سودآوری، بلکه بر مبنای میزان مصرف منابع، تولید پسماند، انتشار آلایندهها و تأثیرات اجتماعی ارزیابی کنند(Kumar et al., 2023).

از سوی دیگر، مفهوم تابآوری زنجیره تأمین بهعنوان یکی از ابعاد حیاتی مدیریت زنجیره در محیطهای پویا و پرتلاطم مطرح شده است (Tukamuhabwa et al., 2015). تابآوری به توانایی زنجیره در پیشبینی، جذب و بازیابی از اختلالات و بحرانها اشاره دارد (Faggioni et al., 2024). پژوهشهای متعددی نشان دادهاند که سازمانها با سطح بالای تابآوری قادرند در برابر شوکهای بیرونی مانند همهگیریها، نوسانات بازار، تحریمها و اختلالات لجستیکی مقاومت کرده و فعالیت خود را با حداقل آسیب ادامه دهند(Canwat, 2024; Hosseini Shekarabi et al., 2025). ویژگیهایی همچون انعطافپذیری، تنوع در تأمینکنندگان، شفافیت اطلاعات، قابلیت یادگیری سازمانی و وجود فرهنگ ریسکپذیری، از مهمترین مؤلفههای مؤثر بر افزایش تابآوری در زنجیره تأمین به شمار میروند (Abudu et al., 2025; Chowdhury et al., 2024).

پایداری و تابآوری اگرچه در نگاه نخست دو مفهوم مجزا به نظر میرسند، اما در واقع ارتباطی تنگاتنگ و دوسویه با یکدیگر دارند (Negri et al., 2021; Warmbier et al., 2022). زنجیرههای پایدار بهواسطه استفاده از منابع محلی، فناوریهای سبز و استراتژیهای مسئولانه اجتماعی، از وابستگی بیش از حد به منابع خارجی میکاهند و در نتیجه تابآورتر میشوند (Shan et al., 2023). به همین ترتیب، زنجیرههای تابآور که از انعطاف و انطباقپذیری بالایی برخوردارند، قادرند در مواجهه با بحرانها، اهداف پایداری را حفظ کرده و تداوم فعالیتهای سبز را تضمین کنند (Setyadi et al., 2025). بنابراین، رویکردهای نوین مدیریت زنجیره تأمین بر تلفیق این دو مفهوم و ایجاد الگوی زنجیره تأمین پایدار و تابآور تأکید دارند (Doetsch & Huchzermeier, 2024).

در ایران، بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) نقش مهمی در توسعه اقتصادی، ایجاد اشتغال و ارتقای نوآوری ایفا میکنند (Aleali, 2024). با این حال، این بنگاهها با چالشهای متعددی نظیر محدودیت منابع مالی، دسترسی ناکافی به فناوریهای نوین، ضعف در زیرساختهای دیجیتال و محدودیت تعامل با بازارهای بینالمللی مواجهاند (Çelik et al., 2025). اجرای اصول پایداری و تابآوری در چنین محیطی مستلزم اتخاذ سیاستهای حمایتی، آموزشهای تخصصی و بهکارگیری ابزارهای تحلیلی پیشرفته برای تصمیمگیری علمی است (Jalali et al., 2022). با وجود این چالشها، فرصتهای متعددی نیز پیش روی SMEs ایرانی قرار دارد؛ از جمله افزایش تقاضای جهانی برای محصولات سبز، امکان ارتقای برند از طریق مسئولیتپذیری اجتماعی و پشتیبانی سیاستی دولت در جهت توسعه اقتصاد سبز و پایدار (Çelik et al., 2025).

در چارچوب نظری این پژوهش، مفاهیم پایداری و تابآوری بهصورت یکپارچه بررسی شده و تلاش میشود تا شاخصهای کلیدی اقتصادی، زیستمحیطی، اجتماعی، فناورانه و نهادی بهعنوان ابعاد اصلی پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران شناسایی و ارزیابی شوند. هدف اصلی، درک روابط متقابل بین این شاخصها و تحلیل میزان تأثیر هر یک بر موفقیت در اجرای این الگو در محیطهای اقتصادی ایران است. بدین ترتیب، به کمک روشهای تصمیمگیری چندمعیاره، چارچوبی علمی برای اولویتبندی و تحلیل سیاستها و استراتژیهای لازم جهت ارتقای پایداری و تابآوری در زنجیره تأمین SMEs فراهم میشود.

پیشینه پژوهش

قمری و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با هدف انتخاب تأمینکننده پایدار و تابآور در صنعت فولاد، ۱۴ عامل کلیدی با روش ISM و MICMAC تحلیل و با استفاده از BWM و TOPSIS اولویتبندی شدند. نتایج نشان داد معیارهای با قدرت رانندگی بالا اهمیت بیشتری دارند و لحاظکردن تابآوری موجب تغییر رتبه تأمینکنندگان میشود. با این حال، تمرکز پژوهش بر انتخاب تأمینکننده بوده و چالشها و فرصتهای پذیرش زنجیره تأمین پایدار در SMEs را بررسی نکرده است؛ موضوعی که پژوهش حاضر به آن میپردازد. در مطالعه جلالی و همکاران (۲۰۲۲)،که با بهرهگیری از روشهای فازی دلفی و DEMATEL به شناسایی و تحلیل ۲۶ مانع اجرای SSCM در ایران پرداختهاند. شش مانع اصلی شامل تحریمها، مشکلات بانکی، بیثباتی اقتصادی، تورم بالا، نبود مقررات دولتی و محیط رقابتی ضعیف بیشترین تأثیر را داشتند. تمرکز پژوهش بر موانع کلان اقتصادی بوده و به چالشهای اجرایی در SMEs نپرداخته است؛ در حالیکه پژوهش حاضر این خلأ را در سطح بنگاههای کوچک و متوسط ایران بررسی میکند.

در مطالعه ابراهیمپور و همکاران (۱۴۰۲)، تأثیر پویایی زنجیره تأمین بر عملکرد پایدار از طریق قابلیت تولید مجدد و تابآوری در ۴۸ شرکت کوچک و متوسط بررسی شد. نتایج نشان داد تابآوری اثر مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد پایدار دارد، در حالیکه پویایی تنها از طریق تابآوری مؤثر است. با وجود ارزش یافتهها، پژوهش از MCDM برای ارزیابی چندمعیاره استفاده نکرده است. مطالعه حاضر این خلأ را با بهرهگیری از MCDM در تحلیل چالشها و فرصتهای پذیرش SSCM در SMEs ایران پر میکند. در مطالعه طهماسبی و همکاران (۱۳۹۸)، با استفاده از ISM وMICMAC ، ۱۴ معیار تابآوری و ۲۳ معیار پایداری در صنعت داروسازی را شناسایی و اولویتبندی کردند. نتایج نشان داد یادگیری سازمانی، مدیریت ذینفعان و فشارهای اقتصادی نقش کلیدی دارند. با این حال، مطالعه بر شرکتهای بزرگ متمرکز بوده و محدودیتهای SMEs را در نظر نگرفته است. در پژوهش حاضر با استفاده از MCDM و تمرکز برSMEs ، ارزیابی دقیقتری از چالشها و فرصتهای پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور ارائه میشود.

در پژوهش بیاتزاده و طلایی (۱۴۰۴)، در پژوهشی بر صنعت مبلمان، معیارهای اقتصادی، زیستمحیطی، اجتماعی و تابآوری با استفاده از دلفی فازی و روش BWM ارزیابی شدند. یافتهها نشان داد معیارهای تابآوری و زیستمحیطی بیشترین اهمیت را دارند. هرچند مطالعه به شناسایی معیارهای کلیدی پرداخت، اما چالشها و فرصتهای SMEs را پوشش نداد. پژوهش حاضر این کاستی را با تمرکز بر بنگاههای کوچک و متوسط ایران و بهرهگیری از MCDM جبران میکند. در مطالعه آلشاهرانی و سلام (۲۰۲۲)، این تحقیق با رویکردMCDM ، رابطه تابآوری و عملکرد زنجیره تأمین را در SMEs کشورهای در حال توسعه بررسی کرد و نشان داد تابآوری با بهبود عملکرد و کاهش ریسکها مرتبط است. با این حال، تمرکز پژوهش بر اثرات تابآوری بود نه بر چالشها و فرصتهای پذیرش .SSCM پژوهش حاضر با توسعه این رویکرد، پذیرش زنجیرههای پایدار و تابآور را در SMEs ایران بررسی میکند.

بارال و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی بر SMEs در دوران COVID-19 ، مؤلفههایی مانند همکاری، موقعیتیابی و مدیریت زنجیره تأمین بهعنوان عوامل مؤثر بر بقا و تابآوری زنجیره شناسایی شدند. هرچند این مطالعه به شرایط بحران پرداخته، اما از روشهای MCDM

برای اولویتبندی چالشها و فرصتها استفاده نکرده است؛ پژوهش حاضر این خلأ را در چارچوب MCDM برای SMEs ایران پر میکند. اوکله (۲۰۲۴)، در پژوهش خود با استفاده ازSEM ، نقش همکاری و مدیریت زنجیره تأمین در بهبود تابآوری در بحران COVID-19 تحلیل شد. نتایج نشان داد این عوامل نقش مؤثری در عملکرد زنجیره دارند. با وجود این، مطالعه صرفاً بر تابآوری در بحران تمرکز داشت؛ پژوهش حاضر با رویکردMCDM ، چالشها و فرصتهای پذیرش زنجیره تأمین پایدار در SMEs ایران را بهطور جامعتری بررسی میکند.

گنکالوس و همکاران (۲۰۲۴)، با بهرهگیری از روشBWM ، موانع SSCM را در SMEs اروپا اولویتبندی کردند. نتایج حاکی از آن است که محدودیتهای مالی و کمبود بودجه مهمترین موانع هستند. با این حال، بعد تابآوری در این چارچوب مغفول مانده است؛ پژوهش حاضر با افزودن این بُعد و بومیسازی مدل، تحلیل جامعتری از چالشها در ایران ارائه میدهد. مویولما-آلیکا و همکاران(۲۰۲۵)،این تحقیق با مدل ترکیبیAHP-DEMATEL ، محرکها و کنترلکنندههای پایداری و تابآوری را در زنجیرههای تأمین کشاورزی شناسایی کرد و عواملی چون «تکامل سیستمهای کشاورزی» و «بازطراحی عملیات» را کلیدی دانست. با وجود ارائه چارچوبی وزنی، تمرکز پژوهش بر صنعت کشاورزی بود نهSMEs . پژوهش حاضر با گسترش این مدلها در بستر SMEs ایران، تحلیل دقیقتری از پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور ارائه میکند.

مرور پیشینه پژوهشهای انجامگرفته در حوزه زنجیره تأمین پایدار و تابآور نشان میدهد که اگرچه در سالهای اخیر مطالعات ارزشمندی در زمینه شناسایی معیارها، موانع و چارچوبهای بهبود عملکرد زنجیرههای تأمین انجام شده است، اما بخش عمدهای از این پژوهشها بر صنایع بزرگ یا اقتصادهای توسعهیافته متمرکز بوده و شرایط خاص بنگاههای کوچک و متوسط مورد غفلت قرار گرفته است. بهعنوان نمونه، قمری و همکاران (۲۰۲۲) با تمرکز بر صنعت فولاد، معیارهای انتخاب تأمینکننده پایدار را بررسی کردند، اما به مسئله پذیرش و اجرای رویکرد زنجیره تأمین پایدار در سطح SMEs نپرداختند. همچنین جلالی و همکاران (۲۰۲۲) موانع کلان اقتصادی اجرای SSCM را در سطح ملی تحلیل کردند، در حالیکه چالشهای خرد و اجرایی SMEs را در نظر نگرفتند. پژوهش ابراهیمپور و همکاران (۱۴۰۲) هرچند بر ارتباط میان تابآوری و عملکرد پایدار تأکید داشت، اما از روشهای تصمیمگیری چندمعیاره برای وزندهی به عوامل مؤثر استفاده نکرد و تمرکزش بر تحلیل روابط متغیرها بود. در مطالعات طهماسبی و همکاران (۱۳۹۸) و بیاتزاده و طلایی (۱۴۰۴) نیز اگرچه رویکردهای چندمعیاره نظیر ISM، MICMAC و BWM به کار گرفته شدهاند، پژوهشها عمدتاً در صنایع بزرگ مانند داروسازی و مبلمان انجام گرفته و متغیرهای مرتبط با محدودیت منابع، کمبود زیرساخت و فشار اقتصادی SMEs لحاظ نشده است. تحقیقات خارجی نظیر آلشاهرانی و سلام (۲۰۲۲)، بارال و همکاران (۲۰۲۳) و اوکله (۲۰۲۴) نیز بیشتر بر بررسی تأثیر تابآوری بر عملکرد یا بقا در دوره بحرانها تمرکز داشتهاند و بهصورت یکپارچه به تحلیل پذیرش توأمان پایداری و تابآوری در SMEs نپرداختهاند. حتی در پژوهشهای جدیدتر مانند گنکالوس و همکاران (۲۰۲۴) یا مویولما-آلیکا و همکاران (۲۰۲۵)، اگرچه از مدلهای وزنی و رویکردهای MCDM استفاده شده است، ابعاد تابآوری یا بومیسازی مدل در چارچوب کشورهای در حال توسعه و محیطهای دارای محدودیت ساختاری مانند ایران مغفول مانده است.

بنابراین، شکاف اصلی پژوهش در نبود مدلی جامع و بومی برای شناسایی، تأیید و اولویتبندی عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران نهفته است. پژوهشهای گذشته اغلب یکی از دو بعد پایداری یا تابآوری را جداگانه بررسی کردهاند، درحالیکه ارتباط دوسویه و تقویتکننده میان این دو مفهوم کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، اکثر مطالعات از منظر نظری و توصیفی به موضوع نگریستهاند و از ابزارهای تلفیقی مبتنی بر منطق فازی و تصمیمگیری چندمعیاره برای تحلیل همزمان دادههای خبرهها در شرایط عدم قطعیت استفاده نکردهاند. پژوهش حاضر با رفع این کاستیها و بهرهگیری از روشهای دلفی فازی و بهترین-بدترین فازی

(Fuzzy BWM) در یک چارچوب ترکیبی، تلاشی است برای پر کردن شکاف دانشی موجود و ارائه مدلی نظاممند جهت سنجش و ارتقای پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در SMEs ایران با درنظرگرفتن محدودیتهای مالی، زیرساختی و نهادی آنها.

جدول ۱. عوامل اصلی شناسایی شده از مرور ادبیات

شماره	بعد اصلی	عامل	شرح	منبع
۱	پایداری	بهرهوری هزینه و کارایی	بهینهسازی هزینهها و افزایش بهرهوری برای رقابتپذیری بیشتر.	(Alam et al., ۲۰۲۵; Alshahrani & Salam, ۲۰۲۲; Gonçalves et al., ۲۰۲۴)
۲		خرید سبز و کاهش اثرات زیستمحیطی	انتخاب تأمینکنندگان و فرآیندهای پایدار برای حفظ محیطزیست.	(Hosseini Shekarabi et al., ۲۰۲۵; Karmaker et al., ۲۰۲۳; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۳		استراتژیهای تأمین مقرون به صرفه و نوآورانه	استفاده از استراتژیهای نوآورانه برای کاهش هزینهها و تأمین منابع.	(Alam et al., ۲۰۲۵; Kayani & Warsi, ۲۰۲۵; Mahmud et al., ۲۰۲۱)
۴		بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر	بهرهگیری از انرژی تجدیدپذیر و بهینهسازی مصرف انرژی در زنجیره تأمین.	(Gonçalves et al., ۲۰۲۴; Junejo et al., ۲۰۲۵; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۵		روابط قوی با ذینفعان و مشتریان	ایجاد روابط مستحکم با ذینفعان برای همکاری بهتر در شرایط بحرانی.	(Junejo et al., ۲۰۲۵; Nguyen Thi & Vu Dinh, ۲۰۲۵)
۶		فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری	عدم آگاهی و آموزش در زمینه پایداری و تابآوری در میان کارکنان.	(Afaneh & Bello, ۲۰۲۳; Junejo et al., ۲۰۲۵; Okeke, ۲۰۲۴)
۷		عدم دسترسی به منابع مالی کافی	کمبود منابع مالی برای تأمین زنجیره تأمین تابآور و پایدار.	(Alam et al., ۲۰۲۵; Karmaker et al., ۲۰۲۳; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۸		کمبود منابع و زیرساختها	مشکلات زیرساختی و کمبود منابع مالی و انسانی که تابآوری را کاهش میدهند	(Gonçalves et al., ۲۰۲۴; Junejo et al., ۲۰۲۵; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۹	تابآوری	همکاری و شبکهسازی میان تأمینکنندگان	ایجاد شبکههای همکاری با تأمینکنندگان برای تقویت تابآوری.	(Afaneh & Bello, ۲۰۲۳; Alshahrani & Salam, ۲۰۲۲; Gonçalves et al., ۲۰۲۴)
۱۰		استراتژیهای نوآورانه در تأمین منابع برای تابآوری	استفاده از منابع جدید و استراتژیهای نوآورانه برای تقویت تابآوری.	(Kayani & Warsi, ۲۰۲۵)
۱۱		تقویت تابآوری در برابر بحرانها	قابلیت سازگاری سریع با تغییرات برای حفظ پایداری درSMEs .	(Kayani & Warsi, ۲۰۲۵; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۱۲		تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین	تنوع در تأمینکنندگان و انعطافپذیری برای مقابله با بحرانها	(Nguyen Thi & Vu Dinh, ۲۰۲۵; Primadasa et al., ۲۰۲۵)
۱۳		شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین	توانایی زنجیره تأمین در دسترسی و تبادل مؤثر اطلاعات دقیق، بهموقع و شفاف میان اعضای زنجیره، بهمنظور پیشبینی بهتر اختلالات و واکنش سریعتر در شرایط بحرانی.	(Chen et al., ۲۰۲۱; Gonçalves et al., ۲۰۲۴; Hosseini Shekarabi et al., ۲۰۲۵)

روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، تحلیلی-کاربردی است و از حیث گردآوری دادهها، در زمره مطالعات توصیفی-پیمایشی قرار میگیرد؛ زیرا به شناسایی، تأیید و اولویتبندی عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران میپردازد. در گام

نخست، با مرور ادبیات داخلی و خارجی، مجموعهای از معیارهای مرتبط با پایداری و تابآوری استخراج شده است. سپس این معیارها با استفاده از پرسشنامه دلفی فازی میان خبرگان حوزه مدیریت زنجیره تأمین در صنایع کوچک و متوسط توزیع و مورد تأیید قرار گرفتهاند.

در مرحله بعد، به منظور وزندهی و اولویتبندی معیارهای نهایی از روش بهترین-بدترین فازی (Fuzzy BWM) استفاده شده است تا اهمیت نسبی هر معیار از دید خبرگان تعیین گردد و ارتباط میان ابعاد مختلف پایداری و تابآوری تحلیل شود. نمونهگیری در این پژوهش به صورت هدفمند و قضاوتی بوده است؛ بدینترتیب، تعداد ۱۳ نفر از خبرگان حوزه زنجیره تأمین و صنعت SME که با مفاهیم مدیریت پایدار، تابآوری و رویکردهای تصمیمگیری چندمعیاره (MCDM) آشنایی داشتهاند، انتخاب شدند. سوابق کاری خبرگان حداقل ۵ سال بوده و حداقل مدرک کارشناسی موردنظر قرار گرفته است. در ترکیب خبرگان، ۳ نفر دارای مدرک دکتری، ۴ نفر کارشناسی ارشد و ۶ نفر کارشناسی بودهاند. همچنین از نظر جنسیت، ترکیب شامل ۸ مرد و ۵ زن است.

جدول ۲. مشخصات خبرگان

شماره	مدرک	سابقه کار (سال)	عنوان شغلی	جنسیت
۱	دکتری مدیریت صنعتی	۱۵	استاد دانشگاه و مشاور مدیریت زنجیره تأمین	مرد
۲	دکتری مدیریت صنعتی	۱۲	پژوهشگر ارشد در حوزه لجستیک و پایداری	زن
۳	دکتری مهندسی صنایع	۱۸	مدیر ارشد برنامهریزی تولید در شرکت صنعتی	مرد
۴	کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی	۸	کارشناس زنجیره تأمین در واحد تولیدی متوسط	مرد
۵	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع	۶	تحلیلگر دادههای صنعتی و پشتیبانی لجستیک	زن
۶	کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی	۷	کارشناس برنامهریزی و تدارکات زنجیره تأمین	مرد
۷	کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک	۵	مسئول کنترل کیفیت و ارزیابی تأمینکنندگان	زن
۸	کارشناسی مهندسی صنایع	۹	سرپرست تولید در شرکت قطعهسازی	مرد
۹	کارشناسی مدیریت صنعتی	۷	کارشناس لجستیک و حملونقل داخلی	زن
۱۰	کارشناسی مدیریت بازرگانی	۶	کارشناس تدارکات و خرید سازمانی	مرد
۱۱	کارشناسی مهندسی صنایع	۸	کارشناس برنامهریزی و انبارداری مواد اولیه	مرد
۱۲	کارشناسی مهندسی صنایع	۱۰	کارشناس سیستمها و روشها در شرکت تولیدی	زن
۱۳	کارشناسی مهندسی مکانیک	۵	کارشناس کنترل پروژههای صنعتی	مرد

دلفی فازی

روش دلفی با هدف ایجاد اجماع میان خبرگان پیرامون یک موضوع تخصصی طراحی شده است و بر مبنای گردآوری دیدگاههای کارشناسان از طریق چندین دور پرسشنامه ناشناس عمل میکند. در این روش، گروهی از متخصصان که دارای تجربه و دانش عمیق در زمینهای مشخص هستند، نظرات خود را بهصورت مستقل و بدون تأثیرپذیری از سایر شرکتکنندگان ارائه مینمایند. پس از هر مرحله، نتایج جمعآوریشده تحلیل شده و بازخورد حاصل به شرکتکنندگان در دور بعدی منتقل میشود تا با اصلاح و تعدیل دیدگاهها، نهایتاً توافق جمعی شکل گیرد (Schifano & Niederberger, 2025).

روش دلفی فازی با تلفیق منطق فازی و رویکرد سنتی دلفی، بهعنوان یک ابزار پیشرفته برای تصمیمگیری گروهی در شرایط همراه با عدمقطعیت توسعه یافته است. در این روش، ویژگیهایی نظیر ناشناس ماندن خبرگان، ایجاد اجماع تدریجی، بازخورد کنترلشده و ترکیب پاسخها بر اساس ترجیحات زبانی فازی بهکار گرفته میشود تا دقت و اثربخشی نتایج افزایش یابد. به کارگیری دلفی فازی بهویژه زمانی اهمیت دارد که اطلاعات مبهم، قضاوتهای ذهنی یا دادههای ناقص در فرآیند تصمیمگیری وجود داشته باشد. این روش با فراهمکردن امکان بیان نظرات بهصورت زبانی و تبدیل آنها به مقادیر فازی، ابهام موجود در قضاوتهای انسانی را کاهش داده و تحلیل دقیقتری از نظر جمعی خبرگان

ارائه میکند. در نتیجه، دلفی فازی به ابزاری کارآمد برای کاهش عدمقطعیت، بهبود کیفیت تصمیمگیریهای گروهی و افزایش قابلیت اعتماد نتایج در موضوعات پیچیدهای مانند تحلیل ریسک، ارزیابی فناوریهای نوین و برنامهریزیهای استراتژیک تبدیل شده است (Khorshidikia et al., 2025).

گامهای اجرای روش دلفی فازی به صورت زیر میباشد (Rejeb et al., 2022):

گام ۱. مطالعه ادبیات مرتبط با زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) ایران به منظور شناسایی و استخراج معیارهای مؤثر بر پذیرش.

گام ۲. در این مرحله، معیارهای شناساییشده از مرور ادبیات در گام نخست بهمنظور اعتبارسنجی و تأیید نهایی ارتباط آنها با پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) ایران، از طریق پرسشنامه دلفی فازی مورد ارزیابی خبرگان قرار میگیرند. در این فرآیند، از عبارات زبانی استاندارد برای بیان میزان اهمیت هر معیار استفاده شده و جهت کمیسازی قضاوتهای زبانی خبرگان، از اعداد مثلثی فازی بهره گرفته میشود. هر عدد فازی بهصورت $F = (l, m, u)$ تعریف میگردد که در آن l نمایانگر حداقل مقدار ممکن، m مقدار محتملتر و u بیشترین مقدار ممکن است. این رویکرد ضمن لحاظ نمودن عدمقطعیت و ابهام در نظرات انسانی، امکان تحلیل دقیقتر و علمیتر اجماع خبرگان در رابطه با میزان تأثیر هر معیار بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور را فراهم میکند.

جدول۳. اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجهای

متغیر کلامی	عدد فازی		
	u	m	l
خیلی کم-VL	۰.۲۵	۰	۰
کم-L	۰.۵	۰.۲۵	۰
متوسط-M	۰.۷۵	۰.۵	۰.۲۵
زیاد-H	۱	۰.۷۵	۰.۵
خیلی زیاد-VH	۱	۱	۰.۷۵

گام ۳. در این مرحله، معیارهای نهایی مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران، پس از تأیید خبرگان در فرایند دلفی فازی، با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی (Fuzzy BWM) مورد ارزیابی قرار میگیرند. در این گام، وزن هر معیار با مقدار آستانه مقایسه میشود تا میزان اهمیت نسبی و تأثیر آن در تصمیمگیری مشخص گردد. معیارهایی که وزن فازی آنها از حد آستانه تعیینشده بیشتر باشد، به عنوان عوامل کلیدی و نهایی پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور تأیید و در تحلیلهای بعدی مورد استفاده قرار میگیرند. این فرایند، اطمینان حاصل میکند که تنها مؤلفههای با بیشترین اثر بر پایداری، تابآوری و پذیرش در SMEs در قالب مدل تصمیمگیری چندمعیاره لحاظ شوند.

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \text{ for } i = 1 \dots n; j = 1 \dots m \quad (۱)$$

$$\tilde{\tau}_j = (l_j, m_j, u_j) = \left(min\{l_{ij}\}, \left(\prod_{i=1}^{n} m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, max\{u_{ij}\} \right) \quad (۲)$$

که در این روابط i نمایانگر خبره و n تعداد کل خبرگان، j عوامل و m تعداد کل عوامل، $\tilde{a}$ ارزش فازی هر عامل توسط خبره و $\tilde{\tau}$ میانگین ارزش فازی هر عامل میباشد. با استفاده از رابطه ۳، میانگین فازی عوامل به روش مرکز ثقل، دیفازی محاسبه میشود:

$$crisp\ value = \frac{l+m+u}{3} \qquad (۳)$$

اگر مقدار دیفازی شده یک معیار از حد آستانه ۰/۷ بیشتر باشد، آن معیار تأیید میشود و در غیر این صورت، معیار مورد تأیید خبرگان قرار نمیگیرد (Tsai et al., 2020).

۲.۳. بهترین-بدترین فازی

در این پژوهش، از روش بهترین-بدترین فازی (Fuzzy BWM) بهعنوان یکی از رویکردهای تصمیمگیری چندمعیاره برای تعیین وزن نهایی عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران استفاده شده است. در این روش، ابتدا خبرگان معیارهای «بهترین» و «بدترین» را از میان مجموعه عوامل شناساییشده انتخاب میکنند؛ سپس سایر معیارها بهصورت مقایسههای زوجی نسبت به این دو معیار ارزیابی میشوند. در ادامه، با تشکیل مدل و حل آن، وزن بهینه هر معیار محاسبه میگردد. این روش با وجود نیاز به تعداد محدودتری مقایسه، دارای دقت بالا و پایداری در نتایج بوده و بهطور گسترده در مطالعات مرتبط با زنجیره تأمین پایدار و تصمیمگیریهای مدیریتی مورد استفاده قرار گرفته است (Rezaei, 2015).

گو و ژائو (Guo & Zhao, 2017) مدل بهترین-بدترین فازی را برای کاهش چالشهای ناشی از عدم قطعیت و ارتقای دقت و انعطافپذیری در فرآیند تصمیمگیری چندمعیاره معرفی کردند. این رویکرد ضمن کاهش پیچیدگیهای محاسباتی، امکان میدهد تصمیمگیرندگان قضاوتهای خود را در محیطهای پیچیده به شیوهای طبیعیتر و دقیقتر بیان کنند. ترکیب منطق فازی با روش بهترین-بدترین، ابزاری قدرتمند برای بهبود کارایی تصمیمگیری در شرایط دارای عدم قطعیت بالا محسوب میشود.

مراحل این ترتیب به شکل زیر میباشد (Guo & Zhao, 2017):

گام ۱. شناسایی عوامل. در این مرحله، مجموعهای از عوامل و شاخصهای کلیدی مرتبط با پایداری و تابآوری زنجیره تأمین در بنگاههای کوچک و متوسط ایران بر اساس مرور جامع ادبیات و مطالعات پیشین شناسایی شد (جدول ۱). هر معیار نشاندهنده بخشی از عملکرد بنگاهها در مسیر دستیابی به زنجیرهای مقاوم، پایدار و منطبق با شرایط اقتصادی ایران است.

گام ۲. شناسایی بهترین و بدترین عامل. در این مرحله، خبرگان شرکتکننده در پژوهش از میان مجموعه عوامل شناساییشده در گام پیشین (جدول ۱)، بااهمیتترین (بهترین) و کماهمیتترین (بدترین) عامل را در زمینه پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران مشخص مینمایند. این دو عامل بهترتیب با نمادهای c_B و c_W نمایش داده میشوند و بهعنوان نقاط مرجع برای انجام مقایسههای زوجی سایر معیارها مورد استفاده قرار میگیرند. تعیین این دو معیار به تصمیمگیرندگان کمک میکند تا ارزیابیها را بر مبنای اهمیت نسبی واقعی در محیط عملیاتی SMEs ایران انجام دهند و وزندهی نهایی معیارها با دقت و انطباق بیشتری صورت گیرد.

جدول ۴. متغیرهای زبانی و شاخص سازگاری برای روش بهترین-بدترین فازی

متغیر زبانی	اهمیت یکسان EI	اهمیت کم WI	اهمیت نسبی FI	اهمیت زیاد VI	اهمیت خیلی زیاد AI
$\tilde{a}_{BW}$	(۱، ۱، ۱)	(۰/۶۷، ۱، ۱/۵)	(۱/۵، ۲، ۲/۵)	(۲/۵، ۳، ۳/۵)	(۳/۵، ۴، ۴/۵)
CI	۳	۳/۸۰	۵/۲۹	۶/۶۹	۸/۰۴

گام ۳. در این مرحله از روش بهترین-بدترین فازی، مقایسه مرجع فازی برای معیار بهترین انجام میگیرد تا میزان برتری نسبی آن نسبت به سایر عوامل شناساییشده در پژوهش تعیین شود. بر اساس انتخاب خبرگان، معیار c_Bبهعنوان بهترین (بااهمیتترین) عامل در پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور مشخص گردید. سپس مقایسههای زوجی بین این معیار و سایر معیارها با استفاده از متغیرهای زبانی تعریفشده در جدول ۴ صورت میگیرد. قضاوتهای زبانی خبرگان به کمک اعداد فازی مثلثی $\tilde{a}_B = (l, m, u)$تبدیل شده و بردار فازی مربوط به ترجیحات معیار بهترین نسبت به سایر معیارها مطابق رابطه ۴ محاسبه میشود. این گام، مبنای استخراج وزنهای فازی نهایی معیارها در مراحل بعدی است.

$$\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \cdots, \tilde{a}_{Bn}) \quad (۴)$$

که در رابطه ۴، $\tilde{A}_B$ نمایانگر مقایسه فازی مهمترین معیار c_B نسبت به معیار c_j است. واضح میباشد که مقدار $\tilde{a}_{BB} = (1,1,1)$ میباشد.

گام ۴. در این مرحله، بخش دوم مقایسههای فازی انجام میشود که هدف آن تعیین میزان برتری نسبی سایر عوامل نسبت به کماهمیتترین (بدترین) معیار شناساییشده در پژوهش (c_W) است. بدین منظور، تمامی معیارها بر اساس قضاوتهای خبرگان و با استفاده از متغیرهای زبانی تعریفشده در جدول ۴ نسبت به معیار بدترین ارزیابی میشوند. سپس این ارزیابیهای زبانی با بهرهگیری از قواعد تبدیل فازی به اعداد فازی مثلثی (l, m, u) تبدیل میگردند تا در تحلیلهای بعدی BWM مورد استفاده قرار گیرند. در نهایت، رابطه ۵ بردار فازی ترجیحات معیارهای مختلف نسبت به معیار بدترین را نشان میدهد و مبنای محاسبه وزنهای نهایی در مرحله بهینهسازی فازی قرار میگیرد.

$$\tilde{A}_W = (\tilde{a}_{1W}, \tilde{a}_{2W}, \cdots, \tilde{a}_{nW}) \quad (۵)$$

که در رابطه ۵، $\tilde{A}_W$ نمایانگر مقایسه فازی معیار c_j نسبت به بدترین یا کماهمیتترین معیار c_W است. واضح میباشد که مقدار $\tilde{a}_{WW} = (۱,۱,۱)$ میباشد.

گام ۵. تعیین وزنهای بهینه فازی معیارها $(\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*)$: در این مرحله، با استفاده از دادههای حاصل از مقایسههای فازی مراحل پیشین (بهترین نسبت به سایر معیارها و سایر معیارها نسبت به بدترین)، مدل بهینهسازی بهترین-بدترین فازی تشکیل میشود تا وزنهای نهایی معیارها تعیین گردد. هدف مدل، حداقلسازی میزان ناسازگاری میان قضاوتهای فازی خبرگان و حصول بیشترین سازگاری میان ترجیحات ثبتشده است. بدین منظور، مجموعهای از محدودیتها و توابع هدف مطابق با رابطه (۶) تعریف میشود تا وزنهای فازی مثلثی بهینه برای هر معیار بهدست آید. این وزنها بیانگر اهمیت نسبی هر یک از عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در SMEs ایران بوده و مبنای تحلیل و اولویتبندی نهایی معیارها در بخش نتایج پژوهش قرار میگیرند.

$$\min \tilde{\xi}^* \quad (۶)$$

$$s.t\begin{cases}\left|\dfrac{|\ l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})\right| \le (k^*, k^*, k^*)\\ \left|\dfrac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW})\right| \le (k^*, k^*, k^*)\\ \sum_{j=1}^{n} R(\tilde{w}_j) = 1\\ l_j^w \le m_j^w \le u_j^w\\ l_j^w \ge 0\\ j = 1,2,\cdots,n\end{cases}$$

که در این مدل $\tilde{\xi}^* = (k^*, k^*, k^*), k^*$ و $R(\tilde{w}_j)$ مقدار فازی زدایی شده $\tilde{w}_j$ میباشد که از رابطه ۷ بدست میآید:

$$R(\tilde{w}_j) = \frac{l_j + 4m_j + u_j}{6} \qquad (۷)$$

نرخ سازگاری در روش بهترین-بدترین فازی توسط رابطه ۸ بدست میآید:

$$CR = \frac{k^*}{CI} \qquad (۸)$$

که در این رابطه k^* از حل مدل ۶ و CI (شاخص سازگاری) از جدول ۴ بدست میآید. هرچه نرخ سازگاری نزدیکتر به صفر باشد مدل سازگارتر میباشد (Rezaei, 2016). گرچه معیار مشخصی برای نرخ سازگاری در نظر گرفته نشده است اما در این مطالعه مقادیر کمتر از ۰/۱ قابل قبول خواهند بود.

یافتهها

پس از شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور بر اساس مرور ادبیات (جدول ۱)، یک پرسشنامه طراحی شد تا این عوامل توسط خبرگان با بهرهگیری از روش دلفی فازی ارزیابی شوند. در فرآیند دلفی فازی، حداقل حضور پنج نفر خبره ضروری است و معمولاً تعداد بین ۵ تا ۲۰ نفر برای دستیابی به اجماع مناسب کفایت دارد (Danacı & Yıldırım, 2023). در پژوهش حاضر، پرسشنامه در میان ۱۳ نفر از خبرگان حوزه زنجیره تأمین و پایداری در بنگاههای کوچک و متوسط ایران توزیع گردید که از تخصص و سابقه مدیریتی بیش از ۵ سال در صنایع مختلف برخوردار بودند. پس از دو مرحله اجرا، زیرا اختلاف مقادیر دیفازی نظرات کمتر از ۰/۱ بود، فرآیند متوقف شد که نشاندهنده همگرایی و اجماع نظرات خبرگان محسوب میشود (Naghipour et al., 2024). در نهایت، با در نظر گرفتن آستانه ۰/۷ از میان ۱۳ عامل اولیه، ۶ عامل مربوط به پایداری و ۳ عامل مرتبط با تابآوری مورد تأیید قرار گرفتند و بهعنوان معیارهای نهایی ارزیابی پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در SMEs ایران شناخته شدند.

جدول ۵. نتایج دلفی فازی

شماره	بعد اصلی	عامل	u	m	l	Crisp value	پذیرش معیار
۱	پایداری	بهرهوری هزینه و کارایی	۱	۰.۸۰۵	۰.۲۵	۰.۶۸۵	رد شده
۲		خرید سبز و کاهش اثرات زیستمحیطی	۱	۰.۷۸۷	۰.۲۵	۰.۶۷۹	رد شده
۳		استراتژیهای تأمین مقرون به صرفه و نوآورانه	۱	۰.۹۳۶	۰.۵	۰.۸۱۲	تأیید شده
۴		بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر	۱	۰.۹۱۵	۰.۵	۰.۸۰۵	تأیید شده
۵		روابط قوی با ذینفعان و مشتریان	۱	۰.۸۶۸	۰.۲۵	۰.۷۰۶	تأیید شده
۶		فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری	۱	۰.۸۹۵	۰.۵	۰.۷۹۸	تأیید شده
۷		عدم دسترسی به منابع مالی کافی	۱	۰.۹۱۵	۰.۵	۰.۸۰۵	تأیید شده
۸		کمبود منابع و زیرساختها	۱	۰.۹۵۷	۰.۵	۰.۸۱۹	تأیید شده
۹	تابآوری	همکاری و شبکهسازی میان تأمینکنندگان	۱	۰.۷۰۷	۰.۲۵	۰.۶۵۲	رد شده
۱۰		استراتژیهای نوآورانه در تأمین منابع برای تابآوری	۱	۰.۶۸۶	۰.۲۵	۰.۶۴۵	رد شده
۱۱		تقویت تابآوری در برابر بحرانها	۱	۰.۹۵۷	۰.۵	۰.۸۱۹	تأیید شده
۱۲		تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین	۱	۰.۹۷۸	۰.۵	۰.۸۲۶	تأیید شده
۱۳		شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین	۱	۰.۸۶۰	۰.۲۵	۰.۷۰۳	تأیید شده

پس از حذف عوامل تأیید نشده، عوامل نهایی در جدول ۶ نشان داده شده است:

جدول ۶. عوامل نهایی موثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در کسب و کارهای کوچک و متوسط

بعد اصلی	نماد	عامل	نماد
پایداری	C۱	استراتژیهای تأمین مقرون به صرفه و نوآورانه	C۱۱
		بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر	C۱۲
		روابط قوی با ذینفعان و مشتریان	C۱۳
		فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری	C۱۴
		عدم دسترسی به منابع مالی کافی	C۱۵
		کمبود منابع و زیرساختها	C۱۶
تابآوری	C۲	تقویت تابآوری در برابر بحرانها	C۲۱
		تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین	C۲۲
		شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین	C۲۳

معیار اصلی در پذیرش قضاوت خبرگان، نه صرفاً تعداد آنها بلکه میزان سازگاری و انسجام درونی ارزیابیها بوده است. در فرآیند جمعآوری دادهها، از تعداد بیشتری خبره دعوت به همکاری شد، اما بخش قابل توجهی از آنها به دلیل عدم دستیابی به سطح قابل قبول در شاخصهای سازگاری، از تحلیل نهایی کنار گذاشته شدند؛ موضوعی که در ادبیات روش بهترین-بدترین نیز بهعنوان یکی از مزیتهای این روش در پالایش قضاوتهای ناسازگار شناخته میشود. در نهایت، سه خبره منتخب بهدلیل برخورداری همزمان از تخصص عمیق علمی (تحصیلات

دکتری در حوزههای مرتبط)، تجربه اجرایی قابل توجه در زنجیره تأمین و نقش فعال در تصمیمگیریهای واقعی و همچنین ارائه قضاوتهایی با سطح بالای سازگاری، بهعنوان مبنای تحلیل انتخاب شدند. بنابراین، اتکای پژوهش به این خبرگان محدود اما باکیفیت، نهتنها از منظر تئوریک قابل توجیه است، بلکه با توجه به ماهیت روش بهترین-بدترین که بر کاهش ناسازگاری و افزایش دقت قضاوتها تأکید دارد، میتواند به نتایجی قابل اتکا و منسجم منجر شود، هرچند در تفسیر تعمیمپذیری نتایج باید ملاحظات لازم مدنظر قرار گیرد. برای هر یک از ابعاد اصلی و زیرمعیارهای مرتبط، ۹ مدل ریاضی تدوین و با استفاده از نرمافزار LINGO 18.0 حل گردید. در ادامه، به منظور دستیابی به نظر واحد، اوزان استخراجشده از هر خبره با استفاده از میانگین هندسی تجمیع شد و وزنهای نهایی هر معیار تعیین گردید. این رویکرد ضمن کاهش پراکندگی قضاوتها، سازگاری و دقت بیشتری در نتایج نهایی وزندهی معیارها فراهم ساخت.

جدول ۷. وزن نهایی عوامل و ابعاد

بعد اصلی	نماد	وزن	عامل	نماد	وزن محلی	وزن نهایی
پایداری	C۱	۰.۴۰۸	استراتژیهای تأمین مقرون به صرفه و نوآورانه	C۱۱	۰.۲۴۸	۰.۱۰۱
			بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر	C۱۲	۰.۲۶۳	۰.۱۰۷
			روابط قوی با ذینفعان و مشتریان	C۱۳	۰.۲۱۶	۰.۰۸۸
			فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری	C۱۴	۰.۰۷۰	۰.۰۲۹
			عدم دسترسی به منابع مالی کافی	C۱۵	۰.۰۸۳	۰.۰۳۴
			کمبود منابع و زیرساختها	C۱۶	۰.۱۲۰	۰.۰۴۹
تابآوری	C۲	۰.۵۰۲	تقویت تابآوری در برابر بحرانها	C۲۱	۰.۴۴۸	۰.۲۶۵
			تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین	C۲۲	۰.۳۲۹	۰.۱۹۵
			شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین	C۲۳	۰.۲۲۳	۰.۱۳۲

جدول ۸. رتبه بندی نهایی عوامل

رتبه	عامل	نماد	وزن نهایی
۱	تقویت تابآوری در برابر بحرانها	C۲۱	۰.۲۶۵
۲	تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین	C۲۲	۰.۱۹۵
۳	شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین	C۲۳	۰.۱۳۲
۴	بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر	C۱۲	۰.۱۰۷
۵	استراتژیهای تأمین مقرون به صرفه و نوآورانه	C۱۱	۰.۱۰۱
۶	روابط قوی با ذینفعان و مشتریان	C۱۳	۰.۰۸۸
۷	کمبود منابع و زیرساختها	C۱۶	۰.۰۴۹
۸	عدم دسترسی به منابع مالی کافی	C۱۵	۰.۰۳۴
۹	فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری	C۱۴	۰.۰۲۹

بحث و نتیجهگیری

در این مطالعه، ابتدا عوامل مؤثر بر پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط ایران از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان شناسایی شد. پس از غربالگری این عوامل با استفاده از دلفی فازی، ۹ معیار نهایی تأیید گردید. در گام بعد، از میان ۱۳ خبره، سه نفر با تجربه تخصصی در حوزه تصمیمگیری چندمعیاره انتخاب شدند تا با روش بهترین-بدترین فازی، وزندهی دقیق به این معیارها را انجام دهند. نتایج بهدستآمده نشان داد که ابعاد تابآوری نسبت به ابعاد پایداری از اهمیت بیشتری برخوردارند.

حذف معیارهای بهرهوری هزینه و کارایی و خرید سبز و کاهش اثرات زیستمحیطی را میتوان در چارچوب تمایز مفهومی میان کارایی عملیاتی و پایداری زنجیره تأمین تبیین کرد؛ بهطوریکه در این پژوهش تمرکز اصلی بر سنجش قابلیتهای پاسخگویی، انعطافپذیری و بازیابی در شرایط اختلال بوده است، نه بهینهسازی عملکرد در شرایط عادی. معیار بهرهوری هزینه و کارایی، علیرغم اهمیت بالا در تصمیمات عملیاتی، ماهیتی ایستا و کوتاهمدت دارد و عمدتاً به بهینهسازی منابع در شرایط پایدار میپردازد، در حالیکه تابآوری مستلزم پذیرش هزینههای مازاد (مانند افزونگی، تنوع تأمینکننده و ذخایر اطمینان) برای کاهش آسیبپذیری در شرایط بحران است؛ بنابراین از منظر تحلیلی، این معیار نهتنها همراستا با منطق تابآوری نیست، بلکه در برخی موارد در تعارض با آن قرار میگیرد. از سوی دیگر، معیار خرید سبز و کاهش اثرات زیستمحیطی اگرچه در ادبیات پایداری جایگاه مهمی دارد، اما در این مطالعه بهدلیل تمرکز خاص بر بعد تابآوری و همچنین ادراک خبرگان از اولویت پایینتر آن در مواجهه با اختلالات شدید زنجیره تأمین (بهویژه در بسترهای صنعتی که تداوم تأمین حیاتیتر از ملاحظات زیستمحیطی تلقی میشود)، امتیاز کافی برای باقیماندن در مدل کسب نکرده است؛ به بیان دیگر، این معیار بیشتر به بعد پایداری بلندمدت تعلق دارد تا تابآوری عملیاتی در بحران و همین عدم همراستایی مفهومی منجر به حذف آن در فرآیند غربالگری نهایی شده است.

اگرچه در ادبیات زنجیره تأمین تابآور، همکاری و شبکهسازی بهعنوان یکی از عوامل کلیدی شناخته میشود، نتایج این پژوهش نشان داد که این عامل در بستر بنگاههای کوچک و متوسط ایران از اهمیت کمتری برخوردار بوده و از مدل نهایی حذف شده است. این تفاوت را میتوان در ویژگیهای نهادی و ساختاری محیط کسبوکار ایران جستجو کرد. محدودیت اعتماد بین بنگاهها، ضعف زیرساختهای همکاری بینسازمانی و شرایط اقتصادی ناپایدار موجب شده است که بنگاهها بیشتر بر راهکارهای درونسازمانی و کوتاهمدت برای بقا تمرکز داشته باشند تا توسعه شبکههای همکاری بلندمدت. همچنین، نتایج نشان میدهد که برخی کارکردهای همکاری بهصورت غیرمستقیم در عواملی نظیر شفافیت اطلاعات و تنوع تأمینکنندگان منعکس شده است. بنابراین، حذف این عامل نه به معنای عدم اهمیت نظری آن، بلکه نشاندهنده شکاف میان ادبیات نظری و واقعیتهای اجرایی در بستر SMEs ایران است.

در رتبهبندی نهایی، تقویت تابآوری در برابر بحرانها بهعنوان مهمترین عامل شناسایی شد. این عامل، به توانایی سازمان در حفظ عملیات و بازیابی سریع در شرایط بحرانی اشاره دارد؛ ویژگیای که در محیط اقتصادی و عملیاتی بیثبات ایران، مزیت حیاتی محسوب میشود. در جایگاه دوم، تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین قرار گرفت که به ایجاد گزینههای متعدد برای تأمین و تغییر سریع مسیرها در شرایط اضطراری کمک میکند. شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین نیز در رتبه سوم قرار گرفت که انعکاس اهمیت بهروز بودن اطلاعات و هماهنگی بین اعضای زنجیره برای کاهش ریسکهای عملیاتی است.

در میان ابعاد پایداری، بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر و استراتژیهای تأمین مقرون بهصرفه و نوآورانه از جمله عوامل کلیدی بودند که گرچه اهمیت کمتری نسبت به ابعاد تابآوری داشتند، اما در بلندمدت به کاهش هزینهها و اثرات زیستمحیطی کمک میکنند. روابط قوی با ذینفعان و مشتریان نیز نقش قابل توجهی در حفظ همکاری و پشتیبانی زنجیره در شرایط ناپایدار دارد. از سوی دیگر، برخی عوامل منفی و محدودکننده نیز شناسایی شدند؛ از جمله کمبود منابع و زیرساختها، عدم دسترسی به منابع مالی کافی و فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری. این عوامل بهطور مستقیم توان سازمانها را برای پیادهسازی رویکردهای پایدار و تابآور کاهش میدهند و نشان میدهند که بدون رفع موانع ساختاری و سرمایه انسانی، تحقق اهداف SSCM دشوار خواهد بود.

بهطور کلی، این نتایج بیانگر آن است که در فضای عملیاتی بنگاههای کوچک و متوسط ایران، تابآوری نسبت به پایداری در اولویت بالاتری قرار دارد. در شرایطی که عدمقطعیتهای اقتصادی و سیاسی غالباند، توانایی حفظ عملکرد در بحران و انطباقپذیری سریع، بیش از هر عامل دیگری برای بقای سازمانها ضروری است؛ هرچند بیتوجهی به ابعاد پایداری در بلندمدت میتواند این مزیت را تضعیف کند.

با توجه به یافتههای پژوهش حاضر و مقایسه آن با مطالعات پیشین، میتوان دریافت که در چارچوب پذیرش زنجیره تأمین پایدار و تابآور در بنگاههای کوچک و متوسط (SMEs) ایران، الگوی اهمیت معیارها تفاوت قابلتوجهی با پژوهشهای پیشین در صنایع بزرگ یا زمینههای بینالمللی دارد. بر اساس نتایج حاصل از روش بهترین-بدترین فازی، عامل تقویت تابآوری در برابر بحرانها بهعنوان مهمترین معیار شناسایی شد. این یافته با نتایج مطالعات ابراهیمپور و همکاران (۱۴۰۲) و آلشاهرانی و سلام (۲۰۲۲) همراستا است که تابآوری را بهعنوان محرک اصلی عملکرد پایدار معرفی کردهاند. با این حال، در پژوهشهایی چون گنکالوس و همکاران (۲۰۲۴) که بر موانع پایداری در SMEs اروپایی تمرکز داشتند، مقوله تابآوری کمتر بهصورت صریح لحاظ شده است. برتری این عامل در پژوهش حاضر بیانگر ماهیت محیطی و اقتصادی ایران است که بحرانهای مکرر اقتصادی و سیاسی، لزوم مقاومسازی زنجیرهها را پررنگتر ساخته است. عامل دوم، تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین است که به توانایی SMEs در تغییر مسیرهای تأمین، انتخاب گزینههای جایگزین و واکنش سریع در شرایط نامطمئن اشاره دارد. این نتیجه با یافتههای طهماسبی و همکاران (۱۳۹۸) و بارال و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد که انعطافپذیری را از پایههای اصلی تابآوری دانستهاند، اما در پژوهش حاضر این عامل در SMEs ایران اهمیت عملیاتی بیشتری یافته است.

شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین در رتبه سوم قرار دارد که نشان میدهد دسترسی به دادههای دقیق و صادقانه برای افزایش اعتماد و هماهنگی زنجیره نقش حیاتی دارد. این یافته مشابه نتایج اوککه (۲۰۲۴) است که شفافیت و همکاری اطلاعاتی را کلید بازیابی سریع در دوران بحران کووید-۱۹ معرفی کرد.

در ادامه، از میان عوامل پایداری، بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر و استراتژیهای تأمین مقرونبهصرفه و نوآورانه جایگاه میانی را در رتبهبندی دارند. این نتایج با پژوهش بیاتزاده و طلایی (۱۴۰۴) که نشان داد معیارهای زیستمحیطی و اقتصادی از مهمترین ابعاد پایداری هستند، همسو است. با این حال، در مطالعه حاضر، وزن این عوامل نسبت به ابعاد تابآوری کمتر بوده که نشاندهنده تمرکز SMEs بر بقا و انعطاف در محیطهای بحرانی است نه صرفاً بر پایداری بلندمدت. عامل روابط قوی با ذینفعان و مشتریان نیز جایگاه قابل توجهی دارد و با یافتههای طهماسبی و همکاران درباره اهمیت مدیریت ذینفعان همخوان است. این امر بیانگر آن است که همکاری و اعتماد میان بازیگران زنجیره، همچنان عامل بنیادین در مدیریت ریسک و پایداری عملکرد محسوب میشود. در مقابل، عوامل محدودکننده مانند کمبود منابع و زیرساختها، عدم دسترسی به منابع مالی کافی و فقدان آگاهی در مورد پایداری و تابآوری در رتبههای پایین قرار گرفتهاند. با این حال، این سه عامل بازتابدهنده همان چالشهایی هستند که در مطالعات جلالی و همکاران (۲۰۲۲) و گنکالوس و همکاران (۲۰۲۴) بهعنوان موانع اصلی اجرای SSCM در کشورهای در حال توسعه و SMEs شناخته شدند. بدین معنا که اگرچه این عوامل در پژوهش حاضر وزن مثبتی کمتر دارند، اما نقش بازدارنده آنها در اجرای اقدامات پایداری و تابآوری غیرقابل انکار است.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر از یکسو با بسیاری از یافتههای بینالمللی همپوشانی دارد، بهویژه در تأکید بر نقش تابآوری، انعطافپذیری و شفافیت اطلاعاتی و از سوی دیگر، تفاوتهای بومی قابلتوجهی را نشان میدهد. برخلاف پژوهشهایی که پایداری زیستمحیطی و اقتصادی را در اولویت قرار دادهاند، در SMEs ایران تابآوری بهعنوان عامل غالب شناسایی شد. این نتیجه منعکسکننده شرایط خاص اقتصادی و نهادی کشور است که در آن، توان حفظ تداوم فعالیت و انطباق با بحرانها، بیش از هر عامل دیگری تعیینکننده بقای زنجیره تأمین به شمار میآید.

نتایج این پژوهش از دیدگاه مدیریتی نشان میدهد که حرکت بنگاههای کوچک و متوسط بهسمت زنجیره تأمین پایدار و تابآور، مستلزم اجرای سیاستهایی هماهنگ در پنج حوزه کلیدی شناساییشده است. نخست، تقویت تابآوری در برابر بحرانها ایجاب میکند مدیران سیاستهای پیشنگر مبتنی بر مدیریت ریسک و تنوع تأمینکنندگان را در دستور کار قرار دهند و از ابزارهایی مانند برنامهریزی سناریو محور،

ذخایر ایمنی و بیمه ریسک زنجیره تأمین استفاده کنند تا در شرایط بحرانی، پایداری فعالیتها حفظ شود. همچنین، برای افزایش تنوع و انعطافپذیری در زنجیره تأمین، لازم است سازمانها شبکههای چندلایه تأمین ایجاد کرده، از تأمینکنندگان محلی و منطقهای حمایت نمایند و در قراردادهای خود بندهای انعطافپذیری در تحویل و قیمتگذاری را لحاظ کنند. سیاستگذاران نیز میتوانند با ایجاد پلتفرمهای تبادل و همکاری میان SMEs، زمینه اشتراک ظرفیتها و منابع را فراهم آورند تا در مواجهه با شوکها، قابلیت بازیابی و انطباق سریع افزایش یابد.

از دیدگاه عملیاتی، شفافیت و اشتراک اطلاعات در زنجیره تأمین نیازمند استقرار سیستمهای دیجیتال جامع مانند ERP، بلاکچین و پلتفرمهای دادهمحور است تا انتقال اطلاعات در سراسر زنجیره بهصورت دقیق، سریع و قابلاعتماد انجام گیرد. این امر ضمن افزایش اعتماد میان بازیگران، امکان پیشبینی اختلالات و تصمیمگیری سریع را فراهم میکند. همزمان، توجه به بهینهسازی استفاده از انرژی و منابع تجدیدپذیر مستلزم سرمایهگذاری مشترک بخش خصوصی و دولتی در فناوریهای سبز، ارتقای بهرهوری انرژی و آموزش کارکنان در زمینه بهرهوری منابع و کاهش ضایعات است. در نهایت، استراتژیهای تأمین مقرونبهصرفه و نوآورانه میتواند با توسعه مدلهای همکاری نوین (مانند تأمین اشتراکی، خوشههای صنعتی سبز و خرید گروهی) تحقق یابد تا SMEs ضمن کاهش هزینهها، به فناوریهای نو و مواد اولیه پایدار نیز دسترسی پیدا کنند. اجرای همزمان این سیاستها موجب همافزایی میان ابعاد پایداری و تابآوری شده و زمینهساز شکلگیری زنجیرههای تأمین مقاوم، هوشمند و سازگار با شرایط اقتصاد ایران خواهد بود.

این پژوهش همانند دیگر مطالعات کاربردی با محدودیتهایی همراه است. نخست آنکه جامعه آماری محدود به بنگاههای کوچک و متوسط ایران بوده و نتایج آن ممکن است در سایر صنایع یا کشورهای دارای ساختارهای اقتصادی متفاوت قابلیت تعمیم کامل نداشته باشد. دوم، دادههای پژوهش از طریق قضاوت خبرگان گردآوری شده است و هرچند اقداماتی برای کاهش سوگیری ذهنی انجام شده، اما این روش ذاتاً تا حدی وابسته به برداشت و تجربه افراد است. همچنین استفاده از روشهای تصمیمگیری چندمعیاره فازی هرچند دقت بالایی در شرایط عدم قطعیت دارد، ولی بر جنبههای سببی و پویایی روابط میان عوامل تمرکز ندارد و این موضوع میتواند در تحلیلهای آینده مورد توجه قرار گیرد. بنابراین پیشنهاد میشود پژوهشهای آتی با بهرهگیری از روشهای ترکیبی مانندDEMATEL ، ISMیا مدلسازی معادلات ساختاری به بررسی روابط علی میان ابعاد پایداری و تابآوری بپردازند. انجام مطالعات مقایسهای بین صنایع مختلف نظیر صنایع غذایی، دارویی و فناوری اطلاعات نیز میتواند به درک تفاوتهای بخشی در اولویت عوامل کمک کند. علاوه بر این، تعمیم مدل به سایر کشورهای در حال توسعه و تحلیل تطبیقی با نمونههای بینالمللی میتواند تصویری فراگیرتر از الزامات بومی ارائه دهد. در نهایت، بهرهگیری از فناوریهای نوین مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و بلاکچین برای مدلسازی و تقویت تصمیمگیری در زنجیره تأمین، مسیر ارزشمندی برای توسعه پژوهشهای آینده خواهد بود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین 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

Abudu, R., Thompson, E. A., Dzawu, F. S., & Roa-Henriquez, A. (2025). A meta-analysis assessment of adaptive and transformative approaches to supply chain resilience. *Supply Chain Analytics*, *10*, 100124. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100124

Afaneh, J. A. A., & Bello, Z. (2023). Advancing supply chain sustainability in SMEs through strategic capabilities: the roles of supply chain resilience and mapping. *International Journal of Construction Supply Chain Management*, *13*(1), 134–153.

Alam, C. M., Setiawan, B., Toiba, H., Maulidah, S., & Rahman, S. M. (2025). Supply chain management practices of SMEs in developing countries: Bibliometric and systematic reviews. *Agricultural Economics*, *71*(2), 99–112. https://agricecon.agriculturejournals.cz/artkey/age-202502-0004.php

Aleali, H. (2024). The small and medium-sized Iranian enterprises' challenges and concerns for benefiting from standards (A case study in industrial towns and technology parks in Tehran and Alborz provinces). *Advances in the Standards & Applied Sciences*, *2*(1), 19–24.

Alshahrani, M. A., & Salam, M. A. (2022). The Role of supply chain resilience on SMEs' performance: The case of an emerging economy. *Logistics*, *6*(3), 47.

Bak, O., Shaw, S., Colicchia, C., & Kumar, V. (2020). A systematic literature review of supply chain resilience in small–medium enterprises (SMEs): A call for further research. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *70*(1), 328–341.

Baral, M. M., Singh, R. K., & Kazançoğlu, Y. (2021). Analysis of factors impacting survivability of sustainable supply chain during COVID-19 pandemic: an empirical study in the context of SMEs. *The International Journal of Logistics Management*, *34*(4), 935–961. https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2021-0198

Bayatzadeh, S., & Talaie, H. (2025). Identifying and evaluating criteria for selecting sustainable and resilient suppliers (Case study: Wooden furniture and decoration industry. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, *40*(1), 1-19. (in Persian).

Canwat, V. (2024). COVID-19-related supply chain disruptions: resilience and vulnerability of micro, small and medium enterprises. *Cogent Business & Management*, *11*(1), 2315691.

Carissimi, M. C., Bin Hameed, H., & Creazza, A. (2024). Circular economy: The future nexus for sustainable and resilient supply chains? *Sustainable Futures*, *8*, 100365. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100365

Çelik, A. K., Yildiz, T., Aykanat, Z., & Kazemzadeh, S. (2025). Green Innovation Adoption in Turkish and Iranian SMEs: The Effect of Dynamic Capabilities and the Mediating Role of Absorptive Capacity. *Journal of the Knowledge Economy*, *16*(1), 1824–1859. https://doi.org/10.1007/s13132-024-01990-1

Chen, Y., Wang, Z., Zhuang, Y., & Tang, H. (2021). Analysis and design of sigma-delta ADCs for automotive control systems. *2021 IEEE 3rd International Conference on Circuits and Systems (ICCS)*, 235–241.

Chowdhury, M. M. H., Chowdhury, P., Quaddus, M., Rahman, K. W., & Shahriar, S. (2024). Flexibility in Enhancing Supply Chain Resilience: Developing a Resilience Capability Portfolio in the Event of Severe Disruption. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *25*(2), 395–417. https://doi.org/10.1007/s40171-024-00391-2

Córdova-Aguirre, L. J., & Ramón-Jerónimo, J. M. (2024). Designing a sustainability assessment framework for Peruvian manufacturing small and medium enterprises applying the stakeholder theory approach. *Sustainability*, *16*(5), 1853.

Danacı, M., & Yıldırım, U. (2023). Comprehensive analysis of lifeboat accidents using the Fuzzy Delphi method. *Ocean Engineering*, *278*, 114371.

Doetsch, S., & Huchzermeier, A. (2024). The intersection of supply chain resilience and sustainability from a theoretical and practical perspective: An integrated framework. *Journal of Cleaner Production*, *484*, 144306. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144306

Ebrahimpour,M. , Moradi,M. and Fallahpour,A. (2023). The impact of supply chain dynamics on the firm sustainable performance with remanufacturing capability and supply chain resilience. *Journal of Strategic Management Studies*, *14*(54), 97-117. (in Persian).

Faggioni, F., Rossi, M. V., & Sestino, A. (2024). Conceptualizing Supply Chain Resilience in Exogenous Crisis Times: Toward a Holistic Definition. *Journal of the Knowledge Economy*, *15*(4), 17308–17332. https://doi.org/10.1007/s13132-024-01816-0

Gonçalves, H., Magalhães, V. S. M., Ferreira, L. M. D. F., & Arantes, A. (2024). Overcoming barriers to sustainable supply chain management in small and medium-sized enterprises: a multi-criteria decision-making approach. *Sustainability*, *16*(2), 506.

Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, *121*, 23–31.

Hosseini Shekarabi, S. A., Kiani Mavi, R., & Romero Macau, F. (2025). Supply Chain Resilience: A Critical Review of Risk Mitigation, Robust Optimisation, and Technological Solutions and Future Research Directions. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *26*(3), 681–735. https://doi.org/10.1007/s40171-025-00458-8

Jalali, M., Feng, B., & Feng, J. (2022). An analysis of barriers to sustainable supply chain management implementation: the fuzzy DEMATEL approach. *Sustainability*, *14*(20), 13622.

Joshi, S., & Sharma, M. (2022). Impact of sustainable supply chain management on performance of SMEs amidst COVID-19 pandemic: an Indian perspective. *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, *9*(3), 248–276.

Junejo, I., Sohu, J. M., Alwadi, B. M., Ejaz, F., Nasir, A., & Hossain, M. B. (2025). Green supply chain management and SMEs sustainable performance in developing country: role of green knowledge sharing, green innovation and big data-driven supply chain. *Discover Sustainability*, *6*(1), 342. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01055-6

Kanyepe, J., Musasa, T., & Wilbert, M. (2025). Supply chain risk factors, technological capabilities, and firm performance of small to medium enterprises (SMEs). *Journal of Small Business Strategy*, *35*(1), 115–128.

Karmaker, C. L., Aziz, R. Al, Palit, T., & Bari, A. B. M. M. (2023). Analyzing supply chain risk factors in the small and medium enterprises under fuzzy environment: Implications towards sustainability for emerging economies. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, *2*(1), 100032. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100032

Kayani, S. A., & Warsi, S. S. (2025). Exploring the synergy between sustainability and resilience in supply chains under stochastic demand conditions and network disruptions. *Results in Engineering*, *26*, 104954. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104954

Khorshidikia, S., Rismanchian, M., & Habibi, E. (2025). A narrative review on the application of Delphi and fuzzy Delphi techniques in the cement industry. *Work*, *80*(4), 1507–1517.

Kosasih, W., Pujawan, I. N., & Karningsih, P. D. (2023). Integrated lean-green practices and supply chain sustainability for manufacturing SMEs: a systematic literature review and research agenda. *Sustainability*, *15*(16), 12192.

Kumar, A., Shrivastav, S. K., Shrivastava, A. K., Panigrahi, R. R., Mardani, A., & Cavallaro, F. (2023). Sustainable supply chain management, performance measurement, and management: a review. *Sustainability*, *15*(6), 5290.

Li, W., & Liu, Z. (2023). Social, environmental, and governance factors on supply-chain performance with mediating technology adoption. *Sustainability*, *15*(14), 10865.

Mahmud, P., Paul, S. K., Azeem, A., & Chowdhury, P. (2021). Evaluating supply chain collaboration barriers in small-and medium-sized enterprises. *Sustainability*, *13*(13), 7449.

Mishra, R., & Singh, R. K. (2023). A systematic literature review on supply chain resilience in SMEs: learnings from COVID-19 pandemic. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *40*(5), 1172–1202.

Mwenda, B., Israel, B., & Mahuwi, L. (2023). The influence of sustainable supply chain management practices on financial sustainability of food processing SMEs. *LBS Journal of Management & Research*, *21*(2), 218–235.

Naghipour, M. S., Rahim, Z. A., & Iqbal, M. S. (2024). A 5G competency model based on the fuzzy Delphi method. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(10), 6788.

Negri, M., Cagno, E., Colicchia, C., & Sarkis, J. (2021). Integrating sustainability and resilience in the supply chain: A systematic literature review and a research agenda. *Business Strategy and the Environment*, *30*(7), 2858–2886. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2776

Nguyen Thi, M. A., & Vu Dinh, K. (2025). Social capital and sustainable performance: examining the mediating role of supply chain resilience in an emerging economy. *Discover Sustainability*, *6*(1), 764. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01692-x

Okeke, A. (2024). Evaluating sustainable practices and supply chain management effectiveness in African small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Sustainability Research*, *6*(2), e240033.

Primadasa, R., Kusrini, E., Mansur, A., & Masudin, I. (2025). Enhancing SME supply chain sustainability through organizational ambidexterity and supply chain agility using the MOORA-ISM-MICMAC framework. *Sustainable Futures*, *10*, 101373. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101373

Rejeb, A., Rejeb, K., Keogh, J. G., & Zailani, S. (2022). Barriers to blockchain adoption in the circular economy: a fuzzy Delphi and best-worst approach. *Sustainability*, *14*(6), 3611.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49–57.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, *64*, 126–130.

Schifano, J., & Niederberger, M. (2025). How Delphi studies in the health sciences find consensus: a scoping review. *Systematic Reviews*, *14*(1), 14.

Setyadi, A., Pawirosumarto, S., & Damaris, A. (2025). Toward a Resilient and Sustainable Supply Chain: Operational Responses to Global Disruptions in the Post-COVID-19 Era. *Sustainability*, *17*(13), 6167.

Setyaningsih, S., Widjojo, R., & Kelle, P. (2024). Challenges and opportunities in sustainability reporting: a focus on small and medium enterprises (SMEs). *Cogent Business & Management*, *11*(1), 2298215.

Shan, H., Bai, D., Fan, X., Shi, J., Li, Y., & Yang, S. (2023). Enabling roles of integration and resilience for sustainable supply Chain performance: an empirical study on China's E-commerce platforms. *Applied Economics*, *55*(60), 7079–7093. https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2186354

Soni, G., Kumar, S., Mahto, R. V, Mangla, S. K., Mittal, M. L., & Lim, W. M. (2022). A decision-making framework for Industry 4.0 technology implementation: The case of FinTech and sustainable supply chain finance for SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, *180*, 121686.

Sun, J., Sarfraz, M., Khawaja, K. F., & Abdullah, M. I. (2022). Sustainable Supply Chain Strategy and Sustainable Competitive Advantage: A Mediated and Moderated Model. *Frontiers in Public Health*, *Volume 10-2022*. https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.895482

Tahmasebi, H., & Mahsa, M. (2019). Analysis of resilience and sustainability criteria in the pharmaceutical supply chain using the interpretive structural modeling (ISM) method. *Standard and Quality Management Quarterly*, 9(Winter), 40–48. (in Persian).

Tsai, H.-C., Lee, A.-S., Lee, H.-N., Chen, C.-N., & Liu, Y.-C. (2020). An application of the fuzzy Delphi method and fuzzy AHP on the discussion of training indicators for the regional competition, Taiwan national skills competition, in the trade of joinery. *Sustainability*, *12*(10), 4290.

Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., Busby, J., & Zorzini, M. (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study. *International Journal of Production Research*, *53*(18), 5592–5623. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1037934

Warmbier, P., Kinra, A., & Ivanov, D. (2022). Supply Chain Sustainability and Resilience - Relationship and Congruent Capability Analysis based on Paradox Theory. *IFAC-PapersOnLine*, *55*(10), 311–316. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.625