

Identification and Prioritization of Key Economic, Social, and Environmental Indicators in Sustainable Food Supply Chain Using Fuzzy DEMATEL Technique

J. Ebrahimpour Samani¹, S.M.R. Davoodi²

Received: 22 February, 2025

Accepted: 5 August, 2025

Introduction: The agricultural food supply chain plays a pivotal role in ensuring food security, safeguarding public health, and advancing sustainable development goals. In the face of rapid population growth, climate change, economic fluctuations, and geopolitical uncertainties, the need for resilient and sustainable supply chains has become more pressing than ever. A robust agricultural food supply chain not only guarantees the steady availability of nutritious food but also supports rural livelihoods, stimulates economic growth, and preserves environmental resources for future generations. However, the transition toward sustainability is complex and challenging. In many agricultural regions, outdated infrastructure, limited access to advanced technologies, fragmented market structures, and insufficient farmer training hinder progress. Additionally, political instability, environmental degradation, and the impact of international sanctions exacerbate these constraints. Overcoming such challenges requires a holistic approach that integrates economic, social, and environmental priorities into coherent strategies and feasible policies. Although the global body of literature on sustainable supply chains has grown significantly, many studies tend to focus on individual dimensions such as economic performance, social welfare, or environmental protection, without adequately capturing their interdependencies. This lack of integration limits the ability of policymakers and practitioners to address systemic issues effectively. There is a pressing need for a comprehensive evaluation framework that identifies, prioritizes, and analyzes sustainability indicators in an integrated manner. Such a framework would allow for the identification of both the most critical factors and the causal (cause-and-effect) relationships that underpin the performance of the supply chain. In response to

-
1. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Payame Noor University, Tehran, Iran. (jamshid_samani@pnu.ac.ir)
 2. Corresponding Author and Associate Professor, Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. (sm.davoodi@iau.ac.ir)

DOI: 10.30490/aead.2025.367399.1663

this gap, this study aimed at identifying, prioritizing, and analyzing the most influential indicators of a sustainable agricultural food supply chain in 2024. A mixed-method approach was employed, integrating qualitative insights with quantitative modeling to deliver a robust analytical framework.

Materials and Methods: The research was conducted in two main phases (including qualitative and quantitative) following a sequential design to ensure analytical depth. In the qualitative phase, a systematic review of 44 scholarly articles published between 2015 and 2024 was conducted to develop a preliminary conceptual model. The literature encompassed diverse themes, including resource efficiency, socio-economic equity, environmental stewardship, and technology adoption. Building on this model, semi-structured interviews were conducted with 15 purposively selected experts, each with at least 10 years of experience and specialized knowledge in sustainable agricultural food supply chains. The interviews continued until theoretical saturation was achieved, ensuring a comprehensive capture of perspectives. The data from interviews were analyzed using thematic analysis guided by Clarke's six-stage coding process, incorporating both open and axial coding. MAXQDA 2022 software was used to facilitate the analysis and organization of data. The paradigmatic model derived from the coding process was refined through iterative feedback sessions with participating experts. To ensure validity and reliability, validation measures such as member checking, peer debriefing, and consensus assessment were applied. In the quantitative phase, the indicators validated in the qualitative phase were evaluated using the fuzzy Delphi method to reach consensus on their relative importance. The same group of experts participated in this stage, leading to the identification of 12 high-priority indicators. These indicators were subsequently analyzed using the fuzzy DEMATEL method to determine the causal relationships and to classify indicators based on their level of influence and dependence. This analysis made it possible to distinguish between driving factors and dependent factors, providing strategic insight into where interventions would be most effective.

Results and Discussion: The study results revealed that among the three dimensions of sustainability (i.e. economic, social, and environmental), the economic dimension held the greatest importance in influencing the overall sustainability of the agricultural food supply chain. Within this dimension, support performance, adoption of region-specific technologies, and enhancement of farmers' knowledge and skills were identified as the most effective criteria. In the social dimension, political, social, and cultural factors emerged as critical,

particularly in shaping stakeholder engagement and policy effectiveness. The persistent effects of economic sanctions were also highlighted as significant barriers that would limit access to technology, financial resources, and international market opportunities. In the environmental dimension, challenges such as water scarcity, soil degradation, and biodiversity loss were recognized as major threats to long-term sustainability. The fuzzy DEMATEL analysis indicated that environmental management challenges, political-social-cultural factors, and sanctions were among the primary driving forces in the system, influencing multiple other indicators. These findings highlighted the interconnected nature of sustainability challenges and emphasized the need for integrated strategies. For example, adopting advanced yet locally appropriate technologies could improve productivity while reducing environmental impact, and implementing inclusive social policies could enhance farmer participation and resilience. Without addressing these interdependencies, isolated measures are unlikely to yield sustainable outcomes.

Conclusion and Suggestions: This study provided a comprehensive framework for understanding and enhancing the sustainability of agricultural food supply chains. The study findings highlighted the need for strategies that would address economic, social, and environmental factors in a balanced and interconnected manner. Based on the results, several strategic recommendations were proposed: developing targeted support policies, including subsidies, tax incentives, and access to affordable credit, to strengthen farmers' financial stability and encourage the adoption of sustainable practices; promoting the adoption of locally appropriate technologies that improve productivity while conserving resources and reducing environmental impacts; strengthening capacity-building initiatives to equip farmers with the skills and knowledge required to adapt to changing market and environmental conditions; mitigating the impact of political and economic sanctions by fostering domestic innovation, enhancing regional trade partnerships, and diversifying export markets; and implementing comprehensive environmental management policies focusing on water conservation, soil fertility restoration, biodiversity preservation, and climate adaptation. By integrating these measures, stakeholders can build a more resilient, adaptable, and future-ready agricultural food supply chain. The methodological approach of combining qualitative thematic analysis with fuzzy multi-criteria decision-making techniques offers a replicable model for similar sustainability assessments in other sectors. Achieving sustainability in the agricultural food supply chain is not a one-off goal but a continuous process that demands collaboration among policymakers, producers, researchers, and consumers. Prioritizing key indicators, understanding

their interactions, and implementing evidence-based strategies will enable significant progress toward food security, public health improvement, and sustainable development in a complex and uncertain global context.

Keywords: *Dimensions of Sustainability, Multi-Criteria Decision Making, Sustainable Supply Chain, Agro-Food Industry.*

JEL Classification: Q13, Q18, C44



اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۳، شماره ۱۳۱، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی با استفاده از شیوه دیمتل فازی

جمشید ابراهیم‌پور سامانی^۱، سید محمدرضا داوودی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۴

چکیده

زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی نقشی اساسی در تأمین امنیت غذایی، سلامت عمومی و توسعه پایدار دارد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌ها و معیارهای کلیدی زنجیره تأمین پایدار صنایع غذایی و کشاورزی در سال ۱۴۰۴ انجام شد. روش تحقیق از نوع آمیخته (کیفی- کمی) بود و در چند مرحله اجرا شد. نخست، با مرور نظام‌مند منابع علمی، ۴۴ مقاله مرتبط منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ بررسی و شاخص‌ها شناسایی و دسته‌بندی شدند. سپس، با بهره‌گیری از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان، بازنگری معیارهای شناسایی‌شده صورت گرفت و شاخص‌هایی جدید نیز شناسایی و ارزیابی شد. جامعه آماری پژوهش شامل پانزده متخصص با حداقل ده سال سابقه فعالیت در حوزه زنجیره تأمین پایدار بود، که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند؛ فرآیند نمونه‌گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. در بخش کیفی، داده‌ها با روش تحلیل مضمون و کدگذاری شش‌درجه‌ای کلارک (باز و محوری) تحلیل شدند. در ادامه، الگوی پارادایمی پژوهش با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA 2022 ترسیم شد. برای ارزیابی روایی و پایایی بخش

۱- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (Jamshid_saman@pnu.ac.ir)

۲- نویسنده مسئول و دانشیار گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. (sm.davoodi@iaau.ac.ir)

کیفی، از بررسی مشارکت و میزان توافق خبرگان استفاده شد. در بخش کمی نیز ابتدا از پرسشنامه‌های مقایسات زوجی برای اولویت‌بندی شاخص‌ها و معیارها استفاده شد. پانزده خبره‌ای که در مرحله کیفی مشارکت داشتند، نظرات خود را ارائه دادند. در نهایت، دوازده معیار کلیدی شناسایی شدند که مبنای تحلیل بخش کمی قرار گرفت. تحلیل دقیق‌تر با استفاده از روش دلفی فازی انجام شد. سپس، با بهره‌گیری از روش دیمتلفازی، تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها و معیارهای کلیدی زنجیره تأمین پایدار صنایع غذایی و کشاورزی ارزیابی و روابط میان عوامل اصلی تعیین شد. همچنین، اعتبار و پایایی تحقیق از تحلیل مشارکت و توافق کارشناسان با روش‌های دلفی فازی و دیمتلفازی تضمین شد. نتایج پژوهش نشان داد که در میان ابعاد پایداری، بعد اقتصادی اهمیت بیشتری دارد؛ در این بعد، معیارهایی همچون عملکرد پشتیبانی، استفاده از فناوری‌های متناسب با شرایط منطقه‌ای و ارتقای سطح دانش کشاورزان به عنوان عوامل کلیدی شناخته شدند؛ همچنین، در بعد اجتماعی، عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و رفع تحریم‌ها و در بعد زیست‌محیطی، چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی از اهمیت بالا برخوردارند. همچنین، نتایج پژوهش نشان داد که چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی، عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و مسئله رفع تحریم‌ها از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی به‌شمار می‌روند؛ علاوه بر این، معیارهایی نظیر عملکرد پشتیبانی، بهره‌گیری از فناوری‌های متناسب با شرایط منطقه‌ای و ارتقای سطح دانش کشاورزان بیشترین تأثیر را در بهبود پایداری این زنجیره دارند. بر این اساس، تدوین راهبردهای جامع، اجرای سیاست‌های حمایتی هدفمند و توسعه زیرساخت‌های فناورانه از اقدامات اساسی در راستای تقویت پایداری این صنعت محسوب می‌شوند. از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به عنوان مبنای برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی و تدوین برنامه‌های عملیاتی اثربخش در راستای دستیابی به توسعه پایدار زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی سود جست.

کلیدواژه‌ها: ابعاد پایداری، دیمتلفازی، شاخص‌های کلیدی، صنعت مواد غذایی کشاورزی، زنجیره تأمین پایدار.

طبقه‌بندی JEL: Q13, Q18, C44

مقدمه

در عصر حاضر، با تغییرات سریع در فناوری و ترجیحات مصرف‌کنندگان، سازمان‌ها وادار شده‌اند تا برای حفظ رقابت‌پذیری، فراتر از توسعه فناوری و جهانی‌شدن، به تمرکز بر همکاری و هم‌افزایی در زنجیره‌های تأمین^۱ خود بپردازند. به دیگر سخن، رقابت امروزی نه بین بنگاه‌های منفرد بلکه میان زنجیره‌های تأمین شکل می‌گیرد (Huddiniyah & Pradana, 2023). این تغییر رویکرد، اهمیت بهبود و تقویت ساختار این شبکه تأمین را بیش‌ازپیش نمایان می‌سازد (Ndondo et al., 2023). زنجیره تأمین عبارت است از شبکه‌ای متشکل از فعالیت‌ها، سازمان‌ها، افراد و منابع که به صورت پویا و پیچیده، در فرآیند تولید، توزیع و تحویل محصولات یا خدمات از تأمین‌کنندگان مواد اولیه تا

1. supply chains

مصرف‌کننده نهایی نقش دارند (Khan et al., 2021). مدیریت مؤثر این زنجیره می‌تواند به کاهش هزینه‌ها، بهبود کیفیت خدمات، افزایش رضایت مشتریان و در نهایت، ارتقای جایگاه رقابتی سازمان‌ها منجر شود (Deng. et al., 2024). در این میان، زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی^۱، با توجه به ویژگی‌هایی چون فسادپذیری بالا، حساسیت زمانی، وابستگی به شرایط محیطی، از پیچیده‌ترین و بحرانی‌ترین ساختارهای تأمین در سطح جهانی محسوب می‌شود (Lei, 2024). این زنجیره، به‌مثابه شریان حیاتی امنیت غذایی، تمامی مراحل از تأمین نهاده‌های اولیه، تولید و فرآوری تا بسته‌بندی، نگهداری، حمل‌ونقل، توزیع و مصرف نهایی را دربرمی‌گیرد و نقشی کلیدی در پایداری سلامت جوامع و تاب‌آوری نظام‌های غذایی ایفا می‌کند (Handayati & Widyanata., 2024)؛ به‌ویژه، در کشورهای در حال توسعه، این اهمیت دوچندان می‌شود، چراکه این کشورها با محدودیت‌های متعدد نظیر زیرساخت‌های ناکافی، ضعف در مدیریت زنجیره، نوسان‌های بازار و با چالش‌هایی نظیر تأمین مواد غذایی باکیفیت، عرضه به‌موقع محصولات و نوسان‌های شدید بازار مواجه‌اند (Dhal & Kar, 2024). در چنین شرایطی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی، بلاک چین و اینترنت اشیا می‌تواند با بهبود شفافیت، هماهنگی و بهره‌وری، نقشی مهم در کاهش ضایعات و ارتقای امنیت غذایی ایفا کند (Teichmann & Wittmann, 2022).

بنابراین، توسعه و بهینه‌سازی زنجیره تأمین در این کشورها نه‌تنها در بهبود عملکرد اقتصادی مؤثر است، بلکه در افزایش کیفیت زندگی، تحقق عدالت غذایی و پایداری منابع نسل‌های آینده نیز تأثیرگذار خواهد بود (Munir et al., 2024). در این راستا، توجه به چالش‌ها و موانعی که طی سال‌های اخیر، این شبکه تأمین حیاتی با آنها مواجه شده، ضروری است، زیرا این مشکلات تأثیرات قابل توجه بر پایداری و امنیت غذایی داشته‌اند (Karimi et al., 2024). عواملی نظیر تغییرات اقلیمی، کاهش منابع طبیعی، نوسان‌های اقتصادی، افزایش جمعیت و تقاضای جهانی، همراه با اختلال در شبکه‌های حمل‌ونقل و توزیع، از جمله مسائلی هستند که می‌توانند فرآیند تولید، نگهداری و توزیع غذا را مختل کنند و بهره‌وری این زنجیره را به‌گونه‌ای چشمگیر کاهش دهند (Wang et al., 2024). طبق گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2023)، حدود سی درصد از کل مواد غذایی تولیدشده در جهان، به‌دلیل مشکلاتی همچون بسته‌بندی غیراستاندارد، مدیریت نادرست زنجیره تأمین و فرسودگی زیرساخت‌ها، پیش از رسیدن به دست مصرف‌کننده، به ضایعات تبدیل می‌شوند. این ضایعات نه‌تنها اتلاف منابع اقتصادی را در پی دارند، بلکه پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی

قابل توجه نیز ایجاد می‌کنند (Ibba et al., 2025). چنین ناپایداری‌هایی در زنجیره تأمین غذا، به‌ویژه در مناطق آسیب‌پذیر تهدیدی جدی برای تحقق توسعه پایدار و امنیت غذایی به‌شمار می‌روند (Ndondo et al., 2023). افزون بر این، گزارش برنامه جهانی غذا^۱ در آگوست ۲۰۲۳ حاکی از آن است که بیش از هشتصد میلیون نفر در ۴۸ کشور با کمبود شدید مواد غذایی مواجه‌اند؛ این رقم هشدار جدی برای جامعه جهانی است. اختلال در عملکرد زنجیره تأمین، از فساد محصولات در طول حمل‌ونقل گرفته تا نوسان‌های شدید قیمتی، نقشی به‌سزا در تشدید بحران‌های غذایی دارد (Hugos, 2024). در چنین شرایطی، بازنگری اساسی در شیوه‌های سنتی مدیریت زنجیره و حرکت به‌سوی بهره‌گیری از رویکردهای فناورانه، نوآور و مبتنی بر پایداری ضرورتی انکارناپذیر است، راهبردی که می‌تواند با تقویت انسجام، افزایش شفافیت و کاهش اتلاف منابع، تاب‌آوری زنجیره تأمین مواد غذایی را در برابر بحران‌ها ارتقا بخشد (Sepehri et al., 2024). در نهایت، مدیریت بهینه و یکپارچه زنجیره تأمین غذا مستلزم همکاری میان تمامی ذی‌نفعان از تولیدکنندگان گرفته تا مصرف‌کنندگان و نهادهای حاکمیتی است. اتخاذ رویکردی جامع‌نگر و فناورانه نه‌تنها به کاهش اتلاف منابع و ارتقای بهره‌وری می‌انجامد، بلکه تضمینی برای تقویت امنیت غذایی، رفاه اجتماعی و تحقق پایداری در سطح جهانی خواهد بود (Asim et al., 2024). در پاسخ به چالش‌های موجود، مفهوم زنجیره تأمین پایدار به‌عنوان راهکاری کلیدی مطرح شده که با تأکید بر تعادل میان اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، زمینه‌ساز بهبود عملکرد و کاهش مخاطرات در طول چرخه تأمین و توزیع است. توجه به پایداری نه‌تنها به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند، بلکه امنیت غذایی و کیفیت زندگی جوامع را نیز تضمین می‌کند (González-Mon et al., 2024). با در نظر گرفتن اهمیت ویژه زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی و پیچیدگی‌های ناشی از شرایط محیطی و اقتصادی، پژوهش حاضر به بررسی راهبردهای مؤثر برای تقویت ساختار این زنجیره‌ها پرداخته و چنان‌که در مطالعه هوگوس (Hugos, 2024) نیز آمده، هدف اصلی تحقیق ارائه راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات و ارتقای پایداری در این حوزه است. از این‌رو، پژوهش حاضر به شناسایی روش‌های نوآورانه و مدیریت کارآمد پرداخته است، که می‌تواند به بهینه‌سازی فرایندها و پاسخ‌گویی بهتر به نیازهای جوامع کمک کند. همچنین، بررسی نقش فناوری‌های نوین در بهبود عملکرد زنجیره تأمین و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی از دیگر اهداف مطالعه حاضر است. در نهایت، تحقیق

1. World Food Program (WFP)

حاضر می‌تواند به‌عنوان یک منبع معتبر برای تصمیم‌گیرندگان و فعالان حوزه کشاورزی و زنجیره تأمین عمل کرده، به ارائه راهکارهایی عملی برای توسعه پایدار و امنیت غذایی بپردازد. در ایران نیز زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی با مشکلات و چالش‌های خاص خود روبه‌روست که از آن میان، می‌توان به کمبود منابع آبی، ضعف زیرساخت‌ها، ناکارآمدی نظام‌های توزیع و وابستگی به واردات نهاده‌های کشاورزی اشاره کرد (Ebrahimipour Samani et al., 2025). این مسائل به کاهش کارایی و پایداری زنجیره تأمین در ایران می‌انجامد و از این‌رو، نیاز به توجه و برنامه‌ریزی دقیق برای رفع آنها احساس می‌شود. به‌ویژه، بحران آب در ایران از مهم‌ترین چالش‌هاست که تأثیرات مستقیم بر تولیدات کشاورزی و زنجیره تأمین مواد غذایی دارد. علاوه بر این، مشکلات اقتصادی مانند نوسان‌های ارزی و تحریم‌ها نیز تأثیرات منفی بر هزینه‌های تولید و تأمین مواد اولیه دارند (Hajivand et al., 2020).

برای مقابله با این چالش‌ها، بهبود مدیریت زنجیره تأمین، تقویت زیرساخت‌ها، توسعه فناوری‌های نوین و کاهش وابستگی به واردات نهاده‌ها ضروری است. همچنین، گسترش زنجیره سرد^۱ و بهبود نظام توزیع از جمله اقدامات مهم در کاهش ضایعات و ارتقای دسترسی به مواد غذایی محسوب می‌شوند. استفاده از فناوری‌های نوین کشاورزی و مدیریت پایدار منابع آب نیز نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری و پایداری این بخش ایفا می‌کند (Aungkulanon et al., 2024). مطابق یافته‌های پژوهشی، بهبود ظرفیت‌های داخلی، کاهش وابستگی به واردات و استفاده بهینه از منابع موجود، به‌ویژه منابع آبی، می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تأمین مواد غذایی را در برابر نوسان‌های اقتصادی و بحران‌های جهانی افزایش دهد (Oliver & Matheus, 2020). بنابراین، توجه به پایداری و بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین مواد غذایی نه تنها برای ایران بلکه برای سایر کشورها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به پیچیدگی‌های موجود در زنجیره تأمین و تعاملات پیچیده میان شاخص‌های مختلف پایداری، استفاده از یک رویکرد نظام‌مند و جامع برای تحلیل زنجیره تأمین پایدار ضروری به نظر می‌رسد، به‌ویژه آنکه این شاخص‌ها ابعاد مختلف از جمله اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را دربرمی‌گیرند. در این راستا، مطالعات پیشین نشان می‌دهند که بهره‌گیری از فن‌های نوین تحلیل، نظیر دیمتل فازی^۲، می‌تواند در شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی پایداری مؤثر باشد. این فن‌ها به‌ویژه در تحلیل روابط و تأثیرات متقابل میان شاخص‌ها، به بهبود عملکرد کلی

1. cold chain
2. fuzzy DEMATEL

زنجیره تأمین کمک خواهند کرد (Proença et al., 2022). بنابراین، استفاده از رویکردهای نوین در مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند به شفاف‌سازی ابعاد مختلف این زنجیره‌ها کمک کند و به‌ویژه، عملکرد زنجیره تأمین مواد غذایی را بهبود بخشد. شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های پایداری از طریق این روش‌ها نه تنها به توسعه مدل‌های مدیریتی جدید کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به تقویت کارایی و بهره‌وری این زنجیره‌ها منجر شود (Jones et al., 2023). برای ارتقای پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی، راهکارهای متنوع از جمله استفاده از فناوری‌های نوین، تقویت زیرساخت‌ها، تمرکز بر منابع داخلی و بهبود فرآیندهای حمل‌ونقل و توزیع در این مسیر تأثیرگذار خواهند بود. مدیریت یکپارچه زنجیره تأمین، با ایجاد هماهنگی میان اجزای مختلف، به کاهش ضایعات و بهبود کارایی منجر می‌شود. توسعه فناوری‌های پشتیبانی (لجستیک) و ارتقای زیرساخت‌های حمل‌ونقل نیز از اهمیت بالا برخوردار است (Elufioye et al., 2024). سرانجام، تحلیل نظام‌مند و جامع روابط میان شاخص‌های پایداری نیازمند رویکردی یکپارچه است که همه ابعاد این شاخص‌ها را در نظر گیرد. به‌کارگیری مدل‌های مدیریتی نوین بر اساس این رویکرد نه تنها به بهبود پایداری زنجیره تأمین کمک می‌کند، بلکه موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی در این زنجیره‌ها نیز خواهد شد (Slavinskaitė et al., 2025).

افزون بر این، تحقیقات متعدد در زمینه پایداری زنجیره تأمین انجام شده که هر کدام به‌نوبه خود، ابعادی جدید از این موضوع را روشن کرده است. در داخل کشور نیز پژوهش‌های فراوان به بررسی تأثیر عوامل گوناگون بر پایداری زنجیره تأمین در صنایع غذایی و کشاورزی پرداخته‌اند. برای نمونه، پژوهش ابراهیم‌پور سامانی و همکاران (Ebrahimipour Samani et al., 2025) با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های اقتصادی زنجیره تأمین پایدار در صنایع غذایی و کشاورزی انجام شد. در این تحقیق، با بهره‌گیری از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره، مشخص شد که فناوری در تولید، تنوع محصولات از طریق صنایع تبدیلی و عملکرد پشتیبانی بیشترین تأثیر را بر پایداری اقتصادی زنجیره تأمین دارند؛ همچنین، بسته‌بندی، ویژندسازی (برندسازی) و بهره‌وری از جمله معیارهای کلیدی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین شناسایی شدند. در مطالعه قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2017) نیز با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی در زنجیره تأمین پایدار صنایع غذایی و همچنین، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب با ویژگی‌های ناب، چابک و تاب‌آوری در زنجیره تأمین، مهم‌ترین معیارها شامل «همکاری و هماهنگی» از رویکرد تأمین تاب‌آوری، «توسعه اعتماد» از رویکرد تأمین چابک و «کیفیت محصول» از رویکرد تأمین ناب شناسایی شدند. کریمی و

همکاران (Karimi et al., 2024) نیز با استفاده از رویکرد آمیخته و ابزارهای مدل‌سازی ساختاری-تفسیری و حداقل مربعات جزئی، عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین را شناسایی و ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدیریت منابع انسانی، اختلالات طبیعی و اقتصادی، و آگاهی بر امنیت و عملکرد عملیاتی زنجیره تأمین اثرگذارند. این عوامل، به‌صورت غیرمستقیم، بر استواری، شفافیت، افزونگی، همکاری، و در نهایت، بر چابکی و اعتماد بازار تأثیر می‌گذارند و اهمیت راهبردهای تاب‌آوری را برجسته می‌سازند. در پژوهشی دیگر، اکبری و پروین (Akbari & Parvin, 2022) به شناسایی مؤلفه‌های توسعه کارآفرینی در بخش کشاورزی با تأکید بر استفاده از فناوری اطلاعات پرداختند. نتایج این تحقیق، به‌منظور بررسی نقش فناوری اطلاعات در توسعه کارآفرینی بخش کشاورزی و شناسایی ابعاد مختلف آن، نشان داد که عوامل مؤثر بر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش کشاورزی شامل نه مؤلفه (از جمله زیرساخت حقوقی- قانونی، زیرساخت فنی، زیرساخت آموزشی- ترویجی، زیرساخت مدیریتی، زیرساخت فرهنگی) و ۳۲ شاخص است که این عوامل نقشی زیربنایی و بنیادی در توسعه کسب‌وکارهای کارآفرینانه در بخش کشاورزی ایفا می‌کنند و زمینه‌ساز توسعه بیشتر کارآفرینی در این بخش می‌شوند. همچنین، فتاح‌زاده و همکاران (Fattahzadeh et al., 2025) به بررسی نقش و تأثیر فناوری‌های نوین در مدیریت دانش زنجیره تأمین محصولات کشاورزی پرداختند. یافته‌های تحقیق نشان داد که زنجیره تأمین سنتی محصولات کشاورزی با چالش‌های متعدد از جمله مشکلات شفافیت، امنیت اطلاعات و کارآیی مواجه است؛ در مقابل، زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک چین، با تکیه بر مدل مدیریت دانش نیومن و کنراد، بستری نوین، ایمن و کارآمد را برای کلیه ذی‌نفعان، از تولیدکنندگان گرفته تا مصرف‌کنندگان، فراهم می‌کند. این فناوری، با ظرفیت‌های گسترده خود، قادر است که تحولی بنیادین در صنعت کشاورزی ایجاد کند. تحلیل و شناسایی دقیق مؤلفه‌ها و شاخص‌های بلاک چین در این حوزه نه‌تنها به فهم بهتر کاربردهای آن کمک می‌کند، بلکه امکان مدیریت بهینه دانش آشکار و پنهان را نیز فراهم می‌آورد. در نتیجه، فرآیندهای ایجاد، حفظ، انتقال و کاربرد دانش در زنجیره تأمین کشاورزی، با بهره‌گیری از بلاک چین، ایمن‌تر، شفاف‌تر و اثربخش‌تر خواهند شد.

پژوهشگران بین‌المللی نیز با انجام تحقیقات گسترده در خارج از کشور، به بررسی تأثیر عوامل گوناگون بر پایداری زنجیره تأمین در صنایع غذایی و کشاورزی پرداخته و با کاوش ابعاد گوناگون این حوزه، نقش مؤلفه‌های کلیدی در بهبود پایداری این زنجیره را روشن ساخته‌اند. نتایج پژوهش کریچلی و همکاران (Cricelli et al., 2024)، با هدف شناسایی و تحلیل فناوری‌های ۴/۰ در صنعت

کشاورزی و غذایی بریتانیا، نشان داد که موفقیت در پذیرش این فناوری‌ها به ویژگی‌های خاص زنجیره تأمین وابسته است و مدیران باید راهبردهای متناسب با اهداف و پویایی‌های زنجیره تأمین را تدوین کنند. به طور کلی، این تحقیق تأکید دارد که استفاده مؤثر از فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود عملکرد و افزایش کارایی در صنعت کشاورزی غذایی منجر شود. در تحقیق دیگری، ویوو پوترو و همکاران (Wibowo Putro et al., 2022) به اهمیت استفاده از زنجیره تأمین پایدار در حل مشکلات فرآیند تولید محصول برنج پرداختند و نتیجه‌گیری کردند که با ایجاد هماهنگی در بخش‌های گوناگون تولید، می‌توان به کارایی و بهره‌وری این زنجیره کمک کرد. همچنین، یوان و همکاران (Yuan et al., 2023)، با تأکید بر اهمیت همکاری داخلی و خارجی در عملکرد زنجیره تأمین، بدین نتیجه رسیدند که شرکت‌های دارای بهترین شکل همکاری داخلی و خارجی می‌توانند به بهترین عملکرد زنجیره تأمین نیز دست یابند. همچنین، در تحقیق بوزیچ و دیموسکی (Božič & Dimovski, 2019)، با بررسی اهمیت عملکرد یک نظام و نقش آن در بهبود وضعیت سازمان، به زمینه‌های طراحی شبکه زنجیره تأمین، اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین و شناسایی شاخص‌های عملکرد در بخش‌های مرتبط پرداخته شد.

بررسی دقیق‌تر ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌های گذشته تنها یک یا دو بعد از پایداری را مد نظر قرار داده و از تعاملات و تأثیرات متقابل این ابعاد در یک چارچوب یکپارچه غفلت کرده‌اند. همین مسئله موجب شده است که نتایج این بررسی‌ها تصویری جامع از پایداری زنجیره تأمین ارائه ندهد (Ramesh et al., 2018). با توجه به نتایج بررسی مطالعات پیشین در زمینه طراحی و ارزیابی زنجیره تأمین پایدار، می‌توان این تحقیقات را به دو دسته تقسیم کرد: یکی، پژوهش‌هایی که روابط و تعاملات مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار را بررسی کرده و برخی از آنها نیز به ارزیابی معیارهای پایداری پرداخته‌اند؛ و دیگری، پژوهش‌هایی با موضوع مدل‌سازی شبکه زنجیره تأمین و بهبود عملکرد آن. با این همه، در حوزه زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی، شکاف‌های پژوهشی قابل توجه وجود دارد. انتخاب معیارهای پایداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مناسب، به‌ویژه در تحقیقات کمی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این، در بیشتر مطالعات، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده، که خود چالشی جدید در صنعت زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی به‌شمار می‌رود. بیشتر پژوهشگران بر کاهش هزینه‌ها تمرکز کرده‌اند، حال آنکه توجه به مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی نیز ضروری است. از این‌رو، پژوهش حاضر در پاسخ به خلأهای موجود در ادبیات پیشینه پژوهش، با هدف طراحی مدلی یکپارچه برای تحلیل زنجیره تأمین پایدار در صنایع غذایی و کشاورزی ایران انجام شده که در این مدل، با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری

چندمعیاره و بهره‌گیری از دیمتلفازی، شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی پایداری در سه بُعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی صورت گرفته است. از نوآوری‌های مطالعه حاضر، می‌توان به تحلیل هم‌زمان تأثیر تحریم‌های اقتصادی و چالش‌های ناشی از عدم قطعیت بر عملکرد زنجیره تأمین اشاره کرد. مدل مفهومی طراحی شده، مبتنی بر داده‌های واقعی سال ۱۴۰۳ در صنعت غذا و کشاورزی ایران، پیاده‌سازی و تحلیل شده و نتایج آن در قالب راهکارهایی برای بهبود تاب‌آوری، انعطاف‌پذیری و پایداری زنجیره تأمین ارائه شده است. پژوهش حاضر می‌تواند با فراهم‌سازی چارچوبی راهبردی، به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های کلان در حوزه تأمین پایدار یاری رساند. در ادامه، با تکیه بر ادبیات پژوهش و اهداف مطالعه، چارچوب نظری و مدل مفهومی پژوهش ارائه می‌شود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، برای شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی زنجیره تأمین پایدار صنایع غذایی و کشاورزی، از فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. به‌طور کلی، شاخص‌ها به‌عنوان مفاهیم اصلی برای ارزیابی پایداری در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تعریف شده‌اند و برای هر شاخص، معیارهایی مشخص می‌شوند که به تحلیل دقیق‌تر آن کمک می‌کنند. این ساختار سلسله‌مراتبی امکان تحلیل نظام‌مند و دقیق عملکرد زنجیره تأمین پایدار را فراهم می‌سازد (Govindan et al., 2015). پژوهش حاضر، به لحاظ هدف، کاربردی بوده و با استفاده از رویکرد آمیخته (کیفی - کمی) طراحی شده است. در پژوهش حاضر، سطح تحلیل در چارچوب «سطح میانه» قرار دارد، بدین معنی که تمرکز پژوهش بر تحلیل و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین در سطح معیارها و شاخص‌های عملکردی است، نه در سطح کلان سیاست‌گذاری و نه در سطح خرد رفتار فردی ذی‌نفعان. هدف اصلی پژوهش شناسایی و تبیین روابط میان معیارهای کلیدی و تعیین اولویت آنها برای بهبود عملکرد و ارتقای پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی بوده و پژوهش به‌منظور توسعه رویکردی مناسب برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی در سال ۱۴۰۳ انجام شده است. در این راستا، پژوهش حاضر به سه مرحله (گام) اصلی تقسیم‌بندی شده است که در پی، تشریح می‌شود.

گام اول؛ مطالعات کتابخانه‌ای: در مرحله اول از روش‌شناسی تحقیق، مطالعات کتابخانه‌ای با هدف شناسایی شاخص‌ها و معیارهای کلیدی مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی انجام گرفت. به‌منظور دستیابی به چارچوبی جامع و نظام‌مند، جست‌وجوی نظام‌مند منابع علمی در

پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و بین‌المللی صورت پذیرفت. این جست‌وجو با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط نظیر «پایداری»، «زنجیره تأمین کشاورزی»، «مواد غذایی»، «ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی» انجام شد. پس از پالایش اولیه و غربال‌گری مطالعات، در نهایت، ۴۴ مقاله علمی منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ گزینش شدند. تحلیل این مقالات بر اساس معیارهایی همچون اعتبار علمی، تازگی موضوع، ارتباط مستقیم با حوزه تحقیق و تنوع جغرافیایی صورت گرفت. نتایج این مرحله سه بُعد اصلی پایداری شامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به‌همراه مجموعه‌ای از معیارهای مرتبط با هر بُعد را مشخص ساخت که مبنای طراحی مدل مفهومی تحقیق قرار گرفتند. در جدول ۱، ابعاد و معیارهای شناسایی‌شده به تفصیل ارائه شده است.

جدول ۱- شاخص‌ها و معیارهای تحقیقاتی در پیشینه پژوهش‌های مرتبط با زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی

منابع (نویسنده/ سال)	معیار/ شاخص	حوزه تحقیق - کشور
هوگوس (Hugos, 2024)	کارایی و بهره‌وری عملیاتی، پایداری و تاب‌آوری زنجیره تأمین	بررسی و بهبود عملکرد سازمانی با تأکید بر مدل SCOR و فناوری‌های نوین - رویکرد جهانی
وانگ و همکاران (Wang et al., 2024)	پایداری زنجیره تأمین، فناوری‌های نوآورانه، مشارکت ذی‌نفعان	تحلیل پایداری و امنیت غذایی - رویکرد جهانی - چین
آلفویه و همکاران (Elufioye et al., 2024)	پایداری زنجیره تأمین کشاورزی، پیش‌بینی تقاضا، بهینه‌سازی	بررسی کاربرد هوش مصنوعی در بهبود عملکرد زنجیره‌های تأمین کشاورزی - رویکرد جهانی
دی کاروالیو و همکاران (de Carvalho et al., 2022)	کارایی بازار، سیاست‌های بازاریابی و عدم تقارن اطلاعات	ارزیابی عملکرد بازاریابی محصولات کشاورزی و چالش‌های سیاستی - مالاوی
منیر و همکاران (Munir et al., 2024)	بلاکچین، شفافیت و ردیابی، پایداری زنجیره تأمین	تحلیل فناوری بلاکچین در بهبود رویه‌های زنجیره تأمین پایدار - رویکرد جهانی
سینگ و همکاران (Singh et al., 2024)	پایدار، امنیت غذایی، کارایی زنجیره تأمین	بررسی ادبیات کشاورزی پایدار و تأثیر آن بر امنیت غذایی - مالزی
یانبو و همکاران (Yanbo et al., 2023)	برنامه‌ریزی، کیفیت بالا، مدیریت تعارضات	تحلیل تعارضات بالقوه و توسعه منطقه‌ای - حوزه رودخانه زرد، چین
سیلوستری و همکاران (Silvestri et al., 2024)	پایداری، اقتصاد چرخشی، معیارهای عملکرد زنجیره غذایی	ارزیابی پایداری و اقتصاد چرخشی در بخش کشاورزی و غذایی - رویکرد جهانی
حمزه‌اوغلو (Hamzaoglu, 2023)	عملکرد اتحادیه‌های کشاورزی، نگرش و رفتار کشاورزان، مشارکت اجتماعی	تحلیل اتحادیه‌ها بر رفتار و نگرش کشاورزان در بخش کشاورزی - ترکیه
حسینوف و همکاران (Huseynov et al., 2024)	خوشه‌بندی، کارکنان و عملکرد بنگاه‌های اقتصادی	تحلیل خوشه‌ای بنگاه‌ها و بهبود ستانده تولیدی - روسیه
ابراهیم‌پور سامانی و همکاران (Ebrahimpour et al., 2025)	شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، اولویت‌بندی معیارها	تحلیل شاخص‌های اقتصادی برای پایداری زنجیره‌های غذایی و کشاورزی - ایران

منابع (نویسنده/ سال)	معیار/ شاخص	حوزه تحقیق - کشور
شالپگین و همکاران (Shalpegin et al., 2025)	تنوع و عدالت در زنجیره تأمین، اثر تحریم‌ها بر تولید کنندگان و مصرف‌کننده	ارزیابی پیامدهای غیرمستقیم تحریم‌ها و محدودیت‌ها بر زنجیره‌های تأمین - رویکرد جهانی
وانگ و همکاران (Wang et al., 2023)	کیفیت محصولات، از مزرعه تا سفره، کارایی و نوآوری	بررسی کیفیت و نوآوری محصولات زنجیره‌های تأمین غذایی - چین
یوان و همکاران (Yuan et al., 2023)	دانش و نگرش کشاورزان، کنترل زیستی آفات، رفتار کشاورزی پایدار	بررسی دانش و نگرش کشاورزان خرد در کنترل زیستی آفات - کنیا
کنستانتین و همکاران (Constantine et al., 2023)	مدیریت زنجیره تأمین، کارایی و بهره‌وری عملیاتی، پایداری و تاب‌آوری زنجیره تأمین	تحلیل بهبود عملکرد سازمانی با تأکید بر مدل SCOR و فناوری‌های نوین - رویکرد جهانی
کوری و فلفوئلدی (Qorri & Felfoeldi, 2024)	تعاونی‌های بازاریابی کشاورزی، روندهای تحقیقاتی، عملکرد بازار	تحلیل روندهای پژوهشی در تعاونی‌های بازاریابی کشاورزی - رویکرد جهانی
اکیوز و همکاران (Akyüz et al., 2023)	استفاده از انرژی، انعطاف‌پذیری و پاسخگویی	بررسی جامع انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین پایدار - رویکرد جهانی
آردا و همکاران (Arda et al., 2023)	مدیریت زنجیره تأمین، رویکرد پایداری، پاسخگویی و شفافیت	بررسی جامع پایداری مدیریت زنجیره تأمین پایدار - رویکرد جهانی
تیچمان و ویتمن (Teichmann & Wittman, 2022)	پایداری، تنظیم مقررات، سیاست‌های نظارتی	بررسی چگونگی تنظیم و نظارت مؤثر بر پایداری سازمان‌ها - رویکرد جهانی
اکبری و پروین (Akbari & Parvin, 2022)	توسعه کارآفرینی، فناوری اطلاعات، بخش کشاورزی	تحلیل کارآفرینی در بخش کشاورزی با تأکید بر فناوری اطلاعات - ایران
آقاجانی و همکاران (Aghajani et al., 2024)	حمل نقل صحیح، کیفیت، آموزش، مدیریت عدم قطعیت	بررسی یکپارچه پایداری در شرایط عدم قطعیت - ایران

مأخذ: یافته‌های پژوهش

به‌منظور شناسایی و تحلیل ابعاد و معیارهای کلیدی پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی، اطلاعات ارائه‌شده در جدول ۱ از مرور نظام‌مند مطالعات علمی معتبر طی سال‌های اخیر استخراج شده است. هدف اصلی این مرحله تجزیه و تحلیل جامع ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایداری و شناسایی مؤلفه‌هایی است که در پژوهش‌های گذشته بیشترین تأثیر را بر عملکرد زنجیره تأمین داشته‌اند. با توجه به پراکندگی موضوعی مطالعات پیشین، در تحقیق حاضر، تلاش شده است تا معیارها و شاخص‌ها به‌صورت منسجم و ساختاریافته دسته‌بندی شوند. این دسته‌بندی زمینه را برای تحلیل‌های دقیق‌تر در مراحل بعدی پژوهش، به‌ویژه با استفاده از فن‌های دلفی فازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره، فراهم می‌کند. این رویکرد، ضمن شناسایی خلأهای مطالعاتی و نقاط قوت پژوهش‌های پیشین، یک مبنای علمی مناسب برای ارزیابی و ارتقای عملکرد زنجیره تأمین پایدار در بخش مواد غذایی کشاورزی ارائه می‌دهد؛ و همچنین، امکان بررسی دقیق تعامل و تأثیر متقابل میان

معیارها و دستیابی به راهکارهای بهبود عملکرد را فراهم می‌سازد. گام دوم؛ مطالعه میدانی: در این مرحله، مجموعه‌ای از معیارهای اولیه بر اساس مرور نظام‌مند ۴۴ منبع معتبر داخلی و بین‌المللی در حوزه‌های زنجیره تأمین پایدار کشاورزی، مدیریت عملکرد و ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی استخراج شده و سپس، این معیارها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختارمند با پانزده نفر از خبرگان متخصص در حوزه‌های کشاورزی، صنایع غذایی و سیاست‌گذاری بازبینی و ارزیابی شده است. این خبرگان شامل مجموعه‌ای از اساتید دانشگاهی، پژوهشگران و مدیران ارشد بودند که حداقل ده سال سابقه فعالیت تخصصی و آشنایی عمیق با زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی و اصول پایداری را داشتند (جدول ۲). فرآیند نمونه‌گیری به صورت هدفمند و نظری انجام شده و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافته است، به گونه‌ای که پس از دوازدهمین مصاحبه، اشباع حاصل شده و اما برای اطمینان از کفایت داده‌ها، مصاحبه‌ها تا نفر پانزدهم ادامه یافته است. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون و به کمک نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲ انجام شده است. در این مرحله، ابتدا کدگذاری باز صورت گرفت و سپس، مفاهیم و مضامین در سطوح بالاتر سازمان‌دهی شدند. فرآیند کدگذاری بر اساس الگوی شش مرحله‌ای کلارک و با تمرکز بر موضوعات محوری صورت گرفت. بر اساس تحلیل کیفی، برخی معیارها حذف، تعدادی اصلاح و معیارهایی جدید نیز شناسایی و به مجموعه موجود افزوده شدند. آنگاه برای اعتبارسنجی نهایی معیارهای حاصل از تحلیل مضمون و دستیابی به اجماع میان خبرگان، از روش دلفی فازی استفاده شد. این روش با گردآوری نظرات تخصصی به تکمیل و پالایش نهایی معیارها کمک کرد. در پایان، الگوی مفهومی اولیه طراحی شده و پس از بازخوردگیری از خبرگان، اصلاحات لازم در ساختار آن اعمال شده است. گام سوم؛ تحلیل داده‌ها و ارزیابی مدل: در این مرحله، تحلیل داده‌ها بر اساس چارچوب مفهومی مدل زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی که در مراحل کیفی استخراج شده بود، انجام شده است. ابتدا معیارهای اصلی و زیرمعیارهای مرتبط در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شناسایی و تفکیک شدند. سپس، برای تعیین اولویت و وزن هر کدام از این معیارها و بررسی روابط متقابل میان آنها، پرسشنامه‌های مقایسات زوجی طراحی شده که امکان ارزیابی تأثیر هر معیار بر سایر معیارها را در طیف عددی صفر (عدم تأثیر) تا چهار (تأثیر بسیار زیاد) فراهم ساخته است. برای کاهش ابهام و عدم قطعیت در قضاوت‌های خبرگان، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش منطق فازی، فازی‌سازی شدند. سپس، نظرات خبرگان با بهره‌گیری از فن میانگین وزنی فازی تجمیع و ترکیب شد تا ماتریس ارتباطات مستقیم (M) شکل گیرد. این

ماتریس نمایانگر میزان تأثیر مستقیم معیارها بر یکدیگر است و پایه تحلیل‌های بعدی محسوب می‌شود. آنگاه با استفاده از روش دیمتل فازی، ماتریس تأثیر کل شامل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم میان معیارها محاسبه شده که ضمن کمک به شناسایی معیارهای کلیدی و تعیین نقش آنها در شبکه تعاملات، ابعاد اصلی مدل را برجسته ساخته است. تمامی مراحل تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل^۱ انجام پذیرفت. نتیجه این فرآیند، طراحی مدلی جامع و مفهومی از زنجیره تأمین پایدار بود که روابط علت و معلولی میان معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به شکل ساختاریافته و دقیق نمایش می‌دهد. این مدل مفهومی به‌عنوان چارچوبی علمی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین و تسهیل فرآیندهای تصمیم‌گیری مدیریتی و سیاست‌گذاری تدوین شده است.

نتایج و بحث

در پژوهش حاضر، شاخص‌های مرتبط با زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی از طریق یک فرآیند علمی و منظم استخراج شده‌اند. نخست، با مرور نظام‌مند ادبیات علمی، تعداد ۴۴ مقاله از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر داخلی و خارجی بررسی شده، که برخی از این مقالات در جدول ۱ به تفکیک سال و موضوع آمده است. بر اساس نتایج این مرور، شاخص‌های مرتبط در سه بُعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شناسایی و دسته‌بندی شدند. این شاخص‌ها به تفکیک در جدول ۳ آمده است. در ادامه، این شاخص‌ها در اختیار گروه خبرگان بخش مواد غذایی و کشاورزی قرار گرفت تا شاخص‌های قابل کاربرد در این صنعت مشخص شود. اطلاعات جمعیت‌شناختی خبرگان نیز در جدول ۲ ارائه شده است. در پژوهش حاضر، داده‌های کیفی از طریق کدگذاری نظام‌مند تحلیل شد. ابتدا ۱۶۴ کد اولیه شناسایی و پس از پالایش بر اساس مبانی نظری، ۸۷ کد نهایی استخراج شد. این کدها در سه بعد اقتصادی (۶۵ کد)، اجتماعی (هفده کد) و زیست‌محیطی (چهارده کد) سازمان‌دهی شدند. سپس، با دریافت بازخورد از خبرگان، هجده معیار اولیه مرتبط با پایداری زنجیره تأمین شناسایی شد و پس از اصلاح و ادغام، به دوازده معیار نهایی تقلیل یافت (جدول ۴) که با روش دلفی فازی اولویت‌بندی شده و روابط میان آنها از طریق فن دیمتل فازی تحلیل شده است تا میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر معیار مشخص شود. در مرحله دوم، با استفاده از روش دیمتل فازی، روابط علی و معلولی بین شاخص‌های شناسایی شده تحلیل شد. این روش، به دلیل توانایی بررسی تعاملات پیچیده بین شاخص‌ها، امکان اولویت‌بندی و شناسایی شاخص‌های کلیدی را فراهم کرد. در

مرحله سوم، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از صنایع مواد غذایی و کشاورزی ایران، مدل پیشنهادی پیاده‌سازی و نتایج آن تجزیه و تحلیل شد. هدف از انجام این مرحله ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین در شرایط واقعی و ارائه راهکارهای عملی برای بهبود پایداری بوده است.

جدول ۲- اطلاعات جمعیت شناختی خبرگان مرحله اول

تعداد کل	سن	تعداد	تحصیلات	جنسیت	تعداد	پست سازمانی	تعداد
۱۵	۲۰-۳۰	۲	لیسانس	زن	۲	هیئت مدیره و کشاورز	۵
	۳۰-۴۰	۵	فوق لیسانس	مرد	۱۳	کارشناس	۴
	۴۰-۵۰	۷	دکتری			مدیر میانی	۴
	بالتر از ۵۰					مدیر ارشد	۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- درصد فراوانی ابعاد و مضامین سازمان دهنده

شاخص	مضامین سازمان دهنده (معیار)	درصد از کل	فراوانی
اقتصادی	کارایی	۱۱/۶	۸۲
	رقابت پذیری	۴/۲	۳۰
	قابلیت اطمینان	۲/۶	۱۹
	بسته بندی	۵/۹	۴۲
	کیفیت محصول	۲/۶	۱۹
	پاسخ گویی	۴/۳	۳۱
	دانش و اطلاعات	۴/۳	۳۱
	تولید و عملیات	۷/۷	۵۵
	فناوری نوین و متناسب با مناطق و صنایع مرتبط	۵/۶	۴۱
	عوامل زیرساخت فیزیکی	۵/۳	۳۸
اجتماعی	عملکرد پشتیبانی	۵/۹	۴۳
	عملکرد بازاریابی	۱۰/۰۱	۷۹
	مسئولیت پذیری اجتماعی و تعاملات اجتماعی	۳/۱	۲۲
	اعتماد سازی اجتماعی متقابل	۲/۴	۱۸
	عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی	۹/۱	۶۶
زیست محیطی	اطمینان از تولید سالم و ایمنی محصول	۵/۶	۴۰
	مدیریت زیست محیطی	۲/۸	۲۱
	حفاظت بهینه از منابع زیست محیطی	۵/۶	۴۰
جمع کل		۱۰۰	۷۱۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

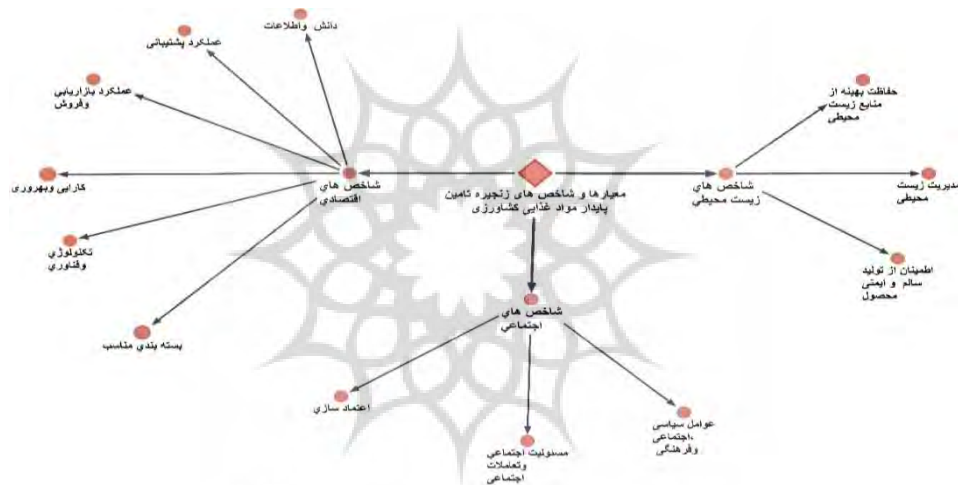
جدول ۴- شاخص‌ها و معیارهای اصلی استخراج‌شده برای ارزیابی پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی

شاخص	مضامین سازمان‌دهنده (معیار)	کد معیار	درصد از کل	فراوانی
(A) اقتصادی	۱۹۰۰۷	A1	۱۹/۰۷	۸۲
	۶۰۹۸	A2	۶/۹۸	۳۰
	۴۰۴۲	A3	۴/۴۲	۱۹
	۹۰۷۷	A4	۹/۷۷	۴۲
	۴۰۴۲	A5	۴/۴۲	۱۹
	۷۰۲۱	A6	۶/۹۸	۳۱
(B) اجتماعی	۶۰۹۸	B1	۶/۹۸	۲۲
	۴۰۱۹	B2	۴/۱۹	۱۸
	۱۵۰۳۵	B3	۱۵/۲	۶۶
(C) زیست‌محیطی	۹۰۳۰	C1	۹/۳۰	۴۰
	۴۰۸۸	C2	۴/۸۸	۲۱
	۹۰۳۰	C3	۹/۳۰	۴۰
جمع کل		-	۱۰۰	۴۳۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، پس از تحلیل داده‌ها و تأیید نهایی توسط خبرگان، معیارهای یادشده به دوازده معیار قطعی تبدیل شدند که در مراحل کیفی و کمی تحقیق، به‌عنوان مبنای محاسبات مورد استفاده قرار گرفتند. در مرحله نهایی، مدل مفهومی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی که با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲ استخراج شده و به‌طور روشن، در شکل ۲ نمایش داده شده است. این مدل مفهومی مانند یک نقشه راه عمل می‌کند که به‌طور دقیق، ساختار سازمان‌دهنده و روش‌های نمایش داده‌ها را نشان می‌دهد. در این نمودار، مضامین اصلی (شامل شناسه‌ها و نکات کلیدی متن) به‌طور نظام‌مند، شناسایی و سپس، با ترکیب و تلخیص این مضامین، مضامین سازمان‌دهنده به‌دست آمده است. در نهایت، مضامین فراگیر که نمایانگر اصول حاکم بر متن بوده، استخراج شده است. این تحلیل در قالب نمودار یا شبکه تارنما نمایش داده می‌شود که روابط میان مضامین کلیدی را به‌وضوح نشان می‌دهد. این مدل‌ها به‌وضوح مفاهیم اصلی و روابط میان آنها را تشریح کرده، درک بهتری از نحوه تعامل این مفاهیم فراهم می‌آورد. در این مرحله، به‌منظور یکپارچه‌سازی یافته‌های حاصل از فرآیند کدگذاری و

تحلیل مضمون، ابعاد نهایی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی در قالب سه بُعد اصلی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دسته‌بندی شدند. این طبقه‌بندی بر اساس مضامین پایه و سازمان‌دهنده انجام شد که در مراحل پیشین گردآوری و تحلیل داده‌ها استخراج شده بودند. شاخص‌ها و معیارهای مرتبط با هر کدام از این ابعاد نیز پیش‌تر در قالب جدول ۴ معرفی شده‌اند؛ بنابراین، در این بخش، تمرکز بر تبیین ساختار نهایی و تحلیل کارکردی این ابعاد در چارچوب مدل ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار است. بر این اساس، مدل مفهومی نهایی، با اتکا به داده‌های کیفی استخراج‌شده، شاخص‌ها و معیارهای مرتبط با هر کدام از ابعاد سه‌گانه را مشخص کرده است.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱- مدل مفهومی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی استخراج‌شده از نرم‌افزار مکس کیودا
نسخه ۲۰

نتایج تحلیل کیفی که با استفاده از بررسی‌های جامع منابع و نظرات خبرگان حوزه انجام شد، به‌وضوح نشان می‌دهد که بعد اقتصادی بیشترین تأثیر را در عملکرد زنجیره تأمین پایدار ایفا می‌کند. در این راستا، معیار «کارایی و بهره‌وری» به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین شاخص‌ها شناسایی شده که نقش اساسی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین داشته است. علاوه بر این، در ابعاد اجتماعی و زیست محیطی نیز شاخص‌های کلیدی شناسایی شدند که می‌توانند به شکل‌گیری یک زنجیره تأمین

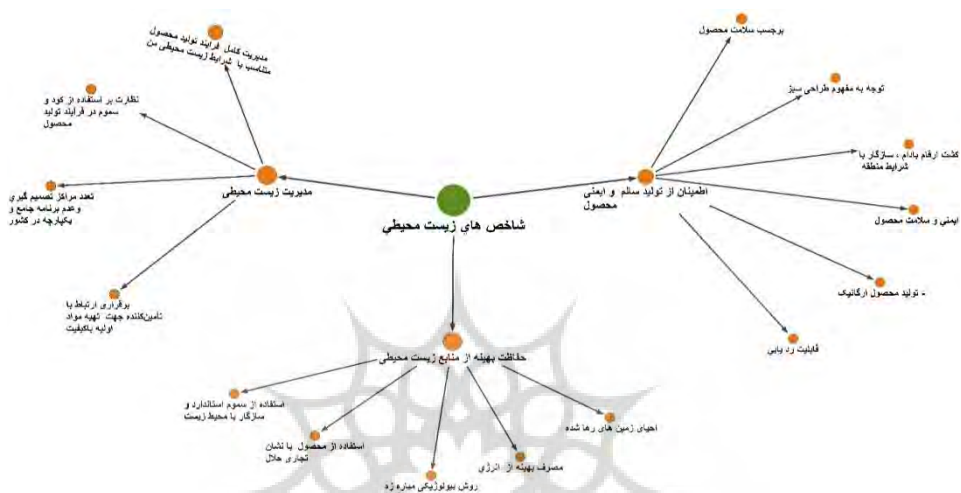
پایدار و متوازن کمک کنند. این نتایج نشان‌دهنده نیاز به توجه ویژه به ابعاد اقتصادی در فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت زنجیره تأمین پایدار است.

معیارهای اقتصادی تأثیرگذار بر زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی: همان‌گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود، ابعاد اقتصادی مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی، از طریق شناسایی معیارها در مرحله کدگذاری باز و سپس، دسته‌بندی آنها در مرحله کدگذاری محوری، با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲ استخراج شدند. مهم‌ترین معیارهای اقتصادی که با بررسی ادبیات پیشین، تحلیل مضمون و نظرسنجی از خبرگان به‌دست آمده، عبارت‌اند از کارایی و بهره‌وری، بسته‌بندی بهینه، دانش و اطلاعات مرتبط با ذی‌نفعان، فناوری متناسب، عملکرد پشتیبانی و عملکرد بازاریابی و فروش. کارایی و بهره‌وری نقش اساسی در کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری ایفا می‌کند و بسته‌بندی بهینه و عملکرد بازاریابی و فروش نیز شاخص‌هایی کلیدی در ارتقای رقابت‌پذیری محسوب می‌شوند. همچنین، دانش و اطلاعات ذی‌نفعان از عوامل مهم جلب رضایت مشتریان و بهبود تصمیم‌گیری‌ها به‌شمار می‌رود. بهبود فرآیندهای پشتیبانی، به‌کارگیری فناوری‌های نوین و توسعه زیرساخت‌های کالبدی (فیزیکی) و پشتیبانی نیز بر پایداری اقتصادی زنجیره تأمین تأثیرگذارند. در مطالعه حاضر، بررسی ابعاد اقتصادی در سه سطح انجام شده است: ابتدا در سطح کلان، روندهای کلی اقتصادی مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین تحلیل شد؛ سپس، در سطح میانه، معیارهایی خاص همچون کارایی، بسته‌بندی و فناوری‌های نوین مورد بررسی قرار گرفت؛ و در نهایت، در سطح خرد، گردآوری نظرات ذی‌نفعان و تحلیل تأثیر دانش بر تصمیم‌گیری‌های عملیاتی انجام پذیرفت. این دسته‌بندی سه‌سطحی چارچوبی منسجم برای ارزیابی و بهبود عملکرد زنجیره تأمین پایدار فراهم می‌کند و امکان تحلیل جامع‌تر و دقیق‌تر ابعاد اقتصادی را فراهم می‌آورد.

شکل ۲- مدل مفهومی معیارهای اقتصادی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی استخراج شده از نرم افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲

معیارهای زیست‌محیطی تأثیرگذار بر زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی: طبق شکل ۳، بعد زیست‌محیطی نیز به‌عنوان دومین شاخص تأثیرگذار بر پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی شناخته شده است. بر اساس نتایج مدل نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲، معیارهای

کلیدی زیست‌محیطی که بر پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی تأثیرگذار بوده، عبارت‌اند از حفاظت از محیط زیست، اطمینان از تولید سالم و ایمن و مدیریت زیست‌محیطی.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۳- مدل مفهومی معیارهای زیست‌محیطی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی استخراج‌شده از نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲

در شکل ۳، معیارهای اصلی پایداری زیست‌محیطی در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی، به‌ترتیب اولویت، عبارت‌اند از:

اول، ایمنی و سلامت محصولات پایدار که به استفاده از روش‌های استاندارد و پایدار در تولید محصولات اشاره دارد. این معیار موجب تضمین سلامت مصرف‌کنندگان و افزایش اعتماد عمومی به محصولات می‌شود و در نتیجه، کیفیت و اطمینان‌پذیری زنجیره تأمین را ارتقا می‌بخشد.

دوم، حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع زیستی، که شامل مدیریت منابع طبیعی مانند آب‌وخاک، کاهش ضایعات و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. این شاخص نقش مهمی در افزایش دوام تولید و کاهش تخریب محیط زیست دارد که از اصول اساسی توسعه پایدار محسوب می‌شود.

سوم، استفاده از سموم استاندارد و سازگار با محیط زیست، که به‌کارگیری روش‌ها و مواد شیمیایی دارای تأییدیه‌های زیست‌محیطی اشاره دارد. این معیار به کاهش آلودگی خاک، آب و هوا

کمک کرده، سلامت زیست‌بوم و تنوع زیستی را حفظ می‌کند. همچنین، مسئولیت‌پذیری تولیدکنندگان را در قبال محیط طبیعی ارتقا می‌بخشد.

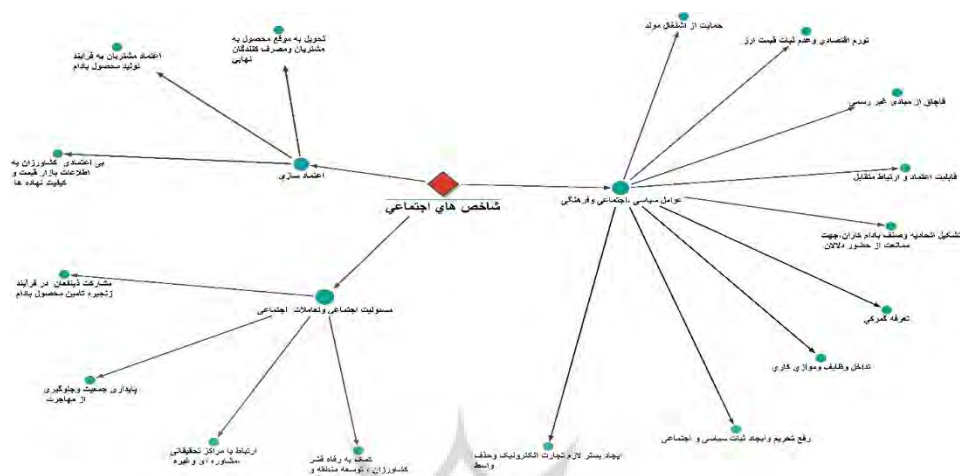
معیارهای اجتماعی تأثیرگذار بر زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل مدل نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲، سه عامل اجتماعی اصلی تأثیرگذار بر پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی، به‌عنوان سومین و آخرین شاخص پایداری در این زنجیره، به‌ترتیب اولویت، عبارت‌اند از:

اول، عوامل سیاسی و فرهنگی که سیاست‌های حکومتی، قوانین و مقررات مرتبط با زنجیره تأمین و فرهنگ اجتماعی حاکم بر جوامع ذی‌نفع را شامل می‌شود. این عوامل زمینه‌ساز ایجاد بستر مناسب برای توسعه پایدار به‌شمار می‌روند و می‌توانند حمایت‌های نهادی و مشارکت اجتماعی را تسهیل کنند.

دوم، اعتمادسازی اجتماعی متقابل، که به ایجاد و تقویت اعتماد بین ذی‌نفعان مختلف زنجیره تأمین اشاره دارد. این اعتماد متقابل باعث افزایش همکاری، تبادل اطلاعات و کاهش تعارض‌ها می‌شود و در نهایت، به افزایش کارایی و ثبات زنجیره کمک می‌کند.

سوم، مسئولیت‌پذیری اجتماعی و تعاملات اجتماعی، که به تعهدات اخلاقی و اجتماعی بازیگران زنجیره تأمین و تعامل مثبت میان آنها برمی‌گردد. این معیار موجب افزایش تعهد به رعایت اصول اخلاقی، پاسخ‌گویی به نیازهای جامعه و حمایت از توسعه پایدار می‌شود.

این سه عامل، با ایجاد زمینه‌های مناسب برای توسعه اجتماعی پایدار، نقشی مهم در ارتقای عملکرد و تاب‌آوری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی ایفا می‌کنند که در شکل ۴ نیز به‌صورت تصویری نمایش داده شده است.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۴- مدل مفهومی معیارهای اجتماعی زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی استخراج‌شده از نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۲

شکل ۴ به‌وضوح نشان می‌دهد که معیارهای اجتماعی از اهمیت بالا برای پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی برخوردارند. این معیارها، به‌ترتیب اولویت، عبارت‌اند از حل تحریم و ایجاد ثبات سیاسی و اجتماعی، ایجاد اشتغال مولد برای توسعه منطقه و کاهش فقر، مشارکت ذی‌نفعان و خریداران در فرایند تولید، توجه به فرهنگ جامعه در تولید محصول، تشکیل اتحادیه تولیدکنندگان و بازرگانان و صنایع، مدیریت تورم اقتصادی و عدم ثبات قیمت ارز، تعرفه گمرکی، جلوگیری از قاچاق از مبادی غیررسمی، هماهنگی بین وظایف و موازی‌کاری سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط و ارتباط با مراکز تحقیقاتی و مشاوره‌ای؛ همچنین، به‌ترتیب اولویت، این اقدامات می‌توانند بهبود پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی را تضمین کرده، به توسعه کشاورزی و کاهش فقر منطقه کمک کنند. اهمیت این نکات نشان می‌دهد که نیاز به یک نگاه گسترده و هماهنگ در سیاست‌ها و اقدامات مرتبط با زنجیره تأمین مواد غذایی وجود دارد.

تجزیه و تحلیل بخش کمی

پس از اتمام مراحل روش دلفی فازی، دوازده معیار کلیدی شامل شش معیار بعد اقتصادی، سه معیار بعد اجتماعی و سه معیار بعد زیست‌محیطی که از طریق روش‌های کیفی مصاحبه و مرور ادبیات،

شناسایی شده بودند، نهایی و تأیید شدند. معیارهای تأیید شده همراه با زیرمعیارهای مربوط در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- نتایج دلفی فازی

ایجاد پایداری	زیرمعیار	کد معیار	امتیاز فازی	امتیاز غیر فازی	رتبه بر حسب امتیاز	وضعیت
(A) توسعه	بسته‌بندی مناسب و ویژندسازی	A1	(0.5,0.75,0.933)	۰/۷۲۸	۱۲	تأیید
	استفاده از فناوری مناسب منطقه	A2	(0.533,0.783,0.95)	۰/۷۵۶	۹	تأیید
	افزایش کارایی و بهره‌وری	A3	(0.55,0.8,0.95)	۰/۷۶۷	۵	تأیید
	افزایش عملکرد بازاریابی و فروش	A4	(0.55,0.8,0.933)	۰/۷۶۱	۸	تأیید
	عملکرد پشتیبانی	A5	(0.517,0.767,0.9)	۰/۷۲۸	۱۲	تأیید
	افزایش دانش و اطلاعات کشاورزان	A6	(0.517,0.767,0.917)	۰/۷۲۳	۱۱	تأیید
(B) فرهنگ	تحقق مسئولیت اجتماعی و تعاملات اجتماعی	B1	(0.55,0.8,0.95)	۰/۷۶۷	۶	تأیید
	عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و رفع تحریم	B2	(0.683,0.933,1)	۰/۸۷۲	۱	تأیید
	اعتمادسازی مشتریان با تصویر ذهنی مثبت	B3	(0.567,0.817,0.95)	۰/۷۷۸	۴	تأیید
(C) محیط	حفاظت بهینه از منابع زیست محیطی	C1	(0.517,0.767,0.95)	۰/۷۴۴	۱۰	تأیید
	چالش مدیریت زیست محیطی	C2	(0.6,0.85,0.983)	۰/۸۱۱	۲	تأیید
	اطمینان از تولید سالم و امنیت غذایی	C3	(0.617,0.867,0.95)	۰/۸۱۱	۲	تأیید

مأخذ: یافته‌های پژوهش

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره- دیمتل فازی

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، در این بخش، ابتدا شاخص‌ها و معیارهای تأثیرگذار بر ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی و کشاورزی شناسایی و طبقه‌بندی شدند. سپس، به‌منظور کمی‌سازی روابط درونی و تعیین میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری این معیارها، از روش دیمتل فازی بهره گرفته شد. از ماتریس تحلیل دیمتل فازی می‌توان به دیدگاهی ارزشمند در خصوص روابط علی بین عوامل دست یافت؛ و بدین ترتیب، میزان تأثیرگذاری (D) و تأثیرپذیری (R) هر کدام از معیارها به‌صورت دقیق مشخص می‌شود. در اینجا، D نشان‌دهنده مجموع تأثیرگذاری یک معیار بر سایر معیارها و R نمایانگر مجموع تأثیرپذیری آن معیار از سایر عوامل است. این تحلیل عمیق زمینه‌ساز شناسایی اولویت‌ها و ارتباطات کلیدی بین معیارهاست و کمک می‌کند تا راهکارهای بهینه و کارآمد برای بهبود پایداری زنجیره تأمین ارائه شود. خلاصه‌ای از نتایج تحلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در جدول ۶ آمده و روابط علی بین معیارها نیز در نمودار پراکندگی شکل ۵ نمایش داده شده است. در این نمودار، محور افقی (D+R) نشان‌دهنده مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل است که مقدار بالاتر آن بیانگر تعامل بیشتر عامل با سایر عوامل است. همچنین، محور عمودی (D-R) میزان نقش علی (علت یا معلول بودن) عامل را مشخص می‌کند، به‌گونه‌ای که محور افقی (D+R) به‌عنوان محور «برتری» و محور عمودی (D-R) به‌عنوان محور «رابطه» نام‌گذاری شده است. محور برتری میزان اهمیت هر عامل را نشان می‌دهد و محور رابطه شاخص‌ها را به دو گروه علت و معلول تقسیم می‌کند. بر اساس زوج‌های مرتب (D+R) و (D-R) استخراج‌شده از داده‌های جدول ۶، نمودار علی شکل ۵ رسم شده است، که می‌تواند راهنمای تصمیم‌گیری‌های راهبردی و عملیاتی در مدیریت پایداری زنجیره تأمین باشد.

جدول ۶- تأثیر گذاری و تأثیر پذیری معیارها و مقادیر R و D

معیار	کد	D	R	D	R	D	D+R	D-R	نوع معیار
بسته بندی مناسب و ویژند سازی استفاده از فناوری مناسب منطقه	A1	۰/۵۳۶	۰/۸۷۶	۱/۲۸	۰/۷۲۶	۱/۱۳۰۳	۱/۴۸۳۵	۰/۸۹۸	معلول
افزایش کارایی و بهره وری	A2	۰/۸۲۹	۱/۲۲۵	۱/۵۴	۰/۷۵۴	۱/۱۴۸۸	۱/۵۲۸۵	۱/۱۹۸	علت
افزایش عملکرد بازاریابی و فروش	A3	۰/۷۰۷	۱/۱۰۳	۱/۵۱	۰/۹۴۹	۱/۴۱۵۵	۱/۷۵۸	۱/۱۰۸	معلول
افزایش عملکرد بازاریابی و فروش	A4	۰/۶۷	۱/۰۳۷	۱/۴۲	۱/۰۰۷	۱/۴۸۸۷	۱/۸۴۴۷	۱/۰۴۳	معلول
عملکرد پشتیبانی	A5	۰/۷۲۳	۱/۱۳	۱/۵۳	۰/۵۷۳	۰/۹۲۹۱	۱/۲۸۷۷	۱/۱۲۸	علت
افزایش دانش و اطلاعات کشاورزان	A6	۰/۸۱۵	۱/۲۱۲	۱/۵	۰/۶۷۳	۰/۰۵۵۶	۱/۴۴۰۱	۱/۱۷۵	علت
تحقق مسئولیت و تعاملات اجتماعی	B1	۰/۳۹۲	۰/۷۸۲	۱/۲۶	۰/۷۵۴	۱/۵۱۴	۱/۵۲۲۵	۰/۸۱۱	معلول
عوامل سیاسی، اجتماعی و رفیع تحریم	B2	۰/۹۸۹	۱/۴۲۱	۱/۶۹	۱/۰۸۱	۰/۲۰۲۱	۰/۴۹۸۳	۱/۳۶۷	علت
اعتماد سازی با تصویر ذهنی مثبت	B3	۰/۳۳۷	۰/۶۷	۱/۱۱	۰/۹۷۵	۱/۴۵۱۸	۱/۸۵۶۲	۰/۷۰۵	معلول
حفاظت بهینه از منابع زیست محیطی	C1	۰/۸۱۴	۱/۲۱۴	۱/۵۶	۰/۸۵۴	۱/۳۰۳۶	۱/۶۸۴	۱/۱۹۳	معلول
چالش مدیریت زیست محیطی	C2	۰/۸	۱/۲۱۹	۱/۵۷	۰/۳۷۶	۰/۵۴۵۹	۰/۸۸۲۶	۱/۱۹۶	علت
اطمینان از تولید سالم و امنیت غذایی	C3	۰/۹۷۲	۱/۳۷	۱/۶۲	۰/۹۶۱	۱/۴۳۵۱	۱/۸۰۴	۱/۳۲۰	معلول

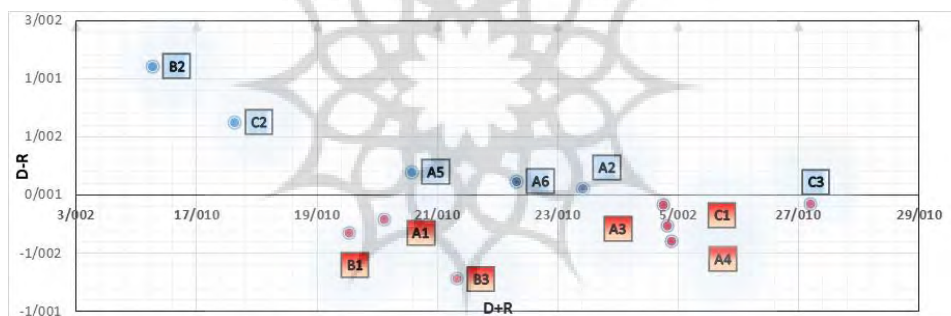
مأخذ: یافته های پژوهش

افزون بر آنچه گفته شد، از مقدار $2/9$ به دست آمده در جدول ۶ به عنوان میانگین مقادیر $D+R$ به صورت حد آستانه‌ای برای دسته‌بندی عوامل استفاده شده است. بر این اساس، عوامل تحلیل شده در سه دسته مجزا قرار می‌گیرند که هر کدام از نظر میزان تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و نقش علی (علت یا معلول) با یکدیگر تفاوت دارند. این تقسیم‌بندی امکان شناسایی و اولویت‌بندی دقیق‌تر معیارهای کلیدی را فراهم می‌سازد و به ارائه راهکارهای بهینه در راستای ارتقای پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی کمک می‌کند. در ادامه، عوامل بر اساس این معیار به سه دسته زیر تقسیم‌بندی شده‌اند:

- ۱- عوامل با مقادیر $D+R$ بزرگ‌تر از $2/9$ و با مقادیر مثبت در $D-R$: این عوامل بیشترین تأثیرگذاری سایر عوامل را داشته‌اند. برخی از معیارهایی مانند چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی ($C2$) و عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و رفع تحریم ($B2$) با تأثیرگذاری بالا به عنوان معیارهای مهم تشخیص داده شده‌اند. عملکرد پشتیبانی ($A5$)، استفاده از فناوری مناسب منطقه ($A2$) و افزایش دانش و اطلاعات کشاورزان ($A6$) نیز از معیارهای دارای بیشترین تأثیرگذاری به شمار می‌روند.
- ۲- عوامل با مقادیر $D+R$ بزرگ‌تر از $2/9$ و با مقادیر منفی در $D-R$: این عوامل بیشترین تأثیرپذیری از سایر عوامل را داشته‌اند. برخی از معیارها مانند افزایش کارایی و بهره‌وری ($A3$)، افزایش عملکرد بازاریابی و فروش ($A4$) و تحقق مسئولیت اجتماعی و تعاملات اجتماعی ($B1$) نیز از معیارهای دارای بیشترین تأثیرپذیری بوده‌اند.
- ۳- عوامل با مقادیر $D+R$ کوچک‌تر از $2/9$ و با مقادیر منفی در $D-R$: این عوامل از نظر روابط علی (علت و معلولی) اهمیت کمتری داشته‌اند. عواملی که مقادیر منفی در $D-R$ را کسب کرده‌اند، به عنوان عوامل اثرپذیر شناخته شده‌اند و با تمرکز بر آنها می‌توان تحقق اهداف مورد نظر را به پیش برد. همچنین، شدت اثرگذاری و اثرپذیری هر عامل به صورت کمی محاسبه شده است. به طور کلی، این دسته‌بندی امکان ارائه زمینه‌ای مناسب را برای تحقق عوامل معلول در پژوهش حاضر فراهم کرده است که در نهایت، منجر به موفقیت بیشتر در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی می‌شود. با توجه به جدول ۶، روابط درونی (تأثیرات درونی) بین معیارها در پی تشریح می‌شود.

بر اساس داده‌های جدول ۶ که شامل مقادیر تأثیرگذاری (D) و تأثیرپذیری (R) معیارهاست، نمودار شکل ۵ ترسیم شده است. این نمودار به وضوح روابط علی بین معیارها را نمایش می‌دهد. در این نمودار، هر معیار به صورت یک نقطه مشخص شده است که موقعیت آن بر اساس دو شاخص کلیدی تعیین می‌شود. معیارهایی که مقدار $D-R$ آنها مثبت است ($D > R$)، در بخش بالایی محور افقی

(X) قرار گرفته و به عنوان عوامل علت شناخته می‌شوند. در مقابل، معیارهایی که مقدار D-R آنها منفی است ($R > D$)، در بخش پایینی محور افقی (X) جای گرفته و به عنوان عوامل معلول در نظر گرفته می‌شوند. این تحلیل به درک بهتر ساختار تأثیرات متقابل بین معیارها کمک می‌کند. همان‌گونه که نتایج تحلیل دیمتل فازی در شکل ۵ نشان می‌دهد، شش معیار شامل A5، A2، A6، C3، C2 و A5 مشخص شده با رنگ آبی بیشترین تعامل را با سایر اجزای این نظام دارند و نقش تعیین‌کننده در پویایی زنجیره تأمین ایفا می‌کنند. این معیارها که در بخش بالایی محور افقی قرار گرفته‌اند، از مقدار مثبت D-R برخوردارند و به عنوان عوامل علت شناخته می‌شوند. این معیارها تأثیرگذارند و مدیریت صحیح آنها می‌تواند به بهبود عملکرد کلی نظام منجر شود. در مقابل، معیارهای A1، A3، A4، B1، B4 و C1 که با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند، در پایین محور افقی قرار گرفته‌اند و به عنوان عوامل معلول شناخته می‌شوند. این معیارها عمدتاً از سایر عوامل تأثیر می‌پذیرند و برای بهبود وضعیت آنها، باید بر مهار و بهینه‌سازی عوامل علت تمرکز شود.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۵- روابط علی بین معیارها

این دسته‌بندی، علاوه بر شفاف‌سازی روابط بین معیارها، مبنایی برای تدوین راهبردهای مدیریتی مؤثر به منظور ارتقای کارایی و پایداری زنجیره تأمین فراهم می‌سازد. با تمرکز بر معیارهای تأثیرگذار و کاهش وابستگی معیارهای تأثیرپذیر، می‌توان کارایی و تاب‌آوری زنجیره تأمین را افزایش داد. به‌طور مشخص، معیار افزایش کارایی و بهره‌وری دارای بیشترین ارتباط با سایر اجزای این نظام است و نقش محوری در پایداری زنجیره تأمین ایفا می‌کند. از منظر سیاست‌گذاری، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدیریت مؤثر عوامل علی (علتها) و تدوین راهبردهای کاهش وابستگی عوامل معلولی (معلول‌ها) نقشی مهم در بهینه‌سازی نظام دارد، که می‌تواند از طریق بهبود فرآیندهای تولید،

کاهش اتلاف منابع، ارتقای فناوری‌های ذخیره‌سازی و افزایش هماهنگی بین بخش‌های مختلف زنجیره تأمین محقق شود. در نهایت، بهره‌گیری از این تحلیل می‌تواند یک مبنای علمی مناسب برای تصمیم‌گیری‌های کلان در راستای توسعه پایدار زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی باشد.

معیار بسته‌بندی مناسب و ویژگی‌سازی (A1): بر اساس نتایج تحلیل‌ها، معیار بسته‌بندی مناسب و ویژگی‌سازی (A1) به‌عنوان عاملی مؤثر در بهبود بهره‌وری و پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی شناخته می‌شود. این معیار نه تنها تأثیرات مثبت برافزایش کارایی و بهره‌وری (A3) و تقویت عملکرد بازاریابی و فروش (A4) دارد، بلکه در حفاظت از منابع زیست‌محیطی (C1) و تضمین تولید سالم و امنیت غذایی (C3) نیز نقشی مهم ایفا می‌کند. همچنین، بسته‌بندی مناسب و ویژگی‌سازی مؤثر، به‌ویژه به‌عنوان ابزاری کارآمد برای جذب اعتماد مصرف‌کنندگان، باعث افزایش ارزش افزوده محصولات کشاورزی می‌شود، که می‌تواند رقابت‌پذیری این محصولات را در بازارهای جهانی تقویت کند. این اقدامات، علاوه بر افزایش رقابت‌پذیری، به کاهش ضایعات زیست‌محیطی و ارتقای استانداردهای بهداشتی نیز کمک می‌کند. تحقیقات پیشین مانند مطالعات زامکوا و همکاران (Zámková et al., 2024) و سینگ و همکاران (Singh et al., 2024) نیز با یافته‌های پژوهش حاضر همسو بوده و به‌طور مشابه، بر اهمیت بسته‌بندی و ویژگی‌سازی در افزایش پایداری و موفقیت زنجیره تأمین مواد غذایی تأکید کرده‌اند. با این همه، در تحقیق حاضر، با ارائه رویکردی جامع‌تر، تأثیر هم‌زمان این معیارها بر ابعاد مختلف پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تحلیل شده و پیامدهای آن به‌طور دقیق‌تر بررسی شده است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که بسته‌بندی و ویژگی‌سازی را می‌توان به‌عنوان دو عامل کلیدی برای بهبود بهره‌وری و پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی در نظر گرفت. از این‌رو، توجه به استانداردهای بسته‌بندی پایدار و استفاده از راهبردهای ویژگی‌سازی مبتنی بر کیفیت و سلامت می‌تواند تأثیرات مثبت بر کاهش ضایعات، بهینه‌سازی فرایندها و بهبود امنیت غذایی داشته باشد. در تحقیق حاضر، همچنین، چالش‌های مرتبط با بسته‌بندی و ویژگی‌سازی شفاف‌تر شده و بر اهمیت راهبردی این دو عامل در مدیریت پایدار زنجیره تأمین تأکید شده است. بنابراین، مدیران و سیاست‌گذاران باید بسته‌بندی و ویژگی‌سازی را به‌عنوان ابزارهای کلیدی در تحقق اهداف پایداری و بهینه‌سازی فرایندهای زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی مد نظر قرار دهند.

معیار استفاده از فناوری مناسب منطقه (A2): این معیار، به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی توسعه پایدار در بخش کشاورزی و صنایع غذایی، تأثیری چشمگیر بر بهبود عملکرد کلی زنجیره تأمین دارد. هرچند، استفاده از فناوری‌های سازگار با ویژگی‌های منطقه با معیارهای تحقق مسئولیت اجتماعی و

تعاملات اجتماعی (B1) و اعتمادسازی با تصویر ذهنی مثبت مشتریان (B3) ارتباط مستقیم ندارد، اما این معیار، به‌طور مستقیم، به بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و توزیع، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کمک می‌کند. این فناوری‌ها نه تنها توانمندسازی کشاورزان را به دنبال دارند، بلکه به ارتقای کیفیت محصولات و حفظ پایداری زیست‌محیطی نیز کمک می‌کنند. یافته‌های تحقیق حاضر همسو با نتایج مطالعات کالفاس و همکاران (Kalfas et al., 2024) و یانبو و همکاران (Yanbo et al., 2023) است که بر اهمیت این معیار در شکل‌دهی به آینده‌ای پایدار و تحول‌آفرین برای بخش کشاورزی و مواد غذایی تأکید دارند. این تحقیقات نشان می‌دهند که به‌کارگیری فناوری‌های مناسب منطقه‌ای به ارتقای بهره‌وری و کیفیت محصولات به‌ویژه در کشاورزی پایدار می‌انجامد. تحقیق حاضر، با توجه به ابعاد مختلف پایداری، تأثیر هم‌زمان فناوری مناسب منطقه (A2) را بر بهره‌وری و پایداری زیست‌محیطی بررسی کرده است، در حالی که دیگر مطالعات بیشتر بر جنبه‌های فناوری و بهینه‌سازی فرآیندها متمرکز شده‌اند. این تفاوت رویکرد نشان‌دهنده دیدگاه جامع‌تر تحقیق حاضر است که علاوه بر توجه به بهره‌وری اقتصادی، به ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی نیز توجه دارد. به‌طور خاص، استفاده از فناوری‌های مناسب منطقه‌ای می‌تواند به کاهش مصرف منابع طبیعی و اثرات منفی زیست‌محیطی در فرآیندهای تولید کمک کند و در نهایت، به تحقق اهداف پایداری در زنجیره تأمین کشاورزی و صنایع غذایی منجر شود. این رویکرد جامع نقش حیاتی فناوری‌های منطقه‌ای را در توسعه پایدار در بخش کشاورزی برجسته می‌کند و نیاز به توجه بیشتر بدین معیار را در سیاست‌گذاری‌های مربوط به توسعه پایدار مواد غذایی و کشاورزی نمایان می‌سازد.

معیار/افزایش کارایی و بهره‌وری (A3): این معیار، به‌عنوان یک نیروی محرک کلیدی، تأثیر گسترده بر تمامی ابعاد زنجیره تأمین دارد. ارتقای کارایی و بهره‌وری نه تنها موجب بهبود عملیات و کاهش هزینه‌ها می‌شود، بلکه به توسعه ظرفیت رقابت‌پذیری و افزایش سودآوری صنایع غذایی و کشاورزی کمک می‌کند؛ همچنین، در نقش یک کنش‌یار (کاتالیزور)، توانمندی سازمان‌ها را برای دستیابی به اهداف راهبردی تقویت می‌کند. این یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه سیلوستری و همکاران (Silvestri et al., 2024) که بر نقش حیاتی این معیار در پایداری و توسعه صنعت تأکید دارد، هم‌راستاست؛ در عین حال، تحقیق حاضر بر تأثیر این معیار بر تمامی ابعاد زنجیره تأمین تمرکز دارد، در حالی که تمرکز سایر مطالعات بیشتر بر جنبه‌های پایداری و توسعه صنعت بوده است.

معیار/افزایش عملکرد بازاریابی و فروش (A4): این معیار، به‌عنوان یکی از عوامل اساسی در ارتقای رقابت‌پذیری صنایع غذایی و کشاورزی، تأثیر مثبت و مستقیم بر اکثر معیارها دارد. ارتقای

عملکرد بازاریابی و فروش، با تقویت ارتباط با مشتریان، توسعه بازارهای جدید و افزایش سهم بازار، به بهبود کلی زنجیره تأمین کمک می‌کند. این معیار، با تسهیل دسترسی به بازارهای هدف و ایجاد ارزش افزوده برای تولیدکنندگان، نقشی به‌سزا در موفقیت و پایداری اقتصادی این صنعت ایفا می‌کند. این نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های مطالعات کوری و فلفوئلدی (Qorri & Felfoeldi, 2024) و چیت و همکاران (Chitete et al., 2024) مطابقت دارد و اهمیت راهبردی این معیار را برجسته می‌سازد. همچنین، این نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های مطالعات ساری و همکاران (Sari et al., 2024) و حمزه‌اوغلو (Hamzaoglu, 2023) مبنی بر اهمیت توسعه بازارهای هدف جدید چه داخلی و چه خارجی هم‌راستاست.

معیار عملکرد پشتیبان (A5): این معیار با تمامی معیارها، به‌جز معیارهای بسته‌بندی مناسب و ویژگی‌سازی (A1)، و افزایش دانش و اطلاعات کشاورزان (A6) رابطه مثبت دارد؛ همچنین، نقشی مؤثر در بهبود جنبه‌های مختلف عملکرد سازمانی ایفا می‌کند و موجب ارتقای اثربخشی کلی زنجیره تأمین می‌شود. این یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعه حسینوف و همکاران (Huseynov et al., 2024) که بر اهمیت این معیار در تقویت زیرساخت‌های حمایتی و بهبود عملکرد کلی صنایع غذایی و کشاورزی تأکید دارد، هم‌راستاست.

معیار افزایش دانش و آگاهی کشاورزان (A6): این معیار، به‌عنوان یکی از عوامل بنیادی توسعه در صنایع غذایی و کشاورزی، با تمامی معیارها، به‌جز معیارهای بسته‌بندی مناسب و ویژگی‌سازی (A1) و حفاظت بهینه از منابع زیست‌محیطی (C1) ارتباط مثبت دارد. ارتقای دانش و آگاهی کشاورزان از طریق بهبود مهارت‌های فنی و دسترسی به اطلاعات به‌روز نقشی مؤثر در بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، کاهش هزینه‌ها و ارتقای کیفیت محصولات ایفا می‌کند. این معیار، به‌طور مستقیم، در افزایش بهره‌وری و پایداری اقتصادی و اجتماعی این صنعت تأثیرگذار است. این یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعه کنستانتین و همکاران (Constantine et al., 2023) همسوست و اهمیت این معیار در ایجاد زنجیره تأمین کارآمد و پایدار را برجسته می‌سازد.

معیار تحقق مسئولیت اجتماعی و تعاملات اجتماعی (B1): این معیار، به‌عنوان یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار، رابطه‌ای معنی‌دار با معیارهای حفاظت بهینه از منابع زیست‌محیطی (C1) و اطمینان از تولید سالم و امنیت غذایی (C3) دارد. تحقق مسئولیت اجتماعی از طریق تقویت تعاملات اجتماعی و رعایت اصول اخلاقی نقش کلیدی در حفاظت از محیط زیست و ارتقای امنیت غذایی ایفا

می‌کند. این ارتباط نشان می‌دهد که توجه به مسئولیت اجتماعی نه تنها منجر به ایجاد ارزش‌های اجتماعی می‌شود، بلکه تأثیر مستقیم بر بهبود کیفیت و ایمنی محصولات کشاورزی و غذایی دارد. این یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعه احمدپور و همکاران (Ahmadpour et al., 2023) همسوست و اهمیت تقویت مسئولیت اجتماعی در زنجیره تأمین کشاورزی و غذایی را تأیید می‌کند. البته، برخی مطالعات دیگر بیشتر بر جنبه‌های اجتماعی و اخلاقی تأکید دارند و از تأثیرات آن در بهبود کیفیت و ایمنی محصولات کمتر بحث کرده‌اند.

معیار عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و رفع تحریم (B2): این معیار، به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی مؤثر در توسعه و پایداری زنجیره تأمین صنایع غذایی و کشاورزی، ارتباط مثبت با تمامی معیارها دارد. عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی، همراه با اقدامات مؤثر در رفع تحریم‌ها، تأثیرات گسترده بر عملکردهای مختلف این صنایع دارد و به‌ویژه در ایجاد ثبات اقتصادی، ارتقای تعاملات بین‌المللی و تسهیل نوآوری‌های محلی نقش مهمی ایفا می‌کنند. این معیار، همچنین، نشان‌دهنده اهمیت تعامل هماهنگ میان سیاست‌گذاری‌های کلان و ملاحظات فرهنگی و اجتماعی در توسعه پایدار کشاورزی و غذایی است. این یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه شالپگین و همکاران (Shalpegin et al., 2025) که بر ضرورت تقویت این عوامل در بهبود کارکردهای کلیدی زنجیره تأمین تأکید می‌کند، همخوانی دارد.

معیار اعتمادسازی با تصویر ذهنی مثبت مشتریان (B3): این معیار با افزایش عملکرد بازاریابی و فروش (A4) و اطمینان از تولید سالم و امنیت غذایی (C3) رابطه‌ای معنی‌دار دارد. ایجاد اعتماد از طریق تصویر ذهنی مثبت نقشی کلیدی در تقویت وفاداری مشتریان و ارتقای جایگاه نشان تجاری ایفا می‌کند. این یافته‌های پژوهش حاضر بر اهمیت عامل یادشده در پایداری و رقابت‌پذیری زنجیره تأمین تأکید دارد.

معیار حفاظت بهینه از منابع زیست‌محیطی (C1): این معیار رابطه مثبت با تمامی معیارها دارد. حفاظت بهینه از منابع زیست‌محیطی از اهمیت به‌سزا برخوردار است و تأثیر مستقیم بر پایداری و توسعه صنایع غذایی و کشاورزی دارد، به‌گونه‌ای که چیت و همکاران (Chitete et al., 2024) نیز بدان اشاره کرده‌اند.

معیار چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی (C2): این معیار نیز رابطه مثبت با تمامی معیارها دارد. چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی صنایع غذایی و کشاورزی مورد توجه

قرار می‌گیرد. این یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه سینگ و همکاران (Singh et al., 2024) هم‌راستا است.

معیار اطمینان از تولید سالم و امنیت غذایی (C3): این معیار دارای رابطه‌ای مثبت با تمامی معیارهاست و به‌عنوان یک عامل بنیادین در بهبود عملکرد زنجیره تأمین و جلب رضایت مشتریان شناخته می‌شود. تولید سالم و امنیت غذایی نه تنها نیازهای اساسی مصرف‌کنندگان را برآورده می‌سازد، بلکه موجب تقویت اعتماد و پایداری در صنایع غذایی و کشاورزی می‌شود. این یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش سیلوستری و همکاران (Silvestri et al., 2024) همسوست.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر، با تحلیل نظام‌مند ابعاد پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی ایران، از طریق تلفیق نوآورانه روش‌های دلفی فازی و دیمتل فازی، شاخص‌های کلیدی را شناسایی و اولویت‌بندی کرده و نتایج پژوهش حاکی از آن است که بهره‌مندی هم‌زمان از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، به‌منظور دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین ضرورت دارد. در بعد اقتصادی، معیارهای کلیدی شامل عملکرد پشتیبانی، استفاده از فناوری مناسب و ارتقای دانش و آگاهی کشاورزان شناسایی شدند. این معیارها تأثیر به‌سزا بر بهبود بهره‌وری و کارایی زنجیره تأمین دارند و به‌ویژه در زمینه تقویت رقابت‌پذیری و کاهش هزینه‌ها اهمیت دارند. برای بهبود وضعیت اقتصادی زنجیره تأمین، سرمایه‌گذاری در این حوزه‌ها و ارتقای ظرفیت‌های فناوری و دانش کشاورزان توصیه می‌شود. در بعد اجتماعی، عوامل سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و رفع تحریم‌ها به‌عنوان چالش‌های اساسی شناسایی شدند، که تأثیرات قابل توجه بر عملکرد و پایداری زنجیره تأمین دارند. این عوامل، علاوه بر تأثیرات غیرمستقیم بر روابط اجتماعی و همکاری‌های درون زنجیره تأمین، به‌طور مستقیم، بر کارایی و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در مواجهه با بحران‌ها و فرصت‌های مختلف اثر می‌گذارند. برای نمونه، تحریم‌ها و سیاست‌های اقتصادی می‌توانند دسترسی به منابع اولیه، فناوری‌های نوین و بازارهای جهانی را محدود کرده، موجب افزایش هزینه‌ها یا کاهش کیفیت محصولات شوند. به‌طور مشابه، مسائل اجتماعی و فرهنگی می‌توانند بر رفتار مصرف‌کنندگان، تصمیمات تولیدکنندگان و همکاری میان اعضای مختلف زنجیره تأمین تأثیر بگذارند؛ بنابراین، برای مقابله با این چالش‌ها، سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های دقیق و سازگار با شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی موجود ضروری است. اتخاذ راهبردهایی که این عوامل را در راستای تقویت پایداری

اجتماعی و اقتصادی زنجیره تأمین به کار گیرد، می‌تواند به ایجاد یک محیط مناسب برای توسعه پایدار کمک کند. در بعد زیست‌محیطی، چالش‌های مدیریت زیست‌محیطی به عنوان عوامل اصلی شناسایی شدند. مدیریت مؤثر این چالش‌ها می‌تواند به کاهش اثرات منفی بر محیط زیست کمک کند و به طور کلی، به پایداری زیست‌محیطی زنجیره تأمین یاری رساند. از این رو، اتخاذ راهبردهای ویژه کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و بهبود مدیریت منابع طبیعی ضروری است.

افزون بر این، ابراهیم‌پور سامانی و همکاران (Ebrahimipour samani et al., 2025)، به‌ویژه، بر نقش تشکیل اتحادیه‌ها و تعاونی‌های محلی تولیدکنندگان در بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی آنها، بهینه‌سازی فرآیندهای تأمین نهاده‌ها و بازاریابی، و تقویت قدرت رقابت‌پذیری در بازار تأکید دارند. با شناسایی و معرفی فناوری‌های نوین سازگار با شرایط اقلیمی و آموزش کشاورزان در زمینه استفاده مؤثر از این فناوری‌ها در فرآیندهای تولید و بازاریابی می‌توان به افزایش بهره‌وری و کارایی در زنجیره تأمین بسیار کمک کرد. در این راستا، تیچمان و ویتمن (Teichmann & Wittman, 2022) نیز به تأکید بر ضرورت به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با شرایط اقلیمی و تأثیر آنها در ارتقای بهره‌وری پرداخته‌اند. همچنین، می‌توان از طریق شناسایی و توسعه بازارهای هدف جدید، چه داخلی و چه خارجی، با بسته‌بندی و ویژگی‌های مناسب برای افزایش ارزش افزوده محصول و نیز با برگزاری نمایشگاه‌ها، همایش‌ها و رویدادهای تجاری، بازاریابی و فروش محصولات را بهبود بخشید. هدف از این اقدامات، چنان‌که مطرح شده، بهبود کارایی و بهره‌وری، افزایش عملکرد بازاریابی و فروش و تضمین ایمنی غذایی کشاورزان است. در نهایت، برای رفع چالش‌هایی نظیر تحریم‌ها و ناپایداری بازارها، باید دولت‌ها و سازمان‌های مربوط اقدامات لازم را در راستای ارتقای همکاری‌های بین‌المللی انجام دهند. در این زمینه، شالپگین و همکاران (Shalpegin et al., 2025) تقویت همکاری‌های بین‌المللی را توصیه کرده‌اند. همچنین، حفاظت بهینه از منابع زیست‌محیطی و استفاده از صنایع تبدیلی، ارائه راهکارهایی برای بازیافت ضایعات کشاورزی و استفاده مؤثر از منابع طبیعی، استفاده از سموم استاندارد و کودهای ارگانیک و نیز توسعه صنایع تبدیلی برای کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده در راستای حفظ محیط زیست و ارتقای کیفیت محصولات کشاورزی، استفاده از روش‌های تولید سبز و کودهای آلی و ارگانیک توصیه می‌شود. این رویکردها نه تنها به حفاظت از محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه ضمن تضمین سلامت انسان‌ها، منجر به افزایش بهره‌وری و کارایی در زنجیره تأمین می‌شوند. بنابراین، با گسترش کشاورزی ارگانیک و استفاده از روش‌های تولید سبز می‌توان دستیابی به اهداف توسعه پایدار در بخش کشاورزی را تسهیل کرد (Reganold & Wachter, 2021). در نهایت،

با توجه به اهمیت هر کدام از عوامل شناسایی‌شده، با ارائه پیشنهادهای عملیاتی و برنامه‌ریزی دقیق برای بهبود عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر، می‌توان نقشی مهم در افزایش پایداری زنجیره تأمین صنایع غذایی و کشاورزی ایفا کرد. همچنین، با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان پیشنهادهایی علمی و کاربردی به شرح زیر را ارائه کرد:

- شایسته است که در زنجیره تأمین صنایع غذایی و کشاورزی، ابتدا تولیدکنندگان، با همکاری شرکت‌های مشاوره‌ای، بسته‌بندی‌های زیست‌پذیر و ویژگی‌های شفاف و متناسب با بازار هدف را توسعه دهند. این اقدام موجب کاهش ضایعات، بهبود پایداری محیطی و ارتقای کیفیت عرضه می‌شود. همچنین، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فناوری‌های نوین در این حوزه ضروری است.
- همان‌گونه که زامبوخال-آلیویرا و فرنلندز (Zambujal-Oliveira & Fernandes, 2024) نیز تأکید کرده‌اند، استفاده از بسته‌بندی‌های مناسب و ویژگی‌های شفاف می‌تواند نقشی مؤثر در کاهش ضایعات و افزایش پایداری داشته باشد. از این‌رو، لازم است که ویژگی‌های حمایتی جامع برای کشاورزان تدوین شود و در همین راستا، اقداماتی از جمله تأمین مالی برای خرید فناوری‌های نوین، آموزش تخصصی، مشاوره فنی و توسعه زیرساخت‌های فناورمحور صورت گیرد، که به ارتقای شفافیت، کاهش هزینه‌ها و بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی تولیدکنندگان کمک می‌کند.
- کاهش نقش واسطه‌ها نیز باید به‌عنوان یک راهبرد کلیدی در راستای افزایش بهره‌وری مورد توجه قرار گیرد. مطالعاتی مانند مک‌کورِیستون و مک‌لارن (McCorriston & MacLaren, 2024) و لو و همکاران (Luo et al., 2022) نیز با تأکید بر لزوم کاهش نقش واسطه‌ها در زنجیره تأمین، این اقدام را به‌عنوان راهبردی برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری مطرح کرده‌اند.
- سرمایه‌گذاری دولت در زیرساخت‌های نگهداری، سردخانه‌ها، واحدهای فرآوری و شهرک‌های تخصصی می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای نوآوری در فرآیند تولید، افزایش بهره‌وری و اعتماد مصرف‌کنندگان به محصولات کشاورزی باشد. این سیاست‌ها باید با هدف‌گذاری دقیق و برنامه‌ریزی در سطح کلان دنبال شوند تا کارایی زنجیره تأمین به‌صورت پایدار بهبود یابد. در این زمینه، لو و همکاران (Luo et al., 2022) نیز با تأکید بر لزوم انجام اقدامات گسترده توسط دولت برای حمایت از کشاورزان و تولیدکنندگان، به ضرورت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و توسعه فناوری‌های نوین به‌منظور ارتقای کارایی و کاهش هزینه‌ها در صنعت کشاورزی اشاره کرده‌اند.

- بهبود بازاریابی و فروش محصولات از طریق شناسایی و توسعه بازارهای هدف جدید داخلی و خارجی، بسته‌بندی و ویژندسازی مناسب برای افزایش ارزش افزوده محصول و برگزاری نمایشگاه‌ها، همایش‌ها و رویدادهای تجاری ضروری است.
- باید به‌ویژه از صادرات محصولات کشاورزی و مواد غذایی به‌صورت فله‌ای جلوگیری شود تا از این رهگذر، بتوان بهبود کارایی و بهره‌وری، افزایش عملکرد بازاریابی و فروش و ایمنی غذایی را تضمین کرد.
- تشکیل اتحادیه‌ها و تعاونی‌های محلی تولیدکنندگان می‌تواند از مرحله تأمین نهاده‌ها تا بازاریابی و فروش، شرایط اقتصادی و اجتماعی تولیدکنندگان را بهبود بخشد.

منابع

1. Aghajani, D., Seraji, H., Kaur, H., & Vilko, J. (2024). A sustainable integrated model for multi-objective planning of an agri-food supply chain under uncertain parameters: a case study. *Computers & Chemical Engineering*, 188, 108766. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2024.108766.
2. Ahmadvour, M., Movahhedi, M. M., & Gholipour Kanaani, Y. (2023). Developing a strategic model for evaluating the performance of a sustainable supply chain in the service sector (case study: Social Security Organization of Iran). *Supply Chain Management*, 25(78), 1-8. [In Persian]
3. Akbari, M. & Parvin, F. (2022). Identification of the components/dimensions of entrepreneurial development in the agricultural sector based on information technology. *Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development Studies*, 9(3), 71-86. [In Persian]
4. Akyüz, Y., Salali, H. E., Atakan, P., Günden, C., Yercan, M., Lamprinakos, L., ... & Knez, M. (2023). Case study analysis on agri-food value chain: a guideline-based approach. *Sustainability*, 15(7), 6209.
5. Arda, O. A., Montabon, F., Tatoglu, E., Golgeci, I., & Zaim, S. (2023). Toward a holistic understanding of sustainability in corporations: resource-based view of sustainable supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 28(2), 193-208.

6. Asim, Z., Sorooshian, S., Al Shamsi, I. R., Muniyanayaka, D., & Al Azzani, A. (2025). Supply chain 4.0: a source of sustainable initiative across the food supply chain: trends and barriers. In: Human perspectives of industry 4.0 organizations (pp. 17-37). CRC Press.
7. Aungkulanon, P., Atthirawong, W., Luangpaiboon, P., & Chanpuypetch, W. (2024). Navigating supply chain resilience: a hybrid approach to agri-food supplier selection. *Mathematics*, 12(10), 1598.
8. Božič, K., & Dimovski, V. (2019). Business intelligence and analytics use, innovation ambidexterity, and firm performance: a dynamic capabilities perspective. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(4), 101578.
9. Chitete, M. M. N., Mgombezulu, W. R., Bwanaisa, M., Damazio, C., Kaunda, R. T., & Dzanja, J. (2024). A systematic review of the performance of agricultural marketing in Malawi. *Journal of Asian and African Studies*, 60(5), 2829-2846. DOI: 10.1177/00219096231224679.
10. Constantine, K., Makale, F., Mugambi, I., Rware, H., Chacha, D., Lowry, A., ... & Williams, F. (2023). Smallholder farmers' knowledge, attitudes, and practices towards biological control of papaya mealybug in Kenya. *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1), 1-15.
11. Cricelli, L., Mauriello, R., & Strazzullo, S. (2024). Technological innovation in agri-food supply chains. *British Food Journal*, 126(5), 1852-1869.
12. de Carvalho, M. I., Relvas, S., & Barbosa-Póvoa, A. P. (2022). A roadmap for sustainability performance assessment in the context of the agri-food supply chain. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 565-585.
13. Deng, Q., Huang, X., Zou, J., & He, Y. (2024). Screening of sustainable supply chain performance evaluation indicators based on the ill-conditioned index cycle method. *Plos One*, 19(3), e0293038.
14. Dhal, S. B., & Kar, D. (2024). Transforming agricultural productivity with AI-driven forecasting: innovations in food security and supply chain optimization. *MDPI Forecasting*, 6(4), 925-951.
15. Ebrahimpour Samani, J., Khani, N., Davoodi, S. M. R., & Yazdani, B. (2025). Identification and prioritization of economic indicators for the sustainability

- of the food and agriculture supply chain: an analytical approach using the fuzzy DEMATEL technique. *Agricultural Economics*, 19(1), 23-46. DOI: 10.22034/iaes.2024.2024181.2051. [In Persian]
16. Elufioye, O. A., Ike, C. U., Odeyemi, O., Usman, F. O., & Mhlongo, N. Z. (2024). AI-driven predictive analytics in agricultural supply chains: a review: assessing the benefits and challenges of AI in forecasting demand and optimizing supply in agriculture. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(2), 473-497.
17. FAO (2023). Food control systems — Food safety and quality. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Retrieved at 18 April, 2023. Available at <https://www.fao.org/food-safety/food-control-systems/en>.
18. Fattahzadeh, H. S., Hariri, N., & Behjati, S. (2025). Identifying and categorizing the processes and components of agricultural supply chain knowledge management based on block chain technology. *Librarianship and Information Organization Studies*, 36(3), 224-253. DOI: 10.30484/nastinfo.2025.3664.2302. [In Persian]
19. Ghasemi, R., Rayatpisheh, H., Haddadi, S., & Rayatpisheh, H. (2017). Identifying and prioritizing indicators involved in the sustainability of the food supply chain. *Environmental Science and Technology*, 19(Special Issue No. 4), 369-382. [In Persian]
20. González-Mon, B., Mancilla-García, M., Bodin, Ö., Malherbe, W., Sitas, N., Pringle, C. B., & Schlüter, M. (2024). The importance of cross-scale social relationships for dealing with social-ecological change in agricultural supply chains. *Journal of Rural Studies*, 105, 103191.
21. Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., & Murugesan, P. (2015). Multi-criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.06.046.
22. Hajivand, S., Moghaddasi, R., Zeraatkish, Y., & Mohammadinejad, A. (2020). An application of the stochastic frontier gravity approach (the case of

- Iran's potential agricultural exports). *International Journal of Analysis and Applications*, 18(3), 482-492.
23. Hamzaoglu, N. M. (2023). The impact of unionization in the agricultural sector: farmer perceptions and behavior. Hacettepe University, *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 41(Agriculture Special Issue), 51-60.
24. Handayati, Y., & Widyanata, C. (2024). An effective food waste management model for the sustainable agricultural food supply chain. *Scientific Reports*, 14(1), 10290.
25. Huddiniah, E. R., & Pradana, H. (2023). Impacts of product variety and supply chain networks on the influx of information exchange in industry applications. *Smart Cities*, 6(2), 1059-1086.
26. Hugos, M. H. (2024). *Essentials of supply chain management*. John Wiley & Sons.
27. Huseynov, R., Aliyeva, N., Bezpalo, V., & Syromyatnikov, D. (2024). Cluster analysis as a tool for improving the performance of agricultural enterprises in the agro-industrial sector. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 4119-4132.
28. Ibba, M. I., Timsina, J., Odjo, S., Palacios, N., Singh, P. K., He, X., ... & Sonder, K. (2025). Challenges in the global cereal supply chain. In: *Food safety* (pp. 245-270). Elsevier.
29. Jones, S. K., Monjeau, A., Perez-Guzman, K., & Harrison, P. A. (2023). Integrated modeling to achieve global goals: lessons from the Food, Agriculture, Biodiversity, Land-use, and Energy (FABLE) initiative. *Sustainability Science*, 18(1), 323-333.
30. Kalfas, D., Kalogiannidis, S., Papaevangelou, O., Melfou, K., & Chatzitheodoridis, F. (2024). Integration of technology in agricultural practices towards agricultural sustainability: a case study of Greece. *Sustainability*, 16(7), 2664.
31. Karimi, A., Hassanpoor, H., & Mosadegh Khah, M. (2024). Providing a model for analysis of disorders and resilience of the food supply chain. *Journal of*

- Improvement Management*, 18(2), 48-73. DOI: 10.22034/jmi.2024.449228.3074. [In Persian]
32. Khan, S. A. R. Zkik, K., Belhadi, A., & Kamble, S. S. (2021). Evaluating barriers and solutions for social sustainability adoption in multi-tier supply chains. *International Journal of Production Research*, 59(11), 3378-3397. DOI: 10.1080/00207543.2021.1876271.
 33. Lei, J. (2024). Efficient strategies on supply chain network optimization for industrial carbon emission reduction. *arXiv:2404.16863*. DOI: 10.48550/arXiv.2404.16863.
 34. Luo, L., Liu, Y., Zhug, Y., Chow, C. W., Clos, I., & Ravenden, R. (2022). A multi-objective optimization approach for supply chain design of alum sludge-derived supplementary cementitious material. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01156. DOI: 10.1016/j.cscm.2022.e01156.
 35. McCorriston, S., & MacLaren, D. (2024). Market intermediaries, storage, and policy reforms. *Journal of Agricultural Economics*, 75(1), 114-136.
 36. Munir, M. A., Hussain, A., Farooq, M., Rehman, A. U., & Masood, T. (2024). Building resilient supply chains: empirical evidence on the contributions of ambidexterity, risk management, and analytics capability. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123146.
 37. Ndong, J. T. K. (2023). Review of the Food and Agriculture Organisation (FAO) strategic priorities on food safety. In: Ahmad, R. S. (Ed.) *Food safety—New insights*, 1st ed.; IntechOpen: London, UK, Volume 3, pp. 1-11.
 38. Oliver, M., & Matheus, A. (2020). Current challenges of the European nuclear supply chain. EU Publications. DOI: 10.2760/23903.
 39. Proença, J. F., Torres, A. C., Marta, B., Silva, D. S., Fuly, G., & Pinto, H. L. (2022). Sustainability in the coffee supply chain and purchasing policies: a case study research. *Sustainability*, 14(1), 459. DOI: 10.3390/su14010459.
 40. Qorri, D., & Felfoeldi, J. (2024). Research trends in agricultural marketing cooperatives: a bibliometric review. *Agriculture*, 14(2), 199.
 41. Ramesh, A. Singh, R., & Kumar, P. (2018). Food supply chain management: a systematic review. *Journal of Supply Chain Management*, 54(2), 12-25.

42. Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2021). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(3), 1-8. DOI: 10.1038/nplants.2016.112.
43. Sari, S. P., Handriansyah, A. E., Anwar, W., Suryaningsih, N., Jubaedah, E., Rustandi, R., & Nurniawan, H. (2024). Operations & Supply Chain Management. Sukemi (Ed.) Pradina Pustaka. ISBN: 6238106484,9786238106486.
44. Sepehri, A., Tirkolaee, E. B., Simic, V., & Ali, S. S. (2024). Designing a reliable-sustainable supply chain network: adaptive m-objective ϵ -constraint method. *Annals of Operations Research*, 1-32.
45. Shalpegin, T., Kumar, A., & Browning, T. R. (2025). Undiversity, inequity, and exclusion in supply chains: the unintended fallout of economic sanctions and consumer boycotts. *Production and Operations Management*, 34(4), 829-836. DOI: 10.1111/poms.14001.hal-04325729.
46. Silvestri, C., Silvestri, L., Piccarozzi, M., & Ruggieri, A. (2024). Toward a framework for selecting indicators of measuring sustainability and circular economy in the agri-food sector: a systematic literature review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(8), 1446-1484.
47. Singh, S., Ghosh, K., & Maji, P. K. (2024). Advanced packaging for safety and security of agricultural produce in the supply chain. In: Novel packaging systems for fruits and vegetables (pp. 289-318). Apple Academic Press.
48. Slavinskaitė, N., Čižiūnienė, K., & Bundonytė, V. (2025). Assessment of the sustainable supply chain finance factors. *Sustainability*, 17(3), 1002.
49. Teichmann, F. M. J., & Wittmann, C. (2022). How can sustainability be effectively regulated? *Journal of Financial Crime, Emerald Group Publishing Limited*, 31(5), 1156-1165. DOI: 10.1108/JFC-07-2022-0174.
50. Wang, G., Hou, Y., & Shin, C. (2023). Exploring sustainable development pathways for agri-food supply chains empowered by cross-border e-commerce platforms: a hybrid grounded theory and DEMATEL-ISM-MICMAC approach. *Foods*, 12(21), 3916.

51. Wang, G., Wang, Y., Li, S., Yi, Y., Li, C. & Shin, C. (2024). Sustainability in global agri-food supply chains: insights from a comprehensive literature review and the ABCDE framework. *Foods*, 13(18), 2914.
52. Wibowo Putro, P. A., Purwaningsih, E. K., Sensuse, D. I., Suryono, R. R., & Kautsarina (2022). Model and implementation of rice supply chain management: a literature review. *Procedia Computer Science*, 197, 453-460. DOI: 10.1016/j.procs.2021.12.161.
53. Yanbo, Q., Shilei, W., Yaya, T., Guanghui, J., Tao, Z., & Liang, M. (2023). Territorial spatial planning for regional high-quality development – An analytical framework for the identification, mediation, and transmission of potential land utilization conflicts in the Yellow River Delta. *Land Use Policy*, 125, 106462.
54. Yuan, C. W. T., Bi, N., Lin, Y. F., Lu, A. P., & Chiang, T. W. (2023). Farm to table: understanding collaboration and information practices among stakeholders in the process of produce production, sales, and consumption. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW1), Article 53. DOI: 10.1145/3579486.
55. Zambujal-Oliveira, J., & Fernandes, C. (2024). The contribution of sustainable packaging to the circular food supply chain. *Packaging Technology and Science*, 37(5), 443-456.
56. Zámková, M., Rojík, S., Prokop, M., Činčalová, S., & Stolín, R. (2024). National labelling system of organic agriculture and food products — How familiar are Czech consumers with the national organic agri-food brand? *Agriculture*, 14(1), 100.