



Homepage: <https://www.ietmjournal.com>

Identification and Prioritization of Key Drivers Influencing the Future of Sports Product Supply Chains with a Focus on Fourth Generation Technologies

Fatemeh Hoseini¹, Karim Ebrahimi², and Mohammad Hasan Maleki³

1. Ph.D., Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran. Email: hosseini655@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran. Email: k.ebrahimi@qom.ac.ir
3. Corresponding author, Professor, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran. Email: mh.maleki@qom.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 18 February 2026
Revised 12 March 2026
Accepted 25 April 2026
Available online 1 June 2026

Keywords:
Futures Studies, Sports Products Supply Chain, Fourth-Generation Technologies, Fuzzy Delphi Method, CoCoSo Technique, Internet of Things (IoT), Blockchain Technology

ABSTRACT

Objective: The primary objective of this study is to identify, screen, and prioritize the key drivers influencing the future of the sports products supply chain, with an emphasis on fourth-generation technologies, and to provide practical strategies for their effective implementation.

Methodology: This research is applied in terms of purpose and adopts a mixed-methods approach. In the quantitative phase, an initial set of 25 drivers was identified through a review of the literature. Subsequently, the fuzzy Delphi method was employed for screening, and expert-oriented questionnaires were distributed among 15 experts. The acceptance threshold was set at a defuzzified value greater than 0.7, resulting in the selection of eight key drivers. For the final prioritization of these eight drivers, the CoCoSo multi-criteria decision-making technique was applied based on six evaluation criteria.

Findings: The fuzzy Delphi results indicated that eight drivers were identified as the most critical factors. According to the CoCoSo ranking results, the drivers "Internet of Things for tracking sports goods," "Blockchain for transparency, authenticity, and traceability," "Predictive maintenance and intelligent failure forecasting systems," and "Automated forecasting and scenario planning systems" received the highest priority. The qualitative findings revealed that the integration of smart technologies, development of digital infrastructure, and empowerment of human capital constitute three fundamental pillars for successful implementation.

Conclusion: The synergistic combination of the Internet of Things, blockchain, big data analytics, and machine learning can lead to enhanced transparency, optimized resource allocation, reduced uncertainties, and improved supply chain resilience. However, without the concurrent development of digital infrastructure and targeted investment in human capital, the realization of the potential benefits will remain unattainable. The framework presented can serve as a practical roadmap for managers and policy-makers in the sports industry on the path toward digital transformation of the supply chain.

Cite this article: eini, F., Ebrahimi, K., & Maleki, M. H. (2026). Identification and Prioritization of Key Drivers Influencing the Future of Sports Product Supply Chains with a Focus on Fourth Generation Technologies. *Information Economics and Innovative Management*, 1 (1), 54-78



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.



شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های موثر بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم

فاطمه حسینی^۱، کریم ابراهیمی^۲، و محمدحسن ملکی^۳

۱- دکترای تخصصی، گروه مدیریت، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: hosseinif655@gmail.com

استادیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: k.abrahimi@qom.ac.ir

نویسنده مسئول، استاد گروه مدیریت، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: mh.maleki@qom.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف: هدف اصلی این پژوهش، شناسایی، غربال‌گری و اولویت‌بندی پیشران‌های کلیدی تأثیرگذار بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تأکید بر فناوری‌های نسل چهارم و ارائه راهکارهای کاربردی برای به‌کارگیری مؤثر این فناوری‌هاست.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی،

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از حیث ماهیت، دارای رویکرد آمیخته (کمی-کیفی) است. در بخش کمی، ابتدا با مرور ادبیات علمی داخلی و بین‌المللی، ۲۵ پیشران اولیه شناسایی شدند. در گام بعدی، به‌منظور غربال‌گری، از روش دلفی فازی استفاده گردید و پرسشنامه‌های خبره‌محور بین ۱۵ نفر از خبرگان توزیع و جمع‌آوری شد. حد آستانه پذیرش پیشران‌ها، عدد دیفازی بزرگ‌تر از ۰/۷ در نظر گرفته شد که منجر به انتخاب هشت پیشران کلیدی گردید. سپس، برای اولویت‌بندی نهایی این هشت پیشران، از تکنیک کوکوسو بر اساس شش شاخص ارزیابی استفاده شد. در بخش کیفی، به‌منظور تدوین راهکارهای عملیاتی، از روش مصاحبه با گروه‌های کانونی شامل هفت خبره و با پنج محور اصلی استفاده گردید.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۱۲

یافته‌ها: نتایج دلفی فازی نشان داد که از میان ۲۵ پیشران اولیه، هشت پیشران به‌عنوان کلیدی‌ترین عوامل شناخته شدند. بر اساس نتایج رتبه‌بندی کوکوسو، پیشران‌های «اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی»، «بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات»، «سیستم‌های پیش‌بینی خرابی و نگهداری هوشمند»، و «سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوها» بیشترین اولویت را کسب کردند. یافته‌های کیفی نشان داد که یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و توانمندسازی سرمایه انسانی، سه محور اساسی در موفقیت پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم هستند.

کلیدواژه‌ها:

آینده‌پژوهی، زنجیره تأمین محصولات ورزشی، فناوری‌های نسل چهارم، دلفی فازی، تکنیک کوکوسو، اینترنت اشیا، بلاک‌چین.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان می‌دهد که آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی به‌شدت وابسته به پذیرش و یکپارچه‌سازی هوشمندانه فناوری‌های نسل چهارم است. ترکیب هم‌افزای اینترنت اشیا، بلاک‌چین، کلان‌داده و یادگیری ماشین می‌تواند منجر به افزایش شفافیت، بهینه‌سازی تخصیص منابع، کاهش عدم‌قطعیت‌ها و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین شود. با این حال، بدون توسعه هم‌زمان زیرساخت‌های دیجیتال و توانمندسازی نیروی انسانی، تحقق مزایای بالقوه این فناوری‌ها امکان‌پذیر نخواهد بود. چارچوب ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان نقشه‌راه عملی برای مدیران و سیاست‌گذاران صنعت ورزش در مسیر تحول دیجیتال زنجیره تأمین مورد استفاده قرار گیرد.

استاد: حسینی، فاطمه؛ ابراهیمی، کریم؛ و ملکی، محمدحسن (۱۴۰۵). آینده‌پژوهی در صنعت خودرو با تمرکز بر صنعت نسل چهارم. اقتصاد اطلاعات و مدیریت

نوآور، ۱ (۱)، ۷۸-۵۴.

© نویسندگان.



مقدمه

در سال‌های اخیر، تحول دیجیتال و ظهور فناوری‌های نسل چهارم همچون اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، تحلیل کلان‌داده، رباتیک پیشرفته و سیستم‌های سایبری-فیزیکی، ساختار سنتی زنجیره‌های تأمین را با تغییرات بنیادین مواجه کرده است. این فناوری‌ها با ایجاد امکان یکپارچگی داده‌ها، افزایش شفافیت، سرعت واکنش و انعطاف‌پذیری، می‌توانند کارآمدی و تاب‌آوری زنجیره تأمین را به‌طور چشمگیری ارتقا دهند. در حوزه محصولات ورزشی که به‌سبب پویایی بازار، تغییر سریع سلیقه مصرف‌کنندگان و رقابت فشرده از پیچیدگی بیشتری برخوردار است، نقش این فناوری‌ها اهمیت دوچندان پیدا می‌کند. با این حال، نبود زیرساخت‌های کافی، عدم شناخت نسبت به پیامدهای فناوری‌های نو، چالش‌های مدیریتی و عدم قطعیت‌های محیطی سبب شده است که آینده این زنجیره با ابهام همراه باشد. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از رویکرد آینده‌پژوهی برای شناسایی پیشران‌ها، عدم قطعیت‌های کلیدی و ترسیم سناریوهای ممکن، ضرورتی انکارناپذیر برای درک و مدیریت آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی در عصر فناوری‌های نسل چهارم به شمار می‌رود.

زنجیره تأمین محصولات ورزشی به مجموعه هماهنگ و یکپارچه‌ای از فعالیت‌ها، فرآیندها و بازیگران اشاره دارد که از مرحله تأمین مواد اولیه و طراحی آغاز شده و تا تولید، توزیع، فروش و ارائه خدمات پس از فروش محصولات ورزشی ادامه می‌یابد؛ این زنجیره با هدف ایجاد ارزش برای مصرف‌کننده، افزایش کارایی عملیاتی و بهبود جریان کالا، اطلاعات و مالی شکل می‌گیرد (دالوند و همکاران، ۱۴۰۱). در سال‌های اخیر، فناوری‌های نسل چهارم یا Industry 4.0 به‌عنوان نسل جدید فناوری‌های تحول‌ساز صنعتی، شامل اینترنت اشیا، سیستم‌های سایبری-فیزیکی، هوش مصنوعی، تحلیل کلان‌داده، رباتیک پیشرفته و چاپ سه‌بعدی معرفی شده‌اند و نقش مهمی در هوشمندسازی زنجیره تأمین ایفا می‌کنند (گیلکریست، ۲۰۱۶؛ اوزتمل و گورسف، ۲۰۲۰؛ دوزاس و ساریگولوف، ۲۰۱۷). این فناوری‌ها با ارتقای شفافیت اطلاعاتی، چابکی، پیش‌بینی‌پذیری و تاب‌آوری، می‌توانند عملکرد زنجیره تأمین را به‌طور قابل توجهی بهبود دهند (هان، ۲۰۲۰؛ تورتورا و همکاران، ۲۰۲۲).

زنجیره تأمین محصولات ورزشی طی سال‌های اخیر تحت تأثیر رشد تقاضا برای کالاهای ورزشی، توسعه محصولات هوشمند و گسترش کانال‌های فروش آنلاین، دچار تغییرات قابل توجهی شده است. افزایش گرایش جامعه به فعالیت بدنی و سبک‌زندگی سالم موجب توسعه بازار جهانی این صنعت شده و متعاقب آن، پیچیدگی شبکه‌های تأمین، تولید و توزیع نیز افزایش یافته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که وابستگی شدید تولید محصولات ورزشی به چند کشور محدود به‌ویژه در شرق آسیا همراه با نوسانات زنجیره جهانی و اختلالات ناشی از بحران‌هایی مانند همه‌گیری کرونا، آسیب‌پذیری زنجیره را تشدید کرده و سازمان‌ها را به سمت افزایش تاب‌آوری، تنوع‌بخشی تأمین‌کنندگان و دیجیتالی‌سازی فرآیندها سوق داده است (تورتورا و همکاران، ۲۰۲۲؛ ایوانوف و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین تغییرات رفتار مصرف‌کنندگان و رشد قابل توجه سهم بازار فروش آنلاین، نیاز به مدیریت داده، لجستیک چابک و بهبود قابلیت ردیابی محصولات را بیش از گذشته برجسته کرده است (هان، ۲۰۲۰؛ تیواری، ۲۰۲۱). در مجموع، شواهد نشان می‌دهد که زنجیره تأمین محصولات ورزشی در حال حرکت به‌سوی ساختاری هوشمندتر، انعطاف‌پذیرتر و سازگار با فناوری‌های نسل چهارم است و رقابت‌پذیری آینده آن به میزان انطباق با این تحولات وابسته خواهد بود.

اهمیت مطالعه آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی در عصر فناوری‌های نسل چهارم از آنجاست که این صنعت یکی از پویاترین و رقابتی‌ترین بخش‌های اقتصادی محسوب می‌شود و کوچک‌ترین اختلال در جریان تأمین، تولید یا توزیع می‌تواند بر سهم بازار، هزینه‌ها و رضایت مشتری تأثیر مستقیم بگذارد (هان، ۲۰۲۰؛ تورتورا و همکاران، ۲۰۲۲).

افزایش پیچیدگی تقاضا، کوتاه‌شدن چرخه عمر محصولات، گسترش فروش آنلاین، نیاز به سفارشی‌سازی و رشد فناوری‌های نوین، سازمان‌ها را ملزم می‌کند که ساختارهای زنجیره تأمین خود را از شیوه‌های سنتی به مدل‌های هوشمند، پیش‌بین و داده‌محور تغییر دهند (تیواری، ۲۰۲۱؛ هافمن و همکاران، ۲۰۱۹). از سوی دیگر، تغییرات سریع محیطی، نوسانات بازار جهانی، ریسک‌های ژئوپلیتیکی و اختلالاتی مانند همه‌گیری کرونا نشان داده است که تنها زنجیره‌هایی قادر به بقا و رقابت‌اند که آینده‌نگر، منعطف و تاب‌آور باشند (ایوانوف و همکاران، ۲۰۱۹؛ قادر و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، بررسی آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی و شناسایی پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های کلیدی مرتبط با فناوری‌های نسل چهارم، نه تنها برای سیاست‌گذاران و تولیدکنندگان ضروری است، بلکه برای ارتقای رقابت‌پذیری، توسعه نوآوری و بهبود تجربه مصرف‌کنندگان نیز اهمیت راهبردی دارد.

با توجه به تحولات سریع فناوری‌های نسل چهارم و پیچیدگی‌های فزاینده بازار محصولات ورزشی، سازمان‌ها با چالش‌هایی مانند تغییرات سریع تقاضا، کوتاه‌شدن چرخه عمر محصولات، افزایش فروش آنلاین و نیاز به سفارشی‌سازی مواجه هستند. در عین حال، وابستگی تولید به چند کشور محدود، نوسانات بازار جهانی و اختلالاتی مانند همه‌گیری‌ها نشان داده است که تنها زنجیره‌هایی قادر به بقا و رقابت هستند که منعطف، تاب‌آور و آینده‌نگر باشند. با وجود اهمیت این موضوع، پژوهش‌های پیشین عمدتاً به صنایع عمومی یا حوزه‌های دیگر پرداخته‌اند و مطالعه‌ای آینده‌پژوهانه بر زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم و شناسایی پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های کلیدی کمتر انجام شده است. بنابراین، تحقیق حاضر به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم است.

پیشینه پژوهش

زنجیره تأمین محصولات ورزشی به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، سازمان‌ها و فرایندها گفته می‌شود که از طراحی و تولید تا توزیع و تحویل محصولات ورزشی به مصرف‌کننده نهایی را پوشش می‌دهد (روسکو و بیکر^۱، ۲۰۱۴). این زنجیره شامل تولیدکنندگان تجهیزات ورزشی، تأمین‌کنندگان مواد اولیه، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و خدمات پس از فروش است و با هدف ارائه محصولات با کیفیت، به موقع و مطابق نیاز بازار سازماندهی می‌شود. توجه به تنوع محصولات، فصلی بودن تقاضا و نیاز به انطباق با استانداردهای ایمنی و عملکرد از ویژگی‌های متمایز زنجیره تأمین در صنعت محصولات ورزشی است.

کاربردهای زنجیره تأمین محصولات ورزشی شامل مدیریت جریان مواد، هماهنگی میان تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان، برنامه‌ریزی تولید، مدیریت موجودی و توزیع مؤثر به بازارهای هدف است (چین، ۲۰۰۴؛ لپل‌کویست^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین طراحی زنجیره‌های حلقوی و پایدار با هدف کاهش ضایعات و بازیافت مواد، به‌ویژه در محصولات دارای قطعات پلاستیکی و مواد کامپوزیتی، اهمیت زیادی یافته است (بادلو^۳، ۲۰۱۸؛ سوبی و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از فناوری‌های نوین و سیستم‌های اطلاعاتی بهینه، امکان ردیابی محصولات، پیش‌بینی تقاضا و پاسخ سریع به تغییرات محیطی و بازار را فراهم می‌آورد.

¹ Roscoe & Baker

² Appelqvist

³ Badlou

مزایای به کارگیری زنجیره تأمین بهینه در صنعت محصولات ورزشی شامل کاهش هزینه‌های تولید و توزیع، افزایش کیفیت محصولات، بهبود سرعت تحویل، افزایش رضایت مشتری و ارتقای انعطاف‌پذیری در مواجهه با نوسانات بازار است (روسکو و بیکر، ۲۰۱۴؛ چین^۱، ۲۰۰۴). همچنین بهره‌گیری از رویکردهای پایدار و طراحی حلقوی می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی محصولات ورزشی منجر شود و به بهبود تصویر برند و مزیت رقابتی در بازار کمک کند (سوبی^۲ و همکاران، ۲۰۰۹؛ بادل، ۲۰۱۸). این ویژگی‌ها باعث می‌شود زنجیره تأمین محصولات ورزشی هم از منظر اقتصادی و هم از منظر محیط‌زیستی کارآمد و ارزش‌آفرین باشد.

زنجیره‌های تأمین تحت تأثیر فناوری‌های مختلف علی‌الخصوص فناوری‌های نسل چهارم قرار دارند. فناوری‌های نسل چهارم، که تحت عنوان «صنعت ۴.۰» شناخته می‌شوند، مجموعه‌ای از فناوری‌های دیجیتال، هوشمند و متصل هستند که فرآیندهای تولید، خدمات و مدیریت زنجیره تأمین را متحول می‌کنند (اوزتمل و گورسف، ۲۰۲۰؛ گیلکریست، ۲۰۱۶). این فناوری‌ها شامل اینترنت اشیا، سیستم‌های سایبری-فیزیکی، کلان داده، هوش مصنوعی، رباتیک پیشرفته، چاپ سه‌بعدی و واقعیت افزوده می‌شوند و هدف آن‌ها ایجاد یک محیط تولید و مدیریت هوشمند، منعطف و پویا است که قادر به واکنش سریع نسبت به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان باشد (فرلنک و همکاران، ۲۰۱۹). به عبارت دیگر، فناوری‌های نسل چهارم امکان یکپارچه‌سازی فرآیندهای فیزیکی و دیجیتال، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها به صورت بلادرنگ و تصمیم‌گیری مبتنی بر اطلاعات دقیق را فراهم می‌کنند.

مزایای استفاده از فناوری‌های نسل چهارم گسترده و چندبعدی است. این فناوری‌ها باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها، ارتقای کیفیت محصولات، انعطاف‌پذیری در تولید، بهبود هماهنگی و شفافیت زنجیره تأمین، و کاهش خطاهای انسانی می‌شوند (انصاری و همکاران، ۲۰۲۳؛ دالمارکو و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، توانایی پیش‌بینی اختلالات، بهبود زمان واکنش به نیازهای بازار و افزایش تاب‌آوری سازمان‌ها از دیگر مزایای این فناوری‌هاست. از این رو، پیاده‌سازی موفق فناوری‌های نسل چهارم می‌تواند مزیت رقابتی پایدار برای شرکت‌ها و صنایع ایجاد کند (دوزاس و ساریگولوف، ۲۰۱۷).

کاربردهای فناوری‌های نسل چهارم نیز در صنایع مختلف به‌طور گسترده مشاهده می‌شود. در تولید، استفاده از ربات‌های خودکار، چاپ سه‌بعدی و تحلیل داده‌های پیشرفته باعث بهینه‌سازی خطوط تولید و کاهش ضایعات می‌شود. در زنجیره تأمین، اینترنت اشیا و سیستم‌های هوشمند، ردیابی دقیق کالاها، هماهنگی بهتر میان بخش‌ها و افزایش سرعت پاسخ‌دهی به اختلالات را ممکن می‌سازند (فرانک و همکاران، ۲۰۱۹؛ دالمارکو و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین در مدیریت کیفیت و خدمات، فناوری‌های نسل چهارم به شرکت‌ها امکان می‌دهد داده‌های مشتریان و عملکرد فرایندها را تحلیل کرده و تصمیمات بهینه و مبتنی بر شواهد اتخاذ کنند، که این امر باعث بهبود رضایت مشتری و افزایش پایداری کسب‌وکار می‌شود (اوزتمل و گورسف، ۲۰۲۰). در ادامه تحقیقاتی که در حوزه زنجیره تأمین و فناوری‌های نسل چهارم انجام شده مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

ملکی، نصرالهی و محمدی (۲۰۲۵) به شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌هایی پرداختند که آینده زنجیره تأمین حوزه سلامت را تحت تأثیر قرار می‌دهند و تمرکز اصلی آن‌ها بر نقش فناوری‌های نسل چهارم در این تحول است. محققان با استفاده از رویکرد آینده‌پژوهی و به کارگیری روش‌های خبره‌محور، تلاش کرده‌اند عوامل کلیدی اثرگذار بر آینده زنجیره تأمین سلامت را شناسایی کنند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، تحلیل داده‌های

¹ Chin

² Subie

بزرگ، رباتیک و سیستم‌های هوشمند در آینده نقش اساسی در افزایش شفافیت، بهبود رهگیری کالا و تجهیزات پزشکی، پیش‌بینی نیازها، ارتقای مدیریت موجودی و افزایش سرعت واکنش زنجیره تأمین خواهند داشت. همچنین مشخص شد که عواملی همچون زیرساخت‌های دیجیتال، قوانین و مقررات پشتیبان، میزان سرمایه‌گذاری سازمانی، آمادگی فناوری و مهارت نیروی انسانی از مهم‌ترین پیش‌ران‌های تعیین‌کننده آینده این زنجیره هستند. محققان بیان کردند آینده زنجیره تأمین سلامت به شدت وابسته به توسعه و ادغام فناوری‌های نسل چهارم است و برای بهره‌گیری مؤثر از ظرفیت‌های آن، لازم است سیاست‌گذاران و مدیران با برنامه‌ریزی بلندمدت، تقویت زیرساخت‌ها، توسعه سرمایه انسانی و ایجاد هماهنگی نهادی، مسیر تحول دیجیتال این حوزه را تسهیل کنند.

ولیل و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تحول همکاری و طراحی زنجیره تأمین تحت تأثیر فناوری‌های نسل چهارم پرداختند. محققان با استفاده از مرور ادبیات و تحلیل تجربی، شیوه تغییر فرایندها، ساختار و روابط میان ذی‌نفعان زنجیره تأمین را در نتیجه‌ی پذیرش فناوری‌های هوشمند مورد مطالعه قرار داده‌اند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های نسل چهارم موجب افزایش شفافیت اطلاعات، تسهیل هماهنگی میان بخش‌ها، بهبود تبادل داده‌ها و ارتقای تصمیم‌گیری مشترک می‌شوند و این امر نقش مهمی در بهبود همکاری و طراحی مؤثر زنجیره دارد. همچنین مشخص شد که این فناوری‌ها انعطاف‌پذیری زنجیره را افزایش داده و امکان پاسخ سریع به تغییرات بازار و اختلالات را فراهم می‌کنند. نتایج نشان داد که تحول مؤثر در همکاری و طراحی زنجیره تأمین نیازمند برنامه‌ریزی استراتژیک، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و توسعه مهارت‌های انسانی است تا سازمان‌ها بتوانند از مزایای فناوری‌های نسل چهارم در ارتقای کارایی، هماهنگی و تاب‌آوری زنجیره بهره‌مند شوند.

تورتولا و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی نقش فناوری‌های نسل چهارم در تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین پرداختند. محققان با استفاده از تحلیل تجربی و مرور مطالعات پیشین، تلاش کرده‌اند مشخص کنند که فناوری‌های هوشمند چگونه می‌توانند توانایی زنجیره تأمین را در پیش‌بینی، مقاومت و بازیابی در برابر اختلالات افزایش دهند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های دیجیتال با ایجاد شفافیت اطلاعاتی، بهبود سرعت واکنش، افزایش قابلیت نظارت لحظه‌ای، ارتقای خودکارسازی و تقویت تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، به شکل قابل توجهی در افزایش تاب‌آوری سازمان نقش دارند. همچنین مشخص شد که این فناوری‌ها بیشتر در افزایش توان پیش‌بینی و هماهنگی میان بخش‌های مختلف زنجیره اثرگذارند و می‌توانند شدت اثر اختلالات را کاهش دهند. باین‌حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، پیچیدگی فنی، نیاز به مهارت‌های تخصصی و مقاومت سازمانی در برابر تغییر نیز مطرح است که می‌تواند سرعت پذیرش این فناوری‌ها را محدود کند. محققان ابراز کردند که بهره‌گیری مؤثر از فناوری‌های نسل چهارم برای افزایش تاب‌آوری، مستلزم برنامه‌ریزی استراتژیک، سرمایه‌گذاری هدفمند، آموزش نیروی انسانی و ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال منسجم است تا سازمان‌ها بتوانند در محیط‌های پرتلاطم، عملکرد پایدار و قابل اتکا داشته باشند.

قادر و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر فناوری‌های نسل چهارم بر عملکرد و تاب‌آوری زنجیره تأمین پرداختند. پژوهش با استفاده از نظریه‌ی پردازش اطلاعات و دیدگاه مبتنی بر منابع، تأثیر این فناوری‌ها بر کارایی، انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری زنجیره را مورد مطالعه قرار داده است. داده‌ها از ۴۵۸ شرکت فعال در صنایع غذایی، نوشیدنی و دارویی جمع‌آوری شد و با استفاده از روش تحلیل ساختاری، روابط میان فناوری‌های نسل چهارم، تاب‌آوری و عملکرد زنجیره بررسی گردید. یافته‌ها نشان داد که پذیرش فناوری‌های نسل چهارم تأثیر مثبت و قابل توجهی بر عملکرد زنجیره دارد و تاب‌آوری زنجیره نقش واسطه‌ای میان فناوری و عملکرد را ایفا می‌کند. همچنین مشخص شد که شفافیت اطلاعاتی زنجیره نقش تقویت‌کننده دارد؛ به این معنا که هرچه شفافیت بیشتر باشد، اثر مثبت فناوری‌ها بر تاب‌آوری قوی‌تر خواهد

بود. محققان بیان کردند که بهره‌گیری از فناوری‌های نسل چهارم ضمن افزایش تاب‌آوری می‌تواند عملکرد زنجیره را بهبود بخشد، اما تحقق این امر نیازمند برنامه‌ریزی استراتژیک، فراهم کردن زیرساخت‌های مناسب و مدیریت تغییر سازمانی است.

شارما و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی نقش میانجی فناوری‌های نسل چهارم در ارتباط میان شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین و عملکرد آن پرداختند. محققان با استفاده از روش پژوهش کمی و گردآوری داده‌ها از شرکت‌های صنعتی، تأثیر فناوری‌های نسل چهارم بر بهبود فرایندهای زنجیره تأمین و ارتقای عملکرد سازمان را تحلیل کرده‌اند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های نسل چهارم از طریق خودکارسازی، تحلیل داده‌های پیشرفته، بهبود جریان اطلاعات و یکپارچگی میان بخش‌ها، اثر مثبت و قابل توجهی بر عملکرد زنجیره تأمین دارند و نقش واسطه‌ای میان شیوه‌های مدیریت زنجیره و نتایج عملکردی ایفا می‌کنند. همچنین روشن شد که بهره‌گیری مؤثر از این فناوری‌ها موجب کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت پاسخ‌دهی و بهبود کیفیت تصمیم‌گیری می‌شود. نتایج نشان داد که برای دستیابی به عملکرد بهینه زنجیره تأمین، سازمان‌ها باید برنامه‌ریزی استراتژیک، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و توسعه مهارت‌های نیروی انسانی را در دستور کار قرار دهند و ادغام فناوری‌های نسل چهارم را به‌عنوان یک عامل کلیدی در فرایندهای مدیریت زنجیره لحاظ کنند.

فاتورچیان و کاظمی (۲۰۲۱) به بررسی اثر فناوری‌های نسل چهارم بر عملکرد زنجیره تأمین پرداختند و تلاش کردند نشان دهند که پذیرش این فناوری‌ها چگونه می‌تواند کارایی، انعطاف‌پذیری و قابلیت رقابتی زنجیره تأمین را ارتقا دهد. محققان با استفاده از روش پژوهش ترکیبی و تحلیل داده‌های گردآوری‌شده از سازمان‌های صنعتی، به ارزیابی ابعاد مختلف عملکرد پرداخته‌اند و میزان تأثیر فناوری‌های هوشمند را در حوزه‌هایی مانند سرعت واکنش، کیفیت، بهره‌وری و یکپارچگی جریان اطلاعات بررسی کرده‌اند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های نسل چهارم از طریق خودکارسازی فرایندها، تحلیل داده‌های پیشرفته، ارتباطات بلادرنگ و یکپارچگی دیجیتال میان واحدها، منجر به بهبود قابل توجهی در عملکرد عملیاتی و مدیریت زنجیره تأمین می‌شوند. همچنین مشخص شد که این فناوری‌ها توان سازمان را در پیش‌بینی و مدیریت عدم قطعیت‌ها افزایش داده و موجب کاهش هزینه‌ها و ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری می‌گردند. با این حال، پژوهش اشاره می‌کند که عواملی مانند پیچیدگی تکنولوژیک، نیاز به سرمایه‌گذاری بالا، کمبود مهارت تخصصی و ناکافی بودن زیرساخت‌ها می‌تواند پیاده‌سازی را با چالش همراه سازد. نتیجه‌گیری مطالعه بیان می‌کند که برای بهره‌برداری موفق از فناوری‌های نسل چهارم و دستیابی به بهبود پایدار عملکرد، سازمان‌ها باید رویکردی استراتژیک همراه با توسعه قابلیت‌های دیجیتال، آموزش کارکنان و ایجاد زیرساخت‌های یکپارچه اتخاذ کنند.

باگ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی نقش فناوری‌های نسل چهارم در ارتقای پایداری زنجیره تأمین و ارائه یک چارچوب مفهومی در این زمینه پرداختند. محققان با بهره‌گیری از روش مرور نظام‌مند ادبیات، پژوهش‌های مرتبط را تحلیل کرده‌اند تا عوامل اثرگذار بر پایداری در پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم را شناسایی کنند. یافته‌های مطالعه نشان داد که تعداد لندکی از تحقیقات به‌طور مستقیم به رابطه میان فناوری‌های نسل چهارم و پایداری پرداخته‌اند و بیشتر پژوهش‌ها بر موضوعاتی مانند تولید، لجستیک و انبارداری هوشمند متمرکز بوده‌اند، در حالی که بعد اجتماعی پایداری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این تحلیل سیزده عامل کلیدی همچون همگرایی سیستم‌ها، استانداردسازی، سرمایه انسانی، امنیت فناوری اطلاعات، سیاست‌گذاری و تعهد مدیریتی به‌عنوان تسهیل‌کننده‌های پایداری شناسایی شدند. نتایج نهایی پژوهش بیان می‌کند که ادغام فناوری‌های نسل چهارم با مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند به تقویت پایداری منجر شود، اما تحقق آن مستلزم برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری مناسب، توسعه زیرساخت‌های فناورانه و

آموزش نیروی انسانی است. همچنین پژوهشگران تأکید می‌کنند که فرصت‌های علمی و عملی متعددی برای گسترش تحقیقات آینده در این حوزه وجود دارد.

هان (۲۰۲۰) به بررسی این موضوع پرداخته است که چگونه فناوری‌های نسل چهارم می‌توانند تحولاتی اساسی در زنجیره تأمین ایجاد کنند و چه ظرفیت‌هایی برای نوآوری در این حوزه فراهم می‌سازند. محقق با بهره‌گیری از تحلیل مفهومی و مرور ادبیات، ابعاد مختلف تأثیر فناوری‌های نوظهور بر ساختار، فرایند و عملکرد زنجیره تأمین را بررسی کرده است. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های هوشمند باعث افزایش شفافیت، سرعت واکنش، خودکارسازی، یکپارچگی داده و قابلیت پیش‌بینی در زنجیره تأمین می‌شوند و زمینه را برای بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و افزایش ارزش‌آفرینی فراهم می‌کنند. با این حال، چالش‌هایی همچون نیاز به زیرساخت‌های دیجیتال، لزوم بازطراحی فرایندها، مدیریت تغییر سازمانی، مسائل امنیت داده و کمبود مهارت‌های تخصصی نیز وجود دارد که می‌تواند پیاده‌سازی این فناوری‌ها را با دشواری مواجه کند. نتایج نشان داد که پذیرش فناوری‌های نسل چهارم به‌عنوان یک تحول ساختاری، نیازمند رویکردی استراتژیک، برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری هدفمند و توسعه قابلیت‌های انسانی و فناوریانه است تا سازمان‌ها بتوانند مزیت‌های رقابتی پایدار به‌دست آورند و از فرصت‌های نوآورانه در زنجیره تأمین بهره‌برداری کنند.

محمودی شریف و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی آینده زنجیره تأمین صنعت نفت ایران با تأکید بر عوامل داخلی پرداختند و اهمیت زنجیره تأمین در کارآمدی ارائه محصولات و خدمات را در این صنعت راهبردی مورد تأکید قرار دادند. پژوهش ماهیتی کاربردی و اکتشافی دارد و با استفاده از ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی، ابتدا ۱۶ پیشران کلیدی شناسایی شد و سپس با تحلیل تأثیر متقابل، مهم‌ترین پیشران‌ها تعیین شدند. یافته‌ها نشان داد که «سیاست‌های تأمین مالی دولت» و «برنامه‌های به‌روزرسانی تجهیزات شرکت‌های نفتی» به‌عنوان پیشران‌های اصلی مطرح هستند و بر اساس آن‌ها چهار سناریوی آینده برای زنجیره تأمین طراحی و ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این رویکرد آینده‌پژوهانه، امکان شناسایی عوامل کلیدی و طراحی سناریوهای محتمل را فراهم می‌کند و می‌تواند به تصمیم‌گیری استراتژیک و برنامه‌ریزی بلندمدت در صنعت نفت کمک کند.

دالوند و همکاران (۱۴۰۱) به آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری در حوزه ورزش با تأکید بر ریسک پرداختند. پژوهش از چارچوب «آمیخته» (کمی - کیفی) استفاده کرد و روش کلی آن اکتشافی بود؛ برای گردآوری داده‌ها به سراغ خبرگان در حوزه ورزش و سرمایه‌گذاری رفتند و نمونه‌گیری به صورت قضاوتی انجام شد. در مرحله نخست با تحلیل ادبیات و مصاحبه با خبرگان، ۱۵ ریسک سرمایه‌گذاری در صنعت ورزش شناسایی شد؛ سپس با آزمون دوجمله‌ای، ۶ ریسک حذف گردیدند. ریسک‌های باقی‌مانده با استفاده از روش «کپراس» و بر پایه معیارهای «اثربخشی»، «اهمیت» و «قطعیت» ارزیابی شدند و دو ریسک تأمین مالی و ریسک اقتصادی به‌عنوان اولویت‌های اصلی انتخاب شدند. بر پایه این دو ریسک، چهار سناریوی آینده برای سرمایه‌گذاری ورزشی طراحی شد: «دریای موج»، «جزیره خوشبختی»، «تاریک‌خانه» و «فضای کسب و کار ناسالم». سناریوی «جزیره خوشبختی» به‌عنوان سناریوی خوش‌بینانه و سناریوی «تاریک‌خانه» به‌عنوان سناریوی بدبینانه در نظر گرفته شدند. نتیجه‌ی پژوهش این بود که برای مدیریت ریسک و پایداری سرمایه‌گذاری در صنعت ورزش، لازم است تأمین مالی پایدار و تنوع در تأمین مالی و برنامه‌ریزی اقتصادی مدنظر قرار گیرد.

پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که زنجیره تأمین محصولات ورزشی به دلیل ویژگی‌هایی مانند تنوع محصولات، فصلی بودن تقاضا، پیچیدگی شبکه تولید و توزیع، و وابستگی به چند کشور محدود، با چالش‌های قابل توجهی در زمینه کارایی، انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری مواجه است. فناوری‌های نسل چهارم یا Industry 4.0، شامل اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، تحلیل کلان‌داده، رباتیک پیشرفته و سیستم‌های سایبری-فیزیکی، با افزایش شفافیت، خودکارسازی،

هماهنگی و پیش‌بینی‌پذیری، توانسته‌اند نقش مهمی در بهبود عملکرد و تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین در صنایع مختلف ایفا کنند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند ضمن کاهش خطاها و هزینه‌ها، ارتقای کیفیت محصولات، افزایش انعطاف‌پذیری و تقویت همکاری میان ذی‌نفعان، مزیت رقابتی پایدار ایجاد کنند. همچنین، رویکردهای آینده‌پژوهانه در صنایع دیگر مانند نفت و سلامت به شناسایی پیشران‌ها و طراحی سناریوهای محتمل برای مدیریت عدم قطعیت و برنامه‌ریزی استراتژیک کمک کرده‌اند.

با این حال، تحقیقات پیشین عمدتاً به صنایع عمومی یا بخش‌های محدود پرداخته‌اند و مطالعات آینده‌پژوهانه ویژه زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم و شناسایی پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های کلیدی، به‌طور جامع کمتر انجام شده است. نوآوری پژوهش حاضر در این است که با بهره‌گیری از رویکرد آینده‌پژوهانه، ضمن شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های تأثیرگذار بر زنجیره تأمین محصولات ورزشی، عدم قطعیت‌ها و عوامل کلیدی مرتبط با فناوری‌های نسل چهارم را تحلیل می‌کند. این رویکرد، امکان طراحی سناریوهای عملی و راهبردی برای مدیران و سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد تا بتوانند زنجیره تأمین را به‌سوی ساختاری هوشمند، منعطف، تاب‌آور و رقابت‌پذیر هدایت کنند، که وجه تمایز اصلی این پژوهش با مطالعات پیشین به شمار می‌رود.

روش‌شناسی تحقیق

هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و تحلیل پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز ویژه بر فناوری‌های نسل چهارم است. برای این منظور، از روش‌های کمی-قضایاتی شامل دلفی فازی و تکنیک کوکوسو برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی پیشران‌ها استفاده شد و همزمان با مصاحبه با گروه‌های کانونی، راهکارهای کاربردی مرتبط با پیشران‌ها استخراج گردید. روش دلفی فازی برای غربالگری اولیه پیشران‌ها و کوکوسو جهت ارزیابی و تعیین رتبه نهایی آن‌ها به کار گرفته شد. با توجه به ترکیب روش‌های کمی و کیفی مورد استفاده، پژوهش حاضر دارای رویکرد آمیخته است. همچنین، با توجه به اهمیت و کاربرد نتایج در مدیریت زنجیره تأمین محصولات ورزشی، این مطالعه از منظر کاربردی نیز قابل طبقه‌بندی است.

برای گردآوری داده‌ها، از پرسشنامه استفاده شد. پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی از طریق مرور تحقیقات مرتبط با زنجیره تأمین و فناوری‌های نسل چهارم استخراج گردید. برای ارزیابی این پیشران‌ها، دو نوع پرسشنامه طراحی و بین خبرگان توزیع شد: پرسشنامه غربال فازی به منظور سنجش نظر خبرگان و پرسشنامه اولویت‌سنجی کوکوسو برای تعیین اهمیت و رتبه‌بندی پیشران‌ها. پرسشنامه غربال با روش دلفی فازی و پرسشنامه اولویت‌سنجی با تکنیک کوکوسو تحلیل شد. از آنجا که پیشران‌ها بر پایه مرور پیشینه علمی داخلی و بین‌المللی معتبر استخراج شده‌اند، هر دو پرسشنامه از روایی بالا و مناسب برخوردار بودند. همچنین، با توجه به تعداد نمونه ۱۵ نفره و انجام فرآیند غربالگری پیشران‌ها، پرسشنامه اولویت‌سنجی پایایی مطلوبی داشت. اندازه نمونه انتخاب‌شده برای روش‌های خبره‌محور قضایاتی نیز عدد مناسبی تلقی می‌شود.

برای تأمین روایی پرسشنامه‌ها، از ترکیب روش‌های کیفی و کمی شامل روایی محتوایی استفاده شد. بدین منظور، پرسشنامه‌های غربالگری دلفی فازی و اولویت‌سنجی کوکوسو در اختیار ۵ نفر از خبرگان غیرعضو در نمونه اصلی قرار گرفت و بر اساس بازخورد آنان اصلاحات لازم در عبارت‌بندی دو گویه و حذف یک گویه تکراری انجام شد. برای سنجش کمی روایی محتوایی، شاخص نسبت روایی محتوایی محاسبه گردید که مقدار CVR برای تمامی گویه‌ها بالاتر از ۰/۹

بود. جهت سنجش پایایی، از روش بازآزمایی با فاصله دو هفته برای پرسشنامه کوکوسو استفاده شد که ضریب همبستگی اسپیرمن برای شاخص‌های شش‌گانه ارزیابی بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۴ محاسبه گردید. همچنین برای پرسشنامه دلفی فازی با توجه به ماهیت یک‌مرحله‌ای آن، پایایی با روش توافق بین خبرگان و محاسبه ضریب توافق کندال به میزان ۰/۸۶ مورد تأیید قرار گرفت.

خبرگان حاضر در پژوهش شامل مدیران و مشاوران فناوری فعال در زنجیره تأمین، به‌ویژه زنجیره تأمین ورزش و نیز اعضای هیئت علمی با حداقل مرتبه دانشجویی و تخصص در حوزه‌های آینده‌نگاری و فناوری‌های نسل چهارم بودند. نمونه‌گیری به روش قضاوتی انجام شد و افراد بر اساس خبرگی و تجربه در حوزه‌های آینده‌پژوهی، فناوری‌های نسل چهارم و زنجیره تأمین انتخاب شدند.

خبرگان شرکت‌کننده در این پژوهش از دو گروه اصلی انتخاب شدند: گروه اول شامل مدیران و مشاوران فعال در حوزه زنجیره تأمین صنعت ورزش بودند که دارای حداقل ۱۰ سال سابقه کار اجرایی در شرکت‌های تولیدکننده و توزیع‌کننده تجهیزات ورزشی بودند. گروه دوم اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های کشور با مرتبه علمی دانشجویی و بالاتر در رشته‌های مدیریت صنعتی، آینده‌پژوهی و فناوری اطلاعات بودند که سابقه تدریس و تحقیق در زمینه صنعت ۴۰ و زنجیره تأمین را دارا بودند. نمونه‌گیری به روش قضاوتی هدفمند انجام شد و برای اطمینان از تنوع دیدگاه‌ها، خبرگان از پنج استان مختلف کشور (تهران، اصفهان، خراسان رضوی، فارس و خوزستان) انتخاب شدند. میانگین سابقه کاری خبرگان ۱۷ سال و میانگین سابقه فعالیت تخصصی آنان در حوزه مرتبط با پژوهش ۱۲ سال بود. از مجموع ۱۵ خبره، ۱۱ نفر دارای مدرک دکتری تخصصی و ۴ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد با تجربه اجرایی برجسته بودند. همچنین، ۹ نفر از خبرگان سابقه همکاری با صنعت ورزش در سطح ملی و ۶ نفر دارای تجربه بین‌المللی در حوزه فناوری‌های دیجیتال بودند. پژوهش در چهار مرحله اجرا شد:

شناسایی پیشران‌ها: استخراج پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم از طریق مرور ادبیات.

غربال پیشران‌ها: ارزیابی اولیه پیشران‌ها با به‌کارگیری روش دلفی فازی و توزیع پرسشنامه‌های خبره‌سنجی.

اولویت‌بندی پیشران‌ها: تعیین مهم‌ترین پیشران‌ها با استفاده از تکنیک کوکوسو.

ارائه راهکارها: تدوین راهکارهای بهبود استفاده از فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین محصولات ورزشی با مصاحبه گروه‌های کانونی.

این ساختار چهارمرحله‌ای، فرآیند شناسایی، ارزیابی و به‌کارگیری پیشران‌ها را به صورت سیستماتیک و مبتنی بر تجربه خبرگان فراهم می‌آورد و امکان ارائه توصیه‌های عملی و کاربردی برای بهبود زنجیره تأمین را ایجاد می‌کند.

در این پژوهش، روش دلفی فازی برای غربالگری پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی به‌کار گرفته شد. در الگوریتم دلفی فازی، نخست لازم است یک طیف فازی مناسب برای فازی‌سازی عبارات زبانی خبرگان تعیین شود. برای این منظور می‌توان از طیف‌های فازی متداول استفاده کرد. در مطالعه حاضر، از طیف لیکرت پنج درجه‌ای بهره گرفته شده است که جزئیات آن در جدول شماره یک ارائه شده است (حییبی، جهان‌تیغ و سرفرازی، ۲۰۱۵).

جدول شماره ۱. طیف پنج درجه فازی

متغیر کلامی	معادل فازی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	۱	(۰, ۰, ۰/۲۵)
کم	۲	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
متوسط	۳	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)
زیاد	۴	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
خیلی زیاد	۵	(۰/۷۵, ۱, ۱)

پس از غربال پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم، گام بعدی رتبه‌بندی پیشران‌ها است. در این پژوهش، از تکنیک کوکوسو برای تعیین رتبه پیشران‌ها استفاده شد. این روش با ترکیب اطلاعات به‌دست آمده از روش‌های بهترین بدترین فازی و واسپاس فازی، امکان رتبه‌بندی دقیق پیشران‌ها را فراهم می‌آورد و به‌عنوان یکی از جدیدترین و قابل اعتمادترین تکنیک‌های رتبه‌بندی شناخته می‌شود. شاخص‌هایی که برای ارزیابی پیشران‌ها در نظر گرفته شدند عبارتند از: شدت اهمیت پیشران، میزان تخصص خبرگان در زمینه پیشران مورد نظر، درجه عدم قطعیت پیشران، سطح کنترل سیاست‌گذاران بر پیشران، ارتباط پیشران با حوزه زنجیره تأمین ورزش، و اثرگذاری پیشران.

این شاخص‌ها از طریق مصاحبه با گروه‌های کانونی استخراج شدند و همه دارای ماهیت مثبت و افزایشی هستند؛ به این معنا که هرچه امتیاز خبرگان برای یک شاخص بیشتر باشد، اولویت و اهمیت پیشران بالاتر خواهد بود.

در این پژوهش، برای تمامی شش شاخص ارزیابی شامل شدت اهمیت پیشران، میزان تخصص خبرگان، درجه عدم قطعیت، سطح کنترل سیاست‌گذاران، ارتباط با حوزه زنجیره تأمین ورزشی و اثرگذاری پیشران، وزن برابر در نظر گرفته شد. علت این انتخاب، ماهیت اکتشافی و آینده‌پژوهانه پژوهش است که در آن تمامی شاخص‌ها از اهمیت یکسانی برای ارزیابی پیشران‌ها برخوردارند و هیچ‌یک بر دیگری برتری ذاتی ندارد. به عبارت دیگر، از آنجا که پیشران‌های زنجیره تأمین در حوزه آینده‌پژوهی دارای ابعاد چندگانه و به هم پیوسته هستند و انتخاب وزن‌های ترجیحی برای شاخص‌ها می‌توانست به سوگیری در نتایج منجر شود، رویکرد وزن برابر به‌عنوان یک راهبرد بی‌طرفانه برای جلوگیری از اعمال نظر شخصی تصمیم‌گیرنده و افزایش عینیت تحلیل انتخاب گردید. این رویکرد در پژوهش‌های پیشین آینده‌پژوهی و به‌ویژه در کاربرد تکنیک کوکوسو در شرایط عدم قطعیت بالا، مورد تأیید و استفاده قرار گرفته است. همچنین شاخص «درجه عدم قطعیت» در این پژوهش به‌عنوان یک شاخص مثبت تلقی شده است؛ بدین معنا که هرچه یک پیشران با عدم قطعیت بیشتری همراه باشد، از اهمیت و اولویت بالاتری برای مطالعه و برنامه‌ریزی برخوردار خواهد بود. این رویکرد مبتنی بر منطق آینده‌پژوهی است که در آن، پیشران‌های دارای عدم قطعیت بالا و در عین حال تأثیرگذار، نیازمند توجه بیشتر و تحلیل عمیق‌تر برای کاهش ابهامات و آمادگی در مواجهه با سناریوهای محتمل هستند. بنابراین، در فرآیند رتبه‌بندی پیشران‌ها با تکنیک کوکوسو، پیشرانی که دارای درجه عدم قطعیت بالاتری است، امتیاز بیشتری کسب می‌کند و به‌عنوان عاملی که نیازمند برنامه‌ریزی و طراحی سناریوی بیشتری است، در اولویت بالاتر قرار می‌گیرد.

مراحل اجرای روش کوکوسو در این مطالعه مطابق با منابع زارع بهنمیری و همکاران (۱۴۰۲) و عربی و همکاران (۲۰۲۴) انجام شد.

گام اول: در این مرحله نظر خبرگان در باب اهمیت پیشران‌های پژوهش در طیف ۱۰ تایی جمع‌آوری می‌شود.

گام دوم: در این مرحله مقادیر ماتریس تصمیم با روش فازی نرمال می‌شوند.

گام سه و چهارم: در این گام بر اساس فرمول‌های زیر مقادیر جمع وزنی (S_i) و ضرب وزنی (P_i) برای هر گزینه بدست می‌آید. در دو رابطه زیر، W_j وزن شاخص‌ها است که به عنوان ورودی وارد روش کوکوسو شده است. مقادیر S_i از روش SAW و مقادیر P_i از روش واسپاس اقتباس شده است.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}),$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j},$$

گام چهارم: در این قسمت امتیاز گزینه‌ها بر اساس سه راهبرد از سه رابطه زیر بدست می‌آید. رابطه نخست، میانگین حسابی امتیازات WSM و WPM را توصیف می‌کند، در حالی که فرمول دوم در قیاس با بهترین‌ها، نمرات نسبی WSM و WPM را بیان می‌کند. رابطه سوم مصالحه‌ای بین مدل‌های WSM و WPM است. در این رابطه λ توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود، اما در حالت ۰/۵ انعطاف زیادی وجود دارد.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)},$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i},$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i)}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1.$$

گام پنجم: در این بخش بر اساس رابطه زیر امتیاز نهایی بدست می‌آید. در حقیقت این رابطه بیانگر مجموع میانگین هندسی و میانگین حسابی سه راهبرد مرحله قبلی می‌باشد. امتیاز (k_i) هر گزینه‌ای بالاتر باشد، حکایت از برتری آن گزینه دارد.

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}).$$

در مرحله نهایی، راهکارهای به‌کارگیری مؤثر فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین محصولات ورزشی با بهره‌گیری از مصاحبه با گروه‌های کانونی تدوین شد. مصاحبه با گروه‌های کانونی یکی از روش‌های رایج در آینده‌پژوهی برای

توسعه سناریوها و استخراج راهکارها محسوب می‌شود و مبتنی بر مصاحبه مشارکتی و گفتگوی گروهی متمرکز است. هدف این روش فراهم آوردن فضایی است که افراد بتوانند بدون احساس تهدید یا فشار، دیدگاه‌های خود را در رابطه با یک موضوع مشخص مطرح کنند (نیومبا و همکاران، ۲۰۱۸).

یک گروه کانونی معمولاً شامل ۶ تا ۱۲ نفر است؛ در این پژوهش، هفت خبره در جلسه هم‌اندیشی شرکت داشتند. اعضا در یک مکان گرد هم می‌آیند و پیرامون موضوعی مشترک به بحث و تبادل نظر می‌پردازند. مدیر جلسه نقش هدایت‌کننده بحث را بر عهده دارد و مسئولیت دارد که از انحراف موضوع جلوگیری کند و فضایی امن و آزاد برای بیان نظرات افراد ایجاد نماید، به گونه‌ای که همه بتوانند آزادانه دیدگاه‌های خود را بیان کنند.

غربال و اولویت‌بندی پیشران‌ها

مرور منابع در این پژوهش با هدف شناسایی جامع پیشران‌های مؤثر بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم انجام شد. بدین منظور، پایگاه‌های علمی معتبر داخلی نظیر مگیران، نورمگز و علم نت و همچنین پایگاه‌های بین‌المللی شامل ScienceDirect، Web of Science، Scopus و Google Scholar با کلیدواژه‌های ترکیبی «زنجیره تأمین محصولات ورزشی»، «فناوری‌های نسل چهارم»، «صنعت ۴.۰»، «آینده پژوهی»، «اینترنت اشیا»، «بلاک چین» و «هوش مصنوعی» در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ مورد جستجوی سیستماتیک قرار گرفتند. پس از اعمال معیارهای ورود شامل مقالات نمایه‌شده در مجلات معتبر، پژوهش‌های مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین و فناوری‌های دیجیتال، و حذف مطالعات غیرمرتبط یا فاقد دسترسی کامل، در نهایت ۴۷ منبع علمی برای تحلیل عمیق انتخاب شدند.

استخراج پیشران‌ها با رویکرد تحلیل محتوای کیفی و با استفاده از روش کدگذاری باز و محوری انجام گرفت. در این فرایند، ابتدا تمامی عوامل و مفاهیم مرتبط با آینده زنجیره تأمین و فناوری‌های نسل چهارم از منابع منتخب استخراج و کدگذاری شدند، سپس کدهای مشابه در دسته‌های مفهومی ادغام و نهایتاً با برگزاری جلسات گروهی با حضور سه تن از خبرگان پژوهش، پیشران‌های اولیه به ۲۵ عامل کلیدی تقلیل یافتند. این پیشران‌ها در شش گروه کلی شامل فناوریانه، مدیریتی، زیرساختی، بازارمحور، سیاست‌گذاری و منابع انسانی طبقه‌بندی شدند.

جدول ۲. پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی

پیشران‌های پژوهش	منابع
پذیرش هوش مصنوعی برای پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی تجهیزات ورزشی	ملکی، نصرالهی و محمدی (۱۴۰۴)؛ انصاری و همکاران (۲۰۲۳)
استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل	ملکی، نصرالهی و محمدی (۱۴۰۴)؛ گیلکریست (۲۰۱۶)
یکپارچه‌سازی سیستم‌های سایبری-فیزیکی (CPS) برای مدیریت هوشمند انبارها و لجستیک ورزشی	دالوند و همکاران (۱۴۰۱)؛ دوزس و سارایگولوف (۲۰۱۷)
تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی	تابش مفرد و همکاران (۱۴۰۲)؛ اوزتیل و گورسف (۲۰۲۰)
رباتیک پیشرفته در تولید و بسته‌بندی تجهیزات ورزشی	دالوند و همکاران (۱۴۰۱)؛ فرانک و همکاران (۲۰۱۹)

چاپ سه‌بعدی برای تولید تجهیزات سفارشی ورزشی	تابش مفرد و همکاران (۱۴۰۲)؛ گیلکریست (۲۰۱۶)
سیستم‌های خودکار لجستیک و انبارداری برای مدیریت موجودی باشگاه‌ها و فروشگاه‌های ورزشی	فاتورچیان و کاظمی (۱۴۰۰)؛ فرانک و همکاران (۲۰۱۹)
دیجیتالی‌سازی فرایندهای سفارش، پرداخت و مدیریت توزیع تجهیزات ورزشی	احمدی و همکاران (۱۳۹۸)؛ انصاری و همکاران (۲۰۲۳)
فناوری واقعیت افزوده و واقعیت مجازی برای آموزش و نمایش محصولات ورزشی	دالوند و همکاران (۱۴۰۱)؛ رامشه و همکاران (۱۴۰۳)
سیستم‌های اتوماسیون تولید برای افزایش سرعت و دقت در تولید تجهیزات ورزشی	فاتورچیان و کاظمی (۱۴۰۰)؛ شارما و همکاران (۲۰۲۲)
یکپارچه‌سازی فروش آنلاین با سیستم‌های هوشمند مدیریت موجودی ورزشی	هان (۲۰۲۰)؛ هافمن و همکاران (۲۰۱۹)
الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی	ملکی، نصراله‌هی و محمدی (۱۴۰۴)؛ انصاری و همکاران (۲۰۲۳)
سیستم‌های ERP مبتنی بر صنعت ۴.۰ برای هماهنگی فرایند تولید و توزیع ورزش	احمدی و همکاران (۱۳۹۸)؛ گیلکریست (۲۰۱۶)
رصد و تحلیل داده‌های لحظه‌ای بازار تجهیزات ورزشی برای تصمیم‌گیری زنجیره	قادر و همکاران (۱۴۰۱)؛ ایوانوف و همکاران (۲۰۱۹)
شبکه‌های حسگر هوشمند برای کنترل کیفیت محصولات ورزشی در تولید و انبار	ملکی، نصراله‌هی و محمدی (۱۴۰۴)؛ فرانک و همکاران (۲۰۱۹)
فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی	مالکی و همکاران (۲۰۲۵)؛ باگ و همکاران (۲۰۲۱)
نرم‌افزارهای شبیه‌سازی دیجیتال برای طراحی زنجیره تأمین ورزشی	وایل و همکاران (۲۰۲۴)؛ وایل و همکاران (۲۰۲۴)
سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی	تابش مفرد و همکاران (۱۴۰۲)؛ فرانک و همکاران (۲۰۱۹)
شبکه‌های اتوماسیون خرید و تأمین مواد اولیه ورزش	احمدی و همکاران (۱۳۹۹)؛ انصاری و همکاران (۲۰۲۳)
فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی	ملکی، رامشه و همکاران (۱۴۰۲)
سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند برای مدیریت توزیع و انبار ورزشی	قادر و همکاران (۱۴۰۱)؛ شارما و همکاران (۲۰۲۲)
ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع	هان (۲۰۲۰)؛ هافمن و همکاران (۲۰۱۹)
ابزارهای دیجیتال همکاری میان واحدهای تولید و فروش تجهیزات ورزشی	وایل و همکاران (۲۰۲۴)؛ وایل و همکاران (۲۰۲۴)
سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی	دالوند و همکاران (۱۴۰۱)؛ تورتولا و همکاران (۲۰۲۲)
توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و سرمایه انسانی برای پذیرش فناوری در زنجیره تأمین ورزشی	باگ و همکاران (۲۰۲۱)؛ احمدی و همکاران (۱۳۹۹)

پس از شناسایی ۲۵ پیشران اولیه، فرایند غربال‌گری با استفاده از روش دلفی فازی در یک مرحله انجام شد. در این مرحله، پرسشنامه‌ای شامل ۲۵ پیشران با طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت فازی شده بین ۱۵ نفر از خبرگان توزیع گردید. از خبرگان خواسته شد تا اهمیت هر یک از پیشران‌ها را در آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی بر اساس تخصص و تجربه خود ارزیابی نمایند. برای تعیین حد آستانه پذیرش پیشران‌ها، عدد دیفازی بزرگ‌تر از ۰/۷ در نظر گرفته شد. بر اساس این معیار، از میان ۲۵ پیشران اولیه، تعداد ۸ پیشران که دارای عدد دیفازی بالاتر از ۰/۷ بودند، به عنوان پیشران‌های کلیدی انتخاب و مابقی حذف شدند. با توجه به اینکه در این روش، غربال‌گری بر اساس یک مرحله جمع‌آوری نظر و با استفاده از حد آستانه مشخص انجام می‌پذیرد و نیازی به دورهای متوالی برای رسیدن به اجماع نیست، فرایند دلفی فازی در همین یک مرحله به پایان رسید. این رویکرد مبتنی بر مبانی نظری دلفی فازی است که در آن با بهره‌گیری از اعداد فازی و حد آستانه از پیش تعیین‌شده، نیازی به تکرار دورهای متوالی نمی‌باشد.

جدول شماره سه شامل لیست پیشران‌های غربال شده نهایی به همراه مقادیر عدد دیفازی مربوطه است و دیدگاهی روشن از پیشران‌هایی ارائه می‌دهد که بیشترین تأثیر را بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم خواهند داشت.

جدول ۳. غربال فازی پیشران‌های پژوهش

پیشران‌های پژوهش	میانگین نظرات خبرگان			عدد دیفازی شده
	حد بالا	میان	حد پایین	
پذیرش هوش مصنوعی برای پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی تجهیزات ورزشی	۰/۶۷	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۶۱
استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۸۱
یکپارچه‌سازی سیستم‌های سایبری-فیزیکی (CPS) برای مدیریت هوشمند انبارها و لجستیک ورزشی	۰/۶۶	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۹
تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۸۶
رباتیک پیشرفته در تولید و بسته‌بندی تجهیزات ورزشی	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۶۱
چاپ سه‌بعدی برای تولید تجهیزات سفارشی ورزشی	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۸
سیستم‌های خودکار لجستیک و انبارداری برای مدیریت موجودی باشگاه‌ها و فروشگاه‌های ورزشی	۰/۵۵	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۴۹
دیجیتالی‌سازی فرایندهای سفارش، پرداخت و مدیریت توزیع تجهیزات ورزشی	۰/۶۳	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۵۶
فناوری واقعیت افزوده و واقعیت مجازی برای آموزش و نمایش محصولات ورزشی	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۵	۰/۵۷

سیستم‌های اتوماسیون تولید برای افزایش سرعت و دقت در تولید تجهیزات ورزشی	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۷۱	۰/۶۶
یکپارچه‌سازی فروش آنلاین با سیستم‌های هوشمند مدیریت موجودی ورزشی	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۵۴
الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۹	۰/۸۴
سیستم‌های ERP مبتنی بر صنعت ۴.۰ برای هماهنگی فرایند تولید و توزیع ورزش	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۵۸
رصد و تحلیل داده‌های لحظه‌ای بازار تجهیزات ورزشی برای تصمیم‌گیری زنجیره	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۴۸
شبکه‌های حسگر هوشمند برای کنترل کیفیت محصولات ورزشی در تولید و انبار	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۴۳	۰/۳۷
فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۷۸
نرم‌افزارهای شبیه‌سازی دیجیتال برای طراحی زنجیره تأمین ورزشی	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۵۱
سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۷۹
شبکه‌های اتوماسیون خرید و تأمین مواد اولیه ورزش	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۵۹
فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی	۰/۷۳	۰/۸	۰/۸۵	۰/۷۹
سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند برای مدیریت توزیع و انبار ورزشی	۰/۴۴	۰/۵	۰/۵۷	۰/۵
ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۸۲
ابزارهای دیجیتال همکاری میان واحدهای تولید و فروش تجهیزات ورزشی	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۵۸
سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی	۰/۷	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۷۵
توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و سرمایه انسانی برای پذیرش فناوری در زنجیره تأمین ورزشی	۰/۵۶	۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۶۲

در گام بعدی پژوهش، پیشران‌هایی که در مرحله غربالگری باقی مانده بودند، با بهره‌گیری از تکنیک کوکوسو مورد رتبه‌بندی قرار گرفتند. در این راستا، خبرگان پژوهش میزان اهمیت هر یک از پیشران‌ها را بر اساس مجموعه‌ای از شاخص‌های پنج‌گانه و در قالب یک مقیاس ده‌درجه‌ای ارزیابی کردند. بر مبنای دیدگاه‌های ۱۵ نفر از خبرگان، ماتریس تصمیم پژوهش شکل گرفت. به‌منظور تجمیع نظرات، داده‌های حاصل از پرسشنامه‌های اولویت‌بندی با استفاده از

میانگین حسابی تلفیق شدند. سپس، مطابق با مرحله دوم روش کوکوسو، داده‌ها با رویکرد فازی نرمال‌سازی گردیدند. مقادیر نهایی مربوط به ماتریس نرمال‌شده پیشران‌های تحقیق در جدول شماره ۴ ارائه شده است. شاخص‌های مورد استفاده در این مرحله شامل میزان اهمیت پیشران، سطح تخصص خبرگان مرتبط با هر پیشران، درجه عدم قطعیت آن، میزان قابلیت کنترل پیشران توسط سیاست‌گذاران، میزان ارتباط آن با حوزه زنجیره تأمین ورزش و نیز شدت اثرگذاری پیشران است. در این پژوهش، برای تمامی شاخص‌ها وزن برابر در نظر گرفته شد.

جدول ۴. ماتریس نرمال پیشران‌های آینده زنجیره تأمین

اثرگذاری پیشران	ارتباط پیشران با حوزه زنجیره تأمین	سطح کنترل سیاست‌گذاران	درجه عدم قطعیت پیشران	میزان تخصص خبرگان	شدت اهمیت	پیشران‌های پژوهش
1	1	1	0.892	1	1	استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل
0.244	0.359	0.419	0.231	0.229	0.17	تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی
0.209	0.203	0.309	0.313	0.212	0.102	الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی
0.778	0.856	0.846	1	0.894	0.923	فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی
0.587	0.73	0.603	0.504	0.485	0.738	سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی
0.128	0.157	0.086	0.067	0.021	0	فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی
0	0	0	0	0	0.17	ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع
0.362	0.568	0.499	0.291	0.432	0.341	سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی

با اتکا به مقادیر حاصل از ماتریس نرمال‌شده، محاسبه ماتریس‌های جمع وزنی (S) و ضرب وزنی (P) مطابق روابط ارائه‌شده در مرحله سوم روش کوکوسو انجام می‌گیرد. در این راستا، جدول شماره ۵ مقادیر مربوط به ماتریس جمع وزنی پیشران‌های مؤثر بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تأکید بر فناوری‌های نسل چهارم را نمایش می‌دهد. عناصر این ماتریس از حاصل ضرب داده‌های ماتریس نرمال در وزن شاخص‌های ارزیابی استخراج شده‌اند. در این پژوهش، وزن تمامی شاخص‌ها به صورت یکسان و برابر با $1/۱۶۷$ لحاظ شده است که این مقدار از تقسیم عدد یک بر تعداد شش شاخص به دست آمده است. در مرحله نهایی، مقادیر این ماتریس به منظور محاسبه شاخص S با یکدیگر

تلفیق می‌شوند؛ به گونه‌ای که شاخص S از مجموع سطری عناصر ماتریس جمع وزنی حاصل می‌شود. این شاخص، مشابه مفهوم مطلوبیت گزینه‌ها در روش SAW، بیانگر میزان برتری نسبی هر پیشران است.

جدول ۵. ماتریس جمع وزنی (S) برای پیشران‌های آینده زنجیره تأمین

شاخص S	اثرگذاری پیشران	ارتباط پیشران با حوزه زنجیره تأمین	سطح کنترل سیاست‌گذاران	درجه عدم قطعیت پیشران	میزان تخصص خبرگان	شدت اهمیت	پیشران‌های پژوهش
0.978	0.166	0.166	0.166	0.148	0.166	0.166	استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل
0.275	0.041	0.06	0.07	0.038	0.038	0.028	تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی
0.224	0.035	0.034	0.051	0.052	0.035	0.017	الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی
0.878	0.129	0.142	0.14	0.166	0.148	0.153	فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی
0.606	0.097	0.121	0.1	0.084	0.081	0.123	سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی
0.075	0.021	0.026	0.014	0.011	0.003	0	فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی
0.028	0	0	0	0	0	0.028	ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع
0.414	0.06	0.094	0.083	0.048	0.072	0.057	سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی

به صورت هم‌زمان با فرآیند محاسبه ماتریس جمع وزنی، محاسبات مربوط به ماتریس ضرب وزنی (P) نیز انجام می‌پذیرد. سازوکار محاسبه این ماتریس و استخراج شاخص P، از نظر مفهومی منطبق با رویه به کاررفته در تکنیک واسپاس است. در این مرحله، برای تشکیل ماتریس ضرب وزنی، هر یک از عناصر ماتریس نرمال شده به توان وزن شاخص‌های ارزیابی رسانده می‌شود. در این پژوهش، وزن در نظر گرفته شده برای تمامی شاخص‌ها به طور یکنواخت و برابر با $0/167$ است. مقادیر نهایی حاصل از محاسبات ماتریس ضرب وزنی در جدول شماره ۶ ارائه شده‌اند.

جدول ۶. ماتریس ضرب وزنی (P) برای پیشران‌های پژوهش

شاخص P	اثرگذاری پیشران	ارتباط پیشران با حوزه زنجیره تأمین	سطح کنترل سیاست‌گذاران	درجه عدم قطعیت پیشران	میزان تخصص خبرگان	شدت اهمیت	پیشران‌های پژوهش
5.981	1	1	1	0.981	1	1	استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل
4.813	0.791	0.844	0.866	0.784	0.783	0.745	تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی
4.644	0.771	0.767	0.823	0.825	0.773	0.685	الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی
5.876	0.959	0.975	0.973	1	0.982	0.987	فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی
5.513	0.915	0.949	0.919	0.892	0.887	0.951	سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی
3.276	0.711	0.735	0.665	0.638	0.527	0	فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی
0.745	0	0	0	0	0	0.745	ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع
5.167	0.845	0.91	0.891	0.815	0.87	0.836	سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی

امتیاز نهایی پیشران‌های آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی در روش کوکوسو با استفاده از شاخص K بدست می‌آید. محاسبه شاخص K ، نیازمند محاسبه سه شاخص K_a ، K_b و K_c است. شاخص K_c از ترکیب دو شاخص K_a و K_b بدست می‌آید. مقدار λ در این پژوهش برابر با 0.5 در نظر گرفته شد که در تحقیقات پیشین بسیار متداول است. نهایتاً شاخص K از مجموع میانگین حسابی و هندسی سه شاخص K_a ، K_b و K_c محاسبه می‌شود. مقادیر مربوط به شاخص‌های چهارگانه مورد استفاده در ارزیابی پیشران‌ها بر اساس تکنیک کوکوسو، به‌همراه رتبه نهایی هر یک از پیشران‌ها، در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. شاخص‌های چهارگانه ارزیابی پیشران‌ها در کوکوسو

پیشران‌های پژوهش	K _a	K _b	K _c	K	رتبه پیشران‌های پژوهش
استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل	0.176	42.957	1	16.67367717	۱
تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی	0.129	16.282	0.731139532	6.867763378	۵
الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تخصیص بهینه منابع و برنامه‌ریزی تولید تجهیزات ورزشی	0.123	14.234	0.699525794	6.088747058	۶
فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی	0.171	39.244	0.970541745	15.32934978	۲
سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی	0.155	29.043	0.879293002	11.60762756	۳
فناوری‌های مدیریت انرژی و منابع در تولید تجهیزات ورزشی	0.085	7.076	0.481534703	3.209135867	۷
ادغام داده‌های مشتریان ورزشی با سیستم‌های تولید و توزیع	0.02	2	0.111079178	0.874758112	۸
سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی	0.141	21.721	0.801983044	8.90389738	۴

نظر به شاخص K، پیشران‌های استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی از تولید تا تحویل، فناوری بلاک‌چین برای شفافیت، اصالت و ردیابی محصولات ورزشی، سیستم‌های پیش‌بینی خرابی تجهیزات و نگهداری هوشمند در تولید ورزشی، سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین ورزشی و تحلیل کلان‌داده برای پیش‌بینی فصلی بودن تقاضا و تخصیص موجودی محصولات ورزشی به‌ترتیب دارای بالاترین اولویت و اهمیت هستند. به‌گونه‌ای که افزایش مقدار این شاخص نشان‌دهنده ارتقای سطح اهمیت پیشران مربوطه در فرآیند ارزیابی است.

ارائه راهکار از طریق مصاحبه با گروه‌های کانونی

جلسات گروه‌های کانونی با حضور هفت خبره و با هدایت یک تسهیل‌گر متخصص برگزار گردید. پیش از آغاز جلسات، راهنمای مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بر اساس پنج محور اصلی شامل پذیرش فناوری، شفافیت و ردیابی، بهینه‌سازی منابع، تاب‌آوری زنجیره و توسعه سرمایه انسانی طراحی و در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. هر جلسه به مدت ۹۰ تا ۱۲۰ دقیقه به طول انجامید و کلیه مکالمات با کسب اجازه از خبرگان ضبط و سپس به‌صورت کامل پیاده‌سازی شد. روش تحلیل داده‌ها در این بخش، مبتنی بر رویکرد تحلیل محتوای کیفی با جهت‌گیری تجربی و کاربردی بود. بدین منظور، پس از پیاده‌سازی کامل جلسات، متون حاصل چندین بار مطالعه و مرور گردید و مفاهیم کلیدی، دیدگاه‌های مشترک و تفاوت‌های نظرات در هر یک از محورهای پنج‌گانه استخراج شد. سپس بر اساس فراوانی و تأکید خبرگان بر موضوعات

مطرح شده و نیز با بهره‌گیری از تکنیک خلاصه‌سازی و دسته‌بندی مطالب، مهم‌ترین یافته‌ها در قالب چهار مضمون اصلی شامل یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، توانمندسازی سرمایه انسانی و طراحی سیستم‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی، به‌عنوان ارکان موفقیت پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم تدوین گردید. لازم به ذکر است که در روش گروه‌های کانونی، تعامل میان اعضا و تبادل نظر جمعی خود به‌عنوان بخشی از فرایند تحلیل محسوب می‌شود و یافته‌ها حاصل اجماع‌نظر گروهی و خرد جمعی است که در طول جلسه شکل می‌گیرد. برای تأمین اعتبار و قابلیت اتکای یافته‌های کیفی، از چهار معیار گویا و لینکلن استفاده شد. بدین ترتیب که برای تأمین قابلیت اعتماد، خلاصه یافته‌ها در اختیار سه نفر از خبرگان شرکت‌کننده قرار گرفت و پس از دریافت بازخورد و اعمال اصلاحات جزئی، تأیید نهایی آنان اخذ گردید. برای تأمین انتقال‌پذیری، توصیف غنی و دقیقی از فرایند پژوهش، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان و بستر تحقیق ارائه شد تا امکان قضاوت در مورد کاربرد نتایج در شرایط مشابه برای دیگر پژوهشگران فراهم آید. قابلیت اطمینان نیز از طریق بازبینی همکاران و نیز بررسی تطبیق یافته‌های حاصل از گروه‌های کانونی با نتایج بخش کمی پژوهش حاصل گردید. همچنین، تمامی مستندات شامل فایل‌های صوتی، پیاده‌سازی‌ها و خلاصه‌های جلسات به‌صورت نظام‌مند نگهداری شده‌اند تا امکان بازبینی و راستی‌آزمایی میسر باشد.

برای تدوین راهکارهای به‌کارگیری مؤثر فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین محصولات ورزشی، پژوهش حاضر از روش مصاحبه با گروه‌های کانونی بهره گرفت. این روش یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های آینده‌پژوهی محسوب می‌شود که مبتنی بر گفتگوی گروهی متمرکز و مشارکت فعال اعضا است. هدف اصلی مصاحبه با گروه‌های کانونی، ایجاد فضایی امن و بدون فشار بود تا شرکت‌کنندگان بتوانند دیدگاه‌ها، تجربیات و پیشنهادها را در باره چالش‌ها و فرصت‌های به‌کارگیری فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بیان کنند. این فرایند شامل تشکیل گروه‌هایی ۶ تا ۸ نفره از خبرگان صنعت ورزش، مدیران زنجیره تأمین، متخصصان فناوری و پژوهشگران حوزه ورزش بود. جلسات با هدایت یک تسهیل‌گر متخصص انجام شد و پرسش‌های هدفمند حول محور پنج موضوع کلیدی شامل پذیرش فناوری، شفافیت و ردیابی، بهینه‌سازی منابع، تاب‌آوری زنجیره و توسعه سرمایه انسانی طراحی شده بود.

تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها نشان داد که یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند مانند اینترنت اشیا، بلاک‌چین، تحلیل کلان‌داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین در تمام مراحل زنجیره تأمین، از تولید تا توزیع، نقش اساسی در افزایش شفافیت، ردیابی دقیق کالاها، و هماهنگی میان واحدها دارد. به‌ویژه، اینترنت اشیا امکان پایش لحظه‌ای موجودی و ردیابی تجهیزات را فراهم می‌کند، در حالی که بلاک‌چین تضمین‌کننده اصالت و امنیت اطلاعات و کاهش خطاهای انسانی است. تحلیل کلان‌داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین نیز می‌تواند به پیش‌بینی دقیق تقاضا، بهینه‌سازی تخصیص منابع و برنامه‌ریزی تولید کمک کند.

یکی دیگر از یافته‌های مهم، نقش حیاتی سرمایه انسانی و زیرساخت‌های دیجیتال در پذیرش فناوری‌های نسل چهارم است. آموزش تخصصی کارکنان، توانمندسازی تیم‌های فناوری و ایجاد زیرساخت‌های مناسب دیجیتال، پایه‌ای برای موفقیت اجرای فناوری‌های نوین محسوب می‌شوند. همچنین، سیستم‌های پیش‌بینی خرابی و نگهداری هوشمند تجهیزات، همراه با شبیه‌سازی دیجیتال و طراحی سناریوهای انعطاف‌پذیر، تاب‌آوری زنجیره را افزایش داده و امکان واکنش سریع به نوسانات بازار، مشکلات تأمین و خرابی تجهیزات را فراهم می‌آورند.

مصاحبه با گروه‌های کانونی علاوه بر ارائه اطلاعات کیفی و تجربی، امکان اولویت‌بندی راهکارها و شناسایی موانع و فرصت‌های عملیاتی را نیز فراهم ساخت. شرکت‌کنندگان پیشنهاد کردند که برای موفقیت پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم، باید یکپارچگی داده‌ها میان واحدهای تولید، فروش و توزیع برقرار شود و استفاده از ابزارهای دیجیتال همکاری

برای هماهنگی تیم‌ها و تصمیم‌گیری بهینه توسعه یابد. همچنین، توصیه شد که زنجیره تأمین ورزشی به سمت سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریو حرکت کند تا مدیریت بحران، برنامه‌ریزی ظرفیت و تخصیص منابع به‌صورت هوشمند انجام شود.

دست آخر، ترکیب یافته‌های گروه‌های کانونی با نتایج تحلیل پیشران‌های کلیدی، چارچوبی منسجم برای اجرای فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین محصولات ورزشی ارائه می‌دهد. این چارچوب شامل سه محور اصلی است: (۱) توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و سرمایه انسانی، (۲) یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند برای شفافیت و بهینه‌سازی، و (۳) طراحی سیستم‌های پیش‌بینی، نگهداری و شبیه‌سازی برای تاب‌آوری و پاسخ سریع به تغییرات بازار. اجرای این راهکارها می‌تواند علاوه بر بهبود کارایی عملیاتی، ارزش افزوده و قابلیت رقابتی زنجیره تأمین محصولات ورزشی را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های مؤثر بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی با تمرکز بر فناوری‌های نسل چهارم انجام شد. در گام نخست، با مرور ادبیات علمی داخلی و بین‌المللی، ۲۵ پیشران اولیه استخراج گردید. سپس، با به‌کارگیری روش دلفی فازی، این پیشران‌ها غربال‌گری شده و در نهایت هشت پیشران کلیدی با عدد دیفازی بالاتر از ۰/۷ انتخاب شدند. نتایج اولویت‌بندی با استفاده از تکنیک کوکوسو نشان داد که پیشران‌های «استفاده از اینترنت اشیا برای ردیابی کالاها و تجهیزات ورزشی»، «فناوری بلاک‌چین برای شفافیت و اصالت محصولات»، «سیستم‌های پیش‌بینی خرابی و نگهداری هوشمند»، و «سیستم‌های خودکار پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریوهای زنجیره تأمین» بیشترین اهمیت و اثرگذاری را بر آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی دارند. همچنین، یافته‌های حاصل از مصاحبه با گروه‌های کانونی بر ضرورت یکپارچه‌سازی فناوری‌های هوشمند، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و توانمندسازی سرمایه انسانی به‌عنوان پیش‌شرط‌های اساسی برای پیاده‌سازی موفق فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین ورزشی تأکید داشتند.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که فناوری‌های نسل چهارم نقش تعیین‌کننده‌ای در تحول زنجیره تأمین محصولات ورزشی ایفا می‌کنند. اهمیت ویژه اینترنت اشیا و بلاک‌چین در افزایش شفافیت، ردیابی دقیق کالاها و تضمین اصالت محصولات، همسو با مطالعات پیشین در حوزه زنجیره تأمین و صنعت چهارم است. سیستم‌های پیش‌بینی خرابی و نگهداری هوشمند و الگوریتم‌های یادگیری ماشین نیز با ارتقای دقت برنامه‌ریزی تولید و تخصیص منابع، نقش مؤثری در کاهش عدم قطعیت و افزایش تاب‌آوری زنجیره دارند. یافته‌های کیفی گروه‌های کانونی نیز تأکید کردند که بدون توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و توانمندسازی سرمایه انسانی، اثرگذاری این فناوری‌ها محدود خواهد بود، موضوعی که در تحقیقات پیشین نیز به عنوان عامل کلیدی موفقیت پیاده‌سازی صنعت چهارم مطرح شده است. به‌طور کلی، ترکیب یافته‌های کمی و کیفی این پژوهش بیانگر آن است که موفقیت زنجیره تأمین ورزشی در عصر دیجیتال، فراتر از صرفاً به‌کارگیری فناوری‌ها، نیازمند هماهنگی میان فناوری، فرایند و سرمایه انسانی است. از منظر نظری، این پژوهش با ارائه اولویت‌بندی دقیق از پیشران‌های کلیدی، به غنای ادبیات موجود در حوزه آینده‌پژوهی زنجیره تأمین ورزشی افزوده و نشان می‌دهد که رویکردهای ترکیبی کمی-کیفی می‌توانند تصویر روشن‌تری از مسیرهای پیش روی این صنعت ترسیم نمایند.

اولین توصیه کاربردی برای مدیران و تصمیم‌گیران صنعت ورزش، تمرکز بر یکپارچه‌سازی فناوری‌های نسل چهارم در کل زنجیره تأمین است. توسعه یک سامانه یکپارچه که داده‌های تولید، موجودی، توزیع و فروش را در لحظه ثبت و تحلیل کند، می‌تواند باعث افزایش شفافیت، بهینه‌سازی تخصیص منابع، کاهش خطاهای انسانی و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین شود. به‌ویژه استفاده از سیستم‌های پیش‌بینی و برنامه‌ریزی سناریو امکان واکنش سریع به تغییرات بازار و خرابی تجهیزات را فراهم می‌کند. مدیران باید درک کنند که سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نسل چهارم صرفاً یک هزینه نیست، بلکه یک سرمایه‌گذاری استراتژیک با بازدهی بلندمدت است که می‌تواند مزیت رقابتی پایدار برای سازمان‌های ورزشی ایجاد کند. همچنین، ایجاد ابزارهای دیجیتال همکاری میان واحدهای مختلف زنجیره تأمین می‌تواند هماهنگی تیم‌ها، تصمیم‌گیری سریع و اجرای سناریوهای پیش‌بینی شده را تسهیل نماید.

دومین پیشنهاد عملی، تقویت سرمایه انسانی و زیرساخت‌های دیجیتال است که بار سنگین آن بر دوش سیاست‌گذاران صنعت ورزش قرار دارد. سیاست‌گذاران باید در سطح کلان، طراحی برنامه‌های ملی آموزشی و توانمندسازی نیروی انسانی در زمینه استفاده از اینترنت اشیاء، بلاک‌چین، کلان‌داده و یادگیری ماشین را در دستور کار قرار دهند. همچنین ایجاد زیرساخت‌های امن و قابل اتکا برای ذخیره، پردازش و به اشتراک‌گذاری داده‌ها، نقش کلیدی در موفقیت اجرای فناوری‌ها خواهد داشت. سیاست‌گذاران صنعت ورزش می‌توانند با تدوین استانداردهای ملی برای پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم و ارائه مشوق‌های مالیاتی و حمایت‌های دولتی، بستر مناسبی برای پذیرش و گسترش این فناوری‌ها فراهم آورند. همچنین، ایجاد چارچوب‌های تنظیم‌گرانه مناسب برای تبادل داده‌های زنجیره تأمین و حمایت از همکاری‌های بین‌بخشی، از دیگر اقدامات کلیدی در سطح سیاست‌گذاری محسوب می‌شود.

سومین توصیه کاربردی این است که سازمان‌ها و مدیران زنجیره تأمین محصولات ورزشی سیستم‌های شبیه‌سازی دیجیتال و سناریونگاری را در فرآیندهای تصمیم‌گیری خود ادغام کنند. ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی که تعامل بین فناوری‌های اینترنت اشیاء، بلاک‌چین، کلان‌داده و یادگیری ماشین را در محیط واقعی زنجیره تقلید کند، امکان بررسی اثر تصمیمات مختلف قبل از اجرای واقعی آنها را فراهم می‌آورد و ریسک خطاهای عملیاتی را کاهش می‌دهد. از منظر پژوهشی، این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب روش‌های کمی با رویکردهای کیفی می‌تولند چارچوبی جامع برای مطالعات آینده‌پژوهی در حوزه زنجیره تأمین ارائه دهد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی بر اساس هشت پیشران شناسایی‌شده در این مطالعه، به طراحی و تدوین سناریوهای محتمل برای آینده زنجیره تأمین محصولات ورزشی بپردازند و با استفاده از داده‌های واقعی و شبیه‌سازی‌های پیشرفته، اثر تعامل بین فناوری‌ها و مهارت‌های انسانی را به صورت دقیق‌تری مورد بررسی قرار دهند. همچنین، بررسی نقش عوامل فرهنگی و سازمانی در پذیرش فناوری‌های نسل چهارم و مطالعه موانع پیاده‌سازی این فناوری‌ها در کشورهای در حال توسعه، از دیگر مسیرهای ارزشمند برای تحقیقات آتی محسوب می‌شوند.

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی از جمله حجم نمونه و تمرکز بر یک صنعت خاص مواجه بود. داده‌ها و تحلیل‌ها عمدتاً بر زنجیره تأمین محصولات ورزشی محدود شدند و ممکن است برخی ویژگی‌های صنایع دیگر یا بازارهای بین‌المللی منعکس نشده باشد. همچنین، با وجود بهره‌گیری از نظرات ۱۵ خبره در روش دلفی فازی و گروه‌های کانونی، این نمونه محدود ممکن است تنوع دیدگاه‌ها را به‌طور کامل پوشش ندهد. برای تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌شود که این مطالعه در صنایع مختلف و با نمونه‌های بزرگ‌تر و بین‌المللی تکرار شود تا قابلیت تعمیم یافته‌ها افزایش یابد.

منابع

- ابطحی نصیری، س.ن.، ملکی، م.ح.، بیات، ب.، و قبادی، ت. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی هوش کسب و کار در صنعت گردشگری. *نشریه مطالعات اجتماعی گردشگری*، ۱۱(۲)، ۱۳۳-۱۷۲.
- احمدی، ا.، ملکی، م.ح.، ثانوی فرد، ر.، و فتحی، م. ر. (۱۳۹۸). ارائه مدلی برای آینده‌پژوهی زنجیره تأمین صنعت نفت با رویکرد نرم. *فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۲۴(۱)، ۵۹-۷۹.
- اسماعیلی، ر.، ملکی، م.ح.، غلامی جمکرانی، ر.، و مداحی، آ. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی راهبری شرکتی با رویکرد سناریونگاری با تمرکز بر شرکت‌های حوزه سلامت. *مجله بیمه سلامت ایران*، ۶(۴)، ۳۱۶-۳۲۷.
- تابش مفرد، ح.ر.، عربی، س.ه.، پورفخاران، م.ر.، ملکی، م.ح. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی منابع درآمدی دانشگاه‌های ایران با رویکرد سناریونگاری. *نشریه مدیریت در دانشگاه اسلامی*، ۱۲(۲۶)، ۱۵۵-۱۹۰.
- دالوند، ح.، جهانگیرنیا، ح.، ملکی، م.ح.، و صفا، م. (۱۴۰۱). آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری در حوزه ورزش با تأکید بر متغیرهای ریسک با رویکرد سناریونگاری. *نشریه پژوهش در ورزش تربیتی*، ۱۰(۲۸)، ۱۳۳-۱۶۰.
- دهقانی، ج.، ملکی، م.ح.، پورفخاران، م.ر.، و صفا، م. (۱۴۰۳). آینده‌پژوهی تأمین مالی پایدار در صنعت حمل و نقل دریایی با رویکرد سناریونگاری. *نشریه مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۱۰(۲)، ۲۷-۵۱.
- رامشه، م.، ملکی، م.ح.، سرلک، ن.، و فلاحت بنگده، م. (۱۴۰۳). آینده‌پژوهی فرصت‌های کارآفرینی فین‌تک در صنعت مالی با رویکرد سناریونگاری در ایران. *فصلنامه مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، ۱۲(۴۸)، ۲۷۱-۳۱۱.
- محمودی شریف، م.، رحیمیان اصل، م.م.، و ملکی، م.ح. (۱۴۰۱). آینده‌پژوهی زنجیره تأمین صنعت نفت ایران با تأکید بر عوامل داخلی. *نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات*، ۷(۲)، ۲۴۰-۲۵۸.
- ملکی، م.ح.، رامشه، م.، اقدامی، س.، و جواهری‌زاده، ا. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی پاک در ایران. *مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی*، ۸(۸۰)، ۹۰-۱۰۸.
- Ansari, I., Barati, M., Sadeghi Moghadam, M. R., & Ghobakhloo, M. (2023). An Industry 4.0 readiness model for new technology exploitation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 40(10), 2519–2538.
- Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. C., & Gupta, S. (2021). Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1410–1450.
- Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L. (2019). Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. *The Journal of High Technology Management Research*, 30(2), 100355.
- Devezas, T., & Sarygulov, A. (2017). *Industry 4.0*. Basel: Springer.
- Fatorachian, H., & Kazemi, H. (2021). Impact of Industry 4.0 on supply chain performance. *Production Planning & Control*, 32(1), 63–81.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0*. Apress.
- Hahn, G. J. (2020). Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1425–1441.
- Hofmann, E., Sternberg, H., Chen, H., Pflaum, A., & Prockl, G. (2019). Supply chain management and Industry 4.0: conducting research in the digital age. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(10), 945–955.
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 829–846.

- Maleki, M. H., Nasrollahi, M., & Mohammadi, Z. (2025). Identifying and prioritizing drivers affecting the future of the healthcare supply chain with a focus on fourth-generation technologies. *Journal of Foresight and Health Governance*, 2(3), 1–13.
- Maleki, M. H., Zare Bahnamiri, M. J., & Dadashi, I. (2022). A Framework for Identifying and Analyzing Drivers Affecting the Futures of Cryptocurrency Fin Techs in Iran with Fuzzy Delphi and Fuzzy Dematel. *Fuzzy Optimization and Modeling Journal*, 3(4), 37-50.
- Mastos, T. D., Nizamis, A., Terzi, S., Gkortzis, D., Papadopoulos, A., Tsagkalidis, N., ... & Tzovaras, D. (2021). Introducing an application of an industry 4.0 solution for circular supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126886.
- O. Nyumba, T., Wilson, K., Derrick, C. J., & Mukherjee, N. (2018). The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. *Methods in Ecology and evolution*, 9(1), 20-32.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182.
- Qader, G., Junaid, M., Abbas, Q., & Mubarik, M. S. (2022). Industry 4.0 enables supply chain resilience and supply chain performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122026.
- Sharma, V., Raut, R. D., Hajiaghaei-Keshteli, M., Narkhede, B. E., Gokhale, R., & Priyadarshinee, P. (2022). Mediating effect of industry 4.0 technologies on the supply chain management practices and supply chain performance. *Journal of Environmental Management*, 322, 115945.
- Shavandi, M., Javaherizadeh, E., & Maleki, M. H. (2025). Identifying and Prioritizing Aspects of National Culture that Affect Talent Management (The Country Under Study Is Iran). *Public Organization Review*, 1-21.
- Tiwari, S. (2021). Supply chain integration and Industry 4.0: a systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 28(3), 990–1030.
- Tortorella, G., Fogliatto, F. S., Gao, S., & Chan, T. K. (2022). Contributions of Industry 4.0 to supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 33(2), 547–566.
- Veile, J. W., Schmidt, M. C., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2024). The transformation of supply chain collaboration and design through Industry 4.0. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(6), 986–1014.