Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.4, Winter 2026
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275

Identifying and Ranking Factors Affecting the Performance and Flexibility Evaluation of the Digital Supply Chain System in Khoshgovar Company

A. O. Kheiri[1], M. Abolghasemian[2*], N. Saberi Fard[3], H. Davoodi[4], A. Pourghader Chobar[5]

[1] *M.Sc., Department of Management, Sohrevardi Higher Education Institute, Qazvin, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Ayandegan University, Tonekabon, Iran*
[3] *Assistant Professor, Department of Management, Sohrevardi Higher Education Institute, Qazvin, Iran*
[4] *M.Sc., Department of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran*
[5] *Assistant Professor, Department of Management, Sohrevardi Higher Education Institute, Qazvin, Iran*

Research Paper

Received: 15 June 2025
Accepted: 6 November 2025

Abstract: The aim of the present study is to identify and rank the factors affecting the performance and flexibility of the digital supply chain system in Khoshgovar company. The research method is a developmental-applied one that is classified as mathematical modeling. The statistical population of the present study includes a number of senior managers, active responsible experts, and university professors in the field of the digital supply chain of the Khoshgovar company, of whom 10 people were selected as a sample. In this study, the fuzzy Delphi approaches, the OPA method, and structural equations were used. The identification of the factors affecting the flexibility and performance of the digital supply chain system was carried out based on the research background in the form of 5 main criteria and 16 sub-criteria, and then all factors were finalized using the fuzzy Delphi method. Then, the factors affecting the flexibility and performance of the digital supply chain system were prioritized using the ordinal priority method (OPA), and finally, the impact of each factor was measured using structural equations. The results of the study showed that among the main criteria, supply chain performance with a weight of 0.397 ranked first, absorptive capacity with a weight of 0.228 ranked second, and responsiveness with a weight of 0.210 ranked third. Among the sub-criteria, customer satisfaction with a weight of 0.1767 ranked first, operating costs with a weight of 0.1060 ranked second, and situational awareness with a weight of 0.1015 ranked third. Finally, an exploratory factor analysis based on structural equations was used to examine the impact of each factor. Based on the results of this method, the factor of correct risk management decisions from the responsiveness index and knowledge management from the recovery index in the pleasant company have little impact on the flexibility of digital supply chain performance.

Introduction: With the advent of the digital age, digital services for supply chains and the analytical algorithms behind the supply chain have become key competitive factors in the new era. Especially since the COVID-19 outbreak, which caused city lockdowns and logistical

* *Corresponding Author: abolghasemian@aihe.ac.ir*

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.4, Winter 2026
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275

disruptions, created the need for remote work, paperless operations, and supply chain restructuring, which accelerated the pace of building a digital supply chain and helped companies quickly cope with the risk of disruption.

Materials and Methods: In this research, first, using Delphi round of discussions in a fuzzy manner, factors affecting the flexibility and performance of the digital supply chain system are identified, then using the OPA approach, factors affecting the flexibility and performance of the digital supply chain system are prioritized, and finally, the impact of each factor will be measured using structural equations.

Results and Discussion: Based on the results obtained according to the OPA approach, it was shown that among the main criteria, supply chain performance with a weight of 0.397 ranked first, absorptive capacity with a weight of 0.228 ranked second, and responsiveness with a weight of 0.210 ranked third. Among all the sub-criteria, customer satisfaction with a weight of 0.1767 ranked first, operating costs with a weight of 0.1060 ranked second, and situational awareness with a weight of 0.1015 ranked third. Finally, in order to measure the impact of factors related to the digital supply chain and its performance flexibility, an exploratory factor analysis was used to assess the impact of each factor. Based on the results obtained from the structural equation method, the factor of correct risk management decisions from the response capability index and knowledge management from the recovery capability index in the pleasant company have a small impact on the flexibility of the digital supply chain performance.

Conclusions: Currently, the digitalization of the supply chain has spread all over the world and almost everything in businesses, from the procurement of raw materials to the direct delivery of products to customers, uses the digital supply chain. However, this issue has a complex structure that can function properly and the products can reach their destination in the fastest possible time with high quality. In the present study, after reviewing the research literature, the factors affecting the flexibility and performance of the digital supply chain system in the Iranian food industry have been prioritized.

Keywords: Digital Supply Chain, Supply Chain Flexibility, Supply Chain Performance.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و دوم، شماره چهارم (پیاپی ۸۷)، زمستان ۰۴، ص ص ۸۱-۶۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱
DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار

علی عمران خیری[۱]، میلاد ابوالقاسمیان[۲]، نیما صابری فرد[۳]، حوری داودی[۴]، عادل پورقادرچوبر[۵]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی سهروردی، قزوین، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت راهبردی، دانشگاه آیندگان، تنکابن، ایران
۳- استادیار، گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی سهروردی، قزوین، ایران
۴- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، پردیس فنی مهندسی، دانشگاه یزد، یزد ایران
۵- استادیار، گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی سهروردی، قزوین، ایران

رسید مقاله: ۲۵ خرداد ۱۴۰۴
پذیرش مقاله: ۱۵ آبان ۱۴۰۴

چکیده

هدف این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار است. این تحقیق به روش توسعه‌ای-کاربردی و در قالب مدل‌سازی ریاضی انجام شده است. جامعه آماری شامل مدیران عالی، کارشناسان مسئول و اساتید دانشگاه در حوزه زنجیره‌تامین دیجیتال شرکت خوشگوار است که از میان آن‌ها ۱۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. در این پژوهش از رویکردهای دلفی فازی، روش OPA و معادلات ساختاری بهره‌گیری شده است. شناسایی عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری و عملکرد سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال بر اساس پیشینه پژوهش در قالب ۵ معیار اصلی و ۱۶ زیرمعیار انجام و سپس با استفاده از روش دلفی فازی نهایی شدند. عوامل موثر با روش اولویت ترتیبی (OPA) رتبه‌بندی و تاثیر هر یک از آن‌ها با استفاده از معادلات ساختاری سنجیده شد. نتایج نشان داد که عملکرد زنجیره‌تامین، قابلیت جذب و قابلیت پاسخگویی به ترتیب بالاترین رتبه‌ها را کسب کرده‌اند. همچنین، رضایت مشتری، هزینه‌های عملیاتی و آگاهی از موقعیت به عنوان زیرمعیارهای کلیدی شناسایی شدند. در نهایت، تحلیل عاملی اکتشافی نشان داد که تصمیمات صحیح مدیریت ریسک و مدیریت دانش تاثیر کمی بر انعطاف‌پذیری عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار دارند.

کلمات کلیدی: زنجیره‌تامین دیجیتال، انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین، عملکرد زنجیره‌تامین.

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: abolghasemian@aihe.ac.ir

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

۱ مقدمه

در عصر دیجیتال، خدمات و الگوریتم‌های تحلیلی زنجیره‌تامین به ارکان رقابتی تبدیل شده‌اند، به ویژه پس از شیوع کووید-۱۹ که نیاز به کار از راه دور و بازسازی ساختار زنجیره‌تامین را افزایش داد. این تغییرات سرعت دیجیتال‌سازی زنجیره‌تامین را تسریع کرده و به شرکت‌ها کمک کرده تا با اختلالات سریع‌تر کنار بیایند [۱]. صنعت مراقبت‌های بهداشتی در پذیرش فناوری‌های دیجیتال پیشگام بوده و راه‌حل‌های عملیاتی دیجیتال را برای بهبود خدمات بهداشتی ایجاد کرده است[۲]. همچنین، فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین مواد غذایی برای نظارت و ردیابی فرآیند تولید غذا به کار گرفته شده است. شرکت‌ها برای دستیابی به دیجیتال‌سازی، فناوری‌ها و مولفه‌های دیجیتال را معرفی می‌کنند و این روند توجه بیشتری را از دانشگاه‌ها و صنعت جلب کرده است [۳].

با توجه به مزایای دیجیتالی‌سازی، پژوهشگران به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که زنجیره‌تامین دیجیتال چگونه می‌تواند در شرایط بحرانی، انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین شرکت‌ها را تقویت کرده و امکان بازگشت سریع آن‌ها به سطح عملکرد اولیه را فراهم آورد [۴]. همچنین، ترکیب دیجیتالی شدن و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین می‌تواند موجب ارتقای سطح عملکرد گردد. با این حال، همچنان نیاز به مطالعات تجربی برای سنجش تغییرات عملکرد زنجیره‌تامین در زمانی که هر دو عامل به طور هم‌زمان به کار گرفته می‌شوند وجود دارد [۵].

یافته‌های پژوهشی بیانگر آن است که بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال در زنجیره‌تامین، نقش مهمی در ارتقای انعطاف‌پذیری و عملکرد سازمان‌ها در شرایط بحرانی دارد. با این حال، بررسی‌های میدانی کافی در خصوص اثرات هم‌زمان دیجیتال‌سازی و انعطاف‌پذیری در زنجیره‌تامین صورت نگرفته است [۶]. به‌ویژه در صنعت غذایی، مطالعات جامع درباره تاثیر فناوری‌های دیجیتال بر بهبود تاب‌آوری و عملکرد زنجیره‌تامین کمتر دیده می‌شود [۷].

این تحقیق با تمرکز بر شرکت خوشگوار، به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موثر بر عملکرد و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین دیجیتال پرداخته است. هدف نهایی، ارتقای کارایی فرآیندها و افزایش توان رقابتی شرکت‌ها در این صنعت است. پژوهش حاضر از چند جنبه دارای نوآوری‌های قابل‌توجه است. نخست آن‌که، از رویکردی ترکیبی و نوین شامل روش‌های دلفی فازی، اولویت ترتیبی (OPA) و مدل‌یابی معادلات ساختاری (SEM) به‌صورت هم‌زمان بهره گرفته شده است. این روش ترکیبی؛ با هدف شناسایی، پالایش، رتبه‌بندی و تحلیل روابط میان عوامل موثر بر عملکرد و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین دیجیتال معرفی شده است و از این حیث، نسبت به پژوهش‌های پیشین که معمولاً از یک یا دو روش تصمیم‌گیری استفاده کرده‌اند، دارای نوآوری محسوب می‌شود. دوم آن‌که، در این مطالعه مدلی بومی و کاربردی برای ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار طراحی و ارایه شده است. این مدل با اتکا بر داده‌های واقعی و نظرات خبرگان صنعتی و دانشگاهی توسعه‌یافته و شامل پنج معیار اصلی و شانزده زیرمعیار کلیدی است که می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌گیری و بهبود در صنایع مشابه باشد. سومین نوآوری پژوهش، توجه هم‌زمان به دو بعد عملکرد و انعطاف‌پذیری در محیط دیجیتال است؛ در حالی‌که اغلب مطالعات پیشین تنها یکی از این ابعاد را مدنظر قرار داده‌اند. این یکپارچه‌سازی مفهومی، درک جامع‌تری از پویایی‌های زنجیره‌تامین دیجیتال فراهم

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

می‌سازد. در نهایت، یافته‌های پژوهش نشان داد که برخلاف انتظار، مدیریت ریسک و مدیریت دانش تاثیر معناداری بر انعطاف‌پذیری عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال ندارند. این نتیجه، دیدگاه تازه‌ای را نسبت به اولویت‌های بهبود در محیط‌های دیجیتال ارایه داده و می‌تواند زمینه‌ساز بازنگری در مدل‌های نظری و مدیریتی موجود شود. بر این اساس، اهداف اصلی تحقیق در سه محور اساسی قابل جمع‌بندی است:

۱- شناسایی و غربالگری عوامل موثر زنجیره‌تامین دیجیتال بر عملکرد و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین در شرکت خوشگوار با استفاده از روش دلفی فازی،

۲- رتبه‌بندی و وزن‌دهی عوامل موثر زنجیره‌تامین دیجیتال بر عملکرد و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین در شرکت خوشگوار با استفاده از روش اولویت ترتیبی[1]،

۳- ارزیابی تاثیر زنجیره‌تامین دیجیتال بر عملکرد و انعطاف پذیری زنجیره‌تامین در شرکت خوشگوار با استفاده از معادلات ساختاری.

ادامه مقاله به‌صورتی که مشخص می‌شود ارایه شده است. در بخش بعدی به پیشینه تحقیق پرداخته خواهد شد سپس، روش تحقیق و مراحل اجرایی تحقیق بیان خواهد شد. بعد از آن نتایج به‌کارگیری روش پیشنهادی در یک مطالعه موردی ارایه خواهد شد. سرانجام، یک نتیجه‌گیری کلی به همراه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارایه خواهد شد.

۲ پیشینه تحقیق

دراین بخش، مطالعات گذشته مرتبط با موضوع تحقیق بررسی شده است. شلینگ و سوئورینگ [۸] پیوند تحول دیجیتال و پایدار با شیوه‌های زنجیره‌تامین را بررسی کردند و سه موضوع اصلی در ادبیات را شناسایی کردند: بهره‌وری زیست‌محیطی، داده‌محور بودن و جنبه‌های پایدار که به سختی قابل اندازه‌گیری هستند. پورباقر و همکاران [۹] عوامل موثر بر پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره‌تامین دیجیتال پوشاک را با استفاده از تکنیک‌های FUZZY AHP و WASPAS بررسی کردند و سطح تقاضای مشتری را در اولویت اول قرار دادند. ژائو و همکاران [۱۰] دیجیتالی شدن زنجیره‌تامین بر انعطاف‌پذیری و عملکرد زنجیره‌تامین را با استفاده از یک مدل چند واسطه‌ای بررسی کردند. نتایج نشان داد که دیجیتالی شدن می‌تواند به بهبود عملکرد زنجیره‌تامین در شرایط آشفته کمک کند و سه قابلیت انعطاف‌پذیری (قابلیت جذب، پاسخ و بازیابی) را شناسایی کردند. در مطالعه ابوالقاسمیان و همکاران [۱۱]عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری و عملکرد سیستم زنجیره تامین دیجیتال در صنعت مواد غذایی ایران اولویت‌بندی شده است. برای این منظور، از رویکرد دلفی فازی برای شناسایی و از روش اولویت ترتیبی برای اوویت‌بندی استفاده شده است. در مجموع ۵ معیار اصلی و ۱۶ زیر معیار شناسایی شده است که از میان آنها عملکرد زنجیره‌تامین با وزن ۰/۳۹۷ رتبه اول، قابلیت جذب با وزن ۰/۲۲۸ رتبه دوم و قابلیت پاسخگویی با وزن ۰/۲۱۰ رتبه سوم را کسب کرده است. دیاس و همکاران [۱۲] تاثیر تکنولوژی نسل چهارم بر عملکرد عملیاتی و نقش زنجیره‌تامین ناب و چابک را بررسی کردند و نشان دادند که این تکنولوژی‌ها تاثیر یکسانی بر

[1] Ordinal Priority Approach (OPA)

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

استراتژی‌های زنجیره‌تامین ندارند. بیگلیارد و همکاران [۱۳] به بررسی دیجیتالی شدن زنجیره‌تامین پرداختند و مضامین اصلی بحث را شناسایی کردند. بلهادی و همکاران [۱۴] به بررسی ایجاد انعطاف‌پذیری و کارایی زنجیره‌تامین از طریق تولید افزودنی پرداختند و نشان دادند که زنجیره‌تامین دیجیتالی‌شده می‌تواند کارایی و کیفیت محصول را بهبود بخشد. شایگانی و همکاران [۱۵] رابطه بین ویژگی‌های شرکت و عملکرد زنجیره‌تامین را با نقش میانجی کیفیت ارتباط زنجیره‌تامین در شرکت پگاه گلستان بررسی کردند و نتایج نشان داد که اعتماد و تعهد بر عملکرد زنجیره‌تامین تاثیرگذارند.

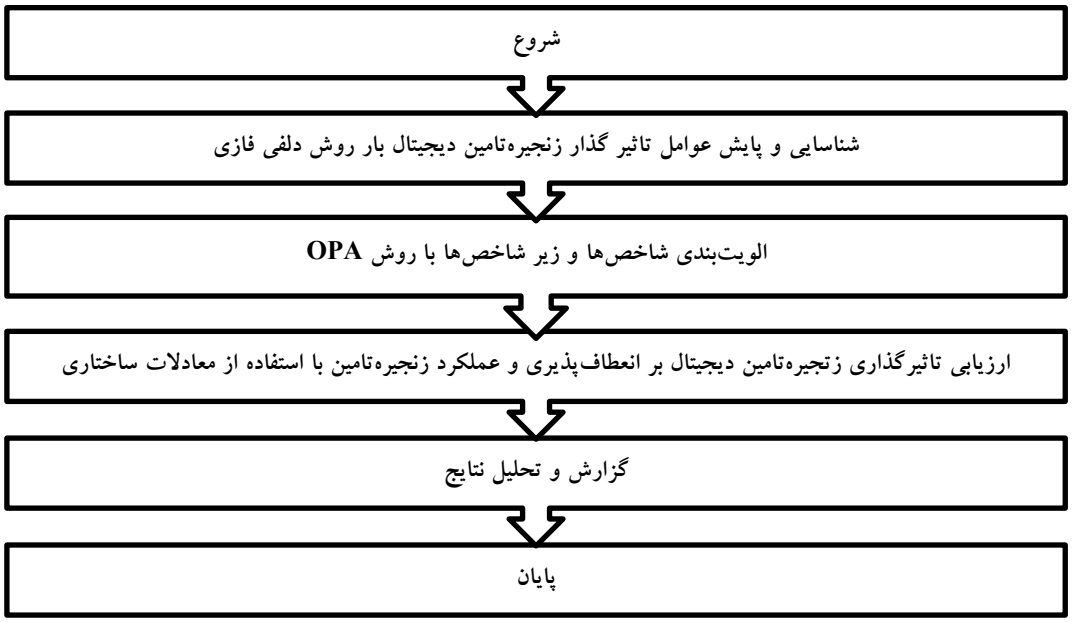
این تحقیق به بررسی عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار می‌پردازد و بر شناسایی عوامل خاص و منحصر به فرد تاثیرگذار بر این حوزه تمرکز دارد. در حالی که بسیاری از مطالعات به‌طور عمومی به زنجیره‌های تامین دیجیتال پرداخته‌اند، این تحقیق به نیازها و چالش‌های خاص شرکت خوشگوار می‌پردازد. این تحقیق از روش دلفی فازی برای شناسایی عوامل موثر استفاده می‌کند که به جمع‌آوری نظرات کارشناسان و تحلیل داده‌های غیرقطعی کمک می‌کند. همچنین، استفاده از روش اولویت ترتیبی برای رتبه‌بندی و وزن‌دهی عوامل موثر، به شفاف‌سازی اولویت‌ها و کمک به تصمیم‌گیری‌های استراتژیک مدیران می‌انجامد. علاوه بر این، این تحقیق از معادلات ساختاری برای ارزیابی تاثیر زنجیره‌تامین دیجیتال بر عملکرد و انعطاف‌پذیری استفاده می‌کند و به تحلیل روابط پیچیده بین عوامل مختلف می‌پردازد. همچنین، تاثیر فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و بلاک‌چین بر زنجیره‌تامین دیجیتال بررسی می‌شود که می‌تواند به شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های جدید کمک کند.

۳ بیان مساله

تحقیق حاضر یک پژوهش کاربردی است که به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال در شرکت خوشگوار می‌پردازد. جامعه آماری شامل ۱۰ نفر از مدیران عالی، کارشناسان فعال و اساتید دانشگاه در حوزه زنجیره‌تامین دیجیتال است. داده‌ها از طریق روش‌های کتابخانه‌ای، مراجعه به اسناد و مدارک و میدانی جمع‌آوری شده‌اند. در روش میدانی، پرسشنامه‌ای به مدیران عالی (۲ نفر)، اساتید دانشگاه (۵ نفر) و کارشناسان فعال (۳ نفر) توزیع شده است. این افراد باید حداقل ۳۵ سال سن، ۱۰ سال سابقه و تحصیلات کارشناسی داشته باشند. پژوهش از روش‌های فازی برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر استفاده می‌کند و تاثیر هر یک از عوامل با استفاده از معادلات ساختاری سنجیده خواهد شد. این تحقیق از پروتکل‌های مشخصی برای اعتبارسنجی و قابل انتقال بودن مراحل تحقیق استفاده می‌کند و تلاش دارد تا مدلی مناسب و قابل اعتماد ارایه دهد. مراحل کلی پژوهش در شکل ۱ نمایش داده شده و هر مرحله به‌طور جداگانه تشریح خواهد شد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

۳-۱ مراحل اجرای پژوهش

۳-۱-۱ انتخاب معیارهای ارزیابی تحقیق: روش دلفی فازی

روش دلفی که نخستین بار در سال ۱۹۶۳ معرفی شد، روشی پیمایشی مبتنی بر نظر متخصصان است و سه ویژگی اصلی دارد: بی‌نام بودن پاسخ‌ها، تکرار همراه با بازخورد، و ارایه نتیجه گروهی. به دلیل ابهام و عدم قطعیت در قضاوت‌های کارشناسی، نظریه مجموعه‌های فازی (۱۹۶۵) برای تقویت این روش به کار گرفته شد. در پژوهش حاضر، روش دلفی فازی برای تایید و غربالگری شاخص‌ها استفاده می‌شود که طی آن نظر متخصصان جمع‌آوری شده و با استفاده از اعداد فازی مثلثی میزان اهمیت هر شاخص تعیین می‌گردد. در جدول ۱، ساختار متغیرهای کلامی به همراه مقدار فازی، عدد فازی مثلثی و مقدار قطعی نشان داده شده است.

جدول ۱. عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی [۱۶]

متغیر کلامی	نماد	مقدار فازی	عدد فازی مثلثی	مقدار قطعی
خیلی کم	UL	$\tilde{1}$	$(۰,۰,۰/۲۵)$	۰/۰۶۲۵
کم	L	$\tilde{2}$	$(۰,۰/۲۵,۰/۲۵)$	۰/۳۱۲۵
متوسط	M	$\tilde{3}$	$(۰/۲۵,۰/۵,۰/۲۵)$	۰/۶۲۵
زیاد	H	$\tilde{4}$	$(۰/۵,۰/۷۵,۱)$	۰/۸۷۵
خیلی زیاد	VH	$\tilde{5}$	$(۰/۷۵,۱,۱)$	۱/۰۶۲۵

در این مرحله، تایید و غربالگری شاخص‌ها از طریق مقایسه ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه انجام می‌شود. مقدار آستانه به صورت ذهنی توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود و بر تعداد عواملی که غربال می‌شوند تاثیرگذار است. در این پژوهش، مقدار ۰/۷ به عنوان آستانه در نظر گرفته شده است. برای این کار، ابتدا مقادیر

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

فازی مثلثی نظرات خبرگان محاسبه می‌شود و سپس میانگین نظرات n پاسخ‌دهنده‌ها برای محاسبه میانگین فازی آن‌ها محاسبه می‌گردد. محاسبه عدد فازی τ برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط مشخصی انجام می‌شود.

$$\tilde{\tau}_{ij} = \left(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}\right), \quad i = ۱,۲,\ldots,n \quad j = ۱,۲,\ldots,m \tag{۱}$$

$$a_j = \sum \frac{a_{ij}}{n} \tag{۲}$$

$$b_j = \sum \frac{b_{ij}}{n} \tag{۳}$$

$$c_j = \sum \frac{c_{ij}}{n} \tag{٤}$$

در روابط بالا اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. همچنین مقدار دیفازی‌شده میانگین عدد فازی از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$Crisp = \frac{a+b+c}{۳} \tag{۵}$$

۳-۱-۲ مراحل روش اولویت ترتیبی(OPA)

مراحل اجرای این روش عبارت‌اند از:

- شناسایی و رتبه‌بندی خبرگان بر اساس تجربه و سوابق،
- شناسایی معیارها و اولویت‌بندی آن‌ها توسط خبرگان،
- تعیین گزینه‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها نسبت به معیارها،
- تشکیل و حل مدل برنامه‌ریزی خطی برای تصمیم‌گیری نهایی.

به منظور حل، از مدل زیر استفاده می شود.

$$\begin{aligned}
&\text{Max } Z \\
&\text{S.t}: \\
&Z \le i\left(j\left(r\left(W_{ijk}^{r} - W_{ijk}^{r+۱}\right)\right)\right) \ \forall i,j,k \text{ and } r \\
&Z \le ijmW_{ijk}^{m} \ \forall i,j \text{ and } k \\
&\sum_{i=۱}^{p}\sum_{j=۱}^{n}\sum_{k=۱}^{m} W_{ijk} = ۱ \\
&W_{ijk} \ge ۰ \quad \forall i,j \text{ and } k \\
&\text{where } Z: \text{Unrestricted in sign}
\end{aligned} \tag{٦}$$

در این مدل پارامترها و متغیرها مطابق جدول ۲ تعریف می شوند.

گام پنجم: بعد از حل مدل وزن گزینه‌ها، معیارها و خبرهها به ترتیب از طریق روابط (۷) محاسبه می‌شود:

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

$$W_k = \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} W_{ijk} \qquad \forall k$$
$$W_j = \sum_{i=1}^{p}\sum_{k=1}^{m} W_{ijk} \qquad \forall j \qquad (۷)$$
$$W_i = \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{m} W_{ijk} \qquad \forall i$$

جدول ۲. نمادگذاری

مجموعه‌ها	
I	مجموعه خبره ها $\forall i \in I$
J	مجموعه معیارها $\forall j \in J$
K	مجموعه گزینه ها $\forall k \in K$
اندیس ها	
i	اندیس خبره ها $(1,\ldots,p)$
j	اندیس معیارها $(1,\ldots,n)$
k	اندیس گزینه ها $(1,\ldots,m)$
متغیرها	
Z	تابع هدف
W_{ijk}^{r}	وزن (نقش) گزینه k **با رنک** r **در معیار** j **توسط خبره** i
پارامترها	
i	رتبه خبره i
j	رتبه معیار j
r	رتبه گزینه k

۳-۱-۳ ارزیابی تاثیر گذاری شاخص ها با استفاده از معادلات ساختاری

در این مرحله، هدف تعیین تاثیر انعطاف‌پذیری و عملکرد بر زنجیره‌تامین دیجیتال با استفاده از نرم‌افزار لیزرل و معادلات ساختاری است. مدل مفهومی برای نشان دادن روابط بین عوامل طراحی می‌شود. متغیرهای پنهان به دو دسته وابسته و مستقل تقسیم می‌شوند و بار عاملی برای سنجش روابط بین آن‌ها تعیین می‌شود. بار عاملی کمتر از ۰/۳ ضعیف، بین ۰/۳ و ۰/۶ قابل قبول و بالای ۰/۶ مطلوب است. عوامل شناسایی‌شده در سه دسته هزینه‌های محصول سبز، فواید محصول سبز و پیامدهای محصول سبز طبقه‌بندی می‌شوند. پس از رسم مدل اولیه در لیزرل و اجرای آن، بارهای عاملی مشخص می‌شوند و خروجی نرم‌افزار در حالت‌های ESTIMATED و T-VALUES گزارش می‌شود. مقدار P برای بررسی دقت مدل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مدل نهایی با توجه به متغیرهای موثر انتخاب می‌شود و چهار مرحله برای استقرار مدل مفهومی شامل طبقه‌بندی عوامل، تعیین تاثیر هر عامل و همبستگی بین عوامل است.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

٤ مطالعه موردی

در این تحقیق، به اولویت‌بندی عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری و عملکرد سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال در صنعت مواد غذایی ایران با استفاده از رویکرد دلفی فازی و OPA پرداخته شده است. در گام اول، مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری این سیستم از طریق بررسی سیستماتیک منابع علمی داخلی و خارجی استخراج می‌شود. براساس این بررسی، موارد مرتبط با دیجیتالی شدن زنجیره‌های تأمین انتخاب می‌شوند. شناسایی و طبقه‌بندی این عوامل کلیدی به سازمان کمک می‌کند تا در تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین راه‌حل‌های دیجیتالی موثر باشد. همچنین، عوامل شناسایی شده به یکدیگر مرتبط هستند و مستقل نیستند.

جدول ۳. معرفی عوامل اثرگذار بر ارزیابی عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم زنجیره‌تامین دیجیتال

نماد اختصاری		عامل	منبع
زنجیره‌تامین دیجیتال	SCD1	محصولات و خدمات دیجیتال	[۱۶]، [۱۷]
	SCD2	فرآیند عملیات دیجیتال	[۱]، [۱۰]
	SCD3	مدل کسب و کار دیجیتال	[۸]
قابلیت جذب	ASC1	افزونگی	[۱۲]،[۱۳]
	ASC2	قابلیت دید زنجیره تامین	[۱۴]
	ASC3	آگاهی از موقعیت	[۱۵]
قابلیت پاسخگویی	RSC1	تصمیمات صحیح مدیریت ریسک	[۱۷]؛ [۱۶]؛ [۱۸]
	RSC2	چابکی	[۱۸]
	RSC3	همکاری زنجیره تامین	[۱۲]
قابلیت بازیابی	RCC1	کارایی بازیابی	[۱۲]، [۱۳]
	RCC2	برنامه ریزی اضطراری	[۱]، [۱۴]
	RCC3	مدیریت دانش	[۱۶]، [۱۷]
عملکرد زنجیره تامین	SCP1	هزینه های عملیاتی	[۱۴]، [۱۵]، [۱۶]
	SCP2	بازگشت سرمایه گذاری	[۱۶]، [۱۵]، [۱۹]
	SCP3	زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید	[۱۴]، [۱۵]، [۱۶]
	SCP4	رضایت مشتری	[۱۶]، [۱۵]، [۲۰]

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

٤-١ نتایج روش دلفی فازی

در این مرحله، پرسشنامه‌ای شامل ۱۶ عامل موثر بر انعطاف‌پذیری و عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال، بر اساس ادبیات و با روش دلفی فازی در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد نظرات خود را درباره هر معیار به صورت متغیرهای کلامی ارایه کنند. نتایج اولیه در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤. نتایج نظرات خبرگان

معیار اصلی	زیر معیار	میزان اهمیت				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
زنجیره‌تامین دیجیتال	محصولات و خدمات دیجیتال	۰	۰	۲	۴	۴
	فرآیند عملیات دیجیتال	۰	۰	۲	۴	۴
	مدل کسب و کار دیجیتال	۰	۰	۲	۴	۴
قابلیت جذب	افزونگی	۰	۱	۲	۳	۴
	قابلیت دید زنجیره تامین	۰	۱	۲	۱	۶
	آگاهی از موقعیت	۰	۰	۲	۲	۶
قابلیت پاسخگویی	تصمیمات صحیح مدیریت ریسک	۰	۲	۱	۲	۵
	چابکی	۰	۱	۱	۴	۴
	همکاری زنجیره تامین	۰	۱	۱	۳	۵
قابلیت بازیابی	کارایی بازیابی	۰	۱	۰	۵	۴
	برنامه ریزی اضطراری	۰	۱	۱	۴	۴
	مدیریت دانش	۰	۲	۱	۱	۶
عملکرد زنجیره تامین	هزینه های عملیاتی	۰	۰	۱	۶	۳
	بازگشت سرمایه گذاری	۰	۲	۰	۲	۶
	زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید	۰	۱	۳	۱	۵
	رضایت مشتری	۰	۰	۱	۳	۶

در جدول ۵، شمارش نظرات خبرگان به شاخص‌های پژوهش ارایه شده است. برای فازی‌سازی اعداد، ابتدا امتیازات به عدد فازی تبدیل می‌شوند و سپس میانگین فازی از این امتیازات محاسبه می‌شود. در نهایت، میانگین فازی به عدد قطعی تبدیل می‌شود. نتایج کلیه محاسبات فازی‌سازی در مرحله اول دلفی در جدول ۵ آورده شده است. در این پژوهش، عدد آستانه ۰/۷ در نظر گرفته شده که بر اساس آن تمامی معیارها تایید شده‌اند.

٤-٢ نتایج روش OPA

در این بخش با استفاده از روش OPA به محاسبه وزن معیارها پرداخته می‌شود در این بخش تکنیک OPA برای زیرمعیارهای هر معیار اصلی آورده شده است. وزن نهایی زیرمعیارها از ضرب وزن هر معیار اصلی در وزن نسبی زیرمعیارهایش حاصل می‌شود که در جدول ۶ آورده شده است. در تحلیل با روش OPA، وزن نهایی

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

زیرمعیارها محاسبه شد. نتایج نشان داد که رضایت مشتری در رتبه اول، هزینه‌های عملیاتی در رتبه دوم و آگاهی از موقعیت در رتبه سوم قرار گرفتند.

جدول ۵. نتایج دلفی فازی

معیار اصلی	زیر معیار	امتیاز فازی	امتیاز غیرفازی	وضعیت
زنجیره‌تامین دیجیتال	محصولات و خدمات دیجیتال	۰/۹، ۰/۸۲، ۰/۵	۰/۷۶	تایید
	فرآیند عملیات دیجیتال	۰/۸۸، ۰/۸۰، ۰/۵۲	۰/۷۶۵	تایید
	مدل کسب و کار دیجیتال	۰/۹۲، ۰/۸۴، ۰/۵۵	۰/۷۷	تایید
قابلیت جذب	افزونگی	۰/۸۵، ۰/۷۳، ۰/۴۸	۰/۷۱۵	تایید
	قابلیت دید زنجیره تامین	۰/۸۸، ۰/۸۰، ۰/۵۳	۰/۷۵۵	تایید
	آگاهی از موقعیت	۰/۹۳، ۰/۸۶، ۰/۶۰	۰/۸۰۵	تایید
قابلیت پاسخگویی	تصمیمات صحیح مدیریت ریسک	۰/۸۷، ۰/۷۶، ۰/۵۰	۰/۷۱	تایید
	چابکی	۰/۹۳، ۰/۷۸، ۰/۵۳	۰/۷۴۵	تایید
	همکاری زنجیره تامین	۰/۹۱، ۰/۸۲، ۰/۵۶	۰/۷۶	تایید
قابلیت بازیابی	کارایی بازیابی	۰/۹۰، ۰/۸۲، ۰/۵۴	۰/۷۷	تایید
	برنامه ریزی اضطراری	۰/۹۲، ۰/۷۷، ۰/۵۲	۰/۷۴	تایید
	مدیریت دانش	۰/۸۸، ۰/۷۷، ۰/۵۳	۰/۷۲۵	تایید
عملکرد زنجیره تامین	هزینه های عملیاتی	۰/۹۷، ۰/۸۱، ۰/۵۷	۰/۷۷۵	تایید
	بازگشت سرمایه گذاری	۰/۹۰، ۰/۸۲، ۰/۵۶	۰/۷۵۵	تایید
	زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید	۰/۸۸، ۰/۷۵، ۰/۵۲	۰/۷۱	تایید
	رضایت مشتری	۰/۹۶، ۰/۸۷، ۰/۶۳	۰/۸۲۵	تایید

۴-۳ نتایج معادلات ساختاری

در این بخش با تحلیل عاملی اکتشافی درSPSS ، عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری زنجیره‌تامین دیجیتال شناسایی و در سه خوشه قابلیت جذب، پاسخگویی و بازیابی دسته‌بندی شدند. متغیرهای بدون همبستگی حذف و شاخص KMO همراه با آزمون بارتلت در جدول ۷ گزارش شد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

جدول ٦. وزن و رتبه نهایی زیرمعیارها

معیار اصلی	وزن معیار	زیر معیار	وزن نسبی زیرمعیار	وزن نهایی زیرمعیار	رتبه نهایی زیرمعیار
زنجیره‌تامین دیجیتال	۰/۰۸۷	محصولات و خدمات دیجیتال	۰/۴۹۴	۰/۰۴۳۰	۱۱
		فرآیند عملیات دیجیتال	۰/۲۲۸	۰/۰۱۹۸	۱۶
		مدل کسب و کار دیجیتال	۰/۲۷۸	۰/۰۲۴۲	۱۳
قابلیت جذب	۰/۲۲۸	افزونگی	۰/۳۱۱	۰/۰۷۰۹	۵
		قابلیت دید زنجیره تامین	۰/۲۴۴	۰/۰۵۵۶	۸
		آگاهی از موقعیت	۰/۴۴۵	۰/۱۰۱۵	۳
قابلیت پاسخگویی	۰/۲۱۰	تصمیمات صحیح مدیریت ریسک	۰/۳۱۱	۰/۰۶۵۳	۷
		چابکی	۰/۴۲۸	۰/۰۸۹۹	۴
		همکاری زنجیره تامین	۰/۲۶۱	۰/۰۵۴۸	۹
قابلیت بازیابی	۰/۰۷۸	کارایی بازیابی	۰/۴۲۸	۰/۰۳۳۴	۱۲
		برنامه ریزی اضطراری	۰/۲۷۸	۰/۰۲۱۷	۱۵
		مدیریت دانش	۰/۲۹۴	۰/۰۲۲۹	۱۴
عملکرد زنجیره تامین	۰/۳۹۷	هزینه های عملیاتی	۰/۲۶۷	۰/۱۰۶۰	۲
		بازگشت سرمایه گذاری	۰/۱۷۱	۰/۰۶۷۹	۶
		زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید	۰/۱۱۷	۰/۰۴۶۴	۱۰
		رضایت مشتری	۰/۴۴۵	۰/۱۷۶۷	۱

جدول ۷. محاسبه شاخص کفایت نمونه

اندازه‌گیری کفایت نمونه با آزمون کایزر مایر و اولکین		**۰/۷۴۸**
آزمون بارتلت	کای دو تقریبی	۱۴۲۱/۳۴۵
	Df	۴۸۲
	Sig.	۰/۰۰۰

جدول ۸. معیارها و زیرمعیارهای سنجش عملکرد انعطاف پذیری زنجیره‌تامین دیجیتال

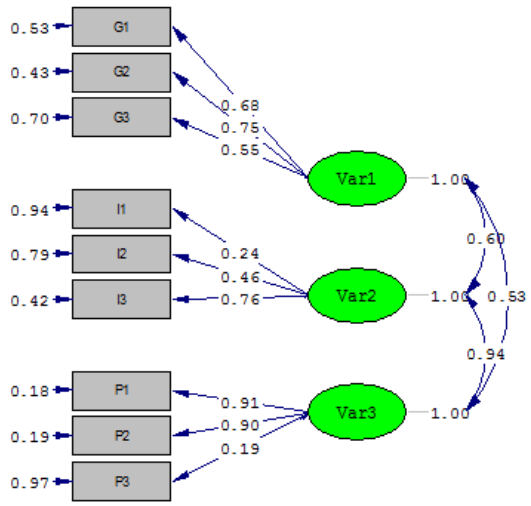
معیار اصلی	نماد معیار اصلی	معیار فرعی	نماد معیار فرعی
قابلیت جذب	Var 1	افزونگی	G1
		قابلیت دید زنجیره تأمین	G2
		آگاهی از موقعیت	G3
قابلیت پاسخگویی	Var 2	تصمیمات صحیح مدیریت ریسک	I1
		چابکی	I2
		همکاری زنجیره تأمین	I3
قابلیت بازیابی	Var 3	کارایی بازیابی	P1
		برنامه ریزی اضطراری	P2
		مدیریت دانش	P3

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

آزمون KMO با مقدار ۰.۷۴۸ مناسب بودن داده‌ها را تأیید کرده و شاخص‌ها در سه دسته برای تدوین مدل مفهومی و تحلیل مسیر طبقه‌بندی شده‌اند که نتایج در جدول ۸ آمده است.

برای سنجش پایایی داده‌ها از ضریب آلفای کرونباخ استفاده می‌شود که در صورت بیش‌تر بودن از ۰/۷، پرسشنامه دارای پایایی مطلوب است. همچنین پایایی ترکیبی نیز با فرمول زیر محاسبه شده و نتایج آن در جدول ۲۳ نمایش داده شده است. در ادامه شاخص میانگین واریانس استخراج شده نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده و نتایج آن در جدول۲۴ گزارش شده است. بر اساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و نتایج جدول ۲۵، داده‌های پژوهش نرمال تشخیص داده شدند. در شکل ۲، تحلیل عاملی تأییدی و مدل تاثیر عوامل انعطاف‌پذیری بر عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال همراه با بارهای عاملی استاندارد ارایه شده است.



شکل۲. نمودار بار عاملی استاندارد تحلیل عاملی تاییدی پرسشنامه پژوهش

در این پژوهش اعتبار مدل با آزمون‌های P-value و RMSEA بررسی شد که به‌ترتیب ۰/۰۲و کمتر از ۰/۱گزارش شدند و هر دو در وضعیت مطلوب قرار دارند. بنابراین، اعتبار مدل تأیید شده و نتایج آن برای ارزیابی عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال قابل استفاده است.

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دیجیتالی شدن زنجیره‌تامین در دنیا به سرعت در حال گسترش است و تمامی مراحل کسب‌وکارها از تامین مواد اولیه تا تحویل محصولات به مشتریان تحت تاثیر این روند قرار دارد. در این پژوهش، عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری و عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال در صنعت مواد غذایی ایران شناسایی و اولویت‌بندی شده‌اند. با استفاده از روش دلفی فازی و نظرات ۱۰ خبره، ۱۶ زیرمعیار و ۵ معیار اصلی استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد زنجیره‌تامین، قابلیت جذب و قابلیت پاسخگویی به ترتیب بالاترین رتبه‌ها را دارند. همچنین، رضایت مشتری، هزینه‌های عملیاتی و آگاهی از موقعیت به عنوان زیرمعیارهای کلیدی شناسایی شده‌اند. تحلیل عاملی اکتشافی تاثیر عوامل مختلف را بررسی کرده و محدودیت‌های تحقیق به وابستگی به نظرات خبرگان اشاره

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]

دارد. برای تحقیقات بیشتر پیشنهاد می شود تا برای بهبود عملکرد زنجیره‌تامین دیجیتال از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شود.

منابع

[1] Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 1-14.

[2] Ardolino, M., Bacchetti, A., Dolgui, A., Franchini, G., Ivanov, D., & Nair, A. (2022). The impacts of digital technologies on coping with the COVID-19 pandemic in the manufacturing industry: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 1-24.

[3] Chakraborty, P., Mittal, P., Gupta, M. S., Yadav, S., & Arora, A. (2021). Opinion of students on online education during the COVID-19 pandemic. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(3), 357-365.

[4] Rogerson, M., & Parry, G. C. (2020). Blockchain: Case studies in food supply chain visibility. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 601-614.

[5] Li, Y., Li, D., Liu, Y., & Shou, Y. (2023). Digitalization for supply chain resilience and robustness: The roles of collaboration and formal contracts. *Frontiers of Engineering Management*, 10(1), 5-19.

[6] Stank, T., Esper, T., Goldsby, T. J., Zinn, W., & Autry, C. (2019). Toward a digitally dominant paradigm for twenty-first century supply chain scholarship. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(10), 956-971.

[7] Hennelly, P. A., Srai, J. S., Graham, G., & Fosso Wamba, S. (2020). Rethinking supply chains in the age of digitalization. *Production Planning & Control*, 31(2-3), 93-95.

[8] Schilling, L., & Seuring, S. (2024). Linking the digital and sustainable transformation with supply chain practices. *International Journal of Production Research*, 62(3), 949-973.

[9] Pourbagher, M., Valipour, P., & Enkari, M. (2024). Investigating factors affecting the acceptance of Internet of Things (IoT) in the digital clothing supply chain using Fuzzy AHP and WASPAS techniques. *Journal of Textile Science and Technology*, 12(4), 18-34. (In Persian)

[10] Zhao, N., Hong, J., & Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, 259, 108817.

[11] Abolghasemian, M., Kheiri, A. O. and Saberifard, N. (2024). Prioritizing Factors Affecting the Flexibility and Performance of the Digital Supply Chain System in the Iranian Food Industry. *System Engineering and Productivity*, *4*(1), 41-57.

[12] Dias, D., & Marin, J. (2023). Implications of using Industry 4.0 base technologies for lean and agile supply chains and performance. *International Journal of Production Economics*, 2, 121-132.

[13] Bigliardi, B., Filippelli, S., Petroni, A., & Tagliente, L. (2022). The digitalization of supply chain: A review. *Procedia Computer Science*, 200, 1806-1815.

[14] Belhadi, A., Kamble, S. S., Venkatesh, M., Jabbour, C. J. C., & Benkhati, I. (2022). Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view. *International Journal of Production Economics*, 249, 108516.

[15] Shaygan, M., & Amirkhan, M. (2018). Examining the relationship between company characteristics and supply chain performance with the mediating role of supply chain communication quality in Pegah Golestan Company. *Master's thesis of Hakim Jarjani Institute of Higher Education*. (In Persian)

[16] Mousavi, P., Yousefizenouz, R., & Hasanpoor, A. (2015). Identifying organizational information security risks using fuzzy Delphi. *Journal of Information Technology Management*, 7(1), 163-184.

[17] Mirspasi, N., Toloui Ashlaghi, A., & Memarzadeh. (2011). Designing the human resource excellence model in Iran's government organizations using the fuzzy Delphi technique. *Management Future Research*, 21(4), 1-22. (In Persian)

[18] Rahdary, A., & Nasr, M. (2017). Challenges of think tanks in Iran. *JMDP*, 30(2), 23-54. (In Persian)

[19] Hasanpour Jesri, Z. S., Hassannayebi, E., Abolghasemian, M. (2024). Optimization Models for Vehicle Routing Problems with Simultaneous Delivery and Pickup under Time Window Constraints. JOR, 21 (2), 35-55. (In Persian).

[20] Ahmar, E., Ahmadi, M. (2025). Designing a Structural Model of Strategic Thinking to Prioritize Components in a Large Supply Chain. JOR, 22 (2), 47-70. (In Persian).

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jad-2025-1-2275]