Industrial Management Studies
Vol. 21, No. 71, Winter 2024; P 263-295
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2023.73344.2858

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 02/12/2023
Revised: 11/11/2023
Received: 16/05/2023
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Identifying and Prioritizing Factors Affecting Transportation Risk Management in the Food Supply Chain Using Gray Delphi And Gray COPRAS

Mehsa Pishdar *
Assistant Professor, Faculty of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran

Atefeh Habibi
Master's student in Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran

Abstract
To explain a framework for managing the risk of transportation in the food industry supply chain, the initial step involves identifying 12 risks that can potentially lead to transportation disruptions, based on the research background. Utilizing the Delphi method and gathering opinions from 15 academic and industrial experts across 3 stages, the risks were ultimately defined. Furthermore, expert opinions were sought to determine solutions to address the identified risks. The grey DEMATEL method was employed to investigate the interaction of risks. The findings revealed that weather problems, natural disasters, insufficient skilled labor/labor strikes, infrastructure capacity, and inflation and exchange rate changes are among the risks that exert a more significant influence on other risks than they are influenced by them. Subsequently, using the grey COPRAS method, the prioritization of solutions to mitigate the identified risks, based on expert opinions, was undertaken. The results indicated that the top-ranked solution is the definition of key performance indicators. Therefore, it is recommended to managers that, in order to establish a robust supply chain and proactively manage risks, they should identify stakeholders and critical processes. Afterward, an agreement on the financial flow in each situation should be obtained, and a value flow map drawn. This approach enables the implementation of preventive measures to reduce supply chain risk and

* Corresponding Author: mahsa.pishdar@ut.ac.ir
How to Cite: Pishdar, M., Habibi, A. (2024). Identifying and Prioritizing Factors Affecting Transportation Risk Management in the Food Supply Chain Using Gray Delphi And Gray COPRAS, *Industrial Management Studies, 21(71)*, 263-295.

facilitates the preparation of an emergency plan for unforeseen conditions, thereby enhancing resilience.

Introduction

Disruption in transportation stands as the pivotal factor undermining the efficiency of the supply chain. Any significant interruption can result in delays or business flow cessation, leading to consequential impacts (Ali et al., 2021). The transportation supply network is susceptible to various technical, economic, and environmental factors (Tan et al., 2023). Simultaneously, research indicates that factors such as a workforce lacking sufficient skills, suboptimal selection of service providers, traffic accidents, and the inability to predict the systemic impact of these risks play a crucial role in transportation, causing disruptions in the flow. In addition to these factors, it is noteworthy that supply chain management in the food industry introduces its own complexities. Unlike other industries, the quality of products in this type of supply chain consistently diminishes during product movement and this issue of perishability intensifying the need for transportation risk management (Hosseini-Motlagh et al., 2019; Choe et al., 2021). Given this context, emphasis should be placed on establishing distribution channels with lower costs and implementing change management to enhance efficiency. However, existing studies have predominantly focused solely on analyzing transportation disruption within companies' supply chains. Clearly, it is insufficient to only address disorders or the risks that may lead to their occurrence. A comprehensive examination of the cause-and-effect relationships among these risks facilitates a systematic understanding of the risk network. This approach enables the development of a more effective program to enhance the resilience of the transportation system. Even in the face of risks and disruptions, this ensures minimal damage, a swift return to normal operational levels in the supply chain, or the application of knowledge management to learn from experiences and prevent the recurrence of disruptions through appropriate implementation solutions. Consequently, the overall performance of the supply chain can be improved. In consideration of these elements, this study aims to address the following main questions:

- What are the risks associated with transportation in the food supply chain?

- What are the pertinent solutions, according to expert opinions, and what is their prioritization?

Methodology

In terms of its objective, the current study falls within the domain of applied research as it aims to discover practical solutions to address a real-world problem. Regarding information collection, the study is categorized as survey research, wherein data is gathered based on the opinions of 15 experts. Among these experts, 9 are drawn from the industrial community, each possessing over 10 years of experience in the commercial sector and raw material procurement within the food industry. The remaining 6 experts are affiliated with the academic community and have published numerous articles in the field. The study unfolds in several stages. Initially, a compilation of transportation risks causing disruptions in the food supply chain is accomplished through a literature review. Subsequently, the Delphi method is employed to screen and refine these disruptions. The cause-and-effect relationships among the identified disruptions are then scrutinized using the Grey DEMATEL method. Experts are engaged to contribute not only by assessing the risks but also by providing their insights into coping strategies based on their experience. Finally, the coping strategies are prioritized using the Grey COPRAS method.

Results and Discussion

According to the obtained results, it is evident that the climate problems risks of failure to choose logistics service providers that care about sustainability principles (C6) and frequent change of product delivery time (C9) exhibit the highest degree of interconnectedness with other risks. The weights of these risks have also been determined. Notably, the failure to choose logistics service providers committed to sustainability principles has secured the top rank with a weight of 0.1443. Following closely, the frequent change of product delivery time holds the second position with a weight of 0.1384, while natural disasters rank third with a weight of 0.1039. Turning to coping strategies, it is noteworthy that the solution of "Definition of Key Performance Indicators (KPI)" has claimed the top position. In today's business landscape dominated by Logistics 4.0 and Omnichannel, simplifying processes can create significant added value for any business, particularly in minimizing transfer time. Concurrently, many

manufacturing companies are leveraging various logistics transportation modes as a critical factor for promptly responding to demands, thereby enhancing service reliability and minimizing travel time (Foroozesh et al., 2022). The adoption of modern technologies such as the Internet of Things facilitates real-time inventory monitoring, contributing to dynamic pricing policies. As product quality diminishes along the chain, electronic labels enable adjusting product prices based on features (Kumar & Agrawal, 2023).

Conclusion

Studies indicate that supply chain managers, particularly in food supply chains, have demonstrated significant commitments to sustainability goals, leading to the pursuit of a diverse array of performance improvement projects. This study identifies various risks and corresponding coping strategies. Outsourcing logistics activities to 3PL allows leveraging their expertise in supply chain management, thereby enhancing stability and efficiency. This approach can contribute to reducing the carbon footprint, increasing order fulfillment, and lowering energy consumption throughout the supply chain.

For future research endeavors, it is recommended to prioritize strategies related to realizing the circular economy within the logistics system of the food industry. Providing a roadmap for the sustainable development of logistics clusters can enhance supply chain performance, minimize waste, and boost the social credibility of the supply chain. Additionally, attention to the concept of greenwashing in sustainable logistics, particularly concerning the fulfillment of social responsibility, can prove beneficial in improving overall supply chain performance.

Keywords: Transportation Risk, Food Supply Chain, Gray DEMATEL Method, Gray COPRAS Method, Delphi Method.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۲/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۸/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۱

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیست و یکم، شماره ۷۱، زمستان ۱۴۰۲، ص ۲۶۳ تا ۲۹۵

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jims.2023.73344.2858

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی با رویکرد دلفی و کوپراس خاکستری

مهسا پیشدار * استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

عاطفه حبیبی دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

چکیده

به‌منظور تبیین چارچوبی برای مدیریت ریسک حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی، ابتدا بر اساس پیشینه پژوهش، ۱۲ ریسک که می‌توانند منجر به ایجاد اختلال در حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی شوند شناسایی‌شده‌اند. با استفاده از روش دلفی و کسب نظر از ۱۵ خبره دانشگاهی و صنعتی و در ۳ مرحله، ریسک‌ها نهایی شده و با کسب نظر از خبرگان، راهکارهای مواجهه با ریسک‌های حاضر نیز معین‌شده است. با به‌کارگیری روش دیمتل خاکستری به بررسی نحوه تعامل ریسک‌ها پرداخته شد. نتایج نشان داد که ریسک‌های مشکلات آب و هوایی، بلایای طبیعی، نیروی کار ماهر ناکافی/ اعتصابات کارگری، ظرفیت نامناسب زیرساخت‌ها و تورم و تغییر نرخ ارز ازجمله ریسک‌هایی هستند که بیشتر روی سایر ریسک‌ها اثر می‌گذارند تا اینکه بخواهند از آن‌ها اثر بپذیرند. سپس با استفاده از روش کوپراس خاکستری نیز به رتبه‌بندی راهکارهای مواجهه با ریسک که با کسب نظرات خبرگان شناسایی شدند؛ پرداخته شده است. نتایج نشان داد که تعریف شاخص‌های عملکردی کلیدی اولویت اول را در میان راهکارها دارد. به همین دلیل، به مدیران پیشنهاد می‌شود که به‌منظور دست‌یابی به زنجیره تأمین استوار و مدیریت ریسک فعالانه، پس از شناسایی ذینفعان و فرآیندهای حیاتی، توافق بر سر جریان مالی در هر موقعیت به‌دست‌آمده و نقشه جریان ارزش ترسیم شود. به این صورت اقدامات پیشگیرانه برای کاهش ریسک زنجیره تأمین ممکن شده و می‌توان برای شرایط پیش‌بینی‌نشده یک طرح اضطراری تهیه نمود تا تاب‌آوری افزایش یابد.

کلیدواژه‌ها: ریسک حمل‌ونقل، روش دیمتل خاکستری، روش کوپراس خاکستری، روش دلفی، زنجیره تأمین مواد غذایی.

* نویسنده مسئول: mahsa.pishdar@ut.ac.ir

مقدمه

بازارهای جهانی، مدیران را بر آن داشته‌اند که ضمن کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود جایگاه مالی و با توجه به ایجاد ارزش‌افزوده در طول زنجیره تأمین، نیازهای ذینفعان مختلف را برطرف نمایند (Ngussa et al., 2020). مشتریان انتظار دارند در یک بازه زمانی منطقی محصولات را دریافت نمایند. هرچند زنجیره تأمین پیشرفته وقوع خطاها و اشتباهات را به حداقل می‌رساند؛ بااین‌حال، روند جهانی‌شدن، ساختار زنجیره‌های تأمین را پیچیده‌تر از گذشته نموده است؛ بنابراین، شبکه‌های زنجیره تأمین نسبت به اختلالات در داخل شبکه آسیب‌پذیرتر شده‌اند (Zhemchugova et al., 2022). اختلال در حمل‌ونقل عامل کلیدی است که منجر به کاهش کارایی زنجیره تأمین می‌شود. هرگونه وقفه قابل‌توجه ممکن است منجر به تأخیر یا توقف جریان کسب‌وکار شده و عوارض قابل‌توجهی به دنبال داشته باشد (Ali et al., 2021). شبکه تأمین حمل‌ونقل می‌تواند تحت تأثیر عوامل فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی بسیاری قرار گیرد. بلایای طبیعی مانند آتش‌سوزی‌ها، زلزله‌ها و طوفان‌ها می‌تواند به مسیرهای حمل‌ونقل آسیب بزنند. آب‌وهوای شدید شامل باران شدید و باد و بوران می‌تواند باعث تأخیر قابل‌توجهی در حمل‌ونقل مواد خام و کالاهای مصرفی شده و درنهایت، منجر به فاسدشدن محصول گردد (Tan et al., 2023). در ضمن، پژوهش‌ها حاکی از آن است که نیروی کار بدون مهارت کافی، ناکامی در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات، تصادفات ترافیکی و البته، عدم توانمندی در پیش‌بینی نحوه تأثیرگذاری این ریسک‌ها روی یکدیگر در قالب دیدگاه سیستمی، نقش مهمی در حمل‌ونقل و ایجاد اختلال در جریان شبکه زنجیره تأمین دارند (Kraude et al., 2022; Yang, 2023).

علاوه بر تمام موارد گفته‌شده، باید قید کرد مدیریت زنجیره تأمین در صنایع غذایی پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. برخلاف سایر صنایع، کیفیت محصولات در این نوع از زنجیره تأمین، به‌طور مداوم با حرکت محصولات در طول زنجیره تأمین کاهش می‌یابد و همین موضوع فسادپذیری، ضرورت مدیریت ریسک در حمل‌ونقل را بیش از بیش می‌نماید. این در حالی است که تجارت مواد غذایی رو به افزایش بوده و پیشرفت فناوری

این امر را ممکن ساخته است که کشورهایی که شرایط آب و هوایی مناسبی ندارند و قادر به کشت و برداشت محصول به‌اندازه نیاز تمام جمعیت خود نیستند، به واردات محصولات روی‌آورند. این موضوع، چالش‌های بسیاری مانند فساد و دیر رسیدن محصول به دست خریدار را ایجاد کرده و ضرورت پیاده‌سازی نظام حمل‌ونقل یکپارچه که می‌تواند ضمن رعایت کیفیت، ایمنی و بهره‌وری، خدمات را در کمترین زمان ممکن ارائه کرده و در زمان نیاز در دسترس باشد، ضروری می‌نماید (Hosseini-Motlagh et al., 2019; Choe et al., 2021). شبکه حمل‌ونقل در صنعت مواد غذایی نقش مهم و حیاتی در موفقیت این شرکت‌ها ایفا می‌کند. نظام حمل‌ونقل در کل زنجیره تأمین باید یکپارچه بوده و به ایجاد ارزش‌افزوده برای کلیه ذینفعان ضمن کاهش هزینه‌هایی چون هزینه پیمانکاری توجه نماید. پس مدیریت هوشمندانه فرایندها و جهت‌گیری به سمت ایجاد ارزش‌افزوده در این نظام حائز اهمیت است (غیاثی، ۱۴۰۰). بر این اساس باید به ایجاد کانال‌های توزیع با هزینه کمتر و مدیریت تغییر توجه نمود تا کارآمدی افزایش یابد. حال‌آنکه بسیاری از مطالعات تنها بر تجزیه‌وتحلیل اختلال در حمل‌ونقل در زنجیره تأمین شرکت‌ها تمرکز نموده‌اند. مشخصاً توجه صرف به اختلال‌ها یا حتی ریسک‌هایی که می‌توانند منجر به بروز اختلال شوند به‌تنهایی کافی نیست. بررسی رابطه علت و معلول بین این ریسک‌ها باعث می‌شود بتوان دیدگاهی نظام‌مند نسبت به شبکه ریسک‌ها پیدا کرد و به‌این‌ترتیب، برنامه کارآمدتری را به‌منظور افزایش تاب‌آوری نظام حمل‌ونقل تنظیم نمود تا حتی در صورت رخ‌داد ریسک‌ها و بروز اختلال، بتوان با حداقل آسیب، مجدداً به سطح عملکرد عادی در زنجیره تأمین برگشت؛ یا آنکه با مدیریت دانش رخ‌داده بتوان از تجربه‌ها درس آموخت و با به‌کارگیری راهکارهای اجرایی و مناسب از بروز اختلال مجدد جلوگیری کرد تا عملکرد کل زنجیره تأمین درنهایت ارتقا یابد.

به‌این‌ترتیب، مطالعه حاضر با توجه به آنکه به دنبال تعیین ریسک‌های حمل‌ونقل در زنجیره تأمین مواد غذایی می‌باشد و علاوه بر این، راهکارهای مربوطه را با توجه به نظر خبرگان اخذ و رتبه‌بندی نموده، از نوآوری برخوردار بوده و در نوع خود منحصربه‌فرد

است. در تعیین وزن ریسک‌ها، از روش دیمتل خاکستری استفاده شده است تا نحوه اثرگذاری و اثرپذیری ریسک‌ها از یکدیگر نیز در تبیین وزن اثرگذار باشد. به‌این‌ترتیب، تعامل ریسک‌ها با یکدیگر نیز در تعیین وزن‌ها مؤثر بوده و این اثر می‌تواند در اولویت‌بندی راهکارها نیز نقش داشته باشد. به دلیل فسادپذیر بودن محصولات مواد غذایی، در ارائه راهکارها به موضوعات مبتنی بر زمان‌بندی در ارسال و قیمت‌گذاری پویا توجه ویژه می‌شود. توجه به مجموعه اعداد خاکستری به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت در نظرات خبرگان از دیگر ویژگی‌های منحصربه‌فرد مطالعه پیش‌رو می‌باشد. در ادامه مقاله، پیشینه مطالعه بررسی‌شده؛ روش‌شناسی مطرح‌شده تا درنهایت، با بررسی ریسک‌ها و راهکارهای مربوطه بتوان به مدیران اجرایی و البته پژوهشگران آتی، درزمینهٔ ایجاد نگاه نظام‌مند میان ریسک‌های حمل‌ونقل در صنعت غذایی کمک نمود.

پیشینه پژوهش

زنجیره تأمین به‌عنوان مجموعه‌ای از موجودیت‌ها که دربردارنده سازمان‌ها و یا افراد می‌باشد، تعریف می‌شود که به‌طور مستقیم در جریان‌های عرضه و توزیع کالاها، خدمات، امور مالی و اطلاعات شرکت دارند. به‌طورکلی، مفهوم زنجیره تأمین دربرگیرنده مجموعه فعالیت‌هایی است که برای تولید و تحویل یک کالا یا خدمت از تأمین‌کننده تا مشتری، مانند برنامه‌ریزی و مدیریت عرضه و تقاضا، تهیه مواد، تولید و برنامه‌ریزی محصول، کنترل موجودی و توزیع، تحویل محصول و خدمت به مشتری بکار برده می‌شوند (Burgos & Ivanov, 2021). زنجیره‌های تأمین مواد غذایی شبکه‌ای پیچیده از سیستم‌های حمل‌ونقل هستند که در قسمت‌های مختلف از زنجیره باید کارکردها را ارزیابی نمود تا مشخص شود عواملی مانند فسادپذیری چگونه بر هزینه، کیفیت و تحویل به‌موقع محصول تأثیر می‌گذارند (Abbas et al., 2023).

نکته آنجا است که در جامعه امروزی، سیستم‌های پیچیده نقش مهمی در مدیریت زنجیره تأمین ایفا می‌کنند. به همین دلیل باید توجه نمود که از کارافتادگی یک سیستم یا بروز حوادث می‌تواند موجب بروز اختلال در سطوح مختلف شود و حتی به‌عنوان تهدیدی

برای جامعه و محیط‌زیست تلقی گردد (El Ayoubi & Radmehr, 2023; Cao et al., 2023). به این دلیل است که همگان در پی ایجاد سیستمی ایمن و با احتمال خطر پایین هستند. در اینجا است که مفهوم ریسک شکل‌گرفته و مدیریت آن از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار می‌شود (حمودی، ۱۳۹۹). برنامه‌ریزی و اقدام مداخله‌ای برای به حداقل رساندن احتمال وقوع خطر و یا به حداقل رساندن شدت پیامدهای ناشی از وقوع خطر هدف اصلی از مدیریت ریسک است. برای به حداقل رساندن احتمال وقوع خطر و یا به حداقل رساندن شدت پیامدهای آن لازم است ابتدا ریسک‌ها را معین کرده، ارتباط میان آن‌ها را ترسیم نموده و شدت آن‌ها و درجه اهمیتی را که در هر سیستم به خود اختصاص می‌دهند اندازه‌گیری نمود. پس‌ازآن می‌توان میزان موفقیت مداخلات را تحت کنترل درآورد (صلاحی، ۱۳۹۹؛ غیاثی، ۱۴۰۰). بسته شدن فرودگاه تایلند در سال ۲۰۰۸ نمونه‌ای از خطر اختلال در پیوندهای حمل‌ونقل است. محموله‌های هوایی و سایر محصولات الکترونیکی از تایلند مجدداً به فرودگاه‌های مالزی و سنگاپور منتقل شدند و از کامیون‌ها برای حمل‌ونقل محصولات به خارج از کشور استفاده شد. این امر منجر به افزایش زمان تحویل و هزینه حمل‌ونقل شد. پس باید اشاره کرد در دهه‌های اخیر، بسته شدن فرودگاه، زلزله و سیل یا شکل‌گیری بیماری‌های فراگیر به‌عنوان نمونه‌های شناخته‌شده‌ای از ریسک حمل‌ونقل شناخته‌شده و ازجمله تهدیدهای بیرونی برای شبکه‌های زنجیره تأمین محسوب می‌شوند (Bø et al., 2023). عواملی مانند فناوری ارتباط نامناسب، نظام مدیریت غیریکپارچه، عدم تأمین نقدینگی و جریان مالی نامناسب همراه با تغییر نرخ ارز نیز ازجمله عوامل دیگری است که نظام حمل‌ونقل را تهدید کرده است (محتشمی، خوش‌نامی، ۱۳۹۸؛ همتی و ابراهیمی، ۱۴۰۱). به اشتراک‌گذاری اطلاعات بهنگام در طول زنجیره هم برای تصمیم‌گیری که شامل همکاران زنجیره‌ای متقابل است (اشتراک‌گذاری کامیون، بهینه‌سازی مسیریابی، زمان تحویل واقعی و غیره) و هم برای قابلیت ردیابی و شفاف‌سازی عملکرد در یک شبکه حمل‌ونقل از اهمیت زیادی برخوردار است (Abideen et al., 2023; Foroozesh et al., 2022)

فتاحی و همکاران (۲۰۱۷)، به طراحی شبکه زنجیره تأمین پاسخگو و انعطاف‌پذیر

تحت ریسک عملیاتی با حضور مشتریان حساس به زمان تحویل پرداختند. پژوهش حاضر به طراحی شبکه زنجیره تأمین چند دوره‌ای می‌پردازد که در آن خواسته‌های مشتریان به تسهیلاتی که بر اساس زمان تحویل به آن‌ها خدمات ارائه می‌دهند بستگی دارد. تقاضای مشتریان بالقوه تصادفی هستند و ظرفیت تسهیلات به دلیل اختلالات احتمالی به‌طور تصادفی متفاوت است.

قوامی فر و همکاران (۲۰۱۸) نیز به طراحی شبکه زنجیره تأمین رقابتی انعطاف‌پذیر تحت ریسک پرداختند. در زنجیره تأمین موردتوجه در مطالعه حاضر، تولیدکننده و فروشندگان در حالی برای دستیابی به اهداف خود باهم رقابت می‌کنند که عدم قطعیت‌ها و خطرات اختلال را در نظر می‌گیرند.

واندرلیچ[1] (۲۰۲۱) نیز به بررسی زنجیره تأمین مواد غذایی در طول همه‌گیری کرونا و تغییرات در تولید مواد غذایی، از دست دادن مواد غذایی و ضایعات پرداخت. نتایج مطالعه مذکور نشان می‌دهند که هر مرحله از زنجیره تأمین نقش مهمی در کاهش، از دست دادن و هدر رفتن غذا و کاهش منابع محیطی دارد. استراتژی‌های بلندمدت باید برای حفظ استحکام و پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی در شرایط و بحران‌های نامطلوب اجرا شود. حتی نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که ضایعات مواد غذایی در این دوره به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از زمان‌های قبل از همه‌گیری بوده است. به همین دلیل می‌توان چنین مطرح کرد که اهمیت مدیریت ریسک در حمل‌ونقل مواد غذایی از اهمیت خاص خود برخوردار است.

به‌طورکلی، تجزیه‌وتحلیل ریسک در مدیریت حمل‌ونقل در زنجیره تأمین به‌منظور به حداقل رساندن اختلالات در زنجیره تأمین و جلوگیری از آسیب احتمالی به محصولات حیاتی است. بر اساس بررسی متون و مبانی نظری ۱۲ عامل فرعی اختلال حمل‌ونقل شناسایی و در چهار گروه اصلی طبیعی، ساخت بشر، مالی، اطلاعات فنی و فناوری طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

1. Wunderlich

جدول ۱. ریسک‌های شناسایی‌شده حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی

گروه اصلی	گروه فرعی	شرح	منبع
طبیعی	مشکلات شدید آب‌وهوایی	اختلالات ناشی از شرایط آب‌وهوایی شدید مانند باران شدید یا طوفان برف.	(Shen & Aydin,2014; Wagner, & Bode, 2008; Qureshi et al., 2008)
	بلایای طبیعی	این حوادث نادر هستند اما پیامدهای فاجعه باری دارند. به‌عنوان‌مثال می‌توان به طوفان، سیل، طوفان و زلزله، بیماری کرونا اشاره کرد.	(Gardas et al., 2019; Ghavamifar et al., 2018; Waters, 2011)
ساخت بشر	نیروی کار غیرکارآمد/ اعتصاب کارگری	کمبود نیروی انسانی یا اعتصاب کارگری که منجر به ناکافی بودن تعداد کارگران لازم برای تکمیل کار موردنظر می‌شود. تمامی سطوح سازمانی در این قسمت موردتوجه است. عدم حضور مدیران کارآمد نیز منجر به شکست در ایجاد ارتباط میان اعضای مختلف زنجیره تأمین به‌صورت افقی یا عمودی خواهد شد.	(Yuan et al., 2023; Ghavamifar et al., 2018; Garvey et al., 2015)
	ظرفیت نامناسب زیرساخت‌ها	کمبود ظرفیت زیرساخت‌ها یا امکانات حمل‌ونقل مانند بندر، مرکز توزیع، کمبود واگن‌های ریلی به دلیل افزایش تقاضا	(Vazquez Reyes & Colmenero, 2022; Zhang & Figliozzi, 2010)
	تصادفات رانندگی	عدم رعایت اصول ایمنی می‌توانند منجر به ایجاد تصادف شده و جریان زنجیره تأمین را با اختلال روبرو نمایند.	(Vazquez Reyes & Colmenero, 2022; Mesa-Arango et al., 2016; Garvey et al., 2015)
	شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی	عدم امکان برقراری ارتباط با ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک در قالب 3PL ضمن رعایت اصول پایداری	(German et al.,2022; Karagiannis et al., 2022; Yuan et al.; 2022)
مالی	نوسانات هزینه حمل‌ونقل	هزینه حمل‌ونقل ناپایدار به دلیل تغییر قیمت بنزین و سایر خدمات لجستیکی مانند نظام حمل زنجیره سرد	(Vazquez Reyes & Colmenero, 2022; Fattahi et al., 2017)
	محدودیت/تعرفه صادرات و واردات	محدودیت در مقدار محصولات ارسال یا واردشده به یک کشور یا کشورهای خاص	(Qureshi L, 2022; in, & Zhou, 2011; Zhang & Figliozzi, 2010)

گروه اصلی	گروه فرعی	شرح	منبع
		توسط یک دولت	
	تغییر مکرر زمان تحویل محصول	تغییر مکرر زمان خروج محصول از مرکز توزیع و رسیدن به مشتری (Lead Time)	(Gardas et al., 2019; Fattahi et al., 2017; Thun & Hoenig, 2011)
	تورم و تغییر در نرخ ارز	نوسانات نرخ تبدیل ارز می‌تواند بر اثربخشی حمل‌ونقل در زنجیره تأمین تأثیر گذارد.	(Tummala & Schoenherr,2011; Song et al., 2017)
اطلاعات فنی و فناوری	خرابی/خرابی ماشین یا تجهیزات	خرابی ماشین یا تجهیزات مربوط به حمل‌ونقل مانند جرثقیل، بالابر قلعه، نوار نقاله	(Vazquez Reyes & Colmenero, 2022; Garvey et al., 2015)
	فناوری اطلاعات و ارتباطات ناکارآمد	عدم وجود زیرساخت و سیستم فناوری اطلاعات برای پردازش و توزیع اطلاعات دقیق و بهنگام بین شرکای زنجیره تأمین	(QureshiDubey et al., 2017; Zhang& Figliozzi, 2010)

روش

مطالعه حاضر برحسب هدف بدین دلیل که به زمینه‌یابی برای حل یک مسئله در دنیای واقعی می‌پردازد، در حیطه پژوهش‌های کاربردی جای می‌گیرد. همچنین ازنظر گردآوری اطلاعات در حیطه پژوهش‌های پیمایشی قرار می‌گیرد. اطلاعات بر اساس نظر ۱۵ خبره به‌دست‌آمده است. ۹ نفر از خبرگان حاضر از جامعه صنعتی انتخاب‌شده و همگی دارای سابقه بالاتر از ۱۰ سال در بخش بازرگانی و خرید مواد اولیه بخش صنایع غذایی هستند. ۶ نفر از خبرگان نیز متعلق به جامعه دانشگاهی بوده و در این زمینه، مقاله‌های مختلفی را منتشر نموده‌اند. به‌منظور انجام این مطالعه، ابتدا مجموعه‌ای از ریسک‌های حمل‌ونقل که باعث اختلال در زنجیره تأمین مواد غذایی شناسایی می‌شوند با مرور پیشینه پژوهش معین‌شده؛ سپس به کمک روش دلفی این اختلال‌ها غربالگری شده و با استفاده از روش دیمتل خاکستری روابط علت و معلولی اختلال‌ها بررسی می‌شوند. از خبرگان خواسته می‌شود تا علاوه بر بررسی اختلال‌ها، راهکارهای مقابله را نیز با توجه به تجربه خود معین نمایند. درنهایت با استفاده از روش کوپراس خاکستری راهکارهای مقابله رتبه‌بندی

می‌شوند. در شکل ۱ مراحل مطالعه معین شده است.

شکل ۱. روندنمای مطالعه حاضر

در روش دلفی، بعد از شناسایی معیارهای پژوهش، گروه تصمیم‌گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل‌شده و پرسشنامه‌ها به‌منظور تعیین مرتبط بودن شاخص‌های شناسایی‌شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری برای آن‌ها ارسال می‌شود. تأیید و غربالگری شاخص‌ها از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه δ صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم‌گیرنده معین می‌شود و مستقیم بر روی تعداد عواملی که غربال می‌شوند تأثیر خواهد داشت (Qureshi, 2022). در این پژوهش مقدار آستانه عدد ۳ در نظر گرفته‌شده است. چنانچه میانگین امتیازات هر شاخص از عدد ۳ کمتر باشد آن شاخص حذف می‌شود. بر این اساس، در مطالعه حاضر

ابتدا شناسایی ریسک‌ها صورت گرفت و پرسشنامه در اختیار پاسخ‌دهندگان قرار داده شد. در تمامی مراحل میزان اهمیت عوامل در قالب طیف لیکرت و شامل گزینه‌های (خیلی کم: ۱)، (کم: ۲)، (متوسط: ۳)، (زیاد: ۴) و (خیلی زیاد: ۵) صورت پذیرفت. در هر دور نیز در مقابل هر عامل، میانگین پاسخ‌های اعضای پانل در دورهای پیش‌آگاهی پاسخگویان رسیده است.

نکته قابل‌توجه آن است که در تصمیم‌گیری‌های عملی به‌علت پیچیدگی سیستم تصمیم و عدم قطعیت در تفکرات انسان، تصمیم‌گیرندگان نتایج ارزیابی را بر اساس متغیرهای زبان‌شناختی از قبیل بدترین، بدتر، بد، معمولی، خوب، بهتر و بهترین بیان می‌کنند تا به این صورت بتوان با عدم قطعیت روبرو شد. مجموعه اعداد خاکستری که پایه و اساس آن بر مبنای اعداد خاکستری فاصله‌ای می‌باشد؛ می‌توانند برای مواجهه با عدمقطعیت در تصمیم‌گیری مفید واقع شوند. به‌این‌ترتیب، ازآنجاکه در تعیین روابط میان ریسک‌ها و همین‌طور اولویت‌بندی نمودن راهکارها، با مسائل پیچیده دنیای واقعی روبرو می‌شویم، از مجموعه اعداد خاکستری کمک گرفته می‌شود. اعداد خاکستری اعدادی هستند که مقدار دقیق آن‌ها مشخص نیست. به‌طوری‌که حد بالا و پایین آن می‌تواند تخمین زده شود. به‌طورمعمول اعداد خاکستری به‌صورت $G = [\underline{G}.\overline{G}]$ نوشته می‌شود،که $\underline{G}$ پایین و $\overline{G}$حد بالا است. درصورتی‌که $\otimes G_1$ و $\otimes G_2$ دو عدد خاکستری باشند و C یک عدد قطعی باشد. عملیات اصلی موردنیاز برای تئوری خاکستری به شکل زیر است (Hong et al., 2018):

(۱)

$$If\ c.\underline{G_1}.\overline{G_1}.\underline{G_2}.\overline{G_2} > 0$$

(۲)

$$\otimes G_1 + \otimes G_2 = \left[\underline{G_1} + \underline{G_2}.\overline{G_1} + \overline{G_2}\right]$$

(۳)

$$\otimes G_1 - \otimes G_2 = \left[\underline{G_1} - \underline{G_2}.\overline{G_1} - \overline{G_2}\right]$$

(۴)

$$\frac{\bigotimes G_1}{c} = \left[\frac{\underline{G_1}}{c} . \frac{\overline{G_1}}{c}\right]$$

(۵)

$$c \times \bigotimes G_1 = \left[c\underline{G_1} . c\overline{G_1}\right]$$

حال اگر m گزینه توسط n معیار ارزیابی‌شده و ماتریس تصمیم توسط k امین خبره تکمیل‌شده باشد؛ ماتریس به‌صورت زیر می‌باشد:

(۶)

$$\bigotimes G^k = \begin{bmatrix} \bigotimes G_{11}^k & \bigotimes G_{12}^k & \dots & \bigotimes G_{1}^k{}_n \\ \bigotimes G_{21}^k & \bigotimes G_{22}^k & \dots & \bigotimes G_{2}^k{}_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bigotimes G_{m1}^k & \bigotimes G_{m2}^k & \dots & \bigotimes G_{mn}^k \end{bmatrix}$$

که $\bigotimes G_{ij}^k$ ارزش j امین معیار از i امین گزینه ارزیابی‌شده توسط k امین متخصص است.

گام نخست روش دیمتل خاکستری که در روندنمای مطالعه (شکل ۱) دلیل به‌کارگیری آن معین شد؛ مرتبط با محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (D) می‌باشد. در این گام از پاسخ‌دهندگان خواسته می‌شود تا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j را با استفاده جدول ۲ نشان دهند. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق رابطه ۷ از نظرات آن‌ها میانگین حسابی گرفته می‌شود.

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus x^p}{p} \quad (۷)$$

در این رابطه، pتعداد خبرگان و $\tilde{x}^1$، $\tilde{x}^2$، $\tilde{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و $\tilde{z}$ عدد خاکستری به‌صورت $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, u'_{ij})$ است.

جدول ۲. معیارهای زبانی به عدد خاکستری

متغیر	کد	معادل خاکستری
بدون تأثیر	۰	[0,0]
تأثیر کم	۱	[0,1]
تأثیر متوسط	۲	[1,2]

متغیر	کد	معادل خاکستری
تأثیر زیاد	۳	[2,3]
تأثیر خیلی زیاد	۴	[3,4]

در گام بعدی، نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم صورت می‌گیرد (رابطه ۸).

$$\widetilde{H}_{ij} = \frac{\widetilde{z}_{ij}}{r} \quad (۸)$$

$$\left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r}\right) = (l''_{ij}, u''_{ij}) \quad (۹)$$

که r در رابطه‌های ۸ و ۹ از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\mathrm{r} = \max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} u'_{ij}, \sum_{i=1}^{n} u'_{ij}\right) \quad (۱۰)$$

در گام بعدی، ماتریس ارتباط کامل معیارها محاسبه می‌شود.

$$T = \lim_{k\to+\infty}(\widetilde{H}^1 \oplus \widetilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \widetilde{H}^k) \quad (۱۱)$$

که هر درایه آن عدد خاکستری به‌صورت $\tilde{t}_{ij} = \left(l^t_{ij}, u^t_{ij}\right)$ بوده و به طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\left[l^t_{ij}\right] = \mathrm{H_l} \times (\mathrm{I} - \mathrm{H_l})^{-1} \quad (۱۲)$$

$$\left[u^t_{ij}\right] = \mathrm{H_u} \times (\mathrm{I} - \mathrm{H_u})^{-1} \quad (۱۳)$$

در این رابطه‌ها I ماتریس یکه و H_l، و H_u هرکدام ماتریس n×n هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایِ اعداد خاکستری ماتریسِ H تشکیل می‌دهد. درنهایت، شدت و جهت تأثیر محاسبه می‌شود. مطابق با رابطه ۱۴ و ۱۵ میزان شاخص ri و cj محاسبه می‌شود. شاخص ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص cj بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس Tc با توجه به بعد مربوطه می‌باشد. به همین صورت میزان شاخص $\widetilde{R}$و $\widetilde{D}$ محاسبه می‌شود. شاخص Ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص Cj بیانگر مجموع ستون jام از ماتریس TD می‌باشد. جهت ترسیم و تحلیل نمودار نیاز به ۲ شاخص شدت اثرگذاری و اثرپذیری و جهت تأثیر می‌باشد که با استفاده از ri و cj به دست می‌آیند.

$$\widetilde{D} = (\widetilde{D}_i)_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} \tilde{T}_{ij}\right]_{n\times 1} \quad (۱۴)$$

$$\widetilde{R} = (\widetilde{R}_i)_{1\times n} = \left[\sum_{j=1}^{n} \tilde{T}_{ij}\right]_{1\times n} \quad (۱۵)$$

که $\widetilde{D}$ و $\widetilde{R}$ به ترتیب ماتریس $n \times 1$ و $1 \times n$ هستند.

در مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها $(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)$ و رابطه بین معیارها $(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)$ مشخص می‌شود. اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. با توجه به مقادیر محاسبه‌شده در فوق، مقدار شاخص $ri + dj$ و $ri - dj$ برای معیارها و همچنین شاخص $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ و $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ برای ابعاد به دست آورده می‌شود و سپس با استفاده از رابطه (۱۶) قطعی می‌شود.

$$\text{defuuzy} = \frac{l+u}{2} \quad (۱۶)$$

نکته دیگر آن است که می‌توان از ماتریس ارتباطات مستقیم وزن ریسک‌ها را نیز محاسبه کرد (رابطه ۱۷)(Dalalah et al., 2011; Yuan et al.; 2022)

$$Wi = \{(Di + Ri)^2 + (Di - Ri)^2\}^{1/2} \quad (۱۷)$$

در این رابطه D حاصل مجموع سطری درایه‌های ماتریس ارتباطات کل و R مجموع ستونی درایه‌های ماتریس ارتباطات کل است.

در مطالعه حاضر، از روش کوپراس (COPRAS[1]) برای به دست آوردن وزن راهکارها استفاده شده است. این روش باوجود الگوریتم ساده‌ای که دارد، رتبه‌بندی دقیقی از گزینه‌ها را ارائه می‌دهد Chinnasamy(et al., 2023). گام‌های این روش در ادامه آورده شده است. در گام اول باید ماتریس تصمیم این روش تشکیل گردد. ماتریس تصمیم شامل ماتریس معیار-گزینه می‌باشد یعنی ماتریسی که ستون‌های آن معیارها و سطرهای آن گزینه‌های پژوهش هستند. برای تکمیل معیارهای کیفی این روش از طیف کلامی ۷ تایی

1. Complex Proportional Assessment

قیدشده در جدول ۳ استفاده می‌شود.

جدول ۳. عبارات کلامی و معادل خاکستری

عبارت کلامی	معادل خاکستری
خیلی کم	[0,1]
کم	[1,3]
نسبتاً کم	[3,4]
متوسط	[4,5]
نسبتاً زیاد	[5,6]
زیاد	[6,9]
خیلی زیاد	[9,10]

برای نرمال‌سازی ماتریس تصمیم اخذشده از خبرگان، از رابطه ۱۸ و ۱۹ استفاده می‌شود.

$$\overline{x}_{ij}^{*} = \frac{\overline{x}_{ij}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^{n}\overline{x}_{ij} + \sum_{j=1}^{n}\underline{x}_{ij})} = \frac{2\overline{x}_{ij}}{(\sum_{j=1}^{n}\overline{x}_{ij} + \sum_{j=1}^{n}\underline{x}_{ij})} \quad (۱۸)$$

$$\underline{x}_{ij}^{*} = \frac{\underline{x}_{ij}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^{n}\overline{x}_{ij} + \sum_{j=1}^{n}\underline{x}_{ij})} = \frac{2\underline{x}_{ij}}{(\sum_{j=1}^{n}\overline{x}_{ij} + \sum_{j=1}^{n}\underline{x}_{ij})} \quad (۱۹)$$

در گام بعدی، درایه‌های ماتریس نرمال در وزن معیارها ضرب می‌شوند تا ماتریس وزن‌دار حاصل شود.

$$\otimes\hat{x}_{ji} = \otimes x_{ij}^{*}.\otimes w_j \quad (۲۰)$$

سپس، به‌منظور محاسبه مجموع معیارهای مثبت و منفی برای هر گزینه، مجموع درایه‌های سطر را برای معیارهای مثبت (P) و همین‌طور معیار منفی (R) محاسبه خواهد شد.

$$P_j = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{G}(\overline{\hat{x}_{ji}} + \underline{\hat{x}_{ji}}) \quad (۲۱)$$

$$R_j = \frac{1}{2}\sum_{i=G+1}^{m}(\overline{\hat{x}_{ji}} + \underline{\hat{x}_{ji}}) \quad (۲۲)$$

در مرحله بعدی، برای هر گزینه شاخص کوپراس (Q) محاسبه می‌شود. سپس هر مقدار از شاخص کوپراس بر بزرگ‌ترین شاخص تقسیم‌شده تا درصد مطلوبیت (N) هر گزینه به دست آید.

$$Q_j = P_j + \frac{\sum_{j=1}^{n} R_j}{R_j \sum_{j=1}^{n} \frac{1}{R_j}} \quad (۲۳)$$

$$R_j = N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \times 100 \quad (۲۴)$$

یافته‌ها

در گام اول ابتدا پرسشنامه‌ای شامل ریسک‌های اختلال حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی که شامل ۱۲ ریسک در ۴ دسته می‌باشد، در اختیار ۱۵ خبره قرار داده شد تا بر اساس طیف ۵ تایی لیکرت به هر شاخص امتیاز دهند. همچنین از خبرگان خواسته شد چنانچه راهکاری جهت مواجهه با ریسک‌های اختلال حمل‌ونقل در نظر دارند، آن را به پرسشنامه اضافه کنند. در دور اول دلفی، ۶ راهکار مواجهه با ریسک‌های اختلال حمل‌ونقل ازنظر خبره‌ها استخراج‌شده است. نتایج دور اول به همراه راهکارها مجدداً در اختیار خبره‌ها قرارگرفته است تا در خصوص راهکارها نیز تمامی خبره‌ها بتوانند به‌صورت جمعی اعلام نظر نمایند. مجدداً، میانگین نظرات معین‌شده و برای مرتبه سوم، ریسک‌ها به همراه راهکارها در اختیار خبرگان قرار داده شده است تا افراد با اساس میانگین کل تصمیم‌گیری کنند. نتایج دور سوم دلفی در جدول ۴ آورده شده است. ضریب هماهنگی کندال در دور سوم 84% می‌باشد.

جدول ٤. نتایج دور سوم دلفی

گروه اصلی	ریسک	کد	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	میانگین	انحراف معیار
طبیعی	مشکلات شدید آب‌وهوایی	C1	۲	۵	۳,۸۳۳	۰,۷۱۸
	بلایای طبیعی	C2	۳	۵	۳,۸۳۳	۰,۸۳۵
ساخت بشر	نیروی کار غیرکارآمد/ اعتصاب کارگری	C3	۲	۵	۳,۹۱۷	۰,۹۹۶

گروه اصلی	ریسک	کد	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	میانگین	انحراف معیار
	ظرفیت نامناسب زیرساخت‌ها	C4	۲	۵	۴,۰۰۰	۰,۹۵۳
	تصادفات رانندگی	C5	۲	۵	۳,۹۱۷	۰,۹۰۰
	شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند	C6	۲	۵	۳,۵۸۳	۰,۷۹۳
مالی	نوسانات هزینه حمل‌ونقل	C7	۲	۵	۳,۵۸۳	۱,۰۸۴
	محدودیت/تعرفه صادرات و واردات	C8	۲	۵	۳,۵۸۳	۱,۱۶۵
	تغییر مکرر زمان تحویل محصول	C9	۳	۵	۴,۰۰۰	۰,۴۲۶
	تورم و تغییر در نرخ ارز	C10	۲	۵	۳,۶۶۷	۰,۸۸۸
اطلاعات فنی و فناوری	خرابی/خرابی ماشین یا تجهیزات	C11	۲	۵	۳,۵۰۰	۰,۷۹۸
	فناوری اطلاعات و ارتباطات ناکارآمد	C12	۳	۵	۳,۸۳۳	۰,۷۱۸
راهکارهای مواجهه با ریسک‌های اختلال حمل‌ونقل	احداث تعداد انبارها و بارانداز متقاطع (Cross dock) کافی در زنجیره تأمین با توجه به اصول پایداری	R1	۲	۵	۳,۳۳۳	۰,۹۸۵
	یکپارچگی عملیات‌ها در زنجیره تأمین به‌صورت عمودی و افقی با ایجاد نظام ارتباطی و استفاده از فناوری بروز و کارآمد	R2	۲	۵	۳,۳۳۳	۱,۲۳۱
	تبیین پلتفرم ساختار کانال توزیع و ساختار قیمت‌گذاری پویا	R3	۲	۵	۳,۴۱۷	۱,۲۴۰
	تخمین زمان در دوره اختلال به‌منظور ایجاد امکان برنامه‌ریزی برای پیاده‌سازی اصول تاب‌آوری	R4	۱	۵	۳,۲۵۰	۱,۲۸۸
	کمینه نمودن زمان سفر در طول زنجیره تأمین	R5	۲	۵	۴,۰۰۰	۰,۸۵۳
	تعریف شاخص‌های عملکردی کلیدی	R6	۲	۵	۳,۲۵۰	۱,۲۱۵

ریسک‌های نهایی، مجدداً در اختیار خبره‌ها قرار داده‌شده است تا این بار بتوان با پیشبرد گام‌های تکنیک دیمتل خاکستری، اطلاعات جزئی‌تری در خصوص کارکردهای ریسک‌ها و نحوه تعامل آن‌ها باهم به دست آورد. با استفاده از ماتریس ارتباط کامل، شدت و جهت تأثیر میان ریسک‌ها معین شده است. در این گام، بر اساس روابط قیدشده

مقادیر D و R برای هر ریسک محاسبه‌شده و درنهایت، قطعی‌سازی با رابطه مربوطه صورت می‌گیرد (جدول ۵).

جدول ۵. الگوی روابط علت و معلولی میان ریسک‌های حمل‌ونقل در مطالعه حاضر

	Di	Ri	(Di) قطعی	(Ri)قطعی	Di+Ri	Di-Ri	نوع معیار
C1	[۰,۶۱۱،۱,۱۰۷]	[۰,۰۵۲،۰,۰۹۲]	۰,۸۵۹	۰,۰۷۲	۰,۹۳۱	۰,۷۸۷	علت
C2	[۰,۶۵،۱,۱۵۵]	[۰,۰۷۲،۰,۱۱۲]	۰,۹۰۳	۰,۰۹۲	۰,۹۹۵	۰,۸۱۱	علت
C3	[۰,۲۸۹،۰,۵۱۵]	[۰,۱۳۶،۰,۳۱۳]	۰,۴۰۲	۰,۲۲۵	۰,۶۲۷	۰,۱۷۷	علت
C4	[۰,۳۶۴،۰,۷۵۶]	[۰,۲۱۲،۰,۴۰۵]	۰,۵۶۰	۰,۳۰۹	۰,۸۶۹	۰,۲۵۲	علت
C5	[۰,۲۰۶،۰,۳۴۳]	[۰,۳۸۶،۰,۶۱۱]	۰,۲۷۴	۰,۴۹۸	۰,۷۷۲	-۰,۲۲۴	معلول
C6	[۰,۳۶۱،۰,۷۱۹]	[۰,۷۸۳،۱,۴۹۳]	۰,۵۴۰	۱,۱۳۸	۱,۶۷۸	-۰,۵۹۸	معلول
C7	[۰,۲۸۵،۰,۵۵۵]	[۰,۳۰۷،۰,۵۶]	۰,۴۲۰	۰,۴۳۳	۰,۸۵۳	-۰,۰۱۳	معلول
C8	[۰,۳۲۹،۰,۶۰۵]	[۰,۳۱۷،۰,۶۲۳]	۰,۴۶۷	۰,۴۷۰	۰,۹۳۷	-۰,۰۰۳	معلول
C9	[۰,۰۹۴،۰,۲۱۲]	[۰,۸۷۹،۱,۵۱۹]	۰,۱۵۳	۱,۱۹۹	۱,۳۵۲	-۱,۰۴۷	معلول
C10	[۰,۳۸۹،۰,۶۹۵]	[۰,۰۴۵،۰,۱۶۵]	۰,۵۴۲	۰,۱۰۵	۰,۶۴۷	۰,۴۳۷	علت
C11	[۰,۱۴۱،۰,۲۷۱]	[۰,۴۰۴،۰,۷۱۵]	۰,۲۰۶	۰,۵۵۹	۰,۷۶۵	-۰,۳۵۳	معلول
C12	[۰,۰۹۷،۰,۲۱۵]	[۰,۲۲۲،۰,۵۴]	۰,۱۵۶	۰,۳۸۱	۰,۵۳۷	-۰,۲۲۵	معلول

با توجه به نتایج کسب‌شده، مشخص می‌شود ریسک‌های مشکلات آب و هوایی (C1)، بلایای طبیعی (C2)، نیروی کار ماهرناکافی/ اعتصابات کارگری (C3)، ظرفیت نامناسب زیرساخت‌ها (C4) و تورم و تغییر نرخ ارز (C10) دارای D-R مثبت هستند که نشان‌دهنده این است که این ریسک‌ها بیشتر از آنکه از مجموعه ریسک‌های قیدشده اثر بپذیرند، بر روی آن‌ها اثر می‌گذارند. مشخصاً، ریسک‌های قیدشده در کنترل مدیریت زنجیره تأمین نبوده و همین امر، برنامه‌ریزی برای مواجهه با آن‌ها را دچار مشکل می‌کند. از طرفی دیگر، ریسک بروز تصادفات رانندگی (C5)، شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند (C6)، نوسانات هزینه حمل‌ونقل (C7)، محدودیت/تعرفه صادرات و واردات (C8)، تغییر مکرر زمان تحویل محصول (C9)،

خرابی ماشین یا تجهیزات (C11)، فناوری اطلاعات و ارتباطات ناکارآمد (C12) دارای D-R منفی هستند و این حاکی از آن است که ریسک‌های حاضر، بیشتر از سایر ریسک‌ها اثر می‌پذیرند تا اینکه بخواهند روی آن‌ها اثرگذار باشند.

ریسک‌های شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند (C6) و تغییر مکرر زمان تحویل محصول (C9) بیشترین ارتباط را با سایر ریسک‌ها دارند. برون‌سپاری همیشه بر عملکردهای زنجیره تأمین در رابطه با انعطاف‌پذیری و هزینه تأثیر می‌گذارد. در طول تصمیم برای برون‌سپاری و انتخاب ارائه‌دهنده خدمات لجستیکی، تصمیم‌گیرندگان باید به برخی از عوامل برون‌سپاری حیاتی مانند هماهنگی، یکپارچگی و همکاری توجه بیشتری داشته باشند؛ زیرا این عوامل کلیدی برای بهبود عملکرد کلی زنجیره تأمین ضروری هستند. ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی می‌توانند از طریق اجرای راه‌حل‌های حمل‌ونقل هوشمندتر و کم‌مصرف کربن، به کاهش اثرات زیست‌محیطی زنجیره‌های تأمین کمک کنند. در ضمن، مدیران می‌توانند با اتخاذ راهکارهای عملیاتی، در کاهش خطر تصادفات رانندگی نیروهای خود مؤثر باشند. مدیریت می‌تواند با ایجاد ساختار قیمت‌گذاری مناسب، به تنوع خدمات خود بیفزاید و به این صورت، زنجیره تأمین با افزایش قابلیت پیش‌بینی کارکردها و کاهش نرخ تغییر زمان تحویل محصول، به‌صورت کلی از کارآمدی بیشتری برخوردار خواهد شد. پس مسلم است، شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند، هم می‌تواند بر کارکردهای زنجیره تأمین اثر گذاشته و احتمال وقوع سایر ریسک‌ها را افزایش دهد و هم اینکه در صورت عدم وجود پیش‌نیازها، ارائه‌دهندگان این‌گونه از خدمات، تمایل خود برای همکاری با اعضای زنجیره تأمین را از دست خواهند داد.

وزن ریسک‌ها نیز با استفاده از رابطه قیدشده در بخش روش‌شناسی معین‌شده و در جدول ۶ آورده شده است. بر این اساس شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند با وزن ۰,۱۴۴۳ رتبه اول را کسب کرده

است. تغییر مکرر زمان تحویل محصول با وزن ۰,۱۳۸۴ رتبه دوم و بلایای طبیعی با وزن ۰,۱۰۳۹ رتبه سوم را به خود اختصاص داده است.

جدول ٦. وزن ریسک‌ها در مطالعه حاضر

کد معیار	نام معیار	وزن خام	وزن نرمال	رتبه
C1	مشکلات شدید آب‌وهوایی	۱,۲۱۹۳	۰,۰۹۸۷	۴
C2	بلایای طبیعی	۱,۲۸۳۵	۰,۱۰۳۹	۳
C3	نیروی کار غیرکارآمد/ اعتصاب کارگری	۰,۶۵۱۵	۰,۰۵۲۸	۱۱
C4	ظرفیت نامناسب زیرساخت‌ها	۰,۹۰۴۶	۰,۰۷۳۲	۶
C5	تصادفات رانندگی	۰,۸۰۴۲	۰,۰۶۵۱	۹
C6	شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی که به اصول پایداری اهمیت می‌دهند	۱,۷۸۱۷	۰,۱۴۴۳	۱
C7	نوسانات هزینه حمل‌ونقل	۰,۸۵۳۴	۰,۰۶۹۱	۷
C8	محدودیت/تعرفه صادرات و واردات	۰,۹۳۶۹	۰,۰۷۵۹	۵
C9	تغییر مکرر زمان تحویل محصول	۱,۷۰۹۶	۰,۱۳۸۴	۲
C10	تورم و تغییر در نرخ ارز	۰,۷۸۰۴	۰,۰۶۳۲	۱۰
C11	خرابی ماشین یا تجهیزات	۰,۸۴۲۹	۰,۰۶۸۳	۸
C12	فناوری اطلاعات و ارتباطات ناکارآمد	۰,۵۸۲۰	۰,۰۴۷۱	۱۲

مسلم است برون‌سپاری مدیریت و عملیات تدارکات منجر به کاهش هزینه‌های سربار مربوط به حفظ ناوگان حامل‌ها، کاهش هزینه نیروی انسانی در لیست حقوق و دستمزد شرکت، نگهداری انبار و مالیات‌های مربوطه، هزینه‌های پردازش و هزینه‌های تجهیزات می‌شود. به‌این‌ترتیب شرکت می‌تواند بر سایر جنبه‌های مهم مدیریت کسب‌وکار تمرکز کند و محصولات و خدمات بهتری را به کاربران نهایی ارائه دهد. تغییر مکرر زمان تحویل محصول نیز می‌تواند با اتخاذ راهکارهایی مانند تجارت الکترونیک و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تحت کنترل درآید.

در خصوص تغییر مکرر زمان تحویل محصول نیز باید گفت تحویل زمان‌بندی‌شده[1]

1. Scheduled Delivery

یکی از مفاهیم نسبتاً جدید دنیای لجستیک محسوب می‌شود که در بهبود صنعت تدارکات نقش چشم‌گیری دارد. به‌این‌ترتیب، مصرف‌کننده می‌تواند زمانی که تمایل دارد کالا را دریافت نماید و مقصد موردنظر را خود انتخاب نماید. هرچند، رویکرد حاضر می‌تواند هزینه‌های توزیع و حمل را افزایش دهد، اما برای دستیابی به کارایی، استراتژی تحویل باید دربردارنده نظام برنامه‌ریزی دقیق، استفاده از فناوری‌های پیشرفته و منابع و فرآیندهای کاملاً یکپارچه با تمرکز بر نحوه تأثیر آن‌ها بر مشتری باشد. به‌این‌ترتیب، توصیه می‌شود داده‌های پشتیبان تمامی حلقه‌های زنجیره تأمین یکپارچه شوند. تغییرات در هر سیستم – مانند لغو سفارش یا تغییر در پنجره تحویل انتخاب‌شده – به‌طور خودکار در هر دو سیستم مرکزی و نهایی باید به‌روز شوند. در ضمن، مناسب است برنامه‌ریزی به صورتی انجام شود که حداکثر تعداد ارسال در هر بار حمل صورت گیرد (Chen et al., 2022).

ریسک‌های بلاهای طبیعی و مشکلات شدید آب و هوایی، رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. در زمانی که اثرات نامطلوب تغییرات اقلیمی در سراسر جهان بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود، زنجیره‌های تأمین باید برای بهبود عملکرد خود و کاهش این اثرات در طول سال برنامه‌ریزی کرده و راهبرد مناسب را تنظیم نمایند. البته، عاملی که آب‌وهوای شدید را برای زنجیره‌های تأمین دردسرساز می‌کند، غیرقابل‌پیش‌بینی بودن و شکل‌گیری در اشکال مختلف است. هر شکلی از بلایای طبیعی – سیل، طوفان، دمای انجماد و غیره – مشکلات خاص خود را دارد و این موضوع با توجه به فسادپذیر بودن مواد غذایی اهمیت بالاتری نیز پیدا می‌کند. استفاده از فناوری هوش مصنوعی، به‌خصوص یادگیری ماشینی می‌تواند در سناریوپردازی و تنظیم استراتژی‌های مناسب راهگشا باشد. مسلماً، افزایش سطح یکپارچگی در طول زنجیره تأمین و انتقال اطلاعات بهنگام نیز مثمرثمر خواهد بود (Mitroshin et al., 2022).

سپس، سایر مراحل روش مذکور پیش رفته تا مجموع معیارهای مثبت و منفی برای هر راهکار معین شود. به این صورت که برای هر راهکار، مجموع درایه‌های سطر برای معیارهای مثبت (P) و ستون (R) محاسبه‌شده و سپس با میانگین‌گیری از عدد حاصل،

قطعی‌سازی صورت گرفته است. در گام بعدی، برای هر راهکار شاخص کوپراس (Q) محاسبه شده است. هر مقدار از شاخص کوپراس بر بزرگ‌ترین شاخص تقسیم‌شده تا درصد مطلوبیت (N) هر راهکار یا همان وزن آن‌ها به دست آید (جدول ۷).

جدول ۷. شاخص کوپراس و رتبه‌بندی گزینه‌ها

کد	راهکار	P	R	Q	N	رتبه
R1	احداث تعداد انبارها و بارانداز متقاطع (Cross dock) کافی در زنجیره تأمین با توجه به اصول پایداری	۰,۰۰۰	۰,۱۷۸	۰,۱۵۵	٪۸۰,۲۹	۵
R2	یکپارچگی عملیات‌ها در زنجیره تأمین به‌صورت عمودی و افقی با ایجاد نظام ارتباطی و استفاده از فناوری بروز و کارآمد	۰,۰۰۰	۰,۱۶۳	۰,۱۷۰	٪۸۸,۱۵	۳
R3	تبیین پلتفرم ساختار کانال توزیع و ساختار قیمت‌گذاری پویا	۰,۰۰۰	۰,۱۷۶	۰,۱۵۶	٪۸۱,۲۸	۴
R4	تخمین زمان در دوره اختلال به‌منظور ایجاد امکان برنامه‌ریزی برای پیاده‌سازی اصول تاب‌آوری	۰,۰۰۰	۰,۱۸۳	۰,۱۵۱	٪۷۸,۴۵	۶
R5	کمینه نمودن زمان سفر در طول زنجیره تأمین	۰,۰۰۰	۰,۱۵۷	۰,۱۷۶	٪۹۱,۴۰	۲
R6	تعریف شاخص‌های عملکردی کلیدی	۰,۰۰۰	۰,۱۴۳	۰,۱۹۲	٪۱۰۰,۰۰	۱

راهکار «تعریف شاخص‌های عملکردی کلیدی» رتبه اول را به دست آورده است. به‌منظور کمینه کردن زمان انتقال، باید گفت در دنیای کسب‌وکار امروزی که تحت تسلط لجستیک ۴,۰ و Omnichannel است، با ساده‌سازی فرآیندها می‌توان ارزش‌افزوده بسیار مهمی برای هر کسب‌وکاری ایجاد کرد. در ضمن، شرکت‌های تولیدی متعددی در حال حاضر بر استفاده از انواع مختلف حالت‌های لجستیک حمل‌ونقل به‌عنوان عاملی حیاتی برای پاسخ سریع به تقاضاها به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان خدمات ضمن کمینه نمودن زمان سفر استفاده می‌کنند (Foroozesh et al., 2022). زنجیره تأمین باید بتواند بدون تأخیر، سفارش‌های مشتریان موردنیاز را در انواع و اندازه‌های مختلف محصولات تأمین نماید. قابلیت اطمینان خدمات با انعطاف‌پذیری تحویل افزایش‌یافته و می‌توان آن را با ابعاد انعطاف محصول (سفارشی‌سازی محصولات)، انعطاف‌پذیری حجم، انعطاف‌پذیری

راه‌اندازی (معرفی محصولات جدید)، انعطاف‌پذیری دسترسی، انعطاف‌پذیری تحویل و پاسخگویی به بازارهای هدف اندازه‌گیری کرد. استفاده از فناوری‌های بروز مانند اینترنت اشیا باعث می‌شود بتوان موجودی را در تمامی طول مسیر به‌صورت بهنگام تحت نظر داشت. همین امر، به سیاست قیمت‌گذاری پویا کمک می‌کند. تا زمانی که کیفیت محصول در طول زنجیره به دلایل مختلف کاهش می‌یابد، بتوان با کمک لیبل‌های الکترونیکی، قیمت محصول را به‌تناسب ویژگی کاهش داد (Kumar, & Agrawal, 2023). مسلماً در تمامی این مراحل، ارتباط حلقه‌های زنجیره تأمین به‌منظور ایجاد همسویی و یکپارچگی ضروری است. تنها به این صورت است که امکان تعدیل عملیات‌ها به‌تناسب اختلال یا تغییر شرایط شکل‌گرفته و به‌این‌ترتیب، زمینه افزایش تاب‌آوری پدید می‌آید.

بحث و نتیجه‌گیری

تجربه مشتری و موفقیت کسب‌وکار به‌شدت به فرآیندهای لجستیکی بستگی دارد، به‌خصوص اگر تجارت شامل جابجایی فیزیکی محصولات و کالاهای ملموس باشد. مدیریت لجستیک می‌تواند چالش‌برانگیزترین بخش هر کسب‌وکاری باشد؛ اما اگر به‌درستی انجام شود، می‌تواند کارایی زنجیره تأمین را افزایش دهد. نتایج حاصل از تجزیه تحلیل پژوهش نشان می‌دهد که شکست در انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک مناسب که به اصول پایداری متعهد باشند؛ تغییر مکرر زمان تحویل محصول؛ بلایای طبیعی به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها در مدیریت حمل‌ونقل زنجیره تأمین مواد غذایی نقش‌آفرینی می‌نمایند. برای مواجهه با این ریسک‌ها و جلوگیری از بروز اختلال، راهکارهای مختلف پیشنهادشده است. برای درک عملکرد لجستیک در هر زمان معین، باید تلاش‌های مستمری برای تحقق معیارهای ارسال سفارش، معیارهای توزیع و شاخص‌های انبارداری انجام شود. تبیین شاخص‌های کلیدی عملکرد زنجیره تأمین همچنین کمک می‌کند تا سطح ارائه خدمات بررسی‌شده و خلأها معین شود.

به‌علاوه طی دوره‌های گذشته، تعهدات قابل‌توجهی به اهداف پایداری توسط مدیران زنجیره تأمین به‌خصوص زنجیره تأمین موادغذایی نشان داده‌شده و طیف گسترده‌ای از

پروژه‌های تعالی عملکرد دنبال شده‌اند. برون‌سپاری فعالیت‌های لجستیک به تأمین‌کنندگان خدمات به‌صورت 3PL می‌تواند باعث شود بتوان در مدیریت زنجیره تأمین از مهارت ارائه‌دهندگان این خدمات استفاده نموده و به پایداری و کارآمدی خود بیفزاید. به این صورت، می‌توان به کاهش ردپای کربنی کمک نموده و ضمن کاهش سطح مصرف انرژی در طول زنجیره تأمین، به تعداد سفارش‌های محقق شده افزود.

برای پژوهش‌های آتی، توصیه می‌شود استراتژی‌های مرتبط با تحقق اقتصاد چرخشی در نظام لجستیک صنایع غذایی موردتوجه قرارگرفته و اولویت‌بندی شود. تبیین نقشه راه توسعه پایدار خوشه‌های لجستیک می‌تواند باعث تعالی عملکرد زنجیره تأمین، کاهش ضایعات و افزایش اعتبار اجتماعی زنجیره تأمین شود. توجه به مفهوم سبزشویی[1] در لجستیک پایدار در خصوص بررسی سطح ایفای مسئولیت اجتماعی می‌تواند در ارتقاء عملکرد زنجیره تأمین مفید واقع شود. در ضمن، در مطالعه حاضر، صنعت مواد غذایی موردتوجه قرارگرفته و موضوع فسادپذیری نیز دیده‌شده است. به همین دلیل، راهکارها با توجه به نحوه تعامل ریسک‌ها با یکدیگر معین‌شده و برای هر ریسک، راهکارهایی متمایز معین نشده است. بااین‌وجود، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی، یک زنجیره تأمین مشخص مانند زنجیره تأمین مواد لبنی موردتوجه قرارگرفته و راهکارها به‌تناسب هر ریسک به‌صورت ویژه معین شود.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم

ORCID

Mahsa Pishdar **http://orcid.org/0000-0003-4517-8796**
Atefeh Habibi **http://orcid.org/ 0000-0003-6852-2423**

1. Greenwashing

منابع

۱. حمودی، سهیلا (۱۳۹۹). عوامل مؤثر بر کاهش هزینه حمل‌ونقل در شبکه زنجیره تأمین (مطالعه موردی: اداره بندر امام خمینی). اولین کنفرانس ملی بهینه‌سازی سیستم‌های تولیدی و خدماتی. رودسر.

۲. صلاحی، فریبا (۱۳۹۹). ارائه الگویی باهدف کاهش هزینه ریسک زنجیره تأمین با رویکرد ترکیبی. *نشریه حسابداری مدیریت*. ۱۳ (۴۵). ۱۵۵-۱۶۷.

۳. غیاثی، نیلوفر (۱۴۰۰). مدل‌سازی زنجیره تأمین پایدار صنایع غذایی – کشاورزی (مطالعه موردی مرکبات). ششمین کنفرانس بین‌المللی تکنیک‌های توسعه پایدار در مدیریت و مهندسی صنایع با رویکرد شناخت چالش‌های دائمی. تهران.

۴. محتشمی، علی. خوش نامی، سمیه (۱۳۹۸). تحلیل موانع اجرای زنجیره تأمین سبز در صنعت حمل‌ونقل زیرزمینی با استفاده از تکنیک دیمتل فازی و ISM مطالعه موردی مترو تهران. شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت (علمی-پژوهشی). تهران.

۵. همتی، مریم؛ ابراهیمی، ایلناز (۱۴۰۱). عبور نرخ ارز بر بخش حمل‌ونقل در اقتصاد ایران: الگوی خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL). *فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۱۹(۳)، ۱۷۹-۱۹۴، 10.22034/tri.2022.319625.2991.

References

6. Abbas, H., Zhao, L., Gong, X., & Faiz, N. (2023). The perishable products case to achieve sustainable food quality and safety goals implementing on-field sustainable supply chain model. *Socio-Economic Planning Sciences*, 87(A), https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101562
7. Abideen, A.Z., Sorooshian, S., Pandiyan Kaliani Sundram, V., & Mohammed, A. (2023). *Collaborative insights on horizontal logistics to integrate supply chain planning and transportation logistics planning – A systematic review and thematic mapping.* Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 9(2), https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100066.
8. Ali, M., Rahman, S.M. & Frederico, G.F. (2021). *Capability components of supply chain resilience for readymade garments (RMG) sector in Bangladesh during COVID-19*. Modern Supply Chain Research and Applications, 3 (2), 127-144, https://doi.org/10.1108/MSCRA-06-2020-0015.

9. Bø, E., Beate Hovi, I., & Pinchasik, D.R. (2023). *COVID-19 disruptions and Norwegian food and pharmaceutical supply chains: Insights into supply chain risk management, resilience, and reliability*. Sustainable Futures, 5, 100102, https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100102.
10. Burgos, D., & Ivanov, D. (2021). *Food retail supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: A digital twin-based impact analysis and improvement directions*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 152, 102412, https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102412.
11. Cao, Q., Song, J., Liu, C., & Yang, W. (2023). *Evolving water, energy and carbon footprints in China's food supply chain*. Journal of Cleaner Production, 423, 138716, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138716
12. Chen, j., Fan, T., Gu, Q., & Pan, F. (2022). *Emerging technology-based online scheduling for instant delivery in the O2O retail era*. Electronic Commerce Research and Applications, 51, 101115, https://doi.org/10.1016/j.elerap.2021.101115
13. Choe, J.Y.(J)., Kim, J.J.,& Hwang, J. (2021). *Perceived risks from drone food delivery services before and after COVID-19*. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 33 (4), 1276-1296. https://doi.org/10.1108/IJCHM-08-2020-0839.
14. Chinnasamy S., Manickam, R., Nanjundan, P., & Kaur, J. (2023). *Building Logistics Capabilities through Third-party Logistics Relationships Using COPRAS Method*. REST Journal on Data Analytics and Artificial Intelligence, 1(3), doi: http://doi.org/10.46632/jdaai/1/3/1
15. Dalalah, D., Hayajneh, M., & Batieha, F. (2011). *A fuzzy multi-criteria decision-making model for supplier selection*. Expert Systems with Applications, 38(7). 8384–8391, https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.031
16. Dubey, R., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Childe, S.J., Shibin, K.T., & Wamba, S.F. (2017). *Sustainable supply chain management: framework and further research directions*. Journal of Cleaner Production, 142, 1119-1130
17. El Ayoubi, M.S., & Radmehr, M. (2023). *Green food supply chain management as a solution for the mitigation of food supply chain management risk for improving the environmental health level*. Heliyon, 9(2), https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13264.
18. Fattahi, M., Govindan, K., & Keyvanshokooh, E. (2017). *Responsive and resilient supply chain network design under operational and disruption risks with delivery lead-time sensitive customers*.

Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 101, 176-200, https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.02.004.

19. Foroozesh, N., Karimi, B., & Mousavi, S.M. (2022). *Green-resilient supply chain network design for perishable products considering route risk and horizontal collaboration under robust interval-valued type-2 fuzzy uncertainty: A case study in food industry*. Journal of Environmental Management, 307, 114470, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114470.
20. Gardas, B.B., Raut, R.D., &Narkhede, B.E. (2019). *Analyzing the 3PL service provider's evaluation criteria through a sustainable approach*. International Journal of Productivity and Performance Management, 68(5), 958-980. https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2018-0154.
21. Garvey, M. D., Carnovale, S., & Yeniyurt, S. (2015). *An analytical framework for supply network risk propagation: A Bayesian network approach*. European Journal of Operational Research, 243(2), 618-627, 10.1016/j.ejor.2014.10.034.
22. German, J.D., Ong, A.K.S., Redi, A.A.N.P., & Robas, K.P.E. (2022). *Predicting factors affecting the intention to use a 3PL during the COVID-19 pandemic: A machine learning ensemble approach*. Heliyon, 8(11), e11382, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11382.
23. Ghavamifar, A., Makui, A., & Taleizadeh, A. A. (2018). *Designing a resilient competitive supply chain network under disruption risks: A real-world application*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 115, 87-109, https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.04.014.
24. Hong, J., Zhang, Y., & Ding, M. (2018). *Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance*. Journal of Cleaner Production, 172, 3508–3519, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.093.
25. Hosseini-Motlagh, S.M., Samani, M.R.G., & Saadi, F.A. (2019). *Strategic optimization of wheat supply chain network under uncertainty: a real case study*. Operational Research, 21, 1487–1527, DOI:10.1007/s12351-019-00515-y.
26. Karagiannis, G., Minis, L., Arampantzi, C., & Dikas, G. (2022). *Warehousing and distribution network design from a Third-Party Logistics (3PL) company perspective*. 55(10), 3106-3111, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.206
27. Kraude, R., Narayanan, S., & Talluri, S. (2022). *Evaluating the performance of supply chain risk mitigation strategies using network data envelopment analysis*. European Journal of Operational

Research, 303(3), 1168-1182, https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.03.016.

28. Kumar, A., & Agrawal, S. (2023). Challenges and opportunities for agri-fresh food supply chain management in India. Computers and Electronics in Agriculture, 212, 108161, https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108161.
29. Lin, Y., & Zhou, L. (2011). *The impacts of product design changes on supply chain risk: a case study*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41(2), 162-186, 10.1108/09600031111118549.
30. Mesa-Arango, R., Zhan, X., Ukkusuri, S.V., & Mitra, A. (2016). *Direct transportation economic impacts of highway networks disruptions using public data from the United States*. Journal of Transportation Safety & Security, 8(1), 36-55, https://doi.org/10.1080/19439962.2014.978962.
31. Mitroshin, P., Shitova, Y., Shitov, Y., Vlasov, D., & Mitroshin, Y. (2022). *Big Data and Data Mining Technologies Application at Road Transport Logistics*. Transportation Research Procedia, 61, 462-466, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.075.
32. Ngussa, M. G., Mruma, F. V., Nawaz, A. (2020). *Analysis of effects of e-commerce on Supply chain management to facilitate the entrepreneurship in Tanzania*. Journal of Business and Management, 22 (4), 1-13.
33. Qureshi, M.N., Kumar, D., & Kumar, P. (2008). *An integrated model to identify and classify the key criteria and their role in the assessment of 3PL services providers*. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 20(2), 227-249. https://doi.org/10.1108/13555850810864579.
34. Qureshi, M.R.N.M. (2022). *A Bibliometric Analysis of Third-Party Logistics Services Providers (3PLSP) Selection for Supply Chain Strategic Advantage*. Sustainability, 4, 11836. https://doi.org/10.3390/su141911836.
35. Shen, G., & Aydin, S.G. (2014). *Highway freight transportation disruptions under an extreme environmental event: the case of Hurricane Katrina*. International Journal of Environmental Science and Technology, 11(8), 2387-2402.
36. Song, W., Ming, X., & Liu, H. C. (2017). *Identifying critical risk factors of sustainable supply chain management: A rough strength-relation analysis method*. Journal of Cleaner Production, 143, 100-115, 10.1016/j.jclepro.2016.12.145.
37. Tan,H., Wang, C., Zhu, S., Liang, Y., He, X., Li, Y., Wu, C., Li, Q., Cui, Y., & Deng, X. (2023). *Neonicotinoids in draining micro-*

watersheds dominated by rice-vegetable rotations in tropical China: Multimedia occurrence, influencing factors, transport, and associated ecological risks. Journal of Hazardous Materials, 446, 130716, https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130716.

38. Thun, J. H., & Hoenig, D. (2011). *An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry*. International Journal of Production Economics, 131(1),242-249, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.010
39. Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). *Assessing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP)*. Supply Chain Management: An International Journal, 16(6), 474-483, https://doi.org/10.1108/13598541111171165.
40. Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). *An empirical examination of supply chain performance along.* Journal of business logistics, 29(1), 307-325, https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00081.x
41. Waters, D. (2011). Supply chain risk management: *vulnerability and resilience in logistics*. Kogan Page Publishers, London, United Kingdom.
42. Wunderlich S M. (2021). *Food supply chain during pandemic: changes in food production, food loss and waste*. International Journal of Environmental Impacts, 4)2), 101–112, 10.2495/EI-V4-N2-101-112.
43. Yuan, Y., Xu, Z., & Zhang, Y. (2023). *The DEMATEL–COPRAS hybrid method under probabilistic linguistic environment and its application in Third Party Logistics provider selection*. Fuzzy Optimization and Decision Making, 21, 137–156, https://doi.org/10.1007/s10700-021-09358-9.
44. Zhang, Z., & Figliozzi, M. A. (2010). *A survey of China's logistics industry and the impacts of transport delays on importers and exporters*. Transport Reviews, 30(2), 179-194.
45. Zhang, J., Teixeira, Â. P., Guedes Soares, C., Yan, X., & Liu, K. (2016). *Maritime transportation risk assessment of Tianjin Port with Bayesian belief networks*. Risk analysis, 36(6), 1171-1187.
46. Zhemchugova, O., Levshina, V., & Levshin, L. (2022). *Application of risk-based approach methods of various levels of complexity in the quality management system of a transport company*. Transportation Research Procedia, 63, 1-12, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.05.001

References [In Persian]

1. Mohtashami, A., Khoshnami, S. (2018). *Analysis of barriers to green supply chain implementation in the underground transportation industry using the Fuzzy Dimetal technique and*

ISM, a case study of Tehran Metro. The 16th International Management (Scientific-Research) Conference. Tehran

2. Hamoudi, S. (2020). *Factors affecting transportation cost reduction in the supply chain network (case study: Imam Khomeini Port Administration).* The first national conference on optimization of production and service systems. Rodser
3. Hematy, M., & Ebrahimi, I (2022). *Exchange rate Pass-Through to Transportation Sector in Iran: An Autoregressive Distributed Lags (ARDL) Model.* Journal of transportation research, 19(3), 179-174, 10.22034/tri.2022.319625.2991
4. Qiasi, N. (2021). *Modeling the sustainable supply chain of food-agricultural industries (Citrus case study).* The 6th international conference on sustainable development techniques in management and industrial engineering with the approach of recognizing permanent challenges. Tehran
5. Salahi, F. (2020). *Presenting a model with the aim of reducing supply chain risk cost with a hybrid approach*. Journal of management accounting. 13 (45), 155-167, 10.22034/tri.2022.319625.2991 (In Persian).

استناد به این مقاله: پیشدار، مهسا.، حبیبی، عاطفه. (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی با رویکرد دلفی و کوپراس خاکستری، *مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۱(۷۱)*، ۲۶۳-۲۹۵.
DOI: 10.22054/jims.2023.73344.2858

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.