



## 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.




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

استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

\* مهسا پیشدار 

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

عاطفه حبیبی 

### 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 شناسایی شده‌اند. 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 معین شده 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 از جمله 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 به‌دست آمده و نقشه جریان ارزش ترسیم شود. به این صورت اقدامات پیشگیرانه برای کاهش ریسک زنجیره تأمین ممکن شده و می‌توان برای شرایط پیش‌بینی نشده یک طرح اضطراری تهیه نمود تا تاب‌آوری افزایش یابد.

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

## مقدمه

بازارهای جهانی، مدیران را بر آن داشته‌اند که ضمن کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود جایگاه مالی و با توجه به ایجاد ارزش افزوده 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؛ با این حال، روند جهانی شدن، 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 حمل و نقل عامل کلیدی است که منجر به کاهش کارایی زنجیره تأمین می‌شود. هرگونه وقفه قابل توجه ممکن است منجر به تأخیر یا توقف جریان کسب و کار شده و عوارض قابل توجهی به دنبال داشته باشد (Ali et al., 2021). شبکه تأمین حمل و نقل می‌تواند تحت تأثیر عوامل فنی، اقتصادی و زیست محیطی بسیاری قرار گیرد. بلایای طبیعی مانند آتش‌سوزی‌ها، زلزله‌ها و طوفان‌ها می‌تواند به مسیرهای حمل و نقل آسیب بزنند. آب و هوای شدید شامل باران شدید و باد و بوران می‌تواند باعث تأخیر قابل توجهی در حمل و نقل مواد خام و کالاهای مصرفی شده و در نهایت، 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 حمل و نقل 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 حمل و نقل را بیش از پیش 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 روی آورند. 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 ارزش افزوده برای کلیه ذینفعان ضمن کاهش هزینه‌هایی چون هزینه پیمانکاری توجه نماید. پس مدیریت هوشمندانه فرایندها و جهت‌گیری به سمت ایجاد ارزش افزوده در این نظام حائز اهمیت است (غیائی، ۱۴۰۰). بر این اساس باید به ایجاد کانال‌های توزیع با هزینه کمتر و مدیریت تغییر توجه نمود تا کارآمدی افزایش یابد. حال آنکه بسیاری از مطالعات تنها بر تجزیه و تحلیل 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 به‌این ترتیب، 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 در نهایت ارتقا یابد.

به‌این ترتیب، 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 منحصر به فرد

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. به این ترتیب، 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 به منظور مواجهه با عدم قطعیت در نظرات خبرگان از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد مطالعه پیش‌رو می‌باشد. در ادامه مقاله، پیشینه مطالعه بررسی شده؛ روش‌شناسی مطرح شده تا در نهایت، با بررسی ریسک‌ها و راهکارهای مربوطه بتوان به مدیران اجرایی و البته پژوهشگران آتی، در زمینه ایجاد نگاه نظام‌مند میان ریسک‌های حمل و نقل در صنعت غذایی کمک نمود.

### پیشینه پژوهش

زنجیره تأمین به عنوان مجموعه‌ای از موجودیت‌ها که در بردارنده سازمان‌ها و یا افراد می‌باشد، تعریف می‌شود که به طور مستقیم در جریان‌های عرضه و توزیع کالاها، خدمات، امور مالی و اطلاعات شرکت دارند. به طور کلی، 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 حمل و نقل هستند که در قسمت‌های مختلف از زنجیره باید کارکردها را ارزیابی نمود تا مشخص شود عواملی مانند فسادپذیری چگونه بر هزینه، کیفیت و تحویل به موقع 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 به عنوان 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 شکل گرفته و مدیریت آن از اهمیت قابل توجهی 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. پس از آن می‌توان میزان موفقیت مداخلات را تحت کنترل درآورد (صلاحی، ۱۳۹۹؛ غیائی، 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 شناخته شده و از جمله 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 از جمله 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 مورد توجه 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<sup>۱</sup> (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 قابل ملاحظه‌ای بیشتر از زمان‌های قبل از همه‌گیری بوده است. به همین دلیل می‌توان چنین مطرح کرد که اهمیت مدیریت ریسک در حمل و نقل مواد غذایی از اهمیت خاص خود برخوردار است.

به‌طور کلی، تجزیه و تحلیل ریسک در مدیریت حمل و نقل 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 حمل و نقل شناسایی و در چهار گروه اصلی طبیعی، ساخت بشر، مالی، اطلاعات فنی و فناوری طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

---

1. Wunderlich

جدول ۱. ریسک‌های شناسایی شده حمل‌ونقل در زنجیره تأمین صنایع غذایی

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

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

## روش

مطالعه حاضر برحسب هدف بدین دلیل که به زمینه یابی برای حل یک مسئله در دنیای واقعی می پردازد، در حیطه پژوهش های کاربردی جای می گیرد. همچنین از نظر گردآوری اطلاعات در حیطه پژوهش های پیمایشی قرار می گیرد. اطلاعات بر اساس نظر ۱۵ خبره به دست آمده است. ۹ نفر از خبرگان حاضر از جامعه صنعتی انتخاب شده 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، مقاله های مختلفی را منتشر نموده اند. به منظور انجام این مطالعه، ابتدا مجموعه ای از ریسک های حمل و نقل که باعث اختلال در زنجیره تأمین مواد غذایی شناسایی می شوند با مرور پیشینه پژوهش معین شده؛ سپس به کمک روش دلفی این اختلال ها غربالگری شده و با استفاده از روش دیمتل خاکستری روابط علت و معلولی اختلال ها بررسی می شوند. از خبرگان خواسته می شود تا علاوه بر بررسی اختلال ها، راهکارهای مقابله را نیز با توجه به تجربه خود معین نمایند. در نهایت با استفاده از روش کوپراس خاکستری راهکارهای مقابله رتبه بندی

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 تشکیل شده و پرسشنامه‌ها به‌منظور تعیین مرتبط بودن شاخص‌های شناسایی شده 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  $S$  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 گرفته شده 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 دوره‌های پیش‌آگاهی پاسخگویان رسیده است.

نکته قابل توجه آن است که در تصمیم‌گیری‌های عملی به علت 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 عدم قطعیت در تصمیم‌گیری مفید واقع شوند. به این ترتیب، از آنجا که 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. به طوری که حد بالا و پایین آن می‌تواند تخمین زده شود. به طور معمول اعداد خاکستری به صورت  $G = [G, \bar{G}]$  نوشته می‌شود، که  $G$  پایین و  $\bar{G}$  حد بالا است. در صورتی که  $G_1$  و  $G_2$  دو عدد خاکستری باشند و  $C$  یک عدد قطعی باشد. عملیات اصلی مورد نیاز برای تئوری خاکستری به شکل زیر است (Hong et al., 2018):

(۱)

$$\text{If } c \cdot \underline{G}_1 \cdot \bar{G}_1 \cdot \underline{G}_2 \cdot \bar{G}_2 > 0$$

(۲)

$$\otimes G_1 + \otimes G_2 = \left[ \underline{G}_1 + \underline{G}_2 \cdot \bar{G}_1 + \bar{G}_2 \right]$$

(۳)

$$\otimes G_1 - \otimes G_2 = \left[ \underline{G}_1 - \underline{G}_2 \cdot \bar{G}_1 - \bar{G}_2 \right]$$

(۴)

$$\frac{\otimes G_1}{c} = \left[ \frac{G_1}{c} \cdot \overline{G_1} \right]$$

(۵)

$$c \times \otimes G_1 = [c \overline{G_1} \cdot c \overline{G_1}]$$

حال اگر m گزینه توسط n معیار ارزیابی شده و ماتریس تصمیم توسط k امین خبره تکمیل شده باشد؛ ماتریس به صورت زیر می‌باشد:

(۶)

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

که  $\otimes G_{ij}^k$  ارزش زامین معیار از i امین گزینه ارزیابی شده توسط k امین متخصص است. گام نخست روش دیمتل خاکستری که در روندنمای مطالعه (شکل ۱) دلیل به کارگیری 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.

(۷)

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

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

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

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

که در رابطه‌های ۸ و ۹ از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

در گام بعدی، ماتریس ارتباط کامل معیارها محاسبه می‌شود.

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

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

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

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

در این رابطه‌ها I ماتریس یکه و  $H_l$  و  $H_u$  هر کدام ماتریس  $n \times n$  هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد خاکستری ماتریس H تشکیل می‌دهد. در نهایت، شدت و جهت تأثیر محاسبه می‌شود. مطابق با رابطه ۱۴ و ۱۵ میزان شاخص  $r_i$  و  $c_j$  محاسبه می‌شود. شاخص  $r_i$  بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص  $c_j$  بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس Tc با توجه به بعد مربوطه می‌باشد. به همین صورت میزان شاخص  $\tilde{D}$  و  $\tilde{R}$  محاسبه می‌شود. شاخص  $R_i$  بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص  $C_j$  بیانگر مجموع ستون j ام 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  $r_i$  و  $c_j$  به دست می‌آیند.



$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times 1} \quad (14)$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1 \times n} = \left[ \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{1 \times n} \quad (15)$$

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

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

$$\text{defuzzy} = \frac{l + u}{2} \quad (16)$$

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)

$$Wi = \{(Di + Ri)^2 + (Di - Ri)^2\}^{1/2} \quad (17)$$

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<sup>1</sup>) برای به دست آوردن وزن راهکارها استفاده شده است. این روش با وجود 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 سطری آن گزینه‌های پژوهش هستند. برای تکمیل معیارهای کیفی این روش از طیف کلامی ۷ تایی

قیدشده در جدول ۳ استفاده می شود.

جدول ۳. عبارات کلامی و معادل خاکستری

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

برای نرمال سازی ماتریس تصمیم اخذشده از خبرگان، از رابطه ۱۸ و ۱۹ استفاده می شود.

$$\bar{x}_{ij}^* = \frac{\bar{x}_{ij}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + \sum_{j=1}^n \underline{x}_{ij})} = \frac{2\bar{x}_{ij}}{(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + \sum_{j=1}^n \underline{x}_{ij})} \quad (18)$$

$$\underline{x}_{ij}^* = \frac{\underline{x}_{ij}}{\frac{1}{2}(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + \sum_{j=1}^n \underline{x}_{ij})} = \frac{2\underline{x}_{ij}}{(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + \sum_{j=1}^n \underline{x}_{ij})} \quad (19)$$

در گام بعدی، درایه های ماتریس نرمال در وزن معیارها ضرب می شوند تا ماتریس وزن دار حاصل شود.

$$\otimes \hat{x}_{ji} = \otimes x_{ij}^* \cdot \otimes w_j \quad (20)$$

سپس، به منظور محاسبه مجموع معیارهای مثبت و منفی برای هر گزینه، مجموع درایه های سطر را برای معیارهای مثبت (P) و همین طور معیار منفی (R) محاسبه خواهد شد.

$$P_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^G (\hat{x}_{ji} + \underline{\hat{x}}_{ji}) \quad (21)$$

$$R_j = \frac{1}{2} \sum_{i=G+1}^m (\hat{x}_{ji} + \underline{\hat{x}}_{ji}) \quad (22)$$

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

$$Q_j = P_j + \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{R_j \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \quad (23)$$

$$R_j = N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \times 100 \quad (24)$$

### 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 از نظر خبره‌ها استخراج شده است. نتایج دور اول به همراه راهکارها مجدداً در اختیار خبره‌ها قرار گرفته است تا در خصوص راهکارها نیز تمامی خبره‌ها بتوانند به صورت جمعی اعلام نظر نمایند. مجدداً، میانگین نظرات معین شده 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 ۴. نتایج دور سوم دلفی

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

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

ریسک‌های نهایی، مجدداً در اختیار خبره‌ها قرار داده شده است تا این بار بتوان با پیشبرد گام‌های تکنیک دیمتل خاکستری، اطلاعات جزئی تری 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 محاسبه شده و در نهایت، قطعی‌سازی با رابطه مربوطه صورت می‌گیرد (جدول ۵).

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

	Di	Ri	قطعی (Di)	قطعی (Ri)	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	[۰,۶۵۱,۱,۱۵۵]	[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]	[۰,۰۸۷,۰,۱۵۱۹]	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 کسب شده، 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 پذیرند، 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 اثر گذار 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 تصمیم‌گیری 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 کم‌مصرف‌تر، 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، به صورت 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 این گونه 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 معین شده 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 ۶. وزن ریسک‌ها در مطالعه حاضر

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

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. به این ترتیب 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 زمان‌بندی شده<sup>۱</sup>

#### 1. Scheduled Delivery

یکی از مفاهیم نسبتاً جدید دنیای لجستیک محسوب می‌شود که در بهبود صنعت تدارکات نقش چشم‌گیری دارد. به این ترتیب، مصرف‌کننده می‌تواند زمانی که تمایل دارد کالا را دریافت نماید و مقصد مورد نظر 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. به این ترتیب، توصیه می‌شود داده‌های پشتیبان تمامی حلقه‌های زنجیره تأمین یکپارچه شوند. تغییرات در هر سیستم - مانند لغو سفارش یا تغییر در پنجره تحویل انتخاب شده - 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، غیرقابل پیش‌بینی 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 مثرتر خواهد بود (Mitroshin et al., 2022).

سپس، سایر مراحل روش مذکور پیش‌رفته 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

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

راهکار «تعریف شاخص‌های عملکردی کلیدی» رتبه اول را به دست آورده است. به منظور کمینه کردن زمان انتقال، باید گفت در دنیای کسب‌وکار امروزی که تحت تسلط لجستیک ۴٫۰ و Omnichannel است، با ساده‌سازی فرآیندها می‌توان ارزش افزوده بسیار مهمی برای هر کسب‌وکاری ایجاد کرد. در ضمن، شرکت‌های تولیدی متعددی در حال حاضر بر استفاده از انواع مختلف حالت‌های لجستیک حمل‌ونقل به عنوان عاملی حیاتی برای پاسخ سریع به تقاضاها به منظور 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 افزایش یافته 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 به صورت 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 به تناسب ویژگی کاهش داد (Kumar, & Agrawal, 2023). مسلماً در تمامی این مراحل، ارتباط حلقه‌های زنجیره تأمین به منظور ایجاد همسویی و یکپارچگی ضروری است. تنها به این صورت است که امکان تعدیل عملیات‌ها به تناسب اختلال یا تغییر شرایط شکل گرفته و به این ترتیب، زمینه افزایش تاب‌آوری پدید می‌آید.

### بحث و نتیجه‌گیری

تجربه مشتری و موفقیت کسب‌وکار به شدت به فرآیندهای لجستیکی بستگی دارد، به خصوص اگر تجارت شامل جابجایی فیزیکی محصولات و کالاهای ملموس باشد. مدیریت لجستیک می‌تواند چالش برانگیزترین بخش هر کسب‌وکاری باشد؛ اما اگر به درستی 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 به عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها در مدیریت حمل‌ونقل زنجیره تأمین مواد غذایی نقش آفرینی می‌نمایند. برای مواجهه با این ریسک‌ها و جلوگیری از بروز اختلال، راهکارهای مختلف پیشنهاد شده 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 بررسی شده و خلأها معین شود.

به علاوه طی دوره‌های گذشته، تعهدات قابل توجهی به اهداف پایداری توسط مدیران زنجیره تأمین به خصوص زنجیره تأمین مواد غذایی نشان داده شده و طیف گسترده‌ای از

پروژه‌های تعالی عملکرد دنبال شده‌اند. برون‌سپاری فعالیت‌های لجستیک به تأمین‌کنندگان خدمات به صورت 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 مورد توجه قرار گرفته 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<sup>۱</sup> 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 مورد توجه قرار گرفته و موضوع فسادپذیری نیز دیده شده است. به همین دلیل، راهکارها با توجه به نحوه تعامل ریسک‌ها با یکدیگر معین شده و برای هر ریسک، راهکارهایی متمایز معین نشده است. با این وجود، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی، یک زنجیره تأمین مشخص مانند زنجیره تأمین مواد لبنی مورد توجه قرار گرفته و راهکارها به تناسب هر ریسک به صورت 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>

## منابع

۱. حمودی، سهیلا (۱۳۹۹). عوامل مؤثر بر کاهش هزینه حمل و نقل در شبکه زنجیره تأمین (مطالعه موردی: اداره بندر امام خمینی). اولین کنفرانس ملی بهینه‌سازی سیستم‌های تولیدی و خدماتی. رودسر.
۲. صلاحی، فریا (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. محشمی، علی. خوش نامی، سمیه (۱۳۹۸). تحلیل موانع اجرای زنجیره تأمین سبز در صنعت حمل و نقل 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 حمل و نقل در اقتصاد ایران: الگوی خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL). فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، 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., & Keyvanshokoh, 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., & Yenyurt, 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](https://doi.org/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-*

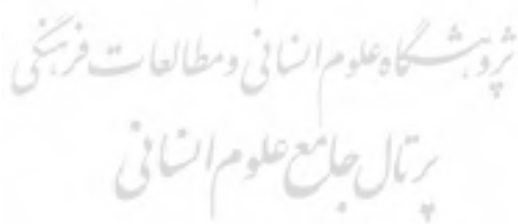
- watersheds dominated by rice-vegetable rotations in tropical China: Multimedia occurrence, influencing factors, transport, and associated ecological risks.* Journal of Hazardous Materials, 446, 130716, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130716>.
38. Thun, J. H., & Hoenig, D. (2011). *An empirical 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.