



Paper Type: Original Article



## Rating Supply Chain Risks Using the Combined Approach of FMEA Optimization and Gray Theory (Case Study: Mashhad Food Industry Units)

Mohsen Shafiei Nikabadi<sup>1,\*</sup> , Leila Helalian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Industrial Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran; shafiei@semnan.ac.ir; l.helalian@yahoo.com.

### Citation:



Shafiei NiKabadi, M., & Helalian, L. (2023). Rating supply chain risks using the combined approach of FMEA optimization and gray theory (case study: Mashhad food industry units). *Journal of decisions and operations research*, 8(4), 872-885.

Received: 18/10/2022

Reviewed: 19/11/2022

Revised: 08/12/2022

Accepted: 21/01/2023

## Abstract

**Purpose:** The ranking of supply chain risks using a combined approach is to optimize the method of analyzing failure factors and their effects and gray theory in Mashhad food industry units.

**Methodology:** Due to its nature, the present research belongs to the category of descriptive-analytical researches, with qualitative variables, and from the point of view of the objective, it belongs to the category of applied researches. In this research, the risks in the supply chain of the food industry were first identified. In such a way that; first, the risks in the supply chain were identified through library studies and research literature, and then they were given to the experts using a fuzzy Delphi questionnaire to be rated by the Likert scale. Due to the time limitation and defects in the analysis as well as vague, incomplete and uncertain information data, these points became a gray area. Then, using the method of analysis of failure factors and its effects, the risk priority score number was calculated in order to investigate potential failure situations. In this way, the indicators and dimensions of supply chain risks were ranked with the number of the priority score of risk taking. Risks with a higher risk priority score have a higher risk tolerance and require more attention.

**Findings:** The result of scoring and calculations determined that the economic dimension has the highest risk in the supply chain. After the economic dimension, the legal, strategic, individual, political and natural dimensions are the second to the sixth, and the cultural and social dimensions are the seventh and the information dimension is the eighth.

**Originality/Value:** The findings of this research will help managers, considering the limited resources, for control and management, especially in conditions of uncertainty, by prioritizing the risks of their supply chain. According to the level of risk-taking of each, as well as considering preventive measures regarding these risks, to prevent possible irreparable and critical injuries.

**Keywords:** Supply chain risks, Analysis of potential errors, Gray theory.

Corresponding Author: shafiei@semnan.ac.ir



Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



## رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تامین با استفاده از رویکرد ترکیبی بهینه‌سازی روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن و تئوری خاکستری (مورد مطالعه: واحدهای صنایع غذایی مشهد)

محسن شفیعی نیک‌آبادی<sup>۱\*</sup>، لیلا هلالیان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

### چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر به دنبال رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تامین با استفاده از رویکرد ترکیبی بهینه‌سازی روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن و تئوری خاکستری در واحدهای صنایع غذایی مشهد است.

**روش‌شناسی پژوهش:** این پژوهش به جهت ماهیت، در دسته پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی، با متغیرهای کیفی و از منظر هدف، در زمره‌ی پژوهش‌های کاربردی است. در این پژوهش، ابتدا ریسک‌های موجود در زنجیره تامین صنایع غذایی شناسایی شدند؛ بدین گونه که ابتدا ریسک‌های موجود در زنجیره تامین از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و ادبیات پژوهش شناسایی و سپس، توسط پرسش‌نامه دلفی فازی در اختیار خبرگان قرار گرفت تا با طیف لیکرت مورد امتیازبندی قرار گیرند. به دلیل محدودیت زمانی و نقص در تجزیه و تحلیل و همچنین داده‌های اطلاعاتی مبهم، ناقص و نامطمئن، این امتیازها به بازه‌ی خاکستری تبدیل شدند. سپس، توسط روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن امتیاز اولویت خطرپذیری به منظور بررسی حالات بالقوه شکست محاسبه شد؛ به گونه‌ای که شاخص‌ها و ابعاد ریسک‌های زنجیره تامین با امتیاز اولویت خطرپذیری رتبه‌بندی شد. ریسک‌های با امتیاز اولویت خطرپذیری بیشتر، از ریسک‌پذیری بالاتری برخوردار و لزوم توجه بیشتری را نیازمند است.

**یافته‌ها:** نتیجه امتیازبندی و محاسبات مشخص کرد که بعد اقتصادی بیشترین ریسک را در زنجیره تامین داراست. پس از بعد اقتصادی، به ترتیب، ابعاد قانونی، استراتژیک، فردی، سیاسی و طبیعی ابعاد دوم تا ششم و بعد فرهنگی و اجتماعی در جایگاه هفتم و بعد اطلاعاتی رتبه‌ی هشتم را به خود اختصاص دادند.

**اصالت/ارزش افزوده علمی:** یافته‌های این پژوهش به مدیران کمک می‌کند با توجه به محدود بودن منابع، جهت کنترل و مدیریت، خصوصاً در شرایط عدم قطعیت، با اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تامین خود با توجه به میزان ریسک‌پذیری هر یک، همچنین در نظر گرفتن اقدامات پیشگیرانه در خصوص این ریسک‌ها، از صدمات جبران‌ناپذیر و بحرانی احتمالی پیشگیری نمایند.

کلیدواژه‌ها: ریسک‌های زنجیره تامین، تجزیه و تحلیل خطاهای بالقوه، تئوری خاکستری.

### ۱- مقدمه

امروزه، رقابت میان شرکت‌ها جای خود را به رقابت بین زنجیره‌های تامین داده است؛ به عبارت دیگر، شبکه‌ای از شرکت‌ها مسئول تبدیل مواد اولیه به محصول نهایی و تحویل به مشتری هستند. این شبکه از موجودیت‌ها، مسئول فرآیندهای مختلف تامین، تولید، ذخیره و توزیع بوده که به عنوان یک زنجیره تامین شناخته می‌شوند [1].



خطرات و عدم اطمینان موثر بر زنجیره‌های تامین با تقاضا، تامین کنندگان، هزینه، تحویل، بلاپای طبیعی، آسیب‌های انسانی، مرزهای فنی و حوادث سایبری مرتبط است که می‌تواند زیان‌های قابل توجهی به جامعه وارد کند. به همین دلیل، بسیاری از پژوهش‌گران مدل‌های تصمیم‌گیری و سیستم‌های پشتیبانی برای مدیریت ریسک زنجیره تامین را ایجاد کرده‌اند [2].

امروزه، با توجه به این‌که افزایش روزافزون رقابت در بازارهای جهانی، سازمان‌ها را به فعالیت در شرایطی همراه با عدم اطمینان و اदार ساخته است، سازمان‌ها بیش‌ازپیش به آشنایی معضلات، خطرات و ریسک‌های موجود در بازار و محیط پیرامون خود، همچنین اجرا و به‌کارگیری شیوه‌های نوین مدیریتی جهت مقابله صحیح و علمی با این ریسک‌ها ملزم شده‌اند. با توجه به پیچیده بودن زنجیره تامین صنعت غذا خصوصاً با توجه به فسادپذیری بخشی از محصولات این حوزه، صنعت غذا از عدم قطعیت و آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به صنایع دیگر برخوردار است [3].

از سوی دیگر، با توجه به آن‌که صنعت غذا که شبکه‌ای پیچیده و جهانی از مشاغل گوناگون است و بیشتر مواد غذایی مصرفی مردم جهان را تامین می‌کند، از اهمیت بالایی در تمام بازارها و صنایع در سراسر دنیا برخوردار است. اهمیت بالای این صنعت در تامین مواد غذایی موردنیاز انسان، یکی از دلایل اصلی رشد این صنعت و افزایش تعداد واحدهای صنایع غذایی شده است؛ به‌گونه‌ای که رقابت میان واحدها در این صنعت از شدت و اهمیت بالاتری نسبت به دیگر صنایع برخوردار است. در این صنعت، خصوصاً در بخش مواد غذایی فسادپذیر، بررسی ریسک‌ها و خطراتی که ریسک‌های زنجیره تامین مواد غذایی را تهدید می‌کند و درنهایت، اولویت‌بندی و بهینه‌سازی این ریسک‌ها در طول زنجیره تامین آن‌ها ضروری و حیاتی است.

با توجه به مسایل گفته‌شده در خصوص اهمیت صنعت غذا، یکی از این شیوه‌های نوین مدیریتی، مدیریت ریسک زنجیره تامین در شرایط عدم اطمینان بوده و شناسایی، طبقه‌بندی، اولویت‌بندی و بهینه‌سازی ریسک‌ها در شرایط عدم اطمینان در زنجیره‌های تامین و همچنین بررسی چگونگی رویارویی و بهینه‌سازی این ریسک‌ها به‌عنوان یک استراتژی کلیدی در صنایع گوناگون مطرح است.

در خصوص شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تامین، مطالعات و پژوهش‌های گوناگونی صورت گرفته ولی در خصوص اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تامین در شرایط عدم اطمینان و به‌خصوص با کمک روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن و اعداد خاکستری مطالعه‌ای انجام نشده است. با توجه به این‌که در مواجهه با شرایط عدم قطعیت همراه با اطلاعات ناشناخته، اعداد خاکستری یکی از مفاهیم ریاضی قابل استفاده است و کاربرد مناسب و رو به رشدی، به‌خصوص در سیستم‌های با اطلاعات ناقص در پنج حوزه‌ی ارزیابی، مدل‌سازی، پیش‌بینی، تصمیم‌گیری و کنترل دارد و از آنجاکه در نظر گرفتن و تلفیق این مفهوم ریاضی با روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن به‌منظور بررسی خطرات بالقوه از اهمیت بالایی برخوردار است، در مقاله حاضر بررسی، اولویت‌بندی و بهینه‌سازی این ریسک‌ها مورد کاوش و مطالعه قرار گرفته است؛ چراکه با شناسایی ریسک‌های کلیدی در شرایط ذکرشده در زنجیره تامین و در شرایط عدم اطمینان، همچنین اولویت‌بندی این ریسک‌ها و بهینه‌سازی آن‌ها به کمک روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن و اعداد خاکستری می‌توان گامی مفید در جهت برنامه‌ریزی صحیح و مناسب، به‌منظور چگونگی رویارویی با این ریسک‌ها در صنایع غذایی، با توجه به اهمیت این صنعت، برداشت.

## ۲- ادبیات پژوهش

### ۲-۱- ریسک‌های زنجیره تامین

ریسک در زنجیره تامین را می‌توان تغییرات بالقوه خروجی‌ها (که بر کاهش ارزش افزوده در هر یک از اجزای فعال زنجیره تاثیر می‌گذارد) تعریف کرد؛ بنابراین ریسک باید به‌گونه‌ای مناسب، سبب تثبیت ارزش افزوده در هر عضو فعال و در کل زنجیره تامین مدیریت شود [4].

ریسک در زنجیره تامین را می‌توان بدین‌صورت تعریف کرد [5]: "رویدادها یا وضعیت‌های محتمل ولی نامشخص تعریف کرد، که در صورت رخداد این رویدادها، پیامدهای مثبت یا منفی بر اهداف سازمان داشته باشند." این تعریف، نشان‌گر اهمیت پردازش به ریسک‌های زنجیره تامین و به‌کارگیری راهبردهای مناسب جهت کنترل و مدیریت آن‌ها است.





سیستم‌های مدیریت، حداقل شامل شناسایی ریسک، اولویت‌بندی ریسک و مدیریت ریسک هستند. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های موجود در زنجیره تامین، مدیریت ریسک زنجیره تامین است. در زنجیره تامین دو نوع ریسک می‌توان تعریف کرد: ریسک عملیاتی و خطرات مخرب. اگرچه ریسک عملیاتی در مقایسه با ریسک مخرب تاثیر کمتری دارد، اما عدم توجه به آن‌ها، می‌تواند عملکرد شرکت را به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهد؛ چراکه برای شرکت‌ها و زنجیره‌های تامین، اقدام در برابر خطرات عملیاتی بسیار مهم هستند. ریسک عملیاتی شامل خطرات مرتبط با افراد، فرآیندها، ماشین‌آلات و رویدادهای خارجی است و از بین بردن آن‌ها همیشه امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین، در این موارد، شرکت‌ها باید برای کاهش آن‌ها اقدام کنند. مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل چهار مرحله است: شناسایی ریسک، اولویت‌بندی ریسک، دستورالعمل‌های کیفیت حوزه قضایی مدیریت ریسک و شرایط ویژه برای ذخیره و توزیع انواع مختلف محصولات. شبکه‌های پیچیده زنجیره تامین جهانی احتمال تاثیر منفی اختلالات احتمالی زنجیره تامین بر عملکرد شرکت را افزایش می‌دهند [6].



شکل ۱- سیستم مدیریت ریسک زنجیره تامین.

Figure 1- Supply chain risk management system.

دسته‌بندی‌های گوناگونی در خصوص انواع ریسک صورت گرفته؛ از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [7]:

ریچی و بریندلی [22] عوامل موثر بر ریسک زنجیره تامین را به ۶ دسته تقسیم می‌کنند که عبارت‌اند از: اعضای زنجیره تامین، محیط زنجیره تامین، متغیرهای مربوط به صنعت، استراتژی صنعت، متغیرهای خاص مربوط به مساله و متغیرهای مربوط به تصمیم‌گیرنده. چوپرا و سودهی [28] نیز عوامل ریسک موجود در زنجیره تامین را به ۹ دسته تقسیم کرده‌اند که عبارت‌اند از: اختلال‌ها، تاخیرها، ازکارافتادگی‌های سیستم‌های اطلاعات، پیش‌بینی، دارایی‌های ذهنی، تدارکات، مشتریان، موجودی و ظرفیت. به‌طورکلی، ریسک‌ها با توجه به تاثیرشان بر زنجیره تامین تحلیل می‌شوند. محقق باید داده‌ها را ارایه کند و بحث را به سوی کلی‌نگری پیش ببرد. درنهایت، اجماع پیرامون ریسک‌ها، طبقه‌بندی و تاثیرات آن ایجاد می‌شود. مدیریت کردن ریسک زنجیره تامین دشوار است؛ زیرا ریسک‌های انفرادی بیشتر با یکدیگر مرتبط هستند و اقدام برای کاهش یک ریسک به افزایش دیگری منجر می‌شود؛ بنابراین، نوع شناسی مفصل از ریسک زنجیره تامین با مرور عمیق ادبیات ریسک انجام می‌شود.

### ۳- پیشینه پژوهش

دانستن این مطلب بسیار حایز اهمیت است که ایجاد اختلال در زنجیره تامین می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر عملکرد کوتاه‌مدت شرکت داشته باشد. به‌عنوان مثال، متضرر شدن اریکسون پس از آتش‌سوزی کارخانه نیمه‌هادی تامین‌کننده خود، به میزان ۴۰۰ میلیون یورو و از دست‌دان بسیاری از مشتریان اپل پس از زلزله‌ای در سال ۱۹۹۹ در تایوان وارد شد و به دنبال آن، کمبود تراشه DRAM. اختلال در زنجیره تامین می‌تواند تاثیرات منفی طولانی‌مدت بر عملکرد مالی شرکت نیز داشته باشد. به‌عنوان مثال، گزارش هندریکس و سینگال [23] مبنی بر این‌که شرکت‌هایی که از اختلالات زنجیره تامین رنج می‌برند، نسبت به معیارهای صنعت خود بازده سهام ۳۳٪ تا ۴۰٪ پایین‌تر را تجربه می‌کنند. برای کاهش اختلالات زنجیره تامین مرتبط با انواع مختلف خطرات (چرخه اقتصادی نامشخص، تقاضای نامشخص مصرف‌کننده و بلاای طبیعی و ساخت بشر غیرقابل پیش‌بینی)، بسیاری از پژوهش‌گران استراتژی‌ها/مدل‌های مختلفی را برای مدیریت خطرات زنجیره تامین ایجاد کرده‌اند [8].

با توجه به اهمیت بررسی ریسک در زنجیره تامین، پژوهش‌های مختلفی در این زمینه انجام شده است، از جمله: در پژوهشی تحت عنوان مدل‌سازی تفسیری ساختاری ریسک‌های زنجیره تامین که در شرکت‌های گاز استانی در سال ۹۲ انجام شد، ریسک‌های مختلف تاثیرگذار بر زنجیره تامین پروژه‌های گاز استانی شناسایی گردید. طبق نتایج پژوهش، ریسک‌های سیاسی-اجتماعی و اقتصاد کلان که خارج از محدوده صنعت گاز هستند بیشترین تاثیر را بر عملکرد مجموعه شرکت گاز داشتند. بر این اساس، می‌توان با دیدی کل‌نگر به ریسک‌های موجود در صنعت نگرینست و تغییرات و نوسانات سیاسی-اجتماعی و وضعیت اقتصاد کلان را برای کاهش تبعات منفی پیگیری کرد [7].



به منظور بررسی میزان اهمیت ریسک و اولویت بندی ریسک‌های زنجیره تامین در سازمان‌های تولیدی، با توجه به این که ریسک داراس ساختار غیرقطعی و شاخص‌های چندگانه است، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، میزان اهمیت ریسک‌ها برای بخش تولید خصوصی ۵۹/۶٪ و برای بخش تولید دولتی ۴۰/۴٪ تعیین شد [9].

همچنین، به منظور ارزیابی ریسک‌های زنجیره تامین شرکت‌های خدماتی، پژوهشی صورت گرفت. در این پژوهش، ضمن شناسایی ریسک‌های زنجیره تامین، مهم‌ترین این ریسک‌ها استخراج شد که بر این اساس، دو مشخصه موقعیتی ریسک بازار و مالی بیشترین تاثیر را بر ریسک شرکت داشتند. از سویی، با توجه به رقابتی بودن فضای عملکرد این شرکت‌ها و اهمیت نوآوری، برتری استراتژی‌های رقابتی، مکان بازار و توسعه خدمات جدید در بازار، ریسک بازار برای آن‌ها بسیار کلیدی بوده و از سویی دیگر، ریسک مالی که شامل جریان نقدینگی داخل شرکت و وصول مطالبات است نیز بسیار بالاست [10].

دسته‌بندی‌های گوناگونی در خصوص انواع ریسک توسط پژوهش‌گران مختلف صورت گرفته است؛ از آن جمله می‌توان به پژوهش و و بلک هارست و چیدامبارام [24] اشاره کرد. آن‌ها سیستم طبقه‌بندی خاصی را برای ریسک و منابع آن تعیین کرده‌اند که بر این اساس، عوامل ریسک را به دو دسته عوامل داخلی و خارجی تقسیم می‌کند. عوامل داخلی به سه دسته قابل کنترل، نسبتاً قابل کنترل و غیرقابل کنترل و عوامل خارجی به سه دسته قابل کنترل، نسبتاً قابل کنترل و غیرقابل کنترل تقسیم بندی می‌شود [5]. همچنین، آرن زیگنبن و نهوس [29] پنج نوع ریسک را از دیدگاه کمپانی مرکزی آنالیز کرده‌اند؛ این ریسک‌ها شامل ریسک تامین، تقاضا، فرآیند، برنامه‌ریزی و کنترل و محیط می‌باشد. کلیندورفر و واسنهوف [30] نیز ریسک‌های زنجیره تامین را به دو دسته ریسک‌های اختلال و ریسک‌های عدم هماهنگی تقاضا با تامین تقسیم‌بندی کردند [11]. بر اساس پژوهش منوج و مترز [31]، برخی پژوهش‌گران ریسک‌ها را در قالب چهار دسته تامین، تقاضا، عملیاتی و ایمنی یا بر اساس پژوهش کلیندورفر و سعد [25]، به چهار دسته تامین، تقاضا، شکست‌ها و حوادث طبیعی دسته‌بندی نموده‌اند [12].

پژوهش‌های گذشته پیرامون ریسک‌های زنجیره تامین، صنایع گوناگون را مورد بررسی و واکاوی قرار داده‌اند؛ از جمله یونتر و همکاران [46] فهرستی در خصوص صنایع فعال در حوزه مدیریت ریسک زنجیره تامین تهیه کردند. بر این اساس، این صنایع فعال بیشتر شامل صنایع هوایی، خودروسازی، صنایع غذایی، محصولات بهداشتی، پوشاک و صنایع تبدیلی بودند. لازم به ذکر است که دیدگاه کامل‌تری نسبت به ریسک‌های موجود در صنایع مختلف وجود ندارد؛ به‌عنوان نمونه، مطالعه‌ی سایدیزین [32]، فقط بر روی ریسک‌های تامین، لی و همکارانش [35] و همچنین قریشی و همکاران [33]، بر ریسک‌های برون‌سپاری، دین و همکاران [34] و کریستوفر و همکاران [26] بر منبع یابی جهانی صورت گرفته است [7].

طبق نتایج حاصل از یک پژوهش، ۴۸٪ از کل ریسک‌ها در گروه‌های اقتصادی، تامین‌کنندگان، اطلاعات و حمل‌ونقل طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین، به نظر می‌رسد توجه ویژه به این موارد می‌تواند منجر به بهبود قابل توجهی در وضعیت سیستم شود [12].

در خصوص این مساله که چگونه مدیران باید سیاست‌های موجودی خود را در طراحی و ایجاد اختلالات و خطرات زنجیره تامین (یعنی اثر موج‌دار) در نظر بگیرند، پژوهشی در سال ۲۰۲۰ صورت گرفت. در این پژوهش، مدلی ارایه می‌شود که هنگام بررسی تنش بین کمبود تامین و "فروشدگی" (به‌عنوان مثال خرابی سیستم)، خطر(های) برون‌زایی و درون‌زایی اختلال را در نظر می‌گیرد. شبیه‌سازی‌های این پژوهش نشانگر آن است که خطر محلی برون‌زا از اهمیت بیشتری نسبت به خطر غیر محلی برون‌زا برخوردار است. همچنین، نتایج پژوهش حاکی از آن است که نوع ریسک و ویژگی‌های ساختاری زنجیره تامین و سیستم موجودی، به‌طور متفاوتی بر شدت خطر تاثیر می‌گذارند [13].

در پژوهشی که در سال ۲۰۲۱ در خصوص بررسی ریسک در زنجیره تامین کشتی‌سازی انجام شده، ارزیابی ریسک زنجیره‌های تامین کشتی‌سازی و ترمیم کشتی با ایجاد هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش بیانگر آن است که بخش قابل توجهی از هرگونه اختلال در زنجیره تامین مربوط به بی‌ثباتی در تامین‌کنندگان جزئی است. این پژوهش، به‌طور مفهومی چارچوبی را ترسیم می‌کند که ارتباطات موجود بین تامین‌کنندگان و زیرتامین‌کنندگان را به‌طور کامل در نظر می‌گیرد [14].



در مطالعه انجام شده توسط گومس فیلهو و همکاران [27]، از یک بررسی ادبیات سیستماتیک برای بررسی این مساله که چگونه جریان‌ات و ذخایر زنجیره تامین می‌توانند به‌عنوان نقاط ورود خطرات اینترنتی مطرح شوند استفاده شده است. به این اساس، خطرات سایبری از منابع مختلفی با تاثیر بر جریان‌ات و ذخایر زنجیره‌های تامین (مواد و اطلاعات) ناشی می‌شود (به‌عنوان مثال، حملات مستقیم، مشکلات داخلی و مسایل بی کیفیت). همچنین، بین نوع زنجیره تامین و جریان یا موجودی دسترسی به زنجیره تامین رابطه وجود دارد. در بخشی از این پژوهش، چگونگی ایجاد ریسک‌های سایبری در زنجیره‌های تامین مطرح شده است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که گرچه زنجیره‌های تامین از هماهنگی در سرمایه‌گذاری امنیت سایبری اجزای آن بهره‌مند می‌شوند، ساده‌لوحانه است که تصور کنیم همه شرکت‌کنندگان در زنجیره تامین یا پیمانکاران فرعی آن اقدامات کاملاً محافظه‌کارانه را برای خطرات سایبری شناخته شده انجام می‌دهند. بنابراین، تطبیق ابزارهای مدیریت ریسک زنجیره تامین برای مدیریت خطرات سایبری، انعطاف‌پذیری سایبری زنجیره تامین را افزایش می‌دهد [15].

در پژوهشی، سه گروه از مدل‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری ریسک ساختاریافته مطرح شده که عبارت‌اند از: ۱- مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره کمی، ۲- مدل‌های تصمیم‌گیری تصادفی و ۳- مدل‌های شبیه‌سازی محاسباتی/بهینه‌سازی. همچنین شش خوشه تحقیقاتی متداول در این پژوهش ترسیم شده است: ۱- مدل‌های ریسک مفهومی و کیفی، ۲- مدل‌های بالادست زنجیره تامین بالادست، ۳- مدل‌های ریسک زنجیره تامین پایین دست، ۴- مدل‌های ریسک پایداری زنجیره تامین، ۵- معیارهای تصادفی و چندمعیاره مدل‌های خطر تصمیم‌گیری و ۶- مدل‌های ریسک تکنیک‌های درحال ظهور. این پژوهش، هفت خوشه آینده‌پژوهی را با بیش مطالعات بیشتر شامل موارد زیر شناسایی کرده است: ۱- ابزارهایی برای کارکرد داده‌های مدیریت ریسک زنجیره تامین، ۲- اعتبارسنجی مدل‌های خطر، ۳- بهبود محاسباتی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ۴- زنجیره‌های تامین چند سطحی و چند دوره‌ای، ۵- خطرات تولید مواد غذایی، ۶- خطرات انرژی و ۷- خطرات پایداری. لذا بر اساس این مطالعه، برنامه تحقیقاتی آینده باید بینش جامع مدیریت ریسک زنجیره تامین، رابطه بین کلان‌داده<sup>۱</sup>، صنعت نسل چهارم و مدیریت ریسک زنجیره تامین را به‌عنوان خطرات اجتماعی و زیست‌محیطی بروز دهد [2].

مجموعه‌ای از چند پژوهش انجام شده در خصوص ابعاد و مولفه‌های ریسک در زنجیره تامین بر اساس جدول ۱ است.

جدول ۱- ابعاد و مولفه‌های ریسک در زنجیره تامین.

Table 1- Dimensions and components of risk in the supply chain.

ابعاد	شاخص‌ها	منبع
استراتژیک	۱- پیش‌بینی تدارکات	
	۲- دارایی‌های ذهنی	[28]
	۳- تاخیرها	
	۴- ریسک ناشی از موفقیت یا شکست برنامه‌ها	[36]
	۵- عدم قطعیت استراتژیکی	[39]
اطلاعاتی	۱- ازکارافتادگی سیستم‌های اطلاعاتی و شبکه‌بندی	[28]
	۲- جریان اطلاعات	
	۳- اطلاعات تحریف‌شده	
	۴- یکپارچگی اطلاعات	
	۵- ویروس‌ها	[37]، [38]
	۶- اشکالات و هکرها	
	۷- مالکیت معنوی	
	۸- امنیت زیرساخت	

<sup>1</sup> Big data

جدول ۱- ادامه.  
Table 1- Continued.

ابعاد	شاخص‌ها	منبع
سیاسی	۱- تغییرات سیاسی	[41]، [40]، [31]
	۲- حملات تروریستی	
	۳- محدودیت‌های دولتی	
	۴- جنگ و نزاع‌های کارگری	
	۵- آشوب‌های داخلی کشور	
	۶- بروز انقلاب‌های جدید در کشور	
	۷- محدودیت‌های سهمیه‌ای و ضمانت‌های اجرایی	
اجتماعی	۱- تغییرات جمعیت شناختی و ناپایداری‌های اجتماعی	[43]، [42]
	۲- ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری	[36]
فردی	۱- ریسک ناشی از خطاهای انسانی (مثل رفتارهای پرخطر و ریسک رفتار کارکنان)	[36]
	۲- اختلال عملیاتی و تاکتیکی	[39]
فرهنگی	۱- پوشش منفی رسانه	[31]
طبیعی	۱- آتش‌سوزی	[40]
	۲- سیل، زلزله، طوفان، بادهای موسمی، خشک‌سالی، موج گرما، گردباد،	
	سونامی	
	۳- قحطی	
اقتصادی	۴- شیوع بیماری‌های واگیر	[25]، [37]، [40]، [42]، [41]
	۱- ورود تازه‌واردین به بازار	
	۲- مکان بازار	
	۳- توسعه محصول	
	۴- ریسک‌های رقابتی (نداشتن سابقه اقدامات و تحرکات رقبا)	
	۵- قیمت کالای اساسی	
	۶- متغیرهای اقتصادی کلان	
	۷- تغییرات فناوری	
	۸- اختلالات اقتصادی، نوسان نرخ بهره - نرخ مبادله ارز، نوسان قیمت اجناس	
	۹- ورشکستگی شرکا	
	۱۰- سقوط بازار سهام	
	۱۱- رکود اقتصادی	
	۱۲- قیمت سهام	
	۱۳- نقدی	
	۱۴- ریسک مالی ناشی از شکست یا موفقیت در کنترل مالی	
	۱۵- ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری	
	۱۶- ریسک‌های تکنیکی (ناشی از آسیب‌دیدگی دارایی‌های فیزیکی)	
۱۷- مشتریان (ریسک وصول)		
۱۸- موجودی و ظرفیت		
۱۹- ریسک تامین <sup>۱</sup>		
۲۰- ریسک فرآیند <sup>۲</sup>		
۲۱- ریسک تقاضا <sup>۳</sup>		
۲۲- ریسک کنترل <sup>۴</sup>		

<sup>۱</sup> هنگامی که برای محصول یا خدمتی هزینه‌ای پرداخت می‌کنیم، خود را در معرض این نوع ریسک قرار می‌دهیم که تأمین‌کننده سفارش را با مقدار و کیفیت درست و به موقع تحویل ندهد.

<sup>۲</sup> هنگامی که یک محصول در یک بخش خاص، به‌موقع و با مقدار و کیفیت مورد نظر تولید نشود، در معرض این نوع ریسک قرار می‌گیریم.  
<sup>۳</sup> هنگامی که تقاضایی نباشد یا با تقاضای کم یک محصول مواجه شویم، در برابر این نوع ریسک قرار می‌گیریم.  
<sup>۴</sup> هنگام رویارویی با کنترل کیفیت ناکافی در معرض این نوع ریسک قرار می‌گیریم.





Table 1- Continued.

ابعاد	شاخص‌ها	منبع
قانونی	۱- ممنوعیت‌های صادرات و واردات و مصوبات مالیاتی	[32]، [41]
	۲- دادخواست‌های قانونی	
	۳- مصادره‌های خارجی	
	۴- قوانین جدید در حیطه تجارت	
	۵- ساختارهای مالیاتی	
	۶- فشارهای بیرونی قانون‌گذارها	
	۷- موسسات رتبه‌بندی	
	۸- بورس	
	۹- سرمایه‌گذاران نهایی	
	۱۰- نهادهای حاکمیت شرکتی	



#### ۴- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از جهت ماهیت، در دسته پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی، همراه با متغیرهای کیفی و از جهت هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی است.

##### ۴-۱- تجزیه و تحلیل خطاهای بالقوه

روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن تکنیکی متکی بر قانون پیشگیری قبل از وقوع است که برای عوامل بالقوه خرابی به کار می‌رود. یکی از عوامل موفقیت روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن زمان اجرای آن است. هدف از اجرای این تکنیک، جستجوی تمام مواردی است که باعث شکست محصول یا فرآیند می‌شود، قبل از آن که محصول به مرحله تولید برسد. بر این اساس، روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن را می‌توان یک تکنیک مهندسی با قصد شناسایی و ارزیابی خرابی‌های بالقوه‌ی موجود در طراحی سیستم، محصول، فرآیند یا خدمات و برآورد اثرات حاصل از وقوع هر یک از عوامل فوق قبل از رسیدن به مشتری نهایی معرفی کرد [16].

عناصر روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن عبارت‌اند از: حالات بالقوه شکست و دلایل، اثرات بالقوه شکست، تشخیص شکست و جبران خسارت (اصلاح شکست‌ها) و اولویت‌بندی بر اساس شدت مورد انتظار از شکست ( $S$ )، احتمال وقوع شکست ( $O$ )، تشخیص خطر قبل از آن که بر مشتری اثر بگذارد ( $D$ ) [17].

##### ۴-۲- تئوری خاکستری

نظریه خاکستری در سال ۱۹۸۲ توسط دنگ عنوان شد. این نظریه بر فرض عدم اطمینان یک سیستم استوار است [18]. دو مزیت این رویکرد نسبت به سایر روش‌ها عبارت‌اند از: ۱- نیاز به داده‌های کم و ۲- توانایی مواجهه با ابهام در داده‌ها. اعداد خاکستری را می‌توان اعدادی با اطلاعات نامطمئن در نظر گرفت که با بازه‌ای که مقدار آن را در برمی‌گیرد شناخته می‌شود [19].

##### ۴-۳- جامعه آماری پژوهش

جامعه آماری پژوهش شامل ده نفر از خبرگان حیطه صنایع غذایی از جمله مدیران تولید، مسئولین کنترل کیفیت و سایر مشاغل دست‌اندرکار در حیطه صنایع غذایی، با بیش از ده سال سابقه کار و دارای مدارک دکتری، کارشناسی ارشد و کارشناسی است. در انتخاب خبرگان برای این پژوهش تلاش شد تا افرادی کاملاً آگاه و با سابقه کاری مفید و دارای اشراف کامل به صنعت غذا انتخاب گردند.



جدول ۲- وضعیت جمعیت شناختی خبرگان پژوهش.  
Table 2- Demographic status of research experts.

درصد توزیع	ویژگی های توصیفی	
0%	زیر ده سال	
100%	بالتر از ده سال	سابقه کار
37.5%	کارشناسی	
50%	کارشناسی ارشد	مدرک
12.5%	دکتری	تحصیلی
75%	مسئول کنترل کیفیت	
12.5%	مدیر تولید	سمت شغلی
0%	مدیرعامل	
12.5%	سایر	

#### ۴-۴- روش پژوهش و گام های اجرایی

در پژوهش حاضر، شاخص های مربوط به هر یک از ابعاد ریسک های زنجیره تامین، از ادبیات و پیشینه پژوهش و همچنین مطالعات کتابخانه ای استخراج و سپس به صورت پرسش نامه دلفی فازی در اختیار خبرگان قرار گرفت. در این پرسش نامه، هر یک از شاخص های مساله به صورت طیف لیکرت توسط خبرگان مورد بررسی و امتیازبندی قرار گرفت. سپس، به منظور ارزیابی حالات بالقوه شکست، با کمک روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، امتیاز اولویت خطرپذیری ابتدا برای هر یک از شاخص ها و در انتها، برای هر یک از ابعاد، به کمک رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$(RPN) = O * S * D. \quad (1)$$

در پرسش نامه این پژوهش، به منظور محاسبه امتیاز اولویت خطرپذیری از طیف لیکرت پنج تایی برای ارزیابی عوامل  $S$ ،  $O$  و  $D$  استفاده شد.

یکی از کاستی های قابل توجه در روش تجزیه و تحلیل حالت های شکست و آثار آن این است که عوامل ریسک معمولاً به سختی، به گونه ای دقیق تعیین می شوند. از این رو، نظرات اعضای تیم تجزیه و تحلیل حالت های شکست و آثار آن و خبرگان، ممکن است به دلیل محدودیت زمانی و نقص در تجزیه و تحلیل و همچنین داده های اطلاعاتی مبهم، داده های ناقص و نامطمئن را فراهم کند [20]. از این رو قبل از محاسبه روابط ریاضی، این مقیاس به بازه های خاکستری مطابق با جدول ۳ تبدیل شد.

جدول ۳- اعداد خاکستری دو پارامتری و معادل های زبانی آن ها [45].

Table 3- Two-parameter gray numbers and their linguistic equivalents [45].

تاثیر خیلی زیاد	تاثیر زیاد	تاثیر متوسط	تاثیر کم	بدون تاثیر (خیلی کم)
[4.0-5.0]	[3.0-4.0]	[2.0-3.0]	[1.0-2.0]	[0.0-1.0]

در نهایت، پس از تبدیل عبارات کلامی  $S$ ،  $O$  و  $D$  به بازه های خاکستری، امتیاز اولویت خطرپذیری برای هر یک از شاخص ها مطابق با روابط زیر محاسبه شد. در انتها اعداد نمره اولویت خطرپذیری مربوط به شاخص ها با یکدیگر جمع شد تا امتیاز اولویت خطرپذیری مربوط به هر بعد مشخص گردد.

$$G_2 = [L_2, U_2], G_1 = [L_1, U_1], \quad (2)$$

$$G_1 + G_2 = [L_1 + L_2, U_1 + U_2].$$

$$G_1 \times G_2 = \{ \min(L_2 L_1, L_2 U_1, U_2 L_1, U_2 U_1), \max(L_2 L_1, L_2 U_1, U_2 L_1, U_2 U_1) \}. \quad (3)$$

روش امتیازدهی نمره اولویت خطرپذیری بر این اساس است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر جهت آنالیز و تخصیص منابع با هدف بهبود، مقدم بوده و بایستی بر روی حالات خطایی کار شود که نمره اولویت خطرپذیری های بالاتری دارند. امتیاز اولویت خطرپذیری از ضرب سه فاکتور شدت ( $S$ )، احتمال وقوع ( $O$ ) و احتمال کشف ( $D$ ) به دست می آید [21]. با افزایش امتیاز اولویت خطرپذیری محاسبه شده برای هر بعد از ریسک زنجیره تامین، میزان ریسک آن بعد نیز افزایش خواهد یافت. بدین ترتیب، کلیه بعد های مربوط به ریسک های زنجیره تامین رتبه بندی گردید.



هدف از پژوهش حاضر رتبه‌بندی ابعاد ریسک‌های زنجیره تامین در صنایع غذایی بود. بدین منظور، پس از تکمیل پرسش‌نامه توسط خبرگان، عبارات کلامی به بازه‌های خاکستری تبدیل شد. سپس از بازه‌های خاکستری  $S$ ،  $O$  و  $D$  هر یک از سوالات، میانگین مربوطه محاسبه گردید. درنهایت، امتیاز اولویت خطرپذیری برای هر یک از شاخص‌ها بر اساس جدول ۴ محاسبه شد.

جدول ۴- بازه خاکستری مربوط به شاخص‌های مربوط به ابعاد مورد مطالعه.

Table 4- The gray range related to the indicators related to the studied dimensions.

ابعاد	شاخص	S	O	D	بازه خاکستری	ابعاد	شاخص	S	O	D	بازه خاکستری
استراتژیک	A1	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	اقتصادی	H3	(2,3)	(3,4)	(2,3)	(12,36)
	A2	(3,4)	(3,4)	(2,3)	(18,32)		H4	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)
	A3	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)		H5	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)
	A4	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)		H6	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)
	A5	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)		H7	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)
	B1	(2,3)	(1,2)	(2,3)	(4,18)		H8	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)
	B2	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(12,36)		H9	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)
	B3	(1,2)	(1,2)	(3,4)	(3,16)		H10	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)
	B4	(1,2)	(2,3)	(2,3)	(4,18)		H11	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)
	B5	(1,2)	(1,2)	(3,4)	(3,16)		H12	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)
سیاسی	B6	(2,3)	(2,3)	(1,2)	(4,18)	H13	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	
	B7	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	H14	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	
	B8	(2,3)	(1,2)	(2,3)	(4,18)	H15	(3,4)	(3,4)	(2,3)	(18,32)	
	C1	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	H16	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	
	C2	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	H17	(3,4)	(3,4)	(2,3)	(18,32)	
	C3	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	H18	(3,4)	(3,4)	(2,3)	(18,32)	
	C4	(3,4)	(3,4)	(3,4)	(18,32)	H19	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	
	C5	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	H20	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	
	C6	(1,2)	(1,2)	(3,4)	(3,16)	H21	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	
	C7	(3,4)	(3,4)	(2,3)	(18,32)	H22	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	
اجتماعی	D1	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I1	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	
	D2	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I2	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	
فردی	E1	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	I3	(2,3)	(2,3)	(3,4)	(12,36)	
	E2	(1,2)	(1,2)	(3,4)	(3,16)	I4	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	
	F1	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I5	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	
طبیعی	G1	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I6	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	
	G2	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I7	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	
	G3	(2,3)	(2,3)	(2,3)	(8,27)	I8	(3,4)	(2,3)	(2,3)	(12,36)	
	G4	(2,3)	(3,4)	(2,3)	(12,36)	I9	(2,3)	(2,3)	(1,2)	(4,18)	
اقتصادی	H1	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)	I10	(2,3)	(2,3)	(3,4)	(12,36)	
	H2	(3,4)	(3,4)	(1,2)	(9,32)						

با محاسبه‌ی امتیاز اولویت خطرپذیری برای هر یک از شاخص‌ها بر اساس جدول ۴، امتیاز اولویت خطرپذیری مربوط به هر یک از ابعاد مورد مطالعه بر اساس رابطه (۲) و مطابق با جدول ۵ محاسبه شد.

جدول ۵- بازه خاکستری مربوط به ابعاد مورد مطالعه.

Table 5- The gray range related to the studied dimensions.

بعد	بازه خاکستری
استراتژیک	(73,186)
اطلاعاتی	(26,124)
سیاسی	(88,217)
اجتماعی	(16,54)
فردی	(28,72)
فرهنگی	(8,27)
طبیعی	(36,117)
اقتصادی	(401,996)
قانونی	(137,381)

پس از محاسبه بازه خاکستری مربوط به امتیاز اولویت خطرپذیری ابعاد ریسک، میانگین بازه خاکستری این ابعاد را محاسبه می‌کنیم. سپس، به منظور خنثی کردن اثر تعداد شاخص‌های ابعاد بر رتبه‌بندی آن‌ها، میانگین بازه خاکستری بعد موردنظر را در ضریب تصحیح  $\alpha$  مناسب (که از تقسیم مجموع تعداد کل شاخص‌ها بر تعداد شاخص‌های هر بعد حاصل می‌گردد، ضرب می‌کنیم. هر چه امتیاز اولویت خطرپذیری محاسبه شده برای یک بعد بزرگ‌تر باشد، میزان ریسک‌پذیری آن بعد بیشتر خواهد بود. بر این اساس، رتبه‌بندی ابعاد مورد مطالعه مطابق با جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶- رتبه‌بندی ابعاد ریسک‌های زنجیره تامین.

Table 6- Rating of dimensions of supply chain risks.

رتبه	$\alpha^*(av)$	ضریب $\alpha$	میانگین (av)	بازه خاکستری	بعد
3	1579.5	61.5	129.5	(73,186)	استراتژیک
8	571.87	61.8	75	(26,124)	اطلاعاتی
5	1328.92	61.7	152.5	(88,217)	سیاسی
7	1067.5	61.2	35	(16,54)	اجتماعی
4	1525	61.2	50	(28,72)	فردی
7	1067.5	61.1	17.5	(8,27)	فرهنگی
6	1166.6	61.4	76.5	(36,117)	طبیعی
1	1936.7	61.22	698.5	(401,996)	اقتصادی
2	1579.9	61.1.	259	(137,381)	قانونی

بر اساس روش محاسبه گفته شده، رتبه‌بندی ابعاد و شاخص‌های ابعاد موردنظر مطابق با جدول ۷ می‌باشد.

جدول ۷- رتبه‌بندی ابعاد و شاخص‌های ابعاد ریسک‌های زنجیره تامین.

Table 7- Rating of supply chain risk dimensions and indicators.

رتبه	RPN	شاخص	شاخص	بعد	رتبه	RPN	شاخص	شاخص	بعد
3	20.5	ریسک مالی ناشی از شکست یا موفقیت در کنترل مالی	H14		3	20.5	پیش‌بینی تدارکات	A1	استراتژیک
1	25	ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری	H15		1	25	دارایی‌های ذهنی	A2	
2	24	ریسک‌های تکنیکی (ناشی از آسیب‌دیدگی دارایی‌های فیزیکی)	H16		2	24	تأخیرها	A3	
1	25	مشتریان (ریسک وصول)	H17	اقتصادی	4	17.5	ریسک ناشی از موفقیت یا شکست برنامه‌ها	A4	
1	25	موجودی و ظرفیت	H18		4	17.5	عدم قطعیت استراتژیکی	A5	
2	24	ریسک تامین	H19		2	11	ازکارافتادگی سیستم‌های اطلاعاتی و شبکه‌بندی	B1	اطلاعاتی
2	24	ریسک فرآیند	H20		1	24	جریان اطلاعات	B2	
4	17.5	ریسک تقاضا	H21		3	9.5	اطلاعات تحریف شده	B3	
2	24	ریسک کنترل	H22		2	11	یکپارچگی اطلاعات	B4	
2	20.5	ممنوعیت‌های صادرات و واردات و مصوبات مالیاتی	I1		3	9.5	ویروس‌ها	B5	
3	17.5	دادخواست‌های قانونی	I2		2	11	اشکالات و هکرها	B6	سیاسی
1	24	مصادره‌های خارجی	I3		1	24	مالکیت معنوی	B7	
3	17.5	قوانین جدید در حیطه‌ی تجارت	I4	سیاسی	2	11	امنیت زیرساخت	B8	
2	20.5	ساختارهای مالیاتی	I5		3	17.5	تغییرات سیاسی	C1	
2	20.5	فشارهای بیرونی قانون‌گذارها	I6		3	17.5	حملات تروریستی	C2	
3	17.5	مؤسسات رتبه‌بندی	I7		2	20.5	محدودیت‌های دولتی	C3	فرهنگی
1	24	بورس	I8		1	25	جنگ، نزاع‌های کارگری	C4	
4	11	سرمایه‌گذاران نهایی	I9		3	17.5	آشوب‌های داخلی کشور	C5	
1	24	نهاد‌های حاکمیت شرکتی	I10		4	9.5	بروز انقلاب‌های جدید در کشور	C6	
					1	25	محدودیت‌های سهمیه‌ای و ضمانت‌های اجرایی	C7	



Table 7- Continued.

رتبه	RPN	شاخص	شاخص	رتبه	RPN	شاخص	شاخص	بعد
				1	17.5	تغییرات جمعیت شناختی، ناپایدارهای اجتماعی	D1	اجتماعی
				1	17.5	ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری	D2	
				1	20.5	ریسک ناشی از خطاهای انسانی (مثل رفتارهای پرخطر و ریسک رفتار کارکنان)	E1	فردی
				2	9.5	اختلال عملیاتی و تاکتیکی	E2	
				1	17.5	پوشش منفی رسانه	F1	فرهنگی
				2	17.5	آتش سوزی	G1	
				2	17.5	سیل، زلزله، طوفان، بادهای موسمی، خشک سالی، موج گرما، گردباد، سونامی	G2	طبیعی
				2	17.5	قحطی	G3	
				1	24	شیوع بیماری های واگیر	G4	
				3	20.5	ورود تازه واردین به بازار	H1	اقتصادی
				3	20.5	مکان بازار	H2	
				2	24	توسعه محصول	H3	
				3	20.5	ریسک های رقابتی	H4	
				3	20.5	قیمت کالای اساسی	H5	
				3	20.5	متغیرهای اقتصادی کلان	H6	
				4	17.5	تغییرات فن آوری	H7	
				3	20.5	اختلالات اقتصادی، نوسان نرخ بهره، نرخ مبادله ارز، نوسان قیمت اجناس	H8	
				2	24	ورشکستگی شرکا	H9	
				4	17.5	سقوط بازار سهام	H10	
				3	20.5	رکود اقتصادی	H11	
				4	17.5	قیمت سهام	H12	
				3	20.5	نقدینگی	H13	



در پژوهش حاضر رتبه بندی ریسک های زنجیره تامین با استفاده از رویکرد ترکیبی بهینه سازی روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن و تئوری خاکستری مدنظر قرار گرفت. در این پژوهش، ابتدا ریسک های زنجیره تامین با استفاده از پیشینه پژوهش و مطالعات کتابخانه ای استخراج شد و سپس مهم ترین ابعاد و شاخص های ریسک های زنجیره تامین در اختیار خبرگان قرار گرفت تا با استفاده از پرسش نامه دلفی، مهم ترین بعدها و شاخص های مربوط به ریسک های زنجیره تامین امتیاز بندی گردند.

نتیجه این امتیاز بندی و محاسبات مشخص کرد که بعد اقتصادی بیشترین ریسک را در زنجیره تامین داراست. پس از بعد اقتصادی، به ترتیب ابعاد قانونی، استراتژیک، فردی، سیاسی و طبیعی ابعاد دوم تا ششم و بعد فرهنگی و اجتماعی در جایگاه هفتم و بعد اطلاعاتی رتبه ی هشتم را به خود اختصاص دادند. لذا، به منظور رویارویی و مقابله با شرایط عدم اطمینان، توجه بیشتر به بعد اقتصادی از اهمیت بالاتری برخوردار است. در این بعد ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری، مشتریان (ریسک وصول) و موجودی و ظرفیت از بیشترین اهمیت برخوردار و در جایگاه نخست قرار دارد. سپس ریسک های تکنیکی (ناشی از آسیب دیدگی دارایی های فیزیکی)، ریسک تامین، ریسک فرآیند و ریسک کنترل در موقعیت دوم و ریسک های مالی ناشی از شکست یا موفقیت در کنترل مالی، ورود تازه واردین به بازار، مکان بازار، ریسک های رقابتی، قیمت کالای اساسی، متغیرهای اقتصادی کلان، اختلالات اقتصادی، نوسان نرخ بهره، نرخ مبادله ارز، نوسان قیمت اجناس، رکود اقتصادی و نقدینگی در جایگاه سوم و ریسک تقاضا، تغییرات فن آوری، سقوط بازار سهام و قیمت سهام در موقعیت چهارم قرار گرفتند. بعد قانونی پس از اقتصادی، دومین امتیاز را به خود اختصاص داد. در این بعد، مصادره های خارجی، بورس و

نهادهای حاکمیت شرکتی دارای بیشترین ریسک و ساختارهای مالیاتی، فشارهای بیرونی قانونگذارها در مقام دوم، دادخواست‌های قانونی، قوانین جدید در حیطه تجارت و موسسات رتبه‌بندی در جایگاه سوم و نهایتاً، سرمایه‌گذاران نهایی در موقعیت آخر جای گرفتند.

در بعد استراتژیک که در امتیازبندی در رتبه سوم قرار گرفت، به ترتیب دارایی‌های ذهنی، تاخیرها، پیش‌بینی تدارکات از امتیاز یک تا سه و دو شاخص ریسک ناشی از موفقیت یا شکست برنامه‌ها و عدم قطعیت استراتژیکی در جایگاه چهارم جای گرفتند.

رتبه چهارم را ریسک‌های فردی در زنجیره تامین به خود اختصاص داد. در این بعد نیز شاخص‌های ریسک ناشی از خطاهای انسانی (مثل رفتارهای پرخطر و ریسک رفتار کارکنان) و اختلال عملیاتی و تاکتیکی به ترتیب بیشترین ریسک را در زنجیره تامین دارا بودند. بعد سیاسی در موقعیت پنجم جای گرفت که شاخص‌های جنگ، نزاع‌های کارگری و محدودیت‌های سهمیه‌ای و ضمانت‌های اجرایی بیشترین ریسک را داشت؛ سپس، محدودیت‌های دولتی در موقعیت دوم و تغییرات سیاسی، حملات تروریستی و آشوب‌های داخلی کشور هر سه در موقعیت سوم و بروز انقلاب‌های جدید در کشور در انتها، بالاترین ریسک‌های زنجیره تامین در این بعد تشخیص داده شدند. ریسک‌های طبیعی ششمین رتبه را در میان ابعاد مربوط به ریسک‌های زنجیره تامین به خود اختصاص داد. در این بعد، شیوع بیماری‌های واگیر به‌عنوان مهم‌ترین ریسک با بالاترین امتیاز و سایر شاخص‌های: آتش‌سوزی، سیل، زلزله، طوفان، بادهای موسمی، خشک‌سالی، موج گرما، گردباد، سونامی و قحطی به یک‌میزان در ریسک‌پذیری زنجیره تامین تشخیص داده شدند.

بعد فرهنگی با تنها شاخص خود یعنی پوشش منفی رسانه و بعد اجتماعی هر دو در رتبه هفتم و به یک‌میزان در ایجاد ریسک در زنجیره تامین امتیازبندی شدند. به‌گونه‌ای که در بعد اجتماعی، تغییرات جمعیت‌شناختی، ناپایدارهای اجتماعی و ریسک ناشی از شکست یا موفقیت روابط تجاری هر دو با یک امتیاز رتبه‌بندی گردیدند.

کمترین امتیاز مربوط به بعد اطلاعاتی رتبه‌بندی شد. در این بعد، شاخص‌های مالکیت معنوی و جریان اطلاعات با بالاترین امتیاز در رتبه یکم و شاخص‌های یکپارچگی اطلاعات، اشکالات و هکرها و امنیت زیرساخت، ازکارافتادگی سیستم‌های اطلاعاتی و شبکه‌بندی در رتبه دوم، شاخص‌های اطلاعات تحریف‌شده و ویروس‌ها در رتبه سوم قرار داده شدند.

## ۱-۵- پیشنهادات

به مدیران، خصوصاً مدیران صنایع غذایی، توصیه می‌گردد با توجه به محدودیت انواع منابع، با اولویت‌بندی کردن ریسک‌های تهدیدکننده زنجیره تامین، به مدیریت مناسب این ریسک‌ها و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی به زنجیره تامین اقدام نمایند. لذا با توجه به نتایج به دست‌آمده، تمرکز بر ابعاد گوناگون ریسک‌های زنجیره تامین، با توجه به اولویت‌بندی صورت گرفته و به دنبال آن، در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت مقابله و رویارویی با عدم اطمینان ناشی از ریسک‌های مربوط به این ابعاد بسیار حائز اهمیت است. در شاخه صنایع غذایی، با توجه به فسادپذیر بودن بخش عمده‌ای از این صنعت و اهمیت بعد زمان در این صنعت، کاهش ریسک‌های ناشی از عدم اطمینان با توجه به رتبه‌بندی صورت گرفته می‌تواند تاثیر بسزایی در عملکرد و بهره‌وری بیشتر در همه ابعاد زنجیره تامین داشته باشد؛ خصوصاً این‌که بحث غذا و تامین منابع غذایی در آینده به‌عنوان یک معضل بزرگ مطرح بوده و نیازمند به‌کارگیری استراتژی‌های بسیار موشکافانه و قدرتمند می‌باشد.

## منابع

- [1] Ghasempoor Anaraki, M., Vladislav, D. S., Karbasian, M., Osintsev, N., & Nozick, V. (2021). Evaluation and selection of supplier in supply chain with fuzzy analytical network process approach. *Journal of fuzzy extension and applications*, 2(1), 69-88. [http://www.journal-fea.com/article\\_126927.html](http://www.journal-fea.com/article_126927.html)
- [2] Sorourkhah, A., Azar, A., Babaie-Kafaki, S., & Shafiei Nik Abadi, M. (2017). Using weighted-robustness analysis in strategy selection (case study: Saipa automotive research and innovation center). *Industrial management journal*, 9(4), 665-690.
- [3] Farbod, E., Hamidieh, A., & Amininia, H. (In Press). Investigating the impact of supply chain dynamics on financial performance with supply chain disruption structure approach. *Innovation management and operational strategies*. (In Persian). DOI: 10.22105/imos.2022.345942.1235
- [4] Bogataj, D., & Bogataj, M. (2007). Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space. *International journal of production economics*, 108(1-2), 291-301.





- [5] Saberhoseini, S. F., Edalatpanah, S. A., & Sorourkhah, A. (2022). Choosing the best private-sector partner according to the risk factors in neutrosophic environment. *Big data and computing visions*, 2(2), 61-68. [https://www.bidacv.com/article\\_150242.html](https://www.bidacv.com/article_150242.html)
- [6] Sorourkhah, A. (2022). Coping uncertainty in the supplier selection problem using a scenario-based approach and distance measure on type-2 intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy optimization and modeling journal*, 3(1), 64-71. <https://doi.org/10.30495/fomj.2022.1953705.1066>
- [7] Mohammadi, A., Mosleh Shirazi, A., Ahmadi, M. B., & Shojaei, P. (2014). Interpretive structural modeling for project supply chain risks in state gas company. *Journal of industrial management perspective*, 3(4), 9-37. (In Persian). [https://jimp.sbu.ac.ir/article\\_87297.html?lang=en](https://jimp.sbu.ac.ir/article_87297.html?lang=en)
- [8] Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International journal of production economics*, 103(2), 451-488. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.006>
- [9] Mazaheri, A., Karbasian, M., & Shiviezhad, H. (1390). Identifying and prioritizing the supply chain in production organizations using the hierarchical analysis process. *Supply chain management quarterly*, 34, 28-37. (In Persian). <https://www.magiran.com/paper/1018509>
- [10] Karimi, T., Bandesi, S. (2021). Service Supply chain risk assessment applying rough set theory approach: case of payment service providers. *Management research in Iran*, 22(1), 69-94. (In Persian). [https://mri.modares.ac.ir/article\\_447.html?lang=en](https://mri.modares.ac.ir/article_447.html?lang=en)
- [11] Ziegenbein, A., & Nienhaus, J. (2004). Coping with supply chain risks on strategic, tactical and operational level. In *Global project and manufacturing management: the symposium proceedings May* (pp. 163-177). MIP. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/84090>
- [12] Hosseinzadeh, M., Mehregan, M. R., & Ghomi, M. (2019). Identifying and analyzing supply chain risks of saipa automobile company using the coso model and social network analysis (SNA). *Production and operations management*, 10(1), 111-132. [https://jpom.ui.ac.ir/article\\_23625\\_en.html?lang=fa](https://jpom.ui.ac.ir/article_23625_en.html?lang=fa)
- [13] Garvey, M. D., & Carnovale, S. (2020). The rippled newsvendor: a new inventory framework for modeling supply chain risk severity in the presence of risk propagation. *International journal of production economics*, 228, 107752. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107752>
- [14] Diaz, R., Smith, K., Acero, B., Longo, F., & Padovano, A. (2021). Developing an artificial intelligence framework to assess shipbuilding and repair sub-tier supply chains risk. *Procedia computer science*, 180, 996-1002. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.363>
- [15] Gomes Filho, N., Rego, N., & Claro, J. (2021). Supply chain flows and stocks as entry points for cyber-risks. *Procedia computer science*, 181, 261-268. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.145>
- [16] Saffari, H., Abbasi, M., & Gheidar-Kheljani, J. (In Press). A sustainable, reliable model for iron and steel closed-loop network design by considering risk, lateral transmission and solving by developing a multi objective planning method. *Journal of decisions and operations research*. DOI: 10.22105/dmor.2022.331970.1583
- [17] Habibi, A. (2017). Gray analysis and gray theory. *Pars modir marketing quarterly*, 4(12), 24-41. (In Persian). <http://parsmodir.ir/pmq-971204/>
- [18] Tzeng, G. H., & Tasur, S. H. (1994). The multiple criteria evaluations of grey relation model. *The journal of grey system*, 6(2), 87-108.
- [19] Voskoglou, M., & Broumi, S. (2022). A hybrid method for the assessment of analogical reasoning skills. *Journal of fuzzy extension and applications*, 3(2), 152-157. [http://www.journal-fea.com/article\\_149915.html](http://www.journal-fea.com/article_149915.html)
- [20] Liu, H. C., You, J. X., Fan, X. J., & Lin, Q. L. (2014). Failure mode and effects analysis using D numbers and grey relational projection method. *Expert systems with applications*, 41(10), 4670-4679.
- [21] Halvani, GH., & Zare, M. (2011). *Safety system engineering and risk management*. Asare Sobhan Publication. (In Persian). <https://www.gisoom.com/book/>
- [22] Ritchie, B., & Brindley, C. (2007). Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development. *International journal of operations & production management*, 27(3), 303-322. <https://doi.org/10.1108/01443570710725563>
- [23] Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2011). Supply chain disruptions and corporate performance. In *Supply chain disruptions: theory and practice of managing risk* (pp. 1-19). London: Springer London.
- [24] Wu, T., Blackhurst, J., & Chidambaram, V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. *Computers in industry*, 57(4), 350-365. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.11.001>
- [25] Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and operations management*, 14(1), 53-68.
- [26] Christopher, M., Mena, C., Khan, O., & Yurt, O. (2011). Approaches to managing global sourcing risk. *Supply chain management: an international journal*, 16(2), 67-81. <https://doi.org/10.1108/13598541111115338>
- [27] Gomes Filho, N., Rego, N., & Claro, J. (2021). Supply chain flows and stocks as entry points for cyber-risks. *Procedia computer science*, 181, 261-268. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.145>
- [28] Chopra, s., & Sodhi, M.S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT sloan management review*, 46(1), 53-61. <https://sloanreview.mit.edu/article/managing-risk-to-avoid-supplychain-breakdown/>
- [29] Ziegenbein, A., & Nienhaus, J. (2004). Coping with supply chain risks on strategic, tactical and operational level. In *Global project and manufacturing management: the symposium proceedings May 2004* (pp. 163-177). MIP. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/84090>
- [30] Kleindorfer, P. R., & Van Wassenhove, L. N. (2004). *Managing risk in global supply chains (10012014UPSC000015CAP)*. [https://www.researchgate.net/publication/283769459\\_Managing\\_risk\\_in\\_global\\_supply\\_chains](https://www.researchgate.net/publication/283769459_Managing_risk_in_global_supply_chains)





- [31] Manuj, I., & Mentzer, J. T. (2008). Global supply chain risk management strategies. *International journal of physical distribution & logistics management*, 38, 192-223.
- [32] Zsidisin, G., Ellarm, L., Carter, J., & Cavinato, J. (2004). An analysis of supply risk assessment techniques. *International journal physics distribution logistic management*, 34, 397-413.
- [33] Qureshi, M. N., Kumar, D., & Kumar, P. (2007). Modeling the logistics outsourcing relationship variables to enhance shippers' productivity and competitiveness in logistical supply chain. *International journal of productivity and performance management*, 56(8), 689-714. <https://doi.org/10.1108/17410400710833001>
- [34] Deane, J. K., Craighead, C. W., & Ragsdale, C. T. (2009). Mitigating environmental and density risk in global sourcing. *International journal of physical distribution & logistics management*, 39(10), 861-883. <https://doi.org/10.1108/09600030911011450>
- [35] Lee, C. K. M., Ching Yeung, Y., & Hong, Z. (2012). An integrated framework for outsourcing risk management. *Industrial management & data systems*, 112(4), 541-558. <https://doi.org/10.1108/02635571211225477>
- [36] Barnes, P., & Oloruntoba, R. (2005). Assurance of security in maritime supply chains: conceptual issues of vulnerability and crisis management. *Journal of international management*, 11(4), 519-540.
- [37] Elzarka, S. (2013). Supply chain risk management: the lessons learned from the Egyptian revolution. *International journal of logistics research and applications*, 16(6), 482-492.
- [38] Sodhi, M., Son, B., & Tang, C. (2012). Perspective on supply chain risk management. *International journal of production and operations management*, 21, 1-13.
- [39] Paulsson, U. (2004). *Supply chain risk management*. Ashgate Publishing Limited. <https://portal.research.lu.se/en/publications/supply-chain-risk-management-2>
- [40] Deleris, L., & Erhun, F. (2007). Risk management in a supply network: a case study based on engineering risk analysis concepts. *Handbook of production planning*. Kluwer Academic Publishers.
- [41] Cucchiella, F., & Gastaldi, M. (2006). Risk management in supply chain: a real option approach. *Journal of manufacturing technology management*, 17, 700-720.
- [42] Guertler, B., & Spinler, S. (2015). Supply risk interrelationships and the derivation of key supply risk indicators. *Technological forecasting and social change*, 92, 224-236.
- [43] Wang, X., Chan, H. K., Yee, R. W., & Diaz-Rainey, I. (2012). A two-stage fuzzy-AHP model for risk assessment of implementing green initiatives in the fashion supply chain. *International journal of production economics*, 135(2), 595-606.
- [44] Christopher, M. (2004). Creating resilient supply chains. *Logistics Europe*, 2, 1-21.
- [45] Amirghodsi, S., Naeini, A. B., & Makui, A. (2020). An integrated Delphi-DEMATEL-ELECTRE method on gray numbers to rank technology providers. *IEEE transactions on engineering management*, 69(4), 1348-1364.
- [46] Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International journal of logistics: research and applications*, 6(4), 197-210.