Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Autumn 2022, Vol. 19, No. 3, p. 609-633

Journal Homepage: https://karafan.tvu.ac.ir/?lang=en

TVU

doi: 10.48301/KSSA.2022.332405.2036

# Identifying and Prioritizing the Risks of the Manufacturing Sector in the Livestock and Poultry Feed Supply Chain Under Uncertainty: A Case Study

Mahmood Hosseinpour[1], Mohammad Amirkhan[2*], Javad Rezaeian[3], Mohammadjafar Doostideilami[4]

[1]PhD Candidate, Department of Industrial Engineering, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.
[3]Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Mazandaran University of Science and Technology, Babol, Iran.
[4]Assistant Professor, Department of Mathematics, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

**ARTICLE INFO**

**Article Type:**
Original Research

**Received:** 04.03.2022
**Revised:** 07.02.2022
**Accepted:** 10.01.2022

**Keyword:**
Risk
Health Supply Chain
Livestock and Poultry
FMEA
Fuzzy BWM
Fuzzy DEMATEL

***Corresponding Author:**
Mohammad Amirkhan
**Email:**
*m.amirkhan.ie@gmail.com*

**ABSTRACT**

Nowadays, identifying the risks of manufacturing industries is an effective factor in improving the performance of the health supply chain. This study aimed to identify and evaluate the risks of the manufacturing sector in the livestock and poultry feed supply chain in Golestan Province, Iran. For this purpose, first, the risks related to livestock and poultry feed industrial units were identified using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and then, by designing the Risk Breakdown Structure (RBS) approach, risk identification process was structured, which increased the comprehensiveness of the identification phase in terms of covering the features and characteristics of the project. Moreover, by using the fuzzy best-worst model (F BWM) and the Fuzzy DEMATEL (F DEMATEL) method, the weights and internal relationships of the criteria were calculated, respectively. For weighting and final prioritization, a combination of the two methods of F BWM and F DEMATEL was used. The present study was applied and descriptive in terms of purpose and nature, respectively. The data was both quantitative and qualitative, and library and field methods were used for data collection. According to the research results, among the risks of the production sector in the livestock and poultry feed supply chain of Golestan Province, the risk of the COVID-19 pandemic and the risk of increasing poverty were the highest and the lowest priorities, respectively.

©2022 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

**E-ISSN:** 2538-4430
**ISSN:** 2382-9796

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Due to the presence of risks, the health system has one of the most complex supply chains. This system is considered a risky one due to dealing with human health. Food is one of the most important determinants of health in society, and its supply chain, from raw materials to factories and finally to consumers, can all be related to the general health of society, which is one of the concerns of the health system.

Livestock industry is a dynamic and productive industry which has attracted a great deal of investment in recent years. This sector is linked to food security and community health, and as one of the main parts of protein and dairy production, it is very important in human nutrition. Today, one of the challenges faced by the owners of these industries is increased risks in their supply chains. It is necessary to focus on this that livestock and poultry feed producers must be able to control risks and even turn them into opportunities, and be capable in performing the desired tasks.

In the current research, the risks of the food supply chain was investigated. This study aimed to identify and assess the risks of the manufacturing sector in the livestock and poultry feed supply chain in Golestan Province, Iran.

### Methodology

The current research sought to identify the risks of the health supply chain with a hybrid approach under uncertain conditions in the field of food industry. For this purpose, by considering a real case study, the risks in the production sector of the supply chain of food industry units was evaluated. The following steps were followed to conduct the research: first, the risks were identified using field and library methods; second, by applying the failure modes and effects analysis (FMEA) technique, primary risks were extracted; third, the weights of the risks were determined by the fuzzy best-worst method (F BWM); and fourth, the internal relationships of the risks were calculated using the fuzzy DEMATEL technique. By combining these two methods, the final weights of the risks were calculated and risks prioritized. The research steps are shown in Figure 1.

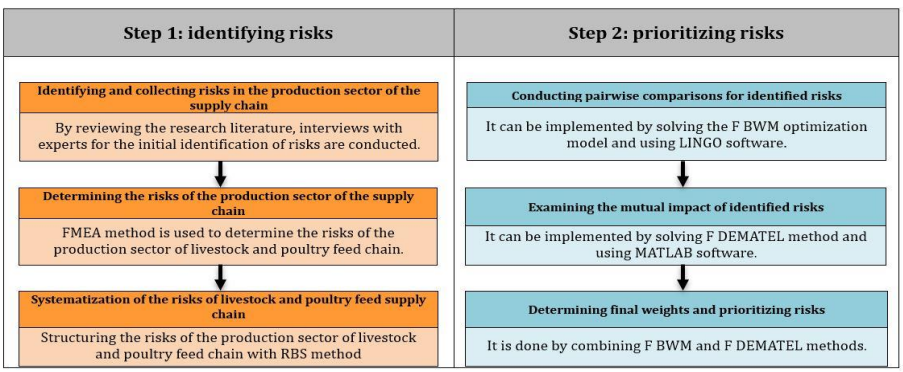



**Figure 1. The steps of conducting the current research.**

## Results and discussion

The statistical population of this research included the food industry units of Golestan Province, Iran. By examining the background of the research and also using the opinion of specialists, managers and experts, 48 types of risks were identified with the help of the brainstorming method. In order to determine the most important identified risks among the 48 risks, the risks were scored using the FMEA technique. In this scoring process, 17 indicators with RPN less than 24 were excluded. The content validity of this questionnaire was analyzed and confirmed by 5 experts in this industry.

According to the solution of the linear programming model of BWM and its combination with the F DEMATEL method under uncertain conditions, it can be observed that among the 24 final extracted indicators, the indicators of the spread of the coronavirus disease, sanctions, the existence of exclusive purchases, receiving outstanding claims were the highest risk priority in the production sectors of industrial units.

## Conclusion

In the present research, due to the importance of risks of the production sector in the health supply chain and the lack of a comprehensive model in the field of risk prediction, the risks involved in the livestock and poultry feed industries of Golestan Province were identified under uncertainty conditions. In this paper, a hybrid model based on fuzzy logic, FMEA, F BWM and F DEMATEL approaches was proposed for risk assessment. By using fuzzy concepts, decision makers were able to use verbal expressions in the form of linguistic terms and apply a more appropriate and accurate examination of the research topic. The presented approach had several advantages. Production units of the food industry could identify the main risks and sub-criteria related to the risks and examine how they affect the production units without considering the interdependence relationships among the criteria. In addition, other cases were obtained based on the information of the F DEMATEL technique. This method applies direct and indirect effects to understand cause and effect relationships among criteria. The results of this research can lead to a better and more correct performance in risk control and management. According to the results obtained from the research, the risks were ranked in order of priority from 1 to 24, with the risk of the spread of the coronavirus disease ranked first and thus was considered the most dangerous risk.

کارافن
فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای
پاییز ۱۴۰۱، دوره ۱۹، شماره ۳، ۶۳۳-۶۰۹
آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/
doi:10.48301/KSSA.2022.332405.2036

# شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های بخش تولید در زنجیره تأمین خوراک دام و طیور تحت شرایط عدم‌قطعیت- مطالعه موردی

محمود حسین‌پور[۱]، محمد امیرخان[۲*]، جواد رضائیان[۳]، محمدجعفر دوستی دیلمی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران.
۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران.
۳- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه علوم و فنون مازندران، بابل، ایران.
۴- استادیار، گروه ریاضی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران.

## اطلاعات مقاله

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**دریافت مقاله:** ۱۴۰۱/۰۱/۱۴
**بازنگری مقاله:** ۱۴۰۱/۰۴/۱۱
**پذیرش مقاله:** ۱۴۰۱/۰۷/۰۹

**کلید واژگان:**
ریسک
زنجیره تأمین سلامت
دام و طیور
تجزیه و تحلیل حالت شکست
روش بهترین- بدترین فازی
دیمتل فازی

***نویسنده مسئول:** محمد امیرخان
**پست الکترونیکی:**
*m.amirkhan.ie@gmail.com*

## چکیده

امروزه شناسایی ریسک‌های صنایع تولیدی یکی از عوامل مؤثر در بهبود عملکرد زنجیره تأمین سلامت می‌باشد. این مقاله با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های بخش تولید در زنجیره تأمین خوراک دام و طیور در استان گلستان انجام شده است. برای این منظور، ابتدا ریسک‌های مربوط به واحدهای صنعتی غذایی خوراک دام و طیور با استفاده روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و تأثیرات آن[۱] (FMEA) شناسایی شده است و سپس با طراحی رویکرد ساختار شکست ریسک[۲] (RBS)، شناسایی ریسک ساختارمندشده که آن باعث می‌شود جامعیت فاز شناسایی از منظر پوشش‌دهی ویژگی‌ها و مشخصه‌های پروژه افزایش یابد. سپس با به‌کارگیری روش بهترین- بدترین فازی[۳] (F BWM) و دیمتل فازی[۴] (F DEMATEL) به‌ترتیب وزن و روابط درونی شاخص‌ها محاسبه شده است. به‌منظور وزن‌دهی و اولویت‌بندی نهایی نیز از ترکیب دو روش بهترین- بدترین فازی و دیمتل فازی استفاده شده است. تحقیق حاضر از نظر هدف و ماهیت، به‌ترتیب کاربردی و توصیفی می‌باشد. داده‌های مسئله هم به‌صورت کمی و هم به‌صورت کیفی می‌باشد و برای جمع‌آوری آنها از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که از میان ریسک‌های بخش تولید زنجیره تأمین خوراک دام و طیور استان گلستان، ریسک شیوع بیماری کرونا بالاترین اولویت و همچنین ریسک افزایش فقر پایین‌ترین اولویت را به خود اختصاص دادند.

[1] Failure Mode and Effects Analysis
[2] Risk Breakdown Structure (RBS)
[3] Fuzzy Best-Worst Method
[4] Fuzzy DEMATEL

**شاپای الکترونیکی:** ۲۵۳۸-۴۴۳۰
**شاپای چاپی:** ۲۳۸۲-۹۷۹۶

©2022 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## مقدمه

صنعت دامپروری یک صنعت پویا، مولد و اشتغال‌زا است و سرمایه‌گذاری زیادی را در سال‌های اخیر به خود جذب کرده است. از همه مهم‌تر اینکه این بخش با امنیت غذایی و سلامت جامعه گره خورده است و به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین بخش‌های تولید مواد پروتئینی و لبنی اهمیت به‌سزایی در تغذیه انسان‌ها دارد. یکی از معضلاتی که امروزه صاحبان این صنایع با آن مواجه هستند افزایش ریسک‌های موجود در زنجیره‌های تأمین آنها می‌باشد. این ریسک‌ها با توسعه فرایندهای تولیدی و خدماتی، رشد چشمگیری داشته‌اند، به‌طوری‌که همواره این احتمال وجود دارد که هر فرایند یا عملی به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده‌اش رخ ندهد و نتایج نامطلوبی را به دنبال داشته باشد. هدف از مدیریت ریسک در زنجیره تأمین، شناسایی موقعیت‌های پرمخاطره و تهیه استراتژی برای کاهش احتمال رخداد و تأثیر آنها می‌باشد [۱]. توجه به این نکته امری ضروری است که تولیدکنندگان خوراک دام و طیور قادر باشند ریسک‌ها را کنترل و حتی به فرصت تبدیل کنند و در انجام وظایف موردنظر توانمند باشند. برای دستیابی به چنین توانمندی، تولیدکنندگان باید تلاش کنند با فراگیری آموزش‌های موردنیاز مدیریتی و همچنین تقویت قدرت و مهارت تصمیم‌گیری بتوانند عوامل خارج از کنترل را تا حد ممکن در اختیار خود گیرند. از این‌رو، تولیدکنندگان نیاز دارند ضمن شناخت و آگاهی از وضعیت ریسک‌های تهدیدکننده در زنجیره تأمین دام و طیور، به شناسایی آنها بپردازند و با بررسی استراتژی‌های مقابله با این ریسک‌ها باعث کاهش تأثیر آنها در تولید واحدهای صنعتی خود گردند.

نظام سلامت به دلیل وجود ریسک‌های عمده یکی از پیچیده‌ترین زنجیره‌های تأمین را دارد. این نظام به علت سر و کار داشتن با سلامت انسان‌ها یک نظام پرریسک محسوب می‌شود و حوزه‌های مهم آن عبارت از زنجیره تأمین دارو، زنجیره تأمین اقلام مصرفی بیمارستانی و جراحی و زنجیره تأمین غذا می‌باشد. غذا یکی از اصلی‌ترین عوامل تعیین‌کننده سلامت در جامعه است و حوزه زنجیره تأمین آن از مواد اولیه گرفته تا کارخانه‌ها و در نهایت مصرف‌کننده نهایی، همه می‌تواند بر سلامت عمومی جامعه که یکی از دغدغه‌های نظام سلامت است ارتباط داشته باشد [۲]. زنجیره تأمین غذا نقش به‌سزایی در سلامت زندگی شهروندان دارد و همچنین، به علت دارا بودن عمر کوتاه و خاصیت فاسدشدنی یکی از بااهمیت‌ترین و چالش‌برانگیزترین مباحث مدیریتی در زمان‌های مختلف می‌باشد. در این مقاله به بررسی ریسک‌های زنجیره تأمین غذا پرداخته شده است. در سال‌های اخیر، محققان به‌منظور ارزیابی ریسک، روش‌های مختلفی را شناسایی و ارائه کرده‌اند که از مهم‌ترین و پرکاربردترین آنها می‌توان به روش تجزیه و تحلیل درخت خطا[1] (FTA) و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[2] (AHP) و فرایند تحلیل شبکه‌ای[3] (ANP) اشاره کرد.

مطالعه پژوهش‌های محققان گذشته درباره روش‌های ارزیابی ریسک زنجیره تأمین چندین شکاف پژوهشی را آشکار می‌کند. در روش‌های ارزیابی ریسک، اهمیت و تأثیر ریسک در کل زنجیره تأمین سلامت در حوزه صنایع غذایی کمتر بررسی شده است. همچنین بررسی‌ها و تحقیقات پیشین بدون توجه به تأثیرات متقابلی که ریسک‌ها برهم می‌گذارند، شکل گرفته‌اند. شایان ذکر است که ریسک‌های شناسایی‌شده در زنجیره تأمین عمومی لزوماً قابل تعمیم به زنجیره تأمین سلامت نیست و این امر، لزوم انجام تحقیقاتی در این زمینه را روشن می‌کند [۳].

در این تحقیق به شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین سلامت در صنعت غذایی پرداخته شده است. تحقیق حاضر در پی آن است که ریسک‌های زنجیره تأمین سلامت را با یک رویکرد ترکیبی و در شرایط عدم‌قطعیت در حوزه صنایع غذایی شناسایی کند. برای این منظور، با در نظر گرفتن یک مطالعه موردی واقعی، ریسک‌های موجود در بخش تولید زنجیره تأمین واحدهای صنایع غذایی ارزیابی شده است. مراحل انجام کار به این صورت می‌باشد که ابتدا با استفاده از روش‌های میدانی و کتابخانه‌ای ریسک‌ها شناسایی می‌شوند و در ادامه، با به‌کارگیری روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست

[1] Fault Tree Analysis
[2] Analytic Hierarchy Process
[3] Analytical Network Process

و تأثیرات آن[1] (FMEA) ریسک‌های اولیه استخراج می‌شوند. سپس، وزن ریسک‌ها با روش بهترین- بدترین فازی[2] (F BWM) تعیین می‌گردد و روابط درونی ریسک‌ها با استفاده از روش دیمتل فازی[3] (F DEMATEL) محاسبه می‌شود. با ترکیب این دو روش وزن‌هایی نهایی ریسک‌ها محاسبه می‌شوند و در نهایت، ریسک‌ها اولویت‌بندی می‌شوند. از دلایل و مزایای استفاده از روش F BWM این است که این روش جدید، مقایسه‌های زوجی را در شرایط فازی بررسی می‌کند. این روش نیاز به تعداد مقایسات زوجی کمتری نسبت به روش‌های دیگر از جمله روش AHP دارد و دستیابی به مقایسات زوجی سازگارتر و نتایج با قابلیت اطمینان بالاتری نیز نسبت به روش‌های تصمیم‌گیری دیگر ارائه می‌کند. همچنین، دلیل به‌کارگیری روش F DEMATEL در تحقیق حاضر لحاظ کردن ارتباطات متقابل می‌باشد. مزیت این روش نسبت به روش تحلیل شبکه‌ای، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموع وسیعی از اجزای می‌باشد به‌طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با تأثیرات (جهت و شدت تأثیرات) میان عوامل بپردازند. از دلایل دیگر استفاده از این روش درنظر گرفتن بازخورد روابط (روابط متقابل)، تعیین اهمیت و وزن عوامل درونی در مدل توسط تمامی عوامل موجود و در نهایت، تعامل بیشتر بین تصمیم‌گیرنده و کارشناسان سازمان در این روش وجود دارد.

نوآوری‌های تحقیق حاضر به‌صورت ذیل خلاصه می‌شود:

- ایجاد یک مدل تلفیقی برای ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های غذایی خوراک و دام طیور استان گلستان
- شناسایی ریسک‌ها در زنجیره تأمین غذا در حوزه خوراک دام و طیور در شرایط عدم‌قطعیت
- بررسی میزان تأثیرگذاری هریک از ریسک‌های شناسایی‌شده بر روی زنجیره تأمین موردنظر با استفاده از مدل تلفیقی در شرایط عدم‌قطعیت
- بررسی میزان تأثیرپذیری هریک از ریسک‌های شناسایی‌شده از زنجیره موردنظر
- ساختارمندی منظم ریسک‌ها با رویکرد ساختار شکست ریسک[4] (RBS)
- محاسبه وزن نهایی ریسک‌ها با رویکرد ترکیبی که به واسطه آن، هم وزن بیرونی و هم وزن درونی ریسک‌ها در شرایط عدم‌قطعیت در نظر گرفته می‌شود.
- رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در زنجیره و تعیین ریسک‌های پراهمیت‌تر.

ادامه مقاله به‌صورت ذیل سازماندهی شده است. بخش ۲ مبانی نظری و پیشینه پژوهش را بیان می‌کند. مواد و روش‌های به‌کاررفته در بخش ۳ توضیح داده شده است. در بخش ۴، به جزئیات اجرا و مطالعه موردی با استفاده از روش‌ها پرداخته شده و در پایان، نتایج و پیشنهادها در بخش ۵ ارائه شده است.

## پیشینه تحقیق

در این قسمت به بررسی پیشینه پژوهش در حوزه‌های روش‌های ارزیابی ریسک، ریسک‌های زنجیره تأمین و ریسک‌های زنجیره تأمین سلامت پرداخته شده است.

### ارزیابی ریسک خوراک دام و طیور

نصرالهی بروجنی [۴] رویکردهای موجود در ارزیابی معیارهای ایمنی خوراک تراریخته در صنعت دام و طیور و همچنین تأثیر این محصولات بر سلامت محیط زیست، انسان و دام را بررسی کرده است. او اظهار داشت که روش‌های

[1] Failure Mode and Effects Analysis
[2] Fuzzy Best-Worst Method
[3] Fuzzy DEMATEL
[4] Risk Breakdown Structure

بیوتکنولوژی نوین کشاورزی، از جمله اصلاح ژنتیکی، راهکاری برای افزایش تولید در صنایع خوراک دام و طیور می‌باشد اما برخی از این روش‌ها ممکن است ریسک سلامت انسان را تهدید کنید. زاغری و همکاران [۵] معضلات موجود در زمینه خوراک طیور را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که طول دوره پرورش مرغ گوشتی در ایران طولانی است و موجب افزایش هزینه تغذیه، انرژی و نگهداری می‌شود. روما و همکاران[1] [۶] با استفاده از یک مدل ریسک توسعه داده‌شده، به شناسایی و ارزیابی ریسک عوامل مرتبط با سلامت حیوانات و ایمنی غذا برای کارخانه‌های خوراک دام مواد غذایی کانادا پرداختند. در این پژوهش، آنها ابتدا ۳۴ نوع ریسک را با استفاده از نظرات خبرگان و بررسی پژوهش‌های علمی شناسایی کردند و سپس این ریسک‌ها را در سه دسته شامل ریسک‌های ذاتی با چهار شاخص، عوامل ریسک کاهش‌دهنده با ۱۰ شاخص و عوامل ریسک انطباق با ۲۰ شاخص طبقه‌بندی کردند. ژوانک و همکاران[2] [۷] به ارزیابی ریسک حاصل از تجمع کادمیوم[3] خاک در دو محصول گندم و ذرت استفاده‌شده برای خوراک دام و طیور در جنوب‌غربی کشور چین پرداختند. این مطالعه با هدف بررسی و ارزیابی ریسک تجمع کادمیوم بر سلامت انسان و محیط زیست انجام شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که فعالیت‌های معدنی، آبیاری فاضلاب، فعالیت‌های صنعتی و فعالیت‌های کشاورزی از عوامل ریسک‌های موجود در افزایش کادمیوم بوده است. فتحی و قربانیان [۸] به مدیریت ریسک واردات ذرت دامی مورداستفاده در صنایع خوراک دام و طیور ایران پرداختند. در این پژوهش، آنها هم ریسک سیستمی و هم ریسک غیرسیستمی را از دیدگاه پرتفوی ارزیابی کردند و سنجیدند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ریسک واردات ذرت دامی بیشتر ناشی از ریسک غیرسیستمی می‌باشد و همچنین، نرخ ارز و سیاست‌های داخلی از عوامل تأثیرگذار در این زمینه می‌باشد.

## ارزیابی ریسک زنجیره تأمین سلامت

میتون و همکاران[4] [۹] ضمن ارزیابی ریسک‌های زنجیره تأمین مواد غذایی، به پیامدهای کاهش پسماندهای غذایی اشاره کردند. فن و همکاران[5] [۱۰] تأثیر ریسک‌های آلودگی دام و طیور بر سلامتی را به‌صورت موردی در روستاهای چین بررسی کردند. آنها ادعا کردند که مشکلات آلودگی یکی از ریسک‌های مرتبط با توسعه سریع صنایع دام و طیور می‌باشد. بر این اساس، آنها در پژوهش خود اظهار کردند که ارائه فناوری برای پردازش ضایعات و همچنین ایجاد یک زنجیره تولید صنعتی ارگانیک برای کاهش تأثیر آلودگی صنعت پرورش بر سلامت انسان بسیار مهم خواهد بود. رحیمی و همکاران [۱۱] به بررسی تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر تولید مواد غذایی خوراک دام و سلامت حیوانات پرداختند. با شیوع بیماری کرونا افزایش محدودیت‌ها باعث افزایش در زمینه‌های مختلف شده است. نتایج تحقیق آنها نشان داد که این محدودیت‌ها باعث ایجاد اختلال در زنجیره تأمین خوراک دام، کاهش خدمات دامپروری، محدود کردن خدمات بهداشتی حیوانات از جمله تأخیر در تشخیص و درمان بیماری‌ها، محدود کردن دسترسی به بازارها و مصرف‌کنندگان و کاهش مشارکت نیروی کار شده است و بخش دام را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده است. به‌طور خلاصه، قرنطینه‌ها و محدودیت‌های تجارت محلی و بین‌المللی ناشی از کووید-۱۹ بر تولید غذا، تولید حیوانات و سلامت و رفاه حیوانات تأثیر گذاشته است. آنها ادعا کردند که انعکاس کووید-۱۹ می‌تواند ناامنی غذایی، گرسنگی، فقر جهانی را تشدید کند. گریدا و همکاران[6] [۱۲] به بررسی سیاست‌های جلوگیری از بیماری کرونا در سه بخش زنجیره تأمین غذا شامل اصلی عرضه،

[1] Rhouma et al
[2] Zhuang et al
[3] Cadmium
[4] Mithun et al.
[5] Fan et al.
[6] Grida et al.

تقاضا و لجستیک پرداختند. برای این منظور، دو روش BWM و TOPSIS را تحت شرایط پلتوژنیک[1] به‌کار گرفتند. ال موکرینی و همکاران[2] [۱۳] از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر AHP و پرامتی[3] برای مقابله با ریسک‌های مختلف زنجیره تأمین دارویی در شرایط عدم‌قطعیت بهره گرفتند. در این مطالعه ۱۸ نوع ریسک در ۶ عامل اصلی شامل فرایندهای ذخیره‌سازی و توزیع، مالی، تکنولوژی، اطلاعات، روابط و شاخص درونی سازمان طبقه‌بندی شد.

مطالعات انجام‌شده درباره ریسک زنجیره تأمین سلامت در جدول ۱ خلاصه شده است.

**جدول ۱. بررسی مقالات مروری و مقایسه آنها با مقاله حاضر.**

| مرجع | روش استفاده‌شده | عدم‌قطعیت | زنجیره تأمین | | | | | روابط درونی | وزن ترکیبی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | دارو | خون | پیوند اعضا | غذا | سایر | | |
| [۱۴] | Robust optimization | | | ✓ | | | | | |
| [۱۵] | Microbiological | | | | | ✓ | | | |
| [۱۶] | Black swan, Black elephant, Grey swan | | | | | ✓ | | | |
| [۱۳] | F AHP, PROMETHEE | ✓ | ✓ | | | | | | |
| [۱۷] | F BWM | ✓ | | | | ✓ | | | |
| [۱۸] | SCOR–FAHP | ✓ | | | | | ✓ | | |
| [۱۹] | Fuzzy AHP | ✓ | | | | | ✓ | | |
| [۲۰] | ANOVA | | | | | ✓ | | | |
| [۱۳] | Fuzzy AHP- Fuzzy PROMETHEE | ✓ | ✓ | | | | | | |
| [۲۱] | Fuzzy Bayesian-based FMEA | ✓ | | | | | ✓ | | |
| [۲۲] | Delphi | | | | | ✓ | | | |
| [۲۳] | A Grey–DEMATEL approach | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | |
| [۲۴] | SCOR-HOR | | | | | ✓ | | | |
| [۲۵] | Fuzzy AHP | ✓ | | | | | ✓ | | |
| [۲۶] | MCAHP | | | | | ✓ | | | |
| [۲۷] | QFD | ✓ | ✓ | | | | | | |
| [۲۸] | HACCP | | | | | ✓ | | | |
| [۲۹] | PTDM | | | | ✓ | | | | |
| [۳۰] | GuMuf | | | | | ✓ | | | |
| [۳۱] | BBN | | ✓ | | | | | | |
| [۳۲] | Input-output mode | ✓ | | | | | ✓ | | |
| **مقاله حاضر** | | ✓ | - | - | - | ✓ | - | ✓ | ✓ |

[1] Plithogenic
[2] El Mokrini et al.
[3] PROMETHEE

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک در زنجیره تأمین سلامت در حوزه‌های دارو، خون، پیوند و غذا بررسی شده است. با بررسی مقالات مرورشده و همچنین جدول ۱ مشاهده می‌شود که روابط درونی شاخص‌ها و عوامل مرتبط با ریسک‌های زنجیره تأمین غذا تاکنون مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است. همچنین پژوهشی که در آن، محاسبه وزن نهایی ریسک‌ها با استفاده از یک رویکرد ترکیبی که به‌واسطه آن هم وزن بیرونی و هم وزن درونی ریسک‌های زنجیره تأمین سلامت تحت شرایط عدم‌قطعیت درنظر گرفته شود، تاکنون مشاهده نشده است. شایان ذکر است که تحقیق گذشته در زمینه ریسک‌های زنجیره تأمین غذایی، بیشتر در بخش انسان بوده است؛ در حالی که تحقیق حاضر به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زنجیره غذایی در بخش دام و طیور می‌پردازد و برای این منظور، از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاره فازی بهره می‌گیرد.

## مواد و روش‌ها

### شناسایی و جمع‌آوری ریسک‌های زنجیره تأمین

در تحقیق حاضر برای گردآوری داده‌ها از دو روش میدانی و کتابخانه‌ای استفاده شده است. به‌منظور شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زنجیره تأمین، از روش تحقیق کیفی و در مرحله تحلیل وضعیت و سنجش ریسک‌های شناسایی‌شده از روش تحقیق کمی استفاده شده است. در بخش کیفی، استخراج داده‌ها براساس مطالعه ادبیات تحقیق و به شیوه مصاحبه انجام گرفته است. همچنین، با به‌کارگیری رویکرد RBS ریسک‌ها ساختارمند شده است.

### مشخص کردن ریسک‌ها با استفاده از روش FMEA

در فاز اول این پژوهش با استفاده از روش FMEA اقدام به پالایش، ترکیب و شناسایی ریسک‌های مؤثر در زنجیره تأمین خوراک دام و طیور شده است. در این مدل برای تعیین وزن ریسک‌ها، به بررسی ارزیابی شدت اثر [1] (S)، نرخ وقوع [2] (O) و قابلیت کشف خطر [3] (D) پرداخته شده است. از ترکیب این سه معیار عدد اولویت ریسک [4] (RPN) به‌دست می‌آید. در پرسش‌نامه مذکور از خبرگان خواسته شده است که برای هریک از ریسک‌های موجود، شدت اثر، نرخ وقوع و قابلیت کشف خطر را از مقدار خیلی کم تا زیاد را با یک طیف ۴ درجه و ۳ درجه طبق جدول ۲ (برگرفته از مرجع [۳۳]) تخصیص دهند.

**جدول ۲. سطوح و درجات شدت اثر، احتمال وقوع، قابلیت کشف و ریسک.**

| ریسک | | قابلیت کشف (D) | | احتمال وقوع (O) | | شدت اثر (S) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجه | سطح | درجه | سطح | درجه | سطح | درجه | سطح |
| ۲۴-۱ | ضعیف | ۱ | ضعیف | ۱ | به‌ندرت | ۱ | ضعیف |
| ۳۱-۲۵ | متوسط | ۲ | متوسط | ۲ | کم | ۲ | متوسط |
| ۴۸-۳۲ | بالا | ۳ | بحرانی | ۳ | متوسط | ۳ | بحرانی |
| - | - | ۴ | فاجعه‌آمیز | ۴ | مکرراً | ۴ | فاجعه‌آمیز |

[1] Severity
[2] Occurrence
[3] Detection
[4] Risk Priority Number

عدد اولویت ریسک برای هریک از ریسک‌ها طبق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

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

**وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش F BWM**

براساس روش BWM که رضایی ارائه کرده است [۳۴] شاخص‌ها به‌وسیله تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شوند و مقایسه زوجی بین هریک از این دو و دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. سپس یک مسئله حداکثر- حداقل[1] برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد.

فرض کنید که $n$ معیار وجود داشته باشد. مقایسات زوجی این $n$ معیار از طریق عبارات کلامی موجود با یکدیگر انجام می‌گیرد. به عبارتی دیگر، عبارات کلامی پاسخ‌دهندگان براساس جدول ۳ به اعداد فازی متناظر تبدیل می‌شوند [۳۵].

**جدول ۳. مقیاس زبانی فازی [۳۵].**

| عبارات کلامی | اهمیت برابر (EI) | اهمیت ضعیف (WI) | نسبتاً مهم (FI) | خیلی مهم (VI) | کاملاً مهم (AI) |
|---|---|---|---|---|---|
| عدد فازی | (۱و۱و۱) | (۳/۲و۱و۲/۳) | (۵/۲و۲و۳/۲) | (۷/۲و۳و۵/۲) | (۹/۲و۴و۷/۲) |

گام‌های روش F BWM در زیر آورده شده است [۳۵]:

- **گام ۱) تعیین مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری:** مجموعه شاخص‌ها به‌صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ که برای گرفتن یک تصمیم لازم است، تعریف می‌شود.
- **گام ۲) تعیین بهترین (مهم‌ترین و مطلوب‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین و نامطلوب‌ترین) شاخص:** تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به‌طور کلی تعریف می‌کند و هیچ مقایسه‌ای در این مرحله صورت نمی‌گیرد.
- **گام ۳) مشخص کردن ارجحیت بهترین شاخص فازی نسبت به سایر شاخص‌ها:** بردار ارجحیت بهترین شاخص فازی نسبت به سایر شاخص‌ها، به‌صورت $\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \dots, \tilde{a}_{Bn})$ نمایش داده می‌شود. در این بردار $\tilde{a}_{Bj}$ نشان‌دهنده ارجحیت شاخص(B) نسبت به شاخص $j$ است. همچنین داریم: $\tilde{a}_{BB}$=(۱و۱و۱) .
- **گام ۴) مشخص کردن ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص فازی:** بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص، به‌صورت $\tilde{A}_w = (\tilde{a}_{w1}, \tilde{a}_{w2}, \dots, \tilde{a}_{wn})$ نمایش داده می‌شود. در این بردار $\tilde{a}_{jw}$ معرف ارجحیت شاخص $j$ نسبت به بدترین شاخص (w) است، به‌طوری که $\tilde{a}_{ww}$=(۱و۱و۱) .
- **گام ۵) تعیین وزن فازی بهینه $\left(\widetilde{W}_1^*, \widetilde{W}_2^*, \dots, \widetilde{W}_n^*\right)$:** برای تعیین وزن بهینه هریک از شاخص‌ها، زوج‌های $\frac{\widetilde{W}_B}{\widetilde{W}_j} = \tilde{a}_{Bj}$ و $\frac{\widetilde{W}_j}{\widetilde{W}_w} = \tilde{a}_{jw}$ تشکیل می‌شود؛ سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه $j$ ها، باید راه‌حلی پیدا شود تا دو عبارت $\left|\frac{\widetilde{W}_B}{\widetilde{W}_j} - \tilde{a}_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{\widetilde{W}_j}{\widetilde{W}_w} - \tilde{a}_{jw}\right|$ را برای همه $j$ هایی که حداقل شده است، حداکثر کند. مسئله بهینه‌سازی برای تعیین وزن فازی بهینه $\left(\widetilde{W}_1^*, \widetilde{W}_2^*, \dots, \widetilde{W}_n^*\right)$ به‌صورت مدل (۳) ارائه شده است که در این مرحله $\{C1, C2, \dots, Cn\}$ شاخص‌های ما هستند و متغیر $a_{Bj}$ مشخص‌کننده عملکرد

[1] MAXIMIN

بهترین معیار $B$ نسبت به معیار $j$ می‌باشد. همچنین $a_{jw}$ نشان‌دهنده عملکرد معیار $j$ نسبت به بدترین معیار $W$می باشد. $\widetilde{W}_n^*$ وزن فازی بهینه شاخص $n$ ام، $\widetilde{W}_B$ وزن فازی بهترین معیار، $\widetilde{W}_W$ وزن فازی بدترین معیار، $l_j^w$ حد پایین وزن شاخص $j$ ام، $m_j^w$ حد میانی وزن شاخص $j$ ام، $u_j^w$ حد بالا وزن شاخص $j$ ام می‌باشند. همچنین محدودیت‌ها به شرح زیر تشریح می‌شوند:

- $l_j^w \le m_j^w \le u_j^w$ : این محدودیت حالت فازی مثلثی را نشان می‌دهد که حد پایینی وزن شاخص $j$ ام باید کوچک‌تر یا مساوی حد میانی وزن شاخص $j$ ام باشد و حد میانی وزن شاخص $j$ ام باید کوچک‌تر یا مساوی حد بالایی وزن شاخص $j$ ام باشد.
- $l_j^w \ge 0$ : حد پایین وزن شاخص $j$ ام باید بیشتر مساوی صفر باشد.

$$Min \underset{j}{Max}\left\{\left|\frac{\widetilde{W}_B}{\widetilde{W}_j} - \tilde{a}_{Bj}\right| \; and \; \left|\frac{\widetilde{W}_j}{\widetilde{W}_w} - \tilde{a}_{jw}\right|\right\}$$

$$\text{s.t}\begin{cases}\sum_{j=1}^{n} R(\widetilde{W})_j = 1 \\ l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \\ l_j^w \ge 0 \\ j = 1,2,\dots,n\end{cases} \qquad (۳)$$

به‌طوری که $\widetilde{W}_B = (l_B^w, m_B^w, u_B^w)$ ، $\widetilde{W}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w)$ ، $\widetilde{W}_w = (l_W^w, m_W^w, u_W^w)$ ، $\tilde{a}_{Bj} = (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})$ و $(l_{jw}, m_{jw}, u_{jw})$ است. با لحاظ کردن $\tilde{\xi} = (l^\xi, m^\xi, u^\xi)$، $l^\xi \le m^\xi \le u^\xi$ و $\tilde{\xi}^* = (k^*, k^*, k^*)$، مدل (۳) به مدل (۴) تبدیل می‌شود.

$$\text{Min } \tilde{\xi}^*$$
$$\text{s.t}\begin{cases}\left|\frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})\right| \ll (k^*, k^*, k^*) \\ \left|\frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jw}, m_{jw}, u_{jw})\right| \ll (k^*, k^*, k^*) \\ \sum_{j=1}^{n} R(\widetilde{W})_j = 1 \\ l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \\ l_j^w \ge 0 \\ j = 1,2,\dots,n\end{cases} \qquad (۴)$$

با حل مدل (۴)، وزن فازی بهینه $(\widetilde{W}_1^*, \widetilde{W}_2^*, \dots, \widetilde{W}_n^*)$ حاصل می‌شود.

**محاسبه روابط داخلی بین شاخص‌ها با استفاده از روش F DEMATEL**

روش F DEMATEL با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری را در شرایط عدم‌اطمینان محیطی تسهیل می‌کند. گام‌های این روش به شرح زیر است:

- **گام ۱) ایجاد ماتریس روابط مستقیم:** در این گام ماتریس اولیه نظرسنجی، به‌گونه‌ای که سطرها و ستون‌های این ماتریس را معیارهای مسئله تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهند، ایجاد می‌شود.

- **گام ۲) طراحی معیارهای زبانی فازی**: متغیرهای کلامی در قالب مجموعه‌های فازی نمایش داده می‌شوند و هریک از آنها به‌وسیله تابع عضویت بیان می‌شوند. برای تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی از طیف پنج‌تایی لیکرت (جدول ۴) استفاده شده است.

**جدول ۴. متغیرهای کلامی مورداستفاده [۳۶].**

| متغیر زبانی | تأثیر بسیار بالا | تأثیر بالا | تأثیر پایین | تأثیر بسیار پایین | بی‌تأثیر |
|---|---|---|---|---|---|
| مقیاس فازی | (۰/۹و۱و۰/۷) | (۰/۷و۰/۹و۰/۵) | (۰/۵و۰/۷و۰/۳) | (۰/۳و۰/۵ و۰/۱) | (۰/۱و۰/۳ و۰) |

- **گام ۳) ساخت ماتریس تصمیم‌گیری اولیه $(\tilde{o})$** : در این گام از هر پاسخ‌دهنده خواسته می‌شود براساس جدول ۴، تأثیر هر معیار را بر معیار دیگر مشخص کند. $\tilde{o}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ بیانگر نظر پاسخ‌دهنده در ارتباط با اثر معیار $i$ بر معیار $j$ می‌باشد. برای هر پاسخ‌دهنده یک ماتریس $n \times n$ که باید دارای درایه‌های فازی باشند به‌صورت $\tilde{o}^p = [\tilde{o}_{ij}^p]$ (رابطه (۶))تعریف می‌شود. $P$ بیانگر پاسخ‌دهندگان و $n$ بیانگر تعداد عامل‌های مورد مطالعه است [۳۷].

$$\tilde{o}_{ij} = \frac{1}{P} \times \sum_{p=1}^{p} \tilde{a}_{ij} \quad (۵)$$

برای ساخت ماتریس تصمیم‌گیری اولیه $(\tilde{o})$ (ماتریس(۶)) از میانگین ساده نظرات تمام افراد استخراج می‌شود، به‌طوری که $\tilde{o}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ یک عدد فازی مثلثی است.

$$\tilde{o} = \begin{bmatrix} \tilde{o}_{11} & \tilde{o}_{12} & \cdots & \tilde{o}_{1n} \\ \tilde{o}_{21} & \tilde{o}_{22} & \dots & \tilde{o}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{o}_{m1} & \tilde{o}_{m2} & \cdots & \tilde{o}_{mn} \end{bmatrix} \quad (۶)$$

- **گام ۴) محاسبه ماتریس نرمالایزه شده $(\tilde{Z})$** : برای به‌دست آوردن ماتریس نرمالیزه شده $(\tilde{Z})$، از رابطه (۷) استفاده می‌شود [۳۷].

$$\tilde{Z} = K \times \tilde{O} \quad (۷)$$

به‌طوری که

$$K = min\left[\frac{1}{\max\limits_{1 \ll j \ll n} \sum_{j=1}^{n} |\tilde{o}_{ij}|}, \frac{1}{\max\limits_{1 \ll i \ll n} \sum_{i=1}^{n} |\tilde{o}_{ij}|}\right]$$

ماتریس نرمالیزه به‌دست‌آمده از رابطه (۷) به‌صورت رابطه (۸) حاصل می‌شود.

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} \tilde{Z}_{11} & \tilde{Z}_{12} & \cdots & \tilde{Z}_{1n} \\ \tilde{Z}_{21} & \tilde{Z}_{22} & \dots & \tilde{Z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{Z}_{m1} & \tilde{Z}_{m2} & \cdots & \tilde{Z}_{mn} \end{bmatrix} \quad (۸)$$

- **گام ۵) محاسبه ماتریس حد فازی ($\tilde{\boldsymbol{V}}$)**: در این گام ماتریس ($\tilde{V}$) برای هر حد فازی $\left(l_{ij}^{''}, m_{ij}^{''}, u_{ij}^{''}\right)$ به‌وسیله رابطه (۹) محاسبه می‌شود.

$$l_{ij}^{''} = \tilde{Z}_l \times \left(I - \tilde{Z}_l\right)^{-1}, m_{ij}^{''} = \tilde{Z}_m \times \left(I - \tilde{Z}_m\right)^{-1}, u_{ij}^{''} = \tilde{Z}_u \times \left(I - \tilde{Z}_u\right)^{-1} \quad (۹)$$

سپس هرکدام از حدهای پایین، میانه و بالای عدد فازی مثلثی با یکدیگر ترکیب‌شده و ماتریس $\tilde{V}$ (۱۰) تشکیل می‌شود.

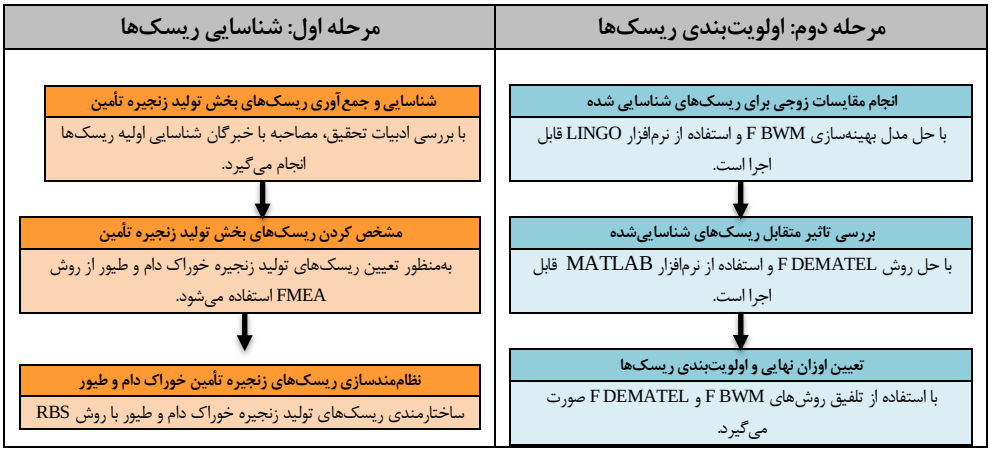
$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{V}_{11} & \tilde{V}_{12} & \cdots & \tilde{V}_{1n} \\ \tilde{V}_{21} & \tilde{V}_{22} & \cdots & \tilde{V}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{V}_{m1} & \tilde{V}_{m2} & \cdots & \tilde{V}_{mn} \end{bmatrix} \quad (۱۰)$$

- **گام ۶) تشکیل ماتریس V**: هر $\tilde{V}_{ij}$ از ماتریس $\tilde{V}$ با استفاده از رابطه (۱۱) به عدد قطعی تبدیل می‌شود. در نتیجه ماتریس $V$ ایجاد می‌شود.

$$V = \frac{(l+4m+u)}{6} \quad (۱۱)$$

- **گام ۷) محاسبه مقادیر $\boldsymbol{D_i - R_i}$ و $\boldsymbol{D_i + R_i}$**: به‌طوری‌که $D_i$ و $R_i$ به‌ترتیب جمع هر سطر و ستون ماتریس $V$ می‌باشد [۳۸].

با توجه به آنچه در بخش‌های قبلی ارائه شد می‌توان اظهار داشت که تحقیق حاضر در دو مرحله صورت می‌پذیرد، به‌گونه‌ای که در مرحله اول ریسک‌های بخش تولید در زنجیره تأمین خوراک دام و طیور تحت شرایط عدم‌قطعیت شناسایی می‌شوند و در مرحله دوم، این ریسک‌ها اولویت‌بندی می‌شوند. به‌طور خلاصه، مراحل انجام پژوهش حاضر در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است.




**شکل ۱. مراحل انجام پژوهش حاضر.**

## نتایج و بحث

### شناسایی ریسک‌ها با روش FMEA

جامعه آماری این پژوهش، واحدهای صنایع غذایی استان گلستان می‌باشد. شرکت‌های دام و طیوری که در این پژوهش ارزیابی شدند در محدوده شهرستان گرگان و زیر نظر شرکت شهرک‌های صنعتی استان گلستان می‌باشند. این شرکت‌ها شامل شرکت خوراک دام و طیور گرگان و دشت، شرکت خوراک دام و طیور زرین رشد، شرکت خوراک دام و طیور زرین‌دانه، شرکت خوراک دام و طیور قابوس دانه و شرکت تعاونی در دانه امین آلتن صحرا می‌باشند. در ابتدا، با بررسی پیشینه تحقیق و همچنین استفاده از نظر کارشناسان، مدیران و متخصصان خبره به کمک روش طوفان ذهنی در صنعت غذایی خوراک دام و طیور ۴۸ نوع ریسک شناسایی شده است.

به‌منظور تعیین مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی‌شده از بین ۴۸ ریسک، با استفاده از روش FMEA به امتیازبندی ریسک‌ها پرداخته شده است که در این امتیازبندی با توجه به تجمیع نظرات خبرگان با کمک طوفان فکری، شاخص‌های با RPN کمتر از ۲۴ از رده خارج شده است. روایی محتوایی این پرسش‌نامه را ۵ نفر از خبرگان این صنعت تجزیه‌وتحلیل و همچنین تأیید کردند. عناوین ریسک‌های نهایی شناسایی‌شده در جدول ۵ خلاصه شده است. شایان ذکر است که ۱۷ نوع ریسک که حد نصاب امتیازشان کم‌تر از ۲۴ شده است از رده خارج شده‌اند.

**جدول ۵. ریسک‌های نهایی شناسایی‌شده.**

| نوع سازمان | عوامل اصلی | کد ریسک | زیرمعیارها | S | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| برون‌سازمانی | بازار | R11 | نوسان قیمت مواد اولیه [۳۹] | ۴ | ۳.۱ | ۳.۲۲ | ۳۹.۹۲ |
| | | R12 | خرید مواد اولیه کم که منجر به افزایش قیمت می‌شود [۴۰] | ۳.۵ | ۳.۳ | ۳.۴۵ | ۳۹.۸۴ |
| | | R13 | نوسانات اقتصادی و شکست شبکه توزیع‌کنندگان [۳۹]، [۴۰] | ۱ | ۲.۴ | ۲.۱ | ۵.۰۴ |

| نوع سازمان | عوامل اصلی | کد ریسک | زیرمعیارها | S | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | R14 | وجود بازارهای انحصاری [۴۱] | ۴ | ۳.۳ | ۳.۴ | ۴۴.۸۸ |
| | | R15 | وجود خریدهای انحصاری [۴۱] | ۳.۶ | ۲.۶۵ | ۲.۶۹ | ۲۵.۶۶ |
| | | R16 | بالا بودن سطح رقابت [۴۲] | ۲.۹۵ | ۱.۵ | ۲ | ۸.۸۵ |
| | | R17 | ارسال نکردن به‌موقع مواد اولیه به شرکت توسط تأمین‌کننده [۴۳] | ۱.۲ | ۲.۵ | ۱.۹۸ | ۵.۹۴ |
| | | R18 | پرداخت یارانه دولت به شرکت های دولتی [۴۱] | ۳.۹ | ۳.۸ | ۳.۸۵ | ۵۷.۰۵۷ |
| | اقتصادی و مالی | R21 | افزایش فقر [۴۴] | ۲.۲۵ | ۳.۸ | ۴ | ۳۴.۲ |
| | | R22 | نوسانات ارز در کشور [۴۵]، [۴۶] | ۲.۹ | ۳.۴۵ | ۲.۴ | ۲۴.۰۱ |
| | | R23 | افزایش نرخ تورم [۴۶] | ۳.۵ | ۳.۶۵ | ۳.۴ | ۴۳.۴۳ |
| | | R24 | وام و اعتبارات از بانک و مؤسسات [۴۷] | ۲ | ۲.۹ | ۳.۱ | ۱۷.۹۸ |
| | | R25 | تأخیر در درآمد فروش برای بازپرداخت بدهی به بانک [۴۷] | ۱.۸ | ۲.۲ | ۲.۳ | ۹.۱ |
| | | R26 | فقدان بانک‌های تجاری برای وام‌دهی [۴۷] | ۳.۸ | ۳.۵۵ | ۳.۶ | ۴۸.۵۶ |
| | | R27 | کمبود نقدینگی تولیدکنندگان [۴۷] | ۱.۷ | ۲.۱ | ۳ | ۱۰.۷۱ |
| | | R28 | مسائل مالیات روی کسب‌وکار [۴۸]، [۴۹] | ۳.۶ | ۳.۳ | ۳.۱۴ | ۳۷.۳۰ |
| | | R29 | افزایش واردات [۵۰] | ۳.۴ | ۳.۸ | ۳.۱۸ | ۴۱.۰۸ |
| | | R210 | کاهش صادرات [۵۰]، [۵۱] | ۳ | ۲ | ۱.۲ | ۷.۲ |
| | | R211 | نبود اطمینان از قیمت نهاده‌ها [۵۲] | ۳.۷ | ۲.۸ | ۳.۱ | ۳۲.۱۱ |
| | سیاسی | R31 | جنگ، تروریسم [۳۹] | ۴ | ۳.۶ | ۲.۷۵ | ۳۹.۶ |
| | | R32 | تحریم‌ها [۴۸]، [۵۳]، [۵۴] | ۲.۹ | ۳.۵ | ۲.۶۵ | ۲۶.۸۹ |
| | | R33 | روابط بین‌المللی کشور [۵۵] | ۳.۵ | ۳ | ۳.۳ | ۳۴.۶۵ |
| | محیطی | R41 | حوادث طبیعی (سیل، خشکسالی) [۳۹] | ۲.۲ | ۱ | ۱.۶۵ | ۳.۶۳ |
| | بیولوژیکی | R51 | شیوع بیماری کرونا [۵۳]، [۵۵] | ۴ | ۴ | ۳.۸ | ۶۰.۸ |
| | | R53 | تب مالت (بیماری واگیردار) [۵۵]، [۵۳] | ۱ | ۲ | ۱.۷۵ | ۳.۵ |
| | قانون | R61 | قانون و دخالت مستقیم دولت در بازار [۵۶] | ۳.۲ | ۲.۸ | ۲.۷ | ۲۴.۱۹ |
| | | R62 | ترخیص کالاها در گمرگ و بندرها [۵۶] | ۲.۸ | ۲.۸ | ۳.۲ | ۲۵.۰۸ |
| | | R63 | تقاضای زیاد شرکت‌های کوچک و متوسط برای تولید [۵۷] | ۲.۸ | ۴ | ۳.۳۹ | ۳۷.۹۶ |
| درون‌سازمانی | تولیدکننده | R71 | کیفیت نداشتن مواد اولیه توسط تأمین‌کننده [۴۳] | ۳ | ۲ | ۳ | ۱۸ |
| | | R72 | دریافت مطالبات معوقه [۴۸]، [۵۳] | ۳.۳ | ۳.۲ | ۲.۸۵ | ۳۰.۰۹ |
| | | R73 | عدم به‌کارگیری بازاریابی الکترونیک [۵۸] [۵۹] | ۳ | ۲ | ۳ | ۱۸ |
| | | R74 | وابستگی بالا به تأمین‌کنندگان [۴۳] | ۳ | ۲.۶ | ۳.۲ | ۲۴.۹۶ |
| | | R75 | ناتوانی واحدها تولیدی در حفظ نیروها توانمند [۶۰] | ۳.۱ | ۲.۷ | ۲.۹ | ۲۴.۲۷ |

| نوع سازمان | عوامل اصلی | کد ریسک | زیرمعیارها | S | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | R76 | ناتوانی واحدها تولیدی در جذب نیروهای متخصص [۶۰] | ۲.۹ | ۲.۱ | ۱.۱ | ۵.۷۷ |
| | بهداشت و سلامت | R81 | ریسک تنفس ذرات شیمیایی، گرد و خاک در محیط کار [۶۱] | ۳ | ۲.۹ | ۲.۹ | ۲۵.۲۳ |
| | | R82 | ایستادن طولانی‌مدت [۶۲] | ۳.۳ | ۱.۶ | ۱.۶ | ۸.۴۴ |
| | | R83 | استفاده از مواد محرک و کافیین‌دار توسط کارگر [۶۳] | ۳.۶ | ۲.۵ | ۳ | ۲۷ |
| | | R84 | حمل بیش از ظرفیت بار توسط کارگر [۶۴]، [۶۵] | ۲ | ۲.۳ | ۳.۵ | ۱۶.۱ |
| | | R85 | حمل نامناسب بار توسط کارگر [۶۴] | ۲.۸ | ۱.۹ | ۱.۳ | ۶.۹۱ |
| | | R86 | نشستن طولانی‌مدت و کار تکراری [۶۶] | ۲.۱ | ۱.۷ | ۱.۲ | ۴.۲۸ |
| | | R87 | وجود سروصدای زیاد محیط کار [۶۷] | ۲.۳ | ۱.۴ | ۱ | ۳.۲۲ |

در منابع مختلف، ساختارهای مختلفی برای شکست ریسک‌ها پیشنهاد شده است. هر شرکت یا سازمانی می‌تواند با توجه به نوع پروژه‌ها و مشخصات سازمانی خود، RBS خود را با یکی از این ساختارها متناسب‌سازی کند. ممکن است در یک سازمان، یک RBS برای استفاده در همه پروژه‌ها طراحی شود یا اینکه برای یک یا چند پروژه خاص، ساختاری مختص همان پروژه طراحی شود. در این مرحله پس از نهایی شدن ریسک‌های مهم، به‌منظور ساختارمندی و نظام‌مندی ریسک‌ها، به تشکیل ساختار شکست ریسک پرداخته شده است. این ساختار شامل ریسک‌های سطح اول و دوم می‌باشد و در جدول ۶ نشان داده شده است.

**جدول ۶. ساختار شکست ریسک پژوهش.**

| سطح اول | سطح دوم |
|---|---|
| بازار | نوسان قیمت مواد اولیه |
| | خرید مواد اولیه کم که منجر به افزایش قیمت می‌شود |
| | وجود بازارهای انحصاری |
| | وجود خریدهای انحصاری |
| | پرداخت یارانه دولت به شرکت‌های دواتی |
| اقتصادی و مالی | نوسانات ارز در کشور |
| | افزایش صادرات |
| | افزایش نرخ تورم |
| | فقدان بانک‌های تجاری برای وام‌دهی |
| | مسائل مالیات روی کسب‌وکار |
| | افزایش واردات |
| | نبود اطمینان از قیمت نهاده‌ها |
| سیاسی | تحریم‌ها |
| | جنگ، تروریسم |
| | روابط بین‌المللی کشور |

| سطح اول | سطح دوم |
|---|---|
| بیولوژیکی | شیوع بیماری کرونا |
| قانون | قانون و دخالت مستقیم دولت در بازار<br>ترخیص کالاها در گمرگ و بندرها<br>تقاضا زیاد شرکت‌های کوچک و متوسط برای تولید |
| تولیدکننده | ناتوانی واحدها تولیدی در حفظ نیروها توانمند<br>وابستگی بالا به تأمین‌کنندگان<br>دریافت مطالبات معوقه |
| بهداشت و سلامت | ریسک تنفس ذرات شیمیایی، گردوخاک در محیط کار<br>استفاده از مواد محرک و کافیین‌دار توسط کارگر |

**نتایج روش بهترین- بدترین**

در این مرحله به تعیین بردار ارجحیت مهم‌ترین عامل و مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل و شاخص‌ها پرداخته شده است. برای تعیین این بردار از خبرگان خواسته شده است تا ارجحیت مهم‌ترین عامل و شاخص را نسبت به سایرین مشخص کنند. سپس از داده‌های جمع‌آوری‌شده میانگین هندسی گرفته شده است. در ادامه، بردار ارجحیت دیگر عوامل و شاخص‌ها، نسبت به کم‌اهمیت‌ترین عامل و شاخص تعیین شده است. با حل مدل خطی توسط نرم‌افزار لینگو[1] برای هریک از عوامل و شاخص‌های پژوهش، وزن‌ها محاسبه شده است. در نهایت، وزن نهایی هریک از شاخص‌ها با توجه به سلسله‌مراتب شاخص‌ها، از حاصل‌ضرب وزن هر شاخص در عامل مربوط به آن به‌دست آمده است. جدول ۷ نتایج حاصل از انجام این فرایند را نشان داده است.

**جدول ۷. اوزان نهایی شاخص‌ها در ساختار شکست ریسک.**

| عوامل | وزن عوامل | شاخص‌ها | وزن شاخص‌ها | وزن نهایی |
|---|---|---|---|---|
| $R_1$ | (۰/۱۷۸,۰/۲۱۸,۰/۲۲۷) | $R_{11}$ | (۰/۱۷۰۳,۰/۲۲۱۱,۰/۲۳۹۵) | (۰/۰۳۰۳,۰/۰۴۸۲,۰/۰۵۴۳) |
| | | $R_{12}$ | (۰/۱۲۳۶,۰/۱۲۶۳,۰/۱۶۹۳) | (۰/۰۲۲,۰/۰۲۷۵,۰/۰۳۸۴) |
| | | $R_{14}$ | (۰/۱۰۶۹,۰/۱۲۷۹,۰/۱۲۸۰) | (۰/۰۱۹,۰/۰۲۷۸,۰/۰۲۹۰) |
| | | $R_{15}$ | (۰/۳۱۳۵,۰/۳۶۴۷,۰/۳۶۶۰) | (۰/۰۵۵۸,۰/۰۷۹۵,۰/۰۸۳۰) |
| | | $R_{18}$ | (۰/۱۹۰۵۰,۰/۱۹۰۵۱,۰/۱۹۰۵۴) | (۰/۰۳۳۹,۰/۰۴۱۵,۰/۰۴۳۲) |
| $R_2$ | (۰/۱۱۷,۰/۱۳۱,۰/۱۴۸) | $R_{21}$ | (۰/۰۵۷۲,۰/۰۵۹۴,۰/۰۶۷۴) | (۰/۰۰۶۶,۰/۰۰۷۷,۰/۰۰۹۹) |
| | | $R_{22}$ | (۰/۱۴۷۴,۰/۱۶۵۶,۰/۱۸۷۸) | (۰/۰۱۷۲,۰/۰۲۱۶,۰/۰۲۷۶) |
| | | $R_{23}$ | (۰/۱۱۵۶,۰/۱۳۲۹,۰/۱۵۷۲) | (۰/۰۱۳۴,۰/۰۱۷۲,۰/۰۲۳۲) |
| | | $R_{26}$ | (۰/۲۱۶۷,۰/۲۴۳۳,۰/۲۷۳۵) | (۰/۰۲۵۲,۰/۰۳۱۷,۰/۰۴۰۴) |
| | | $R_{28}$ | (۰/۱۲۸۶,۰/۱۵۵۵,۰/۱۵۵۶) | (۰/۰۱۴۹,۰/۰۲۰۳,۰/۰۲۲۹) |
| | | $R_{29}$ | (۰/۱۲۱۷,۰/۱۳۷۱,۰/۱۶۲۳) | (۰/۰۱۴۱,۰/۰۱۷۹,۰/۰۲۳۹) |
| | | $R_{211}$ | (۰/۱۱۵۶,۰/۱۲۰۱,۰/۱۵۸۹) | (۰/۰۱۳۴,۰/۰۱۵۷,۰/۰۲۳۳) |
| $R_3$ | (۰/۱۱۰,۰/۱۵۰,۰/۱۹۱) | $R_{31}$ | (۰/۱۳۶۲,۰/۱۵۳۱,۰/۱۶۹۴) | (۰/۰۱۴۹,۰/۰۲۲۹,۰/۰۳۲۱) |

[1] LINGO 12.0

| عوامل | وزن عوامل | شاخص‌ها | وزن شاخص‌ها | وزن نهایی |
|---|---|---|---|---|
| | | $R_{32}$ | (۰/۵۹۶۸,۰/۶۱۸۳,۰/۶۱۸۴) | (۰/۰۶۵۷,۰/۰۹۲۷,۰/۱۱۷۴) |
| | | $R_{33}$ | (۰/۲۰۶۵,۰/۲۵۱۲,۰/۳۰۳۶) | (۰/۰۲۲۶,۰/۰۳۷۶,۰/۰۵۷۵) |
| $R_5$ | (۰/۱۲۴,۰/۱۶۶,۰/۲۳۷) | $R_{51}$ | (۱/۰۰۰۰,۱/۰۰۰۰,۱/۰۰۰۰) | (۰/۱۲۴,۰/۱۶۶,۰/۲۳۷) |
| $R_6$ | (۰/۱۲۲,۰/۱۶۲,۰/۱۶۳) | $R_{61}$ | (۰/۱۳۱۷,۰/۱۴۱۱,۰/۱۴۵۶) | (۰/۱۶۰۷,۰/۰۲۲۸,۰/۰۲۳۷) |
| | | $R_{62}$ | (۰/۲۴۳۰,۰/۳۰۷۳,۰/۳۷۹۱) | (۰/۰۲۹۶,۰/۰۴۹۷,۰/۰۶۱۷) |
| | | $R_{63}$ | (۰/۵۲۶۲,۰/۵۸۰۳,۰/۵۸۰۴) | (۰/۰۶۴۲,۰/۰۹۴۰,۰/۰۹۴۶) |
| $R_7$ | (۰/۰۶۱,۰/۱۳۲,۰/۱۳۳) | $R_{72}$ | (۰/۴۷۴۶,۰/۵۴۸۵,۰/۵۸۱۴) | (۰/۰۲۸۹,۰/۰۷۱۳,۰/۰۷۶۷) |
| | | $R_{74}$ | (۰/۲۶۹۹,۰/۳۳۵۷,۰/۳۹۷۵) | (۰/۰۱۶۴,۰/۰۴۳۶,۰/۰۵۲۴) |
| | | $R_{75}$ | (۰/۱۳۵۹,۰/۱۴۴۸,۰/۱۴۴۹) | (۰/۰۰۸۲,۰/۰۱۸۸,۰/۰۱۹۱) |
| $R_8$ | (۰/۰۶۸,۰/۰۷۸,۰/۰۷۹) | $R_{81}$ | (۰/۲۰۴۰,۰/۲۰۴۰,۰/۲۰۴۰) | (۰/۰۱۳۸,۰/۰۱۵۹,۰/۰۱۶۱) |
| | | $R_{83}$ | (۰/۷۱۴۲,۰/۸۱۶۳,۰/۹۱۸۳) | (۰/۰۴۸۵,۰/۰۶۳۶,۰/۰۴۵۸) |

### محاسبه روابط درونی شاخص‌ها با به‌کارگیری تکنینک F DEMATEL

در این مرحله با استفاده از روش دیمتل فازی، روابط درونی میان شاخص‌ها شناسایی و تعیین می‌شود. سپس، با استفاده از عوامل میانی شاخص‌ها و به کمک روابط فرایند تحلیل شبکه فازی، وزن عوامل محاسبه می‌شود. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار MATLAB ورژن R۲۰۱۷a انجام شده است که نتایج آن در ستون سوم جدول ۸ نمایش داده شده است.

### وزن نهایی شاخص‌ها با به‌کارگیری رویکرد ترکیبی F BWM و F DEMATEL

در این مرحله وزن نهایی شاخص‌ها از حاصل‌ضرب وزن معیارهای مدل F BWM در وزن بردار برتری مدل F DEMATEL به‌دست می‌آید. شایان ذکر است که ابتدا مقادیر نرمال می‌شوند و سپس، مقادیر حاصله دیفازی و در نهایت اولویت‌بندی می‌شوند. نتایج به‌دست‌آمده از این مرحله در ستون‌های چهارم تا ششم جدول ۸ ارائه شده است.

**جدول ۸. وزن نهایی شاخص‌ها.**

| شاخص‌ها | وزن به‌دست‌آمده از روش F BWM | وزن به‌دست‌آمده از روش F DEMATEL | ترکیب F DEMATELF & F BWM | دیفازی | اولویت |
|---|---|---|---|---|---|
| R11 | (۰/۰۳۰۳,۰/۰۴۸۲,۰/۰۵۴۳) | (۱/۳۸, ۲/۷۷, ۵/۰۳) | (۰/۰۴۲, ۰/۱۳۴, ۰/۲۷۳) | ۰/۰۴۷۲۹ | ۸ |
| R12 | (۰/۰۲۲,۰/۰۲۷۵,۰/۰۳۸۴) | (۱/۲۱, ۲/۵۲, ۴/۷۵) | (۰/۰۲۷, ۰/۰۶۹, ۰/۱۸۳) | ۰/۰۲۶۵۴ | ۱۵ |
| R14 | (۰/۰۱۹,۰/۰۲۷۸,۰/۰۲۹۰) | (۲/۶۹, ۴/۰۷, ۶/۱۱) | (۰/۰۵۱, ۰/۱۱۳, ۰/۱۷۸) | ۰/۰۴۱۴۵ | ۹ |
| R15 | (۰/۰۵۵۸,۰/۰۷۹۵,۰/۰۸۳۰) | (۱/۵۶, ۲/۷, ۴/۸۸) | (۰/۰۸۷,۰/۲۱۵,۰/۴۰۵) | ۰/۰۷۸۵۹ | ۳ |
| R18 | (۰/۰۳۳۹,۰/۰۴۱۵,۰/۰۴۳۲) | (۲/۶, ۳/۷۱, ۵/۸۹) | (۰/۰۸۸, ۰/۱۵۴, ۰/۲۵۵) | ۰/۰۵۹۹۶ | ۵ |
| R21 | (۰/۰۰۶۶,۰/۰۰۷۷,۰/۰۰۹۹) | (۱/۵۱, ۲/۸, ۴/۷۸) | (۰/۰۱۰, ۰/۰۲۲, ۰/۰۴۷) | ۰/۰۰۸۳۳ | ۲۴ |
| R22 | (۰/۰۱۷۲,۰/۰۲۱۶,۰/۰۲۷۶) | (۱/۹۹, ۳/۳۲, ۵/۵۲) | (۰/۰۳۴,۰/۰۷۲,۰/۱۵۳) | ۰/۰۲۷۶۵ | ۱۳ |
| R23 | (۰/۰۱۳۴,۰/۰۱۷۲,۰/۰۲۳۲) | (۱/۰۸, ۲/۴۶, ۴/۷۱) | (۰/۰۳۸, ۰/۰۷۰, ۰/۱۴۴) | ۰/۰۲۷۶۴ | ۱۴ |
| R26 | (۰/۰۲۵۲,۰/۰۳۱۷,۰/۰۴۰۴) | (۱/۳۴, ۲/۴۶, ۴/۷۱) | (۰/۰۲۷, ۰/۰۷۸, ۰/۱۹۰) | ۰/۰۲۸۹۶ | ۱۲ |

| شاخص‌ها | وزن به‌دست‌آمده از روش F BWM | وزن به‌دست‌آمده از روش F DEMATEL | ترکیب F DEMATELF & F BWM | دیفازی | اولویت |
|---|---|---|---|---|---|
| R28 | (۰/۰۱۴۹,۰/۰۲۰۳,۰/۰۲۲۹) | (۱/۳۴, ۲/۸۵, ۵/۰۶) | (۰/۰۲۰, ۰/۰۵۸, ۰/۱۱۶) | ۰/۰۲۰۷۷ | ۱۷ |
| R29 | (۰/۰۱۴۱,۰/۰۱۷۹,۰/۰۲۳۹) | (۱/۰۵, ۲/۳۹, ۴/۶۴) | (۰/۰۱۵, ۰/۰۴۳, ۰/۱۱۱) | ۰/۰۱۶۰۸ | ۲۱ |
| R211 | (۰/۰۱۳۴,۰/۰۱۵۷,۰/۰۲۳۳) | (۱/۴, ۲/۷۳, ۴/۹۶) | (۰/۰۱۹, ۰/۰۴۳, ۰/۱۱۶) | ۰/۰۱۶۹۲ | ۲۰ |
| R31 | (۰/۰۱۴۹,۰/۰۲۲۹,۰/۰۳۲۱) | (۰/۸۵, ۲/۲۳, ۴/۵) | (۰/۰۱۳, ۰/۰۵۱, ۰/۱۴۴) | ۰/۰۱۸۶۲ | ۱۹ |
| R32 | (۰/۰۶۵۷,۰/۰۹۲۷,۰/۱۱۷۴) | (۲/۰۳, ۳/۲۴, ۵/۴۳) | (۰/۱۳۴, ۰/۳۰۰, ۰/۶۳۸) | ۰/۱۱۳۹۶ | ۲ |
| R33 | (۰/۰۲۲۶,۰/۰۳۷۶,۰/۰۵۷۵) | (۱/۱۴, ۲/۴۷, ۴/۷۱) | (۰/۰۲۶, ۰/۰۹۳, ۰/۲۷۱) | ۰/۰۳۴۵۶ | ۱۱ |
| R51 | (۰/۱۲۴,۰/۱۶۶,۰/۲۳۷) | (۱/۳۱, ۲/۶۸, ۴/۹۲) | (۰/۱۶۲, ۰/۴۲۹, ۱/۱۳۲) | ۰/۱۶۳۷۶ | ۱ |
| R61 | (۰/۱۶۰۷,۰/۰۲۲۸,۰/۰۲۳۷) | (۰/۹۵, ۲/۳۴, ۴/۵۸) | (۰/۰۱۵, ۰/۰۵۳, ۰/۱۰۹) | ۰/۰۱۸۶۶ | ۱۸ |
| R62 | (۰/۰۲۹۶,۰/۰۴۹۷,۰/۰۶۱۷) | (۱/۵۸, ۲/۹۶, ۵/۱۹) | (۰/۰۴۷, ۰/۱۴۷, ۰/۳۲۱) | ۰/۰۵۲۸۳ | ۷ |
| R63 | (۰/۰۶۴۲,۰/۰۹۴۰,۰/۰۹۴۶) | (۰/۲۹, ۱/۱۸, ۴/۰۶) | (۰/۰۱۹, ۰/۱۶۹, ۰/۳۸۴) | ۰/۰۵۴۸۸ | ۶ |
| R72 | (۰/۰۲۸۹,۰/۰۷۱۳,۰/۰۷۶۷) | (۱/۱۵, ۲/۵۹, ۴/۹۷) | (۰/۰۳۳, ۰/۱۸۵, ۰/۳۸۱) | ۰/۰۶۱۱۵ | ۴ |
| R74 | (۰/۰۱۶۴,۰/۰۴۳۶,۰/۰۵۲۴) | (۰/۲, ۱/۵۴, ۳/۹۵) | (۰/۰۰۳, ۰/۰۶۷, ۰/۲۰۷) | ۰/۰۲۲۵۷ | ۱۶ |
| R75 | (۰/۰۰۸۲,۰/۰۱۸۸,۰/۰۱۹۱) | (۰/۵۱, ۱/۸۹, ۴/۲۱) | (۰/۰۰۴۰/۰۳۶, ۰/۰۸۱) | ۰/۰۱۱۵۹ | ۲۲ |
| R81 | (۰/۰۱۳۸,۰/۰۱۵۹,۰/۰۱۶۱) | (۰/۳۴, ۱/۷۲, ۴/۰۲) | (۰/۰۰۵, ۰/۰۲۷, ۰/۰۶۵) | ۰/۰۰۹۲۵ | ۲۳ |
| R83 | (۰/۰۴۸۵,۰/۰۶۳۶,۰/۰۴۵۸) | (۰/۴۹, ۱/۸۵, ۴/۱۴) | (۰/۰۲۴, ۰/۱۱۸, ۰/۱۹۰) | ۰/۰۳۷۹۹ | ۱۰ |

با توجه به حل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین- بدترین و ترکیب آن با روش دیمتل تحت شرایط عدم‌قطعیت مشاهده می‌شود که در میان ۲۴ شاخص، به‌ترتیب شاخص‌های شیوع بیماری کرونا با کد شناسایی $R_{51}$، تحریم‌ها با کد شناسایی $R_{32}$، وجود خریدهای انحصاری با کد شناسایی $R_{15}$، دریافت مطالبات معوقه با کد شناسایی $R_{72}$ دارای بالاترین ریسک‌ها در واحدهای صنعتی موردبررسی می‌باشند.

شایان ذکر است که در اثر تغییر خواسته یا ناخواسته برخی پارامترهای مسئله، نتایج استخراج‌شده در هر قسمت از تحقیق ممکن است دچار تغییراتی شود. در قسمت اول تحقیق، به‌منظور تحلیل ریسک‌های منتخب از بین تمامی ریسک‌هایی که توسط خبرگان و با استفاده از روش FMEA انتخاب شده‌اند می‌توان بیان کرد که شدت اثر (S)، نرخ وقوع (O) و قابلیت کشف خطر (D) رابطه مستقیمی با عدد اولویت ریسک دارد، به‌گونه‌ای که هر چقدر میزان شدت اثر، نرخ وقوع و قابلیت کشف خطر بیشتر باشد میزان عدد اولویت ریسک بیشتر خواهد شد و در نتیجه ریسک اولیه اولویت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهد. در قسمت روش بهترین- بدترین، وزن عوامل و وزن شاخص‌ها رابطه مستقیمی با وزن نهایی ریسک‌های انتخاب‌شده دارد، به‌گونه‌ای که هر چقدر وزن عوامل یا وزن شاخص‌ها افزایش یابد وزن نهایی بیشتر خواهد شد. در بخش پایانی که اولویت‌بندی نهایی صورت می‌گیرد، وزن به‌دست‌آمده از روش F BWM و وزن به‌دست‌آمده از روش F DEMATEL رابطه مستقیمی با اولویت‌بندی ریسک‌ها دارند به‌گونه‌ای که هر چقدر وزن‌های نهایی هریک از اوزان F BWM و F DEMATEL بیشتر یا کمتر باشد نشان‌دهنده این است که به‌ترتیب ریسک‌های تعیین‌شده پرخطرتر یا کم‌خطر می‌باشند.

## پیشنهادهای مدیریتی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش، شیوع بیماری کرونا بالاترین ریسک را در صنعت تولید خوراک دام و طیور به خود تخصیص داده است که به‌منظور کاهش این نوع ریسک به مدیران پیشنهاد می‌شود که ضمن ارتقای مدیریت،

بخش بازاریابی خود را توسعه دهند و مواردی همچون بهبود و گسترش زیرساخت فناوری و اطلاعات به‌منظور بازاریابی و فروش برخط محصولات، رشد و تقویت بازاریابی و فروش در فضای مجازی کسب‌وکار، ایجاد تغییرات مطابق با تغییر سبد محصولات مشتری با نوآوری سریع، بهینه‌کاوی تجربیات و بومی‌سازی آن با توجه به نیازهای مشتریان، توجه به اولویت‌گذاری مشتریان و نیازهای آنها در زمان فروش با توجه به شرایط بحرانی به‌وجودآمده و در نهایت، تعیین مشوق‌های حمایتی مشتریان را مدنظر قرار دهند. تحریم‌ها دومین ریسکی هستند که بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به این که بخشی از این ریسک به عوامل بیرونی مانند سیاست داخلی، دولت و ... مربوط می‌شود مدیریت می‌تواند با استفاده از سرمایه‌گذاران قدرتمند برای سرمایه‌گذاری در صنعت خوراک دام و طیور، شرکت در نمایشگاه‌های داخلی و بین‌المللی جهت عرضه محصولات، تولید محصولات دانش‌بنیان و متنوع در راستای رضایت‌مندی حداکثری مشتریان، تولید محصولات با کیفیت طبق استانداردهای جهانی بخشی از تأثیر این ریسک را بر صنعت دام و طیور کاهش دهد. همچنین مدیران واحدهای صنعتی به‌منظور کاهش ریسک خرید انحصاری مواد اولیه محصولات تولیدی خوراک دام و طیور می‌توانند مواد اولیه خود را از یک سامانه یکپارچه خریداری کنند تا با شفافیت کامل تخصیص مواد خریداری شده را ارزیابی کنند.

## نتیجه‌گیری

امروزه با افزایش پیچیدگی، سطح بی‌اطمینانی و ریسک موجود در زنجیره تأمین نیز افزایش می‌یابد. این ریسک‌ها می‌توانند برای سازمان‌ها هزینه‌آور باشند و سبب تأخیر در تحویل محصولات به مشتری و در نتیجه نارضایتی وی شوند. در این تحقیق با توجه به اهمیت ریسک تولید در زنجیره تأمین سلامت و نبود مدلی جامع در زمینه پیش‌بینی ریسک، به پیش‌بینی ریسک‌های واردشده در صنایع غذایی خوراک دام و طیور استان گلستان در شرایط عدم‌قطعیت پرداخته شده است. در این مقاله، یک مدل ترکیبی مبتنی بر رویکردهای منطق فازی، FMEA، F BWM و F DEMATEL برای ارزیابی ریسک پیشنهاد شده است. با به‌کارگیری مفاهیم فازی، تصمیم‌گیرندگان قادر خواهند بود تا عبارت‌های کلامی را به‌صورت واژگان زبانی به‌کار برند و تحلیل‌های مناسب‌تر و دقیق‌تری روی موضوع پژوهش اعمال کنند. رویکرد ارائه‌شده چندین مزیت دارد. واحدهای تولیدی صنایع غذایی می‌توانند ریسک‌های اصلی و زیرمعیارها را تشخیص دهند و بدون درنظر گرفتن روابط وابستگی متقابل در میان معیارها، چگونگی تأثیر آنها بر واحدهای تولیدی را بررسی کنند. علاوه بر این، موارد دیگری وجود دارد که براساس اطلاعات روش دیمتل فازی حاصل شده است. این روش تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم را برای فهم روابط علّی و معلولی در میان معیارها اعمال خواهد کرد.

نتایج این تحقیق می‌تواند به یک عملکرد بهتر و صحیح‌تر در مدیریت و کنترل ریسک منجر شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش ریسک‌های پرخطر تا کم‌خطر به‌ترتیب اولویت از ۱ تا ۲۴ رتبه‌بندی شده‌اند که ریسک شیوع بیماری کرونا رتبه اول را به خود اختصاص داده است که پرخطرترین ریسک می‌باشد. همچنین، ریسک تحریم، ریسک خرید انحصاری و ریسک دریافت مطالبات معقوقه به‌ترتیب رتبه‌های دوم تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند که در قسمت پیشنهادهای مدیریتی، راهکارهایی برای کاهش این ریسک‌ها ارائه شده است. در تحقیقات آتی، پژوهشگران علاقمند به این حوزه می‌توانند موارد زیر را به‌عنوان پژوهش‌های آتی بررسی کنند:

- از سایر روش‌های وزن‌دهی مانند روش برنامه‌ریزی آرمانی خطی فازی، برنامه‌ریزی ترجیحات لگاریتمی فازی و همچنین از روش‌های رتبه‌بندی مانند کوپراس فازی[1] استفاده شود.
- ریسک‌ها برمبنای روش‌های دیگر مانند رویکردهای قیاسی، رویکردهای اکتشافی و رویکردهای تحلیلی در پروژه‌ها شناسایی شود.

[1] Fuzzy COPRAS

- با افزایش تعداد شاخص‌ها حجم محاسبات افزایش پیدا می‌کند و ارائه یک روش ابتکاری یا فراابتکاری به‌منظور کاهش محاسبات برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.
- ارائه یک مدل مناسب به‌منظور ارزیابی و انتخاب اقدام‌های پاسخ به ریسک‌ها می‌تواند در پژوهش‌های آینده ارائه گردد.

## References


[1] Fan, M., Lin, N-P., & Sheu, C. (2008). Choosing a project risk-handling strategy: An analytical model. *International Journal of Production Economics*, *112*(2), 700-713. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.06.006

[2] Usuda, K., Ueno, T., Ito, Y., Dote, T., Yokoyama, H., Kono, K., & Tamaki, J. (2016). Risk Assessment Study of Fluoride Salts: Probability-Impact Matrix of Renal and Hepatic Toxicity Markers. *Biological Trace Element Research*, *173*(1), 154-160. https://doi.org/10.1007/s12011-016-0644-0

[3] Imran, M., Kang, C., & Babar Ramzan, M. (2018). Medicine supply chain model for an integrated healthcare system with uncertain product complaints. *Journal of Manufacturing Systems*, *46*, 13-28. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.10.006

[4] Nasrollahi Boroujeni, S. (2022). Immune evaluation of transgenic feed in the livestock and poultry industry. *Iranian journal of plant and biotechnology*, *16*(4), 1-10. https://biology.garmsar.iau.ir/article_689919.html

[5] Zaghari, M., Honarbakhsh, S., Charkhkar, S., & Safari-Asl, R. (2016). Determination of parameters for ranking the mortality risk in poultry production farms for poultry insurance. *Journal of Veterinary Research*, *71*(3), 335-350. https://doi.org/10.22059/jvr.2016.58741

[6] Rhouma, M., Lachapelle, V., Comeau, G., Quessy, S., Zanabria, R., Provost, F., Italiano, C., Holley, R., Smillie, J., Brockhoff, E., Bosch, M-L., Collins, S., Dumas, A., Chorfi, Y., Costa, M., Gaucher, M-L., & Racicot, M. (2021). Identification and selection of animal health and food safety-related risk factors to be included in the Canadian Food Inspection Agency's risk assessment model for livestock feed mills. *Food Control*, *121*, 107642. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107642

[7] Zhuang, Z., Wang, Q., Huang, S., NiñoSavala, A. G., Wan, Y., Li, H., Schweiger, A. H., Fangmeier, A., & Franzaring, J. (2023). Source-specific risk assessment for cadmium in wheat and maize: Towards an enrichment model for China. *Journal of Environmental Sciences*, *125*, 723-734. https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.02.024

[8] Fathi, F., & Ghorbanian, E. (2021). Risk Management of Iran's Corn Import. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *35*(2), 179-191. https://doi.org/10.22067/jead.2021.69209.1027

[9] Mithun Ali, S., Moktadir, M. A., Kabir, G., Chakma, J., Rumi, M. J. U., & Islam, M. T. (2019). Framework for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction. *Journal of Cleaner Production*, *228*, 786-800. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.322

[10] Fan, D., Mao, Y., Xu, L., & Wang, W. (2020). Effects of livestock and poultry breeding pollution on health risks: Evidence from a hog breeding case in rural China. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, *18*(4), 342-349. https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2021.04.008

[11] Rahimi, P., Islam, M. S., Duarte, P. M., Tazerji, S. S., Sobur, M. A., El Zowalaty, M. E., Ashour, H. M., & Rahman, M. T. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on food

production and animal health. *Trends in Food Science & Technology*, *121*, 105-113. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.003

[12] Grida, M., Mohamed, R., & Zaied, A. N. H. (2020). Evaluate the impact of COVID-19 prevention policies on supply chain aspects under uncertainty. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *8*, 100240. https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100240

[13] El Mokrini, A., Kafa, N., Dafaoui, E., El Mhamedi, A., & Berrado, A. (2016). Evaluating outsourcing risks in the pharmaceutical supply chain: Case of a multi-criteria combined fuzzy AHP-PROMETHEE approach. *International Federation of Automatic Control PapersOnLine*, *49*(28), 114-119. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.020

[14] Hamdan, B., & Diabat, A. (2020). Robust design of blood supply chains under risk of disruptions using Lagrangian relaxation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *134*, 101764. https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.08.005

[15] Wongnak, P., Wiratsudakul, A., & Nuanualsuwan, S. (2020). A risk assessment of pathogenic Streptococcus suis in pork supply chains and markets in Thailand. *Food Control*, *118*, 107432. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107432

[16] Manning, L., Birchmore, I., & Morris, W. (2020). Swans and elephants: A typology to capture the challenges of food supply chain risk assessment. *Trends in Food Science & Technology*, *106*, 288-297. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.007

[17] Kumar, A., Mangla, S. K., Kumar, P., & Song, M. (2021). Mitigate risks in perishable food supply chains: Learning from COVID-19. *Technological Forecasting and Social Change*, *166*(2), 120643. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120643

[18] Jiang, B., Li, J., & Shen, S. (2018). Supply Chain Risk Assessment and Control of Port Enterprises: Qingdao port as case study. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, *34*(3), 198-208. https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2018.09.003

[19] Wang, X., Chan, H. K., Yee, R. W. Y., & 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. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.03.021

[20] Fearne, A., Hornibrook, S., & Dedman, S. (2001). The management of perceived risk in the food supply chain: a comparative study of retailer-led beef quality assurance schemes in Germany and Italy. *The International Food and Agribusiness Management Review*, *4*(1), 19-36. https://doi.org/10.1016/S1096-7508(01)00068-4

[21] Wan, C., Yan, X., Zhang, D., Qu, Z., & Yang, Z. (2019). An advanced fuzzy Bayesian-based FMEA approach for assessing maritime supply chain risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *125*, 222-240. https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.03.011

[22] Soon, J. M., Davies, W. P., Chadd, S. A., & Baines, R. N. (2012). A Delphi-based approach to developing and validating a farm food safety risk assessment tool by experts. *Expert Systems with Applications*, *39*(9), 8325-8336. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.189

[23] Rajesh, R., & Ravi, V. (2015). Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey–DEMATEL approach. *Computers & Industrial Engineering*, *87*, 126-139. https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.04.028

[24] Anggrahini, D., Karningsih, P. D., & Sulistiyono, M. (2015). Managing Quality Risk in a Frozen Shrimp Supply Chain: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, *4*, 252-260. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.039

[25] Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, *104*, 375-390. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.01.001

[26] Schaefer, T., Udenio, M., Quinn, S., & Fransoo, J. C. (2019). Water risk assessment in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, *208*, 636-648. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.262

[27] Osorio Gómez, J. C., & España, K. T. (2020). Operational Risk Management in the Pharmaceutical Supply Chain Using Ontologies and Fuzzy QFD. *Procedia Manufacturing*, *51*(2003), 1673-1679. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.233

[28] Flanagan, S. (2015). 4 - Assessment and communication of allergen risks in the food chain. In S. Flanagan (Ed.), *Handbook of Food Allergen Detection and Control*. Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9781782420217.1.67

[29] Han, E., Kim, M. S., Kim, Y. S., & Kang, E. S. (2016). Risk assessment and management of post-transplant diabetes mellitus. *Metabolism*, *65*(10), 1559-1569. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2016.07.011

[30] Song, C., & Zhuang, J. (2017). Modeling a Government-Manufacturer-Farmer game for food supply chain risk management. *Food Control*, *78*(4), 443-455. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.047

[31] Paul, S., Kabir, G., Ali, S. M., & Zhang, G. (2020). Examining transportation disruption risk in supply chains: A case study from Bangladeshi pharmaceutical industry. *Research in Transportation Business & Management*, *37*, 100485. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100485

[32] Brosas, M. E., Kilantang, M. A., Li, N. B., Ocampo, L., Promentilla, M. A., & Yu, K. D. (2017). Novel approach for manufacturing supply chain risk analysis using fuzzy supply inoperability input-output model. *Manufacturing Letters*, *12*, 1-5. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2017.03.001

[33] Omidvari, M., Rafighi, Z., & Omidvari, S. (2021). A Conceptual Model for Identifying and Ranking Environmental Risks in Industrial Parks (A Case Study of Hashtgerd Industrial Estate). *Journal of Health and safety at Work*, *10*(4), 349-375. http://jhsw.tums.ac.ir/article-1-6412-en.html

[34] Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49-57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009

[35] Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, *121*, 23-31. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.01.010

[36] Ataei, M. (2016). *Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (M. Kaneshlo, Ed. 2 ed.). Shahrood University of Technology Publication. https://www.gisoom.com/book/11208081/

[37] Liou, J. J. H., Yen, L., & Tzeng, G-H. (2008). Building an effective safety management system for airlines. *Journal of Air Transport Management*, *14*(1), 20-26. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2007.10.002

[38] Hsu, C-W., Kuo, T-C., Chen, S-H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *56*, 164-172. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.012

[39] Olson, D. L., & Dash Wu, D. (2010). A review of enterprise risk management in supply chain. *Kybernetes*, *39*(5), 694-706. https://doi.org/10.1108/03684921011043198

[40] Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing Disruption Risks in Supply Chains. *Production and Operations Management*, *14*(1), 53-68. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2005.tb00009.x

[41] Harris, L. (1998). Barriers to market orientation: the view from the shopfloor. *Marketing Intelligence & Planning*, *16*(3), 221-228. https://doi.org/10.1108/02634509810217 336

[42] Feriozzi, F. (2011). Paying for observable luck. *The RAND Journal of Economics*, *42*(2), 387-415. https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2011.00138.x

[43] Qin, Y. (2011, April 15-19). *On Flexible Strategy for Operation Risk in Supply Chain*. 2011 Fourth International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, Kunming and Lijiang City, China. https://doi.org/10.1109/CSO.2011.184

[44] Ravallion, M., & Chen, S. (2007). China's (uneven) progress against poverty. *Journal of Development Economics*, *82*(1), 1-42. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2005.07. 003

[45] Tang, O., & Nurmaya Musa, S. (2011). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, *133*(1), 25-34. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.06.013

[46] Mustafa, M. A., & Al-Bahar, J. F. (1991). Project risk assessment using the analytic hierarchy process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *38*(1), 46-52. https://doi.org/10.1109/17.65759

[47] Karimi, A., & Bozarjomehri, S. (2013). Analyzing the Financing Barriers to Small and Medium Enterprises. *Journal of Entrepreneurship Development*, *6*(1), 125-144. https://doi.org/10.22059/jed.2013.36253

[48] Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation. In C. Boersch & R. Elschen (Eds.), *Das Summa Summarum des Management*. Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_22

[49] Micheli, G. J. L., Cagno, E., & Zorzini, M. (2008). Supply risk management vs supplier selection to manage the supply risk in the EPC supply chain. *Management Research News*, *31*(11), 846-866. https://doi.org/10.1108/01409170810913042

[50] Arip, M. A., Yee, L. S., & Abdul Karim, B. (2010). Export diversification and economic growth in Malaysia. *Munich Personal RePEc Archive*, 1-10. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/20588/

[51] Ben Hammouda, H., Karingi, S. N., Njuguna, A. E., & Sadni Jallab, M. (2010). Growth, productivity and diversification in Africa. *Journal of Productivity Analysis*, *33*(2), 125-146. https://doi.org/10.1007/s11123-009-0155-5

[52] Kumbhakar, S. C. (2002). Risk preference and productivity measurement under output price uncertainty. *Empirical Economics*, *27*(3), 461-472. https://doi.org/10.1007/s001810100 091

[53] Goh, M., Lim, J. Y. S., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, *182*(1), 164-173. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.028

[54] Neuenkirch, M., & Neumeier, F. (2015). Always affecting the wrong people? The impact of US sanctions on poverty. *University of Trier Research Papers in Economics*(3/15), 1-17. https://doi.org/10.2139/ssrn.2590259

[55] Ebrahimnejad, S., Mousavi, S. M., & Mojtahedi, S. M. H. (2008, September 21-24). *A model for risk evaluation in construction projects based on fuzzy MADM*. 2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, Bangkok, Thailand. https://doi.org/10.1109/ICMIT.2008.4654381

[56] Sofyalıoğlu, Ç., & Kartal, B. (2012). The Selection of Global Supply Chain Risk Management Strategies by Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process – A Case from Turkey. *Procedia*

- *Social and Behavioral Sciences*, *58*, 1448-1457. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1131

[57] Mueller, D. C. (1990). *The dynamics of company profits*. Cambridge University Press. https://econpapers.repec.org/bookchap/cupcbooks/9780521383721.html

[58] Bengtsson, M., Boter, H., & Vanyushyn, V. (2007). Integrating the Internet and Marketing Operations:A Study of Antecedents in Firms of Different Size. *International Small Business Journal*, *25*(1), 27-48. https://doi.org/10.1177/0266242607071780

[59] Sheth, J. N., & Sharma, A. (2005). International e-marketing: opportunities and issues. *International Marketing Review*, *22*(6), 611-622. https://doi.org/10.1108/02651330510630249

[60] Wiesner, R., & McDonald, J. (2001). The Human Side of Small and Medium Enterprises. *Journal of Management & Organization*, *7*(2), 58-69. https://doi.org/10.5172/jmo.2001.7.2.58

[61] Majumdar, D., Dutta, C., Mukherjee, A. K., & Sen, S. (2008). Source apportionment of VOCs at the petrol pumps in Kolkata, India; exposure of workers and assessment of associated health risk. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *13*(8), 524-530. https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.09.011

[62] Zander, J. E., King, P. M., & Ezenwa, B. N. (2004). Influence of flooring conditions on lower leg volume following prolonged standing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *34*(4), 279-288. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.04.014

[63] Harris, S. K., Herr-Zaya, K., Weinstein, Z., Whelton, K., Perfas, J. F., Castro-Donlan, C., Straus, J., Schoneman, K., Botticelli, M., & Levy, S. (2012). Results of a Statewide Survey of Adolescent Substance Use Screening Rates and Practices in Primary Care. *Substance Abuse*, *33*(4), 321-326. https://doi.org/10.1080/08897077.2011.645950

[64] Falaki, S., Akbari, H., Derakhshan, M., Hannani, M., & Motalebi Kashani, M. (2016). Prevalence and postural risk factors associated with musculoskeletal disorders among medical laboratory personnel in Kashan 2012. *Iran Occupational Health Journal*, *12*(6), 58-68. http://ioh.iums.ac.ir/article-1-1436-en.html

[65] Nasiry Zarrin Ghabaee, D., Haresabadi, M., Bagheri Nesami, M., & Talebpour Amiri, F. (2016). Work-Related Musculoskeletal Disorders and Their Relationships with the Quality of Life in Nurses. *Journal of Ergonomics*, *4*(1), 39-46. https://doi.org/10.21859/joe-04015

[66] Janwantanakul, P., Pensri, P., Moolkay, P., & Jiamjarasrangsi, W. (2011). Development of a risk score for low back pain in office workers - a cross-sectional study. *Bio Med Central Musculoskeletal Disorders*, *12*(1), 23. https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-23

[67] Busch-Vishniac, I. J., West, J. E., Barnhill, C., Hunter, T., Orellana, D., & Chivukula, R. (2005). Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *118*(6), 3629-3645. https://doi.org/10.1121/1.2118327