

Modeling Automotive Supply Chain Risks over Time Horizon: Hybrid of Nonlinear Bayesian Averaging Models and Panel Time-Variable Parameters

Sima Zeinalpour 

PhD student, Department of Industrial Management, of Faculty of Management, C.T.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Saeed Yaghoubi * 

Associate Professor, Department of Logistics and Supply Chain Engineering, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Tahmoures Sohrabi 

Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, C.T.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

The high accuracy difference of nonlinear Bayesian averaging models compared to classical models indicates the failure of classical models. Classical models do not have the ability to determine the optimal model and always follow a predetermined pattern. Accordingly, to improve this gap, a hybrid of nonlinear Bayesian averaging models and panel time-varying parameters has been used to model the risk of the automotive industry. The time period of the present study was from 2011 to 2023, and in this study, information from 57 companies active in the automotive industry on the Tehran Stock Exchange was used. 119 risks affecting the automotive industry supply chain were identified. Based on nonlinear Bayesian averaging approaches, 15 unsystematic risk indicators and 13 systematic risks were identified as the most important risks to the supply chain. After identifying the factors, an attempt was made to examine these factors over time in the automotive industry supply chain based on the TVP-PFAVR approach. Given that the significant proportion of systematic risk in the supply chain is higher

* Corresponding Author: yaghoubi@iust.ac.ir

Received: Original Research

Review

Accepted:

eISSN: 2476-5988 ISSN: 2251-8037

than unsystematic risk, the stability of the economic and business environment, good governance, and political environment should be on the agenda over management stability. In fact, stabilization policies in the form of demand-side policies, including monetary-fiscal policies, should be included in the Central Bank's mandate to reduce the economic-financial risks of the automotive industry supply chain. Given the significance of financing constraint indicators in creating systematic risk, ranking automotive industry companies is strongly recommended to optimally allocate financial resources to these companies.

Keywords: Supply Chain, Systematic and Unsystematic Risk; Automotive Industry, Bayesian Approach, Panel Time Variable Parameter.

Introduction

Today, uncertainty is increasing and change is occurring rapidly, disruptions are imminent. All markets and industries may experience different types of disruption. Supply chain disruptions are unplanned events that may occur and affect the normal (or expected) flow of materials (Ghadir et al., 2022). These disruptions may occur at one level of a supply chain and quickly spread throughout the entire supply chain or even other supply chains (Rezaei-Vandchali et al. 2020). The critical effects of disruptions on the performance of supply chains prompt researchers to focus on the management of supply chain disruptions and identify a wide range of risks (Sharma, 2021).

In this regard, supply chains have realized that in order to have a competitive advantage in the long term, they should improve their abilities to respond and reduce a wide range of supply chain risks (Barianis et al., 2019). Therefore, the identification of supply chain risks increasingly attracts the attention of academics and professionals in industry. Because identifying, evaluating, reducing and monitoring possible disruptions in the supply chain lead to reducing the negative impact of risk events in supply chain operations (Munir 2020; Yang et al. 2021).

The automobile industry is one of the important challenges of the national economy and its proper performance can lead to sustainable economic development. In fact, among the country's industries, the

automobile industry is known as the primary industry, and due to the issue of sanctions, its supply chain is facing crises and various risks as a result. Considering these issues, the need to design a supply chain risk management system that is in harmony with the characteristics of this industry is felt more than ever.

Methods

This research is in the field of analytical applied research. In this article, in order to determine the factors affecting the supply chain, systematic factors and non-systematic factors affecting the supply chain are obtained. A complete list of variables affecting systematic and non-systematic risks affecting automotive industries in Tehran Stock Exchange is provided for calculation in estimation models. In this research, the information of 57 companies in the automotive and parts manufacturing industry, active in this industry, has been used. Considering that the types of risks affecting the supply chain of the automobile industry will affect the activities and financial ratios of the company, this article identifies the important economical risks. Unlike the previous researches that generally used survey tools, in the current paper, real information from these companies are used.

Results

Based on theoretical and empirical bases, 119 risks are identified in the form of non-systematic risks and systematic risks. After identifying the factors, an attempt was made to examine these factors over time in the automotive industry supply chain based on the TVP-PFAVR approach. In this article, based on nonlinear Bayesian averaging approaches, 15 unsystematic risk indicators and 13 systematic risks were identified as the most important risks to the supply chain.

Conclusion

The purpose of the current research was to present a model for the supply chain risks of automotive industries in Tehran Stock Exchange using approaches based on Bayesian averaging. The period of the current research was 2011 to 2023. In this research, the information of 57 companies active in the field of automobile industry in Tehran Stock Exchange has been used. In order to determine the optimal model, Bayesian averaging and weighted least squares have been used. Out of 119 risks, based on nonlinear Bayesian averaging approaches, 15

unsystematic risk indicators and 13 systematic risks were identified as the most important risks to the supply chain.

آماده انتشار



مدل‌سازی ریسک‌های زنجیره تأمین صنایع خودرویی در افق زمان: ترکیب مدل‌های میانگین‌گیری بیزین غیرخطی و پارامتر متغیر زمان پائلی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی،
دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سیمای زینال پور 

دانشیار گروه مهندسی لجستیک و زنجیره تأمین، دانشکده
مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران،
(نویسنده مسئول)

سعید یعقوبی  *

استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد
اسلامی، تهران، ایران

طهمورث سهرابی 

چکیده

تفاوت دقت بالای مدل‌های میانگین‌گیری بیزین غیرخطی، نسبت به مدل‌های کلاسیک نشان‌دهنده شکست مدل‌های کلاسیک است. مدل‌های کلاسیک توانایی لازم جهت تعیین مدل بهینه را ندارند و همواره از یک الگوی از پیش تعیین شده پیروی می‌نمایند. بر این اساس جهت ارتقای این شکاف از هیبرید مدل‌های میانگین‌گیری بیزین غیرخطی و پارامتر متغیر زمان پائلی جهت مدل‌سازی ریسک صنعت خودرو بهره گرفته شده است. بازه زمانی تحقیق حاضر از سال 1390 تا 1402 بوده و در این تحقیق از اطلاعات 57 شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. 119 ریسک موثر بر زنجیره تأمین صنعت خودرو شناسایی شد. بر اساس رویکردهای میانگین‌گیری بیزین غیرخطی 15 شاخص ریسک غیرسیستماتیک و 13 ریسک سیستماتیک، بر زنجیره تأمین به عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها شناسایی شدند. پس از شناسایی عوامل اقدام به بررسی این عوامل در طی زمان بر زنجیره تأمین صنایع خودرویی بر اساس رویکرد TVP-PFAVR پرداخته شد. با عنایت به این‌که نسبت معناداری ریسک سیستماتیک بر زنجیره تأمین از ریسک غیرسیستماتیک بالاتر است، ثبات فضای اقتصادی و کسب و کار، حکمرانی خوب و فضای سیاسی نسبت به ثبات مدیریتی می‌بایست در دستور کار قرار بگیرد. درحقیقت، سیاست‌های تثبیتی در قالب سیاست‌های سمت تقاضا شامل سیاست‌های پولی-مالی، بهتر است در جهت کاهش ریسک‌های اقتصادی-مالی زنجیره تأمین صنعت خودرو

* نویسنده مسئول: yaghoubi@iust.ac.ir

قرار بگیرد. همچنین، با عنایت به معناداری شاخصهای محدودیت تأمین مالی در ایجاد ریسک سیستماتیک، رتبه‌بندی شرکتهای صنعت خودرو جهت تخصیص بهینه منابع مالی به این شرکتهای اکیداً توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: زنجیره تأمین؛ ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک؛ صنعت خودرو، رویکرد بیزین، پارامتر متغیر زمان پانلی.

آماده انتشار

مقدمه

با پیچیده شدن فعالیت‌ها در سطح جهانی نااطمینانی در تمامی ابعاد بازارها و صنایع غیرقابل اجتناب بوده و این امر موجبات ایجاد اختلال در زنجیره تأمین می‌گردد (رضایی و همکاران، 2020). جهت کاهش این اختلالات شناسایی عوامل ایجاد کننده آن اهمیت می‌یابد (شارما¹، 2021). مدیریت این ریسک‌ها موجب ایجاد مزیت رقابتی و بهبود فرآیندهای انجام فعالیت می‌گردد (باریانیس² و همکاران 2019؛ منیر³ 2020؛ یانگ و همکاران⁴ 2021). صنعت خودرو، ستون یک اقتصاد تلقی می‌گردد (هوانگ⁵ و همکاران، 2023). صنعت خودرو یکی از مهم‌ترین صنایعی است که سرمایه داخلی و خارجی را برای افزایش تولید ناخالص داخلی (GDP) جذب می‌کند. کشورهای در حال توسعه عموماً فاقد فناوری‌های پیشرفته تولیدی هستند و به جای عملیات ساخت، بر مونتاژ خودرو متکی هستند. این امر منجر به رشد آهسته کلی و وابستگی بیشتر به محصولات وارداتی می‌گردد (حق⁶ و همکاران، 2021). سرمایه‌گذاری در صنعت خودرو در کشورهای در حال توسعه نیز با خطرات زیادی همراه است. صنعت خودرو به عنوان یک سیستم حمایتی حیاتی برای اقتصاد کشورهای صنعتی عمل می‌کند؛ اما این سیستم حیاتی در کشورهای در حال توسعه دیده نمی‌شود؛ با وجود اهمیت این صنعت، اکثر کشورهای در حال توسعه به دلایل مختلف با ریسک‌های متعددی در این حوزه روبرو هستند (فاروق⁷ و همکاران، 2024). سازمان‌ها تنها زمانی می‌توانند استراتژی‌های کاهش

1 Sharma

2 Baryannis et al.,

3 Munir et al.,

4 Yang et al.,

5 Huang

6 Haq

7 Farooq

ریسک خود را برنامه‌ریزی کنند که همه ریسک‌ها بر اساس احتمال و تأثیر آن‌ها شناسایی و طبقه‌بندی شوند. در یک کشور در حال توسعه با تأکید بر عملیات مونتاژ خودرو، خطرات با کشورهای که صنعت خودروسازی قوی دارند، متفاوت است. شرکت‌ها عموماً از فناوری قدیمی استفاده می‌کنند، بنابراین ظرفیت تولید تجهیزات دقیق را ندارند و در نتیجه زمان و هزینه تولید طولانی‌تر می‌شود. صنعت خودروسازی پاکستان طی چند دهه گذشته شاهد بالا و پایین‌هایی بوده است، اما به طور کلی، این بخش به دلیل سیاست‌های ضعیف و سهل‌انگاری تصمیم‌گیرندگان آسیب دیده است. شناسایی ریسک اولین گام در فرآیند ارزیابی ریسک است (سازمان جهانی استاندارد¹، 2019) صنعت خودروسازی باید خطرات را شناسایی کند تا راهبردهای مناسبی برای مقابله با آن‌ها ایجاد شود. تکنیک‌های ارزیابی ریسک شامل هر دو روش کیفی و کمی است.

مدل‌های مختلفی مانند تجزیه و تحلیل شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین استفاده شده‌اند؛ درخت خطا (یزدی 2017؛ ژانگ و همکاران 2015)، تجزیه و تحلیل شکست (لیو و ژو و ماروسک و نووتنی، 2014)، روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (پو و ایل‌بهار و ژانگ و همکاران، 2018) احتمال و اثر ریسک (زارع مهرجردی و دهقان باشی 2013؛ گلگچی و پونومارو 2013)؛ مونت کارلو (فاروق و همکاران، 2024)، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ANP (طالبی و آبرون و جعفری و قزلباش 1394؛ دهاشت و همکاران 2017؛ دینگ و همکاران 2015)؛ تاپسیس (باترینات و همکاران، 2021) از جمله این روش‌ها هستند. در کنار تعداد در رویکردهای محاسبه ریسک، تعداد بالایی در تفکیک انواع ریسک‌ها مشاهده می‌گردد. چوپرا و سودهی (2004)، ریسک‌ها را در نه دسته شکست‌ها، تأخیرها، سیستم‌ها، پیش‌بینی، دارایی‌های ذهنی، تهیه، دریافت‌کردنی، موجودی و ظرفیت طبقه‌بندی نموده‌اند. لیو و همکاران (2009) در شش دسته تأمین، تولید، تقاضا، لجستیک، ریسک با عوامل طبیعی

¹ International Organization for Standardization

کنترل‌ناپذیر و ریسک‌های اجتماعی کنترل‌ناپذیر اقدام به دسته‌بندی ریسک‌ها کرده‌اند

معین‌زاده و فتاحی‌ها (2009)؛ ریسک‌ها را در پنج دسته تأمین، تقاضا، فرآیند، کنترل و محیطی، یا تأمین، تقاضا، فرآیند، برنامه‌ریزی، کنترل و ریسک محیطی قرار داده‌اند. منوج و منتزر (2008)، ریسک‌ها را در قالب چهار دسته تأمین، تقاضا، عملیاتی و ایمنی قرار داده‌اند. کلیندورفر و سعد (2005) این ریسک‌ها را در 4 حوزه تأمین، تقاضا، شکست‌ها و حوادث طبیعی تقسیم‌بندی کرده‌اند. برخی دیگر، ریسک‌ها را در سه دسته انحرافات، شکست‌ها و حوادث یا سه دسته تأمین، تقاضا و ریسک‌های فاجعه‌آمیز (واگنر و بود، 200s)، یا تأمین، تقاضا و ریسک‌هایی که موجب افزایش هزینه می‌شود (اوک و گاپالاکریشان، 2009) و یا در دو دسته تأمین و تقاضا، ارائه کرده‌اند. این تعدد رویکرد در منشأهای ایجادکننده ریسک‌ها نیز مشاهده می‌گردد.

برخی محققان سیاست‌های ناسازگار دولت را عامل منشأ ریسک‌ها می‌دانند (جمال 2021؛ فاروق و همکاران 2024، جباری و همکاران 1405)؛ برخی نرخ ارز (فاروق و همکاران 2024؛ چودری 2021؛ خان 2021، جباری و همکاران 1405)؛ برخی مالیات زیاد و تنوع مالیاتی (فاروق و همکاران 2024؛ ناواز 2023؛ چودری 2021؛ باری و مختار 201s)؛ برخی هزینه تمام شده بالا نسبت به سایر کشورها (خان 2021؛ ژنگ و همکاران 2024)؛ شرایط نامطلوب فضای کسب و کار (جمال 2021؛ چودری 2021؛ خان 2021؛ بایگ 2021)؛ ثبات سیاسی (فاروق و همکاران 2024)؛ انحصار در تولید (جمال 2021؛ مصطفی و همکاران 2018)؛ مسائل عرضه و تقاضا (چودری، 2021)؛ کمبود نیروی انسانی ماهر (جمال 2021؛ چودری 2021)؛ برندسازی ضعیف (بایگ، 2021)؛ کاهش پایین قیمتی بازار (جمال 2021)؛ COVID-19 (خان 2021؛ چودری 2021).

با توجه به توضیحات فوق مشاهده می‌گردد تنوع بسیار بالایی در منشأ ریسک‌ها، دسته بندی آن‌ها و رویکرد شناسایی و محاسبه آن‌ها وجود دارد که این امر خود ناشی از پیچیده بودن این

مسئله است. وجه مشترکی که در اکثریت رویکردهای فوق وجود دارد این است که محققان به صورت سیلقه‌ای اقدام به تعیین متغیرهای اثرگذار بر ریسک صنعت خودرو نموده‌اند. در حالیکه در هر کشور با توجه به شرایط آن کشور باید اقدام به مدلسازی ریسک گردد. با توجه به ساختار اقتصادی ایران و موقعیت استراتژیک دولت در آن، صنعت خودروسازی کشور مشکلات زیادی دارد. از جمله این مشکلات می‌توان به اعمال تحریم‌های یک جانبه برای کشور، بروز مازاد تقاضا در بازار خودرو، وجود انحصارات چند جانبه در بین تولیدکنندگان، مشکلات در روند قیمت‌گذاری خودرو، عدم مطالعه و آشنایی مصرف‌کنندگان با حقوق مشتری و... اشاره کرد (امین پور و همکاران، 2023). این عدم توازن‌ها در بازار خودرو موجب افزایش ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک در این صنعت شده است؛ این امر لزوم شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های موثر بر صنعت خودرو را ضروری کرده است.

در میان صنایع کشور، صنعت خودروسازی به عنوان یکی از صنایع مادر با داشتن زنجیره تأمین چند لایه‌ای و پیچیده، همواره متأثر از تحریم‌ها بوده و با بحران‌ها و به تبع آن ریسک‌های گوناگونی در زنجیره خود روبرو است. با در نظر گرفتن این مسائل، لزوم طراحی یک نظام مدیریت ریسک زنجیره تأمین که با ویژگی‌های این صنعت هماهنگی داشته باشد، بیش از پیش احساس می‌شود. اغلب روش‌های ذکر شده تنها زمانی کاربرد دارند که تعداد ریسک‌ها اندک بوده و مقایسه زوجی میان آن‌ها نیز امکان‌پذیر و در نتیجه ناسازگاری در قضاوت‌ها اندک باشد؛ اما هنگامی که تعداد ریسک‌های شناسایی شده زیاد باشد که اغلب در زنجیره تأمین صنعت خودرو اینگونه است، آنگاه یک ریسک در صورت هم‌حضور با ریسک یا ریسک‌های دیگر، بحرانی تلقی می‌شود؛ بنابراین در این مقاله یک رویکرد تحلیل میانگین‌گیری بیزین جهت مدیریت ریسک‌ها و شبکه ارتباطی میان آن‌ها ارائه شده است. این رویکرد، به دلیل حفظ درجه آزادی، امکان در نظر گرفتن تعداد زیادی از ریسک‌ها را بدون نگرانی از بروز پدیده هم‌خطی فراهم می‌سازد. در مقابل، مدل‌های اقتصادسنجی سنتی معمولاً

با دو چالش اساسی مواجه‌اند: محدودیت در تعداد متغیرهای قابل استفاده و حساسیت بالا نسبت به هم‌خطی میان آن‌ها. اول، شناسایی مدل صحیح و دوم، مدلی که بتواند پیش‌بینی درستی از ریسک‌ها را ارائه نماید. روش بیزین، هر دو چالش را هم‌زمان برطرف می‌نماید. در حقیقت، از مدل‌های 'BMA'، 'DMA'، 'TVP'، 'WALS'، 'TVP-DMS' جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک موثر بر زنجیره تأمین صنعت خودرو استفاده شده است. مسئله دوم تحقیق حاضر لحاظ نمودن فرض غیر واقعی ثابت بودن پارامتر در طول زمان است؛ چراکه در عمل ضرایب برای دوره‌های زمانی مختلف در سطح شرکت‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشند و عدم توجه به این موضوع مهم می‌تواند به نتایج نادرست اقتصادی منجر گردد در شرایط شکست‌های ساختاری و تغییرات سیکلی در سری‌های زمانی که ویژگی اصلی سری‌های زمانی اقتصادی و مالی در بازارهای مالی است مدل‌های متداول توانایی کافی برای محاسبه پارامترها را ندارند در این شرایط مدل‌های پارامتر متغیر طی زمان پانلی با تخمین ضرایب متغیر در طول زمان امکان مدل‌سازی واقعیت‌های فوق را فراهم می‌کند بر این اساس جهت رفع این مشکل در تحقیق حاضر از روش TVP-PFAVAR استفاده گردیده است و از این جنبه مدل جدیدی در مطالعات تجربی این حوزه به شمار می‌رود. در همین راستا، اطلاعات 57 شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی 1390 تا 1402، به کارگیری شده است. با توجه به مطالب ارائه شده، نوآوری مقاله را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود:

1 Bayesian Modling Average

2 Dynamic Modling Average

3 Time Variable Paramerter

4 Weighted Averaging Least Square

5 Time Variable Paramerter-Dynamic Modeling Select

- ارائه رویکردهای مبتنی بر میانگین‌گیری بیزین برای شناسایی ریسکهای مالی-اقتصادی در زنجیره تامین خودرو
- ارائه روشهای ترکیبی BMA، DMA، TVP، WALs، TVP-DMS جهت شناسایی مهم‌ترین ریسکهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک اقتصادی-مالی موثر بر زنجیره تامین صنعت خودرو
- پیاده سازی مدل‌های ارائه شده در صنعت خودرو سازی ایران

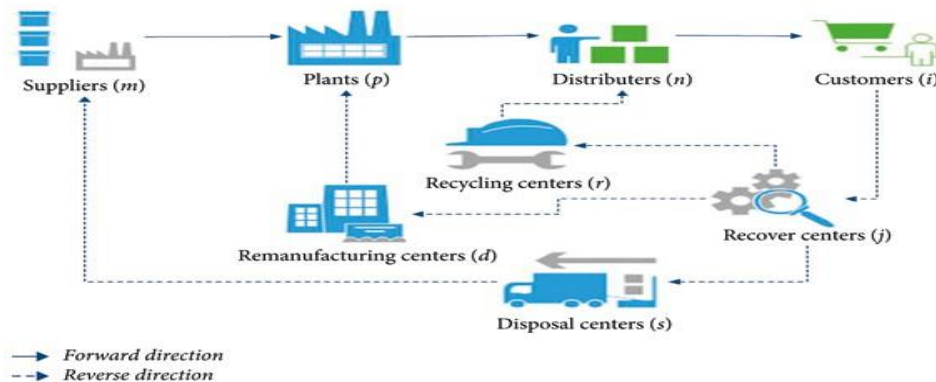
2- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

به عنوان یک صنعت مادر در اقتصاد ملی، امروزه در کشورهای مختلف صنعت خودرو به یک صنعت پیشرو و استراتژیک تبدیل شده است (جنید¹ و همکاران 2020؛ دیاس² و همکاران 2020). زنجیره تامین شرکت‌های خودروسازی شامل پیوندهای تولیدی مانند تامین مواد اولیه، ساخت قطعات، تولید خودرو و مونتاژ است و به طور مشترک وظایف مختلفی را در کل چرخه عمر محصولات خودرویی مانند تهیه، تولید، فروش و خدمات ارائه می‌کنند (زیممر³ و همکاران، 2017). در صنعت خودروسازی، قطعه‌سازی و تامین قطعات در زنجیره تامین متفاوت است. با افزایش پیچیدگی پیوندهای فنی و تولیدی زنجیره کالای خودرو، به سختی می‌توان شاهد عملکرد عادی زنجیره تامین خودرو بود (هوانگ و همکاران، 2023). یک نمای کلی از زنجیره تامین صنعت خودرو در نمودار (1)، ارائه شده است.

1 Junaaid

2 Dias

3 Zimmer



نمودار 1- زنجیره تأمین در صنعت خودرو

مأخذ: جیوانی 2018

کالای خودرو یکی از زنجیره‌های ارزش کالایی معمولی تولیدکننده است، هر خودرو حدود 30000 قطعه دارد. در صنعت خودروسازی، قطعه‌سازی و تأمین قطعات در زنجیره تأمین متفاوت است. برای اجزای پیچیده، روابط تأمین پیچیده‌ای بین شرکت‌های قطعات مختلف و شرکت‌های مختلف خودرو وجود دارد. برای محصولات قطعات خودرو، زنجیره تأمین آن تحت یک سیستم درجه بندی دقیق اداره می‌شود و تأمین‌کنندگان آن به یک، دو و سه تقسیم می‌شوند و ساختاری هرمی از تقسیم کار چند سطحی را تشکیل می‌دهند. تأمین‌کنندگان سطوح مختلف موقعیت‌های متفاوتی در زنجیره تأمین شرکت‌های خودروسازی دارند و توانایی‌های مقاومت در برابر ریسک متفاوتی دارند (هوانگ و همکاران، 2023).

با توجه به زنجیره تأمین ترسیم شده ریسک‌های متعددی بر آن متصور است (کانو اولیوس¹ و همکاران 2022). از جمله این ریسک‌ها می‌توان به ریسک خارجی که شامل ریسک‌های

¹ Cano-Olivos

سیستماتیک هستند (وو¹ و همکاران 200s؛ گاودنزی، و بورگسی² 200s؛ سمودی³ و همکاران 2013؛ کلارک⁴ 2012)؛ ریسک زمانی⁵ به تأخیر در فعالیت‌های زنجیره تأمین اشاره دارد (کتیکیدیس⁶ و همکاران 201s؛ آنگولو⁷ و همکاران 2004؛ برنانکه⁸ و همکاران 1981؛ آیینو⁹ و همکاران 2012)؛ ریسک اطلاعات¹⁰ اشاره به تحریف اطلاعات و نشت اطلاعات در زنجیره تأمین دارد (چوپرا¹¹ و همکاران 2014؛ هندفیلد¹² و همکاران 2013؛ توممالا¹³ و همکاران 2011؛ لی¹⁴ و همکاران 1997)؛ ریسک مالی¹⁵ شامل تورم، نرخ بهره، نوسانات ارز است (منوج¹⁶ و همکاران 2018؛ ترکمان¹⁷ و همکاران 2009؛ هان¹⁸ و همکاران 2012)؛ ژي¹⁹

¹ Wu

² Gaudenzi & Borghesi

³ Samvedi

⁴ Clark

⁵ Time risk

⁶ Ketikidis

⁷ Angulo

⁸ Bernanke

⁹ Aibinu

¹⁰ Information Risk

¹¹ Chopra

¹² Handfield

¹³ Tummala

¹⁴ Lee

¹⁵ Financial Risk

¹⁶ Manuj

¹⁷ Trkman

¹⁸ Hahn

¹⁹ Zhi

1995؛ میرزایی و قندیل (2013)؛ ریسک عرضه¹؛ ریسک تأمین مربوط به فعالیت‌های بالادستی در زنجیره تأمین است (زیدیسین، الرام² 2013؛ زیدیسین، الرام 2014؛ کنیکیدیس و همکاران 201s؛ وو و اولسون³، 2010). ریسک عملیاتی⁴ به اختلالات زنجیره تأمین ناشی از مشکلات درون سازمان مانند تغییرات طراحی و تکنولوژیک، حوادث و اختلافات کاری (تونسل و آپلان⁵ 2010؛ وو و همکاران 200s؛ سمودی و همکاران 2013؛ ویلیامز⁶ و همکاران، 1995؛ دیوید⁷ 2000) اشاره دارد. در ادامه اقدام به ارائه تحقیقات داخلی و خارجی در راستای موضوع تحقیق پرداخته شده است

فاروق و همکاران (2024)؛ اقدام به شناسایی و اولویت بندی ریسک‌ها در صنعت خودرو با استفاده از رویکرد مبتنی بر مونت کارلو نمودند. در این مطالعه ریسک‌ها ابتدا با مرور ادبیات قبلی و انجام مصاحبه با سهامداران مختلف (فروشنندگان خودرو، مدیران و مشتریان) شناسایی شدند. سپس این مطالعه از رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو (MCS) استفاده نمود و ماتریس مواجهه با ریسک (بالا، متوسط یا کم) را برای صنعت خودروسازی پاکستان مورد بررسی قرار داد. یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش ارزش پول محلی در برابر ارز خارجی، ماهیت انحصاری رقابت و مقبولیت پایبشرکت‌های تازه وارد در بازار به دلیل تصویر محصولاتشان، بحرانی‌ترین خطراتی است که صنعت خودرو با آن مواجه است. چرونکووا و ایوانف⁸ (2023)، در بررسی زنجیره‌های تأمین صنعت خودرو بعد از بیماری کوید 19 بدین نتیجه دست یافتند که جهت

¹ Supply Risk

² Zsidisin & Ellram

³ Wu & Olson

⁴ Operational risk

⁵ Tuncel & Alpan

⁶ Williams

⁷ David

⁸ Chervenkova & Ivanov

بهبود وضعیت زنجیره تأمین در این صنعت در آینده لازم است اقدام به تطبیق زنجیره‌های تأمین و عملیات، بازاندیشی استراتژی منبع‌یابی و ایجاد شبکه‌های تأمین در هم تنیده و بهبود سازگاری، چابکی، انعطاف‌پذیری مورد توجه قرار. امین پور و همکاران (2023)، اقدام به طراحی یک مدل چند هدفه فازی از شبکه زنجیره تأمین لجستیک معکوس در صنعت خودرو با در نظر گرفتن کاهش انرژی و زمان پرداختند. استفاده مناسب از فرآیند پیشنهادی می‌تواند به مدیران کمک کند تا جریان محصولات بازیافتی را به طور موثر مدیریت کنند و این فرآیند یک مزیت رقابتی پایدار برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند و ریسک زنجیره تأمین را در این صنعت کاهش می‌دهد. کانو اولیووس¹ و همکاران (2022)، اقدام به حداقل رساندن اختلالات زنجیره تأمین تجارت خودرو در مکزیک نمودند. این تحقیق اساساً در 5 مرحله انجام شد: الف) نظرسنجی از تأمین‌کنندگان صنعت خودرو ب) شناسایی و طبقه‌بندی عوامل خطر در زنجیره تأمین خودرو ج) ارزیابی خطرات از طریق AHP د) اولویت‌بندی خطرات بر اساس اصل پارتو ه) برنامه‌ریزی اقدام برای به حداقل رساندن یا حذف عوامل خطر که عملیات زنجیره تأمین را مختل می‌کنند؛ همچنین، کیکماک و اونگان (2022)، اقدام به ارزیابی و تعیین استراتژی‌های کاهش ریسک مناسب برای ریسک‌های زنجیره تأمین خودرو پرداختند. در این تحقیق یک رویکرد ترکیبی دو مرحله‌ای اقتباس شده است. داده‌ها از 20 کارشناس زنجیره تأمین از 15 شرکت خودروسازی مختلف در ترکیه جمع‌آوری شدند. مصاحبه‌هایی با کارشناسان زنجیره تأمین برای شناسایی ریسک‌ها، استراتژی‌های کاهش ریسک و احتمالات انجام شد. سپس، یک مدل شبکه بیزی برای تعیین احتمال خطرات و استراتژی‌های کاهش ریسک ایجاد شد. تجزیه و تحلیل سناریو و حساسیت برای ارزیابی استحکام مدل انجام شد. از سوی دیگر، ریسک عملیاتی در رتبه آخر قرار دارد. همکاری و حمل و نقل انعطاف‌پذیر به عنوان موثرترین استراتژی کاهش خطر برای مقابله با خطرات زنجیره تأمین ظاهر شد.

¹ Cano-Olivos

معادي رودسري و همکاران (1402)، اقدام به آسیب‌شناسی صنعت خودروي کشور و ارائه راهکارهایی براي برون رفت آن ارائه نمودند. تحليل داده‌ها با استفاده از استراتژي نظريه داده‌بنیاد و رهیافت نظام مند اشتراوس و گرین با سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوري و کدگذاری انتخابی انجام و راهکارهاي توسعه صنعت خودرو و الزامات پياده‌سازي آن ارائه شد.

کردبچه و همکاران (1401)، به بررسی ریسک‌هاي هر مرحله از این فرآیند با تمرکز بر نظریه داده بنیاد و نظر 18 فرد خبره در صنعت خودروسازي ایران پرداختند. سپس جداول تأثیر ریسک‌ها مبتنی بر نقشه شناخت فازی بر مبنای داده‌هاي حاصل از پرسشنامه تکمیلی در صنایع خودروسازي ایران شکل گرفت. نتیجه حاصل از مطالعات و محاسبات صورت گرفته نشان دادند که نه تنها ریسک‌هاي خوشه‌بندی مشتریان، ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات و ریسک بخش‌بندی استاندارد مختص فرآیند توسعه خانواده محصول شناسایی گردیدند، بلکه خروجی مدل، نمایانگر ریسک‌هاي نیاز با احتمال (7,19%)، ریسک الزامات با احتمال (52,10%) و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات با احتمال (32,s%)، به عنوان ریسک‌هاي مسبب و دارای بالاترین احتمال شرطی بروز جنبه‌هاي منفی در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنعت خودرو ایران می‌باشند. فدایی و همکاران (1400)، اقدام به ارائه مدل مناسب به منظور مدیریت ریسک مالی در صنعت خودروسازي با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌اي فازی (ANP Fuzzy)، نمودند. در این پژوهش 13 متغیر از بین متغیرهاي شناسایی شده، مورد تأیید خبرگان و متخصصان قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش حاضر مدیران و متخصصان شرکت خودروسازي (ایران خودرو و سایپا)، می‌باشد. ابزار مورد استفاده در این پژوهش براي جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از طریق پرسشنامه و از نظرات خبرگان و کارشناسان صنعت خودروسازي استفاده شده است. جامعه خبرگان متشکل از 25 نفر خبره بوده و براي تجزیه و تحلیل داده‌ها از تکنیک ANP Fuzzy استفاده شده است و با تجزیه و تحلیل داده‌ها در

تکنیک Fuzzy ANP معلوم گردید که در بین 13 متغیر شناسایی شده اثرگذار بر ریسک مالی در صنعت خودروسازی، معیار ریسک نقدینگی است که بیشترین اثرگذار در بین ریسک مالی دارد و در رتبه اول و از بالاترین اولویت برخوردار است و زیرمعیار پیشبینی تقاضای بازار، تغییرات ساختاری در اقتصاد و رقابت پیچیده بازارهای داخلی به ترتیب از بالاترین اولویتها و اثرگذاری در کل سیستم را دارا می‌باشد. سوری و همکاران (1400)، اقدام به طراحی مدل مدیریت ریسک کیفی محیطی در زنجیره تأمین بر عملکرد مالی و کیفی شرکت ایران خودرو با رویکرد آمیخته و در دو فاز کیفی-کمی پرداختند. مرزوعی نصرآبادی (1402)، هم استفاده از تکنولوژی به روز، همکاری و تسهیلات پشتیبان را جهت انعطاف‌پذیری و مقابله با ریسک‌های موجود در زنجیره تأمین ارائه کرده است.

نگاهی به پیشینه پژوهش‌های مرتبط با مدیریت ریسک زنجیره تأمین نشان می‌دهد، گرچه مبانی نظری پژوهش در زمینه مدیریت ریسک زنجیره تأمین به صورت کلی با رشد رو به رو بوده است؛ اما شواهد اندکی از نمونه‌های عملی مدیریت ریسک زنجیره تأمین برای شرکت‌ها در صنعت خودروسازی مشاهده می‌شود. در سال‌های اخیر، کیکماک و اونگان (2022)، یک مدل شبکه بیزی برای تعیین احتمال خطرات و استراتژی‌های کاهش ریسک ایجاد نمودند و نتیجه‌گیری کردند که همکاری و حمل و نقل انعطاف‌پذیر به عنوان موثرترین استراتژی کاهش خطر برای مقابله با خطرات زنجیره تأمین ظاهر شده است. همانگونه که اشاره شد کردبچه و همکاران (1401) و معادی رودسری و همکاران (1402)، نیز به آسیب‌شناسی زنجیره تأمین خودرو و ریسک‌های مرتبط پرداختند؛ اما هیچ کدام از این تحقیقات از رویکردهای مبتنی بر میانگین‌گیری بیزین، که توانایی در نظر گرفتن تعداد بسیار زیادی ریسک را بدون نگرانی از وقوع پدیده هم‌خطی و از دست دادن درجه آزادی را دارد، در شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مالی و اقتصادی زنجیره تأمین صنعت خودرو در نظر نگرفته‌اند؛ بنابراین، به منظور پر کردن این شکاف، پژوهش حاضر به دنبال طراحی نظامی برای مدیریت ریسک‌های اقتصادی-مالی

زنجیره تأمین در صنعت خودروسازی با استفاده از رویکردهای مبتنی بر میانگین‌گیری بیزین می‌باشد. جهت فهم بهتر مقالات مرور شده، جدول (1) خلاصه‌ای از مقالات حوزه مدیریت ریسک در زنجیره تأمین را نشان می‌دهد.

جدول 1: خلاصه‌ای از مقالات حوزه مدیریت ریسک در زنجیره تأمین

نویسندگان	هدف اصلی ارائه مقاله
ماجومدار و همکاران (2022)	در این مطالعه دوازده ریسک و سیزده استراتژی کاهش، از طریق بررسی ادبیات و نظر کارشناسان شناسایی شده‌اند و از تکنیک فازی برای اولویت ریسکها با روش راه‌حلهای ایدهآل (تاپسیس فازی) تحت یک سناریوی تصمیم‌گیری گروهی برای اولویت‌بندی استراتژی‌ها اجرا شده است.
فنگ جیانینگ و همکاران (2021)	این مطالعه از شبکه عصبی برای ارزیابی ریسک زنجیره تأمین از منظر توسعه پایدار استفاده کرده و پیشنهادهای عملی برای پیشگیری از ریسک، عملیات پایدار و بهبود پایداری زنجیره تأمین انگور تازه ارائه می‌دهد.
کاتور و حیاتی (2024)	این مقاله ریسک‌هایی شامل بی‌اطلاعی درباره سلامت حیوانات، انتقال بیماری از گاو به انسان، آسیب فیزیکی، آلودگی جسم خارجی مانند شیشه، پلاستیک یا فلزی، باقیمانده دارو یا محتوای شیشمایی، آلودگی شیشمایی یا فلزات سنگین، ذخیره سازی غیر بهداشتی، بدون قابلیت ردیابی با منشاء حیوانی، اطلاعات غلط، نداشتن گواهی حلال، آلودگی متقاطع با گوشت غیر حلال در انبار یا حمل و نقل، آلودگی متقاطع تجهیزات مورد استفاده با نونهال محصولات، آلودگی با استفاده از تجهیزات غیر بهداشتی، استفاده از افزودنی‌های غذایی ناحلال و را به عنوان زنجیره تأمین غذایی احصاء کرده اند.
سیاگرتی و همکاران (2021)	از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر تحلیل نسبت ارزیابی وزنی گام‌به‌گام برای بررسی ریسک‌های مدیریت زنجیره تأمین زغال سنگ استفاده گردید و بر اساس روش دلفی، سیزده ریسک مدیریت ریسک زنجیره تأمین شناسایی و وزن نسبی هر ریسک محاسبه و اولویت‌بندی شدند.

نویسندگان	هدف اصلی ارائه مقاله
سیمونوف کوسی- ساریونگ و همکاران (2021)	با استفاده از روش دلفی اصلاح شده ریسکها زنجیره تأمین پایدار شناسایی و مجموعه‌ای نهایی از فهرست موانع انتخاب شد که به شش مانع اصلی و 33 مانع فرعی تقسیم بندی شد و از بهترین-بدترین روش برای ارزیابی و اولویت‌بندی ریسکها استفاده قرار شد.
گومزا و تورس اسپانا (2020)	این مطالعه برای شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین، از روش گسترش عملکرد کیفیت فازی برای اولویت‌بندی ریسکها، و نمودار علت و معلولی برای تعریف اقدامات معطوف به کاهش یا حذف ریسکها استفاده نموده است.
اکسین کای و همکاران (2020)	یک مدل ارزیابی ریسک زنجیره تأمین مالی بر اساس شبکه عصبی تکثیر برگشتی برای کشف عوامل موجود موثر بر ارزیابی ریسک زنجیره تأمین و ایجاد سیستم شاخص ارزیابی ریسک زنجیره تأمین ارائه شده است.
ویهوا لیو و همکاران (2020)	این پژوهش برای شناسایی و تجزیه و تحلیل عوامل ریسک کلیدی زنجیره اکولوژیک لجستیک هوشمند، از تحلیل شبکه اجتماعی بهره برده و یک سیستم ارزیابی ریسک بر اساس روش بهبودیافته تاپسیس ارائه نموده است.
تانجونگ و همکاران (2019)	این مطالعه از روش تحلیل بحرانی اثر حالت شکست برای تعیین اولویت‌های ریسکی استفاده کرده است. همچنین، برای ایجاد استراتژی‌هایی برای کاهش ریسک و اولویت‌بندی آنها از روش فرآیند شبکه تحلیلی بهره گرفته است.
دنگ و همکاران (2019)	یک مدل سه بعدی، برای پیچیدگی‌های انتشار ریسک در زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی شامل پیچیدگی‌های وابستگی بین گره‌ها و پیچیدگی‌های حالت‌ها و مسیرهای انتشار ریسک ارائه کرده است.

3-روش تحقیق

این پژوهش در قلمرو پژوهش‌های کاربردی بوده و از جهت هدف از نوع تحلیلی (به روش همبستگی)، می‌باشد. در حقیقت، جامعه این تحقیق کلیه شرکت‌های فعال در زمینه صنعت خودرو می‌باشد، که تعداد آنها برای فقط سه شرکت سایپو در ایران خودرو، بیش از 50s سازنده می‌باشد که قطعات ایران خودرو را تولید می‌کنند. در این تحقیق از اطلاعات 57

شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران به عنوان نمونه استفاده شده است. جهت شناسایی و تحلیل ریسک‌های اقتصادی-مالی در صنعت خودرو نیز از رویکرد میانگین‌گیری بیزین و حداقل مربعات وزنی، به عنوان ابزار بهره‌گرفته شده است. یعنی از تکنیک‌ها و مدل‌های 'BMA'، 'DMA'، 'TVP'، 'WALS'، 'TVP-DMS' جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک اقتصادی-مالی موثر بر این زنجیره استفاده شده است. لازم به توضیح است که در این مقاله، شاخص‌های مالی تعریف شده در بانک مرکزی به عنوان شاخص‌های ریسک تعریف شده و سپس این شاخص‌ها در جلسات حضوری با خبرگان صنعت خودرو بررسی و تأیید شده است. در حقیقت، عوامل اقتصادی-مالی موثر بر زنجیره تأمین عوامل سیستماتیک از اطلاعات بانک مرکزی (<https://www.cbi.ir>) و جهت استخراج عوامل غیرسیستماتیک موثر بر زنجیره تأمین، از سایت کدال (<https://codal.ir>) بهره‌گرفته شده است. مقیاس زمانی اطلاعات این 57 شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران نیز در بازه زمانی سال‌های 1390 تا 1402 می‌باشد. جهت انجام محاسبات هم از نرم افزار SPSS و MATLAB بهره‌گرفته شده است. جهت اعتبار سنجی نیز از آزمون‌های مر سوم آماری به اقتضای هر کدام از تکنیک‌های مذکور استفاده شده است. گفتنی است که متغیرهای مقاله نیز همان شناسایی و ارزیابی ریسک‌های اقتصادی-مالی موجود در صنعت خودرو است؛ بنابراین اطلاعاتی که در این مقاله استفاده شده است اطلاعات واقعی شرکت‌ها بوده و برخلاف اغلب مقالات که مبتنی بر نظرسنجی از خبرگان می‌باشد، این مقاله بر پایه داده واقعی و عملکرد شرکت‌ها پایه‌ریزی شده است. لیست کاملی از متغیرهای موثر بر ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک موثر بر صنایع خودرویی در بورس اوراق بهادار تهران و نحوه محاسبه در مدل‌های برآوردی در جدول (2)، ارائه شده است.

¹ Bayesian Modling Average

² Dynamic Modling Average

³ Time Variable Paramerter

⁴ Weighted Averaging Least Square

⁵ Time Variable Paramerter-Dynamic Modeling Select

جدول 2- ریسک‌های موثر بر صنایع خودرویی

شدت دارایی: از لگاریتم تقسیم کل دارایی‌های شرکت i در سال t بر درآمد فروش همان شرکت در سال t به دست می‌آید.	شرایط و متغیرهای اقتصادی شرکت (11 عامل)
شدت کارکنان: از لگاریتم تقسیم تعداد کارکنان شرکت i در سال t بر درآمد فروش همان شرکت در سال t به دست می‌آید. انتظار می‌رود بین شدت کارکنان شرکت و میزان چسبندگی هزینه در دوره‌های کاهش فروش، رابطه‌ای مثبت و معنادار برقرار باشد؛ ولی تمایل شرکت‌ها به جذب نیروهای موقت و قراردادی در سال‌های اخیر، هزینه تعدیل منابع در زمان کاهش، بکارگیری مجدد نیروها در زمان افزایش فروش و در نتیجه میزان چسبندگی هزینه را کاهش داده است.	
شدت کل بدهی‌ها: از لگاریتم تقسیم کل بدهی شرکت i در سال t بر درآمد فروش همان شرکت در سال t به دست می‌آید.	
نوسانات فروش (عدم اطمینان در تقاضا): انحراف استاندارد درآمد فروش (تقسیم بر کل دارایی‌ها) برای سال‌های $t-1$ تا $t-5$	
میانگین رشد فروش تاریخی: میانگین رشد فروش تاریخی برای سال‌های $t-5$ به $t-4$ ، $t-4$ به $t-3$ ، $t-3$ به $t-2$ و $t-2$ به $t-1$	
سرمایه فکری (شدت سرمایه‌گذاری نامشهود شرکت) ابتدا ارزش افزوده را از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم: $VA = OP + EC + D + A$ که در آن، VA: ارزش افزوده؛ OP: سود عملیاتی؛ EC: هزینه حقوق و دستمزد؛ D: استهلاک و A: استهلاک دارایی‌های نامشهود می‌باشد. سپس، سه جزء ارزش افزوده سرمایه فکری، شامل کارایی سرمایه انسانی، کارایی سرمایه ساختاری و کارایی سرمایه به کار گرفته شده را محاسبه می‌کنیم. $HC = \frac{VVA}{HC}$ که در آن، HC برابر است با کل هزینه‌های حقوق و دستمزد شرکت. $SC = \frac{SSSS}{VVA}$ کارایی سرمایه انسانی: $SC = VA - HC$ که در آن، SC برابر است با تفاضل ارزش افزوده و سرمایه انسانی (هزینه حقوق و دستمزد). $CE = \frac{VVA}{CE}$ کارایی سرمایه به کار گرفته شده: که در آن، CE برابر است با ارزش دفتری کل دارایی‌های شرکت منهای دارایی‌های نامشهود آن. در آخرین مرحله، ضریب ارزش افزوده سرمایه فکری را از جمع کارایی سرمایه انسانی (HCE)، کارایی سرمایه ساختاری (SCE) و کارایی سرمایه به کار گرفته شده (CEE) به دست خواهیم آورد. $VAIC = HCE + SCE + CEE$	

ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام: برابر است با ارزش بازار در پایان سال $t-1$ به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام در پایان سال $t-1$. کاهش فروش در سال قبل: متغیر دو وجهی است؛ اگر درآمد فروش در سال $t-1$ کمتر از فروش سال $t-2$ باشد برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر می‌شود. میزان تغییر در سطح فروش: متغیر دو وجهی است؛ در صورتی که تغییر در درآمد فروش بیشتر از 10 درصد باشد برابر یک و غیر این صورت برابر صفر می‌باشد. چرخه عمر شرکت: متغیر دو وجهی بر اساس روش الگوهای جریان نقدی دکینسون (2011) است؛ اگر شرکت در مراحل ظهور باشد برابر 1 و در غیر این صورت صفر خواهد بود. اعتبار تجاری: نسبت حساب‌های پرداختی به فروش شرکت i در سال t	
افق دید مدیر عامل: متغیر دو وجهی؛ برابر یک اگر سال جاری، سال تغییر و یا سال قبل از تغییر مدیر عامل باشد (افق دید کوتاه) و در غیر این صورت صفر است. دوره تصدی مدیر عامل: تعداد سال‌های حضور مدیر عامل در شرکت جریان نقد آزاد: جریان‌ات نقدی عملیاتی بعد از کسر سود تقسیمی عادی و ممتاز تقسیم بر کل دارایی‌ها اجتناب از زیان: متغیر دو وجهی؛ برابر یک است اگر نسبت سود خالص به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام در ابتدای سال، در فاصله‌ی بین صفر تا 0,01 باشد، در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد. اجتناب از کاهش سود: متغیر دو وجهی؛ برابر یک است اگر تغییرات در نسبت سود خالص سال جاری (در مقایسه با سال قبل) به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام در ابتدای سال، بین صفر تا 0,01 باشد، در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.	مشکل نمایندگی (ناشی از انگیزه قدرت طلبی و انگیزه رسیدن به هدف مدیر) (5 عامل)
محدودیت تأمین مالی داخلی: نسبت سود انباشته سال $t-1$ به کل دارایی‌ها در سال $t-1$ محدودیت تأمین مالی از طریق بدهی: نسبت جمع بدهی‌ها در سال $t-1$ به کل دارایی‌ها در سال $t-1$ محدودیت تأمین مالی از طریق سرمایه: نسبت حقوق صاحبان سهام سال $t-1$ به کل دارایی‌ها در سال $t-1$	محدودیت‌های تأمین مالی (3 عامل)
سود ناخالص به فروش سود عملیاتی به فروش سود قبل از بهره و مالیات به فروش مالیات بر درآمد پرداخت شده به سود عملیاتی سود خالص به سود ناخالص تغییر در سود خالص سود ناخالص به کل دارایی سود خالص به کل دارایی سود عملیاتی به کل دارایی سود انباشته به کل دارایی	نسبت‌های سودآوری (12 عامل)

سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام	
سود خالص به حقوق صاحبان سهام	
نسبت جاری: دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری	نسبت‌های نقدینگی (9 عامل)
نسبت آتی: (دارایی‌های جاری - موجودی‌ها) به بدهی‌های جاری	
موجودی‌ها به بدهی‌های جاری	
وجه نقد به بدهی‌های جاری	
جریان نقد عملیاتی به بدهی‌های جاری	
وجه نقد به کل بدهی‌ها	
جریان نقد عملیاتی به کل دارایی	
سرمایه در گردش به کل دارایی	
سرمایه در گردش به فروش	
کل بدهی به کل دارایی	نسبت‌های اهرمی (4 عامل)
حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها	
کل بدهی به حقوق صاحبان سهام	
دارایی‌های ثابت به بدهی‌های بلند مدت	
ساختار سرمایه 1: مجموع کل بدهی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت استقراری به مجموع دارایی‌ها	ساختار سرمایه (3 عامل)
ساختار سرمایه 2: مجموع کل بدهی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت استقراری به کل ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام	
ساختار سرمایه 3: مجموع بدهی‌های استقراری بلندمدت به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و بدهی‌های بلند مدت	
فروش به دارایی‌های ثابت	نسبت‌های فعالیت (10 عامل)
فروش به کل دارایی‌ها	
فروش به موجودی کالا	
فروش به حقوق صاحبان سهام	
فروش به کل بدهی	
حساب‌های دریافتی به فروش	
تغییر در فروش نقدی: برابر است با تغییر در فروش نقدی که از طریق فروش دوره‌ای جاری منهای تغییر در حساب‌های دریافتی محاسبه می‌شود.	
بهای تمام شده فروش به فروش	
گردش موجودی کالا: بهای تمام شده کالای فروش رفته تقسیم بر میانگین موجودی	

هزینه‌های عملیاتی به فروش: هزینه‌های عملیاتی شامل بهای تمام شده کالای فروش رفته و هزینه‌های فروش عمومی و اداری می‌باشد.	
اندازه شرکت: (لگاریتم طبیعی کل دارایی‌ها)	نسبت‌های ساختاری (10 عامل)
دارایی ثابت به کل دارایی‌ها	
دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها	
حساب‌های دریافتی به کل دارایی‌ها	
موجودی‌ها به کل دارایی‌ها	
وجه نقد به کل دارایی‌ها	
نسبت دارایی‌های نرم: $SoSSt_assets = \frac{Total\ Assets - PP\&E - Cash\ \&\ Short\ term\ Investments}{Total\ Assets}$	
موجودی‌ها به دارایی‌های جاری	
وجه نقد به دارایی‌های جاری	
بدهی‌های جاری به کل بدهی‌ها	
سود هر سهم: سود خالص شرکت (پس از کسر سود سهام ممتاز) تقسیم بر کل سهام عادی شرکت (به میلیون ریال)	نسبت‌های بازار سرمایه (4 عامل)
سود به قیمت: سود خالص تقسیم بر ارزش بازار حقوق صاحبان سهام	
ارزش دفتری به ارزش بازار: ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام تقسیم بر ارزش بازار حقوق صاحبان سهام	
انتشار اوراق بدهی یا مالکیت: یک متغیر دو وجهی است؛ به این ترتیب که اگر شرکتی در سال t اوراق بدهی یا مالکیت منتشر کرده باشد (تصویب مجمع فوق العاده)، عدد یک و در غیر این صورت صفر می‌باشد.	
تغییر در حساب‌های دریافتی: تغییر در حساب‌های دریافتی تقسیم بر میانگین کل دارایی‌ها	درصد تغییرات نسبت به سال قبل و اقلام تعهدی (3 عامل)
تغییر در موجودی کالا: تغییر در موجودی کالا به میانگین کل دارایی‌ها	
اقلام تعهدی تقسیم بر میانگین کل دارایی‌ها: اقلام تعهدی تقسیم بر میانگین کل دارایی‌ها. اقلام تعهدی، شامل مجموع تغییرات در اقلام تعهدی سرمایه در گردش (ΔWC)، تغییر در خالص دارایی‌های عملیاتی غیر جاری (ΔNCO) و تغییر در خالص دارایی‌های مالی (ΔFIN) می‌باشد. WC برابر است با دارایی‌های جاری بعد از کسر وجه نقد و سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت منهای تعهدات جاری بعد از کسر بدهی‌های جاری. NCO برابر است با کل دارایی‌ها بعد از کسر دارایی‌های جاری و سرمایه‌گذاری‌ها و پیش پرداخت‌ها منهای کل تعهدات بعد از کسر تعهدات جاری و بدهی‌های بلند مدت؛ همچنین، FIN برابر است با مجموع سرمایه‌گذاری‌های کوتاه مدت و بلند مدت منهای مجموع بدهی‌های بلند مدت و بدهی‌های جاری و سهام ممتاز.	
بحران مالی شرکت: نمره‌ی z پایین‌تر نشان دهنده‌ی شرایط مالی آشفته‌تر است. آلتمن (1968)؛ در بررسی‌های خود نشان داد که نمره‌ی z کمتر از 1,8 نشان دهنده‌ی بحران مالی در شرکت و نمره‌ی z بالاتر از 2,67 سلامت مالی شرکت را نشان می‌دهد. نمره‌ی بین 1,8 و 2,67 منطقه‌ی خاکستری است.	وضعیت کلی شرکت (1 عامل)

شاخص‌های ریسک (1 عامل)	صرف ریسک: میزان بازده اضافی بر بازده بدون ریسک (از مدل لالی جهت برآورد آناستفاده شده)
مدیریت سود (2 عامل)	مدیریت سود واقعی: از مدل روچودهری جهت محاسبه اقلام حقیقی بهره گرفته شده است. مدیریت سود تعهدی: از مدل کوتاری جهت محاسبه اقلام تعهدی بهره گرفته شده است.
پیش‌بینی سود (2 عامل)	خطای پیش‌بینی سود: تفاوت سود پیش‌بینی شده سال قبل با سود تحقق یافته در سازمان افق زمانی پیش‌بینی سود: میانگین بازه پیش‌بینی سود هر شرکت
راهبري شرکتي (8 عامل)	مسئولیت دوگانه مدیر عامل: متغیر دو وجهی؛ اگر مدیرعامل و رئیس هیئت، یکی باشند مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.
	تعداد جلسات هیئت مدیره: تعداد جلسات هیئت مدیره که در طول سال برگزار شده است.
	درصد مدیران مستقل: نسبت تعداد مدیران غیر موظف به تعداد کل اعضای هیئت مدیره شرکت در سال t
	درصد سهام مدیریت
	سهامداران نهادی: نسبت تعداد سهام نگهداری شده توسط سرمایه‌گذاران نهادی به تعداد کل سهام شرکت در سال t
	تحصیلات هیئت مدیره
	داشتن مدرک مرتبط با فعالیت
	متوسط سن اعضای هیئت مدیره
عوامل محیطی (31 عامل)	ارزش افزوده بخش صنعت
	ارزش افزوده بخش خدمات
	ارزش افزوده کشاورزی
	حکمرانی خوب: شاخص بانک جهانی
	شاخص فضای کسب و کار: شاخص بانک جهانی
	شاخص توسعه مالی: شاخص صندوق بین المللی پول
	حجم دولت: نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی
	شاخص تاب آوری اقتصادی (شاخص وزنی شاخص حقوق مالکیت؛ شاخص اثر بخشی دولت، شاخص سلامت مالی؛ شاخص آزادی تجارت؛ شاخص آزادی سرمایه‌گذاری؛ شاخص نسبت کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی؛ شاخص نسبت کسری تجاری به تولید ناخالص داخلی؛ شاخص فلاکت؛ شاخص سرمایه‌گذاری خارجی)
	درآمد نفت: به میزان فروش کشور از درآمدهای نفتی اطلاق می‌شود.
	نوسان درآمد نفتی: این شاخص از معادله گارچ مدل نوسان درآمد نفتی استخراج خواهد شد.
	مخارج دولت: به مجموع مخارج جاری و عمرانی دولت اطلاق می‌شود.
	کسری بودجه: به میزان تفاوت درآمدهای دولت از مخارج دولت کسری بودجه اطلاق می‌شود.

رشد تولید ناخالص داخلی: این شاخص از درصد تغییرات نسبی تولید ناخالص داخلی حاصل می‌شود.
نوسان رشد اقتصادی: این شاخص از معادله گارچ مدل رشد اقتصادی استخراج خواهد شد.
نرخ رسمی ارز: نرخ ارزی که توسط بانک مرکزی ارائه می‌شود.
نرخ ارز بازار غیر رسمی: نرخ آزاد ارز نرخی است که در بازار آزاد ارز تعیین می‌شود.
نوسان نرخ ارز بازار غیر رسمی: این شاخص از معادله گارچ مدل نرخ ارز استخراج خواهد شد.
تورم: نرخ تورم منتهی به هر دوره از محاسبه درصد تغییر متوسط شاخص <i>CPI</i> در هر دوره منتهی به دوره مورد نظر نسبت به دوره مشابه قبل به دست می‌آید.
نوسان تورم: این شاخص از معادله گارچ مدل تورم استخراج خواهد شد.
تراز پرداخت‌ها: به مجموع حساب جاری (کالاها و خدمات) و حساب سرمایه (تراز ورود و خروج سرمایه به کشور) می‌گویند.
شاخص جهانی شدن <i>KOF</i>
مالیات‌ها: مجموع کل مالیات‌های مستقیم و غیر مستقیم است.
ضریب جینی: هر چقدر ضریب جینی نزدیک به عدد یک باشد، توزیع نابرابر درآمد را مشخص می‌کند.
بدهی دولت به بانک مرکزی: میزان بدهی دولت به بانک مرکزی را شامل می‌شود.
نقدینگی: مجموع پول و شبه پول.
اشتغال: درصد جمعیت شاغل به جمعیت فعال
نرخ بهره: نرخ بهره یکساله سیستم بانکی مد نظر است.
سرمایه فیزیکی: میزان تشکیل سرمایه
سرمایه انسانی: نسبت افراد تحصیل کرده دانشگاهی به کل جمعیت
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: عبارت است از ایجاد و کسب منافع پایدار برای اشخاص حقیقی و حقوقی کشوری در یک فعالیت اقتصادی (سهامداری در شرکت‌ها و...) واقع در کشور دیگر، به نحوی که این منافع پایدار دلالت بر وجود رابطه بلند مدت میان سرمایه‌گذاری مستقیم از یکسو و موضوع سرمایه‌گذاری از سوی دیگر دارد.
تحریم‌ها: از ترکیب وزنی 10 شاخص شاخص قیمت کالاهای وارداتی؛ شاخص قیمت کالاهای صادراتی؛ رابطه مبادله؛ سهم کشور از تولید جهانی نفت خام؛ سهم کشور از تولید صادرات نفت خام؛ سهم کشور از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی؛ سهم آمریکا از تجارت خارجی ایران؛ پرمیوم نرخ ارز؛ واریانس نرخ ارز و نسبت تراز تجاری غیرنفتی به تولید ناخالص داخلی است؛ که بالاترین اثربخشی را از تحریم‌ها دارند؛ حاصل می‌شود. از رویکرد تحلیل مولفه اصلی جهت استخراج این شاخص بهره گرفته شده است.

4- تحلیل تجربی

قبل از ورود به مدل لازم است بررسی گردد که تخمین مدل بر اساس مدل‌های TVP کارایی بالاتری دارد یا تخمین مدل بر اساس مدل‌های سنتی OLS. به منظور تعیین این امر ارزش راست‌نمایی دو مدل در جدول (3)، نمایش داده شده است.

جدول 3- تست LR^1 مقایسه کارایی مدل‌های TVP با OLS

مدل	lnL	LR
OLS	202/65	$\chi^2 = 67.83^{***}$
TVP	409/57	

***: در سطح 1% معنی‌دار می‌باشد.

مآخذ: محاسبات محقق

نتایج تست LR در جدول (2)؛ نشان می‌دهد، مدل TVP نرخ راست‌نمایی بالاتری (409/57) بزرگتر از 202/s5 است)، در مقایسه با مدل OLS دارد؛ در نتیجه تخمین مدل بر اساس رویکردهای TVP (غیر خطی) نسبت به مدل‌های OLS (خطی) از کارایی بالاتری برخوردار است. این نتایج موید نظریه کنووا² (2002)، کنووا و سیکارلی³ (2004)، کوگلی و سارجنت⁴ (2001)، کوپ و کروبلیس⁵ (2013)، کوپ⁶ و همکاران (2019) و جیکوب⁷ (2022)، می‌باشد. این محققین در نظریه تغییر ضرایب زمانی ادعا نمودند که تغییر ضرایب در طی زمان نسبت به فرض محدودکننده ثبات ضرایب (رویکرد سنتی)، دقت پیش‌بینی را افزایش می‌دهد. در نتیجه می‌توان بیان داشت مدل‌های با پارامترهای متغیر با زمان در مقایسه با مدل‌ها با پارامترهای ثابت عملکرد بهتری برای پیش‌بینی دارند.

¹ آزمون حداکثر راست‌نمایی از نوع آزمون‌های مقایسه رگرسیون‌های مقید و نامقید می‌باشد. بر این اساس در تخمین حاضر مدل TVP نماینده مدل نامقید و مدل OLS نماینده مدل مقید می‌باشد. اگر قید اعمال شده بر تابع نامقید شدید باشد؛ بیانگر متفاوت بودن دقت مدل‌های مقید و نامقید بوده و در نتیجه بهتر است از مدل TVP استفاده نماییم. در صورتی که قید اعمال شده بر تابع نامقید ضعیف باشد بیانگر یکسان بودن نتایج مدل‌های مقید و نامقید بوده و بهتر است در این حالت از مدل OLS استفاده نماییم.

² Canova

³ Canova & Cicarelli

⁴ Cogley & Sargent

⁵ Koop & Korobilis

⁶ Koop

⁷ Jacob

بخشی از ادبیات مالی در دهه‌های اخیر، میزان اطلاعات لازم برای دستیابی به برآورد قوی از پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی و مالی را مورد بررسی قرار دادند (کوپ و همکاران، 2020). از جمله دستاوردهای مهم در این خصوص، استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی برای به کارگیری اطلاعات داده‌های حجیم (کلان داده)، برای پیش‌بینی بود. در چنین رویکردی، مدل‌های عاملی، بیشتر مورد توجه بوده و استفاده از آن‌ها بسیار رایج شده است. مدل‌های عاملی، اطلاعات را از یک مجموعه حجیمی (کلان داده)، از شاخص‌ها در تعداد کمی از مؤلفه‌های اساسی غیرقابل مشاهده خلاصه می‌کنند.

استاک و واتسون¹ (2005، 200s)، فورنی² و همکاران (2000)، مارسلینو³ و همکاران (2003)، آنجلینی و همکاران⁴ (2010)، آرتیس و همکاران⁵ (2005) و شوماخر⁶ (2007)، نمونه‌هایی از مطالعات تجربی با استفاده از مدل‌های عاملی هستند. استخراج اطلاعات از داده‌های حجیم (کلان داده)، می‌تواند در بهبود فرآیند پیش‌بینی، کمک به سزایی کند؛ در حالی که نتایج اولیه حاصل از پیش‌بینی در مطالعات تجربی در این خصوص، بسیار امیدوارکننده بوده است (استاک و واتسون 2005؛ فورنی و همکاران 2000؛ ناصر⁷ 2014)، که می‌توان به مطالعه استاک و واتسون (200s)، که با به کارگیری بیش از 215 متغیر، به پیش‌بینی متغیرهای کلان کشور آمریکا پرداختند، اشاره نمود. مدل‌های پارامتر متغیر در طول زمان (TVP)، روش‌های فضا حالت (مانند فیلتر کالمن)، را به کار می‌گیرند که این موضوع، عموماً در تحقیقات تجربی اقتصاد کلان در راستای تجزیه و تحلیل ساختاری و پیش‌بینی استفاده می‌شود. چنانچه مجموعه بزرگی از داده‌ها به منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی استفاده گردد، مدل‌های TVP تمایل به بیش برآزشی در داخل نمونه دارند؛ لذا عملکرد پیش‌بینی ضعیفی در خارج از نمونه خواهند داشت. برای تصحیح این کاستی‌ها در مدل‌های

¹ Stock & Watson

² Forni

³ Marcellino

⁴ Angelini, Banbura & Runstler

⁵ Artis, Banerjee & Marcellino

⁶ Schumacher

⁷ Naser

TVP از مدل‌های DMS و DMA، استفاده شده است (گوپتا و همکاران¹، 2014). با توجه به اینکه مدل‌های DMS و DMA به مقادیر گذشته ضرایب و احتمال وابسته هستند؛ در جدول (4)، به تحقیقاتی که از این مقادیر بهره گرفته‌اند، اشاره نمودهایم.

جدول 4- مقادیر (α, λ) در مدل‌های TVP-DMS و TVP-DMA

مقادیر α و λ و لاند	محققین
$(\alpha = 00/9999, \lambda\lambda = 1)$	کوپ و کورویلیس (2019)، فیلیپو (2015)، گوپتا و همکاران (2014).
$(\alpha = 1, \lambda\lambda = 1)$	کوپ و کورویلیس (2011)، کوپ و کورویلیس (2010) و بالیسار و همکاران (2018).
$(\alpha = 00/9999, \lambda\lambda = 1)$	کوپ و کورویلیس (2011 و 2012)، فریرا و پالما (2015)، باسیک و مورتو (2015) و ناصر و علایی (2018).
$(\alpha = \lambda\lambda = 00/9999)$	رافتری و همکاران (2007)، کوپ و کورویلیس (2012)، بلمونته و کوپ (2014)، سالیله (2015)، فریرا و پالما (2015)، فیلیپو (2015)، ای و همکاران (2014)، رایس و کرن (2015)، ناصر (2014)، دراچل (2015) و ناصر و علایی (2018).
$(\alpha = \lambda\lambda = 00/9999)$	نیکولتی و پارسو (2012)، کوپ و کورویلیس (2012)، بلمونته و کوپ (2013)، سالیله (2015)، فریرا و پالما (2015)، فیلیپو (2015)، ناصر (2015)، باور و دراچل و همکاران (2015).
$(\alpha = \lambda\lambda = 00/9900)$	نیکولتی و پارسو (2012)، باور و همکاران (2015) و دراچل (2015).

در ادامه نتایج اعمال λ و α های مختلف جهت تبیین مدل بهینه ارائه شده است. λ و α های مختلف موجب برآورد ضریب‌های متفاوت و به تبع آن پیش‌بینی متفاوتی برای ریسک‌های موثر بر صنعت خودرو حاصل خواهد شد. لازم بذکر است در این بخش از پیش‌بینی درون نمونه‌ای بهره گرفته شده است؛ چرا که هدف تعیین مدل بهینه جهت متغیرهای غیر شکننده است. بر اساس نتایج مدل BMA در تمامی حالت‌ها از عملکرد مطلوب‌تری برخوردار است.

¹ Aye, Gupta, Hammoudeh & Kim

با توجه به جدول 5 و با استفاده از شاخص ماکزیمم راستنمایی (Log(PL)، که بیانگر دقت مدل برآوردی است؛ مشاهده می‌گردد در سه بازه زمانی $h=1,4,8$ مدل بهینه رویکرد میانگین‌گیری بیزین است.

جدول 5- معیارهای عملکرد پیش‌بینی در افق‌های پیش‌بینی مختلف

	کوتاه مدت $h=1$			میان مدت $h=4$			بلند مدت $H=8$		
	Log(PL)	MAFE	MSFE	Log(PL)	MAFE	MSFE	Log(PL)	MAFE	MSFE
$TVP - AR(1)$ - XX DMA($\alpha = \lambda = 0.99$)	96.835	0.041	0.005	37.525	0.043	0.006	96.835	0.041	0.005
$TVP - AR(1)$ - XX DMA($\alpha = \lambda = 0.95$)	107.158	0.036	0.004	41.450	0.036	0.004	107.158	0.036	0.004
$TVP - AR(1)$ - XX DMA($\alpha = \lambda = 0.90$)	109.534	0.033	0.004	42.147	0.033	0.004	109.534	0.033	0.004
$TVP - AR(1)$ - XX DMS($\alpha = \lambda = 0.99$)	97.931	0.044	0.006	37.579	0.045	0.007	97.931	0.044	0.006
$TVP - AR(1)$ - XX DMS($\alpha = \lambda = 0.95$)	113.018	0.038	0.005	43.130	0.039	0.005	113.018	0.038	0.005
$TVP - AR(1)$ - XX DMS($\alpha = \lambda = 0.90$)	140.844	0.030	0.003	52.877	0.033	0.004	140.844	0.030	0.003
$TVP - AR(1)$ - XX DMA($\alpha = 0.99, \lambda = 1$)	93.522	0.042	0.006	36.212	0.043	0.006	93.522	0.042	0.006
$TVP - AR(1)$ - XX DMA($\alpha = 0.95, \lambda = 1$)	99.766	0.038	0.004	39.474	0.038	0.004	99.766	0.038	0.004
$TVP - AR(1)$ - XX BMA($\alpha = \lambda = 1$)	154.044	0.008	0.001	53.595	0.009	0.002	154.044	0.008	0.001
WWALS	152.328	0.270	0.184	53.001	0.278	0.210	152.328	0.270	0.184

در نتیجه در ادامه به بررسی نتایج مدل BMA پرداخته می‌شود. یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که محققان مدل‌ساز با آن سروکار دارند، اختلاف دیدگاه در مورد متغیرهای بالقوه‌ای است که می‌توانند در مدل توضیحی لحاظ شوند؛ البته این اختلاف‌نظرها در اغلب موارد حتی به تفاوت در نتیجه‌گیری‌ها نیز منجر شده است. تاکنون اقتصادسنجی‌دانان در راستای حل این مشکل بسیار تلاش کرده‌اند. به عنوان مثال، یکی از راه‌حل‌های ارائه‌شده توسط آن‌ها، انجام آزمون‌های متوالی به منظور زائد یا اضافه کردن متغیرهای حذف شده به مدل و آزمون فرضیه در خصوص معناداری آن‌ها است؛ اما روش‌های مزبور به دلیل عدم اعتبار آزمون فرضیه در تصریحات نادرست و خطاهای تجمیعی و متوالی، نتایج رضایت‌بخشی به دست نمی‌دهند (پویرایر¹، 1995).

راه‌حل بیزی برای مسئله ناطمینانی، متوسط‌گیری مدل بیزی (BMA) نام دارد (هونتینگ و دیگران²، 1999)، که در آن مقادیر موردنظر، اغلب از طریق متوسط‌گیری وزنی مقادیر مدل‌های خاص محاسبه می‌شوند. وزن‌ها بستگی به میزان حمایت داده‌ها از مدل موردنظر دارند که توسط احتمال‌های پسین³ هر مدل اندازه‌گیری می‌شوند. جفریز⁴ (19s1) بنیان‌گذار متوسط‌گیری مدل بیزی بوده است و این روش توسط لیمر⁵ (1978)، توسعه داده شده است. فرآیند انجام تحقیق در نمودار (2)، ترسیم شده است.

با توجه به نمودار (2)، در روش کلاسیک تنها یک نمونه‌گیری صورت خواهد گرفت؛ درحالی که در روش بیزین به دلیل خاصیت بازنمونه‌گیری تا رسیدن به سطح آستانه بهینه و تشخیص متغیر مهم، این فرآیند تکرار خواهد شد. در نتیجه، خطای تصریح مدل در این روش حذف می‌شود. چارت زیر فرآیند کدنویسی این مدل را بر اساس چارت نمایش می‌دهد.

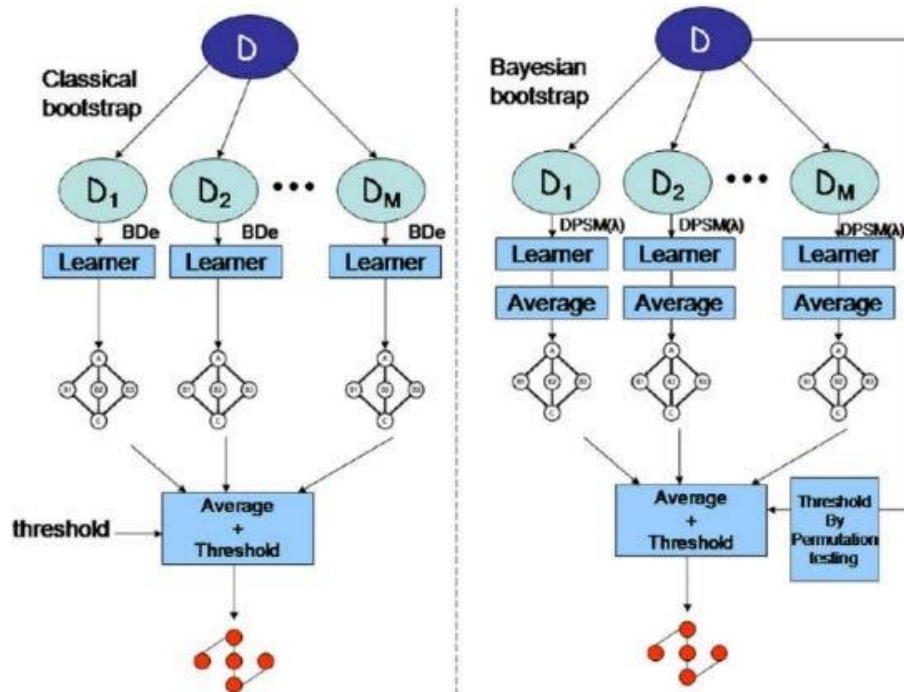
¹ Poirier

² Hoeting et al.,

³ Posterior Probability

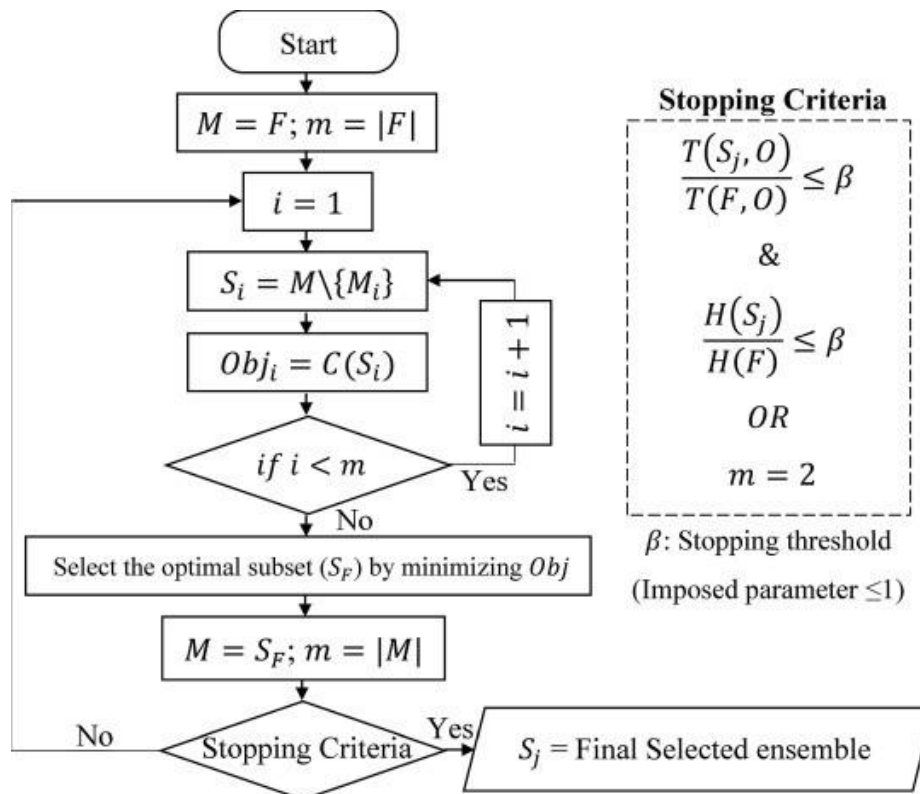
⁴ Jeffreys

⁵ Leamer



نمودار 2- تفاوت فرآیند مدل‌های BMA و مدل‌های سنتی

بر اساس نمودار (3)، تا احتمال حضور متغیر در مدل بهینه از سطح آستانه عبور ننماید؛ برآورد مدل ادامه خواهد یافت. در نتیجه، تنها متغیرهایی در مدل حضور خواهند داشت که سطح آستانه 1 را برآورده نمایند. در ادامه، بهترین مدل برآوردی انتخاب شده و ضرایب متغیرها به همراه احتمال وقوع هر ضریب در طول زمان ارائه می‌شود. در این رویکرد، ابتدا تمامی ترکیب‌های ممکن از حضور متغیرهای توضیحی در رابطه با متغیر وابسته مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس با استفاده از روش‌های آماری، مدل بهینه شناسایی می‌شود. در این روش چندین نکته حائز اهمیت است. اول اینکه یک متغیر در تمامی مدل‌های ممکن حضور ندارد.



نمودار 3- الگوریتم مدل BMA

نکته دوم اینکه لزوماً متغیر مذکور در تمامی مدل‌هایی که حضور دارد تأثیر معناداری بر متغیر وابسته ندارد؛ بر این اساس نسبت تعداد مدل‌هایی که متغیر مذکور معنادار شده به تعداد مدل‌هایی که حضور دارد؛ شاخصی جهت حضور متغیر مذکور در مدل بهینه است؛ سوم اینکه با افزایش تعداد متغیرها محاسبه تمامی حالت‌ها امکان‌پذیر نیست. در نتیجه بر اساس دیدگاه سالای و مارتین از یک تعداد برآورد به بعد (حدود 5 تا 50 میلیون رگرسیون برای مدل‌هایی با 100 متغیر به بالا)، نسبت حضور معنادار یک متغیر به تمامی حالت‌ها، به سمت یک عدد مشخص میل می‌نماید و در نتیجه نیازی به برآورد تمامی حالت‌ها نمی‌باشد. در نهایت نیاز به یک آستانه تصمیم‌گیری جهت حذف متغیرها وجود دارد؛ برای تعیین حد بهینه از نسبت k تقسیم بر کل متغیرها بهره گرفته خواهد شد (k تعداد متغیرهای پیشنهادی است که از دیدگاه

محقق بالاترین تأثیر را بر متغیر وابسته دارند). این k تجربی بوده و بر اساس دیدگاه محقق انتخاب می‌شود. مقدار k پیشنهادی در این مقاله 25 در نظر گرفته شده است. این عدد بیانگر این است که انتظار می‌رود؛ از میان 119 متغیر 25 متغیر بیشترین احتمال اثرگذاری دارند. در ابتدا با به دست آوردن نمونه‌ای شامل 11 میلیون رگرسیون از فضای مدل، ضرایب و احتمال پسین هر متغیر محاسبه شد. در ادامه 1 میلیون رگرسیون به نمونه‌ای اول اضافه شده و محاسبات برای 34 میلیون رگرسیون انجام شد و ضرایب و احتمالات پسین به دست آمد. با ادامه‌ی این روند در نمونه‌ای که شامل 11 میلیون رگرسیون بود، همگرایی برای توزیع پیشین و 34 میلیون رگرسیون هم‌گرایی توزیع پسین حاصل گردید. بر این اساس دیگر نیازی به افزایش حجم نمونه جهت تعیین متغیرهای غیر شکننده وجود ندارد (جدول S). جهت غیر شکننده معرفی نمودن یک متغیر دو شرط لازم است تحقق یابد.

(1) افزایش احتمال پسین هر متغیر نسبت به احتمال پیشین

(2) بالا بودن سطح احتمال پسین از سطح آستانه تعریف شده $(0/21 = 25 \div 119 = \text{سطح آستانه اولیه})$. در مرحله‌ی اول $s8$ متغیر غیر شکننده شناسایی شدند و در مرحله‌ی دوم با این متغیرها که احتمال پسین بالاتری نسبت به احتمال پیشین دارند؛ محاسبات را ادامه خواهیم داد.

جدول S- مرحله اول فرآیند نمونه‌گیری و محاسبات با فرض $K = 25$

نمونه اول شامل 34 میلیون رگرسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگرسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.322	-0.177	0.278	-0.043	شدت دارایی
0.368	-0.222	0.334	-0.038	شدت کارکنان
0.766	0.249	0.555	0.142	شدت کل بدهی‌ها
0.130	0.235	0.116	0.209	نوسانات فروش (عدم اطمینان در تقاضا)
0.252	-0.170	0.194	-0.123	میانگین رشد فروش تاریخی

نمونه اول شامل 34 میلیون رگرسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگرسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.610	-0.280	0.426	-0.137	سرمایه فکری (شدت سرمایه گذاری نامشهود شرکت)
0.177	-0.184	0.169	-0.197	ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام
0.293	0.046	0.253	0.039	کاهش فروش در سال قبل
0.189	0.178	0.175	0.107	میزان تغییر در سطح فروش
0.843	0.201	0.594	0.149	چرخه عمر شرکت
0.876	-0.209	0.600	-0.124	اعتبار تجاری
0.264	0.043	0.232	0.051	افق دید مدیر عامل
0.241	0.170	0.136	0.149	دوره تصدی مدیر عامل
0.158	0.073	0.142	0.052	جریان نقد آزاد
0.318	-0.199	0.240	-0.165	اجتناب از زیان
0.308	0.034	0.232	0.020	اجتناب از کاهش سود
0.302	0.000	0.204	0.022	محدودیت تأمین مالی داخلی
0.825	0.688	0.185	0.080	محدودیت تأمین مالی از طریق بدهی
0.195	0.191	0.117	0.110	محدودیت تأمین مالی از طریق سرمایه
0.262	-0.059	0.255	-0.253	سود ناخالص به فروش
0.137	-0.063	0.146	-0.052	سود عملیاتی به فروش
0.237	-0.187	0.201	-0.173	سود قبل از بهره و مالیات به فروش
0.156	0.019	0.057	0.023	مالیات بر درآمد پرداخت شده به سود عملیاتی
0.316	-0.155	0.142	-0.078	سود خالص به سود ناخالص
0.195	-0.041	0.927	-0.081	تغییر در سود خالص
0.205	-0.027	0.177	-0.046	سود ناخالص به کل دارایی
0.332	-0.076	0.316	-0.251	سود خالص به کل دارایی
0.788	-0.104	0.534	-0.089	سود عملیاتی به کل دارایی
0.323	-0.206	0.320	-0.136	سود انباشته به کل دارایی
0.204	-0.106	0.164	-0.084	سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام
0.279	-0.126	0.136	-0.056	سود خالص به حقوق صاحبان سهام

نمونه اول شامل 34 میلیون رگسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.831	-0.290	0.635	-0.529	نسبت جاری
0.274	-0.099	0.210	-0.078	نسبت آنی
0.184	0.034	0.148	0.020	موجودی‌ها به بدهی‌های جاری
0.287	0.143	0.098	0.085	وجه نقد به بدهی‌های جاری
0.136	-0.095	0.099	-0.078	جریان نقد عملیاتی به بدهی‌های جاری
0.242	0.164	0.186	0.137	وجه نقد به کل بدهی‌ها
0.363	0.168	0.255	0.144	جریان نقد عملیاتی به کل دارایی
0.208	-0.170	0.181	-0.055	سرمایه در گردش به کل دارایی
0.112	0.165	-0.068	-0.137	سرمایه در گردش به فروش
0.978	0.204	0.715	0.111	کل بدهی به کل دارایی
0.182	-0.169	0.142	-0.149	حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها
0.968	0.235	0.492	0.126	کل بدهی به حقوق صاحبان سهام
0.339	-0.027	0.220	-0.046	دارایی‌های ثابت به بدهی‌های بلند مدت
0.529	0.240	0.469	0.209	ساختار سرمایه 1
0.165	0.123	0.132	0.041	ساختار سرمایه 2
0.250	0.086	0.202	0.072	ساختار سرمایه 3
0.209	-0.191	0.217	-0.110	فروش به دارایی‌های ثابت
0.294	-0.144	0.198	-0.100	فروش به کل دارایی‌ها
0.174	-0.104	0.143	-0.092	فروش به موجودی کالا
0.186	-0.070	0.141	-0.048	فروش به حقوق صاحبان سهام
0.194	0.137	0.192	0.106	فروش به کل بدهی
0.131	-0.100	0.110	-0.111	حساب‌های دریافتی به فروش
0.178	-0.162	0.146	-0.039	تغییر در فروش نقدی
0.985	-0.199	0.198	-0.038	بهای تمام شده فروش به فروش
0.303	-0.246	0.209	-0.138	گردش موجودی کالا
0.174	0.217	0.167	0.069	هزینه‌های عملیاتی به فروش
0.767	0.375	0.724	0.295	اندازه شرکت

نمونه اول شامل 34 میلیون رگرسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگرسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.182	-0.257	0.173	-0.201	دارایی ثابت به کل داراییها
0.198	-0.207	0.146	-0.181	داراییهای جاری به کل داراییها
0.143	0.107	0.114	0.036	حسابهای دریافتنی به کل داراییها
0.194	0.074	0.174	0.062	موجودیها به کل داراییها
0.165	-0.084	0.158	-0.136	وجه نقد به کل داراییها
0.849	-0.275	0.586	-0.114	نسبت داراییهای نرم
0.325	0.216	0.274	0.095	موجودیها به داراییهای جاری
0.166	-0.157	0.125	-0.193	وجه نقد به داراییهای جاری
0.187	0.027	0.160	0.048	بدهیهای جاری به کل بدهیها
0.828	-0.339	0.547	-0.198	سود هر سهم
0.283	-0.140	0.213	-0.095	سود به قیمت
0.194	-0.150	0.187	-0.129	ارزش دفتری به ارزش بازار
0.181	0.231	0.170	0.073	انتشار اوراق بدهی یا مالکیت
0.182	0.195	0.109	0.167	تغییر در حسابهای دریافتنی
0.147	0.061	0.034	0.088	تغییر در موجودی کالا
0.201	0.097	0.134	0.048	اقدام تعهدی تقسیم بر میانگین کل داراییها
0.704	0.673	0.479	0.159	بحران مالی شرکت
0.220	0.165	0.177	0.056	صرف ریسک
0.192	0.114	0.169	0.096	مدیریت سود واقعی
0.353	0.370	0.261	0.323	مدیریت سود تعهدی
0.186	0.191	0.154	0.064	خطای پیشبینی سود
0.185	0.132	0.171	0.111	افق زمانی پیشبینی سود
0.343	0.235	0.253	0.130	مسئولیت دوگانه مدیر عامل
0.169	0.150	0.131	0.078	تعداد جلسات هیئت مدیره
0.187	0.147	0.088	0.074	درصد مدیران مستقل
0.131	0.080	0.114	0.041	درصد سهام مدیریت
0.279	0.070	0.390	0.230	سهام داران نهادی

نمونه اول شامل 34 میلیون رگرسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگرسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.191	-0.304	0.135	-0.266	تحصیلات هیئت مدیره
0.149	-0.157	0.108	-0.052	داشتن مدرک مرتبط با فعالیت
0.167	-0.109	0.156	-0.092	متوسط سن اعضای هیئت مدیره
0.337	-0.351	0.247	-0.307	ارزش افزوده بخش صنعت
0.242	-0.181	0.194	-0.061	ارزش افزوده بخش خدمات
0.166	-0.125	0.156	-0.106	ارزش افزوده کشاورزی
0.500	-0.222	0.353	-0.124	حکمرانی خوب
0.324	-0.242	0.259	-0.082	شاخص فضای کسب و کار
0.488	-0.168	0.395	-0.141	شاخص توسعه مالی
0.519	0.542	0.383	0.473	حجم دولت
0.374	-0.279	0.300	-0.094	شاخص تاب آوری اقتصادی
0.978	-0.111	0.634	-0.089	درآمد نفت
0.273	0.000	0.252	0.125	نوسان درآمد نفتی
0.195	0.009	0.150	0.084	مخارج دولت
0.811	0.234	0.561	0.107	کسری بودجه
0.816	-0.484	0.501	-0.267	رشد تولید ناخالص داخلی
0.652	0.154	0.193	0.046	نوسان رشد اقتصادی
0.421	0.140	0.336	0.128	نرخ رسمی ارز
0.809	0.231	0.634	0.073	نرخ ارز بازار غیر رسمی
0.325	0.452	0.221	0.234	نوسان نرخ ارز بازار غیر رسمی
0.924	0.233	0.872	0.208	تورم
0.860	0.382	0.670	0.233	نوسان تورم
0.256	-0.252	0.567	-0.141	تراز پرداختها
0.384	-0.195	0.468	-0.159	شاخص جهانی شدن KOF
0.312	0.124	0.162	0.099	مالیاتها
0.197	0.187	0.256	0.102	ضریب جینی
0.149	0.415	0.131	0.238	بدهی دولت به بانک مرکزی

نمونه اول شامل 34 میلیون رگرسیون		نمونه اول شامل 11 میلیون رگرسیون		متغیر
احتمال پسین	ضریب پسین	احتمال پیشین	ضریب پیشین	
0.182	0.061	0.152	0.234	نقدینگی
0.203	-0.090	0.169	-0.041	اشتغال
0.199	0.195	0.194	0.167	نرخ بهره
0.235	-0.220	0.146	-0.089	سرمایه فیزیکی
0.259	-0.097	0.171	-0.083	سرمایه انسانی
0.908	-0.166	0.774	-0.112	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
0.614	0.235	0.486	0.095	تحریم‌ها

منبع: محاسبات محقق

در ادامه تمامی مراحل انجام شده در مرحله اول را در مرحله دوم بر روی s_8 متغیر باقیمانده اعمال نمودیم. در ادامه با اعمال دو شرط مذکور «سطح آستانه ثانویه = $25 = s_8 = 0/3$ »؛ مهم‌ترین متغیرهای موثر بر ریسک‌های صنعت خودرو شناسایی شدند؛ در این مرحله 41 متغیر غیرشکننده باقی ماندند. با محاسبه آستانه در مرحله سوم «سطح آستانه ثانویه = $25 =$ تقسیم $10/s_9 = 41$ » و در مرحله چهارم 34 متغیر باقی ماند «سطح آستانه ثانویه = $25 =$ تقسیم $0/735 = 34$ »؛ که در این میان 28 متغیر غیرشکننده شناسایی شدند که نتایج مرحله چهارم در جدول (7)، ارائه شده است. لازم بذکر است چون تفاوت K پیشنهادی با K برآوردی مدل کمتر از 15 درصد است در نتیجه از نتایج 28 متغیر محاسبه شده به جایگزینی 25 متغیر پیشنهادی بهره گرفته خواهد شد.

نتایج مرحله دوم و سوم تحقیق به علت تکراری بودن محاسبات و نتایج ارائه نشده است.

جدول 7- مرحله چهارم فرآیند نمونه‌گیری و محاسبات با فرض $K = 25$

اولویت بر اساس احتمال پسین	نمونه اول شامل 5 میلیون رگرسیون		متغیر
	احتمال پسین	ضریب پسین	
1	0.986	-0.287	شدت کل بدهی‌ها
10	0.864	-0.354	سرمایه فکری (شدت سرمایه گذاری نامشهود شرکت)
7	0.894	0.702	چرخه عمر شرکت
14	0.847	0.172	اعتبار تجاری
27	0.772	0.386	سود عملیاتی به کل دارایی
11	0.864	-0.366	نسبت جاری
28	0.765	-0.189	کل بدهی به حقوق صاحبان سهام
22	0.822	-0.232	ساختار سرمایه 3
23	0.809	-0.175	بهای تمام شده فروش به فروش
25	0.790	-0.291	اندازه شرکت
4	0.920	-0.116	نسبت دارایی‌های نرم
16	0.846	0.244	سود هر سهم
13	0.851	-0.505	بحران مالی شرکت
17	0.844	0.241	صرف ریسک
6	0.897	0.398	مدیریت سود تعهدی
5	0.913	-0.203	ارزش افزوده بخش صنعت
3	0.947	-0.173	ارزش افزوده بخش خدمات
18	0.840	0.245	حکمرانی خوب
24	0.799	-0.172	شاخص توسعه مالی
26	0.782	-0.285	شاخص تاب آوری اقتصادی
2	0.983	-0.113	درآمد نفت
20	0.829	0.239	کسری بودجه
19	0.834	-0.495	رشد تولید ناخالص داخلی

اولویت بر اساس احتمال پسین	نمونه اول شامل 5 میلیون رگرسیون		متغیر
	احتمال پسین	ضریب پسین	
21	0.827	0.236	نرخ ارز بازار غیر رسمی
9	0.886	-0.287	نوسان تورم
12	0.864	-0.354	شاخص جهانی شدن KOF
8	0.894	0.702	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
15	0.847	0.172	تحریم‌ها

منبع: محاسبات محقق

در ادامه پس از تعیین متغیرهای غیرشکونده به نحوه اثرگذاری این متغیرهای در صنعت خودرو پرداخته شده است. با توجه به تعدد شاخص‌های اثرگذار ابتدا اقدام به استخراج مولفه ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک شده است. برای استخراج این مولفه‌های از رویکرد تحلیل مولفه اصلی بهره گرفته شده است. پس از استخراج مولفه‌ها اقدام به بررسی تاثیر این مولفه‌ها در طی زمان بر زنجیره تأمین صنایع خودرویی پرداخته شده است.

با توجه به اینکه برای اولین بار در تحقیقات داخلی از رویکرد پارامتر متغیر زمان پانلی بهره گرفته شده است؛ نیاز است که اقدام به نحوه مدل‌سازی اثرات پانلی در این رویکرد گردد. فرم کلی مدل‌های پارامتر متغیر زمان پانلی به شرح رابطه شماره (1)، است:

$$\begin{aligned}
 Y_{it} &= \rho_0 \sum_{ii \neq i} Y_{iit} + \rho_0 \sum_{k=1}^d \beta_{0,tk} XX_{itk} + \alpha_{0,i} + e_{it} \quad (1) \\
 &= \rho_0 \sum_{ii \neq i} Y_{iit} + XX_{it}^T \beta_{0,t} + \alpha_{0,i} + e_{it}, \quad t = 1, \dots, T, \quad i \\
 &= 1, \dots, N
 \end{aligned}$$

که در آن Y_{it} واکنش مکان i در زمان t است؛ $(XX_{it1}, \dots, XX_{itd})^T$ یک بردار d بعدی با تابع بردار ضریب متغیر با زمان مربوطه است $(\beta_{0,t1}, \dots, \beta_{0,td})^T$ ؛ اثرات ثابت فردی $\alpha_{0,i}$ مشاهده نشده را منعکس می‌کند. ω_{iii} وزن پانلی مشاهده z تا i را توصیف می‌کند؛ که معمولاً

یک تابع کاهش از فاصله پانلی بین i و z است. پارامتر اسکالر ρ_0 قدرت وابستگی پانلی متعلق به $(-1, 1)$ را اندازه‌گیری می‌کند و مولفه خطا e_{it} با واریانس ثابت σ^2 است. در این مدل، عبارت $\rho_0 \omega_{iii} Y_{iit}$ تعامل پانلی را نشان می‌دهد و $\beta_{0,t}$ اثرات متغیر، متغیرها را در طول زمان اندازه‌گیری می‌کند. در این مدل T و N را به ترتیب به عنوان طول بازه زمانی مورد بررسی و تعداد واحدهای پانلی نشان می‌دهیم. برای شناسایی مدل، فرض می‌کنیم که $D_0 = (\alpha_{0,1}, \dots, \alpha_{0,N})^T$ بنابراین $N^{-1} \sum_{i=1}^N \alpha_{0,i} = 0$ که در آن

$(-II_{N-1}, II_{N-1})^T$ یک ماتریس وزن پانلی $WW = (\omega_{iii})_{N \times N}$ با عناصر مورب صفر، یعنی $\omega_{iii} = 0$ تعریف کنید. یک شکل ماتریس واضح از مدل (1)، می‌تواند به صورت نوشته شود.

$$Y_{it} = \rho_0 WWY_t + XX_t \beta_{0,t} + D_0 \alpha_0 + e_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

در رابطه فوق $\alpha_0 = (\alpha_{0,2}, \dots, \alpha_{0,N})^T$ ، $XX_t = (XX_{1t}, \dots, XX_{Nt})^T$ ، $Y_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{Nt})^T$ و $e_t = (e_{1t}, \dots, e_{Nt})^T$. هنگامی که $\beta_{0,t}$ در طول زمان تغییر نمی‌کند و به وضوح به بردار ثابت کاهش می‌یابد، مدل (2)، به مدل سنتی داده پانل پانلی تبدیل می‌شود (لی و یو، 2010). این مقاله برای ایجاد تخمین‌های سازگار برای ضریب پانلی ρ_0 تابع بردار ضریب متغیر با زمان $\beta_{0,t}$ و همچنین واریانس σ^2 است. به همان روشی که فرم‌های تابع ناپارامتری استفاده شده در لی و همکاران (2011) و چن و همکاران (2012)، مورد استفاده قرار گرفته است:

$$\beta_{0,t} = \beta_0(T_t), \quad t = 1, \dots, T$$

که در آن $\beta_{0,t}(\cdot)$ یک بردار $d \times 1$ از توابع فیلترینگ تعریف شده بر روی R است و $T \in (0, 1]$ به دلیل مقیاس کردن زمان در بازه $(0, 1]$ به دلایل فنی با استفاده از روش هسته ناپارامتریک مدل (2)، به شکل زیر بدست خواهد آمد:

$$Y_t = \rho_0 WWY_t + XX_t \beta_0(T_t) + D_0 \alpha_0 + e_t \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

¹ Lee and Yu

اگر فقط برخی از مؤلفه‌های $\beta_{0,t}$ در طول زمان تغییر کنند، به معنای یک مدل داده‌های پانل پانلی خطی جزئی و متغیر با زمان است. مدل (3)، برای هر بازه زمانی t به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_T \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} XX_1 & \cdots & XX_T \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ XX_T & \cdots & XX_T \end{pmatrix}, \beta = \begin{pmatrix} \beta_0(T_1) \\ \vdots \\ \beta_0(T_T) \end{pmatrix}, e = \begin{pmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_T \end{pmatrix}$$

فرض کنید $Y^*(\rho) = S_{N,T}(\rho)Y$, $S_{N,T}(\rho) = I_T \otimes S_N(\rho)$, $S_N(\rho) = I_N - \rho W W'$ و $D = 1_T \otimes D_0$ که در آن $\otimes$ نشان دهنده حاصلضرب کرونگر است. رابطه (3)، را می‌توان به صورت ماتریسی به صورت زیر نوشت:

$$Y^*(\rho_0) = X\beta_0 + D\alpha_0 + e \quad (4)$$

در رابطه (4)، عبارت تاخیر مکانی $(\rho_0 W Y_t)$ را به سمت چپ منتقل شده است تا $Y^*(\rho_0)$ را می‌توان به عنوان پاسخ جدید ρ_0 در نظر گرفت. برای تخمین مدل، روش‌های تخمین خطی محلی¹ و تخمین شبه احتمال² ترکیب شده است. در این روش، مؤلفه متغیر با زمان $\beta(T)$ ابتدا به عنوان تابعی از پارامترهای پارامتری غیرمتغیر زمانی (α, ρ) بیان می‌شود. برای مقادیر داده شده ρ و α ، $\beta(T)$ را می‌توان با استفاده از رگرسیون خطی محلی تخمین زد. سپس می‌توان این پارامترها را «متمرکز»، کرد تا از روش شبه درستی برای تخمین دو پارامتر پارامتری ρ و

¹ در رگرسیون خطی یک خط صاف بر روی داده‌ها برازش داده می‌شود؛ اما در این رویکرد داده‌ها غیرخطی هستند و اگر از یک خط صاف استفاده گردد، پیش‌بینی به شدت دچار خطا می‌شود. پس برای به حداقل رساندن این خطا، باید یک خط منحنی روی داده‌ها برازش داده شود.

² برآورد شبه حداکثر احتمال برای مدل‌های اتفاقی فضایی مرتبه بالاتر با پارامترهای به طور فزاینده‌ای، از جمله مدل‌های با تاخیرهای فضایی در متغیرهای وابسته، با و بدون مؤلفه‌ی رگرسیون خطی و غیر خطی و مدل‌های رگرسیون با اختلالات خودگردان فضایی، طراحی شده است. آزمایشات مونت کارلو بیزین رفتار نمونه محدود را بررسی می‌کنند.

استفاده شود. با برآورد ρ و α ، تخمین پارامترهای ناپارامتری متغیر با زمان می‌تواند به روز شود. این یک رویه تکراری است. اگر $K(\cdot)$ و h به ترتیب تابع هسته و پهنای باند هموارسازی باشند؛ می‌توان بیان داشت:

$$M(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} \frac{XX_1}{Th} & \frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th} & \frac{XX_1}{Th} \\ \vdots & \frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th} & \vdots \\ \frac{XX_T}{Th} & \frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th} & \frac{XX_T}{Th} \end{pmatrix}, \omega(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} K(\frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th}) & & \\ & \ddots & \\ & & K(\frac{T - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th}) \end{pmatrix}$$

$\Omega(\mathcal{T}) = \omega(\mathcal{T}) \otimes I_N$ با فرض اینکه β_0 مشتقات پیوسته تا مرتبه دوم دارد، با توجه به بسط تیلور ما داریم:

$$\beta_0(\mathcal{T}_t) = \beta_0(\mathcal{T}) + \beta_0'(\mathcal{T})(\mathcal{T}_t - \mathcal{T}) + O((\mathcal{T}_t - \mathcal{T})^2) \quad (5)$$

که $\beta_0(\cdot)$ اولین مشتق $\beta_0'(\cdot)$ و $\mathcal{T} \in (0, 1]$ است. با این تقریب داریم:

$$\beta_0 \approx M(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} \beta_{\mathcal{T}} \\ h\beta'(\mathcal{T}) \end{pmatrix}$$

مدل را می‌توان با روش زیر تخمین زد. $\beta_0(\cdot)$ را به عنوان تابعی از ρ و α تخمین بزنید. برای دست یافتن به این هدف تابع کاهش وزن به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$L(a, b) = \{Y^*(\rho) - M(\mathcal{T})(a^\top, b^\top)^\top - D\alpha\}^\top \Omega(\mathcal{T}) \{Y^*(\rho) - M(\mathcal{T})(a^\top, b^\top)^\top - D\alpha\}$$

برای برخی مقادیر ρ و α داده شده، $\beta_{\mathcal{T}}$ و $h\beta'(\mathcal{T})$ را تخمین می‌زنیم.

$$\begin{aligned} \beta_0 \approx M(\mathcal{T}) &= \begin{pmatrix} \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}) \\ h\beta'_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}) \end{pmatrix} \\ &= \arg \min_{(a^\top, b^\top)^\top} L(a, b) \\ &= \{M^\top(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})M(\mathcal{T})\}^{-1} M^\top(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})\{Y^*(\rho) - D\alpha\} \end{aligned} \quad (s)$$

اگر $\Phi(\mathcal{T}) = (I_d, 0_{d \times d}) \{M^\top(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})M(\mathcal{T})\}^{-1} M^\top(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})$ فرض می‌توان $\beta_0(\cdot)$ را برآورد نمود:

$$\beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}) = \Phi(\mathcal{T})\{Y^*(\rho) - D\alpha\} \quad (7)$$

با ترکیب کردن $\beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T})$ در مدل (4)، ρ_0 و σ^2 را با به حداکثر رساندن تابع شبه لگاریتم درست‌نمایی¹ تخمین زده می‌شود.

$$\log L_{N,T}(\rho, \sigma^2, \alpha) \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &= -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T \left(Y_t - XX_t \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}_t) - D_0 \alpha \right)^T S_N(\rho) Y_t \\ &\quad - \sum_{t=1}^T \left(XX_t \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}_t) - D_0 \alpha \right)^T S_N(\rho) \left(XX_t \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}_t) - D_0 \alpha \right) \\ &= -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T \left(Y_t - XX_t \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}_t) - D_0 \alpha \right)^T S_N(\rho) \left(Y_t - XX_t \beta_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}_t) - D_0 \alpha \right) \end{aligned}$$

که در آن $Y^*(\rho) = (I_{NT} - S)Y^*(\rho)$ و $D = (I_{NT} - S)D$ نسخه‌های هموارسازی $Y^*(\rho)$ و D توسط ماتریس هموارسازی $\Phi = (\Phi(\mathcal{T}_1)^T, \dots, \Phi(\mathcal{T}_T)^T)^T$ با $\Phi = (\Phi(\mathcal{T}_1)^T, \dots, \Phi(\mathcal{T}_T)^T)^T$ هستند. به ترتیب با گرفتن مشتق از رابطه (8)، نسبت به α و صفر کردن آن، به دست می‌آید:

$$\alpha(\rho) = (D^T \Phi^T)^{-1} D^T \Phi^T Y^*(\rho)$$

و $Q_{N,T} = I_{NT} - \Phi(\Phi^T \Phi)^{-1} \Phi^T$ را تعریف کنید. وصل کردن $\alpha(\rho)$ به رابطه (8)، منجر به رابطه (9)، می‌شود:

$$\log L_{N,T}(\rho, \sigma^2) = -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| - \frac{1}{2\sigma^2} Y^*(\rho)^T Q_{N,T} Y^*(\rho) \quad (9)$$

¹ در مدل‌سازی آماری تصادفات، تخمین دقیق ضرایب مدل به این دلیل که بیان‌کننده میزان و چگونگی ارتباط متغیر وابسته با هر یک از متغیرهای مستقل هستند، از اهمیت زیادی برخوردار است. برای تعیین این ضرایب، معمولاً یک تابع درست‌نمایی با استفاده از روش‌های عددی «بردار گرادین»، «شبه نیوتن» و «نیوتن-رافسون»، بهینه‌سازی می‌شود که هر یک به ماتریس هسین وابسته بوده و به همین جهت از ضعف‌هایی نظیر کندی روند همگرایی، وابستگی شدید به مقدار اولیه و امکان همگرایی برای یک تابع در نقطه ای به غیر از بالاترین قله، برخوردارند.

سپس با گرفتن مشتق از رابطه (9)، نسبت به σ^2 ، داریم:

$$\frac{\partial}{\partial \sigma^2} \ell(\rho) = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{\partial}{\partial \sigma^2} \log \left(\frac{1}{\sigma^2} \right) = -\frac{1}{\sigma^2}$$

با جایگزینی σ^2 با $\hat{\sigma}^2(\rho)$ در رابطه (9)، تابع شبه لگاریتم متمرکز شده در دستمای را به دست می‌آوریم.

$$\log L_{N,T}(\rho) = -\frac{NT}{2} \{ \log(2\pi) + 1 \} \quad (10)$$

$$- \frac{NT}{2} \log \left(\frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{1}{\sigma^2} \right) + T \log |S(\rho)|$$

بنابراین، می‌توانیم پارامتر α_0 و $\theta_0 = (\rho_0, \sigma^2)$ را با $\theta = (\rho, \sigma^2)$ به صورت زیر تخمین بزنیم:

$$\hat{\rho} = \arg \max_{\rho} \log L_{N,T}(\rho) \quad (11)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{1}{\hat{\rho}} \quad (12)$$

$$\hat{\alpha} = \left(\frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{1}{\hat{\rho}} \right)^{-1} \quad (13)$$

(iii) و $\hat{\rho}$ را به رابطه (4)، وصل کنید تا تخمین نهایی $\beta_0(T)$ را بدست آورید.

$$\beta(T) = \Phi(T) \{ Y^*(\hat{\rho}) - D \hat{\alpha} \} \quad (14)$$

$\theta = (\rho, \sigma^2)$ و $\beta(T)$ در نمونه‌های بزرگ و کوچک به خوبی عمل نموده‌اند. همانگونه که از روابط فوق مشاهده می‌گردد ابتدا در هر دوره بسته به ویژگی‌های داده نوع پانلی مشخص می‌گردد؛ سپس میزان واریانس مدل برآورد شده، در ادامه اثرات ثابت فردی مشاهده نشده هر شرکت محاسبه شده و در نهایت ضرایب رگرسیونی در هر بازه زمانی برآورد می‌گردد. در ادامه، پس از شاخص‌سازی ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک، الگوی رفتاری میان متغیرها در طول زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد. قبل از برآورد مدل در حالت غیرخطی لازم است وقفه بهینه این مدل‌های تعیین گردد. با توجه به ماهیت داده‌های تحقیق و بازه زمانی مورد

بررسی از شاخص آکاییک¹ جهت تعیین مدل بهینه بهره گرفته شده است. در جدول (8)، خلاصه نتایج شاخص آکاییک ارائه شده است.

جدول 8: میزان شاخص آکاییک

اماره آکاییک	وقفه
-0/8751	وقفه اول
-1/598	وقفه دوم
-1/3s9	وقفه سوم
-1/097	وقفه چهارم

بر اساس نتایج وقفه بهینه دو تعیین گردید. جهت تعیین مدل بهینه در مدل‌های غیرخطی پانلی از شاخص‌های میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی² (MSFEs) و میانگین لگاریتم احتمال پیش‌بینی (ALPLs)³، بهره گرفته شده است. جدول (9)، خلاصه این نتایج را نمایش می‌دهد.

جدول 9: معیارهای عملکرد پیش‌بینی در افق‌های پیش‌بینی مختلف

مدل‌های تحقیق	h=1		h=4		h=8	
	MSFE _s	ALPLs	MSFEs	ALPLs	MSFEs	ALPLs
<i>TVP</i> – <i>PVAR (DLP)</i>	0.13	94.98	0.24	83.68	0.43	76.48
<i>TVP</i> – <i>PVAR (CC09)</i>	0.16	75.70	0.38	64.80	0.57	60.10
<i>TVP</i> – <i>PVAR (DLP)</i>	0.16	110.17	0.28	97.06	0.50	88.72
<i>TVP</i> – <i>PVAR (CC09)</i>	0.19	87.82	0.44	75.16	0.66	69.71

¹ معیار اطلاعاتی آکاییک (Akaike information criterion)، به طور مخفف (AIC)، معیاری برای سنجش نیکویی برازش است. این معیار بر اساس مفهوم انتروپی بنا شده است و نشان می‌دهد که استفاده از یک مدل آماری به چه میزان باعث از دست رفتن اطلاعات می‌شود.

² Mean Squared Forecast Errors

³ Averages of Log Predictive Likelihood

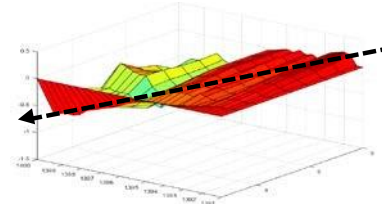
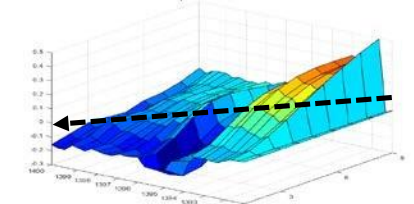
TVP – $PVAR (DLP)$	0.16	114.58	0.29	100.95	0.52	92.27
TVP – $PVAR (CC09)$	0.19	91.33	0.46	78.17	0.69	72.50

نتایج بیانگر این واقعیت است که رویکرد 1 $TVP - PVAR (DLP)$ از دقت بالاتری نسبت به مدل $TVP - PVAR (CC092)$ است. تفاوت این دو رویکرد در لحاظ نمودن واریانس میان کشورهای مورد بررسی و عدم لحاظ نمودن این واریانس است. در رویکرد $TVP - PVAR (DLP)$ این واریانس لحاظ می‌گردد. در ادامه نتایج بر اساس رویکرد $TVP - PVAR (DLP)$ محاسبه شده است. در جدول (10)، خلاصه این نتایج ارائه شده است.

1 Dynamic Learning Prior

2 Canova & Ciccarelli

جدول 10: تابع واکنش آنی مولفه ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک در صنایع خودرویی در بازه‌های زمانی مختلف

شاخص	مولفه عامل ریسک سیستماتیک	مولفه عامل ریسک غیر سیستماتیک
تابع واکنش آنی		
میانگین ضرایب کوتاه مدت میانگین ضرایب میان مدت میانگین ضرایب بلند مدت میانگین کل دوره	0,1s43 درصد -0,1405 درصد -0,3904 درصد -0,1222 درصد	0,3488 درصد 0,0899 درصد -0,125s درصد 0,1044 درصد

با توجه به نتایج جدول فوق مشاهده می‌گردد هر دو مولفه ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک در روند بلند مدت خود بر زنجیره تأمین صنایع خودرویی تأثیر منفی داشته و این شدت در ریسک‌های سیستماتیک قوی‌تر از ریسک‌های غیر سیستماتیک بوده است به عبارتی فضای اقتصادی کلان کشور در طی زمان با سرعت فزاینده‌ای موجب کاهش عملکرد این زنجیره شده است.

5- جمع‌بندی و بینش‌های اقتصادی-مدیریتی

در این پژوهش تلاش گردید که اقدام به مدلسازی ریسک زنجیره تأمین در شرکت‌های خودرویی با استفاده از رویکرد بیزین غیرخطی و حداقل مربعات وزنی صورت گرفت. بر

اساس مبانی نظري و تجربی 119 ريسک در قالب 88 ريسک غير سيستماتيك و 31 ريسک سيستماتيك شناسایی شدند. از میان مدلهاي میانگین‌گيري پويا، انتخابی و بيزين و حداقل مربعات وزنی رویکرد میانگین‌گيري بيزين از دقت بالاتري برخوردار بود. بر این اساس از مدل میانگین‌گيري بيزين جهت مدل‌سازی ريسک‌کهاي مؤثر بر صنعت خودرو بهره گرفته شد. این مدل در 4 مرحله برآورد گردید و در نهایت در مرحله 4 ام؛ 28 ريسک غير شکننده مؤثر بر صنعت خودرو شناسایی شد. بر اساس نتایج 15 شاخص از 88 شاخص مؤثر بر ريسک غير سيستماتيك (17 درصد از کل ريسک‌هاي غير سيستماتيك) و 13 شاخص از 31 شاخص ريسک سيستماتيك (41 درصد از کل ريسک‌هاي سيستماتيك) را تشکیل دادند. بر اساس رویکرد TVP-PFAVR هر دو مولفه ريسک سيستماتيك و غير سيستماتيك در روند بلند مدت خود بر زنجيره تأمین صنعت نایع خودرویی تأثیر منفی داشته و این شدت در ريسک‌هاي سيستماتيك قوی‌تر از ريسک‌هاي غير سيستماتيك بوده است. با توجه به اینکه تاکنون مدل‌سازی ريسک‌هاي مؤثر بر صنعت خودرو بر پایه رویکردهاي بيزين غير خطی انجام نشده است، امکان مقایسه کامل و دقیق نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین وجود ندارد. اما بر اساس روند نتایج، تحقیق حاضر همسو با نتایج تحقیقات امین‌پور و همکاران (2023)، کیک‌ماک و اوزگان (2022)، معادي رودسري و همکاران (1402)، کردبچه و همکاران (1401) و فدایی و همکاران (1400) قرار دارد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق بینشهاي اقتصادی-مدیریتی ذیل قابل ارائه است:

نوسانات شاخص‌هاي کلان، عامل اصلی در شکل‌گيري ريسک‌هاي سيستماتيك هستند؛ از این‌رو، اجرای سیاست‌هاي تثبيت اقتصادي در قالب سیاست‌هاي پولی و مالی باید در دستور کار بانک مرکزی و دولت قرار گیرد. برای کاهش ريسک زنجيره تأمین صنعت خودرو، اجرای سیاست‌هاي تثبيت اقتصادي از سوي دولت و بانک مرکزی ضروري است. این سیاست‌ها شامل کنترل تورم، اشتغال، رشد و نقدینگی بوده و ثبات بازارها را تقویت می‌کنند. همچنین، راهکارهایی نظیر انتخاب شرکاي تجاري بلندمدت، حذف تدریجی دلار و یورو از مبادلات، توسعه زیرساخت‌هاي صادرات، واگذاری قیمت‌گذاری به بازار، طراحی فرمول‌هاي قاعده‌مند، اتخاذ سیاست‌هاي مالی شفاف و نرخ ارز شناور کنترل شده، از جمله اقدامات مؤثر در مدیریت ريسک‌هاي ساختاري و تجاري صنعت خودرو هستند. از زاویه دیگر، با توجه به معناداري شاخص‌هاي محدودیت تأمین مالی در ایجاد ريسک سيستماتيك،

رتبه‌بندی شرکت‌های صنعت خودرو جهت تخصیص بهینه منابع مالی به این شرکت‌ها باید در دستور کار قرار گیرد. همچنین، با عنایت به نقش مهم نسبت‌های مالی در ایجاد ریسک غیر سیستماتیک در شرکت‌های صنعت خودرو، پیشنهاد می‌گردد حد آستانه مطلوب نسبت‌های مالی در این صنایع شناسایی شده و با طراحی نرم‌افزاری گزارش‌های پیش‌هشدار جهت جلوگیری از بحران در شرکت‌های مورد بحث فراهم گردد. نکته مهم دیگر این است که با توجه به اینکه سرمایه فکری نیز در ایجاد ریسک غیرسیستماتیک اثرگذار هستند، بنابراین پیشنهاد می‌گردد که انتخاب نیروهای متخصص، اجرای دوره‌های آموزشی مدیریت ریسک در صنعت صنعت خودرو، شایسته سالاری و آموزش ضمن خدمت نیروی انسانی در دستور کار مدیران این صنعت قرار گیرد. با توجه به تعامل پویای مابین متغیرها این نتیجه حاصل می‌گردد که اثرات سرریز شده مابین متغیرهای تحقیق در طی زمان مشاهده می‌گردد؛ در نتیجه داشتن رویکرد سیستمی برای مدیریت همزمان ریسک‌های زنجیره تأمین و کاهش اثرات منفی و بهبود اثرات مثبت؛ می‌تواند در این حوزه مفید واقع گردد. با توجه به رفتار متفاوت و شدت اثرگذاری مختلف متغیرها در طی زمان پیشنهاد می‌گردد سیاست‌گذاران و سیاستمداران از بسته‌های سیاستی به جایگزینی سیاست‌های منفرد بهره گرفته و در هر بازه زمانی اقدام به طراحی سیاست‌های مطلوب با توجه به شدت اثرگذاری متغیرها در طی زمان گردد. موضوع مهم دیگر در زنجیره تأمین صنعت خودرو، اندازه و چرخه عمر شرکت‌ها می‌باشد که در این راستا به عنوان مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد که شناسایی انواع ریسک‌ها در اندازه‌های مختلف شرکت‌های صنعت خودرو و در مراحل مختلف چرخه عمر این شرکت‌ها، مورد بررسی قرار گیرد؛ همچنین، استفاده از ابزارهایی که بتواند نقش ریسک‌های مختلف مالی و اقتصادی و نیز تاثیر آن‌ها بر ریسک‌های دیگر را در طول زمان بررسی و تحلیل نماید، به عنوان موضوع پیشنهادی آتی دیگر، در این مقاله ارائه می‌گردد.

References

- Aibinu, A. A., & Jagboro, G. O. (2002). The effects of construction delays on project delivery in Nigerian construction industry. *International journal of project management*, 20(8), 593-599. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00028-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00028-5)
- Aminpour, S., Iradjpour, A., Yazdani, M., & Mohtashami, A. (2023). Presenting a Fuzzy Multiobjective Mathematical Model of the Reverse Logistics Supply Chain Network in the Automotive Industry to Reduce Time and

- Energy. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2023(1), 8548196.
<https://doi.org/10.1155/2023/8548196>
- Angulo, A., Nachtmann, H., & Waller, M. A.** (2004). Supply chain information sharing in a vendor managed inventory partnership. *Journal of business logistics*, 25(1), 101-120. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2004.tb00171.x>
- Ayron, Fatima. Talebi, Dawood.** (2014). Identification of supply chain risks and supplier selection using the process of network analysis, studied: automotive industry. *Quarterly Magazine of Vision (Industrial Management)*, Year 5, Number 1. (In Persian)
- Baig, M. A.** Democratizing Pakistan's automotive industry. *AURORA by Dawn News* (2021).
- Bakhshi, H.** (2002). Inflation and relative price variability. *Economics letters*, 76(1), 27-33.
- Bari, F., Mukhtar, N.** **Regional Competitiveness Studies: Research Study on the Auto Sector**, Institute of Development and Economic Alternatives (The World Bank, 2016).
- Bernanke, B. S.** (1981). Bankruptcy, liquidity, and recession. *The American Economic Review*, 71(2), 155-159.
- Cano-Olivos, P., Sosa-Gallardo, J. F., Sánchez-Partida, D., & Martínez-Flores, J. L.** (2022). Risks in the Automotive Industry Supply Chain. *International Journal of Supply and Operations Management*, 9(1), 56-79. <https://dx.doi.org/10.22034/ijsum.2021.109227.2261>
- Chaudhry, Z. E. A.** *A long road to a faster lane? Can Pakistan's automotive industry take the plunge into the 21st century?* Aurora Magazine by Dawn Pakistan, Karachi, Pakistan (2021). 45.
- Chopra, S., & Sodhi, M. S.** (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Sloan management review*, 46(1), 53-61.
- Çıkmak, S., & Urgan, M. C.** (2022). Supply chain risks and mitigation strategies in Turkey automotive industry: findings from a mixed-method approach. *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 25, No. 1, pp. 75-95. <https://doi.org/10.1080/16258312.2022.2060694>
- Clark, G.** (2012). Understanding and reducing the risk of supply chain disruptions. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 6(1), 6-12.
- Cucchiella, F., & Gastaldi, M.** (2006). Risk management in supply chain: a real option approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(6), 700-720. <https://doi.org/10.1108/17410380610678756>
- De Giovanni, P.** (2018). A joint maximization incentive in closed-loop supply chains with competing retailers: The case of spent-battery recycling. *European Journal of Operational Research*, 268(1), 128-147. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.01.003>

- Dias, G. C., Hernandez, C. T., & Oliveira, U. R. D.** (2020). Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*, 27, e3800. <https://doi.org/10.1590/0104-530X3800-20>
- Dong, M., Yuan, B., Wang, J., Fu, L., Kai, G., & Jiang, J.** (2020). Indole acetic acid and lipopeptide-producing endophytic bacteria from *Taxus chinensis*: toxicity evaluation of metabolic products. *bioRxiv*, 2020-06.
- Fadaei, Ali, Alirezaei, Abu Torab, Hashemzadeh Khorasgani, Gholamreza. Fathi Hafeshjani, Kiamarth.** (2021). Financial risk management in automotive industry with fuzzy network analysis approach. *Financial Engineering and Securities Management*, 12 (47), 344-331.
- Fadmal, Y., Hayati, C., & Hanifah, H.** (2024). Analisis Pengoptimalan Supply Chain dan Value Chain di Bulog Kantor Cabang Surabaya Utara. *Jurnal Ekonomi, Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 39-45.
- Farooq, S., Naseem, A., Ahmad, Y. et al.** Identification and prioritization of risks for new entrants in automobile sector using Monte Carlo based approach. *Scientific Reports*, 14, 12571 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62803-8>
- Gaudenzi, B., & Borghesi, A.** (2006). Managing risks in the supply chain using the AHP method. *The International Journal of Logistics Management*, 17(1), 114-136. <https://doi.org/10.1108/09574090610663464>
- Ghadir, A. H., Vandchali, H. R., Fallah, M., & Tirkolaee, E. B.** (2022). Evaluating the impacts of COVID-19 outbreak on supply chain risks by modified failure mode and effects analysis: a case study in an automotive company. *Annals of Operations Research*, 1-31. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04651-1>
- Gómez, J. C. O., & España, K. T.** (2020). Operational risk management in the pharmaceutical supply chain using ontologies and fuzzy QFD. *Procedia Manufacturing*, 51, 1673-1679. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.233>
- González-Torres, T., Rodríguez-Sánchez, J. L., & Pelechano-Barahona, E.** (2021). Managing relationships in the Tourism Supply Chain to overcome epidemic outbreaks: The case of COVID-19 and the hospitality industry in Spain. *International journal of hospitality management*, 92, 102733. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102733>
- Hahn, G. J., & Kuhn, H.** (2012). Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.002>
- Handfield, R. B., & Nichols, E. L.** (2002). Supply chain redesign: Transforming supply chains into integrated value systems. Ft Press.
- Hansen, E., Nybakk, E., & Panwar, R.** (2013). Firm performance, business environment, and outlook for social and environmental responsibility during the economic downturn: findings and implications from the forest

- sector. *Canadian Journal of Forest Research*, 43(12), 1137-1144. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-021>
- Haq, I. U., Rashid, A., Ahmed, S. Z.** Te role of automobile sector in global business: Case of Pakistan. *Pakistan Journal of International Affairs*. 4(2) (2021).
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015).** Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030467>
- Huang, V., Head, A., Hyseni, L., O'Flaherty, M., Buchan, I., Capewell, S., & Kypridemos, C. (2021).** Tobacco control policy simulation models: protocol for a systematic methodological review. *JMIR research protocols*, 10(7), e26854. DOI: 10.2196/26854
- Huang, K., Wang, J., & Zhang, J. (2023).** Automotive supply chain disruption risk management: a visualization analysis based on bibliometric. *Processes*, 11(3), 710. <https://doi.org/10.3390/pr11030710>
- Huang, K.; Wang, J.; Zhang, J. Automotive Supply Chain Disruption Risk Management: A Visualization Analysis Based on Bibliometric. Processes 2023, 11, 710.** <https://doi.org/10.3390/pr11030710>
- IEC, ISO 31010:2019 Risk management—Risk assessment techniques, ISO (2019).**
- Jabbari, A. , Salehi, A. K. and Ghane, S. (2024).** Modeling the Supply Chain Risks of Oil-Petrochemical and Chemical Industries (Bayesian Models Averaging and weighted least squares approach). *Journal of Investment Knowledge*, 15(57), 381-406. doi: 10.30495/jik.2024.77521.4515
- Jianying, F., Bianyu, Y., Xin, L., Dong, T., & Weisong, M. (2021).** Evaluation on risks of sustainable supply chain based on optimized BP neural networks in fresh grape industry. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183, 105988. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.105988>
- Junaid, M., Xue, Y., Syed, M. W., Li, J. Z., & Ziaullah, M. (2019).** A neutrosophic ahp and topsis framework for supply chain risk assessment in automotive industry of Pakistan. *Sustainability*, 12(1), 154. <https://doi.org/10.3390/su12010154>
- Kandil, M., & Mirzaie, I. (2005).** The effects of exchange rate fluctuations on output and prices: evidence from developing countries. *The Journal of Developing Areas*, 189-219. DOI: 10.1353/jda.2005.0022
- Khan, A.** Auto assemblers flexing muscles for another price hike. Dawn newspaper, Karachi, Pakistan (2021). Jamal, N. Can Pakistan become a hub of auto exports? Dawn newspaper, Karachi, Pakistan (2021).
- Kordbache, Majid. Fekri, Roxana. Ismailian, Gholamreza. (2022).** Presenting a model to discover and investigate the causal relationships between the effective risks in the development process of the product family in Iran's

- automobile industry. *Modeling in Engineering*, 20 (68), 34-15. DOI: [10.22075/JME.2021.23623.2103](https://doi.org/10.22075/JME.2021.23623.2103) (In Persian)
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S.** (1997). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management science*, 43(4), 546-558. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.4.546>
- Lewis, D.** (1977). Health and safety executive. *Industrial Law Journal*, 6(1), 119-121.
- Liu, W., Wei, W., Yan, X., Dong, D., & Chen, Z.** (2020). Sustainability risk management in a smart logistics ecological chain: An evaluation framework based on social network analysis. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124189. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124189>
- Maadi Rudsari, M.H.** Tabatabaian, Seyyed H. Radfar, R. (2023), Pathology of the country's automobile industry using the foundation's data theorizing strategy and providing solutions for its departure from the current situation, *Investment Knowledge*, 12 (45), 353-376. (In Persian)
- Majumdar, A., Sinha, S. K., & Govindan, K.** (2021). Prioritising risk mitigation strategies for environmentally sustainable clothing supply chains: Insights from selected organisational theories. *Sustainable production and consumption*, 28, 543-555. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.021>
- Malek, J., & Desai, T. N.** (2021). A framework for prioritizing the solutions to overcome sustainable manufacturing barriers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 1, 100004. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100004>
- Manuj, I., & Mentzer, J. T.** (2008). Global supply chain risk management strategies. *International journal of physical distribution & logistics management*, 38(3), 192-223.
- Munir, M., et al.** (2020). Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 227, 107667. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107667>
- Mustafa, S., Begum, R., Nisar, S. K. & Osama, A.** Impact of new 5 year automobile policy (2016–21) on the profitability of major players in the automobile industry of Pakistan. *European Scientific Journal*. 14(16), 165. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n16p165> (2018).
- Nawaz, U.** Impact of duties and taxes on the sales of automobiles industry in Pakistan. *Journal of Finance, Accounting and Management*. 14(2), 47–59 (2023)
- Nguyen, T. T. C., Tran, Q. B., Nguyen, T. M. P., Tran, D. L., Nguyen, A. T., & Dang, Q. T.** (2019). The effects of risks in agricultural supply chain management on business performance: A case study in Vietnam. *AgBioForum*, 21(3), 23-34.
- Rezaei Vandchali, H., Cahoon, S., & Chen, S. L.** (2020). Creating a sustainable supply chain network by adopting relationship management

- strategies. *Journal of business-to-business marketing*, 27(2), 125-149.
<https://doi.org/10.1080/1051712X.2020.1748354>
- Samvedi, A., Jain, V., & Chan, F. T.** (2013). Quantifying risks in a supply chain through integration of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *International Journal of Production Research*, 51(8), 2433-2442.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2012.741330>
- Sharma, S. K., Srivastava, P. R., Kumar, A., Jindal, A., & Gupta, S.** (2023). Supply chain vulnerability assessment for manufacturing industry. *Annals of Operations Research*, 326(2), 653-683. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04155-4>
- Souri, A., Eyvazi Heshmat, A., & Sanavi Fard, R.** (2021). Designing an environmental quality risk management model in the supply chain on the financial and quality performance of Iran Khodro Company. *Geography (Regional Planning)*, 11(44), 449-471.
- Suri, Ali. Ayouzi, Heshmat, Ali Asghar, Fard, Rasool.** (2021). Designing the environmental quality risk management model in the supply chain on the financial and quality performance of Iran Khodro Company. *Quarterly Journal of Geography (Regional Planning)*, 11 (44), 471-449. DOI: [10.22034/JGEOQ.2021.135673](https://doi.org/10.22034/JGEOQ.2021.135673) (In Persian)
- Talebi, D., & Iron, F.** (2015). Identification of Risk Factors of Supply Chain and Supplier Selection with Analytical Network Process (Case: Automobile Industry). *Journal of Industrial Management Perspective*, 5(1), 31-43. (In Persian)
- Tanya Chervenкова, Dmitry Ivanov,** (2023), Adaptation strategies for building supply chain viability: A case study analysis of the global automotive industry re-purposing during the COVID-19 pandemic, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 177, September 2023, 103249. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103249>
- Tanjung, W. N., Khodijah, R. S., Hidayat, S., Ripmiatin, E., Atikah, S. A., & Asti, S. S.** (2019, May). Supply chain risk management on wooden toys industries by using house of risk (HOR) and analytical network process (ANP) method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 528, No. 1, p. 012086). IOP Publishing.
- Trkman, P., & McCormack, K.** (2009). Supply chain risk in turbulent environments—A conceptual model for managing supply chain network risk. *International Journal of Production Economics*, 119(2), 247-258.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.03.002>
- Tummala, R.; Schoenherr, T.** Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Manag. Int. J.* 2011, 16, 474–483.
- Tuncel, G., & Alpan, G.** (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in industry*, 61(3), 250-259.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2009.09.008>

- Vandchali, H. R., Cahoon, S., & Chen, S.-L.** (2021). The impact of supply chain network structure on relationship management strategies: An empirical investigation of sustainability practices in retailers. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.04.016>
- Williams, T., Eden, C., Ackermann, F., & Tait, A.** (1995). The effects of design changes and delays on project costs. *Journal of the Operational Research Society*, 46, 809-818. <https://doi.org/10.1057/jors.1995.114>
- Wu, D. D., & Olson, D.** (2010). Enterprise risk management: a DEA VaR approach in vendor selection. *International Journal of Production Research*, 48(16), 4919-4932. <https://doi.org/10.1080/00207540903051684>
- 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>
- Yang, J., et al.** (2021). Antecedents and consequences of supply chain risk management capabilities: An investigation in the post-coronavirus crisis. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1573–1585. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1856958>
- Zheng, H., Liu, S., Zhang, H., Yu, J. & Bao, J.** Visual-triggered contextual guidance for lithium battery disassembly: A multi-modal event knowledge graph approach. *Journal of Engineering Design*. <https://doi.org/10.1080/09544828.2024.2301876>.
- Zhi, H.** (1995). Risk management for overseas construction projects. *International journal of project management*, 13(4), 231-237. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00015-1)
- Zimmer, K., Fröhling, M., Breun, P., & Schultmann, F.** (2017). Assessing social risks of global supply chains: A quantitative analytical approach and its application to supplier selection in the German automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 149, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.041>
- Zsidisin, G. A., & Ellram, L. M.** (2003). An agency theory investigation of supply risk management. *Journal of supply chain management*, 39(2), 15-27. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2003.tb00156.x>