



## **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, CT.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, CT.C,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran

### **Abstract**

The highly accurate difference between nonlinear Bayesian averaging models and 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 was used to model the risk of the automotive industry. The time period of the present study is from 2011 to 2023, and in this study, information from 57 companies active in the automotive industry on the Tehran Stock Exchange was analyzed. A total of 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 in the supply chain. After identifying the factors, an

\* Corresponding Author: yaghoubi@iust.ac.ir

**How to Cite:** Zeinalpour, S., Yaghoubi, S., Sohrabi, T. (2025). Modeling Automotive Supply Chain Risks over Time Horizon: Hybrid of Nonlinear Bayesian Averaging Models and Panel Time-Variable Parameters, *Industrial Management Studies*, 23(77), 271-328.

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 than that of unsystematic risk, the stability of the economic and business environment, good governance, and political environment should be on the agenda for 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 among these companies.

### **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 to 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 to 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 leads to reducing the negative impact of risk events on supply chain operations (Munir, 2020; Yang et al., 2021).

The automobile industry is one of the important sectors 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 a 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 belongs to the category 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 in the automotive industry on the 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 affect the activities and financial ratios of the company, this article identifies the important economic risks. Unlike previous research that generally used survey tools, in the current paper, real information from these companies is used.

### **Results**

Based on theoretical and empirical foundations, 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 listed on the Tehran Stock Exchange using approaches based on Bayesian averaging. The period of the current research was from 2011 to 2023. In this research, the information of 57 companies active in the field of the automobile

industry on the Tehran Stock Exchange was used. In order to determine the optimal model, Bayesian averaging and weighted least squares were 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.

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



## مدل سازی ریسک های زنجیره تأمین صنایع خودرویی در افق زمان: ترکیب مدل های میانگین گیری بیزین غیر خطی و پارامتر متغیر زمان پانلی

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

سیمنا زینال پور 

دانشیار گروه مهندسی لجستیک و زنجیره تأمین، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

سعید یعقوبی \* 

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

طهمورث سهرابی 

### چکیده

تفاوت دقت بالای مدل های میانگین گیری بیزین غیر خطی، نسبت به مدل های کلاسیک نشان دهنده شکست مدل های کلاسیک است. مدل های کلاسیک توانایی لازم جهت تعیین مدل بهینه را ندارند و همواره از یک الگوی از پیش تعیین شده پیروی می نمایند. بر این اساس جهت ارتقای این شکاف از هیبرید مدل های میانگین گیری بیزین غیر خطی و پارامتر متغیر زمان پانلی جهت مدل سازی ریسک صنعت خودرو بهره گرفته شده است. بازه زمانی تحقیق حاضر از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ بوده و در این تحقیق از اطلاعات ۵۷ شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. ۱۱۹ ریسک مؤثر بر زنجیره تأمین صنعت خودرو شناسایی شد. بر اساس رویکردهای میانگین گیری بیزین غیر خطی ۱۵ شاخص ریسک غیر سیستماتیک و ۱۳ ریسک سیستماتیک، بر زنجیره تأمین به عنوان مهم ترین ریسک ها 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 این که نسبت معناداری ریسک سیستماتیک بر زنجیره تأمین از ریسک غیر سیستماتیک بالاتر است، ثبات فضای اقتصادی و کسب و کار، حکمرانی خوب و فضای

سیاسی نسبت به ثبات مدیریتی می‌بایست در دستور کار قرار بگیرد. در حقیقت، سیاست‌های تثبیتی در قالب سیاست‌های سمت تقاضا شامل سیاست‌های پولی-مالی، بهتر است در جهت کاهش ریسک‌های اقتصادی-مالی زنجیره تأمین صنعت خودرو 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 شرکت‌ها اکیداً توصیه می‌گردد.

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

## 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، ۲۰۲۰). جهت کاهش این اختلالات شناسایی عوامل ایجادکننده آن اهمیت می‌یابد (شارما<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). مدیریت این ریسک‌ها موجب ایجاد مزیت رقابتی و بهبود فرآیندهای انجام فعالیت می‌گردد (باریانیس<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۱۹؛ منیر<sup>۳</sup> ۲۰۲۰؛ یانگ<sup>۴</sup> و همکاران<sup>۴</sup> ۲۰۲۱). صنعت خودرو، ستون یک اقتصاد تلقی می‌گردد (هوانگ<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۲۳). 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 به‌جای عملیات ساخت، بر مونتاژ خودرو متکی هستند. این امر منجر به رشد آهسته کلی و وابستگی بیشتر به محصولات وارداتی می‌گردد (حق<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). سرمایه‌گذاری در صنعت خودرو در کشورهای در حال توسعه نیز با خطرات زیادی همراه است. صنعت خودرو به‌عنوان یک سیستم حمایتی حیاتی برای اقتصاد کشورهای صنعتی عمل می‌کند؛ اما این سیستم حیاتی در کشورهای در حال توسعه دیده نمی‌شود؛ باوجود اهمیت این صنعت، اکثر کشورهای در حال توسعه به دلایل مختلف با ریسک‌های متعددی در این حوزه روبرو هستند (فاروق<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۲۴). سازمان‌ها تنها زمانی می‌توانند استراتژی‌های کاهش 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

---

1 Sharma

2 Baryannis et al.,

3 Munir et al.,

4 Yang et al.,

5 Huang

6 Haq

7 Farooq

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 به‌طور کلی، این بخش به دلیل سیاست‌های ضعیف و سهل‌انگاری تصمیم‌گیرندگان آسیب‌دیده است. شناسایی ریسک اولین گام در فرآیند ارزیابی ریسک است (سازمان جهانی استاندارد، ۲۰۱۹). 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 ۲۰۱۷؛ ژانگ و همکاران ۲۰۱۶)، تجزیه و تحلیل شکست (لئو و ژو و ماروسک و نووتنی، ۲۰۱۴)، روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (پو و ایل‌بهار و ژانگ و همکاران، ۲۰۱۸) احتمال و اثر ریسک (زارع مهرجردی و دهقان باشی ۲۰۱۳؛ گلگچی و پونوماروو ۲۰۱۳)؛ مونت کارلو (فاروق و همکاران، ۲۰۲۴)، روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و ANP (طالبی و آبرون و جعفری و قزلباش ۱۳۹۴)؛ دهداشت و همکاران ۲۰۱۷؛ دینگ و همکاران ۲۰۱۶)؛ تاپسیس (باترینات و همکاران، ۲۰۲۱) از جمله این روش‌ها هستند. در کنار تعدد در رویکردهای محاسبه ریسک؛ تعدد بالایی در تفکیک انواع ریسک‌ها مشاهده می‌گردد. چوپرا و سودهی (۲۰۰۴)، ریسک‌ها را در نه دسته شکست‌ها، تأخیرها، سیستم‌ها، پیش‌بینی، دارایی‌های ذهنی، تهیه، دریافت کردنی، موجودی و ظرفیت طبقه‌بندی نموده‌اند. لئو و همکاران (۲۰۰۹) در شش دسته تأمین، تولید، تقاضا، لجستیک، ریسک با عوامل طبیعی کنترل‌ناپذیر و ریسک‌های اجتماعی کنترل‌ناپذیر اقدام به دسته‌بندی ریسک‌ها کرده‌اند. معین‌زاده و فتاحی‌ها (۲۰۰۹)؛ 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 (۲۰۰۸)، ریسک‌ها را در قالب چهار دسته تأمین، تقاضا، عملیاتی و ایمنی قرار داده‌اند. کلیندورفر و سعد (۲۰۰۵) این ریسک‌ها را در ۴ 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، ۲۰۰۶)، یا تأمین، تقاضا و ریسک‌هایی که موجب افزایش هزینه می‌شود (اوک و گاپالاکریشنان، ۲۰۰۹) و یا در دو دسته تأمین و تقاضا، ارائه کرده‌اند. این تعدد رویکرد در منشأهای ایجاد کننده ریسک‌ها نیز مشاهده می‌گردد.

برخی محققان سیاست‌های ناسازگار دولت را عامل منشأ ریسک‌ها می‌دانند (جمال ۲۰۲۱؛ فاروق و همکاران ۲۰۲۴، جباری و همکاران ۱۴۰۵)؛ برخی نرخ ارز (فاروق و همکاران ۲۰۲۴؛ چودری ۲۰۲۱؛ خان ۲۰۲۱، جباری و همکاران ۱۴۰۵)؛ برخی مالیات زیاد و تنوع مالیاتی (فاروق و همکاران ۲۰۲۴؛ ناواز ۲۰۲۳؛ چودری ۲۰۲۱؛ باری و مختار ۲۰۱۶)؛ برخی هزینه تمام شده بالا نسبت به سایر کشورها (خان ۲۰۲۱؛ ژنگ و همکاران ۲۰۲۴)؛ شرایط نامطلوب فضای کسب و کار (جمال ۲۰۲۱؛ چودری ۲۰۲۱؛ خان ۲۰۲۱؛ بایگ ۲۰۲۱)؛ ثبات سیاسی (فاروق و همکاران ۲۰۲۴)؛ انحصار در تولید (جمال ۲۰۲۱؛ مصطفی و همکاران ۲۰۱۸)؛ مسائل عرضه و تقاضا (چودری، ۲۰۲۱)؛ کمبود نیروی انسانی ماهر (جمال ۲۰۲۱؛ چودری ۲۰۲۱)؛ برندسازی ضعیف (بایگ، ۲۰۲۱)؛ کشش پایین قیمتی بازار (جمال ۲۰۲۱)؛ COVID-19 (خان ۲۰۲۱؛ چودری ۲۰۲۱).

با توجه به توضیحات فوق مشاهده می‌گردد تنوع بسیار بالایی در منشأ ریسک‌ها، دسته‌بندی 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 سلیقه‌ای اقدام به تعیین متغیرهای اثرگذار بر ریسک صنعت خودرو نموده‌اند. در حالی که 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 خودرو سازی کشور مشکلات زیادی دارد. از جمله این مشکلات می‌توان به اعمال تحریم‌های یک جانبه برای کشور، بروز مازاد تقاضا در بازار خودرو، وجود انحصارات چندجانبه در بین تولیدکنندگان، مشکلات در روند قیمت گذاری خودرو، عدم مطالعه و آشنایی مصرف کنندگان با حقوق مشتری و... اشاره کرد (امین پور و همکاران،

۲۰۲۳). این عدم توازن‌ها در بازار خودرو موجب افزایش ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک در این صنعت شده است؛ این امر لزوم شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های مؤثر بر صنعت خودرو را ضروری کرده است.

در میان صنایع کشور، صنعت خودروسازی به‌عنوان یکی از صنایع مادر با داشتن زنجیره تأمین چندلایه‌ای و پیچیده، همواره متأثر از تحریم‌ها بوده و با بحران‌ها و به‌تبع 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، بیش‌ازپیش احساس می‌شود. اغلب روش‌های ذکرشده 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 این گونه 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، به‌دلیل 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<sup>۱</sup>، DMA<sup>۲</sup>، TVP<sup>۳</sup>، WALS<sup>۴</sup>، TVP-DMS<sup>۵</sup>، جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک مؤثر بر زنجیره تأمین صنعت خودرو استفاده شده است. مسئله دوم تحقیق حاضر لحاظ نمودن فرض غیرواقعی ثابت بودن پارامتر در طول زمان است؛ چراکه در عمل

1 Bayesian Modling Average

2 Dynamic Modling Average

3 Time Variable Paramenter

4 Weighted Averaging Least Square

5 Time Variable Paramenter-Dynamic Modeling Select

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<sup>۱</sup> استفاده گردیده است و از این جنبه مدل جدیدی در مطالعات تجربی این حوزه به شمار می‌رود. در همین راستا، اطلاعات ۵۷ شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲، به کارگیری شده است. با توجه به مطالب ارائه‌شده، نوآوری مقاله را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود:

- ارائه رویکردهای مبتنی بر میانگین‌گیری بیزین برای شناسایی ریسک‌های مالی - اقتصادی در زنجیره تأمین خودرو
- ارائه روش‌های ترکیبی BMA، DMA، TVP، WALS، TVP-DMS جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های سیستماتیک و غیر سیستماتیک اقتصادی-مالی مؤثر بر زنجیره تأمین صنعت خودرو
- پیاده‌سازی مدل‌های ارائه‌شده در صنعت خودروسازی ایران

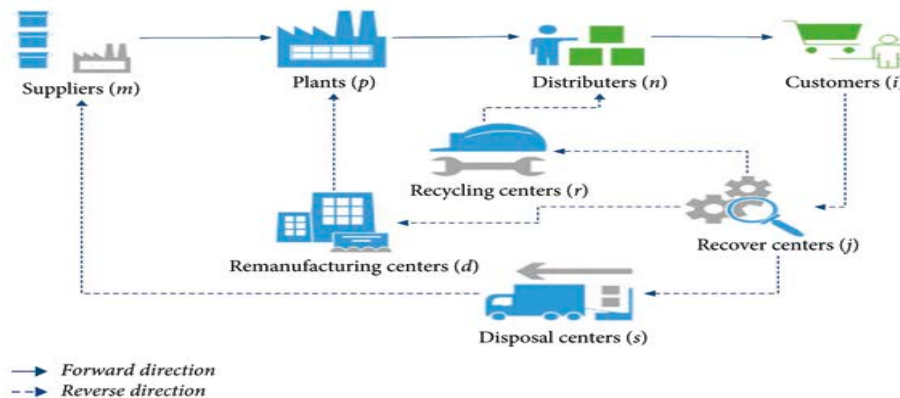
## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

به‌عنوان یک صنعت مادر در اقتصاد ملی، امروزه در کشورهای مختلف صنعت خودرو به یک صنعت پیشرو و استراتژیک تبدیل شده است (جنید<sup>۱</sup> و همکاران ۲۰۲۰؛ دیاس<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۲۰). زنجیره تأمین شرکت‌های خودروسازی شامل پیوندهای تولیدی مانند تأمین مواد اولیه، ساخت قطعات، تولید خودرو و مونتاژ است و به‌طور مشترک وظایف

1 Junaid

2 Dias

مختلفی را در کل چرخه عمر محصولات خودرویی مانند تهیه، تولید، فروش و خدمات ارائه می کنند (زیمرا و همکاران، ۲۰۱۷). در صنعت خودروسازی، قطعه سازی و تأمین قطعات در زنجیره تأمین متفاوت است. با افزایش پیچیدگی پیوندهای فنی و تولیدی زنجیره کالای خودرو، به سختی می توان شاهد عملکرد عادی زنجیره تأمین خودرو بود (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۳). یک نمای کلی از زنجیره تأمین صنعت خودرو در نمودار (۱)، ارائه شده است.



نمودار ۱- زنجیره تأمین در صنعت خودرو

مأخذ: جیووانی ۲۰۱۸

کالای خودرو یکی از زنجیره های ارزش کالایی معمولی تولیدکننده است، هر خودرو حدود ۳۰۰۰۰ قطعه دارد. در صنعت خودروسازی، قطعه سازی و تأمین قطعات در زنجیره تأمین متفاوت است. برای اجزای پیچیده، روابط تأمین پیچیده ای بین شرکت های قطعات مختلف و شرکت های مختلف خودرو وجود دارد. برای محصولات قطعات خودرو، زنجیره تأمین آن تحت یک سیستم درجه بندی دقیق اداره می شود و تأمین کنندگان آن به یک، دو و سه تقسیم می شوند و ساختاری هرمی از تقسیم کار چند سطحی را تشکیل می دهند. تأمین کنندگان سطوح مختلف موقعیت های متفاوتی در زنجیره تأمین شرکت های

خودروسازی دارند و توانایی‌های مقاومت در برابر ریسک متفاوتی دارند (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۳).

با توجه به زنجیره تأمین ترسیم‌شده ریسک‌های متعددی بر آن متصور است (کانو اولیووس<sup>۱</sup> و همکاران ۲۰۲۲). ازجمله این ریسک‌ها می‌توان به ریسک خارجی که شامل ریسک‌های سیستماتیک هستند (وو<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۰۶؛ گاودنزی و بورگسی<sup>۳</sup> ۲۰۰۶؛ سمودی<sup>۴</sup> و همکاران ۲۰۱۳؛ کلارک<sup>۵</sup> ۲۰۱۲)؛ ریسک زمانی<sup>۶</sup> به تأخیر در فعالیت‌های زنجیره تأمین اشاره دارد (کتیکیدیس<sup>۷</sup> و همکاران ۲۰۱۶؛ آنگولو<sup>۸</sup> و همکاران ۲۰۰۴؛ برنانکه<sup>۹</sup> و همکاران ۱۹۸۱؛ آیینو<sup>۱۰</sup> و همکاران ۲۰۱۲)؛ ریسک اطلاعات<sup>۱۱</sup> اشاره به تحریف اطلاعات و نشت اطلاعات در زنجیره تأمین دارد (چوپرا<sup>۱۲</sup> و همکاران ۲۰۱۴؛ هندفیلد<sup>۱۳</sup> و همکاران ۲۰۱۳؛ توممالا<sup>۱۴</sup> و همکاران ۲۰۱۱؛ لی<sup>۱۵</sup> و همکاران ۱۹۹۷)؛ ریسک مالی<sup>۱۶</sup> شامل تورم، نرخ بهره، نوسانات ارز است (منوج<sup>۱۷</sup> و همکاران ۲۰۱۸؛ ترکمان<sup>۱۸</sup> و همکاران ۲۰۰۹؛ هان<sup>۱۹</sup> و همکاران ۲۰۱۲)؛ ژی<sup>۲۰</sup> ۱۹۹۵؛ میرزایی و قندیل ۲۰۱۳)؛ ریسک عرضه<sup>۲۱</sup>؛ ریسک

---

1 Cano-Olivos

2 Wu

3 Gaudenzi & Borghesi

4 Samvedi

5 Clark

6 Time risk

7 Ketikidis

8 Angulo

9 Bernanke

10 Aibinu

11 Information Risk

12 Chopra

13 Handfield

14 Tummala

15 Lee

16 Financial Risk

17 Manuj

18 Trkman

19 Hahn

20 Zhi

21 Supply Risk

تأمین مربوط به فعالیت‌های بالادستی در زنجیره تأمین است (زیدیسین، الرام<sup>۱</sup> ۲۰۱۳؛ زیدیسین، الرام ۲۰۱۴؛ کتیکیدیس و همکاران ۲۰۱۶؛ وو و اولسون<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). ریسک عملیاتی<sup>۳</sup> به اختلالات زنجیره تأمین ناشی از مشکلات درون سازمان مانند تغییرات طراحی و تکنولوژیک، حوادث و اختلافات کاری (تونسل و آپلان<sup>۴</sup> ۲۰۱۰؛ وو و همکاران ۲۰۰۶؛ سمودی و همکاران ۲۰۱۳؛ ویلیامز<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۵؛ دیوید<sup>۶</sup> ۲۰۰۰) اشاره دارد. در ادامه اقدام به ارائه تحقیقات داخلی و خارجی در راستای وضوح تحقیق پرداخته شده است

فاروق و همکاران (۲۰۲۴)؛ اقدام به شناسایی و اولویت‌بندی 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 (فروشنده‌گان 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 شرکت‌های تازه‌وارد در بازار به دلیل تصویر محصولاتشان، بحرانی‌ترین خطراتی است که صنعت خودرو با آن مواجه است.

چرونکووا و ایوانف<sup>۷</sup> (۲۰۲۳)، در بررسی زنجیره‌های تأمین صنعت خودرو بعد از بیماری کوید ۱۹ بدین نتیجه دست یافتند که جهت بهبود وضعیت زنجیره تأمین در این صنعت در آینده لازم است اقدام به تطبیق زنجیره‌های تأمین و عملیات، بازاریابی استراتژی منبع‌یابی و ایجاد شبکه‌های تأمین درهم‌تنیده و بهبود سازگاری، چابکی، انعطاف‌پذیری مورد توجه قرار. امین پور و همکاران (۲۰۲۳)، 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

---

1 Zsidisin & Ellram

2 Wu & Olson

3 Operational risk

4 Tuncel & Alpan

5 Williams

6 David

7 Chervenkova & Ivanov

پرداختند. استفاده مناسب از فرآیند پیشنهادی می‌تواند به مدیران کمک کند تا جریان محصولات باز یافتی را به‌طور مؤثر مدیریت کنند و این فرآیند یک مزیت رقابتی پایدار برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند و ریسک زنجیره تأمین را در این صنعت کاهش می‌دهد. کانو اولیووس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۲)، اقدام به حداقل رساندن اختلالات زنجیره تأمین تجارت خودرو در مکزیک نمودند. این تحقیق اساساً در ۵ مرحله انجام شد: الف) نظرسنجی از تأمین کنندگان 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 برنامه‌ریزی اقدام برای به حداقل رساندن یا حذف عوامل خطر که عملیات زنجیره تأمین را مختل می‌کنند؛ همچنین، کیکماک و اونگان (۲۰۲۲)، 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 ۲۰ کارشناس زنجیره تأمین از ۱۵ 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 شبکه‌بیزی 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 مؤثرترین استراتژی کاهش خطر برای مقابله با خطرات زنجیره تأمین ظاهر شد.

معادی رودسری و همکاران (۱۴۰۲)، اقدام به آسیب‌شناسی صنعت خودروی کشور و ارائه راه کارهایی برای برون‌رفت آن ارائه نمودند. تحلیل داده‌ها با استفاده از استراتژی نظریه داده‌بنیاد و رهیافت نظام‌مند اشتراوس و گرین با سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی انجام و راه کارهای توسعه صنعت خودرو و الزامات پیاده‌سازی آن ارائه شد.

کردبچه و همکاران (۱۴۰۱)، به بررسی ریسک‌های هر مرحله از این فرآیند با تمرکز

بر نظریه داده بنیاد و نظر ۱۸ فرد خبره در صنعت خودروسازی ایران پرداختند. سپس جداول تأثیر ریسک‌ها مبتنی بر نقشه شناخت فازی بر مبنای داده‌های حاصل از پرسشنامه تکمیلی در صنایع خودروسازی ایران شکل گرفت. نتیجه حاصل از مطالعات و محاسبات صورت گرفته نشان دادند که نه تنها ریسک‌های خوشه‌بندی مشتریان، ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات و ریسک بخش‌بندی استاندارد مختص فرآیند توسعه خانواده محصول شناسایی گردیدند، بلکه خروجی مدل، نمایانگر ریسک‌های نیاز با احتمال (۱۹,۷٪)، ریسک الزامات با احتمال (۱۰,۵۲٪) و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات با احتمال (۶,۳۲٪)، به عنوان ریسک‌های مسبب و دارای بالاترین احتمال شرطی بروز جنبه‌های منفی در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنعت خودرو ایران می‌باشند. فدایی و همکاران (۱۴۰۰)، اقدام به ارائه مدل مناسب به منظور مدیریت ریسک مالی در صنعت خودروسازی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (ANP Fuzzy)، نمودند. در این پژوهش ۱۳ متغیر از بین متغیرهای شناسایی شده، مورد تأیید خبرگان و متخصصان قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش حاضر مدیران و متخصصان شرکت خودروسازی (ایران خودرو و سایپا)، می‌باشد. ابزار مورد استفاده در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از طریق پرسشنامه و از نظرات خبرگان و کارشناسان صنعت خودروسازی استفاده شده است. جامعه خبرگان متشکل از ۲۵ نفر خبره بوده و برای 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 ۱۳ 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 (۱۴۰۰)، 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 (۱۴۰۲)، هم استفاده از تکنولوژی به‌روز،



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 روبه‌رو 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 (۲۰۲۲)، یک مدل شبکه بیزی برای تعیین احتمال خطرات و استراتژی‌های کاهش ریسک ایجاد نمودند و نتیجه‌گیری کردند که همکاری و حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر به‌عنوان مؤثرترین استراتژی کاهش خطر برای مقابله با خطرات زنجیره تأمین ظاهر شده است. همان‌گونه که اشاره شد کربچه و همکاران (۱۴۰۱) و معادی رودسری و همکاران (۱۴۰۲)، نیز به آسیب‌شناسی زنجیره تأمین خودرو و ریسک‌های مرتبط پرداختند؛ اما هیچ‌کدام 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، به‌منظور پر کردن این شکاف، پژوهش حاضر به دنبال طراحی نظامی برای مدیریت ریسک‌های اقتصادی-مالی زنجیره تأمین در صنعت خودرو سازی با استفاده از رویکردهای مبتنی بر میانگین‌گیری بیزین می‌باشد. جهت فهم بهتر مقالات مرور شده، جدول (۱) خلاصه‌ای از مقالات حوزه مدیریت ریسک در زنجیره تأمین را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه‌ای از مقالات حوزه مدیریت ریسک در زنجیره تأمین

| نویسندگان                    | هدف اصلی ارائه مقاله                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ماجومدار و همکاران<br>(۲۰۲۲) | 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. |

| نویسندگان                               | هدف اصلی ارائه مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| فنگ جیانینگ و همکاران (۲۰۲۱)            | این مطالعه از شبکه عصبی برای ارزیابی ریسک زنجیره تأمین از منظر توسعه پایدار استفاده کرده و پیشنهادهاى عملی برای پیشگیری از ریسک، عملیات پایدار و بهبود پایداری زنجیره تأمین انگور تازه ارائه می‌دهد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| کاتور و حیاتی (۲۰۲۴)                    | 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، ذخیره‌سازی غیربهداشتی، بدون قابلیت ردیابی منشأ حیوانی، اطلاعات غلط، نداشتن گواهی حلال، آلودگی متقاطع با گوشت غیر حلال در انبار یا حمل‌ونقل، آلودگی متقاطع تجهیزات مورد استفاده با نوزهای محصولات، آلودگی با استفاده از تجهیزات غیربهداشتی، استفاده از افزودنی‌های غذایی ناهلال و ... را به عنوان زنجیره تأمین غذایی احصاء کرده‌اند. |
| سیاگرتی و همکاران (۲۰۲۱)                | از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر تحلیل نسبت ارزیابی وزنی گام به گام برای بررسی ریسک‌های مدیریت زنجیره تأمین زغال‌سنگ استفاده گردید و بر اساس روش دلفی، سیزده ریسک مدیریت ریسک زنجیره تأمین شناسایی و وزن نسبی هر ریسک محاسبه و اولویت‌بندی شدند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| سیمونوف کوسی - سارپونگ و همکاران (۲۰۲۱) | با استفاده از روش دلفی اصلاح‌شده ریسک‌ها زنجیره تأمین پایدار شناسایی و مجموعه‌ای نهایی از فهرست موانع انتخاب شد که به شش مانع اصلی و ۳۳ مانع فرعی تقسیم‌بندی شد و از بهترین-بدترین روش برای ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها استفاده قرار شد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| گومزا و تورس اسپانا (۲۰۲۰)              | 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 (۲۰۲۰)              | یک مدل ارزیابی ریسک زنجیره تأمین مالی بر اساس شبکه عصبی تکثیر برگشتی برای کشف عوامل موجود مؤثر بر ارزیابی ریسک زنجیره تأمین و ایجاد سیستم شاخص ارزیابی ریسک زنجیره تأمین ارائه شده است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ویهوا لئو و همکاران (۲۰۲۰)              | 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 (۲۰۱۹)                | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| نویسندگان               | هدف اصلی ارائه مقاله                                                                                                                                                          |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| دنک و همکاران<br>(۲۰۱۹) | یک مدل سه‌بعدی، برای پیچیدگی‌های انتشار ریسک در زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی شامل پیچیدگی‌های وابستگی بین گره‌ها و پیچیدگی‌های حالت‌ها و مسیرهای انتشار ریسک ارائه کرده است. |

### ۳- 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 شرکت سایپو در ایران خودرو، بیش از ۶۵۰ سازنده می‌باشد که قطعات ایران خودرو را تولید می‌کنند. در این تحقیق از اطلاعات ۵۷ 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 بهره گرفته شده است؛ یعنی از تکنیک‌ها و مدل‌های BMA<sup>۱</sup>، DMA<sup>۲</sup>، TVP<sup>۳</sup>، WALS<sup>۴</sup>، TVP-DMS<sup>۵</sup>، جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های سیستماتیک و غیر سیستماتیک اقتصادی-مالی مؤثر 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 مؤثر بر زنجیره تأمین عوامل سیستماتیک از اطلاعات بانک مرکزی (<https://www.cbi.ir>) و جهت استخراج عوامل غیر سیستماتیک مؤثر بر زنجیره تأمین، از سایت کدال (<https://codal.ir>) بهره گرفته شده است. مقیاس زمانی اطلاعات این ۵۷ شرکت فعال در حوزه صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران نیز در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ می‌باشد. جهت انجام محاسبات هم از نرم‌افزار SPSS و MATLAB

1 Bayesian Modling Average

2 Dynamic Modling Average

3 Time Variable Paramerter

4 Weighted Averaging Least Square

5 Time Variable Paramerter-Dynamic Modeling Select

بهره گرفته شده است. جهت اعتبارسنجی نیز از آزمون‌های مرسوم 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 هست؛ 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 مؤثر بر ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک مؤثر بر صنایع خودرویی در بورس اوراق بهادار تهران و نحوه محاسبه در مدل‌های برآوردی در جدول (۲)، ارائه شده است.

جدول ۲. ریسک‌های مؤثر 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| 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، به کارگیری 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | شرایط و متغیرهای اقتصادی شرکت (۱۱ عامل) |
| 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)<br>ابتدا ارزش افزوده را از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم:<br>$VA = OP + EC + D + A$<br>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                                                       |                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <p>کار گرفته شده را محاسبه می‌کنیم.</p> $HCE = \frac{VA}{HC}$ <p>کارایی سرمایه انسانی: <math>HCE = \frac{VA}{HC}</math></p> <p>که در آن، <math>HC</math> برابر است با کل هزینه‌های حقوق و دستمزد شرکت.</p> $SCE = \frac{SC}{VA}$ <p>کارایی سرمایه ساختاری: <math>SCE = \frac{SC}{VA}</math></p> $SC = VA - HC$ <p>که در آن، <math>SC</math> برابر است با تفاضل ارزش افزوده و سرمایه انسانی (هزینه حقوق و دستمزد).</p> $CEE = \frac{VA}{CE}$ <p>کارایی سرمایه به کار گرفته شده: <math>CEE = \frac{VA}{CE}</math></p> <p>که در آن، <math>CE</math> 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 (<math>HCE</math>)، کارایی سرمایه ساختاری (<math>SCE</math>) و کارایی سرمایه به کار گرفته شده (<math>CEE</math>) به دست خواهیم آورد.</p> $VAIC = HCE + SCE + CEE$ |                                    |
| <p>ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام برابر است با ارزش بازار در پایان سال <math>t-1</math> به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام در پایان سال <math>t-1</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
| <p>کاهش فروش در سال قبل: متغیر دو وجهی است؛ اگر درآمد فروش در سال <math>t-1</math> کم‌تر از فروش سال <math>t-2</math> باشد برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر می‌شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
| <p>میزان تغییر در سطح فروش: متغیر دو وجهی است؛ در صورتی که تغییر در درآمد فروش بیش‌تر از ۱۰ درصد باشد برابر یک و غیر این صورت برابر صفر می‌باشد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
| <p>چرخه عمر شرکت: متغیر دو وجهی بر اساس روش الگوهای جریان نقدی دکنسون (۲۰۱۱) است؛ اگر شرکت در مراحل ظهور باشد برابر ۱ و در غیر این صورت صفر خواهد بود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
| <p>اعتبار تجاری: نسبت حساب‌های پرداختنی به فروش شرکت <math>t</math> در سال <math>t</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| <p>افق دید مدیرعامل: متغیر دو وجهی؛ برابر یک اگر سال جاری، سال تغییر و یا سال قبل از تغییر مدیرعامل باشد (افق دید کوتاه) و در غیر این صورت صفر است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>مشکل نمایندگی</p>               |
| <p>دوره تصدی مدیرعامل: تعداد سال‌های حضور مدیرعامل در شرکت</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>(ناشی از انگیزه</p>             |
| <p>جریان نقد آزاد: جریان‌ات نقدی عملیاتی بعد از کسر سود تقسیمی عادی و ممتاز تقسیم بر کل دارایی‌ها</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>قدرت‌طلبی و انگیزه رسیدن به</p> |
| <p>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 ۰٫۰۱ باشد، در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>هدف مدیر (۵ عامل)</p>           |

|                                                                                                                                                                                                                     |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 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 ۰,۰۱ باشد، در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد. |                                 |
| محدودیت تأمین مالی داخلی: نسبت سود انباشته سال $t-1$ به کل دارایی‌ها در سال $t-1$                                                                                                                                   | محدودیت‌های تأمین مالی (۳ عامل) |
| 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 $t-1$                                                                                                                     |                                 |
| سود ناخالص به فروش                                                                                                                                                                                                  | نسبت‌های سودآوری (۱۲ عامل)      |
| 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                                                                                                                                                                                            |                                 |
| سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام                                                                                                                                                                               |                                 |
| سود خالص به حقوق صاحبان سهام                                                                                                                                                                                        |                                 |
| نسبت جاری: دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری                                                                                                                                                                         | نسبت‌های نقدینگی (۹ 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                                                                                                                                                                                              | نسبت‌های اهرمی (۴ عامل)         |
| کل بدهی به کل دارایی                                                                                                                                                                                                |                                 |
| حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها                                                                                                                                                                                    |                                 |

|                                                                                                                                |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| کل بدهی به حقوق صاحبان سهام                                                                                                    |                               |
| دارایی‌های ثابت به بدهی‌های بلندمدت                                                                                            |                               |
| ساختار سرمایه ۱: مجموع کل بدهی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت استقراری به مجموع دارایی‌ها                                             | ساختار سرمایه<br>(۳ عامل)     |
| ساختار سرمایه ۲: مجموع کل بدهی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت استقراری به کل ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام                              |                               |
| ساختار سرمایه ۳: مجموع بدهی‌های استقراری بلندمدت به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و بدهی‌های بلندمدت                             |                               |
| فروش به دارایی‌های ثابت                                                                                                        | نسبت‌های فعالیت<br>(۱۰ 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 دوره‌ی جاری منهای تغییر در حساب‌های دریافتی محاسبه می‌شود. |                               |
| بهای تمام‌شده فروش به فروش                                                                                                     |                               |
| گردش موجودی کالا: بهای تمام‌شده کالای فروش رفته تقسیم بر میانگین موجودی                                                        |                               |
| هزینه‌های عملیاتی به فروش: هزینه‌های عملیاتی شامل بهای تمام‌شده کالای فروش رفته و هزینه‌های فروش عمومی و اداری می‌باشد.        |                               |
| اندازه شرکت: (لگاریتم طبیعی کل دارایی‌ها)                                                                                      | نسبت‌های ساختاری<br>(۱۰ 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: $Soft\_assets = \frac{Total\ Assets - PP\&E - Cash\ \&\ Short\ term\ Investments}{Total\ Assets}$         |                               |
| موجودی‌ها به دارایی‌های جاری                                                                                                   |                               |
| وجه نقد به دارایی‌های جاری                                                                                                     |                               |
| بدهی‌های جاری به کل بدهی‌ها                                                                                                    |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <p>سود هر سهم: سود خالص شرکت (پس از کسر سود سهام ممتاز) تقسیم بر کل سهام عادی شرکت (به میلیون ریال)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>نسبت‌های بازار سرمایه (۴ عامل)</p>                      |
| <p>سود به قیمت: سود خالص تقسیم بر ارزش بازار حقوق صاحبان سهام</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |
| <p>ارزش دفتری به ارزش بازار: ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام تقسیم بر ارزش بازار حقوق صاحبان سهام</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |
| <p>انتشار اوراق بدهی یا مالکیت: یک متغیر دو وجهی است؛ به این ترتیب که اگر شرکتی در سال <math>t</math> اوراق بدهی یا مالکیت منتشر کرده باشد (تصویب مجمع فوق العاده)، عدد یک و در غیر این صورت صفر می‌باشد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                            |
| <p>تغییر در حساب‌های دریافتی: تغییر در حساب‌های دریافتی تقسیم بر میانگین کل دارایی‌ها</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>درصد تغییرات نسبت به سال قبل و اقلام تعهدی (۳ عامل)</p> |
| <p>تغییر در موجودی کالا: تغییر در موجودی کالا به میانگین کل دارایی‌ها</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                            |
| <p>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 (<math>\Delta WC</math>)، تغییر در خالص دارایی‌های عملیاتی غیر جاری (<math>\Delta NCO</math>) و تغییر در خالص دارایی‌های مالی (<math>\Delta FIN</math>) می‌باشد. <math>WC</math> برابر است با دارایی‌های جاری بعد از کسر وجه نقد و سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت منهای تعهدات جاری بعد از کسر بدهی‌های جاری. <math>NCO</math> برابر است با کل دارایی‌ها بعد از کسر دارایی‌های جاری و سرمایه‌گذاری‌ها و پیش‌پرداخت‌ها منهای کل تعهدات بعد از کسر تعهدات جاری و بدهی‌های بلندمدت؛ همچنین، <math>FIN</math> برابر است با مجموع سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت منهای مجموع بدهی‌های بلندمدت و بدهی‌های جاری و سهام ممتاز.</p> |                                                            |
| <p>بحران مالی شرکت: نمره <math>Z</math> پایین‌تر نشان‌دهنده شرایط مالی آشفته‌تر است. آلتمن (۱۹۶۸)؛ در بررسی‌های خود نشان داد که نمره <math>Z</math> کم‌تر از ۱٫۸ نشان‌دهنده بحران مالی در شرکت و نمره <math>Z</math> بالاتر از ۲٫۶۷ سلامت مالی شرکت را نشان می‌دهد. نمره بین ۱٫۸ و ۲٫۶۷ منطقه‌ی خاکستری است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                            |
| <p>صرف ریسک: میزان بازده اضافی بر بازده بدون ریسک (از مدل لالی جهت برآورد آن استفاده شده)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>شاخص‌های ریسک (۱ عامل)</p>                              |
| <p>مدیریت سود واقعی: از مدل روجودهری جهت محاسبه اقلام حقیقی بهره گرفته شده است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>مدیریت سود (۲ عامل)</p>                                 |
| <p>مدیریت سود تعهدی: از مدل کوتاری جهت محاسبه اقلام تعهدی بهره گرفته شده است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |
| <p>خطای پیش‌بینی سود: تفاوت سود پیش‌بینی شده سال قبل با سود تحقق یافته در سازمان</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>پیش‌بینی سود</p>                                        |



|                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| افق زمانی پیش‌بینی سود: میانگین بازه پیش‌بینی سود هر شرکت                                                                                                                                                                                                       | (۲ عامل)                 |
| مسئولیت دوگانه مدیرعامل: متغیر دووجهی؛ اگر مدیرعامل و رئیس هیئت، یکی باشند مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.                                                                                                                                        | راهبری شرکتی<br>(۸ عامل) |
| تعداد جلسات هیئت‌مدیره: تعداد جلسات هیئت‌مدیره که در طول سال برگزار شده است.                                                                                                                                                                                    |                          |
| درصد مدیران مستقل: نسبت تعداد مدیران غیرموظف به تعداد کل اعضای هیئت‌مدیره 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 هیئت‌مدیره                                                                                                                                                                                                                                              |                          |
| داشتن مدرک مرتبط با فعالیت                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
| متوسط سن اعضای هیئت‌مدیره                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
| ارزش افزوده بخش صنعت                                                                                                                                                                                                                                            |                          |
| ارزش افزوده بخش خدمات                                                                                                                                                                                                                                           | عوامل محیطی<br>(۳۱ عامل) |
| ارزش افزوده کشاورزی                                                                                                                                                                                                                                             |                          |
| حکمرانی خوب: شاخص بانک جهانی                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
| شاخص فضای کسب و کار: شاخص بانک جهانی                                                                                                                                                                                                                            |                          |
| شاخص توسعه مالی: شاخص صندوق بین‌المللی پول                                                                                                                                                                                                                      |                          |
| حجم دولت: نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی                                                                                                                                                                                                                 |                          |
| شاخص تاب‌آوری اقتصادی ( شاخص وزنی شاخص حقوق مالکیت؛ شاخص اثربخشی 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 غیررسمی: نرخ آزاد ارز نرخی است که در بازار آزاد ارز تعیین می‌شود.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| نوسان نرخ ارز بازار غیررسمی: این شاخص از معادله گارچ مدل نرخ ارز استخراج خواهد شد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| تورم: نرخ تورم منتهی به هر دوره از محاسبه درصد تغییر متوسط شاخص CPI در هر دوره منتهی به دوره موردنظر نسبت به دوره مشابه قبل به دست می‌آید.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| نوسان تورم: این شاخص از معادله گارچ مدل تورم استخراج خواهد شد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| تراز پرداخت‌ها: به مجموع حساب‌جاری (کالاها و خدمات) و حساب سرمایه (تراز ورود و خروج سرمایه به کشور) می‌گویند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| شاخص جهانی شدن KOF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| مالیات‌ها: مجموع کل مالیات‌های مستقیم و غیرمستقیم است.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ضریب جینی: هرچقدر 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 مدنظر 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، به‌نحوی که این منافع پایدار دلالت بر وجود رابطه بلندمدت میان سرمایه‌گذاری مستقیم از یکسو و موضوع سرمایه‌گذاری از سوی دیگر دارد.                                                                                                                                                         |
| تحریم‌ها: از ترکیب وزنی ۱۰ 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 اثربذیری را از تحریم‌ها دارند؛ حاصل می‌شود. از رویکرد تحلیل مؤلفه اصلی جهت استخراج این شاخص بهره گرفته شده است. |

#### ۴- 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 (۳)، نمایش داده شده است.

جدول ۳. تست LR<sup>۱</sup> مقایسه کارایی مدل‌های TVP با OLS

| مدل | $\ln L$ | LR                     |
|-----|---------|------------------------|
| OLS | ۲۰۲/۶۵  | $\chi^2 = 67.83^{***}$ |
| TVP | ۴۰۹/۵۷  |                        |

\*\*\*: در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

مآخذ: محاسبات محقق

نتایج تست LR در جدول (۲)؛ نشان می‌دهد، مدل TVP نرخ راست‌نمایی بالاتری (۴۰۹/۵۷) بزرگ‌تر از (۲۰۲/۶۵ است)، در مقایسه با مدل OLS دارد؛ در نتیجه تخمین مدل بر اساس رویکردهای TVP (غیرخطی) نسبت به مدل‌های OLS (خطی) از کارایی بالاتری برخوردار است. این نتایج مؤید نظریه کنووا<sup>۲</sup> (۲۰۰۲)، کنووا و سیکارلی<sup>۳</sup> (۲۰۰۴)، کوگلی و سارجنت<sup>۴</sup> (۲۰۰۱)، کوپ و کوروبلیس<sup>۵</sup> (۲۰۱۳)، کوپ<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۹) و جیکوب<sup>۷</sup> (۲۰۲۲)، می‌باشد. این محققین در نظریه تغییر ضرایب زمانی ادعا نموده‌اند که تغییر ضرایب در طی زمان نسبت به فرض محدودکننده ثبات ضرایب (رویکرد سنتی)، دقت پیش‌بینی را

۱ 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

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.

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، ۲۰۲۰). از جمله دستاوردهای مهم در این خصوص، استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی برای به‌کارگیری 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 واتسون<sup>۱</sup> (۲۰۰۵، ۲۰۰۶)، فورنی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۰)، مارسلینو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۳)، آنجلینی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، آرتیس و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۵) و شوماخر<sup>۶</sup> (۲۰۰۷)، 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؛ درحالی‌که نتایج اولیه حاصل از پیش‌بینی در مطالعات تجربی در این خصوص، بسیار امیدوارکننده بوده است (استاک و واتسون ۲۰۰۵؛ فورنی و همکاران ۲۰۰۰؛ ناصر<sup>۷</sup> ۲۰۱۴) که می‌توان به مطالعه استاک و واتسون (۲۰۰۶) که با به‌کارگیری بیش از ۲۱۵ 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 به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای

---

1 Stock & Watson

2 Forni

3 Marcellino

4 Angelini, Banbura & Runstler

5 Artis, Banerjee & Marcellino

6 Schumacher

7 Naser

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 TVP از مدل‌های DMS و DMA استفاده شده است (گوپتا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). با توجه به اینکه مدل‌های DMS و DMA به مقادیر گذشته ضرایب و احتمال وابسته هستند؛ در جدول (۴)، به تحقیقاتی که از این مقادیر بهره گرفته‌اند، اشاره نموده‌ایم.

جدول ۴. مقادیر  $(\alpha, \lambda)$  در مدل‌های TVP-DMA و TVP-DMS

| مقادیر $\alpha$ و $\lambda$ و<br>لاندا | محققین                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $(\alpha = 0/95, \lambda = 1)$         | کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۹)، فیلیپو (۲۰۱۵)، گوپتا و همکاران (۲۰۱۴).                                                                                                                                                      |
| $(\alpha = 1, \lambda = 1)$            | کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۱)، کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۰) و بالیسار و همکاران (۲۰۱۸).                                                                                                                                          |
| $(\alpha = 0/99, \lambda = 1)$         | کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۱ و ۲۰۱۲)، فریرا و پالما (۲۰۱۵)، باسیک و مورتو (۲۰۱۵) و ناصر و علایی (۲۰۱۸).                                                                                                                    |
| $(\alpha = \lambda = 0/99)$            | رافتری و همکاران (۲۰۰۷)، کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۲)، بلمونته و کوپ (۲۰۱۴)، سالیله (۲۰۱۵)، فریرا و پالما (۲۰۱۵)، فیلیپو (۲۰۱۵)، ای و همکاران (۲۰۱۴)، رایس و کرن (۲۰۱۶)، ناصر (۲۰۱۴)، دراچل (۲۰۱۶) و ناصر و علایی (۲۰۱۸). |
| $(\alpha = \lambda = 0/95)$            | نیکولتی و پارسو (۲۰۱۲)، کوپ و کوروپیلیس (۲۰۱۲)، بلمونته و کوپ (۲۰۱۳)، سالیله (۲۰۱۵)، فریرا و پالما (۲۰۱۵)، فیلیپو (۲۰۱۵)، ناصر (۲۰۱۶)، باور و دراچل و همکاران (۲۰۱۶).                                               |
| $(\alpha = \lambda = 0/90)$            | نیکولتی و پارسو (۲۰۱۲)، باور و همکاران (۲۰۱۶) و دراچل (۲۰۱۶).                                                                                                                                                       |

در ادامه نتایج اعمال  $\alpha$  و  $\lambda$  های مختلف جهت تبیین مدل بهینه ارائه شده است.  $\alpha$  و  $\lambda$  های مختلف موجب برآورد ضریب‌های متفاوت و به تبع آن پیش‌بینی متفاوتی برای ریسک‌های مؤثر بر صنعت خودرو حاصل خواهد شد. لازم به ذکر است در این بخش از پیش‌بینی درون نمونه‌ای بهره گرفته شده است؛ چراکه هدف تعیین مدل بهینه جهت متغیرهای غیر شکنده است. بر اساس نتایج مدل BMA در تمامی حالت‌ها از عملکرد مطلوب‌تری

برخوردار است. با توجه به جدول ۵ و با استفاده از شاخص ماکزیمم راست‌نمایی  $(\text{Log(PL)})$  که بیانگر دقت مدل برآوردی است؛ مشاهده می‌گردد در سه بازه زمانی  $h=1,4,8$  مدل بهینه رویکرد میانگین‌گیری بیزین است.

جدول ۵. معیارهای عملکرد پیش‌بینی در افق‌های پیش‌بینی مختلف

|                                                                   | h=1 کوتاه مدت |       |       | h=4 میان مدت |       |       | H=8 بلند مدت |       |       |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
|                                                                   | Log(PL)       | MAFE  | MSFE  | Log(PL)      | MAFE  | MSFE  | Log(PL)      | MAFE  | MSFE  |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMA(\alpha = \lambda$<br>$= 0.99)$    | 96.835        | 0.041 | 0.005 | 37.525       | 0.043 | 0.006 | 96.835       | 0.041 | 0.005 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMA(\alpha = \lambda$<br>$= 0.95)$    | 107.158       | 0.036 | 0.004 | 41.450       | 0.036 | 0.004 | 107.158      | 0.036 | 0.004 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMA(\alpha = \lambda$<br>$= 0.90)$    | 109.534       | 0.033 | 0.004 | 42.147       | 0.033 | 0.004 | 109.534      | 0.033 | 0.004 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMS(\alpha = \lambda$<br>$= 0.99)$    | 97.931        | 0.044 | 0.006 | 37.579       | 0.045 | 0.007 | 97.931       | 0.044 | 0.006 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMS(\alpha = \lambda$<br>$= 0.95)$    | 113.018       | 0.038 | 0.005 | 43.130       | 0.039 | 0.005 | 113.018      | 0.038 | 0.005 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMS(\alpha = \lambda$<br>$= 0.90)$    | 140.844       | 0.030 | 0.003 | 52.877       | 0.033 | 0.004 | 140.844      | 0.030 | 0.003 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMA(\alpha$<br>$= 0.99, \lambda = 1)$ | 93.522        | 0.042 | 0.006 | 36.212       | 0.043 | 0.006 | 93.522       | 0.042 | 0.006 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad DMA(\alpha$<br>$= 0.95, \lambda = 1)$ | 99.766        | 0.038 | 0.004 | 39.474       | 0.038 | 0.004 | 99.766       | 0.038 | 0.004 |
| $TVP - AR(1)$<br>$- X \quad BMA(\alpha = \lambda$<br>$= 1)$       | 154.044       | 0.008 | 0.001 | 53.595       | 0.009 | 0.002 | 154.044      | 0.008 | 0.001 |
| WALS                                                              | 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 حذف‌شده 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 (پویرایر<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵).

راه حل بیزی برای مسئله ناطمینانی، متوسط‌گیری مدل بیزی (BMA) نام دارد (هوئینگ و دیگران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹) 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 پسین<sup>۳</sup> هر مدل اندازه‌گیری می‌شوند. جفریز<sup>۴</sup> (۱۹۶۱) بنیان‌گذار متوسط‌گیری مدل بیزی بوده است و این روش توسط لیمر<sup>۵</sup> (۱۹۷۸)، توسعه داده شده است. فرآیند انجام تحقیق در نمودار (۲)، ترسیم شده است.

با توجه به نمودار (۲)، در روش کلاسیک تنها یک نمونه‌گیری صورت خواهد گرفت؛ درحالی‌که 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.

---

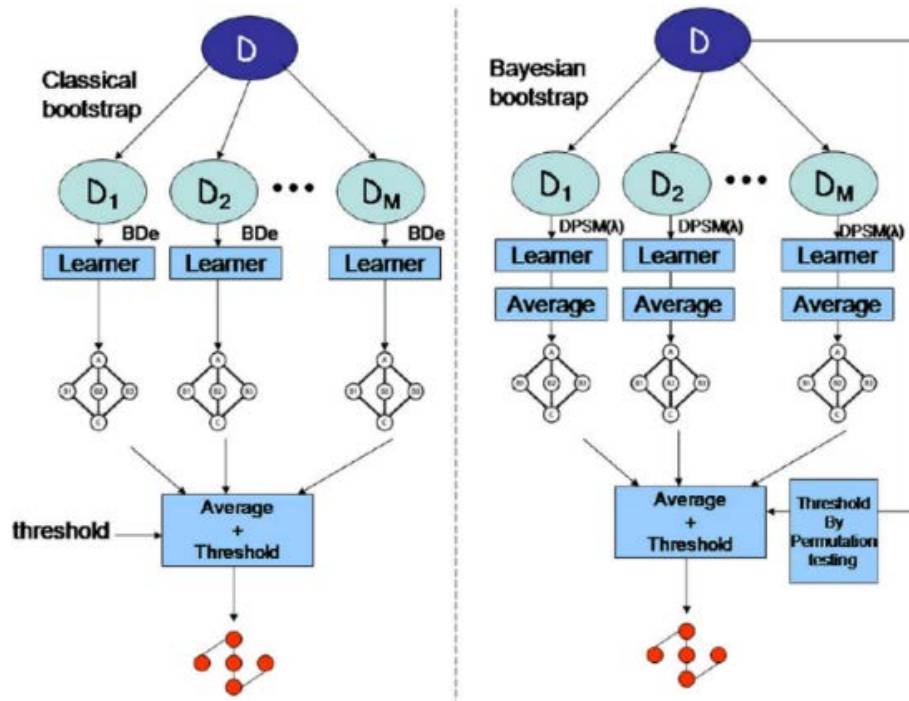
1 Poirier

2 Hoeting et al.,

3 Posterior Probability

4 Jeffreys

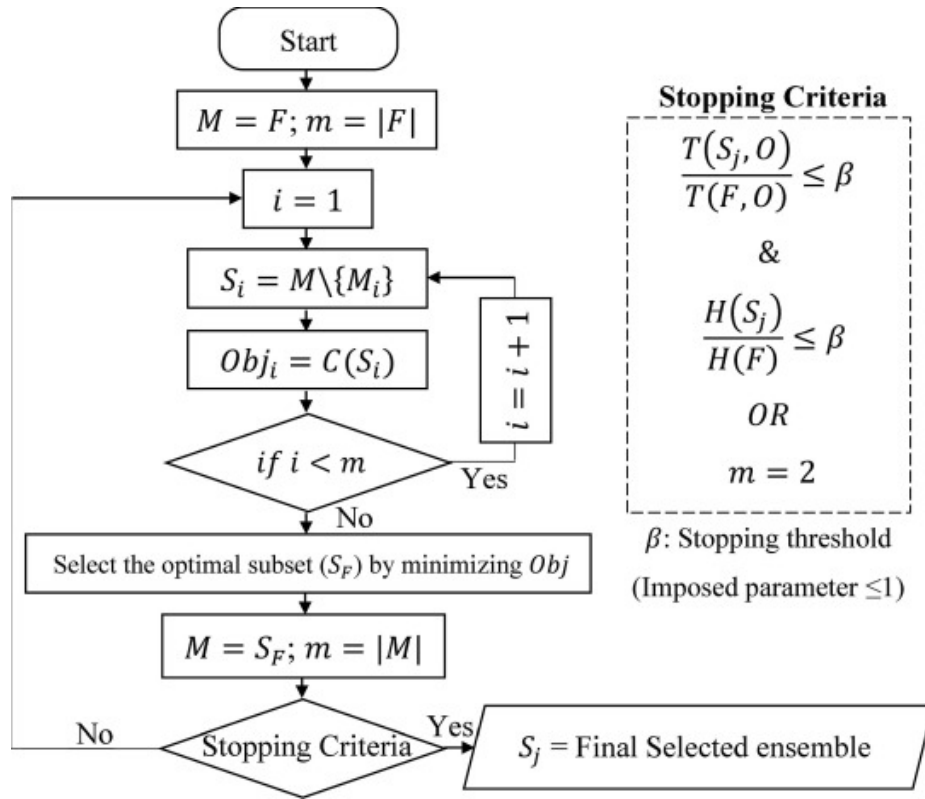
5 Leamer



نمودار ۲. تفاوت فرآیند مدل‌های BMA و مدل‌های سنتی

بر اساس نمودار (۳) تا احتمال حضور متغیر در مدل بهینه از سطح آستانه عبور نماید؛ برآورد مدل ادامه خواهد یافت. در نتیجه، تنها متغیرهایی در مدل حضور خواهند داشت که سطح آستانه ۱ 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 ۳. 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 ۵ تا ۵۰ میلیون رگرسیون برای مدل‌هایی با ۱۰۰ 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 ۲۵ در نظر گرفته شده است. این عدد بیانگر این است که انتظار می‌رود؛ از میان ۱۱۹ متغیر ۲۵ متغیر بیش‌ترین احتمال اثرگذاری دارند. در ابتدا با به دست آوردن نمونه‌ای شامل ۱۱ میلیون رگرسیون از فضای مدل، ضرایب و احتمال پسین هر متغیر محاسبه شد. در ادامه ۱ میلیون رگرسیون به نمونه‌ی اول اضافه‌شده و محاسبات برای ۳۴ میلیون رگرسیون انجام شد و ضرایب و احتمالات پسین به دست آمد. با ادامه‌ی این روند در نمونه‌ای که شامل ۱۱ میلیون رگرسیون بود، همگرایی برای توزیع پیشین و ۳۴ میلیون رگرسیون هم‌گرایی توزیع پسین حاصل گردید. بر این اساس دیگر نیازی به افزایش حجم نمونه جهت تعیین متغیرهای غیر شکننده وجود ندارد (جدول ۶). جهت غیر شکننده معرفی نمودن یک متغیر دو شرط لازم است تحقق یابد.

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

(۲) بالا بودن سطح احتمال پسین از سطح آستانه تعریف شده  $(0/21 = 119 \div 25 = \text{سطح آستانه اولیه})$ . در مرحله‌ی اول ۶۸ 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 ۶. مرحله اول فرآیند نمونه‌گیری و محاسبات با فرض  $\bar{K} = 25$

| نمونه اول شامل ۳۴ میلیون رگرسیون |           | نمونه اول شامل ۱۱ 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) |

| متغیر                                          | نمونه اول شامل ۱۱ میلیون<br>رگرسیون |                 | نمونه اول شامل ۳۴ میلیون<br>رگرسیون |                |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------|
|                                                | ضریب<br>پیشین                       | احتمال<br>پیشین | ضریب<br>پسین                        | احتمال<br>پسین |
| میانگین رشد فروش تاریخی                        | -0.123                              | 0.194           | -0.170                              | 0.252          |
| سرمایه فکری (شدت سرمایه‌گذاری<br>نامشهود شرکت) | -0.137                              | 0.426           | -0.280                              | 0.610          |
| ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق<br>صاحبان سهام   | -0.197                              | 0.169           | -0.184                              | 0.177          |
| کاهش فروش در سال قبل                           | 0.039                               | 0.253           | 0.046                               | 0.293          |
| میزان تغییر در سطح فروش                        | 0.107                               | 0.175           | 0.178                               | 0.189          |
| چرخه عمر شرکت                                  | 0.149                               | 0.594           | 0.201                               | 0.843          |
| اعتبار تجاری                                   | -0.124                              | 0.600           | -0.209                              | 0.876          |
| افق دید مدیرعامل                               | 0.051                               | 0.232           | 0.043                               | 0.264          |
| دوره تصدی مدیرعامل                             | 0.149                               | 0.136           | 0.170                               | 0.241          |
| جریان نقد آزاد                                 | 0.052                               | 0.142           | 0.073                               | 0.158          |
| اجتناب از زیان                                 | -0.165                              | 0.240           | -0.199                              | 0.318          |
| اجتناب از کاهش سود                             | 0.020                               | 0.232           | 0.034                               | 0.308          |
| محدودیت تأمین مالی داخلی                       | 0.022                               | 0.204           | 0.000                               | 0.302          |
| محدودیت تأمین مالی از طریق بدهی                | 0.080                               | 0.185           | 0.688                               | 0.825          |
| محدودیت تأمین مالی از طریق<br>سرمایه           | 0.110                               | 0.117           | 0.191                               | 0.195          |
| سود ناخالص به فروش                             | -0.253                              | 0.255           | -0.059                              | 0.262          |
| سود عملیاتی به فروش                            | -0.052                              | 0.146           | -0.063                              | 0.137          |
| سود قبل از بهره و مالیات به فروش               | -0.173                              | 0.201           | -0.187                              | 0.237          |
| مالیات بر درآمد پرداخت‌شده به سود<br>عملیاتی   | 0.023                               | 0.057           | 0.019                               | 0.156          |
| سود خالص به سود ناخالص                         | -0.078                              | 0.142           | -0.155                              | 0.316          |
| تغییر در سود خالص                              | -0.081                              | 0.927           | -0.041                              | 0.195          |
| سود ناخالص به کل دارایی                        | -0.046                              | 0.177           | -0.027                              | 0.205          |
| سود خالص به کل دارایی                          | -0.251                              | 0.316           | -0.076                              | 0.332          |

| نمونه اول شامل ۳۴ میلیون<br>رگرسیون |              | نمونه اول شامل ۱۱ میلیون<br>رگرسیون |               | متغیر                                    |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|------------------------------------------|
| احتمال<br>پسین                      | ضریب<br>پسین | احتمال<br>پیشین                     | ضریب<br>پیشین |                                          |
| 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<br>سهام |
| 0.279                               | -0.126       | 0.136                               | -0.056        | سود خالص به حقوق صاحبان سهام             |
| 0.831                               | -0.290       | 0.635                               | -0.529        | نسبت جاری                                |
| 0.274                               | -0.099       | 0.210                               | -0.078        | نسبت آتی                                 |
| 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<br>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<br>بلندمدت   |
| 0.529                               | 0.240        | 0.469                               | 0.209         | ساختار سرمایه ۱                          |
| 0.165                               | 0.123        | 0.132                               | 0.041         | ساختار سرمایه ۲                          |
| 0.250                               | 0.086        | 0.202                               | 0.072         | ساختار سرمایه ۳                          |
| 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                 |

| نمونه اول شامل ۱۱ میلیون<br>رگرسیون |              | نمونه اول شامل ۳۴ میلیون<br>رگرسیون |               | متغیر                                     |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| احتمال<br>پسین                      | ضریب<br>پسین | احتمال<br>پیشین                     | ضریب<br>پیشین |                                           |
| 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 تمام‌شده 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                               |
| 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 دریافتی 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 دریافتی                 |
| 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                          |

| نمونه اول شامل ۳۴ میلیون<br>رگرسیون |              | نمونه اول شامل ۱۱ میلیون<br>رگرسیون |               | متغیر                      |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|
| احتمال<br>پسین                      | ضریب<br>پسین | احتمال<br>پیشین                     | ضریب<br>پیشین |                            |
| 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 مدیرعامل    |
| 0.169                               | 0.150        | 0.131                               | 0.078         | تعداد جلسات هیئت‌مدیره     |
| 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         | سهام‌داران نهادی           |
| 0.191                               | -0.304       | 0.135                               | -0.266        | تحصیلات هیئت‌مدیره         |
| 0.149                               | -0.157       | 0.108                               | -0.052        | داشتن مدرک مرتبط با فعالیت |
| 0.167                               | -0.109       | 0.156                               | -0.092        | متوسط سن اعضای هیئت‌مدیره  |
| 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 کسب‌وکار         |
| 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 تاب‌آوری 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 غیررسمی      |

| متغیر                       | نمونه اول شامل ۱۱ میلیون<br>رگرسیون |                 | نمونه اول شامل ۳۴ میلیون<br>رگرسیون |                |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------|
|                             | ضریب<br>پیشین                       | احتمال<br>پیشین | ضریب<br>پسین                        | احتمال<br>پسین |
| نوسان نرخ ارز بازار غیررسمی | 0.234                               | 0.221           | 0.452                               | 0.325          |
| تورم                        | 0.208                               | 0.872           | 0.233                               | 0.924          |
| نوسان تورم                  | 0.233                               | 0.670           | 0.382                               | 0.860          |
| تراز پرداخت‌ها              | -0.141                              | 0.567           | -0.252                              | 0.256          |
| شاخص جهانی شدن KOF          | -0.159                              | 0.468           | -0.195                              | 0.384          |
| مالیات‌ها                   | 0.099                               | 0.162           | 0.124                               | 0.312          |
| ضریب جینی                   | 0.102                               | 0.256           | 0.187                               | 0.197          |
| بدهی دولت به بانک مرکزی     | 0.238                               | 0.131           | 0.415                               | 0.149          |
| نقدینگی                     | 0.234                               | 0.152           | 0.061                               | 0.182          |
| اشتغال                      | -0.041                              | 0.169           | -0.090                              | 0.203          |
| نرخ بهره                    | 0.167                               | 0.194           | 0.195                               | 0.199          |
| سرمایه فیزیکی               | -0.089                              | 0.146           | -0.220                              | 0.235          |
| سرمایه انسانی               | -0.083                              | 0.171           | -0.097                              | 0.259          |
| سرمایه گذاری مستقیم خارجی   | -0.112                              | 0.774           | -0.166                              | 0.908          |
| تحریم‌ها                    | 0.095                               | 0.486           | 0.235                               | 0.614          |

منبع: محاسبات محقق

در ادامه تمامی مراحل انجام شده در مرحله اول را در مرحله دوم بر روی ۶۸ متغیر باقیمانده اعمال نمودیم. در ادامه با اعمال دو شرط مذکور «سطح آستانه ثانویه = ۲۵ تقسیم ۶۸ = ۰/۳۶۷»؛ مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر ریسک‌های صنعت خودرو شناسایی شدند؛ در این مرحله ۴۱ متغیر غیرشکننده باقی ماندند. با محاسبه آستانه در مرحله سوم «سطح آستانه ثانویه = ۲۵ تقسیم ۴۱ = ۰/۶۰۹» و در مرحله چهارم ۳۴ متغیر باقی ماند «سطح آستانه ثانویه = ۲۵ تقسیم ۳۴ = ۰/۷۳۵»؛ که در این میان ۲۸ متغیر غیرشکننده شناسایی شدند که نتایج مرحله چهارم در جدول (۷)، ارائه شده است. لازم به ذکر است چون تفاوت K پیشنهادی با

K برآوردی مدل کم‌تر از ۱۵ درصد است در نتیجه از نتایج ۲۸ متغیر محاسبه شده به جایگزینی ۲۵ متغیر پیشنهادی بهره گرفته خواهد شد.

جدول ۷- مرحله چهارم فرآیند نمونه‌گیری و محاسبات با فرض  $\bar{K} = 25$

| اولویت بر اساس<br>احتمال پسین | نمونه اول شامل ۵ میلیون<br>رگرسیون |              | متغیر                                          |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
|                               | احتمال پسین                        | ضریب<br>پسین |                                                |
| 1                             | 0.986                              | -0.287       | شدت کل بدهی‌ها                                 |
| 10                            | 0.864                              | -0.354       | سرمایه فکری (شدت سرمایه‌گذاری نامشهود<br>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 ۳                                |
| 23                            | 0.809                              | -0.175       | بهای تمام‌شده 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 تاب‌آوری اقتصادی                          |
| 2                             | 0.983                              | -0.113       | درآمد نفت                                      |
| 20                            | 0.829                              | 0.239        | کسری بودجه                                     |



| اولویت بر اساس<br>احتمال پسین | نمونه اول شامل ۵ میلیون<br>رگرسیون |              | متغیر                     |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------|
|                               | احتمال پسین                        | ضریب<br>پسین |                           |
| 19                            | 0.834                              | -0.495       | رشد تولید ناخالص داخلی    |
| 21                            | 0.827                              | 0.236        | نرخ ارز بازار غیررسمی     |
| 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 غیرشکننده به نحوه اثرگذاری این متغیرهای در صنعت خودرو پرداخته شده است. با توجه به تعدد شاخص‌های اثرگذار ابتدا اقدام به استخراج مؤلفه ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک شده است. برای استخراج این مؤلفه‌های از رویکرد تحلیل مؤلفه اصلی بهره گرفته شده است. پس از استخراج مؤلفه‌ها اقدام به بررسی تأثیر این مؤلفه‌ها 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 (۱)، است:

$$\begin{aligned}
 Y_{it} &= \rho_0 \sum_{j \neq i} \omega_{ij} Y_{jt} + \rho_0 \sum_{k=1}^d \beta_{0,tk} X_{itk} + \alpha_{0,i} + e_{it} \\
 &= \rho_0 \sum_{j \neq i} \omega_{ij} Y_{jt} + X_{it}^T \beta_{0,t} + \alpha_{0,i} + e_{it}, \quad t = 1, \dots, T, \quad i = 1, \dots, N
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

که در آن  $Y_{it}$  واکنش مکان  $i$  در زمان  $t$  است؛  $(X_{it1}, \dots, X_{itd})^T$  یک بردار  $d$  بعدی با

تابع بردار ضریب متغیر با زمان مربوطه است  $\beta_{0,t}(\beta_{0,t1}, \dots, \beta_{0,td})^T$  اثرات ثابت فردی مشاهده نشده را منعکس می کند.  $\omega_{ij}$  وزن پانلی مشاهده  $i$  تا  $j$  را توصیف می کند؛ که معمولاً یک تابع کاهشی از فاصله پانلی بین  $i$  و  $j$  است. پارامتر اسکالر  $\rho_0$  قدرت وابستگی پانلی متعلق به  $(-1, 1)$  را اندازه گیری می کند و مؤلفه خطا  $e_{it}$  با واریانس ثابت  $\sigma^2$  است. در این مدل، عبارت  $\rho_0 \omega_{ij} Y_{jt}$  تعامل پانلی را نشان می دهد و  $X_{it}^T \beta_{0,t}$  اثرات متغیر، متغیرها را در طول زمان اندازه گیری می کند. در این مدل  $T$  و  $N$  را به ترتیب به عنوان طول بازه زمانی مورد بررسی و تعداد واحدهای پانلی نشان می دهیم. برای شناسایی مدل، فرض می کنیم که  $(\alpha_{0,1}, \dots, \alpha_{0,N})^T = 0$ ؛ بنابراین  $\sum_{i=1}^N \alpha_{0,i} = 0$ ؛  $D_0 \alpha_0$  که در آن  $D_0 = (-I_{N-1}, I_{N-1})^T$  یک ماتریس وزن پانلی  $W = (\omega_{ij})_{N \times N}$  با عناصر مورب صفر، یعنی  $\omega_{ij} = 0$  تعریف کنید. یک شکل ماتریس واضح از مدل (۱)، می تواند به صورت نوشته شود.

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

در رابطه فوق  $\alpha_0 = (\alpha_{0,2}, \dots, \alpha_{0,N})^T$ ،  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{Nt})^T$ ،  $Y_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{Nt})^T$  و  $e_t = (e_{1t}, \dots, e_{Nt})^T$ . هنگامی که  $\beta_{0,t}$  در طول زمان تغییر نمی کند و به وضوح به بردار ثابت کاهش می یابد، مدل (۲)، به مدل سنتی داده پانل تبدیل می شود (لی و یو، ۲۰۱۰). این مقاله برای ایجاد تخمین های سازگار برای ضریب پانلی  $\rho_0$  و تابع بردار ضریب متغیر با زمان  $\beta_{0,t}$  و همچنین واریانس  $\sigma_0^2$  است. به همان روشی که فرم های تابع پارامتری استفاده شده در لی و همکاران (۲۰۱۱) و چن و همکاران (۲۰۱۲)، مورد استفاده قرار گرفته است:

$$\beta_{0,t} = \beta_0(\mathcal{T}_t), t = 1, \dots, T$$

که در آن  $\beta_{0,t}(\cdot)$  یک بردار  $d \times 1$  از توابع فیلترینگ تعریف شده بر روی  $R$  است و  $\mathcal{T}_t = \frac{t}{T} \in (0, 1]$  به دلیل مقیاس کردن زمان در بازه  $(0, 1]$  به دلایل فنی با استفاده از روش هسته ناپارامتریک مدل (۲)، به شکل زیر به دست خواهد آمد:

$$Y_t = \rho_0 WY_t + X_t \beta_0(T_t) + D_0 \alpha_0 + e_t \quad t = 1, \dots, T \quad (۳)$$

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 (۳)، برای هر بازه زمانی  $t$  به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_T \end{pmatrix}, \tilde{X} = \begin{pmatrix} X_1 & \cdots & X_T \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_T & \cdots & X_T \end{pmatrix}, \tilde{\beta}_0 = \begin{pmatrix} \beta_0(T_1) \\ \vdots \\ \beta_0(T_T) \end{pmatrix}, e = \begin{pmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_T \end{pmatrix}$$

فرض کنید  $D = I_T - \rho W$ ،  $S_N(\rho) = I_N - \rho W$ ،  $S_{N,T}(\rho) = I_T \otimes S_N(\rho)$ ،  $S_{N,T}(\rho)Y = Y^*(\rho)$  و  $D_0 \otimes 1_T$  که در آن  $\otimes$  نشان‌دهنده حاصل ضرب کرونگر است. رابطه (۳)، را می‌توان به صورت ماتری به صورت زیر نوشت:

$$Y^*(\rho_0) = \tilde{X} \tilde{\beta}_0 + D \alpha_0 + e \quad (۴)$$

در رابطه (۴)، عبارت تأخیر مکانی  $(\rho_0 WY_t)$  را به سمت چپ منتقل شده است تا  $Y^*(\rho_0)$  را می‌توان به عنوان پاسخ جدید  $\rho_0$  در نظر گرفت. برای تخمین مدل، روش‌های تخمین خطی محلی ۱ و تخمین شبه احتمال ۲ ترکیب شده است. در این روش، مؤلفه متغیر با زمان  $\beta(T)$  ابتدا به عنوان تابعی از پارامترهای پارامتری غیرمتغیر زمانی  $(\alpha, \rho)$  بیان می‌شود. برای مقادیر داده شده  $\rho$  و  $\alpha$ ،  $\beta(T)$  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  $\rho$  و  $\alpha$  استفاده شود. با برآورد  $\rho$  و  $\alpha$ ، تخمین پارامترهای ناپارامتری متغیر با زمان می‌تواند به روز شود. این یک رویه تکراری

۱ 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.

۲ 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.

است. اگر  $K(\cdot)$  و  $h$  به ترتیب تابع هسته و پهنای باند هموار سازی باشند؛ می توان بیان داشت:

$$M(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} X_1 & \frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th} X_1 \\ \vdots & \vdots \\ X_T & \frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th} X_T \end{pmatrix}, \omega(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} K(\frac{1 - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th}) & & \\ & \ddots & \\ & & K(\frac{T - \mathcal{T}\mathcal{T}}{Th}) \end{pmatrix}$$

$\Omega(\mathcal{T}) = \omega(\mathcal{T}) \otimes I_N$ . با فرض اینکه  $\beta_0$  مشتقات پیوسته تا مرتبه دوم دارد، با توجه به بسط تیلور ما داریم:

$$\beta_0(\mathcal{T}_t) = \beta_0(\mathcal{T}) + \hat{\beta}_0'(\mathcal{T})(\mathcal{T}_t - \mathcal{T}) + O((\mathcal{T}_t - \mathcal{T})^2) \quad (5)$$

که  $\hat{\beta}_0(\cdot)$  اولین مشتق  $\beta_0(\cdot)$  و  $\mathcal{T} \in (0, 1]$  است. با این تقریب داریم:

$$\tilde{X}\tilde{\beta}_0 \approx M(\mathcal{T}) = \begin{pmatrix} \beta_{\mathcal{T}} \\ h\hat{\beta}(\mathcal{T}) \end{pmatrix}$$

مدل را می توان با روش زیر تخمین زد.  $\beta_0(\cdot)$  را به عنوان تابعی از  $\rho$  و  $\alpha$  تخمین بزنید.

برای دست یافتن به این هدف تابع کاهش وزن به صورت زیر تعریف می گردد:

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

برای برخی مقادیر  $\rho$  و  $\alpha$  داده شده،  $\beta_{\mathcal{T}}$  و  $h\hat{\beta}(\mathcal{T})$  را تخمین می زنیم.

$$\begin{aligned} \tilde{X}\tilde{\beta}_0 \approx M(\mathcal{T}) &= \begin{pmatrix} \hat{\beta}_{\rho, \alpha}(\mathcal{T}) \\ h\hat{\beta}_{\rho, \alpha}'(\mathcal{T}) \end{pmatrix} \\ &= \arg \min_{(a^T, b^T)^T} L(a, b) \\ &= \{M^T(\mathcal{T})\Omega M(\mathcal{T})\}^{-1} M^T(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})\{Y^*(\rho) - D\alpha\} \end{aligned} \quad (6)$$

اگر  $\Phi(\mathcal{T}) = (I_d, 0_{d \times d}) \{M^T(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})M(\mathcal{T})\}^{-1} M^T(\mathcal{T})\Omega(\mathcal{T})$  فرض گردد می توان  $\beta_0(\cdot)$

را برآورد نمود:

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

با ترکیب کردن  $\hat{\beta}_{\rho, \alpha}(\mathcal{T})$  در مدل (۴)،  $\rho_0$  و  $\sigma_0^2$  را با به حداکثر رساندن تابع شبه لگاریتم

درست‌نمایی<sup>۱</sup> تخمین زده می‌شود.

$$\begin{aligned} \log L_{N,T}(\rho, \sigma^2, \alpha) &= -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T \{S_N(\rho)Y_t - X_t \hat{\beta}_{\rho, \alpha}(T_t) - D_0 \alpha\}^T \{S_N(\rho)Y_t \\ &\quad - X_t \hat{\beta}_{\rho, \alpha}(T_t) - D_0 \alpha\} \\ &= -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T \{\tilde{Y}(\rho) - \tilde{D} \alpha\}^T \{\tilde{Y}(\rho) - \tilde{D} \alpha\} \end{aligned} \quad (۸)$$

که در آن  $\tilde{Y}(\rho) = (I_{NT} - S)Y^*(\rho)$  و  $\tilde{D} = (I_{NT} - S)D$  نسخه‌های هموارسازی  $Y^*(\rho)$  و  $D$  توسط ماتریس هموارسازی  $\tilde{X}\tilde{\Phi}$  با  $S = \tilde{X}\tilde{\Phi}$  به  $\tilde{\Phi} = (\Phi(T_1)^T, \dots, \Phi(T_T)^T)^T$  هستند. به ترتیب با گرفتن مشتق از رابطه (۸)، نسبت به  $\alpha$  و صفر کردن آن، به دست می‌آید:

$$\hat{\alpha}(\rho) = (\tilde{D}^T \tilde{D})^{-1} \tilde{D}^T \tilde{Y}(\rho)$$

و  $Q_{N,T} = I_{NT} - \tilde{D}(\tilde{D}^T \tilde{D})^{-1} \tilde{D}^T$  را تعریف کنید. وصل کردن  $\hat{\alpha}(\rho)$  به رابطه (۸)، منجر به رابطه (۹)، می‌شود:

$$\begin{aligned} \log L_{N,T}(\rho, \sigma^2) &= -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |S_N(\rho)| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \tilde{Y}^T(\rho) Q_{N,T} \tilde{Y}(\rho) \end{aligned} \quad (۹)$$

سپس با گرفتن مشتق از رابطه (۹)، نسبت به  $\sigma^2$  داریم:

$$\hat{\sigma}^2(\rho) = \frac{1}{NT} \tilde{Y}^T(\rho) Q_{N,T} \tilde{Y}(\rho)$$

با جایگزینی  $\hat{\sigma}^2(\rho)$  در رابطه (۹)، تابع شبه لگاریتم متمرکز شده درست‌نمایی را به دست می‌آوریم.

۱ 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 گرادیان»، «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 نقطه‌ای به غیر از بالاترین قله، برخوردارند.

$$\log L_{N,T}(\rho) = -\frac{NT}{2} \{\log(2\pi) + 1\} - \frac{NT}{2} \log \left\{ \frac{1}{NT} \tilde{Y}^T(\rho) Q_{N,T} \tilde{Y}(\rho) \right\} + T \log |S_N(\rho)| \quad (10)$$

بنابراین، می‌توانیم پارامتر  $\alpha_0$  و  $\theta_0 = (\rho_0, \sigma_0^2)$  را با  $\hat{\theta} = (\hat{\rho}, \hat{\sigma}^2)$  و  $\hat{\alpha}$  به صورت زیر تخمین بزنیم:

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

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \tilde{Y}^T(\hat{\rho}) Q_{N,T} \tilde{Y}(\hat{\rho}) \quad (12)$$

$$\hat{\alpha} = (\tilde{D}^T \tilde{D})^{-1} \tilde{D}^T \tilde{Y}(\hat{\rho}) \quad (13)$$

(iii)  $\hat{\rho}$  و  $\hat{\alpha}$  را به رابطه (۴)، وصل کنید تا تخمین نهایی  $\beta_0(T)$  را به دست آورید.

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

$\hat{\theta} = (\hat{\rho}, \hat{\sigma}^2)$  و  $\hat{\beta}(T)$  در نمونه‌های بزرگ و کوچک به خوبی عمل نموده‌اند. همان گونه 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 غیر سیستماتیک، 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 آکاییک ۱ جهت تعیین مدل بهینه بهره گرفته شده است. در جدول (۸)، خلاصه نتایج شاخص آکاییک ارائه شده است.

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

جدول ۸. میزان شاخص آکاییک

| وقفه       | آماره آکاییک |
|------------|--------------|
| وقفه اول   | -۰/۸۷۵۱      |
| وقفه دوم   | -۱/۵۹۸       |
| وقفه سوم   | -۱/۳۶۹       |
| وقفه چهارم | -۱/۰۹۷       |

بر اساس نتایج وقفه بهینه دو تعیین گردید. جهت تعیین مدل بهینه در مدل‌های غیرخطی پانلی از شاخص‌های میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی (MSFEs)<sup>۱</sup> و میانگین لگاریتم احتمال پیش‌بینی (ALPLs)<sup>۲</sup>، بهره گرفته شده است. جدول (۹)، خلاصه این نتایج را نمایش می‌دهد.

جدول ۹. معیارهای عملکرد پیش‌بینی در افق‌های پیش‌بینی مختلف

| مدل‌های تحقیق                      | h=1   |        | h=4   |        | h=8   |       |
|------------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
|                                    | MSFEs | ALPLs  | MSFEs | ALPLs  | MSFEs | ALPLs |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (DLP)</i>  | 0.13  | 94.98  | 0.24  | 83.68  | 0.43  | 76.48 |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (CC09)</i> | 0.16  | 75.70  | 0.38  | 64.80  | 0.57  | 60.10 |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (DLP)</i>  | 0.16  | 110.17 | 0.28  | 97.06  | 0.50  | 88.72 |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (CC09)</i> | 0.19  | 87.82  | 0.44  | 75.16  | 0.66  | 69.71 |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (DLP)</i>  | 0.16  | 114.58 | 0.29  | 100.95 | 0.52  | 92.27 |
| <i>TVP</i><br>– <i>PVAR (CC09)</i> | 0.19  | 91.33  | 0.46  | 78.17  | 0.69  | 72.50 |

نتایج بیانگر این واقعیت است که رویکرد  $TVP - PVAR (DLP)$ <sup>۳</sup> از دقت بالاتری نسبت به مدل  $TVP - PVAR (CC09)$ <sup>۴</sup> است. تفاوت این دو رویکرد در لحاظ نمودن واریانس میان کشورهای موردبررسی و عدم لحاظ نمودن این واریانس است. در رویکرد

1 Mean Squared Forecast Errors

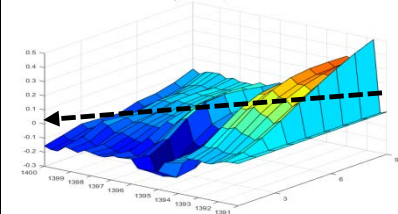
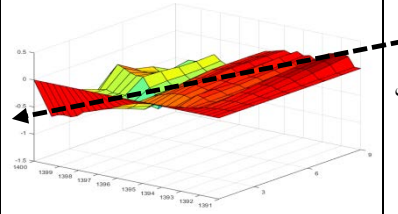
2 Averages of Log Predictive Likelihood

3 Dynamic Learning Prior

4 Canova & Ciccarelli

$TVP - PVAR (DLP)$  این واریانس لحاظ می‌گردد. در ادامه نتایج بر اساس رویکرد  $TVP - PVAR (DLP)$  محاسبه شده است. در جدول (۱۰)، خلاصه این نتایج ارائه شده است.

جدول ۱۰. تابع واکنش آنی مؤلفه ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک در صنایع خودرویی در بازه‌های زمانی مختلف

| شاخص                    | مؤلفه عامل ریسک سیستماتیک                                                         | مؤلفه عامل ریسک غیر سیستماتیک                                                      |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| تابع واکنش آنی          |  |  |
| میانگین ضرایب کوتاه‌مدت | ۰٫۱۶۴۳ درصد                                                                       | ۰٫۳۴۸۸ درصد                                                                        |
| میانگین ضرایب میان‌مدت  | -۰٫۱۴۰۵ درصد                                                                      | ۰٫۰۸۹۹ درصد                                                                        |
| میانگین ضرایب بلندمدت   | -۰٫۳۹۰۴ درصد                                                                      | -۰٫۱۲۵۶ درصد                                                                       |
| میانگین کل دوره         | -۰٫۱۲۲۲ درصد                                                                      | ۰٫۱۰۴۴ درصد                                                                        |

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



## ۵- 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 نظری و تجربی ۱۱۹ ریسک در قالب ۸۸ ریسک غیرسیستماتیک و ۳۱ ریسک سیستماتیک شناسایی شدند. از میان مدل‌های میانگین‌گیری پویا، انتخابی و بیزین و حداقل مربعات وزنی رویکرد میانگین‌گیری بیزین از دقت بالاتری برخوردار بود. بر این اساس از مدل میانگین‌گیری بیزین جهت مدل‌سازی ریسک‌های مؤثر بر صنعت خودرو بهره گرفته شد. این مدل در ۴ مرحله برآورد گردید و در نهایت در مرحله ۴م؛ ۲۸ ریسک غیرشکندنده مؤثر بر صنعت خودرو شناسایی شد. بر اساس نتایج ۱۵ شاخص از ۸۸ شاخص مؤثر بر ریسک غیرسیستماتیک (۱۷ درصد از کل ریسک‌های غیرسیستماتیک) و ۱۳ شاخص از ۳۱ شاخص ریسک سیستماتیک (۴۱ درصد از کل ریسک‌های سیستماتیک) را تشکیل دادند. بر اساس رویکرد TVP-PFAVR هر دو مؤلفه ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک در روند بلندمدت خود بر زنجیره تأمین صنایع خودرویی تأثیر منفی داشته و این شدت در ریسک‌های سیستماتیک قوی‌تر از ریسک‌های غیرسیستماتیک بوده است. با توجه به اینکه تاکنون مدل‌سازی ریسک‌های مؤثر بر صنعت خودرو بر پایه رویکردهای بیزین غیرخطی 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 (۲۰۲۳)، کیکماک و اونگان (۲۰۲۲)، معادی رودسری و همکاران (۱۴۰۲)، کردبچه و همکاران (۱۴۰۱) و فدایی و همکاران (۱۴۰۰) قرار دارد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق بینش‌های اقتصادی-مدیریتی ذیل قابل ارائه است:

نوسانات شاخص‌های کلان، عامل اصلی در شکل‌گیری ریسک‌های سیستماتیک هستند؛ از این رو، اجرای سیاست‌های تثبیت اقتصادی در قالب سیاست‌های پولی و مالی باید در دستور کار بانک مرکزی و دولت قرار گیرد. برای کاهش ریسک زنجیره تأمین صنعت خودرو، اجرای سیاست‌های تثبیت اقتصادی از سوی دولت و بانک مرکزی ضروری است.

این سیاست‌ها شامل کنترل تورم، اشتغال، رشد و نقدینگی بوده و ثبات بازارها را تقویت می‌کنند. همچنین، راهکارهایی نظیر انتخاب شرکای تجاری بلندمدت، حذف تدریجی دلار و یورو از مبادلات، توسعه زیرساخت‌های صادرات، واگذاری قیمت‌گذاری به بازار، طراحی فرمول‌های قاعده‌مند، اتخاذ سیاست‌های مالی شفاف و نرخ ارز شناور کنترل شده، از جمله اقدامات مؤثر در مدیریت ریسک‌های ساختاری و تجاری صنعت خودرو هستند. از زاویه دیگر، با توجه به معناداری شاخص‌های محدودیت تأمین مالی در ایجاد ریسک سیستماتیک، 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 موردبخت 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 خودرو، شایسته‌سالاری 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 شونده 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، موردبررسی قرار گیرد؛ همچنین، استفاده از ابزارهایی که بتواند نقش ریسک‌های مختلف مالی و اقتصادی و نیز تأثیر آن‌ها بر ریسک‌های دیگر را در طول زمان بررسی و تحلیل نماید، به‌عنوان موضوع پیشنهادی آتی دیگر، در این مقاله ارائه می‌گردد.

### تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

### ORCID

Sima Zeinalpour  
Saeed Yaghoubi  
Tahmoures Sohrabi

 <http://orcid.org/0009-0007-5653-5812>  
 <http://orcid.org/0000-0003-1218-9050>  
 <http://orcid.org/0000-0001-5127-1132>

## References

1. Aibinu, A. A., & Jagboro, G. O. (2002). The effects of construction delays on project delivery in the 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)
2. Aminpour, S., Irajpour, 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>
3. 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>
4. Ayron, F., & Talebi, D. (2014). Identification of supply chain risks and supplier selection using the process of network analysis: Studied in the automotive industry. *Quarterly Magazine of Vision (Industrial Management)*, 5(1). (In Persian)
5. Baig, M. A. (2021). Democratising Pakistan's automotive industry. *AURORA by Dawn News*.
6. Bakhshi, H. (2002). Inflation and relative price variability. *Economics Letters*, 76(1), 27-33.
7. Bari, F., & Mukhtar, N. (2016). Regional competitiveness studies: Research study on the auto sector. Institute of Development and Economic Alternatives (The World Bank).
8. Bernanke, B. S. (1981). Bankruptcy, liquidity, and recession. *The American Economic Review*, 71(2), 155-159.
9. 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>
10. Chaudhry, Z. E. A. (2021). 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.
11. Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 46(1), 53-61.
12. Çikmak, S., & Urgan, M. C. (2022). Supply chain risks and mitigation strategies in the Turkish automotive industry: Findings from a mixed-method approach. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 25(1), 75-95. <https://doi.org/10.1080/16258312.2022.2060694>

13. Clark, G. (2012). Understanding and reducing the risk of supply chain disruptions. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 6(1), 6-12.
14. 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>
15. 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>
16. 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>
17. 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*.
18. Fadaei, A., Alirezai, A. T., Hashemzadeh Khorasgani, G., & Fathi Hafeshjani, K. (2021). Financial risk management in the automotive industry with fuzzy network analysis approach. *Financial Engineering and Securities Management*, 12(47), 344-331.
19. 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.
20. Farooq, S., Naseem, A., Ahmad, Y., et al. (2024). Identification and prioritization of risks for new entrants in the automobile sector using a Monte Carlo-based approach. *Scientific Reports*, 14, 12571. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62803-8>
21. 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>
22. 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>
23. 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>

24. 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>
25. 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>
26. Handfield, R. B., & Nichols, E. L. (2002). *Supply chain redesign: Transforming supply chains into integrated value systems*. Ft Press.
27. 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>
28. Haq, I. U., Rashid, A., & Ahmed, S. Z. (2021). The role of the automobile sector in global business: Case of Pakistan. *Pakistan Journal of International Affairs*, 4(2).
29. 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>
30. 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. <https://doi.org/10.2196/26854>
31. 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>
32. IEC. (2019). *ISO 31010:2019 Risk management—Risk assessment techniques*. ISO.
33. Jabbari, A., Salehi, A. K., & 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. <https://doi.org/10.30495/jik.2024.77521.4515>
34. 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 the fresh grape industry. *Computers and Electronics*

- in *Agriculture*, 183, 105988.  
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.105988>
35. 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 the automotive industry of Pakistan. *Sustainability*, 12(1), 154. <https://doi.org/10.3390/su12010154>
36. 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. <https://doi.org/10.1353/jda.2005.0022>
37. Khan, A. (2021). Auto assemblers flexing muscles for another price hike. *Dawn Newspaper*, Karachi, Pakistan.
38. Kordbache, M., Fekri, R., & Ismailian, G. (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. <https://doi.org/10.22075/JME.2021.23623.2103> (In Persian)
39. 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>
40. Lewis, D. (1977). Health and safety executive. *Industrial Law Journal*, 6(1), 119-121.
41. 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>
42. Maadi Rudsari, M. H., Tabatabaian, S. 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)
43. 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>
44. 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>
45. Manuj, I., & Mentzer, J. T. (2008). Global supply chain risk management strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 192-223.

46. 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>
47. Mustafa, S., Begum, R., Nisar, S. K., & Osama, A. (2018). 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>
48. Nawaz, U. (2023). Impact of duties and taxes on the sales of the automobile industry in Pakistan. *Journal of Finance, Accounting and Management*, 14(2), 47–59.
49. 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.
50. 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>
51. 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>
52. Sharma, S. K., Srivastava, P. R., Kumar, A., Jindal, A., & Gupta, S. (2023). Supply chain vulnerability assessment for the manufacturing industry. *Annals of Operations Research*, 326(2), 653-683. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04155-4>
53. 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.
54. Suri, A., Ayouzi, H., & Fard, R. (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. <https://doi.org/10.22034/JGEOQ.2021.135673> (In Persian)
55. 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)
56. Tanya Chervenкова, D., & Ivanov, D. (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*, 177, 103249. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103249>
57. 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.
58. 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>
59. Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(5), 474–483.
60. 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>
61. 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>
62. 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>
63. 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>
64. 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>
65. 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>
66. Zheng, H., Liu, S., Zhang, H., Yu, J., & Bao, J. (2024). 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>

67. 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-I](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00015-I)
68. 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>
69. 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>

**استناد به این مقاله:** زینال پور، سیما، یعقوبی، سعید، طهمورث، سهرابی. (۱۴۰۴). مدل سازی ریسک‌های زنجیره تأمین صنایع خودرویی در افق زمان: ترکیب مدل‌های میانگین‌گیری بیزین غیرخطی و پارامتر متغیر زمان پانلی، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۳(۷۷)، ۲۷۱-۳۲۸. DOI: 10.22054/jims.2025.85678.2969



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