



Journal Website

Article history:

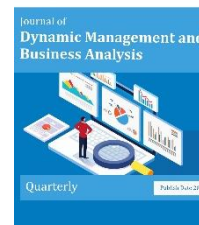
Received 29 March 2024

Accepted 05 June 2024

Published online 20 June 2024

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 3, Issue 1, pp 192-204



E-ISSN: 3041-8933

Designing a Model for the Integration of Physical, Informational, and Financial Processes in the Supply Chain to Achieve Resilience in the Automotive Industry

Nahid Abedini Nazari¹, Hossein Adab^{2*}, Abbas Chahardoli³

1. Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (corresponding author)

3. Department of Management, Higher National Defense University, Tehran, Iran.

* Corresponding author email address: hos.adab@iauctb.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Abedini Nazari N, Adab H, Chahardoli A. (2024). Designing a Model for the Integration of Physical, Informational, and Financial Processes in the Supply Chain to Achieve Resilience in the Automotive Industry. *Dynamic Management and Business Analysis*, 3(1), 192-204.

<https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2037514.1064>



© 2024 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: This research aims to design a model for the integration of physical, informational, and financial processes in the supply chain to achieve resilience in the automotive industry. **Methodology:** The approach used in this research is modeling, initially utilizing Fuzzy DEMATEL to identify influencing and influenced factors. Since DEMATEL typically does not describe the nature and levels of interactions, the study further employs an Interpretive Structural Modeling (ISM) approach using MICMAC software to understand causal relationships and categorize influential factors into five levels. Data collection was based on a questionnaire and the Delphi method. A questionnaire grounded in a hybrid Fuzzy DEMATEL-ISM approach was designed and distributed to 20 supply chain management experts in the industry. After reaching a consensus, these factors were analyzed with the chosen approaches and classified into five levels, categorized into four types: autonomous, independent, dependent, and linkage. **Findings:** The findings indicate that eight categories of factors (including integration of measurement, resource management, communication integration, organizational; socio-economic sub-component; human and technical sub-component; managerial components, customers, planning, information and product quality; financial, process, and environmental components; technology planning integration and flexibility) have the highest impact on achieving resilience in the automotive industry supply chain. **Conclusion:** The most influential factor in the resilient supply chain of the automotive industry is the integration of measurement, which is connected with all other sub-components. In fact, resilience measurement impacts the resource management sub-component and the managerial sub-component.

Keywords: Supply chain relationships, Small and medium-sized enterprises, Automotive industry, Resilience, Bricolage approach.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Supply chain resilience has gained increased importance due to its crucial role in managing disruptions and sustaining operations, especially in complex industries like automotive manufacturing. Resilience in the supply chain can be defined as the ability to withstand and recover from disruptions while maintaining operational continuity or transitioning to a more desirable state post-disruption (Pettit et al., 2013, 2019). The automotive industry, characterized by complex and interdependent relationships among suppliers, manufacturers, and customers, requires robust strategies to enhance resilience and sustain competitiveness. Notably, supply chain integration, involving physical, informational, and financial processes, has been identified as a critical factor in achieving resilience. By integrating these processes, companies can create a synchronized, flexible, and responsive network capable of handling external shocks and internal challenges (Szálteleki et al., 2024).

The flow of materials, information, and financial resources is essential for the smooth operation of supply chains. The role of ERP systems in managing information flow and coordinating business processes has been extensively recognized (Partanen et al., 2020). Meanwhile, physical flows, including transportation and storage, must be efficiently managed to optimize the movement of goods from suppliers to end customers. Financial flows, which involve transactions and the balance of assets and liabilities, further emphasize the need for careful management to ensure liquidity and financial stability (Sana et al., 2018). Disruptions in any of these flows can lead to significant delays, increased costs, and reduced service quality, highlighting the need for a resilient and integrated supply chain in the automotive industry (Simić et al., 2021). This study aims to design a model for the integration of physical, informational, and financial processes in the supply chain to achieve resilience in the automotive industry.

Methodology

This study employed a combination of Fuzzy DEMATEL and Interpretive Structural Modeling (ISM) approaches to analyze and model the integration of supply chain processes in the automotive sector. Fuzzy DEMATEL was used initially to identify key influencing and influenced factors in the supply chain. However, because DEMATEL often lacks the ability to describe the interaction levels between factors, the study further utilized ISM to structure and understand the causal relationships among factors.

Data collection was carried out through a structured questionnaire, which was distributed to 20 supply chain management experts from the automotive industry. The questionnaire was based on a hybrid Fuzzy DEMATEL-ISM approach, allowing for a detailed assessment of the relationships between factors. Experts' inputs were synthesized using MICMAC software, categorizing the factors into five levels and four types: autonomous, independent, dependent, and linkage factors.

The results from Fuzzy DEMATEL helped clarify the causal relationships, while ISM provided a hierarchical structure that arranged these factors into levels of influence, ensuring a more comprehensive understanding of the factors contributing to resilience in the supply chain.

Findings

The study revealed eight critical categories of factors that significantly impact the resilience of the automotive supply chain. These categories include:

Integration of measurement: This factor had the highest impact, linking all other sub-components, such as resource management and managerial components.

Resource management: Identified as a crucial factor, it directly influenced resilience and was strongly connected to the managerial and organizational sub-components.

Communication integration: This factor emphasized the importance of seamless communication channels between different stakeholders in the supply chain.

Organizational and socio-economic sub-components: These factors highlighted the influence of organizational structure and socio-economic conditions on resilience.

Human and technical sub-components: These sub-components represented the importance of technical capabilities and human resources in managing disruptions.

Managerial components: The study found that effective management plays a vital role in coordinating the different processes and ensuring resilience.

Customer planning, product quality, and financial processes: The integration of customer needs with high-quality product delivery and sound financial planning was identified as key to maintaining supply chain resilience.

Technology planning, integration, and flexibility: The ability to integrate new technologies and remain flexible in operations was identified as essential for adapting to disruptions and ensuring the supply chain's long-term viability.

The findings also indicated that the integration of measurement processes is the most influential factor, serving as a pivotal connection between all other sub-components. Resilience measurement, in particular, directly impacts resource management and managerial sub-components, which in turn influence broader organizational factors.

Discussion and Conclusion

The automotive sector, deeply influenced by economic and social trends, must also adapt to environmental concerns and technological advancements. Changes in customer demand, government regulations, and market competition necessitate a flexible approach to supply chain management, making resilience a vital competitive advantage. Despite these global challenges, automotive manufacturers must ensure operational efficiency, reduce environmental impact, and meet the growing demands of consumers. This research focuses on designing an integrated model that incorporates physical, informational, and financial processes to enhance resilience in the automotive industry.

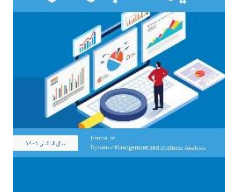
This research highlights the importance of integrating physical, informational, and financial processes in achieving supply chain resilience in the automotive industry. The findings suggest that a well-integrated approach that considers both external factors (e.g., market conditions, socio-economic trends)

and internal factors (e.g., management practices, technical capabilities) is crucial for building a resilient supply chain.

The integration of measurement processes was identified as the most influential factor in achieving resilience, emphasizing the need for robust metrics and continuous assessment of supply chain performance. By linking measurement processes with resource management and managerial components, companies can create a more dynamic and responsive supply chain capable of adapting to changes in the market and external disruptions.

Furthermore, communication integration and the alignment of human and technical sub-components were found to be essential for fostering collaboration and ensuring that all parts of the supply chain function smoothly. The study also highlights the importance of customer-centric planning, which ensures that the supply chain can quickly adapt to changing customer demands and market trends.

In conclusion, the integration of physical, informational, and financial processes is vital for achieving supply chain resilience in the automotive industry. By focusing on key factors such as measurement integration, resource management, communication, and customer planning, companies can enhance their ability to manage disruptions and sustain operations in an increasingly competitive and volatile environment. This study provides valuable insights into the factors that contribute to resilience and offers a framework for future research and practical applications in supply chain management.



طراحی مدل یکپارچه سازی فرآیندهای فیزیکی، اطلاعاتی و مالی در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب آوری در صنعت خودرو

ناهید عابدینی نظری^۱، حسین ادب^{۲*}، عباس چهار دولی^۳

۱. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
۳. گروه مدیریت، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: hos.adab@iauctb.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

عابدینی نظری ن، ادب، چهار دولی ع. (۱۴۰۳). طراحی مدل یکپارچه سازی فرآیندهای فیزیکی، اطلاعاتی و مالی در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب آوری در صنعت خودرو. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۳(۱)، ۲۰۴-۱۹۲.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: این پژوهش با هدف طراحی مدلی برای یکپارچه سازی فرآیندهای فیزیکی، اطلاعاتی و مالی در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب آوری در صنعت خودرو انجام شد. **روش شناسی:** رویکرد مورد استفاده در این پژوهش مدل سازی در مرحله اول به منظور شناسایی عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر دیمتل فازی بوده که به دلیل آنکه دیمتل معمولاً ماهیت و سطوح تعاملات را بیان نمی کند در ادامه با استفاده از رویکرد ساختاری تفسیری و استفاده از نرم افزار میگ- مک ضمن درک روابط علی- معلولی و شناسایی عوامل اثرگذار و اثرپذیر مؤلفه های مؤثر را در ۵ سطح طبقه بندی نمود. شیوه گردآوری اطلاعات، مبتنی بر پرسشنامه و روش دلفی بود. پرسشنامه ای مبتنی بر رویکرد ترکیبی DEMATEL- ISM Fuzzy طراحی و در اختیار ۲۰ نفر از خبرگان مدیریت زنجیره تأمین در صنعت قرار گرفت. پس از رسیدن به اتفاق نظر، این عوامل با رویکردهای مورد نظر تجزیه و تحلیل شده و در پنج سطح طبقه بندی و دسته بندی در چهار مختار، مستقل، وابسته و پیوندی انجام شده است. **یافته ها:** یافته ها نشان داد که ۸ دسته عوامل (شامل یکپارچگی سنجش؛ مدیریت منابع، یکپارچگی ارتباط، سازمانی؛ زیرمؤلفه اجتماعی- اقتصادی؛ زیر مؤلفه انسانی و فنی؛ مؤلفه های مدیریتی، مشتریان، طرح ریزی، کیفیت اطلاعات و محصول؛ مؤلفه های جریان مالی، فرایندی و زیست محیطی؛ یکپارچگی برنامه ریزی تکنولوژی و انعطاف پذیری) به ترتیب بیشترین تأثیر در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب آوری در صنعت خودرو دارند. **نتیجه گیری:** تأثیرگذارترین عامل در زنجیره تأمین تاب آوری در صنعت خودرو، یکپارچگی سنجش در زنجیره تأمین است که با کلیه زیر مؤلفه های دیگر در ارتباط بوده و در واقع سنجش تاب آوری بر روی زیرمؤلفه های مدیریت منابع و زیرمؤلفه مدیریتی تأثیر می گذارد.

کلیدواژگان: روابط زنجیره تأمین، شرکت های کوچک و متوسط، صنعت خودرو، تاب آوری، رویکرد بیکولوژی

مقدمه

زنجیره تأمین خودرو شامل تمام مواد، خدمات و قطعات ورودی و خروجی مرتبط با عملیات تجاری است. خودرو در کشور ما صنعتی مونتاژی است. شرکت های خودروسازی برای تکمیل فرآیندهای تولید و تحویل محصول به مشتریان هزاران قطعه نیاز دارند. قابلیت تاب آوری شرکت را قادر می سازد؛ شکست ها را پیش بینی و از آن جلوگیری و یا حداقل اثر شکست را تعدیل یا تطابق مجدد رامنمکن سازد (Pettit et al., 2013, 2019). تاب آوری را می توان توانایی زنجیره تأمین برای غلبه کردن بر ریسک در جهت برگشت به عملیات قبلی یا حرکت به یک وضعیت جدید مطلوب تر پس از وقوع آشفتگی دانست (Szálteleki et al., 2024).

جریان اطلاعات در یک سازمان توسط فرآیندهای تجاری اداره می شود که از طریق سیستم های ERP مدیریت می شوند. جریان مواد درون و بین گره های زنجیره تأمین فیزیکی رخ می دهد و حمل و نقل، ذخیره سازی و تبدیل مواد را از مواد خام به کالاهای واسطه ای و نهایی کنترل می کند (Partanen et al., 2020). جریان های مالی در طول معاملات تجاری رخ می دهد و تعادلی بین دارایی ها، بدهی ها و حقوق صاحبان سهام ایجاد می کند. این جریان ها توسط سازمان های مختلف در یک شرکت مدیریت می شوند، اما زنجیره تأمین نسل بعدی باید ماهیت در هم تنیده این جریان ها را در سراسر شبکه تأمین حساب کند (Combes et al., 2019; Sana et al., 2018).

فرآیند لجستیک در صنعت خودرو شامل جریان موجودی، جریان اطلاعات و جریان مالی است. جریان موجودی شامل حمل و نقل مواد خام یا قطعات از تأمین کنندگان به مشتری است، در حالی که جریان اطلاعات ترکیبی از توزیع فیزیکی، پشتیبانی تولید و لجستیک است. جریان مالی در زنجیره تأمین خودرو شامل کلیه عملیات و نقل و انتقالات مالی از جمله جریان های نقدی برای فرآیندهای مختلف سازمانی، تأمین مواد اولیه، فروش محصول نهایی و هزینه های بازگشت است. این تحقیق بر شرکت های تولیدکننده و عرضه کننده قطعات خودرو با درجه های ارتقا یافته، با هدف بهبود عملکرد سازمانی از طریق اجرای صحیح روش های مدیریت زنجیره تأمین تمرکز دارد (Simić et al., 2021). صنعت خودرو تأثیر قابل توجهی بر سیستم های اجتماعی-اقتصادی دارد و در سایر صنایع نفوذ کرده است و سیستم های تولید انبوه در مقیاس بالا یکی از ویژگی های کلیدی آن است. در پایان قرن بیستم، به نظر می رسید که صنعت خودروسازی به سطحی از بلوغ رسیده است که دیگر نمی توان نوآوری رادیکال را مشاهده کرد. با این حال، نگرانی های زیست محیطی و اقدامات غیرقابل قبول زیست محیطی همچنان چالش هایی را ایجاد می کند (Llopis-Albert et al., 2021). صنعت خودرو که یک تجارت فراسازمانی و فراملی است، تأثیر قابل توجهی بر صنایع مختلف از جمله فلز، پلاستیک، مواد شیمیایی، چوب، مواد عایق، شیشه، الکترونیک و متالورژی دارد. با حدود ۶۰ صنعت مختلف که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با خودرو در ارتباط هستند، این صنعت ارزش و اشتغال بالایی ایجاد می کند و هر مجموعه از خودروسازان برای هر خودرو دو شغل ایجاد می کنند. این صنعت از نظر اقتصادی رتبه ششم جهان را به خود اختصاص داده است و آینده آن نشان دهنده تغییرات ساختاری در نقش تولیدکنندگان سنتی است که منجر به تولید خودروهای برند می شود (Dweiri et al., 2016). انتظار می رود آینده صنعت خودروی جهان شاهد تغییرات ساختاری در نقش تولیدکنندگان سنتی باشد و نام های بزرگ بر روی سه شرکت در آسیا، اروپا و آمریکا متمرکز شوند. موج گسترده ادغام خودروسازان باعث کاهش پیچیدگی سازمانی در این شرکت های قدرتمند شده است. با این حال، رقابت شدید، تقاضای نوسان بازار و افزایش نیازهای مشتری منجر به افزایش ترجیحات در تقاضای مشتری شده است (Sazvar et al., 2022). از سوی دیگر رقابت شدید، نوسان تقاضای بازار و افزایش نیازهای مشتری منجر به افزایش ترجیحات در تقاضای مشتریان شده است (Zhang & Zhang, 2007).

صنعت خودرو در قرن بیست و یکم، تا حد زیادی تحت تاثیر جهانی شدن، فرصت‌های قابل توجهی ایجاد کرده است و در عین حال تولیدکنندگان را مجبور به افزایش کیفیت، بهبود سبک، افزایش کارایی سازمانی و گنجاندن ویژگی‌های نوآورانه در محصولات خود کرده است. برای موفقیت، خودروسازان باید انعطاف پذیر باشند و به خواسته‌های مشتریان پاسخ دهند. این چالش‌ها حاکی از آن است که اگر خودروسازان مایل به موفقیت هستند، باید انعطاف‌پذیر باشند و به خواسته‌های مشتری پاسخ دهند (Weyer et al., 2016).

زنجیره تامین شامل همه طرف‌های درگیر در برآوردن تقاضای مشتری، از جمله تولیدکنندگان، تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان، عمده‌فروشان، خرده‌فروشان و مشتریان نهایی است و شامل عملیات، توسعه محصول، بازاریابی، مالی، توزیع و خدمات مشتری می‌شود (Ferràs, 2017). یکه‌پارچه سازی زنجیره تامین (SCI) همکاری استراتژیک و مدیریت فرآیندهای بین سازمانی و درون سازمانی در زنجیره تامین است (Sakuramoto et al., 2019). یکه‌پارچگی زنجیره تامین شامل داخلی و خارجی است که یکه‌پارچگی خارجی در ابعاد تامین کننده و مشتری، محصول و فرآیند و داخلی مربوط به عملیات درون شرکت است. این مطالعه ادغام خرد را در یکه‌پارچگی داخلی، محصول و فرآیند طبقه‌بندی می‌کند، که اجازه می‌دهد یک رویکرد یکه‌پارچه برای درک تاثیر یکه‌پارچگی بر عملکرد شرکت استفاده از منابع قابل اعتمادتر را فراهم کند (Manteghi, 2013). زنجیره تامین با سطوح مختلف عدم قطعیت از جمله سطوح خرد، مزو و کلان مواجه است. عدم قطعیت در سطح خرد به عوامل محلی، مزو به تعاملات و کلان به عوامل خارجی گسترده‌تر مربوط می‌شود (Marodin et al., 2016). تنوع جریان مواد و اطلاعات در ارزش و زمان منجر به عدم قطعیت می‌شود (Wedeniowski, 2015). عدم قطعیت در سطح میکرو مربوط به پیش‌بینی داده‌ها از طریق توزیع، مانند تنوع تقاضای مشتری است. سطح مزو عدم قطعیت زنجیره تامین به انحراف بین اطلاعات مورد نیاز یک عضو زنجیره تامین و اطلاعات موجود اشاره دارد. همان‌طور که پیچیدگی زنجیره تامین افزایش می‌یابد، نیاز به اطلاعات افزایش می‌یابد (Wang et al., 2019).

خودروسازی در ایران صنعتی حمایتی است. اصلی‌ترین راهبرد حمایت از صنایع نوپا کشور، حمایت محدود دولتی با هدف فرصت‌سازی و بلوغ صنعت است. بنظر می‌رسد علیرغم قدمت طولانی صنعت خودروسازی در کشور ما هنوز بالغ نشده است. هرچند حمایت‌های متعددی از سوی دولت نظیر، غیررقابتی کردن بازار به وسیله ایجاد موانع تعرفه‌ای و غیرتعرفه‌ای و عدم صدور مجوز برای سرمایه‌گذاری خارجی انجام شده لکن از این فرصت بهینه استفاده نشده است. البته این مربوط به ایران هم نیست. همان‌طور که وانگ و چان معتقدند در صنعت خودروی چین نیز از جمله دشوارترین چالش حال حاضر، چگونگی یکه‌پارچگی گروه‌های مختلف درگیر در مرحله برنامه‌ریزی تولید؛ توزیع و تحویل محصول به مشتریان است (Hou et al., 2013). به دلیل پیچیدگی در محصول، زنجیره‌های تامین خودرو سازان بسیار پراکنده است (Caniato & Größler, 2015).

مسئله اساسی‌تر کنونی دیگر تغییرات مستمر محیطی و محاطی در داخل و خارج صنایع و بروز بحران‌های متعدد خارجی تاثیر گذار بر داخل است که لزوم دستیابی به تاب‌آوری راهم الزام آور می‌کرده؛ بنابراین، در پژوهش حاضر از ادبیات یکه‌پارچگی زنجیره تامین برای حمایت از صنایع خودرویی در جمهوری اسلامی ایران از طریق ارتقای تاب‌آوری استفاده گردیده است. علیرغم پیچیدگی‌های و عدم قطعیت‌های محیطی و محاطی و تحولات جهانی به‌ویژه بحران‌های تاثیرگذاری نظیر جنگ‌های منطقه‌ای و حتی بیماری‌های واگیر دار؛ در روند فعالیت‌های اقتصادی اجتماعی تاکنون، مطالعات تجربی ویژه‌ای با محوریت یکه‌پارچگی به‌منظور تحقق تاب‌آوری زنجیره تامین و نقش آن در ارتباط با صنایع خودرویی به‌صورت گسترده کمتر ملاحظه گردیده. به همین دلیل، مفاهیم، مدل‌ها و نظریه‌ها، الزامات و بویژه کاربست‌های مناسب اعمال مدیریت در شرایط بحران در زنجیره تامین هنوز یک محور تحقیقاتی بکر و نو در ایران است. لذا، از آنجا که رشد و توسعه وابسته به ادبیات مقتضی و متناسب با بافتار و ساختار کشورمان است؛ لذا با محوریت عنوان تحقیق بایستی ابتدا مفهوم یکه‌پارچگی و سپس در ادامه عوامل تاثیر

گذار بر جریان های سه گانه فیزیکی یا مواد و اطلاعات و مالی بمنظور دستیابی به تاب آوری شناسایی و در ادامه عوامل مؤثر بر یکپارچگی زنجیره تأمین با تمرکز بر سه جریان مزبور در قالب مدل مناسب و مقتضی تاب آورانه شود، به همین جهت بایستی عوامل تأثیرگذار بر تاب آوری و پایداری نیز بایستی بررسی شوند. بنابر مطالب مطرح شده، هدف اصلی این پژوهش طراحی مدلی برای یکپارچه سازی فرآیندهای فیزیکی، اطلاعاتی و مالی در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب آوری در صنعت خودرو است.

روش پژوهش

براساس مطالعات انجام شده در ادبیات مختلف و بیش از ۵۰ مقاله علمی پژوهشی با موضوع یکپارچگی زنجیره تأمین و همچنین تاب آوری ۲۵ مولفه مشترک و پرتکرار در مقالات یافت شده که همگی بریکپارچگی و تاب آوری مؤثرند. از آنجا که ما به دنبال استخراج روابط علی- معلولی و در ادامه شناسایی ماهیت عوامل تأثیرگذار بر تحقق تاب آوری در زنجیره تأمین یکپارچه هستیم؛ لذا بایستی در سه سطح ابعاد؛ مولفه ها و شاخص ها، ابتدا روابط بین شاخص ها با مولفه ها، در گام دوم رابطه مولفه ها با ابعاد را استخراج و در گام نهایی روابط ابعاد با متغیر وابسته اصلی یعنی مدل یکپارچه جریان های فیزیکی؛ مالی و اطلاعات بمنظور تحقق تاب آوری را مورد بررسی قرار دهیم. ما در این مقاله در گام اول با استفاده از نرم افزار دیمتل فازی روابط بین مولفه ها را در قالب منطق علی - معلولی شناسایی و سپس ماهیت هریک از مولفه ها از منظر تأثیر گذاری و تأثیر پذیری (علی - معلولی) مورد بررسی قرار می گیرند؛ منظور از شناخت ماهیت عوامل در این مقاله؛ تعیین و تشخیص سطح و نوع عوامل با محوریت مولفه ها می باشد؛ پس از تعیین ماهیت مولفه ها با دیمتل فازی نسبت به سطح بندی مولفه ها توسط نرم افزار ISM؛ به کمک نرم افزار Fuzzy MIC-MAC نوع عوامل براساس نفوذ و وابستگی تعیین شده اند؛ نرم افزار میک- مک فازی معمولاً عوامل را در چهار دسته اصلی تقسیم و ذینفعان و بازیگران اصلی را بشرح ذیل مشخص می کند: ۱. تصمیم گیرندگان: افراد یا نهادهایی که مسئول تصمیم گیری های مربوط به ارزیابی یا رتبه بندی گزینه ها یا معیارها در فرآیند تصمیم گیری هستند. ۲. معیارها: معیارها عوامل یا ویژگی های خاصی هستند که برای ارزیابی و مقایسه گزینه های جایگزین در یک سناریوی تصمیم گیری استفاده می شوند. آن ها ابعادی را نشان می دهند که تصمیم گیرندگان در طول آن گزینه ها را ارزیابی می کنند. ۳. گزینه های جایگزین: گزینه ها گزینه ها، انتخاب ها یا راه حل های بالقوه ای هستند که در فرآیند تصمیم گیری در نظر گرفته می شوند. تصمیم گیرندگان این گزینه ها را بر اساس معیارهایی برای تصمیم گیری آگاهانه ارزیابی و مقایسه می کنند و ۴. تأثیرات در زمینه MIC-MAC، تأثیرات به روابط بین معیارها و گزینه ها اشاره دارد. MIC-MAC، چنانکه گفته شد؛ یک ابزار تصمیم گیری برای تجزیه و تحلیل سناریوهای پیچیده و ارزیابی تأثیر معیارها بر گزینه ها است. فرآیند اقدام در این مقاله بشرح ذیل بوده است:

۱. شناسایی متخصصان در این زمینه: با متخصصان، محققان و دانشگاهیان که در MIC, ISM, DEMATEL و Fuzzy MAC تخصص دارند؛ از طریق شبکه های حرفه ای، موسسات دانشگاهی و انجمن های صنعتی و خبرگان مدیریت صنعتی دانشگاهی انجام دادیم. ۲. انجام مصاحبه: مصاحبه با کارشناسان شناسایی شده را برنامه ریزی نمودیم تا بینش و نظرات آن ها را در مورد روابط متقابل بین عوامل مختلف درگیر در Fuzzy DEMATEL-ISM-MIC جمع آوری نماییم. سوالات خاصی در رابطه با عوامل و تأثیر آن ها بر یکدیگر براساس پیشینه های تحقیق و تجربیات محققین طرح شد. ۳. نظرسنجی ها و پرسشنامه ها: یک نظرسنجی و پرسشنامه ایجاد نمودیم که شامل فهرستی از عوامل مرتبط با MIC Fuzzy MAC-ISM-DEMATEL بود. نظرسنجی را بین ۱۰ نفر کارشناسان شناسایی شده توزیع و از آن ها خواستیم که بر اساس تخصص خود، روابط متقابل بین عوامل را ارزیابی کنند. ۴. تشکیل پانل های خبره: ۱۰ نفر از متخصصان در این زمینه را برای بحث و مناظره در مورد روابط متقابل بین عوامل دخیل در MIC Fuzzy MAC-ISM-DEMATEL تشکیل دادیم. تا ضمن کمک

به جمع آوری دیدگاه‌ها و بینش‌های متنوع، گفتگو و همکاری باز را نیز ایجاد نماییم. ۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها: هنگامی که اطلاعات از منابع مختلف جمع آوری شد، داده‌ها تجزیه و تحلیل گردید تا روندها، الگوها و اتفاق نظر کارشناسان را شناسایی نماییم. این به ایجاد ماتریس زوجی خبره برای DEMATEL-ISM-MIC - MAC منجر گردید. در ادامه مبتنی بر روش ویکور فازی اعداد قطعی به منطق فازی تغییر وضعیت داده می‌شوند. از این رو، ابتدا داده‌های زبانی به معادل قطعی و در ادامه به داده‌های فازی مبتنی بر فازی مثلثی تبدیل می‌شوند.

تشکیل ماتریس تصمیم فازی

ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها براساس معیارها تشکیل می‌شود. این ماتریس با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده می‌شود. در ماتریس تصمیم تکنیک ویکور مقادیر J امین گزینه به صورت $A_j = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ نمایش داده می‌شود. هر X_{ij} نشان دهنده مقدار گزینه J ام براساس معیار i ام است. باید دقت شود؛ تکنیک ویکور بر خلاف تاپسیس بر آمار و ارقام واقعی متکی است و کمتر برای ارزیابی از طیف لیکرت استفاده می‌شود. حال اینجا پارادوکسی مطرح است. اگر اعداد و ارقام واقعی وجود دارد جایگاه فازی کجاست؟ پرسش صحیح و کلیدی است. اگر ارقام واقعی وجود داشته باشد همه چیز قطعی خواهد بود و فازی بودن مصداق ندارد اما در مورد بسیاری از ارزیابی‌های کمی می‌توان کمترین مقدار ممکن، بیشترین مقدار ممکن و محتمل ترین مقدار ممکن را شناسایی کرد.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & & x_{mn} \end{bmatrix}$$

یافته‌ها

در این پژوهش میانگین داده‌های ۲۵ تایی جمع آوری شده از ۱۰ خبره (میانگین گیری به روش حسابی جمع تقسیم بر تعداد) استخراج شده سپس به اعداد فازی بترتیبی که در زیر می‌آید تبدیل شده است: در این تحقیق ما از روش فازی‌زدایی CFCS برای تبدیل اعداد فازی به امتیازهای قطعی به روشی مشابه روش چن و هوانگ استفاده نموده ایم. در ادامه ماتریس میانگین نظرات در خبره پیرامون ارتباط بین ۲۵ زیر مولفه حاصل گردید.

تشکیل و تجزیه و تحلیل نمودار علی

بدین منظور، ابتدا جمع عناصر هر سطر (D_i) و جمع عناصر هر ستون (R_i) از ماتریس فازی را محاسبه می‌کنیم. جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. سپس به راحتی مقادیر $D+R$ و $D-R$ را به دست می‌آوریم. برای ترسیم نمودار علی باید مانند روش دیمتل قطعی، این دو مقدار را غیر فازی کنیم. در اینجا برای غیرفازی سازی این دو مقدار از روش CFCS استفاده می‌کنیم. بنابراین بردار افقی ($D+R$) میزان تأثیر و تأثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار $D+R$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار عمودی ($D-R$) قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر $D-R$ مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. بعد از غیر فعال سازی اعداد، یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه، محور طولی مقادیر $D+R$ را نشان داده و $D-R$ محور عرضی می‌باشد.

بنابراین بردار افقی در دستگاه مختصات، میزان تاثیر و تاثیر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر، هر چه این مقدار برای یک عامل بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار عمودی دستگاه مختصات، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می دهد. به طور کلی اگر این مقدار برای یک عامل مثبت باشد، یک متغیر علی محسوب شده و اگر منفی باشد، یک متغیر معلول محسوب می شود.

جدول ۱

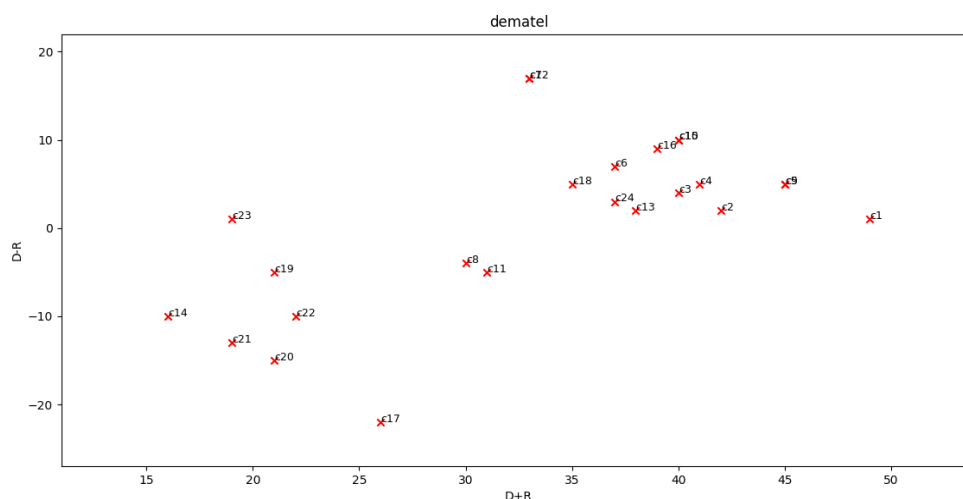
ماهیت شناسی زیرمؤلفه های ۲۵ گانه

نوع	D-R (قدرت تأثیرگذاری)	r	d	کد	زیر مؤلفه ها
علی	۱	۴۹	۲۴	C۱	زیست محیطی
علی	۲	۴۲	۲۰	C۲	اقتصادی
علی	۴	۴۰	۱۸	C۳	اجتماعی
علی	۵	۴۱	۱۸	C۴	عملیاتی
علی	۵	۴۵	۲۰	C۵	یکپارچگی مشتری
علی	۷	۳۷	۱۵	C۶	یکپارچگی عرضه کننده خدمات/مواد
علی	۱۷	۳۳	۸	C۷	یکپارچگی سنجش
معلول	-۴	۳۰	۱۷	C۸	یکپارچگی داخلی
علی	۵	۴۵	۲۰	C۹	یکپارچگی برنامه ریزی و تکنولوژی
علی	۱۰	۴۰	۱۵	C۱۰	یکپارچگی ارتباط
معلول	-۵	۳۱	۱۸	C۱۱	مدیریت طرح ریزی
معلول	۱۷	۳۳	۸	C۱۲	مدیریت منابع
علی	۲	۳۸	۱۸	C۱۳	مدیریت تحقق محصول
معلول	-۱۰	۱۶	۱۳	C۱۴	مدیریت تحویل به مشتری
علی	۱۰	۴۰	۱۵	C۱۵	مدیریتی
علی	۹	۳۹	۱۵	C۱۶	سازمانی
معلول	-۲۲	۲۶	۲۴	C۱۷	فرایندی
علی	۵	۳۵	۱۵	C۱۸	انسانی
معلول	-۵	۲۱	۱۳	C۱۹	فنی
معلول	-۱۵	۲۱	۱۸	C۲۰	جریان مالی
معلول	-۱۳	۱۹	۱۶	C۲۱	ظرفیت سیستم اطلاعات بین سازمانی
معلول	-۱۰	۲۲	۱۶	C۲۲	اعتماد متقابل
علی	۱	۱۹	۹	C۲۳	کیفیت اطلاعات
معلول	۳	۳۷	۱۷	C۲۴	مدیریت دارایی
معلول	-۱۹	۲۱	۲۰	C۲۵	انعطاف پذیری

با توجه به اطلاعات **جدول ۱** ماهیت سنجی ISM نمودار روابط علی براساس میزان $D+R$ (میزان تأثیر گذاری) و (قدرت تأثیرگذاری) $D-R$ در ادامه نمایش داده شده است:

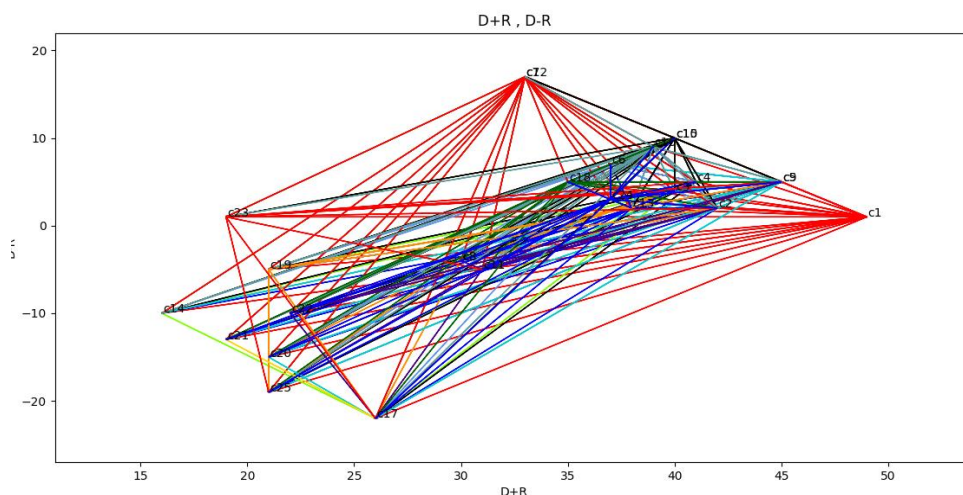
شکل ۱

پراکندگی مبتنی بر رویکرد دیمتل فازی



شکل ۲

روابط علی - معلولی براساس ماتریس دستیابی نهایی با رویکرد دیمتل فازی



برای تعیین ماهیت زیرمؤلفه‌ها بایستی براساس داده‌های حاصل از ماتریس دسترسی نهایی تعیین روابط و سطح بندی با محوریت زیرمؤلفه‌های ۲۵ گانه در مدل ساختاری تفسیری ISM باید مجموعه خروجی‌ها و مجموعه ورودی‌ها برای هر معیار از ماتریس دریافتی استخراج شود:

مجموعه دستیابی (اثرگذاری یا خروجی‌ها): شامل خود معیار و معیارهایی است که از آن تأثیر می‌پذیرد.

مجموعه پیش‌نیاز (اثرپذیری یا ورودی‌ها): شامل خود معیار و معیارهایی است که بر آن تأثیر می‌گذارند.

پس از تعیین مجموعه دستیابی و مجموعه پیش نیاز، اشتراک دو مجموعه حساب می شود. اولین تغییری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه قابل دستیابی (خروجی ها) باشد، سطح اول خواهد بود. بنابراین عناصر سطح اول بیشترین تاثیرپذیری را در مدل خواهند داشت. پس از شناسایی شاخص های سطح اول، این عناصر حذف شده و فرایند محاسبه مجموعه دستیابی و پیش نیاز ادامه پیدا می کند. این فرایند تا حذف تمامی شاخص ها ادامه پیدا می کند.

میک - مگ فازی

Mic - Mac - Fuzzy گونه ای از الگوریتم Mic-Mac معمولی است که از منطق فازی برای مدیریت داده های نامشخص یا غیردقیق استفاده می کند. الگوریتم Mic - Mac - Fuzzy از مجموعه های فازی و منطق فازی برای نمایش و پردازش داده های غیردقیق استفاده می کند که امکان تحلیل انعطاف پذیرتر و ظریف تر را فراهم می کند. این می تواند به ویژه در شرایطی مفید باشد که داده های ورودی کاملاً دقیق نیستند یا زمانی که عدم قطعیت در روابط بین متغیرها وجود دارد. برخی از مزایای Fuzzy Mic Mac نسبت به Mic Mac معمولی عبارتند از: ۱. مدیریت بهتر داده های نادقیق یا نامطمئن: Fuzzy Mic Mac می تواند داده هایی را در خود جای دهد که کاملاً دقیق نیستند و امکان تجزیه و تحلیل واقعی تر و قوی تر را فراهم می کند. ۲. انعطاف پذیری در نمایش: منطق فازی امکان نمایش روابط مبهم یا مبهم بین متغیرها را فراهم می کند و تجزیه و تحلیل دقیق تر و دقیق تری ارائه می دهد. ۳. بهبود تصمیم گیری: Fuzzy Mic Mac می تواند بینش های معنادار و کاربردی تری را در موقعیت هایی که داده های ورودی نامشخص یا نادقیق هستند، ارائه دهد، که منجر به تصمیم گیری بهتر می شود. به طور کلی، Fuzzy Mic Mac رویکردی انعطاف پذیرتر و قوی تر برای تصمیم گیری و تجزیه و تحلیل در موقعیت هایی ارائه می کند که میکرو مک های سنتی ممکن است با داده های نادقیق یا نامشخص مبارزه کنند. با توجه به داده های حاصل ماتریس وابستگی و نفوذ دقیقتر شده و شکل های زیر موقعیت شاخص ها را با استفاده از میک مک فازی نشان می دهد ماهیت و نوع مولفه ها تغییر نمی کند فقط با وارد کردن اعداد فازی دقت نتایج بیشتر می شود.

تحلیل ماهیت مولفه ها حاصل از mic-mac fuzzy

براساس تغییر داده های قطعی با فازی و روشن تر شدن موقعیت مؤلفه های کلیدی و اثر گذار ترتیب قرار گرفتن مولفه ها مبتنی بر داده های فازی و با استفاده از نقطه نظر خبرگان نقطه مرزی نقطه ای به مختصات ۱۹ و ۱۹ انتخاب گردید براین اساس وضعیت و ماهیت دقیق تر مولفه ها بشرح ذیل می باشند:

ناحیه اول یا ناحیه خود مختار بیشترین نفوذ و بیشترین اثر گذاری

در این ناحیه مؤلفه هایی که قرار گرفته اند همگی دارای بیشترین نفوذ و بیشترین وابستگی بوده برخی بدلیل دو وجهی بودن و دو ماهیتی بودن این مولفه ها آن ها را خود مختار و یا کلیدی می گویند که با تغییر هر یک و یا اعمال مداخله توسط هر یک از آن ها می توان تغییرات قابل توجهی در سیستم بوجود آورد؛ این مولفه ها عبارتند از: مولفه C10 یا یکپارچگی ارتباطات سازمانی؛ مولفه C24 یا مولفه مدیریت دارایی ها و مولفه C1؛ یا مولفه زیست محیطی مولفه C5 یا مولفه یکپارچگی مشتری و مولفه C3 یا مولفه اجتماعی؛ مولفه C4 یا مولفه عملیاتی؛ مولفه C16 یا مولفه سازمانی و همچنین مولفه C20 یا مولفه جریان مالی؛ مولفه C8 یا مولفه یکپارچگی عرضه کنندگان مواد/خدمات؛ مولفه C17 یا مولفه فرآیندی قرار دارند.

مولفه C10 یا یکپارچگی ارتباطات سازمانی؛ مولفه یکپارچه سازی ارتباطات نقش مهمی در یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین ایفا می کند. این یکپارچگی شامل تبادل یکپارچه اطلاعات، داده ها و ارتباطات بین ذینفعان مختلف در شبکه زنجیره تأمین است. این مؤلفه هماهنگی، همکاری و دیده شدن و شفافیت را تسهیل می کند، که برای اطمینان از عملکرد روان و انعطاف پذیری زنجیره تأمین ضروری

است. به طور خلاصه، مؤلفه یکپارچه سازی ارتباطات با ایجاد هماهنگی، دید و جریان اطلاعات یکپارچه بین ذینفعان، نقشی محوری در افزایش یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین ایفا می کند و در نهایت به کارایی و سازگاری کلی شبکه زنجیره تأمین کمک می کند.

مؤلفه C24 یا مؤلفه مدیریت دارایی ها؛ مؤلفه مدیریت دارایی ها با کاهش خطرات، بهینه سازی استفاده از منابع، نظارت بر عملکرد، حمایت از برنامه ریزی اضطراری و تضمین انطباق و امنیت مرتبط با دارایی های فیزیکی و غیر فیزیکی در شبکه زنجیره تأمین، به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین کمک می کند.

مؤلفه C1 یا مؤلفه زیست محیطی: مؤلفه محیطی نقش مهمی در کمک به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین ایفا می کند. این شامل در نظر گرفتن عوامل محیطی، شیوه های پایداری، و تاثیر عملیات بر اکوسیستم طبیعی است. مؤلفه زیست محیطی با ترویج شیوه های پایدار، کاهش خطرات زیست محیطی، تضمین انطباق با مقررات، افزایش شهرت، تقویت نوآوری و ایجاد روابط مثبت با سهامداران، به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین کمک می کند. پذیرش ملاحظات زیست محیطی به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از مدیریت زنجیره تأمین می تواند منجر به یک زنجیره تأمین قوی تر و پایدارتر شود.

مؤلفه C5 یا مؤلفه یکپارچگی مشتری جزء یکپارچه سازی مشتری با افزایش ارتباطات، همکاری و پاسخگویی به نیازهای مشتری به یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین کمک می کند. این امکان مشاهده بی درنگ تقاضا، اولویت ها و بازخورد مشتری را فراهم می کند و به ذینفعان زنجیره تأمین اجازه می دهد تا به سرعت با تغییرات سازگار شوند، دقت پیش بینی را بهبود بخشند و عملیات خود را برای برآورده کردن انتظارات مشتری تنظیم کنند. این رویکرد فعال، یکپارچگی کلی شبکه زنجیره تأمین را تقویت می کند و انعطاف پذیری آن را با ایجاد امکان تنظیم سریع برای پویایی بازار و نیازهای مشتری افزایش می دهد.

مؤلفه C3 یا مؤلفه اجتماعی: مؤلفه اجتماعی با پرداختن به شیوه های کار، حقوق بشر، تنوع و مشارکت جامعه بر انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین تأثیر می گذارد. با ترویج استانداردهای کار منصفانه، منابع اخلاقی و مشارکت های اجتماعی، مؤلفه اجتماعی به زنجیره تأمین انعطاف پذیر و اخلاقی کمک می کند، همچنین اعتماد، ثبات و روابط مثبت با سهامداران را تقویت می کند.

مؤلفه C4 یا مؤلفه عملیاتی: مؤلفه عملیاتی به طور قابل توجهی بر تحقق انعطاف پذیری و یکپارچگی در زنجیره تأمین از طریق جنبه های مختلف کلیدی تأثیر می گذارد. مؤلفه عملیاتی از طریق تأثیر آن بر کارایی، مدیریت ریسک، همکاری، پذیرش فناوری و بهبود مستمر، نقش مهمی در ایجاد انعطاف پذیری و یکپارچگی در زنجیره تأمین ایفا می کند.

مؤلفه C16 یا مؤلفه سازمانی: از طریق تأثیرگذاری بر حاکمیت، فرهنگ، مدیریت ریسک، همکاری و رفتار اخلاقی بر انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین تأثیر می گذارد که همگی برای ایجاد یک شبکه زنجیره تأمین قوی و قابل اعتماد حیاتی هستند.

C20 یا مؤلفه جریان مالی: مؤلفه جریان مالی به چند روش کلیدی به یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین کمک می کند: ۱. ثبات مالی: مدیریت جریان مالی کارآمد، ثبات زنجیره تأمین را با تأمین بودجه لازم برای عملیات، سرمایه گذاری و اقدامات کاهش ریسک تضمین می کند و در نتیجه انعطاف پذیری را افزایش می دهد. ۲. کاهش ریسک: مدیریت جریان مالی موثر به تخصیص منابع برای کاهش ریسک های مالی مانند نوسانات ارز، تاخیر در پرداخت و ریسک های اعتباری اجازه می دهد که بر یکپارچگی و ثبات زنجیره تأمین تأثیر بگذارد. ۳. روابط با تأمین کننده: مدیریت جریان های مالی به طور موثر به ایجاد روابط قوی و پایدار با تأمین کنندگان با اطمینان از پرداخت های به موقع و منصفانه کمک می کند، که اعتماد و قابلیت اطمینان را در شبکه زنجیره تأمین تقویت می کند و به یکپارچگی آن کمک می کند. ۴. سرمایه گذاری در نوآوری: یک جریان مالی با مدیریت خوب امکان سرمایه گذاری در فناوری های نوآورانه، بهبود فرآیندها و شیوه های پایدار را فراهم می کند که می تواند انعطاف پذیری و مزیت رقابتی زنجیره تأمین را افزایش دهد. ۵. شفافیت و انطباق: مدیریت شفاف جریان مالی از یکپارچگی

با اطمینان از انطباق با مقررات مالی، استانداردهای اخلاقی و رویه های مالی مسئولانه حمایت می کند و در نتیجه خطر ناهنجاری مالی را کاهش می دهد و اعتماد را در بین ذینفعان افزایش می دهد. در یک کلام، جزء جریان مالی با ارتقای ثبات، کاهش ریسک های مالی، تقویت روابط قوی با تامین کنندگان، ایجاد نوآوری، و تضمین شفافیت و انطباق، به یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تامین کمک می کند.

مولفه c8 یا مولفه یکپارچگی عرضه کنندگان مواد/خدمات نقش مهمی در کمک به تاب آوری پذیری و یکپارچگی زنجیره تامین جهت ایفا می کند مولفه یکپارچه سازی تامین کنندگان مواد/خدمات با ارائه دید، تقویت همکاری، حمایت از مدیریت ریسک، ایجاد نوآوری و افزایش انعطاف پذیری و پاسخگویی، به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تامین کمک می کند. مشارکت فعال و همسویی آن ها با اهداف زنجیره تامین برای ایجاد یک شبکه زنجیره تامین قوی و یکپارچه ضروری است.

و در نهایت مولفه c17 یا مولفه فرآیندی: مؤلفه فرآیند در کمک به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تأمین نقش حیاتی دارد: کارایی و بهینه سازی فرآیندهای را انجام داده با کاهش زمان تحویل، به حداقل رساندن ضایعات و بهبود کارایی عملیاتی کلی افزایش می دهد. همچنین با اعمال مدیریت ریسک و شناسایی فرآیندهایی که اختلالات احتمالی دارند را برطرف و اقداماتی نظیر استراتژی های منبع جایگزین، تنظیم پروتکل های مدیریت موجودی، با کاهش تأثیر رویدادهای غیرمنتظره، به انعطاف پذیری زنجیره تأمین کمک می کنند. همچنین از طریق بهبود مستمر با بکارگیری ابتکارات بهبود فرآیند، مانند مدیریت ناب، شش سیگما، و کایزن، با پرورش فرهنگ بهبود مستمر به انعطاف پذیری و یکپارچگی زنجیره تامین کمک می کند.

ادامه برای تعیین سطح و در واقع ماهیت متغیرهای تاثیرگذار بر مدل تحقیق در نهایت، با استفاده از اطلاعات حاصل از تجزیه سلسله مراتبی با توجه به ماتریس قابل دستیابی برای تعیین مجموعه قابل دستیابی A_i ، مجموعه مقدم B_i و مجموعه مشترک C_i از عامل S_i انجام می شود. مجموعه قابل دستیابی A_i تمام عوامل موجود در ماتریس قابل دسترسی K را نشان می دهد که مقدار ردیف متناظر آن ۱ است، مجموعه مقدماتی B_i مجموعه سطریهایی را در ماتریس قابل دسترسی K نشان می دهد که مقدار عامل ستون متناظر آن ۱ است در صورت تقاطع A_i و B_i ، C_i ، و عبارت $(C_i = A_i \cap B_i)$ برقرار است، عواملی که فرمول $(C_i = A_i \cap B_i)$ را برآورده می کنند به یک سلسله مراتب تقسیم می شوند و در واقع در یک سطح قرار می گیرند، در حالی که ردیف ها و ستون های این عامل در ماتریس قابل دسترسی حذف می شوند تا ماتریس قابل دسترسی جدید K_n به دست آید. این سیستم لایه به لایه تجزیه و تحلیل می شود و یک ساختار سلسله مراتبی واضح در میان عوامل موثر بر دوره بهره برداری مترو به دست می آید. نتایج تحلیل سلسله مراتبی در [جدول ۲](#) نشان داده شده است.

$$C_i = A_i \cap B_i$$

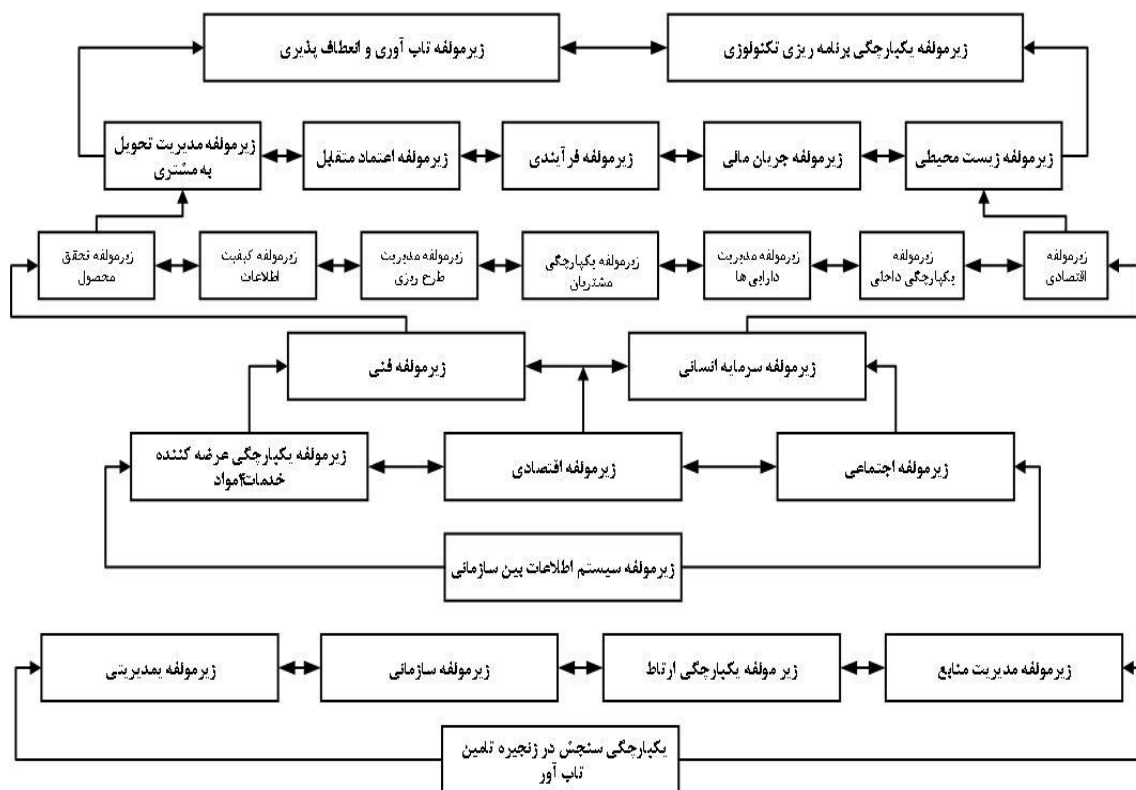
جدول ۲

خلاصه جدول سطح بندی سطح بندی نهایی

{ 'c25', 'c17' }	level ۱
{ 'c14', 'c22', 'c21', 'c1', 'c20' }	level ۲
{ 'c2', 'c13', 'c11', 'c9', 'c5', 'c24', 'c8' }	level ۳
{ 'c19', 'c18' }	level ۴
{ 'c6', 'c4', 'c3' }	level ۵
{ 'c23' }	level ۶
{ 'c15', 'c16', 'c10', 'c12' }	level ۷
{ 'c7' }	level ۸

شکل ۳

سطح بندی زیر مؤلفه‌ها مبتنی بر خروجی IS



بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف طراحی مدلی برای یکپارچه سازی فرآیندهای فیزیکی، اطلاعاتی و مالی در زنجیره تأمین به منظور تحقق تاب‌آوری در صنعت خودرو انجام شد. یافته‌ها نشان داد که در سطح اول بعنوان تأثیرگذارترین عامل یکپارچگی سنجش در زنجیره تأمین تاب‌آور قرار دارد که با کلیه زیر مؤلفه‌های دیگر در ارتباط بوده و در واقع سنجش تاب‌آوری بر روی زیرمؤلفه‌های مدیریت منابع و زیرمؤلفه مدیریتی تأثیر می‌گذارد، زیر مؤلفه‌های مزبور خود با زیر مؤلفه‌های سازمانی و یکپارچگی ارتباطات در ارتباط دو طرفه قرار دارند. در سطح سوم و بعنوان عامل میانجی و واسطه ظرفیت سیستم اطلاعات بین سازمانی است. برخی صاحب نظران بر این باورند که ظرفیت سیستم اطلاعات بین سازمانی (IOIS) نقش مهمی در یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین ایفا می‌کند.

۱. یکپارچه سازی: یک IOIS قوی ارتباطات یکپارچه، به اشتراک گذاری داده‌ها و همکاری بین سازمان‌های مختلف در زنجیره تأمین را تسهیل می‌کند. این ادغام باعث بهبود هماهنگی، دید و همگام سازی فعالیت‌ها می‌شود که منجر به کارآمدتر و موثرتر عملیات زنجیره تأمین می‌شود.

۲. تاب آوری: یک IOIS که به خوبی طراحی شده است، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را با ارائه اطلاعات بلادرنگ و شفافیت و رویت پذیری در کل شبکه افزایش می‌دهد. این امکان پاسخ سریع به اختلالات، مدیریت ریسک بهتر و توانایی سازگاری با شرایط متغیر بازار یا رویدادهای غیرمنتظره را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، در صورت وقوع یک بلای طبیعی یا تغییر ناگهانی تقاضا، یک IOIS انعطاف پذیر می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا به سرعت تأثیر را ارزیابی کنند و تنظیمات لازم را برای به حداقل رساندن اختلالات انجام دهند.

۳. تصمیم گیری: ظرفیت IOIS برای جمع آوری، پردازش و تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها از منابع مختلف می‌تواند به طور قابل توجهی تصمیم گیری در زنجیره تأمین را بهبود بخشد. این شامل پیش‌بینی بهتر، مدیریت موجودی، و برنامه‌ریزی تقاضا می‌شود که منجر به تصمیم‌های آگاهانه‌تر و استراتژیک‌تر می‌شود که به انعطاف‌پذیری و کارایی کلی زنجیره تأمین کمک می‌کند.

۴. انعطاف‌پذیری و چابکی: یک IOIS قوی انعطاف‌پذیری و چابکی بیشتری را در زنجیره تأمین ممکن می‌سازد و به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا به سرعت با تغییرات در تقاضاهای مشتری، پویایی بازار یا اختلالات سازگار شوند. این سازگاری برای حفظ تداوم عملیات و برآورده کردن انتظارات مشتری، حتی در شرایط چالش برانگیز ضروری است. به طور خلاصه، ظرفیت سیستم اطلاعات بین سازمانی در ارتقای یکپارچگی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین از طریق تسهیل ارتباطات، افزایش دید، حمایت از تصمیم‌گیری، و ایجاد انعطاف‌پذیری و چابکی بسیار مفید است. سازمان‌هایی که روی قابلیت‌های قوی IOIS سرمایه‌گذاری می‌کنند، در موقعیت بهتری برای عبور از عدم قطعیت‌ها و چالش‌ها و در عین حال حفظ مزیت رقابتی در بازار هستند. به همین دلیل در مطالعه ما این زیر مولفه بدرستی از سوی خبرگان حوزه‌های یکپارچگی زنجیره تأمین بعنوان یک متغیر تعدیل کننده و میانجی در نقش یک مبدل شناخته شده است. در لایه چهارم زیرمؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی در کنار یکپارچگی عرضه کننده مواد و خدمات قرار گرفته اند. چنانکه قبلاً بطور مفصل بحث شد در این تحقیق تاب آوری در قالب سه مولفه اقتصادی، اجتماعی و فنی و عملیاتی تعریف شده بود که در صورت ترکیب با عوامل زیست محیطی پایداری را در زنجیره تأمین بوجود می‌آورد؛ تاثیر مؤلفه‌های فرعی اقتصادی و اجتماعی و همچنین یکپارچگی تأمین کنندگان خدمات و مواد بر یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین قابل توجه است بنحوی که عوامل اقتصادی مانند ثبات بازار، نوسانات ارز، تورم و سلامت کلی اقتصادی می‌توانند تاثیر مستقیمی بر انعطاف پذیری زنجیره تأمین داشته باشند. یک اقتصاد پایدار و پر رونق عموماً منجر به تقاضای قابل اعتمادتر، سرمایه گذاری بیشتر در زیرساخت‌ها و بهبود سلامت مالی تأمین کنندگان می‌شود که به زنجیره تأمین انعطاف پذیرتر کمک می‌کند. از سوی دیگر، رکود اقتصادی یا بی‌ثباتی می‌تواند منجر به اختلال، استرس مالی بر تأمین کنندگان، و چالش‌هایی در تأمین تقاضا شود که بر یکپارچگی و انعطاف‌پذیری کلی زنجیره تأمین تاثیر می‌گذارد. از سوی دیگر عوامل اجتماعی، از جمله شرایط کار، ثبات نیروی کار، و ثبات اجتماعی در مناطقی که تأمین کنندگان در آن فعالیت می‌کنند، نیز می‌توانند بر انعطاف پذیری زنجیره تأمین تاثیر بگذارند. از سوی دیگر، تأمین کنندگان با یکپارچگی مشکوک، کیفیت متناقض یا تحویل غیرقابل اعتماد می‌توانند خطرات و آسیب پذیری‌هایی را معرفی کنند که بر انعطاف پذیری زنجیره تأمین تاثیر می‌گذارد.

با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت مؤلفه‌های فرعی اقتصادی و اجتماعی و همچنین یکپارچگی تأمین کنندگان، تاثیر مستقیمی بر یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین دارند. سازمان‌ها باید این عوامل را هنگام ارزیابی و مدیریت روابط زنجیره تأمین خود در نظر بگیرند، زیرا می‌توانند به طور قابل توجهی بر توانایی زنجیره تأمین برای مقاومت در برابر اختلالات و حفظ تداوم عملیاتی تأثیر بگذارند. یک زنجیره تأمین قوی و انعطاف‌پذیر مستلزم بررسی دقیق این عوامل اقتصادی، اجتماعی و یکپارچگی تأمین کننده برای کاهش خطرات و تضمین ثبات بلندمدت است. در سطح پنجم زیر مؤلفه‌های انسانی و فنی قرار گرفته اند؛ براساس مصاحبه انجام شده با نخبگان صنعت این مولفه مؤلفه‌های انسانی و فنی از طریق مکانیسم‌های مختلف به انعطاف پذیری و یکپارچگی در زنجیره تأمین کمک می‌کنند.

ز سوی دیگر مولفه فنی از طریق اجزای فرعی خود نظیر: آ. سیستم‌ها و فناوری اطلاعات: سیستم‌ها، فن‌آوری‌ها و ابزارهای اطلاعاتی پیشرفته مانند سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، دستگاه‌های اینترنت اشیا (IoT) و نرم‌افزار مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت کارآمد داده‌ها، مشاهده در زمان واقعی و کارآمد را ممکن می‌سازند. عملیات این اجزای فرعی فنی با تسهیل جریان اطلاعات و تصمیم گیری یکپارچه در سراسر زنجیره تأمین به یکپارچگی کمک می‌کنند. علاوه بر این، آن‌ها با ارائه داده‌های لازم برای پاسخ سریع به اختلالات و برنامه

ریزی تطبیقی، انعطاف پذیری را افزایش می‌دهند. ب اتوماسیون و رباتیک: فناوری‌های اتوماسیون و رباتیک می‌توانند فرآیندها را بهینه‌سازی کنند، زمان انجام کار را کاهش دهند و قابلیت اطمینان عملیات را افزایش دهند. با خودکار کردن وظایف تکراری و بهبود کارایی تولید، این اجزای فرعی فنی به انعطاف‌پذیری و یکپارچگی زنجیره تامین کمک می‌کنند. مکانیسم‌هایی که از طریق آن اجزای انسانی و فنی به انعطاف‌پذیری و یکپارچگی کمک می‌کنند شامل استفاده از تخصص انسانی، ارتباطات مؤثر و استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای ساده‌سازی عملیات، بهبود تصمیم‌گیری و انطباق با شرایط متغیر است. با ادغام مؤثر این مؤلفه‌های فرعی، سازمان‌ها می‌توانند زنجیره تامین انعطاف‌پذیرتر و پاسخگوتری ایجاد کنند که بتواند در برابر اختلالات مقاومت کند و ارزشی را به مشتریان ارائه دهد. در سطح ششم بیشترین زیر مؤلفه‌ها نقشه واسطه‌گری و تعدیل‌کنندگی دارند زیر مؤلفه‌های نظیر اقتصادی و یکپارچگی داخلی قرار دارند از طریق مؤلفه‌های فرعی اقتصادی و یکپارچگی داخلی به روش‌های زیر به انعطاف‌پذیری زنجیره تامین کمک می‌کند: اولاً مؤلفه‌های فرعی اقتصادی: شرایط اقتصادی باثبات، از جمله ثبات بازار، نوسانات ارزی، و سلامت کلی اقتصادی، می‌تواند تاثیر مثبتی بر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین داشته باشد. یک اقتصاد باثبات عموماً منجر به تقاضای قابل اعتماد، سرمایه‌گذاری بیشتر در زیرساخت‌ها و بهبود سلامت مالی تأمین‌کنندگان می‌شود و به زنجیره تامین انعطاف‌پذیرتر کمک می‌کند.

تأثیر و تاثرات ذکر شده در سطح ششم با تأثیر هم افزا بر مؤلفه‌های لایه هفتم سبب تأثیر بیشتر زیر مؤلفه‌های زیست محیطی می‌گردد، توجه به محیط زیست در انجام فعالیت‌های صنعتی در طول زنجیره تامین بسیار مهم شده است؛ چنانکه می‌بینیم عدم توجه به این مؤلفه در حال حاضر در کشور خود ما ایران چه آثار سوء و غیر قابل جبرانی را بر تمامی ارکان جامعه نهاده و حتی زیست معمولی ما را دچار اشکال نموده است. پرداختن به عوامل محیطی برای ایجاد یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر، پایدار و مسئولانه که بتواند با تغییرات محیطی سازگار شود. همچنین در این سطح مؤلفه‌هایی چون جریان مالی که پیش‌رانه تمامی فعالیت هاست و مدیریت مناسب تحویل به مشتریان وجود دارد و بالاخره در آخرین لایه که مؤلفه‌های یکپارچگی در برنامه ریزی و تکنولوژی و زیر مؤلفه تاب آوری و انعطاف‌پذیری قرار دارند هر دو محصول مدیریت مناسب بر سایر مؤلفه‌های قبلی هستند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.



این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Caniato, F., & Größler, A. (2015). The moderating effect of product complexity on new product development and supply chain management integration. *Production Planning & Control*, 26(16), 1306-1317. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1027318>
- Combes, J. L., Kinda, T., Ouedraogo, R., & Plane, P. (2019). Financial flows and economic growth in developing countries. *Economic Modelling*, 83, 195-209. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.02.010>
- Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016). Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, 62, 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.06.030>
- Ferràs-Hernández, X., Tarrats-Pons, E., & Arimany-Serrat, N. (2017). Disruption in the automotive industry: A Cambrian moment. *Business Horizons*, 60(6), 855-863. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.07.011>
- Hou, B., Chan, H. K., & Wang, X. (2013). An Account for Implementing Just-in-time: A Case Study of the Automotive Industry in China. *International Journal of Engineering and Technology*, 3(3), 156-167. <https://core.ac.uk/download/pdf/228833477.pdf>
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120343. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120343>
- Manteghi, M. (2013). The automotive industry: New trends, approaches, and challenges. In *Science and Innovations in Iran: Development, Progress, and Challenges* (pp. 217-243). https://doi.org/10.1057/9781137030108_10
- Marodin, G. A., Frank, A. G., Tortorella, G. L., & Saurin, T. A. (2016). Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian automotive supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(4), 417-432. <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2015-0170>
- Partanen, J., Kohtamäki, M., Patel, P. C., & Parida, V. (2020). Supply chain ambidexterity and manufacturing SME performance: The moderating roles of network capability and strategic information flow. *International Journal of Production Economics*, 221, 107470. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.005>
- Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2013). Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics*, 34(1), 46-76. <https://doi.org/10.1111/jbl.12009>
- Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2019). The evolution of resilience in supply chain management: a retrospective on ensuring supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 40(1), 56-65. <https://doi.org/10.1111/jbl.12202>
- Sakuramoto, C., Di Serio, L. C., & Bittar, A. D. V. (2019). Impact of supply chain on the competitiveness of the automotive industry. *RAUSP Management Journal*, 54, 205-225. <https://doi.org/10.1108/RAUSP-07-2018-0051>
- Sana, S. S., Ferro-Correa, J., Quintero, A., & Amaya, R. (2018). A system dynamics model of financial flow in supply chains: a case study. *RAIRO-Operations Research*, 52(1), 187-204. <https://doi.org/10.1051/ro/2017025>
- Sazvar, Z., Zokaee, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Salari, S. A. S., & Nayeri, S. (2022). Designing a sustainable closed-loop pharmaceutical supply chain in a competitive market considering demand uncertainty, manufacturer's brand and waste management. *Annals of Operations Research*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03961-0>
- Simić, D., Svirčević, V., Corchado, E., Calvo-Rolle, J. L., Simić, S. D., & Simić, S. (2021). Modelling material flow using the Milk run and Kanban systems in the automotive industry. *Expert Systems*, 38(1), e12546. <https://doi.org/10.1111/exsy.12546>
- Száltekei, P., Bánhegyi, G., & Bacsı, Z. (2024). The Impacts of CAP Subsidies on the Financial Risk and Resilience of Hungarian Farms, 2014-2021. *Risks*, 12(2), 30. <https://doi.org/10.3390/risks12020030>
- Wang, S., Li, D., Zhang, Y., & Chen, J. (2019). Smart contract-based product traceability system in the supply chain scenario. *IEEE Access*, 7, 115122-115133. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2935873>
- Wedeniowski, S. (2015). The Mobility Revolution in the Automotive Industry. In *Springer* (pp. 1-47). <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47788-5>
- Weyer, S., Meyer, T., Ohmer, M., Gorecky, D., & Zühlke, D. (2016). Future modeling and simulation of CPS-based factories: an example from the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49(31), 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.168>
- Zhang, C., & Zhang, C. (2007). Design and simulation of demand information sharing in a supply chain. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(1), 32-46. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2006.09.011>