KMAN PUBLISHING INSTITUTE
Journal Website

Article history:
Received 15 July 2024
Revised 12 September 2024
Accepted 27 September 2024
Published online 22 November 2024

Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management

Volume 3, Issue 4, pp 291-306

E-ISSN: 3041-8585

# Designing a Sustainable Supply Chain Agility Model in the Oil and Gas Industry of Bushehr Province Using a Mixed Approach

Roohollah. Nemati[1], Ahmad. Jafarnejad Chaghooshi[2*], Hannan. Amoozad Mahdiraji[3]

[1] PhD Student, Department of Industrial Management,, University of Tehran, Kish International Campus, Kish, Iran
[2] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

*** Corresponding author email address**: jafarnjd@ut.ac.ir

A r t i c l e  I n f o

**Article type:**
*Original Research*

**How to cite this article:**
Nemati, R., Jafarnejad Chaghooshi, A. & Amoozad Mahdiraji, H. (2024). Designing a Sustainable Supply Chain Agility Model in the Oil and Gas Industry of Bushehr Province Using a Mixed Approach. *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management, 3*(4), 291-306.

© 2024 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

The primary objective of this research is to design a sustainable supply chain agility model in the oil and gas industry of Bushehr Province. This study employs a mixed-method approach (qualitative-quantitative), content analysis, the fuzzy DEMATEL technique, and the Analytic Network Process (ANP). The statistical population consists of managers, officials, and mid- to senior-level experts from companies operating in the oil and gas industry of Bushehr Province. A sample size of 10 managers, experts, and industry specialists was selected for each stage. The qualitative findings revealed that sustainable supply chain agility indicators are comprised of environmental factors (green purchasing, eco-friendly and economic design and packaging, environmental preservation), economic factors (adoption of information technology, responsiveness, speed, competence, flexibility), and social factors (customer collaboration, ethical purchasing, social responsibility, compliance with laws, integration of relationships, and supplier collaboration). In the quantitative section, the first stage using the fuzzy DEMATEL approach showed that environmental factors fall under the category of effect criteria, while economic and social factors fall under the category of cause variables. ANP findings indicated that among the environmental factors, the green purchasing indicator holds the highest weight (0.33), followed by the environmental preservation indicator (0.087) and eco-friendly and economic design and packaging (0.086). Among the economic factors, the speed indicator has the highest weight (0.0524), followed by flexibility (0.0513) and competence (0.0505). Among the social factors, the customer collaboration indicator (0.0439) and compliance with laws (0.0438) have the highest weight.

***Keywords:*** *Supply Chain, Agility, Sustainability, Oil and Gas Industry, Bushehr Province.*

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

The global oil and gas industry faces a rapidly changing landscape due to economic, environmental, and social challenges. These complexities require supply chains that are not only efficient but also agile and sustainable. Swafford et al. (2006) argue that supply chain managers must embrace uncertainty and develop strategies that align supply with demand, emphasizing the importance of agility in managing such a volatile environment (Chan et al., 2017). This concept of agility, defined as the ability to detect and respond quickly to changes in the business environment (Dubey et al., 2020), is critical for firms in competitive markets, such as the oil and gas industry.

Agility allows companies to remain competitive by synchronizing supply with demand and responding to unforeseen changes in the market. Barve et al. (2011) highlight the growing interest in agility due to the dynamic nature of customer needs and competitive pressures (Barve, 2011). In particular, companies with agile and sustainable supply chains can outperform competitors by quickly adapting to unexpected disruptions, such as political changes, natural disasters, or supplier performance issues (Escamilla et al., 2021). These disruptions can have significant impacts on both the revenue and costs of supply chains, making agility a strategic necessity.

The oil and gas industry in Bushehr Province, Iran, is a critical sector where supply chain agility plays a key role in reducing operational costs and enhancing responsiveness to international sanctions and environmental challenges (Kazemi Najafabadi & Ghafari, 2018). Firms within this sector must develop sustainable supply chain models to manage their resources efficiently and maintain competitiveness. This study focuses on designing a model for sustainable supply chain agility in Bushehr's oil and gas sector, integrating environmental, economic, and social factors.

### Methods and Materials

This research adopts a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative methods to design and validate the supply chain agility model. The target population includes managers, middle-level experts, and high-level decision-makers in oil and gas companies operating in Bushehr Province. A purposive sample of 10 industry experts was selected to participate in the qualitative phase, where content analysis was used to identify key factors influencing supply chain agility.

In the quantitative phase, the study utilized a fuzzy DEMATEL approach combined with the Analytical Network Process (ANP) to prioritize and evaluate the relationships between identified factors. The DEMATEL method helps categorize factors into cause-and-effect groups, while ANP assigns weights to these factors based on their relative importance. Structured interviews and pairwise comparison questionnaires were used to collect data from the selected experts.

The research is divided into four stages: problem identification, qualitative analysis, quantitative analysis, and model validation. The qualitative analysis involved extracting agility components from expert interviews and theoretical literature. In the quantitative phase, fuzzy DEMATEL was applied to the factors identified during the qualitative phase, followed by ANP to rank the importance of these factors.

### Findings and Results

The study identified 14 critical indicators for supply chain agility in Bushehr's oil and gas sector, categorized into environmental, economic, and social dimensions.

- **Environmental Factors:**
  - **Green Purchasing**: This factor had the highest weight (0.33), followed by environmental preservation (0.087), and eco-friendly packaging and design (0.086).
- **Economic Factors:**
  - **Speed**: The most significant factor with a weight of 0.0524.
  - **Flexibility**: Ranked second in importance (0.0513), followed closely by competence (0.0505).
  - **Information Technology Adoption**: Scored 0.0487, with responsiveness weighing 0.0468.
- **Social Factors:**
  - **Customer Collaboration**: This factor had the highest weight (0.0439).
  - **Regulatory Compliance**: Ranked closely at 0.0438.
  - **Ethical Purchasing and Social Engagement**: Weights were 0.0433 and 0.0426, respectively.
  - **Supplier Integration and Partnerships**: With a lower weight of 0.04157, indicating less importance compared to other social factors.

The DEMATEL analysis revealed that environmental factors fall under the dependent category (i.e., affected by other variables), while economic and social factors act as causal variables. Green purchasing emerged as the most significant environmental factor, while flexibility and speed were the dominant economic factors. In the social dimension, customer collaboration and ethical purchasing were identified as the most influential factors.

**Discussion and Conclusion**

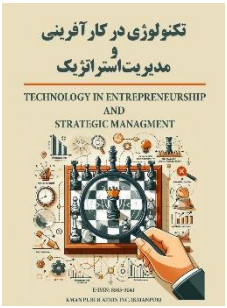
This study developed a comprehensive model for sustainable supply chain agility in Bushehr's oil and gas industry. The findings emphasize the critical role of environmental, economic, and social factors in creating agile supply chains capable of responding to unforeseen market changes. The weight given to green purchasing and environmental preservation indicates that sustainable practices are becoming increasingly important for long-term competitiveness, particularly in industries heavily scrutinized for their environmental impact.

The study also highlighted the importance of speed, flexibility, and competence in the economic dimension, suggesting that companies must not only be responsive but also capable of adapting their operational processes to changing conditions. Customer collaboration and regulatory compliance emerged as key drivers in the social dimension, underlining the need for stronger relationships with stakeholders and adherence to ethical practices.

The integration of fuzzy DEMATEL and ANP provided a robust methodology for identifying and prioritizing the factors affecting supply chain agility. This approach allowed for a nuanced understanding of the relationships between environmental, economic, and social factors, and their collective impact on supply chain performance.

In conclusion, this research provides valuable insights for companies in the oil and gas sector seeking to enhance their supply chain agility. By focusing on key environmental, economic, and social factors, firms can not only reduce operational costs but also improve their responsiveness to external

pressures, such as environmental regulations and market volatility. Future research should explore the application of this model in other regions and industries to further validate its effectiveness.



شاپای الکترونیکی: ۳۰۴۱-۸۵۸۵

# تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک

دوره ۳، شماره ۴، صفحه ۳۰۶-۲۹۱

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۲۵ تیر ۱۴۰۳
اصلاح شده در تاریخ ۲۲ شهریور ۱۴۰۳
پذیرفته شده در تاریخ ۶ مهر ۱۴۰۳
منتشر شده در تاریخ ۲ آذر ۱۴۰۳


# طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با رویکرد آمیخته


روح الله نعمتی [۱]، احمد جعفرنژاد چقوشی [۲*]، حنان عموزاد مهدیرجی [۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، پردیس بین المللی کیش، کیش، ایران
۲. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: jafarnjd@ut.ac.ir



اطلاعات مقاله

**نوع مقاله**
*پژوهشی اصیل*

**نحوه استناد به این مقاله:**
نعمتی، روح الله.، جعفرنژاد چقوشی، احمد.، و عموزاد مهدیرجی، حنان. (۱۴۰۳). طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با رویکرد آمیخته. *تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۳ (۴)، ۳۰۶-۲۹۱.



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


## چکیده


هدف اصلی این پژوهش طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر است. در این پژوهش از رویکرد آمیخته (کیفی- کمی)، تحلیل محتوا و دیمتل فازی با ANP استفاده شد. جامعه آماری مدیران و مسئولان و کارشناسان رده میانی و رده بالای شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز استان بوشهر است. نمونه آماری تعداد ۱۰ نفر از مدیران، متخصصان و صاحب‌نظران صنعت نفت و گاز برای هر مرحله انتخاب شد. یافته‌های کیفی نشان داد که شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار از عوامل زیست‌محیطی (خرید سبز، طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی، حفظ محیط‌زیست)، عوامل اقتصادی (پذیرش فناوری اطلاعات، پاسخگویی، سرعت، شایستگی، انعطاف‌پذیری)، و عوامل اجتماعی (همکاری با مشتریان، خرید اخلاقی، اجتماعی بودن، رعایت قوانین، یکپارچه‌سازی روابط و مشارکت با تامین‌کنندگان) تشکیل شد. در بخش کمی در مرحله اول با استفاده از رویکرد دیمتل فازی، یافته‌ها نشان داد عوامل زیست‌محیطی در دسته شرایط معلول و عوامل اقتصادی و عوامل اجتماعی در دسته متغیرهای علت قرار می‌گیرند. یافته‌های ANP نشان داد در میان شاخص‌های عوامل زیست‌محیطی، شاخص خرید سبز با وزن ۰/۳۳ بیشترین وزن را دارد، بعد از آن شاخص حفظ محیط زیست با وزن ۰/۰۸۷ و شاخص طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی با وزن ۰/۰۸۶ قرار می‌گیرند. در میان شاخص‌های عوامل اقتصادی، شاخص سرعت با وزن ۰/۰۵۲۴، انعطاف‌پذیری با وزن ۰/۰۵۱۳، شایستگی با وزن ۰/۰۵۰۵بیشترین وزن را دارند. در میان شاخص‌های عوامل اجتماعی، شاخص همکاری با مشتریان با وزن ۰/۰۴۳۹ و شاخص رعایت قوانین با وزن ۰/۰۴۳۸ دارای بیشترین وزن است.



**کلیدواژگان:** *زنجیره تامین، چابکی، پایداری، صنعت نفت و گاز، استان بوشهر.*

**مقدمه**

امروزه، حذف یا نادیده گرفتن منابع آشفتگی و نوسانات در بازارها غیرممکن است. بنابراین، مدیران زنجیره تامین باید عدم قطعیت را بپذیرند، اما باید استراتژی‌ای که آن‌ها را قادر سازد تا عرضه و تقاضا را با یکدیگر تطبیق دهند توسعه دهند (Swafford et al., 2006). الزام سازمان‌ها برای پاسخگویی بیشتر به چنین تغییراتی همچون تغییر در نیازهای مشتریان، تغییر در شرایط رقابت و افزایش سطوح آشفتگی محیطی باعث ایجاد علاقه به مفهوم "چابکی" شده است (Barve, 2011; Hamzehlou, 2024). چابکی سازمانی را به عنوان "توانایی یک سازمان در تشخیص تغییرات، فرصت‌ها و تهدیدها در محیط تجاری خود و ارائه پاسخ سریع و متمرکز به مشتریان و سایر ذینفعان با پیکربندی مجدد منابع و فرایندها و/یا توسعه مشارکت و اتحاد استراتژیک تعریف کرده‌اند" (Abrokwah-Larbi, 2024; Baniasadi, 2024; Dubey et al., 2020). شرکت‌هایی که توانایی افزایش خدمات به مشتریان، کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش کیفیت محصول و افزایش سرعت تحویل و نوآوری را ندارند، طبیعتاً توانایی رقابت در عرصه داخلی و بین‌المللی را نخواهند داشت (Rahimi et al., 2019). در همین راستا شرکت‌های دارای زنجیره تامین چابک پایدار می‌توانند به دلیل توانایی همگام‌سازی عرضه با تقاضا بهتر از رقبای خود، در برابر تغییرات پیش‌بینی نشده در محیط کسب و کار واکنش نشان داده و به صورت رقابتی پاسخ دهند. اختلالات مختلف مانند تغییرات سیاسی، حوادث، بلایای طبیعی و عملکرد ضعیف تأمین‌کنندگان می‌تواند بر درآمد و هزینه کل زنجیره تأمین تأثیر بگذارد. چابکی و انطباق‌پذیری زنجیره تامین، پایداری در تدارکات را افزایش می‌دهد. ادغام سه دیدگاه چابکی، انعطاف‌پذیری و پایداری به شرکت در مقابله با بلایای ناشناخته کمک می‌کند. از اینرو عدم برخورداری در زنجیره تامین پایدار می‌تواند بطور خاص خود را بیشتر نمایان کند و تبدیل به مسئله‌ای حیاتی‌تر شود (Escamilla et al., 2021). عدم برخورداری از زنجیره تامین چابک می‌تواند عواقب خطرناکی همچون تعداد سفارشات عقب افتاده، فروش از دست رفته، سفارشات دیرهنگام و کاهش رضایت مشتریان بخصوص مشتریان بین‌المللی، تخریب محیط زیست، عدم انجام مسئولیت‌های اجتماعی و ناکارآمدی در دستیابی به اهداف اقتصادی را به دنبال داشته باشد. بنابراین عدم توانایی زنجیره تامین در پاسخگویی سریع به نیازهای مشتریان تبدیل به مسئله‌ای کلیدی شده است (Macclever et al., 2017). چابکی زنجیره تامین پایدار به توانایی استراتژیکی اشاره دارد که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا از طریق ادغام موثر روابط زنجیره تامین، به عدم قطعیت‌های داخلی و خارجی واکنش نشان دهند و به آن پاسخ دهند (Fayezi et al., 2017). چان و همکاران (۲۰۱۷) باور دارند که چابکی زنجیره تامین پایدار باعث سرعت در کاهش زمان تولید، سرعت در کاهش زمان چرخه توسعه، سرعت در افزایش فرکانس معرفی محصولات جدید، سرعت در افزایش سطوح سفارشی سازی، سرعت در تنظیم قابلیت تحویل در سراسر جهان، سرعت در بهبود سطح خدمات به مشتریان، سرعت در بهبود قابلیت اطمینان تحویل و سرعت در بهبود پاسخگویی به نیازهای در حال تغییر بازار می‌شود اما در تحقیق این محققان تنها بر جنبه پایداری از منظر اجتماعی توجه شده است و سایر جنبه‌های پایداری شامل پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی مغفول مانده است (Chan et al., 2017). رحیمی و همکاران (۲۰۱۹) بیان می‌کنند که چابکی زنجیره تامین به استفاده از تکنولوژی اطلاعات، بهبود و یکپارچگی فرایند، مدیریت سطح کاری، روابط با تامین کننده، روابط با مشتری، بهبود ساختار، مدیریت منابع انسانی و طراحی محصول اشاره دارد. این محققان بر جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی پایداری در زنجیره تامین تمرکز دارند و از جنبه‌زیست‌محیطی پایداری در این زنجیره غافل شده‌اند (Rahimi et al., 2019).

به تازگی نگرانی‌های بیشتری در صنعت نفت و گاز ایجاد شده است و بعضی متخصصان بیان می‌کنند که این صنعت وارد دوره‌ای از کمبود منابع شده است. از طرفی، با توجه به پتانسیل‌های بسیاری که در این رابطه شامل منابع شناخته و ثبت شده فعلی، افزایش کارآمدی در استخراج مواد اولیه از این منابع همزمان با ظهور فناوری‌های جدید، احتمال کشف منابع جدید نفتی و گازی و جلب توجه شرکت‌ها به

کشف جدید منابع نفتی در شن‌ها و شِیل‌های نفتی که با قیمت روز در دسترس است، این کمبود منابع نیست که باعث محدود شدن خدمات ارائه شده در این صنعت شده است (Kazemi Najafabadi & Ghafari, 2018). براین اساس، چالش اصلی این صنعت در دسترس نبودن منابع نفت و گاز نیست، بلکه چالش اصلی به کارگیری این منابع در تولید و رساندن محصولات نهایی به مشتریان با کمترین هزینه است. از طرفی، صنعت نفت و گاز از صنایع مادر به شمار می‌رود که در آن زنجیره تامین نقشی کلیدی در کاهش هزینه‌های تامین و تدارکات، مواد اولیه و تجهیزات و نیز پشتیبانی‌های فنی و عملیاتی بازی می‌کند، عدم توجه به چابکی زنجیره تامین پایدار با توجه به آثار متعدد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در این صنعت می‌تواند باعث افزایش هزینه‌های مواد اولیه و تجهیزات، عدم تامین به موقع نیازمندی‌های اصلی شرکت‌ها، افزایش دوره سفارش، کاهش کیفیت محصولات تولیدی، آسیب به محیط زیست و زیان‌های اقتصادی و اجتماعی متعدد شود شود که این تبدیل به مسئله‌ای کلیدی در این صنعت شده است. صنعت نفت و گاز استان بوشهر از صنایع اصلی در این حوزه به شمار می‌رود که در آن شرکت‌های بسیار بزرگی وجود دارند که چابکی زنجیره تامین آن‌ها می‌تواند به کاهش هزینه افزایش سرعت و پاسخگویی به تغییرات محیطی بخصوص تحریم‌های بین‌المللی شود. این امر نیاز به درک بهتر تعاملات بین زنجیره‌های تأمین نفت و گاز، پیچیدگی‌های نوظهور، چالش‌های مدیریت عملیات و نیاز به چابکی بیشتر را نشان می‌دهد. از اینرو برخورداری از چابکی زنجیره تامین پایدار می‌تواند در صنعت نفت و گاز به استفاده کارآمد و موثر از منابع نفتی و گازی منتهی شود و در نهایت می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های، افزایش کیفیت محصولات، بهبود عملکرد شرکت‌ها و در نهایت رضایت و وفاداری مشتریان داخلی و بین‌المللی شود. براین اساس مسئله اصلی که شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز با آن مواجه هستند این است که مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز از چه مولفه‌هایی تشکیل شده است و این مولفه‌ها در صنعت نفت و گاز دارای چه اولویتی هستند و چه ارتباطی با یکدیگر دارند؟

## روش پژوهش

هدف این تحقیق طراحی مدل طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار مبتنی بر روش‌شناسی آمیخته در صنعت نفت و گاز استان بوشهر است، و پژوهشی توسعه‌ای محسوب می‌شود. این پژوهش از منظر روش‌شناسی از نوع آمیخته است، چراکه در آن ترکیبی از روش‌های کمّی و کیفی به منظور گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق مدیران و مسئولان و کارشناسان رده میانی و رده بالای شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز استان بوشهر است. نمونه آماری این تحقیق تعداد ۱۰ نفر از مدیران، متخصصان و صاحب‌نظران صنعت نفت و گاز انتخاب شدند. در این تحقیق به منظور گردآوری داده‌ها در مرحله پیشینه نظری و تجربی از مطالعات کتابخانه‌ای با روش فیش‌برداری شامل مطالعه مقالات، کتب، پایان‌نامه‌ها و اینترنت استفاده شده است. در فاز پیشینه تجربی و گردآوری داده‌ها نیز از ابزارهای مصاحبه ساختاریافته و نیز پرسشنامه مقایسه زوجی استفاده شد. برای این منظور متناسب با مراحل مختلف تحقیق از ابزارهای متناسب با آن مرحله استفاده شده است. مطابق با چارچوب اجرای تحقیق، تحقیق حاضر از چهار مرحله تشکیل شده است. در مرحله اول یا مرحله طرح تحقیق پس از شناخت مساله تحقیق، مطالعه نظری و اکتشافی به منظور شناخت شکاف نظری انجام می‌گیرد. در مرحله دوم یا مرحله تجزیه و تحلیل کیفی بررسی، غربال و نهایی‌سازی مولفه‌های مدل با روش تحلیل محتوا و استخراج مولفه‌های مدل تحقیق از طریق مصاحبه با ۱۰ نفر از خبرگان صنعت نفت و گاز انجام گرفت. در مرحله سوم یا تجزیه و تحلیل کمی با استفاده از رویکرد DEMATEL فازی به همراه ANP مولفه‌های مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز اولویت‌بندی (وزن‌دهی) و روابط بین مولفه‌های مدل مشخص می‌شود. در این مرحله از خروجی دیمتل فازی به عنوان ورودی ANP استفاده می‌شود، به این صورت که ابتدا روش دیمتل فازی پیاده‌سازی می‌شود و سپس توسط روابطی که روش دیمتل فازی تعیین می‌کند در ANP مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رویکرد از معتبرترین روش‌های


E-ISSN: 3041-8585

ترکیبی دیمتل با ANP است. در این روش نیاز به یک پرسشنامه است که عبارت است از پرسشنامه دیمتل و استفاده از خروجی آن در روش ANP.

## یافته‌ها

در این بخش از تحقیق، یافته‌ها در دو بخش کیفی و کمی ارائه گردیده است.

در جدول ۱ یافته‌های مرتبط با شاخص‌های مستخرج برای چابکی زنجیره تامین پایدار تهیه و طراحی گردیده که از مصاحبه با خبرگان (۱۰ نفر خبره منتخب با تایید شاخص‌های مستخرج از ادبیات و پیشینه تحقیق) و مبانی نظری و پیشینه تحقیق پیرامون طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار استخراج شده است.

**جدول ۱**

*شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار*

| ردیف | شاخص | منبع | کدگذاری |
|---|---|---|---|
| ۱ | خرید سبز | (Tayyaran et al., 2019) | B۳, D۱, E۹, F۴, H۹, I۶ |
| ۲ | همکاری با مشتریان | (Fayezi et al., 2017; Rahimi et al., 2019; Wu et al., 2017) | A۴, E۷, G۶ |
| ۳ | پذیرش فناوری اطلاعات (تنوع شیوه‌های پرداخت، سفارش و...) | (Fayezi et al., 2017; Rahimi et al., 2019) | B۶, E۲, G۴, I۷ |
| ۴ | خرید اخلاقی | (Escamilla et al., 2021) | A۱, C۳, F۱, I۸ |
| ۵ | طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی | (Escamilla et al., 2021) | B۱, D۲, E۶, F۲, H۸, I۵ |
| ۶ | اجتماعی بودن | (Boubaker et al., 2019) | C۴, E۱, G۵, H۶, J۸ |
| ۷ | پاسخگویی (به تعهدات مالی، زمانی و...) | (Al-Zabidi et al., 2021; Ali & Siddiqui, 2019; Rehman et al., 2020) | A۵, D۳, F۳, H۱, I۴, J۱ |
| ۸ | رعایت قوانین (تعهدات به جامعه و قوانین حاکم بر آن) | (Goudarzi et al., 2006; Jamalpour, 2021) | B۲, H۳, J۲ |
| ۹ | سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...) | (Ali & Siddiqui, 2019; Chan et al., 2017; Dubey et al., 2020; Rehman et al., 2020) | D۶, E۴, F۶, G۲, H۲, I۲, J۳ |
| ۱۰ | حفظ محیط زیست | (Tayyaran et al., 2019) | A۳, E۸, F۵, C۱, H۷, I۱, J۴ |
| ۱۱ | شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...) | (Al-Zabidi et al., 2021; Ali & Siddiqui, 2019; Rehman et al., 2020) | B۵, D۵, F۷, H۴, J۶ |
| ۱۲ | انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...) | (Ali & Siddiqui, 2019; Chan et al., 2017; Dubey et al., 2020; Jamalpour, 2021; Rehman et al., 2020) | A۶, C۵, E۵, G۳, I۳, J۵ |
| ۱۳ | یکپارچه‌سازی روابط | (Fayezi et al., 2017; Jamalpour, 2021; Wu et al., 2017) | A۲, C۶, E۳ |
| ۱۴ | مشارکت با تامین‌کنندگان | (Fayezi et al., 2017; Jamalpour, 2021; Rahimi et al., 2019) | B۴, C۲, D۴, G۱, H۵, J۷ |

یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که براساس مبانی نظری و پیشینه تحقیقات چابکی زنجیره تامین پایدار و نیز براساس تاییدیه خبرگان صنعت نفت و گاز، ۱۴ شاخص چابکی زنجیره تامین پایدار تهیه و طراحی گردیده است و توسط ۱۰ نفر از خبرگان صنعت نفت و گاز نیز تایید شده است. براساس مرور ادبیات چابکی زنجیره تامین پایدار از سه مولفه زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی تشکیل شده است. برهمین اساس شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار در مولفه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی (برخی از شاخص‌ها در این پژوهش به منظور سهولت تحلیل به اختصار بیان شده است) در جدول ۲ دسته‌بندی شده است.

**جدول ۲**

*دسته‌بندی شاخص‌ها در مولفه‌های چابکی زنجیره تامین پایدار*

| مولفه‌های چابکی زنجیره تامین پایدار | شاخص |
|---|---|
| زیست محیطی | خرید سبز |
| | طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی |
| | حفظ محیط زیست |
| اقتصادی | پذیرش فناوری اطلاعات |
| | پاسخگویی |
| | سرعت |
| | شایستگی |
| | انعطاف‌پذیری |
| اجتماعی | همکاری با مشتریان |
| | خرید اخلاقی |
| | اجتماعی بودن |
| | رعایت قوانین |
| | یکپارچه‌سازی روابط |
| | مشارکت با تامین‌کنندگان |

یافته‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که مولفه‌های چابکی زنجیره تامین پایدار شامل عوامل زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی می‌شود. شاخص‌های خرید سبز، طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی، حفظ محیط زیست در دسته مولفه‌های زیست‌محیطی قرار می‌گیرد، پذیرش فناوری اطلاعات، پاسخگویی، سرعت، شایستگی، انعطاف‌پذیری در دسته مولفه‌های اقتصادی قرار دارد، همکاری با مشتریان، خرید اخلاقی، اجتماعی بودن، رعایت قوانین، یکپارچه‌سازی روابط و مشارکت با تامین‌کنندگان در دسته مولفه‌های اجتماعی قرار گرفته است.

در این بخش از تحقیق یافته‌های کمی ابتدا شاخص‌ها و سپس مولفه‌های چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با دو رویکرد دیمتل فازی، و در نهایت ANP ارائه گردیده است.

در این بخش یافته‌های کمی با رویکرد دیمتل فازی ارائه گردیده است. شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار شامل خرید سبز (T1)، طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی (T2)، حفظ محیط زیست (T3)، پذیرش فناوری اطلاعات (T4)، پاسخگویی (T5)، سرعت (T6)، شایستگی (T7)، انعطاف‌پذیری (T8)، همکاری با مشتریان (T9)، خرید اخلاقی (T10)، اجتماعی بودن (T11)، رعایت قوانین (T12)، یکپارچه‌سازی روابط (T13) و مشارکت با تامین‌کنندگان (T14) می‌شود. میانگین ارزیابی خبرگان صنعت نفت و گاز از شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار، در ماتریس فازی میانگین روابط مستقیم اولیه مطابق با جدول ۳ بیان شده است.


E-ISSN: 3041-8585

**جدول ۳**

*ماتریس فازی میانگین روابط مستقیم اولیه*

| | T۱ | | | T۲ | | | T۳ | | | T۴ | | | T۱۲ | | | T۱۳ | | | T۱۴ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰.۶۷۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۱ | ۰.۶۵ | ۰.۹ | ۰.۹۷۵ | ـ | ۰.۵۲۵ | ۰.۷۷۵ | ۰.۹۵ | ۰.۶۲۵ | ۰.۸۷۵ | ۱ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۱ |
| T۲ | ۰.۷۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰.۶۶۶۶۶۷ | ۰.۸۸۸۸۸۹ | ۰.۹۱۶۶۶۷ | ۰.۶۹۴۴۴۴ | ۰.۹۴۴۴۴۴ | ۰.۹۷۲۲۲۲ | ـ | ۰.۶۵ | ۰.۹۷۵ | ۰.۹۵ | ۰.۷۵ | ۱ | ۱ | ۰.۷۵ | ۱ | ۱ |
| T۳ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۰.۹۵ | ۰.۶۶۶۶۶۷ | ۰.۹۱۶۶۶۷ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰.۷ | ۰.۹۵ | ۰.۹۷۵ | ـ | ۰.۷ | ۰.۹۵ | ۱ | ۰.۷۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۱ | ۰.۷ | ۰.۹۵ | ۱ |
| T۴ | ۰.۶۷۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۰.۶۷۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۰.۹۵ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ـ | ۰.۴۷۵ | ۰.۷۲۵ | ۰.۸۷۵ | ۰.۵۲۵ | ۰.۷۷۵ | ۰.۹ | ۰.۵۲۵ | ۰.۷۷۵ | ۰.۹ |
| ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ | ـ |
| T۱۲ | ۰.۴۲۵ | ۰.۶۷۵ | ۰.۹ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۶۲۵ | ۰.۸۷۵ | ۰.۹۷۵ | ۰.۵ | ۰.۷۵ | ۰.۸۷۵ | ـ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۷۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۱ |
| T۱۳ | ۰.۵۷۵ | ۰.۸۲۵ | ۰.۹۵ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۷۵ | ۱ | ۱ | ۰.۵ | ۰.۷۵ | ۰.۸۷۵ | ـ | ۰.۷ | ۰.۹۵ | ۰.۹۷۵ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ |
| T۱۴ | ۰.۶ | ۰.۸۵ | ۰.۹۵ | ۰.۵۷۵ | ۰.۸۲۵ | ۰.۹۲۵ | ۰.۷۵ | ۱ | ۱ | ۰.۵۲۵ | ۰.۷۷۵ | ۰.۸۷۵ | ـ | ۰.۷۲۵ | ۰.۹۷۵ | ۱ | ۰.۷۵ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰.۲۵ |

در گام بعدی لازم است که اعداد فازی به حالت نرمال درآیند که این ماتریس فازی نرمال شد و سپس مبتنی بر ماتریس روابط مستقیم نرمال شده با استفاده از رابطه خاص، ماتریس ازی کل استخراج شده است.

در این مرحله با استفاده از رابطه خاص، ماتریس فازی کل از حالت فازی استخراج و به حالت دی‌فازی تبدیل می‌شود، ماتریس دی‌فازی در جدول ۴ نشان داده شده است.

**جدول ۴**

*ماتریس کل دی‌فازی*

| TC | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | ... | T۱۲ | T۱۳ | T۱۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۳.۹۰۲۹۸۶۱ | ۱.۰۴۸۹۰۹۳ | ۱.۰۶۲۹۴۰۳ | ۰.۹۹۵۹۹۵ | ... | ۱.۰۶۲۱۸۹۱ | ۱.۰۱۳۲۶۵۳ | ۱.۰۱۲۲۶۲۴ |
| T۲ | ۴.۲۳۸۰۲۹۲ | ۱.۰۱۳۶۰۵۴ | ۱.۰۸۷۹۸۴۷ | ۱.۰۱۹۶۱۶۴ | ... | ۱.۰۹۳۲۰۳۹ | ۱.۰۴۲۰۶۳۲ | ۱.۰۴۲۳۶۵۲ |
| T۳ | ۴.۱۸۱۷۴۰۶ | ۱.۰۶۵۱۴۳ | ۱.۰۲۴۴۰۱۸ | ۱.۰۱۳۳۶۸۲ | ... | ۱.۰۸۸۸۶۳۹ | ۱.۰۳۳۶۶۱۴ | ۱.۰۳۲۹۹۲۳ |
| T۴ | ۳.۹۰۲۹۷۹۳ | ۰.۹۸۹۳۵۵ | ۱.۰۰۱۳۱۳۸ | ۰.۸۸۲۴۱۲۱ | .. | ۰.۹۹۷۲۸۸۴ | ۰.۹۴۸۸۴۱۶ | ۰.۹۴۹۲۴۵۵ |
| ... | ... | ... | ... | .. | ... | ... | ... | ... |
| T۱۲ | ۳.۴۶۵۹۱۹۷ | ۰.۸۸۸۵۸۰۵ | ۰.۹۰۹۷۹۴۵ | ۰.۸۴۸۴۰۵ | ... | ۰.۸۶۲۰۴۳۴ | ۰.۸۲۱۶۲۴۶ | ۰.۸۸۴۷۳ |
| T۱۳ | ۳.۵۰۳۳۹۱۹ | ۰.۸۹۱۸۳۳۳ | ۰.۹۱۸۵۸۵۱ | ۰.۸۴۸۸۱۸۸ | ... | ۰.۹۲۱۴۲۸۴ | ۰.۸۱۸۲۱۸۴ | ۰.۸۲۲۳۰۴۸ |
| T۱۴ | ۳.۶۹۸۴۵۴۲ | ۰.۹۳۷۲۱۷۲ | ۰.۹۶۸۴۳۲۶ | ۰.۸۹۶۱۸۲ | ... | ۰.۹۷۳۶۰۰۸ | ۰.۹۲۸۸۳۷۳ | ۰.۸۶۶۰۲۸ |

در گام بعد، نخست باید ماتریس $T_D$ را از ماتریس ارتباط کامل معیارها Tc (جدول ۵) استخراج نمود. بدین جهت هر درایه ماتریس $T_D$ بدین شرح قابل محاسبه می‌باشد: هر درایه ماتریس $T_D$ (جدول ۵) را اگر $t_{ij}$ بدانیم، هر $t_{ij}$ از میانگین هر $T_C^{ij}$ حاصل می‌گردد.

**جدول ۵**

*ماتریس ارتباط کامل ابعاد (TD)*

| TD | D۱ | D۲ | D۳ |
|---|---|---|---|
| D۱ | ۲.۰۶۹۵۲۷ | ۱.۰۳۰۴۸۵ | ۱.۰۵۸۹۶۲ |
| D۲ | ۲.۰۴۷۸۴۵ | ۰.۹۸۹۳۰۲ | ۱.۰۲۸۴۵۲ |
| D۳ | ۱.۸۹۸۱۰۶ | ۰.۹۳۴۸۱۵ | ۰.۹۵۰۰۷ |

مطابق با رابطه مورد نظر، میزان شاخص ri و cj را محاسبه می‌نماییم. شاخص ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص cj بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس Tc می‌باشد. به همین صورت میزان شاخص R و C را محاسبه می‌نماییم. شاخص Ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص Cj بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس TD می‌باشد. جهت ترسیم و تحلیل نمودار نیاز به دو شاخص شدت اثرگذاری و اثرپذیری و جهت تأثیر می‌باشیم که با استفاده از ri و cj به دست می‌آیند. برای هر i=j خواهیم داشت:

$ri + cj$ = شدت اثرگذاری و اثرپذیری (به عبارت دیگر هرچه مقدار ri+cj، عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.)

$ri - cj$ = جهت تأثیر گذاری یا تأثیر پذیری (بدین صورت که اگر $ri - cj > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $ri - cj <$ 0 باشد معیار مربوطه اثرپذیر است).

**جدول ۶**

*محاسبه شدت و جهت تأثیر*

| اثر | r-c | r+c | c | r | معیارها | اثر | R-C | R+C | C | R | ابعاد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اثرپذیر | -۶.۳۰۷۹ | ۱۸.۳۳۷۵ | ۱۲.۳۲۲ | ۶.۰۱۴۸ | T۱ | اثرپذیر | -۱.۸۵۶۵ | ۱۰.۱۷۴۴۵ | ۶.۰۱۵۴ | ۴.۱۵۸۹ | D۱ |
| اثرگذار | ۳.۲۱۱۹ | ۹.۴۶۷۲ | ۳.۱۲۷۶ | ۶.۳۳۹۶ | T۲ | اثرگذار | ۱.۱۱۰۹ | ۷.۰۲۰۲ | ۲.۹۵۴۶ | ۴.۰۶۵۵ | D۲ |
| اثرگذار | ۳.۰۹۵۹ | ۹.۴۴۶۶ | ۳.۱۷۵۳ | ۶.۲۷۱۲ | T۳ | اثرگذار | ۰.۷۴۵۵ | ۶.۸۲۰۴ | ۳.۰۳۷۴ | ۳.۷۸۲۹ | D۳ |
| اثرپذیر | -۰.۱۰۳۶ | ۹.۵۵۳۹ | ۴.۸۲۸۷ | ۴.۷۲۵۱ | T۴ | | | | | | |
| اثرگذار | ۰.۳۲۵۹ | ۹.۶۳۴۱ | ۴.۶۵۴۰ | ۴.۹۸۰۰ | T۵ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۱۰۲۹ | ۱۰.۲۲۵۷ | ۵.۱۶۴۳ | ۵.۰۶۱۳ | T۶ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۰۹۸۶ | ۹.۹۲۳۳ | ۵.۰۱۱۰ | ۴.۹۱۲۳ | T۷ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۰۲۰۷ | ۱۰.۱۲۷۹ | ۵.۰۷۴۳ | ۵.۰۵۳۵ | T۸ | | | | | | |
| اثرگذار | ۰.۳۷۲۳ | ۱۲.۱۰۹۵ | ۵.۸۶۸۵ | ۶.۲۴۰۹ | T۹ | | | | | | |
| اثرگذار | ۰.۴۱۰۴ | ۱۱.۹۵۰۵ | ۵.۷۷۰۰ | ۶.۱۸۰۵ | T۱۰ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۱۰۲۷ | ۱۱.۲۴۷۳ | ۵.۶۷۵۰ | ۵.۵۷۲۲ | T۱۱ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۵۷۱۲ | ۱۱.۱۵۹۰ | ۵.۸۶۵۱ | ۵.۲۹۳۸ | T۱۲ | | | | | | |
| اثرپذیر | -۰.۲۳۰۰ | ۱۰.۷۸۶۲ | ۵.۵۰۸۱ | ۵.۲۷۸۱ | T۱۳ | | | | | | |
| اثرگذار | ۰.۱۲۱۳ | ۱۱.۱۵۲۲ | ۵.۵۱۵۴ | ۵.۶۳۶۸ | T۱۴ | | | | | | |

درگام بعد، با توجه به رابطه مورد نظر، اقدام به نرمال‌سازی ماتریس TD می‌نماییم، به این طریق که مجموع هر سطر از ماتریس $T_D$ را محاسبه، سپس عنصر هر سطر را بر مجموع عناصر همان سطر تقسیم نموده و در پایان جای سطر و ستون را عوض می‌نماییم. ماتریس نرمال شده مربوط به ابعاد را با $T_D^{\infty}$ نشان می‌دهیم.

**جدول ۷**

*ماتریس نرمال ارتباط کامل ابعاد $T_D^{\infty}$*

| TD | D۱ | D۲ | D۳ |
|---|---|---|---|
| D۱ | ۰.۴۹۷۶۰۵ | ۰.۵۰۳۷۰۱ | ۰.۵۰۱۷۴۷ |
| D۲ | ۰.۲۴۷۷۷۴ | ۰.۲۴۳۳۳۵ | ۰.۲۴۷۱۱ |
| D۳ | ۰.۲۵۴۶۲۱ | ۰.۲۵۲۹۶۴ | ۰.۲۵۱۱۴۳ |


E-ISSN: 3041-8585

در گام بعد، ماتریس Tc را نرمال می‌کنیم؛ به این طریق که در این گام مجموع هر سطر $T_C^{ij}$ محاسبه و سپس در هر $T_C^{ij}$، هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد.

**جدول ۸**

*ماتریس نرمال ارتباط کامل معیارها* $T_C^{\propto}$

| | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | ... | T۱۳ | T۱۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۰.۶۴۸۸۹۳۲۱۹ | ۰.۱۷۴۳۸۷۰۲۴ | ۰.۱۷۶۷۱۹۷۵۶ | ۰.۱۹۵۸۰۲۴۰۴ | ... | ۰.۱۶۲۲۱۲۱۶۶ | ۰.۱۶۲۰۵۱۶۱۳ |
| T۲ | ۰.۶۶۸۴۹۹۰۰۶ | ۰.۱۵۹۸۸۴۲۶۹ | ۰.۱۷۱۶۱۶۷۲۵ | ۰.۱۹۵۸۸۴۰۲۷ | ... | ۰.۱۶۲۰۳۸۰۵۵ | ۰.۱۶۲۰۸۵۰۱۵ |
| T۳ | ۰.۶۶۶۸۰۷۵۷۳ | ۰.۱۶۹۸۴۴۴۴۷ | ۰.۱۶۳۳۴۷۹۸ | ۰.۱۹۶۱۸۶۴۱۸ | ... | ۰.۱۶۱۹۱۹۵۸۲ | ۰.۱۶۱۸۱۴۷۶۹ |
| T۴ | ۰.۶۶۲۲۳۴۸۷۳ | ۰.۱۶۷۸۶۸۰۱۴ | ۰.۱۶۹۸۹۷۱۱۳ | ۰.۱۸۶۷۴۸۳۷ | ... | ۰.۱۶۲۱۶۸۰۱۵ | ۰.۱۶۲۲۳۷۰۴۶ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| T۱۳ | ۰.۶۵۹۲۹۹۳۹۲ | ۰.۱۶۷۸۳۳۱۰۸ | ۰.۱۷۲۸۶۷۵ | ۰.۱۹۴۶۱۲۸۰۷ | ... | ۰.۱۵۵۰۲۰۷۶۸ | ۰.۱۵۵۷۹۴۹۸۳ |
| T۱۴ | ۰.۶۵۹۹۵۴۵۹۸ | ۰.۱۶۷۲۳۷۶۵۳ | ۰.۱۷۲۸۰۷۷۴۹ | ۰.۱۹۵۲۶۲۶۶۵ | ... | ۰.۱۶۴۷۸۰۶۷۷ | ۰.۱۵۳۶۳۷۹۷۳ |

در گام بعد، با ترانسپوز ماتریس $T_C^{\propto}$، سوپر ماتریس ناموزون به شرح جدول ۹ می‌باشد:

**جدول ۹**

*سوپرماتریس ناموزون* $W$

| | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | ... | T۱۳ | T۱۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۰.۶۴۸۸۹۳۲۱۹ | ۰.۶۶۸۴۹۹۰۰۶ | ۰.۶۶۶۸۰۷۵۷۳ | ۰.۶۶۲۲۳۴۸۷۳ | ... | ۰.۶۵۹۲۹۹۳۹۲ | ۰.۶۵۹۹۵۴۵۹۸ |
| T۲ | ۰.۱۷۴۳۸۷۰۲۴ | ۰.۱۵۹۸۸۴۲۶۹ | ۰.۱۶۹۸۴۴۴۴۷ | ۰.۱۶۷۸۶۸۰۱۴ | ... | ۰.۱۶۷۸۳۳۱۰۸ | ۰.۱۶۷۲۳۷۶۵۳ |
| T۳ | ۰.۱۷۶۷۱۹۷۵۶ | ۰.۱۷۱۶۱۶۷۲۵ | ۰.۱۶۳۳۴۷۹۸ | ۰.۱۶۹۸۹۷۱۱۳ | ... | ۰.۱۷۲۸۶۷۵ | ۰.۱۷۲۸۰۷۷۴۹ |
| T۴ | ۰.۱۹۵۸۰۲۴۰۴ | ۰.۱۹۵۸۸۴۰۲۷ | ۰.۱۹۶۱۸۶۴۱۸ | ۰.۱۸۶۷۴۸۳۷ | ... | ۰.۱۹۴۶۱۲۸۰۷ | ۰.۱۹۵۲۶۲۶۶۵ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| T۱۳ | ۰.۱۶۲۲۱۲۱۶۶ | ۰.۱۶۲۰۳۸۰۵۵ | ۰.۱۶۱۹۱۹۵۸۲ | ۰.۱۶۲۱۶۸۰۱۵ | ... | ۰.۱۵۵۰۲۰۷۶۸ | ۰.۱۶۴۷۸۰۶۷۷ |
| T۱۴ | ۰.۱۶۲۰۵۱۶۱۳ | ۰.۱۶۲۰۸۵۰۱۵ | ۰.۱۶۱۸۱۴۷۶۹ | ۰.۱۶۲۲۳۷۰۴۶ | ... | ۰.۱۵۵۷۹۴۹۸۳ | ۰.۱۵۳۶۳۷۹۷۳ |

در این مرحله ماتریس $T_D^{\propto}$ را در ماتریس W ضرب می‌کنیم. به این طریق که هر $t_D^{\propto ij}$ را در $W_{ij}$ نظیر ضرب می‌کنیم.

**جدول ۱۰**

*سوپرماتریس موزون* $W^{\propto}$

| | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | ... | T۱۳ | T۱۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۰.۳۲۲۸۹۲۶۱۴ | ۰.۳۳۶۷۲۳۵۰۲ | ۰.۳۳۴۵۶۸۹۶۴ | ۰.۳۲۶۸۴۸۰۵۱ | ... | ۰.۳۳۰۸۰۱۷۵۴ | ۰.۳۳۱۱۳۰۵۰۱ |
| T۲ | ۰.۰۸۶۷۷۵۸۸۳ | ۰.۰۸۰۵۳۳۸۳۹ | ۰.۰۸۵۲۱۹۰۰۹ | ۰.۰۸۴۵۵۵۲۵۷ | ... | ۰.۰۸۴۲۰۹۸۲۵ | ۰.۰۸۳۹۱۱۰۵۷ |
| T۳ | ۰.۰۸۷۹۳۶۶۶۳ | ۰.۰۸۶۴۴۳۴۸۶ | ۰.۰۸۱۹۵۹۴۲۴ | ۰.۰۸۵۵۷۷۳۱۷ | ... | ۰.۰۸۶۷۳۵۸۱۸ | ۰.۰۸۶۷۰۵۸۳۸ |
| T۴ | ۰.۰۴۸۵۱۴۷۱۳ | ۰.۰۴۸۵۳۴۹۳۸ | ۰.۰۴۸۶۰۹۸۶۲ | ۰.۰۴۵۴۴۲۳۷۸ | ... | ۰.۰۴۸۰۹۰۷۷۱ | ۰.۰۴۸۲۵۱۳۵۸ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| T۱۳ | ۰.۰۴۱۳۰۲۶۲۴ | ۰.۰۴۱۲۵۸۲۹۲ | ۰.۰۴۱۲۲۸۱۲۶ | ۰.۰۴۱۰۲۲۷۲۹ | ... | ۰.۰۳۸۹۳۲۳۱۹ | ۰.۰۴۱۳۸۳۴۴۷ |
| T۱۴ | ۰.۰۴۱۲۶۱۷۴۴ | ۰.۰۴۱۲۷۰۲۴۹ | ۰.۰۴۱۲۰۱۴۳۹ | ۰.۰۴۱۰۴۰۱۹۲ | ... | ۰.۰۳۹۱۲۶۷۵۷ | ۰.۰۳۸۵۸۵۰۴ |

در گام آخر، سوپرماتریس موزون را آنقدر به توان (متوالی اعداد فرد) رسانیده تا تمامی اعداد هر سطر همگرا شوند. سوپرماتریس موزون در این پژوهش در توان ۲۵، به همگرایی رسید، که به شرح جدول ۱۱ می‌باشد:

**جدول ۱۱**

*توان بیست و پنجم سوپرماتریس موزون (حددار)*

| | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | ... | T۱۳ | T۱۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T۱ | ۰.۳۳۳۹۶۱۹۲۶ | ۰.۳۳۵۹۸۱۸۲ | ۰.۳۳۵۳۳۲۹۵۸ | ۰.۳۳۱۷۱۸۰۶۹ | ... | ۰.۳۳۳۹۵۶۰۷۱ | ۰.۳۳۳۹۵۵۰۶۳ |
| T۲ | ۰.۰۸۶۱۴۶۹۳۳ | ۰.۰۸۶۶۶۷۹۷۴ | ۰.۰۸۶۵۰۰۵۹۷ | ۰.۰۸۵۵۶۸۱۲۱ | ... | ۰.۰۸۶۱۴۵۴۲۳ | ۰.۰۸۶۱۴۵۱۶۳ |
| T۳ | ۰.۰۸۷۶۳۱۴۰۷ | ۰.۰۸۸۱۶۱۴۲۶ | ۰.۰۸۷۹۹۱۱۶۵ | ۰.۰۸۷۰۴۲۶۲ | ... | ۰.۰۸۷۶۲۹۸۷ | ۰.۰۸۷۶۲۹۶۰۶ |
| T۴ | ۰.۰۴۸۸۳۲۱۷۶ | ۰.۰۴۹۱۲۷۵۲۷ | ۰.۰۴۹۰۳۲۶۵ | ۰.۰۴۸۵۰۴۰۷۸ | ... | ۰.۰۴۸۸۳۱۳۲ | ۰.۰۴۸۸۳۱۱۷۳ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| T۱۲ | ۰.۰۴۳۸۱۲۲۴۹ | ۰.۰۴۴۰۷۷۲۳۸ | ۰.۰۴۳۹۹۲۱۱۴ | ۰.۰۴۳۵۱۷۸۷۹ | ... | ۰.۰۴۳۸۱۱۴۸۱ | ۰.۰۴۳۸۱۱۳۴۹ |
| T۱۳ | ۰.۰۴۱۵۵۹۵۹۹ | ۰.۰۴۱۸۱۰۹۶۳ | ۰.۰۴۱۷۳۰۲۱۶ | ۰.۰۴۱۲۸۰۳۶۴ | ... | ۰.۰۴۱۵۵۸۸۷ | ۰.۰۴۱۵۵۸۷۴۵ |
| T۱۴ | ۰.۰۴۱۵۷۸۶۲۴ | ۰.۰۴۱۸۳۰۱۰۳ | ۰.۰۴۱۷۴۹۳۱۹ | ۰.۰۴۱۲۹۹۲۶۲ | ... | ۰.۰۴۱۵۷۷۸۹۵ | ۰.۰۴۱۵۷۷۷۷ |

براساس یافته‌های جدول ۱۱، در میان شاخص‌های عوامل زیست‌محیطی، شاخص خرید سبز با وزن ۰/۳۳، شاخص حفظ محیط زیست با وزن ۰/۰۸۷ و شاخص طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی با وزن ۰/۰۸۶ دارای بیشترین وزن هستند. یافته‌های جدول ۱۴ همچنین نشان داد در میان شاخص‌های عوامل اقتصادی، شاخص سرعت با وزن ۰/۰۵۲۴، انعطاف‌پذیری با وزن ۰/۰۵۱۳، شایستگی با وزن ۰/۰۵۰۵، پذیرش فناوری اطلاعات با وزن ۰/۰۴۸۷ و پاسخگویی با وزن ۰/۰۴۶۸ قرار دارند. یافته‌های جدول ۱۴ نشان داد در میان شاخص‌های عوامل اجتماعی، شاخص همکاری با مشتریان با وزن ۰/۰۴۳۹، شاخص رعایت قوانین با وزن ۰/۰۴۳۸، شاخص‌های خرید اخلاقی با وزن ۰/۰۴۳۳، اجتماعی بودن با وزن ۰/۰۴۲۶، مشارکت با تامین‌کنندگان با وزن ۰/۰۴۱۵۷ و یکپارچه‌سازی روابط با وزن ۰/۰۴۱۵۵ بیشترین وزن را دارند.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با رویکرد آمیخته است. یافته‌های کیفی نشان داد که خرید سبز، طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی، حفظ محیط زیست با نام مقوله عوامل زیست‌محیطی دسته‌بندی شدند. مفاهیم اولیه پذیرش فناوری اطلاعات (تنوع شیوه‌های پرداخت، سفارش و...)، پاسخگویی (به تعهدات مالی، زمانی و...)، سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...)، شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...)، انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...) با نام مقوله عوامل اقتصادی دسته‌بندی شدند. مفاهیم اولیه همکاری با مشتریان، خرید اخلاقی، اجتماعی بودن، رعایت قوانین، یکپارچه‌سازی روابط و مشارکت با تامین‌کنندگان در مقوله عوامل اجتماعی زنجیره تامین پایدار قرار گرفته است. در بخش کمی در مرحله اول با استفاده از رویکرد دیمتل فازی شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر براساس میزان اهمیت مشخص گردید و تاثیرگذاری و تاثیرپذیری این شاخص‌ها بر یکدیگر مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های مربوط به این بخش از پژوهش نشان داد عوامل زیست‌محیطی در دسته شرایط معلول و عوامل اقتصادی و عوامل اجتماعی در دسته متغیرهای علت قرار می‌گیرند. همچنین عوامل زیست‌محیطی بیشترین اهمیت و بعد از آن عوامل اقتصادی دارای بیشترین اهمیت هستند و عوامل اجتماعی از


E-ISSN: 3041-8585

اهمیت کمتری نسبت به سایر ابعاد چابکی زنجیره تامین پایدار برخوردارند. یافته‌ها نشان داد شاخص خرید سبز در دسته شرایط معلول (اثرپذیر)، و شاخص‌های طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی، و حفظ محیط زیست در دسته شرایط علت (اثرگذار) قرار می‌گیرند. همچنین شاخص خرید سبز بیشترین اهمیت و بعد از آن شاخص حفظ محیط زیست دارای بیشترین اهمیت هستند و شاخص طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی از اهمیت کمتری نسبت به سایر شاخص‌های زیست‌محیطی چابکی زنجیره تامین پایدار برخوردارند. یافته‌ها نشان داد در دسته عوامل اقتصادی، شاخص پاسخگویی (به تعهدات مالی، زمانی و...) در دسته شرایط علت (اثرگذار)، و شاخص‌های پذیرش فناوری اطلاعات (تنوع شیوه‌های پرداخت، سفارش و...)، سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...)، شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...)، انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...) در دسته شاخص‌های معلول قرار می‌گیرند. همچنین شاخص سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...) دارای بیشترین میزان اهمیت بود، بعد از آن انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...)، شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...)، پاسخگویی (به تعهدات مالی، زمانی و...) از اهمیت بیشتری برخوردار بودند، و در نهایت پذیرش فناوری اطلاعات (تنوع شیوه‌های پرداخت، سفارش و...) از اهمیت کمتری در میان شاخص‌های عوامل اقتصادی چابکی زنجیره تامین پایدار برخوردارند. یافته‌ها نشان داد در دسته عوامل اجتماعی، شاخص همکاری با مشتریان، خرید اخلاقی، و مشارکت با تامین‌کنندگان در دسته شرایط علت (اثرگذار)، و شاخص‌های اجتماعی بودن، رعایت قوانین، یکپارچه‌سازی روابط در دسته شاخص‌های معلول قرار می‌گیرند. همچنین شاخص همکاری با مشتریان دارای بیشترین اهمیت بود، بعد از آن شاخص خرید اخلاقی، اجتماعی بودن و رعایت قوانین دارای اهمیت بیشتری بودند و در نهایت شاخص مشارکت با تامین‌کنندگان از اهمیت کمتری در میان شاخص‌های عوامل اجتماعی چابکی زنجیره تامین پایدار برخوردارند. یافته‌های ANP نیز نشان داد در میان شاخص‌های عوامل زیست‌محیطی چابکی زنجیره تامین پایدار، شاخص خرید سبز با وزن ۰/۳۳ بیشترین وزن را دارد، بعد از آن شاخص حفظ محیط زیست با وزن ۰/۰۸۷ و شاخص طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی با وزن ۰/۰۸۶ قرار می‌گیرند. یافته‌های تحقیق نشان داد در میان شاخص‌های عوامل اقتصادی چابکی زنجیره تامین پایدار، شاخص سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...) با وزن ۰/۰۵۲۴، انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...) با وزن ۰/۰۵۱۳، شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...) با وزن ۰/۰۵۰۵، پذیرش فناوری اطلاعات (تنوع شیوه‌های پرداخت، سفارش و...) با وزن ۰/۰۴۸۷ و پاسخگویی (به تعهدات مالی، زمانی و...) با وزن ۰/۰۴۶۸ قرار دارند. براین اساس می‌توان بیان داشت شاخص‌های سرعت (دریافت سفارش، پردازش و تحلیل و عمل به تعهدات زمانی، مالی و...) و انعطاف‌پذیری (تنوع شیوه‌های سفارش‌گیری، پرداخت و...) و شایستگی (انجام مناسب و دقیق سفارش، و...) از بیشترین وزن و اهمیت در میان شاخص‌های اقتصادی برخوردارند. یافته‌های تحقیق نشان داد در میان شاخص‌های عوامل اجتماعی چابکی زنجیره تامین پایدار، شاخص همکاری با مشتریان با وزن ۰/۰۴۳۹ دارای بیشترین وزن است، شاخص رعایت قوانین با وزن ۰/۰۴۳۸ در رتبه بعدی قرار دارد، بعد از آن شاخص‌های خرید اخلاقی با وزن ۰/۰۴۳۳، اجتماعی بودن با وزن ۰/۰۴۲۶ و مشارکت با تامین‌کنندگان با وزن ۰/۰۴۱۵۷ و یکپارچه‌سازی روابط با وزن ۰/۰۴۱۵۵ قرار دارد. براساس این یافته‌ها، شاخص‌های همکاری با مشتریان، رعایت قوانین، و خرید اخلاقی دارای بیشترین وزن و اهمیت در عوامل اجتماعی چابکی زنجیره تامین پایدار هستند و شاخص‌های اجتماعی بودن و مشارکت با تامین‌کنندگان و یکپارچه‌سازی روابط از وزن و اهمیت کمتری در عوامل اجتماعی چابکی زنجیره تامین پایدار برخوردارند. یافته‌های این پژوهش همراستای با یافته‌های رحیمی و همکاران (۲۰۱۹)، جمالی و فلاح (۱۳۹۶)، عبدی تالارپشتی و همکاران (۱۳۹۵)، امام وردی ملک و همکاران (۱۳۹۴)، کرمی و همکاران (۱۳۹۴)، چان و همکاران (۲۰۱۷) و التاوی و گالر (۲۰۱۲) است که نشان دادند چابکی زنجیره تامین از شاخص‌های خرید سبز، طراحی و بسته‌بندی دوست‌دار طبیعت و اقتصادی، حفظ محیط زیست، پذیرش فناوری اطلاعات، پاسخگویی، سرعت، شایستگی، انعطاف-

پذیری، همکاری با مشتریان، خرید اخلاقی، اجتماعی بودن، رعایت قوانین، یکپارچه‌سازی روابط و مشارکت با تامین‌کنندگان تشکیل شده است.

## تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

## مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

## موازین اخلاقی

در این پژوهش تمامی موازین 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.

## حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## References

Abrokwah-Larbi, K. (2024). Transforming Metaverse Marketing Into Strategic Agility in SMEs Through Mediating Roles of IMT and CI: Theoretical Framework and Research Propositions. *Journal of Contemporary Marketing Science*, *7*(1), 56-83. https://doi.org/10.1108/jcmars-08-2023-0034

Al-Zabidi, A., Rehman, A. U., & Alkahtani, M. (2021). An approach to assess sustainable supply chain agility for a manufacturing organization. *Sustainability*, *13*(4), 1752. https://doi.org/10.3390/su13041752

Ali, H., & Siddiqui, D. A. (2019). Influence of Supply Chain Agility on Profitability: Evidence from Pakistan. *SSRN*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3510559

Baniasadi, T. (2024). Comparison of Executive Function and Working Memory among Children with High and Low Levels of Physical Activity. *International Journal of Education and Cognitive Sciences*, *5*(3), 9-15. https://doi.org/10.61838/kman.ijeas.5.3.2

Barve, A. (2011). Impact of supply chains agility on customer satisfaction. 2010 International Conference on E-Business, Management and Economics, IPEDR,

Boubaker, S., Jemai, Z., Sahin, E., & Dallery, Y. (2019). Supply Chain Agility: Review of Situations. ICORES,

Chan, A. T., Ngai, E. W., & Moon, K. K. (2017). The effects of strategic and manufacturing flexibilities and supply chain agility on firm performance in the fashion industry. *European Journal of Operational Research*, *259*(2), 486-499. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.11.006

Dubey, R., Bryde, D. J., Foropon, C., Graham, G., Giannakis, M., & Mishra, D. B. (2020). Agility in humanitarian supply chain: an organizational information processing perspective and relational view. *Annals of Operations Research*, 1-21. https://doi.org/10.1007/s10479-020-03824-0

Escamilla, R., Fransoo, J. C., & Tang, C. S. (2021). Improving agility, adaptability, alignment, accessibility, and affordability in nanostore supply chains. *Production and Operations Management*, *30*(3), 676-688. https://doi.org/10.1111/poms.13309


E-ISSN: 3041-8585

Fayezi, S., Zutshi, A., & O'Loughlin, A. (2017). Understanding and development of supply chain agility and flexibility: a structured literature review. *International Journal of Management Reviews*, *19*(4), 379-407. https://doi.org/10.1111/ijmr.12096

Goudarzi, G., Mohammadi, M., & Bakhtiyari, H. (2006). Agile Supply Chain: Concepts, Requirements, and Barriers. Second Conference on Logistics and Supply Chain,

Hamzehlou, M. (2024). System Dynamics Model for an Agile Pharmaceutical Supply Chain During COVID-19 Pandemic in Iran. *PLoS One*, *19*(1), e0290789. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290789

Jamalpour, H. (2021). Investigation and Analysis of Factors Affecting the Improvement of Lean Supply Chain Agility Using the AHP Method. *Apadana Quarterly Journal of Industrial Engineering Studies*, *1*(1), 9-20. https://aies.apadana.ac.ir/downloadfilepdf/20693f4c3fb13d6822cb51a6a3d24b91

Kazemi Najafabadi, A., & Ghafari, A. (2018). Development of Domestic Equipment Manufacturing Industry for the Upstream Oil Sector; Evaluation of the Legal System within the Framework of 'Science and Technology' Policies. *Energy Law Studies*, *4*(1), 211-239. https://jrels.ut.ac.ir/article_68058.html

Macclever, A., Annan, J., & Boahen, S. (2017). Supply chain flexibility, agility and firm performance. *European Journal of Logistics, Purchasing and Supply Chain Management*, *5*(3), 13-40. http://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Supply-Chain-Flexibility-Agility-And-Firm-Performance.pdf

Rahimi, A., Raad, A., Alamtabriz, A., & Motameni, A. (2019). Providing a model for supply chain agility of ground-based military products and its impact on supply chain performance. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, *30*(3), 353-375. https://jimp.sbu.ac.ir/article_87241.html

Rehman, A. U., Al-Zabidi, A., AlKahtani, M., Umer, U., & Usmani, Y. S. (2020). Assessment of supply chain agility to foster sustainability: fuzzy-DSS for a Saudi manufacturing organization. *Processes*, *8*(5), 577. https://doi.org/10.3390/pr8050577

Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. (2006). The antecedents of supply chain agility of a firm: scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, *24*(2), 170-188. https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.05.002

Tayyaran, S., Toloie-Eshlaghy, A., Radfar, R., & Purebrahimi, A. R. (2019). Agent-based model developed to assess supply chain agility (Case study: Institute of higher education, science and research branch of Tehran). *Journal of System Management*, *5*(1), 1-18. https://www.sid.ir/fileserver/jf/390139910404.pdf

Wu, K. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., & Lim, M. K. (2017). Achieving competitive advantage through supply chain agility under uncertainty: A novel multi-criteria decision-making structure. *International Journal of Production Economics*, *190*, 96-107. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.027