Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Special Issue 2023, Vol. 20, p. 693-714

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

TVU

:10.48301/KSSA.2022.316790.1868

Identifying, Prioritizing and Determining the Relationships of Supply Chain Agility Components with Fuzzy DEMATEL Approach in Oil and Gas Industry in Khuzestan Province

Sajjad Shamsi Gooshki[1*], Arsalan Nami[2]

[1]PhD, Department of Business and Administrative Management, Faculty of Management and Accounting, University of Tehran, College of Farabi, Qom, Iran.

[2]PhD, Technical and Vocational University (TVU), Bushehr, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:
Original Research

Received: 12.05.2021
Revised: 02.24.2022
Accepted: 03.05.2022

Keyword:
Agility
Supply Chain
Fuzzy DEMATEL
Oil and Gas Industry
Khuzestan

***Corresponding Author:**
Sajjad Shamsi Gooshki
Email:
Sajjad.shams64@gmail.com

ABSTRACT

In today's highly competitive markets, it is impossible to eliminate or ignore the resources of turbulence. Hence, supply chain managers must accept uncertainty and look for an approach to adapt to such conditions. Therefore, the purpose of this study was to design a supply chain agility model with fuzzy DEMATEL approach in the oil and gas industry in Khuzestan Province. This research was quantitative research with fuzzy DEMATEL approach. The statistical population of the present research consisted of experts in the oil and gas industries in Khuzestan Province. Based on this,10 experts were interviewed from the oil and gas industries in Khuzestan Province. Supply chain agility factors in the oil and gas industries included flexibility, competitive price, reliability, responsiveness, customer relations, quality, speed, availability, innovation, and up-to-date and competence. The required data was collected using a pairwise comparison questionnaire. In order to analyze the data, the fuzzy DEMATEL approach and sensitivity analysis with Excel software were used. Findings showed that the factors of flexibility, competitive price, quality, availability and innovation and up-to-date were in the group of causal variables and the factors of reliability, responsiveness, customer relations, speed and competence were in the group of effect variables. The findings of sensitivity analysis also revealed that for every 10% change in the independent variables of flexibility, or responsiveness, or competency, the supply chain agility increased by 1.1%. In addition, the findings demonstrated that for every 10% change in the independent variables of customer relationship, speed, or availability, the supply chain agility increased by 1%.

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

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

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Today, instability and uncertainty have become an integral part of the working environment. The conditions of the environment and the rules of the games of the competition have become so dynamic and uncertain that organizations can no longer guarantee their long-term survival. In such a situation, only businesses that respond appropriately to environmental changes will continue to operate. In this situation, the continuous changes and unpredictability of the market are evident. Different types of uncertainty and change require different capabilities for effective and efficient organizational response. Agility means being responsive to customers, people, and information, collaborating within and between organizations, and adjusting to change. Agility is considered a response to a large level of complexity and uncertainty in the advanced market. Based on this perspective, supply chain agility practices are as follows: cooperation with competitors, long-term cooperation with customers and suppliers, leveraging the influence of primary resources by building networks with other companies, and difficult operational conditions that prevent cooperation with other companies. Supply chain agility is recognized by researchers and managers as one of the most important current supply chain management issues. Various disruptions such as political changes, natural disasters and inefficiency of suppliers can affect the income and cost of the entire supply chain. The agility and adaptability of the supply chain increases sustainability in procurement. Therefore, the need to design a supply chain agility model in the oil and gas industry is considered to be priority in improving efficiency and effectiveness in this industry. The main problem addressed in this research was determining the factors of supply chain agility in the oil and gas industry in Khuzestan Province and their relationships with one another. The purpose of this research was identifying, prioritizing and determining the relationships of supply chain agility components using a fuzzy DEMATEL approach in the oil and gas industry in Khuzestan Province.

Methodology

The decision-making test and evaluation method is a well-known and comprehensive method to obtain a structural model that depicts the causal relationships between complex factors in the real world. In order to analyze the data, the fuzzy DEMATEL approach and sensitivity analysis with Excel software were used. The statistical population of this research included specialists, managers and experts of the oil and gas industry in Khuzestan Province, 10 of whom were selected as a statistical sample. A pairwise comparison questionnaire including 10 evaluation criteria was given to participants to evaluate their opinions on the impact of these factors on one another.

Results and discussion

The results of the research showed the factors of flexibility, competitive price, quality, availability and innovation and being up-to-date to be the cause variables and were grouped as such. In addition, the results of the research showed that the factors of reliability,

responsiveness, customer relations, speed and competence to be in the effect variables group. The results demonstrated that flexibility had a direct relationship with the factors of reliability, responsiveness, customer relations, speed, availability and competence. Price was only related to customer relations while reliability was related to responsiveness, customer relations, speed and competence. Responsiveness was related to the factors of flexibility, reliability, customer relations, quality, speed, availability and competence. Customer relations was linked to the factors of flexibility, reliability, responsiveness, customer relations, speed and competence. Quality is linked to the factors of reliability, responsiveness, customer relations and competence. Speed was linked to the factors of flexibility, reliability, responsiveness, customer relations, availability and competence. Availability was connected to flexibility, reliability, responsiveness, customer relations, speed and competence. Innovation was connected to the factors of reliability, responsiveness, customer relations, and competence. Competence was also related to the factors of flexibility, reliability, responsiveness, customer relations, quality, speed and availability. Furthermore, the factors of competence, responsiveness, customer relations, reliability, flexibility, and speed factors were more important in supply chain agility than the factors of availability, quality, innovation, and price factors. The findings of the sensitivity analysis also illustrated that for every 10% change in the independent variables of flexibility, responsiveness or competency, the supply chain agility increased by 1.1%. Additionally, for every 10% change in the independent variables of customer relationship, speed or availability, the supply chain agility increased by 1%.

Conclusion

In the current research, supply chain agility factors were first extracted by reviewing the literature and interviewing managers and experts of the oil and gas industry in Khuzestan Province. These factors included flexibility, competitive price, reliability, responsiveness, customer relations, quality, speed, availability, innovation, competence and being up-to-date. Findings demonstrated that flexibility, competitive price, quality, availability and innovation and being up-to-date were in the group of causal variables while reliability, responsiveness, customer-relations, speed and competence were in the group of effect variables.

کارافن
فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای
ویژه‌نامه ۱۴۰۲، دوره ۲۰، ۷۱۴-۶۹۳
آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/
doi:10.48301/KSSA.2022.316790.1868

شناسایی، اولویت‌بندی و تعیین روابط مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین با رویکرد دیمتل فازی در صنعت نفت و گاز استان خوزستان

سجاد شمسی گوشکی[1*]، ارسلان نامی[2]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه مدیریت بازرگانی و کسب و کار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه تهران، دانشکدگان فارابی، قم، ایران.

۲- دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، بوشهر، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴
بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۰۵
پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

کلید واژگان:
چابکی
زنجیرهٔ تأمین
دیمتل فازی
صنعت نفت و گاز
خوزستان

***نویسنده مسئول:** سجاد شمسی گوشکی
پست الکترونیکی:
Sajjad.shams64@gmail.com

چکیده

در بازارهای به شدت رقابتی امروزی، حذف یا نادیده گرفتن منابع ایجاد تلاطم و نوسان غیرممکن است. بنابراین، مدیران زنجیرهٔ تأمین باید عدم قطعیت راپذیرفته و به دنبال رویکردی، برای انطباق باچنین شرایطی باشند. براین اساس، هدف این تحقیق طراحی مدل چابکی زنجیرهٔ تأمین با رویکرد DEMATEL فازی در صنعت نفت و گاز استان خوزستان است. این تحقیق ازنوع کمی بارویکرد DEMATEL فازی است. جامعهٔ آماری این تحقیق را خبرگان صنعت نفت و گاز استان خوزستان تشکیل داده است. براین اساس با ۱۰ نفر از خبرگان صنعت نفت و گاز استان خوزستان مصاحبه شد. عوامل چابکی زنجیرهٔ تأمین درصنعت نفت و گاز شامل انعطاف‌پذیری، قیمت رقابتی، قابلیت اطمینان، پاسخگویی، روابط با مشتری، کیفیت، سرعت، دردسترس بودن، نوآوری و بروز بودن و شایستگی درنظر گرفته شد. داده‌های مورد نیاز با استفاده از ابزار پرسش‌نامه مقایسهٔ زوجی گردآوری گردید. به منظور تجزیه وتحلیل داده‌ها ازرویکرد DEMATEL فازی و تحلیل حساسیت با نرم‌افزار اکسل استفاده شد. یافته‌ها نشان داد عوامل انعطاف‌پذیری، قیمت رقابتی، کیفیت، در دسترس بودن و نوآوری و بروز بودن در گروه متغیرهای علت و عوامل قابلیت اطمینان، پاسخگویی، روابط با مشتری، سرعت وشایستگی در گروه متغیرهای معلول قرار دارند. یافته‌های تحلیل حساسیت نیزنشان داد با ۱۰ درصد تغییر در متغیر مستقل انعطاف‌پذیری، یا پاسخگویی، یا شایستگی ۱/۱درصد میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین افزایش می‌یابد. همچنین با ۱۰درصد تغییر درمتغیر مستقل روابط با مشتری، یا سرعت، یا دردسترس بودن میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۱ درصد افزایش می‌یابد.

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

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

امروزه بی‌ثباتی و عدم اطمینان تبدیل به جزء لاینفک محیط کاری شده است. شرایط محیط و قواعد بازی رقابت، به حدی پویا و نامطمئن گردیده که سازمان‌ها دیگر نمی‌توانند بقای بلندمدت خود را تضمین کنند (علوی و همکاران، ۲۰۲۰). در چنین شرایطی، تنها کسب و کارهایی به فعالیت خود ادامه می‌دهند که به تغییرات محیطی واکنش مناسب نشان دهند (حسین‌پور و همکاران، ۲۰۲۱)، در این شرایط تغییرات مداوم و غیرقابل پیش‌بینی بودن بازار مشخص می‌شود (احمد و شرودر، ۲۰۰۲)[1]. پیشرفت‌های پیچیدهٔ تکنولوژیکی، کوتاه شدن چرخهٔ عمر محصول، نیازهای متنوع مشتریان و افزایش تقاضا برای تنوع محصول در بازارهای پراکندهٔ جهانی و افق بازار را به شدت کاهش داده است (سوافورد و همکاران، ۲۰۰۶)[2]. انواع مختلف عدم قطعیت و تغییر، قابلیت‌های متفاوتی را برای پاسخگویی مؤثر و کارآمد سازمانی می‌طلبد (فیضی و همکاران، ۲۰۱۷).

از طرفی در بازارها، حذف یا نادیده گرفتن منابع تلاطم و نوسان غیرممکن است. از این‌رو، مدیران زنجیرهٔ تأمین باید عدم قطعیت را بپذیرند، اما همچنان باید استراتژی‌ای را توسعه دهند که آنها را قادر سازد تا با هزینهٔ قابل قبول، عرضه و تقاضا را تطبیق دهند. توانایی دست‌یابی به این امر را چابکی زنجیرهٔ تأمین نامیده‌اند (بارو، ۲۰۱۰)[3]. تقریباً دو دهه است که به مفهوم چابکی زنجیرهٔ تأمین [4] به عنوان محرک موفقیت و نشانه مزیت رقابتی یک شرکت توجه زیادی شده است (مالینا، ۲۰۱۹)[5]، زیرا شرکت‌های دارای زنجیرهٔ تأمین چابک می‌توانند به دلیل توانایی همگام‌سازی عرضه با تقاضا بهتر از رقبای خود، نسبت به تغییرات پیش‌بینی نشده در محیط کسب و کار واکنش نشان دهند (الحامدان و همکاران، ۲۰۲۰)[6]. چابکی به عنوان یک عامل سازمانی برای واکنش سریع و مؤثر شناخته شده است (مککلور و همکاران، ۲۰۱۷)[7]. افزایش روزافزون رقابت بین شرکت‌ها باعث انتقال این رقابت به زنجیرهٔ تأمین این شرکت‌ها و اهمیت زنجیرهٔ تأمین چابک به عنوان پاسخی به شرایط پویا و ناپایدار شده است (علی‌اکبری و همکاران، ۲۰۱۹). از این‌رو، چابکی زنجیرهٔ تأمین یک رویکرد مبتنی بر ورود محصولات جدید به بازارهای آشفته و بی‌ثبات است (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۹). چابکی منجر به مزایای کاهش هزینه‌ها، افزایش سهم بازار، رضایت مشتری، آمادگی برای معرفی خدمات جدید، ارزیابی فعالیت‌های بدون ارزش افزوده، افزایش رقابت درون سازمانی و برون‌سپاری بهتر و رضایت کارکنان می‌شود (گمبوا برنال و همکاران، ۲۰۲۰)[8].

شرکت‌های بزرگ نفتی معتقدند که زنجیرهٔ تأمین چابک و نه عملیات داخلی، منبع اصلی بهبود عملکرد خواهد بود (چیما و هیلس، ۲۰۱۱)[9]. علی‌رغم نیاز به شیوه‌های جدیدتر مدیریت زنجیرهٔ تأمین در صنعت نفت و گاز، شواهد نشان می‌دهد که تعداد قابل توجهی از شرکت‌های فعال در این صنعت در مورد اثربخشی زنجیرهٔ‌های تأمین خود شک دارند. همان‌طور که شرکت‌های نفتی از شیوه‌های حفظ تمام ظرفیت مورد نیاز در داخل به سطح بالاتری از برون‌سپاری حرکت می‌کنند، ادغام بیشتر و قابلیت مدیریت زنجیرهٔ تأمین از اهمیت بسیار زیادی برخوردار شده است. این امر نیاز به درک بهتر تعاملات بین زنجیرهٔ‌های تأمین نفت و گاز، پیچیدگی‌های نوظهور، چالش‌های مدیریت عملیات و نیاز به چابکی بیشتر را نشان می‌دهد (یوسف و همکاران، ۲۰۱۴)[10]. «چابکی زنجیرهٔ تأمین توسط محققان و مدیران به عنوان یکی از

---

[1] Ahmad & Schroeder
[2] Swafford
[3] Barve
[4] Supply Chain Agility
[5] Malina
[6] Al Humdan
[7] Macclever
[8] Gamboa Bernal
[9] Chima & Hills
[10] Yusuf

مهمترین مسائل مدیریت زنجیرهٔ تأمین فعلی شناخته شده است». اختلالات مختلف مانند تغییرات سیاسی، حوادث، بلایای طبیعی و ناکارآمدی تأمین کنندگان می‌تواند بر درآمد و هزینه کل زنجیرهٔ تأمین تأثیر بگذارد. چابکی و سازگاری زنجیرهٔ تأمین ، پایداری در تدارکات را افزایش می‌دهد (جیندال و همکاران، ۲۰۲۱)[1]. براین اساس نیاز به طراحی مدل چابکی زنجیرهٔ تأمین در صنعت نفت و گاز از اهمیت و اولویت بسیاری در بهبود کارایی و اثربخشی در این صنعت به شمار می‌رود. بنابراین مساله اصلی این تحقیق این است که چابکی زنجیرهٔ تأمین در صنعت نفت و گاز استان خوزستان از چه عواملی تشکیل شده است و چه ارتباطی بین این عوامل در این صنعت وجود دارد؟ این تحقیق به دنبال پاسخ به این سوالات با استفاده از رویکرد دیمتل فازی است.

مبانی نظری

به منظور کسب مزیت رقابتی در محیط به شدت متغیر کسب و کار، شرکت‌ها باید برای کارایی بهتر عملیات، علاوه بر شرکت، با تأمین کنندگان و مشتریان همکاری داشته باشند و برای کسب سطح قابل قبولی از چابکی با یکدیگر مشارکت و همکاری نمایند، در این حالت، زنجیرهٔ تأمین چابک ایجاد می‌شود (علی‌اکبری و همکاران، ۲۰۱۹).

چابکی زنجیرهٔ تأمین

در طی دهۀ ۱۹۹۰، رویکرد جدید برای پاسخ‌گویی به تغییرات محیط کسب و کار با عنوان «چابکی» معرفی شد. از اواخر دهۀ ۱۹۹۰، چابکی در دنیای کسب و کار و همچنین حوزهٔ تحقیقات دانشگاهی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است. مفهوم «چابکی» ابتدا برای استفاده در عملکرد تولیدی معرفی شد. مفهوم تولید چابک اولین‌بار توسط مجموعه‌ای از محققان در موسسه ایکوکا[2] معرفی شد. از آن زمان به بعد این مفهوم برای استفاده در کل سازمان به عنوان راهی برای تجارت معرفی شد (ال-تاوی و گالیر، ۲۰۱۲)[3].

مفهوم زنجیرهٔ تأمین چابک به منظور انتقال و به‌کارگیری استراتژی برنده چابک در زنجیره‌های تأمین معرفی شد. این رویکرد در واحدهای کسب و کار به تازگی پذیرفته شده است. چابکی در زمینه مدیریت زنجیرهٔ تأمین بر «پاسخگویی[4]» متمرکز است (امبه، ۲۰۰۹)[5]. یک زنجیرهٔ تأمین چابک قادر است تا به طور شایسته به تغییراتی که در محیط کسب و کار روی می‌دهد پاسخ درست و به موقع دهد. چنین امری به چابکی زنجیرهٔ تأمین اشاره دارد. در حوزهٔ چابکی زنجیرهٔ تأمین محققان مختلف، تعاریف متفاوتی را مطرح کرده‌اند. هریک از این تعاریف به جنبه‌های خاصی از چابکی زنجیرهٔ تأمین اشاره دارد و هنوز تعریف جامعی که بتواند همه جنبه‌های این مفهوم را در بر بگیرد ارائه نشده است. در این بخش از تحقیق به برخی از تعاریف چابکی زنجیرهٔ تأمین در جدول ۱ اشاره شده است.

[1] Jindal
[2] Iaccoca Institute
[3] El-Tawy & Gallear
[4] Responsiveness
[5] Ambe

جدول ۱. تعاریف چابکی زنجیرهٔ تأمین.

محقق	سال	تعریف
(امبه)	۲۰۰۹	چابکی همه چیز در مورد پاسخ‌گویی مشتری، افراد و اطلاعات، همکاری در داخل و بین شرکت‌ها و مناسب‌سازی یک شرکت برای تغییر است.
(یوسف و همکاران)	۲۰۱۴	چابکی زنجیرهٔ تأمین را به عنوان سیستمی با قابلیت‌های استثنایی داخلی تعریف کرد تا با سرعت و انعطاف-پذیری نیازهای سریعاً در حال تغییر بازار را تأمین کند. قابلیت‌های داخلی شرکت شامل فناوری‌های سخت و نرم، منابع انسانی، مدیریت تحصیل کرده و با انگیزه بالا، و فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات است.
(وو و همکاران)[1]	۲۰۱۷	چابکی زنجیرهٔ تأمین به عنوان ابزاری برای افزایش مزیت رقابتی از نظر کاهش هزینه از طریق ادغام فرآیند عملیاتی، حفظ اقدامات مشتری‌محور، سرعت بخشیدن به تأمین نیازهای مشتری، بهبود دسترسی به اطلاعات و شفافیت، پشتیبانی از هماهنگی، طراحی زیست محیطی با شرکای زنجیرهٔ تأمین ، افزایش انعطاف‌پذیری در تولید و روابط تأمین کنندگان تعریف شده است.
(چان و همکاران)[2]	۲۰۱۷	چابکی زنجیرهٔ تأمین به توانایی یک زنجیرهٔ تأمین برای پاسخ سریع به تغییرات بازار، و به عنوان توانایی یک زنجیرهٔ تأمین و اعضای آن در راستای تنظیم مجدد سریع شبکه و عملیات آن برای برآوردن نیازهای بسیار پویای مشتریان اشاره دارد (۲۰: ۴۸۷).
(باوباکر و همکاران)[3]	۲۰۱۹	چابکی زنجیرهٔ تأمین را می‌توان به عنوان آمادگی مستمر یک واحد کسب و کار برای عکس‌العمل سریع یا ذاتی، فعالانه یا واکنشی، پذیرش تغییر، از طریق مؤلفه‌های اقتصادی، با کیفیت بالا، ساده و قابل درک و روابط با محیط تعریف کرد.
(رحمان و همکاران)[4]	۲۰۲۰	چابکی زنجیرهٔ تأمین به توانایی عرضه محصولات و خدمات مشتری‌محور و غلبه بر چالش‌های غیرمنتظره در سیستم‌های لجستیک و توزیع، کسب مزیت از تغییرات به عنوان فرصت‌های فزاینده و بقا و پایداری در برابر تهدیدهای غیرمنتظره ناشی از یک محیط تجاری پویا و متغیر اشاره دارد.
(آپریلیا و همکاران)[5]	۲۰۲۰	چابکی زنجیرهٔ تأمین به توانایی پاسخگویی به تغییرات تقاضا بدون موجودی اضافی، همکاری با تأمین - کنندگان در خرید، تولید و تدارکات، ادغام اطلاعات با خرید، تولید و تدارکات، توسعهٔ سطح خدمات به مشتریان، ایجاد نرخ پاسخگویی برای تغییر بازارها در زنجیرهٔ تأمین تعریف کرده است.
(یوسرا و عبدالعزیز)[6]	۲۰۲۱	چابکی زنجیرهٔ تأمین به معنای توانایی شرکت‌ها در پاسخگویی سریع و آسان به هرگونه تغییر در محیط به منظور رفع نیازهای مشتری است.
(جیندال و همکاران)	۲۰۲۱	چابکی به عنوان توانایی یک شرکت برای عملکرد سودآور در یک محیط پویا با تغییرات غیرقابل پیش‌بینی تعریف شده است.

علی‌رغم تفاوت‌های جزئی، همه تعاریف «چابکی» بر سرعت و انعطاف‌پذیری به عنوان ویژگی‌های اصلی سازمان چابک تأکید دارند. یک ویژگی مهم چابکی پاسخ مؤثر به تغییر و عدم قطعیت است. برخی از نویسندگان بیان می‌کنند که واکنش به تغییرات به شیوهٔ مناسب و بهره‌برداری و بهره‌گیری از تغییرات، عوامل اصلی چابکی هستند. جزء مشترک بعدی تعاریف چابکی، محصولات با کیفیت بالا و بسیار سفارشی است.

همان‌طور که مرور اجمالی تعاریف چابکی نشان می‌دهد، این مفهوم شامل هر دو ویژگی سازگاری و انعطاف‌پذیری است. چابکی زنجیرهٔ تأمین توانایی یک سازمان برای پیکربندی مجدد، تنظیم و تغییر منابع برای فرآیندهای کلیدی

[1] Wu
[2] Chan
[3] Boubaker
[4] Rehman
[5] Aprilia
[6] Yusra & Abdulaziz

زنجیرهٔ تأمین (برنامه‌ریزی، منبع، ساخت، تحویل و بازگشت) برای برآوردن تقاضای محیط در حال تغییر است (منیرالزمان و همکاران، ۲۰۱۶)[1].

چابکی به معنای پاسخگویی به مشتری، افراد و اطلاعات، همکاری در داخل و بین سازمان‌ها و تنظیم سازمان برای تغییر است. چابکی به عنوان پاسخی برای سطح وسیعی از پیچیدگی و عدم قطعیت در بازار پیشرفته تلقی می‌شود. براساس یک دیدگاه اقدامات زنجیرهٔ تأمین چابک به شرح زیر است: همکاری با رقبا، همکاری بلندمدت با مشتریان و تأمین کنندگان، استفاده از تأثیر منابع اولیه با ایجاد شبکه با سایر شرکت‌ها، شرایط دشوار عملیاتی که همکاری با سایر شرکت‌ها را الزام می‌کند، ائتلاف با همتایان تجاری، ادغام اطلاعات با سایر شرکت‌ها بر اساس سیستم‌های رایانه‌ای، اولویت بیشتری به ائتلاف نسبت به نفوذ در بازار می‌دهد. همچنین قابلیت‌های چابکی شامل پاسخگویی، شایستگی، انعطاف-پذیری و سرعت می‌شود (جمشیدیان‌تهرانی و همکاران، ۲۰۲۰).

مفهوم چابکی زنجیرهٔ تأمین به چهار جنبهٔ اساسی یعنی مسیرها، معیارها، محدوده و اهداف تکامل یافته است. طرفداران اولیهٔ این مفهوم به شیوهٔ پاسخ‌گویی به مشتریان زنجیرهٔ تأمین چابک مراجعه می‌کنند، این مفهوم را به قابلیت واکنشی برای ارائه پاسخ سریع به تغییرات ناگهانی تقاضا، برای دست‌یابی به مزیت‌های رقابتی محدود می‌کند (دو و همکاران، ۲۰۲۱)[2].

همچنین محققان مختلف برای چابکی زنجیرهٔ تأمین مؤلفه‌ها ومعیارهای مختلفی را ذکر کرده‌اند که خلاصه‌ای از این مؤلفه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین.

محقق	سال	مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین
(چارلز و همکاران)[3]	۲۰۱۰	انعطاف‌پذیری (حجم، تحویل، ترکیب و انعطاف‌پذیری محصول)، پاسخ‌گویی به سه قابلیت (واکنش‌پذیری، سرعت و قابلیت مشاهده) و اثربخشی شامل تکمیل بودن و قابلیت اطمینان
(ال-تاوی و گالیر)	۲۰۱۲	کارایی، پاسخگویی، انعطاف‌پذیری، خدمات مشتری، سرعت، نوآوری، کیفیت و افراد پاسخ‌گو
(گلیگور)[4]	۲۰۱۳	آگاهی و توجه، دسترسی، قاطعیت در تصمیم، سرعت و انعطاف‌پذیری
(فیضی و همکاران)	۲۰۱۷	سرعت، واکنش‌پذیری، پاسخ‌گویی، انطباق‌پذیری، مشارکت، انعطاف‌پذیری، تکنولوژی یا سیستم‌های اطلاعاتی
(مککلور و همکاران)	۲۰۱۷	آگاهی، سرعت، پاسخ‌گویی، انعطاف‌پذیری، فعال بودن، کیفیت، سودآوری، ارتباط، سازگاری، تغییرات و رقابت‌پذیری
(رحیمی و همکاران)	۲۰۱۹	استفاده از تکنولوژی اطلاعات، بهبود و یکپارچگی فرایندها، مدیریت سطح کاری، روابط تأمین کننده، روابط با مشتری، بهبود ساختار سازمانی، مدیریت منابع انسانی، طراحی محصول
(دابی و همکاران)[5]	۲۰۲۲	احساس پویایی، سرعت پویایی و انعطاف‌پذیری پویا
(جمشیدیان تهرانی و همکاران)	۲۰۲۰	تغییرات بازار، تغییر در رقابت‌پذیری، تغییر در نیازهای مشتری، تغییر در نیازهای اجتماعی، تغییر تکنولوژیکی، بهبود کیفیت محصول، کاهش چرخهٔ عمر محصول، کاهش هزینه‌های تولید، نوآوری و توسعه، افزایش تعداد تأمین کنندگان، ارزیابی مستمر، پاسخ‌گویی، افراد، انعطاف‌پذیری، سرعت، حل مشکلات، مشارکت، زمان تحویل، کاهش سربار، روابط با مشتری، سیستم‌های اطلاعاتی و مدیریت سبد محصول

[1] Moniruzzaman
[2] Do
[3] Charles
[4] Gligor
[5] Dubey

محقق	سال	مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین
(رحمان و همکاران)	۲۰۲۰	ابعاد سازمانی؛ استراتژیک؛ تعهد؛ سودمندی اطلاعات؛ حساسیت مشتری؛ شایستگی انسانی
(الزبیدی و همکاران)[1]	۲۰۲۱	مؤلفه‌های پاسخ‌گویی، شایستگی، انعطاف‌پذیری و سرعت
(آپریلیا و همکاران)	۲۰۲۰	توانایی پاسخ به تغییرات در تقاضا، همکاری با تأمین کنندگان، یکپارچگی اطلاعات خرید، تولید و لجستیک، توسعهٔ خدمات مشتری، توسعهٔ نرخ پاسخ به بازارهای متغیر و تناسب بین موجودی و تقاضا
(دو و همکاران)	۲۰۲۱	سرعت و انعطاف‌پذیری

محققان مختلف ابعاد و مؤلفه‌های مختلفی برای چابکی زنجیرهٔ تأمین بیان کرده‌اند. آنچه در تحقیقات پیشین مشهود است اینست که این تحقیقات چابکی زنجیرهٔ تأمین را شامل عوامل انعطاف‌پذیری، قیمت رقابتی، قابلیت اطمینان، پاسخگویی، روابط با مشتری، کیفیت، سرعت، در دسترس بودن، نوآوری و بروز بودن و شایستگی در نظر گرفته‌اند. براین اساس در این تحقیق چابکی زنجیرهٔ تأمین شامل این مؤلفه‌ها می‌شود.

تحقیقات مختلفی پیرامون چابکی زنجیرهٔ تأمین در داخل و خارج انجام گرفته است. در این بخش، به برخی از تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده پیرامون چابکی زنجیرهٔ تأمین در جدول ۳ اشاره شده است.

جدول ۳. پیشینه تحقیق.

محقق	سال	عنوان تحقیق	روش تحقیق	یافته‌ها
(بارو)	۲۰۱۱	تأثیر چابکی زنجیرهٔ تأمین بر رضایت مشتری	مدلسازی ساختاری تفسیری	رضایت مشتری، حساسیت و پاسخ‌گویی مشتری، هزینه و کیفیت خدمات محرک ضعیفی هستند اما به شدت به سایر متغیرها وابسته هستند.
(ال-تاوی و گالیر)	۲۰۱۲	جستجوی خصوصیات چابکی زنجیرهٔ تأمین در صنعت کالاهای مصرف کننده آماده: مطالعهٔ موردی در خاورمیانه	رویکرد کیفی (مطالعهٔ موردی)	یافته‌ها نشان می‌دهد که زنجیرهٔ تأمین در چنین نوع صنعت باید چابک باشد و ویژگی‌های مورد نیاز برای دست‌یابی به چابکی در زنجیرهٔ تأمین عبارتند از: خدمات مشتری، انعطاف‌پذیری، نوآوری، سرعت،کیفیت، بهره‌وری، و تفکر افراد مسئول.
(وو و همکاران)	۲۰۱۷	دست‌یابی به مزیت رقابتی از طریق چابکی زنجیرهٔ تأمین در شرایط عدم اطمینان: ساختار تصمیم‌گیری چند معیاره	ساختار تصمیم-گیری چند معیاره دیمتل و دلفی فازی	یافته‌ها نشان می‌دهد که انعطاف‌پذیری به طور قابل توجهی با یکپارچه‌سازی فرایند، ادغام اطلاعات و اتحادهای استراتژیک برای طراحی زیست محیطی در زنجیرهٔ تأمین تأثیر می‌گذارد. سپس، ادغام فرآیند بیشترین تأثیر را در توسعه مزیت رقابتی نوآوری دارد.
(فیضی و همکاران)	۲۰۱۷	شناخت و توسعه چابکی زنجیرهٔ تأمین و انعطاف‌پذیری: مرور ساختاریافته ادبیات	تحلیل محتوا	یافته‌ها مفاهیم چابکی و انعطاف‌پذیری زنجیرهٔ تأمین را توسعه داد. علاوه بر این، یافته‌ها نشان می‌دهد که ذینفعان زنجیرهٔ تأمین باید هنگام ادغام یا مشارکت در برنامه‌های توسعه چابکی و

[1] Al-Zabidi

محقق	سال	عنوان تحقیق	روش تحقیق	یافته‌ها
				انعطاف‌پذیری، به موضوع ادغام روابط بپردازند تا عملکرد زنجیرهٔ تأمین را به حداکثر برسانند.
(مککلور و همکاران)	۲۰۱۷	انعطاف‌پذیری، چابکی زنجیرهٔ تأمین و عملکرد شرکت	مدلسازی معادلات ساختاری	یافته‌های تحقیق نشان داد که انعطاف‌پذیری و چابکی زنجیرهٔ تأمین رابطهٔ مثبتی با عملکرد شرکت دارند.
(چان و همکاران)	۲۰۱۷	تأثیر ات انعطاف‌پذیری استراتژیک و تولیدی و چابکی زنجیرهٔ تأمین بر عملکرد شرکت در صنعت مد	مدلسازی معادلات ساختاری	یافته‌ها نشان داد انعطاف‌پذیری تولیدی و استراتژیک بر چابکی زنجیرهٔ تأمین و عملکرد شرکت تأثیر دارند.
(رحیمی و همکاران)	۲۰۱۹	فراهم کردن مدلی برای چابکی زنجیرهٔ تأمین محصولاد نظامی زمینی و تأثیر آن بر عملکرد زنجیرهٔ تأمین	مدلسازی ساختاری تفسیری	یافته‌ها نشان می‌دهد که ۴۱ فعالیت موثر در چابکی زنجیرهٔ تأمین محصولات نظامی در ۸ گروه شامل ارتباط با تأمین کننده، مدیریت سطح کارگاه، بهبود ساختار سازمانی، بهبود منابع انسانی، طراحی محصول، ادغام و بهبود فرایند، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباط با مشتری وجود دارد.
(رحمان و همکاران)	۲۰۲۰	ارزیابی چابکی زنجیرهٔ تأمین برای پایداری رشد	DSS فازی چند معیاره	یافته‌ها نشان می‌دهد چابکی زنجیرهٔ تأمین پایدار از مؤلفه‌های سازمانی، استراتژیک، تعهد، مفید بودن اطلاعات، حساسیت مشتری و شایستگی انسانی تشکیل شده است.
(دابی و همکاران)	۲۰۲۲	چابکی زنجیرهٔ تأمین انسانی: رویکرد پردازش اطلاعات سازمانی و دیدگاه ارتباطی	تئوری داده بنیاد (مدلسازی معادلات ساختاری)	یافته‌های تحقیق نشان داد تسهیم اطلاعات، مشهود بودن زنجیرهٔ تأمین، اعتماد، تعهد و همکاری بر چابکی تأثیر دارد.
(الزبیدی و همکاران)	۲۰۲۱	رویکردی به ارزیابی چابکی زنجیرهٔ تأمین پایدار برای سازمان تولیدی	رویکرد منطق فازی	یافته‌ها نشان داد در سازمان مورد مطالعه، مهمترین اولویت، افزایش قابلیت نگهداری و سرویس‌دهی به منظور ایجاد انعطاف-پذیری و ارزان بودن ایجاد زنجیرهٔ تأمین چابک پاسخگو است. در عین حال، باید بر توسعه و ادغام شایستگی‌های اصلی خود برای مقابله با مسائل چند منظوره و بین سازمانی در زنجیرهٔ تأمین تمرکز داشته باشد. در سازمان مورد مطالعه، سطح چابکی «بسیار چابک» مشاهده شد.
(یوسرا و عبدالعزیز)	۲۰۲۱	رابطه بین چابکی زنجیرهٔ تأمین و عملکرد سازمانی در کی‌اس‌ای	رویکرد پرسشنامه-ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS	یافته‌ها نشان داد که چابکی زنجیرهٔ تأمین بر عملکرد سازمانی تأثیر دارد.
(جیندال و همکاران)	۲۰۲۱	مدلسازی پیش‌نیازهای چابکی زنجیرهٔ تأمین با استفاده از دیمتل فازی	دیمتل فازی	یافته‌ها نشان می‌دهد که زیرساخت فناوری اطلاعات، اطلاعات مشتری و تأمین کننده، قابلیت‌های تحلیلی، منابع انسانی، تصمیمات مدیریتی، انعطاف‌پذیری عملیاتی و زمان تغییر پیش-نیازهای چابکی زنجیرهٔ تأمین است.

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اکثر تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور با رویکرد پرسش‌نامه‌ای انجام گرفته است. همچنین هرچند برخی از این تحقیقات با رویکرد فازی انجام گرفته است، در همین محدود تحقیقات نیز تنها به برخی از شاخص‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین اشاره شده است. از طرفی در تحقیقات پیشین به پیش‌نیازهای چابکی زنجیرهٔ تأمین اشاره شده است و به مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین و بررسی رابطه بین این مؤلفه‌ها با رویکرد دیمتل فازی پرداخته نشده است. از این‌رو هم شکاف تئوریک برای تجمیع مؤلفه‌های چابکی زنجیرهٔ تأمین وجود دارد و هم شکاف روش‌شناختی برای استفاده از رویکرد دیمتل فازی وجود دارد. از طرف دیگر شکاف زمینه نیز وجود دارد، به عبارتی در هیچ مطالعه‌ای به طراحی مدل چابکی زنجیرهٔ تأمین با رویکرد دیمتل فازی بخصوص در صنعت نفت و گاز توجه نشده است.

روش‌شناسی

روش آزمایش و ارزیابی تصمیم‌گیری[1] (DEMATEL)، یک روش شناخته شده و جامع برای به دست آوردن یک مدل ساختاری است که روابط علی بین عوامل پیچیده دنیای واقعی را به تصویر می‌کشد. روش DEMATEL نسبت به سایر تکنیک‌ها مانند فرایند سلسله مراتب تحلیلی برتری دارد، زیرا وابستگی متقابل عوامل سیستم را از طریق نمودار علی، که در تکنیک‌های سنتی نادیده گرفته می‌شود، محاسبه می‌کند (سکر و زاوادسکاس، ۲۰۱۷)[2]. این روش، روشی بسیار محبوب در ایران است، این روش ماتریس‌ها و نمودارها را برای تجسم ساختار روابط علی پیچیده به کار می‌برد. از اینرو، روش DEMATEL می‌تواند معیارهای یک سیستم (یا زیر سیستم) را برای کمک به تصمیم‌گیری به گروه‌های علت و معلول تفکیک کند. روش DEMATEL در بسیاری از زمینه‌ها با موفقیت به کار گرفته شده است (لین و وو، ۲۰۰۸)[3]. در روش DEMATEL معیارها به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه علت و گروه معلول، گروه علت بر گروه معلول که در آن از چنین نفوذی برای تخمین وزن معیار استفاده می‌شود، تأثیر می‌گذارد. DEMATEL یک روش جامع برای ایجاد و تحلیل یک مدل ساختاری است که شامل روابط علی بین عوامل پیچیده است. روش DEMATEL دانش جمعی را جمع‌آوری می‌کند تا روابط علی بین معیارهای استراتژیک را به تصویر بکشد (بایکسوگلو و همکاران، ۲۰۱۳)[4]. جامعهٔ آماری این تحقیق متخصصان، مدیران و کارشناسان صنعت نفت و گاز در استان خوزستان است. براین اساس تعداد ۱۰ نفر از این افراد به عنوان نمونهٔ آماری انتخاب شدند. پرسش‌نامه مقایسهٔ زوجی شامل ۱۰ معیار ارزیابی در اختیار این افراد قرار گرفت تا نظرات خود را پیرامون میزان تأثیر این عوامل بر یکدیگر مورد ارزیابی قرار دهند.

مراحل اجرای روش DEMATEL فازی در زیرآورده شده است:

- **مرحله ۱.** معیارهای ارزیابی را تعیین کنید.
- **مرحله ۲.** گروهی از متخصصان را که دارای دانش و تجربه در مورد مشکل هستند، برای ارزیابی تأثیر بین عوامل با استفاده از مقایسهٔ زوجی انتخاب کنید.
- **مرحله ۳.** تعریف مقیاس زبانی فازی برای مقابله با ارزیابی‌های انسانی، متغیر زبانی «تأثیر » با مقیاس پنج سطحی شامل موارد زیر در تصمیم‌گیری گروهی پیشنهاد شده است: بدون تأثیر ، تأثیر بسیار کم، تأثیر کم، تأثیر زیاد و تأثیر بسیار زیاد. اعداد فازی برای این اصطلاحات زبانی در جدول ۴ آمده است.

[1] Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory
[2] Seker & Zavadskas
[3] Lin & Wu
[4] Baykasoğlu

جدول ۴. جدول مقیاس زبانی فازی برای ارزیابی متخصصان.

واژگان زبانی	اعداد فازی مثلثی
بدون تأثیر	(۰،۰،۰.۲۵)
تأثیر بسیار کم	(۰،۰.۵،۰.۲۵)
تأثیر کم	(۰.۲۵،۰.۵،۰.۷۵)
تأثیر زیاد	(۰.۵،۰.۷۵،۱)
تأثیر بسیار زیاد	(۰.۷۵،۱،۱)

- **مرحلهٔ ۴.** ماتریس رابطهٔ مستقیم اولیه را با مقایسه زوجی بدست آورید. ماتریس اولیه ارتباط مستقیم فازی z^k را با استفاده از ارزیابی‌کننده‌ها به منظور معرفی روابط تأثیر جفت فازی بین اجزاء در یک ماتریس $n * n$ که k تعداد متخصصان است، توسعه دهید. بر این اساس، ماتریس رابطهٔ مستقیم به عنوان $z^k = [z^k ij]$ ایجاد می‌شود که Z یک ماتریس $n * n$ غیر منفی است. Z_{ij} نشان‌دهنده تأثیر مستقیم عامل i بر عامل j است. و وقتی $\vec{i} = \vec{j}$، عناصر $Z_{ij} = 0$ است. درایه‌های ماتریس فازی اولیه از طریق میانگین حسابی اعداد فازی هر درایه بدست می‌آید.

$$Z_{ij}k = l_{ij},\ m_{ij},\ u_{ij}$$ رابطه (۱)

- **مرحلهٔ ۵.** با استفاده از رابطهٔ ۲ مربوط به ماتریس کلی رابطهٔ مستقیم فازی Z، ماتریس رابطهٔ مستقیم فازی نرمال «D» را به‌دست آورید.

$$D = z^k \div \max \sum_{j=1}^{n} z_{ij} \quad 1 \le i \le ni, \vec{j} = 1,2, \ldots, n$$ رابطه (۲)

- **مرحله ۶.** ماتریس رابطهٔ کل T را با استفاده از رابطهٔ ۳ محاسبه کنید، در اینجا ماتریس یکه $n * n$ با I نشان داده می‌شود.

$$T = D(I - D)^{-1}$$ رابطه (۳)

- **مرحله ۷.** ماتریس رابطه کل دی‌فازی را با استفاده از رابطه ۴ بدست آورید.

$$Z^k ij = l_{ij+\ 2\times m_{ij+u_{ij}}} \div 4$$ رابطه (۴)

- **مرحله ۸.** ارزش آستانه‌ای را با استفاده از میانگین درایه‌های ماتریس دی‌فازی به‌دست آورید، آن مقدار از درایه‌های ماتریس دی‌فازی که بیشتر از مقدار آستانه‌ای باشد نشان می‌دهد رابطه بین دو متغیر وجود دارد (عدد ۱)، در غیر این صورت بین دو متغیر رابطه وجود ندارد (عدد ۰).
- **مرحلهٔ ۹.** مجموع سطر ($\vec{r}_{\vec{i}}$) و ستون ($\vec{c}_{\vec{j}}$) را برای هر سطر i و ستون j به ترتیب از ماتریس T دی‌فازی شده با معادلات زیر تعیین کنید.

$$T = t_{ij} n \times n \; i, \vec{j} = 1, 2, \ldots, n$$
$$r_i = \sum_{i=1}^{n} 1 \leq j \leq n \;\; t_{ij}$$
$$c_j = \sum_{i=1}^{n} 1 \leq i \leq n \;\; t_{ij}$$

رابطه (۵)

- **مرحلهٔ ۱۰.** نمودار علی با محور افقی $(\vec{r}_{\vec{i}} + \vec{c}_{\vec{j}})$ و محور عمودی $(\vec{r}_{\vec{i}} - \vec{c}_{\vec{j}})$ ایجاد می‌شود. محور افقی «شدت» درجهٔ اهمیت عامل را نشان می‌دهد، در حالی که محور عمودی «رابطه»میزان تأثیرگذاری را نشان می‌دهد. اگر محور $(\vec{r}_{\vec{i}} - \vec{c}_{\vec{j}})$ مثبت باشد، عامل در گروه علت قرار دارد. در غیر این صورت، اگر محور $(\vec{r}_{\vec{i}} - \vec{c}_{\vec{j}})$ منفی باشد، عامل در گروه معلول قرار دارد. نمودارهای علی می‌توانند روابط پیچیده عوامل را به مدل ساختاری قابل فهم تبدیل کرده و آگاهی لازم را برای حل مسئله فراهم آورند.

یافته‌ها

در این تحقیق ابتدا عوامل چابکی زنجیرهٔ تأمین با مرور ادبیات و مصاحبه با متخصصان، مدیران و کارشناسان صنعت نفت و گاز در استان خوزستان استخراج شد. این عوامل شامل انعطاف‌پذیری (T1)، قیمت رقابتی (T2)، قابلیت اطمینان (T3)، پاسخ‌گویی (T4)، روابط با مشتری (T5)، کیفیت (T6)، سرعت (T7)، در دسترس بودن (T8)، نوآوری و بروز بودن (T9) و شایستگی (T10) می‌شود. سپس با استفاده از پرسش‌نامه مقایسهٔ زوجی این افرد ارزیابی خود را دربارهٔ میزان تأثیر عوامل چابکی زنجیرهٔ تأمین بر یکدیگر بیان کردند (براساس جدول ۴). میانگین ارزیابی این افراد، در ماتریس فازی میانگین روابط مستقیم اولیه نشان داده شده است (جدول ۵).

جدول ۵. ماتریس فازی میانگین روابط مستقیم اولیه.

		T۱	T۲	T۳	T۴	T۵	T۶	T۷	T۸	T۹	T۱۰
T۱		۰	۰/۱۲۵	۰/۳	۰/۳۲۵	۰/۱۵	۰/۴۷۵	۰/۲۲۵	۰/۳	۰/۲۲۵	۰/۴۲۵
		۰/۱۷۵	۰	۰/۳۷۵	۰/۵۵	۰/۳۲۵	۰/۴۷۵	۰/۲۲۵	۰/۳۷۵	۰/۲۷۵	۰/۴۷۵
		۰/۴۲۵	۰/۴۲۵	۰/۶۳۵	۰/۸	۰/۷۳۵	۰/۴۷۵	۰/۲۷۵	۰/۸	۰/۲۷۵	۰/۸۷۵
		۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴۷۵	۰/۵	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۳۰۵	۰/۶	۰/۴۲۵	۰/۶۷۵
T۲		۰/۰۲۵	۰	۰/۰۲۵	۰/۳	۰/۱۵	۰	۰	۰/۷۵	۰/۰۷۵	۰/۲
		۰/۱۲	۰	۰/۲۲۵	۰/۲۵	۰/۴	۰/۳۵	۰/۰۵۵	۰/۱۹۴	۰/۲۷۵	۰/۴۲۵
		۰/۴۲۵	۰/۲۵	۰/۴۷۵	۰/۵	۰/۶۵	۰/۶	۰/۳۰۵	۰/۴۴۴	۰/۵۲۵	۰/۶۷۵
T۳		۰/۳۲۵	۰/۳۲۵	۰/۴۷۵	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۵۷۵	۰/۳	۰/۴۷۵	۰/۳۲۵	۰/۷
		۰/۳۷۵	۰/۳۲۵	۰/۵۵	۰/۸	۰/۷	۰/۹۲۵	۰/۵۵	۰/۴۲۵	۰/۳۲۵	۰/۹۵
		۰/۴۷۵	۰/۳۵	۰/۹۵	۱	۰/۸	۰/۳۲۵	۰/۴۷۵	۰/۵۵	۰/۳۲۵	۱
T۴		۰/۴۷۵	۰/۵۵	۰/۹۷۵	۰	۰/۵۲۵	۰/۳۲۵	۰/۴۷۵	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۳۵
		۰/۷۵	۰/۴	۰/۲۵	۰/۵	۰/۶۵	۰/۳۲۵	۰/۷۳۵	۰/۴۷۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۷۵	۰/۴	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵۵	۰/۲۵	۰/۶
T۵		۰/۷۵	۰/۴	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۷۵	۰/۴	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
T۶		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
T۷		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
T۸		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
T۹		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
T۱۰		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶
		۰/۹۲۵	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۶

در این مرحله اعداد فازی این جدول نرمال شدند. ماتریس نرمال شده در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. ماتریس فازی روابط مستقیم نرمال شده

		T۱	T۲	T۳	T۴	T۵	T۶	T۷	T۸	T۹	T۱۰
T۱		۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳
		۰/۰۲۲	۰	۰/۰۲۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳
		۰/۰۵۳	۰/۰۳	۰	۰/۱۰۱	۰/۰۹۲	۰/۰۸	۰/۰۷۹	۰/۰۶۳	۰/۰۳	۰/۰۹۵
		۰/۰۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۳۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹
T۲		۰/۰۳	۰	۰/۰۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰	۰	۰	۰
		۰/۰۲۵	۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۱	۰/۰۵۰	۰/۰۴۴	۰/۰۰۷	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۵۳
		۰/۰۵۷	۰/۰۳۱	۰/۰۶۰	۰/۰۶۳	۰/۰۸۲	۰/۰۷۶	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۶۶	۰/۰۸۵
T۳		۰/۰۴۴	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۶۹	۰/۰۵۷	۰/۰۳۸	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۳۱	۰/۰۸۸
		۰/۰۷۶	۰/۰۴۱	۰	۰/۱۰۱	۰/۰۸۸	۰/۱۰۴	۰/۰۶۹	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۱۲
		۰/۰۱۰۷	۰/۰۷۳	۰/۰۳۱	۰/۱۳۳	۰/۱۲۰	۰/۱۲۶	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰	۰/۰۹۵	۰/۱۲۶
T۴		۰/۰۶۰	۰/۰۱۵	۰/۰۴۴	۰	۰/۰۶۶	۰/۰۲۸	۰/۰۶۰	۰/۰۹۸	۰/۰۴۴	۰/۰۷۶
		۰/۰۹۲	۰/۰۴۷	۰/۰۷۶	۰/۰۳۱	۰/۱۳۳	۰/۰۹۲	۰/۰۶۰	۰/۰۹۲	۰/۰۶۳	۰/۱۰۴
		۰/۱۲۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۰/۱۰۱	۰/۱۳۳	۰/۰۷	۰/۰۶۳	۰/۱۱۷	۰/۰۶	۰/۱۲۶
T۵		۰/۰۶۶	۰/۰۵۳	۰/۰۷۶	۰/۱۰۷	۰	۰/۱۰۷	۰/۰۹۵	۰/۱۲۶	۰/۰۹۲	۰/۱۳۶
		۰/۰۹۸	۰/۰۸۵	۰/۱۰۷	۰/۱۲۶	۰/۱۳۱	۰/۱۲۶	۰/۱۳۳	۰/۱۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳۶
		۰/۱۲۶	۰/۱۱۷	۰/۱۲۶	۰/۱۳۶	۰/۱۳۱	۰/۱۲۶	۰/۱۰۹	۰/۱۳۲	۰/۱۳	۰/۱۳۶
T۶		۰/۰۲۵	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۳۸	۰/۱۹	۰	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۱۲	۰/۰۵
		۰/۰۵۷	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳	۰/۰۶۹	۰/۰۴۷	۰	۰/۰۳۴	۰/۰۲۵	۰/۰۳۸	۰/۰۸۲
		۰/۰۸۸	۰/۰۴۷	۰/۰۸۵	۰/۱۰۱	۰/۰۷۹	۰/۰۳۱	۰/۰۶۶	۰/۰۴۷	۰/۰۵۷	۰/۱۱۱
		۰/۰۶۹	۰/۰۱۹	۰/۰۵۷	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۰/۰۰۹	۰	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۱
T۷		۰/۱۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۵۷	۰/۰۹۵	۰/۰۹۲	۰/۰۳۱	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۴۴	۰/۰۷۳
		۰/۱۲۰	۰/۰۵۰	۰/۰۸۸	۰/۱۲۶	۰/۱۲۳	۰/۰۶۳	۰/۰۳۱	۰/۱۰۷	۰/۰۷۶	۰/۱۰۴
		۰/۰۲۸	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۰۵۷	۰/۰۳۱	۰	۰/۰۵	۰/۰۸۲	۰	۰/۰۲۸
T۸		۰/۰۶۰	۰/۰۲۵	۰/۰۶۰	۰/۰۸۸	۰/۰۶۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵	۰/۰۶۹
		۰/۰۹۲	۰/۰۵۷	۰/۰۹۲	۰/۱۲۰	۰/۰۹۵	۰/۰۶۳	۰/۱۱۱	۰/۰۶۳	۰/۲۱	۰/۱۰۱
		۰/۰۳۸	۰	۰/۰۱۵	۰	۰	۰/۰۰۹	۰	۰	۰	۰/۰۰۹
T۹		۰/۰۶۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۴۴	۰/۰۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	۰/۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸
		۰/۰۹۲	۰/۰۳۸	۰/۰۴۷	۰/۰۷۶	۰/۰۴۴	۰/۰۶۹	۰/۰۵۷	۰/۰۴	۰/۰۳۱	۰/۰۶
		۰/۰۷۳	۰/۰۳۴	۰/۰۶۳	۰/۰۷۶	۰/۰۵۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۷	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳	۰
T۱۰		۰/۱۰۴	۰/۰۶۶	۰/۰۹۵	۰/۱۰۷	۰/۰۷۹	۰/۰۹۵	۰/۰۸۸	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۷۶
		۰/۱۲۶	۰/۰۹۸	۰/۱۳۳	۰/۱۲۶	۰/۱۰۷	۰/۱۱۷	۰/۱۲۰	۰/۱۲	۰/۱۰۷	۰/۰۲۱

در این مرحله ماتریس فازی روابط کل با استفاده از رابطهٔ ۳ استخراج گردید. این ماتریس در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. ماتریس فازی روابط کل.

	T۱	T۲	T۳	T۴	T۵	T۶	T۷	T۸	T۹	T۱۰
T۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۵۹	۰/۰۲۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲۶	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۷۲
	۰/۱۰۵	۰/۰۷۳	۰/۱۳	۰/۱۷۵	۰/۱۴۸	۰/۱۳۳	۰/۱۷۹	۰/۱۵۲	۰/۱۴	۰/۱۸۷
	۰/۸۲۹	۰/۵۲۲	۰/۷۷۹	۰/۹۱۸	۰/۸۳۱	۰/۷۷۸	۰/۸۶۴	۰/۸۲۵	۰/۷۷۵	۰/۹۱۲
T۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۳۱
	۰/۰۸۱	۰/۰۲۹	۰/۰۷۵	۰/۰۹	۰/۰۹۶	۰/۰۹۱	۰/۰۵۸	۰/۰۷۳	۰/۰۷۷	۰/۱۱
	۰/۶۲	۰/۴۱۸	۰/۵۶۱	۰/۶۴۸	۰/۶۰۹	۰/۵۷۵	۰/۵۳۳	۰/۵۷۹	۰/۵۵۲	۰/۶۵۹
T۳	۰/۰۷۷	۰/۰۲	۰/۰۲۶	۱/۰۴	۰/۰۸۳	۰/۰۹۴	۰/۰۶۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۱	۰/۱۲۱
	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۱۵	۰/۲۴	۰/۳۰۴	۰/۲۱۲	۰/۱۹۱	۰/۳۰۸	۰/۱۶۴	۰/۲۵۵
	۱/۰۳۵	۰/۷۰۲	۰/۸۵۴	۰/۷۷	۰/۹۸۳	۰/۹۳۸	۰/۹۲۳	۰/۹۶۹	۰/۸۸۹	۱/۰۶۴
T۴	۰/۰۹۱	۰/۰۲۶	۰/۰۶۷	۰/۰۳۷	۰/۰۹	۰/۰۵۱	۰/۰۸۷	۰/۰۹۵	۰/۰۶۲	۰/۱۰۴
	۰/۲۲۲	۰/۱۱۴	۰/۱۸۳	۰/۱۴۴	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۰۸	۰/۲۱۴	۰/۱۳۳	۰/۳۳۸
	۱/۰۵۱	۰/۷۱۱	۰/۹۲۹	۰/۹۹۸	۰/۹۹۱	۰/۹۱۲	۰/۹۹۱	۰/۹۸۲	۰/۹۰۴	۱/۰۶۹
T۵	۰/۱۰۲	۰/۰۶۳	۰/۱	۰/۱۱۵	۰/۰۳۳	۰/۰۱۰۱	۰/۰۹۴	۰/۰۹۱	۰/۰۶۹	۰/۱۱۳
	۰/۳۴۵	۰/۱۵۶	۹/۳۲۵	۰/۲۶۱	۰/۱۳۷	۰/۲۲۷	۰/۲۳۵	۰/۲۲۱	۰/۱۹	۰/۲۵۹
	۱/۱۳۲	۰/۷۹۷	۱/۰۱۲	۱/۶۳	۰/۹۷۷	۱/۰۰۹	۱/۰۶۶	۱/۰۴۶	۰/۹۷۲	۱/۱۴۷
T۶	۰/۰۳۹	۰/۰۰۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۲	۰/۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	۰/۰۲۲	۰/۰۶۴
	۰/۱۳۸	۰/۰۵۸	۰/۱۲	۰/۱۵۲	۰/۱۱۸	۰/۰۷	۰/۱۰۹	۰/۱	۰/۱	۰/۱۶۴
	۰/۷۷	۰/۵۱۷	۰/۶۹۳	۰/۸۰۹	۰/۷۲۲	۰/۶۴	۰/۷۱۶	۰/۶۹۵	۰/۶۶۱	۰/۸۰۶
T۷	۰/۰۹۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۴	۰/۰۸۸	۰/۰۷۹	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۶۹	۰/۰۲۹	۰/۰۶۸
	۰/۲۰۸	۰/۰۷۷	۰/۱۴۸	۰/۲۰۸	۰/۱۵۵	۰/۱۲۵	۰/۱۰۶	۰/۱۷۷	۰/۱۲۹	۰/۱۸۸
	۰/۹۵۰	۰/۶۱۸	۰/۸۲۴	۰/۹۸۱	۰/۸۹۷	۰/۷۹۷	۰/۸۱۹	۰/۷۷۴	۰/۷۹۰	۰/۹۴۷
T۸	۰/۰۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۴۲	۰/۰۷۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱۴	۰/۰۶۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۲	۰/۰۵۸
	۰/۱۵۷	۰/۰۷۵	۰/۱۳۹	۰/۱۸۷	۰/۱۴۹	۰/۱۱۳	۰/۱۶۷	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۷
	۰/۸۶۱	۰/۵۸۰	۰/۷۷	۰/۹۰۹	۰/۸۱۳	۰/۷۴۱	۰/۸۳۲	۰/۷۴۵	۰/۷۱۸	۰/۸۸
T۹	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴
	۰/۱۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۵۲	۰/۰۸۹	۰/۰۵۲	۰/۰۷۳	۰/۰۶۶	۰/۰۵۰	۰/۰۳۴	۰/۰۷۵
	۰/۶۰۱	۰/۳۸۴	۰/۴۹۹	۰/۶۰۱	۰/۵۲۲	۰/۵۱۸	۰/۵۲۷	۰/۵۱۳	۰/۴۷۱	۰/۵۷۹
T۱۰	۰/۱۰۴	۰/۰۴۳	۰/۰۸۵	۰/۱۱	۰/۰۷۸	۰/۰۸۵	۰/۰۸۶	۰/۰۹۱	۰/۰۶۴	۰/۰۴
	۰/۲۳۹	۰/۱۳۳	۰/۲۰۴	۰/۲۴۹	۰/۲۰۲	۰/۲۰۶	۰/۲۱۱	۰/۲۱۴	۰/۱۷۸	۰/۱۵۲
	۱/۰۹	۰/۷۵	۰/۹۷۲	۱/۱۹	۱/۰۰۹	۰/۹۶۳	۱/۰۲۴	۱/۰۱	۰/۹۳۳	۱/۰۱۶

در گام بعدی با استفاده از رابطهٔ ۴ ماتریس فازی کل از حالت فازی به حالت غیرفازی در آمد. ماتریس دی‌فازی در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸. ماتریس کل دی‌فازی.

	T۱	T۲	T۳	T۴	T۵	T۶	T۷	T۸	T۹	T۱۰
T۱	۰/۲۶۵	۰/۱۹۹	۰/۳۸۳	۰/۳۹۶	۰/۴۳۱	۰/۲۷۳	۰/۳۶۵	۰/۳۰۶	۰/۲۰۹	۰/۴۱۸
T۲	۰/۱۸۶	۰/۱۲۰	۰/۲۳۵	۰/۲۴۱	۰/۲۹۳	۰/۱۵۹	۰/۱۹۵	۰/۱۸۶	۰/۱۱۰	۰/۲۶۵
T۳	۰/۲۶۸	۰/۱۸۰	۰/۲۷۸	۰/۳۴۰	۰/۳۹۰	۰/۲۴۱	۰/۲۹۱	۰/۲۷۳	۰/۱۵۱	۰/۳۶۶
T۴	۰/۳۳۲	۰/۲۱۱	۰/۴۱۵	۰/۳۳۱	۰/۴۵۰	۰/۲۹۱	۰/۳۷۱	۰/۳۴۰	۰/۱۹۹	۰/۴۳۲
T۵	۰/۲۹۳	۰/۲۰۶	۰/۳۶۸	۰/۳۷۵	۰/۳۲۱	۰/۲۴۷	۰/۳۳۷	۰/۲۹۰	۰/۱۵۸	۰/۳۷۲
T۶	۰/۲۶۹	۰/۱۹۵	۰/۳۶۴	۰/۳۲۶	۰/۳۹۱	۰/۱۹۸	۰/۲۶۹	۰/۲۴	۰/۱۶۹	۰/۳۶۵
T۷	۰/۳۲۴	۰/۱۷۴	۰/۳۵۵	۰/۳۷۴	۰/۴۰۳	۰/۲۳۹	۰/۲۶۴	۰/۳۰۸	۰/۱۶۸	۰/۳۸۳
T۸	۰/۲۹۴	۰/۱۸۳	۰/۳۶۸	۰/۳۷۷	۰/۳۹۵	۰/۲۲۷	۰/۳۲۴	۰/۲۳۶	۰/۱۵۴	۰/۳۸۲
T۹	۰/۲۷۶	۰/۱۸۰	۰/۳۱۷	۰/۳۲۸	۰/۳۵۵	۰/۲۲۱	۰/۲۶۹	۰/۲۳۳	۰/۱۳۶	۰/۳۳۸
T۱۰	۰/۳۳۹	۰/۲۲۷	۰/۴۲۴	۰/۴۱۲	۰/۴۴۴	۰/۲۹۹	۰/۳۴۸	۰/۳۱۹	۰/۱۸۶	۰/۳۴

در این مرحله ارزش آستانه‌ای با استفاده از ماتریس کل دی‌فازی تعیین شد (۰/۲۹۱)، مقادیر بیشتر از ارزش آستانه‌ای با عدد ۱ و مقادیر کمتر از ارزش آستانه‌ای با عدد ۰ نشان داده شده است. و نتایج روابط بین عوامل در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹. جدول روابط بین عوامل.

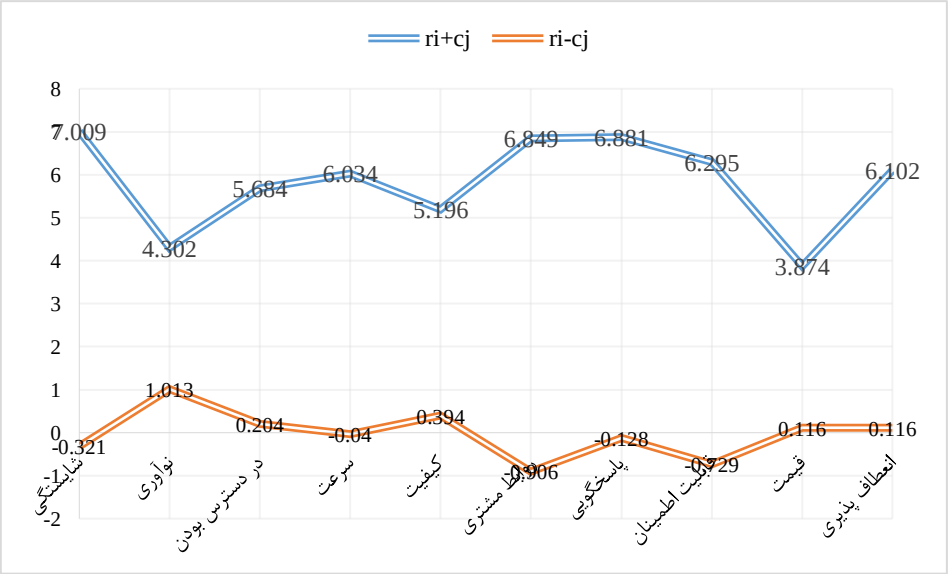
	انعطاف‌پذیری	قیمت رقابتی	قابلیت اطمینان	پاسخ گویی	روابط با مشتری	کیفیت	سرعت	در دسترس بودن	نوآوری و بروز بودن	شایستگی
انعطاف‌پذیری	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
قیمت رقابتی	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
قابلیت اطمینان	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱
پاسخگویی	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
روابط با مشتری	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱
کیفیت	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱
سرعت	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱
در دسترس بودن	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱
نوآوری و بروز بودن	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱
شایستگی	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱

در گام بعدی مجموع درایه‌های هر سطر $(\vec{r}_i)$ و ستون $(\vec{c}_j)$ با استفاده از رابطهٔ ۵ استخراج شد و مقادیر $(\vec{r}_i + \vec{c}_j)$ و $(\vec{r}_i - \vec{c}_j)$ به‌دست آمد. این یافته‌ها در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۱۰. مقادیر $(\vec{r}_i)$، $(\vec{c}_j)$، $(\vec{r}_i + \vec{c}_j)$، $(\vec{r}_i - \vec{c}_j)$.

	$\vec{r}_i$	$\vec{c}_j$	$(\vec{r}_i + \vec{c}_j)$	$(\vec{r}_i - \vec{c}_j)$
انعطاف‌پذیری	۳/۲۴۹	۲/۸۵۲	۶/۱۰۲	۰/۳۹۷
قیمت رقابتی	۱/۹۹۵	۱/۸۷۹	۳/۸۷۴	۰/۱۱۶
قابلیت اطمینان	۲/۷۸۳	۳/۵۱۲	۶/۲۹۵	-۰/۷۲۹
پاسخگویی	۳/۳۷۶	۳/۵۰۵	۶/۸۸۱	-۰/۱۲۸
روابط با مشتری	۲/۹۷۱	۳/۸۷۷	۶/۸۴۹	-۰/۹۰۶
کیفیت	۲/۷۹۵	۲/۴۰۱	۵/۱۹۶	۰/۳۹۴
سرعت	۲/۹۹۷	۳/۰۳۷	۶/۰۳۴	-۰/۰۴۰
در دسترس بودن	۲/۹۴۴	۲/۷۴۰	۵/۶۸۴	۰/۲۰۴
نوآوری و بروز بودن	۲/۶۵۸	۱/۶۴۴	۴/۳۰۲	۱/۰۱۳
شایستگی	۳/۳۴۳	۳/۶۶۵	۷/۰۰۹	۰/۳۲۱

دیاگرام روابط علت- معلولی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. دیاگرام علت و معلول.

یافته‌های جدول ۱۰ و شکل ۱ نشان می‌دهد، از آنجا که مقادیر $(\vec{r}_i - \vec{c}_j)$ متغیرهای نوآوری، در دسترس بودن، کیفیت، قیمت و انعطاف‌پذیری مثبت است، بنابراین این متغیرها در قالب متغیرهای علت دسته‌بندی می‌شود و همچنین میزان تأثیرگذاری این متغیرها به ترتیب شامل نوآوری در رتبهٔ اول (۱/۰۱۳)، کیفیت (۰/۳۹۴)، در دسترس بودن (۰/۲۰۴)، و قیمت و انعطاف‌پذیری (۰/۱۱۶) در رتبه‌های بعدی می‌شود.

همچنین این یافته‌ها نشان می‌دهد، از آنجا که مقادیر $(\vec{r}_i - \vec{c}_j)$ متغیرهای شایستگی، سرعت، روابط با مشتری، پاسخگویی و قابلیت اطمینان منفی است، بنابراین این متغیرها در قالب متغیرهای معلول دسته‌بندی می‌شود و نیز میزان تأثیر پذیری این متغیرها به ترتیب شامل روابط با مشتری (۰/۹۰۶-)، قابلیت اطمینان (۰/۷۲۹-)، شایستگی (۰/۳۲۱-)، پاسخگویی (۰/۱۲۸-)، و سرعت (۰/۰۴-) می‌شود.

مقادیر $(\vec{r}_i + \vec{c}_j)$ نیز نشان‌دهنده میزان اهمیت متغیر مورد نظر چه در قالب متغیر علت و چه در قالب متغیر معلول است. هرچه این مقدار برای متغیر مورد نظر بیشتر باشد، نشان می‌دهد آن متغیر دارای اهمیت بیشتری در چابکی زنجیرهٔ تأمین است. بنابراین، شایستگی، پاسخ‌گویی و روابط با مشتری، قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری دارای بیشترین اهمیت هستند.

همچنین در این تحقیق به منظور بررسی حساسیت متغیر وابسته چابکی زنجیرهٔ تأمین به تغییرات در متغیرهای مستقل نوآوری، در دسترس بودن، کیفیت، قیمت و انعطاف‌پذیری، شایستگی، سرعت، روابط با مشتری، پاسخ‌گویی و قابلیت اطمینان از تحلیل حساسیت استفاده شده است. براین اساس، میزان تغییرات ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی در تک تک متغیرهای مستقل و تأثیر آن بر متغیر وابسته مورد بررسی قرار گرفته است. این یافته‌ها در جدول ۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱۱. تحلیل حساسیت متغیرهای مستقل و وابسته.

چابکی زنجیرهٔ تأمین (مقدار جدید)			چابکی زنجیرهٔ تأمین (مقدار فعلی)	درصد تغییر متغیرهای مستقل			مقدار فعلی	متغیر مستقل
سناریوی ۳۰ درصد	سناریوی ۲۰ درصد	سناریوی ۱۰ درصد		۳۰	۲۰	۱۰		
(٪۳/۳)۳۰/۰۸۵	(٪۲/۲)۲۹/۷۶	(٪۱/۱)۲۹/۴۳۵	۲۹/۱۱۱	۴/۲۲۳	۳/۸۹۸	۳/۵۷۳	۳/۲۴۹	انعطاف‌پذیری
(٪۲)۲۹/۷۰۹	(٪۱/۳)۲۹/۵۱	(٪۰/۶)۲۹/۳۱		۲/۵۹۳	۲/۳۹۴	۲/۱۹۴	۱/۹۹۵	قیمت رقابتی
(٪۲/۸)۲۹/۹۴۵	(٪۱/۹)۲۹/۶۶۷	(٪۰/۹)۲۹/۳۸۹		۳/۶۱۷	۳/۳۳۹	۳/۰۶۱	۲/۷۸۳	قابلیت اطمینان
(٪۳/۴)۳۰/۱۲۳	(٪۲/۳)۲۹/۷۸۶	(٪۱/۱)۲۹/۴۴۸		۴/۳۸۸	۴/۰۵۱	۳/۷۱۳	۳/۳۷۶	پاسخگویی
(٪۳)۳۰/۰۰۲	(٪۲)۲۹/۷۰۵	(٪۱)۲۹/۴۰۸		۳/۸۶۲	۳/۵۶۵	۳/۲۶۸	۲/۹۷۱	روابط با مشتری
(٪۲/۸)۲۹/۹۴۹	(٪۱/۹)۲۹/۶۷	(٪۰/۹)۲۹/۳۹		۳/۶۳۳	۳/۳۵۴	۳/۰۷۴	۲/۷۹۵	کیفیت
(٪۳)۳۰/۰۱	(٪۲)۲۹/۷۱	(٪۱)۲۹/۴۱		۳/۸۹۶	۳/۵۹۶	۳/۲۹۶	۲/۹۹۷	سرعت
(٪۳)۲۹/۹۹۴	(٪۲)۲۹/۶۹۹	(٪۱)۲۹/۴۰۵		۳/۸۲۷	۳/۵۳۲	۳/۲۳۸	۲/۹۴۴	در دسترس بودن
(٪۲/۷)۲۹/۹۰۸	(٪۱/۸)۲۹/۶۴۲	(٪۰/۹)۲۹/۳۷۶		۳/۴۵۵	۳/۱۸۹	۲/۹۲۳	۲/۶۵۸	نوآوری و بروز بودن
(٪۳/۴)۳۰/۱۱۳	(٪۲/۲)۲۹/۷۷۹	(٪۱/۱)۲۹/۴۴۵		۴/۳۴۵	۴/۰۱۱	۳/۶۷۷	۳/۳۴۳	شایستگی

یافته‌های جدول ۱۱ نشان می‌دهد که به ازای ۱۰، ۲۰ یا ۳۰ درصد تغییر در متغیر مستقل (به‌طور جداگانه) چند درصد میزان متغیر وابسته چابکی زنجیرهٔ تأمین تغییر می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری

چابک‌سازی زنجیرهٔ تأمین در صنایع مختلف برای مواجهه با شرایط متلاطم و متغیر محیطی کلیدی است. در این تحقیق با استفاده از رویکرد DEMATEL فازی عوامل چابکی زنجیرهٔ تأمین در صنعت نفت و گاز استان خوزستان شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که عوامل انعطاف‌پذیری، قیمت رقابتی، کیفیت، در دسترس بودن و نوآوری و بروز بودن در گروه متغیرهای علت قرار می‌گیرند. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که عوامل قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، سرعت و شایستگی در گروه متغیرهای معلول قرار می‌گیرند. نتایج نشان داد انعطاف‌پذیری با عوامل قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، سرعت، در دسترس بودن و شایستگی رابطهٔ مستقیم دارد. قیمت تنها با روابط با مشتری رابطه دارد. قابلیت اطمینان با پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، سرعت و شایستگی رابطه دارد. پاسخ‌گویی با عوامل انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، روابط با مشتری، کیفیت، سرعت، در دسترس بودن و شایستگی رابطه دارد. روابط با مشتری با عوامل انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، سرعت و شایستگی رابطه دارد. کیفیت با عوامل قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری و شایستگی رابطه دارد. سرعت با عوامل انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، در دسترس بودن و شایستگی رابطه دارد. در دسترس بودن با انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، سرعت و شایستگی رابطه دارد. نوآوری

با عوامل قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، و شایستگی رابطه دارد. شایستگی نیز با عوامل انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، کیفیت، سرعت و در دسترس بودن رابطه دارد. همچنین عوامل شایستگی، پاسخ‌گویی، روابط با مشتری، قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری و سرعت دارای اهمیت بیشتری در چابکی زنجیرهٔ تأمین نسبت به عوامل در دسترس بودن، کیفیت، نوآوری و قیمت بودند. یافته‌های تحلیل حساسیت نیز نشان داد به ازای ۱۰ درصد تغییر در متغیر مستقل انعطاف‌پذیری، یا پاسخ‌گویی یا شایستگی ۱/۱ درصد میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین افزایش می‌یابد. همچنین به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل قیمت میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۰/۶ درصد تغییر می‌یابد. به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل قابلیت اطمینان میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۰/۹ درصد افزایش می‌یابد. به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل روابط با مشتری میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۱ درصد افزایش می‌یابد. همچنین به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل کیفیت میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۰/۹ درصد تغییر می‌یابد. به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل سرعت میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۱ درصد افزایش می‌یابد. همچنین به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل در دسترس بودن میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۱ درصد تغییر می‌یابد. همچنین به ازای ۱۰درصد تغییر در متغیر مستقل نوآوری و بروز بودن میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین ۰/۹ درصد افزایش می‌یابد. بارو (۲۰۱۱) نیز هم‌راستای با یافته‌های تحقیق بیان می‌کند که چابکی زنجیرهٔ تأمین از متغیرهای پاسخ‌گویی مشتری و هزینه و کیفیت، (ال-تاوی و گالیر، ۲۰۱۲) بیان کردند که چابکی زنجیرهٔ تأمین شامل انعطاف‌پذیری، نوآوری، سرعت و کیفیت می‌شود.

براساس یافته‌های تحقیق پیشنهاد می‌شود:

- از آنجایی که انعطاف‌پذیری تأثیر بسیار زیادی بر چابکی زنجیرهٔ تأمین دارد، به مدیران زنجیرهٔ تأمین شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش‌های مختلف همچون در نظر گرفتن سناریوهای مختلف برای مواجهه با شرایط متغیر محیطی (همچون پیش‌بینی نیاز به مواد اولیه) میزان انعطاف‌پذیری زنجیرهٔ تأمین شرکت را افزایش دهند.
- از آنجایی که پاسخ‌گویی تأثیر بسیار زیادی بر چابکی زنجیرهٔ تأمین دارد، به مدیران زنجیرهٔ تأمین شرکت-های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش‌های مختلف همچون نیروی انسانی متعهد میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین شرکت را افزایش دهند.
- از آنجایی که شایستگی تأثیر بسیار زیادی بر چابکی زنجیرهٔ تأمین دارد، به مدیران زنجیرهٔ تأمین شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش‌های مختلف همچون به‌کارگیری نیروی انسانی شایسته در کار و تشویق فعالیت‌های شایسته‌سالاری و شایسته‌گزینی میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین شرکت را افزایش دهند.
- از آنجایی که روابط با مشتری و سرعت تأثیر بسیار زیادی بر چابکی زنجیرهٔ تأمین دارد، به مدیران زنجیرهٔ تأمین شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌شود با سرعت بخشیده به فعالیت‌ها و مشتری‌پسند نمودن کارها و برقراری ارتباط مؤثر و کارآمد با مشتریان میزان چابکی زنجیرهٔ تأمین شرکت را افزایش دهند.

References

Ahmad, S., & Schroeder, R. G. (2002). Dimensions of competitive priorities: Are they clear, communicated, and consistent? *Journal of Applied Business Research*, *18*(1), 77-86. https://doi.org/10.19030/jabr.v18i1.2102

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

Al Humdan, E., Shi, Y., Behnia, M., & Najmaei, A. (2020). Supply chain agility: a systematic review of definitions, enablers and performance implications. *International Journal*

of Physical Distribution & Logistics Management, *50*(2), 287-312. https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2019-0192

Alavi, S. H., Mohmmadi, F., Darvishi, A., & Rahmani, N. (2020). The mediating role of innovation on the impact of market orientation on the performance of private clubs. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *17*(3), 195-210. https://doi.org/10.48301/kssa.2020.124672

Aliakbari, S., Vafaie, F., Namayan, F., & Seidi, M. (2019). Investigating Factors Affecting Supply Chain Agility and Creating Competitive Advantage in Public Hospitals in Ilam Province. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, *27*(3), 37-46. https://doi.org/10.29252/sjimu.27.3.37

Ambe, I. M. (2009). Agile supply chain: strategy for competitive advantage. *Journal of Global Strategic Managemen*, *4*(1), 5-17. https://doi.org/10.20460/JGSM.2010415835

Aprilia, A., Laili, F., Setyowati, P. B., & Waringga, K. F. (2020, August 25). *The effect of supplier innovation on supply chain agility: Evidence from coffee shops in Malang area*. Institute of Physics Conference Series: Earth and Environmental Science 733, Malang, Indonesia. https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012059

Barve, A. (2010, December 28-30). *Impact of supply chains agility on customer satisfaction* 2010 international conference on e-business, management and economics, Hong Kong, China. http://www.ipedr.com/vol3/66-M10064.pdf

Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. D. U., & Şahin, C. (2013). Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection. *Expert Systems with Applications*, *40*(3), 899-907. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.046

Boubaker, S., Jemai, Z., Sahin, E., & Dallery, Y. (2019, February 19-21). *Supply Chain Agility: Review of Situations.* Proceedings of the 8th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, Prague, Czech Republic. https://doi.org/10.5220/0007351602700276

Chan, A. T. L., Ngai, E. W. T., & Moon, K. K. L. (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

Charles, A., Lauras, M., & Van Wassenhove, L. (2010). A model to define and assess the agility of supply chains: building on humanitarian experience. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *40*(8/9), 722-741. https://doi.org/10.1108/09600031011079355

Chima, M., & Hills, D. (2011). Supply-Chain Management Issues In The Oil And Gas Industry. *Journal of Business & Economics Research*, *5*(6), 27-36. https://doi.org/10.19030/jber.v5i6.2552

Do, Q. N., Mishra, N., Wulandhari, N. B. I., Ramudhin, A., Sivarajah, U., & Milligan, G. (2021). Supply chain agility responding to unprecedented changes: empirical evidence from the UK food supply chain during COVID-19 crisis. *Supply Chain Management: An International Journal*, *26*(6), 737-752. https://doi.org/10.1108/SCM-09-2020-0470

Dubey, R., Bryde, D. J., Foropon, C., Graham, G., Giannakis, M., & Mishra, D. B. (2022). Agility in humanitarian supply chain: an organizational information processing perspective and relational view. *Annals of Operations Research*, *319*(1), 559-579. https://doi.org/10.1007/s10479-020-03824-0

El-Tawy, N., & Gallear, D. (2012, June 7-8). *Exploring the supply chain agility attributes in fast moving consumer goods industry: A case study in the Middle East.* European,

Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems 2012, Munich, Germany. https://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/8448

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

Gamboa Bernal, J. P., Orjuela Castro, J. A., & Moreno Mantilla, C. E. (2020). The sustainable supply chain: Concepts, optimization and simulation models, and trends. *Ingeniería*, *25*(3), 355-377. https://doi.org/10.14483/23448393.16926

Gligor, D. M. (2013). *The concept of supply chain agility: Conceptualization, antecedents, and the impact on firm performance* [PhD, University of Tennessee]. Knoxville, Tennessee, United States. https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/1722/

Hosseinpour, M., Jamshidi, M. J., Mohamadifar, Y., & Behvar, S. (2021). Investigating the effect of strategic innovation on innovative performance with the role of the moderator of the business environment (Case study: small and medium companies in Kermanshah). *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *17*(5), 187-206. https://doi.org/10.48301/kssa.2021.128450

Jamshidiantehrani, M., Ahmadzadeh, A., Rahimisadr, M., & Abdolmohammadi, M. (2020). Identifying and Prioritizing the Factors Affecting the Agility of the Supply Chain of Pharmaceutical Company using Multi-Criteria Decision-Making Methods in COVID-19 Pandemic. *Systematic Reviews in Pharmacy*, *11*(7), 371-381. https://doi.org/10.31838/srp.2020.7.56

Jindal, A., Sharma, S. K., Sangwan, K. S., & Gupta, G. (2021). Modelling Supply Chain Agility Antecedents Using Fuzzy DEMATEL. *Procedia CIRP*, *98*(2), 436-441. https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.130

Lin, C-J., & Wu, W-W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, *34*(1), 205-213. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.08.012

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. https://eajournals.org/ejlpscm/vol-5-issue-3-july-2017/supply-chain-flexibility-agility-firm-performance/

Malina, S. (2019). *Supply chain complexity: a case study in the drive and control industry* [Doctoral, WHU-Otto Beisheim School of Management]. Vallendar, Germany. https://opus4.kobv.de/opus4-whu/frontdoor/index/index/docId/754

Moniruzzaman, M., Kurnia, S., Parkes, A., & Maynard, S. B. (2016, November 30-December 4). *Business intelligence and supply chain agility* Australasian Conference on Information Systems 2015 Proceedings, Adelaide, South Australia. https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.03511

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://doi.org/10.22068/ijiepr.30.3.353

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

Seker, S., & Zavadskas, E. K. (2017). Application of Fuzzy DEMATEL Method for Analyzing Occupational Risks on Construction Sites. *Sustainability*, *9*(11), 2083. https://doi.org/10.3390/su9112083

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

Wu, K-J., Tseng, M-L., Chiu, A. S. F., & 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

Yusra, A., & Abdulaziz, A. (2021). The relationship between supply chain agility and organizational performance in ksa. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*, *18*(15), 266-271. https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/8333

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Musa, A., Dauda, M., El-Berishy, N. M., & Cang, S. (2014). A relational study of supply chain agility, competitiveness and business performance in the oil and gas industry. *International Journal of Production Economics*, *147*(1), 531-543. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.10.009