**Research in Production and Operations Management**
**University of Isfahan E-ISSN: 2981-0329**
Vol. 15, Issue 2, No. 37, Summer 2024
https://doi.org/10.22108/pom.2024.141101.1551

**(Research paper)**

# Evaluating the Cellophane Production Supply Chain Using Multi-Criteria Decision-Making Approaches

**Ahmad Jafarnejad** *
Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran, jafarnjd@ut.ac.ir
**AmirMohammad Khani**
Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran, amir.mo.khani@ut.ac.ir

**Purpose:** The supply chain of cellophane includes an independent set of parts whose relationship has to be properly managed to ascertain efficiency, performance, and sustainability. This research aims to provide detailed information regarding the cellophane supply chain and, using the Supply Chain Operations Reference model, act as a benchmark to enhance the adaptability and growth of the supply chain. Therefore, it can help the cellophane supply chain to remove its performance gap.

**Design/methodology/approach:** Interpretive Structural Modelling (ISM) has been used along with the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) approaches, supported by the Analytic Network Process (ANP). ISM has been applied to analyze the interdependencies among different components of the supply chain; DANP has been implemented to prioritize the processes of the supply chain and potential suppliers. An investigation has been also performed on the intensity of influence and dependence among various methods in the supply chain.

**Findings:** Findings indicated that the current market, demand, and competition are the biggest known factors impacting supply chain management. While this is more about learning the present state of the market, it is also important to realize future trends, customer needs, and competition. It includes information on marketing research, customer surveys, and competitive studies. A five-level hierarchical structure of the supply chain processes is reported, with levels one and five as the key drivers. The first level is wherein the market understanding, customer demand, and competitor

* Corresponding author
2981-0329 / © University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

practices are known. The fifth level involves the identification of potential risks and working out strategies to mitigate the risks. This level is all about active risk management. This involves developing ways through which contingency plans and strategies can be drafted to ensure the impact of the identified potential hazards is reduced. This level is so critical because it has a tremendous impact on performance and sustainability in the supply chain. Identifying potential risks and formulating strategies to reduce them are seen as independent variables with enormous impacts on other processes. These are very important processes as they could affect the effectiveness and efficiency of the entire chain. Both require careful management and continuous improvement to guarantee the smooth operation of the chain.

**Research limitations/implications:** This study concentrated on possible constraints due to supply chain complexity and market changes. Since the cellophane supply chain is dependent on several factors, further research on optimization methods and improvement of decision-making processes can lead to more effective operational results.

**Practical implications:** Findings are likely to give insight into the supply chain of cellophane, with an understanding of the market, customer demand, and competitive landscape. It also goes on to highlight potential risks, and the strategies formulated to reduce them. The use of the DANP technique helped rank the supply chain processes and identify potential suppliers, hence assisting in the effective allocation of needed resources such as materials, labour, and capital. This will assist those individuals concerned with the cellophane supply chain in the process of planning and making strategic decisions. This study contributes to the knowledge of SCM since it has elicited how much one needs to understand the market, manage risks, and ensure compliance.

**Social implications:** Given the significance of sustainability and the need to lessen effects in the packaging sector, this study seeks to enhance procedures and mitigate risks, within the cellophane supply chain. Such efforts aim to safeguard the environment and uphold accountability.

**Originality/value:** This study presented a comprehensive analysis and optimization of the cellophane supply chain using ISM and MCDM approaches. The new integrated approach of ISM and DANP helps to improve management processes and reduce supply chain risks.

**Keywords:** Cellophane production supply chain, SCOR model, ISM-DANP, Identification of potential risks, Performance improvement

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۵، شماره ۲، پیاپی ۳۷، تابستان ۱۴۰۳
دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴ ص ۱۰۷-۱۳۰
https://doi.org/10.22108/pom.2024.141101.1551

**(مقالهٔ پژوهشی)**

# ارزیابی زنجیرهٔ تأمین تولید سلفون با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

**احمد جعفرنژاد*[۱]، امیرمحمد خانی [۲]**

۱- استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران، jafarnjd@ut.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران، amir.mo.khani@ut.ac.ir

**چکیده:** زنجیرهٔ تأمین سلفون، یک شبکهٔ پیچیده از اجزای وابسته به هم است که ترجیحاً به مدیریت محتاطانه برای اطمینان از کارایی عملیاتی، عملکرد و پایداری نیاز دارد. زنجیرهٔ تأمین سلفون به‌طور جامع با استفاده از مدل مرجع عملیات زنجیرهٔ تأمین (***SCOR***)، به‌عنوان یک ابزار معیار در این مطالعه تحلیل می‌شود. این مطالعه از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (***ISM***) و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (***DEMATEL***) براساس فرآیندهای شبکهٔ تحلیلی (***DANP***) برای بررسی وابستگی‌های متقابل در اجزای زنجیرهٔ تأمین، رتبه‌بندی فرآیندها و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه استفاده می‌کند. یافته‌ها بر اهمیت درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی تأکید می‌کنند. این مستلزم درک خواسته‌های مشتری، دیدن روندهای نوظهور و پیشی‌گرفتن از رقباست. پنج سطح، ساختار سلسله‌مراتبی فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین را تشکیل می‌دهند. سطح بالا و سطح پایین، به‌عنوان سطوح مهم برجسته می‌شوند. موضوعاتی ازجمله درک بازار، نیازهای مشتری و استراتژی‌های رقابتی در سطح اول پوشش داده شده است. سطح پنجم نیز شامل شناسایی ریسک‌های احتمالی و توسعهٔ استراتژی‌های کاهش ریسک است که طرح‌ها و استراتژی‌های کاهش احتمالی را در بر می‌گیرد و بنابراین خطرات بالقوه را به حداقل می‌رساند. این عملیات، نقش مهمی در نحوهٔ عملکرد این سرویس دارد و لازم است با احتیاط انجام شود و بهبود یابد. این مطالعه بر اهمیت درک بازار، کنترل ریسک‌ها و بررسی انطباق تأکید می‌کند. تکنیک ***DANP*** در تعیین موقعیت فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین مختلف و یافتن تأمین‌کنندگان بالقوه، در عین حال کارآمدترکردن فرآیند تخصیص منابع کمک بزرگی کرده است. این تجزیه و تحلیل یک منبع ارزشمند برای ذی‌نفعان در زنجیرهٔ تأمین سلفون است و به برنامه‌ریزی استراتژیک و فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** زنجیرهٔ تأمین تولید سلفون، مدل ***SCOR***، ***ISM-DANP***، شناسایی ریسک‌های بالقوه، بهبود عملکرد

* نویسنده مسئول

2981-0329 / © University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## ۱- مقدمه

تولیدکنندگان، خرده‌فروشان، انبارها، تأمین‌کنندگان، حامل‌ها و دیگر شرکت‌ها همگی بخشی از زنجیرهٔ تأمین‌انـد. این فعالیت‌ها همهٔ جنبه‌های حمل‌ونقل منابع و تبدیل کالا، از مواد خام تا مصرف‌کنندهٔ نهایی، ازجمله برنامـه‌ریـزی، اجرا، نظارت و کنترل این عملیات را در بر می‌گیرد (خان و یو[۱]، ۲۰۱۹). در طول ۴۰ سال گذشته، توسعهٔ دائمـی در زنجیرهٔ تأمین وجود داشته است که سیستمی از افراد، سازمان‌ها، فعالیت‌ها، منابع و داده‌های دخیل در جابه‌جایی کالا یا خدمات از تأمین‌کننده به مشتری تعریف می‌شود (زنگ و همکاران[۲]، ۲۰۲۱). بهره‌وری و کارآیی یـک تکنیـک یـا فعالیت به‌صورت کمی یا کیفی در ارزیابی عملکرد محاسبه می‌شود (کاتبرتسون و پیوتروویچ[۳]، ۲۰۱۱). شـواهدی از تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که طراحی یک سیستم اندازه‌گیری زنجیرهٔ تأمین، یک تلاش پیچیده است و به قوانین عملی نیاز دارد (دولگی و همکاران[۴]، ۲۰۱۷).

مدل SCOR شورای زنجیرهٔ تأمین، به ارزیـابی و نظـارت بـر عملیـات زنجیـرهٔ تـأمین کمـک و امکـان تـدوین استراتژی‌های عملیاتی را براساس نتایج ارزیابی زنجیرهٔ تـأمین فـراهم مـی‌کنـد (ریکاردیـانتو و همکـاران[۵]، ۲۰۲۲). معیارهای استانداردشده، عملکرد زنجیرهٔ تأمین را ارائه می‌کند و معیاری برای سـازمان‌هـا بـرای ارزیـابی عملکـرد و تعیین اهداف استراتژیک است (ریکاردیانتو و همکـاران ، ۲۰۲۲). ادغـام رویکردهـای کمـی بـا مـدل انـدازه‌گیـری عملکرد SCOR، راهی برای حمایت از ارزیابی مدیریت در مقیاسی در حال گسترش مطالعه شده است. برای چنـین کاربردهایی، دربارهٔ تعدادی تکنیک ترکیبی از هوش مصنوعی و ارزیابی چندمعیاره تحقیق شده است (محرم‌خـانی و همکاران[۶]، ۲۰۱۷). برای بهبود سطوح پاسخگویی و بهره‌وری، هر سازمان زنجیرهٔ تأمین باید یک سیستم اندازه‌گیری عملکرد را برای هر رویهٔ خاص راه‌اندازی کند. این ابزارها تضمین مـی‌کننـد کـه اهـداف آنهـا بـرآورده مـی‌شـود و روندهای آنها همچنان بهبود می‌یابد. مطالعهٔ تالوکدر و تریپاتی[۷] (۲۰۲۱) بر اهمیت سیستم‌های اطلاعاتی در مدیریت زنجیرهٔ تأمین برای اهـداف اسـتراتژیک، بهبـود عملکـرد، تسـهیل اشـتراک‌گـذاری اطلاعـات سـهامداران و توسـعهٔ استراتژی‌های تجاری رقابتی در بازار، در کارخانه‌های تولید سلفون تأکید می‌کند.

زنجیرهٔ تأمین سلفون به‌دلیل خواص منحصر به فرد و سازگاری با نوسانات بازار، برای صـنایع مختلـف حیـاتی است. با تأکید روزافزون بر مواد بسته‌بندی پایدار، تولیدکنندگان به‌طور مداوم در حال بررسی راه‌هایی بـرای افـزایش کارایی تولید با حفظ استانداردهای زیست محیطی‌اند (سیلانپا[۸]، ۲۰۱۱). نوآوری‌ها در تجهیزات اکستروژن، عملیـات شیمیایی و فرآیندهای کنترل کیفیت، کارایی را بهبود می‌بخشد. دیجیتالی‌سازی و تجزیه و تحلیـل داده‌هـا همچنـین زنجیرهٔ تأمین را تقویت و امکان نظارت در زمان واقعی و شناسایی فعال مشکلات بالقوه را فراهم می‌کنـد (وانـگ و همکاران[۹]، ۲۰۲۲). این سیستم پیچیده شامل تأمین مواد اولیه، کنترل کیفیت، بسته‌بندی و توزیـع اسـت کـه تضـمین می‌کند سلفون یک راه‌حل بسته‌بندی باارزش و پایدار باقی می‌ماند (شیخ و همکاران[۱۰]، ۲۰۲۱). زنجیرهٔ تأمین شـامل تولیدکنندگان، خرده‌فروشان، انبارها، تأمین‌کنندگان و حاملان، برای جریان کالا و خدمات بسیار مهم اسـت (خـان و زمان[۱۱]، ۲۰۲۳).

هدف این مقاله، تحلیل و بررسی جامع زنجیرهٔ تأمین سلفون با استفاده از مدل مرجع عملیـات زنجیـرهٔ تـأمین (SCOR) به‌منظور بهبود کارایی عملیاتی، عملکرد و پایداری است. این مطالعه با بهره‌گیری از مدل‌سـازی سـاختاری

تفسیری (ISM)، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (DEMATEL) و فرآیندهای شبکهٔ تحلیلی (DANP)، وابستگی‌های متقابل اجزای زنجیرهٔ تأمین، رتبه‌بندی فرآیندها و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه را بررسی می‌کند. هدف نهایی این است که ازطریق درک بازار، نیازهای مشتری و چشم‌انداز رقابتی، کنترل ریسک‌ها و بهبود فرآیند تخصیص منابع، برنامه‌ریزی استراتژیک و فرآیندهای تصمیم‌گیری برای ذی‌نفعان در زنجیرهٔ تأمین سلفون تسهیل شود.

## ۲- پیشینهٔ پژوهش

هدف از بررسی مطالعات گذشته، مطابق با جدول ۱ برای بررسی چالش‌ها با استفاده از مدل‌های تحلیلی پیشرفته برای شناسایی توانمندی‌ها و ضعف‌های کلی زنجیرهٔ تأمین مبتنی بر مدل SCOR است.

**جدول ۱- پیشینهٔ پژوهش**

**Table 1- Research background**

| نویسندگان | عنوان مقاله | نتایج | زمینهٔ مطالعاتی |
|---|---|---|---|
| ترابی و نصرتی[۱۲] (۱۴۰۲) | ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ تأمین براساس معیارهای SCOR | این تحقیق امکان اندازه‌گیری عملکرد زنجیرهٔ تأمین را با استفاده از مدل SCOR فراهم می‌کند و بینش‌هایی را برای تحلیل شکاف بین سطوح عملکرد مورد انتظار و فعلی به مدیران ارائه می‌دهد. | شرکت خالص‌سازان روی زنجان |
| راضی خانقاه و کردی[۱۳] (۱۴۰۰) | نظام ارزیابی عملکرد پایدار مبتنی بر مدل اسکور | فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین شرکت سیمان سپاهان نقش مهمی در ارتقای پایداری در جامعه، محیط‌زیست و اقتصاد دارد و نیازمند شناسایی معیارهای مؤثر برای مدیریت و سیاست‌گذاری است. | شرکت سیمان سپاهان |
| کیریش و همکاران[۱۴] (۲۰۱۹) | یک پیشنهاد روش‌شناسی برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده: روش DEMATEL فازی با مدل SCOR یکپارچه | این مطالعه رویکرد مدل پایداری یکپارچه SCOR را برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده با استفاده از روش فازی DEMATEL، تحلیل روابط علی و اولویت‌بندی معیارها براساس سطح تأثیر پیشنهاد می‌کند. | شرکت‌های تولیدی |
| تسانگ و همکاران[۱۵] (۲۰۱۹) | مروری بر پیشینهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز: روندها و چالش‌های آینده | تحقیقات مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، روند کاهشی را در محرک‌ها و موانع نشان می‌دهد، اما روند رو به رشدی در مدل‌های بهینه‌سازی ریاضی برای بهبود تصمیم‌گیری و عملکرد محیطی دارد. | مقالهٔ مروری |
| روئل و همکاران[۱۶] (۲۰۲۱) | بقای زنجیرهٔ تأمین: مفهوم‌سازی، اندازه‌گیری و اعتبارسنجی زنجیرهٔ تأمین | زنجیرهٔ تأمین یک ساختار سلسله‌مراتبی و چند بعدی است که تحت تأثیر ساختارهای سازمانی، منابع، قابلیت‌های طراحی پویا و جنبه‌های عملیاتی قرار دارد و پیکربندی مجدد پویا یک ویژگی اصلی است. | صنایع تولیدی |
| گوا و وو[۱۷] (۲۰۲۲) | ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ تأمین پایدار اجتماعی با استفاده از ترکیبی فازی | رویکرد پیشنهادی که با تجزیه و تحلیل داده‌ها و مطالعهٔ موردی پشتیبانی می‌شود، برنامه‌ریزی و توزیع و تحویل تقاضا را به‌عنوان ابعاد مهم اقتصادی و اجتماعی، اولویت‌بندی می‌کند. | شرکت‌های تولیدی |
| تسای و همکاران[۱۸] (۲۰۲۳) | به‌کارگیری یک مدل ترکیبی MCDM برای ارزیابی شیوه‌های مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز | تغییرات سازمانی بیشترین تأثیر را بر اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز دارد و تخصیص منابع و بهینه‌سازی گسترش بازار مهم‌ترین معیارها هستند. | شرکت‌های صنعتی |

## ۳- مبانی نظری

### شناسایی سطوح، عمق و فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین مطالعه‌شده مبتنی بر مدل اسکور

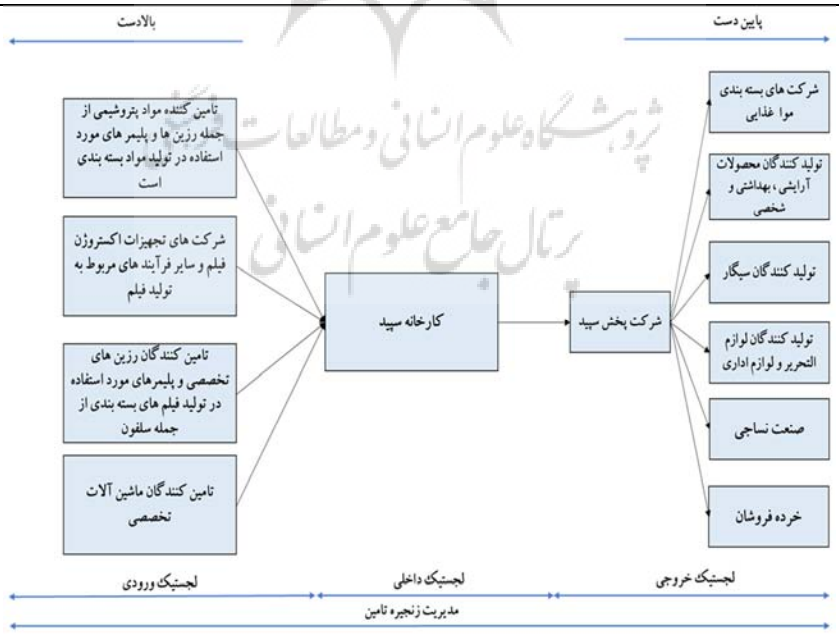
«سطح» در مدیریت زنجیرهٔ تأمین به مرحلهٔ خاصی در فرآیند انتقال محصول از تولید به مصرف‌کنندهٔ نهایی اشاره دارد که شامل فعالیت‌هایی مانند منبع‌یابی، تولید، پردازش، توزیع یا خرده‌فروشی است (جنکینز[۱۹]، ۲۰۲۳). مدیریت مؤثر زنجیرهٔ تأمین نیاز به هماهنگی بین سطوح مختلف ازجمله تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتریان برای اطمینان از جریان روان‌کالاها، اطلاعات و امور مالی دارد (فریجه و همکاران[۲۰] ۲۰۲۲).

«عمق» در مدیریت زنجیرهٔ تأمین به پیچیدگی و یکپارچگی عمودی در هر مرحله ازجمله تأمین‌کنندگان، واسطه‌ها و فرآیندها اشاره دارد. این نشان‌دهندهٔ کنترل یک شرکت بر زنجیرهٔ تأمین خود، از مواد اولیه تا تحویل محصول نهایی است (لطفی و همکاران[۲۱]، ۲۰۲۳). عمق در یک زنجیرهٔ تأمین، انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد، اما پیچیدگی و نقاط شکست احتمالی را نیز افزایش می‌دهد و بر مدیریت ریسک و کارایی عملیاتی تأثیر می‌گذارد.

**جدول ۲- سطح و عمق زنجیرهٔ تأمین تولید سلفون مبتنی بر مدل SCOR(براساس نظرات خبرگان)**

**Table 2- The level and depth of the cellophane production supply chain based on the SCOR model (based on experts' opinions)**

| سطح | عمق |
|---|---|
| تأمین موادا ولیه: جنگل‌ها یا مزارع پنبه برای سلولز | شامل ارائه‌دهندگان مختلف موادخام، حمل‌ونقل و جابه‌جایی‌های واسطه است. |
| پردازش مواد: فرآوری سلولز | شامل تکنیک‌های مختلف پردازش، تأمین‌کنندگان مواد شیمیایی و کنترل‌کننده‌های محصول میانی است. |
| سلفون‌سازی: کارخانهٔ تولید سلفون | شامل مراحل مختلف تولید سلفون، تأمین‌کنندگان ماشین‌آلات و تجهیزات مختلف و فرآیندهای کنترل کیفیت است. |
| بسته‌بندی و توزیع: تأسیسات بسته‌بندی و مراکز توزیع | شامل تأمین‌کنندگان بسته‌بندی، شرکت‌های لجستیک و شبکه‌های توزیع می‌شود. |
| کاربران نهایی: مشاغل و مصرف‌کنندگان سلفون | بسته به صنایع و مصرف‌کنندگانی که از سلفون استفاده می‌کنند، بسیار متفاوت است. |




**شکل ۱- شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین کارخانهٔ تولید سلفون مبتنی بر مدل هریسون و ون هوک۲۲ (۲۰۰۸)**

**Fig. 1- The supply chain network of the cellophane factory based on the model of Harrison and Van Hoek (2008)**

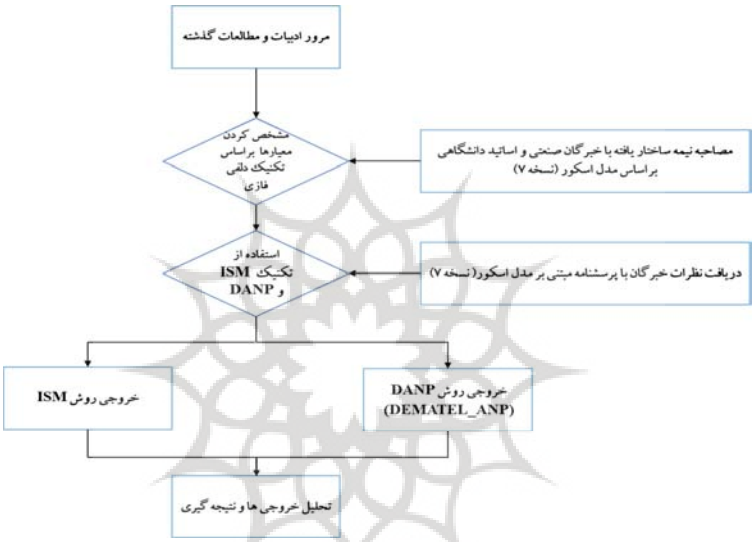
**جدول ۳- زیربخش‌های مدل اسکور در سطح سوم زیرفرآیندهای زنجیرهٔ تأمین سلفون**

**Table 3- The sub-sections of the score model at the third level of the cellophane supply chain sub-processes**

| کلان‌فرآیند | سطح دوم مرتبط | عنوان زیر فرآیند سطح سه | علامت اختصاری |
|---|---|---|---|
| برنامه ریزی | تحلیل بازار | درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی. | C1 |
| | پیش‌بینی تقاضا | پیش‌بینی تقاضای آتی برای همسوکردن سطح تولید و موجودی. | C2 |
| | برنامه‌ریزی ظرفیت | تعیین ظرفیت تولید لازم برای تأمین تقاضای پیش‌بینی‌شده. | C3 |
| | تخصیص منابع | تخصیص مؤثر منابع مورد نیاز مانند مواد، نیروی‌کار و سرمایه. | C4 |
| | طراحی زنجیرهٔ تأمین | توسعهٔ ساختار زنجیرهٔ تأمین کارآمد و مؤثر، شامل انتخاب تأمین‌کننده و برنامه‌ریزی لجستیک. | C5 |
| | مدیریت ریسک | شناسایی ریسک‌های بالقوه و تدوین استراتژی‌هایی برای کاهش آنها. | C6 |
| | انطباق و مقررات | اطمینان از مطابقت عملیات زنجیرهٔ تولید و تأمین با قوانین، مقررات و استانداردهای صنعت مربوطه. | C7 |
| منبع یابی | شناسایی و انتخاب تامین کننده | تحقیق و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه‌ای که مواد اولیهٔ موردنیاز برای تولید سلفون مانند سلولز، مواد شیمیایی و دیگر ورودی‌های ضروری را تهیه کنند. | C8 |
| | مذاکره و مدیریت قراردادها | شناسایی تأمین‌کنندگان و مذاکره برای قرارداد با آنها مستلزم حصول اطمینان از رعایت شرایطی مانند قیمت‌گذاری، زمان‌بندی تحویل و استانداردهای کیفیت در طول رابطه است. | C9 |
| | تضمین و کنترل کیفیت | این فرآیند شامل تنظیم و حفظ استانداردهای کیفیت برای مواد خام، شامل بررسی و ممیزی منظم برای اطمینان از مطابقت آنها با استانداردهای لازم برای تولید سلفون است. | C10 |
| | مدیریت ارتباط با تأمین کننده | این فرآیند شامل مدیریت و بهینه‌سازی روابط تأمین‌کننده ازطریق ارتباطات، نظارت بر عملکرد، حل تعارض و همکاری برای بهبود مستمر و همسویی استراتژیک است. | C11 |
| ساخت | برنامه‌ریزی تولید | شامل تعیین جدول زمانی و زمانبندی تولید براساس پیش‌بینی تقاضا، در دسترس بودن منابع و قابلیت‌های تولید است.. | C12 |
| | جابه‌جایی و آماده‌سازی مواد اولیه | این فرآیند شامل دریافت، ذخیره‌سازی و آماده‌سازی مواد خام مانند سلولز و مواد شیمیایی مورد نیاز برای تولید سلفون است.. | C13 |
| | اجرای تولید | فرآیند ساخت که در آن مواد خام به سلفون تبدیل می‌شود ومراحل مختلف شیمیایی و مکانیکی را در بر می‌گیرد. | C14 |
| | مدیریت تعمیر و نگهداری و تجهیزات | شامل نگهداری و مدیریت منظم ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده‌شده در فرآیند تولید برای اطمینان از کارآیی عملیاتی و به حداقل رساندن زمان خرابی است. | C15 |
| تحویل | مدیریت سفارش | این فرآیند شامل مدیریت سفارش‌های مشتری از دریافت تا پردازش است. این شامل ورود سفارش، تأیید و اطمینان از انجام سفارش با توجه به نیاز مشتری است. | C16 |
| | حمل‌ونقل و لجستیک | فرآیند برنامه‌ریزی و جابه‌جایی کالا از مرکز تولید به مشتری یا توزیع‌کننده است. | C17 |
| | خدمات و پشتیبانی مشتری | این فرآیند شامل فعالیت‌های پشتیبانی مشتری پس از خرید، ازجمله رسیدگی به سؤالات، ارائهٔ اطلاعات محصول، رسیدگی به شکایات یا برگشت‌ها و اطمینان از رضایت مشتری است. | C18 |
| بازگشت | لجستیک معکوس | این فرآیند شامل مدیریت بازگشت کالا از مشتریان به شرکت و شامل رسیدگی به حمل‌ونقل، ردیابی و دریافت اقلام برگشتی است. | C19 |
| | پردازش کالاهای برگشتی | پس از دریافت اقلام برگشتی، این فرآیند به بازرسی، مرتب‌سازی و تصمیم‌گیری دربارهٔ اقدامات بعدی این کالاها روی می‌آورد و شامل تعمیر، نوسازی، بازیافت یا دفع میشود. | C20 |

## ۴- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از روش‌های نمونه‌گیری غیراحتمالی، هدفمند و گلوله برفی استفاده شد. نظرات کارشناسان، دانشگاهیان و متخصصان در زمینهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین برای این مطالعه به‌صورت حضوری و مجازی بررسی شد. به‌منظور اجرای تکنیک دلفی فازی، در این پژوهش ۱۴ پرسش‌نامه توزیع شد که درنهایت ۱۱ نفر از متخصصان، پرسش‌نامه را تا پایان نظرسنجی تکمیل کردند. جدول ۴ مشخصات خبرگان را نشان می‌دهد. خبرگان دانشگاهی با مدل اسکور و زنجیرهٔ تأمین آشنا بودند. حداقل تحصیلات خبرگان در درجهٔ کارشناسی و همچنین حوزهٔ فعالیت آنها در زمینهٔ تولید و عملیات، بازاریابی، کیفیت و بهره‌وری و کارآفرینی بود. شایان ذکر است برای ساخت اجزای پرسش‌نامه از مدل اسکور (نسخه ۷) استفاده شده است. به‌صورت کلی روش انجام پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.




**شکل ۲- روش پژوهش**

**Fig. 2- Research method**

**جدول ۴- مشخصات خبرگان**

**Table 4- Specifications of experts**

| سمت اجرایی | سابقهٔ فعالیت | سن | تحصیلات | حوزهٔ فعالیت |
|---|---|---|---|---|
| مدیر ارشد | بین ۱۰ تا ۲۰ سال | بین ۳۰ تا ۴۰ سال | ارشد | تولید و عملیات |
| مدیر ارشد | بیش از ۲۰ سال | بیش از ۵۰ سال | کارشناسی | تولید و عملیات |
| عضو هیئت علمی دانشگاه | بیش از ۲۰ سال | بیش از ۵۰ سال | دکتری | بازاریابی |
| مدیر تولید | کمتر از ۱۰ سال | بین ۳۰ تا ۴۰ سال | کارشناسی | تولید و عملیات |
| مدیر فروش | کمتر از ۱۰ سال | بین ۳۰ تا ۴۰ سال | ارشد | بازاریابی |
| استاد دانشگاه | کمتر از ۱۰ سال | بین ۴۰ تا ۵۰ سال | دکتری | کارآفرینی |
| عضو هیئت علمی دانشگاه | بین ۱۰ تا ۲۰ سال | بیش از ۵۰ سال | دکتری | تولید و عملیات |
| مدیر میانی | بین ۱۰ تا ۲۰ سال | بیش از ۵۰ سال | ارشد | تولید و عملیات |
| عضو هیئت علمی دانشگاه | کمتر از ۱۰ سال | بین ۴۰ تا ۵۰ سال | دکتری | تولید و عملیات |
| استاد دانشگاه | بین ۱۰ تا ۲۰ سال | بین ۴۰ تا ۵۰ سال | دکتری | کیفیت و بهره‌وری |
| مدیر تولید | بیش از ۲۰ سال | بیش از ۵۰ سال | ارشد | تولید و عملیات |

فازی‌زدایی یا Defuzzification فرایندی است که در آن اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل می‌شوند. این فرایند در سیستم‌های مبتنی بر منطق فازی، مانند کنترل فازی و سیستم‌های تصمیم‌گیری فازی، بسیار مهم است. یکی از روش‌های متداول فازی‌زدایی، روش مثلثی است که در ادامه به‌صورت جامع آن را بررسی می‌کنیم (راس[۲۳]، ۲۰۱۰).

یک عدد فازی مثلثی با سه نقطهٔ اصلی تعریف می‌شود:

L: نقطهٔ کمینه(Lower bound)

M: نقطهٔ مرکزی (Peak point)

U: نقطهٔ بیشینه (Upper bound)

این سه نقطه یک مثلث را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهندهٔ توزیع احتمالی عدد فازی است. عدد فازی مثلثی به‌صورت T(L,M,U) نشان داده می‌شود.

روش مثلثی یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین روش‌های فازی‌زدایی است که شامل مراحل زیر است:

**تعیین نقاط کلیدی**: ابتدا نقاط L، M و U مشخص می‌شوند که معرف عدد فازی‌اند.

**محاسبهٔ مرکز ثقل**: برای تبدیل عدد فازی به یک عدد قطعی، مرکز ثقل مثلث محاسبه می‌شود. فرمول محاسبهٔ مرکز ثقل به‌صورت معادلهٔ ۱ است:

$$\frac{L+M+U}{3} = \textbf{Defuzzified value} \quad (۱)$$

این فرمول میانگین ساده‌ای از سه نقطهٔ اصلی عدد فازی است که به‌عنوان نماینده عدد قطعی استفاده می‌شود.

**خروجی فازی‌زدایی‌شده**: نتیجهٔ فازی‌زدایی مطابق جدول ۵، مقدار C است که نشان‌دهندهٔ یک مقدار دقیق براساس تابع عضویت فازی است.

جدول ۵- نتایج روش دلفی فازی

Table 5- Results of fuzzy Delphi method

| فرآیند | مقدار فازی L | مقدار فازی M | مقدار فازی U | مقدار قطعی | وضعیت فرآیند انتخابی | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | ۵ | ۵,۵۸۶۴۲۱ | ۷ | ۵,۸۶۲۱۴ | تأیید | ۵ |
| C2 | ۴ | ۵,۲۸۹۶۵۷ | ۷ | ۵,۴۲۹۸۸۶ | تأیید | ۱۰ |
| C3 | ۳ | ۴,۹۳۵۵۶۹ | ۷ | ۴,۹۷۸۵۲۳ | تأیید | ۱۲ |
| C4 | ۴ | ۵,۴۸۸۲۷۵ | ۷ | ۵,۴۹۶۰۹۲ | تأیید | ۸ |
| C5 | ۲ | ۳,۵۲۲۷۴۶ | ۶ | ۳,۸۴۰۹۱۵ | رد | ۲۰ |
| C6 | ۵ | ۶,۰۵۳۵۸۸ | ۷ | ۶,۰۱۷۸۶۳ | تأیید | ۱ |
| C7 | ۵ | ۵,۶۷۹۷۸۵ | ۷ | ۵,۸۹۳۲۶۲ | تأیید | ۴ |
| C8 | ۳ | ۴,۵۱۴۵۳۳ | ۷ | ۴,۸۳۸۱۷۸ | تأیید | ۱۳ |
| C9 | ۴ | ۵,۵۳۰۹۲۸ | ۷ | ۵,۵۱۰۳۰۹ | تأیید | ۷ |
| C10 | ۳ | ۴,۱۱۱۱۳۸ | ۷ | ۴,۷۰۳۷۱۳ | تأیید | ۱۴ |
| C11 | ۳ | ۴,۱۴۵۹۳۴ | ۶ | ۴,۳۸۱۹۷۸ | رد | ۱۷ |
| C12 | ۲ | ۴,۰۸۰۷۳۸ | ۷ | ۴,۳۶۰۲۴۶ | رد | ۱۸ |
| C13 | ۲ | ۳,۸۲۸۷۵۶ | ۶ | ۳,۹۴۲۹۱۹ | رد | ۱۹ |
| C14 | ۴ | ۵,۴۴۰۰۱ | ۷ | ۵,۴۸۰۰۰۳ | تأیید | ۹ |
| C15 | ۴ | ۵,۸۵۶۲۰۵ | ۷ | ۵,۹۵۲۰۶۸ | تأیید | ۳ |

| فرآیند | مقدار فازیL | مقدار فازیM | مقدار فازیU | مقدار قطعی | وضعیت فرآیند انتخابی | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C16 | ۴ | ۵,۴۰۷۹۰۶ | ۷ | ۵,۴۰۷۹۰۶ | تأیید | ۱۱ |
| C17 | ۵ | ۶,۰۳۸۱۰۵ | ۷ | ۶,۰۱۲۷۰۲ | تأیید | ۲ |
| C18 | ۴ | ۵,۵۲۱۹۰۹ | ۷ | ۵,۵۲۱۹۰۹ | تأیید | ۶ |
| C19 | ۲ | ۴,۶۳۴۱۵۹ | ۷ | ۴,۵۴۴۷۲ | تأیید | ۱۵ |
| C20 | ۲ | ۴,۴۸۶۳۰۶ | ۷ | ۴,۴۹۵۴۳۵ | رد | ۱۶ |

## ۵- یافته‌ها

### الف) روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)

**گام اول.** فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین کارخانهٔ سلفون بر زیرفرآیندهای دیگر تأثیر بگذارد و باعث ایجاد پرسش‌نامه برای تعیین رابطهٔ بین فرآیندهای I و j شود، همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شده است.

**جدول ۶- فرآیند ها و زیرفرآیندهای نهایی ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ تأمین براساس مدل مرجع عملیات زنجیرهٔ تأمین (SCORE) در کارخانهٔ تولید سلفون**

**Table 6- Final processes and sub-processes of supply chain performance evaluation based on supply chain operations reference model (SCORE) in cellophane manufacturing plant**

| کلان‌فرآیند | سطح دوم مرتبط | عنوان زیرفرآیند سطح سه | علامت اختصاری |
|---|---|---|---|
| برنامه ریزی | تحلیل بازار | درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی. | C1 |
| | پیش‌بینی تقاضا | پیش‌بینی تقاضای آتی برای همسوکردن سطح تولید و موجودی. | C2 |
| | برنامه‌ریزی ظرفیت | تعیین ظرفیت تولید لازم برای تأمین تقاضای پیش‌بینی‌شده. | C3 |
| | تخصیص منابع | تخصیص مؤثر منابع موردنیاز مانند مواد، نیروی کار و سرمایه. | C4 |
| | مدیریت ریسک | شناسایی ریسک‌های بالقوه و تدوین استراتژی‌هایی برای کاهش آنها. | C5 |
| | انطباق و مقررات | اطمینان از مطابقت عملیات زنجیرهٔ تولید و تأمین با قوانین، مقررات و استانداردهای صنعت مربوطه. | C6 |
| منبع‌یابی | شناسایی و انتخاب تأمین‌کننده | تحقیق و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه‌ای که مواد اولیهٔ موردنیاز برای تولید سلفون مانند سلولز، مواد شیمیایی و دیگر ورودی‌های ضروری را تهیه می‌کنند. | C7 |
| | مذاکره و مدیریت قراردادها | شناسایی تأمین‌کنندگان و مذاکره برای قرارداد با آنها مستلزم حصول اطمینان از رعایت شرایطی مانند قیمت‌گذاری، زمان‌بندی تحویل و استانداردهای کیفیت در طول رابطه است. | C8 |
| | تضمین و کنترل کیفیت | این فرآیند شامل تنظیم و حفظ استانداردهای کیفیت برای مواد خام، شامل بررسی و ممیزی منظم برای اطمینان از مطابقت آنها با استانداردهای لازم برای تولید سلفون است. | C9 |
| | اجرای تولید | فرآیند ساخت که در آن مواد خام به سلفون تبدیل می‌شود و مراحل مختلف شیمیایی و مکانیکی را در بر می‌گیرد. | C10 |
| | مدیریت تعمیر، نگهداری و تجهیزات | شامل نگهداری و مدیریت منظم ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده‌شده در فرآیند تولید برای اطمینان از کارآیی عملیاتی و به حداقل رساندن زمان خرابی است. | C11 |
| | مدیریت سفارش | این فرآیند شامل مدیریت سفارش‌های مشتری از دریافت تا پردازش است. این شامل ورود سفارش، تأیید و اطمینان از انجام سفارش با توجه به نیاز مشتری است. | C12 |
| | حمل‌ونقل و لجستیک | فرآیند برنامه‌ریزی و جابه‌جایی کالا از مرکز تولید به مشتری یا توزیع‌کننده است. | C13 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **تحویل** | خدمات و پشتیبانی مشتری | این فرآیند شامل فعالیت‌های پشتیبانی مشتری پس از خرید، ازجمله رسیدگی به سؤالات، ارائهٔ اطلاعات محصول، رسیدگی به شکایات یا برگشت‌ها و اطمینان از رضایت مشتری است. | **C14** |
| **بازگشت** | لجستیک معکوس | این فرآیند شامل مدیریت بازگشت کالا از مشتریان به شرکت است؛ این شامل رسیدگی به حمل‌ونقل، ردیابی و دریافت اقلام برگشتی است. | **C15** |

**گام دوم)** به دست آوردن ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها **(SSIM)**[۲۴] : خبرگان شرکت‌کننده در فرآیند **ISM** در پاسخ به سؤالات مطرح‌شدهٔ فوق برای تعیین روابط بین فرآیندهای تأییدشده در هر مقایسهٔ زوجی، یکی از نشانه‌های زیر را به کارگرفته‌اند:

۱: ارتباط یک طرفه از i به j؛

۱-: ارتباط یک طرفه از j به i؛

۲: ارتباط دوطرفه بین i و j؛

۰: هیچ ارتباطی بین i و j نیست.

**جدول ۷- ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)**

**Table 7- Structural self-interaction matrix (SSIM)**

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C1** | - | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۰ | ۲ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱- | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ |
| **C2** | ۱- | - | ۲ | ۱- | ۱- | ۰ | ۱ | ۲ | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۲ | ۰ | ۱- |
| **C3** | ۱- | ۲ | - | ۲ | ۱- | ۰ | ۱- | ۰ | ۱- | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱- | ۱- |
| **C4** | ۱- | ۱ | ۲ | - | ۱- | ۱- | ۱- | ۱ | ۱- | ۱ | ۱- | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| **C5** | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | - | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| **C6** | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱- | - | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |
| **C7** | ۲ | ۱- | ۱ | ۱ | ۱- | ۰ | - | ۲ | ۱- | ۲ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ |
| **C8** | ۱- | ۲ | ۰ | ۱- | ۰ | ۱- | ۲ | - | ۱ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| **C9** | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | - | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| **C10** | ۱- | ۱- | ۱ | ۱- | ۱- | ۱- | ۲ | ۲ | ۱- | - | ۱- | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ |
| **C11** | ۱ | ۱ | ۱- | ۱ | ۱- | ۱- | ۰ | ۱- | ۱- | ۱ | - | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ |
| **C12** | ۲ | ۱ | ۱- | ۱- | ۰ | ۰ | ۱- | ۲ | ۰ | ۱- | ۱- | - | ۲ | ۱ | ۲ |
| **C13** | ۱- | ۲ | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۰ | ۱- | ۰ | ۱- | ۱- | ۲ | - | ۱ | ۱ |
| **C14** | ۱- | ۰ | ۱ | ۱- | ۰ | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۰ | ۰ | ۱- | ۱- | - | ۱ |
| **C15** | ۲ | ۱ | ۱ | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۱- | ۲ | ۱- | ۱- | - |

**گام چهارم:** ماتریس دستیابی اصلاح‌شده که ماتریس دستاورد نهایی نیز شناخته می‌شود، با اعمال ویژگی جمع، که در آن عناصر i و j به یکدیگر منتهی می‌شوند، تشکیل می‌شود و رابطهٔ بین فرآیندها به‌صورت ۱* ارتباط برقرار می‌کند. ستاره‌ها سازگاری با ماتریس اصلی را نشان می‌دهند.

**جدول ۸- ماتریس دستیابی نهایی**

**Table 8- Final achievement matrix**

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | قدرت نفوذ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 15 |
| C2 | *۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | *۱ | *۱ | *۱ | *۱ | ۱ | *۱ | *۱ | 13 |
| C3 | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | *۱ | *۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | *۱ | 12 |
| C4 | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 13 |
| C5 | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | 15 |
| C6 | *۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 14 |
| C7 | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۰ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | 14 |
| C8 | *۱ | ۱ | *۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 13 |
| C9 | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | *۱ | ۱ | ۱ | 13 |
| C10 | *۱ | ۱ | *۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | 13 |
| C11 | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۰ | *۱ | *۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | ۱ | 13 |
| C12 | ۱ | ۱ | *۱ | *۱ | *۱ | ۰ | *۱ | ۱ | *۱ | *۱ | *۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 14 |
| C13 | *۱ | ۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۰ | *۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | 9 |
| C14 | *۱ | *۱ | ۱ | *۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | *۱ | *۱ | *۱ | *۱ | ۱ | ۱ | 10 |
| C15 | ۱ | ۱ | ۱ | *۱ | *۱ | ۰ | *۱ | *۱ | ۰ | *۱ | *۱ | ۱ | *۱ | *۱ | ۱ | 13 |
| میزان وابستگی | 15 | 15 | 15 | 14 | 6 | 3 | 14 | 10 | 14 | 11 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | |

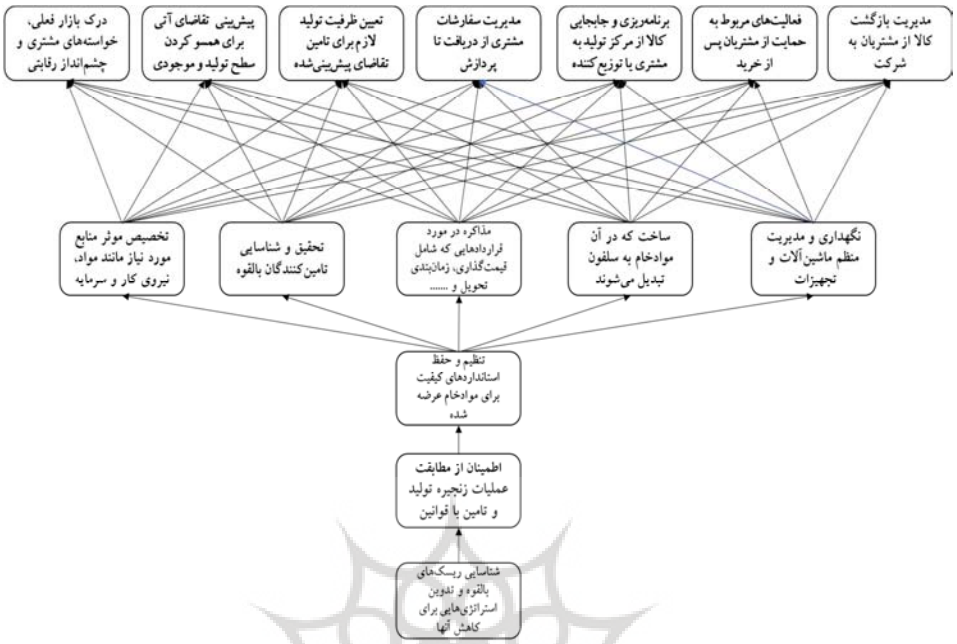
**گام پنجم)** مدل ISM سطح و اولویت‌بندی فرآیندها را با تعیین دسترسی و مجموعه‌های پیشین برای یک مانع تعیین می‌کند. یک مانع با هر دو مجموعه در سطح I در نظر گرفته می‌شود و پس از رسیدن به این سطح، تکرارها برای تعیین سطوح هر مانع و حذف موانع از سطح اول ادامه می‌یابد (تقوی‌فرد و همکاران[۲۵]، ۱۴۰۲).

**جدول ۹- تعیین سطوح فرآیندها**

**Table 9- Explanation of the levels of indicators**

| فرآیند | مجموعه اشتراک | مجموعه مقدم | مجموعه دستیابی | سطح |
|---|---|---|---|---|
| C1 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C2 | C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C3 | C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C12 | C-1C-2C-3C-4C-5C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C13 | C-1C-2C-3C-7C-8C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-7C-8C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C14 | C-1C-2C-3C-4C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-7C-8C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | C-1C-2C-3C-4C-5C-7C-8C-10C-11C-12C-13C-14C-15 | 1 |
| C4 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | 2 |
| C7 | C-4C-5C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-7C-8C-9C-10C-11 | 2 |
| C8 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | 2 |
| C10 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-7C-8C-9C-10C-11 | 2 |
| C11 | C-4C-5C-7C-8C-10C-11 | C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11 | C-4C-5C-7C-8C-10C-11 | 2 |
| C9 | C-9 | C-5C-6C-9 | C-9 | 3 |
| C6 | C-6 | C-5C-6 | C-6 | 4 |
| C5 | C-5 | C-5 | C-5 | 5 |

**گام ششم)** ترسیم مدل نهایی: پس از مشخص‌شدن سطوح هریک از فرآیندها و با در نظر گرفتن ماتریس دستیابی نهایی، مدل ساختاری تفسیری ترسیم می‌شود. مدل نهایی در شکل ۳ مشاهده می‌شود. این مدل، از ۵ سطح تشکیل شده است که سطح اول، تأثیرگذارترین و سطح پنجم آن تأثیرپذیرترین سطوح‌اند.

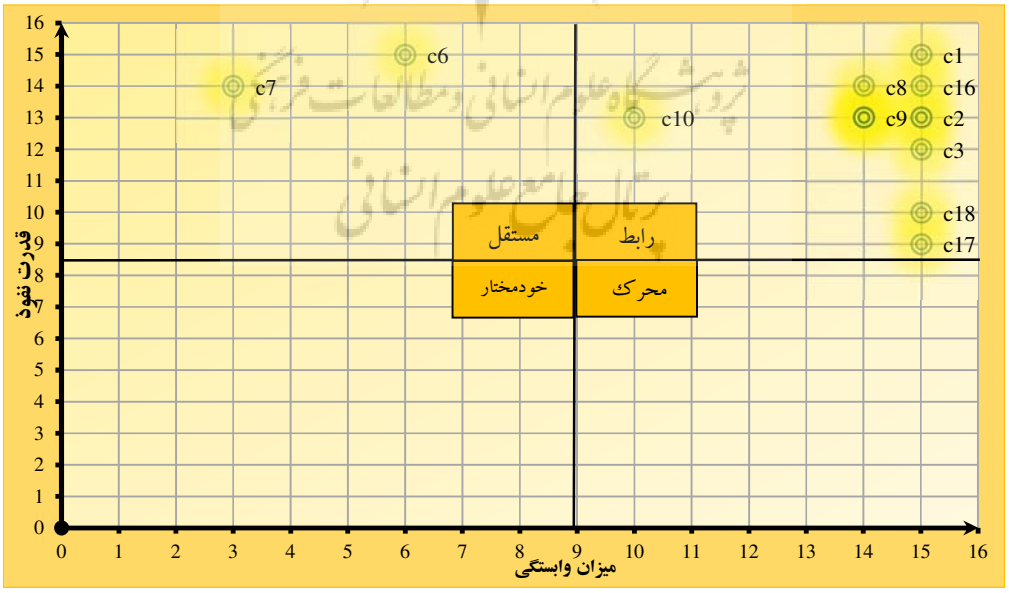



**شکل۳- مدل ساختاری تفسیری فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین مبتنی بر مدل اسکور**

**Fig. 3- Interpretive structural model of supply chain processes based on SCORE model**

### ب ) تحلیل شدت نفوذ و وابستگی (MICMAC)

با استفاده از شدت نفوذ و وابستگی هریک از توانمندسازها (جدول SSIM)، فرآیندها با استفاده از روش تحلیل میک‌مک گروه‌بندی می‌شود (شکل ۴).




**شکل ۴- نمودار قدرت نفوذ و وابستگی**

**Fig. 4- Diagram of power of influence and dependence**

### ج) روش DANP

روش DANP (DEMATEL-based ANP) ترکیبی از دو تکنیک معروف در حوزهٔ تصمیم‌گیری چند معیاره، یعنی روش DEMATEL و روش ANP است. این روش به‌منظور تحلیل پیچیدگی‌ها و روابط متقابل بین معیارهای مختلف در یک سیستم استفاده می‌شود (سی و همکاران[۲۶]، ۲۰۱۸). روش DANP با استفاده از خروجی‌های روش DEMATEL، ورودی‌های روش ANP، پیچیدگی‌ها و روابط متقابل بین معیارها را تحلیل می‌کند.

با شناسایی جامعهٔ پژوهش، داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش DEMATEL تجزیه و تحلیل می‌شود. در ادامه تلاش شده است تا فرآیندهای سطح یک و دو مدل‌سازی تفسیری که اهمیت بیشتری دارند، از گام اول تا پنجم براساس مراحل روش DEMATEL تجزیه و تحلیل شود. در گام‌های ششم تا نهم با استفاده از نتایج DEMATEL در ANP، ابتدا مسئله با توجه به روابط شناسایی‌شده در DEMATEL ساختاردهی و سپس مقایسه‌های زوجی انجام‌شده و سوپرماتریس با توجه به روابط تأثیرگذار و تأثیرپذیر تشکیل می‌شود. درنهایت، وزن‌های نهایی معیارها با استفاده از ANP محاسبه می‌شود.

**جدول ۱۰- فرآیندهای اصلی زنجیرهٔ تأمین مبتنی بر سطح سوم مدل اسکور**

**Table 10- The main supply chain processes based on the third level of the score model**

| نماد | فرآیند | نماد | فرآیند |
|---|---|---|---|
| C1 | درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی | C7 | فرآیند ساخت که در آن موادخام به سلفون تبدیل می‌شوند |
| C2 | پیش‌بینی تقاضای آتی برای همسوکردن سطح تولید و موجودی | C8 | نگهداری و مدیریت منظم ماشین‌آلات و تجهیزات |
| C3 | تعیین ظرفیت تولید لازم برای تأمین تقاضای پیش‌بینی‌شده | C9 | مدیریت سفارش‌های مشتری از دریافت تا پردازش |
| C4 | تخصیص مؤثر منابع موردنیاز مانند مواد، نیروی کار و سرمایه | C10 | فرآیند برنامه‌ریزی و جابه‌جایی کالا از مرکز تولید به مشتری یا توزیع‌کننده |
| C5 | تحقیق و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه | C11 | فعالیت‌های مربوط به حمایت از مشتریان پس از خرید |
| C6 | مذاکره دربارهٔ قراردادهایی که شامل قیمت‌گذاری، زمان‌بندی تحویل، استانداردهای کیفیت و دیگر شرایط می‌شود | C12 | مدیریت بازگشت کالا از مشتریان به شرکت |

همان‌طور که در جدول (۱۰) مشاهده می‌شود، در این تحقیق ۱۲ فرآیند اصلی زنجیرهٔ تأمین مبتنی بر مدل اسکور شناسایی شده است. پرسش‌نامه‌های پژوهش بین ۱۰ خبرهٔ صنعتی و دانشگاهی با استفاده از روش دیمتل برای تجزیه و تحلیل و تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده استفاده شد.

**گام اول: میانگین ماتریس A**: این ماتریس ترکیبی از پاسخ‌های خبرگان است و عبارات آن براساس معادلهٔ ۲ محاسبه می‌شود و H تعداد خبرگان و xij مقادیری است که آنها نسبت به آن پاسخ می‌دهند. میانگین ماتریس پاسخ‌های کارشناسان، در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \times \sum_{K=1}^{H} X_{ij}^{(K)} \qquad (۲)$$

جدول ۱۱- ماتریس میانگین

Table 11- Average matrix

| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۲ | ۳ | ۳ | ۴ | ۳ | ۴ | ۴ | ۰ | C1 |
| ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۳ | ۳ | ۴ | ۳ | ۴ | ۴ | ۰ | ۴ | C2 |
| ۲ | ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۳ | ۰ | ۳ | ۴ | C3 |
| ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۳ | ۴ | ۰ | ۳ | ۴ | ۳ | C4 |
| ۳ | ۲ | ۲ | ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۰ | ۳ | ۳ | ۲ | ۲ | C5 |
| ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۰ | ۳ | ۳ | ۲ | ۳ | ۴ | C6 |
| ۱ | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۰ | ۳ | ۴ | ۳ | ۴ | ۳ | ۳ | C7 |
| ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | C8 |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۰ | ۲ | ۳ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۳ | C9 |
| ۲ | ۳ | ۰ | ۳ | ۲ | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۲ | ۲ | C10 |
| ۲ | ۰ | ۳ | ۱ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۴ | C11 |
| ۰ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۳ | ۲ | ۲ | ۳ | C12 |

**گام دوم. محاسبهٔ ماتریس همبستگی‌های مستقیم D:** ماتریس A معادلات ۳ و ۴ را به اولین ماتریس همبستگی‌های مستقیم به نام ماتریس D تبدیل می‌کند. به این ترتیب در جدول ۱۲، ماتریس رابطهٔ برقرارشدهٔ روابط مستقیم به دست آمده و در مدل نمایش داده می‌شود.

$$D= m\times A \qquad (۳)$$

$$m= \min\left[\frac{1}{max_i \ \sum_{j=1}^{n}|aij|} , \frac{1}{max_j \ \sum_{i=1}^{n}|aij|}\right] \qquad (۴)$$

جدول ۱۲- ماتریس روابط نرمال‌شدهٔ روابط مستقیم (شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم)

Table 12- Matrix of normalized relationships of direct relationship (relative intensity governing direct relationships)

| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۱۱۴۳ | ۰ | C1 |
| ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۱۱۴۳ | ۰ | ۰/۱۱۴۳ | C2 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | C3 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | C4 |
| ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | C5 |
| ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | C6 |
| ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | C7 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | ۰ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | C8 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰/۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | C9 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | C10 |
| ۰/۰۵۷۱ | ۰ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۲۸۶ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۱۱۴۳ | C11 |
| ۰ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۵۷۱ | ۰/۰۸۵۷ | C12 |

**گام سوم. محاسبهٔ ماتریس ارتباط کامل(T):** برای محاسبهٔ ماتریس ارتباط کامل، ابتدا ماتریس همانی تشکیل می‌شود؛ سپس ماتریس همانی(I) منهای ماتریس نرمال و سپس ماتریس حاصل معکوس می‌شود. درنهایت ماتریس نرمال در ماتریس معکوس ضرب می‌شود.

**جدول ۱۳- ماتریس روابط کلی**

**Table 13- General relationship matrix**

| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۳۵۱۴ | ۰/۳۷۴۸ | ۰/۴۰۷۷ | ۰/۴۰۲۵ | ۰/۳۹۳ | ۰/۴۱۶۵ | ۰/۴۵۶۶ | ۰/۵۱۲ | ۰/۴۹۴ | ۰/۵۰۰۵ | ۰/۴۹۷۷ | ۰/۴۱۵۵ | C1 |
| ۰/۳۰۱۷ | ۰/۳۵۰۶ | ۰/۴۰۵۹ | ۰/۴۲۸۳ | ۰/۴۱۶۱ | ۰/۴۱۸۱ | ۰/۴۸۰۵ | ۰/۴۹۰۵ | ۰/۵۱۷۲ | ۰/۵۰۰۸ | ۰/۳۹۷۲ | ۰/۵۱۷۷ | C2 |
| ۰/۲۷۱۶ | ۰/۲۶۵۵ | ۰/۳۱۵۵ | ۰/۳۱۳۷ | ۰/۳۲۲۸ | ۰/۳۴۸۵ | ۰/۳۵۵۱ | ۰/۴۰۷۶ | ۰/۴۰۸۸ | ۰/۳۱۸۷ | ۰/۳۹۴۴ | ۰/۴۳۲۳ | C3 |
| ۰/۳۰۵۷ | ۰/۳۵۲۶ | ۰/۳۵۸ | ۰/۳۷۸ | ۰/۳۶۷۷ | ۰/۳۹۱۹ | ۰/۴۲۸۹ | ۰/۴۸۲۳ | ۰/۳۸۳۸ | ۰/۴۴۶۷ | ۰/۴۶۸۸ | ۰/۴۶۳۳ | C4 |
| ۰/۲۷۰۲ | ۰/۲۶۰۸ | ۰/۲۸۴ | ۰/۲۵۴۳ | ۰/۲۹۱۱ | ۰/۲۸۹۱ | ۰/۳۱۷۵ | ۰/۲۸۶۵ | ۰/۳۶۸۲ | ۰/۳۵۵۸ | ۰/۳۲۹۸ | ۰/۳۴۳۸ | C5 |
| ۰/۲۵۱۹ | ۰/۲۹۶۶ | ۰/۳۲۲۲ | ۰/۳۱۸۹ | ۰/۳۵۵۲ | ۰/۳۵۴۶ | ۰/۳۰۸۵ | ۰/۴۱۶۲ | ۰/۴۱۶۹ | ۰/۳۸۰۶ | ۰/۴۰۲۸ | ۰/۴۴۰۴ | C6 |
| ۰/۲۷۱۱ | ۰/۳۱۵۲ | ۰/۳۴۳۸ | ۰/۳۶۴۷ | ۰/۳۷۸۱ | ۰/۲۹۹۸ | ۰/۴۱۲۵ | ۰/۴۶۸۱ | ۰/۴۴۵۸ | ۰/۴۵۵۹ | ۰/۴۲۹۵ | ۰/۴۴۵۷ | C7 |
| ۰/۲۰۴۸ | ۰/۱۹۱۳ | ۰/۲۳۴۷ | ۰/۲۰۵۶ | ۰/۱۸۶۵ | ۰/۲۱۳۲ | ۰/۲۶۰۹ | ۰/۳۰۴۲ | ۰/۲۸۲۳ | ۰/۲۷۱۹ | ۰/۲۶۹۸ | ۰/۲۵۵۹ | C8 |
| ۰/۲۶۹۱ | ۰/۲۸۹۹ | ۰/۳۱۴۹ | ۰/۲۵۸۵ | ۰/۳۲۳۵ | ۰/۳۴۷۹ | ۰/۳۸ | ۰/۳۸۰۷ | ۰/۴۰۸ | ۰/۳۷۰۱ | ۰/۳۹۳۸ | ۰/۴۰۸۶ | C9 |
| ۰/۲۵۲۱ | ۰/۲۹۳۹ | ۰/۲۳۸ | ۰/۳۱۲۱ | ۰/۲۹۸۷ | ۰/۲۷۳۱ | ۰/۳۲۷۳ | ۰/۳۴۸۹ | ۰/۳۷۸۷ | ۰/۳۶۴ | ۰/۳۴۰۶ | ۰/۳۵۵ | C10 |
| ۰/۲۷۶۴ | ۰/۲۴۲۸ | ۰/۳۴۷۹ | ۰/۲۹۳۵ | ۰/۳۵۵۳ | ۰/۳۴۷۷ | ۰/۳۸۶۸ | ۰/۳۸۹۳ | ۰/۴۱۶۲ | ۰/۳۷۸۵ | ۰/۴۰۱۵ | ۰/۴۴۰۳ | C11 |
| ۰/۲۱۱۹ | ۰/۲۸۵۱ | ۰/۳۳۴۴ | ۰/۳۰۵۱ | ۰/۳۴۲۲ | ۰/۳۱۴۶ | ۰/۳۷۱۸ | ۰/۳۷۲۵ | ۰/۳۹۹۹ | ۰/۳۶۱۴ | ۳۶۰۹ | ۰/۳۹۹۱ | C12 |

**گام چهارم. ایجاد نمودار علی معلولی:** برای محاسبهٔ نقشه رابطهٔ شبکه، شدت آستانه را با نادیده‌گرفتن روابط جزئی و ترسیم شبکه‌ای از روابط معنی‌دار محاسبه کنید. فقط روابطی را با مقادیر بیشتر از مقدار آستانه در نقشهٔ رابطهٔ T نمایش دهید و همهٔ مقادیر کوچک‌تر را صفر کنید.

**جدول ۱۴- ماتریس روابط کلی-اعمال حد آستانه**

**Table 14- Matrix of general relationships-threshold limit applications**

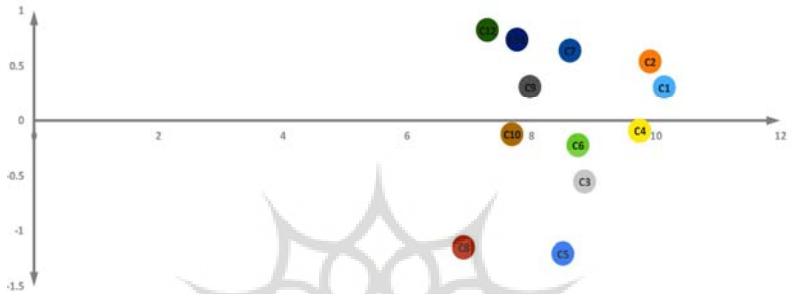
| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۰/۳۷۴۸ | ۰/۴۰۷۷ | ۴۰۲۴ | ۰/۳۹۳ | ۰/۴۱۶۵ | ۰/۴۵۶۶ | ۰/۵۱۲ | ۰/۴۹۴ | ۰/۵۰۰۵ | ۰/۴۹۷۷ | ۰/۴۱۵۵ | **C1** |
| ۰ | ۰ | ۰/۴۰۵۹ | ۰/۴۲۸۳ | ۰/۴۱۶۱ | ۰/۴۱۸۱ | ۰/۴۸۰۵ | ۰/۴۹۰۵ | ۰/۵۱۷۲ | ۰/۵۰۰۸ | ۰/۳۹۷۲ | ۰/۵۱۷۷ | **C2** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۵۵۱ | ۰/۴۰۷۶ | ۰/۴۰۸۸ | ۰ | ۰/۳۹۴۴ | ۰/۴۳۲۳ | **C3** |
| ۰ | ۰ | ۰/۳۵۸ | ۰/۳۷۸ | ۰/۳۶۷۷ | ۰/۳۹۱۹ | ۰/۴۲۸۹ | ۰/۴۸۲۳ | ۰/۳۸۳۸ | ۰/۴۴۶۷ | ۰/۴۶۸۸ | ۰/۴۶۳۳ | **C4** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۶۸۲ | ۰/۳۵۵۸ | ۰ | ۰ | **C5** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۵۵۲ | ۰ | ۰ | ۰/۴۱۶۲ | ۰/۴۱۶۹ | ۰/۳۸۰۶ | ۰/۴۰۲۸ | ۰/۴۴۰۴ | **C6** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۶۴۷ | ۰/۳۷۸۱ | ۰ | ۰/۴۱۲۵ | ۰/۴۶۸۱ | ۰/۴۴۵۸ | ۰/۴۵۵۹ | ۰/۴۲۹۵ | ۰/۴۴۵۷ | **C7** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | **C8** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۸ | ۰/۳۸۰۷ | ۰/۴۰۸ | ۰/۳۷۰۱ | ۰/۳۹۳۸ | ۰/۴۰۸۶ | **C9** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۷۸۷ | ۰/۳۶۴ | ۰ | ۰/۳۵۵ | **C10** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۵۵۳ | ۰ | ۰/۳۸۶۸ | ۰/۳۸۹۳ | ۰/۴۱۶۲ | ۰/۳۷۸۵ | ۰/۴۰۱۵ | ۰/۴۴۰۳ | **C11** |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۳۷۱۸ | ۰/۳۷۲۵ | ۰/۳۹۹۰ | ۰/۳۶۱۴ | ۰/۳۶۰۹ | ۰/۳۹۹۱ | **C12** |

جدول ۱۵- اهمیت و تاثیرپذیری فرآیندها

Table 15- Importance and effectiveness of processes

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | ۵/۲۲۲۲ | ۵/۲۲۴۶ | ۴/۱۵۴۵ | ۴/۸۲۷۶ | ۳/۶۵۱۱ | ۴/۲۶۴۸ | ۴/۶۳۰۱ | ۲/۸۸۰۹ | ۴/۱۴۵ | ۳/۷۸۲۴ | ۴/۲۵۶۱ | ۴/۰۵۵۸ |
| C | ۴/۹۱۷۵ | ۴/۶۸۶۸ | ۴/۷۰۴۹ | ۴/۹۱۹۸ | ۴/۸۵۸۶ | ۴/۴۸۶۳ | ۳/۹۹۴۹ | ۴/۰۳۰۳ | ۳/۸۳۵۲ | ۳/۹۰۷ | ۳/۵۱۹۱ | ۳/۲۳۸ |
| C+R | ۱۰/۱۴ | ۹/۹۱۱۴ | ۸/۸۵۹۴ | ۹/۷۴۷۴ | ۸/۵۰۹۸ | ۸/۷۵۱۱ | ۸/۶۲۵ | ۶/۹۱۱۲ | ۷/۹۸۰۲ | ۷/۶۸۹۴ | ۷/۷۷۵۲ | ۷/۲۹۶۷ |
| R-C | ۰/۳۰۴۷ | ۰/۵۳۷۸ | −۰/۵۵ | −۰/۰۹۲ | −۱/۲۰۷ | −۰/۲۲۲ | ۰/۶۳۵۳ | −۱/۱۴۹ | ۰/۳۰۹۹ | −۰/۱۲۵ | ۰/۷۳۷ | ۰/۸۲۰۸ |

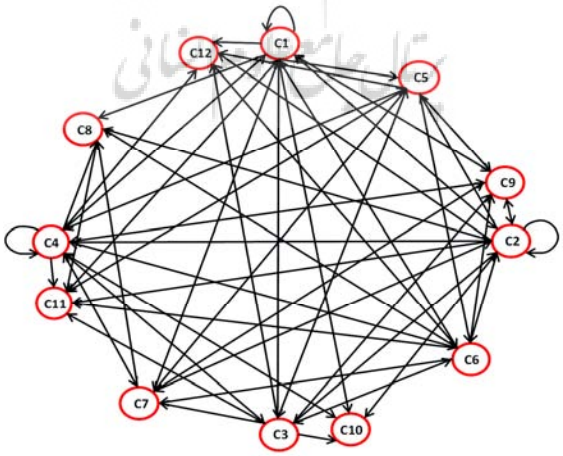
**گام پنجم. رسم نمودار علی(علت و معلولی):** نمودار نتایج ماتریس روابط عمومی را نشان می‌دهد که محور افقی R+D مشخص‌کنندهٔ اهمیت فرآیندهاست و محور عمودی D-R فرآیندها را به گروه‌های علت و معلولی تقسیم می‌کند. مقادیر مثبت نشان‌دهندهٔ علت و مقادیر منفی نشان‌دهندهٔ تأثیرند.




شکل ۵- نمودار علت و معلولی

Fig. 5- Cause and effect diagram

بردار افقی (D+R)، میزان تأثیر و تأثر عامل مدنظر در سیستم را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D + Rعاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با دیگر عوامل سیستم دارد. در این تحقیق درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی، بیشترین تأثیرگذاری را دارد. این تحقیق از یک بردار عمودی (D-R) برای نشان‌دادن تأثیر عوامل استفاده می‌کند که D-R مثبت نشان‌دهندهٔ علیت و D-R منفی نشان‌دهندهٔ تأثیر است. درک بازار، خواسته‌های مشتری، پیش‌بینی چشم‌انداز رقابتی، فرآیندهای تولید، مدیریت سفارش مشتری، پشتیبانی مشتری و بازده را پوشش می‌دهد. مدل این پژوهش به‌صورت شکل (۵) است.




شکل ۶- نقشهٔ روابط شبکه‌ای

Fig. 6- Map of network relationships

**گام ششم. نرمال‌سازی ماتریس روابط کلی (سوپرماتریس ناموزون):** در این بخش هرکدام از درایه‌های جدول ۱۲ (ماتریس روابط کلی) بر جمع هر سطرش تقسیم می‌شود که درنتیجه سوپرماتریس ناموزون تشکیل و در جدول ۱۶ آورده شده است.

**جدول ۱۶- سوپرماتریس ناموزون**

**Table 16- Unbalanced supermatrix**

| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۰۶۷۳ | ۰/۰۷۱۸ | ۰/۰۷۸۱ | ۰/۰۷۷۱ | ۰/۰۷۵۳ | ۰/۰۸۹۷ | ۰/۰۸۷۴ | ۰/۰۹۸۰ | ۰/۰۹۴۶ | ۰/۰۹۵۸ | ۰/۰۹۵۳ | ۰/۰۷۹۶ | C1 |
| ۰/۰۵۷۷ | ۰/۰۶۷۱ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۸۲۰ | ۰/۰۷۹۶ | ۰/۰۸۰۰ | ۰/۰۹۲۰ | ۰/۰۹۳۹ | ۰/۰۹۹۰ | ۰/۰۹۵۹ | ۰/۰۷۶۰ | ۰/۰۹۹۱ | C2 |
| ۰/۰۶۵۴ | ۰/۰۶۳۹ | ۰/۰۷۵۹ | ۰/۰۷۵۵ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۸۳۹ | ۰/۰۸۵۵ | ۰/۰۹۸۱ | ۰/۰۹۸۴ | ۰/۰۷۶۷ | ۰/۰۹۴۹ | ۰/۰۱۰۴۱ | C3 |
| ۰/۰۶۳۳ | ۰/۰۷۳۰ | ۰/۰۷۴۲ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۶۲ | ۰/۰۸۱۲ | ۰/۰۸۸۸ | ۰/۰۹۹۹ | ۰/۰۷۹۵ | ۰/۰۹۲۵ | ۰/۰۹۷۱ | ۰/۰۹۶۰ | C4 |
| ۰/۰۷۴۰ | ۰/۰۷۱۴ | ۰/۰۷۷۸ | ۰/۰۶۹۷ | ۰/۰۷۹۷ | ۰/۰۷۹۲ | ۰/۰۸۷۰ | ۰/۰۷۸۵ | ۰/۰۱۰۰۸ | ۰/۰۹۷۵ | ۰/۰۹۰۳ | ۰/۰۹۴۲ | C5 |
| ۰/۰۵۹۱ | ۰/۰۶۹۵ | ۰/۰۷۵۵ | ۰/۰۷۴۸ | ۰/۰۸۳۳ | ۰/۰۸۳۱ | ۰/۰۷۲۳ | ۰/۰۹۷۶ | ۰/۰۹۷۸ | ۰/۰۸۹۲ | ۰/۰۹۴۴ | ۰/۰۱۰۳۳ | C6 |
| ۰/۰۵۸۶ | ۰/۰۶۸۱ | ۰/۰۷۴۳ | ۰/۰۷۸۸ | ۰/۰۸۱۷ | ۰/۰۶۴۷ | ۰/۰۸۹۱ | ۰/۰۱۰۱۱ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۸۵ | ۰/۰۹۲۸ | ۰/۰۹۶۳ | C7 |
| ۰/۰۷۱۱ | ۰/۰۶۶۴ | ۰/۰۸۱۵ | ۰/۰۷۱۴ | ۰/۰۶۴۷ | ۰/۰۷۴۰ | ۰/۰۹۰۶ | ۰/۰۱۰۵۶ | ۰/۰۹۸۰ | ۰/۰۹۴۴ | ۰/۰۹۳۶ | ۰/۰۸۸۸ | C8 |
| ۰/۰۶۴۹ | ۰/۰۶۹۹ | ۰/۰۷۶۰ | ۰/۰۶۲۴ | ۰/۰۷۸۰ | ۰/۰۸۳۹ | ۰/۰۹۱۷ | ۰/۰۹۱۸ | ۰/۰۹۸۴ | ۰/۰۸۹۳ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۸۶ | C9 |
| ۰/۰۶۶۷ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۶۲۹ | ۰/۰۸۲۵ | ۰/۰۷۹۰ | ۰/۰۷۲۲ | ۰/۰۸۶۵ | ۰/۰۹۲۲ | ۰/۰۱۰۰۱ | ۰/۰۹۶۲ | ۰/۹۰۰. | ۰/۰۹۳۹ | C10 |
| ۰/۰۶۴۹ | ۰/۰۵۷۰ | ۰/۰۷۱۸ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۸۳۵ | ۰/۰۷۷۰ | ۰/۰۹۰۹ | ۰/۰۹۱۵ | ۰/۰۹۷۸ | ۰/۰۸۸۹ | ۰/۰۹۴۳ | ۰/۰۱۰۳۴ | C11 |
| ۰/۰۵۲۲ | ۰/۰۷۰۲ | ۰/۰۸۲۴ | ۰/۰۷۵۲ | ۰/۰۸۴۳ | ۰/۰۷۷۵ | ۰/۰۹۱۶ | ۰/۰۹۱۸ | ۰/۰۹۸۵ | ۰/۰۸۹۰ | ۰/۰۸۸۹ | ۰/۰۹۸۳ | C12 |

گام هفتم. **تشکیل سوپرماتریس موزون:** سوپرماتریس ناموزون در جدول ۱۵ جابه‌جا و پس از تغییر سطرها و ستون‌ها، ابرماتریس متعادلی در جدول ۱۷ ایجاد می‌شود.

**جدول ۱۷- سوپرماتریس موزون**

**Table 17- Balanced supermatrix**

| C12 | C11 | C10 | C9 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۰۹۸۳ | ۰/۱۰۳۴ | ۰/۰۹۳۹ | ۰/۰۹۸۶ | ۰/۰۸۸۸ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۱۰۳۳ | ۰/۰۹۴۲ | ۰/۰۹۶۰ | ۰/۱۰۴۱ | ۰/۰۹۹۱ | ۰/۰۷۹۶ | C1 |
| ۰/۰۸۸۹ | ۰/۰۹۴۳ | ۰/۰۹۰۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۳۶ | ۰/۰۹۲۸ | ۰/۰۹۴۴ | ۰/۰۹۰۳ | ۰/۰۹۷۱ | ۰/۰۹۴۹ | ۰/۰۷۶۰ | ۰/۰۹۵۳ | C2 |
| ۰/۰۸۹۰ | ۰/۰۸۸۹ | ۰/۰۹۶۲ | ۰/۰۸۹۳ | ۰/۰۹۴۴ | ۰/۰۹۸۵ | ۰/۰۸۹۲ | ۰/۰۹۷۵ | ۰/۰۹۲۵ | ۰/۰۷۶۷ | ۰/۰۹۵۹ | ۰/۰۹۵۸ | C3 |
| ۰/۰۹۸۵ | ۰/۰۹۷۸ | ۰/۱۰۰۱ | ۰/۰۹۸۴ | ۰/۰۹۸۹ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۷۸ | ۰/۱۰۰۸ | ۰/۰۷۹۵ | ۰/۰۹۸۴ | ۰/۰۹۹۰ | ۰/۰۹۴۶ | C4 |
| ۰/۰۹۱۸ | ۰/۰۹۱۵ | ۰/۰۹۲۲ | ۰/۰۹۱۸ | ۰/۱۰۵۶ | ۰/۱۰۱۱ | ۰/۰۹۷۶ | ۰/۰۷۸۵ | ۰/۰۹۹۹ | ۰/۰۹۸۱ | ۰/۰۹۳۹ | ۰/۰۹۸۰ | C5 |
| ۰/۰۹۱۶ | ۰/۰۹۰۹ | ۰/۰۸۶۵ | ۰/۰۹۱۷ | ۰/۰۹۰۶ | ۰/۰۸۹۱ | ۰/۰۷۲۳ | ۰/۰۸۷۰ | ۰/۰۸۸۸ | ۰/۰۸۵۵ | ۰/۰۹۲۰ | ۰/۰۸۷۴ | C6 |
| ۰/۰۷۷۵ | ۰/۰۷۷۰ | ۰/۰۷۲۲ | ۰/۰۸۳۹ | ۰/۰۷۴۰ | ۰/۰۶۴۷ | ۰/۰۸۳۱ | ۰/۰۷۹۲ | ۰/۰۸۱۲ | ۰/۰۸۳۹ | ۰/۰۸۰۰ | ۰/۰۷۹۸ | C7 |
| ۰/۰۸۴۳ | ۰/۰۸۳۵ | ۰/۰۸۹۰ | ۰/۰۷۸۰ | ۰/۰۶۴۷ | ۰/۰۸۱۷ | ۰/۰۸۳۳ | ۰/۰۷۹۷ | ۰/۰۷۶۲ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۷۹۶ | ۰/۰۷۵۳ | C8 |
| ۰/۰۷۲۵ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۸۲۵ | ۰/۰۶۲۴ | ۰/۰۷۱۴ | ۰/۰۷۸۸ | ۰/۰۷۴۸ | ۰/۰۶۹۷ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۵۵ | ۰/۰۸۲۰ | ۰/۰۷۷۱ | C9 |
| ۰/۰۸۲۴ | ۰/۰۸۱۷ | ۰/۰۶۲۹ | ۰/۰۷۶۰ | ۰/۰۸۱۵ | ۰/۰۷۴۳ | ۰/۰۷۵۵ | ۰/۰۷۷۸ | ۰/۰۷۴۲ | ۰/۰۷۵۹ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۷۸۱ | C10 |
| ۰/۰۷۰۲ | ۰/۰۵۷۰ | ۰/۰۷۷۷ | ۰/۰۶۹۹ | ۰/۰۶۶۴ | ۰/۰۶۸۱ | ۰/۰۶۵۹ | ۰/۰۷۱۴ | ۰/۰۷۳۰ | ۰/۰۶۳۹ | ۰/۰۶۷۱ | ۰/۰۷۱۸ | C11 |
| ۰/۰۵۲۲ | ۰/۰۶۴۹ | ۰/۰۶۶۷ | ۰/۰۶۴۹ | ۰/۰۷۱۱ | ۰/۰۵۸۶ | ۰/۰۵۹۱ | ۰/۰۷۴۰ | ۰/۰۶۳۳ | ۰/۰۶۵۴ | ۰/۰۵۷۷ | ۰/۰۶۷۳ | C12 |

**گام هشتم. تشکیل سوپرماتریس حدی:** در این بخش سوپرماتریس موزون، که در جدول ۱۶ آورده شده است، به توان رسانده می‌شود تا اعداد هر سطر به‌سمت عددی واحد همگرا شوند که در این پژوهش در توان ۵ همگرایی انجام و سوپرماتریس حدی در جدول ۱۸ آورده شده است.

**جدول ۱۸- سوپرماتریس حدی**

**Table 18- Limit supermatrix**

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ | ۰/۰۹۶۱ |
| C2 | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ | ۰/۰۹۱۹ |
| C3 | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۰۹۲۱ |
| C4 | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ | ۰/۰۹۶۳ |
| C5 | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ | ۰/۰۹۵۰ |
| C6 | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ | ۰/۰۸۷۶ |
| C7 | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ | ۰/۰۷۸۳ |
| C8 | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ | ۰/۰۷۸۴ |
| C9 | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ | ۰/۰۷۴۹ |
| C10 | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ | ۰/۰۷۶۴ |
| C11 | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ | ۰/۰۶۹۰ |
| C12 | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ | ۰/۰۶۴۰ |

**گام نهم. تعیین وزن نهایی فرآیندها:** درایه‌های سوپرماتریس حدی، همان وزن نهایی فرآیندها می‌شود که در جدول ۱۹ نیز به‌صورت رتبه‌بندی آورده شده است.

**جدول ۱۹- وزن و رتبهٔ نهایی فرآیندها**

**Table 19- weight and final rating of criteria**

| ردیف | نماد | وزن نهایی | رتبه |
|---|---|---|---|
| ۱ | C1 | ۰/۰۹۶۱ | ۲ |
| ۲ | C2 | ۰/۰۹۱۹ | ۵ |
| ۳ | C3 | ۰/۰۹۲۱ | ۴ |
| ۴ | C4 | ۰/۰۹۶۳ | ۱ |
| ۵ | C5 | ۰/۰۹۵۰ | ۳ |
| ۶ | C6 | ۰/۰۸۷۶ | ۶ |
| ۷ | C7 | ۰/۰۷۸۳ | ۸ |
| ۸ | C8 | ۰/۰۷۸۴ | ۷ |
| ۹ | C9 | ۰/۰۷۴۹ | ۱۰ |
| ۱۰ | C10 | ۰/۰۷۶۴ | ۹ |
| ۱۱ | C11 | ۰/۰۶۹۰ | ۱۱ |
| ۱۲ | C12 | ۰/۰۶۴۰ | ۱۲ |

## ۶- بحث

این مطالعه، زنجیرهٔ تأمین تولید سلفون را با استفاده از مدل SCOR و تکنیک‌های ISM-DANP ارزیابی می‌کند. سه سطح اصلی، بیست فرآیند ارزیابی‌شده با استفاده از دلفی فازی و پنج سطح از مدل ISM بررسی شد. این تحقیق بر درک بازار، خواسته‌های مشتری، تخصیص منابع، شناسایی تأمین‌کننده، مذاکرهٔ قرارداد، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات، استانداردهای کیفیت، انطباق صنعت و استراتژی‌های کاهش ریسک تمرکز دارد. در مقالات مشابه نیز از مدل SCOR برای ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ تأمین و از مدل‌های ISM و DEMATEL برای تحلیل روابط و تأثیرات استفاده شده است؛ این نشان‌دهندهٔ توافق عمومی در استفاده از این مدل‌ها برای بررسی زنجیرهٔ تأمین است (امین و ژانگ[۲۷]، ۲۰۱۲؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

این تحقیق فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین را در پنج سطح طبقه‌بندی کرد که سطوح یک بیشترین و پنج کم‌ترین تأثیر را دارند. این سطوح شامل درک روندهای بازار، خواسته‌های مشتری و چشم‌اندازهای رقابتی، شناسایی ریسک‌ها و تدوین استراتژی‌هایی برای کاهش آنهاست که برای پاسخ مؤثر بازار و نیازهای مشتری بسیار مهم است. عوامل در سطح اول برای تصمیم‌گیری استراتژیک و برنامه‌ریزی عملیاتی بسیار مهم‌اند. شناسایی ریسک‌ها و تدوین استراتژی‌ها در سطح پنجم، انعطاف‌پذیری، پایداری و رقابت زنجیرهٔ تأمین را در مواجهه با اختلالات تضمین می‌کند. درک پویایی بازار و مدیریت ریسک برای چابکی، کارایی و قدرت زنجیرهٔ تأمین یک شرکت بسیار مهم است. تجزیه و تحلیل منظم روندهای بازار، درک نیازهای مشتری، نظارت بر اقدامات رقبا و توسعهٔ یک رویکرد ساختاریافته برای شناسایی، ارزیابی و کاهش ریسک‌های زنجیرهٔ تأمین، مزیت رقابتی یک شرکت تولیدی را افزایش می‌دهد و اطمینان حاصل می‌کند که موقعیت خوبی برای مقابله با چالش‌های فعلی و آینده دارد. این مطالعه فرآیندها را با استفاده از روش تحلیل شدت نفوذ و وابستگی تجزیه و تحلیل می‌کند و تأثیر زیاد و وابستگی کم فرآیندهایی مانند شناسایی ریسک و استانداردهای صنعت را نشان می‌دهد، در حالی که متغیرهای رابط، وابستگی و تأثیر بالایی دارند. یک استراتژی شناسایی ریسک که به‌خوبی توسعه یافته است، به پیش‌بینی اختلالات و حفظ عملیات کمک می‌کند.

پیشنهادها برای مدیریت این فرآیندها عبارت‌اند از: ۱) فرآیندهای قوی را برای شناسایی ریسک و تدوین استراتژی برای مدیریت فعالانهٔ اختلالات احتمالی ایجاد کنید؛ ۲) به‌طور منظم اقدامات مربوط به انطباق را به‌روز و حسابرسی کنید تا با قوانین، مقررات و استانداردهای فعلی صنعت مطابقت داشته باشد؛ ۳) انعطاف‌پذیری متغیرهای رابط را با ایجاد سیستم‌های منعطف بهبود ببخشید که به‌سرعت با تغییرات سازگار می‌شوند؛ ۴) از بینش‌های حاصل از تجزیه و تحلیل MICMAC برای اولویت‌بندی ابتکارات استراتژیک استفاده کنید که بیشترین تأثیر را بر زنجیرهٔ تأمین دارند.

تمامی فرآیندهای سطح یک و دو مدل ساختاری تفسیری فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین که شامل دوازده فرآیند است، با استفاده از روش DEMATEL تجزیه و تحلیل شد. مقدار بالاتر (D+R) عاملی را نشان می‌دهد که تعاملات بیشتری دارد و در شبکهٔ روابط در زنجیرهٔ تأمین مرکزی‌تر است؛ یعنی درک بازار فعلی، خواسته‌های مشتری و چشم‌انداز رقابتی بسیار مهم است؛ زیرا این عوامل بیشترین تأثیر را بر سیستم کلی دارند. برای تأکید بر اهمیت این

موضوع ۱) شرکت‌ها باید فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین را با نیازهای مشتری همسو کنند تا از رضایت و وفاداری اطمینان حاصل شود؛ ۲) به‌طور منظم تجزیه و تحلیل SWOT را برای درک توانمندی، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها در چشم‌انداز رقابتی انجام دهند و ۳) این مطالعه یک فرآیند مدیریت تغییر قوی، ازجمله ارزیابی تأثیر، مشاوره با ذی‌نفعان و برنامه‌ریزی و اجرای دقیق را به‌دلیل تأثیر درخور توجه تغییرات پیشنهاد می‌کند.

نتایج این تحقیق با یافته‌های مطالعه چنگ و همکاران[۲۸] (۲۰۱۸) همخوانی دارد و هر دو مطالعه بر اهمیت تخصیص منابع و مدیریت ریسک تأکید دارند. این مطالعه بر مدیریت سبز زنجیرهٔ تأمین تمرکز دارد و از تکنیک‌های ترکیبی DANP و روش‌های فازی برای بهبود عملکرد تأمین‌کنندگان سبز استفاده می‌کند. مطالعهٔ تسای و همکاران (۲۰۲۳) از روش‌های ترکیبی مانند DANP برای ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ تأمین سبز استفاده کرد و نتایج هم‌راستا با این پژوهش، بر تخصیص منابع مناسب تأکید دارند. تحقیق روئل و همکاران (۲۰۲۱) به اهمیت ساختارهای انعطاف‌پذیر برای بقا و پایداری زنجیرهٔ تأمین اشاره کرده است که با نتایج این پژوهش دربارهٔ اهمیت شناسایی ریسک‌ها و تدوین استراتژی‌های کاهش ریسک همخوانی دارد. نوآوری در زنجیرهٔ تأمین و همکاری با تأمین‌کنندگان منتخب، بهبود کارایی زنجیرهٔ تأمین را به‌همراه دارد. این نتیجه با نتایج این پژوهش دربارهٔ اهمیت تخصیص مؤثر منابع و همکاری قوی با تأمین‌کنندگان هم‌خوانی دارد. نتایج مطالعهٔ آگی و نیشانت[۲۹] (۲۰۱۷) نشان می‌دهد عوامل کلیدی نظیر اعتماد و تعهد مدیریت ارشد بر اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز تأثیر دارند. این یافته‌ها با نتایج این پژوهش دربارهٔ اهمیت درک بازار و نیازهای مشتری هم‌راستاست. در این پژوهش با استفاده از تحلیل MICMAC، تأثیرات و وابستگی‌های فرآیندها را بررسی کرده و اهمیت فرآیندهایی مانند شناسایی ریسک و استانداردهای صنعت را نشان داده است. مطالعهٔ تسانگ و همکاران (۲۰۱۹) نیز با استفاده از تحلیل MICMAC عوامل مؤثر را بر انعطاف‌پذیری زنجیرهٔ تأمین بررسی کرده است. این نشان‌دهندهٔ کارایی این روش در تحلیل وابستگی‌ها و تأثیرات در زنجیرهٔ تأمین است. در این مطالعه به‌طور خاص بر شناسایی و مدیریت ریسک‌ها و تدوین استراتژی‌های کاهش آنها تمرکز کرده است. در مقالهٔ فیصل و همکاران[۳۰] (۲۰۰۶) نیز به اهمیت شناسایی ریسک و تدوین استراتژی‌های مناسب برای کاهش آنها تأکید شده است؛ این نشان‌دهندهٔ اهمیت مدیریت ریسک در بهبود عملکرد زنجیرهٔ تأمین است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## ۷- نتیجه‌گیری

تکنیک DANP، ترکیبی از DEMATEL و ANP، برای رتبه‌بندی فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین و شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه، با وزن‌های نهایی فهرست و در جدول ۱۹ برای وضوح از آنها استفاده شد. در این جدول، تخصیص مؤثر منابع مورد نیاز مانند مواد، نیروی کار و سرمایه در رتبهٔ اول قرار گرفت. تخصیص مؤثر منابع یک جزء حیاتی در زنجیرهٔ تأمین، به‌ویژه در تولید سلفون است؛ این شامل توزیع استراتژیک مواد، نیروی کار و سرمایه است تا اطمینان حاصل شود که فرآیند تولید کارآمد، مقرون به صرفه و پاسخگو به تقاضاهای بازار است. تخصیص منابع به‌طور مؤثر، هزینه‌ها را کنترل می‌کند، کارایی زنجیرهٔ تأمین را بهبود خشد و تضمین می‌کند که کیفیت محصول مطابق با استانداردهای صنعت و انتظارات مشتری در تولید سلفون باشد.

براساس استفاده از تکنیک DANP برای رتبه‌بندی فرآیندهای زنجیرهٔ تـأمین و شناسـایی تـأمین‌کننـدگان بـالقوه، نتایج نشان‌دهندهٔ اهمیت بالای تخصیص مؤثر منابع است. در ادامه، چند پیشنهاد برای بهبود این فرآیندها در زنجیـرهٔ تأمین تولید سلفون ارائه می‌شود:

۱ .تخصیص مؤثر منابع: با استفاده از سیستم‌های مدیریت منابع پیشرفته (ERP) و تکنیک‌های بهینه‌سازی، توزیـع مواد اولیه به‌صورت بهینه انجام شود تا از هدررفت و هزینه‌هـای اضـافی جلـوگیری شـود. پیـاده‌سـازی روش‌هـای مدیریت موجودی مانند JIT (Just-In-Time) برای کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش کارایی پیشنهاد می‌شود؛

۲. افزایش کارایی زنجیرهٔ تأمین: فناوری‌های اینترنت اشیا(IoT) را برای نظارت بر فرآیندهای تولید و حمل‌ونقل به‌صورت بلادرنگ پیاده‌سازی و از ربات‌ها و اتوماسیون در خطوط تولید بـرای افـزایش سـرعت و دقـت فرآینـدها استفاده کنید. همچنین مسیرهای حمل‌ونقل را با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفتهٔ مسیریابی، بهینه‌سازی کنید؛

۳. تضمین کیفیـت محصـول: از اسـتانداردهای بـین‌المللـی ماننـد ISO 9001 بـرای اطمینـان از کیفیـت مسـتمر محصولات استفاده شود. از سیستم‌های دریافت بـازخورد از مشـتریان، بـرای ارزیـابی رضـایت و شناسـایی ضـعف محصولات استفاده کنید؛

۴. مدیریت ریسک: روش‌هـای ارزیـابی ریسـک ماننـد FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) بـرای شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مختلف را در زنجیرهٔ تأمین پیاده‌سازی کنید. استراتژی‌های کاهش ریسک را با توجـه به تحلیل‌های انجام‌شده و اجرای برنامه‌های مدیریت بحران ایجاد و از تأمین‌کنندگان متعدد بـرای کـاهش وابسـتگی به یک منبع خاص استفاده کنید.

## References


Amin, S. H., & Zhang, G. (2012). An integrated model for closed-loop supply chain configuration and supplier selection: Multi-objective approach. ***Expert Systems with Applications, 39***(8), 6782–6791. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.056

Agi, M., & Nishant, R. (2017). Understanding influential factors on implementing green supply chain management practices: An interpretive structural modelling analysis. ***Journal of Environmental Management***, ***188***, 351–363. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.081

Chuang, Y., Hu, S., Liou, J. J. H., & Lo, H. (2018). Building a decision dashboard for improving green supply chain management. ***International Journal of Information Technology & Decision Making, 17***(05), 1363–1398. https://doi.org/10.1142/s0219622018500281

Cuthbertson, R., & Piotrowicz, W. (2011). Performance measurement systems in supply chains. ***International Journal of Productivity and Performance Management***, ***60***(6), 583–602. https://doi.org/10.1108/17410401111150760

Dolgui, A., Ivanov, D., & Sokolov, B. (2017). Ripple effect in the supply chain: an analysis and recent literature. ***International Journal of Production Research***, ***56***(1–2), 414–430. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1387680

Faisal, M. N., Banwet, D., & Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. ***Business Process Management Journal,*** ***12***(4), 535–552. https://doi.org/10.1108/14637150610678113

Freije, I., De La Calle, A., & Ugarte, J. V. (2022). Role of supply chain integration in the product innovation capability of servitized manufacturing companies. ***Technovation***, ***118***, 102216. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102216

Guo, R., & Wu, Z. (2022). Social sustainable supply chain performance assessment using hybrid fuzzy-AHP–DEMATEL–VIKOR: a case study in manufacturing enterprises. ***Environment,***

***Development and Sustainability, 25***(11), 12273–12301. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02565-3

Harrison, A., and Van Hoek, R. (2008). ***Logistics management and strategy: competing through the supply chain***. Prentice-Hall.

Jenkins, A. (2023, September 8). ***Guide to inbound and Outbound logistics: Processes, differences and how to Optimize***. Oracle NetSuite. https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/inbound-outbound-logistics.shtml

Kiriş, S. B., Börekçi, D. Y., & Koç, T. (2019). A Methodology Proposal for Supplier Performance Evaluation: Fuzzy DEMATEL Method with Sustainability Integrated SCOR Model. ***In Advances in intelligent systems and computing*** (pp. 488–496). https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_61

Khan, S. a. R., & Yu, Z. (2019). Introduction to supply chain management. ***In EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*** (pp. 1–22). https://doi.org/10.1007/978-3-030-15058-7_1

Khan, S. A., & Zaman, S. I. (2023). Supply Chain Performance Measurement: current challenges and opportunities. ***In Springer eBooks*** (pp. 1–18). https://doi.org/10.1007/978-3-030-89822-9_27-1

Lotfı, F. H., Allahviranloo, T., Shafiee, M., & Saleh, H. (2023). Supply chain management. ***In Springer eBooks*** (pp. 1–46). https://doi.org/10.1007/978-3-031-28247-8_1

Moharamkhani, A., Bozorgi-Amiri, A., & Mina, H. (2017). Supply chain performance measurement using SCOR model based on interval-valued fuzzy TOPSIS. ***International Journal of Logistics Systems and Management***, ***27***(1), 115. https://doi.org/10.1504/ijlsm.2017.083225

Razi Khaneqah, Z., & Foukerdi, A. (2021). A SCOR-based Sustainable Performance Evaluation System: A Case of Sepahan Cement Company. ***Industrial Management Journal***, ***13***(2), 246-277. (In Persian). https://10.22059/imj.2021.319358.1007824

Ricardianto, P., Barata, F. A., Mardiyani, S., Setiawan, E. B., Subagyo, H., Saribanon, E., & Endri, E. (2022). Supply chain management evaluation in the oil and industry natural gas using SCOR model. ***Uncertain Supply Chain Management***, ***10***(3), 797–806. https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.4.001

Ross, T.J. (2010). ***Fuzzy Logic with Engineering Applications***. 3rd Edition, Wiley, Hoboken. http://dx.doi.org/10.1002/9781119994374

Ruel, S., Baz, J. E., Ivanov, D., & Das, A. (2021). Supply chain viability: conceptualization, measurement, and nomological validation. ***Annals of Operation Research/Annals of Operations Research***, ***335***(1), 1-30 https://doi.org/10.1007/s10479-021-03974-9

Shaikh, S. A., Yaqoob, M., & Aggarwal, P. (2021). An overview of biodegradable packaging in food industry. ***Current Research in Food Science***, ***4***, 503–520. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.07.005

Sillanpää, I. (2011). ***Supply chain performance measurement in the manufacturing industry: a single case study research to develop a supply chain performance measurement framework*** [Master Thesis, University of Oulu, Faculty of Technology, Department of Industrial Engineering and Management]. https://urn.fi/URN:ISBN:9789514293269

Si, S., You, X., Liu, H., & Zhang, P. (2018). DEMATEL Technique: A Systematic review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and applications. ***Mathematical Problems in Engineering***, (1), 1–33. https://doi.org/10.1155/2018/3696457

Taghavifard, M. T., Khani, A. M., & Beyrami, S. (2023). Green HR Model Design in Small and Medium Industries Using Interpretive Structural Modeling (ISM). ***Management Studies in Development and Evolution***, ***32***(107), 75-108. (In Persian).

https://10.22054/jmsd.2022.66417.4111

Talukder, B., & Tripathi, S. (2021). Impact of supply chain performance on firms' export capability: development of a statistical model. ***Global Business Review***, 1-20. https://doi.org/10.1177/09721509211044303

Torabi, H., & Nosrati, M. (2023). Evaluation of Supply Chain Performance Based on SCOR Criteria (Case Study: Zanjan Zinc Refinery Company). ***Supply Chain Management***, ***25***(79), 39-48. (In Persian).

Tsai, J., Shen, S., & Lin, M. (2023). Applying a hybrid MCDM model to evaluate green supply chain management practices. ***Sustainability***, ***15***(3), 2148. https://doi.org/10.3390/su15032148

Tseng, M., Islam, M. S., Karia, N., Fauzi, F. A., & Afrin, S. (2019). A literature review on green supply chain management: Trends and future challenges. ***Resources, Conservation and Recycling, 141***, 145–162. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.009

Wang, X., Kumar, V., Kumari, A., & Kuzmin, E. (2022). Impact of digital technology on supply chain efficiency in manufacturing industry. ***In Springer eBooks*** (pp. 347–371). https://doi.org/10.1007/978-3-030-94617-3_25

Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. ***International Journal of Production Economics***, ***176***, 98–110. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.03.014

Zeng, L., Liu, S. Q., Kozan, E., Corry, P., & Masoud, M. (2021). A comprehensive interdisciplinary review of mine supply chain management. ***Resources Policy***, ***74***, 102274. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102274

[1] Khan & Yu
[2] Zeng et al.
[3] Cuthbertson & Piotrowicz
[4] Dolgui et al.
[5] Ricardianto et al.
[6] Moharamkhani et al.
[7] Talukder & Tripathi
[8] Sillanpää
[9] Wang et al.
[10] Shaikh et al.
[11] Khan & Zaman
[12] Torabi & Nosrati
[13] Razi Khaneqah & Foukerdi
[14] Kiriş et al.
[15] Tsang et al.
[16] Ruel et al.
[17] Guo & Wu.
[18] Tsai et al.
[19] Jenkins
[20] Freije et al.
[21] Lotfı et al.
[22] Harrison and Van Hoek
[23] Ross
[24] Structural self-interaction matrix
[25] Taghavifard et al.
[26] Si et al.
[27] Amin & Zhang
[28] Chuang et al.
[29] Agi and Nishant
[30] Faisal et al.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی