Journal of Intelligent Strategic Management
Vol(5), 521-548.
Bumara.ir

Modeling the improvement of supply chain sustainability performance in the country's steel industry under conditions of uncertainty (Case study: Khuzestan Province Steel Industries)

Fereshteh Ghamari | Department of Industrial Management, Sa.C., Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

Faegh Zaheri* | Department of Industrial Engineering, Sa.C., Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

Karam Khalili | Department of Department of Management, Il.C., Islamic Azad University, Ilam, Iran.

Abstract

Supply chain sustainability means managing the flow of goods, data, and capital throughout the production and distribution process, in a way that minimizes negative environmental impacts and respects social and economic responsibilities throughout the product life cycle. This approach is not limited to reducing carbon footprints or optimizing energy consumption, but also includes creating ethical transparency in the supply of raw materials, ensuring humane working conditions in all links in the chain, and increasing resilience to crises to ensure long-term business survival. In this regard, this research aimed to model the improvement of supply chain sustainability performance in the country's steel industry under conditions of uncertainty in the steel industries of Khuzestan Province. The method of this research was mixed (qualitative-quantitative). In the qualitative section, the meta-synthesis method was used to identify indicators, and after reviewing 86 articles, 29 articles were finally used as the basis for extracting indicators, and the analysis of qualitative data led to the extraction of 12 indicators. Then, in the quantitative section, fuzzy DANP-ISM was used for modeling. The data in this section were collected with the help of a self-interaction matrix, which was completed by 26 experts. As a result of analyzing the collected data with ISM Matlab software, a five-level model was obtained, the most effective indicator of which is the comprehensive sustainability program.

Keywords: Supply chain, performance, improvement

How to Cite: Ghamari,F , Zaheri,F and Khalili,K . (2026). Modeling the improvement of supply chain sustainability performance in the country's steel industry under conditions of uncertainty (Case study: Khuzestan Province Steel Industries). Journal of Intelligent Strategic Management .5(4), 521-548.
doi: 10.87453/bumara.2026.373601.667



Intelligent Strategic Management (JISM) in Development and Evolution is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
© Authors

* **Corresponding Author:** F_zaheri@iausdj.ac.ir

Original Research
Received: 2026/05/18
Review: 2026/06/22
Accepted: 2026/08/17
eISSN: 2891-4128

نشریه مدیریت استراتژیک هوشمند
دوره ۵، شماره ٤، زمستان، ١٤٠٥، ٥٤٨-٥٢١
Bumara.ir

مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان (مورد مطالعه: صنایع فولاد استان خوزستان)

فرشته قمری | گروه مدیریت صنعتی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

فایق ظاهری * | گروه مهندسی صنایع، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

کرم خلیلی | گروه مدیریت دولتی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۸
بازنگری: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶
eISSN: 2891-4128

چکیده

پایداری زنجیره تأمین به معنای مدیریت جریان کالا، داده‌ها و سرمایه در طول فرآیند تولید و توزیع است، به گونه‌ای که تأثیرات منفی زیست‌محیطی به حداقل رسیده و مسئولیت‌های اجتماعی و اقتصادی در سراسر چرخه عمر محصول رعایت شود. این رویکرد تنها به کاهش ردپای کربن یا بهینه‌سازی مصرف انرژی محدود نمی‌شود، بلکه شامل ایجاد شفافیت اخلاقی در تأمین مواد اولیه، اطمینان از شرایط کاری انسانی در تمامی حلقه‌های زنجیره، و افزایش انعطاف‌پذیری در برابر بحران‌ها برای تضمین بقای بلندمدت کسب‌وکار است. در این راستا این پژوهش با هدف مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان در صنایع فولاد استان خوزستان به انجام رسید. روش انجام این پژوهش آمیخته(کیفی-کمی) بود. در بخش کیفی برای شناسایی شاخص ها از روش فراترکیب استفاده شد و پس ار بررسی ۸۶ مقاله نهایتاً ۲۹ مقاله مبنای استخراج شاخص ها قرار گرفتند و تحلیل داده های کیفی منجر به استخراج ۱۲ شاخص شد. سپس در بخش کمی، برای مدلسازی از DANP-ISM فازی استفاده شد. داده های این بخش با کمک ماتریس خودتعاملی گردآوری شد که این ماتریس ها توسط ۲۶ خبره تکمیل شدند. در نتیجه تحلیل داده های گردآوری شده با نرم افزار ISM متلب مدلی پنج سطحی حاصل شد که تاثیرگذارترین شاخص آن برنامه فراگیر پایداری است.

کلیدواژه‌ها: زنجیره تامین، عملکرد، بهبود

استناد به این مقاله: قمری، فرشته و ظاهری، فایق و خلیلی، کرم . (۱۴۰۵). مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان(مورد مطالعه: صنایع فولاد استان خوزستان). مدیریت استراتژیک هوشمند, ۵(۴) , ۵۲۱-۵۴۸.

مدیریت استراتژیک هوشمند (JISM) در توسعه و تکامل تحت مجوز بین‌المللی کریتیو کامنز با شرایط انتساب-غیرتجاری ۴,۰ منتشر می‌شود.
©نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** F_zaheri@iausdj.ac.ir

مقدمه

صنعت فولاد به عنوان یکی از ستون‌های اصلی اقتصاد جهانی و زیرساخت‌های صنعتی، همواره با چالش‌های جدی در حوزه پایداری[۱] روبرو بوده است. پایداری در زنجیره تأمین فولاد تنها به معنای حفظ توازن میان عرضه و تقاضا نیست، بلکه مستلزم مدیریت همزمان سه ضلع «اقتصاد، محیط زیست و اجتماع» است (Elkington, 2023). با این حال، در سال‌های اخیر، فشار فزاینده ناشی از تغییرات اقلیمی، قوانین سخت‌گیرانه انتشار کربن و نوسانات شدید قیمت مواد اولیه، مدیریت زنجیره تأمین این صنعت را با پیچیدگی‌های بی‌سابقه‌ای مواجه کرده است (Ivanov, 2020). مشکل اصلی در زنجیره تأمین صنعت فولاد، عدم شفافیت در ردیابی اثرات زیست‌محیطی در طول مسیر از تأمین مواد معدنی تا تحویل محصول نهایی است. روش‌های سنتی مدیریت زنجیره تأمین، عمدتاً بر بهینه‌سازی هزینه‌ها و زمان تحویل تمرکز دارند و اغلب از جنبه‌های کیفی پایداری، مانند کاهش ردپای کربن[۲] () و مدیریت پسماند، غافل می‌مانند (Christopher, 2024). این رویکرد تک‌بعدی منجر به افزایش ریسک‌های عملیاتی و همچنین ریسک‌های شهرتی برای شرکت‌های فولادی در بازارهای جهانی شده است. علاوه بر این، با ظهور مفاهیم نسل چهارم صنعت، انتظار می‌رود فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا (IoT)، یادگیری ماشین و دوقلوهای دیجیتال بتوانند با ایجاد دیدی پانورامیک، به بهبود پایداری کمک کنند. با این وجود، شکاف عمیقی میان پتانسیل‌های این فناوری‌ها و پیاده‌سازی عملی آن‌ها در مدل‌های پایداری زنجیره تأمین فولاد مشاهده می‌شود (Mangla, 2025). بسیاری از سازمان‌ها هنوز قادر نیستند داده‌های تولید شده از سیستم‌های هوشمند را به شاخص‌های عملکرد پایداری تبدیل کنند که این امر منجر به تصمیم‌گیری‌های غیردقیق در مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی می‌گردد.

صنعت فولاد به عنوان یک صنعت استراتژیک و زیربنایی، نقش تعیین‌کننده‌ای در امنیت اقتصادی و توسعه صنعتی ایران ایفا می‌کند. با این حال، زنجیره تأمین این صنعت در سال‌های اخیر تحت تأثیر حجم گسترده‌ای از عدم اطمینان‌ها قرار گرفته است؛ از جمله نوسانات شدید قیمت مواد اولیه در بازارهای جهانی، ابهام در سیاست‌های تجاری و تحریم‌های بین‌المللی که منجر به ناپایداری در جریان مواد اولیه و تجهیزات می‌شود

---

۱ - Sustainability

۲ - Carbon Footprint

(Ivanov et al., 2019). در چنین شرایطی، تمرکز صرف بر بهینه‌سازی هزینه‌ها دیگر پاسخگوی نیازهای سازمان نیست و مدیریت زنجیره تأمین باید به سمت مدل‌های تاب‌آور و پایدار حرکت کند. در شرایط عدم اطمینان، پایداری زنجیره تأمین تنها به معنای رعایت استانداردهای زیست‌محیطی نیست، بلکه مستلزم ایجاد تعادل میان پایداری اقتصادی (تداوم تولید در برابر شوک‌های بازار) و پایداری محیط‌زیستی است (Sarkis et al., 2020). عدم توجه به این پیوند در صنعت فولاد کشور می‌تواند منجر به توقف‌های ناخواسته تولید یا افزایش هزینه‌های ناشی از عدم انطباق با استانداردهای زیست‌محیطی در بازارهای صادراتی شود. علاوه براین، عدم اطمینان در نرخ ارز و تغییرات ناگهانی در قوانین گمرکی و تجاری، باعث ایجاد لرزه‌های شدیدی در زنجیره تأمین فولاد شده است. پژوهش در زمینه بهبود عملکرد پایداری در این شرایط، به شناسایی استراتژی‌های تأمین که همزمان با کاهش ردپای کربن، ریسک ناشی از تأمین‌کنندگان در شرایط بحرانی را نیز مدیریت می‌کنند، کمک خواهد کرد (Peck, 2024). با توجه به روندهای جهانی نظیر "مرزهای کربن" ، صنعت فولاد کشور برای حفظ توان رقابتی خود در بازارهای بین‌المللی، ناچار به اتخاذ مدل‌های زنجیره تأمین پایدار است. انجام این تحقیق به مدیران کمک می‌کند تا در شرایط عدم اطمینان، تصمیماتی اتخاذ کنند که علاوه بر حفظ بقای اقتصادی، از نظر زیست‌محیطی نیز در برابر فشارهای نظارتی جهانی مقاوم باشد (Gereffi, 2025). بسیاری از مدل‌های موجود در مدیریت زنجیره تأمین، یا بر بهینه‌سازی اقتصادی تمرکز دارند و یا بر پایداری زیست‌محیطی، و اغلب این مدل‌ها در مواجهه با پارامترهای تصادفی و عدم اطمینان دچار ضعف عملکردی هستند.

بنابراین، ضرورت علمی این پژوهش در توسعه چارچوبی است که بتواند پایداری را در یک محیط پرریسک و با استفاده از رویکردهای نوین (مانند مدل‌سازی استوکاستیک یا هوشمند) بهینه کند. بنابراین، مسئله اصلی این تحقیق، شناسایی و طراحی چارچوبی برای بهبود عملکرد پایداری در زنجیره تأمین صنعت فولاد است؛ به‌گونه‌ای که بتواند از طریق یکپارچه‌سازی متغیرهای اقتصادی با معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی، شکاف موجود در مدیریت ریسک و شفافیت زنجیره تأمین را پوشش دهد. در این راستا این پژوهش با هدف، مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان در صنایع فولاد استان خوزستان به انجام رسیده است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

زنجیره تامین نوعی از واحد تصمیم گیرنده است که فقط شاخص های ورودی و خروجی ندارد، بلکه در کنار آنها از شاخص های واسطه ای که از مرحله قبل به مرحله بعد جریان دارد استفاده می کند. هر مرحله نیز ممکن است ورودی ها و خروجی های خاص خود را داشته باشد(الفت و همکاران،۱۴۰۱).عملکرد مناسب زنجیره تامین نقش حیاتی در موفقیت سازمان ها دارد. لذا، بکارگیری یک سیستم مناسب ارزیابی عملکرد زنجیره تامین به منظور بهبود مستمر آن ضروری است. ارزیابی عملکرد فرایندکمی سازی کارایی و اثربخشی فعالیت ها است.

گرفتن تصمیمات استراتژیک در زنجیره تامین مساله ای است که به چارچوبی نیاز دارد تا بتواند بر اساس استانداردهای الگویی مناسب داشته باشد. اگر الگویی مناسب در این زمینه وجود نداشته باشد مدیریت زنجیره تامین نمی تواند عوامل مناسبی را جهت ارزیابی مناسب فعالیت های خود داشته باشد(Rodregiez et al,2022).

یکی از مهم ترین سؤالات اساسی که همواره در خصوص عملکرد سازمان ها مطرح بوده، این سؤال است که در طی دوره زمانی معین، هر یک از سازمانها تا چه حد قادر بوده اند از حیث عملکرد مطابق با انتظارات از آنها عمل نمایند؟

جهت پاسخگویی به این سؤال، با توجه به افزایش رقابت پذیری و روحیه تعالی عملکرد در کشور، ضرورت طرح ایده ای جهت نظام ارزیابی عملکرد در سازمان ها بیش از همیشه آشکار گردید. هدف اصلی این نظام، ساماندهی و طراحی مکانیزم های ارزیابی عملکرد جهت تبیین نقاط قوت و ضعف و ارائه راهکارهایی جهت بهبود و ارتقای عملکرد سازمان بوده است. امروزه با توجه به نگرش های مختلفی که در خصوص حوزه مورد کاربرد ارزیابی عملکرد وجود دارد، این فرآیند را می توان در حوزه زنجیره تأمین نیز مورد استفاده قرار داد. عملکرد مناسب زنجیره تأمین نقش کلیدی در موفقیت یک سازمان و دستیابی پایدار به اهداف و به ویژه سودآوری آن دارد.در این راستا استقرار یک سیستم سنجش عملکرد زنجیره تأمین در بهبود مستمر آن توصیه می گردد. بسیاری از محققان بر این عقیده اند که بهبود مستمر در سازمان تنها با تکیه بر ارزیابی عملکرد می باشد.

ارزیابی عملکرد به مثابه ابزاری است که شرکت برای خود فراهم می سازد تا بدان وسیله بداند: آیا زنجیره تأمین آنها بهبود(ارتقاء) یافته یا تنزل پیدا کرده است؟ (نورنگ

و ایردیموسی،۱۳۹۹). امروزه سازمان ها و شرکت ها دریافته اند که با توجه به تغییرات نیازها و سلیقه های مشتریان ، به تنهایی قادر به برآوردن نیازهای آنها نبوده و تلاش در جهت تنوع تولیدات و بهبود وضعیت سازمان برای نیل به این هدف کافی نمی باشد . جهت گیری سازمانها و شرکت ها به سمت بهره گیری از تخصص ها و امکانات یکدیگر با هدف تامین نیازهای مشتریان به صورت زنجیره تامینی کارآمد و منسجم راهکاری بود که در نتیجه رشد روز افزون فناوری اطلاعات حاصل گردید .

در این رویکرد سازمان ها به جای این که مجبور باشند در تمامی زمینه ها بهترین عملکرد را داشته باشند می توانند از توانایی های محوری سایر سازمانها به منظور بهینه سازی قابلیت ها و افزایش اثر بخشی یکدیگر بهره گرفته سطح رضایتمندی مشتریان خود را ارتقا دهند .زیرا دیگر رقابت میان یک تولید کننده و تولید کننده دیگر نیست بلکه رقابت اصلی بین زنجیره های تأمین است . زنجیره های تأمین فعالیت های مورد نیاز شرکت ها و کسب و کارها را جهت طراحی ،ساخت و تحویل و به کار گیری محصول یا خدمات در بر می گیرد . کسب و کارها جهت فراهم ساختن آنچه برای بقا و رشد نیاز دارند به زنجیره تأمین خود وابسته اند .هر کسب و کار در یک یا دو زنجیره تأمین قرار می گیرد و هر کدام از آنها نقش خود را دارد(Fransini et al,2022).

سازمان های کنونی دریافته اند که برای رقابت در بازارهای محلی و جهانی باید اقدامات خود را به گونه ای اثر بخش در درون سازمان جهت بهبود کل زنجیره تامین و هم چنین به دست آوردن کارایی و اثر بخشی بیشتر نسبت به رقبا ،انجام دهند (خرم زاده و قیوم ،۲۰۲۱). صنعتی شدن مشکلات اساسی اجتماعی و زیست محیطی را ایجاد و سبب بحث در مورد توسعه پایدار از دهه ۷۰، به ویژه گرم شدن جهانی و در کل مسائل زیست محیطی شده است(Moriss et al,2023). با مسائل موجود مانند حفاظت از محیط زیست، شفافیت شرکت، مزایای کارکنان و نگرانی های امنیتی ،شرکت ها نیاز به ایجاد زنجیره های تامین زیست محیطی مناسب دارند.

بنابراین، شرکت های پیشرو شیوه های مدیریت زنجیره تامین پایدار را راه اندازی کرده اند(Hung et al,2020). در برخی صنایع که آلایندگی بیشتری دارند پایداری به یک مسئله کلیدی تبدیل شده است در حالی که هیچ اجتماعی یا نهاد خاصی برای الزام پایداری در زنجیره تامین وجود ندارد(Goslink et al,2024). از طرف دیگر نوآوری در سازمان های کوچک به عنوان مهم ترین عامل برای پوشش ضعف های ناشی از اندازه کوچک

سازمان قلمداد شده و برای مواجهه با پدیده های جدید و سازگاری با آنها به فرصت های قابل بهره برداری برای سازمان دست یافت و از آنها به عنوان وسیله ای برای رشد سازمان در دراز مدت استفاده و در نهایت به یک مزیت رقابتی پایدار رسید . هنوز مشخص نیست پایداری مدیریت زنجیره تامین چگونه درون یک شرکت شکل گرفته و عملیات خارجی را به داخل سازمان مرتبط می کند و همچنین چه عواملی این روند را تحت تاثیر قرار داده و نقش فشار مشتری در توسعه زنجیره تامین پایدار نیز مشخص نیست در حالی که از نظر برخی نویسندگان ،نیاز مشتری یک محرک مهم برای عملیات مدیریت زنجیره تامین پایدار است(Giolandris & Smeaideit,2024).

مدیریت زنجیره تامین پایدار مدیریت جریان مواد ،اطلاعات ،سرمایه و همکاری بین شرکت های زنجیره تامین با توجه به توسعه سه بعد پایداری یعنی ابعاد اقتصادی ،محیطی و اجتماعی می باشد(Roon,2022). طراحی محصول پایدار ،طراحی فرایند و همکاری پایدار با تامین کنندگان و همچنین مشتریان چهار بعد اصلی مدیریت زنجیره تامین پایدار می باشند(Pelraj et al,2023).

پیشینه پژوهش

جهان دیده و اصغری زاده(۱۴۰۳) مدل پایداری زنجیره تامین صنعت گردشگری ایران با تاکید بر شرایط همه‌گیری ویروس کرونا را تدوین نمودند. این پژوهش مبتنی بر روش کیفی و استراتژی نظریه داده‌بنیاد بود. داده‌های پژوهش از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۱۹ نفر از خبرگان صنعت گردشگری جمع‌آوری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در طی سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد و به ظهور ۴۳۸ کد باز، ۱۲۷ مفهوم، ۱۹ مقوله فرعی و ۴ مقوله اصلی در ۳ طبقه منجر گردید. نتایج نشان داد که محرک‌های پایدارسازی زنجیره تأمین گردشگری و توانمندسازهای پایدارسازی زنجیره تأمین گردشگری به عنوان شرایط علی، موجب ضرورت یافتن پایدارسازی زنجیره تأمین گردشگری با تأکید بر بحران همه‌گیری گردیده است.

در صورت انتخاب وبه‌کارگیری صحیح کنش ـ برهمکنش‌ها که همان شیوه‌های پایدارسازی زنجیره تأمین گردشگری هستند، می‌توان پایداری عملکرد زنجیره تأمین گردشگری را به عنوان پیامد انتظار داشت. رحمانی گل افشانی و همکاران(۱۴۰۱) الگوی پیکربندی راهبردهای زنجیره تامین و کسب و کار و ارتباط آن با عملکرد پایداری سازمان را در صنایع غذایی ایران ارائه کردند. روش نمونه گیری، به صورت تصادفی از میان

شرکت های تولیدکننده صنایع غذایی، انجام شد و پرسش نامه ای تنظیم و پس از بررسی انواع روایی سازه، تشخیصی و همگرا و پایایی ترکیبی، توزیع شده است. در تحلیل داده ها برای خوشه بندی، از یک فرآیند هوشمند فراابتکاری تکامل تفاضلی استفاده و برای شناسایی ویژگی های خوشه و ایجاد پیکره های مختص آن، از تحلیل واریانس و آزمون های گروه بندی جوامع توکی، استفاده شده است. یافته ها ۳ گروه مختلف، با ترکیب های راهبرد زنجیره تامین و کسب و کار متفاوت، شناسایی شده اند.

ترکیب اول، راهبرد پاسخ گویی زنجیره تامین و راهبرد پیشرو کسب و کار، ترکیب دوم، راهبرد ناب زنجیره تامین و راهبرد تحلیل گر کسب و کار و ترکیب سوم، شامل راهبرد تاب آور زنجیره تامین و راهبرد واکنشی کسب و کار است. نتایج ترکیب اول، منجر به عملکرد پایداری مناسب تری نسبت به سایر ترکیب ها در شرکت های حوزه صنایع غذایی ایران، شده است. ایزدیار و همکاران(۱۴۰۰) کاربرد پویایی سیستم در ارزیابی عملکرد پایداری زنجیره تامین لارج در صنعت خودروسازی را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش، با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج شناسایی و با استفاده از دیمتل فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی اولویت‌بندی شدند و رویکرد یکپارچه از شیوه‌های لارج ارائه گردید و در نهایت از رویکرد پویایی سیستم برای ارزیابی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و تاثیرشان بر عملکرد پایداری در زنجیره تامین استفاده شده است.

یافته‌ها نشان داد که سناریوهای بهبود در حمل و نقل انعطاف‌پذیر و بهبود در اجرای تولید به موقع، موجب پایدارتر شدن زنجیره تامین می‌گردد. نتایج حاصل از اجرای این سناریوها نشان از بهبود پایداری در زنجیره تامین می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد که استراتژی ناب، استراتژی بسیار مهمی در دستیابی به پایداری در زنجیره تامین است. آندرواژ و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی با موضوع بررسی تأثیر رهبری تحول گرا بر هماهنگی عملکرد زنجیره تأمین پایدار با نقش میانجی یادگیری سازمانی(مورد مطالعه: شرکت پتروشیمی رازی ماهشهر) به این نتیجه رسیدند که رهبری تحول گرا بر هماهنگی عملکرد زنجیره تأمین پایدار با نقش میانجی یادگیری سازمانی در شرکت پتروشیمی رازی ماهشهرتأثیر دارد. همچنین، رهبری تحول گرا بر هماهنگی عملکرد زنجیره تأمین پایدار در شرکت پتروشیمی رازی ماهشهرتأثیر مثبت و معنی داری دارد و در نهایت رهبری تحول گرا بر یادگیری سازمانی در شرکت پتروشیمی رازی ماهشهرتأثیر مثبت و معنی داری دارد.

در خارج از کشور نیز پژوهش های بسیاری در این زمینه به انجام رسیده است که در ادامه به برخی از مهم ترین آنها اشاره می شود. وی و ژانگ[۱](۲۰۲۴) در پژوهشی به مرور ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار پرداختند. این پژوهش که با روش کتابخانه ای به انجام شد نشان داد که با افزایش روزافزون مشکلات منابع، محیط زیست و جامعه، توسعه پایدار به یک مسئله جهانی تبدیل شده است. شرکت‌های زنجیره تأمین ضمن پیگیری توسعه خود، باید تعدیل‌های کلی در مورد مزایای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی که با آن مواجه هستند نیز انجام دهند و مفهوم توسعه پایدار را در زنجیره تأمین برای به حداکثر رساندن مزایای کلی وارد کنند. «زنجیره تأمین پایدار» دقیقاً با این روند همسو است. کومار و گوسوانی[۲](۲۰۲۳) پژوهشی با عنوان عملکرد زنجیره تأمین پایدار، عملکرد آن و تأثیر آن بر موانع همکاری را به انجام رساندند. این پژوهش نشان داد که زنجیره تأمین پایدار فرصتی برای دستیابی به مزیت رقابتی فراهم می کند.

به همین خاطر دستیابی به زنجیره تأمین پایدار از طریق سود سه‌گانه – اقتصادی، محیطی و اجتماعی – به طور گسترده مورد بحث قرار گرفته است. علاوه بر این، نویسندگان تأثیر عملکرد پایدار بر موانع پایداری را از طریق همکاری بررسی کردند. این مدل با داده‌های جمع‌آوری‌شده از صنایع در هند با استفاده از حداقل مربعات جزئی و مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس اعتبارسنجی شده است. پژوهشگران دریافتند که این مدل برای هر دو بخش تولیدی و خدماتی معتبر است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در صنعت هندوستان، بُعد اجتماعی بیشترین اهمیت و بُعد محیطی کمترین اهمیت را دارد که آن را از اقتصاد توسعه‌یافته متمایز می کند. همچنین عملکرد پایدار متعاقباً موانع و خطرات پایداری را کاهش می‌دهد و در نتیجه تأثیر آن را در طول زمان کاهش می‌دهد.

گاوانکار[۳] و همکاران(۲۰۲۰)، در تحقیق خود با هدف تاثیر سیستم برنامه ریزی منابع سازمانی بر عملکرد زنجیره تامین به این موضوع اشاره داشتند که امروزه سازمان های تجاری با محیطی پیچیده تر و رقابتی تر از گذشته روبرو هستند. موفقیت تجاری یک سازمان تنها به تجزیه و تحلیل وضعیت درونی آن سازمان محدود نشده و تا اندازه ای زنجیره تامین و توزیع آن را نیز شامل می شود. مدیریت یکپارچه زنجیره تامین یک فرآیند

---

[۱] -Wi & Zhang

[۲] -Kumar

[۳] Gawankar

پیچیده است، زیرا سازمان ها و شرکای سازمانی بسیاری با منافع متفاوت در عملیات زنجیره تامین درگیر می باشند. در زنجیره تامین، مدیران و روسای هر سازمان به منظور پاسخگویی به نیازهای مشتریان و افزایش حداکثری سودآوری، نیازمند همکاری متقابل با شرکای تجاریشان هستند.برنامه ریزی منابع سازمان همواره یک مولفه جدایی ناپذیر از مدیریت زنجیره تامین فرض شده است.در این پژوهش به بررسی تاثیر سیستم برنامه ریزی منابع سازمانی بر عملکرد زنجیره تامین در شرکت های کوچک و متوسط پرداخته شده است . این تحقیق از نوع توصیفی همبستگی است لذا در آن از مدل معادلات ساختاری استفاده شده است. .در پژوهش حاضر ابعاد برنامه ریزی منابع سازمانی یعنی یکپارچگی، مدیریت موجودی، برنامه ریزی تولید، کنترل و مدیریت جریان کاری به عنوان متغیر مستقل و عملکرد زنجیره تامین متغیر وابسته می باشد .

نتایج نشان داد که هرچه شرکت ها به سمت مدیریت زنجیره تامین حرکت می کنند، ارزیابی عملکرد زنجیره های تامین ضرورت بیشتری می یابد. بر اساس نتایج بدست آمده تاثیر تمامی متغیرها در ارتباط با لجستیک و تبلیغات محلی در سطح زنجیره بر یکدیگر مورد پذیرش واقع شده است. در تحقیقی که توسط آبیسکارا[1] و همکاران(۲۰۱۹)، با هدف بررسی تاثیر قابلیت های پویایی زنجیره تامین بر عملکرد آن با میانجی گری تاب آوری زنجیره تامین انجام گرفت بیان داشته اند که اختلالات در شرکت‌ها ممکن است از سوی مشتریان، تامین‌کنندگان و عوامل دیگر زنجیره تامین باشد که باعث بروز آسیب‌هایی همچون هزینه‌های بالاتر، عملکرد ضعیف، فروش از دست رفته، سود کمتر، ورشکستگی و غیره در زنجیره تامین می‌شود.

برای جلوگیری از این آسیب-ها و بهبود عملکرد، ایجاد تاب‌آوری در زنجیره تامین به فعالیت مهمی برای شرکت-ها و مدیران در زنجیره تامین تبدیل شده است. برای دست-یابی به این هدف، شناسایی و بهبود عوامل موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین برای مدیران ضروری است. در این تحقیق تاثیر قابلیت‌های پویایی زنجیره تامین بر عملکرد زنجیره تامین با میانجی‌گری تاب‌آوری زنجیره تامین و همچنین تاثیرات مستقیم قابلیت-های پویایی زنجیره تامین بر تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تامین توسط معادلات ساختاری مورد بررسی قرار می گیرد.

---

[1] Abeysekara

طبق نتایج، تاثیر مثبت قابلیت‌های یکپارچگی و انعطاف-پذیری بر روی عملکرد زنجیره تامین با میانجی گری تاب‌آوری تایید و تاثیر قابلیت‌های خارجی بر عملکرد زنجیره تامین با میانجی-گری تاب-آوری رد می-شود. همچنین، نتایج تاثیرات مثبت تاب-آوری زنجیره تامین و قابلیت انعطاف-پذیری بر عملکرد زنجیره تامین و قابلیت-های یکپارچگی و انعطاف-پذیری بر تاب-آوری را تایید؛ و تاثیرات مثبت قابلیت‌های خارجی بر تاب‌آوری و قابلیت‌های خارجی و یکپارچگی بر عملکرد زنجیره تامین را رد می‌کند.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش به دنبال مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان در صنایع فولاد استان خوزستان با استفاده از یک روش پژوهش آمیخته (کیفی- کمی) است. این پژوهش از جنبه هدف کاربردی محسوب می‌شود. چرا که بیشترین کاربرد آن برای مدیران و سیاست گذاران فعال در صنایع فولاد استان خوزستان است. در بخش کیفی به‌منظور درک، شناخت و استخراج متغیرها از روش فراترکیب تا رسیدن به متغیر استفاده شده است.

برای انجام روش فراترکیب از روش سندلوسکی و باروسو استفاده می شود. روش سندلوسکی و باروسو یک روش کاربردی برای پژوهش فراترکیب است. روش فراترکیب یکی از انواع روش‌های فرامطالعه است و یک روش تحقیق کیفی محسوب می‌شود. در واقع فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که از اطلاعات یافته‌های مستخرج از مطالعات دیگر در زمینه موضوع مرتبط، استفاده می‌کند.

پژوهشگر در روش فراترکیب، داده‌های ثانویه نتایج حاصل از سایر مطالعه‌ها را برای پاسخگویی به نتایج مطالعه خود باهم ترکیب نموده و نتایج جدیدی بدست می‌آورد. د در بخش کیفی این پژوهش جامعه آماری شامل همه مقالات و پژوهش های معتبر داخلی و خارجی ازسال ۲۰۲۰ تاکنون است. در بخش کمی برای سطح بندی شاخص های شناسایی شده و تعیین ارتباط بین آنها از روش DANP-ISM فازی استفاده شده است.

مدلسازی ساختاری تفسیری روشی برای طراحی الگوی روابط پیچیده و چندگانه میان متغیرهای یک پدیده است. این روش نوعی تحلیل ساختاری است که براساس پارادایم تفسیری بنا نهاده شده است. هدف این روش نیز شناسایی روابط بین متغیرهای زیربنایی یک پدیده چندوجهی و پیچیده است.

جامعه آماری این پژوهش در بخش کمی برای تکمیل کردن ماتریس خودتعاملی شامل مجموعه‌ای از خبرگان و متخصصان دانشگاهی آشنا به پایداری زنجیره تامین است. ملاک اندازۀ نمونه، نمونه گیری هدفمند(قضاوتی) است. با استفاده از روش نمونه‌گیری انتخابی هدفمند در ابتدای امر تعداد ۱۱ نفر به به‌عنوان نمونه خبرگان اولیه تحقیق مشخص و سپس داده‌های لازم جمع‌آوری شد. در طول تکمیل ماتریس های خودتعاملی افراد جدیدی شناسایی شدند که درمجموع ۱۹ نفر از خبرگان نظرات خود را در بخش کمی ارائه نمودند. وضعیت نمونه خبرگان پژوهش نشان داد که ۵۷ درصد از نمونه خبرگان تحقیق دارای سابقه علمی و پژوهشی در دانشگاه‌ها و ۲۱ درصد آن‌ها نیز دارای سابقه اجرایی در صنایع فولاد استان خوزستان در موضوع موردمطالعه می‌باشند.

علاوه بر دودسته فوق ۲۲ درصد از نمونه خبرگانی نیز دارای سابقه بلندمدت، مشاوره در صنایع فولاد خوزستان هستند، که دارای تحصیلات عالیه دانشگاهی می‌باشند. میانگین سابقه کار خبرگان دانشگاهی و عوامل اجرایی بین ۱۵ و ۱۸ سال و سابقه کار خبرگان مشاور نیز ۱۴ سال فعالیت می‌باشند، که نشان‌دهنده تجربه خوب و به دنبال آن آشنایی کامل به ابعاد موضوع پژوهش هستند. برای تحلیل داده ها در بخش مدلسازی با روش DANP-ISM فازی، از نرم افزار ISM متلب استفاده شد.

یافته های پژوهش

روش‌های متعددی برای انجام فراترکیب پیشنهاد شده است که الگوی هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو بیشترین کاربرد را دارد.

گام نخست: تنظیم سوال‌های پژوهش

نخستین گام فراترکیب تنظیم پرسش های پژوهش است. به همین خاطر برای پاسخگویی به پرسش های پژوهش از جدول یک در زیر استفاده شده است.

جدول۱: مشخصه‌ها و پرسش‌های پژوهش

مشخصه ها	پرسش‌های پژوهش
چیستی کار (What)	شاخص های بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین
جامعه مورد مطالعه(Who)	منابع مختلف اعم از مقاله و پایان‌نامه در مورد عملکرد پایداری زنجیره تامین
محدودیت زمانی(When)	کلیه منابع موجود بین سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵میلادی و معادل شمسی آن ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴
چگونگی روش (how)	بررسی موضوعی منابع، استخراج کدها، بررسی و تحلیل مفاهیم، دسته‌بندی مفاهیم

گام دو: بررسی نظام‌مند متون

در این مرحله پژوهشگر به جستجوی سیستماتیک مقالات منتشر شده در مقاله‌های معتبر خارجی و داخلی با هدف تعیین اسناد معتبر، موثق و مرتبط در بازه زمانی مناسب پرداخت. پس از گزینش کلمات کلیدی مرتبط و متفاوت، واژگان کلیدی زیر که در جدول دو مشاهده می شوند مورد جستجو قرار گرفت.

جدول۲: واژگان کلیدی جستجوی سیستماتیک مقالات

ردیف	کلید واژه	انگلیسی/ فارسی
۱	شاخص های بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین	فارسی
۲	شاخص های عملکرد پایداری زنجیره تامین	فارسی
۳	Supply chain sustainability performance improvement indicators	انگلیسی
۴	Supply Chain Sustainability Performance Indicators	انگلیسی

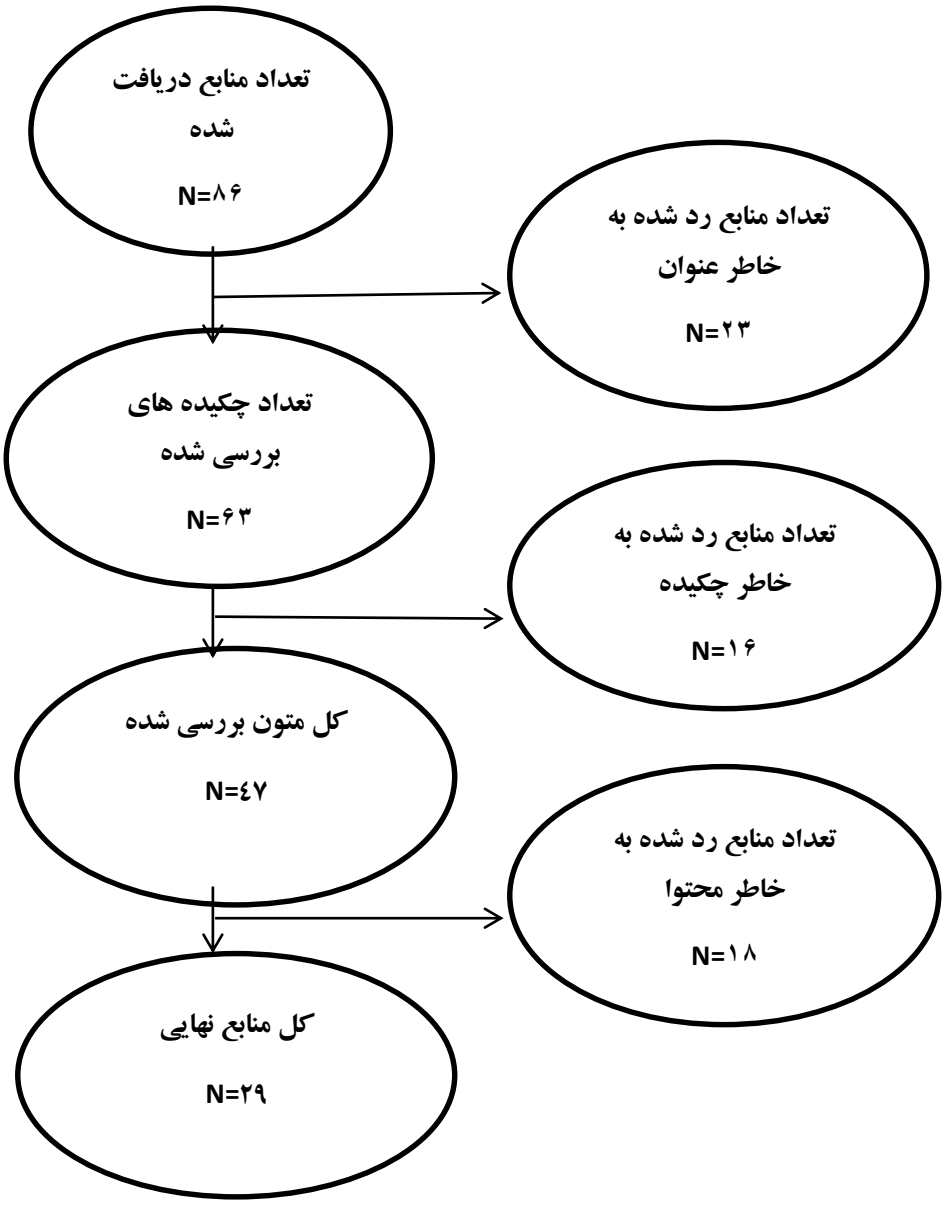
برای جستجوی سیستماتیک متون مرتبط جدول ۳ مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که ملاحظه می شود این کلید واژه‌ها در پایگاه های اطلاعاتی برای بازیاب مقالات مورد استفاده قرار گرفت.

جدول۳: مقالات بازیابی شده به تفکیک پایگاه های مورد استفاده

نام پایگاه	تعداد مقاله
WOS(آی اس آی)	۸
Sage (سیج)	۹
Scopus (اسکوپوس)	۱۲
Wiley (وایلی)	۴
Science Direct (ساینس دایرکت)	۱۵
Emerald (امرالد)	۱۳
Springer (اشپرینگر)	۱۱
نورمگز	۶
SID	۵
مجموع	۸۳

گام سه: جستجو و بررسی مقاله‌های مرتبط

پس از شناسایی واژگان کلیدی تحقیق، مجموعه مقاله‌های حاوی واژگان کلیدی شناسایی شدند. این مقالات براساس مواردی چون عنوان، چکیده، محتوا و روش تحقیق در پایگاه داده‌های مذکور مانند شکل(۱) در زیر غربال می‌شوند و مقاله‌های نهایی به تعداد **۲۹** مورد استخراج می‌شدند.



شکل ۱: مراحل و تعداد منابع بررسی شده در فراترکیب

روند بررسی گام سوم با استفاده از برنامه CASP[1] انجام گرفت. برنامه مهارت های ارزیابی حیاتی CASP ابزاری برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه در روش تحقیق کیفی است. این ابزار یکی از روش‌های سنجش روایی و پایایی تحقیق کیفی است و به‌ویژه برای سنجش روایی و اعتبار در روش تحقیق فراترکیب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مرحله، کلیه مقالات جستجو شده از نظر عنوان، چکیده، ساختار مقاله، محتوا و سایر بخش‌های مقالات مورد بررسی قرار گرفت.

در مطالعات کیفی، به طور معمول از ابزار برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی CASP که شامل معیارهای ۱۰گانه روبریک استفاده شده که عبارتند از: ۱. تناسب اهداف ۲. روش ۳. طرح پژوهش ۴. روش نمونه‌گیری ۵. کیفیت جمع‌آوری داده‌ها ۶. انعکاس‌پذیری ۷. اخلاق پژوهش ۸. دقت تجزیه و تحلیل داده‌ها ۹. وضوح بیان یافته‌ها ۱۰. ارزش کلی پژوهش.

در این ابزار هر مقاله بر اساس نمره یا درجه کسب شده، به مرحله بعد راه می‌یابد. امتیازدهی و درجه بندی CASP بر اساس ضعیف (کسب نمره ۰ تا ۱۰)، متوسط (کسب نمره ۱۱ تا۲۰)، خوب (کسب نمره ۲۱ تا ۳۰)، خیلی‌خوب (کسب نمره ۳۱ تا ۴۰)، عالی (کسب نمره ۴۱ تا ۵۰) انجام می‌شود. جدول یک بر اساس معیارهای CASP برای امتیازدهی به برخی مقالات به عنوان نمونه استفاده شد.

[1]. Critical Appraisal Skills Program

جدول ٤: معیارهای CASP برای امتیازدهی به مقالات پذیرفته شده

ردیف	مقاله	اهداف تحقیق	منطق روش	طرح تحقیق	روش نمونه برداری	جمع آوری داده ها	انعکاس پذیری	ملاحظات اخلاقی	دقت تجزیه و تحلیل داده ها	بیان واضح و روشن یافته ها	ارزش تحقیق	امتیاز کسب شده	نتیجه نهایی
۱	IMPROVEMENT AND IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE KEY PERFORMANCE INDICATORS IN SUPPLY CHAIN : THE CASE OF A FURNITURE FIRM	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴۹	پذیرش
۲	How to improve supply chain sustainable performance : Evidence from Chinese construction	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴۹	پذیرش
۳	Assessing the sustainability of performance in the parts manufacturing industry supply chain: Irish parts manufacturing industries	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴۹	پذیرش
۴	Improving sustainable supply chain performance management: A systematic approach to analyzing improvement indicators.	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۴۸	پذیرش
۵	Assessing the sustainable performance of the Malaysian automotive supply chain	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۴۸	پذیرش

۶	A framework for measuring sustainable supply chain performance: Moving towards improvement.	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۴۸	پذیرش
۷	Sustainable supply chain performance assessment: A systematic literature review	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۴۷	پذیرش
۸	The Key components Government Financial Management Information Systems	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۴۷	پذیرش
۹	Key Performance Indicators for Adopting Sustainability Practices in Footwear Supply Chains	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴۷	پذیرش
۱۰	Supply Chain Performance Improvement: A Literature Review	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۴۷	پذیرش

گام چهار: استخراج اطلاعات مقالات

در این مرحله محتوای مقالات به دقت مطالعه شده و شاخص‌های اساسی استخراج می‌شود. در واقع در این بخش پس از مشخص شدن سؤالات پژوهشی، از طریق انتخاب کلیدواژه ها و جستجوی این عبارات، منابع شناسایی و پس از تایید مستندات بر اساس معیارهای ورودی مشخص شده، استخراج داده‌ها از روش کدگذاری انجام می‌شود. سوال روش فراترکیب در این پژوهش این است که : شاخص های بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین کدامند کدامند؟ برای پاسخ به این سوال مطابق کلیدواژه های انتخاب شده در مراحل قبل جستجو انجام شد و نهایتاً ۲۹ منبع از میان ۸۶ منبع جهت استخراج شاخص ها شناسایی شدند.

گام پنج: تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی

مهمترین بخش یک تحقیق کیفی به روش فراترکیب این مرحله است که در این بخش انجام می‌شود. در این گام شاخص های حاصل از ۲۹ مقاله مشخص شدند. البته امتیاز دریافتی آنها نیز که برگرفته از جدول CASP است هم در جدول ۴ آورده شده است.

گام شش: پایایی و اعتبار مدل (کنترل کیفیت).

در پژوهش کیفی منظور از اعتبار، مفاهیمی شامل دفاع‌پذیری، باورپذیری، تصدیق‌پذیری و حتی بازتاب‌پذیری نتایج تحقق است. یکی از شاخص‌های پایایی تحقیق کیفی، ارزیابی دو یا چند سند از حیث ارجاع به شاخصی خاص است. با محاسبه شاخص کاپا می‌توان پایایی را ارزیابی کرد. چرا که منظور از روایی این است که مقیاس و محتوای سؤالات دقیقاً متغیرها و موضوع مورد پژوهش را اندازه گیری کند. کاپا مناسب ترین و قابل اعتماد ترین روش بررسی و تخمین توافق میان مشاهدات است(آرمیتاژ و همکاران[۱]،۲۰۱۲). برای سنجش و ارزیابی پرسشنامه و یا هر ابزار سنجشی، از ملاک روایی استفاده می‌شود، اگر دارای این معیار باشد، بدان معناست که میزان یا درصد اشتباه پژوهشگر در اندازه گیری ملاکها و عوامل موردنظر به حداقل رسیده است. پایایی بخش فراترکیب پژوهش با کمک ۳ نفر از اساتید این حوزه که دارای رتبه علمی دانشیار و سابقه بیش از ۱۸ سال تدریس و پژوهش بودند نیز بررسی مجدد صورت گرفت و با کمک کاپای کوهن انجام شده است. ضریب کاپای کوهن محاسبه و برابر ۰/۸۶ شد که نشان از روایی مناسب روش فراترکیب دارد.

---

۱. Armitage

$$K = \frac{PO - Pe}{1 - Pe}$$

که درآن PO نشان دهنده واحدهای مورد توافق و Pe واحدهایی که احتمال توافق تصادفی وجود دارد.

گام هفت: استخراج اطلاعات مقالات

در این مرحله از فراترکیب، یافته‌های حاصل از مراحل قبل ارائه می شود. شاخص های استخراج شده برای شاخص های بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین از روش فراترکیب تعداد ۷۷ مولفه بودند که در نهایت با دسته بندی انجام شده به ۱۲ شاخص اساسی دسته بندی شدند که در جدول ۵ در زیر نشان داده شده است.

جدول۵: شاخص های استخراج شده از روش فراترکیب

کد	شاخص	کد	شاخص
C1	مدیریت هدفمند موجودی و ریسک	C7	مسئولیت پذیری و مشارکت اجتماعی
C2	مدیریت جامع انرژی	C8	تولید سریع و با کیفیت محصولات
C3	رضایت مندی مشتریان و کارکنان	C9	تدوین ارتباطات سازنده
C4	طراحی، تولید و توسعه سبز	C10	مدیریت کارآمد پسماند و بازیافت
C5	برنامه فراگیر پایداری	C11	ارتقاء تاب آوری و هوشمندسازی
C6	سیستم مدیریت محیط زیست اثربخش	C12	بازدهی مناسب زنجیره تامین

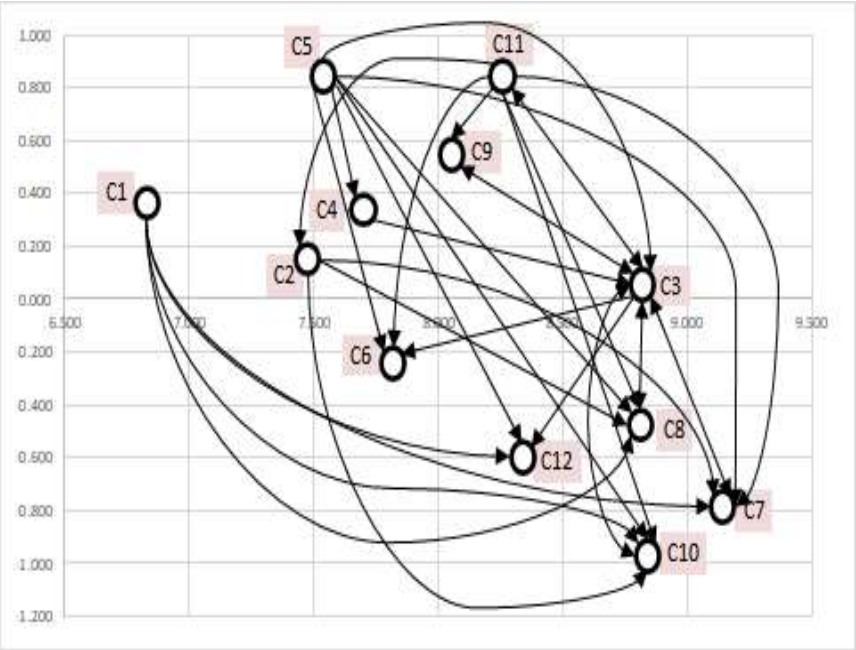
در بخش کمی ابتدا به پیاده سازی تکنیک دیمتل فازی برای ۱۲ مولفه تایید شده بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین پرداخته می‌شود. در این بخش ماتریس دیمتل در اختیار ۲۶ نفر از خبرگان قرار داده شد تا بر اساس طیف ۰ تا ۴ جدول دیمتل فازی، تاثیرگذاری هر مولفه بر روی دیگر مولفه ها مشخص شود. سپس با استفاده از رابطه ۳-۶ نظرات پاسخ دهندگان ادغام شد. نتایج در جدول ۶ آورده شده است. در این گام ابتدا ماتریس ارتباط مستقیم جدول نرمال می شود جهت نرمال سازی باید ماکزیمم مجموع سطری حدهای بالای ماتریس ارتباطات مستقیم را بدست آورد که در این بخش برابر با عدد ۸/۷۲۲ می-باشد. سپس تمامی اعداد ماتریس ارتباطات مستقیم را بر عدد ۸/۷۲۲ تقسیم می کنیم. نتیجه در جدول آورده شده است. در این گام با استفاده از رابطه -۳و ماتریس ارتباطات کامل

(T) را تشکیل می‌دهیم برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس همانی (I_{12*12}) تشکیل می‌شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌کنیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم که در جدول زیر آورده شده است.

جدول٦: ماتریس ارتباط مستقیم شاخص ها

	C1	C2	C3	C4	...	C11	C12
C1	(۰,۰۰۰,۲۵)	(۰,۰۸۲۰,۳۲۲۰,۵۷۲)	(۰,۱۲۷۰,۳۸۹۰,۲۳۹)	(۰,۱۳۹۰,۳۳۳۰,۵۵۱)	—	(۰,۲۵۰,۵۷۹۰,۶۹۴)	(۰,۳۱۷۰,۵۵۶۰,۷۲۸)
C2	(۰,۱۳۹۰,۳۳۳۰,۵۸۳)	(۰,۰۰۰,۲۵)	(۰,۲۲۲۰,۵۱۷۰,۱۳۹)	(۰,۳۳۳۰,۵۲۸۰,۷۵)	—	(۰,۱۲۷۰,۳۱۱۰,۶۱۱)	(۰,۰۵۶۰,۱۲۷۰,۵۱۷)
C3	(۰,۱۹۴۰,۳۸۹۰,۶۱۱)	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۶۹۴)	(۰,۰۰۰,۲۵)	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۶۳۹)	—	(۰,۳۶۱۰,۵۸۳۰,۸۰۶)	(۰,۳۳۳۰,۵۸۳۰,۷۲۸)
C4	(۰,۱۹۴۰,۳۶۱۰,۵۸۳)	(۰,۲۸۹۰,۶۱۱۰,۸۰۶)	(۰,۳۶۱۰,۵۵۶۰,۷۵)	(۰,۰۰۰,۲۵)	—	(۰,۱۱۱۰,۳۰۶۰,۵۵۶)	(۰,۱۲۷۰,۳۳۳۰,۵۸۳)
C5	(۰,۱۱۱۰,۳۰۶۰,۵۵۶)	(۰,۳۶۱۰,۶۱۱۰,۸۰۶)	(۰,۵۲۷۰,۶۶۷۰,۸۳۳)	(۰,۵۴۴۰,۶۶۷۰,۸۰۶)	—	(۰,۱۹۴۰,۵۴۴۰,۶۹۴)	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۶۹۴)
C6	(۰,۰۵۶۰,۱۹۴۰,۵۴۴)	(۰,۰۸۲۰,۳۰۶۰,۵۵۶)	(۰,۳۰۶۰,۵۰۰,۶۹۴)	(۰,۲۲۲۰,۳۸۹۰,۶۱۱)	—	(۰,۲۲۲۰,۳۸۹۰,۵۸۳)	(۰,۳۸۹۰,۶۱۱۰,۸۰۶)
C7	(۰,۱۲۷۰,۳۶۱۰,۵۸۳)	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۷۲۲)	(۰,۳۰۶۰,۵۹۸۰,۷۲۲)	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۶۹۴)	—	(۰,۳۵۰,۵۱۷۰,۱۳۹)	(۰,۵۴۴۰,۶۳۹۰,۸۳۳)
C8	(۰,۲۲۲۰,۳۸۹۰,۶۱۱)	(۰,۳۰۶۰,۵۹۸۰,۷۲۲)	(۰,۵۱۷۰,۶۶۷۰,۸۶۱)	(۰,۳۵۰,۵۷۲۰,۶۶۷)	—	(۰,۱۹۴۰,۳۸۹۰,۶۱۱)	(۰,۳۵۰,۵۴۴۰,۶۳۹)
C9	(۰,۱۲۷۰,۳۶۱۰,۶۱۱)	(۰,۱۱۱۰,۳۶۱۰,۵۸۳)	(۰,۵۵۶۰,۸۰۶۰,۹۴۴)	(۰,۱۲۷۰,۳۳۳۰,۵۸۳)	—	(۰,۲۵۰,۵۴۴۰,۶۹۴)	(۰,۵۵۶۰,۸۰۶۰,۹۱۷)
C10	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۷۲۲)	(۰,۱۳۹۰,۲۷۸۰,۵)	(۰,۲۵۰,۵۱۷۰,۶۳۹)	(۰,۱۹۴۰,۳۳۳۰,۵۵۱)	—	(۰,۱۲۷۰,۳۰۶۰,۵۴۸)	(۰,۵۵۶۰,۷۷۸۰,۹۱۷)
C11	(۰,۱۳۹۰,۲۷۸۰,۵۴۸)	(۰,۲۲۲۰,۵۵۶۰,۷۲۲)	(۰,۵۲۸۰,۷۷۸۰,۹۴۴)	(۰,۱۳۹۰,۳۰۶۰,۵۵۱)	—	(۰,۰۰۰,۲۵)	(۰,۵۵۶۰,۸۰۶۰,۹۱۷)
C12	(۰,۰۸۲۰,۱۹۴۰,۵۴۴)	(۰,۱۱۱۰,۲۲۲۰,۵۷۲)	(۰,۱۲۷۰,۳۶۱۰,۶۱۱)	(۰,۱۳۹۰,۳۳۳۰,۵۸۳)	—	(۰,۲۷۸۰,۵۷۲۰,۶۹۴)	(۰,۰۰۰,۲۵)

در ادامه بخش دیمتل جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن مولفه بر سایر مولفه های مدل است. همچنین جمع عناصر ستون (R) برای هر مولفه نشانگر میزان تاثیرپذیری آن مولفه از سایر مولفه های مدل بهبود پایداری عملکرد زنجیره تامین در شرایط عدم اطمینان است. نمودار علی مولفه ها بر همین اساس ترسیم شده است.



شکل ۱: نمودار علی شاخص ها

در گام بعدی برای ترسیم روابط قابل اعتنا، ماتریس فازی ارتباطات کل دیفازی می شود و سپس حدآستانه (میانگین حسابی درایه ها) مشخص شده و هر کدام از اعداد از حد آستانه بیشتر بود نشان از ارتباط معنادار بین معیار سطر i و ستون j آن سلول دارد. مقدار آستانه بر این بخش برابر با ۰/۳۳۹است. بنابراین درایه هایی که از عدد ۰/۳۳۹ بیشتر هستند با علامت ستاره (*) مشخص شده اند که نشان از ارتباط معنادار دارند که در جدول ۷ آورده شده است. به عنوان مثال در سطر اول که مولفه C1 است در ستون‌های مربوط به C7، C8، C10 و C12 ستاره دار است که نشان می‌دهد مولفه C1 بر روی این ۴ مولفه تاثیردارد. حال آن‌که بر روی کدام تاثیر مستقیم و بیشتری دارد در ادامه که روش ISM است مشخص می‌شود.

جدول ۷: ماتریس غیرفازی ارتباطات کل مولفه ها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	۰,۲۱۶	۰,۲۶۱	۰,۳۱۹	۰,۲۷۰	۰,۲۳۴	۰,۲۹۳	۰,۳۶۴*	۰,۳۵۱*	۰,۲۸۴	۰,۳۶۴*	۰,۲۸۷	۰,۳۴۳*
C2	۰,۲۵۹	۰,۲۵۶	۰,۳۳۸	۰,۳۰۶	۰,۲۸۶	۰,۳۱۲	۰,۳۸۴*	۰,۳۷۵*	۰,۲۸۸	۰,۳۷۹*	۰,۲۹۱	۰,۳۲۰
C3	۰,۲۹۶	۰,۳۳۷	۰,۳۴۶*	۰,۳۳۵	۰,۳۱۸	۰,۳۵۸*	۰,۴۵۹*	۰,۴۲۷*	۰,۳۴۶*	۰,۴۵۲*	۰,۳۵۱*	۰,۴۰۵*
C4	۰,۲۷۳	۰,۳۲۵	۰,۳۶۷*	۰,۲۷۰	۰,۳۰۷	۰,۳۱۶	۰,۴۰۷*	۰,۳۹۹*	۰,۳۰۳	۰,۴۰۴*	۰,۲۹۸	۰,۳۵۱*
C5	۰,۲۷۶	۰,۳۳۵	۰,۳۸۸*	۰,۳۴*	۰,۲۵۸	۰,۳۵*	۰,۴۲۳*	۰,۳۹۳*	۰,۳۰۳	۰,۴۲۳*	۰,۳۲۲	۰,۳۷۷*
C6	۰,۲۴۳	۰,۲۷۹	۰,۳۴۴*	۰,۲۹۰	۰,۲۶۷	۰,۲۷۹	۰,۳۹۶*	۰,۳۵۳*	۰,۳۰۶	۰,۳۷۳*	۰,۲۹۲	۰,۳۶۱*
C7	۰,۲۸۰	۰,۳۱۹	۰,۳۷۳*	۰,۳۲۱	۰,۲۸۹	۰,۳۴۶*	۰,۳۶۸*	۰,۴۰۹*	۰,۳۱۹	۰,۴۳۵*	۰,۳۱۹	۰,۳۹۳*
C8	۰,۲۸۳	۰,۳۲۴	۰,۳۸۶*	۰,۳۱۹	۰,۲۸۴	۰,۳۴۱*	۰,۴۳۶*	۰,۳۴۶*	۰,۳۲۸	۰,۴۲۶*	۰,۳۱۵	۰,۳۷۲*
C9	۰,۲۸۷	۰,۳۱۴	۰,۴۰۹*	۰,۳۱۶	۰,۲۸۱	۰,۳۷۳*	۰,۴۳۶*	۰,۴۱۹*	۰,۲۹۳	۰,۴۲۵*	۰,۳۳۱	۰,۴۱۸*
C10	۰,۲۷۶	۰,۲۸۶	۰,۳۴۷*	۰,۲۹۳	۰,۲۶۵	۰,۳۳۱	۰,۴۲۱*	۰,۳۹۲*	۰,۳۰۰	۰,۳۴۳*	۰,۲۹۴	۰,۳۸۷*
C11	۰,۲۹۳	۰,۳۴۸*	۰,۴۲۵*	۰,۳۲۸	۰,۳۱۰	۰,۳۷۷*	۰,۴۶۲*	۰,۴۳۸*	۰,۳۷۲*	۰,۴۶۲*	۰,۳۰۴	۰,۴۳۴*
C12	۰,۲۴۸	۰,۲۷۸	۰,۳۳۶	۰,۲۸۷	۰,۲۵۰	۰,۳۵۴*	۰,۴۱۵*	۰,۳۵۷*	۰,۳۰۵	۰,۴۱۴*	۰,۳۰۴	۰,۳۱۲

سپس در ادامه با استفاده از روش ISM به بررسی سطوح تاثیرگذاری و تاثیرپذیری مولفه ها پرداخته می‌شود. استفاده از خروجی روش دیمتل به عنوان ورودی ISM ابزاری کارآمد جهت بررسی سطوح تاثیرگذاری با استفاده از روابط دیمتل می‌باشد (وانگ[۱] و همکاران، ۲۰۱۸). در واقع چون ماهیت دو روش دیمتل و ISM تقریبا مشابه یکدیگر می‌باشد بنابراین در مواقعی که از دو پرسشنامه برای تحلیل هر کدام استفاده شود چون ورودی‌های دو روش یکسان نیستند بنابراین ممکن است نتایجی حاصل شود که به نحوی بر خلاف دو نتایج دو روش باشند بنابراین استفاده از روش ترکیبی دیمتل و ISM می‌تواند

[۱] Wang

نتایج دقیق‌تری را حاصل کند. در ادامه گام‌های این روش آورده شده است. در این گام باید از ماتریس ارتباطات کل دیمتل فازی مقدار آستانه (میانگین حسابی) گرفت و سپس درایه‌هایی که بیشتر از مقدار آستانه هستند مقادیر ۱ و در غیر اینصورت صفر می‌گیرند این فرایند در جدول ۸ انجام شده است که در واقع همان ماتریس دستیابی می‌باشد یعنی سلول‌های که ستاره دار هستند نشان از ارتباط می‌باشند و عدد یک می‌گیرند و مابقی سلول‌ها عدد صفر اختیار می‌کنند که در جدول ۷ نیز آورده شده است.

جدول۸: ماتریس دستیابی اولیه

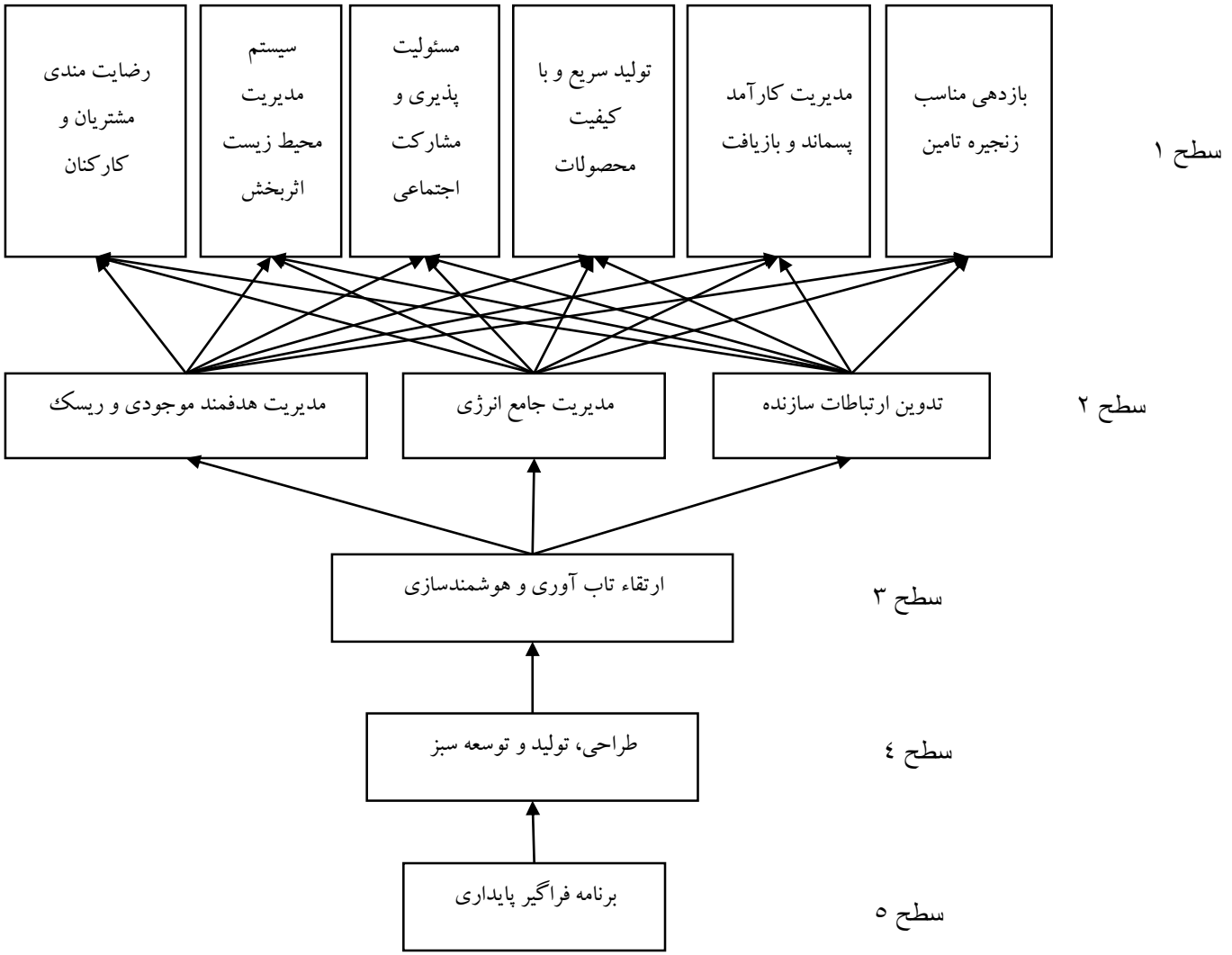
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰
C3	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C4	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C5	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C6	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C7	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C8	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C9	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C10	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱
C11	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
C12	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰

پس از اینکه ماتریس اولیه دستیابی بدست آمد، باید سازگاری درونی آن برقرار شود. به عنوان نمونه اگر متغیر ۱ منجر به متغیر ۲ شود و متغیر ۲ منجر به متغیر ۳ شود، باید متغیر ۱ نیز منجر به متغیر ۳ شود و اگر در ماتریس دسترسی این حالت برقرار نبود، باید ماتریس اصلاح شود و روابط این چنینی اصلاح و ایجاد شوند. این سازگاری با استفاده از روابط ثانویه که ممکن است وجود نداشته باشند به ماتریس دستیابی اولیه افزوده می‌شوند. در جدول ۹ سلول‌های که با 1^* نشان داده شد روابطی هستند که در ماتریس سازگار شده ایجاد شده اند.

جدول ۹: ماتریس دستیابی اولیه سازگار شده

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	قدرت نفوذ
C1	۱	۰	۱*	۰	۰	۱*	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۷
C2	۰	۱	۱*	۰	۰	۱*	۱	۱	۰	۱	۰	۱*	۷
C3	۰	۱*	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
C4	۰	۰	۱	۱	۰	۱*	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۹
C5	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۱۰
C6	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۸
C7	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۸
C8	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۸
C9	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۸
C10	۰	۰	۱	۰	۰	۱*	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱	۸
C11	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
C12	۰	۰	۱*	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۶
میزان وابستگی	۱	۳	۱۲	۲	۱	۱۲	۱۲	۱۲	۹	۱۲	۹	۱۲	

در این گام مجموعه مولفه های ورودی (پیش نیاز) و خروجی (دستیابی) برای هر مولفه محاسبه شده و سپس مولفه مشترک نیز مشخص می شود در این گام مولفه ای دارای بالاترین سطح است که مجموعه خروجی (دستیابی) با مجموعه مشترک برابر باشد. پس از شناسایی این مولفه یا مولفه ها، سطر و ستون آن‌ها از جدول حذف می شود و عملیات دوباره بر روی دیگر مولفه ها تکرار می شود. خروجی‌ها و ورودی‌ها از ماتریس دستیابی اولیه سازگار شده استخراج می‌شود برای این کار، تعداد ۱ ها در هر سطر بیانگر خروجی، و تعداد ۱ها در ستون برابر ورودی هستند که مدل نهایی در شکل ۲ در زیر آورده شده است.



شکل٢: مدل بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان

بحث و نتیجه گیری

این پژوهش با هدف مدلسازی بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین در صنعت فولاد کشور در شرایط عدم اطمینان در صنایع فولاد استان خوزستان به انجام رسید. ابن مدل برمبنای ۱۲ مولفه برگرفته از ۷۷ شاخص شناسایی شده در بخش کیفی حاصل شد. این مولفه ها عبارت بودند از:

مدیریت هدفمند موجودی و ریسک، مدیریت جامع انرژی، رضایت مندی مشتریان و کارکنان، طراحی، تولید و توسعه سبز، برنامه فراگیر پایداری، سیستم مدیریت محیط زیست اثربخش، مسئولیت پذیری و مشارکت اجتماعی، تولید سریع و با کیفیت محصولات، تدوین ارتباطات سازنده، مدیریت کارآمد پسماند و بازیافت، ارتقاء تاب آوری و هوشمندسازی و بازدهی مناسب زنجیره تامین. در طی مراحل تدوین مدل با توجه به بکارگیری روش دنپ فازی به علت تطابق آن با شرایط عدم وزن دهی مولفه های بهبود عملکرد پایداری زنجیره تامین مذکور در شرایط عدم اطمینان هم انجام شد و مشخص شد که مولفه مسئولیت پذیری و مشارکت اجتماعی زنجیره تامین صنایع فولاد استان خوزستان دارای بیشترین وزن است و در اولویت اول قرار دارد.

مسئولیت پذیری و مشارکت اجتماعی دو مفهوم به هم پیوسته هستند که در تبیین اثرگذاری و عملکرد اجتماعی نقش بسزایی دارند. مسئولیت پذیری به معنای پذیرش پیامدهای اعمال و رفتار شرکت ها و تعهد به انجام وظایف آنها در قبال جامعه است، در حالی که مشارکت اجتماعی به معنای فعال بودن در فعالیت‌ها و امور جامعه و تلاش برای بهبود آن است.

این دو مفهوم در کنار هم می‌توانند به ایجاد یک جامعه سالم و پویا کمک کنند و یکی از مولفه های مهم در بهبود پایداری عملکرد زنجیره تامین صنایع فولاد استان خوزستان بهبود سطح مسئولیت پذیری و مشارکت اجتماعی است.

منابع:

الفت، لعیا، پورحسین، مسلم و فرخی نمین، معصومه،(۱۴۰۱)، مدلی برای قابلیت ارتجاعی زنجیره تامین جهت رقابت پذیری درشرکتهای خودروسازی ایران، مجله بازاریابی و مدیریت بازار شماره ۳۲، ۱۳۴-۱۵۹.

Mangla, S. et al, (2025), choice of foreign market entry mode: impact of ownership location and internalization factor, Iowa State University

Christopher, M. (2024). Logistics & Supply Chain Management. Pearson Higher Ed.

Elkington, J. (2020). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. Capstone.

Hung, S. S., & Gunasekaran, A. (2020). Big data-driven supply chain performance measurement system: a review and framework for implementation. International Journal of Production Research, 58(1), 65-86.

Pelraj, M.H. (2023), "How export marketing research affects company export performance: evidence from Turkish companies", Marketing Intelligence & Planning, Vol. 26 No. 4, pp. 416-30.

Ivanov, D. (2020). Introduction to Supply Chain Management, Logistics, and Operations Management. Springer Nature.

Luthra, S., & Mangla, S. K. (2024). Evaluating challenges to Industry 4.0 adoption for sustainable manufacturing: An industry 4.0 perspective. International Journal of Production Research, 56(1-2), 425-447.

Morriss, J. R., & Chapman, J. D. (2015). Critical business problems and advisors. Journal of Small Business Strategy, 11(1), 64-73.

Gereffi, G. (2025). What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies. Journal of International Business Policy, 3(3), 287-301.

Peek, T., & Biemans, W. (2024). Sales–marketing encroachment effects on innovation. Journal of Business Research, 69(9), 369-386.

Sarkis, J., Kouhizadeh, M., & Murfi, N. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: An opportunity or a threat? International Journal of Production Economics, 224, 107560.