



## Evaluation of Supply Chain Performance Based on SCOR Criteria (Case Study: Zanjan Zinc Refinery Company)

Hassan Torabi \*, Matineh Nosrati

\*PhD Researcher and Instructor, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

(Received: 24/08/2022, Revised: 17/04/2023, Accepted: 31/05/2023, Published: 22/06/2023)

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.3.7

### ABSTRACT

*In today's era, the supply chain has taken a large share of human activities. In the field of SCM, to achieve better performance and focus on core capabilities, supplier performance monitoring is very important. On the one hand, the issue of globalization and transcontinental outsourcing, and on the other hand, the issue of viability has imposed high importance to choosing the right approach to the supplier based on the strategic importance and supply risk. Therefore, the success of organizations in the global competition environment is highly dependent on formulating the type of relationship with suppliers, including affiliation, cooperation, long-term rewards, and a multi-source approach. In this paper, by using adaptive neuro-fuzzy inference, the performance of the SC has been evaluated based on the components of reliability, responsiveness, agility, costs and efficiency of asset management in the case study of "Zanjan Zinc Refinery Company." The output of examining the indicators related to each component in this method will lead to predicting the performance of the supplier and formulating a strategy to achieve the desired situation. In addition, the comparison of clustering models showed that the fuzzy mean clustering method with the number of 4 clusters has the lowest prediction error. The results of this research make it possible to measure the performance of the SC from different perspectives of the SCOR model. One can also provide information that helps the system expert to analyze the gap between the expected and the current performance level in terms of the mentioned components.*

**Keywords:** Evaluation of Supply Chain Performance, SCOR Model, Adaptive Neuro-Fuzzy System

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

 Authors



\* Corresponding Author Email: h\_torabi@mut.ac.ir

## ارزیابی عملکرد زنجیره تامین بر اساس معیارهای SCOR

### (مورد مطالعه: شرکت خالص سازان روی زنجان)

حسن ترابی<sup>۱\*</sup>، متینه نصرتی<sup>۲</sup>

۱- دانش آموخته دکتری، مدرس و محقق مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران ۲- کارشناسی

مهندسی صنایع، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.3.7

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸

### چکیده

در عصر حاضر زنجیره تامین سهم بزرگی از فعالیت‌های بشری را به خود اختصاص داده است. در حوزه مدیریت زنجیره تامین و دستیابی به عملکرد بهتر و تمرکز بر قابلیت اصلی، پایش عملکرد تامین کننده بسیار حائز اهمیت است. از یک سو موضوع جهانی سازی و برون سپاری‌های فرا قاره‌ای و از سوی دیگر موضوع پایداری، بر شدت اهمیت انتخاب رویکرد مناسب نسبت به تامین کننده بر اساس اهمیت راهبردی و ریسک تامین، است. بنابراین، موفقیت سازمان‌ها در محیط رقابت جهانی به شدت به تدوین نوع ارتباط با تامین کنندگان اعم از وابسته سازی، همکاری، پاداش دراز مدت و رویکرد چند منبعی وابسته است. در این مقاله با بکارگیری استنتاج عصبی - فازی تطبیقی به ارزیابی عملکرد زنجیره تامین بر اساس مؤلفه‌های قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی در مورد مطالعاتی "شرکت خالص سازان روی زنجان" پرداخته شده است. خروجی بررسی شاخص‌های مرتبط با هر مؤلفه در این روش، در مجموع منجر به پیش بینی عملکرد تامین کننده و تدوین راهبرد برای دستیابی به وضعیت مطلوب خواهد شد. علاوه بر این، مقایسه مدل‌های خوشه بندی نشان داد که روش خوشه بندی c میانگین فازی با تعداد ۴ خوشه، دارای کمترین خطای پیش بینی است. نتایج این پژوهش این امکان را می‌دهد تا عملکرد زنجیره تامین را از منظرهای مختلف مدل SCOR، اندازه گیری کرد. در ادامه، این مدیران، می‌توانند اطلاعاتی را ارائه دهند که به متخصص سیستم برای تجزیه و تحلیل شکاف بین سطح عملکرد مورد انتظار و وضعیت فعلی از نظر مؤلفه‌های مورد اشاره کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد زنجیره تامین، مدل SCOR، سیستم استنتاج عصبی - فازی تطبیقی

### ۱- مقدمه

بندری و استخریان حقیقی [۲] با تحلیل اثر شلاق چرمی از طریق به کارگیری روش‌های پیش بینی در زنجیره تامین بیان کردند که زنجیره های تامین و مدیریت آنها، الگوواره غالب در عرصه کسب و کار امروزی بوده و مواجهه با چالش‌های این مفهوم از اساسی و ضروری ترین مباحث مورد توجه محققان این زمینه است. یک زنجیره تامین می‌تواند به صورت فعالیت‌های منسجمی شامل تعداد زیادی از موجودیت‌های تجاری مختلف (تامین کنندگان، سازندگان، توزیع کنندگان، ارائه دهندگان خدمات لجستیک و خرده فروشان) تصور گردد که با هم تلاش و همکاری می‌کنند. قدیمی و همکاران [۳] یکی از چالش‌های اساسی زنجیره تامین را بحث اثر شلاق چرمی و عوامل مؤثر بر آن می‌دانند. همچنین یکی از عوامل مهمی که بسیاری از محققان همچون صفائی و همکاران [۴]، باسیونی و همکاران [۵] و وگتر و همکاران [۶] به آن اشاره داشته‌اند؛ روش‌های

امروزه مدیریت زنجیره تامین یکی از اجزای اصلی راهبرد رقابت، برای افزایش سودآوری و بهره‌وری سازمانی به شمار می‌رود. حال جهت استفاده و به کارگیری شایسته آن ضرورت دارد که رابطه راهبرد‌های زنجیره تامین و عملکرد آن مورد مطالعه علمی قرار گرفته و در سیاستگذاری‌های سازمانی از آن استفاده شود. امروزه رقابت بین شرکت‌های منفرد، جای خود را به رقابت بین زنجیره‌های تامین داده است. زنجیره‌های تامین، تامین کنندگان را به یک شرکت تولیدی و شرکت را به مشتریانش مرتبط می‌کنند. مزیت رقابتی به یک شرکت کمک می‌کند قابلیت‌های بیشتری در مقایسه با رقبای خود داشته باشد. از جمله این قابلیت‌ها می‌توان به قیمت‌های پایین‌تر، کیفیت بهتر، قابلیت اطمینان بالاتر و زمان تحویل کوتاه تر اشاره کرد. این قابلیت‌ها به نوبه خود عملکرد شرکت را افزایش می‌دهند. بهبود انعطاف پذیری و پاسخگویی سریع هم به عنوان عامل مهمی در دستیابی به مزیت رقابتی تبدیل شده است [۱].

\* رایانامه نویسنده مسئول: h\_torabi@mut.ac.ir

با اجرای مفاهیم و روش‌های بهبود مستمر که در سراسر حلقه‌های زنجیره تأمین به کار رفته است، می‌توان عملکرد یک زنجیره تأمین را بهبود بخشید [۱۲]. بنابراین، نظارت بر عملکرد زنجیره‌های تأمین با استفاده از معیارهای عملکرد، بخشی اساسی از فرآیند مدیریت شده است [۱۳]. به‌طور کلی سیستم ارزیابی عملکرد، بازخورد یا اطلاعاتی را از فعالیت‌ها با توجه به تطابق انتظارات مشتری و اهداف راهبرد شرح می‌دهد که این مسئله نیاز به بهبود در قسمت‌هایی با عملکرد نامناسب را خبر می‌دهد. در واقع ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین بینش مناسبی برای نشان دادن اثربخشی استراتژی‌ها و شناسایی موقعیت و پتانسیل فرصت‌ها فراهم آورده و مشارکتی برای تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین فراهم می‌آورد [۱۴].

نتایج فرآیندهای تجاری در طول زنجیره تأمین باید اندازه‌گیری و با مجموعه‌ای از استانداردهای عملکرد مقایسه شود این کار مستلزم اتخاذ معیارهای پیشرو و پسر مربوط به فرآیندهای درون سازمانی و بین‌سازمانی آن‌ها است [۱۵]. معیارهای اصلی بر محرک‌های عملکرد، مانند کیفیت محصول و سایر ابعاد عملکرد عملیاتی متمرکز هستند، در حالی که معیارهای تأخیری پیامدهای عملکرد عملیاتی مانند رضایت مشتری و نتایج پولی را اندازه‌گیری می‌کنند [۱۶].

گرفتن تصمیمات راهبردی در مدیریت زنجیره تأمین مسأله‌ای است که به چارچوبی نیاز دارد تا بتواند براساس استانداردهای صنعتی صورت گیرد. اگر الگویی مناسب در این زمینه نباشد مدیریت زنجیره تأمین نمی‌تواند عوامل مناسبی را جهت ارزیابی مناسب فعالیت‌های خود داشته باشد. به این منظور سازمان‌ها بایست مدلی را برای حل مسائل روز خود در نظر بگیرند که بتوانند با توجه به آن، با کمترین درگیری بیشترین اثربخشی را در تحلیل محتوایی مسائل داشته باشند. بنابراین، برای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین، لازم است پژوهشی صورت پذیرد که با شناسایی ابعاد مهم در راستای کارآمدی عملیاتی زنجیره‌های تأمین، در زمینه‌هایی همچون توسعه مهارت‌های کارکنان، حساسیت پاسخگویی به بازار، معرفی محصولات جدید، انعطاف‌پذیری و رضایت مشتری به ارزیابی آن‌ها بپردازند. بدیهی است عدم توجه به هر یک از این عوامل، مسائل و مشکلات بیشتری را موجب می‌شود.

مدیریت زنجیره تأمین همچون هر نظام و رهیافت مدیریتی به نظام سنجش عملکردی جهت شناسایی موفقیت، تعیین میزان تحقق نیازهای مشتریان، کمک به سازمان در درک فرآیندها، کشف دانسته‌هایی که پیش از این سازمان‌ها بدان واقف نبوده‌اند و در نهایت به تحقق بهبود در برنامه‌ریزی نیاز دارد. در این راستا نظام‌ها و مدل‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین (SCOR) است. واضح است که کاربرد مدل SCOR به شرکای زنجیره تأمین اجازه می‌دهد تا به یک زبان مشترک صحبت نمایند، زیرا تعاریف استاندارد شده‌ای برای فرآیندها، عناصر فرآیندی، و پارامترها (معیارها) ارائه می‌دهد. لذا در این

پیش‌بینی مورد استفاده در زنجیره‌های تأمین است. زنجیره‌ی تأمین مفهومی است که بالادست، میان دست و پایین دست را به هم پیوند می‌زند و اطلاعات قابل اجرا را از پایین دست دریافت می‌کند [۷]. جرجافکی و فاطمی قمی [۸] با ارائه چارچوبی ترکیبی از شبکه‌های عصبی برای انجام پیش‌بینی به صورت کارا در زنجیره تأمین بیان کردند که پیش‌بینی تقاضا همواره یکی از اصلی‌ترین ابزارها برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا در زنجیره تأمین است. روش‌های دقیقی مانند رگرسیون و میانگین متحرک برای پیش‌بینی وجود دارد، اما استفاده از این روش‌ها مستلزم مشخص بودن رابطه بین عوامل اثرگذار و عامل در دست پیش‌بینی است، در صورت مشخص نبودن این رابطه، استفاده از روش‌های دقیق امکان‌پذیر نیست. مدیریت زنجیره تأمین شامل مدیریت راهبردی جریان بالادست و پایین دست کالاها، خدمات، امور مالی و اطلاعات است به گونه‌ای که رضایتمندی مشتریان و سایر سهامداران افزایش و همچنین عملکرد بلند مدت هر شرکت در زنجیره تأمین به عنوان یک کل بهبود یابد [۹].

هم‌اکنون مدیریت زنجیره تأمین مؤثر و کارآمد، یک روش بسیار ارزشمند و مهم برای رقابتی ماندن و بهبود عملکرد سازمانی (از جمله عملکرد اقتصادی و مالی) به‌شمار می‌آید. مدیریت زنجیره تأمین نقش مهمی را در رقابتی ماندن ایفا می‌کند، چرا که رقابت در میان سازمان‌ها از مدیریت زنجیره تأمین تأثیر می‌پذیرد. شرکت‌های تولیدی باید برای حداکثر سازی نتایج خود بر روی بهبود مدیریت زنجیره تأمین تمرکز کنند. اکثر محققان می‌گویند که برنامه‌ریزی و به‌کارگیری مدیریت زنجیره تأمین عامل ضروری برای ماندن در بازار جهانی و سودآوری بیشتر به‌شمار می‌آید. مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند اهمیت بسیار زیادی بر روی عملکرد مالی سازمان داشته باشد. سازمان‌ها باید مفاهیم و اقدامات مدیریت زنجیره تأمین را به قصد تحقق رقابت‌پذیری و افزایش سودآوری درک کنند. از سوی دیگر با توجه به تغییرات محیط رقابتی جدید به‌سوی جهانی‌تر شدن، مشتری‌محوری و تکنولوژی‌محوری در نتیجه چرخه عمر کوتاه‌تر محصول و معرفی سریع محصولات و تقاضای مستمر مشتریان برای کیفیت بالاتر و پاسخگویی سریع‌تر و قابلیت اطمینان بیشتر محصولات و خدمات، بازار جدید جهانی خواستار پاسخگویی بیشتر شرکت‌ها به مشتریان می‌باشد. شرکت‌ها با پاسخگویی بیشتر زنجیره تأمین سازگاری بیشتری با نوسان‌های تقاضا خواهند داشت و می‌توانند این عدم اطمینان را در حداقل هزینه و در زمان انتظار کوتاه‌تر مدیریت کنند [۱۰]. بنابراین، از زنجیره تأمین انتظار می‌رود پاسخگویی سریع، مؤثر و کارآمدی را به تغییرات در بازار داشته باشد و مزیت رقابتی را حفظ و ایجاد کند. برخی محققان همچون ساتیان و همکاران [۱۱] استناد کرده‌اند که پاسخگویی به مشتری یک عامل ضروری برای بهبود مزیت رقابتی سازمان به‌شمار می‌آید.

### ۲-۳- مدیریت روابط در زنجیره تأمین مدیریت

اصلی‌ترین بخش مدیریت و عاملی که ما را نتیجه می‌رساند، مدیریت روابط در زنجیره تأمین است. مدیریت روابط تأثیر شگفت‌آوری بر همه زمینه‌های زنجیره تأمین و همچنین سطح عملکرد آن دارد. در بسیاری از موارد، سیستم‌های اطلاعاتی و تکنولوژی مورد نیاز برای فعالیت‌های مدیریت زنجیره تأمین به‌آسانی در دسترس بوده و می‌توانند در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه تکمیل و استفاده شوند اما بسیاری از شکست‌های آغازین در زنجیره تأمین، معلول نتیجه رفتارهایی است که بین طرفین درگیر در زنجیره به وقوع می‌پیوندد و این امر نتیجه انتقال ضعیف انتظارات و توقعات افراد است [۲۱].

مهم‌ترین عامل برای مدیریت موفق در زنجیره تأمین، ارتباط مطمئن میان شرکا در زنجیره است به گونه‌ای که شرکا اعتماد متقابل به قابلیت‌ها و عملیات یکدیگر داشته باشند. در توسعه هر زنجیره تأمین یکپارچه، اطمینان و اعتماد در میان شرکا و طرح قابلیت اطمینان برای آنها از عناصر بحرانی و مهم برای نیل به موفقیت پایدار است [۲۲].

### ۲-۴- مدیریت اطلاعات

امروز نقش، اهمیت و جایگاه اطلاعات برای همگان بدیهی است. مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، انتقال صحیح و گردش اطلاعات باعث می‌شود تا فرآیند زنجیره تأمین مؤثرتر و کارا تر گشته و مدیریت آن‌ها آسان‌تر گردد. در زنجیره تأمین اهمیت موضوع هماهنگی در فعالیت‌ها بسیار مهم است و در بحث مدیریت اطلاعات در زنجیره، مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی و انتقال اطلاعات نیز صحت دارد. مدیریت هماهنگ و مناسب اطلاعات بین شرکا باعث خواهد شد تا سرعت، دقت، کیفیت و اثر بخشی فرایندها در زنجیره تأمین تضمین شود. مدیریت صحیح اطلاعات همچنین موجب هماهنگی بیشتر در زنجیره خواهد شد [۱۲].

### ۲-۵- مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین (SCOR)

در راستای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین، مربوط به شرکت‌های صنعتی و تولیدی مطالعات متعددی صورت گرفته است. مدل مرجع عملیاتی زنجیره تأمین (SCOR) توسط شورای زنجیره تأمین در سال ۱۹۹۷ به عنوان یک مدل فرآیندگرا ارائه گردید [۲۳]. این مدل در امر اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌های صنعتی کاربرد فراوان دارد و به عنوان سیستمی مشهور برای ارزیابی عملکرد در زمینه زنجیره تأمین استفاده می‌شود [۲۳].

بررسی پیشینه‌ی پژوهش نشان می‌دهد که به‌طور کلی مطالعاتی پیرامون مبحث پژوهش صورت گرفته است. به‌طور مثال زمانیان و صالحی [۲۴] به ارزیابی زنجیره‌ی تأمین مبتنی بر مدل SCOR در شرکت‌های خدماتی پرداخت. نتایج تحقیقات نشان داد که شاخص

پژوهش، معیارهای مناسبی براساس مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین (SCOR) ارائه می‌شود تا براساس این رویکرد استانداردهایی برای ارزیابی عملکرد ارائه شود. به این منظور، ابتدا زنجیره تأمین و ساختار و وضعیت آن، و پژوهش‌های پیشین در راستای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین مورد بررسی قرار گرفته و سپس معیارها به منظور ارزیابی عملکرد ارائه و معرفی شده‌اند. مؤلفه‌های اصلی مدیریت زنجیره تأمین مدیریت لجستیک در زنجیره تأمین، مدیریت اطلاعات و سیستم‌های اطلاعاتی در زنجیره تأمین و مدیریت روابط بین اعضای زنجیره تأمین می‌باشند این مؤلفه‌ها، مشخصه‌های راهبردی در زنجیره تأمین هستند. در این مؤلفه‌ها جریان مواد رو به جلو است و از تأمین‌کنندگان، مواد خام آغاز شده و تا مشتری نهایی ادامه پیدا می‌کند و از اعضای زنجیره تأمین، یعنی تأمین‌کنندگان، تولیدکننده و توزیع‌کنندگان رد می‌شود و به مدیریت لجستیک در زنجیره تأمین معروف می‌باشد. جریان اطلاعات مشخصه دیگری است که باعث به جریان درآمدن مواد می‌شود که حرکتی رو به عقب دارد و از مشتری نهایی آغاز شده و به تأمین‌کنندگان می‌رسد و در مسیر خود از اعضای دیگر زنجیره تأمین نیز عبور می‌کند. ارتباط مناسب اعضای زنجیره تأمین با هم عامل دیگری است که باعث یکپارچگی جریان مواد و اطلاعات می‌شود و به مدیریت روابط زنجیره تأمین معروف می‌باشد [۱۷].

### ۲- مرور ادبیات

#### ۲-۱- تعریف مفهومی زنجیره تأمین

بر اساس تعریفی زنجیره تأمین مشتمل بر تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف‌کننده نهایی و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آن‌ها است [۱۸]. فرایندهای اصلی در مدیریت زنجیره تأمین SCM از نظر هندفیلد [۱۹] شامل سه فرایند عمده‌ی مدیریت اطلاعات، مدیریت لجستیک و مدیریت روابط است.

#### ۲-۲- مدیریت لجستیک

در بخش‌های تولیدی این موضوع بخش نسبتاً مهمی از فعالیت‌های زنجیره تأمین را به خود اختصاص می‌دهد موضوع لجستیک بخش فیزیکی زنجیره تأمین را شامل می‌شود، شامل کلیه اقداماتی است که با انتقال و جریان کالاها از مرحله‌ی مواد خام تا مصرف‌کنندگان نهایی و نیز جریان‌های اطلاعاتی مربوط به آن‌ها می‌باشد. مسئله‌ی کلیدی در یک زنجیره‌ی تأمین اقدامات مدیریت آن و کنترل هماهنگ تمام این فعالیت‌های فیزیکی است. خرید، تولید، توزیع، ذخیره‌سازی و فروش، پنج فرایند کلیدی زنجیره تأمین هستند. شرکت فرآیند، فناوری و شایستگی زنجیره‌ی تأمین خود را از طریق لجستیک (پشتیبانی) برای بهبود مزیت‌های رقابتی خود به کار می‌برد [۲۰].

### ۳- معرفی شرکت مورد مطالعه

شرکت مورد مطالعه در پژوهش حاضر، شرکت خالص سازان روی، واقع در استان زنجان است و فعالیت تولیدی آن، با تلاش شبانه روزی اعضای هیئت مدیره، کارشناسان و کارکنان محترم این مجموعه در تاریخ ۸۵/۱۱/۲۲ آغاز شد و پس از پشت سر گذاشتن تولید آزمایشی به تولید انبوه رسیده و در تاریخ ۸۶/۲/۲ با عرضه شمش روی با خلوص ۹۹/۹۹ درصد وارد بازار بورس فلزات تهران گردیده است. در حال حاضر ۹۵ درصد از تولیدات شرکت به اقصى نقاط دنیا صادر می شود. اقدامات لازم جهت عضویت در بورس فلزات لندن هم در حال انجام است. این شرکت هم اکنون عضو فعال انجمن بین المللی روی، انجمن توسعه سرب و روی هند، انجمن صنایع و معادن سرب و روی ایران، شرکت تعاونی صنایع و معادن سرب و روی کشور، انجمن آزمایشگاه های همکار آزمون و کالیبراسیون و اتحادیه صادر کنندگان صنایع و معادن سرب و روی است.

### ۴- روش تحقیق

در این تحقیق برای ارزیابی معیارهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه ها و کارایی مدیریت دارایی، با بهره گیری از نرم افزار متلب، از یک سیستم استنتاج عصبی - فازی تطبیقی براساس معیارهای SCOR استفاده می گردد.

در روش انتخاب شده برای ارائه مدل پیش بینی نهایی تحقیق، پس از تشکیل پایگاه داده به پیاده سازی سیستم استنتاج عصبی - فازی تطبیقی پرداخته می شود. به منظور برآورد مناسب بودن پیش بینی، از معیارهای مختلف از جمله میانگین مجذور خطا (MSE) و ریشه میانگین مجذور خطا (RMSE) استفاده می شود. این معیارها را می توان به صورت روابط (۱) و (۲) نشان داد.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (2)$$

در این روابط  $n$  تعداد پیش بینی ها و  $e_i$  خطای پیش بینی است، که از تفاوت مقادیر پیش بینی شده و مقادیر واقعی به دست می آید.

سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی از الگوریتم های شبکه عصبی و منطق فازی به منظور طراحی نگاشت غیر خطی بین فضای ورودی و خروجی استفاده می کند. این سیستم از قدرت زبانی سیستم فازی

انعطاف پذیری بالاترین اولویت را در میان شاخص های ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین داراست و شرکت های خدماتی باید این ویژگی را به دقت ارزیابی کنند.

مدل SCOR به عنوان اولین چارچوب کلی جهت ارزیابی و بهبود مدیریت و عملکرد زنجیره تأمین و نخستین مدلی است که می تواند برای پیکره بندی زنجیره تأمین براساس راهبرد کسب و کار استفاده شود. این مدل، یک مدل استاندارد و فراگیر را ارائه می دهد و مزیت اصلی ارزیابی عملکرد توسط آن نسبت به مدل های پیشین، فرآیندگرا بودن دیدگاه آن است. در نتیجه ای این دیدگاه فرآیندگرا، پیکره سلسله مراتبی و ساختار یافته ای از ارزیابی ها و معیارها به وجود می آید که یک دید کلی نسبت به زنجیره تأمین به همه مدیران زنجیره تأمین می دهد [۲۳].

این مدل یک چارچوب متداول، اصطلاحات استاندارد، پارامترهای مشترک و شیوه های برتر را ارائه می دهد. همچنین یک ساختار سلسله مراتبی با سطوح مختلف را بیان می کند.

ترکیب اساسی سلسله مراتبی مدل SCOR به صورت زیر می باشد:

سطح اول، انواع فرآیند: دامنه و محتوا را با به کارگیری پنج نوع فرآیند تعریف می کند: برنامه، منبع، ساخت، تحویل و بازگشت.

سطح دوم، طبقه بندی های فرآیند: این سطح، سطح پیکربندی را تعریف می کند که در اینجا می توان یک زنجیره تأمین را با استفاده از طبقات فرآیند اصلی تعریف نمود.

سطح سوم، فعالیت های فرآیند: این سطح فرآیندها را به عناصر فرآیندی، تشریح ورودی ها و خروجی ها، معیارهای عملکردی فرآیند، و معرفی کردن بهترین فعالیت ها تجزیه می کند.

### ۲-۶- چارچوب نظری

هدف از توسعه مدل SCOR تجزیه و تحلیل از چهار بعد است: اطمینان از عملکرد تجاری، انعطاف پذیری / پاسخگویی، هزینه زنجیره تأمین و گردش مالی سرمایه متعهد شده. این مدل می تواند در همه شرکت های بخش صنعتی و خدماتی در سطح تاکتیکی و عملیاتی، برای اجرای تصمیمات راهبردی به کار گرفته شود. مدل SCOR دارای پنج فرآیند اصلی است [۲۳]:

برنامه، منبع، ساخت، تحویل، بازگشت.

این مدل از صدها ماتریس عملکردی در رابطه با پنج ویژگی عملکردی زیر حمایت می کند [۲۳]:

قابلیت اطمینان، پاسخگویی، انعطاف پذیری، هزینه، معیارهای دارایی

در این پژوهش جهت جمع‌آوری اطلاعات برای پی‌ریزی کلی پژوهش هم‌چون تعریف مفاهیم کلیدی، طرح ضرورت‌ها، بیان کاربردها و تشریح اهمیت آن‌ها، هم‌چنین در زمینه‌ی مبانی نظری و ادبیات پژوهش، از منابع و مطالعه کتابخانه‌ای که مشتمل بر مقالات و کتب مرتبط با موضوع پژوهش هست؛ استفاده شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه پیشینه‌ی مطالعات داخلی و خارجی مخصوصاً در مورد شاخص‌ها و معیارهای مرتبط با موضوع پژوهش، از روش کتابخانه‌ای بهره گرفته شده است. همچنین جهت جمع‌آوری داده نظیر هزینه منابع و هزینه برنامه‌ریزی با مراجعه به سازمان مورد مطالعه، اسناد مرتبط مورد مطالعه قرار گرفته است.

#### ۴-۲- ابزار گردآوری اطلاعات

یکی از ابزارهای گردآوری اطلاعات ژورنال‌ها و مقالات می‌باشد که از سایت‌هایی همچون ساینس دایرکت برای مقالات لاتین در این زمینه می‌توان کمک گرفت. مراجعی که در این پژوهش استفاده می‌گردد یا از کتاب‌ها، سایت‌های معتبر و ژورنال‌ها و مقالات روز دنیا می‌باشد.

ژورنال‌ها و مقالات به‌روز دنیا

کتاب‌های مرجع - اینترنت

استفاده از اطلاعات و پیشنهادهای استاد راهنما و مشاور

کتابخانه‌های دانشگاه‌های مختلف

مقالات همایش‌ها و کنفرانس‌ها

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و ادبیات تحقیق و پیشینه آن با استفاده از فیش‌برداری از کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، مقالات و پایگاه‌های اطلاعاتی، اطلاعات مورد نظر جهت تکمیل سنجش چارچوب نظری پژوهش استفاده شده است. این پژوهش علاوه بر موضوع، از نظر ابزار و روش (عصبی- فازی تطبیقی) نیز دارای نوآوری است. اطلاعات به‌صورت مقطعی و در یک زمان جمع‌آوری شده، پس از نظر زمان یک پژوهش مقطعی است.

#### ۴-۳- پایگاه داده

پایگاه داده به مجموعه نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که در حوزه تحقیقاتی خاصی تهیه شده و به‌منظور استفاده محققین آن حوزه برای آزمون ایده‌ها و تئوری‌ها استفاده می‌شود. تهیه پایگاه مناسب به تخصص‌های متعددی نیاز دارد که معمولاً یک محقق علوم کامپیوتر فاقد آن‌هاست. از سوی دیگر انجام این کار فرایندی زمانبر است که در فرصت‌های محدود پروژه‌ها تمرکز روی اصل مطلب پروژه را تهدید می‌کند. همچنین برای اینکه نتیجه مطالعات گروه‌های مختلف باهم قابل مقایسه و قضاوت باشند؛ لازم است پایگاه مورد استفاده در آزمایش‌های آن‌ها یکسان باشد.

با قدرت عددی یک شبکه عصبی در مدلسازی فرآیندهای پیچیده بسیار قدرتمند استفاده می‌کند. سیستم استنتاج تطبیقی عصبی - فازی، شبکه‌ای ۵ لایه‌ای، متشکل از گره‌ها و کمان اتصال دهنده گره است. متناسب با داده‌های ورودی، درجه و ساختار مناسب عضویت، قوانین و توابع درجه عضویت خروجی انتخاب می‌گردد. در مرحله آموزش با اصلاح پارامترهای درجه عضویت بر اساس میزان خطای قابل قبول، مقادیر ورودی به مقادیر واقعی نزدیک‌تر می‌شوند.

برای استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی در تحقیق حاضر، ۳ روش خوشه‌بندی منقطع‌سازی شبکه‌ای، خوشه‌بندی جزئی و خوشه‌بندی c میانگین فازی برای تعریف توابع عضویت و قوانین فازی استفاده شده است.

منقطع‌سازی شبکه‌ای با تقسیم‌بندی یکنواخت محدوده متغیرهای ورودی، توابع عضویت ورودی را ایجاد کرده و یک سیستم فازی سوگنو تک خروجی ایجاد می‌کند. پایه قاعده فازی شامل یک قانون برای هر ترکیب تابع عضویت ورودی است. خوشه‌بندی جزئی با استفاده از توابع عضویت و قوانین مشتق شده از خوشه‌های داده که با استفاده از خوشه‌های تفریحی داده‌های ورودی و خروجی به دست آمده‌اند، یک سیستم فازی سوگنو ایجاد می‌کند. خوشه‌بندی c میانگین فازی ایجاد یک سیستم فازی با استفاده از تابع عضویت و قوانین مشتق شده از خوشه‌های داده که با استفاده از خوشه‌بندی c میانگین از داده‌های ورودی و خروجی به دست آمده است. بنابراین، تفاوت عمده این ۳ روش در چگونگی تعیین تابع عضویت فازی است.

#### ۴-۱- روش گردآوری اطلاعات

روش گردآوری اطلاعات به صورت اسنادی است. یعنی نظری‌ها و مبانی و پیشینه پژوهش پژوهش حاضر با استفاده از پژوهش‌ها، مقالات، کتب، پایان‌نامه‌ها و دستاوردهای پژوهشی آتی سایر محققان داخلی و خارجی که آثار آن‌ها در پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و خارجی مورد تأیید قرار گرفته است، استفاده شده است.

مرحله گردآوری اطلاعات آغاز فرایندی است که طی آن محقق یافته‌های میدانی و کتابخانه‌ای را جمع‌آوری می‌کند و به‌روش استقرایی به طبقه‌بندی و سپس تجزیه تحلیل آن‌ها پرداخته و فرضیه‌های تدوین شده خود را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و در نهایت حکم صادر می‌کند و پاسخ مسئله خود را به اتکالی آن‌ها می‌یابد، به عبارتی اتکالی اطلاعات گردآوری شده واقعیت و حقیقت را آن‌طور که هست کشف می‌نماید، بنابراین، اعتبار اطلاعات اهمیت به‌سزایی دارد زیرا اطلاعات غیر معتبر مانع از کشف حقیقت و واقعیت شده و مسئله مورد نظر محقق به‌درستی معلوم نمی‌گردد [۲۵].

به منظور تشکیل سیستم استنتاج عصبی - فازی تطبیقی حاصل از این شاخص‌ها، برای هر یک از متغیرهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی، یک شاخص کلی نیز در نظر گرفته شد. پارامتر خروجی عملکرد زنجیره تأمین مانند سایر متغیرهای تحقیق به صورت گسسته از بازه ۱ الی ۵ در نظر گرفته می‌شود.

#### ۴-۴- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها و بیان یافته‌ها

یکی از اصلی‌ترین بخش‌های هر پژوهشی جمع‌آوری اطلاعات است. چنانچه این کار به شکل منظم و صحیح صورت گیرد کار تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری از داده‌ها با دقت و سرعت بیشتری انجام خواهد شد. جهت گردآوری اطلاعات درزمینه‌ی مبانی نظری و ادبیات تحقیق موضوع، با استفاده از فیش برداری از منابع کتابخانه‌ای، مقالات، مجلات و کتاب‌های موردنیاز لاتین و فارسی و به خصوص مقالات تخصصی لاتین، پایگاه‌های اطلاعاتی، پایان‌نامه‌ها، تحقیقات و مطالعات سایر پژوهشگران، مرتبط استفاده خواهد شد.

جهت تشکیل سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۲۰ درصد داده‌ها برای تست به صورت تصادفی انتخاب شدند. برای پیش‌بینی عملکرد زنجیره تأمین لازم به تشکیل یک سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی برای هر یک از متغیرهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی با استفاده از شاخص‌های هر کدام می‌باشد.

#### ۵- تحلیل و بیان یافته‌ها

ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر قابلیت اطمینان در جدول (۱) نمایش داده شده است که با استفاده از روش خوشه بندی c میانگین فازی در تعداد ۴ خوشه، نتایج نشان می‌دهد در ۲۳ تکرار و مقدار تابع هدف ۲۲/۶۶۱، تعداد ۵۶ گره با ۲۴ پارامتر خطی و ۴۰ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی، این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی مقدار خطای RMSE 0.221 برآورد شد که نشان از اعتبار مناسب سیستم دارد. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر قابلیت اطمینان در شکل (۱) نمایش داده شده است.

##### جدول (۱). ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی

عصبی - تطبیقی متغیر قابلیت اطمینان

خروجی	ورودی‌ها
قابلیت اطمینان	تحویل به موقع
	میزان تحویل
	برآورده سازی سفارش در بالاترین سطح کیفیت
	دقت اسناد

پایگاه داده در مفهوم عام آن، به مجموعه‌ای از اطلاعات با ساختار منظم و سازمان‌یافته گفته می‌شود. در این مفهوم، ذخیره‌سازی ساده اطلاعات در یک پرونده را نیز می‌توان نوعی پایگاه داده دانست. اما در مفهوم خاص، منظور از پایگاه داده مجموعه‌ای از این اطلاعات است که در قالبی ذخیره شده که توسط ابزارهای الکترونیکی قابل خواندن و دسترسی است. موارد ذیل از جمله تعاریف آکادمیک ارائه شده از این مفهوم هستند.

پایگاه داده با در نظر گرفتن متغیرهای مقاله وانگ و همکاران [۲۶] برای پنج معیار شناسایی و جمع‌آوری گردید. شاخص‌های مربوط به معیارهای SCOR نظیر قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی پس از احصای پژوهش‌های پیشین و با تأیید خبرگان بخش تحقیق و توسعه تهیه شده است. علت نظرسنجی از خبرگان این بخش نیز این است که شرح وظایف بخش تحقیق و توسعه درک خط‌مشی‌های کیفیت و همسان‌سازی فعالیت‌ها در رابطه با آن هاست و همچنین ارائه پیشنهادات به مدیران ارشد در جهت تحقق اهداف و توسعه‌ی سازمان از دیگر وظایف بخش تحقیق و توسعه به‌منزله تحلیل‌گر سیستم است. بنابراین، شاخص‌های مرتبط با کارکنان بخش تحقیق و توسعه پرسیده شد تا با استفاده از نتایج پژوهش، مراتب کارایی یا ضعف هر کدام از معیارها را در نظر گرفته و در جهت ارتقای وضعیت سازمان پیشنهاد برنامه‌های لازم را به مدیران ارائه دهند. نتیجه نظرسنجی بدین صورت بوده است که برای متغیر قابلیت اطمینان از شاخص‌های:

تحویل به موقع، میزان تحویل، برآورده سازی سفارش در بالاترین سطح کیفیت و دقت اسناد

برای متغیر پاسخگویی از شاخص‌های:

زمان چرخه تحقق سفارش، درخواست اقدام اصلاحی تأمین‌کننده، زمان وضوح

برای متغیر چابکی از شاخص‌های:

سازگاری متقابل، سازگاری منفی، انعطاف‌پذیری وارونه

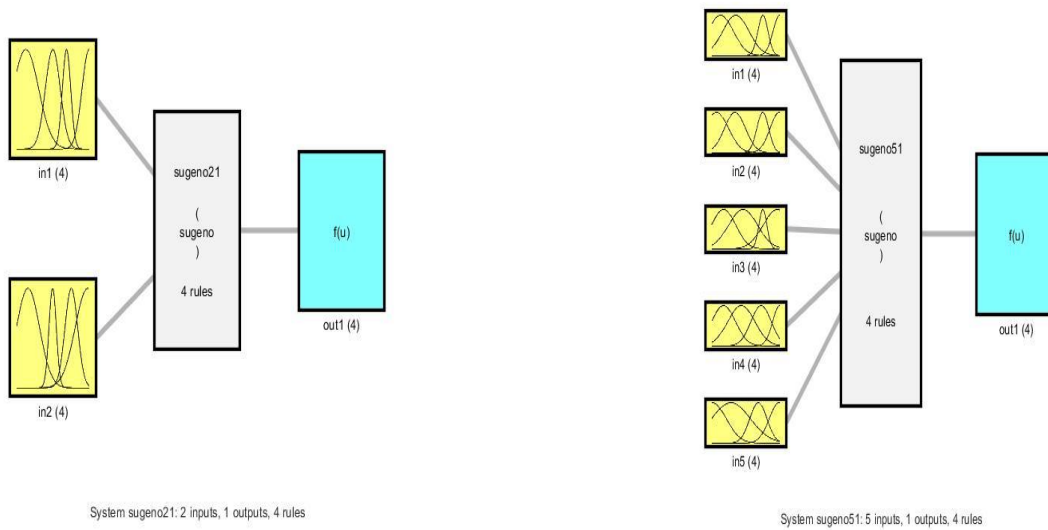
برای متغیر هزینه‌ها از شاخص‌های:

هزینه‌های مواد، هزینه حمل و نقل، هزینه‌های مدیریت تأمین‌کنندگان

و برای متغیر "کارایی مدیریت دارایی" از شاخص‌های:

زمان چرخه نقدینگی تا پول نقد، بازده دارایی‌های ثابت زنجیره تأمین استفاده شد.

نحوه امتیازدهی برای متغیرهای تحقیق به صورت گسسته از بازه ۱ الی ۵ به‌ترتیب با معنای خیلی کم الی خیلی زیاد در نظر گرفته شد.



شکل (۲). سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر پاسخگویی

ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر چابکی در جدول (۳) نمایش داده شده است که با استفاده از روش خوشه بندی C میانگین فازی در تعداد ۴ خوشه، نتایج نشان می دهد در ۱۳ تکرار و مقدار تابع هدف ۲۸/۴۲۷، تعداد ۳۸ گره با ۱۶ پارامتر خطی و ۲۴ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی، این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی مقدار خطای RMSE 0.340 برآورد شد که نشان از اعتبار مناسب سیستم، دارد. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر چابکی در شکل (۳) نمایش داده شده است.

شکل (۱). سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر قابلیت اطمینان

ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر پاسخگویی در جدول (۲) نمایش داده شده است که با استفاده از روش خوشه بندی C میانگین فازی در تعداد ۴ خوشه، نتایج نشان می دهد در ۱۳ تکرار و مقدار تابع هدف ۱۲/۰۴۸، تعداد ۲۹ گره با ۱۲ پارامتر خطی و ۱۶ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی، این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی مقدار خطای RMSE 0.370 برآورد شد که نشان از اعتبار مناسب دارد. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر پاسخگویی در شکل (۲) نمایش داده شده است.

جدول (۲). ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی

عصبی - تطبیقی متغیر پاسخگویی

خروجی	ورودی‌ها
پاسخگویی	زمان چرخه تحقق سفارش
	درخواست اقدام اصلاحی تأمین کننده
	زمان وضوح

جدول (۳). ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی

عصبی - تطبیقی متغیر چابکی

خروجی	ورودی‌ها
چابکی	سازگاری متقابل
	سازگاری منفی
	انعطاف پذیری وارونه

شکل (۳). سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر چابکی

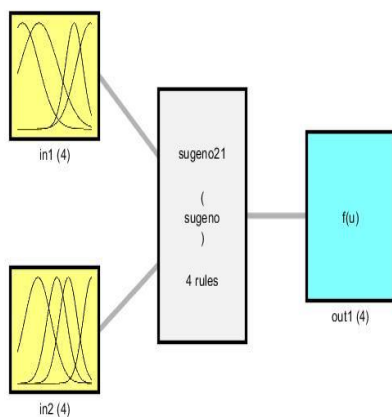
System sugeno31: 3 inputs, 1 outputs, 4 rules



مقدار خطای RMSE 0.281 برآورد شد که نشان دهنده معتبر بودن سیستم است. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر کارایی مدیریت دارایی در شکل (۵) نمایش داده شده است.

**جدول (۵).** ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر کارایی مدیریت دارایی

ورودی‌ها	خروجی
زمان چرخه نقدینگی تا پول نقد	کارایی مدیریت دارایی
بازده دارایی‌های ثابت زنجیره تأمین	



System sugeno21: 2 inputs, 1 outputs, 4 rules

**شکل (۵).** سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر کارایی مدیریت دارایی

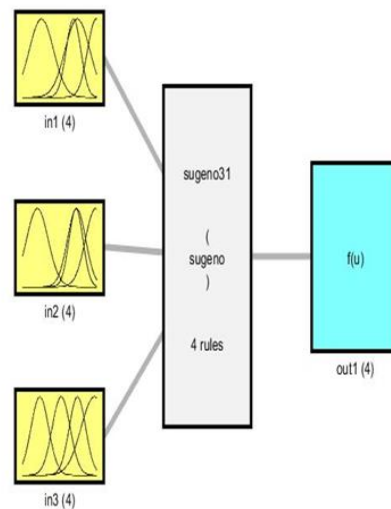
با تشکیل سیستم‌های استنتاج فازی عصبی - تطبیقی برای متغیرهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی، می‌توان خروجی‌های حاصل از داده‌های آموزش این سیستم‌های استنتاج فازی عصبی - تطبیقی را به عنوان ورودی‌های آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر عملکرد زنجیره تأمین در نظر گرفت که ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر عملکرد زنجیره تأمین در جدول (۶) نمایش داده شده است.

در ادامه جهت بررسی بهترین مدل، انواع روش‌های خوشه بندی برای تعریف توابع عضویت و قوانین فازی نظیر منقطع سازی شبکه‌ای، خوشه بندی جزئی و خوشه بندی C میانگین فازی مورد بررسی قرار گرفت. برای این امر ابتدا داده‌های آزمایش شاخص‌ها وارد هر یک از سیستم‌های استنتاج فازی عصبی - تطبیقی برای متغیرهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی شد تا داده‌های ورودی برای سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر عملکرد زنجیره تأمین تهیه شود. نتایج

ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر هزینه‌ها در جدول (۴) نمایش داده شده است. با استفاده از روش خوشه بندی C میانگین فازی در تعداد ۴ خوشه، نتایج نشان می‌دهد در ۱۳ تکرار و مقدار تابع هدف ۲۱,۳۲۰، تعداد ۳۸ گره با ۱۶ پارامتر خطی و ۲۴ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی مقدار خطای RMSE 0.249 برآورد شد که نشان از اعتبار مناسب دارد. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر هزینه‌ها در شکل (۴) نمایش داده شده است.

**جدول (۴).** ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر هزینه‌ها

ورودی‌ها	خروجی
هزینه‌های مواد	هزینه‌ها
هزینه حمل و نقل	
هزینه‌های مدیریت تأمین کنندگان	



System sugeno31: 3 inputs, 1 outputs, 4 rules

**شکل (۴).** سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر هزینه‌ها

ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر کارایی مدیریت دارایی در جدول (۵) نمایش داده شده است. با استفاده از روش خوشه بندی C میانگین فازی در تعداد ۴ خوشه، نتایج حاکی از آن است که در ۱۷ تکرار و مقدار تابع هدف ۱۲/۶۴۰، تعداد ۲۹ گره با ۱۲ پارامتر خطی و ۱۶ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی، این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی

## ۶- نتیجه گیری و بیان پیشنهادات مدیریتی

این پژوهش با ارائه یک سیستم به ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین براساس معیارهای SCOR، برای پیش بینی عملکرد لازم می‌پردازد. به این منظور یک سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی برای هر یک از متغیرهای قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی، هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی به عنوان مؤلفه‌های پیش بینی کننده عملکرد زنجیره تأمین با استفاده از شاخص‌های هر کدام تشکیل شد. شاخص‌های متغیر "قابلیت اطمینان" عبارتند از تحویل به موقع، میزان تحویل، برآورده سازی سفارش در بالاترین سطح کیفیت و دقت اسناد. شاخص‌های متغیر "پاسخگویی" عبارتند از زمان چرخه تحقق سفارش، درخواست اقدام اصلاحی تأمین کننده و زمان وضوح. شاخص‌های متغیر "چابکی" شامل سازگاری متقابل، سازگاری منفی و انعطاف پذیری وارونه می‌شود. از سوی دیگر شاخص‌های متغیر "هزینه‌ها" عبارتند از هزینه‌های مواد، هزینه حمل و نقل و هزینه‌های مدیریت تأمین کنندگان و بالاخره، متغیر "کارایی مدیریت دارایی" نیز با استفاده از شاخص‌های زمان چرخه نقدینگی تا پول نقد و بازده دارایی‌های ثابت زنجیره تأمین، سنجیده میشود. با تشکیل سیستم‌های مذکور، می‌توان خروجی‌های حاصل از داده‌های آموزش آنها را به عنوان ورودی‌های آموزش سیستم متغیر عملکرد زنجیره تأمین به صورت بازخورد در نظر گرفت و عملکرد زنجیره تأمین مربوطه را پیش بینی کرد. از سوی دیگر نتایج بررسی مدل‌های مختلف خوشه بندی اعم از منقطع سازی شبکه‌ای، جزئی و C میانگین فازی به ترتیب با ۳، ۴ و ۵ خوشه نشان داد که روش خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۴ با کمترین خطای MSE و RMSE، بهترین شرایط را برای پیش بینی سیستم متغیر عملکرد زنجیره تأمین دارد.

نتایج این پژوهش به مدیران عملیاتی شرکت خالص‌سازان روی و شرکت‌های مشابه از نظر زنجیره تأمین، این امکان را می‌دهد تا عملکرد زنجیره تأمین را از منظرهای مختلف مدل SCOR شامل منبع یابی، ساخت، تحویل و بازگشت و برنامه ریزی کل این فرایند، اندازه گیری کنند. در ادامه، این مدیران، میتوانند اطلاعاتی را ارائه دهند که به متخصص سیستم برای تجزیه و تحلیل شکاف بین سطح عملکرد مورد انتظار و وضعیت فعلی از نظر مؤلفه‌های قابلیت اطمینان، پاسخگویی، چابکی هزینه‌ها و کارایی مدیریت دارایی کمک نماید. به این ترتیب، مدیران، برنامه‌های عملیاتی را با هدف افزایش عملکرد مؤلفه‌هایی که شاخص‌های آنها امتیاز پایین کسب کرده‌اند؛ بازبینی می‌نمایند. استفاده از سیستم پیشنهادی به آنها این امکان را می‌دهد تا اثربخشی استراتژی‌های خود را ارزیابی کنند. بنابراین، به شرکت‌های متمرکز در جستجوی نتایج عملکرد بهتر، کمک می‌کند. با گذشت زمان هم، مدیران می‌توانند معیارهای مورد استفاده در

حاصل از به‌کارگیری انواع روش‌های خوشه بندی برای تعریف توابع عضویت و قوانین فازی در جدول (۷) نمایش داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که روش خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۴ بهترین شرایط را برای سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر عملکرد زنجیره تأمین به دست آورده است به طوری که در ۱۷ تکرار و مقدار تابع هدف ۲۲/۶۴۵، تعداد ۵۶ گره با ۲۴ پارامتر خطی و ۴۰ پارامتر غیرخطی و ۴ قانون فازی، این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی تشکیل شده است. در ۱۰ تکرار آموزش سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی مقدار خطای RMSE 0.171 برآورد شد که نشان از اعتبار مناسب سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی دارد. هم چنین نتایج خطای MSE و RMSE برای این سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی با روش خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۴، نزدیک به صفر است که نشان می‌دهد مدل حاصل شده، نتیجه مناسبی ارائه می‌کند.

**جدول (۶).** ساختار ورودی و خروجی سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی متغیر عملکرد زنجیره تأمین

خروجی	ورودی‌ها
عملکرد زنجیره تأمین	قابلیت اطمینان
	پاسخگویی
	چابکی
	هزینه‌ها
	کارایی مدیریت دارایی

**جدول (۷).** نتایج حاصل از دقت روش‌های مختلف خوشه بندی برای تعریف توابع عضویت و قوانین فازی

ردیف	روش‌های خوشه بندی برای تعریف توابع عضویت و قوانین فازی	مقدار MSE برای آزمایش	مقدار RMSE برای آزمایش
۱	منقطع سازی شبکه‌ای	۱/۱۷۲	۱/۰۸۲
۲	خوشه بندی جزئی	۰/۷۱۴	۰/۸۴۵
۳	خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۳	۰/۵۵۱	۰/۷۴۲
۴	خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۴	۰/۲۶۲	۰/۵۱۲
۵	خوشه بندی C میانگین فازی با تعداد خوشه ۵	۲۰/۴۶۷	۴/۵۲۴

- [11] R. Sathyan, P. Parthiban, R. Dhanalakshmi, and M. Sachin, "An integrated Fuzzy MCDM approach for modelling and prioritising the enablers of responsiveness in automotive supply chain using Fuzzy DEMATEL, Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS," *Soft Computing*, vol. 27, no. 1, pp. 257-277, 2023.
- [12] A. Bastas and K. Liyanage, "Sustainable supply chain quality management: A systematic review," *Journal of cleaner production*, vol. 181, pp. 726-744, 2018.
- [13] S. S. Nudurupati, U. S. Bititci, V. Kumar, and F. T. Chan, "State of the art literature review on performance measurement," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 60, no. 2, pp. 279-290, 2011.
- [14] M. Esmaili, "Evaluation of supply chain performance using supply chain operations reference model (SCOR)-Fuzzy TOPSIS (Case study: Saipa Automobile Company)", Master's thesis, faculty of Islamic Azad University, Tehran Central Branch, Faculty of Management, 2014. (In Persian)
- [15] D. Mishra, A. Gunasekaran, T. Papadopoulos, and R. Dubey, "Supply chain performance measures and metrics: a bibliometric study," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 25, no. 3, pp. 932-967, 2018.
- [16] F. R. Lima-Junior and L. C. R. Carpinetti, "Quantitative models for supply chain performance evaluation: A literature review," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 113, pp. 333-346, 2017.
- [17] D. Q. N. Karimi, P. "A conceptual Model to Study the Effect of Enterprise Risks on Performance of IT Companies," *Journal of Information Technology Management*, vol. 1, no. 2, pp. 119-, 2009. (In Persian).
- [18] S. L. Newbert, "Empirical research on the resource- based view of the firm: an assessment and suggestions for future research," *Strategic management journal*, vol. 28, no. 2, pp. 121-146, 2007.
- [19] C. C. Bozarth, R. B. Handfield, and H. J. Weiss, *Introduction to operations and supply chain management*. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2008.
- [20] B. L. Handoko, R. Aryanto, and I. G. So, "The impact of enterprise resources system and supply chain practices on competitive advantage and firm performance: Case of Indonesian companies," *Procedia Computer Science*, vol. 72, pp. 122-128, 2015.
- [21] M. G. Enz and D. M. Lambert, "A supply chain management framework for services," *Journal of Business Logistics*, vol. 44, no. 1, pp. 11-36, 2023.
- [22] A. Deshpande, "Supply chain management dimensions, supply chain performance and organizational performance: An integrated framework," *International Journal of Business and Management*, vol. 7, no. 8, p. 2, 2012.
- [23] H. Shahbandarzadeh, F. Abadi, "Evaluation of supply chain performance with SCOR approach," *Journal of Business Studies*, vol. 14, no. 79, pp. 37-49, 2016. (In Persian)
- [24] E. Zamanian and M. Salehi, "Evaluating the Performance of the Service Supply Chain from a Strategic Viewpoint Based on the SCOR Approach and the Fuzzy Prioritization Technique," *Iranian Journal Of Supply Chain Management*, vol. 24, no. 75, pp. 75-85, 2022. (In Persian)
- [25] H. Danaei Fard, S.M. Alwani, and A. Azar. "Quantitative research methodology in management: a comprehensive approach". Safar Publishing House, Tehran, 1st edition, 2013. (In Persian).
- [26] C.-N. Wang, Y.-F. Huang, I.-F. Cheng, and V. T. Nguyen, "A multi-criteria decision-making (MCDM) approach using hybrid SCOR metrics, AHP, and TOPSIS for supplier evaluation and selection in the gas and oil industry," *Processes*, vol. 6, no. 12, p. 252, 2018.

سیستم ارزیابی پیشنهادی را تغییر دهند. با این حال، مانند سایر سیستم‌های هوشمند مبتنی بر استنتاج فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، تغییرات معیارها مستلزم بازسازی و آموزش مدل‌ها با استفاده از نمونه‌های متغیرهای جدید است.

پیشنهاد می‌شود پژوهشگران آتی علاوه بر نتایج این پژوهش، برای بهبود کارایی و افزایش اثربخشی، مؤلفه‌های مرتبط با صنعت مورد مطالعه خود را نیز از طریق مصاحبه عمیق با خبرگان، استخراج و در مدل اعمال نمایند. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که مطالعه‌ی مدل تعالی سازمان برای عرضه یابی انجام شود.

## ۷- مراجع

- [1] M. Rosyidah, N. Khoirunnisa, U. Rofiatin, A. Asnah, A. Andiyan, and D. Sari, "Measurement of key performance indicator Green Supply Chain Management (GSCM) in palm industry with green SCOR model," *Materials Today: Proceedings*, vol. 63, pp. S326-S332, 2022.
- [2] A. Bandari, and A. Estakhryan Haghighi, "Analysis of the leather whip effect using forecasting methods in the supply chain", 1st international and the 2nd national conference on management, ethics and business, 2019. (In Persian)
- [3] P. Ghadimi, A. Dargi, and C. Heavey, "Sustainable supplier performance scoring using audition check-list based fuzzy inference system: A case application in automotive spare part industry," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 105, pp. 12-27, 2017.
- [4] S. Safaei, P. Ghasemi, F. Goodarzian, and M. Momenitabar, "Designing a new multi-echelon multi-period closed-loop supply chain network by forecasting demand using time series model: a genetic algorithm," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 53, pp. 79754-79768, 2022.
- [5] M. M. Bassiouni, R. K. Chakraborty, O. K. Hussain, and H. F. Rahman, "Advanced deep learning approaches to predict supply chain risks under COVID-19 restrictions," *Expert Systems with Applications*, vol. 2, p. 118604, 2023.
- [6] D. Vegter, J. van Hillegersberg, and M. Olthaar, "Performance measurement system for circular supply chain management," *Sustainable Production and Consumption*, 2023.
- [7] F. Saleheen and M. M. Habib, "Embedding attributes towards the supply chain performance measurement," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 6, p. 100090, 2023.
- [8] M. A. Ebrahimi Jarjafaki, and S.M.T. Fatemi Qomi, "Presenting a hybrid framework of neural networks for efficient forecasting in the supply chain", *International Conference of the Iranian Association for Operations Research*, 2018, (In Persian).
- [9] V. Maestrini, D. Luzzini, P. Maccarrone, and F. Caniato, "Supply chain performance measurement systems: A systematic review and research agenda," *International Journal of Production Economics*, vol. 183, pp. 299-315, 2017.
- [10] A. Spieske and H. Birkel, "Improving supply chain resilience through industry 4.0: A systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 158, p. 107452, 2021.