

## ارائه چارچوب تصمیم‌گیری برای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت قطعات خودرویی براساس نقشه شناختی

مصطفی جهانگشای رضائی<sup>۱\*</sup>، ساموئل یوسفی<sup>۲</sup>، مجید باقری<sup>۳</sup>، سروه کاکائی<sup>۴</sup>

۱. استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

۲. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

۳. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی

۴. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۹، تاریخ دریافت روایت اصلاح‌شده: ۹۵/۱۱/۳، تاریخ تصویب: ۹۶/۱/۱۴)

### چکیده

ارزیابی تأمین‌کنندگان و انتخاب مجموعه مناسبی از آن‌ها، یکی از راهبردهای اساسی برای افزایش کیفیت محصولات/خدمات و اعتبار هر سازمان است. در این میان، شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، تعیین میزان اهمیت هر یک از معیارها و ارائه چارچوبی مناسب برای به‌کارگیری آن‌ها در فرایند ارزیابی، نقش مهمی در موفقیت سازمان دارد. با توجه به اینکه در دنیای واقعی، معیارهای ارزیابی روی یکدیگر اثر می‌گذارند، در پژوهش حاضر علاوه بر نظرهای خبرگان، روابط میان این معیارها نیز در نظر گرفته می‌شود تا وزن‌های واقعی به‌دست آید. در نتیجه، از روش نقشه شناختی برای تعیین وزن معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت خودرویی براساس روابط علی-معلولی میان معیارها استفاده شده است. سپس چارچوبی برای ارزیابی و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان براساس معیارهای وزن‌دهی شده ارائه می‌شود. این چارچوب با توجه به نقش صنعت خودرو در تولید ناخالص ملی کشور، در شرکتی فعال در صنعت تأمین قطعات خودرویی پیاده‌سازی شده است.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، صنعت قطعات خودرویی، معیارهای ارزیابی، نقشه شناختی.

### مقدمه

تولیدکردن، به‌دنبال افزایش تأمین منابع از خارج سازمان هستند. به‌این ترتیب، موضوع خرید و انتخاب تأمین‌کننده با توجه به قرارگرفتن در فرایندهای اصلی زنجیره تأمین و تأثیرگذاری بر تمام حوزه‌های سازمان، اهمیتی فزاینده یافته است [۲]، زیرا هزینه تأمین مواد اولیه و قطعات ترکیبی از طریق فروشندگان، بخش شایان توجهی از هزینه تمام‌شده کالاها (به‌طور متوسط ۷۰ درصد ارزش محصول نهایی کارخانه‌ها) را تشکیل می‌دهد [۳]. براین اساس، شرکت‌های تولیدی برای افزایش رقابت‌پذیری و بهینه‌سازی زنجیره تأمین، به‌دنبال ارزیابی تأمین‌کنندگان و انتخاب کارآمدتر آن‌ها هستند [۴]. ارزیابی و درجه‌بندی صحیح تأمین‌کنندگان نه تنها عاملی مهم در کسب سود برای سازمان‌ها تلقی می‌شود، بلکه به‌عنوان عاملی اثرگذار بر کیفیت تولید محصول، ارائه خدمات و انجام‌دادن فعالیت‌های بازرگانی مورد توجه است. در نتیجه، در

به‌دلیل رقابت فشرده در بازارهای جهانی امروزی و معرفی محصولات با چرخه حیات کوتاه و انتظارات بالای مشتریان، سازمان‌های تجاری مجبور شده‌اند تا تمرکز بیشتری بر زنجیره‌های تأمین داشته باشند. زنجیره تأمین مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان، تهیه‌کنندگان خدمات حمل‌ونقل، سازندگان، توزیع‌کنندگان و فروشندگان است که جریان‌های مربوط به مواد خام، محصولات و جریان اطلاعاتی در بین این عناصر وجود دارد [۱]. سازمان‌ها با بهره‌گیری از ابزار مدیریت زنجیره تأمین می‌توانند روابط تجاری خود را با بهینه‌سازی تبادل اطلاعات با همکاران تجاری مانند تأمین‌کنندگان مواد اولیه توسعه دهند که این مسئله فقط با هماهنگی و همکاری هرچه بیشتر تولیدکننده و تأمین‌کننده عملی می‌شود. در این راستا، سازمان‌ها یا تولیدکنندگان به‌جای

مفاهیم ندارد و همچنین با دریافت داده‌های کیفی و کمی بعد از چندین دور به همگرایی می‌رسد.

معیارهای مورد بررسی در این تحقیق براساس مطالعه موردی، بر صنعت تأمین قطعات خودرو متمرکز شده‌اند، اما روش پیشنهادی با اعمال تغییرات در ماهیت معیارها، قابلیت استفاده را در سایر صنایع دارد. هدف این تحقیق، ارائه چارچوبی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان مبتنی بر معیارهای وزن‌دهی شده از طریق نقشه شناختی فازی و با بهره‌گیری از الگوریتم یادگیری ترکیبی است که در یکی از شرکت‌های تأمین‌کننده قطعات خودرویی کشور پیاده‌سازی شده و نتایج آن ارائه شده است. در بخش بعدی، پیشینه تحقیق در حوزه ارزیابی تأمین‌کننده بررسی می‌شود، سپس روش نقشه شناختی فازی معرفی می‌شود. در ادامه، رویکرد پیشنهادی تحقیق ارائه می‌شود و در بخش بعد، تحلیل نتایج پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی برای مطالعه موردی بیان می‌شود. در نهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود.

### مروری بر مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در دهه‌های اخیر، با به‌کارگیری مفهوم مدیریت زنجیره تأمین در صنایع مختلف، موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده توجه زیادی را به خود جلب کرده و روش‌های شناسایی مختلفی برای آن ارائه شده است. بی‌شک، تصمیم‌گیری درباره انتخاب تأمین‌کننده نقش شایان توجهی در مدیریت و تولید کارخانه‌ها دارد و مهم‌ترین فعالیت یک سازمان به‌شمار می‌آید. براساس مرور تحقیقات پیشین، لوییس [۵] برای اولین بار بیان کرد در میان تمام فعالیت‌های مرتبط با فرایند خرید، هیچ مسئولیتی مهم‌تر از یافتن منابع مناسب تأمین نیست و سپس پژوهش‌های متعددی در این زمینه صورت گرفت. تحلیل این دو موضوع در انتخاب تأمین‌کننده، توجه بسیاری از پژوهشگران و مدیران خرید را در دهه‌های اخیر به خود جلب کرده است. مطالعات موجود در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان به دو دسته کلی «انتخاب معیارها و یافتن میزان اهمیت هر یک از معیارها» و «ارائه چارچوبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش‌های کمی و براساس معیارهای تعیین‌شده» تقسیم می‌شود.

سال‌های اخیر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده مناسب در زنجیره تأمین به موضوعی راهبردی برای سازمان‌ها تبدیل شده است. در کل، در تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده، دو موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد. نخست اینکه از چه معیارهایی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شود و دیگر اینکه باید چه روش‌هایی برای مقایسه تأمین‌کنندگان به‌کار گرفته شود؛ بنابراین، یکی از مشکلات اصلی در مسئله انتخاب تأمین‌کننده، یافتن میزان اهمیت هر یک از معیارها و ارائه چارچوبی مناسب برای ارزیابی تأمین‌کننده است. در واقعیت، عوامل و پارامترهای شناسایی‌شده و تأثیرگذار بر عملکرد تأمین‌کنندگان، روابط پیچیده‌ای با یکدیگر دارند، به نحوی که هر عامل از بسیاری از عوامل تأثیر می‌پذیرد و بر عوامل دیگر تأثیرگذار می‌گذارد.

بنابراین، شناسایی مؤثرترین معیارها با توجه به روابط علی و معلولی میان آن‌ها و اختصاص وزن منطقی به هر معیار در فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان برای دستیابی به انتخاب بهینه تأمین‌کننده در هر سازمانی ضروری است. هدف این تحقیق نیز شناسایی روابط علی و معلولی میان معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان و تعیین وزن‌های این معیارها در فرایند ارزیابی است. از جمله روش‌های مختلف موجود در زمینه نشان‌دادن روابط علی و معلولی، می‌توان به روش نقشه شناختی اشاره کرد که از ابزارهای قدرتمند برای تبیین ارتباط علی و معلولی بین معیارهاست. از این روش برخلاف روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌صورت گسترده در مسائل اولویت‌بندی تعداد محدودی گزینه همراه با تعدادی معیار نظیر مسائل انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌شود. این روش‌ها با تجمیع چندین نظر از چندین خبره و با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی، گزینه‌های از پیش تعیین‌شده را اولویت‌بندی می‌کنند، درحالی‌که در روش نقشه شناختی فازی، نقشه‌هایی که خبرگان ترسیم می‌کنند مفاهیم و متغیرهای مختلف و بی‌شماری دارد و روابط علی و معلولی میان مفاهیم را مد نظر قرار می‌دهد. به‌علاوه، این روش توانایی مدل‌کردن حلقه‌ها را دارد که روش‌های چندمعیاره این توانایی را ندارند. به بیان دیگر، نقشه شناخت فازی محدودیتی در میزان پیچیدگی سیستم و تعداد مفاهیم و روابط بین

برخی دیگر با توسعه فلسفه مدیریت به‌وجود آمده‌اند، به‌طوری‌که دو معیار تحویل و کیفیت همچنان معیارهای مهم انتخاب در نظر گرفته می‌شوند [۹]. در این زمینه، شیپلی [۱۰] درباره تفاوت معیارهای انتخاب عرضه‌کننده کالا در مورد سه نوع محصول بحث کرد. براساس تحقیقات او، اولویت هریک از معیارها نه‌تنها از لحاظ تولید و صنعت مورد مطالعه، بلکه در کشورهای مختلف، متفاوت است. همچنین، مطالعات موجود در زمینه ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، تکنیک‌های حلی را در برمی‌گیرد که در نهایت به انتخاب تأمین‌کنندگان منجر می‌شود. اولین مطالعات منتشرشده در زمینه مسئله انتخاب تأمین‌کننده به اوایل دهه ۱۹۶۰ برمی‌گردد، اما در سال‌های اخیر، روش‌های گوناگونی برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه شده است. در ادامه، گزیده‌ای از تحقیقات جدید در زمینه ارزیابی تأمین‌کنندگان در جدول ۱ ارائه می‌شود. براساس تحقیقات انجام‌گرفته، در بیشتر رویکردهای مورد استفاده در مسائل ارزیابی تأمین‌کننده، روابط علی و معلولی موجود میان معیارهای ارزیابی در نظر گرفته نشده است. به بیان دیگر، در فرایند ارزیابی نحوه وزن‌دهی این معیارها اهمیت ویژه‌ای نداشته است و فقط به نظرهای تصمیم‌گیرنده اکتفا شده است. به‌این ترتیب، در تحقیق حاضر مشکل بیان‌شده با استفاده از روش نقشه شناختی بررسی می‌شود و چارچوب جدیدی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه می‌شود.

### نقشه شناختی

در این بخش، توضیحاتی در مورد روش نقشه شناختی ارائه می‌شود که برای بررسی و تعیین وزن معیارهای اثرگذار بر انتخاب تأمین‌کنندگان در این تحقیق به‌کار گرفته شده است. نقشه شناختی ابزار قدرتمندی برای تبیین ارتباط علی و معلولی بین معیارهاست. در واقع، در روش نقشه شناختی فازی، رابطه بین اجزای یک «چشم‌انداز ذهنی» برای محاسبه «قدرت تأثیر» روابط علی معلولی با عددی در بازه [۰،۱] یا [-۱،۱] در نظر گرفته می‌شود [۲۶]. در روش نقشه شناختی فازی، نقشه‌هایی که خبرگان ترسیم می‌کنند، مفاهیم و متغیرهای مختلف و بی‌شماری دارند.

انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است که معیارهای کمی و کیفی را در برمی‌گیرد [۶]. مطالعات متعددی در زمینه طراحی و تعیین شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان صورت پذیرفته است. مهم‌ترین بحث در مورد این شاخص‌ها، متناسب‌بودن آن‌ها با اهداف و راهبردهای سازمان، اعتبار در طول زمان و امکان بازخورد سریع و دقیق است. محققان به شناسایی معیارها برای اندازه‌گیری کارایی تأمین‌کنندگان از دهه ۱۹۶۰ توجه نشان دادند. ابتدا دیکسون [۷] با مطالعه روی ۲۷۳ مورد از مدیریت خرید سازمان‌ها توانست ۲۳ معیار انتخاب تأمین‌کننده را پیشنهاد دهد و آن‌ها را برحسب اهمیت رتبه‌بندی کند. نتایج جمع‌آوری‌شده از مدیران باتجربه نشان داد کیفیت و تحویل از ۲۱ معیار دیگر از قبیل هزینه، موقعیت جغرافیایی و موقعیت‌های مالی اهمیت بیشتری دارند. الرم [۸] نیز مبحث گزینش تأمین‌کننده را بررسی کرد و به چندین عامل از چهار گروه مباحث مالی، راهبرد و فرهنگ سازمانی، فناوری و عوامل متفرقه در گزینش اعضای زنجیره تأمین در کنار عواملی چون کیفیت، هزینه، تحویل به‌موقع و خدمات توجه کرد. در ادامه، وبر و همکاران [۹] ۷۴ تحقیق را بررسی کردند که در طول سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۱ و با هدف بررسی معیارهای گزینش تأمین‌کننده در محیط تولید و فروش منتشر شده بود و مطالعات مذکور را برحسب معیارهای دیکسون دسته‌بندی کردند. برخی از آن‌ها فقط یک معیار (هزینه) و برخی دو معیار (هزینه و کیفیت) و برخی دیگر نیز چندین معیار را ذکر کرده بودند. وبر و همکاران [۹] نشان دادند کیفیت، تحویل و قیمت خالص در تصمیم‌های گزینش تأمین‌کننده بسیار مورد توجه هستند و به تسهیلات و تأسیسات تولید، موقعیت جغرافیایی، وضعیت مالی و ظرفیت در حد متوسط توجه می‌شود. چن [۴] نیز معیارهای مهم به‌کاررفته در پژوهش‌های محققان مختلف مانند دیکسون [۷]، وبر و همکاران [۹] و دیگران را به‌طور جامع بررسی کرد.

در کل، از سال ۱۹۹۴ معیارهای جدیدی در پژوهش‌های مربوط به انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده است که برخی از آن‌ها توسعه معیارهای اولیه دیکسون هستند و

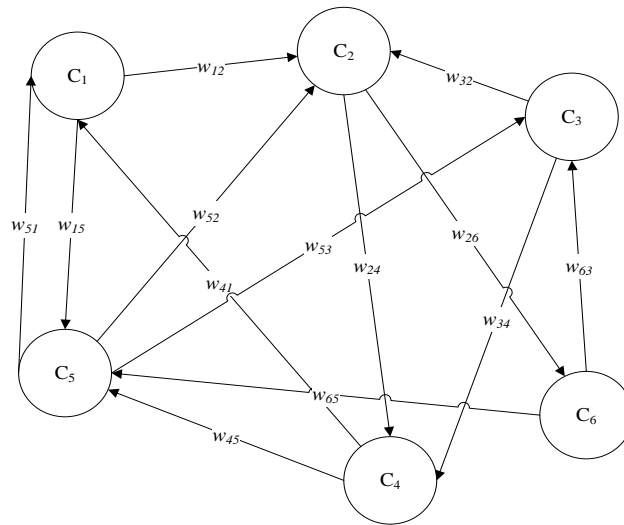
## جدول ۱. مروری بر تحقیقاتی از حوزه ارزیابی تأمین کننده

ردیف	محقق (محققان)	سال	رویکرد مورد استفاده
۱	لین [۱۱]	۲۰۰۹	فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و برنامه‌ریزی چندهدفه
۲	بای و سرکیس [۱۲]	۲۰۱۰	تئوری مجموعه سخت
۳	وو [۱۳]	۲۰۱۰	تحلیل پوششی داده‌های تصادفی
۴	چن [۴]	۲۰۱۱	تحلیل پوششی داده‌ها و تاپسیس
۵	باسکاران و همکاران [۱۴]	۲۰۱۲	تجزیه و تحلیل خاکستری
۶	کومار و همکاران [۱۵]	۲۰۱۳	سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فازی
۷	وانگ و لی [۱۶]	۲۰۱۴	تئوری بازی‌ها (چانه‌زنی نش)
۸	بیک‌خاخین و همکاران [۱۷]	۲۰۱۵	تاپسیس و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
۹	آزادی و همکاران [۱۸]	۲۰۱۵	تحلیل پوششی داده‌های فازی
۱۰	لیما جونپور و کارپینتی [۱۹]	۲۰۱۶	تاپسیس فازی
۱۱	بانانیا و همکاران [۲۰]	۲۰۱۶	تصمیم‌گیری گروهی فازی
۱۲	یوسفی و همکاران [۲۱]	۲۰۱۶	برنامه‌ریزی چندهدفه
۱۳	رضایی و همکاران [۲۲]	۲۰۱۶	برنامه‌ریزی چندهدفه و تئوری بازی‌ها (چانه‌زنی نش)
۱۴	ژو و همکاران [۲۳]	۲۰۱۶	تحلیل پوششی داده‌های چندهدفه
۱۵	گاندی و همکاران [۲۴]	۲۰۱۶	فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و برنامه‌ریزی آرمانی فازی
۱۶	لوزون و آل سائق [۲۵]	۲۰۱۶	فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و دلفی

فرایندهای تولید [۳۱]، توسعه و پیاده‌سازی شبیه‌ساز پایداری محصول [۳۲]، تخمین سطح خروجی بهینه بیمارستان‌ها [۳۳] و مدل‌سازی مصرف انرژی خورشیدی [۳۴] اشاره کرد.

اجزای اصلی نقشه شناختی شامل گره‌ها و کمان بین گره‌ها و علامت روی این کمان‌هاست. در واقع، گره‌ها بیانگر مفاهیمی هستند که سیستم را توصیف می‌کنند و کمان‌ها بیانگر روابط علت و معلولی بین مفاهیم و علامت روی کمان‌ها بیانگر نوع علیت بین مفاهیم است [۳۵]. در شکل ۱،  $C_i$  ها بیانگر گره‌ها یا مفاهیم هستند که از طریق کمان‌های وزن‌دار با هم در ارتباط هستند. هر ارتباط بین دو مفهوم  $C_i$  و  $C_j$  وزنی برابر  $W_{ij}$  دارد که بیانگر درجه علیت و نوع رابطه بین مفاهیم است، به نحوی که  $W_{ij} > 0$  نشان‌دهنده یک ارتباط علی معلولی مثبت،  $W_{ij} < 0$  نشان‌دهنده یک ارتباط علی معلولی منفی و  $W_{ij} = 0$  نشان‌دهنده نبود رابطه بین دو مفهوم مورد بررسی است. شایان ذکر است برای ترسیم چنین نقشه‌ای می‌توان از داده‌های سری زمانی و نظرهای خبرگان استفاده کرد.

همان‌طور که بیان شد، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با تجمیع چندین نظر از چندین خبره و با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی، گزینه‌های از پیش تعیین شده و محدودی را اولویت‌بندی می‌کنند. با توجه به توانایی نقشه شناختی فازی در مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده با داده‌های محدود و کم و همچنین در دسترس نبودن یا هزینه‌بر بودن جمع‌آوری داده به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که در آن مدیریت به‌ویژه مدیریت منابع امری ضروری است، می‌توان نقشه شناختی را ابزاری بسیار مناسب برای مدل‌سازی معرفی کرد. براساس تحقیقات پیشین، پژوهش‌های چشمگیری در کاربردهای این روش در ارزیابی، مسائل مدیریتی، اقتصادی و پیش‌بینی‌های مختلف مسائل فنی و مهندسی انجام گرفته است. از کاربردهای این روش در سایر تحقیقات می‌توان به تصمیم‌گیری‌های پزشکی [۲۷]، تجزیه و تحلیل برنامه‌ریزی مشارکتی در صنعت خرده‌فروشی [۲۸]، برنامه‌ریزی بازاریابی راهبردی برای شرکت‌های صنعتی [۲۹]، بررسی انعطاف‌پذیری و تحول شهری [۳۰]، ارزیابی خطاهای



شکل ۱. نمونه نقشه شناختی فازی

(۱)

$$d_j = |x_1(v_j) - x_2(v_j)|$$

در ادامه، میانگین فاصله بین بردارهای  $v_2$  و  $v_1$  یعنی  $AD$  با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$AD = \frac{\sum_{j=1}^m |d_j|}{m} \quad (۲)$$

در رابطه ۲،  $m$  بیانگر تعداد عناصر بردارهاست. در نهایت، شباهت بین دو بردار از رابطه ۳ به دست می‌آید:

$$S = 1 - AD \quad (۳)$$

$S = 1$  نشان‌دهنده شباهت کامل و  $S = 0$  نشان‌دهنده عدم شباهت کامل است. در صورتی که دو بردار  $v_2$  و  $v_1$  با یکدیگر رابطه معکوس داشته باشند، روش محاسبه شباهت مانند قبل است، به استثنای اینکه در محاسبه  $d_j$  از رابطه ۴ استفاده می‌شود:

$$d_j = |x_1(v_j) - (1 - x_2(v_j))| \quad (۴)$$

در کل، درجه بالای شباهت نشان‌دهنده دوگانگی رابطه میان عوامل است. حال برای تعیین متغیرهایی که با یکدیگر رابطه علی- معلولی دارند، به استفاده از نظر خبرگان نیاز است، زیرا تمام متغیرهایی که در ماتریس قدرت یا وزنی قرار می‌گیرند با یکدیگر مرتبط نیستند و ممکن است دو متغیر در این ماتریس شباهت زیادی داشته باشند. اگر آن‌ها در دنیای واقعی و در موضوع مورد بررسی از نظر منطقی هیچ ارتباط علی- معلولی نداشته باشند، با

در روش نقشه شناختی مبتنی بر محاسبه از داده‌های سری زمانی به‌عنوان ورودی و از شبکه عصبی برای تخمین اوزان نقشه استفاده می‌شود. این دیدگاه به دو دسته شبه‌اتوماتیک و اتوماتیک دسته‌بندی می‌شود. در دسته شبه‌اتوماتیک که اغلب از آن استفاده می‌شود، برای ترسیم یک نقشه شناختی فازی به برخی از ورودی‌ها نیاز است که از دانش و تجربه فرد خبره در زمینه مورد مطالعه به‌دست می‌آید که بر مبنای آن، مفاهیم و روابط علی معلولی بین مفاهیم قابل ترسیم است. در ترسیم اتوماتیک نقشه شناختی، بردارهای عددی به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌شوند و درجه شباهت بین بردارها و نوع ارتباط (مستقیم و غیرمستقیم) میان آن‌ها با استفاده از منطق فازی تعیین می‌شود [۳۶]. در این روش، برای تعیین قدرت روابط از روش‌شناسی و همکاران برای محاسبه شباهت بین بردارهای  $v_j$  و  $v_i$  استفاده می‌شود و در نتیجه قدرت رابطه بین این بردارها استخراج می‌شود. در واقع،  $v_2$  و  $v_1$  بردارهای مرتبط با عوامل ۱ و ۲ و  $x_1(v_j)$  و  $x_2(v_j)$  درجات عضویت  $z$  در این بردارهاست. برای بردارهایی که رابطه مستقیم با هم دارند و بردارهایی که رابطه معکوس دارند، به محاسبات مختلفی نیاز است [۳۶]. برای مثال، اگر  $v_1$  و  $v_2$  رابطه مستقیم با یکدیگر داشته باشند، در مرحله اول مقدار  $d_j$  که بیانگر فاصله بین عناصر  $z$  دو بردار است، از طریق رابطه ۱ محاسبه می‌شود [۳۷].

(۵)

$$A_i^{(k+1)} = f \left( A_i^{(k)} + \sum_{j=1}^N A_j^{(k)} \cdot W_{ij}^{(k)} \right)$$

تابع تبدیل ( $f$ ) مورد استفاده در الگوریتم یادگیری در این تحقیق، تابع سیگموئید یعنی  $\frac{1}{1+e^{-2x}}$  است که فقط از یک پارامتر  $\lambda$  استفاده می کند و با توجه به تکرارهای مختلف، مقدار  $\lambda$  برابر ۱ تعیین شده است.

گام ۴: به روزرسانی اوزان با توجه به رابطه ۶:

(۶)

$$W_{ji}^{(k)} = \eta W_{ji}^{(k-1)} + \eta A_i^{(k-1)} (A_j^{(k-1)} - \text{sgn}(W_{ji}^{(k-1)}) W_{ji}^{(k-1)}) A_i^{(k-1)}$$

گام ۵: ادامه دادن تا زمانی که دو شرط برای اتمام الگوریتم یعنی یکی از شرایط الف) دستیابی به یک حالت پایدار (یعنی تا زمانی که  $A^{(k+1)}$  با  $A^{(k)}$  برابر یا اختلاف کمی داشته باشند)؛ ب) رسیدن به رفتار آشوبناکی از سیستم و ج) رسیدن به تعداد تکرار مورد نظر در بازه زمانی خاص رخ دهد [۳۵].

گام ۶: ارسال وزن نهایی  $W_{NHL}^{(k+1)}$  به مرحله دوم.

ب) مرحله دوم: الگوریتم تکامل تفاضلی:

گام ۱: مقداردهی اولیه جمعیت الگوریتم تکامل تفاضلی در همسایگی  $W_{NHL}^{(k+1)}$  و درون محدودیت های وزنی پیشنهادی؛

گام ۲: تکرار برای هر حالت مفهوم ورودی ( $k$ )؛

گام ۳: به ازای هر جمعیت گام های ۴ تا ۶ را تکرار کنید؛

گام ۴: جهش  $W_i^{(k)}$  در راستای تعیین بردار جهش یافته  $^4$ ؛

گام ۵: ترکیب  $^5$  (بردار جهش یافته) در راستای تعیین بردار آزمایشی  $^6$ ؛

گام ۶: اگر (بردار آزمایشی)  $F$  کوچک تر یا مساوی  $F(W_i^{(k)})$  باشد، بردار آزمایشی برای نسل بعدی پذیرفته است؛

گام ۷: ادامه دادن تا زمان دستیابی به شرط خاتمه.

در شبه کد ارائه شده،  $A^0$  بیانگر ماتریس حالت اولیه سیستم،  $W^0$  بیانگر ماتریس وزنی اولیه بین متغیرها،  $A^{(k)}$  و  $A^{(k+1)}$  بیانگر مقادیر جدید متغیرها در تکرار  $k$  و  $k+1$  و  $\eta$

استفاده از نظر خبرگان به راحتی می توان روابط زائد و نامربوط را شناسایی و حذف کرد [۳۷].

با نمایش گرافیکی ماتریس نهایی می توان یک نقشه شناختی فازی را به منظور تبیین ارتباط بین عوامل کلیدی مورد نظر ترسیم کرد. پس از ترسیم نقشه شناختی، تخمین دقیق اوزان نقشه از سوی خبرگان مسئله ای ضروری است. در سال های اخیر، از الگوریتم های یادگیری برای افزایش دقت تخمین اوزان، همگرایی نقشه و کاهش وابستگی به نظر خبرگان استفاده شده است. این الگوریتم ها در سه گروه الگوریتم های یادگیری براساس هبین  $^1$ ، الگوریتم های فرا ابتکاری و الگوریتم های ترکیبی دسته بندی می شوند [۳۸]. همچنین، با توجه به داده های این پژوهش، از بین الگوریتم های سه گانه معرفی شده، الگوریتم های یادگیری ترکیبی بهترین گزینه هستند. این الگوریتم ها ترکیبی از الگوریتم هبین و روش های فرا ابتکاری هستند و برای اصلاح وزن نقشه هایی مناسب است که به صورت ترکیبی از داده های سری زمانی و نظرات خبرگان تشکیل می شوند. در این تحقیق، از بین الگوریتم های این دسته از الگوریتم یادگیری ترکیبی از هبین غیرخطی و تکامل تفاضلی  $^2$  (برگرفته از مرجع [۳۹]) استفاده می شود، زیرا وزن های غیرصفر را در تکرارهای مختلف به روزرسانی می کند و روابط بین مفاهیم تعیین شده در نقشه اولیه را حفظ می کند. دلیل استفاده از الگوریتم تکاملی تفاضلی، قدرتمند و سریع بودن آن برای جست و جو در دسته مسائل بهینه سازی در فضاهای پیوسته است [۴۰]. در واقع، الگوریتم تکاملی تفاضلی به منظور غلبه بر نقص اصلی الگوریتم ژنتیک یعنی نبود جست و جوی محلی در این الگوریتم ارائه شده است. داشتن حافظه ای برای حفظ اطلاعات جواب های مناسب در جمعیت فعلی، از مزایای این الگوریتم است. در ادامه، گام های الگوریتم یادگیری ترکیبی براساس الگوریتم مذکور ارائه می شود:

الف) مرحله اول: الگوریتم یادگیری هبین غیرخطی:

گام ۱: دریافت وضعیت مفهوم ورودی  $A^0$  و ماتریس

وزنی اولیه  $W^0$ ؛

گام ۲: برای هر تکرار ( $k$ ) گام های ۳ تا ۵ را انجام دهید؛

گام ۳: محاسبه  $A^{(k)}$  (مقدار مفهوم در تکرار  $k$ ) با توجه

به رابطه ۵:

مبتنی بر چک لیست سالیانه) و ۳۰ درصد از آن مرتبط با امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده پس از دریافت محموله است. نحوه محاسبه این دو امتیاز در ادامه ارائه می‌شود.

## الف) محاسبه امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کنندگان براساس نقشه شناختی فازی

ممیزی فرایند تأمین‌کنندگان شامل معیارهای سیستم‌های مدیریت کیفیت، نظام‌های نوین کیفیت، منابع انسانی، منابع و امکانات، مدارک و مستندات فنی و ممیزی فرایند است که براساس نظر تیم ممیزی به هریک از تأمین‌کنندگان، امتیازاتی به‌ازای هر معیار کیفی اختصاص داده می‌شود. سپس با استفاده از اطلاعات ثبت‌شده و روش نقشه شناختی فازی سعی می‌شود برای هر معیار وزنی تعیین شود تا درنهایت یک امتیاز وزنی برای هریک از تأمین‌کنندگان محاسبه شود. درواقع، وزن هریک از معیارهای ارزیابی، میزان اهمیت آن معیار در ارزیابی تأمین‌کنندگان است. برای محاسبه وزن هریک از معیارها، تمام معیارهای ارزیابی، به عنوان مفاهیم نقشه شناختی در نظر گرفته می‌شوند و نقشه شناختی این معیارها ترسیم می‌شود. سپس وزن هریک از این معیارها با استفاده از الگوریتم یادگیری ترکیبی هبیین غیرخطی - تکامل تفاضلی محاسبه می‌شود. به‌این‌منظور، فرض می‌شود هر معیار ارزیابی تنها معیار مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان است. در ادامه، الگوریتم یادگیری اجرا می‌شود و پس از دستیابی نقشه به یک ساختار پایدار، میزان خروجی به‌ازای گره ارزیابی (فرضی) نشان‌دهنده وزن معیار ارزیابی مذکور با توجه به روابط علی و معلولی با سایر معیارهاست. سپس وزن محاسبه‌شده هر معیار در امتیازات اختصاص داده‌شده به معیار مذکور به‌ازای تأمین‌کنندگان مورد بررسی، اعمال می‌شود. با ادامه این رویکرد، میزان امتیاز ممیزی فرایند برای هریک از تأمین‌کنندگان نیز قابل محاسبه است.

## ب) محاسبه امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان (براساس معیارهای کمی)

میانگین کیفی محموله‌ها مطابق با رابطه ۷ و توسط مدیر بازرگانی و با استفاده از خروجی حاصل از بررسی کیفی محصول محاسبه می‌شود.

$\gamma$  بیانگر اعدادی مثبت و بسیار کوچک (نرخ یادگیری)،  $W_{ji}^{(k)}$  و  $W_{ji}^{(k-1)}$  بیانگر مقادیر به‌روزشده اوزان بین متغیرهای  $i$  و  $j$  در تکرار  $k$  و  $k-1$ ،  $W_{NHL}^{(k+1)}$  بیانگر ماتریس وزنی نهایی بین متغیرها در مرحله اول و  $sgn$  بیانگر تابع علامت است.

## چارچوب پیشنهادی

هدف این تحقیق ارائه چارچوبی مشخص برای ارزیابی عملکرد و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد، قطعات، ابزارآلات تولید، مواد بسته‌بندی و سایر ملزومات مؤثر بر کیفیت محصول نهایی با محوریت معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان در صنعت خودرو است. در یک نگاه جامع به مسئله مورد بررسی می‌توان گفت فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان در دو گام انجام می‌گیرد:

گام اول، شناسایی راهبردی: انتخاب اولیه و شناسایی تأمین‌کنندگان جدید از طریق حضور در نمایشگاه‌ها، براساس اطلاعات موجود در کاتالوگ‌ها و دریافت سوابق از سوی سایر خریداران یا تولیدکنندگان و توصیه مشتریان انجام می‌گیرد. سپس مدیر بازرگانی ضمن تماس با شرکت‌های تحت بررسی، تأمین‌کنندگان را از زمینه کاری سازمان و نیازمندی‌های آن آگاه می‌سازد. شرکت‌های مذکور باید در جریان طیف نیازمندی‌ها و الزامات کیفی شرکت قرار گیرند. درصورت دریافت پاسخ مثبت و علاقه‌مندی شرکت‌های تأمین‌کننده، فرم مشخصات تأمین‌کنندگان به آن‌ها ارائه می‌شود تا این فرم را با اطلاعات به‌روز و دقیق تکمیل کنند.

گام دوم، ارزیابی و انتخاب: در این مرحله، براساس تشخیص مدیر فنی از امکانات و کارخانه تأمین‌کننده بازدید می‌شود و توانایی و قابلیت شرکت در جریان بازدید ارزیابی می‌شود و درمورد صحت مطالب مندرج در فرم مشخصات تأمین‌کننده تحقیق صورت می‌گیرد. سپس انتخاب تأمین‌کننده مجاز براساس موارد مندرج در فرم ارزیابی تأمین‌کنندگان به‌منظور عقد قرارداد اعلام می‌شود. ارزیابی تأمین‌کنندگان براساس امتیاز نهایی تأمین‌کننده و تعیین درجه آن براساس دو پارامتر (امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کننده و امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده) انجام می‌گیرد. ۷۰ درصد از امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده ناشی از امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کننده قبل از دریافت محموله

$$P_R = (P_L/P) * 100 \quad (۱۰) \quad (۷)$$

در روابط ۸ تا ۱۰،  $Q_1$  حجم محموله منطبق،  $Q_2$  حجم محموله منطبق و پذیرش شده پس از اصلاح و دوباره کاری،  $Q_3$  حجم محموله پذیرش شده با موارد عدم انطباق جزئی،  $Q_4$  حجم محموله نامنطبق و مرجوعی،  $Q$  حجم محموله،  $Q_P$  حجم محموله‌ای که باید در زمان مقرر ارسال شود،  $Q_E$  حجم محموله اضافی ارسال شده،  $Q_F$  حجم محموله کسری،  $P_L$  کمترین بهای فروش در میان تمامی تأمین کنندگان و  $P$  بهای فروش تأمین کننده است. پس از محاسبه امتیاز نهایی تأمین کننده (۷۰ درصد امتیاز ممیزی براساس نقشه شناختی فازی و ۳۰ درصد  $C_R$ )، باید متناسب با امتیازات تأمین کنندگان، اقداماتی مشابه جدول ۲ انجام گیرد.

در رابطه ۷،  $C_R$  میانگین کیفی،  $Q_R$  ارزیابی کیفیت محموله،  $D_R$  ارزیابی زمان ارسال محموله و  $P_R$  ارزیابی قیمت محموله دریافتی است. همچنین، ارزیابی کیفیت محموله، ارزیابی زمان ارسال محموله و ارزیابی قیمت محموله دریافتی نیز به ترتیب براساس روابط ۸ تا ۱۰ محاسبه و در فرم ارزیابی کیفی محموله‌های دریافتی ثبت می‌شود.

$$Q_R = ((Q_1 + (0.8Q_2) + (0.7Q_3))100) / (Q + Q_4) \quad (۸)$$

$$Q_R = ((Q_1 + (0.8Q_2) + (0.7Q_3))100) / (Q + Q_4) \quad (۹)$$

$$D_R = ((Q_P - (0.1Q_E) - (0.5Q_F))100) / Q_P$$

جدول ۲. اقدامات خریدار یا تولیدکننده در قبال امتیاز کسب شده توسط تأمین کننده

درجه	امتیاز (درصد)	اقدام
A	۹۰ تا ۱۰۰	تأیید و ادامه خرید
B <sup>+</sup>	۸۰ تا ۹۰	تأیید و ادامه خرید
B <sup>-</sup>	۷۰ تا ۸۰	ادامه خرید و اعلام ضعفها به تأمین کننده به منظور بهبود
C <sup>+</sup>	۶۰ تا ۷۰	اعلام ضعفها به تأمین کننده
C <sup>-</sup>	۵۰ تا ۶۰	پذیرش به صورت مشروط (برنامه ارتقا)
D	کمتر از ۵۰	جایگزینی تأمین کننده

در اولین گام از چارچوب پیشنهادی برای ارزیابی تأمین کنندگان، براساس بررسی مستندات موجود در شرکت مورد مطالعه و نظرهای تیم ممیزی متشکل از مدیر بازرگانی، مدیر کارخانه و مدیر آزمایشگاه، معیارهای اصلی مورد استفاده برای ارزیابی تأمین کنندگان در جدول ۳ ارائه می‌شود.

در گام بعدی، کارشناسان تیم ممیزی به‌ازای تأمین کنندگان شرکت به معیارهای یادشده در جدول ۳ امتیاز می‌دهند. در امتیازدهی معیارها، اگر معیار مورد بررسی برای تأمین کننده‌ای در وضعیت کافی و مناسب باشد، امتیازی بین ۷ تا ۱۰ به تأمین کننده تعلق می‌گیرد. همچنین، اگر تأمین کننده از لحاظ معیار مورد بررسی، وضعیت در حد انتظار داشته باشد، امتیازی بین ۴ تا ۶ را

## مطالعه موردی و تحلیل نتایج

در این بخش، چارچوب ارائه شده برای ارزیابی تأمین کنندگان براساس معیارهای وزن دهی شده توسط نقشه شناختی روی مطالعه موردی پیاده‌سازی می‌شود و نتایج آن ارائه می‌شود. شرکت مورد مطالعه با در اختیار داشتن تجهیزات گسترده ریخته‌گری و ماشین کاری با هدف تولید قطعات خام مورد نیاز صنایع تولید ساخت خودروهای سبک و سنگین فعالیت می‌کند. این شرکت با داشتن انواع تجهیزات مکانیزه تأمین ذوب، ریخته‌گری و پرداخت، وظیفه خودکفایی در تأمین قطعات مورد نیاز صنایع داخل، امکان ارسال قطعات به خارج و ایجاد بستر لازم برای ایجاد سطح مناسبی از فرصت‌های شغلی را مأموریت کاری خود قرار داده است.



کسب می‌کند و اگر شرایط ناکافی و نامناسب داشته باشد،  
امتیازی بین ۱ تا ۳ کسب می‌کند. امتیازات تخصیص  
داده شده به هر معیار برای برخی از تأمین‌کنندگان در  
جدول ۴ ارائه می‌شود.

### جدول ۳. معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت خودرویی و وزن‌های حاصل از نقشه شناختی

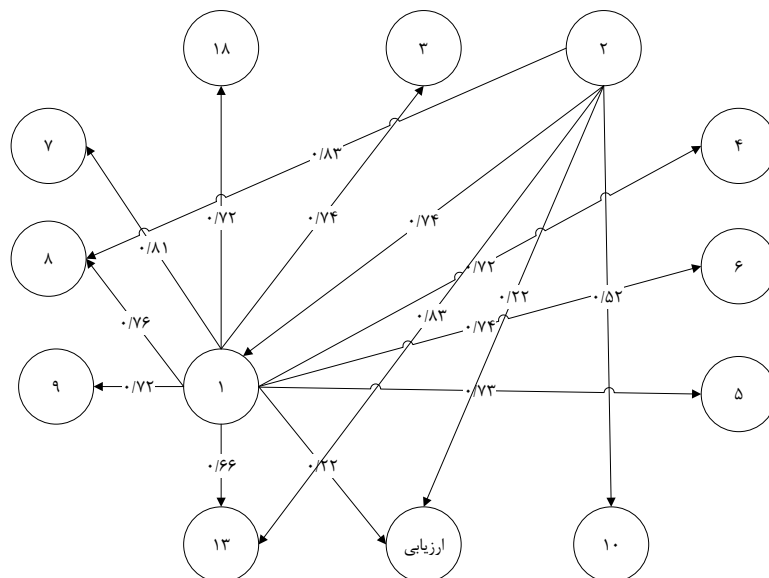
ردیف	معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان	وزن
۱	توان مالی و گردش سرمایه	۰/۶۷۱
۲	چارت سازمانی مناسب و توان و ثبات مدیریتی سازمان	۰/۵۴۲
۳	وضعیت لجستیکی سازمان	۰/۴۵۶
۴	روش ساخت و سطح فناوری موجود	۰/۵۳۲
۵	حضور در لیست تأمین‌کنندگان شرکت‌های معتبر/ نمایندگی شرکت خارجی یا تولید تحت لیسانس	۰/۴۴۹
۶	تجهیزات تست، کنترل و امکانات	۰/۴۷۶
۷	وضعیت ایجاد و استفاده از زیرساخت‌های مرتبط با ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست و رعایت الزامات قانونی مرتبط	۰/۴۰۶
۸	سابقه و تجربه کار سازمان و سطح کفایت پرسنل	۰/۵۸۲
۹	موقعیت جغرافیایی و نحوه دسترسی به شرکت	۰/۴۵۲
۱۰	گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط‌زیست و...	۰/۶۴۳
۱۱	روش امکان‌سنجی و پدیدآوری محصولات جدید	۰/۶۴۰
۱۲	سیستم خرید، نحوه انتخاب، ارزیابی و پایش تأمین‌کنندگان و مدیریت فرایند برون‌سپاری	۰/۴۴۷
۱۳	پایش و اندازه‌گیری رضایت مشتری	۰/۵۸۲
۱۴	تحت کنترل بودن مدارک فنی در سطح کارگاه	۰/۳۹۹
۱۵	سیستم کنترل سفارش مشتری، برنامه‌ریزی تولید و مواد و ظرفیت‌سنجی	۰/۴۴۵
۱۶	شناسایی و ردیابی (مواد اولیه، چین ساخت، محصول نهایی) و بسته‌بندی	۰/۴۱۸
۱۷	روش کنترل اقلام نامنطبق، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه	۰/۴۳۲
۱۸	نظم و نظافت و وضعیت ساماندهی محیط کار	۰/۴۰۸
۱۹	تعهد سازمان در قبال مسائل مرتبط با مسئولیت‌های اجتماعی (محیط‌زیست، دینفعان و...)	۰/۳۷۰

می‌پذیرد و نتایج در بخشی از جدول ۵ (ماتریس ۱۹ در ۱۹) ارائه می‌شود. همچنین، میزان اثرگذاری اولیه (پیش‌فرض) هریک از معیارها روی انتخاب تأمین‌کنندگان توسط خبرگان تعیین می‌شود و در نهایت ماتریس وزنی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان به صورت یک ماتریس ۲۰ در ۲۰ (۱۹ معیار و یک گره هدف ارزیابی) در جدول ۵ ارائه می‌شود. همچنین، به دلیل ازدیاد روابط میان معیارها، روابط علی و معلولی میان معیارهای اول و دوم به عنوان نمایی از نقشه شناختی در شکل ۲ نمایش داده می‌شود.

پس از امتیازدهی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان توسط تیم ممیزی، وزن هریک از معیارها براساس روابط علی و معلولی میان معیارها و اهمیتی تعیین می‌شود که کارشناسان به صورت پیش‌فرض به آن‌ها اختصاص داده‌اند. به این منظور، از روش نقشه شناختی فازی استفاده می‌شود. ابتدا هریک از معیارها یک مفهوم یا گره در نقشه شناختی فرض می‌شود. سپس برای تعیین ساختار نقشه شناختی، روابط علی و معلولی میان معیارها توسط کارشناسان تیم ممیزی شرکت تعیین می‌شود. در ادامه، وزن‌دهی به روابط علی و معلولی تعیین‌شده میان معیارها با استناد به داده‌های ارائه‌شده در جدول ۴ و روابط ۱ تا ۳ صورت

جدول ۴. امتیازات اختصاص داده شده توسط تیم ممیزی به تأمین کنندگان

تأمین کننده	تأمین کننده ۱	تأمین کننده ۲	تأمین کننده ۵	تأمین کننده ۶	تأمین کننده ۷	تأمین کننده ۱۰	تأمین کننده ۱۱	تأمین کننده ۱۲	تأمین کننده ۱۵	تأمین کننده ۱۶	تأمین کننده ۱۷	تأمین کننده ۲۰	تأمین کننده ۲۱	تأمین کننده ۲۲
۱	۸	۶	۸	۷	۲	۱۰	۷	۱۰	۱۰	۴	۱۰	۴	۵	۷
۲	۱۰	۹	۷	۱۰	۹	۸	۱۰	۸	۱۰	۹	۸	۷	۶	۷
۳	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۹	۸	۱۰	۷	۹	۸	۱۰	۶	۷	۱۰
۴	۹	۶	۷	۱۰	۱۰	۴	۱۰	۵	۱۰	۸	۱۰	۷	۵	۵
۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۹	۶	۱۰	۴	۱۰	۷	۶	۷	۱۰
۶	۹	۴	۷	۱۰	۸	۵	۸	۹	۴	۵	۱۰	۷	۵	۳
۷	۵	۸	۱۰	۵	۶	۹	۷	۶	۱۰	۱۰	۵	۹	۶	۷
۸	۹	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۶	۷	۱۰	۷	۶	۵	۷	۷	۷
۹	۱۰	۱۰	۷	۹	۵	۴	۱۰	۹	۱	۵	۱۰	۹	۷	۷
۱۰	۷	۷	۷	۳	۷	۷	۳	۳	۱	۲	۳	۳	۳	۱
۱۱	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۷	۴	۸	۸	۸
۱۲	۷	۹	۵	۵	۸	۹	۸	۶	۸	۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۳	۱۰	۶	۹	۹	۹	۹	۸	۵	۵	۹	۶	۸	۱۰	۱۰
۱۴	۷	۹	۸	۸	۷	۱۰	۶	۱۰	۶	۹	۶	۸	۱۰	۸
۱۵	۷	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۸	۹	۷	۷	۸	۷	۸	۱۰	۱۰
۱۶	۸	۹	۵	۵	۱۰	۱۰	۹	۵	۹	۶	۸	۷	۸	۱۰
۱۷	۱۰	۹	۸	۸	۸	۸	۵	۴	۸	۴	۸	۷	۸	۱۰
۱۸	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۶	۹	۹	۸	۴	۱۰	۹	۵	۱۰	۸
۱۹	۱۰	۱۰	۹	۹	۷	۹	۱۰	۷	۶	۱۰	۹	۴	۸	۱۰



شکل ۲. نمایی از نقشه شناختی ترسیم شده در این تحقیق



جدول ۶. نحوه محاسبه امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان

ردیف	مجموع امتیاز	درصد کل ارزیابی عملکرد	کیفیت										مجموع امتیاز			
			P <sub>R</sub>	P	P <sub>L</sub>	D <sub>R</sub>	Q <sub>F</sub>	Q <sub>E</sub>	Q <sub>P</sub>	Q <sub>R</sub>	Q	Q <sub>4</sub>		Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
۱	۳۰۰	۱۰۰	۵۷۰۰۰	۵۷۰۰۰	۵۷۰۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱
۱	۳۰۰	۱۰۰	۱۷۸۰۰	۱۷۸۰۰	۱۷۸۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۲	۱۰۰	۱۲	۰	۰	۰	۱۲	۲
۱	۳۰۰	۱۰۰	۸۷۰	۸۷۰	۸۷۰	۱۰۰	۰	۰	۶۵	۱۰۰	۶۵	۰	۰	۰	۶۵	۳
۰/۹۳	۲۸۰/۱۲	۱۰۰	۶۴۹	۶۴۹	۶۴۹	۱۰۰	۰	۰	۸۳	۸۰/۱۲	۸۳	۰	۵۵	۰	۲۸	۴
۱	۳۰۰	۱۰۰	۲۸۰۰۰	۲۸۰۰۰	۲۸۰۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۵	۱۰۰	۱۵	۰	۰	۰	۱۵	۵
۰/۹۲	۲۷۵	۱۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۷۵	۱	۰	۲	۱۰۰	۳	۰	۰	۰	۳	۶
۱	۲۹۸/۸۹	۹۸/۸۹	۱۸۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۷۸۰۰	۱۰۰	۰	۰	۹	۱۰۰	۹	۰	۰	۰	۹	۷
۱	۳۰۰	۱۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۰۰	۰	۰	۲	۱۰۰	۲	۰	۰	۰	۲	۸
۰	۰	۰	۵۲۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۰/۹۷	۲۸۹	۹۳/۴۶	۲۱۴۰	۲۱۴۰	۲۰۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰	۹۶/۱۳	۳۱	۰	۴	۰	۳۷	۱۰
۰/۹۱	۲۷۳/۳۳	۱۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰	۰	۰	۹	۷۳/۳۳	۹	۰	۸	۰	۱	۱۱
۱	۳۰۰	۱۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۶	۱۰۰	۱۶	۰	۰	۰	۱۶	۱۲
۱	۲۹۹/۴۵	۹۹/۴۵	۱۸۱۰۰	۱۸۱۰۰	۱۸۰۰۰	۱۰۰	۰	۰	۴	۱۰۰	۴	۰	۰	۰	۴	۱۳
۰/۹۴	۲۸۲/۶۱	۸۲/۶۱	۲۳۰۰	۲۳۰۰	۱۹۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۳	۱۰۰	۱۳	۰	۰	۰	۱۳	۱۴
۱	۳۰۰	۱۰۰	۳۸۰۰۰	۳۸۰۰۰	۳۸۰۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱۵
۰/۸۲	۲۴۵	۱۰۰	۲۰۵	۲۰۵	۲۰۵	۷۵	۰	۰	۴	۷۰	۶	۰	۶	۰	۰	۱۶
۱	۳۰۰	۱۰۰	۲۱۵۰	۲۱۵۰	۲۱۵۰	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱۷
۰/۸	۲۰۹/۰۹	۹/۰۹	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۵۲۳	۱۰۰	۵۲۳	۰	۰	۰	۵۲۳	۱۸
۱	۳۰۰	۱۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۰۰	۰	۰	۳	۱۰۰	۳	۰	۰	۰	۳	۱۹
۰	۰	۰	۵۲۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰
۱	۲۹۹/۱۴	۱۰۳/۲۴	۶۴۹	۶۴۹	۶۷۰	۱۰۰	۰	۰	۶۶	۹۵/۹۱	۶۶	۰	۹	۰	۵۷	۲۱
۰/۹۴	۲۸۱/۹۰	۸۶/۹۰	۴۲۰۰	۴۲۰۰	۳۶۵۰	۱۰۰	۰	۰	۶	۹۵	۶	۰	۱	۰	۵	۲۲



۹۱، بهترین عملکرد را در میان تأمین‌کنندگان شرکت مورد مطالعه داشته است و ادامه همکاری و خرید از این تأمین‌کننده، بهترین راهبرد سازمان است. همچنین، سازمان مورد مطالعه باید تأمین‌کننده ۲۰ را به دلیل داشتن مقدار امتیازی کمتر از ۵۰، جایگزین کند، زیرا ادامه همکاری با این تأمین‌کننده به کاهش کیفیت محصولات تولیدی سازمان و احتمالاً از دست دادن سهمی از بازار منجر می‌شود. تأمین‌کننده ۹ به صورت مشروط و با ارائه برنامه ارتقا قابل‌پذیرش است، زیرا در این حالت، تأمین‌کننده مطابق برنامه اختصاص داده شده از سوی سازمان عمل می‌کند تا همکاری خود را با سازمان ادامه دهد. همچنین، تأمین‌کنندگان ۷، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ امتیازی بین ۷۰ تا ۸۰ را کسب کرده‌اند. این موضوع برای مدیریت سازمان نشان می‌دهد راهبرد ادامه خرید از این دسته از تأمین‌کنندگان در صورتی امکان‌پذیر است که ضعف‌های موجود به‌ازای هر تأمین‌کننده به آن‌ها اعلام شود تا با بهبود امتیاز خویش، در درجه بهتری قرار گیرند. تصمیم‌گیری در مورد سایر تأمین‌کنندگان نیز که امتیاز ۸۰ تا ۹۰ دارند، تأیید و ادامه خرید از آن‌هاست.

### نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق، ارائه چارچوبی برای ارزیابی و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان است. چارچوب ارائه شده با محاسبه امتیازی شامل دو بخش امتیاز ممیزی فرایند و امتیاز ارزیابی عملکرد سعی دارد راهبردهای سازمان را در برابر هر تأمین‌کننده مشخص کند. امتیاز ممیزی فرایند براساس معیارهای کیفی و در بازرسی‌های تیم ممیزی از تأمین‌کننده به دست می‌آید.

همچنین، امتیاز ارزیابی عملکرد نیز براساس معیارهای کمی مهم مانند کیفیت محموله، زمان تحویل و قیمت آن محاسبه می‌شود. سپس با تجمیع این دو امتیاز، امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده و به تبع آن، درجه هر تأمین‌کننده مشخص می‌شود. از آنجاکه در واقعیت، معیارهای ارزیابی بر یکدیگر اثر می‌گذارند و از یکدیگر اثر می‌پذیرند؛ ضروری است با در نظر گرفتن روابط علی و معلولی میان آن‌ها و اعمال نظرهای خبرگان، وزن‌های واقعی هر معیار تعیین شود و در فرایند ارزیابی در نظر گرفته شود. به همین دلیل

برای محاسبه وزن هر یک از معیارها فرض می‌شود که هر کدام از آن‌ها، تنها معیار مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان یا تنها معیار فعال است. بر این اساس، به‌ازای هر معیار مورد بررسی، الگوریتم یادگیری ترکیبی هبین غیرخطی و تکامل تفاضلی اجرا شده است. پس از اجرای الگوریتم مذکور، نقشه شناختی به یک ساختار پایدار وزنی دست می‌یابد که میزان خروجی به‌ازای معیار تحت بررسی، وزن واقعی همان معیار در فرایند ارزیابی با توجه به روابط علی و معلولی با سایر معیارهاست. وزن‌های محاسبه شده توسط نقشه شناختی و الگوریتم یادگیری در ستون پایانی جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به این نتایج مشخص می‌شود معیارهای «توان مالی و گردش سرمایه»، «گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط‌زیست و...» و «روش امکان‌سنجی و پدیدآوری محصولات جدید» معیارهای ارزیابی مؤثرتری در درجه‌بندی تأمین‌کنندگان در شرکت مورد مطالعه هستند. در این راستا، وزن محاسبه شده هر معیار در امتیازات اختصاص داده شده به معیار مذکور به‌ازای تأمین‌کنندگان (جدول ۴)، اعمال می‌شود. سپس با ادامه این رویکرد، میزان امتیاز ممیزی فرایند هر کدام از تأمین‌کنندگان محاسبه می‌شود.

در ادامه چارچوب پیشنهادی، امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان با توجه به سه معیار مهم کیفیت، تحویل به‌موقع و قیمت محاسبه می‌شود. این امتیاز با استفاده از داده‌های ثبت شده در جدول ۶ و روابط ۷ تا ۱۰ محاسبه شده است که در جدول ۶ ارائه می‌شود. با توجه به در دست بودن دو امتیاز ارزیابی عملکرد و ممیزی فرایند تأمین‌کننده، امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده با توجه به اعمال ۷۰ درصد از امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کننده و ۳۰ درصد از امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده محاسبه شده است که در جدول ۷ ارائه می‌شود. براساس امتیازات نهایی، درجه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام گرفته و راهبردهای سازمان در قبال تأمین‌کنندگان به دست آمده است. شایان ذکر است ستون «نسبت امتیاز ممیزی فرایند» از تقسیم «امتیاز ممیزی فرایند با اعمال وزن معیارها» بر «بیشترین امتیاز ممیزی فرایند ممکن یعنی ۹۱/۶۹۳» حاصل شده است.

با توجه به جدول ۷، تأمین‌کننده ۱ با داشتن امتیاز

شرکتی فعال در صنعت تأمین قطعات خودرویی نشان می‌دهد معیارهای «توان مالی و گردش سرمایه» و «گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط زیست و غیره» با داشتن بیشترین میزان وزن، بیشترین اثرگذاری را بر امتیاز ممیزی فرایند و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان دارند. استفاده از روش حاضر در ارزیابی تأمین‌کنندگان صنایع دارویی با در نظر داشتن معیارهای مبتنی بر سلامت و به‌کارگیری روش پیشنهادی برای ارزیابی ارائه‌دهندگان خدمات (مانند خدمت حمل‌ونقل) در صنعت قطعات خودرویی یا سایر صنایع از پیشنهادهای توسعه این تحقیق است.

در تحقیق حاضر با استفاده از نقشه شناختی فازی و الگوریتم یادگیری ترکیبی، روابط میان معیارهای کیفی برای محاسبه امتیاز ممیزی فرایند تجزیه و تحلیل شده است. نتایج خروجی این روش، وزن‌های واقعی تخصیص داده‌شده به هر معیار را براساس میزان اثرگذاری مستقیم (ناشی از معیار تحت بررسی) و غیرمستقیم (ناشی از اثرگذاری سایر معیارها بر معیار تحت بررسی) نمایش می‌دهد. در واقع، این وزن‌ها با اعمال در امتیازات کلامی تخصیص داده‌شده برای هر معیار و به‌ازای تأمین‌کنندگان مختلف، به دستیابی به امتیاز ممیزی فرایند هر تأمین‌کننده منجر می‌شود. نتایج این روش با پیاده‌سازی در

## مراجع

1. Kopczak, L. R. (1997). "Logistics partnerships and supply chain restructuring: Survey results from the US computer industry", *Production and Operations Management*, Vol. 6, No. 3, PP. 226- 247.
2. Aissaoui, N., Haouari, M. & Hassini, E. (2007). "Supplier selection and order lot sizing modeling: A review", *Computers & operations research*, Vol. 34, No.12, PP. 3516- 3540.
3. Ghobadian, A., Stainer, A. & Kiss, T. (1993). "A computerized vendor rating system", *In Proceedings of the first international symposium on logistics*, The University of Nottingham, United Kingdom, PP. 321- 328.
4. Chen, Y. J. (2011). "Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain", *Information Sciences*, Vol. 181, No. 9, PP. 1651- 1670.
5. Lewis, H. (1940). *Industrial Purchasing; Principles and Practice*, Business Publications.
6. Amin, S. H. & Razmi, J. (2009). "An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation", *Expert systems with applications*, Vol. 36, No. 4, PP. 8639- 8648.
7. Dickson, G. W. (1966). "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of purchasing*, Vol. 2, No. 1, PP. 5- 17.
8. Ellram, L. M. (1990). "The supplier selection decision in strategic partnerships", *Journal of Purchasing and materials Management*, Vol. 26, No. 4, PP. 8- 14.
9. Weber, C. A., Current, J. R. & Benton, W. C. (1991). "Vendor selection criteria and methods", *European journal of operational research*, Vol. 50, No. 1, PP. 2- 18.
10. Shipley, D. D. (1985). "Resellers' supplier selection criteria for different consumer products", *European Journal of Marketing*, Vol. 19, No. 7, PP. 26- 36.
11. Lin, R. H. (2009). "An integrated FANP-MOLP for supplier evaluation and order allocation", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 33, No. 6, PP. 2730- 2736.
12. Bai, C. & Sarkis, J. (2010). "Green supplier development: Analytical evaluation using rough set theory", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 18, No. 12, PP. 1200- 1210.
13. Wu, D. D. (2010). "A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 9, PP. 6257- 6264.
14. Baskaran, V., Nachiappan, S. & Rahman, S. (2012). "Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach", *International Journal of Production Economics*, Vol. 135, No. 2, PP. 647- 658.

15. Kumar, D., Singh, J. & Singh, O. P. (2013). "A fuzzy logic based decision support system for evaluation of suppliers in supply chain management practices", *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 57, No. 11, PP. 2945- 2960.
  16. Wang, M. & Li, Y. (2014). "Supplier evaluation based on Nash bargaining game model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 9, PP. 4181- 4185.
  17. Beikkhakhian, Y., Javanmardi, M., Karbasian, M. & Khayambashi, B. (2015). "The application of ISM model in evaluating agile suppliers selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods", *Expert Systems with Applications*, Vol. 42, No. 15, PP. 6224- 6236.
  18. Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F. & Mirhedayatian, S. M. (2015). "A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context", *Computers & Operations Research*, Vol. 54, No. 1, PP. 274- 285.
  19. Lima-Junior, F. R. & Carpinetti, L. C. R. (2016). "Combining SCOR®model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management", *International Journal of Production Economics*, Vol. 174, No. 1, PP. 128-141.
  20. Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E. & Omid, M. (2016). "Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry", *Computers & Operations Research*, Doi:10.1016/j.cor.2016.02.015.
  21. Yousefi, S., Mahmoudzadeh, H. & Jahangoshai Rezaee, M. (2016). "Using supply chain visibility and cost for supplier selection: a mathematical model", *International Journal of Management Science and Engineering Management*, Doi:10.1080/17509653.2016.1218307.
  22. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Hayati, J. (2016) "A multi-objective model for closed-loop supply chain optimization and efficient supplier selection in a competitive environment considering quantity discount policy", *Journal of Industrial Engineering International*, Doi:10.1007/s40092-016-0178-2.
  23. Zhou, X., Pedrycz, W., Kuang, Y. & Zhang, Z. (2016). "Type-2 fuzzy multi-objective DEA model: An application to sustainable supplier evaluation", *Applied Soft Computing*, Vol. 46, 424- 440.
  24. Gandhi, K., Govindan, K. & Jha, P. C. (2016). "Fuzzy bi-criteria decision making approach for supplier selection and distribution network planning in supply chain management", *Journal of Information and Optimization Sciences*, Vol. 37, No. 5, PP. 653- 679.
  25. Luzon, B. & El-Sayegh, S. M. (2016). "Evaluating supplier selection criteria for oil and gas projects in the UAE using AHP and Delphi", *International Journal of Construction Management*, Vol. 16, No. 2, PP. 175-183.
  26. Kosko, B. (1986). "Fuzzy cognitive maps", *International Journal of man-machine studies*, Vol. 24, PP. 65-75.
  27. Papageorgiou, E. I. (2011). "A new methodology for decisions in medical informatics using fuzzy cognitive maps based on fuzzy rule-extraction techniques", *Applied Soft Computing*, Vol. 11. No. 1, PP. 500- 513.
  28. Büyüközkan, G. & Vardaloğlu, Z. (2012). "Analyzing of CPFR success factors using fuzzy cognitive maps in retail industry", *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 12, PP. 10438- 10455.
  29. Lee, K. C., Lee, H., Lee, N. & Lim, J. (2013). "An agent-based fuzzy cognitive map approach to the strategic marketing planning for industrial firms", *Industrial Marketing Management*, Vol. 42, No. 4, PP. 552- 563.
  30. Olazabal, M. & Pascual, U. (2016). "Use of fuzzy cognitive maps to study urban resilience and transformation", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 18, PP. 18- 40.
  31. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Babaei, M. (2017). "Multi-stage cognitive map for failures assessment of production processes: An extension in structure and algorithm", *Neurocomputing*, Vol. 232, PP. 69- 82.
  32. Uzochukwu, B. M., Udoka, S. J. & Balogun, F. (2016). "Development and implementation of product sustainment simulator utilizing fuzzy cognitive map (FCM)", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 23, No. 2, PP. 425- 442.
-



33. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Hayati, J. (2016). "A decision system using fuzzy cognitive map and multi-group data envelopment analysis to estimate hospitals' outputs level", *Neural Computing and Applications*, Doi:10.1007/s00521-016-2478-2.
34. Çoban, V. & Onar, S. Ç. (2017). *Modelling Solar Energy Usage with Fuzzy Cognitive Maps*, In *Intelligence Systems in Environmental Management: Theory and Applications*, Vol. 113, Springer International Publishing, PP. 159- 187.
35. Papageorgiou, E. I., Stylios, C. & Groumpos, P. P. (2006). "Unsupervised learning techniques for fine-tuning fuzzy cognitive map causal links", *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 64, No. 8, PP. 727- 743.
36. Schneider, M., Shnaider, E., Kandel, A. & Chew, G. (1998). "Automatic construction of FCMs", *Fuzzy sets and systems*, Vol. 93, No. 2, PP. 161- 172.
37. Meade, L. M. & Sarkis, J. (1999). "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach", *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 2, PP. 241- 261.
38. Papageorgiou, E. I. & Kannappan, A. (2012). "Fuzzy cognitive map ensemble learning paradigm to solve classification problems: Application to autism identification", *Applied Soft Computing*, Vol. 12, No. 12, PP. 3798- 3809.
39. Papageorgiou, E. I. & Salmeron, J. L. (2014). *Methods and algorithms for fuzzy cognitive map-based modeling*. In *Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering*, Springer Berlin Heidelberg, Vol. 54, PP. 1-28.
40. Storn, R. & Price, K. (1997). "Differential evolution—a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces", *Journal of global optimization*, Vol. 11, No. 4, PP. 341- 359.

### واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1. Hebbian
2. Non linear Hebbian - differential Evolution (NHL-DE)
3. Mutation
4. Mutant\_Vector
5. Crossover
6. Trial\_Vector