ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن تخفیفات ناشی از حجم سفارش
(مطالعه موردی: شرکت فولاد مبارکه اصفهان)

دریافت: ۹۷/۱/۷ پذیرش: ۹۷/۶/۱۷

روح‌الله طاهری مبارکه
کارشناسی ارشد مهندسی صنایع (گرایش سیستم‌های اقتصادی- اجتماعی)، گروه مهندسی صنایع، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران
Ta.rolix@yahoo.com

سید محمدرضا داودی
استادیار، گروه مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران (نویسنده مسئول)
Smrdavoodi@ut.ac.ir

انتخاب تأمین‌کننده / مدیریت زنجیره‌تأمین / فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی / برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط / شرکت فولاد مبارکه

چکیده

یکی از موضوعات مهم در مدیریت زنجیره‌تأمین، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان کارا می‌باشد که منجر به ایجاد مزیت رقابتی و بهبود عملکرد سازمان می‌شود. این موضوع زمانی اهمیت می‌یابد که چندین تأمین‌کننده با امکان تخفیف نیز در نظر گرفته شود. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در شرایط چندگانه (چندمحصولی/ چندتأمین‌کننده) با در نظر گرفتن تخفیفات ناشی از حجم سفارش در شرکت فولاد مبارکه اصفهان است. بر همین اساس، این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ ماهیت و روش از نوع توصیفی-پیمایشی می‌باشد. در پژوهش حاضر، برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده، روش ترکیبی شامل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و یک مدل ریاضی با روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط ایجاد گردیده است. این روش در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول، وزن نسبی هر کدام از معیارها برای هر کالا از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین می‌شود و در مرحله دوم، از خروجی‌های مرحله اول به عنوان ورودی در مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط

استفاده می‌شود تا تأمین‌کنندگان و مقادیر مورد تقاضا، تعیین شوند. مدل پیشنهادی، در بخش خرید شرکت فولاد مبارکه اصفهان پیاده‌سازی شده و مسأله انتخاب بهترین تأمین‌کننده از میان چهار شرکت، برای خرید چهار محصول و با توجه به چهار معیار مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که به‌کارگیری مدل پیشنهادی، به تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهد که با ادغام معیارهای کمی و غیرکمی، نه تنها تصمیمات خود را بهبود بخشند، بلکه این کار را به‌صورت نظام‌مند و با سطح اطمینان بالاتری انجام دهند.

مقدمه

امروزه با جهانی شدن بازارها و افزایش رقابت در بازارهای جهانی و محیط کسب و کار، سعی سازمان‌ها برای بقا افزایش یافته و این موضوع سبب پیدایش فلسفه مدیریت زنجیره‌تأمین شده است [۱]. فعالیت‌هایی نظیر برنامه‌ریزی عرضه و تقاضا، تهیه مواد، تولید و برنامه‌ریزی محصول، خدمات نگهداری کالا، کنترل موجودی، توزیع، تحویل و خدمت به مشتری که قبلاً همگی در سطح شرکت انجام می‌شد، اینک به سطح زنجیره انتقال پیدا کرده است. مسأله کلیدی در یک زنجیره‌تأمین، مدیریت و کنترل هماهنگ تمامی این فعالیت‌ها است [۲]. در واقع، مدیریت زنجیره‌تأمین، به‌صورت یک فرآیند یکپارچه می‌باشد که در آن تعدادی از عوامل تجاری مانند تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده و خرده‌فروش به‌منظور استخراج مواد خام و تبدیل این مواد به محصولات نهایی، باهم کار می‌کنند تا این محصولات را به دست مشتریان برسانند [۳].

در مدیریت زنجیره‌تأمین یکی از اجزای مهم تولید برای بسیاری از شرکت‌ها، انتخاب تأمین‌کننده و تعیین میزان بهینه سفارش می‌باشد [۴]. انتخاب اشتباه یک تأمین‌کننده می‌تواند موجب واژگونی موقعیت مالی و عملیاتی یک شرکت شود و از طرف دیگر انتخاب صحیح تأمین‌کننده یا تعیین مقدار بهینه سفارش می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های خرید، بهبود رقابت‌پذیری در بازار و ارتقای رضایت‌مندی مصرف‌کننده نهایی شود [۵]. در واقع، استراتژی انتخاب و ارزیابی مؤثر تأمین‌کنندگان، می‌تواند اثر مستقیمی بر عملکرد زنجیره‌تأمین و در نتیجه سودآوری و بهره‌وری سازمانی داشته باشد. انتخاب تأمین‌کنندگان یک مسأله چندمعیاره است که معیارهای کمی و کیفی را شامل می‌شود [۶].

به‌طور کلی، انتخاب تأمین‌کنندگان به دو صورت انجام می‌شود؛ در حالت اول که به «تک منبعه» شهرت دارد، یک تأمین‌کننده به تنهایی قادر است تمامی نیازهای خریدار را تأمین نماید و خریدار نیز در فرآیند تصمیم‌گیری خود، تنها باید به انتخاب بهترین تأمین‌کننده بپردازد. در حالت دوم که عمومیت بیشتری هم دارد و به حالت «چندمنبعه» معروف است، هیچ تأمین‌کننده‌ای قادر به تأمین تمامی سفارش‌های خریدار نیست و نیاز است تا در مورد انتخاب چندین تأمین‌کننده تصمیم‌گیری شود. از این‌رو، شرکت‌ها برای ایجاد یک جو رقابتی پایدار، باید هم بهترین تأمین‌کنندگان را انتخاب نمایند و هم در مورد مقدار سفارشی که به هر تأمین‌کننده تخصیص خواهند داد، تصمیم‌گیری کنند. بر این اساس، استفاده از تأمین‌کنندگان متعدد به‌دلیل تنوعی که به کل سفارش‌های شرکت می‌بخشد، دریافت‌های به‌موقع و انعطاف در سفارش‌دهی را تضمین می‌نماید [۷]. در مسائل زنجیره‌تأمین، چنانچه تعداد تأمین‌کنندگانی که می‌توانند اقلام مشابهی را عرضه نمایند، بیش از یک تأمین‌کننده باشد، دو سؤال اصلی مطرح می‌شود؛ سؤال اول اینکه کدام‌یک از تأمین‌کنندگان برای عرضه اقلام مورد نظر انتخاب گردند و سؤال دوم اینکه هر تأمین‌کننده چه میزان از اقلام مورد نظر را عرضه نماید [۸].

در این راستا، یکی از وظایف اساسی واحدهای خرید، انتخاب و جذب تأمین‌کنندگان مناسب و توانا جهت تهیه و فراهم نمودن احتیاجات سازمان است و از آن‌جایی که امروزه در شرایط رقابتی موجود در بازار فشار زیادی بر روی سازمان‌ها جهت دستیابی به هزینه‌های کمتر می‌باشد، دستیابی به محصولی با قیمت پایین و کیفیت بالا بدون اتخاذ تصمیمات مناسب در فرآیند تأمین و همچنین رضایت‌مندی تامین‌کنندگان دشوار به نظر می‌رسد. افزایش مسأله خرید، اهمیت تصمیمات مرتبط با خرید را نیز دوچندان می‌کند. بنابراین، تصمیمات مرتبط با استراتژی‌ها و

عملیات خرید نقش تعیین‌کننده‌ای در سودآوری دارد. لذا، با توجه به اینکه تأمین مواد اولیه در شرکت فولاد مبارکه یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های تعریف شده در سیستم مدیریت خرید می‌باشد، پارامترهای مرتبط با این مهم نیز از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین، در مرحله اول نحوه انتخاب تأمین‌کننده و در مرحله بعدی اولویت دادن به معیارهای این انتخاب، برای پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است. برای انتخاب تأمین‌کننده برتر از میان شرکت‌های موجود که ظرفیت ارائه مطالبات و تقاضاهای مورد نیاز از طرف واحد خرید شرکت فولاد مبارکه را دارند، باید پس از شناسایی نیازهای واحد خرید، برای برون‌سپاری تأمین این نیازها به شرکت‌های که اعلام آمادگی نموده‌اند، معیارهایی نظیر قیمت، کیفیت، تحویل به‌موقع و خدمات پس از فروش را مورد تحلیل و ارزیابی قرار داد. با توجه به مطالب فوق، این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن تخفیفات ناشی از حجم سفارش و مسائل آن در شرایط چندگانه (چندمحصولی- چند تأمین‌کننده) در شرکت فولاد مبارکه چگونه انجام می‌پذیرد؟

در ادامه، پس از تشریح مبانی نظری و پیشینه پژوهش، به روش‌شناسی پژوهش پرداخته می‌شود. سپس یافته‌های حاصل از به‌کارگیری روش‌های پیشنهادی ارائه می‌گردد و در پایان نیز بر اساس یافته‌های به‌دست آمده از نتایج پژوهش، پیشنهادهای کاربردی و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی بیان می‌گردد.

۱. مبانی نظری پژوهش

انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان فرآیند یافتن تأمین‌کنندگان مناسب، در قیمت مناسب، در زمان مناسب، در مقادیر مناسب و با کیفیت مناسب تعریف می‌شود [۹]. تأمین‌کنندگان همواره بخشی جدایی‌ناپذیر از سیاست مدیریت شرکت هستند. در میادین رقابت بین‌المللی، بسیاری از تولیدکنندگان بر مدیریت تأمین‌کنندگان به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به مزیت رقابتی پایدار، متمرکز شده‌اند. تأمین‌کنندگان تأثیر معناداری روی عملکرد شرکت تولیدکننده به‌واسطه مشارکتشان در کاهش هزینه‌ها، طراحی محصولات جدید و ارتقای مداوم کیفیت دارند؛ بنابراین انتخاب تأمین‌کننده صحیح برای روابط بلندمدت، در موفقیت شرکت در عرصه رقابت امری حیاتی است [۱۰]. هدف از انتخاب تأمین‌کننده، شناسایی تأمین‌کننده‌ای است که بالاترین پتانسیل را جهت تأمین نیازهای شرکت با یک هزینه قابل قبول دارا می‌باشد [۱۱].

تأمین‌کنندگان در زنجیره‌تأمین. در یک زنجیره‌تأمین حضور تأمین‌کنندگان در رأس هرم و به‌عنوان سرآغاز تولید و ارائه خدمات حائز اهمیت است. با توجه به نقش کلیدی تأمین‌کنندگان در فرآیند پشتیبانی از تولید، توزیع و ارائه خدمات به متقاضیان کالا فرآیندهایی مانند: تدارک، تأمین به‌موقع کالا یا خدمات، دستیابی به کیفیت بیشتر و هزینه تمام شده کمتر و رضایت مشتریان، تنها در سایه انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب که بتوانند همگام با سازمان در جهت دستیابی به اهداف ذکر شده تلاش کنند، امکان‌پذیر خواهد بود. آنچه امروز مشاهده می‌شود رقابت بین سازمان‌ها در حال تبدیل شدن به رقابت بین زنجیره‌های تأمین است که این به معنی همکاری نزدیک‌تر اعضای زنجیره‌تأمین برای به‌دست آوردن مزیت رقابتی می‌باشد. در این حالت ارتباط یا به‌عبارتی به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات یک معیار کلیدی برای شرکت‌های خریدار در انتخاب تأمین‌کنندگان می‌باشد و سازمان‌ها می‌بایست یک ارتباط بلندمدت با تأمین‌کنندگان اصلی خود را جایگزین ارتباط کوتاه‌مدت کنند [۱۲].

تأمین‌کنندگان در فرآیند خرید. در دنیای تجارت خرید با دو هدف صورت می‌گیرد؛ خرید برای فروش و خرید برای مصرف یا تبدیل. خرید برای فروش توسط دلالان و بازرگانان صورت می‌گیرد، امّا خرید برای مصرف توسط مأمورین خرید صورت می‌گیرد. در ادبیات مربوط به ارزیابی تأمین‌کنندگان منظور از خرید، خرید صنعتی بوده که برای مصرف در راستای تولید صورت می‌گیرد. در اغلب صنایع، هزینه خرید مواد اولیه و لوازم جانبی به بیش از ۷۰ درصد قیمت تمام شده یک محصول می‌رسد. همچنین در صنایع با تکنولوژی بالا هزینه مواد خریده شده و خدمات یک محصول، بیش از ۸۰ درصد قیمت تمام شده یک محصول را تشکیل می‌دهد [۱۳].

مراحل انتخاب تأمین‌کنندگان. انتخاب تأمین‌کننده مناسب در پنج مرحله اصلی انجام می‌پذیرد. در مرحله اول سازمان به‌منظور ارائه محصول یا خدمات جدید احتیاج به تأمین مواد اولیه و یا خدمات دیگر از خارج از سازمان دارد. در مرحله دوم که مرحله اساسی و پایه‌ی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد، کارشناسان مربوطه با بررسی و درنظر گرفتن استراتژی‌ها و شرایط سازمان، فهرست شاخص‌هایی را تعیین می‌کنند که تأمین‌کننده ملزم به دارا بودن آن است. در صورتی‌که سازمان با تعداد تأمین‌کنندگان بیشتر از نیاز خود مواجه باشد، لازم است که یک فرآیند پیش‌ارزیابی را اجرا نماید که در آن از بین تأمین‌کنندگان اولیه تعدادی به‌عنوان تأمین‌کنندگان بالقوه انتخاب می‌شوند. در مرحله چهارم که مرحله ارزیابی نهایی است، تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگان نهایی از بین تأمین‌کنندگان بالقوه انتخاب می‌شوند. این عمل پایان کار نبوده و تأمین‌کننده باید به‌صورت مستمر و پیوسته توسط سازمان ارزیابی شود [۱۲]. در نمودار (۱) فرآیند انتخاب تأمین‌کننده نشان داده شده است.

نمودار ۱- فرآیند انتخاب تأمین‌کننده [۱۲]

۲. پیشینه پژوهش

در ارتباط با موضوع انتخاب تأمین‌کننده، تحقیقاتی هم در داخل و هم در خارج از کشور انجام شده است که به آنها پرداخته می‌شود. حسن‌زاده امین و همکاران (۱۳۸۶)، پژوهشی با عنوان «انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از منطق فازی» انجام دادند. در این پژوهش، یک مدل پشتیبانی تصمیم برای انتخاب تأمین‌کنندگان، ارائه شده است. در مدل پیشنهادی از منطق فازی استفاده شده تا بتوان مشکلات مبهم و غیردقیق بودن داده‌های واقعی مسأله و قضاوت‌های تصمیم‌گیران را برطرف نمود [۱۴]. عالم‌تبریز و باقرزاده آذر (۱۳۸۹)، در پژوهشی تحت عنوان «کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان و عوامل مرتبط با تصمیم‌گیری در زنجیره‌تأمین»، با توجه به ماهیت چندمعیاره انتخاب تأمین‌کنندگان، فرآیند تحلیل شبکه‌ای را به‌عنوان مدلی قدرتمند و قابل اطمینان به کار برده‌اند و همچنین فرآیند تحلیل شبکه‌ای به‌عنوان ابزار تجزیه و تحلیل تصمیم برای حل مسائل چندمعیاره گزینش تأمین‌کننده که شامل وابستگی‌های درونی‌اند قابل استفاده است [۱۵].

محقر و همکاران (۱۳۹۰)، پژوهشی با عنوان «انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت‌های مهندسی و ساخت» انجام دادند. رویکرد مورد استفاده در پژوهش، مبتنی بر روش Fuzzy QFD [۱۶] است که در آن، به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده، از مفهوم خانه کیفیت که از ابزارهای رویکرد توسعه کارکرد کیفیت محسوب می‌شود، استفاده شده است. همچنین از یک الگوریتم فازی به‌منظور تعریف متغیرهای زبانی برای بیان اهمیت نسبی متغیرهای درونی (WHAT) و بیرونی (HOW) خانه کیفیت و رابطه آنها با یکدیگر بهره‌برداری شده است. نتایج حاصل از مطالعه موردی علاوه بر رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کنندگان نهایی، نشان داد که منابع انسانی و زیرساخت‌ها و فن‌آوری مهم‌ترین معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و کیفیت فنی و کارکردی محصول و وجود خدمات پس از فروش برای محصول، مهم‌ترین ویژگی‌های محصول از نظر سازمان مورد مطالعه هستند [۱۷]. حمیدی و همکاران (۱۳۹۱)، پژوهشی با عنوان «ارائه یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری هیبریدی فازی غیرجمعی به‌منظور اولویت‌بندی و ارزیابی تأمین‌کنندگان (شرکت آذین تنه)» انجام دادند. در این پژوهش مدلی به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان با درنظر گرفتن روابط متقابل و غیرمتقابل بین

معیارها و زیرمعیارها ارائه شده است. به‌این‌ترتیب که نخست از طریق مدل‌بندی ساختاری تفسیری (ISM) [۱۸] ارتباط بین معیارها مشخص شده و سپس با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (Fuzzy– ANP) [۱۹] و درنظر گرفتن روابط متقابل بین زیرمعیارها وزن نسبی هر زیرمعیار به‌دست آمده است [۲۰].

کدخدازاده و مروتی شریف‌آبادی (۱۳۹۲)، پژوهشی با عنوان «انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از سیستم استنتاج فازی» انجام دادند. در این پژوهش برای ارزیابی تأمین‌کننده‌ها با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده از سیستم استنتاج فازی استفاده شده است. ورودی این سیستم، امتیاز هر تأمین‌کننده در هر معیار است که با روش AHP [۲۱] به‌دست آمده و خروجی آن امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده است. در نهایت، تأمین‌کننده‌ای انتخاب شد که با اینکه در قیمت و کیفیت بهترین نبود، ولی به‌علّت عملکرد مناسب در تمامی معیارها بالاترین امتیاز را کسب کرد [۲۲]. علیخانی و صادق عمل‌نیک (۱۳۹۳)، پژوهشی با عنوان «مدل یکپارچه چندهدفه رضایت‌بخش فازی برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده با اقلام چندگانه و تخصیص بهینه سفارش» انجام دادند. در این پژوهش، به‌کمک روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی فازی و برنامه‌ریزی ترجیحی فازی لگاریتمی رویکردی یکپارچه برای بهینه‌سازی رضایت‌بخش ارائه شده است. از مدل پیشنهادی در حل مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان با اقلام چندگانه و تخصیص بهینه سفارش استفاده شده است. خروجی مدل مبین تخصیص سفارش به هر یک از تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای هزینه، کیفیت خدمات و کیفیت محصول است [۲۳].

مظفری (۱۳۹۴)، پژوهشی با عنوان «انتخاب تأمین‌کننده با رویکرد تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و روش ویکور خاکستری» انجام داده است. در این مطالعه، ابتدا اوزان معیارهای انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی (FDAHP) [۲۴] تعیین و سپس با استفاده از روش ویکور خاکستری (Grey VIKOR) [۲۵] که یکی از رویکردهای جدید توسعه یافته تصمیم‌گیری چندمعیاره در شرایط عدم‌قطعیت می‌باشد، به رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان پرداخته شده است [۲۶]. منتیان و همکاران (۱۳۹۵)، پژوهشی با عنوان «توسعه یک مدل استراتژیک برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از رویکردهای مدل‌سازی معادلات ساختاری و منطق فازی» انجام دادند. هدف این پژوهش، طراحی و توسعه یک مدل برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب با استفاده از رویکردهای مدل معادلات ساختاری و منطق فازی در شرکت فولاد خوزستان بود. بعد از تحلیل، نتایج تحقیق نشان داد که هشت معیار مشخص شده به‌طور معنی‌داری بر انتخاب تأمین‌کننده تأثیر دارند. همچنین مطابق یافته‌ها پس از تأیید برازش و مناسب بودن مدل اندازه‌گیری انتخاب تأمین‌کننده و تعیین وزن و اهمیت نسبی معیارهای تحقیق در سطح اول و تعیین جایگاه گزینه‌های انتخاب شرکت فولاد خوزستان برای تعیین تأمین‌کننده قطعات آلیاژی شرکت در سطح دوم و تأیید سازگار بودن و صحت این تصمیمات ترکیب نتایج و خروجی نهایی مدل پیشنهادی تحقیق نشان داد که تأمین‌کننده A با توجه به نمرات محاسبه شده، دارای بیشترین میزان اهمیت و بالاترین رتبه و در نتیجه بهترین گزینه برای شرکت فولاد خوزستان برای تهیه قطعات آلیاژی است. پس از آن به‌ترتیب تأمین‌کننده‌های C، D و B در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند [۲۷].

عظیمیان و همکاران (۱۳۹۶)، پژوهشی با عنوان «انتخاب بهترین ترکیب تأمین‌کنندگان با ارائه رویکردی تلفیقی از تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و درخت تجزیه و تحلیل خطا» انجام دادند. در این مطالعه، ابتدا با تعیین شاخص‌های ارزیابی و تعیین وضعیت تأمین‌کنندگان نسبت به شاخص‌ها، مقدار ریسک هر تأمین‌کننده برآورد شده است. در ادامه نیز، ریسک ذاتی تجهیزات مورد استفاده در محصول به‌صورت کیفی برآورد شده است و ریسک تلفیقی نهایی هر تجهیز بر اساس سناریوهای مختلف تأمین به‌دست آمد. سپس با تعیین حوادث قابل وقوع برای محصول و استفاده از تجزیه و تحلیل درخت خطا، بهترین ترکیب تأمین‌کنندگان تجهیزات از میان سناریوهای مختلف، مشخص شده است [۲۸].

بنتون (۱۹۹۱)، پژوهشی با عنوان «تصمیمات با در نظر گرفتن تخفیف تحت شرایط چندگانه، تأمین‌کنندگان متعدد

و محدودیت‌های منابع» انجام داده است. این پژوهش، روش‌های تخفیف مقداری را در شرایط چندگانه، محدودیت منابع و تأمین‌کنندگان متعدد مورد بررسی قرار داده است و به کمینه‌سازی هزینه پرداخته است. در این پژوهش، یک روش برنامه‌ریزی ابتکاری برای ارزیابی برنامه‌های تخفیف جایگزین ارائه شده است. علاوه بر این، از یک مسأله نمونه برای آزمون روش پیشنهاد شده استفاده شده است. نتایج حاکی از چندین نتیجه دلگرم‌کننده برای مدیران در مواجهه با این مشکل است [۲۹]. داهل (۲۰۰۳)، پژوهشی با عنوان «انتخاب فروشنده و تخصیص مقدار سفارش در محیط‌هایی با اندازه تخفیف» انجام داده است. وی در این پژوهش، برنامه‌ریزی چندهدفه عدد صحیح مختلط را ارائه داده است تا به‌طور همزمان تعداد فروشندگان را برای استخدام و مقادیر سفارش برای تخصیص به این فروشندگان در محیط رقابتی چندگانه (چندمحصولی- چند تأمین‌کننده) ارائه دهد. فرآیند انتخاب بر اساس قیمت، تحویل و اهداف کیفیت خریدار هدایت شده و با محدودیت ظرفیت فروشندگان مواجه شده است. نتایج یک آزمایش محاسباتی نشان داد که کاربردهای دنیای واقعی مدل پیشنهادی، هر دو محاسباتی عملی و واقعی هستند [۳۰].

شیا و وو (۲۰۰۷)، پژوهشی با عنوان «انتخاب تأمین‌کننده با معیارهای متعدد در محیط‌هایی با اندازه تخفیف» انجام دادند. در این پژوهش، معیارهای چندگانه مانند قیمت، کیفیت و خدمات مورد توجه قرار گرفته است و یک رویکرد یکپارچه از روند تحلیل سلسله مراتبی بهبودیافته توسط نظریه مجموعه‌های خشک و برنامه‌ریزی چندهدفه عدد صحیح مختلط پیشنهاد شده است تا به طور همزمان تعداد تأمین‌کنندگان را برای استخدام و مقدار سفارش اختصاص داده شده به این تامین‌کنندگان در مورد منابع متعدد، محصولات متعدد، با معیارهای متعدد و محدودیت ظرفیت تأمین‌کننده تعیین گردد [۳۱]. برک و همکاران (۲۰۰۸)، پژوهشی با عنوان «روش‌های ابتکاری برای تأمین منابع مختلف از تأمین‌کنندگان متعدد با تخفیفات جایگزین» انجام دادند. در این پژوهش، تأثیرات طرح‌های قیمت‌گذاری تأمین‌کنندگان و محدودیت‌های ظرفیت تأمین‌کننده را در مورد سیاست تأمین بهینه منابع برای یک شرکت مورد بررسی قرار گرفته است و شرایطی در نظر گرفته شده که کل مبلغی که برای یک دوره واحد تهیه می‌شود، توسط شرکت شناخته شده و به مجموعه تأمین‌کننده ارتباط داده شده است. با توجه به پیچیدگی مسأله، بهینه‌سازی برای انواع خاصی از طرح‌های قیمت‌گذاری توسط روش‌های راه‌حل ابتکاری برای شناسایی تصمیم تخصیص مقدار برای شرکت توسعه یافته است [۳۲].

وانگ و یانگ (۲۰۰۹)، پژوهشی با عنوان «یک مدل فازی برای انتخاب تأمین‌کننده در محیط‌های با در نظر گرفتن تخفیف» انجام دادند. در این پژوهش، برای به‌دست آوردن یک راه‌حل سازگار منطقی برای تخصیص مقادیر سفارش در میان تأمین‌کنندگان با میزان تخفیف، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه‌ریزی سازشی فازی ارائه شده است و سه معیار برای به حداقل رساندن هزینه، تعداد واحدهای معیوب و نرخ تأخیر تحویل در نظر گرفته شد [۳۳]. رزمی و معقول (۲۰۱۰)، پژوهشی با عنوان «انتخاب چندگانه تأمین‌کننده و برنامه‌ریزی تعیین اندازه دسته تحت تخفیف‌های چندقیمته با استفاده از محدودیت‌های افزوده و روش "Tchebycheff انجام دادند. در این پژوهش یک مدل دوهدفه فازی برای مسائل چند محصولی و چند تأمین‌کننده را تحت محدودیت‌های بودجه و محدودیت‌های ظرفیت معرفی کردند. دو روش، یعنی، روش افزودن ε- محدودیت و روش Tchebycheff تسهیل شده با استفاده از سطوح رزرو، برای حل مدل دوهدفه، مورد استفاده قرار گرفتند. در پایان، کاربرد روش پیشنهادی با مثال عددی نشان داده شد [۳۴].

ژانگ و ژانگ (۲۰۱۱)، پژوهشی با عنوان «مسأله انتخاب تأمین‌کننده و خرید با در نظر گرفتن هزینه ثابت و محدودیت حجم سفارش تحت تقاضای تصادفی» انجام دادند. این پژوهش، به انتخاب تأمین‌کننده و خرید با توجه به تقاضای تصادفی اشاره دارد. هدف از این پژوهش، انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به‌طور مناسب در میان تأمین‌کنندگان انتخاب شده به‌گونه‌ای بود که هزینه کل کاهش یابد که هزینه‌ها شامل هزینه‌های انتخاب، خرید، نگهداری و کمبود

می‌باشد. این مسأله، به عنوان برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) [۳۵] مدل‌سازی شده است [۳۶]. مانسینی و همکاران (۲۰۱۲)، پژوهشی با عنوان «مسأله انتخاب تأمین‌کننده با در نظر گرفتن تخفیفات و حمل و نقل کامیون» انجام دادند. آنها در این پژوهش، یک محیط خریدی را مورد بررسی قرار دادند که در آن یک شرکت به خرید تعدادی از محصولات از مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان برای رفع نیاز مشتری نیازمند بود. هدف، انتخاب مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان بود که تقاضای محصول را در به حداقل رساندن هزینه‌های کلی برآورده سازند. نتیجه مسأله بهینه‌سازی، به شدت NP–hard بود که برای حل مسأله، برنامه‌ریزی عدد صحیح ابتکاری توسعه داده شد [۳۷].

لی و همکاران (۲۰۱۳)، پژوهشی با عنوان «یک مدل یکپارچه برای تعیین اندازه دسته با انتخاب تأمین‌کننده و تخفیفات» انجام دادند. در این پژوهش، از مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) برای حل مسأله تعیین اندازه دسته با چندین تأمین‌کننده، دوره‌های متعدد و تخفیفات، استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک کارآمد (GA) [۳۸] در کنار حل مسأله زمانی پیشنهاد می‌شود که پیچیده‌تر شود. نتایج نشان داد که مدل GA پیشنهاد شده یک ابزار مؤثر و دقیق برای تعیین دوباره‌سازی برای یک تولیدکننده برای چند دوره است [۳۹]. دنگ و همکاران (۲۰۱۴)، پژوهشی با عنوان «طراحی یکپارچه خط تولید و انتخاب تأمین‌کننده: یک پارادایم بهینه‌سازی چندهدفه» انجام دادند. در این پژوهش، یک روش برای طراحی یکپارچه خط تولید و انتخاب تأمین‌کننده، برای خطاب به نقاط ضعف در مدل بهینه‌سازی چندهدفه فرموله شده برای تعیین مشخصات و انتخاب تأمین‌کنندگان برای به حداکثر رساندن سود، کیفیت و عملکرد و همچنین به‌منظور به حداقل رساندن هزینه خط تولید، پیشنهاد شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که طرح‌های خط تولید بهینه پارتو و مشخصات انواع محصولات را می‌توان تعیین کرد. تأمین‌کنندگان قطعات و ماژول‌ها می‌توانند با ملاحظات حداقل هزینه تأمین منابع و حداکثر عملکرد و کیفیت انواع محصول انتخاب شوند. قیمت‌ها و موقعیت‌های مختلف محصول نیز می‌تواند تعیین شود [۴۰].

مهدوی مزده و همکاران (۲۰۱۵)، پژوهش با عنوان «یک روش ابتکاری برای حل مسأله تعیین اندازه دسته پویا با انتخاب تأمین‌کننده و با در نظر گرفتن تخفیفات» انجام دادند. در این پژوهش، مسأله تعیین اندازه دسته پویا تک موردی با انتخاب تأمین‌کننده مورد بررسی قرار گرفته است. مسأله به دو مورد مختلف تقسیم شده است. در اولین مورد، تخفیف‌ها به حساب نمی‌آیند و در مورد دوم، تخفیف افزایشی و تمام واحد در نظر گرفته شده است. با توجه به پیچیدگی مسأله، یک روش ابتکاری جدید بر اساس الگوریتم فوردیس– وبستر [۴۱] ایجاد شده است. به‌منظور حل مسأله که در آن چندین تأمین‌کننده در نظر گرفته شده، بُعد سوم به ماتریس مورد استفاده در الگوریتم فوردیس– وبستر اضافه شده است [۴۲]. پژانی و همکاران (۲۰۱۶)، پژوهشی با عنوان «سریال سیستم موجودی با انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص مقدار سفارش با در نظر گرفتن هزینه‌های حمل و نقل» انجام دادند. این پژوهش، به‌طور همزمان موضوع انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص مقدار سفارش را در یک سیستم چندمرحله‌ای زنجیره‌تأمین با چندین تأمین‌کننده با در نظر گرفتن بازسازی موجودی، نگهداری و حمل و نقل، مورد خطاب قرار داده است و یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط، برای تعیین سیاست بهینه موجودی در مراحل زنجیره‌تأمین و تخصیص سفارشات در میان تأمین‌کنندگان در مرحله اولیه پیشنهاد شده است [۴۳].

صفایی قادیکلائی و ولی‌پور پرکوهی (۲۰۱۷)، پژوهشی با عنوان «یک رویکرد انعطاف‌پذیر برای انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه فازی و تکنیک ویکور خاکستری» انجام دادند. در این پژوهش، با هدف انتخاب تأمین‌کننده از طریق رویکرد انعطاف‌پذیر و با مرور گسترده از ادبیات، یک مدل مفهومی اولیه ارائه شده است. سپس مدل با استفاده از نظرات کارشناسان در یک واحد صنعتی بزرگ، در صنایع چوب و کاغذ متمرکز شد. سپس، سطح اهمیت عوامل مؤثر در انتخاب تأمین‌کننده انعطاف‌پذیر با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه فازی تعیین شد. با استفاده از این عناصر، سطح انعطاف‌پذیری تأمین‌کنندگان شرکت از طریق روش ویکور

خاکستری مشخص شد [۴۴].

با مطالعه پژوهش‌های پیشین، پی برده می‌شود که در این پژوهش‌ها کمتر به موضوع انتخاب تأمین‌کننده با در نظر گرفتن همزمان شرایط چندگانه (چند محصولی- چند تأمین‌کننده) و معیارهای چندگانه و همچنین در نظر گرفتن تخفیف ناشی از حجم سفارش پرداخته شده است. در پژوهش حاضر به انتخاب تأمین‌کننده در شرایط چندگانه (چندمحصولی- چند تأمین‌کننده) و معیارهای چندگانه با در نظر گرفتن تخفیفات ناشی از حجم سفارش با استفاده از ترکیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط پرداخته می‌شود. در جدول (۱)، پژوهش‌های پیشین با پژوهش حاضر مقایسه شده است.

جدول ۱- مقایسه پژوهش‌های پیشین با پژوهش حاضر

نویسنده و سال	محصول		تأمین‌کننده		معیارهای مورد استفاده	روش مورد استفاده
	تک محصولی	چند محصولی	یک تأمین‌کننده	چند تأمین‌کننده		
حسن‌زاده امین و همکاران (۱۳۸۶)	✓			✓	سود، هزینه، ریسک و فرصت	منطق فازی
عالم‌تبریز و باقرزاده آذر (۱۳۸۹)	✓			✓	مالی- بازرگانی (سهم از بازار، قیمت/ هزینه، سرمایه سازمان و موقعیت تجاری) و فن‌آوری- پشتیبانی (کیفیت، سرعت توسعه، تحویل به‌موقع، مساعدت فنی و انعطاف‌پذیری)	فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)
محقر و همکاران (۱۳۹۰)	✓			✓	زیرساخت‌ها و تکنولوژی؛ گواهینامه‌ها، مجوزها، لیسانس‌ها و سیستم‌های مدیریتی مورد نیاز؛ تجربه و اعتبار؛ منابع انسانی؛ توان و ثبات مالی؛ دسترسی و موقعیت جغرافیایی؛ ظرفیت تولید، قابلیت برنامه‌ریزی، مدیریت سفارشات و انعطاف در پاسخ‌گویی به نیازهای مشتری	گسترش عملکرد کیفیت فازی (Fuzzy QFD)
حمیدی و همکاران (۱۳۹۱)	✓			✓	کیفیت، هزینه، پشتیبانی زنجیره‌تأمین و ساختار تکنولوژی و تولیدی	مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (Fuzzy ANP) و انتگرال فازی غیرجمعی
کدخدازاده و مروتی شریف‌آبادی (۱۳۹۲)	✓			✓	هزینه، کیفیت، سرویس، ارتباطات و وضعیت سازمان	سیستم استنتاج فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
علیخانی و صادق عمل‌نیک (۱۳۹۳)		✓		✓	هزینه، کیفیت خدمات و کیفیت محصول	برنامه‌ریزی ترجیحی فازی لگاریتمی، برنامه‌ریزی آرمانی فازی و روش بهینه‌سازی رضایت‌بخش
مظفری (۱۳۹۴)	✓			✓	کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری در نحوه پرداخت، امکانات و ظرفیت تولید، تحویل به‌موقع و موقعیت در صنعت	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی (FDAHP) و روش ویکور خاکستری (Grey VIKOR)
منتیان و همکاران (۱۳۹۵)	✓			✓	کیفیت، تحویل، خدمات، اعتبار و سابقه، قیمت و هزینه، موقعیت مالی، مدیریت و سازمان، وضعیت تکنولوژی و قابلیت فنی	مدل معادلات ساختاری و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP)
عظیمیان و همکاران (۱۳۹۶)	✓			✓	شاخص‌های اثرگذار در تهیه یک زیرمجموعه سالم، بدون خرابی و با قابلیت اطمینان بالا (سیستم‌های مکانیکی، سیستم‌های الکترونیکی، سیستم‌های ابزار دقیق و سیستم‌های نرم‌افزاری)	روش رضایت‌بخش شمول، روش مجموع ساده وزین و درخت تجزیه و تحلیل خطا
بنتون (۱۹۹۱)		✓		✓	قیمت	روش ابتکاری (آزادسازی لاگرانژ)

نویسنده و سال	محصول		تأمین کننده		معیارهای مورد استفاده	روش مورد استفاده
	تک محصولی	چند محصولی	یک تأمین کننده	چند تأمین کننده		
داهل (۲۰۰۳)		✓		✓	قیمت، کیفیت و عملکرد تحویل	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چندهدفه (MO-MIP)
شیا و وو (۲۰۰۷)	✓			✓	قیمت، کیفیت و خدمات	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چندهدفه (MOMIP)
برک و همکاران (۲۰۰۸)	✓			✓	قیمت	روش‌های ابتکاری
وانگ و یانگ (۲۰۰۹)	✓			✓	هزینه، تعداد واحدهای معیوب و نرخ تأخیر تحویل	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه‌ریزی سازشی فازی
رزمی و معقول (۲۰۱۰)		✓		✓	هزینه، کیفیت، تحویل به‌موقع و خدمات پس از فروش	محدودیت‌های افزوده و روش‌های چبیشف (Tchebycheff)
ژانگ و ژانگ (۲۰۱۱)	✓			✓	کیفیت، خدمات، تحویل، نگهداری و تعمیر	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) و الگوریتم انشعاب و حد
مانسینی و همکاران (۲۰۱۲)		✓		✓	هزینه	روش ابتکاری (مبتنی بر برنامه‌ریزی عدد صحیح)
لی و همکاران (۲۰۱۳)	✓			✓	هزینه	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط و الگوریتم ژنتیک
دنگ و همکاران (۲۰۱۴)		✓		✓	کیفیت و کاربر پسند بودن	پارادایم بهینه‌سازی چند هدفه، روش نقشه‌برداری مشترک و الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی نامغلوب (NSGA II)
مهدوی مزده و همکاران (۲۰۱۵)	✓			✓	هزینه	برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط (MIN-LP) و روش ابتکاری جدید بر اساس الگوریتم فوردیس- وبستر (FWA)
پژانی و همکاران (۲۰۱۶)	✓			✓	هزینه، ظرفیت و کیفیت	برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط (MIN-LP)
صفایی قادیکلائی و ولی‌پور پرکوهی (۲۰۱۷)	✓			✓	سود، فرصت، هزینه و ریسک	فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (Fuzzy ANP) و روش ویکور خاکستری (Grey VIKOR)
پژوهش حاضر		✓		✓	قیمت، کیفیت، تحویل به‌موقع سفارش و خدمات پس از فروش	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP) و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط (MILP)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، یک تحقیق کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی- پیمایشی محسوب می‌شود. جامعه آماری این پژوهش، بخش خرید شرکت فولاد مبارکه اصفهان می‌باشد که علّت انتخاب این بخش از شرکت به‌عنوان جامعه آماری به دلایل ذیل می‌باشد:

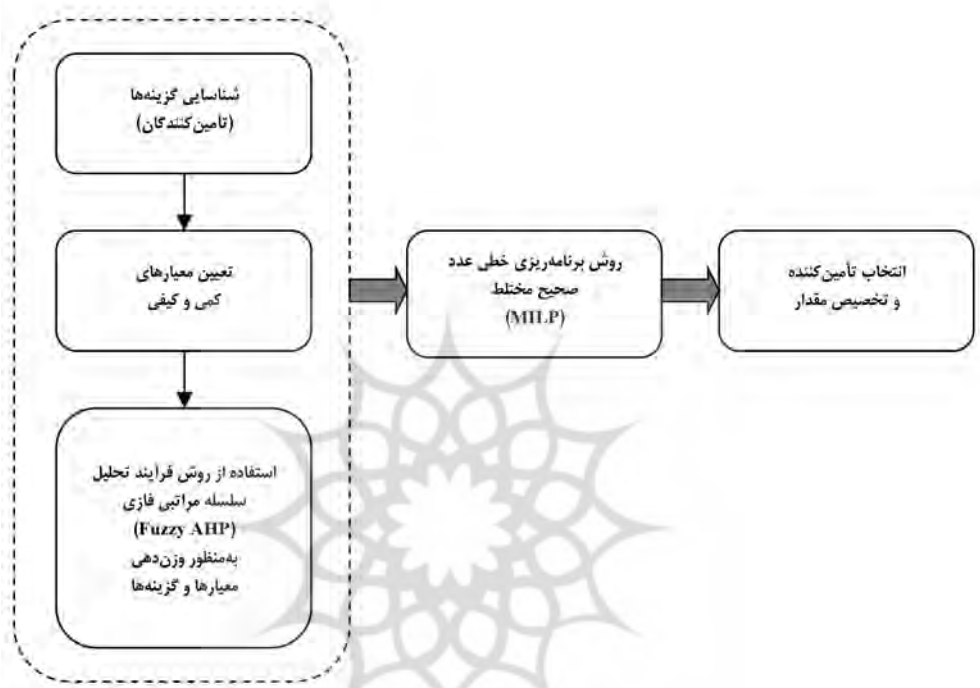
- به‌علّت به‌روز بودن و امکان دسترسی به اطلاعات موجود در سوابق بخش خرید که در آرشیو اطلاعات واحد خرید ثبت می‌گردد و از قابلیت اتکاء بالایی برخوردار می‌باشد.
- به‌لحاظ تنوع در تعداد و میزان اقلام مورد نیاز واحد خرید که به‌دنبال آن امکان بررسی عملکرد تأمین‌کنندگان مختلف که جهت تدارکات این درخواست‌ها مشارکت فعال داشته‌اند، را امکان‌پذیر می‌سازد.
- اهمیت موضوع پژوهش حاضر و هم‌خوانی با دستورالعمل‌ها و گردش کارهای تعریف شده در دپارتمان خرید شرکت فولاد مبارکه

در این پژوهش، پس از هماهنگی و أخذ مجوزات لازم از بخش خرید شرکت فولاد مبارکه، با مراجعه به کارشناسان مربوطه

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز پژوهش جمع‌آوری گردیده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ ابتدا وزن نسبی هر کدام از معیارها برای هر کالا از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین می‌شود و سپس از خروجی‌های مرحله اول به عنوان ورودی در مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط استفاده می‌شود تا تأمین‌کنندگان و مقادیر مورد تقاضا از هر یک، تعیین شوند.

بدین منظور، برای پیاده‌سازی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی از نرم‌افزار متلب [۴۵] و برای حل مدل ریاضی از نرم‌افزار گمز [۴۶] استفاده شده است.

در نمودار (۲) ساختار اصلی متدولوژی پژوهش نشان داده شده است.



نمودار ۲ـ ساختار اصلی متدولوژی پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۳ـ۱. روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

روش AHP توسط فردی عراقی به نام ساعتی [۴۷]، در دهه ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. این روش، مانند آنچه در مغز انسان انجام می‌شود، به تجزیه و تحلیل مسائل می‌پردازد. AHP تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد اثرات متقابل و همزمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین کنند. این فرآیند، تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه‌ی خود تنظیم نمایند؛ به نحوی که احساسات و قضاوت‌های خود را به‌طور کامل در نظر گیرند. برای حل مسائل تصمیم‌گیری از طریق AHP، باید مسأله را به دقت و با همه جزئیات، تعریف و تبیین کرد و جزئیات آن را به صورت ساختار سلسله مراتبی ترسیم نمود [۴۸]. در سال ۱۹۸۳ دو محقق هلندی به نام‌های «لارهورن و پدریک» [۴۹] روشی را برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیشنهاد کردند که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شده بود. میزان محاسبات و پیچیدگی مراحل روش آن‌ها باعث شد مورد اقبال قرار نگیرد. در سال ۱۹۹۶ روش دیگری تحت عنوان «روش تحلیل توسعه‌ای» [۵۰] توسط یک محقق چینی به نام «چانگ» [۵۱] ارائه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند [۴۸].

در مطالعه موردی این پژوهش، از بخش خرید که شامل محصولات روغن، گریس، گازهای صنعتی و انرژی مورد نیاز در شرکت فولاد مبارکه و چهار شرکت تأمین‌کننده این ملزومات که شامل شرکت‌های بهران، ایرانول، رهام و فدک صنعت می‌باشد، استفاده گردیده است که شرکت‌ها با نماد A، B، C و D و محصولات با نماد P_1، P_2، P_3 و P_4 نمایش داده می‌شوند (اگر m محصول در نظر گرفته و فرض شود n شرکت برای تأمین این تعداد محصول کاندید می‌باشند، به‌نحوی که هر کدام از شرکت‌ها m محصول مذکور را تولید کنند، می‌توان گفت در این پژوهش m=n=4 است). همچنین چهار معیار؛ کیفیت محصول، خدمات پس از فروش، تحویل به موقع سفارش و قیمت در نظر گرفته شده است. در این پژوهش، برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) نسبی معیارها مراحل زیر صورت گرفته است [۵۲]:

گام اول. تصمیم‌گیرنده معیارها را از طریق جدول متغیرهای زبانی نشان داده شده در جدول (۲)، مقایسه می‌کند. بر اساس اعداد فازی مثلثی مربوطه این متغیرهای زبانی، ماتریس سهمی مقایسات زوجی آماده می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر تصمیم‌گیرنده بیان کند معیار یک (C_1) نسبتاً بااهمیت نسبت به معیار دو (C_2) است، بنابراین، اعداد فازی مثلثی (۶، ۵، ۴) به‌کار گرفته می‌شود. برعکس، در ماتریس سهمی مقایسات زوجی معیارها، مقایسه C_2 به C_1 اعداد فازی مثلثی (۱/۶، ۱/۵، ۱/۴) به‌کار گرفته می‌شود.

جدول ۲- متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی مرتبط [۵۳]

مقیاس ساعتی	تعریف	مقیاس مثلثی فازی
۱	اهمیت یکسان (E)	(۱، ۱، ۱)
۳	اهمیت ضعیف (W)	(۲، ۳، ۴)
۵	نسبتاً بااهمیت (F)	(۴، ۵، ۶)
۷	اهمیت زیاد (S)	(۶، ۷، ۸)
۹	اهمیت خیلی زیاد (A)	(۹، ۹، ۹)
۲	ارزش‌های بینابین در قضاوت‌ها	(۱، ۲، ۳)
۴		(۳، ۴، ۵)
۶		(۵، ۶، ۷)
۸		(۷، ۸، ۹)

ماتریس سهمی مقایسات زوجی در معادله (۱) نشان داده شده است، به‌طوری‌که $\tilde{d}_{ij}^k$، ارجحیت تصمیم‌گیرندهk اُم را از معیار iاُم بر معیار jاُم، از طریق اعداد فازی مثلثی نشان می‌دهد. برای مثال، $\widetilde{d_{12}^1}$، نشان‌دهنده ارجحیت تصمیم‌گیرنده اول از معیار اول بر معیار دوم است و برابر است با $\widetilde{d_{12}^1} = (4,5,6)$.

$$\tilde{A}^k \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \tilde{d}_{12}^k & \cdots & \tilde{d}_{1n}^k \\ \tilde{d}_{21}^k & \cdots & \cdots & \tilde{d}_{2n}^k \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \tilde{d}_{n2}^k & \cdots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (۱)$$

گام دوم. اگر بیش از یک تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد، میانگین ارجحیت هر تصمیم‌گیرنده $(\tilde{d}_{ij}^k)$ حساب می‌شود و $\tilde{d}_{ij}$ به‌صورت معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$\tilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{k} \tilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (۲)$$

گام سوم. بر اساس میانگین ارجحیت‌ها، ماتریس سهمی مقایسات زوجی جدید در معادله (۳) نشان داده شده است:

$$\tilde{A} \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \cdots & \tilde{d}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

گام چهارم. میانگین هندسی مقادیر مقایسه فازی هر معیار از طریق معادله (۴) محاسبه می‌شود. در اینجا $\tilde{r}_i$، هنوز نشان‌دهنده مقادیر مثلثی است.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^{n} \tilde{d}_{ij}\right)^{1/n}, \quad i = 1,2,\dots,n \quad (۴)$$

گام پنجم. وزن‌های فازی هر معیار توسط معادله (۵) توسط سه مرحله زیر به‌دست می‌آید:

- جمع بردار هر یک از $\tilde{r}_i$ محاسبه شود.
- معکوس قدرت بردار جمع محاسبه شود.
- برای پیدا کردن وزن فازی معیار i $(\widetilde{w}_i)$، هر $\tilde{r}_i$ با بردار متقابل ضرب شود.

$$\widetilde{w}_i = \tilde{r}_i \times (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \cdots + \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (۵)$$

گام ششم. از آنجاکه $\tilde{w}_i$ اعداد فازی مثلثی هستند، لذا نیاز دارند که با روش مرکز ناحیه پیشنهاد شده توسط چو و چانگ (۲۰۰۸) [۱۳]، از طریق معادله (۶) دیفازی شوند.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (۶)$$

گام هفتم. یک عدد غیرفازی است، امّا نیاز دارد که توسط معادله (۷) به‌هنجار شود.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \quad (۷)$$

این هفت گام، برای پیدا کردن وزن‌های نرمال معیارها و گزینه‌ها انجام می‌شود. حال پس از محاسبه و تعیین وزن معیارها و گزینه‌ها، باید به محاسبه امتیاز هر شرکت پرداخته شود، تا امتیاز هر شرکت برای تأمین هر محصول و در هر معیار تعیین شده مشخص گردد. بدین‌منظور، برای هر شرکت جداولی مطابق اطلاعات جداول (۳)، (۴) و (۵) تهیه می‌کنیم.

جدول ۳- جدول اول امتیازدهی شرکت‌ها

تأمین‌کننده	محصول اول	محصول دوم	محصول سوم	محصول چهارم
حداکثر تعداد سفارش قابل دریافت				
درصد تأخیر				
درصد کالای معیوب				
امتیاز خدمات پس از فروش				

جدول ٤- جدول دوم امتیازدهی شرکت‌ها

تأمین‌کننده	محصول اول		محصول دوم		محصول سوم		محصول چهارم	
قیمت‌ها در سطح اول سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش

جدول ۵- جدول سوم امتیازدهی شرکت‌ها

تأمین‌کننده	محصول اول		محصول دوم		محصول سوم		محصول چهارم	
قیمت‌ها در دیگر سطح سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش	قیمت هر عدد	تعداد سفارش

برای امتیازدهی، به شرکتی که در آن معیار کمترین مقدار را دارد، امتیاز صفر و به شرکتی که بیشترین مقدار را دارد، امتیاز ۱۰۰% یا یک داده می‌شود و برای امتیاز شرکت دلخواه، مثلاً شرکت A در معیار کیفیت، مطابق رابطه (۸) اقدام می‌کنیم:

$$S_{AP_i1} = 1 - \frac{def_{AP_i} - \min\{def_{AP_i}, def_{BP_i}, def_{CP_i}, def_{DP_i}\}}{\max\{def_{AP_i}, def_{BP_i}, def_{CP_i}, def_{DP_i}\} - \min\{def_{AP_i}, def_{BP_i}, def_{CP_i}, def_{DP_i}\}} \quad (۸)$$

که در آن:

S_{APi1}: امتیاز شرکت A در محصول iاُم و در معیار کیفیت می‌باشد. اندیس آخر به معیار اشاره دارد.

def_{APi}, def_{BPi}, def_{CPi}, def_{DPi}: به ترتیب درصد کالای معیوب شرکت‌های A، B، C و D در محصول iاُم می‌باشد.

بنابراین برای امتیازدهی شرکت در معیار کیفیت از متوسط درصد کالای معیوب آن استفاده می‌کنیم. دلیل اینکه کسر محاسبه شده در فرمول بالا را از عدد یک کم می‌کنیم این است که هر چه درصد کالای معیوب کمتر باشد، در واقع باید کیفیت شرکت بالاتر باشد.

بدیهی است برای محاسبه امتیاز شرکتی، مثلاً شرکت A در معیار خدمات پس از فروش برای محصول iاُم که آن را با S_{APi2} نمایش می‌دهیم، از عدد به‌دست آمده در جدول (۳) استفاده می‌کنیم.

برای محاسبه امتیاز شرکتی، مثلاً شرکت A در معیار تحویل به موقع سفارش برای محصول iاُم، از رابطه (۹) استفاده می‌کنیم:

$$S_{APi3} = 1 - \frac{delay_{APi} - \min\{delay_{AP_i}, delay_{BP_i}, delay_{CP_i}, delay_{DP_i}\}}{\max\{delay_{AP_i}, delay_{BP_i}, delay_{CP_i}, delay_{DP_i}\} - \min\{delay_{AP_i}, delay_{BPi}, delay_{CP_i}, delay_{DP_i}\}} \quad (۹)$$

که در آن:

S_{APi3}: امتیاز شرکت A در محصول iاُم در معیار تحویل به موقع سفارش می‌باشد.

$delay_{DPi}$، $delay_{CPi}$، $delay_{BPi}$، $delay_{APi}$: به ترتیب امتیاز شرکت‌های A، B، C و D در محصول iاُم در معیار تحویل به موقع می‌باشد. دلیل اینکه کسر محاسبه شده در فرمول بالا را از عدد یک کم می‌کنیم، این است که هر چه مقدار درصد تأخیر کمتر باشد، امتیاز آن شرکت در معیار تحویل به موقع بالاتر است.

در زمینه معیار قیمت، در حالت کلی ممکن است در زمینه سفارش یک محصول با چند قیمت مواجه باشیم. یعنی بسته به تعداد سفارش ممکن است از تخفیف برخوردار شویم. به‌عنوان نمونه قیمت کالا در صورتی که تعداد سفارش محصول بین یک تا ۱۰۰۰ باشد، برابر ۱۰$ برای هر واحد می‌باشد و در صورتی که تعداد کالای سفارش داده شده، بیشتر از ۱۰۰۰ واحد باشد، قیمت هر واحد کالا برابر ۹$ می‌باشد. بازه‌های ۱ تا ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰ تا بی‌نهایت را اصطلاحاً دو سطح قیمت برای کالای مورد نظر می‌گوییم. برای محاسبه امتیاز شرکتی، مثلاً شرکت A در معیار قیمت در سطح سفارش K برای محصول iاُم، از رابطه (۱۰) استفاده می‌کنیم:

$$S^{k}_{API4} = 1 - \frac{price^{k}_{API} - \min\{price^{k}_{API}, price^{k}_{BPi}, price^{k}_{CPi}, price^{k}_{DPi}\}}{\max\{price^{k}_{APi}, price^{k}_{BPi}, price^{k}_{CPi}, price^{k}_{DPi}\} - \min\{price^{k}_{APi}, price^{k}_{BPi}, price^{k}_{CPi}, price^{k}_{DPi}\}} \quad (۱۰)$$

که در آن:

S^{K}_{API4}: امتیاز شرکت A در محصول iاُم و در معیار قیمت در سطح قیمت‌گذاری "k" می‌باشد.

$price^{k}_{DPi}$، $price^{k}_{CPi}$، $price^{k}_{BPi}$، $price^{k}_{AP4}$: به ترتیب قیمت شرکت‌های A، B، C و D در سطح سفارش kاُم در محصول iاُم می‌باشد. دلیل اینکه کسر محاسبه شده در فرمول بالا را از عدد یک کم می‌کنیم، این است که هر چه قیمت محصول کمتر باشد، امتیاز آن شرکت در معیار قیمت بالاتر است.

پس از به‌کارگیری روش FAHP برای به‌دست آوردن اوزان نسبی معیارها و به‌دست آوردن امتیاز هر شرکت در هر محصول و در هر معیار، با توجه به اوزان نسبی معیارها و امتیازات شرکت‌ها، برای تأمین نیاز به هر شرکتی، باید تعیین شود در چه سطح قیمت و به چه تعداد سفارش دهیم. بدین‌منظور، از برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح استفاده می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۳ـ۲. مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط (MILP)

هدف اصلی مدل مورد استفاده در این پژوهش، به حداکثر رساندن امتیاز کل تأمین‌کننده با انتخاب تأمین‌کنندگان با بالاترین امتیاز در رابطه با هر معیار با داشتن ضریب اهمیت مختلف است. ظرفیت تأمین‌کنندگان با توجه به هر کالا، حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان و در نظر گرفتن تخفیف، از محدودیت‌های اصلی در مدل هستند. زیرمجموعه‌ها، پارامترها، متغیرهای تصمیم، تابع هدف با هدف به‌حداکثر رساندن کل امتیاز تأمین‌کننده و محدودیت‌های مدل به شرح زیر است:

زیرمجموعه‌ها:

i: تأمین‌کننده (I،...،۳، ۲، ۱)

j: کالا (J،...،۳، ۲، ۱)

k: سطح قیمت‌گذاری با در نظر گرفتن تخفیفات (m(i)،...،۳، ۲، ۱)

c: معیار انتخاب تأمین‌کننده (CR،...،۲، ۱) (آخرین معیار CR به‌عنوان معیار هزینه با داشتن سطوح قیمت‌گذاری مختلف برای تخفیفات در نظر گرفته می‌شود).

پارامترها:

m(i): تعداد محدوده مقادیر در سطح قیمت‌گذاری تأمین‌کننده

C_{ij}: ظرفیت تأمین‌کننده "i" با توجه به کالای "j" (حداکثر تعداد کالای jاُم که تأمین‌کننده iاُم می‌تواند در هر بار سفارش تأمین کند.)

D_j: تعداد تقاضای کالای "j"

$delay_{ij}$: درصد تأخیر تحویل تأمین‌کننده "i" با توجه به کالای "j"

def_{ij}: درصد کالای معیوب تأمین‌کننده "i" با توجه به کالای "j"

T_j: حداکثر درصد قابل قبول برای تأخیر دریافت سفارش کالای "j"

Q_j: حداکثر درصد قابل قبول برای درصد کالای معیوب "j"

NS: حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان

S_{ijc}: امتیاز برای تأمین‌کننده "i" در کالای "j"، با توجه به معیار "c" (به جز قیمت)

S_{ijk}: امتیاز برای تأمین‌کننده "i" در کالای "j"، با توجه به معیار "CR" (قیمت) در سطح قیمت‌گذاری "k"

N_{cj}: ضریب اهمیت (وزن) نرمال معیار "c"، با توجه به کالای "j"

W_{CRj}: ضریب اهمیت (وزن) نرمال معیار "قیمت"، با توجه به کالای "j"

b_{ijk}: مقدار حد بالای فواصل تخفیفات برای کالای "j" از تأمین‌کننده "i"، در سطح قیمت‌گذاری "k" (مقدار اولیه، $b_{ijo}=0$)

M: یک عدد بزرگ متناسب با ابعاد مسأله

متغیرهای تصمیم:

X_{ij}: تعداد کالای "j" فراهم شده از تأمین‌کننده "i"

XXijk: تعداد کالای "j" فراهم شده از تأمین‌کننده "i"، در سطح قیمت‌گذاری "k"

Yi: یک متغیر دودویی می‌باشد که دو مقدار صفر و یک می‌گیرد. صفر یعنی تأمین‌کننده "i" برای سفارش انتخاب نشده است و یک یعنی تأمین‌کننده "i" برای سفارش انتخاب شده است.

YY_{ijk}: یک متغیر دودویی می‌باشد که دو مقدار صفر و یک می‌گیرد. صفر یعنی تأمین‌کننده "i" برای سفارش در سطح قیمت‌گذاری "k" انتخاب نشده است و یک یعنی تأمین‌کننده "i" برای سفارش در سطح قیمت‌گذاری "k" انتخاب شده است.

تابع هدف:

$$Max\ TSS = \sum_{c=1}^{CR-1}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}(N_{cj}\times S_{ijc}\times X_{ij}) + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{i(m)}(W_{CRj}\times S_{ijk}\times XX_{ijk}) \quad (۱۱)$$

$$i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; c = 1,2,\dots,CR$$

محدودیت‌ها:

$$\sum_{k=1}^{m(i)} XX_{ijk} = X_{ij} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J \quad (۱۲)$$

$$\sum_{i=1}^{I} X_{ij} = D_j \quad j = 1,2,\dots,J \quad (۱۳)$$

$$X_{ij} \le C_{ij} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J \quad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{I}(delay_{ij}\times X_{ij}) \le T_j \times D_j \quad j = 1,2,\dots,J \quad (۱۵)$$

$$\sum_{i=1}^{I}(def_{ij}\times X_{ij}) \le Q_j \times D_j \quad j = 1,2,\dots,J \quad (۱۶)$$

$$M \times Y_i \ge \sum_{j=1}^{J} X_{ij} \quad i = 1,2,\dots,I \quad (۱۷)$$

$$M \times Y_i \ge \sum_{j=1}^{J} XX_{ijk} \quad i = 1,2,\dots,I \quad (۱۸)$$

$$M \times YY_{ijk} \ge XX_{ijk} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; k = 1,2,\dots,m(i) \quad (۱۹)$$

$$\sum_{k=1}^{k} YY_{ijk} \le 1 \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J \quad (۲۰)$$

$$\sum_{i=1}^{I} Y_i \le NS \quad (۲۱)$$

$$b_{ijk-1} + M \times (YY_{ijk} - 1) \le XX_{ijk} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; k = 1,2,\dots,m(i) \quad (۲۲)$$

$$XX_{ijk} < b_{ijk} + M \times (1 - YY_{ijk}) \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; k = 1,2,\dots,m(i) \quad (۲۳)$$

$$X_{ij}, XX_{ijk} \in \text{اعداد صحیح مثبت} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; k = 1,2,\dots,m(i) \quad (۲۴)$$

$$Y_i, YY_{ijk} \in \{0,1\} \text{ اعداد صحیح باینری} \quad i = 1,2,\dots,I; j = 1,2,\dots,J; k = 1,2,\dots,m(i) \quad (۲۵)$$

توضیحاتی پیرامون قیود:

قید (۱۱): هدف این مدل، حداکثرسازی امتیاز کل تأمین‌کننده (TSS) که تابع شامل مجموع ضرب سه عنصر: امتیاز هر تأمین‌کننده در رابطه با هر کالا، ضریب اهمیت (وزن) نرمال معیار و مقدار کالای اختصاص داده شده به تأمین‌کننده مرتبط است.

قید (۱۲): تعداد کالای «j» سفارش داده شده به تأمین‌کننده «i»، برابر با مجموع سفارشات کالای «j»، ارسال شده به تأمین‌کننده «i» در سطح قیمت‌گذاری «k» می‌باشد.

قید (۱۳): مجموع سفارشات دریافتی کالای «j» از تأمین‌کنندگان مختلف، برابر با نیاز سفارش‌دهنده به کالای "j" می‌باشد.

قید (۱۴): بیش از ظرفیت تأمین‌کننده "i"، سفارش ارسال نشود.

قید (۱۵): متوسط تأخیر سفارش هر کالای «j» فراهم شده از تأمین‌کنندگان مختلف نباید بزرگتر از حداکثر درصد تأخیر قابل قبول برای کالای «j» باشد.

قید (۱۶): متوسط درصد معیوب بودن هر کالای «j» فراهم شده از تأمین‌کنندگان مختلف نباید بزرگتر از حداکثر درصد معیوب بودن قابل قبول برای کالای «j» باشد.

قید (۱۷) و (۱۸): اگر هر تعداد کالای «j» که از تأمین‌کننده «i» فراهم شده، تأمین‌کننده مرتبط انتخاب شود، Yi برابر با یک می‌شود، در غیراینصورت اگر انتخاب نشود، Yi برابر با صفر می‌شود.

قید (۱۹): اگر هر تعداد کالای «j» که از تأمین‌کننده «i» در سطح قیمت‌گذاری «k» فراهم شده، تأمین‌کننده «i» برای کالای «j» در سطح قیمت‌گذاری «k» انتخاب شود، YY_{ijk} برابر با یک می‌شود، در غیراینصورت اگر انتخاب نشود، YY_{ijk} برابر با صفر می‌شود.

قید (۲۰): فقط در یک سطح قیمت‌گذاری «k» می‌توان برای کالای «j» از تأمین‌کننده «i» سفارش داد.

قید (۲۱): تعداد تأمین‌کنندگان انتخاب شده نباید بزرگتر از حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان باشد.

قید (۲۲) و قید (۲۳): سطح قیمت‌گذاری «k» برای هر کالای «j» فراهم شده از تأمین‌کننده «i» که تعیین می‌شود.

قید (۲۴) و قید (۲۵): متغیرهای تصمیم که اعداد صحیح مثبت یا باینری هستند.

۴. یافته‌های پژوهش

۴ـ۱. نتایج حاصل از اجرای روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

جهت مقایسات زوجی معیارها، از اعداد فازی جدول (۲) استفاده شده است. مقایسات زوجی معیارها برای هر یک از محصولات در جدول‌های (۶) تا (۹) ارائه شده است.

جدول ۶- مقایسه معیارها برای محصول روغن

معیارها	کیفیت	قیمت	خدمات پس از فروش	تحویل به موقع
کیفیت	(۱، ۱، ۱)	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)	(۶، ۵، ۴)	(۱، ۱، ۱)
قیمت	(۴، ۳، ۲)	(۱، ۱، ۱)	(۸، ۷، ۶)	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)
خدمات پس از فروش	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)
تحویل به موقع	(۱، ۱، ۱)	(۶، ۵، ۴)	(۸، ۷، ۶)	(۱، ۱، ۱)

جدول ۷- مقایسه معیارها برای محصول گریس

معیارها	کیفیت	قیمت	خدمات پس از فروش	تحویل به موقع
کیفیت	(۱، ۱، ۱)	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)	(۶، ۵، ۴)	(۱، ۱، ۱)
قیمت	(۴، ۳، ۲)	(۱، ۱، ۱)	(۸، ۷، ۶)	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)
خدمات پس از فروش	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)
تحویل به موقع	(۱، ۱، ۱)	(۶، ۵، ۴)	(۸، ۷، ۶)	(۱، ۱، ۱)

جدول ۸- مقایسه معیارها برای محصول گازهای صنعتی

معیارها	کیفیت	قیمت	خدمات پس از فروش	تحویل به موقع
کیفیت	(۱، ۱، ۱)	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)	(۴، ۳، ۲)	(۱، ۱، ۱)
قیمت	(۶، ۵، ۴)	(۱، ۱، ۱)	(۸، ۷، ۶)	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)
خدمات پس از فروش	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)
تحویل به موقع	(۱، ۱، ۱)	(۴، ۳، ۲)	(۹، ۹، ۹)	(۱، ۱، ۱)

جدول ۹- مقایسه معیارها برای محصول انرژی

معیارها	کیفیت	قیمت	خدمات پس از فروش	تحویل به موقع
کیفیت	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۴، ۳، ۲)	(۱، ۱، ۱)
قیمت	(۶، ۵، ۴)	(۱، ۱، ۱)	(۸، ۷، ۶)	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)
خدمات پس از فروش	(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)
تحویل به موقع	(۱، ۱، ۱)	(۴، ۳، ۲)	(۹، ۹، ۹)	(۱، ۱، ۱)

مطابق روابط بیان شده (روابط ۱ تا ۷)، پس از محاسبه میانگین هندسی برای هر معیار و در هر کالا، ماتریس اوزان نسبی نرمال شده به صورت ذیل محاسبه شد (سطرها برابر معیارها و ستون‌ها برابر محصولات می‌باشد).

$$N = \begin{bmatrix} & P1 & P2 & P3 & P4 \\ 1 & 0/1959 & 0/2182 & 0/1661 & 0/3908 \\ 2 & 0/0436 & 0/0486 & 0/0518 & 0/0504 \\ 3 & 0/1716 & 0/4620 & 0/4290 & 0/4170 \\ 4 & 0/5889 & 0/2712 & 0/3530 & 0/1418 \end{bmatrix}$$

با این ماتریس مشخص می‌شود، در هر محصول ترتیب اهمیت معیارها چگونه است. به‌عنوان نمونه، وزن نسبی نرمال شده محصول یک در معیار چهارم یعنی قیمت برابر ۰/۱۹۵۹ می‌باشد و نشان می‌دهد که در زمینه محصول اول کیفیت مهمترین شاخص می‌باشد. این در حالی است که برای محصولات دوم تا چهارم اولین اولویت در معیارها تحویل به موقع می‌باشد. خدمات پس از فروش در همه محصولات کمترین اولویت را دارد.

برای محاسبه امتیاز شرکت‌ها در معیارها و محصولات، از روابط (۸) تا (۱۰) استفاده گردید و نتایج در جدول (۱۰) ارائه شده است (قیمت‌ها فقط در یک سطح می‌باشند).

جدول ۱۰- جدول عملکرد برای شرکت‌های تأمین‌کننده

شرکت تأمین‌کننده	محصول / موارد	روغن	گریس	گازهای صنعتی	انرژی
شرکت بهران	حداکثر تعداد سفارش قابل دریافت	۱۰۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
	درصد تأخیر	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۰	۰
	درصد کالای معیوب	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۰۰۵
	امتیاز خدمات پس از فروش	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۹
شرکت ایرانول	حداکثر تعداد سفارش قابل دریافت	۱۰۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
	درصد تأخیر	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۵	۰
	درصد کالای معیوب	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۰۰۵
	امتیاز خدمات پس از فروش	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۹
شرکت رهام	حداکثر تعداد سفارش قابل دریافت	۱۰۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
	درصد تأخیر	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۲	۰
	درصد کالای معیوب	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۱۵
	امتیاز خدمات پس از فروش	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۸
شرکت فدک صنعت	حداکثر تعداد سفارش قابل دریافت	۱۰۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
	درصد تأخیر	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۴	۰
	درصد کالای معیوب	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۳۰	۰/۰۱
	امتیاز خدمات پس از فروش	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۸

با افزایش حجم سفارش، امکان استفاده از تخفیف فراهم می‌آید. جدول (۱۱) تخفیف‌های ناشی از حجم سفارش در دو سطح را برای شرکت‌های تأمین‌کننده نشان می‌دهد. محصول چهارم (انرژی) فاقد تخفیف در حجم سفارش می‌باشد.

جدول ۱۱- قیمت در سطوح مختلف سفارش برای شرکت‌های تأمین‌کننده

شرکت تأمین‌کننده	محصول	محدوده سفارش	قیمت (ریال)
شرکت بهران	روغن	کمتر از ۷۰۰	۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۷۰۰	۳۹۲,۰۰۰,۰۰۰
	گریس	کمتر از ۵۰۰	۴۸۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۵۰۰	۴۶۵,۶۰۰,۰۰۰
	گازهای صنعتی	کمتر از ۳۰۰	۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۳۰۰	۳,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی	کمتر از-	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
شرکت ایرانول	روغن	کمتر از ۷۰۰	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۷۰۰	۲۱,۰۰۰,۰۰۰
	گریس	کمتر از ۵۰۰	۳۸۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۵۰۰	۳۶۴,۸۰۰,۰۰۰
	گازهای صنعتی	کمتر از ۳۰۰	۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۳۰۰	۲,۸۵۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی	کمتر از-	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
شرکت رهام	روغن	کمتر از ۷۰۰	۲۵۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۷۰۰	۳۴۰,۰۰۰,۰۰۰
	گریس	کمتر از ۵۰۰	۳۵۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۵۰۰	۳۳۲,۵۰۰,۰۰۰
	گازهای صنعتی	کمتر از ۳۰۰	۲,۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۳۰۰	۲,۵۳۸,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی	کمتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
شرکت فدک صنعت	روغن	کمتر از ۷۰۰	۲۴۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۷۰۰	۲۳۰,۴۰۰,۰۰۰
	گریس	کمتر از ۵۰۰	۳۴۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۵۰۰	۳۲۳,۰۰۰,۰۰۰
	گازهای صنعتی	کمتر از ۳۰۰	۲,۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از ۳۰۰	۲,۴۴۴,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی	کمتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		بیشتر از -	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

امتیازات محصول- معیار برای هر یک از شرکت‌ها در جدول (۱۲) ارائه شده است.

جدول ۱۲- امتیازات محصول- معیار برای شرکت بهران

شرکت تأمین‌کننده	معیار محصول	تحویل به موقع	کیفیت	خدمات پس از فروش	قیمت در سطح یک سفارش	قیمت در سطح دو سفارش
شرکت بهران	روغن	۱	۱	۰/۹۸	۰	۰
	گریس	۱	۱	۰/۹۸	۰	۰
	گازهای صنعتی	۱	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۹۵	۰	۰
	انرژی	۱	۱	۰/۹۹	۱	۱
شرکت ایرانول	روغن	۰/۸۵۷۱۴۳	۱	۰/۹۷	۰/۶۲۵	۰/۶۲۵
	گریس	۰/۸۵۷۱۴۳	۰/۵	۰/۹۷	۰/۷۱۴۲۸۶	۰/۷۰۶۸۷۲
	گازهای صنعتی	۰	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۹۵	۰/۷۱۴۲۸۶	۰/۷۰۰۵۹
	انرژی	۱	۱	۰/۹۹	۱	۱
شرکت رهام	روغن	۰/۵۷۱۴۲۹	۰/۶	۰/۹۶	۰/۹۳۷۵	۰/۹۴۰۵۹۴
	گریس	۰/۵۷۱۴۲۹	۱	۰/۹۵	۰/۹۲۸۵۷۱	۰/۹۳۳۳۸
	گازهای صنعتی	۰/۶	۱	۰/۹۶	۰/۹۲۸۵۷۱	۰/۹۳۰۶۷۸
	انرژی	۱	۰	۰/۹۶	۱	۱
شرکت فدک صنعت	روغن	۰	۰	۰/۹۵	۱	۱
	گریس	۰	۰	۰/۹۵	۱	۱
	گازهای صنعتی	۰/۲	۰	۰/۹۴	۱	۱
	انرژی	۱	۰/۵	۰/۹۸	۱	۱

همانطور که از مشاهده جدول (۱۲) برداشت می‌شود، شرکت بهران در دو معیار، «تحویل به موقع» و «کیفیت» دارای امتیاز عالی و در معیار «قیمت» دارای پایین‌ترین امتیاز می‌باشد. شرکت فدک صنعت در معیار «قیمت» دارای امتیاز عالی و در معیار «تحویل به‌موقع» و «کیفیت» دارای پایین‌ترین امتیاز می‌باشند.

حال پس از محاسبه امتیازهای مربوط به هر کدام از این

شرکت‌های تأمین‌کننده امکان استفاده از مدل تخصیص فراهم می‌آید که در بخش بعد به آن پرداخته می‌شود.

۴-۲. نتایج حاصل از اجرای مدل تخصیص به کمک روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط (MILP)

در این بخش به نتایج حاصل از اجرای مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای تخصیص مقادیر هر یک از محصولات به شرکت‌های تأمین‌کننده پرداخته می‌شود.

بردارهای حداکثر درصدهای تأخیر قابل قبول(T)و حداکثر درصدهای قابل قبول برای نرخ معیوب بودن محصولات (Q) عبارتند از:

$$T = \begin{bmatrix} 0/02 \\ 0/02 \\ 0/15 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad Q = \begin{bmatrix} 0/02 \\ 0/07 \\ 0/20 \\ 0/012 \end{bmatrix}$$

ماتریس‌های تأخیر (delay) و خرابی (def) محصولات عبارتند از:

$$delay = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} P1 & P2 & P3 & P4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0/01 & 0/01 & 0/1 & 0 \\ 0/02 & 0/02 & 0/15 & 0 \\ 0/04 & 0/04 & 0/12 & 0 \end{bmatrix} \end{array} 17$$

$$def = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} P1 & P2 & P3 & P4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0/01 & 0/05 & 0/20 & 0/005 \\ 0/01 & 0/07 & 0/20 & 0/005 \\ 0/03 & 0/05 & 0/15 & 0/015 \\ 0/06 & 0/09 & 0/30 & 0/01 \end{bmatrix} \end{array}$$

ماتریس تقاضا (d) برای چهار محصول در بازه زمانی یک ماهه عبارت است از:

$$d = \begin{bmatrix} 2000 \\ 1500 \\ 600 \\ 1500 \end{bmatrix}$$

در نهایت، مقادیر اختصاص یافته هر یک از محصولات به شرکت‌های تأمین‌کننده تعیین شده است که این مقادیر در جدول (۱۳)، ارائه شده است.

جدول ۱۳- مقادیر اختصاص یافته هر یک از محصولات به شرکت‌های تأمین‌کننده

محصول / تأمین کننده		روغن		گریس		گازهای صنعتی		انرژی	
بهران	سطح۱	۰/۳۳	سطح۱	۰	سطح۱	۰/۳۳	سطح۱	۰	
	سطح۲	۰	سطح۲	۰/۵۳	سطح۲	۰	سطح۲	۰/۶۷	
ایرانول	سطح۱	۰	سطح۱	۰/۲	سطح۱	۰	سطح۱	۰/۳۳	
	سطح۲	۰/۵۰	سطح۲	۰	سطح۲	۰	سطح۲	۰	
رهام	سطح۱	۰/۱۷	سطح۱	۰/۲۷	سطح۱	۰	سطح۱	۰	
	سطح۲	۰	سطح۲	۰	سطح۲	۰/۶۷	سطح۲	۰	
فدک صنعت	سطح۱	۰	سطح۱	۰	سطح۱	۰	سطح۱	۰	
	سطح۲	۰	سطح۲	۰	سطح۲	۰	سطح۲	۰	

بر اساس جدول (۱۳)، نتایج پیاده‌سازی مدل در بخش خرید شرکت فولاد مبارکه به لحاظ میزان و نوع محصول قابل سفارش به شرکت‌های مورد ارزیابی، به شرح ذیل می‌باشد:

- برای محصول روغن، ۰/۳۳ واحد را به شرکت بهران و ۰/۵۰ واحد را به شرکت ایرانول و ۰/۱۷ واحد را به شرکت رهام واگذار کند که از طریق شرکت ایرانول می‌تواند از منافع حاصل از تخفیف در حجم سفارش استفاده کند.
- برای محصول گریس، ۰/۵۳ واحد را به شرکت بهران و

۰/۲ واحد را به شرکت ایرانول و ۰/۲۷ واحد را به شرکت رهام واگذار کند که از طریق شرکت بهران می‌تواند از منافع حاصل از تخفیف در حجم سفارش استفاده کند.

- برای محصول گازهای صنعتی، ۰/۳۳ واحد را به شرکت بهران و ۰/۶۷ واحد را به شرکت رهام واگذار کند که از طریق شرکت رهام می‌تواند از منافع حاصل از تخفیف در حجم سفارش استفاده کند.
- برای محصول انرژی، ۰/۶۷ واحد را به شرکت بهران و ۰/۳۳ واحد را به شرکت ایرانول واگذار کند که از طریق شرکت بهران می‌تواند از منافع حاصل از تخفیف در حجم سفارش استفاده کند.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

امروزه مدیریت زنجیره‌تأمین به‌عنوان یک عنصر بسیار حیاتی و تأثیرگذار در استراتژی‌های سازمان‌ها بوده و یکی از مؤثرترین راه‌ها برای ایجاد ارزش برای مشتریان می‌باشد. ساختار زنجیره‌تأمین متشکل از تأمین‌کنندگان بالقوه، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتری می‌باشد و تأمین‌کنندگان به‌عنوان یکی از اعضای بااهمیت زنجیره‌تأمین نقش بسیار اساسی را در دستیابی به اهداف یک زنجیره‌تأمین ایفا می‌کنند. انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله چندمعیاره است که شامل عوامل کیفی و کمی است. فرآیند انتخاب، مقایسه گسترده تأمین‌کنندگان با استفاده از مجموعه مشترکی از معیارها و سنجه‌ها می‌باشد. به‌منظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده لازم است یک تعاملی بین عوامل ملموس و ناملموس که ممکن است با هم تعارض داشته باشند صورت گیرد.

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در شرایط چندگانه (چندمحصولی/ چندتأمین‌کننده) با در نظر گرفتن تخفیفات ناشی از حجم سفارش در شرکت فولاد مبارکه اصفهان بود. بدین‌منظور، پس از بررسی ادبیات موضوع و مراجعه به کارشناسان مربوطه برای انتخاب تأمین‌کنندگان چهار معیار (قیمت، کیفیت، تحویل به‌موقع سفارش و خدمات پس از فروش) مورد بررسی قرار گرفت. سپس به کمک یک نظرسنجی از مدیر و کارشناس بخش خرید شرکت فولاد مبارکه، این معیارها برای تأمین‌کنندگان مختلف مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند. در ادامه، برای هر معیار در هر محصول، وزن نسبی نرمال تعیین شد. سپس امتیاز هر یک از شرکت‌های تأمین‌کننده در هر محصول با توجه به معیارها محاسبه شد. در نهایت، به کمک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط، به مسأله انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص مقادیر مورد تقاضا به هر یک از شرکت‌ها پاسخ داده شد. نتایج حاکی از آن است که به‌کارگیری مدل پیشنهادی، به تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهد که با ادغام معیارهای کمی و غیرکمی، نه تنها تصمیمات خود را بهبود بخشند، بلکه این کار را به‌صورت نظام‌مند و با سطح اطمینان بالاتری انجام دهند.

پیشنهادهای کاربردی

در راستای نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهادهای زیر جهت صنایع فولاد کشور قابل استفاده می‌باشد:

۱. مدیران صنایع فولاد می‌توانند ضمن هم‌راستا کردن نیازمندی‌های تولیدی و موجودی انبار، با بهره‌گیری از قابلیت‌های نظام فناوری اطلاعات، اطلاعات مشتریان، تأمین‌کنندگان و فرآیندهای تولیدی را سازماندهی نموده تا سفارشات در کوتاه‌ترین زمان و با بهترین کیفیت به مشتریان ارسال شود.

۲. با مدیریت هزینه‌هایی که در فرآیند تولید اهمیت بیشتری دارند، می‌توان منجر به کاهش هزینه‌های کل حاصل از فرآیند تولید شده و تأمین‌کنندگانی را انتخاب نمود که با معیارهای مدنظر انطباق بیشتری داشته باشند.

۳. پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتری که شامل تأمین‌کنندگان نیز می‌شوند، یکی از پیشنهادهای مهم است؛ زیرا سازمان با توجه به مشتریان زنده است و تأمین‌کنندگان نیز اگر منافع خود را با خطر مواجه ببینند، ارتباطشان را با سازمان قطع می‌کنند.

۴. پیشنهاد می‌گردد در برخی از وزن‌دهی‌ها و تعیین نمرات اختصاصی به معیارهای انتخاب تأمین‌کننده بسته به نوع

و درجه اهمیت مواد، دقت عمل بالاتری تضمین شود.

۵. در تأمین برخی از مواد مورد نیاز، حجم سفارش به یک شرکت خاصی سفارش داده شده و در سطح قیمت پایین‌تری نسبت به‌قیمت‌های پیشنهاد شده منابع سفارشی تأمین شوند که این مهم تخفیفات قابل توجهی به همراه دارد و نهایتاً مدیریت را در هزینه‌های تحصیلی تا حد بسیار مناسبی، بهینه و مطلوب می‌نماید.

۶. مدیران صنایع فولاد می‌توانند با به‌کارگیری تکنولوژی جدید و ارتقای انعطاف‌پذیری فرآیندهای شرکت، علاوه بر پاسخگویی به تغییرات روبه‌رشد محیطی، سایر عوامل رقابتی خود، از جمله کیفیت، قیمت و قابلیت اعتماد تحویل محصولات شرکت را بهبود دهند.

پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی

در تحقیقات آتی پیشنهادهای زیر توصیه می‌گردد:

۱. در این پژوهش از تخفیف تمام واحد استفاده گردیده است، در تحقیقات آتی می‌توان از انواع دیگر تخفیفات مانند تخفیف افزایشی، حجم معاملات یا تخفیف خطی در محیط‌های چندمحصول/ چند تأمین‌کننده استفاده نمود.

۲. می‌توان مشارکت سهامداران را در فرآیند تصمیم‌گیری اضافه نمود.

۳. مدل ریاضی پیشنهاد شده را می‌توان با در نظر گرفتن شرایط تصادفی برخی از پارامترها تغییر داد.

۴. جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، از ترکیب تکنیک‌های برنامه‌ریزی آرمانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شود.

۵. از دیگر روش‌های رتبه‌بندی معیارها مانند TOPSIS فازی و ANP فازی نیز استفاده کرده و نتایج را مقایسه نمود.

پی‌نوشت

۱. صالحی سربیژن و سیاح مرکبی، ۱۳۹۵، ۱۸۲.

۲. اصغری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴، ۱۰۷.

3. Lee et al., 2011, 26.

۴. تقوی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴، ۶۶.

5. Mohammady Garfamy, 2006, 663.

6. Amin et al., 2011, 334-335.

۷. ناظری و خاکزار بفروئی، ۱۳۹۵، ۲.

8. Demirtas and Üstün, 2008, 77.

9. Ayhan and Kilic, 2015, 1.

10. Ho and Neguyen, 2007, 404.

11. Feng et al., 2005, 721.

۱۲. اصغری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴، ۷۸.

13. Chou and Chang, 2008, 2241.

۱۴. حسن‌زاده امین و همکاران، ۱۳۸۶، ۱.

۱۵. عالم‌تبریز و باقرزاده آذر، ۱۳۸۹، ۹۶.

16. Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD).

۱۷. محقر و همکاران، ۱۳۹۰، ۲۳.

18. Interpretive Structural Modeling (ISM).

19. Fuzzy Analytical Network Process (FANP).

۲۰. حمیدی و همکاران، ۱۳۹۱، ۵۹.

21. Analytic Hierarchy Process (AHP).

۲۲. کدخدازاده و مروتی شریف‌آبادی، ۱۳۹۲، ۱۱۳.

۲۳. علیخانی و عمل‌نیک، ۱۳۹۳، ۱۵.

24. Fuzzy Delphi-Analytic Hierarchy Process (FDAHP).

25. Grey VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje (Grey VIKOR).

۲۶. مظفری، ۱۳۹۴، ۵۵.

۲۷. منتیان و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۱۵.

۲۸. عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۶، ۴۵.

29. Benton, 1991, 1953.

30. Dahel, 2003, 335.

31. Xia and Wu, 2007, 494.

32. Burke et al., 2008, 317.

33. Wang and Yang, 2009, 12179.

34. Razmi and Maghool, 2010, 379.

35. Mixed Integer Programming (MIP).

36. Zhang and Zhang, 2011, 1.

37. Mansini et al., 2012, 445.

38. Genetic Algorithm (GA).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

39. Lee et al., 2013, 4733.
40. Deng et al., 2014, 150.
41. Fordyce and Webster.
42. Mahdavi Mazdeh et al., 2015, 33.
43. Pazhani et al., 2016, 612.
44. Safaei Ghadikolaei and Valipour Parkouhi, 2017, 431.
45. MATrix LABoratory (MATLAB).
46. General Algebraic Modeling System (GAMS).
47. Saaty.
۴۸. مؤمنی، ۱۳۹۲، ۴۰ و ۲۵۰.
49. Laarhoren and Padrycz.
50. Extent Analysis Method.
51. Chang.
52. Kilic et al., 2014, 84.
53. Paksoy et al., 2012, 2827.

منابع

اصغری‌زاده، عزت‌اله؛ بهروز، محمدصادق و فیاض شاهاندشتی، فروزان، «ارائه مدل ریاضی و انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی چندشاخصه»، نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، سال ۱۳، شماره ۴۴، صص ۹۰- ۷۷، پاییز ۱۳۹۴.

اصغری‌زاده، عزت‌اله؛ احمدی، سیدحسین؛ بهروز، روشنک و حسینی قوچانی، علی، «رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر تسلط آماری: مدل مارتل و زاراس (گروه تولیدی آرد البرز)»، فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۱۹، شماره ۷۴، صص ۱۳۱-۱۰۵، بهار ۱۳۹۴.

تقوی‌فرد، سیدمحمدتقی؛ دهقانی، محمدحسن و آقایی، مجتبی، «توسعه مدل تعیین میزان بهینه سفارش با انتخاب تأمین‌کننده مناسب و حل با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک NSGA-II (مورد مطالعه: شرکت مروارید پنبه‌ریز بوشهر)»، فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۹، شماره ۲، صص ۸۹-۶۵، تابستان ۱۳۹۴.

حسن‌زاده امین، سامان؛ ملک لی، هومن و تارخ، محمدجعفر، «انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از منطق فازی»، نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره‌ی تأمین و سیستم‌های اطلاعات، انجمن مدیریت استراتژیک ایران، ۱۳۸۶.

حمیدی، ناصر؛ اکبری شمیران، رضا؛ شیردل، غلامحسن و طالشی، بابک، «ارائه یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری هیبریدی فازی غیرجمعی به‌منظور اولویت‌بندی و ارزیابی تأمین‌کنندگان (شرکت آذین تنه)»، فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۶، شماره ۳، صص ۸۱-۵۹، پاییز ۱۳۹۱.

صالحی سربیژن، مرتضی و سیاح مرکبی، محسن، «ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان کارا در شرایط عدم‌قطعیت- رویکرد تحلیل پوششی داده‌های خاکستری»، فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۲۱، شماره ۸۱، صص ۲۰۳-۱۸۱، زمستان ۱۳۹۵.

عالم‌تبریز، اکبر و باقرزاده آذر، محمد، «کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان و عوامل مرتبط با تصمیم‌گیری در زنجیره‌تأمین»، فصلنامه علمی- پژوهشی کاوش‌های مدیریت بازرگانی، سال ۲، شماره ۳، صص ۱۱۶-۹۶، بهار و تابستان ۱۳۸۹.

عظیمیان، میثم؛ جوادی، حسن؛ فرشچی‌ها، عباس و نصوحی، ایمان، «انتخاب بهترین ترکیب تأمین‌کنندگان با ارائه رویکردی تلفیقی از تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و درخت تجزیه و تحلیل خطا»، مجله علمی- پژوهشی مدیریت تولید و عملیات، دوره ۸، شماره ۱، صص ۶۴-۴۵، بهار و تابستان ۱۳۹۶.

علیخانی، رضا و صادق عمل‌نیک، محسن، «مدل یکپارچه چندهدفه رضایت‌بخش فازی برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده با اقلام چندگانه و تخصیص بهینه سفارش»، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۴، صص ۳۷-۱۵، زمستان ۱۳۹۳.

کدخدازاده، حمیدرضا و مروتی شریف‌آبادی، علی، «انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از سیستم استنتاج فازی»، مجله علمی- پژوهشی مدیریت تولید و عملیات، دوره ۴، شماره ۲، صص ۱۳۲-۱۱۳، پاییز و زمستان ۱۳۹۲.

محقر، علی؛ نوری، مژگان؛ میرکاظمی مود، محمد و سرابی، نیما، «انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت‌های مهندسی و ساخت»، فصلنامه علمی- پژوهشی کاوش‌های مدیریت بازرگانی، سال ۳، شماره ۶، صص ۵۰-۲۳، پاییز و زمستان ۱۳۹۰.

مظفری، محمدمهدی، «انتخاب تأمین‌کننده با رویکرد تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی و روش ویکور خاکستری»، نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، سال ۱۳، شماره ۴۳، صص ۶۸-۵۵، تابستان ۱۳۹۴.

منتیان، محمدعلی؛ چاقویی، یحیی و ادیبی سده، محمدحسین، «توسعه یک مدل استراتژیک برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از رویکردهای مدل‌سازی معادلات ساختاری و منطق فازی»، پژوهش‌های مدیریت راهبردی، سال ۲۲، شماره ۶۰، صص ۱۳۹-۱۱۵، بهار ۱۳۹۵.

مؤمنی، منصور، مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

ناظری، علی و خاکزار بفروئی، مرتضی، «ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش چندمحصولی با در نظر گرفتن ریسک با الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات چندهدفه (MOPSO) در شرایط فازی»، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۳، شماره ۱، صص ۱۴-۱، بهار ۱۳۹۵.

Amin, S.H., Razmi, J. and Zhang, G., "Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming", Expert Systems with Applications, Vol. 38, No. 1, pp. 334-342, 2011.

Ayhan, M.B. and Kilic, H.S., "A two stage approach for supplier selection problem in multi-item/ multi-supplier environment with quantity discounts", Computers & Industrial Engineering, Vol. 85, pp. 1-12, 2015.

Benton, W. C., "Quantity discount decisions under conditions of multiple items, multiple suppliers and resource limitations", The International Journal of Production Research, Vol. 29, No. 10, pp. 1953-1961, 1991.

Burke, G. J., Carrillo, J. and Vakharia, A. J., "Heuristics for sourcing from multiple suppliers with alternative quantity discounts". European Journal of Operational Research, Vol. 186, No. 1, pp. 317-329, 2008.

Chou, S.Y. and Chang, Y.H., "A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy smart approach". Expert Systems with Applications, Vol. 34, No. 4, pp. 2241-2253, 2008.

Dahel, N. E., "Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environments", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 8, No. 4, pp. 335-342, 2003.

Demirtas, E. A. and Üstün, O., "An integrated multiobjective decision making process for supplier selection and order allocation", Omega– The International Journal of Management Science, Vol. 36, No. 1, pp. 76-90, 2008.

Deng, S., Aydin, R., Kwong, C. K. and Huang, Y., "Integrated product line design and supplier selection: A multi objective optimization paradigm", Computers & Industrial Engineering, Vol. 70, pp. 150-158, 2014.

Feng, D. Z., Chen, L. L. and Jiang, M. X., "Vendor selection in supply chain system: An approach using fuzzy decision and AHP", In Services Systems and Services Management, 2005. Proceedings of ICSSSM'05. 2005 International Conference on (Vol. 1, pp. 721-725). IEEE.

Ho, C. and Neguyen, P.M., "Supplier evaluation and selection criteria in the construction industry of Taiwan and Vietnam", Information and Management Sciences, Vol. 18, No. 4, pp. 403-426, 2007.

Kilic, H. S., Zaim, S. and Delen, D., "Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines", Decision Support Systems, Vol. 66, pp. 82-92, 2014.

Lee, T. R., Phuong Nha Le, T., Genovese, A. and Koh, L. S., "Using FAHP to determine the criteria for partner's selection within a green supply chain", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 23, No. 1, pp. 25-55, 2011.

Lee, A. H. I., Kang, H.Y., Lai, C.M. and Hong, W.Y., "An integrated model for lot sizing with supplier selection and quantity discounts", Applied Mathematical Modelling, Vol. 37, No. 7, pp. 4733-4746, 2013.

Mahdavi Mazdeh, M., Emadikhiav, M. and Parsa, I., "A heuristic to solve the dynamic lot sizing problem with supplier selection and quantity discounts", Computers & Industrial Engineering, Vol. 85, pp. 33-43, 2015.

Mansini, R., Savelsbergh, M. W. P. and Tocchella, B., "The supplier selection problem with quantity discounts and truckload shipping", Omega –The International journal of Management Science, Vol. 40, No. 4, pp. 445-455, 2012.

Mohammady Garfamy, R., "A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection", Journal of Enterprise Information Management, Vol. 19, No. 6, pp. 662-678, 2006.

Paksoy, T., Pehlivan, N. Y. and Kahraman, C., "Organizational strategy development in distribution channel management using fuzzy AHP and hierarchical fuzzy TOPSIS", Expert Systems with Applications, Vol. 39, No. 3, pp. 2822-2841, 2012.

Pazhani, S., Ventura, J.A. and Mendoza, A., "A serial inventory system with supplier selection and order quantity allocation considering transportation costs", Applied Mathematical Modelling, Vol. 40, No. 1, pp. 612-634, 2016.

Razmi, J. and Maghool, E., "Multi-item supplier selection and lot-sizing planning under multiple

price discounts using augmented ε-constraint and Tchebycheff method", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 49, No. (1-4), pp. 379-392, 2010.

Safaei Ghadikolaei, A. and Valipour Parkouhi, S., "A resilience approach for supplier selection: Using Fuzzy Analytic Network Process and grey VIKOR techniques", Journal of Cleaner Production, Vol. 161, pp. 431-451, 2017.

Wang, T.Y. and Yang, Y.H., "A Fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments", Expert Systems with applications, Vol. 36, No. 10, pp. 12179-12187, 2009.

Xia, W. and Wu, Z., "Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments", Omega –The International journal of Management Science, Vol. 35, No. 5, pp. 494-504, 2007.

Zhang, J.I. and Zhang, M.Y., "Supplier selection and purchase problem with fixed cost and constrained order quantities under stochastic demand", International Journal of Production Economics, Vol. 129, No. 1, pp. 1-7, 2011.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی