مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دوازدهم، شماره سوم (پیاپی ٤٦)، پاییز٩٤، ص ص ٦٧-٤٩
شاپا ٧٢٨٦-٢٢٥١

به‌کارگیری اوزان کاردینال در مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی وزن‌دار به منظور تعیین میزان خرید بهینه از تامین‌کنندگان

حمید شاهبندرزاده[1]، علیرضا پیکام [2]*

۱- استادیار، دانشگاه خلیج فارس، گروه مدیریت صنعتی، بوشهر، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه خلیج فارس، گروه مدیریت صنعتی، بوشهر، ایران

رسید مقاله: ۷ اسفند ۱۳۹۳

پذیرش مقاله: ۱ مرداد ۱۳۹۴

چکیده

به دلیل نقش اساسی که تامین‌کنندگان در دستیابی به اهداف زنجیره تامین دارند، مساله تخصیص سفارش‌ها خرید به تامین‌کنندگان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مدیران خرید در یک زنجیره تامین می‌باشد. در این مقاله سعی شده است بامطالعه ادبیات نظری، شاخص‌های موثر در انتخاب تامین‌کننده شناسایی و پالایش شوند. سپس با استفاده از روش تخصیص خطی این شاخص‌ها اولویت‌بندی و پس‌ازآن با استفاده از روش اصغر پور به اوزان کاردینال این شاخص‌ها دست‌یافته شود. در ادامه مدل برنامه‌ریزی چندهدفه برای تعیین مقادیر سفارش به تامین‌کنندگان با توجه به محدودیت‌ها و اهداف پژوهش، طراحی و برای حل آن از مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی وزن‌دار استفاده گردیده است. با فرض اینکه تصمیم‌گیرنده از جواب‌های به‌دست‌آمده راضی نشده باشد، از روش توسعه‌یافته‌ی آریخان با در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده و وزن شاخص‌ها (اهداف و محدودیت‌های فازی) استفاده می‌شود تا درنهایت تصمیم‌گیرنده به سطح‌های دستیابی موردنظرش در اهداف و محدودیت‌های فازی برسد و میزان سفارش به تامین‌کنندگان مشخص شود.

کلمات کلیدی: انتخاب تامین‌کننده، سفارش بهینه، تخصیص خطی، اوزان کاردینال، برنامه‌ریزی چندهدفه فازی.

۱ مقدمه

انتخاب تامین‌کننده، تاثیر قابل‌توجهی بر بهینه‌سازی کیفیت، کمیت، ارسال به‌موقع و قیمت کالاها و خدمات خریداری‌شده دارد[۱] [۲]. به‌طورکلی می‌توان گفت که مساله انتخاب تامین‌کننده یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) است. زیرا لازم است تامین‌کنندگان را بر اساس بیش از یک شاخص یا معیار با یکدیگر مقایسه نمود[۳]. در دهه اخیر، مدیریت خرید در زنجیره عرضه چالشی برای بیشتر شرکت‌ها بوده است و نیاز به دستیابی به یک سطح رقابتی جهانی درزمینه‌ی عرضه به‌طور اساسی افزایش پیداکرده است[۴]. در بیشتر صنایع،

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: peykam.alireza67@gmail.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

هزینه مواد خام و قطعات، هزینه اصلی یک محصول را تشکیل می‌دهند[۵]. بنابراین، بخش خرید می‌تواند نقش کلیدی را در کارایی و اثربخشی یک سازمان ایفا کرده و اثر مستقیمی روی کاهش هزینه، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد[۶]. علاوه بر این، ازآنجایی‌که هم‌اکنون عرضه‌کنندگان اثر اساسی را بر روی موفقیت یا شکست یک شرکت اعمال می‌کنند، خرید که قبلاً به‌عنوان یک ابزار تاکتیکی محض در نظر گرفته می‌شد، هم‌اکنون به‌عنوان یک وظیفه استراتژیک شناخته می‌شود[۷]. در این مقاله به موضوع تخصیص سفارش‌ها به تامین‌کنندگان پرداخته‌شده است. این مساله یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. در دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان اطلاعات دقیق و کاملی در ارتباط با معیارها و محدودیت‌ها ندارند. لذا همواره نوعی عدم قطعیت در مساله وجود دارد. مدل‌های قطعی به‌راحتی نمی‌توانند، عدم قطعیت را در مساله لحاظ نمایند. در این شرایط تئوری فازی یکی از بهترین ابزارها برای پاسخگویی به این نیاز می‌باشند. یکی از روش‌هایی که درزمینه‌ی مسایل تصمیم‌گیری و مدیریت متداول است، استفاده از مدل‌سازی به‌صورت عام و بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی به‌صورت خاص است. هدف از مدل‌سازی به تصویر درآوردن مسایل و مشکلات دنیای واقعی است، به‌طوری‌که بتوان با استفاده از یک مدل مجازی از مساله واقعی، تأثیر استراتژی‌ها و تصمیم‌های مختلف را بر روی مساله آزمایش کرد، بدون اینکه متحمل هزینه‌های دنیای خارج شد[۸]. ازاین‌رو به دلیل اینکه موضوع تخصیص سفارش‌ها به تامین‌کنندگان یک مساله چندمعیاره می‌باشد که در آن اهمیت معیارها با توجه به استراتژی‌های زنجیره تامین متفاوت است و به دلیل وجود عدم قطعیت در پارامترها، در این مقاله جهت مدل‌سازی مساله از یک مدل چندهدفه فازی که در آن بتوان اهمیت و وزن معیارها را به همراه ارجحیت و نظر تصمیم‌گیرنده اعمال نمود، توسعه داده‌شده است.

۲ پیشینه پژوهش

مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده از مطالعات ۱۹۶۰ تاکنون مورد تأکید قرارگرفته است. اولین تحقیق در حوزه انتخاب تأمین‌کننده را دیکسون انجام داد که منجر به شناسایی و رتبه‌بندی ۲۳ معیار شد[۹]. وبر و همکارانش[۱۰] در مروری جامع، ۷۴ مقاله را بررسی و آن‌ها را برحسب معیارهای دیکسون دسته‌بندی کردند. ادبیات نظری فراوانی در حوزه انتخاب تأمین‌کننده و مدل‌های تصمیم‌گیری در مورد آن وجود دارد. مدل‌های تصمیم‌گیری موجود اساساً درصدد پاسخگویی به این سوالات هستند: چه تعداد تأمین‌کننده، مناسب است؟ خط‌مشی سفارش دهی بهینه چیست؟ و میزان سفارش بهینه به هرکدام از تامین‌کنندگان به چه میزان است؟ برای پاسخ به این سوالات، مدل‌های قطعی بسیاری ارایه‌شده‌اند. ازجمله محققینی که چنین مدل‌هایی را ارایه کرده‌اند، می‌توان به بنتال [۱۱]، هانگ و هایا [۱۲]، قدسی‌پور و اُبرایان [۱۳]، داهل [۱۴]، هانگ‌هونگ و همکاران[۱۵] اشاره کرد. آریخان [۱۶] در پژوهش خود مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده چندمنبعه را به‌صورت یک مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی چندهدفه در نظر گرفته است. سه تابع هدف این مدل به ترتیب عبارت‌اند از: کمینه کردن هزینه، بیشینه کردن کیفیت و بیشینه کردن زمان تحویل به‌موقع. در این پژوهش، از توابع عضویت مثلثی برای اهداف قیمت، کیفیت و تحویل و همچنین محدودیت تقاضا استفاده‌شده است. آریخان در این پژوهش به‌منظور حل مساله، یک مدل

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

برنامه‌ریزی فازی و یک روش حل جدید برای پاسخ به آرمان‌ها و خواسته‌های تصمیم‌گیرنده در مورد اهداف فازی ارایه داده است. سلکوک کلیک[۱۷] در پژوهشی دیگر یک رویکرد یکپارچه شامل تکنیک تاپسیس فازی برای اولویت سفارش و یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ترکیبی برای انتخاب بهترین تامین‌کننده در یک محیط چند تامین‌کننده‌ای ارایه داده است. در این پژوهش، مقدار اهمیت هر تامین‌کننده برای هر محصول با استفاده از تاپسیس فازی در اولین مرحله به دست می‌آید. در مرحله بعد، این مقادیر به‌عنوان ورودی در مدل ریاضی که تعداد خرید از هر تامین‌کننده را مشخص می‌کند، استفاده می‌شود. کنان و همکاران[۱۸] در مقاله خود، یک رویکرد یکپارچه از تئوری مطلوبیت چند شاخصه‌ی فازی و برنامه‌ریزی چندهدفه برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین تامین‌کننده سبز مطابق با معیار محیطی و اقتصادی و سپس تخصیص مقدار سفارش بهینه به آن‌ها ارایه کرده‌اند. در ابتدا، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی برای اولویت سفارش به‌منظور تحلیل اهمیت معیارهای چندگانه با ترکیب نظر کارشناسان و به‌منظور تعیین بهترین تامین‌کننده سبز به‌کاربرده می‌شود. سپس، برنامه‌ریزی خطی چندهدفه برای در نظر گرفتن و فرموله کردن محدودیت‌های مختلف مانند کنترل کیفیت، ظرفیت و اهداف دیگر استفاده می‌گردد. هدف مدل ریاضی این است که به‌طور هم‌زمان کل ارزش خرید را بیشینه و کل هزینه خرید را کمینه کند. برای کم کردن ذهنیت ترجیحات تصمیم‌گیرندگان، در این پژوهش از منطق فازی استفاده‌شده است. لین و همکاران[۱۹] در پژوهش خود مدل برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) را برای انتخاب تامین‌کننده در صنایع الکترونیکی ارایه کردند. برای ایجاد یک محیط خرید به‌موقع، روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، روش تاپسیس و برنامه‌ریزی خطی(LP) به‌طور اثربخش در فرآیند انتخاب تامین‌کننده به کار می‌رود.ANP و تاپسیس برای محاسبه وزن و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان استفاده می‌شوند وLP به‌طور موثر مقدار سفارش را به هر فروشنده تخصیص می‌دهد. دبلیو و همکاران[۲۰] در مقاله‌ی خود یک فرآیند تصمیم‌گیری چندهدفه ادغامی را با استفاده از ANP و برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی (MIP) برای انتخاب تامین‌کننده‌ی بهینه ارایه داده‌اند. معیارها که با استفاده از روش دلفی از خبرگان جمع‌آوری می‌شوند، برای ایجاد یک مدلANP استفاده می‌شود و در ادامه با جمع‌آوری داده از خبرگان تحلیل و اهمیت گذاری می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که هزینه هر واحد و هزینه هر واحد محصول معیوب عوامل مهم در انتخاب تامین‌کننده هستند. پس‌ازآن، نتایج ANP به‌عنوان ضرایب تابع هدف در MIP برای تخصیص مقدار سفارش به تامین‌کنندگان استفاده می‌شود. همچنین روح‌بخش معیاری دوم و همکاران[۲۱] نیز در پژوهش خود تلاش کرده‌اند تا با ارایه چارچوبی منسجم و قابل‌اطمینان، به گردآوری و رتبه‌بندی معیارهـا و زیرمعیارهای مناسب جهت انتخاب یک تامین‌کننده خدمات لجستیک از میان گزینه‌های موجود دست یابـند. در ایـن رویکـرد، از تلفیـق تکنیک‌های توسعه عملکرد کیفیت، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تئوری فازی برای این رتبه‌بندی بهره برده شده است. شایان‌ذکر است در این تحقیق، نهایتاً هفت معیار و هجده زیر معیار گردآوری، ارزیابی و رتبه‌بندی شده است.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

۳ روش‌شناسی

روش این پژوهش از نوع کاربردی – میدانی است. در اولین گام پژوهش اقدام به شناسایی و پالایش مهم‌ترین شاخص‌های موثر بر انتخاب تامین‌کننده با استفاده از ادبیات نظری و مصاحبه با خبرگان شده است. در مرحله‌ی بعد پرسشنامه‌ی مربوط به رتبه‌بندی شاخص‌ها ازنظر میزان تأثیر در انتخاب تامین‌کننده در اختیار ۳ خبره دانشگاهی و ۳ کارشناس صنعت قرارگرفته تا شاخص‌ها را ازنظر اهمیت رتبه‌بندی کنند. قبل از انجام این گام، اقدام به وزن دهی به خبرگان بر اساس شاخص‌های تخصص، سابقه‌ی کاری مرتبط و میزان تحصیلات با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌شود. در گام بعد با استفاده از روش تخصیص خطی به تجمیع نظرات افراد در رتبه‌بندی شاخص‌ها با توجه به وزن و اهمیت خبرگان پرداخته‌شده است. خروجی روش تخصیص خطی اولویت‌بندی شاخص‌های موثر بر انتخاب تامین‌کننده است. در گام بعد از روش اصغر پور برای رسیدن به اوزان کاردینال شاخص‌ها با توجه به میزان ارجحیت شاخص‌ها ازنظر خبرگان پرداخته‌شده است. در مرحله‌ی بعد به طراحی مدل برنامه‌ریزی چندهدفه با استفاده از مقادیر شاخص‌های کیفی و کمی مربوط به تامین‌کنندگان و محدودیت‌های تقاضای شرکت و عرضه‌ی تامین‌کنندگان پرداخته می‌شود. برای حل مدل برنامه‌ریزی چندهدفه از مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی و روش بیشینه – کمینه با توجه به توابع عضویت اهداف و محدودیت‌های فازی استفاده گردید و خروجی مدل اصغر پور که اوزان شاخص‌هاست در تابع هدف مدل بیشینه – کمینه قرار داده شد. با حل این مدل مقدار سفارش تعیین‌شده برای هر تامین‌کننده و سطح دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرد. با فرض اینکه تصمیم‌گیرنده از سطح‌های دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی راضی نشده باشد، میزان سطح دستیابی به اهداف و محدودیت‌های موردنظر تصمیم‌گیرنده به‌صورت محدودیت در مدل ارایه‌شده در پژوهش که مدل توسعه‌یافته‌ی آریخان با در نظر گرفتن وزن اهداف و محدودیت‌هاست قرار داده می‌شود. اگر سطح‌های دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی، موردقبول تصمیم‌گیرنده قرار گرفت، فرآیند حل به پایان می‌رسد، وگرنه مجدداً سطح‌های دستیابی قابل‌قبول از تصمیم‌گیرنده پرسش می‌شود و مجدداً مدل مذکور اجرا می‌شود. این فرآیند تا زمانی که تصمیم‌گیرنده به سطح‌های موردنظرش در اهداف و محدودیت‌ها برسد، ادامه دارد تا درنهایت تصمیم‌گیرنده به سطح‌های دستیابی موردنظرش در اهداف و محدودیت‌های فازی برسد. با اجرای این مدل، میزان سفارش تعیین‌شده برای هر تامین‌کننده با در نظر گرفتن ارجحیت تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود.

۳-۱ روش تخصیص خطی

روش تخصیص خطی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و از زیر مجموع مدل‌های جبرانی است که خروجی آن به‌صورت یک مجموعه از رتبه‌ها بوده، به‌نحوی‌که هماهنگی لازم را به مناسب‌ترین صورت تامین می‌نماید[۲۲]. در این روش گزینه‌های مفروض از مساله برحسب امتیازات آن‌ها از هر شاخص موجود رتبه‌بندی شده و سپس، رتبه نهایی گزینه‌ها از طریق فرایند خطی مشخص می‌شود. به‌طور خلاصه، الگوریتم این روش به‌این‌ترتیب است که:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

۱. رتبه هر گزینه (A_i) به ازای هر یک از شاخص‌های موجود (X_j) مشخص می‌شود.
۲. یک ماتریس مرجع $T_{m\times m}$ با عناصر غیر منفی چنان در نظر گرفته می‌شود که هر عنصر آن بیانگر تعداد دفعاتی باشد که گزینه i در رتبه k ام ازنظر شاخص‌های مختلف رتبه‌بندی شده باشد.
۳. رتبه نهایی برای هر گزینه (A_i) محاسبه می‌شود. به این منظور برای هر رتبه k ($k = ۱,۲,...,m$)، A_i پیدا می‌شود که بیشترین اثر را برای آن رتبه داشته باشد و تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را حداکثر سازد.

$$Max \quad \sum_{i=۱}^{m}\sum_{k=۱}^{m} r_{ij}.h_{ik}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{k=۱}^{m} h_{ik} = ۱, \qquad (۱)$$

$$\sum_{i=۱}^{m} h_{ik} = ۱,$$

$$h_{ik} = ۰ \; or \; ۱, \quad i = ۱,۲,...,m, \quad k = ۱,۲,...,m.$$

پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی یک ماتریس مربع $T_{m\times m}$ به‌گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که A_i به رتبه‌ی نهایی k ام واگذار شود ، درصورتی‌که $h_{i,k} = ۱$ باشد، در غیر این صورت $h_{i,k} = ۰$ می‌شود[۲۳].

۳-۲ مشخص کردن امتیازات کاردینال با استفاده از رتبه‌بندی‌های مفروض برای m گزینه

اکثر الگوریتم‌های گروهی و موجود تاکنون، برای اولویت‌بندی m گزینه (به‌صورت کاندیدا و یا در مقابل m شاخص مفروض) موفق به ارایه رتبه‌بندی از اولویت‌ها می‌گردند. بدون آنکه به‌شدت ارجحیت ممکن از رتبه‌بندی‌ها توجهی داشته باشند. تعدادی از الگوریتم‌ها در این زمینه به‌صورت تصمیم‌گیری گروهی مطرح گردیده است. مانند توابع انتخاب دسته‌جمعی «بردا» ، «کوک و سیفرد» ، «برناردو» و... لازم به توضیح است که الگوریتم‌های رتبه‌بندی نیاز به مفروضات کمتری نسبت به الگوریتم‌های کاردینال دارند. الگوریتمی که در ادامه توضیح داده می‌شود (از اصغر پور) با استفاده از اولویت‌بندی از m گزینه و با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی به اوزان کاردینال برای گزینه‌ها می‌رسد. برای استفاده از این مدل فرض می‌شود یک اولویت‌بندی از m گزینه، به‌طور نمونه به‌صورت ذیل مفروض باشد:

$$A_۱^{(i)} > A_۲^{(i')} > ... > A_j^{(t)} > A_{j+۱}^{l} > ... > A_{m+۱}^{(i'')} > A_m^{(i''')} \qquad (۲)$$

به‌طوری‌که $A^{(i)}$ در رتبه یکم و گزینه $A^{(i'')}$ در آخرین رتبه (m) واقع‌شده است. از طرفی تنها استنباط صحیح از رابطه $A_j^{(t)} > A_{j+۱}^{(l)}$ (به ازای برتری گزینه t بر گزینه l) این واقعیت است که می‌بایست $W_j > W_{j+۱}$ باشد. بدین لحاظ برای اولویت‌بندی (رابطه ۲) باید داشته باشیم:

$$w_۱ > w_۲ > ... > w_j > w_{j+۱} > ... > w_{m-۱} > w_m \qquad (۳)$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

و به‌بیان‌دیگر:

$$(w_1 - w_2) > 0, (w_2 - w_3) > 0, \ldots, (w_j - w_{j+1}) > 0, \ldots, (w_{m-1} - w_m) > 0 \quad (۴)$$

اما، به‌منظور رعایت و در نظر گرفتن نظر خبرگان، از پارامتر j استفاده می‌نماییم یعنی:

$$j_1(w_1 - w_2) > 0, j_2(w_2 - w_3) > 0, \ldots, j_n(w_n - w_{n+1}) > 0, \ldots, j_{(m-1)}(w_{m-1} - w_m) > 0, j_m(w_m) > 0 \quad (۵)$$

پارامتر j ضریبی است که به‌منظور رعایت شدن شدت ارجحیت در نامعادلات فوق با توجه به نظرات خبرگان اعمال می‌گردد. البته درروش اصغر پور پیشنهادشده است که j به‌صورت توالی یکنواخت صعودی از اعداد (به‌عنوان‌مثال: ۱،۲،۳ و الی آخر) قرار داده شود. لکن به نظر می‌رسد بکار بردن توالی یکنواخت از اعداد برای مسایلی با تعداد شاخص یکسان، به اوزان ثابت و همسانی منجر شود که تاثیر نظر خبرگان بر وزن دهی را زیرسوال می‌برد. لذا پیشنهاد می‌شود به‌جای اعمال اعداد یکنواخت برای j، با استفاده از امتیازهای تخصیص خطی، و تقسیم این امتیازها بر امتیاز شاخص برتر، به‌توالی ای صعودی از اعداد دست‌یافته شود که با نظرات خبرگان متناسب است و برای شدت نظرات خبرگان در اولویت‌دهی به شاخص‌ها اهمیت قایل می‌شود[۲۴].

بنابراین به‌منظور دسترسی به ارزش‌های مناسب از w های موجود می‌بایست:

$$\begin{aligned} &Max \quad \{j_1(w_1 - w_2), j_2(w_2 - w_3), \ldots, j_n(w_n - w_{n+1}), \ldots, j_{(m-1)}(w_{m-1} - w_m), j_m(w_m)\} \\ &s.t. \\ &\qquad \sum_{j=1}^{m} w_n = 1, \quad w_n \geq 0 \end{aligned} \quad (۶)$$

برای بیشینه‌سازی از مدل چندهدفه فوق (MODM) کافی است کمینه آن اهداف را بیشینه نماییم، بدین‌صورت:

$$\begin{aligned} &Max \quad Z \\ &s.t. \\ &\qquad Z \leq j(w_j^{(t)} - w_{j+1}^{(l)}), \\ &\qquad Z \leq m w_m^{(i^m)}, \\ &\qquad \sum_{j=1}^{m} w_j^{(i)} = 1, \\ &\qquad w_j^{(i)} \geq 0, \\ &\qquad j = \{1,2,3,\ldots,m\}, \quad t,l = \{1,2,3,\ldots,m\}, \quad i = \{1,2,3,\ldots,m\}. \end{aligned} \quad (۷)$$

Z یک مقدار دلخواه بوده با حل این مدل اوزان کاردینال شاخص‌ها (اوزان نسبی مدل) به دست می‌آید، همچنین $w_j^{(i)}$ نشان‌دهنده وزن کاردینال برای گزینه i ام واقع در رتبه j ام است[۲۵].

۳-۳ تخصیص سفارش به کمک برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه

همان‌گونه که اشاره شد مساله انتخاب تامین‌کننده یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره (چندهدفه) است و غالب مدل‌های برنامه‌ریزی که به این منظور تهیه‌شده‌اند با رویکرد چند معیاره تهیه‌شده‌اند. یک مدل عمومی ریاضی

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

که کمابیش با تغییرات مختصری در بسیاری از تحقیقات ازجمله مراجع[۲۶] و[۲۷]به‌کاررفته است به‌صورت زیر است:

$$
\begin{aligned}
&Min(z_1) = \sum_{i=1}^{n} P_i(x_i) \\
&Max(z_2) = \sum_{i=1}^{n} Q_i(x_i) \\
&Max(z_3) = \sum_{i=1}^{n} S_i(x_i) \\
&Max(z_4) = \sum_{i=1}^{n} H_i(x_i) \\
&Max(z_4) = \sum_{i=1}^{n} R_i(x_i) \\
&Min(z_5) = \sum_{i=1}^{n} F_i(x_i) \\
&s.t. \\
&\qquad \sum_{i=1}^{n} x_i = D, \\
&\qquad x_i \le C_i \quad i = 1,..,n \quad \text{و به ازای هر} \\
&\qquad x_i \ge 0 \quad \text{و صحیح}
\end{aligned}
\tag{۸}
$$

در مدل فوق، i تامین‌کننده iام $(i = 1,2,3,...,n)$، x_i تعداد واحدهای خریداری‌شده از تامین‌کننده‌ی i، Dتقاضای کل در طول یک دوره‌ی ثابت، n تعداد تامین‌کننده، P_i هزینه‌ی خرید هر واحد از تامین‌کننده‌ی iام، Q_i درصد واحدهای قابل‌قبول دریافت شده از تامین‌کننده‌ی iام، S_i در صد دریافت‌های به‌موقع از تامین‌کننده‌ی iام، H_i سابقه‌ی همکاری تامین‌کننده‌ی iام با کارخانه، R_i درصد خوش‌نامی و اعتبار تامین‌کننده‌ی iام در صنعت، F_i فاصله‌ی مکانی تامین‌کننده با کارخانه و C_i ظرفیت تامین‌کننده‌ی iام است. اگر دقت کنید خواهید دید که تابع هدف اول هزینه‌ی مالی کل را کمینه می‌کند و توابع هدف دوم تا پنجم به ترتیب کیفیت کل واحدهای خریداری‌شده ، نرخ تحویل به‌موقع محصول، سابقه‌ی همکاری با تامین‌کننده و شهرت و اعتبار تامین‌کنندگان را بیشینه می‌کنند و تابع هدف ششم نیز فاصله‌ی مکانی کارخانه با تامین‌کنندگان را کمینه می‌کند. همچنین محدودیت اول اطمینان می‌دهد که تقاضای کل برآورده می‌شود. محدودیت دوم به این معنی است که کمیت سفارش از هر تامین‌کننده باید برابر یا کم‌تر از ظرفیت آن باشد و محدودیت سوم سفارش‌های منفی را حذف می‌کند. در این مطالعه، سطح‌های آرمانی برای اهداف و محدودیت‌ها فازی در نظر گرفته می‌شود.

۳-۳-۱ مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی برای انتخاب تامین‌کننده

مساله‌ی برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی با L تابع هدف فازی و S محدودیت فازی به‌صورت زیر در نظر گرفته‌شده است [۱۶]:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

$$
\begin{aligned}
&Find\ x\\
&s.t.\\
&\quad c_k x \ \tilde{\geq}\ z_{k,}\quad k \in I_1\\
&\quad c_k x \ \tilde{\leq}\ z_{k,}\quad k \in I_2\\
&\quad a_r x \ \tilde{=}\ b_{r,}\quad r \in T\\
&\quad x \in X
\end{aligned}
\qquad (۹)
$$

که $I_1 \cup I_2 = \{1,2,...,l\}, I_1 \cap I_2 = \varnothing$ و X مجموعه‌ای از محدودیت‌های خطی قطعی و قیدهای علامت است.

$$c_k x = \sum_{i=1}^{n} c_{ki} x_i \quad k = 1,...,l \qquad (۱۰)$$

$$a_r x = \sum_{i=1}^{n} a_{ri} x_i \quad r = 1,..,s \qquad (۱۱)$$

برای $K \in I_{1,2}$، z_k سطح آرمانی نادقیق برای k امین تابع هدف است. $Z_K \in [Z_K^L, Z_K^U]$ به ترتیب مرزهای پایین و بالای آرمانی برای K امین تابع هدف فازی و $b_r \in [b_r^L, b_r^U]$ نیز به ترتیب مرزهای پایین و بالا آرمانی برای r امین محدودیت فازی هستند. بر طبق برنامه‌ریزی ریاضی فازی، هر هدف و محدودیت فازی در ضوابط زیرمجموعه‌ها با توابع عضویت مناسب تعریف می‌شوند،که به ترتیب با $\mu_K(C_K X)$ برای $K \in I_{1,2}$ و $\mu_r(a_r X)$ برای $r \in T$ مشخص می‌شوند. با فرض اینکه توابع عضویت خطی هستند، تعاریف ریاضی به‌صورت زیر خواهند آمد:

$$\mu_k(c_k x) = \begin{cases} 1 & if \quad c_k x \geq z_K^U \\ \dfrac{(c_k x) - z_K^L}{z_K^U - z_K^L} & if \quad z_K^L \leq c_k x \leq z_K^U, \quad \forall k \in I_1 \\ 0 & if \quad c_k x \leq z_K^L \end{cases} \qquad (۱۲)$$

$$\mu_k(c_k x) = \begin{cases} 1 & if \quad c_k x \leq z_K^L \\ \dfrac{z_K^U - (c_k x)}{z_K^U - z_K^L} & if \quad z_K^L \leq c_k x \leq z_K^U, \quad \forall k \in I_2 \\ 0 & if \quad c_k x \geq z_K^L \end{cases} \qquad (۱۳)$$

$$\mu_r(a_r x) = \begin{cases} 0 & if \quad c_k x \leq z_K^L \\ \dfrac{a_r x - b_r^L}{b_r - b_r^L} & if \quad b_r^L \leq a_r x \leq b_r \\ \dfrac{b_r^u - (a_r x)}{b_r^u - b_r} & if \quad b_r \leq a_r x \leq b_r^U \\ 0 & if \quad a_r x \geq b_r^u \end{cases} , \forall r \in T \qquad (۱۴)$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

رابطه (۱۲) افزایش خطی یکنواخت تابع عضویت μ_K (C_KX) برای بیشینه کردن اهداف با سطح‌های آرمانی فازی و رابطه (۱۳) کاهش خطی یکنواخت تابع عضویت $\mu_K(C_KX)$ برای کمینه کردن اهداف با سطح‌های آرمانی فازی را نشان می‌دهد. رابطه (۱۴) نیز تابع عضویت مثلثی $\mu_r(a_rX)$ برای محدودیت‌هاست.

۳-۳-۲ مدل بیشینه – کمینه‌ی وزن‌دار

چن و تاسی [۲۸] نشان دادند که در برخی موارد، به دلیل وزن زیاد برخی اهداف، سطح‌های دستیابی به اهداف، ممکن است که متناظر با نسبت تعیین‌شده برای وزن‌ها نباشد. درصورتی‌که این موضوع برای تصمیم‌گیرنده حایز اهمیت باشد، از روش بیشینه – کمینه‌ی وزن‌دار استفاده می‌شود. مدل بیشینه–کمینه، رویکردی برای حل مدل چندهدفه فازی (رابطه (۹)) است. در این مدل W_k و β_r به ترتیب وزن اهداف و محدودیت‌های فازی هستند. در این روش همان‌گونه که مشخص‌شده است، وزن اهداف در تابع هدف لحاظ شده است که به‌گونه‌ای ضریبی برای برآورده شدن اهداف نیز هست. این مدل به‌صورت رابطه (۱۶) تعریف‌شده است:[۲۹] [۳۰] [۳۱]

$$\max \ \lambda + \{\sum_{k=1}^{l} w_k \mu_k(c_k x) + \sum_{r=1}^{s} \beta_r \mu_r(a_r x)\}/(l+S)$$

$$s.t.$$

$$\begin{aligned} &\lambda \le \mu_k(c_k x), \qquad k = 1,2,...,l \\ &\lambda \le \mu_r(a_r x), \qquad r = 1,2,...,s \\ &\sum_{j=1}^{l} w_k + \sum_{r=1}^{s} \beta_r = 1 \\ &w_k, \beta_r \ge 0 \\ &\lambda \in [0,1] \\ &x \in X \end{aligned} \qquad (15)$$

در معادله‌ی فوق λ کمینه‌ی درجه‌ی رضایت است و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$M \ \text{in}_{k,r}\{\mu_k(c_k x), \mu_r(a_r x)\}, \quad k = 1,2,...,l; r = 1,2,...,s. \qquad \text{به ازای} \qquad (16)$$

۳-۳-۳ مدل ارایه‌شده‌ی پژوهش

آریخان در مدل خود ارجحیت تصمیم‌گیرنده را نیز در حل مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی در نظر می‌گیرد[۱۶]. حال اگر هرکدام از شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده دارای وزن باشند و به‌عبارت‌دیگر دارای اولویت باشند، این اوزان باید به‌گونه‌ای در مدل آریخان لحاظ شود که علاوه بر ترجیحات تصمیم‌گیرنده، اولویت اهمیت شاخص‌ها نیز در مدل در نظر گرفته شود. برای رفع این مساله، در این مقاله سعی شده است با ارایه و توسعه‌ی مدل آریخان، مدل وزن‌داری ارایه داد که علاوه بر در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده، بتواند اولویت و اهمیت شاخص‌ها را نیز در نظر بگیرد. مدل ارایه‌شده به‌صورت زیر است:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

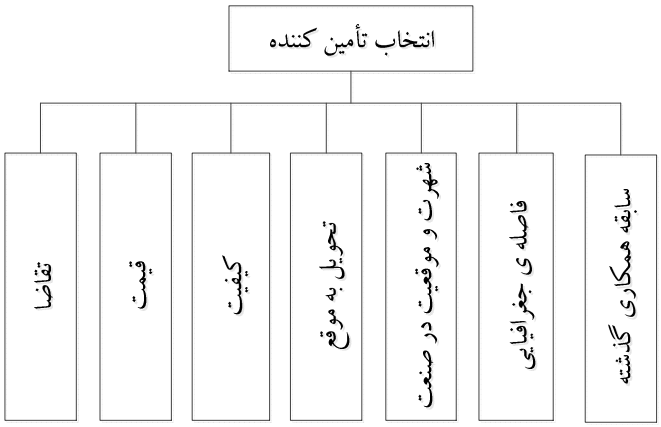
$$Max\ \lambda+\{\sum_{k=1}^{l} w_k \mu_k(c_k x)+\sum_{r=1}^{s}\beta_r \mu_r(a_r x)\}/(l+S)$$

$$\begin{aligned}
&s.t.\\
&\lambda \le \mu_k(c_k x), \quad k=1,2,...,l,\\
&\lambda \le \mu_r(a_r x), \quad r=1,2,...,s,\\
&\mu_k(c_k x) \ge \alpha_k, \quad k=1,2,...,l,\\
&\mu_r(a_r x) \ge \alpha_r, \quad r=1,2,...,s,\\
&\sum_{k=1}^{l} w_k+\sum_{r=1}^{s}\beta_r, \quad w_k,\beta_r \ge 0,\\
&\alpha_r,\alpha_k,\lambda \in [0,1],\\
&x \in X.
\end{aligned} \qquad (17)$$

در رابطه‌ی (۱۷) λ کمینه‌ی درجه‌ی رضایت (رابطه (۱۶)) و α_k و α_r به ترتیب کمینه‌ی سطح‌های دست‌یابی قابل‌قبول برای هدف Kام و محدودیت rام هستند که توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌گردند.

٤ مطالعه موردی

به‌منظور نمایش کارایی و سودمندی روش پیشنهادی در یک مثال عددی، از یک مطالعه موردی استفاده‌شده است. مطالعه‌ی موردی این پژوهش مربوط به کارخانه‌ی صنایع غذایی اصفهان بانام تجاری آیدا بین‌الملل است. این کارخانه درزمینه‌ی تولید مواد غذایی مانند رب گوجه‌فرنگی، ترشیجات، شوریجات، مربا، اسپتیک و آب‌معدنی فعالیت می‌کند که این پژوهش بر محصول آب‌معدنی تولیدی کارخانه و ماده‌ی اولیه‌ای به نام پریفورم که درواقع همان بطری آب‌معدنی است تمرکز می‌کند. در این پژوهش، در ابتدا بامطالعه‌ی ادبیات نظری شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده استخراج‌شده است و با استفاده ازنظر خبرگان دانشگاهی، این شاخص‌ها پالایش‌شده تا درنهایت به ۷ شاخص مهم در انتخاب تامین‌کننده به‌صورت شکل ۱ دست‌یافته می‌شود.



شکل ۱. شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده

در مرحله‌ی بعد برای تعیین اولویت شاخص‌ها از ۶ صاحب‌نظر دانشگاهی و صنعت که شامل ۳ استاد هیئت‌علمی و ۳ کارشناس خرید کارخانه است نظرسنجی صورت گرفت که نتایج این نظرسنجی در جدول زیر مشخص‌شده

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

است. لازم به ذکر است که برای در نظر گرفتن اولویت و وزن نظر افرادی که چه ازنظر اجرایی و چه ازنظر تئوریکی بیشتر با امر خرید در ارتباط‌اند، وزنی از روش AHP برای هر یک از خبرگان با توجه به شاخص‌های تخصص، سابقه‌ی کاری مرتبط و میزان تحصیلات به دست آمد،که در جدول ۱ مشخص‌شده است.

جدول ۱. رتبه شاخص‌های ۷ گانه انتخاب تامین‌کننده بر اساس نظر خبرگان

شاخص		هیئت‌علمی			مدیر خرید	کارشناس خرید		جمع رتبه‌ها	J
		$D_۱$ (۰/۱۶۷)	$D_۲$ (۰/۱۳۵)	$D_۳$ (۰/۱۳۳)	$D_۴$ (۰/۲۵۴)	$D_۵$ (۰/۱۶۰)	$D_۶$ (۰/۱۵۱)		
قیمت	$C_۱$	۱	۲	۱	۱	۱	۲	۸	۸÷۸=۱
کیفیت	$C_۲$	۲	۱	۲	۳	۲	۱	۱۱	۱۱÷۸=۱/۳۷۵
تحویل	$C_۳$	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۱۷	۱۷÷۸=۲/۱۲۵
شهرت	$C_۴$	۵	۵	۴	۵	۶	۵	۳۰	۳۰÷۸=۳/۷۵۰
فاصله	$C_۵$	۶	۷	۷	۶	۵	۶	۳۷	۳۷÷۸=۴/۶۲۵
سابقه همکاری	$C_۶$	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۲۵	۲۵÷۸=۳/۱۲۵
تقاضا	$C_۷$	۷	۶	۶	۷	۷	۷	۴۰	۴۰÷۸=۵

همان‌طور که در جدول۱ مشخص است، برای مدیر خرید وزنی برابر ۰/۲۵۳ به‌دست‌آمده است که نشان‌دهنده‌ی اهمیت بیشتر نظر مدیر خرید در تعیین اولویت شاخص‌هاست. برای اعضای هیئت‌علمی و کارشناسان خرید نیز وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP در جدول ۲ مشخص است. وزن خبرگان در مدل‌سازی ریاضی تخصیص خطی که درنهایت فرموله می‌شود در تابع هدف این مدل قرار می‌گیرد. بر اساس مدل تخصیص خطی که مدل آن به‌صورت صفر و یک فرموله می‌شود، ضرایب تابع هدف به‌صورت تعداد تکرارهای شاخص‌ها در رتبه می‌باشد که در جدول ۲ تکرارهای آن آمده است. همچنین ستون مربوط به جمع رتبه‌ها و J به‌منظور در نظر گرفتن نظرات خبرگان در جدول ۱ مشخص‌شده است و ستونی برای جمع رتبه‌های به‌دست‌آمده برای هر شاخص که توسط خبرگان دریافت شده است، در نظر گرفته‌شده است. در این ستون، جمع رتبه‌های دریافتی برای شاخص قیمت در وضعیت بهتری نسبت به شاخص‌های دیگر قرار دارد. اگر رتبه‌ی شاخص‌های دیگر را بر رتبه‌ی امتیاز شاخص برتر که امتیاز شاخص قیمت است تقسیم کنیم، J که در مدل برنامه‌ریزی خطی اصغرپور استفاده می‌شود، به‌دست می‌آید.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

جدول ۲. تعداد تکرارهای حضور شاخص‌ها در رتبه‌های ۷ گانه برحسب نظرات کارشناسان

نام شاخص	رتبه۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ۴	رتبه ۵	رتبه ۶	رتبه ۷
قیمت	۴	۲	–	–	–	–	–
کیفیت	۲	۳	۱	–	–	–	–
تحویل	–	۱	۵	–	–	–	–
شهرت	–	–	–	۱	۴	۱	–
فاصله	–	–	–	–	۱	۳	۲
سابقه همکاری	–	–	–	۵	۱	–	–
تقاضا	–	–	–	–	–	۲	۴

جدول ۲ بیان می‌دارد که مثلاً شاخص قیمت ۴ بار ازنظر کارشناسان در رتبه ۱ و ۲ بار در رتبه ۲ قرارگرفته است. در تابع هدف مدل تخصیص خطی لازم است مجموع اوزان نظرات هر یک از کارشناسان با توجه به وزن و اهمیت هر یک از آن‌ها و همچنین ساختار جدول ۲ در جدول ۳ قرار بگیرید تا به ازای مجموع وزن نظرات افراد در هر سلول جدول فوق، وزن مرتبط قرار بگیرد. به‌این‌ترتیب جدول ۳ برای ساخت مدل ریاضی به‌صورت زیر ساخته می‌شود که برای فرموله نمودن مدل تخصیص خطی ضروری است.

جدول ۳. مجموع وزن‌های مرتبط بااهمیت نظرات کارشناسان متناظر با تعداد تکرارهای رتبه‌های ۷ گانه

نام شاخص	رتبه۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ۴	رتبه ۵	رتبه ۶	رتبه ۷
قیمت	۰/۷۱۴	۰/۲۸۶	–	–	–	–	–
کیفیت	۰/۲۸۶	۰/۴۶۰	۰/۲۵۴	–	–	–	–
تحویل	–	۰/۲۵۴	۰/۷۴۶	–	–	–	–
شهرت	–	–	–	۰/۱۳۳	۰/۷۰۷	۰/۱۶۰	–
فاصله	–	–	–	–	۰/۱۶۰	۰/۵۷۲	۰/۲۶۸
سابقه همکاری	–	–	–	۰/۸۶۷	۰/۱۳۳	–	–
تقاضا	–	–	–	–	–	۰/۲۶۸	۰/۷۳۲

بر اساس جدول ۳، مدل مساله‌ی تخصیص رتبه‌ی تامین‌کنندگان با استفاده از رابطه‌ی ۱ بر اساس شاخص‌های ۷ گانه فرموله شده و پس از حل مدل رتبه‌ی تامین‌کنندگان به‌دست‌آمده که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ٤. رتبه استخراج‌شده به ازائ متغیرهای تصمیم مدل

نام متغیر تصمیم	$X_{۱۱}$	$X_{۲۲}$	$X_{۳۳}$	$X_{۶۴}$	$X_{۴۵}$	$X_{۵۶}$	$X_{۷۷}$
مقدار متغیر	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

در جدول ۴ مشخص است که، شاخص اول کـه قیمـت اسـت در رتبـه‌ی اول و شـاخص هفـتم کـه تقاضاسـت در رتبه‌ی آخر قرارگرفته‌اند. پس از مشخص شدن اولویـت گزینـه‌هـا بـا اسـتفاده از روش تخصـیص خطـی، از روش اوزان کاردینال اصغر پور (رابطه (۷)) برای تعیین اوزان کاردینال شاخص‌ها استفاده مـی‌شـود. بـا حـل مـدل اوزان کاردینال وزن شاخص‌ها به دست می‌آید که در جدول ۵ قابل‌مشاهده است.

جدول ۵. اوزان کاردینال شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده

	قیمت	کیفیت	تحویل	سابقه همکاری	شهرت	فاصله	تقاضا
نماد	W_1^1	W_2^2	W_3^3	W_4^6	W_5^4	W_6^5	W_7^7
وزن	۰/۳۸۱	۰/۲۴۴	۰/۱۵۶	۰/۱۰۰	۰/۰۶۵	۰/۰۳۷	۰/۰۱۷

در جدول ۵ مشخص است، که قیمت که رتبه‌ی اول را در میان شاخص‌ها دارد، وزنـی برابـر ۰/۳۸۱ و تقاضـا کـه رتبه‌ی آخر را دارد ورنی برابر ۰/۰۱۷ به خود اختصاص می‌دهند.

به‌منظور دست‌یابی به اطلاعات شاخص‌های کیفی تامین‌کنندگان، مصاحبه‌ای با مدیر خرید کارخانه صـورت گرفت و نتایج مصاحبه در جدول ۶ نمایش داده‌شده است. مقدار شاخص‌هـای کمـی قیمـت و سـابقه همکـاری از اسناد سازمانی و فاصله‌ی جغرافیایی نیز با استفاده از نـرم‌افـزار Google Direction بـه‌دسـت‌آمـده اسـت. ظرفیـت تامین‌کنندگان نیز با تماس به دفاتر رسمی آن‌ها به‌دست‌آمده است.

جدول ٦. مشخصات تامین‌کنندگان در شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده

تامین‌کننده	نماد	قیمت (تومان)	سابقه همکاری (سال)	فاصله مکانی (مایل)	کیفیت	تحویل	شهرت	ظرفیت تامین‌کننده
شفاف شیمی (رودبار)	A_1	۸۲	۳	۴۱۵	٪۹۰	٪۹۰	٪۸۵	۸۰۰
شمشاد نوش (کاشان)	A_2	۹۴	۶	۱۰۴	٪۹۵	٪۷۵	٪۷۵	۷۰۰
دانوش پلاستیک (شیراز)	A_3	۸۶	۶/۵	۳۱۳	٪۶۵	٪۶۵	٪۶۰	۹۰۰
آریا پت پاور(کرج)	A_4	۹۷	۵	۲۸۴	٪۷۰	٪۹۵	٪۶۵	۸۵۰
آماد صنعت (اشتهارد)	A_5	۸۴	۴/۵	۲۷۰	٪۸۵	٪۸۵	٪۷۰	۹۰۰
پولاد پویش (تهران)	A_6	۸۸	۴	۲۹۱	٪۸۰	٪۷۰	٪۹۰	۱۰۰۰
فردان آریان (قزوین)	A_7	۸۷	۵/۵	۳۰۴	٪۷۵	٪۸۰	٪۸۰	۱۰۰۰

در مرحله‌ی بعد با استفاده از داده‌های جدول ۶ مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی نوشته می‌شود. وزن به‌دست‌آمـده برای هر شاخص وارد تابع هدف مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی مـی‌شـود. بـرای حـل ایـن مـدل (رابطـه (۸))، روش ارایه‌شده در این پژوهش استفاده از روش بیشینه – کمینه است. بـا حـل مـدل بیشـینه کمینـه تکمیلـی (رابطـه (۱۵)) مقدار سفارش تخصیصی به هرکدام از تامین‌کنندگان با توجه به محدودیت تقاضای کارخانـه و محـدودیت عرضه‌ی تامین‌کنندگان به دست می‌آید. حال اگر تصمیم‌گیرنده با جواب‌های به‌دست‌آمـده راضـی نشـده باشـد و

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

خواستار سطح دستیابی بیشتری به اهداف و محدودیت‌های فازی باشد، از مدل ارایه‌شده در این پژوهش با در نظر گرفتن وزن اهداف می‌توان استفاده کرد.

برای دستیابی به حدهای بالا و پایین اهداف فازی، با حل مدل تک‌هدفه بیشینه و کمینه‌ی هر هدف با در نظر گرفتن محدودیت‌های تقاضا و عرضه‌ی تامین‌کننده برای هرکدام به‌طور جداگانه، مرز اهداف مشخص و درواقع مرز منطقه‌ی موجه مشخص می‌شود[۲۳]. با حل مدل‌های ۶ گانه ی تک‌هدفه به‌صورت جداگانه، مرزهای اهداف در جدول ۷ آمده‌اند.

جدول ۷. حد بالا و حد پایین اهداف برنامه‌ریزی چندهدفه فازی

اهداف		قیمت	کیفیت	تحویل	سابقه همکاری	شهرت	فاصله مکانی
		$Z_۱$	$Z_۲$	$Z_۳$	$Z_۴$	$Z_۵$	$Z_۶$
مرزها	Min	۱۶۷۰۰۰	۱۳۶۷/۵	۱۳۶۰	۷۳۰۰	۱۲۶۷/۵	۴۲۹۴۰۰
	Max	۱۸۷۸۵۰	۱۸۱۰	۱۸۲۵	۱۲۲۵۰	۱۷۴۰	۷۰۴۹۰۰

اعداد فازی مثلثی برای تقاضای فازی نیز به‌صورت [۱۹۰۰ ,۲۰۰۰,۲۰۵۰] تعریف‌شده‌اند که بر اساس مصاحبه‌ی صورت گرفته با مدیر خرید کارخانه حاصل‌شده است. با توجه به جداول ۵ و ۶ و با استفاده از توابع عضویت مشخص‌شده (رابطه‌های ۱۲،۱۳،۱۴) و مرزهای اهداف (جدول ۷) و تقاضای فازی و با استفاده از رابطه‌ی ۱۶، مدل بیشینه-کمینه وزن‌دار شکل گرفته و حل می‌شود. با حل مدل، X_i که برابر تعداد خرید از تامین‌کننده‌ی i، λ_i یا $\mu_i(c_ix)$که سطح دستیابی به آرمان‌های فازی و $\mu_i(\alpha_ix)$ که سطح دستیابی به محدودیت فازی است مشخص می‌شود. می‌توان این نتایج را در جداول ۸ تا ۱۰ مشاهده کرد.

جدول ۸. تعداد خرید از هر تامین‌کننده با حل مدل بیشینه - کمینه وزن‌دار

۱۹۷	$X_۱$	تعداد خرید از شفاف شیمی
۳۸۲	$X_۲$	تعداد خرید از شمشاد نوش
۰	$X_۳$	تعداد خرید از دانوش پلاستیک
۲	$X_۴$	تعداد خرید از آریا پت پاور
۵۱۶	$X_۵$	تعداد خرید از آماد صنعت
۰	$X_۶$	تعداد خرید از پولاد پویش
۹۱۷	$X_۷$	تعداد خرید از فردان آریان

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

جدول ۹. سطوح دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی با حل مدل بیشینه - کمینه وزن‌دار

۰/۵۹۸	$\mu_1(c_1x)$	سطح دستیابی به هدف کمینه کردن قیمت
۰/۶۷۹	$\mu_2(c_2x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن کیفیت
۰/۵۹۷	$\mu_3(c_3x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن تحویل به‌موقع
۰/۵۹۷	$\mu_4(c_4x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن سابقه همکاری
۰/۵۹۷	$\mu_5(c_5x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن شهرت و اعتبار
۰/۵۹۷	$\mu_6(c_6x)$	سطح دستیابی به هدف کمینه کردن فاصله مکانی
۰/۷۲۰	$\mu_1(\alpha_1x)$	سطح دستیابی به محدودیت برآورده کردن تقاضای شرکت

جدول ۱۰. مقدار اهداف و محدودیت‌های فازی با حل مدل بیشینه - کمینه وزن‌دار

۱۷۵۳۷۹	Min Z_1 [۱۶۷۰۰۰ , ۱۸۷۸۵۰]	مقدار تابع هدف کمینه کردن قیمت
۱۶۶۷/۹۵	Max Z_2 [۱۳۶۷/۵ , ۱۸۱۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن کیفیت
۱۶۳۷/۹	Max Z_3 [۱۳۶۰ , ۱۸۲۵]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن تحویل به‌موقع
۱۰۲۵۸/۵	Max Z_4 [۷۳۰۰ , ۱۲۲۵۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن سابقه همکاری
۱۵۵۰/۰۵	Max Z_5 [۱۲۶۷/۵, ۱۷۴۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن شهرت و اعتبار
۵۴۰۱۳۹	Min Z_6 [۴۲۹۴۰۰ , ۷۰۴۹۰۰]	مقدار تابع هدف کمینه کردن فاصله مکانی
۲۰۱۴	تقاضا [۱۹۰۰, ۲۰۰۰, ۲۰۵۰]	مقدار محدودیت برآورده کردن تقاضا

در جدول ۸ تعداد خرید از هر تامین‌کننده مشخص‌شده است که با توجه به آن شرکت باید تعداد ۱۹۷ واحد محصول از شفاف شیمی، ۳۸۲ واحد شمشاد نوش، ۲ واحد از آریا پت پاور، ۵۱۶ واحد از آماد صنعت و ۹۱۷ واحد از فردان آریان خریداری کند. این در حالی است که بر اساس مدل فوق هیچ واحد محصولی نباید از دانوش پلاستیک و پولاد پویش خریداری شود. در این حالت با توجه به جداول ۹ و ۱۰، بودجه‌ای برابر ۱۷۵۳۷۹ واحد برای خرید محصول در نظر گرفته می‌شود که با این بودجه سطح دستیابی به هدف کمینه کردن قیمت محصولات برابر ۰/۵۹۸ می‌شود درحالی‌که تعداد تقاضای برآورده شده‌ی کارخانه برابر ۲۰۱۴ واحد خواهد بود. با این مقدار تقاضا، سطح دستیابی به محدودیت تقاضای کارخانه برابر ۰/۷۲۰ خواهد شد. به عبارتی حدوداً به‌اندازه‌ی ۵۹ درصد توانسته‌ایم به هدف کمینه کردن قیمت محصولات رسیده درحالی‌که ۷۲ درصد محدودیت تقاضای کارخانه برآورده شده است.

حال اگر تصمیم‌گیرنده که در اینجا مدیر خرید کارخانه است، از جواب‌های فوق راضی نشده باشد و خواستار این باشد که سطح دستیابی به آرمان‌ها و محدودیت‌های فازی موردنظرش از یک مقدار خاصی مانند α_k برای اهداف فازی و α_r برای محدودیت فازی بیشتر شود، می‌توان نظرات تصمیم‌گیرنده را به‌صورت محدودیت وارد مدل کرد. در این صورت مدل به شکل رابطه‌ی ۱۷ فرموله می‌شود. در این پژوهش تصمیم‌گیرنده از جواب‌های به‌دست‌آمده از حل مدل بیشینه – کمینه وزن‌دار راضی نشده و می‌خواهد سطح دستیابی به هدف قیمت برابر ۰/۸۰ (α_k =۰/۸۰) و سطح دستیابی به محدودیت تقاضا نیز برابر ۰/۸۵ (α_r =۰/۸۵) شود. می‌توان با

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

اجرای مدل ارایه‌شده در این پژوهش، علاوه بر در نظر گرفتن وزن شاخص‌ها که خود به‌نوعی ارجحیتی برای برآورده شدن اهداف و محدودیت‌ها تعریف می‌کنند، محدودیت‌هایی تعریف کرد که به‌طور مشخص مدل را وادار کنند تا سطح دستیابی به هدف و محدودیت خاصی را از یک مقدار کم‌تر نکنند. مقدار خرید از هر تامین‌کننده نیز با حل مدل رابطه ۱۷ با در نظر گرفتن ارجحیت تصمیم‌گیرنده به دست می‌آید. نتایج اجرای مدل پژوهش در جداول ۱۱ تا ۱۳ آمده است.

جدول۱۱. تعداد خرید از هر تامین‌کننده با حل مدل پژوهش

۶۶	X_1	تعداد خرید از شفاف شیمی
۱۳۳	X_2	تعداد خرید از شمشاد نوش
۰	X_3	تعداد خرید از دانوش پلاستیک
۰	X_4	تعداد خرید از آریا پت پاور
۷۴۰	X_5	تعداد خرید از آماد صنعت
۹۱	X_6	تعداد خرید از پولاد پویش
۹۵۵	X_7	تعداد خرید از فردان آریان

جدول۱۲. سطوح دستیابی اهداف و محدودیت‌ها با حل مدل پژوهش

۰/۸۰۰	$\mu_1(c_1x)$	سطح دستیابی به هدف کمینه کردن قیمت
۰/۵۳۴	$\mu_2(c_2x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن کیفیت
۰/۵۵۰	$\mu_3(c_3x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن تحویل به‌موقع
۰/۵۳۳	$\mu_4(c_4x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن سابقه همکاری
۰/۵۳۳	$\mu_5(c_5x)$	سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن شهرت و اعتبار
۰/۵۳۳	$\mu_6(c_6x)$	سطح دستیابی به هدف کمینه کردن فاصله مکانی
۰/۸۵۰	$\mu_1(\alpha_1x)$	سطح دستیابی به محدودیت برآورده کردن تقاضای شرکت

جدول ۱۳. مقدار هدف‌ها و محدودیت‌های فازی با حل مدل پژوهش

۱۷۱۱۶۷	Min Z_1 [۱۶۷۰۰۰ , ۱۸۷۸۵۰]	مقدار تابع هدف کمینه کردن قیمت
۱۶۰۳/۸	Max Z_2[۱۳۶۷/۵ , ۱۸۱۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن کیفیت
۱۶۱۵/۸۵	Max Z_3 [۱۳۶۰ , ۱۸۲۵]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن تحویل به‌موقع
۹۹۴۲/۵	Max Z_4 [۷۳۰۰ , ۱۲۲۵۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن سابقه همکاری
۱۵۱۹/۷۵	Max Z_5 [۱۲۶۷/۵, ۱۷۴۰]	مقدار تابع هدف بیشینه کردن شهرت و اعتبار
۵۵۷۸۲۳	Min Z_6 [۴۲۹۴۰۰ , ۷۰۴۹۰۰]	مقدار تابع هدف کمینه کردن فاصله مکانی
۱۹۸۵	تقاضا [۱۹۰۰, ۲۰۰۰, ۲۰۵۰]	مقدار محدودیت برآورده کردن تقاضا

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

با مقایسه‌ی جداول ۸ تا ۱۳، مشخص می‌شود که با اعمال‌نظر تصمیم‌گیرنده چه تفاوتی در مقدار خرید از تامین‌کنندگان ایجاد می‌شود. همچنین با این تغییرات، مقدار λ (سطح دستیابی به آرمان و محدودیت فازی) برای هدف قیمت و محدودیت تقاضا، برابر خواسته‌ی تصمیم‌گیرنده می‌شود.

در جداول ۱۰ و۱۳ ملاحظه می‌شود که مقدار بودجه‌ی خرید کارخانه از ۱۷۵۳۷۹ به ۱۷۱۱۶۷ با تغییر سطح دستیابی به هدف کمینه کردن قیمت از ۰/۵۹۸ به ۰/۸۰۰ تغییر کرده است. به عبارتی به هدف کمینه کردن قیمت محصولات، ۸۰ درصد دست‌یافته شده است. همچنین مقدار تقاضا نیز از ۲۰۱۴ به ۱۹۸۵ تغییر پیدا کرد که نشان‌دهنده‌ی برآورده کردن محدودیت تقاضای کارخانه با مقدار کم‌تری تقاضا از تامین‌کنندگان است.

در این حال با افزایش سطح دستیابی به هدف و محدودیت خاصی، ممکن است از سطح دستیابی به اهداف دیگر کم شود که درواقع این هزینه‌ای است که تصمیم‌گیرنده در قبال افزایش سطح دستیابی به اهداف موردنظرش باید متحمل شود. در جدول ۱۲ مشخص است که سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن کیفیت از ۰/۶۷۹ به ۰/۵۳۴، سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن تحویل به‌موقع از ۰/۵۹۷ به ۰/۵۵۰، سطح دستیابی به هدف بیشینه کردن سابقه‌ی همکاری و شهرت و همچنین سطح دستیابی به هدف کمینه کردن فاصله‌ی مکانی از ۰/۵۹۷ به ۰/۵۳۳ تقلیل یافته است. همچنین با این اعمال‌نظر مقدار خرید از هر تامین‌کننده نیز تغییر میابد. با مقایسه جداول ۸ و ۱۳ مشخص می‌شود که در مدل بیشینه – کمینه وزن‌دار مقدار خرید از شفاف شیمی، ۱۹۷ واحد بوده است که با اعمال‌نظر تصمیم‌گیرنده به ۶۶ واحد، مقدار خرید از شمشاد نوش از ۳۸۲ به ۱۳۳ واحد و مقدار خرید از آریا پت پاور از ۲ به صفر واحد تقلیل پیداکرده است. این در صورتی است که مقدار خرید از آماد صنعت، پولاد پویش و فردان آریان به ترتیب از ۵۱۶ ، ۰ و ۹۱۷ واحد به ۷۴۰ ، ۹۱ و ۹۵۵ واحد تغییر کرده است و مقدار خرید از دانوش پلاستیک نیز بدون تغییر و برابر صفر باقی‌مانده است.

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش، با روشی علمی و هدفمند ، در گام اول شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده بامطالعه‌ی ادبیات نظری استخراج و با نظر خبرگان دانشگاهی پالایش شد و به شاخص‌های ۷ گانه معرفی شد. در گام دوم به اولویت‌بندی این شاخص‌ها با استفاده از روش تخصیص خطی و استفاده از نظرات خبرگان دانشگاهی و صنعت که این افراد بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و بر اساس شاخص‌های تخصص، سابقه‌ی کاری مرتبط و میزان تحصیلات مورد ارزیابی قرارگرفته و وزن دهی شده‌اند، دست‌یافته شد. در گام سوم با استفاده از روش اصغر پور، اوزان کاردینال شاخص‌ها با استفاده از اولویت‌بندی که در گام قبل مشخص‌شده است، به دست آمد. در گام چهارم این اوزان در داخل مدل برنامه‌ریزی چندهدفه قرار داده و با روش حل فازی بیشینه – کمینه تکمیلی و با در نظر گرفتن محدودیت تقاضا و عرضه‌ی تامین‌کنندگان، این مدل اجرا شد. گام پنجم که استفاده از مدل پژوهش است با فرض راضی نشدن تصمیم‌گیرنده از جواب‌ها و سطح‌های دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی قابل‌اجرا است. این مدل قادر است نظر و ارجحیت تصمیم‌گیرنده، درصورتی‌که خواستار دستیابی به سطح بالاتری از مطلوبیت در اهداف و محدودیت‌های فازی باشد را در مدل بیشینه – کمینه لحاظ و با در نظر گرفتن

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

وزن و اهمیت اهداف و محدودیت‌های فازی، سطح بالاتری از دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی را در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار دهد. البته نباید فراموش شود در نظر گرفتن ارجحیت نظر تصمیم‌گیرنده در مدل در مورد هدف و محدودیت خاصی، سطح دستیابی به اهداف و محدودیت‌های دیگر را کاهش می‌دهد که این به‌صورت طبیعی هزینه‌ای است که تصمیم‌گیرنده برای رسیدن به مطلوبیت بیش‌تر در اهداف و محدودیت‌های موردنظرش، باید برای اهداف و محدودیت‌های دیگر بپذیرد.

مدل ارایه‌شده در این پژوهش، در مقایسه با مدل آریخان، وزن و اهمیت شاخص‌ها که درواقع همان اهمیت اهداف و محدودیت‌های فازی است را در نظر گرفته است که این می‌تواند در سطح دستیابی به اهداف و محدودیت‌های فازی و همچنین در مقدار سفارش بهینه به تامین‌کنندگان تأثیر بگذارد و درنهایت جواب قابل‌اتکاتری به دست دهد. همچنین سعی شده است وزن شاخص‌ها، از یک روش علمی و با اجرای دو مدل ریاضی که یکی روش تخصیص خطی و دیگری روش اصغر پور است، حاصل‌شده و در مدل ارایه‌شده لحاظ شود تا بتوان به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش، با اطمینان بیش‌تری اتکا کرد. به‌عنوان پیشنهاد برای مطالعات آینده، توابع عضویت غیرخطی برای اهداف و محدودیت‌های فازی و در نظر گرفتن شاخص‌های دیگر در انتخاب تامین‌کننده است. همچنین استفاده از روش‌های دیگری به‌جز روش تخصیص خطی در اولویت‌بندی شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده نیز می‌تواند در مطالعات دیگر، موردتوجه قرار گیرد.

منابع

[۸] توکلی مقدم، ر.، مظلومی، ز. (۱۳۸۸). مدل‌سازی ریاضی مساله مکان‌یابی- مسیریابی چندهدفه در زنجیره تامین سه سطحی. دومین کنفرانس بین‌المللی تحقیق در عملیات ایران.

[۲۱] روحبخش معیاری دوم، ا.، مشهدی فراهانی، م. ا.، کاظمی، م.، (۱۳۹۴). ارزیابی و رتبه‌بندی مناسب‌ترین معیارهای انتخاب تامین‌کننده خدمات لجستیک با رویکرد توسعه عملکرد کیفیت و AHP فازی. مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۴۵(۲)، ۶۱-۷۶.

[۲۲] اصغر پور، م.، (۱۳۸۳). تصمیم‌گیری چند معیار ه (جلد چاپ سوم). تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

[۲۴] صراف، ح.، نجمی، م.، (۱۳۸۳). معرفی الگویی روشمند جهت ارزیابی گزینه‌های تعیین تکلیف اقلام. اولین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین.

[۲۵] اصغرپور، م.، (۱۳۸۲). تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات. دانشگاه تهران.

[1] Wang, T., Yang, Y., (2009). A fuzzy supplier selection in quantity discount environment. Expert System with Applications, 36, 12179–12187.

[2] Sarkis , J., Talluri, S., Gunasekaran, A., (2007). A strategic model for agile virtual enterprise partner selection. International Journal of Operations and Production Management, 27, 1213-1234.

[3] Kumar , M., Vrat, P., Shankar, R., (2004). A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain. Int. J. Production Economics, 101, 273-285.

[4] Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R. R., (2001). Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task. European Journal Of Purchasing & Supply Management, 7 (3), 10-21.

[5] Ghodsypour, S., O'Brien, C., (1998). A decision support system for suppleir selection using onintegrated analytic hierarchy process and linear programing. Internation Journal of Production Economics, 212-122.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[6] Ghodsypour, S., Obrein, C., (2001). the total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. int. j. prodURtion economics, 73 (1), 1-24.
[7] Goffin, K., Szwejczewski, M., New, C., (1997). managing suppliers: when fewer can mean more. international journal of physical distribution and logistics management, 27 (7), 422-434.
[9] Dickson, G., (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Management. Journal of Purchasin, 2.
[10] Weber, C., Current, J., Benton, W., (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. E. J. of Operation Research, 50, 2-18.
[11] Ben-Tal, A., Nemirovski, A., (2000). Robust solutions of linear programming problems contaminated with uncertain data,Mathematical Programming. 88, 411-424.
[12] Hong, J., Hayya, J., (1992). Just- in time purchasing single or multiple sourcing. I. J of Production Economics, 27, 175-181.
[13] Ghodsypour, S., O'Brien, C., (2005). A decision support system for suppleir selection using integrated analytic hierarchy process and linear programing. .I.J. of Production Economics , 56-57.
[14] Dahel, N., (2003). Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environments. Supply Chain Management:An International Journal , 8, 335-342.
[15] HangHong, G., Chanpark, S., Sikjang, D., MinRho, H., (2005). An effective supplier selection method For constructing a competitive supply relationship. Expert system with applications, 1-11.
[16] Arikan, F., (2013). A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection. Expert Systems with Applications, 40, 947–952.
[17] Selcuk Kilic, H., (2013). An integrated approach for supplier selection in multi-item/multi-supplier environment. Applied Mathematical Modelling .
[18] Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., Diabat, A., (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. Journal of Cleaner Production , 1e13.
[19] Lin, C. T., Chen, C. B., Ting, Y. C., (2011). An ERP model for supplier selection in electronics industry. Expert Systems with Applications, 38, 1760–1765.
[20] Wu, W. Y., Sukoco, B., Li, C. Y., Hui Chen, S. (2009). An integrated multi-objective decision-making process for supplier selection with bundling problem. Expert Systems with Applications , 36, 2327–2337.
[23] Hwang, C., yoon, K., (1987). Multiple attribute decision making. Springer-Verlag , 342
[26] Weber, C., Current, J., (2002). Theory and Methodology: A multi – objective approach to vendor selection. European Journal of Operational Reserch , 68, 173-184.
[27] Weber, C., Current, J., Desia, (2003). Non_cooperative negotiation strategies for vendor selection. European Journal of Operational Reserch, 108.
[28] Chen, L., Tasi, F., (2001). European Journal of Operational Research , 133, 548-556.
[29] Lin, C.-C. (2004). A weighted max–min model for fuzzy goal programming. Fuzzy Sets and Systems, 142, 407–420.
[30] Lai, Y., Hwang, C., (1993). Possibilistic linear programming for managing interest rate risk. Fuzzy Sets and Systems, 49, 121–133.
[31] Lai, Y., Hwang, C., (1996). Fuzzy multiple objective decision making-methods and applications. Germany: Springer-Verlag.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]