Archive of SID

چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۲۱ ـ بهار ۱۳۹۵
ص‌ص ۱۷۹ – ۱۵۳

مدل ریاضی چندهدفه انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در شرایط چندمحصولی

محمد صادق حری*، آسیه انجم شعاع**

چکیده

تأمین‌کنندگان، نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت محصولات تولیدی ایفا می‌کنند. بر همین اساس ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای مطلوب، به یکی از ارکان اساسی تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین تبدیل شده است. ازآنجاکه هم‌اکنون تأمین‌کنندگان تأثیر بسزایی بر موفقیت و شکست یک شرکت دارند، خرید که قبلاً به‌عنوان یک ابزار تاکتیکی محض، در نظر گرفته می‌شد، هم‌اکنون به‌عنوان یک وظیفه استراتژیک شناخته می‌شود؛ بنابراین با توجه به اهمیت موضوع هدف از این پژوهش، انتخاب تأمین‌کننده در شرایط چند محصولی و برنامه‌ریزی مقدار سفارش‌های اقتصادی در زنجیره تأمین است. اهداف درنظرگرفته‌شده در مدل بالا شامل کمینه‌کردن هزینه کل که مشتمل بر هزینه خرید، هزینه محصولات مرجوعی، هزینه کنترل و هزینه سفارش؛ بیشینه‌کردن کیفیت که دربرگیرنده کیفیت محصول و خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان و بیشینه‌کردن به‌موقع تعداد محصولات دریافتی توسط تأمین‌کنندگان است که در این مقاله با رویکرد فازی بررسی می‌شوند. این پژوهش برای سه تأمین‌کننده و سه محصول مهم یکی از شرکت‌های ماشین‌سازی در کشور ایران در نظر گرفته شد. نتایج نشان‌دهنده بهترین تأمین‌کنندگان برای خریداری محصولات و نیز میزان تخصیص بهینه به هر یک از تأمین‌کنندگان منتخب است.

کلیدواژه‌ها: انتخاب تأمین‌کننده؛ اهداف چندگانه؛ برنامه‌ریزی سفارش؛ رویکرد فازی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۳/۲۶.

* استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک (نویسنده مسئول).

E-mail: Ms-horri@iau-arak.ac.ir

** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

امروزه سازمان‌ها دیگر به‌عنوان یک واحد تولیدی یا خدماتی به‌طور مجزا نمی‌توانند موفق به کسب مزیت‌های رقابتی و افزایش سهم بازار خود شوند و نیازمند مشارکت برنامه‌ریزی‌شده و اصولی با تأمین‌کنندگان و مشتریان خود هستند. این مشارکت نیازمند نظارت دقیق و نظام‌مند است که در صورت بی‌توجهی به آن، سازمان روبه‌زوال می‌رود و سهم رقابتی خود را به رقبا و یا تازه‌واردان به صنعت موجود می‌دهد.

در دهه اخیر، مدیریت خرید در زنجیره تأمین و انتخاب تأمین‌کننده مناسب، چالشی برای شرکت‌ها در یک زنجیره عرضه بوده است [۱۸].

ازآنجاکه تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد، تولیدکنندگان را قادر می‌سازند تا هزینه موجودی کالا را کاهش و کیفیت کالا را بهبود دهند، این مسئله قابل‌درک است که تولیدکنندگان نسبت به انتخاب تأمین‌کننده به‌طور فزاینده‌ای نگران باشند. انتخاب تأمین‌کننده مناسب و مدیریت مؤثر روابط با تأمین‌کننده، عامل مهمی در افزایش رقابت‌پذیری شرکت‌ها است. در راستای اجرای این فلسفه، انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین به‌عنوان یک مسئله مهم موردتوجه است و تصمیم‌گیران را به این سمت سوق می‌دهد که از فنون و روش‌های معتبر برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کنند.

در بسیاری از سازمان‌ها، مواد خریداری‌شده از تأمین‌کنندگان بیشتر هزینه محصول را تشکیل می‌دهد. اثر هزینه‌ای که یک تأمین‌کننده خواهد داشت، تنها به هزینه مستقیم محصول محدود نمی‌شود. یک سازمان ممکن است در برخی موارد هزینه‌ای را به خاطر اشتباهات پرداخت کند که یکی از این اشتباهات می‌تواند در انتخاب تأمین‌کننده رخ دهد. انتخاب تأمین‌کننده نامناسب می‌تواند منشأ بسیاری از مسائل و مشکلات باشد. از این مشکلات می‌توان به تعویق تحویل محصول، محصول بی‌کیفیت و بسته‌بندی نامناسب و امثالهم اشاره کرد. نواقص موجود در یک تأمین‌کننده ممکن است صدمه‌ها و هزینه‌های جبران‌ناپذیر به شرکت خریدار تحمیل کند [۵].

انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله چندمعیاره است که معیارهای کیفی و کمّی را دربرمی‌گیرد. برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده باید بین معیارهای کمّی و کیفی که ممکن است در تضاد باشند، نوعی بده و بستان صورت گیرد. با ظهور محدودیت‌های ظرفیت، این مشکل پیچیده‌تر می‌شود؛ به‌طوری‌که در این وضعیت مدیران باید در مورد دو مسئله تصمیم بگیرند: کدام تأمین‌کننده بهترین است؟ و چه مقدار از هر تأمین‌کننده باید خریداری شود؟ مسئله مهم در یک زنجیره تأمین، مدیریت و کنترل هماهنگ تمامی این فعالیت‌ها است. مدیریت زنجیره تأمین پدیده‌ای است که این کار را به طریقی انجام می‌دهد که مشتریان بتوانند خدمت قابل‌اطمینان و سریع را با محصولات باکیفیت و حداقل هزینه دریافت کنند. امروزه مدیریت زنجیره تأمین به‌عنوان یکی از مبانی زیرساختی اجرای کسب‌وکار الکترونیک در دنیا مطرح است.

در این مقاله سعی بر آن است تا یک مدل خطی چندهدفه فازی برای انتخاب تأمین‌کننده چندمحصولی و تعیین مقدار سفارش‌های اقتصادی در زنجیره تأمین ارائه شود. اهداف درنظرگرفته‌شده در مدل عبارت‌اند از: کمینه‌کردن هزینه کل که شامل هزینه خرید، هزینه محصولات مرجوعی، هزینه کنترل و هزینه سفارش است؛ بیشینه‌کردن کیفیت که دربرگیرنده کیفیت محصول و خدمات ارائه‌شده از

www.SID.ir

Archive of SID

طرف تأمین‌کنندگان است و درنهایت هدف سوم بیشینه‌کردن تعداد محصولاتی است که به‌موقع از طرف تأمین‌کنندگان دریافت می‌شود؛ همچنین محدودیت‌های ظرفیت، تقاضا، مقدار بازگشتی، بودجه، تحویل، ظرفیت انبار و تعداد تأمین‌کنندگان منتخب در مدل در نظر گرفته شده است.

درنهایت مدل با استفاده از توسعه مدل ریاضی، مدل‌سازی شده و سپس با بهره‌گیری از توابع هدف فازی و روش‌های حل مسائل چندهدفه تأمین‌کنندگان و نیز مقدار بهینه تخصیص به هر یک از آن‌ها سعی در حل این‌گونه مسائل شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده. در حوزه مدیریت زنجیره تأمین (SCM)[1]، تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تأمین‌کنندگان، نقش کلیدی دارد. در محیط رقابتی امروز، شرکت‌ها توجه زیادی به انتخاب درست تأمین‌کنندگان دارند و موفقیت و شکست زنجیره تأمین به این انتخاب بستگی زیادی دارد؛ زیرا به کاهش هزینه‌های خرید، بهبود کیفیت محصول نهایی، بهبود خدمات و غیره منجر می‌شود [۱۹].

ازآنجاکه امروزه در شرایط رقابتی موجود در بازار که فشار زیادی بر سازمان‌ها برای دستیابی به هزینه‌های کمتر است، دستیابی به محصولی با قیمت پایین و کیفیت بالا بدون اتخاذ تصمیم‌های مناسب در فرآیند تأمین و همچنین رضایت‌مندی تأمین‌کنندگان ناممکن به نظر می‌رسد [۶]. مسلماً هدف اصلی خرید، بهترین کیفیت (با توجه به مقدار بهینه)، منبع مناسب (در زمان مناسب) و قیمت معقول است [۲۹]. ماهیت فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان شامل یک مسئله تصمیم‌گیری چندهدفه پیچیده است که به‌وسیله عوامل متعدد کیفی و کمّی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد [۱۰]. به‌طورکلی اهداف مدل‌های ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، ارائه یک روش کمّی برای کمک به مدیران به‌منظور نیل به تولید ناب و کاهش تعداد تأمین‌کنندگان است.

مسئله انتخاب تأمین‌کننده (فروشنده) در چند دهه اخیر به‌طور چشم‌گیری در مبانی نظری کسب‌وکار موردتوجه بوده است [۱۲]. فرایند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان نباید فقط متکی به معیار هزینه باشد و سایر معیارها نظیر: کیفیت، تجهیزات تولید، ظرفیت تولید، قابلیت تکنیکی و مکان جغرافیایی نیز در این فرایند باید دخالت داده شوند. [۱۵] در این شرایط خریداران با دو مسئله مواجه خواهند شد: از کدام تأمین‌کنندگان خریداری شود؟ و چه میزان سفارش به تأمین‌کنندگان انتخاب‌شده اختصاص داده شود؟ [۷]

برای بسیاری از بخش‌های خرید و تدارکات، فرایند انتخاب تأمین‌کننده در پنج گام انجام می‌شود: گام اول با نیاز به انتخاب تأمین‌کننده شروع می‌شود؛ در گام بعد معیارهای تصمیم‌گیری تعیین و فرموله می‌شوند؛ در گام سوم تأمین‌کنندگان موجود غربال شده و فهرست کوتاهی از تأمین‌کنندگان بالقوه تهیه می‌شود؛ در گام چهارم تأمین‌کننده انتخاب می‌شود و در آخرین گام نظارت و ارزیابی مستمر بر کار تأمین‌کنندگان انتخاب‌شده انجام می‌شود [۲۹].

1. Supply Chain Management

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب تأمین‌کننده فرآیندی است که طی آن از میان تأمین‌کنندگان بالقوه موجود، بهترین ترکیب برای رفع نیازهای شرکت انتخاب می‌شود. طی این فرآیند، ابتدا باید منابع بالقوه تأمین موجود شناسایی و پس از بررسی صلاحیت و توانایی آن‌ها، تأمین‌کنندگان برتر انتخاب شوند [۱۶].

معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده. دسته اول، تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (MCDM)[1] است که هم معیارهای کمّی و هم معیارهای کیفی را شامل می‌شود.

دیکسون (۱۹۶۶)، برای نخستین بار با استفاده از پرسشنامه‌هایی که به ۲۷۳ مرکز خرید داد، اهمیت ۲۳ معیار متفاوت که به‌طور معمول در زمینه انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌شوند را بر اساس مطالعه روی مدیران خرید شناسایی و تجزیه‌وتحلیل کرد و به این نتیجه رسید که سه عامل: کیفیت استاندارد، تحویل به‌موقع و سابقه عملکرد، عوامل ضروری و بسیار مهمی در زمینه انتخاب تأمین‌کننده هستند [۹]. وبر و همکاران (۱۹۹۱) نیز به استناد بررسی ۷۴ مقاله در رابطه با روش‌ها و معیارهای انتخاب تأمین‌کننده بین سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۰، دریافتند که بیش از ۶۳ درصد مقالات (۴۷ مقاله مرتبط) موضوع انتخاب تأمین‌کننده را در محیط چندمعیاره مدنظر قرار داده‌اند. زانگ و همکاران (۲۰۰۴)، ۴۹ مقاله از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۳ را جمع‌آوری کردند و بر اساس روش وبر و همکاران (۱۹۹۱) موردبررسی قرار دادند. آن‌ها معیارهای انتخاب تأمین‌کننده را در ۲۳ معیار معرفی‌شده توسط دیکسون (۱۹۶۶) و همچنین با معیارهای جدید موردبررسی قرار دادند و با نتایج مطالعه وبر (۱۹۹۱)، مقایسه کردند. مطالعه آن‌ها همانند پژوهش وبر (۱۹۹۱)، نشان داد که قیمت خالص، کیفیت و تحویل به‌موقع مهم‌ترین معیارهای انتخاب تأمین‌کننده است.

ارزیابی و انتخاب تامین کننده بر اساس اهداف چندگانه. دسته دوم، تصمیم‌گیری‌های چندهدفه (MODM)[25] است که بر اساس شرایط مسئله توابع هدف و محدودیت‌ها ساخته می‌شود و در حالت کلی اهداف تعریف‌شده با یکدیگر در تعارض هستند؛ به‌عبارت‌دیگر نمی‌توان جوابی برای مسئله پیدا کرد که همه اهداف در آن بهینه شوند.

در حالت کلی مسئله چندهدفه تخصیص سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان را می‌توان به‌صورت رابطه(۱) تعریف کرد:

رابطه (۱)

$$\min Z_1 و Z_2, \dots, Z_k$$
$$\min Z_{k+1} و Z_{k+2}, \dots, Z_p$$
$$S.t:$$
$$x \in X_\alpha, X_\alpha = \{x | g(x) \le b_r, r = 1, \dots, m\}$$

1 .Multi Criteria Decision Making

www.SID.ir

Archive of SID

۱. Z_1وZ_2, ... , Z_k اهداف منفی هستند که باید آن‌ها را کمینه کرد مانند هزینه، دیرکرد و غیره؛
۲. Z_{k+1}وZ_{k+2}, ... , Z_p اهداف مثبت می‌باشند که باید آن‌ها را بیشینه نمود مانند کیفیت، خدمات پس‌ازفروش [۱۹].

در اینجا به بررسی اهداف و محدودیت‌هایی پرداخته می‌شود که در مقالات در زمینه انتخاب تأمین‌کننده استفاده شده است.

کارنت و وبر (۲۰۰۰)، برای نخستین بار یک مدل چندهدفه را در شرایطی که اهداف با یکدیگر در تعارض هستند برای تحلیل سیستماتیک مسئله تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان ارائه کردند. آن‌ها از سه تابع هدف کمینه‌کردن مجموع هزینه خرید و کمینه‌کردن تعداد اقلامی که دیر تحویل داده می‌شوند و کمینه‌کردن اقلام مرجوعی استفاده کردند و محدودیت‌های ظرفیت و تقاضا را در مدل خود در نظر گرفتند [۲۶].

اهداف وبر (۲۰۰۰)، در بیشتر پژوهش‌ها با اندکی تغییرات در هدف استفاده شد؛ درنهایت وبر تخفیف‌ها را نیز در هزینه کل اعمال و محدودیت‌های تخفیف، کیفیت و تحویل را به مدل اضافه کرد.

لیا او و ریتچر (۲۰۰۷)، علاوه بر اهداف وبر و کارنت (۲۰۰۰) بیشینه کردن انعطاف‌پذیری را نیز در مدل در نظر گرفتند [۱۷].

دمیرتاس و آستون (۲۰۰۸) از دو هدف کمینه‌کردن هزینه خرید و کمینه‌کردن معیوبی‌ها استفاده کردند [۸]. آن‌ها به جای بیشینه‌کردن تحویل به‌موقع در مدل وبر (۲۰۰۰) از هدف بیشینه‌کردن مقدار خرید استفاده کردند.

سرفراز[1] (۲۰۱۱)، مشابه دمیرتاس (۲۰۰۸) از دو هدف کمینه‌کردن هزینه خرید و ماکزیمم‌کردن تعداد اقلام خریداری‌شده استفاده کرد [۲۱]؛ ولی از هدف کمینه‌کردن معیوبی‌ها استفاده نکرد و محدودیت کیفیت را نیز در نظر گرفت.

قدسی‌پور[2] و همکاران (۲۰۰۱)در مدل خود از سه تابع هدف کمینه‌کردن هزینه، بیشینه‌کردن کیفیت و بیشینه‌کردن خدمات با محدودیت ظرفیت و تقاضا استفاده کردند [۱۳]. باقری (۲۰۱۰) و امید (۲۰۰۶) نیز از این مدل در پژوهش خود استفاده کردند [۴و۳].

لیا او و ریتچر (۲۰۰۷)، یک مدل انتخاب تأمین‌کننده چندهدفه تحت تقاضای اتفاقی (تغییرپذیر) ارائه دادند. [۱۷] مدل آن‌ها متشکل از چهار هدف هزینه کل، مقدار بازگشتی، نرخ دیرکرد تحویل و نرخ انعطاف‌پذیری و دو محدودیت تقاضا و ظرفیت است. آن‌ها برای حل مدل از الگوریتم ژنتیک استفاده کردند.

رضایی و آرت (۲۰۱۱)، دو مدل خطی عدد صحیح مختلط برای مسائل تعیین اندازه محموله در چندین دوره که شامل چندین محصول و چندین تأمین‌کننده است، ارائه دادند [۲۰]. آن‌ها در مدل خود سه تابع هدف هزینه، کیفیت و سطح خدمت و مجموعه‌ای از محدودیت‌ها را در نظر گرفتند. هزینه کلی درنظرگرفته‌شده در مدل آن‌ها شامل هزینه خرید، سفارش، نگهداری و حمل‌ونقل است. به‌دلیل پیچیدگی

1. Sarfras
2. Ghodsipour

www.SID.ir

Archive of SID

مدل از یک سو و توانایی الگوریتم ژنتیک برای به‌دست‌آوردن مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بهینه از سوی دیگر از الگوریتم ژنتیک در یک رویکرد ابتکاری برای حل مدل استفاده شد.

کاربرد منطق فازی در انتخاب تأمین‌کننده. مسئله انتخاب تأمین‌کننده می‌تواند یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره یا چندهدفه باشد که در آن اهمیت معیارها و اهداف با توجه به استراتژی‌های زنجیره تأمین متفاوت است و می‌توانند با یکدیگر در تعارض بوده و بسته به موقعیت خرید دارای اهمیت و اولویتی متفاوت باشند؛ همچنین انتخاب تأمین‌کننده در صنایع یک فرآیند تصمیم‌گیری جمعی است؛ یعنی سطوح و گروه‌های مختلف سازمان در این فرآیند مشارکت دارند [۲۴].

در دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان اطلاعات دقیق و کاملی در ارتباط با معیارها و محدودیت‌ها ندارند؛ به‌طوری‌که نتایج را به‌صورت عدم‌قطعیت و ابهام و با داده‌های نامحدود و ذهنی مواجه می‌کنند و فرایند تصمیم‌گیری را چالشی و پیچیده می‌سازند. یکی از مؤثرترین راه‌ها برای مدلسازی عدم‌قطعیت استفاده از نظریه فازی است [۷].

۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف پژوهش

- انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان بر اساس چندین هدف و تعیین نحوه تخصیص‌دهی به تأمین‌کنندگان منتخب؛
- استراتژی انتخاب بهینه با درنظرگرفتن هزینه‌های مرجوعی، کنترل و سفارش.

پرسش‌های پژوهش. بر اساس آنچه در مبانی و چارچوب پژوهش مطرح شد، پرسش پژوهش عبارت‌اند از:

ـ چطور می‌توان هزینه‌های خرید، مرجوعی، کنترل و سفارش را در مسائل انتخاب تأمین‌کننده لحاظ کرد؟ و چه تأثیری بر هزینه کل خواهد داشت؟

ـ کیفیت محصول و خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان چه تأثیری بر روی نحوه تصمیم‌گیری دارد؟

ـ چطور می‌توان مدل را طوری اجرا کرد تا میزان کالاهایی که به‌موقع از طرف تأمین‌کنندگان منتخب دریافت می‌شوند، افزایش یابد؟

مدل پژوهش. در این مقاله برای پاسخ‌دادن به پرسش‌های پژوهش، یک مدل چندهدفه برای انتخاب تأمین‌کننده با چندین محصول و تعیین مقدار سفارش‌های اقتصادی در زنجیره تأمین ارائه خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

ساختار مدل. مدل ارائه‌شده در این پژوهش یک مدل سه‌هدفه با محدودیت‌هایی ازجمله: تقاضا، ظرفیت تأمین‌کننده، مقدار بازگشتی، بودجه و تحویل است، برای تشریح ساختار مدل باید به مفروضات، شمارنده‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم مدل اشاره شود.

مفروضات[1] مدل. پیش فرض هایی که در مدل ارائه شده عبارت‌اند از:

ـ تعداد محصولی که می‌تواند از هر تأمین‌کننده خریداری شود

ـ کمبود محصول‌ها برای هیچ یک از تأمین‌کنندگان مجاز نیست.

شمارنده‌های مدل

i: شمارنده تأمین‌کننده $i=1,2,\ldots,n$

s: شمارنده محصول‌ها $s=1,2,\ldots,r$

k: شمارنده اهداف $k=1,2,\ldots,q$

پارامترهای[2] مدل. پارامترهای مدل معرفی‌شده در جدول ۱، معرفی شده‌اند.

1. Assumption
2. Parametrs

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. پارامترهای مدل پژوهش

p_{is}	قیمت ارائه‌شده از طرف تأمین‌کننده iام برای محصول sام
t_s	هزینه کنترل هر واحد از محصول s
b_{is}	مقدار هزینه سفارش محصول sام از طرف تأمین‌کننده iام
$r_{is}(\%)$	درصد سطح کیفیت محصول sام از طرف تأمین‌کننده iام
$k_{is}(\%)$	درصدی از سطح کیفیت خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کننده iام برای محصول sام
q_{is}	هزینه مرجوع‌کردن محصول sام که از طرف تأمین‌کننده iام ارائه می‌شود
$O_{is}(\%)$	درصد محصول sام که از طرف تأمین‌کننده iام به‌موقع تحویل داده می‌شود
$e_{is}(\%)$	درصدی از محصول sام که از تأمین‌کننده iام به‌موقع تحویل داده نمی‌شود
W_s	ظرفیت انبار برای محصول sام
E_s	حد بالا قابل‌قبول از مقدار محصول sام که به‌موقع تحویل داده نمی‌شود.
M_s	حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان منتخب موردنظر خریدار برای هر محصول
D_s	مقدار تقاضای موردنیاز از محصول s
C_{is}	حداکثر مقدار از محصول s که از طرف تأمین‌کننده i می‌تواند تأمین شود
$f_{is}(\%)$	درصد مقدار مرجوعی از محصول sام برای تأمین‌کننده iام
F_s	حد بالا قابل‌قبول از مقدار مرجوعی برای محصول sام
B_s	بودجه تخصیص داده‌شده به محصول s
n	تعداد تأمین‌کنندگانی که برای انتخاب‌شدن با هم رقابت می‌کنند
r	تعداد محصولات موردنیاز خریدار که باید از طرف تأمین‌کنندگان تأمین شود
q	تعداد اهداف موجود در تصمیم‌گیری
Z_k^-	حداقل مقدار برای تابع هدف kام
Z_k^+	حداکثر مقدار برای تابع هدف kام

متغیر تصمیم[1]. متغیر تصمیم مسئله عبارت است از:

x_{is} : تعداد کالای خریداری‌شده از طرف تأمین‌کننده iام برای محصول sام.

توابع هدف[2]. هدف از این بخش ارائه ساختار تشکیل‌دهنده توابع هدف موجود در مسئله انتخاب تأمین‌کننده چندهدفه با چندین محصول است.

اهداف درنظرگرفته‌شده در مدل عبارت‌اند از: کمینه‌کردن هزینه کل که مشتمل بر هزینه خرید، هزینه مرجوعی، هزینه سفارش و هزینه کنترل است؛ بیشینه‌کردن کیفیت که این کیفیت مشتمل بر

1. Decision Variable
2. Objective Function

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان و کیفیت محصولات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان است و درنهایت بیشینه‌کردن تعداد محصولاتی که به‌موقع از طرف تأمین‌کنندگان به خریدار تحویل داده می‌شوند.

کمینه‌سازی هزینه کل. از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مسئله خرید و نیز انتخاب تأمین‌کننده، قیمت و هزینه است. از دید بسیاری از پژوهشگران، عامل قیمت مهم‌ترین معیار در مسئله خرید است. در این پژوهش، نخستین تابع هدف مدل به این مسئله می‌پردازد.

در این مدل هزینه‌ای که خریدار متحمل می‌شود، شامل قیمت محصول، هزینه مرجوع‌کردن محصولات، هزینه‌های کنترل و سفارش است.

در رابطه ۲، تابع هزینه ارائه‌شده است که در این رابطه به‌ترتیب هزینه‌های خرید، مرجوعی، کنترل و سفارش مدل‌سازی شده است.

$$Min \quad Z_1 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} p_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r}(f_{is}x_{is})q_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} t_s x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} b_{is}x_{is} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

بیشینه‌سازی سطح کیفیت. بیشینه‌سازی سطح کیفیت مشتمل بر کیفیت خدمات ارائه‌شده و کیفیت محصول دریافتی ارائه‌شده توسط تأمین‌کنندگان به ازای خرید کلیه محصولات در دوره‌های زمانی گوناگون است.

در رابطه ۳، قسمت اول نشان‌دهنده سطح کیفیت خدمات و قسمت دوم، سطح کیفیت محصول است. برای به‌دست‌آوردن آن باید به‌ترتیب سطح کیفیت خدمات و سطح کیفیت محصول ارائه‌شده از طرف هر تأمین‌کننده در هر دوره زمانی برای هر محصول (که در کلیه سطوح تخفیف از آن محصول یکسان است) در تعداد کل خریداری‌شده از آن محصول ضرب شود.

$$Max \quad Z_2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} k_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} r_{is}x_{is} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

حداکثرسازی تعداد محصولاتی که به‌موقع تحویل داده می‌شوند. در دنیای واقعی خریداران تمایل دارند، محصولاتی که سفارش می‌دهند را به‌موقع دریافت کنند؛ زیرا عدم‌دریافت به‌موقع محصولات، ضررهایی را بر آن‌ها تحمیل می‌کند.

برای بیشینه‌سازی این هدف باید درصد محصولات ارائه شده از طرف تأمین‌کننده iام (در دوره زمانی t)برای محصول sام، (که در کلیه سطوح تخفیف یکسان است) را در تعداد خریداری‌شده از آن تأمین‌کننده برای آن محصول در آن دوره زمانی ضرب کرد (رابطه ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

$$Max \quad Z_3 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} O_{is} x_{is}$$ رابطه (۴)

محدودیت‌ها[1]. همواره در دنیای واقعی محدودیت‌هایی برای خریدار و تأمین‌کنندگان وجود دارد که لازم است برآورد شوند. درواقع محدودیت‌های مسئله فضای حل را به‌وجود می‌آورند.

محدودیت تقاضا[2]. از آنجاکه تضمین تقاضای خریدار اهمیت زیادی دارد؛ بنابراین مجموع تعداد محصولی که از هر تأمین‌کننده خریداری می‌شود باید بزرگ‌تر یا مساوی با میزان تقاضای خریدار باشد. رابطه(۵) نشان‌دهنده این محدودیت است.

$$\sum_{i=1}^{n} x_{is} \geq D_s \qquad \forall s$$ رابطه (۵)

محدودیت ظرفیت. چون تأمین‌کنندگان با توجه به نیروی کار، ابزار و تجهیزات، ساعت‌های کاری و غیره توانایی تولید تعدادی از هر محصول را دارند، باید این محدودیت در مدل لحاظ شود تا با توجه به ظرفیت تولید تأمین‌کنندگان از آن‌ها خریداری شود و اگر تأمین‌کننده‌ای قادر به پاسخگویی همه نیازهای خریدار نباشد؛ در این صورت از سایر تأمین‌کنندگان موجود بقیه نیاز خریدار تأمین می‌شود.
این محدودیت به‌صورت رابطه(۶) ارائه می‌شود.

$$x_{is} \leq C_{is} \qquad \forall i, s$$ رابطه (۶)

محدودیت مقدار بازگشتی[3]. محدودیت مقدار بازگشتی به این مفهوم است که خریدار مایل نیست، تعداد محصولات معیوبی که در بسته‌های خریداری‌شده از تأمین‌کنندگان مختلف وجود دارد، بیشتر از یک نرخ مشخص باشد؛ به عبارت دیگر اگر $f_{is}(\%)$: درصد مقدار مرجوعی از طرف تأمین‌کننده iام و F_s : حد بالا از مقدار مرجوعی قابل‌قبول باشد، در این صورت رابطه ۷ به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\sum_{i=1}^{n} f_{is} x_{is} \leq F_s \qquad \forall s$$ رابطه (۷)

1. Constraints
2. Demand
3. Rejected Quantity

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت بودجه[1]. خریداران همواره برای خرید هر محصول یک حد بالا از بودجه را تخصیص می‌دهند و مایل هستند، طوری خرید کنند که هزینه کل خرید آن محصول کمتر یا مساوی بودجه تخصیص‌داده‌شده توسط خریدار برای محصول موردنظر باشد. این محدودیت به‌صورت رابطه ۸، نشان داده می‌شود.

$$\sum_{i=1}^{n} p_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}(f_{is}x_{is})q_{is} + \sum_{i=1}^{n} t_s x_{is} + \sum_{i=1}^{n} b_{is}x_{is} \le B_s \qquad \forall s \qquad \text{رابطه (۸)}$$

محدودیت ظرفیت انبار. خریدار می‌تواند حداکثر به میزان ظرفیت انبار خود برای هر محصول، خرید کند؛ بنابراین باید تعداد کل خریداری از کلیه تأمین‌کنندگان برای آن محصول کمتر از حد بالای ظرفیت انبار درنظرگرفته‌شده برای آن محصول از طرف خریدار باشد (رابطه ۹).

$$\sum_{i=1}^{n} x_{is} \le W_s \qquad \forall s\,. \qquad \text{رابطه (۹)}$$

محدودیت دیرکرد تحویل. با توجه به پیشینه تولید، هر تأمین‌کننده برای هر محصول، درصدی از مقدار محصولی که به‌موقع تحویل نداده است را ارسال می‌کند و از آنجاکه برای خریدار، یک حد بالا از مقدار محصول در هر دوره که به‌موقع تحویل داده نمی‌شوند، قابل‌قبول است؛ بنابراین لازم است از تأمین‌کنندگانی خرید انجام شود که نیاز خریدار را برآورده سازد (رابطه ۱۰).

$$\sum_{i=1}^{n} e_{is}x_{is} \le E_s \qquad \forall s \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

محدودیت تعداد تأمین‌کنندگان منتخب. سازمان‌ها برای جلوگیری از ریسک تک تأمین‌کنندگی و به‌دلیل داشتن محدودیت، به انتخاب چند تأمین‌کننده روی می‌آورند؛ ولی سیاست‌های کلی سازمان برای جلوگیری از پیچیدگی بیش‌ازحد روابط بین سازمان و تأمین‌کنندگان به اتخاذ تصمیمی درخصوص حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان منتخب منجر می‌شود؛ بنابرای رابطه ۱۱، نشان‌دهنده محدودیت بالا است.

$$y_{is} = \begin{cases} 0 & if \quad x_{is} = 0 \\ 1 & if \quad x_{is} > 0 \end{cases} \qquad \forall i,s \qquad \text{رابطه (۱۱)}$$

1. Budget Constraint

www.SID.ir

Archive of SID

$$\sum_{i=1}^{n} y_{is} \le M_s \qquad \forall s$$

نمای کلی مدل.

بر اساس آنچه تاکنون مطرح شد، نمای کلی مدل به‌صورت زیر است:

$$Min \quad Z_1 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} p_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r}(f_{is}x_{is})q_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} t_s x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} b_{is}x_{is}$$

$$Max \quad Z_2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} k_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} r_{is}x_{is}$$

$$Max \quad Z_3 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} O_{is}x_{is}$$

$$Subject \quad to:$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{is} \ge D_s \qquad \forall s$$

$$x_{is} \le C_{is} \qquad \forall i,s$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{is} \le W_s \qquad \forall s$$

$$\sum_{i=1}^{n} f_{is}x_{is} \le F_s \qquad \forall'$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}(f_{is}x_{is})q_{is} + \sum_{i=1}^{n} t_s x_{is} + \sum_{i=1}^{n} b_{is}x_{is} \le B_s \qquad \forall s$$

$$\sum_{i=1}^{n} e_{is}x_{is} \le E_s \qquad \forall s$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$y_{is} = \begin{cases} 0 & if \quad x_{is} = 0 \\ 1 & if \quad x_{is} > 0 \end{cases} \qquad \forall i, s$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_{is} \le M_s \qquad \forall s$$

$$x_{is} \ge 0 \qquad \forall i, s$$

روش و ابزار گردآوری داده‌ها. روش پژوهش در این مقاله، روش توسعه‌ای از شاخه ریاضی است. برای گردآوری داده‌ها از روش داده‌های تجربی استفاده شده است.

روایی و پایایی ابزار پژوهش. از آنجاکه داده‌های مورداستفاده در این پژوهش از اسناد و مدارک معتبر شرکت موردمطالعه (شرکت ماشین‌سازی) استخراج شده است؛ بنابراین داده‌ها هم از نظر روایی و هم اعتبار موردتأیید پژوهشگر است.

مورد مطالعه. مورد مطالعه در این پژوهش یکی از شرکت‌های مهم صنعتی است که در استان مرکزی فعالیت می‌کند و نقش مهمی در اقتصاد صنعتی کشور دارد. این شرکت در حال حاضر با سه تأمین‌کننده مهم برای هر محصول خود (شامل سه محصول مهم) در ارتباط است. در این پژوهش داده‌های مربوط به هزینه‌های خرید، مرجوعی، کنترل و سفارش مربوط به هر سه محصول با هر سه تأمین‌کننده بررسی می‌شوند؛ بنابراین از روش‌های متداول نمونه‌گیری به‌دلیل بهره‌گیری از کل داده‌ها استفاده نخواهد شد.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این بخش برای حل مدل ارائه‌شده در بخش قبل، از دو روش استفاده می‌شود. ابتدا برای حل مدل با استفاده از نرم‌افزار LINGO، مدل چندهدفه با روش معیار- جامع یا Lp-metric به مدل تک‌هدفه تبدیل می‌شود. ازآنجاکه ممکن است برای مسئله انتخاب تأمین‌کننده نتوان به‌طور هم‌زمان همه اهداف را تحت محدودیت‌های سیستم ارضا کرد، در این شرایط تصمیم‌گیرنده یک حدی از تلورانس و تابع عضویت $\mu(Z_k(x))$ را برای هر هدف فازی k در مدل تعریف می‌کند. [۱]؛ بنابراین از رویکرد فازی زیمرمن برای این منظور استفاده می‌شود.
روش کار هر یک از این روش‌ها به تفصیل در سه بخش زیر ارائه شده است:

روش معیار- جامع یا Lp-Metric. برای یکپارچه‌سازی توابع هدف، روش معیار جامع Lp-Metric استفاده شده است [۲۵]. در این روش کمینه‌سازی انحرافات توابع هدف از مقدار بهینه

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها مدنظر است . در روش معیار جامع ابتدا جواب‌های انفرادی برای بهینگی هر تابع هدف محاسبه و سپس تابع هدف کمینه می‌شود (رابطه ۱۲).

$$Minimize \quad \left(\sum_{k=1}^{q} \left[\omega_k \left| \frac{f_k^* - f_k(x)}{f_k^*} \right| \right]^P \right)^{\frac{1}{P}} \qquad \text{(رابطه ۱۲)}$$

$$Subject\ to:$$

$$X_\alpha, X_\alpha = \{x / g(x) \le b_h, h = 1,2,...,g\}$$

ω_k، درجه اهمیت (وزن) برای هدف iام است و $1 \le p < \infty$ پارامتر مشخص‌کننده خانواده Lp است. ارزش p مشخص‌کننده درجه تأکید بر انحرافات موجود است؛ به‌طوری‌که هر چه مقدار p بزرگ‌تر باشد، تأکید بیشتری بر بزرگ‌ترین انحراف خواهد بود

معمولاً ارزش‌های p=1، p=2 و p=∞ در محاسبات به‌کارگرفته می‌شوند. $P=1$ نشان می‌دهد که اهمیت یکسانی برای تمامی انحرافات در نظر گرفته می‌شود. $P=2$ نشان‌دهنده آن است که هر یک از انحرافات، وزن متناسب با خود را دارند؛ به‌طوری‌که بزرگ‌ترین انحراف بیشترین وزن را به خود اختصاص می‌دهد. وقتی p به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، بزرگ‌ترین انحراف نشان‌دهنده فاصله است [۱۴]. برای مقدار p=∞ این روش به رویکرد Min-Max تبدیل می‌شود. متغیر λ به‌صورت رابطه ۱۳، تعریف می‌شود.

$$\lambda = Maximize \quad \left(\sum_{k=1}^{q} \left[\omega_k \left| \frac{f_k^* - f_k(x)}{f_k^*} \right| \right] \right) \qquad \text{رابطه (۱۳)}$$

بنابراین می‌توان مدل چندهدفه را به‌صورت یک مدل تک‌هدفه، به‌صورت روابط ۱۴ نوشت:

www.SID.ir

Archive of SID

$$MinZ = \lambda$$

$$Subject \quad to:$$

روابط (۱۴)

$$\lambda \geq W_1 \left| \frac{Z_1 - Z_1^*}{Z_1^*} \right|$$
$$\lambda \geq W_2 \left| \frac{Z_2 - Z_2^*}{Z_2^*} \right|$$
.
.
.
$$\lambda \geq W_q \left| \frac{Z_q - Z_q^*}{Z_q^*} \right|$$

$$X_\alpha, X_\alpha = \{x / g(x) \leq b_h, h = 1,2,...,g\}$$

در این پژوهش از $p = \infty$ استفاده شده است.

رویکرد فازی زیمرمن. دومین روش مورداستفاده برای حل مدل چندهدفه ذکرشده در بالا، استفاده از رویکرد فازی زیمرمن (۱۹۷۸) است [۲۸].

در این صورت، مسئله برنامه‌ریزی خطی با اهداف فازی به‌صورت روابط ۱۵، نشان داده می‌شود [۱].

روابط (۱۵)

$$\tilde{Z}_k = \sum_{i=1}^{n} c_{ki} x_i \tilde{\leq} Z_k^0 \qquad k = 1,2,...,q \qquad (for \quad negetive \quad function)$$

$$\tilde{Z}_k = \sum_{i=1}^{n} c_{ki} x_i \tilde{\geq} Z_k^0 \qquad k = 1,2,...,q \qquad (for \quad positive \quad function)$$

$$Subject \quad to:$$

$$g_h(x) = \sum_{i=1}^{n} a_{hi} x_i \leq b_h \qquad h = 1,2,..,g$$
$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,...,n$$

در این مدل پارامترهای c_{ki}, a_{hi}, b_h مقادیر قطعی هستند، و علامت $\sim$ محیط فازی را نشان می‌دهد. علامت $\tilde{\leq}$ در محدودیت‌ها، نشان‌دهنده فازی‌بودن محدودیت‌ها است. علامت $\leq$، نشان‌دهنده این است که کمتر یا مساوی مقدار بهینه برای توابع هدف (از نوع منفی) تا مقدار Z_k^- (بدترین جواب) هر چند مطلوبیت کمتر در پی دارد؛ ولی می‌تواند برای تصمیم‌گیرنده قابل‌قبول باشد؛ همچنین $\tilde{\geq}$

www.SID.ir

Archive of SID

نشان‌دهنده فازی‌بودن محدودیت است و نشان می‌دهد که برای اهداف از نوع مثبت نیز تا مقدار Z_k^+ (بدترین جواب) برای تصمیم‌گیرنده قابل‌قبول است؛ اما با دورشدن از مقدار بهینه از مطلوبیت آن کاسته شده و به صفر نزدیک‌تر می‌شود.

در یک مسئله چندهدفه با اهداف فازی، بهینه‌سازی تقریبی از اهداف به این معنا است که توابع عضویت هر تابع هدف باید حداکثر شود [۲۲].

مدل برنامه‌ریزی فازی. زیمرمن (۱۹۷۸) با استفاده از توابع عضویت خطی، یک رویکرد فازی (مدل عملگر Min-Max) برای مسائل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی، به‌صورت رابطه ۱۶ ارائه داد [۲۸].

$$Max_x Min_k \mu_k(Z_k(x))$$

$$Subject \quad to: \qquad \text{رابطه (۱۶)}$$

$$x \in X_\alpha$$

معادله ۱۶ با استفاده از تعریف یک متغیر کمکی λ می‌تواند به رابطه ۱۷ تبدیل شود:

$$Max\lambda$$

$$Subject \quad to:$$

$$\mu_k(Z_k(x)) \geq \lambda, \quad k = 1,2,...,q \qquad \text{معادله (۱۷)}$$
$$x \in X_\alpha,$$
$$0 \leq \lambda \leq 1$$

آزمون پرسش‌های پژوهش. در این قسمت با به‌کارگیری روش‌های Lp-Metric و فازی زیمرمن، مدل چندهدفه معرفی‌شده به مدلی تک‌هدفه تبدیل می‌شود. این مدل با کمک نرم‌افزار Lingo نسخه ۸ حل می‌گردد.

شرکت ماشین‌سازی موردنظر، نیاز به خرید سه محصول از بهترین تأمین‌کنندگان و تخصیص مقدار بهینه به هر یک از آن‌ها دارد. این شرکت با سه تأمین‌کننده برای هر محصول مواجه است. پارامترهای مربوط به قیمت تمام‌شده برای محصول شامل قیمت خرید محصول Sام ارائه‌شده از طرف تأمین‌کننده iام (p_{is})، هزینه کنترل هر واحد از محصول Sام، هزینه سفارش‌دهی به تأمین‌کننده iام برای محصول Sام، هزینه مرجوع‌کردن هر واحد محصول Sام به تأمین‌کننده iام در جدول ۲، نشان داده شده است؛ همچنین سایر پارامترهای مدل بالا شامل درصد سطح کیفیت محصول sام از طرف تأمین‌کننده iام ($r_{is}(\%)$)، درصد سطح کیفیت خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کننده iام برای محصول sام

www.SID.ir

Archive of SID

($k_{is}(\%)$)، درصدی از محصول sام که از طرف تأمین‌کننده iام به‌موقع تحویل داده می‌شود، درصد مقدار مرجوعی محصول sام از تأمین‌کننده iام ($f_{is}(\%)$)، بودجه تخصیص‌داده‌شده به محصول sام (B_s) و حد بالا از مقدار مرجوعی برای محصول sام (F_s)، حد بالا از میزان عدم‌تحویل به‌موقع قابل‌قبول از نظر خریدار برای محصول s ام (E_s)، ظرفیت تأمین‌کنندگان برای هر محصول (C_{is})، مقدار تقاضا برای هر محصول s (D_s)، ظرفیت انبار برای هر محصول (W_s) و حداکثر تعداد تأمین‌کنندگان منتخب موردنظر خریدار برای هر محصول (M_s) در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۲. پارامترهای مربوط به قیمت تمام‌شده

محصول (s)	تأمین‌کننده (i)	p_{is}	t_s	b_{is}	q_{is}
۱	۱	۱۵	۰/۷	۵	۰/۶
	۲	۱۸		۴	۰/۴
	۳	۲۰		۵	۰/۳
۲	۱	۱۲	۰/۵	۴	۰/۲
	۲	۱۳		۵	۰/۲
	۳	۱۰		۳	۰/۴
۳	۱	۲۶	۰/۸	۵	۰/۷
	۲	۳۰		۷	۰/۸
	۳	۲۷		۶	۰/۶

جدول ۳. مقادیر سایر پارامترهای مدل

محصول (s)	تأمین‌کننده (i)	$r_{is}(\%)$	$k_{is}(\%)$	$O_{is}(\%)$	$f_{is}(\%)$	B_s	F_s
۱	۱	۸۵	۹۰	۹۱	۵	۲۰۰۰۰	۸۵
	۲	۸۶	۹۶	۸۸	۴		۸۶
	۳	۹۰	۹۵	۹۲	۳		۹۰
۲	۱	۹۲	۹۴	۹۱	۴	۲۲۰۰۰	۹۲
	۲	۹۰	۹۵	۹۴	۳		۹۰
	۳	۸۸	۹۰	۹۰	۶		۸۸
۳	۱	۸۸	۹۰	۹۰	۴	۳۰۰۰۰	۸۸
	۲	۹۵	۹۳	۹۵	۲		۹۵
	۳	۹۱	۹۲	۹۲	۳		۹۱

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳. مقادیر سایر پارامترهای مدل

محصول (s)	تأمین‌کننده (i)	E_s	$e_{is}(\%)$	D_s	C_{is}	M_s	B
۱	۱	۹۰	۹۱	۴۰۰	۶۰۰	۲	۸۰۰
	۲	۹۶	۸۸		۹۰۰		
	۳	۹۵	۹۲		۷۰۰		
۲	۱	۹۴	۹۱	۸۰۰	۱۲۰۰	۲	۱۲۰۰
	۲	۹۵	۹۴		۱۱۰۰		
	۳	۹۰	۹۰		۱۲۰۰		
۳	۱	۹۰	۹۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۲	۱۱۰۰
	۲	۹۳	۹۵		۱۲۰۰		
	۳	۹۲	۹۲		۸۰۰		

با جایگذاری پارامترها در مدل و حل تک‌تک اهداف با کلیه محدودیت‌های مدل با استفاده از نرم‌افزار Lingo نسخه ۸ مقادیر حد بالا و پایین برای هر هدف و همچنین مقادیر تخصیص محاسبه شد. نتایج در جدول(۴) الی (۹) نشان داده شده است.

جدول ۴. مقدار حد پائین هدف هزینه

Z_1^-	x_{11}	x_{13}	x_{32}
۳۸۱۹۸/۴	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰

جدول ۵. مقدار حد بالا هدف هزینه

Z_1^+	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{31}	x_{33}
۶۶۶۵۵/۰۶	۱۳۸	۹۰۰	۷۷۹	۶۵۶	۱۶

جدول ۶. مقدار حد پائین هدف کیفیت

Z_2^-	x_{11}	x_{13}	x_{32}
۳۱۹۲	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰

جدول ۷. مقدار حد بالا هدف کیفیت

Z_2^+	x_{12}	x_{21}	x_{23}	x_{31}	x_{33}
۴۶۴۹/۱	۹۰۰	۱۹۰	۷۳۶	۶۱۰	۶۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. مقدار حد پائین هدف تحویل به‌موقع

Z_3^-	x_{21}	x_{32}	x_{13}
۱۶۱۲	۴۰۰	۸۰۰	۶۰۰

جدول ۹. مقدار حد بالا هدف تحویل به‌موقع

Z_3^+	x_{11}	x_{31}	x_{22}	x_{23}	x_{33}
۲۳۳۸/۹۴	۱۱۴	۶۸۶	۹۰۰	۷۳۶	۶۴

حل مدل ارائه‌شده با استفاده از روش Lp-Metric. با جایگذاری مقادیر بهینه به‌دست‌آمده برای هر هدف از جدول ۴ تا ۹ به روش Lp-Metrics، رابطه ۱۸ به صورت زیر خواهد بود:

$$Min \quad \lambda$$

$$S.t:$$

رابطه (۱۸)

$$\lambda \geq (\frac{1}{3})(\frac{Z_1 - 38198.4}{38198.4})$$

$$\lambda \geq (\frac{1}{3})(\frac{4649.1 - Z_2}{4649.1})$$

$$\lambda \geq (\frac{1}{3})(\frac{2338.94 - Z_3}{2338.94})$$

$$x \in X_\alpha, X_\alpha = \{x / g(x) \leq b_h, h = 1,2,...,g\}$$

نتایج حل مدل با استفاده از نرم‌افزار Lingo نسخه ۸ در جدول ۱۰ نشان داده شده است:

جدول ۱۰. نتایج حل مدل با استفاده از روش Lp-Metric

λ	Z_1^*	Z_2^*	Z_3^*	x_{11}	x_{21}	x_{32}	x_{13}
۰/۰۵۹۲۵	۴۴۹۸۸/۵۷	۳۸۲۲/۶۳	۱۹۴۵/۰۲	۵۹۱	۶۵	۸۹۹	۶۰۰

با توجه به جدول ۱۰، تأمین‌کنندگان شرکت موردنظر برای هر محصول و نحوه تخصیص‌دهی به آن‌ها به این صورت است که محصول اول به دو تأمین‌کننده اول و دوم با مقادیر تخصیص متفاوت تخصیص داده شده است؛ به‌طوری‌که ۵۹۱ واحد کالا به تأمین‌کننده اول و ۶۵ واحد به تأمین‌کننده دوم اختصاص داده شده است. محصول دوم فقط به تأمین‌کننده سوم و با مقدار ۸۹۹ واحد تخصیص داده شده

www.SID.ir

Archive of SID

است. درنهایت در مورد محصول سوم نیز حداقل تقاضا از این محصول برآورده شده است؛ به‌طوری‌که این مقدار تقاضا از تأمین‌کننده اول خریداری شده است.

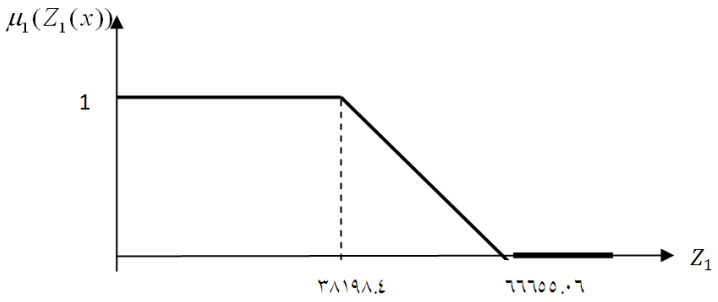
حل مدل ارائه‌شده با استفاده از رویکرد فازی زیمرمن. ابتدا برای حل با استفاده از روش فازی زیمرمن مقادیر تابع عضویت برای هر هدف به دست آورده می‌شود.

مقدار تابع عضویت خطی برای هدف اول که به‌صورت حداقل‌سازی هزینه خرید است با استفاده از جدول‌های ۴ و ۵ به‌صورت رابطه ۱۹، نشان داده شده است:

رابطه (۱۹)

$$\mu_1(Z_1(x)) = \begin{cases} 1 & for \quad Z_1(x) \le 38198.4 \\ \dfrac{(66655.06 - Z_1(x))}{(66655.06 - 38198.4)} & for \quad 38198.4 \le Z_1(x) < 66655.06 \\ 0 & for \quad Z_1(x) \ge 66655.06 \end{cases}$$

تابع عضویت خطی برای هدف اول $(\mu_1(Z_1(x)))$ در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. تابع عضویت خطی برای هدف هزینه

مقدار تابع عضویت خطی برای هدف دوم که به‌صورت حداکثرسازی سطح کیفیت است با استفاده از جدول ۶ و ۷ به‌صورت رابطه ۲۰، نشان داده شده است:

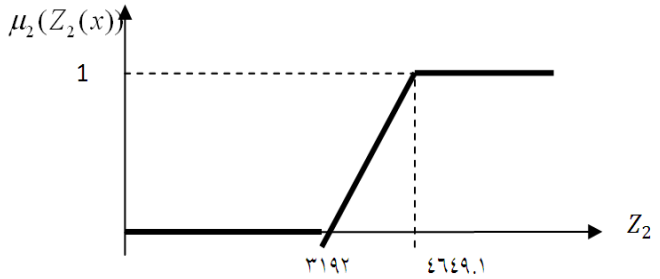
رابطه (۲۰)

$$\mu_2(Z_2(x)) = \begin{cases} 1 & for \quad Z_1(x) \ge 4649.1 \\ \dfrac{(Z_2(x) - 3192)}{(4649.1 - 3192)} & for \quad 3192 \le Z_2(x) < 4649.1 \\ 0 & for \quad Z_2(x) \ge 3192 \end{cases}$$

www.SID.ir

Archive of SID

تابع عضویت خطی برای هدف دوم $(\mu_2(Z_2(x))$ نیز در شکل ۲، نشان داده شده است.



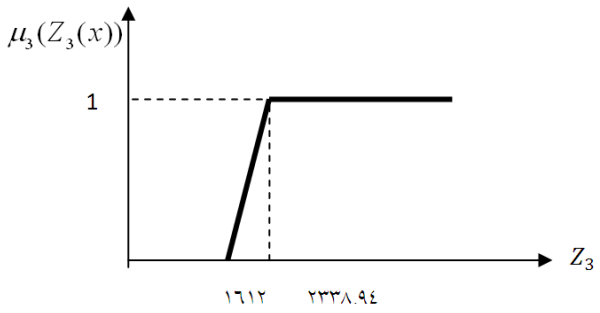
شکل ۲. تابع عضویت خطی برای هدف کیفیت

تابع عضویت خطی برای هدف سوم که به‌صورت حداکثرسازی محصولاتی است که به‌موقع تحویل داده می‌شوند با استفاده از جدول‌های ۸ و ۹ به‌صورت رابطه ۲۱، نشان داده شده است:

$$\mu_3(Z_3(x)) = \begin{cases} 1 & for \quad Z_3(x) \geq 2338.94 \\ \dfrac{(Z_3(x)-1612)}{(2338.94-1612)} & for \quad 1612 \leq Z_3(x) < 2338.94 \\ 0 & for \quad Z_3(x) \geq 1612 \end{cases}$$

رابطه (۲۱)

تابع عضویت خطی برای هدف سوم $(\mu_3(Z_3(x))$ در شکل ۳، نشان داده شده است.



شکل ۳. تابع عضویت خطی برای هدف تحویل به‌موقع

پس از به‌دست‌آوردن توابع عضویت خطی برای هر هدف، مدل فازی زیمرمن به‌صورت رابطه ۲۲، توسعه داده شده است .[۲۸]

www.SID.ir

Archive of SID

$$Max \quad \lambda$$

$$S.t:$$

$$(\frac{Z_1 - 38198.4}{66655.06 - 38198.4}) \geq \lambda$$

رابطه (۲۲)

$$(\frac{4649.1 - Z_2}{4649.1 - 3192}) \geq \lambda$$

$$(\frac{2338.94 - Z_3}{2338.94 - 1612}) \geq \lambda$$

$$x \in X_\alpha, X_\alpha = \{x / g(x) \leq b_h, h = 1,2,...,g\}$$

با استفاده از حل مدل فازی زیمزمن و با استفاده از نرم‌افزار Lingo نسخه ۸، جدول (۱۱) به‌دست می‌آید.

جدول ۱۱. نتایج حل مدل با استفاده از رویکرد فازی زیمرمن

λ	Z_1^*	Z_2^*	Z_3^*	x_{11}	x_{21}	x_{32}	x_{13}
۰/۶۳۰۳	۴۸۷۱۶/۲۲	۴۱۱۰/۷	۲۰۸۵/۵	۶۰۰	۲۰۰	۹۰۰	۶۱۵

با توجه به جدول(۱۱) تأمین‌کنندگان شرکت موردمطالعه برای هر محصول و نحوه تخصیص‌دهی به آن‌ها به این صورت است که محصول اول به دو تأمین‌کننده اول و دوم با مقادیر تخصیص متفاوت، تخصیص داده شده است؛ به‌طوری ۶۰۰ واحد به تأمین‌کننده اول و ۲۰۰ واحد به تأمین‌کننده دوم اختصاص داده شده است. محصول دوم فقط از تأمین‌کننده سوم و در مقدار ۹۰۰ واحد خریداری شده است. در مورد محصول سوم نیز مقدار ۶۱۵ واحد به تأمین‌کننده اول اختصاص داده شده است.

یافته‌های پژوهش. بر اساس مدل تشریح شده در این قسمت پرسش‌های پژوهش و نتایج بررسی می‌شوند.

پرسش اول پژوهش: چطور می‌توان هزینه‌های مرجوعی، کنترل و سفارش را در مسائل انتخاب تأمین‌کننده لحاظ کرد و چه تأثیری بر هزینه کل دارد؟

اهداف درنظرگرفته‌شده در مدل عبارت‌اند از: کمینه‌کردن هزینه کل که مشتمل بر هزینه خرید، هزینه مرجوعی، هزینه سفارش و هزینه کنترل و بیشینه‌کردن کیفیت که این کیفیت مشتمل بر کیفیت

www.SID.ir

Archive of SID

خدمات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان و کیفیت محصولات ارائه‌شده از طرف تأمین‌کنندگان و درنهایت بیشینه‌کردن تعداد محصولاتی که به‌موقع از طرف تأمین‌کنندگان به خریدار تحویل داده می‌شوند.

از مهم‌ترین عواملی که در مسئله خرید و انتخاب تأمین‌کننده مؤثر است، موضوع قیمت و هزینه است که هر خریدار مایل است تا حد امکان هزینه‌ها را کاهش دهد. از دید بسیاری از پژوهشگران، عامل قیمت مهم‌ترین معیار در مسئله خرید است. در این پژوهش اولین تابع هدف مدل به این مسئله می‌پردازد.

در این مدل هزینه‌ای که خریدار متحمل می‌شود، شامل قیمت محصول، هزینه مرجوع‌کردن محصولات، هزینه‌های کنترل و سفارش است.

در رابطه ۲۳، تابع هزینه ارائه شده است که در این رابطه به‌ترتیب هزینه خرید، مرجوعی، کنترل و سفارش مدل‌سازی شده است.

$$Min \quad Z_1 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} p_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r}\left(f_{is}x_{is}\right)q_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} t_s x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} b_{is}x_{is} \qquad \text{رابطه (۲۳)}$$

پرسش دوم پژوهش: کیفیت محصول و خدمات ارائه‌شده توسط تأمین‌کنندگان چه تأثیری بر نحوه تصمیم‌گیری دارد؟

برای پاسخ به این پرسش رابطه ۲۴، تشکیل شد. قسمت اول این رابطه نشان‌دهنده سطح کیفیت خدمات و قسمت دوم آن سطح کیفیت محصول است. این رابطه با مجموع سایر اهداف مدل در نظر گرفته شد که نتایج تحلیل آن در جدول‌های ۶ و ۷ مشخص شده است.

$$Max \quad Z_2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} k_{is}x_{is} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} r_{is}x_{is} \qquad \text{رابطه (۲۴)}$$

پرسش سوم پژوهش: چطور می‌توان مدل را طوری اجرا کرد که میزان کالاهایی که به‌موقع توسط تأمین‌کنندگان منتخب دریافت می‌شوند، افزایش یابد؟

در رابطه با این پرسش نیز هدفی به‌صورت رابطه ۲۵، تشکیل شد. برای بیشینه‌سازی این هدف نیاز است تا درصد محصولاتی که از طرف تأمین‌کننده iام در دوره زمانی tام برای محصول sام، (که در کلیه سطوح تخفیف یکسان است) در تعداد خریداری‌شده از آن تأمین‌کننده برای آن محصول در آن دوره زمانی ضرب شود؛ همان‌طور که تحلیل نتایج آن در جدول ۸ و ۹ ارائه شد.

$$Max \quad Z_3 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{r} O_{is}x_{is} \qquad \text{رابطه (۲۵)}$$

www.SID.ir

Archive of SID

درنهایت مدل با استفاده از توسعه مدل ریاضی، مدل‌سازی شد و سپس با توابع هدف فازی از رویکرد فازی و روش‌های حل مسائل چندهدفه تأمین‌کنندگان انتخابی و نیز مقدار بهینه تخصیص به هر یک از آن‌ها مشخص شد و می‌توان ادعا کرد، چنین رویکردی تاکنون در پژوهش‌های گذشته انجام نشده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در دهه اخیر، نحوه تأمین مواد اولیه و انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین، چالشی برای بیشتر سازمان ها بوده است. از آنجا که عملکرد تأمین کنندگان، اثر اساسی بر موفقیت یا شکست زنجیرهٔ تأمین دارد، انتخاب تأمین کننده، یک وظیفه راهبردی شناخته می شود .[۲۳] انتخاب تأمین‌کننده مناسب و مدیریت آن، ابزاری است که از آن می‌توان برای افزایش رقابت‌پذیری زنجیره تأمین استفاده کرد؛ بنابراین انتخاب تأمین‌کننده، تصمیمی مهم و استراتژیک در زنجیره تأمین است.

مسئله انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره، شامل معیارهای کیفی و کمّی است که در فرایند انتخاب، ممکن است تعداد زیادی از این معیارها با هم متناقض باشند؛ بنابراین روند تصمیم‌گیری را پیچیده‌تر می‌کنند. این پژوهش سعی بر آن داشت تا برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان و تخصیص مقدار بهینه به آن‌ها برای خرید چندین محصول از آن‌ها یک مدل چندهدفه با اهداف کمینه‌کردن هزینه، بیشینه‌کردن سطح کیفیت خدمات و بیشینه‌کردن سطح کیفیت محصولات با درنظرگرفتن محدودیت‌های ظرفیت، تقاضا، تخفیف، مقدار بازگشتی و بودجه ارائه دهد؛ همچنین برای انعطاف‌پذیرترکردن جواب‌ها از رویکردهای فازی به‌منظور حل مدل استفاده شد؛ بنابراین از دو رویکرد فازی زیمرمن برای حل مدل استفاده شده است.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی. با توجه به نتایج و یافته‌های این پژوهش و مواردی که موردبررسی قرار گرفت، می‌توان پیشنهادهایی را برای پژوهش‌های آتی و در ارتباط با مسئله انتخاب تأمین‌کننده ارائه داد. برخی از این پیشنهادها به شرح زیر هستند:

ـ در این پژوهش فرض بر این بود که تمام پارامترها به‌صورت قطعی هستند؛ می‌توان برای پژوهش‌های آتی، پارامترهای مدل برای مثال تقاضا و قیمت را به‌صورت فازی در نظر گرفت؛

ـ مدل به‌کارگرفته‌شده برای انتخاب تأمین‌کننده در این پژوهش برای حالتی بود که تنها یک دوره زمانی مدنظر خریدار قرار گرفته است؛ بنابراین می‌توان حالتی که خریدار قصد خرید در چندین دوره زمانی مختلف را دارد، موردپژوهش و بررسی قرار داد؛

ـ می‌توان مدل را طوری توسعه داد که کمبود محصول برای هر تأمین‌کننده مجاز باشد؛ همچنین می‌توان اهداف و محدودیت‌های دیگری نظیر هدف کاهش سطح ریسک و غیره را نیز به مدل اضافه کرد؛

ـ در این پژوهش فرض بر آن بود که وزن‌های اهمیت نسبی اهداف و محدودیت توسط تصمیم‌گیرنده عنوان شده و وارد مدل می‌شوند. به‌عنوان پژوهشی جامع، می‌توان معیارهای تصمیم‌گیری در امر انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

تأمین‌کننده را با هم در نظر گرفت و با استفاده از روش‌های وزن‌دهی مناسب مانند ANP، وزن‌های این معیارها را به‌دست آورد و وارد مدل کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Amid, A., Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (2009). A weighted additive fuzzy multi-objective model for the supplier selection problem under price breaks in a supply Chain. *International Journal of Production Economics, 121*, 323-332.
2. Amid, A., Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (2012). A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics, 131(1),* 139-145.
3. Amid, A., Ghodsypour, S.H., & O'Brien, Ch. (2006). Fuzzy multi-objective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics, 104,* 394–407.
4. Bagheri, F., & Tarokh, M.J. (2010). A fuzzy approach for multi-objective supplier selection. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 21(1),* 1-9.
5. Chang, C. T. Ho, H. P. (2009). G*lobal supplier selection using fuzzyanalytic hierarchy process and fuzzy goal programming.*Quality and Quantity, Online Version.
6. Chopra, S., & Meindel, P. (2007). *Supply chain Management – Strategy, Planning & Operation.* 3rd, chapter 1, Pearson Prentice Hall.
7. Dalalah, D., Hayajneh, M., Batieha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert Systems with Applications. 38,* 8384-8391.
8. Demirtas, E.A., & Üstün, Ö. (2008). An integrated multi objective decision making process for supplier selection and order allocation. *Omega, 36,* 76 – 90.
9. Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing, 2(1),* 5–17.
10. Elahi, B., Seyed-Hosseini, S.M., & Makui, A. (2011).A Fuzzy Compromise Programming Solution for Supplier Selection in Quantity Discounts Situation. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 22(2),* 107-114.
11. Ghodsypour, S.H., O'Brien, C. (1997). An integrated method using the analytical hierarchy process with goal programming for multiple sourcing with discounted prices. *In: Proceedings of 14th International Conference on Production Research (ICPR),* Osaka, Japan.
12. Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics, 56–57,* 199–212.
13. Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (2001). The total cost of logistic in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraints. *International Journal of Production Economics, 73,* 15-27.
14. Hwang, C. L., Masud, A. S. Md. (1995). *Multiple Objective Decision Making Methods and Applications.* Springer, Berlin.
15. Ho, W., Xu, X., & Dey, P.K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research, 22,* 16-24.
16. Leenders / Fearon. (1997). Purchasing and supply management. IRWIN.Liao, Z., Rittscher, J. (2007). A multi-objective supplier selection model under stochastic

www.SID.ir

Archive of SID

demand conditions. *International Journal of Production Economics, 105(1),* 150–159.
17. Liao.J, & Rittscher J. (2007). Integration of supplier selection, procurement lot sizing and carrier selection under dynamic demand conditions. *International Journal of Production Economics 107(2),* 502-510.
18. Mollatayefeh, F., Talebi, D. (2012). Supliers Selection and Evaluation during Supply Chain by using Integrated Method of FAHP and Multi-Objectives Linear Programming. *Journal of Industrial Management Perspective, 1(2), 27-42.*
19. Ozkok, B. A., &Tiryaki, F. (2011). A compensatory fuzzy approach to multi-objective linear supplier selection problem with multiple-item. *Expert Systems with Applications, 38,* 11363–11368.
20. Rezaei, J. & Ortt.R. (2013) Supplier Segmentation Usage Fuzzy Logic. *International Marketing Management, 42(4),* 507 -517.
21. Sarfraz, A. (2011). An integrated multi objective decision making process for supplier selection with volume discounts. Proceedings on Industrial Engineering and Operations Management Kuala Lumpur, Malaysia, January, 22-24.
22. Seifbarghi, M., Pourebrahim, A., & Alidoost. M. (2011). A Comprehensive Fuzzy Multiobjective Supplier Selection Model under Price Brakes and Using Interval Comparison Matrices. *Journal of Industrial and Systems Engineering, 4(4),* 224-244.
23. Shahbandarzade, H., Paykam, A. (2015). Employment of a Weighted Fuzzy Multi-Objective Programming Model Method to Determine the Amount of Optimum Purchasing from Suppliers. *Journal of Industrial Management Perspective, 5(18), 129-152.*
24. Sharafi masole , A.,(2007) Select and Evalute of supplier with MCDM method, Car enginnering and depended industries (6), 1
25. Stadler, H., & Kilger, Ch. (2005). *Supply chain management and advanced planning.* Springer publications, Berlin.
26. Weber, C.A., Current, J.R., & Desai, A. (2000). An optimization approach to determining the number of vendors to employ. *Supply Chain Management: an International Journal, 5(2),* 90-98.
27. Zhang, Zhi., Lei, J., Cao, N., To, K., & Ng, K. (2004). Evaluation of supplier selection criteria and methods. Available at: [http://www.globelics-beijing.cn/paper/Zhiming %20]
28. Zimmermann, H.-J. (1978). Fuzzy programming and linear programming withseveral objective functions. *Fuzzy Sets and Systems, 1,* 45–55.
29. Zouggari, A., & Benyoucef, L. (2012). Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection problem. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25,* 507-519.

www.SID.ir