



ارائه فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره تلفیقی برای انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از \Leftarrow نظریه مجموعه‌های فازی و طرح آشیانه‌ای

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۸

چکیده

عملکرد مثبت بخش خرید تأثیر مستقیم بر کاهش هزینه‌ها، افزایش سودآوری و بقای یک زنجیره تأمین دارد. ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان یکی از عمده‌ترین وظایف بخش خرید در یک زنجیره تأمین است. در این مقاله، یک مدل خطی فازی چندهدفه جهت حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده است. روش ارائه شده، تصمیم‌گیر را قادر به شناسایی عوامل اثرگذار می‌سازد و اهمیت نسبی آنها در انتخاب تأمین‌کننده را با توجه به راهبردهای مورد نظر بیان می‌کند. برای انجام این کار، ابتدا با استفاده از تکنیک Nested Design در طراحی آزمایش‌ها به انتخاب معیارهای

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه شاهد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیرکبیر

انتخاب تأمین‌کننده می‌پردازد. سپس، با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، ابهام حاکم در تعیین اهمیت عوامل مختلف لحاظ می‌شود.

واژگان کلیدی:

انتخاب تأمین‌کننده / طراحی آزمایش‌ها / تصمیم‌گیری چند هدفه / فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

مقدمه

انتخاب تأمین‌کننده، یکی از مهم‌ترین اقدام‌ها در مدیریت خرید در یک زنجیره تأمین است. علت این امر، تأثیر قابل ملاحظه‌ی تأمین‌کننده بر روی هزینه، کیفیت، حضور به‌موقع کالا و سطح خدمت ارائه شده در هنگام دریافت کالا است.

انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره با معیارهای بعضاً متعارض است. بنابراین یکی از وظایف مدیر بخش خرید، مقایسه‌ی گزینه‌های مختلف از منظر این معیارها است. تکنیک‌های موجود در طراحی آزمایش‌ها را می‌توان به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌یار در شناسایی معیارها به‌کار برد. سپس، بکارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ در ارزیابی گزینه‌ها، بر مبنای معیارهای شناسایی شده، به تصمیم‌گیر کمک می‌کند. بسته به شرایط مختلف در خرید، اهمیت معیارها متغیر است. بنابراین، استفاده از روشی برای لحاظ کردن اهمیت معیارها نیاز است.

1- Multiple Criteria Decision making

در مسائل دنیای واقعی، مانند انتخاب تأمین‌کننده، بسیاری از داده‌های ورودی به مسئله قطعی نیستند. در این موارد، مقادیر بسیاری از شاخص‌ها، محدودیت‌ها و ارجحیت‌ها در مقایسات با عباراتی مبهم، مانند "قیمت بسیار کم"، "با کیفیت بسیار بالا"، "شاخص اول نسبت به شاخص دیگر تقریباً چهار برابر اهمیت دارد." بیان می‌شوند. مدل‌های قطعی، توانایی لحاظ کردن این موارد مبهم در مسئله را دارا نیستند. از طرفی، در بسیاری از این موارد تجربه قبلی کافی موجود نبوده تا بتوان از مفاهیم و قواعد احتمالی بهره جست. از این‌رو، در چنین شرایطی، از نظریه مجموعه‌های فازی می‌توان به عنوان ابزاری کارآمد برای کنترل این ابهام‌ها و عدم دقت‌ها استفاده کرد. از آنجایی که در مسئله‌ی حاضر، داده‌های مبهم وجود داشته و فرض بر عدم وجود تجربه قبلی بنا نهاده شده، از نظریه مجموعه‌های فازی برای انجام مقایسات استفاده می‌شود.

بلمن و زاده یک مدل برنامه‌ریزی را برای تصمیم‌گیری در فضای فازی ارائه کردند. زیمرمن برای نخستین بار از روش بلمن و زاده برای حل یک مسئله برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه استفاده کرد. در این روش، محدودیت‌ها و اهداف از نظر اهمیت برای تصمیم‌گیری‌ها متفاوت در نظر گرفته شده بودند. به علت وجود اهمیت‌های متفاوت، مدل‌های متقارن برای حل این دسته از مسائل تصمیم‌گیری مناسب نیستند.

در این مطالعه، ابتدا با استفاده از یکی از تکنیک‌های طراحی آزمایش‌ها (با در نظر گرفتن تأمین‌کنندگان موجود) معیارهای تأثیرگذار در مسئله مورد نظر تعیین می‌شوند. این روش مبتنی بر عملکرد تأمین‌کنندگان موجود است. سپس بر مبنای داده‌های نادقیق و متغیرهای زبانی اهمیت نسبی معیارهای مختلف تعیین می‌گردد. این کار از راه انجام مقایسات زوجی بین اهداف در

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری) با به کارگیری نظریه مجموعه‌های فازی (یعنی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی) صورت می‌پذیرد. در نهایت، مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه‌ای برای تعیین سهم خرید از هر یک از تأمین‌کنندگان ارائه خواهد شد.

در ادامه، در بخش ۲ به بررسی برخی مطالعات انجام شده مربوط به موضوع مورد نظر پرداخته می‌شود. در بخش ۳ به معرفی تکنیک "آزمایش ۲ سطحی آشیانه‌ای" و کاربرد آن در این تحقیق پرداخته خواهد شد. بخش ۴ مروری گذرا بر مفاهیم تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تبدیل اوزان فازی به اوزان قطعی دارد. همچنین، در بخش ۵، مدل مورد استفاده در این مطالعه بیان می‌گردد. برای درک بهتر روش ارائه شده در این تحقیق، در بخش ۶ به بیان مثالی عددی از روش پیشنهادی پرداخته خواهد شد.

مرور ادبیات انتخاب تأمین‌کننده

در این بخش، مروری کوتاه بر نمونه‌هایی از کارهای انجام شده در رابطه با دو موضوع "انتخاب تأمین‌کننده" و "استفاده از طراحی آزمایش‌ها در تصمیم‌گیری چندمعیاره" ارائه می‌شود. برای این منظور، ابتدا نمونه‌هایی از کارهای منتشر شده در زمینه "معیارهای انتخاب تأمین‌کننده" بررسی می‌شود. سپس "روش‌های انتخاب" و در نهایت "طراحی آزمایش‌ها در تصمیم‌گیری چندمعیاره" مرور خواهند شد.

دیکسون برای اولین بار ۲۳ معیار را از منظر مدیریت خرید برای انتخاب تأمین‌کننده معرفی کرد. او نشان داد که کیفیت مهم‌ترین معیار مدنظر در انتخاب تأمین‌کننده است. و بر با مرور کارهای منتشر شده، قیمت خالص را مهم‌ترین معیار در انتخاب معرفی کرد. او همچنین، چندمعیاره بودن مسئله انتخاب تأمین‌کننده را تصریح کرده و وابستگی وزن هر یک از معیارها به

شرایط و زمان خرید را نشان داد. روا و باخ به ترتیب، ۶۰ و ۵۱ معیار را برای انتخاب تأمین‌کننده معرفی کردند. نقطه مشترک کارهای انجام شده، تأکید بر چندمعیاره بودن مسئله انتخاب تأمین‌کننده است.

گابالا [6] برای نخستین بار از یک مدل ریاضی برای یک مسئله واقعی انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرد. او یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح را برای کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های خرید، حمل و نقل و انبارداری معرفی نمود. قدسی‌پور و ابرایان [21] یک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS)^۱ برای کاستن تعداد تأمین‌کنندگان براساس راهبرد بهینه تأمین، بنا نمودند. آنها برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده، یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح با در نظر گرفتن محدودیت‌های تأمین‌کننده و محدودیت بودجه و کیفیت از طرف خریدار را همراه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۲ ارائه نمودند. قدسی‌پور و ابرایان [7] یک مدل AHP و برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن عوامل کمی و کیفی در فعالیت‌های خرید ارائه کردند. کارپاک [9] برای کمینه‌سازی هزینه و بیشینه‌سازی کیفیت و قابلیت اطمینان در تحویل، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی ارائه نمود. قدسی‌پور و ابرایان [8] یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح جهت کمینه‌سازی کل هزینه‌های لجستیک ارائه نمودند. این هزینه‌ها شامل قیمت خالص، انبارداری، هزینه سفارش‌دهی و هزینه حمل و نقل بود.

اغلب کارهای منتشر شده از این دست، به علت وجود ابهام در عوامل موجود در مسائل دنیای واقعی، مدل‌هایی مناسب به‌شمار نمی‌روند. به‌منظور کنترل عدم دقت و ابهام موجود در دنیای واقعی، کارهایی در این حوزه منتشر

1- Decision Support System
2- Analytical Hierarchy Process

شده که می‌توان تحقیقات انجام شده توسط ناراسیمهان [12]، سوکاپ [16] و نایدیک و هیل [13] اشاره کرد. همچنین، مارلاچی [11] مدلی ترکیبی شامل نظریه مجموعه‌های فازی و AHP برای ارزیابی تأمین‌کنندگان کوچک ارائه نمود. در بین کارهای مورد اشاره، تنها مدل ارائه شده توسط قدسی‌پور و ابریان [7] در فضای فازی، به مسئله با در نظر گرفتن محدودیت‌های ظرفیت پرداخته است. به بیان دیگر، در سایر مدل‌ها هریک از تأمین‌کننده‌ها از توانایی تأمین تقاضای تمام خریداران برخوردار است.

در رابطه با حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از طراحی آزمایش‌ها می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد. ابراهیمی و همکارانش روشی مبتنی بر طرح "Central Composite" ارائه داده که با استفاده از داده‌ها و خروجی‌های طرح آزمایش به بهینه‌سازی مسئله خود پرداختند. ماروین و همکارانش با در نظر گرفتن ۹ معیار تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کننده در صنعت مبل و لوازم خانگی، در بخشی از مطالعه خود از یک طرح آزمایش فاکتوریال به عنوان یک تکنیک طراحی آزمایش استفاده کرده‌اند. در نهایت، آنها مهم‌ترین معیار در صنعت مبل و لوازم خانگی را تعیین کردند. سیوا کومار و همکارانش مدلی را بر اساس طرح "Central Composite" ارائه داده که در آن ۳ متغیر کنترلی و ۶ متغیر پاسخ وجود دارد. همچنین، پس از بنا نمودن طرح آزمایش، به بهینه‌سازی متغیرهای پاسخ مربوط به صنعت شیمی با استفاده از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداختند. راجو و پیلائی مدلی را برای ارزیابی و در نهایت انتخاب بهترین روش آبیاری ارائه دادند. در این مطالعه، از طرح آزمایش تاگوچی^۱ جهت کمینه‌سازی هزینه‌های محاسباتی بهره برده‌اند. یانگ نان و همکارانش مدلی را برای تبدیل یک طرح آزمایش با

1- Taguchi

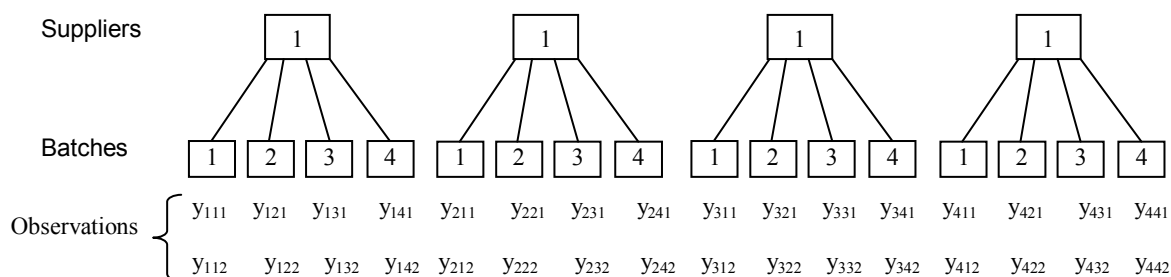
چندین متغیر پاسخ و چندین متغیر کنترلی (به‌عنوان متغیرهای تصمیم‌گیری) به طرحی با یک متغیر پاسخ فازی ارائه کردند. در این مطالعه از منطق فازی به‌عنوان ابزاری کارآمد استفاده شد. فان در ری و همکارانش چارچوبی برای تبادل^۱ بین معیارهای انتخاب تأمین‌کننده ارائه کردند. در این کار که از اطلاعات چند شرکت بزرگ در ۴ کشور آلمان، انگلستان، ایتالیا و فرانسه استفاده شده، آن‌ها به انتخاب تأمین‌کننده برای تأمین آلومینیوم پرداختند. در قسمتی از این مطالعه از یک طرح چندسطحی آزمایش برای انتخاب معیارهای انتخاب تأمین‌کننده استفاده شده است.

طرح آزمایش^۲ سطحی^۲ آشیانه‌ای

طراحی آزمایش‌ها، مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری برای تعیین عوامل اثرگذار بر یک موضوع با حداقل هزینه و در نظرگیری انواع محدودیت‌ها است. یکی از تکنیک‌های موجود در طراحی آزمایش‌ها، تکنیک^۲ سطحی آشیانه‌ای است. در این طرح آزمایش، عوامل و متغیرهای کنترلی دارای^۲ سطح مجزا بوده به طوری که تیمارهای^۳ یک سطح همانند یکدیگر بوده اما تیمارهای مختلف سطح دیگر با هم تفاوت دارند. برای درک بهتر، فرض شود که یک کارخانه به دنبال خرید مواد اولیه مورد نیاز خود از بین ۴ تأمین‌کننده باشد (شکل ۱). برای این منظور، پاسخ به دو سؤال زیر، دنبال می‌شود:

- ۱- آیا عملکرد تأمین‌کنندگان موجود، در یک معیار مفروض با هم تفاوت دارد یا خیر؟
- ۲- آیا عملکرد هریک از تأمین‌کنندگان در رابطه با معیار مفروض در طول زمان ثابت است یا خیر؟

1- Trade-off
2- Stage
3- Treatment



شکل ۱: طرح ۲ سطحی (عاملی) آشیانه‌ای

فرض موجود در این مسأله در رابطه با نحوه خرید خریدار، در طول دوره (یک ماه) خرید آزمایشی به صورت زیر است:

در طول دوره، به هریک از تأمین‌کنندگان ۸ مرتبه سفارش داده می‌شود. این ۸ سفارش در ۴ هفته مجزا رخ می‌دهد. در هر هفته، سفارش‌دهی در دو روز مجزا انجام شده که این روزها به‌طور تصادفی انتخاب می‌شوند. همچنین، در هر بار سفارش، بیش از یک بسته سفارش داده شده که برای انجام آزمایش، یک بسته از بین آنها به‌طور تصادفی انتخاب شده و مشخصات آن ثبت می‌شود.

با انجام این طرح آزمایش، دو نتیجه زیر قابل حصول است:

۱- عملکرد تأمین‌کنندگان موجود، در کدام معیار با هم تفاوت دارد؟ بنابراین، آن معیارها در فرآیند انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در نظر گرفته می‌شوند. به بیان دیگر، معیارهایی که در آنها تأمین‌کنندگان دارای عملکردهای متفاوتی بوده در توابع هدف مدل انتخاب تأمین‌کننده لحاظ خواهند شد.

۲- آیا عملکرد هریک از تأمین‌کنندگان در رابطه با معیار مفروض در طول زمان ثابت است یا خیر؟ در صورت ثابت نبودن عملکرد یک تأمین‌کننده

در رابطه با یک معیار باید به اصلاح فرآیند تولید تأمین‌کننده یا سیستم تضمین کیفیت داخلی آن پرداخته شود.

مدل ریاضی برای این طرح به صورت زیر است.

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j(i) + \varepsilon_{(i)k} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, o \end{cases}$$

در مسئله موجود در این تحقیق، a نشان‌گر تعداد تأمین‌کنندگان موجود، b نشان‌گر تعداد هفته‌های انتخابی برای مشاهده بسته‌ها و o نشان‌گر تعداد روزهای هفته بوده که در آن سفارش خرید داده می‌شود.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی^۱ (FAHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه^۲ (MADM) به‌شمار می‌رود. اما به‌علت استفاده از مقیاس‌های گسسته ۱ تا ۹ ساعتی برای کمی کردن ترجیحات تصمیم‌گیر در این فرآیند، امکان لحاظ کردن ابهام مربوط به اولویت معیارها و عملکردهای مختلف وجود ندارد. درحالی‌که در مسئله انتخاب تأمین‌کننده درجه بالایی از قضاوت‌های ذهنی و ترجیحات فردی وجود دارد. با وجود مزیت‌هایی نظیر: سادگی و سهولت کاربرد در استفاده از مقیاس گسسته در AHP، این مقیاس در لحاظ کردن عدم دقت موجود در تصویرکردن درک یک فرد به یک عدد، ناتوان است. به بیان دیگر، AHP معمولاً نیازمند قضاوت‌های دقیق است؛ درحالی‌که به‌علت پیچیدگی موجود در مسائل دنیای واقعی، گاهی الزام به فراهم آوردن قضاوت‌های دقیق، غیرواقعی و یا حتی غیرممکن است. علاوه بر آن، در بسیاری از موارد، داده‌های کافی از گذشته برای بکارگیری توزیع‌های احتمالی وجود ندارد. بنابراین، اجازه دادن به تصمیم‌گیر برای استفاده از

1. Fuzzy Analytical Hierarchy Process
2. Multiple Attribute Decision Making

عبارات زبانی بجای عبارات دقیق، در انجام مقایسات، واقع‌بینانه‌تر است. در واقع، FAHP مدل توسعه‌یافته AHP بوده امکان لحاظ کردن ابهام و عدم دقت موجود در قضاوت‌های تصمیم‌گیر به‌صورت مؤثر و کارا، مزیت آن است.

الف) نحوه محاسبه وزن‌های فازی ذوزنقه‌ای در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به روش میانگین هندسی

روش‌های مختلفی برای استخراج اوزان از FAHP وجود دارد؛ این روش‌ها با هم تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند. برای نمونه، میخائیلوف روشی را برای استخراج وزن‌های قطعی از ماتریس مقایسات زوجی فازی پیشنهاد کرده است. یکی از روش‌ها برای استخراج وزن‌های فازی ذوزنقه‌ای از فرآیند FAHP با اعداد ذوزنقه‌ای روش میانگین هندسی و همکارانش است. این روش به شرح زیر می‌باشد:

فرض کنید:

- A ماتریس تصمیم‌گیری فازی $p \times p$ و عناصر آن با a_{ij} نمایش داده شود. درحقیقت، همان ماتریس مقایسات زوجی بوده که در آن p تعداد گزینه‌هایی است که باید با هم مقایسه شوند.

- $a_{ij} = (l, m, o, s)$ تابع عضویت یک عدد فازی ذوزنقه‌ای با پارامترهای l, m, o, s باشد. همچنین، $a_{ii} = (1, 1, 1, 1)$ برای تمامی i ها صادق است. به بیان دیگر، اعداد موجود روی قطر اصلی برابر با ۱ می‌باشند.

- α_i و β_i و γ_i و δ_i به ترتیب، میانگین‌های هندسی s, o, m, l هستند.
- α و β و γ و δ به ترتیب، برابر با مجموع α_i ها و β_i ها و γ_i ها و δ_i ها باشند:

روش

گام (I): محاسبه α_i و β_i و γ_i و δ_i با استفاده از مجموعه معادلات (۱)

$$\alpha_i = \left[\prod_{j=1}^p l_{ij} \right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1, 2, \dots, p \quad \gamma_i = \left[\prod_{j=1}^p n_{ij} \right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\beta_i = \left[\prod_{j=1}^p m_{ij} \right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1, 2, \dots, p \quad \delta_i = \left[\prod_{j=1}^p s_{ij} \right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1, 2, \dots, p$$

(۱)

گام (II): یافتن α و β و γ و δ با استفاده از مجموعه معادلات (۲)

$$\alpha = \sum_{i=1}^p \alpha_i \quad \gamma = \sum_{i=1}^p \gamma_i$$

$$\beta = \sum_{i=1}^p \beta_i \quad \delta = \sum_{i=1}^p \delta_i$$

(۲)

گام (III): محاسبه w_i ها (که همان وزن‌های فازی ذوزنقه‌ای هستند) با استفاده از معادله (۳)

$$i = 1, 2, \dots, p \quad w_i = \left(\frac{\alpha_i}{\delta}, \frac{\beta_i}{\gamma}, \frac{\gamma_i}{\beta}, \frac{\delta_i}{\alpha} \right)$$

(۳)

به این ترتیب، از یک ماتریس مقایسات زوجی فازی ذوزنقه‌ای، اوزان فازی ذوزنقه‌ای هریک از گزینه‌ها بدست می‌آید. در قسمت حل مدل نهایی مسأله، پس از مقایسات زوجی اهداف سه‌گانه مسأله با یکدیگر در ماتریس مقایسات فازی، می‌توان اوزان فازی ذوزنقه‌ای هریک از اهداف را با استفاده از این روش بدست آورد.

ب) نحوه تبدیل اوزان فازی به اوزان قطعی

پس از یافتن اوزان فازی ذوزنقه‌ای هر یک از اهداف مسأله، باید با روشی این اوزان به اوزانی دقیق تبدیل شوند. در این مطالعه، از روش پیشنهادی دلگادو و همکارانش [10] برای انجام این کار استفاده می‌شود. در ادامه، این روش به‌طور خلاصه آورده شده است.

دلگادو و همکارانش [10] ادعا کرده‌اند که برای رتبه‌بندی اعداد فازی، تنها به دو معیار "مقدار (V)" و "ابهام (A)" نیاز است. نحوه دستیابی به این معیارها در [10] به‌طور مبسوط توضیح داده شده است. با توجه به [10] می‌توان اثبات کرد که مقادیر A و V برای یک عدد فازی ذوزنقه‌ای به صورت زیر است.

$$V(T) = (o + m) / 2 + [(s - o) - (m - l)] / 6$$

$$A(T) = (o - m) / 2 + [(s - o) + (m - l)] / 6$$

(۴)

سپس دلگادو و همکارانش [10] به رتبه‌بندی اعداد فازی با استفاده از پارامترهای "مقدار و ابهام" پرداخته که خلاصه‌ی روش آن‌ها در زیر آمده است:

۱. ابتدا باید دو عدد فازی را براساس پارامتر "مقدار" با هم مقایسه کرد. اگر پارامتر "مقدار" آنها تقریباً با یکدیگر برابر بود، باید به گام بعد رفت. در غیر این صورت، بر مبنای همین پارامتر رتبه‌بندی می‌شوند.
۲. باید دو عدد را براساس پارامتر "ابهام" با هم مقایسه کرد. اگر پارامتر "ابهام" آنها تقریباً با یکدیگر برابر بود باید گفت که این دو عدد فازی تقریباً با هم برابرند.

در این مطالعه، به این علت که نیازی به رتبه‌بندی اهداف نیست (و تنها تبدیل اوزان فازی به قطعی دنبال می‌شود)، تنها از قسمت اول روش رتبه‌بندی بالا (که همان مقدار اعداد فازی است) استفاده می‌شود.

تشکیل مدل فازی انتخاب تأمین‌کننده

کلیات مدلی که جهت بررسی و بهبود انتخاب تأمین‌کننده انتخاب شده، توسط قدسی‌پور و اوبراین ارائه گردیده است. در این مدل، فرض شده که خریدار برای انتخاب تأمین‌کننده n گزینه داشته که ظرفیت تمام آن‌ها محدود است. در این مطالعه، m تابع هدف و ۳ گروه محدودیت در مدل منظور شده است.

به علت توانایی این مدل در لحاظ کردن توابع هدف به تعداد دلخواه (بر خلاف مدل‌هایی در تحقیقات قبل ارائه شده است)، می‌توان از آن در مسائل متنوع (بسته به شرایط) استفاده کرد. در ادامه به معرفی پارامترهای مورد استفاده در مدل پرداخته می‌شود.

D = تقاضای سالانه

Q = مقدار سفارش داده شده به همه تأمین‌کنندگان در هر دوره

Q_i = مقدار سفارش داده شده به تأمین‌کننده i ام در هر دوره

T = طول هر دوره

T_i = بخشی از مدت زمان یک دوره که طی آن سفارش تأمین‌کننده از i ام تأمین‌کننده i ام (Q) مصرف می‌شود.

X_i = درصدی از Q که به تأمین‌کننده i ام تخصیص داده می‌شود.

n = تعداد تأمین‌کنندگان

m = تعداد معیارهای انتخاب (تعداد توابع هدف)

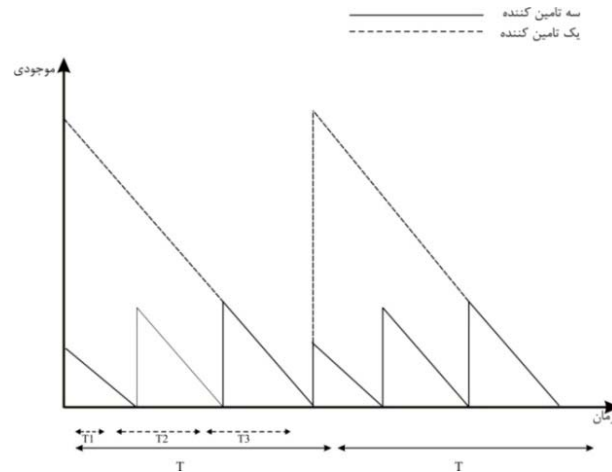
S_j = عملکرد تأمین‌کننده i ام از منظر معیار j ام

C_i = ظرفیت یک دوره تأمین‌کننده i ام

q_i = درصد کیفیت مواد تأمین شده از تأمین کننده i ام

q_a = حداقل درصد قابل قبول کیفی مواد اولیه وارد شده به کارخانه

برای درک بیشتر تأمین مواد از چند تأمین کننده و مقایسه آن با حالت تک تأمین کننده به شکل زیر توجه شود.



شکل ۱. سطح موجودی در حالت سه فروشنده و مقایسه آن با یک فروشنده

در حالت کلی، در صورت قطعی بودن تقاضا و با تعریف X_i به عنوان درصدی از Q که به تأمین کننده i ام تخصیص داده شده (مقادیر X_i و Q_i در همه دوره‌ها یکسان هستند)، روابط زیر صادق خواهد بود.

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$Q_i = X_i Q \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$T_i = X_i T \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$0 \leq X_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1$$

الف) تشکیل توابع هدف

باتوجه به مطالب فوق و قابلیت انعطاف بالای مدل در مدنظر قرار دادن انواع اهداف مختلف، در این بخش تنها صورت‌بندی کلی توابع هدف ارائه خواهد شد. در این روش با استفاده از خروجی تکنیک طراحی آزمایش‌ها تعیین می‌شود که کدام معیارها باید در فرآیند انتخاب تأمین‌کننده در نظر گرفته شوند. بنابراین X_i درصدی از Q بوده که به تأمین‌کننده i ام تخصیص داده شده و S_{ij} عملکرد تأمین‌کننده i ام از منظر معیار j ام (ضریب عملکرد) است (توجه شود که S_{ij} همان میانگین کل داده‌های مشاهده شده برای تأمین‌کننده i ام در رابطه با معیار j ام بوده که در طول دوره خرید آزمایشی ثبت شده است).

$$\text{Max / Min } Z_j = \sum_{i=1}^n S_{ij} X_i \quad j = 1, 2, \dots, m$$

ب) تشکیل محدودیت‌ها**۱- محدودیت تأمین تقاضا**

$$\sum_{i=1}^n X_i \cdot D = D \Rightarrow \sum_{i=1}^n X_i = 1$$

۲- محدودیت ظرفیت تأمین‌کنندگان

ظرفیت تأمین‌کنندگان نیز محدود بوده و C_i مقدار حداکثر تولید سالیانه فروشنده i ام است.

$$X_i \cdot D \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

۳- محدودیت متغیرهای صفر و یک

اگر از فروشنده i ام خریداری نشود ($X_i = 0$) آنگاه Y_i برابر با صفر و در غیر اینصورت ($X_i \neq 0$)، Y_i برابر با یک خواهد بود. برای مدل‌سازی این

محدودیت باید از محدودیت‌های اگر-آنگاه استفاده شود که در آن ε عددی بسیار کوچک و مثبت است.

$$\begin{aligned} X_i &\leq Y_i \\ X_i &\geq \varepsilon Y_i \end{aligned} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ج) ارائه مدل نهایی

با ساختن اجزاء، مدل چندهدفه نهایی به صورت زیر خواهد شد.

$$\text{Min / Max } (Z_j) = \sum_{i=1}^n S_{ij} X_i \quad j = 1, 2, \dots, m$$

ST :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n q_i X_i &\geq q_a \\ X_i D &\leq C_i \\ X_i &\leq Y_i \\ X_i &\geq \varepsilon Y_i \\ \sum_{i=1}^n X_i &= 1 \\ X_i &\geq 0, Y_i = 0, 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

با توجه به مدل نهایی چندهدفه خطی حاصل شده و همچنین مطالب بیان شده در رابطه با بدست آوردن اوزان اهداف از راه FAHP، در ادامه روش پیشنهادی برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده بیان می‌گردد.

د) الگوریتم پیشنهادی حل مسأله

گام ۱- با توجه به توضیحات بخش ۳، اهداف چندگانه مسأله از نظر اهمیت با استفاده از روش FAHP با هم مقایسه شوند. نتایج

مقایسات زوجی به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای در درایه‌های ماتریس مقایسات زوجی قرار گیرند.

گام ۲- اوزان فازی اهداف چندگانه مسأله با استفاده از روش تشریح شده در بخش ۱,۴ بدست آیند.

گام ۳- اوزان فازی با استفاده از روش تشریح شده در بخش ۲,۴ به اوزان قطعی تبدیل شوند.

گام ۴- بهترین و بدترین مقادیر هریک از اهداف با حل مسأله چندهدفه به صورت چند مسأله تک‌هدفه (با حضور همان محدودیت‌های قبلی و با حضور یک هدف و حذف دیگر اهداف) بدست آیند.

گام ۵- با استفاده از بهترین و بدترین مقادیر اهداف، توابع عضویت فازی اهداف مسأله با استفاده از روش مذکور در [19] بدست آیند.

گام ۶- از عمل‌گر حداقل-حداکثر وزن داده شده استفاده شده و مدل چندهدفه به یک مدل تک‌هدفه خطی تبدیل شود (این کار با توجه به خصوصیات مدل و فازی نبودن محدودیت‌های مسأله انجام می‌شود).

گام ۷- مسئله تک‌هدفه نهایی از راه یکی از روش‌های موجود در برنامه‌ریزی ریاضی، حل و مقادیر بهینه X_i ها بدست آیند.

بنابراین، حل مدل نهایی ارائه شده، معادل با حل مدل تک‌هدفه زیر است (اثبات این مطلب را زیمرمن [19] به تفصیل بحث کرده است). در این مدل، W_i ها همان اوزان قطعی بوده که در بخش ۲,۴ نحوه بدست آمدن آن‌ها تشریح شد. همچنین، f_i^+, f_i^- که در آن $i = 1, 2, 3$ بوده، به ترتیب بدترین و بهترین مقادیر توابع اهداف سه‌گانه مسأله می‌باشند (در [19] به طور مفصل توضیحات مربوط به آن ارائه شده است).

$Max \lambda$

$S.t :$

$$w_j \lambda \leq (f_j^+ - f_j(x)) / (f_j^+ - f_j^-) \quad j = \text{آن توابعی که کمینه‌شدن آنها مطلوب است}$$

$$w_j \lambda \leq (f_j(x) - f_j^-) / (f_j^+ - f_j^-) \quad j = \text{آن توابعی که بیشینه‌شدن آنها مطلوب است}$$

$$\sum_{i=1}^n q_i Y_i \geq q_a$$

$$X_i D \leq C_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$X_i \leq Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$X_i \geq \varepsilon Y_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1$$

$$\lambda \in [0, 1]$$

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1, w_j \geq 0 \quad \forall j$$

$$X_i \geq 0, Y_i = 0, 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$f_j(x) = \sum_{i=1}^n S_{ij} X_i \quad j = 1, 2, \dots, m$$

می‌توان این مدل تک‌هدفه خطی را با یکی از نرم‌افزارهای بهینه‌سازی (مانند LINGO)، به‌سادگی حل کرد. در بخش بعد، برای درک بیشتر روش، مثالی از یک مسئله انتخاب تأمین‌کننده ارائه و با استفاده از روش پیشنهادی حل خواهد شد.

مثال عددی

فرض شود که در کارخانه‌ای مسئله انتخاب تأمین‌کننده مطرح باشد. در این مسأله، ۴ تأمین‌کننده برای تأمین مواد اولیه (برای مثال، نوعی قطعه) کارخانه موجود است. فرض شود که معیارهای مورد استفاده برای انتخاب تأمین‌کننده در این صنعت، ۵ معیار کیفیت، قیمت، تحویل به موقع، زمان تعمیر و زمان پرداخت باشد. برای هریک از ۵ معیار معرفی شده، شاخص‌هایی به‌صورت زیر قابل تعریف است.

۱. کیفیت: درصد مواد قابل قبول که در هنگام تحویل، مورد تأیید بخش بازرسی قرار می‌گیرد.
 ۲. قیمت: قیمت خالص به‌علاوه هزینه حمل و نقل قطعات از تأمین‌کننده تا محل کارخانه.
 ۳. تحویل به‌موقع: مدت زمان (به مقیاس ساعت) به‌طول انجامیده برای رساندن مواد اولیه به کارخانه توسط تأمین‌کننده.
 ۴. زمان تعمیر: مدت زمان (به مقیاس ساعت) به‌طول انجامیده برای جایگزینی قطعات برگشت داده شده توسط بخش بازرسی کارخانه با قطعات سالم (یا تعمیرشده) به کارخانه توسط تأمین‌کننده.
 ۵. زمان پرداخت: مدت زمانی (به مقیاس روز) که بعد از تحویل قطعات، هزینه‌های آنها به تأمین‌کننده پرداخت می‌شود.
- ابتدا بررسی می‌شود که با توجه به عملکرد تأمین‌کنندگان موجود در رابطه با ۵ معیار معرفی شده، کدامیک از آنها باید در فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در نظر گرفته شود. سپس، با توجه به داده‌های ورودی مسأله، سهم هریک از ۴ تأمین‌کننده موجود برای تأمین تقاضای مواد اولیه تعیین می‌شود.
- تذکر:** توجه شود که در روش ارائه شده در این مقاله، فرض بر این است که یک ماه به‌صورت آزمایشی از تأمین‌کنندگان خریداری شده، سپس با توجه به عملکرد آنان به انتخاب تأمین‌کننده پرداخته می‌شود. همچنین، نحوه خرید در این یک ماه بدین صورت است که در هر هفته از هریک تأمین‌کنندگان دو محموله ۲۰ بسته‌ای خریداری شده و این دو محموله در دو روز تصادفی و مختلف هفته سفارش داده شوند.

داده‌های مربوط به عملکرد ۴ تأمین‌کننده موجود در رابطه با ۵ معیار انتخاب تأمین‌کننده در جدول (۱) خلاصه شده است.

جدول ۱. داده‌های مربوط به عملکرد تأمین‌کنندگان

Pay Time	Repair Time	Delivery Time	Cost	Quality	Days	Weeks	Suppliers	
۲۰	۱۸	۲۰	۱۷.۵	۰/۹۳	۱	1st week	1st Supplier	
۲۱	۱۷	۲۱	۱۷.۵	۰/۹۴	۲			
۱۹	۱۸	۲۲	۱۸	۰/۹۲	۱	2nd week		
۲۰	۱۸	۲۱	۱۷.۸	۰/۹۳	۲			
۲۱	۱۷	۲۳	۱۷.۶	۰/۹۵	۱	3rd week		
۲۰	۱۹	۲۲	۱۷.۷	۰/۹۵	۲			
۲۰	۱۹	۲۱	۱۷.۳	۰/۹۵	۱	4th week		
۱۹	۱۷	۲۲	۱۷.۲	۰/۹۳	۲			
۲۰	۱۷/۸۸	۲۱/۵	۱۷/۸۵	۰/۹۳۹		Mean		
۱۸	۱۶	۱۷	۱۵	۰/۸۵	۱	1st week		2nd Supplier
۱۹	۱۷	۱۵	۱۵/۱	۰/۸۷	۲			
۲۰	۱۷	۱۶	۱۴/۵	۰/۸۶	۱	2nd week		
۱۹	۱۹	۱۶	۱۴/۹	۰/۸۵	۲			
۲۰	۱۸	۱۵	۱۵/۲	۰/۸۳	۱	3rd week		
۱۸	۱۶	۱۶	۱۵/۳	۰/۹	۲			
۱۹	۱۸	۱۶	۱۵/۱	۰/۸۷	۱	4th week		
۲۰	۱۷	۱۷	۱۵/۴	۰/۸۵	۲			
۱۹/۱۳	۱۷/۲۵	۱۶	۱۵/۰.۶	۰/۸۶		Mean		
۲۰	۱۸	۱۵	۱۶	۰/۹۲	۱	1st week	3rd Supplier	
۲۱	۱۸	۱۵	۱۶.۲	۰/۹	۲			
۱۹	۱۹	۱۴	۱۶/۴	۰/۹	۱	2nd week		
۱۸	۱۷	۱۳	۱۶/۳	۰/۹۳	۲			
۱۸	۱۷	۱۴	۱۶/۹	۰/۹۱	۱	3rd week		
۱۹	۱۸	۱۳	۱۶/۵	۰/۸۹	۲			

۲۰	۱۶	۱۵	۱۶/۸	۰/۹۲	۱	4th week	4th Supplier
۱۹	۱۶	۱۵	۱۶/۶	۰/۹	۲		
۱۹/۲۵	۱۷/۳۸	۱۴/۲۵	۱۶/۴۶	۰/۹۰۹		Mean	
۱۹	۱۵	۱۰	۱۹	۰/۹۶	۱	1st week	
۱۸	۱۶	۱۱	۱۹/۲	۰/۹۵	۲		
۱۸	۱۷	۱۲	۱۸/۹	۰/۹۷	۱	2nd week	
۲۰	۱۶	۱۳	۱۹/۳	۰/۹۸	۲		
۲۰	۱۵	۱۱	۱۹/۱	۰/۹۸	۱	3rd week	
۱۹	۱۸	۱۲	۱۹/۱	۰/۹۶	۲		
۱۹	۱۸	۱۴	۱۹/۵	۰/۹۶	۱	4th week	
۲۱	۱۷	۱۲	۱۹/۴	۰/۹۷	۲		
۱۹/۲۵	۱۶/۵	۱۱/۸۷۵	۱۹/۱۹	۰/۹۶۶		Mean	

با توجه به توضیحات ارائه شده در بخش ۳ می‌توان دریافت که اطلاعات جمع‌آوری شده از دوره آزمایشی خرید از تأمین‌کنندگان را می‌توان با استفاده از طرح آزمایش ۲ سطحی آشیانه‌ای تحلیل کرد. از این راه می‌توان نتیجه گرفت که کدام از معیارها در فرآیند انتخاب تأمین‌کننده باید در نظر گرفته شوند. پس از ورود این داده‌ها در نرم‌افزار Minitab 15 گزارش‌هایی توسط نرم‌افزار ارائه می‌شود. این گزارش‌ها در قسمت ضمیمه آورده شده است.

با توجه به نتایج این ۵ طرح آزمایش مجزا می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد تأمین‌کنندگان موجود تنها در رابطه با معیارهای کیفیت، قیمت و زمان تحویل تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند. بنابراین، عملکرد آن‌ها از منظر دیگر معیارها از نظر آماری برابر بوده و لحاظ کردن آن معیارها در مدل، صحیح نیست.

حال با در نظر گرفتن این ۳ معیار، مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه زیر برای تعیین سهم خرید از هریک از تأمین‌کنندگان تدوین شده است. برای این

منظور، توابع هدف اول، دوم و سوم به ترتیب به بیشینه‌سازی کیفیت، کمینه‌سازی قیمت و کمینه‌سازی زمان تحویل تأمین‌کنندگان می‌پردازند. شایان ذکر است که ضرایب عملکرد تأمین‌کنندگان در این توابع هدف، میانگین داده‌های مربوط به عملکرد آنان در دوره خرید آزمایشی است. فرض بر آن است که در این مثال، حداقل کیفیت قابل قبول کارخانه ۹۲ درصد باشد. همچنین، ظرفیت تولید تأمین‌کنندگان در هر دوره به ترتیب ۰/۶، ۰/۵۵، ۰/۴۵ و ۰/۵ میزان تقاضای کارخانه در آن دوره است.

$$\text{Min } \tilde{Z}_1 = 17.6X_1 + 15.1X_2 + 16.5X_3 + 19.2X_4 \leq Z_1^0$$

$$\text{Max } \tilde{Z}_2 = 0.939X_1 + 0.86X_2 + 0.908X_3 + 0.966X_4 \geq Z_2^0$$

$$\text{Min } \tilde{Z}_3 = 20X_1 + 19.1X_2 + 19.3X_3 + 19.3X_4 \leq Z_3^0$$

S.T :

$$0.939X_1 + 0.86X_2 + 0.908X_3 + 0.966X_4 \geq 0.92$$

$$X_1 \leq 0.6 \quad , \quad \varepsilon Y_1 \leq X_1 \leq Y_1$$

$$X_2 \leq 0.55 \quad , \quad \varepsilon Y_2 \leq X_2 \leq Y_2$$

$$X_3 \leq 0.45 \quad , \quad \varepsilon Y_3 \leq X_3 \leq Y_3$$

$$X_4 \leq 0.5 \quad , \quad \varepsilon Y_4 \leq X_4 \leq Y_4$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1$$

$$X_i \geq 0 \quad , \quad Y_i = 0,1$$

همان‌طور که بیان شد، می‌بایست مسئله چندهدفه را به صورت تعدادی از مسائل تک‌هدفه تبدیل کرده و با حل هریک از آنها مقادیر حداکثر و حداقل هریک از توابع هدف را بدست آورد. بنابراین با حل ۳ مسئله بهینه‌سازی می‌جزا در نرم افزار LINGO نتایج ارائه شده در جدول (۲) حاصل می‌شوند.

جدول ۲. مقادیر حداکثر و حداقل هر یک از توابع هدف

	$\mu = 1$	$\mu = 0$
Z_1 هزینه کل	۱۵/۷۳	۱۷/۳۷
Z_2 کیفیت	۰/۹۲	۰/۸۸
Z_3 زمان تحویل	۱۹/۱۹	۱۹/۶۹

حال فرض شود که پرسشنامه‌ای در اختیار مدیر خرید کارخانه قرار گرفته و از او خواسته شده باشد که بین اهداف سه‌گانه این مسأله به انجام مقایسات زوجی بپردازد. همچنین، به‌علت استفاده از متغیرهای زبانی، این مقایسات تبدیل به اعداد فازی زیر می‌شوند.

	هزینه	کیفیت	زمان تحویل
هزینه	(1,1,1,1)	$(\frac{3}{4}, \frac{7}{4}, \frac{9}{4}, \frac{5}{2})$	$(\frac{2}{7}, \frac{4}{13}, \frac{4}{11}, \frac{2}{5})$
کیفیت	$(\frac{2}{5}, \frac{4}{9}, \frac{4}{7}, \frac{2}{3})$	(1,1,1,1)	$(\frac{11}{2}, \frac{23}{4}, \frac{25}{4}, \frac{13}{2})$
زمان تحویل	$(\frac{5}{2}, \frac{11}{4}, \frac{13}{4}, \frac{7}{2})$	$(\frac{2}{13}, \frac{4}{25}, \frac{4}{23}, \frac{2}{11})$	(1,1,1,1)

با توجه به مباحث بیان شده در بخش ۴، اوزان فازی و قطعی اهداف سه‌گانه را می‌توان به‌صورت زیر حاصل کرد:

$$w_1 = (\frac{\alpha_1}{\delta}, \frac{\beta_1}{\gamma}, \frac{\gamma_1}{\beta}, \frac{\delta_1}{\alpha}) = (0.16, 0.24, 0.31, 0.38)$$

$$w_2 = (\frac{\alpha_2}{\delta}, \frac{\beta_2}{\gamma}, \frac{\gamma_2}{\beta}, \frac{\delta_2}{\alpha}) = (0.34, 0.41, 0.51, 0.71)$$

$$w_3 = (\frac{\alpha_3}{\delta}, \frac{\beta_3}{\gamma}, \frac{\gamma_3}{\beta}, \frac{\delta_3}{\alpha}) = (0.18, 0.23, 0.28, 0.32)$$

در میان مقادیر بالا، وزن معیار هزینه برابر با w_1 ، وزن معیار کیفیت برابر با w_2 و وزن معیار زمان تحویل برابر w_3 است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این اوزان به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای بوده که می‌توان با استفاده از روش گفته شده در بخش ۲/۴، آن‌ها را به اعداد قطعی تبدیل کرد. با انجام این کار، اوزان معیارها به صورت زیر حاصل می‌شوند.

$$V(w_1) = 0.27$$

$$V(w_2) = 0.48$$

$$V(w_3) = 0.25$$

بنابراین، مدل تک‌هدفه نهایی به صورت زیر خواهد بود:

Max λ

s.t:

$$0.27\lambda \leq (17.37 - (17.6X_1 + 15.1X_2 + 16.5X_3 + 19.2X_4)) / 1.64$$

$$0.48\lambda \leq ((0.939X_1 + 0.86X_2 + 0.908X_3 + 0.966X_4) - 0.88) / 0.04$$

$$0.25\lambda \leq (19.69 - (20X_1 + 19.1X_2 + 19.3X_3 + 19.3X_4)) / 0.5$$

$$X_1 \leq 0.6 \quad , \quad \varepsilon Y_1 \leq X_1 \leq Y_1$$

$$X_2 \leq 0.55 \quad , \quad \varepsilon Y_2 \leq X_2 \leq Y_2$$

$$X_3 \leq 0.45 \quad , \quad \varepsilon Y_3 \leq X_3 \leq Y_3$$

$$X_4 \leq 0.5 \quad , \quad \varepsilon Y_4 \leq X_4 \leq Y_4$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1$$

$$x_1 \leq y_1$$

$$x_2 \leq y_2$$

$$x_3 \leq y_3$$

$$x_4 \leq y_4$$

$$x_1 \geq \varepsilon y_1$$

$$x_2 \geq \varepsilon y_2$$

$$x_3 \geq \varepsilon y_3$$

$$x_4 \geq \varepsilon y_4$$

$$x_i \geq 0; y_i = 0, 1; i = 1, 2, 3$$

پس از حل مسئله بالا با استفاده از نرم‌افزار LINGO، مقادیر زیر برای متغیرهای مسأله بدست می‌آید.

$$\begin{cases} \lambda = 1 \\ x_1 = 0 & x_2 = 0.55 & x_3 \cong 0 & x_4 \cong 0.45 \\ y_1 = 0 & y_2 = 1 & y_3 \cong 0 & y_4 = 1 \end{cases}$$

با توجه به مقادیر بالا مشخص می‌شود که راهبرد بهینه در خرید (تأمین کالا)، دریافت ۵۲ درصد از حجم کالای مورد نیاز از تأمین‌کننده دوم و دریافت مابقی آن از تأمین‌کننده چهارم است.

نتیجه‌گیری و خلاصه

انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در زنجیره تأمین به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، روشی از تلفیق تکنیک‌های آماری (به‌طور مشخص، تکنیک‌های خاص طراحی آزمایش‌ها) و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده استفاده شده است. در این روش، با توجه به داده‌های محدود موجود از تأمین‌کنندگان، عملکرد آنها در گذشته ارزیابی می‌شود. سپس با استفاده از نتایج ارزیابی، سهم هریک از تأمین‌کنندگان در تأمین تقاضای موجود مشخص می‌گردد. نقطه‌ی قوت این روش در انتخاب معیارهای ارزیابی و ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان با داده‌های محدود است. همچنین، این روش قابلیت پذیرش داده‌های غیرقطعی را نیز دارا است.

منابع و مأخذ:

- [1] Amid, A., Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., 2004, Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. International journal of production economics
- [2] Bache, J., Carr, R., Parnaby, J., Tobias, A.M., 1987, Supplier development systems, International Journal of Technology Management 2 (2), 219–228.
- [3] Bellman, R.G., Zadeh, L.A., 1970, Decision making a fuzzy environment, Management Sciences 17, B141–B164.
- [4] Dickson, G.W., 1966, An analysis of vendor selection systems and decisions, Journal of Purchasing 2 (1), 5–17 .
- [5] Dulmin, R., Mininno, V., 2003, Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. Journal of Purchasing and Supply Management 9, 177–187.
- [6] Gaballa, A.A., 1974, Minimum cost allocation of tenders. Operational Research Quarterly 25 (3), 389–398.
- [7] 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.
- [8] Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., 2001, The total cost of logistic in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. International Journal of Production Economics 73, 15–27.
- [9] Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R., 1999, An application of visual and Supply Management 1, 27–32.
- [10] Delgado, M. A. Vila and W. Woxman, 1998, On a canonical representation of fuzzy numbers, Fuzzy Sets and Systems. 93, 125-135.

- [11] Morlacchi, P., 1997, Small and medium enterprises in supply chain: a supplier evaluation model and some empirical results, Proceedings IFPMM Summer School, August, Salzburg .
- [12] Narasimhan, R., 1983, An analytic approach to supplier selection, Journal of Purchasing Materials Management 23 (3), 7–12.
- [13] Nydick, R.L., Hill, R.P., 1992, Using the Analytic Hierarchy Process to structure the supplier selection procedure. International Journal of Purchasing and Materials Management 28 (2), 31–36.
- [14] Roa, C.P., Kiser, G.E., 1980, Educational Buyers' Perceptions Of Vendor Attributes. Journal of Purchasing and Materials Management 16, 25–30.
- [15] Satty, T.L., 1980, The Analytic Hierarchy Process, Wiley, New York.
- [16] Soukup, W.R., 1987, Supplier selection strategies. Journal of Purchasing and interactive goal programming: a case in vendor selection decisions. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 8, 93–105.
- [17] Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C., 1991, Vendor selection criteria and methods, European Journal of Operational Research 50,2–18.
- [18] Wu, X., Pu, F., Shao, S., and Fang, J., 2004, Trapezoidal Fuzzy AHP for the Comprehensive Evaluation related coefficient of Highway Network Programming Schemes in Yangtze River Delta.
- [19] Zimmermann, H.J., 1978, Fuzzy programming and linear programming with several objective functions, Fuzzy Sets and Systems 1, 45–55.
- [20] Mikhailov . L ,2002, Deriving priorities from fuzzy pairwis comparison judgements, Fuzzy Sets and Systems 134 (2003) 365–385
- [21] Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., 1997. An integrated method using the analytical hierarchy process with goal programming for multiple sourcing with discounted prices. Proceedings of the International Conference on Production Research (ICPR), Osaka, Japan.
- [22] Ebrahimi, P., Pourmorad, F., Honary, S. and Jafariyan, H.(2010) 'Multi-Criteria Decision Making to the Optimization of Reversed-Phase Liquid Chromatographic Separation of Six Anticonvulsant Agents in Serum: A Study with Potential for Use in Patient Drug Level Monitoring', Analytical Letters, 43: 2, 240 — 250

- [23] Marvin E. Gonzalez and Gioconda Quesada.(2003) Determining the importance of the supplier selection process in manufacturing: a case study, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 34 No. 6, 2004 pp. 492-504
- [24] T. Sivakumar,R. Manavalan,C. Muralidharan,K. Valliappan.(2007), Multi-criteria decision making approach and experimental design as chemometric tools to optimize HPLC separation of domperidone and pantoprazole
- [25] Komaragiri Srinivasa Raju,C.R.S. Pillai(1999), Multicriterion decision making in performance evaluation of an irrigation system. European Journal of Operational Research 112 (1999) 479-488
- [26] YANG Fan, WU Su, Tilo Pfeifer, Klaus Hense.(2006), Optimization of Multi-Criteria Experiments with Fuzzy Results. TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY ISSN 1007-0214 08/15 pp686-692 Volume 11, Number 6.
- [27] Bo van der Rhee, Rohit Verma, Gerhard Plaschka(2009) Understanding trade-offs in the supplier selection process: The role of flexibility, delivery, and value-added services/support. International Journal of Production Economics. Volume (Year): 120 Issue (Month): 1 (July) Pages: 30-41
- [28] Montgomery (2005), Design and Analysis of Experiments (6th edn.,) John Wiley and Sons, New York