انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین در فضای فازی

مهرداد آقامحمدعلی کرمانی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه شاهد
M_kermani_۸۰۰@yahoo.com

دکتر مهرداد حکیمی-آسیابر
Hakimi_m۲۰۰۲@yahoo.com
مهندس محمدهادی علی احمدی

چکیده

عملکرد مثبت بخش خرید تاثیر مستقیم بر کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری و بقای یک زنجیره تأمین دارد. ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان یکی از وظایف عمده بخش خرید در یک زنجیره تأمین می‌باشد. در این مقاله یک مدل فازی چندهدفه و غیرخطی جهت حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده است.

مدل مذکور تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد که با توجه به استراتژی‌های مورد نظر خود به اهداف مختلف وزن‌های متفاوتی تخصیص دهد، ضمن اینکه با لحاظ کردن کل هزینه‌های خرید (هزینه‌های تأمین مواد، هزینه‌های حمل و نگهداری) امکان استفاده از مدل در شرایطی که هزینه‌های حمل به خریدار تحمیل می‌شود فراهم گردد. در مدل ارایه شده با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی ابهام حاکم در رتبه‌بندی اهداف مختلف لحاظ شده است. در این مقاله تابع عضویت اعداد فازی متناظر با هر وزن نسبی به صورت ذوزنقه‌ای درنظر گرفته شده است.

کلید واژه:

انتخاب تأمین کننده، تصمیم گیری چندهدفه، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، اعداد فازی ذوزنقه‌ای

مقدمه

انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهمترین و اساسی‌ترین اقدامات در مدیریت خرید در یک زنجیره تأمین می‌باشد و دلیل آن تأثیر کلیدی تأمین‌کننده بر روی هزینه، کیفیت، به موقع رسیدن کالا و سطح خدمت ارائه شده در هنگام دریافت کالا می‌باشد.

انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره است که چندین شاخص و معیار متضاد دارد[۱] بنابراین یک مدیر بخش خرید همواره باید در حال انجام مقایسه شاخصه‌های مختلف باشد.

تکنیک‌های موجود در تصمیم‌گیری چندمعیاره یا MCDM[1] به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا بتواند یک ارزیابی بین تمام گزینه‌ها انجام دهد. با مدنظر قرار دادن شرایط مختلف در خرید، اهمیت معیارها تغییر پیدا می‌کند بنابراین برای لحاظ کردن این اولویتها به سیستم وزن‌دهی معیارها نیازخواهد بود. ماینینو و دالمین[۵]

در مسائل دنیای واقعی بویژه انتخاب تأمین‌کننده بسیاری از اطلاعات ورودی به مسأله قطعی[2] نیستند. در هنگام تصمیم‌گیری مقادیر بسیاری از شاخص‌ها و محدودیت‌ها و حتی ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی بین شاخص‌ها مقادیری مبهم مانند "قیمت بسیار کم" ، "با کیفیت بسیار بالا" ، " شاخص اول نسبت به شاخص دیگر تقریباً ۴ برابر اهمیت دارد."هستند.

مدل‌های قطعی این ابهام[3] را نمی‌توانند در مسأله القاء کنند، لذا در این گونه مسائل تئوری مجموعه‌های فازی بهترین وسیله برای غلبه بر این ابهام و عدم دقت می‌باشد. به دلیل همین ابهام وغیردقیق بودن اطلاعات موجوددر مسأله انتخاب تأمین کننده تئوری مجموعه‌های فازی در این مسأله استفاده می‌شود.

بلمن و زاده [۳] در سال ۱۹۷۰ یک مدل برنامه‌ریزی فازی را برای تصمیم‌گیری در فضای فازی ارائه کردند. زیمرمن[۱۹] برای اولین مرتبه از روش بلمن و زاده برای حل یک مسأله برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه استفاده کرد. در این روش محدودیت‌ها و اهداف از نظر اهمیت برای تصمیم‌گیرنده‌ها متفاوت درنظر گرفته شده بودند. به دلیل همین اهمیت‌های متفاوت، مدل‌های متقارن برای حل اینگونه مسأله‌های تصمیم‌گیری مناسب نمی‌باشند.

در این مقاله با توجه به موقعیت موجودی کالا در بنگاه، یک مدل فازی غیرخطی مختلط عددصحیح توسعه داده شده که می‌توان از آن برای مقایسه بین اهداف از عبارتهای زبانی و مبهم استفاده کرد.

۱.مرور ادبیات انتخاب تأمین‌کننده

در این حوزه در مورد شاخصه‌های انتخاب و یا روش‌های انتخاب تأمین‌کننده بحث شده است.

دیکسون [۴] برای اولین بار ۲۳ معیار را از دیدگاه مدیریت خرید برای انتخاب تأمین‌کننده مشخص نمود و آنها را تحلیل کرد. او نشان داد که کیفیت مهمترین معیار مدنظر در انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد. وبر[۱۷] با مرور چندین مقاله نشان داد که قیمت خالص مهمترین معیار می‌باشد. او همچنین نشان داد که مسأله انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که وزن هر کدام از معیارها به شرایط و زمان خرید بستگی دارد. روا[۱۴] و باخ[۲] به ترتیب ۶۰ و ۵۱ معیار را برای انتخاب تأمین‌کننده معرفی کردند. مجموع این تحقیقات نشان داد که مسأله انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله چندمعیاره می‌باشد.

گابالا[۶] اولین شخصی بود که برای یک مسأله واقعی انتخاب تأمین‌کننده از یک مدل ریاضی استفاده کرد. او یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عددصحیح را برای حداقل‌سازی مجموع هزینه‌های خرید، حمل و نقل و انبارداری معرفی نمود.

قدسی‌پور و ابرایان[۲۱]یک سیستم پشتیبانی تصمیم [۴](DSS) برای کاهش دادن تعداد تأمین کنندگان براساس راهبرد بهینه تأمین بنا نمودند. آنها برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عددصحیح با درنظر گرفتن محدودیت‌های تأمین‌کننده و محدودیت بودجه و کیفیت از طرف خریدار را همراه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارائه نموده‌اند. قدسی‌پور و ابرایان[۷] در مقاله بعدی خود یک مدل AHP و برنامه‌ریزی خطی ارائه نمودند که عوامل کمی و کیفی را در فعالیت‌های خرید درنظر می‌گرفت. کارپاک [۹] برای حداقل‌سازی هزینه و حداکثر ساختن کیفیت و قابلیت اطمینان[۵] در تحویل یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی ارائه نمود. قدسی‌پور و ابرایان [۸]یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عددصحیح جهت حداقل‌سازی کل هزینه‌های لجستیک شامل قیمت خالص، انبارداری، هزینه سفارش‌دهی وهزینه حمل و نقل ارائه نمودند.

اغلب این مقالات به دلیل ابهام موجود در متغیرهای مسائل دنیای واقعی و فازی بودن اطلاعات، مدل‌هایی مناسب برای حل این مسأله نبودند.

در این حوزه چندین مقاله برای غلبه بر عدم قت و ابهام موجود در دنیای واقعی به چاپ رسیده که از جمله آنها می‌توان به مقالات ناراسیمهان[۱۲] و سوکاپ[۱۶] و نایدیک و هیل[۱۳] اشاره کرد. مارلاچی[۱۱] مدلی ترکیبی شامل تئوری مجموعه‌های فازی و همچنین AHP برای ارزیابی تأمین‌کنندگان کوچک ارائه نمود.

در بین مقالات اشاره شده به جز مدل قدسی‌پور و ابرایان[۷] سایر مدل‌هایی که در فضای فازی و ابهام توسعه داده شده‌اند مسأله را بدون محدودیت‌های ظرفیت درنظر گرفته بودند و به عبارت دیگر در این مدلها یک تأمین‌کننده می‌تواند تقاضای تمام خریداران را تأمین کند.

در این مقاله علاوه بر درنظر گرفتن ابهام موجود در توابع هدف استفاده از اطلاعات غیردقیق و متغیرهای زبانی در مقایسات زوجی بین اهداف در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با به کارگیری تلفیقی از تئوری مجموعه‌های فازی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری و به طور مشخص فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و اعداد فازی ذوزنقه‌ای ممکن گردیده است. در مدلی توسعه داده شده در این مقاله قابلیت تأمین یک کالا از چند منبع نیز درنظر گرفته شده است.

در بخش بعد به ترتیب مباحث تحلیل سلسله مراتبی فازی و محاسبه اوزان فازی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی بیان می‌گردد. همچنین در بخش سوم تبدیل اوزان فازی به اوزان قطعی و در بخش ۴ مدل مورد استفاده در این مقاله ذکر می‌گردد.

۲. فرآیند تحلیل سلسله مراتبي فازي[۶] (FAHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت گسترده‌ای برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما از آنجایی که در این فرآیند از مقیاس‌های گسسته ۱ تا ۹ ساعتی[۱۵] برای کمی کردن ترجیحات تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود امکان لحاظ کردن ابهام موجود در تصمیم‌گیری راجع به اولویت معیارها و عملکردهای مختلف وجود ندارد و این در حالی است که در مسأله انتخاب تأمین‌کننده درجه بالایی از قضاوت‌های ذهنی و ترجیحات فردی وجود دارد. اگرچه مقیاس گسسته فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مزیت‌هایی نظیر سادگی و سهولت کاربرد را دارا می‌باشد. اما برای لحاظ کردن عدم‌دقتی که در تصویرکردن درک یک فرد به یک عدد وجود دارد، ناتوان است. به عبارت دیگر، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی معمولاً نیازمند قضاوت‌های غیرفازی است. در حالیکه به علت پیچیدگی و عدم دقتی که در مسائل دنیای واقعی وجود دارد، گاهی الزام به فراهم آوردن قضاوت‌های دقیق، غیرواقعی و یا حتی غیرممکن است. بنابراین واقع‌بینانه‌تر است که به تصمیم‌گیرنده اجازه داده شود به جای مقایسات دقیق از عبارات زبانی و قضاوت‌های فازی جهت انجام مقایسات استفاده نماید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی در واقع مدل توسعه یافته فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است و مزیت

آن در این است که امکان لحاظ کردن ابهام و عدم‌دقت موجود در قضاوت‌های تصمیم‌گیرنده را به‌صورت موثر فراهم می‌آورد.

۱. ۲. نحوه محاسبه وزن‌های فازی ذوزنقه‌ای در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به روش میانگین هندسی

روش‌های مختلفی برای استخراج اوزان از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی وجود دارد. این روش‌ها با هم تفاوتهای مهمی دارند. برای مثال میخائیلوف [۲۰] یک روش برای استخراج وزن‌های قطعی از ماتریس مقایسه زوجی فازی پیشنهاد کرد. از دیگر روش‌ها برای استخراج وزن‌های فازی ذوزنقه‌ای از فرآیند AHP فازی با اعداد ذوزنقه‌ای می‌توان به روش میانگین هندسی وو و همکارانش [۱۸] اشاره کرد که این روش به شرح ذیل می‌باشد:

فرض کنید:

- A ماتریس تصمیم‌گیری فازی $p \times p$ و عناصر آن با a_{ij} نمایش داده شده و همان ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد که در آن p تعداد گزینه هایی می‌باشد که می‌خواهند با هم مقایسه شوند.
- $a_{ij} = (l,m,o,s)$ که در آن l,m,o,s پارامترهای یک تابع عضویت عدد فازی ذوزنقه‌ای می‌باشند و که در این تابع عضویت شرط $a_{ii} = (1,1,1,1)$ برای تمامی i ها صادق است. به عبارت دیگر اعداد روی قطر اصلی اعداد فازی ۱ می‌باشند.
- α_i و β_i و γ_i و δ_i به ترتیب میانگین‌های هندسی s,o,m,l می‌باشند.
- α و β و γ و δ برابر مجموع α_i ها و β_i ها و γ_i ها و δ_i ها می‌باشند:

الگوریتم:

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

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

$$\beta_i = \left[\mathop{\pi}_{j=1}^{p} m_{ij}\right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1,2,\dots,p \qquad \delta_i = \left[\mathop{\pi}_{j=1}^{p} s_{ij}\right]^{\frac{1}{p}} \quad i = 1,2,\dots,p \tag{۱}$$

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

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

$$\beta = \sum_{i=1}^{p} \beta_i \qquad \delta = \sum_{i=1}^{p} \delta_i \tag{۲}$$

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

$$w_i = \left(\frac{\alpha_i}{\delta}, \frac{\beta_i}{\gamma}, \frac{\gamma_i}{\beta}, \frac{\delta_i}{\alpha}\right) \qquad i = 1,2,\dots,p \tag{۳}$$

به این ترتیب از یک ماتریس مقایسات زوجی فازی ذوزنقه‌ای، اوزان فازی ذوزنقه‌ای هر کدام از گزینه ها بدست می آید. لذا در قسمت حل مدل نهایی مسأله پس از مقایسات زوجی اهداف سه‌گانه مسأله با هم در ماتریس مقایسات فازی می‌توان اوزان فازی ذوزنقه ای هر کدام از اهداف را با استفاده از این روش بدست آورد.

۳.نحوه تبدیل اوزان فازی به اوزان قطعی

پس از یافتن اوزان فازی ذوزنقه‌ای هر کدام از اهداف مسأله باید با روشی خاص این اوزان به اوزانی دقیق و عددی تبدیل شوند. در این جا برای این کار از روش پیشنهادی دلگادو و همکارانش [۱۰] استفاده می شود. دلگادو و همکارانش[۱۰] برای رتبه بندی اعداد فازی دو شاخص "مقدار(V)[۷]" و "ابهام(A)[۸]" را معرفی کردند که در مورد نحوه دستیابی به این معیارها در [۱۰] بطور مبسوط توضیح داده شده است.

با توجه به [۱۰] میتوان اثبات کرد که مقادیر V و A برای یک عدد فازی ذوزنقه‌ای به صورت $T = T(l, m, o, s)$ به صورت رابطه (۴) می‌باشد:

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

(۴)

برای رتبه‌بندی اعداد فازی دلگادو و همکارانش[۱۰] از شاخصهای "مقدار و ابهام" به صورت بهره گرفته اند:

۱- ابتدا باید دو عدد فازی را براساس پارامتر "مقدار" با هم مقایسه کرد. اگر پارامتر "مقدار" آنها تقریباً با هم مساوی بود باید به گام بعد رفت وگرنه بر طبق همین پارامتر رتبه‌بندی می‌شوند.

۲- باید دو عدد را براساس پارامتر "ابهام" با هم مقایسه کرد. اگر پارامتر "ابهام" آنها تقریباً با هم مساوی بود باید گفت که این دو عدد فازی تقریباً با هم برابرند درغیراینصورت باید بر طبق همان پارامتر "ابهام" این دو عدد را رتبه‌بندی کرد.

به دلیل اینکه در مسأله انتخاب تأمین‌کننده نیازی به رتبه‌بندی اهداف نیست و فقط نیاز است که وزن فازی اهداف به وزن قطعی تبدیل شوداز قسمت اول روش رتبه‌بندی بالا که همان مقدار اعداد فازی می‌باشد استفاده می‌شود.

٤.تشکیل مدل فازی انتخاب تأمین کننده

مدلی که جهت بررسی و بهبود انتخاب تأمین کننده انتخاب شده است، توسط قدسی‌پور و اوبراین[۸] ارائه شده است. در این مدل فرض شده است که خریدار برای انتخاب تأمین‌کننده براساس چند معیار n گزینه دارد که ظرفیت تمام آنها محدود است. به همین دلیل سه تابع هدف و سه گروه محدودیت در مدل منظور شده است.

٤. ۱.تشکیل توابع هدف

٤. ۱. ۱. تابع هزینه کل[۹] (TAPC)

کل هزینه‌های خرید در مرحله تأمین دربرگیرنده هزینه خرید، هزینه نگهداری و انبارداری، حمل و نقل و سفارش‌دهی می‌باشد که می‌توان آنها را به سه گروه تقسیم نمود:

- هزینه سفارش دهی سالیانه
- هزینه نگهداری سالیانه
- هزینه خرید سالیانه

قبل از ساختن مدل ریاضی هزینه کل سالانه، به تعریف پارامترهای مدل پرداخته می شود:

D= تقاضای سالانه

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

Qi= مقدار سفارش داده شده به تأمین‌کننده iام در هر دوره

T= طول هر دوره

Ti= بخشی از مدت زمان یک دوره که طی آن سفارش تأمین شده از تأمین‌کننده iام (Q) مصرف می‌شود.

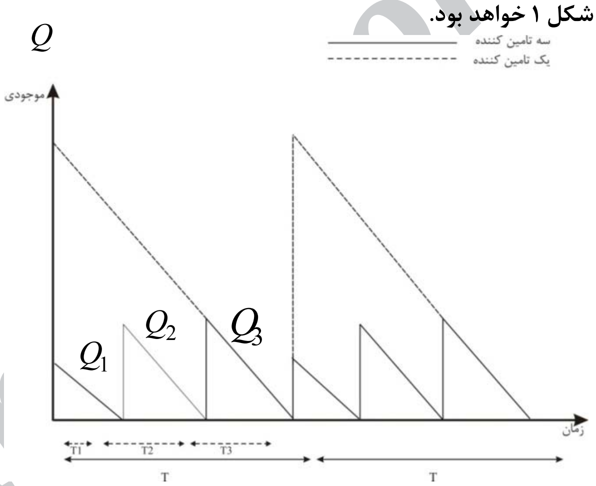
r= نرخ هزینه نگهداری موجودی

Xi= درصدی از **Q** که به تأمین‌کننده iام تخصیص داده می‌شود.
n= تعداد تأمین‌کنندگان
Ai= هزینه سفارش دهی از تأمین‌کننده iام
Pi= قیمت خرید محصول از تأمین‌کننده iام
Ci= ظرفیت سالانه تأمین‌کننده iام
Si= درصد قطعاتی که تأمین‌کننده iام به موقع تحویل می‌دهد
qi= درصد قطعات سالم تأمین شده از تأمین‌کننده iام
qa= حداقل درصد قابل قطعات سالم وارد شده به کارخانه

برای ساخت مدل بهتر است ابتدا مدل خرید از یک فروشنده تحت بررسی قرار گیرد. اگر هزینه‌های سفارش‌دهی با A و میزان تقاضا با D مشخص شوند و مقدار اقتصادی سفارش، Q باشد با توجه به مدل سفارش اقتصادی[۱۰] (EOQ) می‌توان نوشت:

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{rp}} \tag{۵}$$

اگر برای تأمین Q از n فروشنده خرید شود و نسبت سهم هر فروشنده با X_i مشخص شود و با فرض اینکه پس از تمام شدن قطعات خریداری شده از تأمین‌کننده iام، محصولات خریداری شده از تأمین‌کننده $(i+1)$ دریافت شود، نمودار سطح موجودی مطابق شکل ۱ خواهد بود.



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

هزینه‌های تشکیل دهنده TAPC به صورت زیر تعریف می‌شوند:
تابع هزینه شماره یک: هزینه سفارش‌دهی سالانه (AOC)[۱۱]:
از آنجا که در هر دوره از n تأمین‌کننده خرید می‌شود هزینه سفارش‌دهی در هر دوره (OCP)[۱۲] برابر می‌شود با:

$$OCP = \sum_{i=1}^{n} A_i Y_i$$

$$Y_i = \begin{cases} 0 & if\ X_i = 0 \\ 1 & if\ X_i > 0 \end{cases} \qquad i = 1,2,\dots,n \qquad \text{که در آن:} \tag{۶}$$

با توجه به اینکه هزینه سفارش‌دهی سالانه (AOC) برابر است با حاصلضرب هزینــه ســفارش هــر پریــود (OCP) در تعداد پریودهای در سال بنابراین داریم:

$$AOC = OCP \times \frac{1}{T} = (\sum_{i=1}^{n} A_i Y_i)\frac{1}{T} = (\sum_{i=1}^{n} A_i Y_i)\frac{D}{Q}$$

(۷)

تابع هزینه شماره۲- هزینه نگهداری سالانه[۱۳] (AHC):

همانطور که می‌دانیم هزینه نگهداری در هر پریود[۱۴] (THCP) برابر است با:

$$THCP = \frac{rQ^2}{2D}(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 P_i)$$

(۸)

از آنجا که هزینه نگهداری سالیانه برابر است با حاصلضرب هزینه نگهداری هر پریود در تعداد پریودهای یک سال پس بنابراین داریم:

$$AHC = \frac{rQ^2}{2D}(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 P_i)\frac{D}{Q} = \frac{rQ}{2}(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 P_i)$$

(۹)

تابع هزینه شماره۳- هزینه خرید سالیانه[۱۵](APC):

از آنجا که مقدار کالای خریداری شده از فروشنده i ام در سال برابر با $(X_i D)$ می‌باشد بنابراین هزینه خرید سالانه (APC) برابر خواهد بود با: (۱۰)

$$APC = \sum_{i=1}^{n} X_i P_i D$$

پس با توجه به سه تابع هزینه فوق تابع Z_1 جهت حداقل نمودن هزینه کل به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Min\, Z_1 = TAPC = (\sum_{i=1}^{n} A_i Y_i)\frac{D}{Q} + \frac{rQ}{2}(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 P_i) + \sum_{i=1}^{n} X_i P_i D$$

(۱۱)

۴. ۱. ۲. تابع کیفیت[۱۶]:

یکی از مهمترین معیارها برای انتخاب تأمین‌کننده کیفیت می‌باشد که در این مدل با توجه به اینکه درصد قطعات قابل قبول فروشنده iام برابر q_i و نسبت خرید از این فروشنده برابر با X_i است، تابع Z_2 جهت حداکثر نمودن کیفیت بــه صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Max\, Z_2 = \sum_{i=1}^{n} X_i . Dq_i$$

(۱۲)

۴. ۱. ۳. تابع سطح خدمت[۱۷]:

معیار دیگر در انتخاب فروشندگان سطح خدمت زسانی تأمین کننده (درصد قطعاتی که به موقـع تحویـل مـی‌دهـد) می‌باشد که اگر سطح خدمت رسانی فروشنده iام، S_i و نسبت خرید از این فروشنده X_i باشد تابع Z_3 جهت حـداکثر نمودن سرویس به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Max\, Z_3 = \sum_{i=1}^{n} S_i.DX_i$$

(۱۳)

۴. ۲. تدوین محدودیت‌ها:

۴. ۲. ۱. محدودیت تأمین تقاضا:

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

(۱۴)

۴. ۲. ۲. محدودیت ظرفیت تأمین‌کنندگان:

ظرفیت تأمین‌کنندگان نیز محدود می‌باشد و C_i مقدار حداکثر تولید سالیانه فروشنده iام است.

$$X_i.D \le C_i \qquad i = 1,2,\dots,n$$

(۱۵)

۴. ۲. ۳. محدودیت متغیرهاي صفر و يك:

اگر از فروشنده iام خریداری نشود $(X_i = 0)$ آنگاه Y_i برابر با صفر خواهد بود و اگر $X_i \neq 0$ آنگاه Y_i برابر با یک است که برای مدل کردن این محدودیت باید از محدودیت‌های اگر- آنگاه استفاده کنیم که در آن ε عددی کوچک و کمی بزرگتر از صفر است.

$$X_i \le Y_i \qquad i = 1,2,\dots,n$$
$$X_i \ge \varepsilon Y_i$$

(۱۶)

در حالت کلی، وقتی تقاضا قطعی است و X_i برابر با درصدی از Q که به تأمین‌کننده iام تخصیص داده شـده باشـد (مقادیر X_i و Q_i در همه دوره‌ها یکسان هستند)، روابط زیر صادق خواهد بود.

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i$$
$$Q_i = X_i Q \qquad i = 1,2,\dots n$$
$$T_i = X_i T \qquad i = 1,2,\dots n$$
$$0 \le X_i \le 1 \qquad i = 1,2,\dots n$$
$$\sum_{i=1}^{n} X_i = 1$$

(۱۷)

۴. ۳. ارایه مدل نهایي

با ساختن اجزاء مدل، مدل نهایی به صورت زیر قابل بازنویسی است:

$$Min(Z_1)=(\sum_{i=1}^{n}A_iY_i)\frac{D}{Q}+\frac{rQ}{2}(\sum_{i=1}^{n}X_i^2P_i)+\sum_{i=1}^{n}P_iX_iD$$

$$Max(Z_2)=\sum_{i=1}^{n}q_iX_i$$

$$Max(Z_3)=\sum_{i=1}^{n}S_iX_i$$

$$ST:$$

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

$$X_iD\leq C_i$$

$$X_i\leq Y_i$$

$$X_i\geq \varepsilon Y_i$$

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

$$X_i\geq 0, Y_1=0,1, \qquad i=1,2,\dots,n$$

(۱۸)

در این مدل تابع هدف هزینه کل (Z_1) تابعی غیرخطی است که در حالت کلی محدب نیست و بنابراین تضمینی نیست که الگوریتم‌های حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی در حالت تک‌هدفه، جواب بهینه کلی مسأله و در حالت چندهدفه، جواب موثر را نتیجه دهند. برای اینکه یک نقطه مشخص جواب موثر مسأله چندهدفه باشد باید در هر چهار شرط لازم کان و تاکر صدق کند. حال اگر شرط سوم کان و تاکر برای تابع هزینه کل نوشته شود، معادله (۱۹) بدست خواهد آمد:

$$\frac{r}{2}(\sum_{i=1}^{n}X_i^2P_i)-\frac{D}{Q^2}(\sum_{i=1}^{n}A_iY_i)-(u)(-1)=0$$

(۱۹)

از سوی دیگر با استفاده از شرط دوم می‌توان نوشت:

$$u(-Q)=0\ ,\ Q>0\Rightarrow u=0$$

(۲۰)

از دو معادله (۱۹) و (۲۰) رابطه زیر قابل اثبات است:

$$Q=\sqrt{\frac{2D\sum_{i=1}^{n}A_iY_i}{r(\sum_{i=1}^{n}X_i^2P_i)}}$$

(۲۱)

اکنون با جایگزین Q در تابع هدف اول می‌توان مدل را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$Min(Z_1)=\sqrt{2Dr(\sum_{i=1}^{n}A_iY_i)(\sum_{i=1}^{n}X_i^2P_i)}+\sum_{i=1}^{n}P_iX_iD$$
$$Max(Z_2)=\sum_{i=1}^{n}q_iX_i$$
$$Max(Z_3)=\sum_{i=1}^{n}S_iX_i$$
$$S.T:$$
$$\sum_{i=1}^{n}q_iY_i\geq q_a$$
$$X_iD\leq C_i$$
$$X_i\leq Y_i$$
$$X_i\geq \varepsilon Y_i$$
$$\sum_{i=1}^{n}X_i=1$$
$$X_i\geq 0, Y_i=0,1,\qquad i=1,2,\dots,n$$

(۲۲)

باتوجه به شکل نهایی مدل چندهدفه غیرخطی مسأله و هم چنین مطالب ذکر شده در مورد بدست آوردن اوزان اهداف از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، در ادامه الگوریتم پیشنهادی برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده بیان می‌گردد.

٤. ٤. الگوریتم پیشنهادی برای حل مسأله غیرخطی فازی چند هدفه

گام ۱- با توجه به توضیحات بخش دو اهداف سه‌گانه مسأله از نظر اهمیت با استفاده از روش **FAHP** به صورت زوجی با هم مقایسه و رتبه‌بندی می‌شوند بطوریکه نتایج مقایسات زوجی بصورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای در درایه‌های ماتریس مقایسات زوجی قرار می‌گیرند.

گام ۲- اوزان فازی اهداف سه‌گانه مسأله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی از روش تشریح شده در بخش ۲،۱ بدست می آیند.

گام ۳- اوزان فازی هدفها با استفاده از روش تشریح شده در بخش سه به اوزان عددی و قطعی تبدیل می‌شوند.

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

گام ۵- با استفاده از بهترین و بدترین مقادیر اهداف، توابع عضویت فازی اهداف مسأله با استفاده از روش شرح داده شده در ضمیمه الف بدست می آیند.

گام ۶- باتوجه به خصوصیات مدل و فازی نبودن محدودیت‌های مسأله، از عملگر حداقل-حداکثر وزن داده شده استفاده شده و مدل چندهدفه به یک مدل تک‌هدفه غیرخطی تبدیل می‌شود.

گام ۷- مسأله تک هدفه نهایی از طریق یکی از روشهای موجود در برنامه‌ریزی ریاضی حل و مقادیر بهینه X_i ها بدست می‌آیند.

به این ترتیب حل مدل نهایی ارایه شده، معادل با حل مدل تک‌هدفه (۲۷) می‌باشد که اثبات این مطلب در زیمرمن[۱۹] به تفصیل بحث شده است.

$$
\begin{aligned}
& Max\,\lambda \\
& S.t: \\
& w_1\lambda \le (f_1^{+} - f_1(x))/(f_1^{+} - f_1^{-}) \\
& w_j\lambda \le (f_j(x) - f_j^{-})/(f_j^{+} - f_j^{-}) \quad j = 2,3 \\
& \sum_{i=1}^{n} q_i Y_i \ge q_a \\
& X_i D \le C_i \qquad i = 1,2,\dots,n \\
& X_i \le Y_i \qquad i = 1,2,\dots,n \\
& X_i \ge \varepsilon Y_i \qquad i = 1,2,\dots,n \\
& \sum_{i=1}^{n} X_i = 1 \\
& \lambda \in [0,1] \\
& \sum_{j=1}^{3} w_j = 1 \quad , w_j \ge 0 \\
& X_i \ge 0, Y = 0,1, \qquad i = 1,2,\dots,n \\
& f_1(x) = \sqrt{2Dr(\sum_{i=1}^{n} A_i Y_i)(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 P_i)} + \sum_{i=1}^{n} P_i X_i D \\
& f_2(x) = \sum_{i=1}^{n} q_i X_i \\
& f_3(x) = \sum_{i=1}^{n} S_i X_i
\end{aligned}
\tag{۲۳}
$$

شایان ذکر است که W_i های مذکور در مدل تک‌هدفه (۲۳) همان وزن‌های قطعی‌ای هستند که در بخش ۴،۴ در گامهای ۲ و ۳ الگوریتم پیشنهادی در مورد نحوه بدست آمدن آنها توضیحات لازم ارائه شده است. همچنین در مورد $f_i^{+}, f_i^{-} \quad i = 1,2,3$ به ترتیب بدترین و بهترین مقادیر توابع اهداف سه‌گانه مسأله‌اند که در ضمیمه الف به تفصیل راجع به آنها توضیح داده شده است.

گزاره: توابع f_1, f_2, f_3 محدب هستند. محدب بودن تابع f_1 در مقاله قدسی‌پور و اوبراین[۸] اثبات شده است و توابع f_2, f_3 خطی و در نتیجه محدب هستند. براساس ویژگیهای توابع محدب می‌توان نتیجه گرفت که فضای شدنی مسأله محدب است. تابع هدف مسأله نیز یک تابع خطی و در نتیجه محدب است. بنابراین، مسأله مذکور در حالت کلی مسأله برنامه‌ریزی غیرخطی محدب است و هر جواب بهینه محلی برای این مسأله، جواب بهینه کلی آن نیز خواهد بود.

نتیجه گیری

انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهمترین اقدامات در بخش خرید در یک زنجیره تأمین می‌باشد و دلیل آن تأثیر کلیدی تأمین‌کننده بر روی هزینه، کیفیت، به موقع رسیدن کالا و سرویس می‌باشد. انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که در آن اهمیت اهداف با هم برابر نیستند و با روش‌های متفاوتی (از جمله تحلیل سلسله مراتبی) می‌توان وزن نسبی آنها را بدست آورد. از سوی دیگر اغلب اوقات بسیاری از اطلاعات و داده‌ها عبارات مسائل انتخاب تأمین‌کننده زبانی، مبهم و فازی می‌باشند. بنابراین نیاز به روشهایی است که بتوان این مسائل را به درستی مدلسازی و حل نمود.

در این مقاله برای اولین بار به دلیل انعطاف‌پذیری بسیار بالای اعداد فازی ذوزنقه‌ای، در تصمیم‌گیری اولویت‌بندی اهداف چندگانه و حل مسأله از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با اعداد ذوزنقه‌ای استفاده شد.همچنین برای حل مسأله غیرخطی فازی چندهدفه که در آن ضرایب توابع هدف دارای تابع عضویت ذوزنقه‌ای می باشند الگوریتم جدیدی ارائه گردید.

ضمیمه الف

شکل توابع عضویت اهداف فازي

شکل توابع عضویت اهداف فازی، خطی فرض شده است. می‌توان مدل انتخاب تأمین‌کننده را با استفاده از یک برنامه‌ریزی خطی فازی حل کرد. ابتدا باید مقادیر حداقلی و حداکثری تمام توابع هدف را به دست آورد برای این منظور ابتدا باید بهترین و بدترین مقادیر تمام توابع هدف را از طریق حل مسأله‌های تک هدفه (با حذف دیگر اهداف) بدست آورد و توابع عضویت را در مبنای آنها بنا نمود.

تابع هدف حداکثر سازی:

$$\mu_f(x)=\begin{cases}1 & f \ge f^+\\ (f(x)-f^-)/(f^+-f^-) & f^- \le f(x) \le f^+\\ 0 & f(x) \le f^-\end{cases}$$

$f^+ =$ بیشترین مقدار تابع هدف $\quad f^- =$ کمترین مقدار تابع هدف

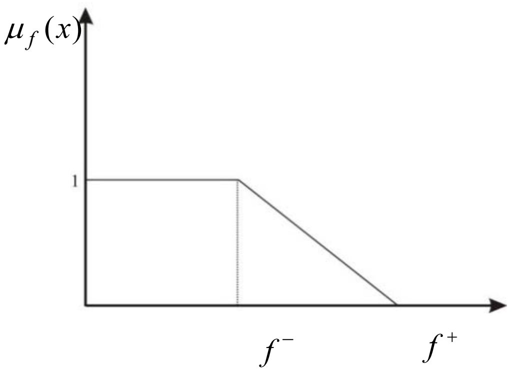
(۲۴)

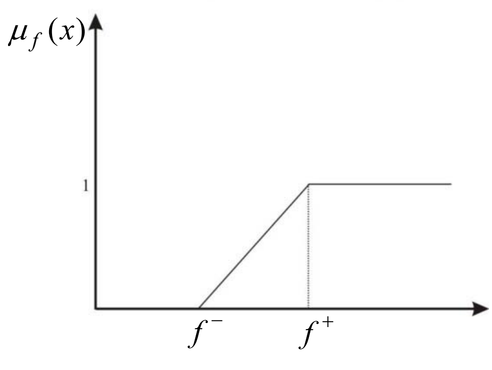
تابع هدف حداقل‌سازی:

$$\mu_f(x)=\begin{cases}1 & f \le f^+\\ (f^+-f(x))/(f^+-f^-) & f^- \le f(x) \le f^+\\ 0 & f(x) \ge f^-\end{cases}$$

(۲۵)

با فرض خطی بودن شکل توابع عضویت شکل آنها به صورت زیر قابل تصور است.





شکل۲. نمودار توابع عضویت هر یک از اهداف مسأله

منابع

Amid, A.,.Ghodsypour, S.H., O' Brien, C.,۲۰۰٤, Fuzzy multi objective linear model for supplier selection in a supply chain. International journal of production economics

Bache, J., Carr, R., Parnaby, J., Tobias, A.M., ۱۹۸۷, Supplier development systems, International Journal of Technology Management ۲(۲), ۲۱۹–۲۲۸.

Bellman, R.G., Zadeh, L.A., ۱۹۷۰, Decision making a fuzzy environment, Management Sciences ۱۷, B۱٤۱–B۱٦٤.

Dickson, G.W., ۱۹٦٦, An analysis of vendor selection systems and decisions, Journal of Purchasing ۲ (۱), ٥–۱۷.

Dulmin, R., Mininno, V., ۲۰۰۳, Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. Journal of Purchasing and Supply Management ۹, ۱۷۷–۱۸۷.

Gaballa, A.A., ۱۹۷٤, Minimum cost allocation of tenders. Operational Research Quarterly ۲٥ (۳), ۳۸۹–۳۹۸.

Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., ۱۹۹۸, A decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming, International Journal of Production Economics ٥٦–٥۷, ۱۹۹–۲۱۲.

Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., ۲۰۰۱, The total cost of logistic in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. International Journal of Production Economics ۷۳, ۱٥–۲۷.

Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R., ۱۹۹۹, An application of visual and Supply Management ۱, ۲۷–۳۲.

Delgado, M. A. Vila and W. Woxman, 1998, On a canonical reprsentation of fuzzy numbers, Fuzzy Sets and Systems. 93, 125-135.

Morlacchi, P., ۱۹۹۷, Small and medium enterprises in supply chain: a supplier evaluation model and some empirical results, Proceedings IFPMM Summer School, August, Saltzburg.

Narasimhan, R., ۱۹۸۳, An analytic approach to supplier selection, Journal of Purchasing Materials Management ۲۳(۳), ۷–۱۲.

Nydick, R.L., Hill, R.P., ۱۹۹۲, Using the Analytic Hierarchy Process to structure the supplier selection procedure. International Journal of Purchasing and Materials Management ۲۸ (۲), ۳۱–۳٦.

Roa, C.P., Kiser, G.E., ۱۹۸۰, Educational Buyers' Perceptions Of Vendor Attributes. Journal of Purchasing and Materials Management ۱٦, ۲٥–۳۰.

Satty, T.L., ۱۹۸۰, The Analytic Hierarchy Process, Wiley, New York.

Soukup, W.R., ۱۹۸۷, Supplier selection strategies. Journal of Purchasing and interactive goal programming: a case in vendor selection decisions. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis ۸, ۹۳–۱۰٥.

Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C., ۱۹۹۱, Vendor selection criteria and methods, European Journal of Operational Research ٥۰،۲–۱۸.

Wu, X., Pu, F., Shao S., and Fang, J., ۲۰۰٤, Trapezoidal Fuzzy AHP for the Comprehensive Evaluation related coefficient of Highway Network Programming Schemes in Yangtze River Delta.

Zimmermann, H.J., ۱۹۷۸, Fuzzy programming and linear programming with several objective functions, Fuzzy Sets and Systems ۱, ٤٥–٥٥.

Mikhailov . L , ۲۰۰۲, Deriving priorities from fuzzy periwigs comparison judgments, Fuzzy Sets and Systems ۱۳٤ (۲۰۰۳) ۳٦٥–۳۸٥

Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., ۱۹۹۷. 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.

پی نوشت

[۱] *Multi Criteria Decision Making*
[۲] *Crisp*
[۳] *Vagueness*
[٤] *Decision Support System*
[٥] *Reliability*
[٦] *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*
[۷] *Value*
[۸] *Ambigiuty*
[۹] *Total Annual Purchasing Cost*
[۱۰] *Economic Order Quantity*
[۱۱] *Annual ordering cost*
[۱۲] *Ordering Cost each Period*
[۱۳] *Annual Holding Cost*
[۱٤] *Total Holding Cost per Period*
[۱٥] *Annual Purchasing Cost*
[۱٦] *Quality*
[۱۷] *Service*