طراحی انتخاب تامین کننده چندهدفه ومساله تخصیص سفارش بادر نظرگرفتن پوشش و هزینه وحل آن بارویکرد فازی، Zimmermann

البرز حاجی خانی [۱]، محمد خلیل زاده [۲]

چکیده:

در مقاله پیش رو،یک مدل چند هدفه فازی به منظور انتخاب تامین کننده و تخصیص سفارش در شرایط فازی و به صورت چند منبعی و چند محصولی در دوسطح زنجیره ی تامین ،با ملاحظات قیمت گذاری ارائه گردیده است.توابع هدف این مقاله به عنوان مقیاس هایی برای ارزیابی تامین کننده ها مد نظر قرار گرفته و عبارتند از هزینه ی خرید، حمل و نقل و هزینه سفارشات، تحویل به موقع و ضایعات یا کیفیت حمل. پوشش کلی و جزئی تامین کننده ها در رابطه با فاصله و وزن تامین کننده، میزان

۱- گروه مهندسی صنایع ، دانشجوی دکتری واحد علوم تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ، ایران
۲- گروه مهندسی صنایع ، واحد علوم تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ، ایران ,mo.kzadeh@gmail.com

سفارش محصولات را واقعی تر می سازد. از جمله محدودیت های اساسی می توان به تخفیف قیمت برای محصولاتی اشاره کرد که با استفاده از تابع signمحاسبه شده است. علاوه بر این، وزن تامین کننده در تابع هدف چهارم با استفاده از تکنیک تاپیس فازی به دست می آید. پارامترهای ضایعات و تاخیردر این مدل به صورت عدد فازی مثلثی تصادفی و غیرقطعی در نظر گرفته شده وبرای حل مدل،از الگوریتم فازی، Zimmermann استفاده شده است.

واژگان کلیدی: مسئله ی انتخاب تامین کننده چند هدفه، حداکثر پوشش ، منطق فازی، تابع تخفیف Sign

۱-مقدمه

مدیریت زنجیره ی تامین (SCM) شامل تامین کنندگان، تولید کنندگان، مراکز توزیع و فروشندگان بوده که تضمین کننده ی جریان کارآمد مربوط به مواد خام، موجودی دردست ساخت و تولیدنهایی است. انتخاب تامین کننده در واقع یک مسئله تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) بوده که از عوامل چالش برانگیز متعددی تاثیرمیپذیرد. در مقاله ی پیش رو، یک مدل برنامه ریزی چند هدفه غیر خطی بامتغیرهای فازی تصادفی ارائه شده است. وزن تامین کنندگان از طریق TOPSIS فازی محاسبه شده و استفاده ازاعداد فازی مثلثی برای سنجش وزن و ارزیابی تصمیم گیرندگان برای گزینه ها، از نوآوری های این مدل است. در نظر گرفتن پوشش توسط تامین کننده برای تخصیص ورتبه بندی نیز نوآوری این مدل محسوب می گردد. انتخاب تامین کننده بر اساس فاصله ی مشتری و در نظر گرفتن پوشش جزئی و کلی انجام می شود. علاوه بر این، در این مدل، محدودیت تخفیف نیز در نظر گرفته شده و برای پیدا کردن هزینه ی محصول طبق نرخ سفارش تابعsign محاسبه شده است. برای حل مدل،از الگوریتم فازی، Zimmermann استفاده شده است.

۲- پیشینه تحقیق

Karasakel, karasakel (۲۰۰۴)، مسئله ی پوشش جزئی را به عنوان شاخه ای از مسئله ی حداکثر پوشش معرفی کرده و در مدل آن ها نرخ پوشش تقاضای مشتری با هر مرکز توزیع به عکس فاصله ی مشتری از آن مرکز بستگی داشت. توابع هدف آن ها، شامل کاهش متغیرهای انحراف برای محدودیت تقاضا، متغیر انحراف برای محدودیت پوشش و متغیرهای اختلاف هزینه بود. Faith و همکاران (۲۰۰۹) سیستمی چند محصولی برای انتخاب تامین کننده با استفاده از تکنیک Topsis فازی در مسئله ی تصمیم گیری گروهی ارائه دادند. Onot و همکاران (۲۰۰۹). تامین کنندگان را با تکنیک های Topsis فازی و ANP فازی رتبه بندی کردند. آن ها این تکنیک را درعمل برای سیستم ارتباطات به کار بردند. Amid و همکاران (۲۰۰۹) مدلی چند هدفه و خطی ارائه دادند که توابع هدف و تقاضای آن نامعین و فازی بود و سپس با استفاده از تکنیک مجموع وزن دهی شده آن را حل کردند. Kokangul و Susuz (۲۰۰۹) مسئله ی انتخاب تامین کننده را با در نظر گرفتن گنجایش، بودجه بندی و شرایط تخفیف، مدلسازی و حل کردند.آن ها یک مدل ترکیبی را با تلفیق تکنیک های تحلیل سلسله مراتبی و مدل برنامه ریزی ریاضی غیر خطی چند هدفه توسعه دادند.. Dash و همکاران (۲۰۱۰)، مسئله ی انتخاب تامین کننده را به عنوان مسئله ی چند هدفه معرفی کردند که در آن، علاوه بر فاکتورهای کمی، فاکتورهای کیفی هم با استفاده از منطق فازی درنظر گرفته شدند.Ali faut, Atakhan (۲۰۱۱)، مدل چند هدفه با پارامترهای فازی را پیشنهاد کرده و آن را با تکنیک max-min وزن دهی و حل کردند. در واقع آنها در مدل خود، وزن تامین کننده هارا از طریق تکنیک Topsis به دست آورده و روش وزن دهی را به کار بردند. هاله و حمیدی (۲۰۱۱) نیز یک مدل چند هدفه فازی را برای تخصیص رتبه تامین کنندگان پیشنهاد دادند. در مدل مذکور، از تکنیک سلسله مراتبی برای به دست آوردن وزن تامین کنندگان استفاده شد. علاوه بر این، وزن را به عنوان تابع هدفی برای انتخاب تامین کننده معرفی کرده و این مدل را با تکنیک max-min و تابع عضویت حل کردند. هم چنین، Liang (۲۰۱۱) مدل چند هدفه فازی ارائه داد که در آن، پارامترها و تابع هدف در محیط فازی توضیح داده شدو این مدل را با تکنیک min-max به تابعی تک هدفه تبدیل کرد. Liao و همکاران (۲۰۱۱) محدودیت فاصله ی حداکثر را برای پوشش تقاضای مشتری از طریق مراکز توزیع در مسئله ی مکان یابی پیشنهاد دادند. در این مدل چنانچه مشتریان در فاصله ی پوشش بحرانی قرار می گرفتند، تمام تقاضای آنها تامین شده و در غیر این صورت تمام تقاضا باقی می ماند. Lin (۲۰۱۲) مدلی چندهدفه برای انتخاب تامین کننده تحت شرایط فازی ارائه داد که در آن افزایش وزن تامین کننده به عنوان تابع تک هدفه به کار گرفته شد و توابع هدف او شامل هزینه، تاخیر

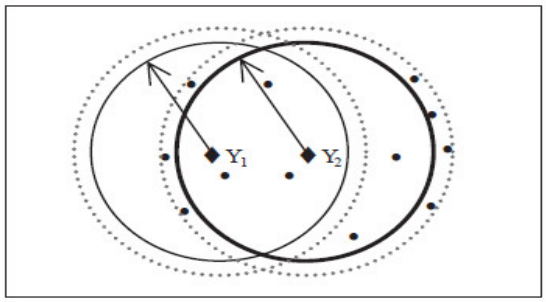
و کیفیت بود که به صورت نامعین و فازی در نظر گرفته شد. Shaw و همکاران (۲۰۱۲)، مدل چند هدفه عدد صحیح ارائه دادند که در آن توابع هدف شامل هزینه ی خرید، تاخیر، ضایعات و یا کالاهای مرجوعی، تاثیر محیطی و گازهای گلخانه ای بود. آن ها توابع هدف را با استفاده از تکنیک وزن دهی به تابع تک هدفه تبدیل کردند و از طریق تکنیک سلسله مراتبی فازی، وزن تامین کننده را به دست آوردند. نظری- شیرکوهی و همکاران (۲۰۱۳) مسئله ی انتخاب تامین کننده را برای محصولات و سطوح هزینه متعدد با ۳ تابع هدف ارائه دادندکه شامل هزینه، تاخیر و ضایعات بود. Arikan (۲۰۱۳)، مدل چند هدفه عدد صحیح را توسعه دادکه شامل توابع هزینه، تحویل به موقع و درصد واحدهای تحویل داده شده بود.وی تابع هدف را با تکنیک max-min تک هدفهکرد. Meena و Saramah (۲۰۱۳)مدل تک هدفه غیر خطی برای انتخاب تامین کننده پیشنهاد دادند که مدل برنامه ریزی عدد صحیح ترکیبی بود. مشتری با تخفیف هزینه و ریسک تامین کننده برای انتخاب روبرو بود. این مدل به خاطر غیر خطی بودن و پیچیدگی از طریق الگوریتم ژنتیک حل شد.

۳- ادبیات و چارچوب نظری

مسئله ی انتخاب تامین کننده یک مسئله ی MCDM بوده که در آن معیارهایی با اهمیت متفاوت برای انتخاب تامین کننده وجود دارد. در این مقاله انتخاب تامین کننده را در SCM و در فضای فازی و با پوشش حداکثر ارائه می دهیم.

۳-۱- مساله پوشش حداکثر (MCLP)

مساله (MCLP) تعداد نقاطی را که این نقاط در فاصله یا زمان بحرانی معین با تسهیلات خاصی پوشش داده شده اند افزایش می دهد. نیازی نیست تمام نقاط تقاضا پوشش داده شود (کاراساکال ۲۰۰۴) روش مانیز برای مسائل مکانی که خدمت دهی دربالاترین سطح پوشش در چارچوب فاصله بحرانی حداقل صورت میگیرد ، به کار می رود. (پوشش کامل)،در فاصله بین فاصله بحرانی حداقل و حداکثر، پوشش جزئی صورت گرفته و سطح بدون خدمات دربالاتر از این محدوده پیش می رود. بدین ترتیب مدل سازی این مسائل توسط پوشش جزئی از روش MCLP کلاسیک منطقی تر است . به عنوان مثال ممکن است در مدل سازی مسائل مکان یابی تسهیلات، هدف نظامی با وجود پوشش جزئی مهم باشد. شکل (۱) راه حل های ممکن برای MCLP را نشان می دهد.



شکل ۱ : راه حل های ممکن برای یک مسئله MCLP

پوشش به طریق زیر محاسبه می شود:

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 1 & w_{ij} \le S_j \\ L(w_{ij}) & S_j < w_{ij} < R_j \\ 0 & w_{ij} \ge R_j \end{cases} \qquad (۱)$$

$$L(w_{ij}) = \frac{R_j - w_{ij}}{R_j - S_j} \quad 0 < L < 1 \qquad (۲)$$

۳-۲- شاخصها وپارامترها

i شاخص مشتری ($i = 1, 2, \ldots, I$)

j شاخص تامین کننده ($j = 1, 2, \ldots, J$)

k شاخص محصولات ($k = 1, 2, \ldots, K$)

t شاخص دوره ها ($t = 1, 2, \ldots, T$)

r شاخص سطح تخفیف ($r = 1, 2, \ldots, R$).

P_{ijkt} قیمت یک واحد محصول k برای مشتری m در دوره t از تامین کننده j

$\tilde{t}_{jkt}$ قیمت محصول k در دوره t از تامین کننده j

$\tilde{B}_{jkt}$ قیمت محصول معیوب k از تامین کننده j در دوره t

b_{ij} نرخ پوشش مرکز j برای مشتری i

D_{ikt} تقاضای مشتری i برای محصول k در دوره t

$\widetilde{W}_j$ وزن تامین کننده j

f_{jkt} هزینه ثابت سفارش به تامین کننده j در دوره t برای محصول k

P_{ktjr} قیمت پیشنهادی هر واحد محصولk توسط تامین کننده j در دوره t در سطح تخفیف r

C_{jkt} ظرفیت تامین کنندهj در دوره t برای محصول k

n_{ikt} حداکثر تعداد تامین کننده ها برای مشتریi در دوره t برای محصول k

Q_{ij} حداکثر قیمت پذیرش کالای معیوب خریداری شده مشتری i از تامین کننده j

T_{ij} حداکثر قیمت پذیرش تاخیر کالای خریداری شده مشتریi از تامین کننده j

S_j حداکثرفاصله پوشش کامل توسط تامین کنندهj

R_i حداکثرفاصله پوشش کامل توسط تامین کننده j

V_{ijk} هزینه حمل هر واحد محصول k از تامین کننده j به مشتری i در واحد فاصله

w_{ij} فاصله تامین کننده j از مشتری i

H_j حداقل سفارش به هرتامین کنندهj

O_{it} حداکثر سرمایه مشتری i در دوره t

۳-۳- متغیرهای تصمیم :

X_{ijkt} تعداد محصولk خریداری شده توسط مشتری i از تامین کننده j در دوره t

y_{ijkt} یک اگر مشتریi محصولk را در دوره t از تامین کننده j بخرد و در غیر اینصورت صفر

۳-۴- فرضیات:

تقاضابستگی به قیمت دارد.

کمبود قابل چشم پوشی نیست.

تخفیف ازتابعsign پیروی می‌کند .

۳-۵- مدل ریاضی پیشنهادی:

مدل ریاضی پیشنهادی برای انتخاب تامین کننده با تابع تخفیف سیگنال و حداکثر پوشش تنظیم می شود.

$$Min\ Z_1 = \sum_{i,j,k,t} W_{ijkt} V_{ijk} x_{ijkt} y_{ijkt} + \sum_{i,j,k,t} f_{jkt} y_{ijkt} + \sum_{i,j,k,t} P_{ijkt} x_{ijkt}$$

$$Min\ Z_2 = \sum_{i,j,k,t} \tilde{t}_{ijkt} x_{ijkt}$$

$$Max\ Z_3 = \sum_{i,j,k,t} \tilde{b}_{ij} D_{ikt} y_{ijkt}$$

$$Max\ Z_4 = \sum_{i,j,k,t} \tilde{W}_j x_{ijkt}$$

Subject to:

$$\sum_j x_{ijkt} \geq D_{ikt} \quad ; \forall i,k,t \qquad (۳)$$

$$\sum_j x_{ijkt} \leq \sum_j b_{ij} D_{ikt} \quad ; \forall i,k,t \qquad (۴)$$

$$\sum_i x_{ijkt} \leq c_{jkt} \quad ; \forall i,k,t \qquad (۵)$$

$$1 \leq \sum_j y_{ijkt} \leq n_{ikt} \quad ; \forall i,k,t \qquad (۶)$$

$$\sum_{i,j,k,t} \tilde{B}_{jkt} \mathrm{x}_{ijkt} \leq \sum_{i,j,k,t} Q_{ij} b_{ij} D_{ikt} \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۷)$$

$$\sum_{i,j,k,t} \tilde{t}_{jkt} \mathrm{x}_{ijkt} \leq \sum_{i,j,k,t} T_{ij} b_{ij} D_{ikt} \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۸)$$

$$a(i,j,k,t,r) = sign\left[sign\left(x_{ijkt} - q_{jkt,r-1}\right) + sign(q_{jktr} - x_{ijkt}) \right] \quad ; \forall i,j,k,t,r \qquad (۹)$$

$$P_{ijkt} = \sum_r P_{jktr} \times a(i,j,k,t,r) \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{i,j,k,t} y_{ijkt} \left[P_{ijkt} + \left(W_{ij} V_{ijk}\right) + f_{jkt} \right] \leq O_{it} \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۱۱)$$

$$x_{ijkt} y_{ijkt} \geq H_j \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۱۲)$$

$$x_{ijkt} \geq 0 \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۱۳)$$

$$y_{ijkt} \in \{0,1\} \quad ; \forall i,j,k,t \qquad (۱۴)$$

۳-۶- تولید اعداد فازی تصادفی:

در این مقاله، بعضی از پارامترها اعداد فازی مثلثی تصادفی هستند که با استفاده از توزیع یکنواخت، صد عدد برای هر ماتریس بر اساس محدوده مطلوب تولید وسپس با به حداقل رساندن اعداد از عدد فازی مثلثی اول ، و بامیانگین عدد وسط وبا به حداکثر رساندن اعداد آخرین عدد فازی به دست آمده وبا توزیع معدل B، اعداد فازی مثلثی، دیفازی می شوند.

$$\tilde{B} = (B^p, Bm, B^0), B = \left(\frac{B^p + 4Bm + B^{ot}}{6}\right) \qquad (۱۵)$$

۳-۷- رویکرد فازی Zimmermann

روش مورد استفاده برای حل مدل چند هدفه ذکر شده، استفاده از رویکرد فازی Zimmermann است.

در این صورت مسئله برنامه ریزی خطی با اهداف فازی به صورت روابط زیر نشان داده می شود (Amid et al., 2009):

$$\tilde{Z}_k = \sum_{i=1}^{n} c_{ki} x_i \leq \sim Z_k^0 \qquad k = 1,2,\ldots,q \qquad (for\ negative\ objective\ function) \qquad (16)$$

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

S.t.

$$g_t(x) = \sum_{i=1}^{n} a_{ti} x_i \le b_t \qquad t = 1, 2, ..., l$$

$$x_i \ge 0 \qquad i = 1, 2, ..., n$$

جائیکه c_{ki}, a_{ti}, b_t مقادیر قطعی هستند. در این مدل علامت ~ محیط فازی را نشان می دهد. علامت $\lesssim$ در محدودیت ها بیانگر فازی بودن $\le$ و نشان دهنده این است که کمتر یا مساوی مقدار بهینه برای توابع هدف از نوع منفی تا مقدار Z_k^- (بدترین جواب) هم برای تصمیم گیرنده قابل قبول است اما با مطلوبیت کمتر همچنین $\gtrsim$ هم بیانگر فازی بودن $\ge$ و نشان دهنده این است که برای اهداف از نوع مثبت نیز تا مقدار Z_k^+ (بدترین جواب) برای تصمیم گیرنده قابل قبول است اما هر چه از مقدار بهینه دورتر می شویم از مطلوبیت اش کاسته می شود و به صفر نزدیک تر می شود.

در یک مسئله چند هدفه با اهداف فازی، بهینه سازی تقریبی از اهداف به این معنی است که توابع عضویت هر تابع هدف باید ماکزیمم شود (Seifbarghy et al., 2011). بنابراین جهت استفاده از رویکرد فازی Zimmermann، ابتدا لازم است برای هر یک از اهداف، تابع عضویت فازی تعریف شود. در بخش زیر به توضیح در مورد مفهوم تابع عضویت فازی برای اهداف فازی می پردازیم:

۳-۸- تعیین تابع عضویت فازی

شکل در نظر گرفته شده از تابع عضویت در این تحقیق از نوع خطی است. در سال ۱۹۸۷ Zimmermann بیان کرد که برای هر هدف Z_K موجود در مدل یک تابع عضویت خطی به طور جداگانه تعریف می شود که به طور خطی از ۰ تا ۱ افزایش می یابد. جهت تعیین توابع عضویت فازی مراحل زیر باید طی شود (Amid et al., 2006).

گام ۱:جهت حل مسئله چند هدفه، در هر مرحله یک هدف در نظر گرفته می شود و باقی اهداف نادیده گرفته می شوند. در نتیجه با یک مسئله تک هدفه روبرو می شویم و سپس بهترین مقدار ممکن برای هر هدف را بدست می آوریم (Z_k^-برای توابع هدف از نوع منفی و Z_k^+ برای توابع هدف از نوع مثبت بدست می آید).

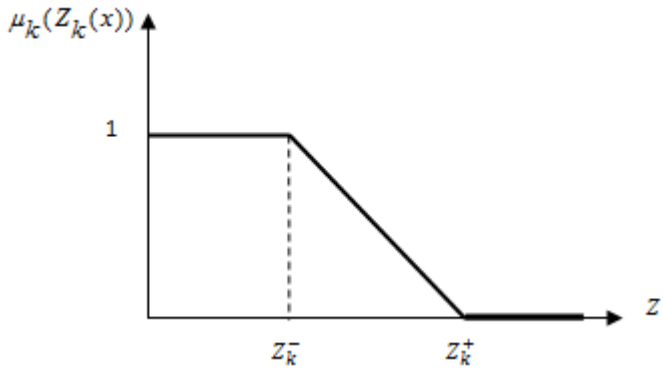
گام ۲: گام ۱ را جهت بدست آوردن بدترین مقدار ممکن از هر تابع هدف (Z_k^+ برای توابع هدف از نوع منفی و Z_k^- برای توابع هدف از نوع مثبت) تکرار می کنیم.

گام ۳: مقادیر قابل قبول بیشترین و کمترین برای هر تابع هدف را جهت تخمین تابع عضویت هر هدف استفاده می کنیم.

تابع عضویت خطی برای اهداف از نوع منفی به صورت رابطه (17) تعریف می شود:

$$\mu_k(Z_k(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_k(x) \le Z_k^- \\ \dfrac{(Z_k^+ - Z_k(x))}{(Z_k^+ - Z_k^-)} & for\ Z_k^- < Z_k(x) < Z_k^+ \\ 0 & for\ Z_k(x) \ge Z_k^+ \end{cases} \qquad k = (1,2,...,q) \qquad (17)$$

همچنین تابع عضویت خطی $\mu_k(Z_k(x))$ برای اهداف از نوع منفی در شکل (1) نشان داده شده است:



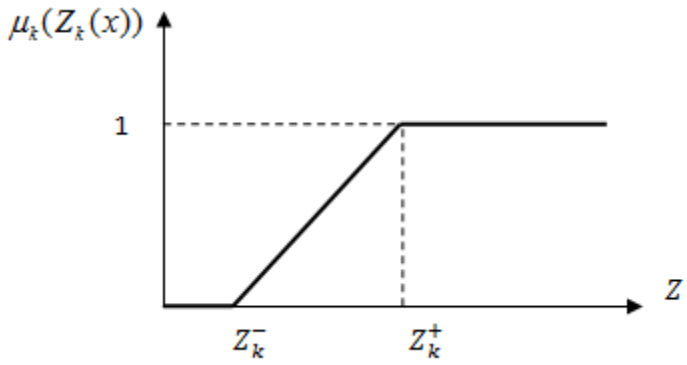
شکل ۱- تابع عضویت خطی برای توابع هدف از نوع منفی

همان طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، تابع عضویت دارای مقدار بین صفر ویک است و در نقطه Z_k^- دارای مقدار تابع عضویت ۱ است و هر چه از این نقطه دورتر می شویم از مطلوبیت تابع عضویت آن هدف به طور خطی کاسته شده و در نهایت در نقطه Z_k^+ به مقدار صفر می رسد.

تابع عضویت خطی برای اهداف از نوع مثبت به صورت زیر در رابطه (۱۸) تعریف می شود:

$$\mu_k(Z_k(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_k(x) \geq Z_k^+ \\ \dfrac{(Z_k(x) - Z_k^-)}{(Z_k^+ - Z_k^-)} & for\ Z_k^- < Z_k(x) < Z_k^+ \\ 0 & for\ Z_k(x) \leq Z_k^- \end{cases} \qquad k = (1,2,...,q) \qquad (18)$$

همچنین تابع عضویت خطی $\mu_k(Z_k(x))$ برای اهداف از نوع مثبت در شکل (۲) نشان داده شده است:



شکل ۲- تابع عضویت خطی برای توابع هدف از نوع مثبت

از شکل ۲ می توان این طور استنباط کرد که مقدار تابع عضویت بین صفر و یک است و در نقطه Z_k^- دارای مقدار صفر است و به صورت خطی هر چه از این نقطه دورتر می شویم مقدار مطلوبیت تابع عضویت افزایش یافته تا نهایتا در نقطه Z_k^+ به مقدار یک می رسد.

پس از آشنایی با مفهوم تابع عضویت، در بخش بعد به تشریح مدل برنامه ریزی فازی می پردازیم.

۳-۹- مدل برنامه ریزی فازی

Zimmermann با استفاده از توابع عضویت خطی،یک رویکرد فازی (مدل عملگرMin-Max) را جهت مسائل برنامه ریزی خطی چند هدفه فازی به صورت رابطه (۱۹) ارائه داد.

$$\begin{aligned} &\max_x \min_k \mu_k(Z_k(x)) \\ &S.t. \qquad\qquad (19) \\ &x \in x_d \end{aligned}$$

معادله 19 با استفاده از تعریف یک متغیر کمکی λ می تواند به شکل زیر تبدیل شود :

$$\begin{aligned} &\max \ \lambda \\ &S.t. \\ &\mu_k(Z_k(x)) \geq \lambda \ , \quad k = 1,2,...,q \quad (20) \\ &x \in x_d \\ &0 \leq \lambda \leq 1 \end{aligned}$$

از حل تک تک اهداف با کلیه محدودیت های مدل با استفاده از نرم افزار Lingo مقادیر حد بالا و پائین برای هر هدف بدست آورده شده است که نتیجه در جدول (۱) نشان داده شده است:

جدول1- مقادیر حد بالا و پائین برای هر هدف

	28000	1860.8	1719.6	1755.5
	25100	1621	1491.2	1505.1

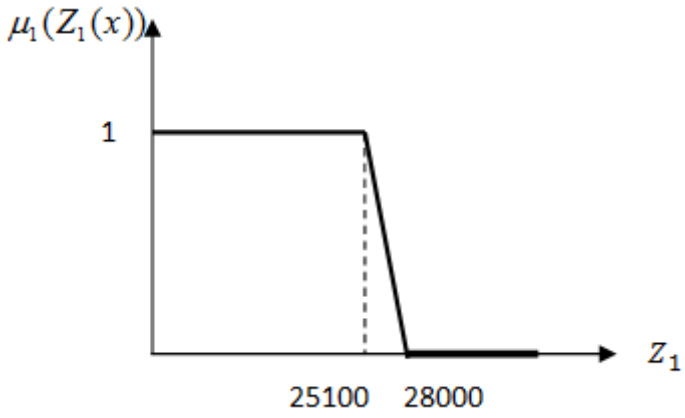
10-۳- حل مدل ارائه شده با استفاده از رویکرد فازی Zimmermann

ابتدا برای حل با استفاده از روش فازی Zimmermann مقادیر تابع عضویت برای هر هدف را بدست می آوریم.

مقدار تابع عضویت خطی برای هدف اول که به صورت می نیمم سازی هزینه خرید است با استفاده از جدول 1 به صورت رابطه زیر نشان داده شده است:

$$\mu_1(Z_1(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_1(x) \le 25100 \\ \dfrac{(28000 - Z_1(x))}{(28000 - 25100)} & for\ 25100 < Z_1(x) < 28000 \\ 0 & for\ Z_1(x) \ge 28000 \end{cases} \quad (21)$$

همچنین تابع عضویت خطی برای هدف اول $(\mu_1(Z_1(x))$ در شکل نشان داده شده است:



شکل 3- تابع عضویت خطی برای هدف هزینه

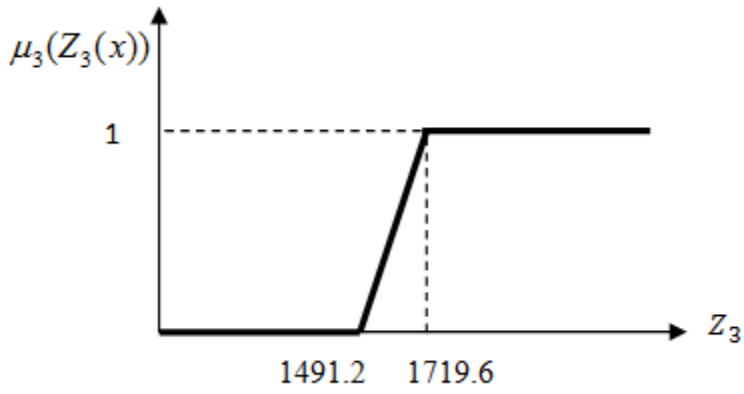
مقدار تابع عضویت خطی برای هدف دوم که به صورت ماکزیمم سازی سطح پوشش است، با استفاده از جدول یک به صورت رابطه زیر نشان داده شده است:

$$\mu_2(Z_2(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_2(x) \geq 1860.8 \\ \dfrac{(Z_2(x)-1621)}{(1860.8-1621)} & for\ 1621 < Z_2(x) < 1860.8 \\ 0 & for\ Z_2(x) \leq 1621 \end{cases} \quad (٢٢)$$

تابع عضویت خطی برای هدف سوم که به صورت ماکزیمم سازی سطح کیفیت آیتم ها می باشد با استفاده از جدول ۱ به صورت رابطه۲۳ نشان داده شده است:

$$\mu_3(Z_3(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_3(x) \geq 1719.6 \\ \dfrac{(Z_2(x)-1491.2)}{(1719.6-1491.2)} & for\ 1491.2 < Z_3(x) < 1719.6 \\ 0 & for\ Z_3(x) \leq 1491.2 \end{cases} \quad (٢٣)$$

تابع عضویت خطی برای هدف سوم $(\mu_3(Z_3(x)))$ در شکل (٤-٧) نشان داده شده است:

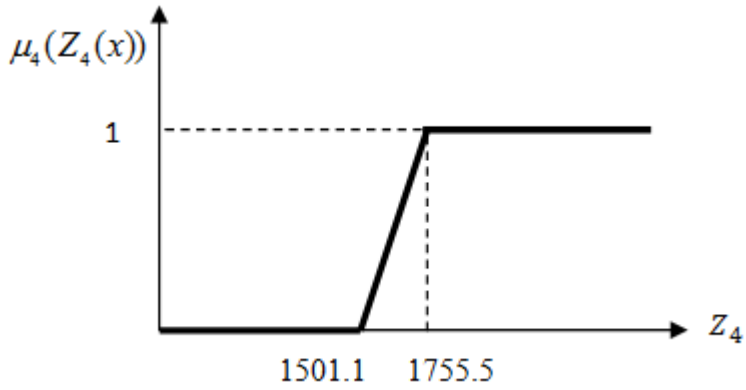


شکل۴- تابع عضویت خطی برای هدف سطح پوشش

در اخر، تابع عضویت خطی برای هدف چهارم که به صورت ماکزیمم سازی وزن تامین کنندگان می باشد با استفاده از جدول ۱ به صورت رابطه(۲۴) نشان داده شده است:

$$\mu_4(Z_4(x)) = \begin{cases} 1 & for\ Z_4(x) \geq 1755.5 \\ \dfrac{(Z_2(x) - 1501.1)}{(1755.5 - 1501.1)} & for\ 1501.1 < Z_4(x) < 1755.5 \\ 0 & for\ Z_4(x) \leq 1501.1 \end{cases} \quad (٢٤)$$

تابع عضویت خطی برای هدف چهارم $(\mu_4(Z_4(x))$ در شکل (۵) نشان داده شده است:



شکل۵- تابع عضویت خطی برای هدف قابلیت اطمینان تامین کنندگان

پس از بدست آوردن توابع عضویت خطی برای هر هدف، مدل فازی Zimmermann به صورت روابط زیر توسعه داده شده است:

$$Max\ \lambda$$

$$S.t.$$

$$\left(\frac{Z_1 - 25100}{28000 - 25100}\right) \geq \lambda \quad (٢٥)$$

$$\left(\frac{1860.8 - Z_2}{1860.8 - 1621}\right) \geq \lambda$$

$$\left(\frac{1719.6 - Z_3}{1719.6 - 1491.2}\right) \geq \lambda$$

$$\left(\frac{1755.5 - Z_4}{1755.5 - 1501.1}\right) \geq \lambda \quad (٢٧-٤)$$

$$x \in X_d,\ X_d = \{x \mid g(x) \leq b_r,\ r = 1,2,...,m\}$$

که در نتیجه از حل مدل فازی Zimmermann با استفاده از نرم افزارLingo در جدول (٤-٤) خواهیم داشت:

جدول2- نتایج حاصل از حل مدل با استفاده از رویکرد فازی Zimmermann

λ	Z_1^*	Z_2^*	Z_3^*	Z_4^*	X_{313}	X_{121}	X_{223}	X_{133}	$\mu_1(Z_1)$	$\mu_2(Z_2)$	$\mu_3(Z_3)$	$\mu_4(Z_4)$
0.56 20	263 70	1771. 72	1620 .4	1635 .7	600	57	900	500	0.562 1	0.371 4	0.434 3	0.470 9

۴- بحث در یافته های پژوهش

در این تحقیق، یک مدل چند هدفه برای مسئله انتخاب تامین کننده ارائه داده شده است. در مسئله مورد نظر تصمیمات برای چندین قلم کالا گرفته می شود. همچنین تخفیفات قیمتی را به عنوان یک عامل موثر در انتخاب درست تامین کنندگان با در نظر گرفتن تخفیف کلی برای مدل پیشنهادی لحاظ گردیده است. اهداف در نظر گرفته شده شامل کمینه کردن هزینه خریدوضایعات، ماکزیمم کردن سطح پوشش و ماکزیمم کردن وزن تامین کنندگان انتخابی می باشند. جهت حل مدل پیشنهادی از رویکردهای فازی و فرا ابتکاری بهره جسته ایم.

به‌منظور بررسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به تحقیق صورت گرفته، ابتدا ادبیات مسئله به طور دقیق مورد مطالعه قرار گرفت و بر اساس آن مدلسازی‌های ریاضی مسئله با توجه به مقاله

(Arikan, 2013) صورت پذیرفت. همانطور که اشاره شد جهت حل مدل پیشنهادی از رویکردهای فازی و فرا ابتکاری استفاده کرده ایم. بدین منظور، در رویکرد فازی از روش فازی Zimmermann بهره جسته‌ایم.

منابع

[1] Karasakal, O., & Karasakal, E. (2004). A maximal covering location model in the presence of partial coverage. *Computers & Operations Research, 31*(9), 1515-1526.

[2] Fatih, E., Serkan, G., Mustafa, K., & Diyar, A. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems With Applications*, 11363-11368.

[3] Onot, S., Selin, S., & Isik, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. *Expert Systems With Applications*, 3887-3895.

[4] Amid, A., Ghodsypour, S., & 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 Production Economics*, 323-332.

[5] Kokangol, A., & Susuz, Z. (2009). Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount. *Applied Mathematical Modeling, 33*(3), 1417-1420.

[6] Desheng Dash, W., & Yidong, Z. C. (2010). Fuzzy multi-objective programming for supplier selection and risk modeling:A possibility approach. *European Journal of Operational Research*, 774-787.

[7] Atakhan, Y., & Ali Fuat, G. (2011). A weighted additive fuzzy programming approach for multi-criteria supplier selection. *Expert Systems With Applications*, 6281-6286.

[8] Haleh, H., & Hamidi, A. (2011). A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon. *Expert Systems With Applications*, 9076-9083.

[9] Liang, T. (2008). Fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and. *Computers & Industrial Engineering*.

[10] Liao, S.H., Lin, H., & Lai, P. (2011). An evolutionary approach for multi – objective optimization of the integrated location – inventory distribution network problem in vendor – managed inventory. *Expert Systems With Applications, 38*(6), 6768-6776.

[11] Lin, H. (2012). An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation. *International Journal Production Economics*, 55-61.

[12] Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S., & Thakur, L. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert System With Applications*, 8182-8192.

[13] Nazari Shirkouhi, S., Shakouri, H., Javadi, B., & Keramati, A. (2013). Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming. *Applied Mathematical Modelling*, 9308-9323.

[14] Arikan, F. (2013). A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection. *Expert Systems With Applications*, 947-952.

[15] Meena, P., & Sarmah, S. (2013). Multiple sourcing under supplier failure risk and quantity discount: A genetic algorithm approach. *Transportation Research Part E, 50*, 84-97.

[16] Hajipour V., Pasandideh S.H.R. (2012). Proposing an adaptive particle swarm optimization for a novel bi-objective queuing facility location model. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 47(3), 112-129.

[17] Hajipour, V., Khodakarami, V. Tavana, M. (2014a). The redundancy queuing-location-allocation problem: A novel approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61(3): 534-544.

[18] Hajipour, V., Rahmati, S.H.A., Pasandideh, S.H.R., Niaki, S.T.A. (2014b). A multi-objective harmony search algorithm to optimize multi-server location–allocation problem in congested systems. *Computers & Industrial Engineering*, 72, 187–197.

[19] Deb, K., Agarwal, S., & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic Algorithm:NSGA-II. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 6*(2), 182-197.

[20] Arumugam, M.S., & Rao, M.V.C., (2008). On the improved performances of the particle swarm optimization algorithms with adaptive parameters, cross-over operators and root mean square (RMS) variants for computing optimal control of a class of hybrid systems, Appl. Soft Comput. 8 (1) 324–336.

[21] Boeringer, D.W., & Werner, D.H.,(2004). Particle swarm optimization versus genetic algorithms for phased array synthesis, IEEE Trans. Antennas Propag. 771–779.

[22] Boloori Arabani, A., Zandieh, M., & Fatemi Ghomi, S. (2011). Multi-objective genetic-based algorithms for a cross-docking scheduling problem. *Applied Soft Computing*, 4954-4970.

[23] Boyd, R., & Richerson, P.J.,(1985). Culture and the Evolutionary Process, University of Chicago Press, Chicago.

[24] Chen, C. (2000). Extensions of TOPSIS for group decision – making under fuzzy environment. *Fuzzy Set and System, 114*, 1-9.

[25] Coello, C. A., David, A., Van Veldhuizen, Gray, B., & Lamont. (2002). *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems.* New york: Kluwer Academic Publishers.

[26] Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. Journal of Purchasing and Supply Management, 9, 177–187.

[27] Eberhart, R., & Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. *in:Proceedings of the sixth international symposium on micro and machine and human science*, (pp. 39-43).

[28] Esfandiari, N., & Seifbarghy, M. (2013). Modeling a stochastic multi-objective supplier quota allocation problem with price-dependent ordering. *Applied Mathematical Modelling*, 5790-5800.

[29] Fu Liang, T. (2011). Application of fuzzy sets to manufacturing/distribution planning decisions in supply chains. *Information Sciences*, 842-854.

[30] Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R., (2004). Introduction To Logistics Systems Planning and Control, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

[31] Hugos, M.E., (2006). Essentials of supplychain management.2ed.NewJersey:Wiley.

[32] Liu, J., Fan, X., & Qu, Z.,(2007). An improved particle swarm optimization with mutation based on similarity, in: Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007), vol. 4, pp. 824–828.

[33] Szidarovszky, F., Gersbon, M.E., & Duckstein, L.,(1985). "Tchniques for multiobjective decision making in Systems Management"; Elsevier Publishers B. V.

[34] Taylan, O., Bafail, A.O., Abdulaal, R.M.S., & Kabil, M.R. (2014). Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 17, 105-116.

[35] Timothy, Ross, J., & John Wiley, (2005). Fuzzy logic with engineering applications, Second edition..

[36] Tsai, W., & Wang, C. (2010). Decision making of sourcing and order allocation with price discounts. *Journal of Manufavturing Systems, 29*, 47-54.

[37] Zadeh, L. (1978). fuzzy set as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems, 1*,. 3-28.