مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای تصمیم‌سازی مشترک انتخاب تأمین‌کننده و حامل، با استفاده از تکنیک ای ان پی فازی (مطالعه موردی: شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران)

مریم بهادران[۱] ، غلام حسن شیردل [۲]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۲/۰۱

چکیده

از مسائل کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کننده و حامل است. توزیع‌کننده نیز در زنجیره تأمین، نه تنها عامل ارتباط تولیدکننده با مصرف‌کننده بوده، بلکه اولین بخشی است که متوجه تغییرات تقاضا می شود. در این مقاله برای حل مساله انتخاب تامین کننده و حامل از میان مدل‌های مختلف ، یک روش ترکیبی از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، برنامه‌ریزی آرمانی و روش فرا ابتکاری به‌کار برده شده است. برای این منظورابتدا به شناسایی شاخص‌های موثر در انتخاب تأمین‌کنندگان و حاملین پرداخته شده و سپس با توجه به تعداد این عوامل و وجود همبستگی بین آن‌ها و همچنین به‌منظور پوشش حالت مبهم تصمیم‌گیری، جهت تعیین اوزان از ترکیب فرایند تحلیل شبکه‌ای و تئوری مجموعه‌های فازی استفاده شده

---

۱ . دانشجو دکتری، مدیریت صنعتی، دانشگاه ازاد اسلامی رشت، رشت،ایران
m.bahadoran1368@gmail.com
۲ . استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول)
g.h.shirdel@qom.ac.ir

است. در انتها روشهای مطرح شده در شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران بـرای مسـاله انتخـاب تأمین‌کننده و حامل به عنوان یک مطالعه مورد مورد استفاده قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین ، فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تحلیل شـبکه‌ای، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، برنامه‌ریزی آرمانی.

۱ . مقدمه

در محیط پرتلاطم و غیرقابل پیش‌بینی جهان امروز، موفقیت یک بنگاه اقتصادی، بستگی زیادی به توانایی هماهنگی آن در شبکه پیچیده ارتباطات در میان اعضای زنجیره تأمین خواهد داشت. چرا که امروزه یکی از ویژگی‌های کلیدی تجارت این می‌باشد که دیگر شرکت‌ها با یکدیگر رقابت نمی‌کنند؛ بلکه رقابت‌پذیری در زنجیره‌های تأمین جریان دارد [۱]. تولیدکنندگان بایستی برای حضور در صحنه رقابت، محصولات خود را با بهترین کیفیت، در کوتاه‌ترین زمان و با کم‌ترین هزینه، به مشتریان برسانند؛ از این جهت، داشتن زنجیره تأمینی کارا و قوی برای رقابت، امری ضروری می‌باشد. در واقع موفقیت در تأمین با انتخاب صحیح تأمین‌کنندگان آغاز می‌شود؛ و در بلند مدت به نحوه اداره روابط با تأمین‌کنندگان بستگی مستقیم دارد، زیرا تأمین‌کنندگان تأثیر مهمی در موفقیت یا شکست یک شرکت اعمال می‌کنند. هزینه تأمین مواد اولیه و قطعات ترکیبی، بخش قابل توجهی از هزینه تمام شده کالاها را شامل می‌شود. به‌طور متوسط ۷۰٪ ارزش محصول نهایی کارخانجات را هزینه خرید مواد خام و خدمات دریافتی از بیرون تشکیل می‌دهد. این نسبت در شرکت‌های با تکنولوژی بالا، حتی به ۸۰٪ نیز بالغ می‌گردد. بنابراین، انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین مسائل تصمیم‌گیری است که هدف کلی آن، کاهش ریسک خرید، بیشینه نمودن ارزش کل خریدار و ایجاد یک رابطه نزدیک و روابط بلند مدت بین خریداران و تأمین‌کنندگان است.

۲. پیشینه تحقیق

در سالهای اخیر تلاشهای بسیاری در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مقاله لی و همکاران (۲۰۰۱) اشاره کرد. آنها مدلی را به عنوان فرایند مؤثر تأمین‌کنندگان ارائه و سپس انتخاب تأمین‌کنندگان را در قالب این مدل انجام دادند.

سارکیس و همکاران (۲۰۰۲)، با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده پرداختند و در این میان، وابستگی درونی معیارها را در فرآیند ارزیابی مدنظر قرار دادند. سبی و همکاران (۲۰۰۳)، یک مدل تصمیم‌گیری ارائه دادند که به کمک ترکیب روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی و در نظر گرفتن محدودیت‌های گوناگون، تأمین‌کنندگان را ارزیابی و درنهایت بهترین‌ها انتخاب‌شده و هم‌چنین برنامه خرید از هرکدام را در هر دوره مشخص می‌کند. کومار و همکاران (۲۰۰٤)، در مطالعه‌ای به دنبال حل مسئله انتخاب یک فروشنده از طریق ترکیب برنامه‌ریزی آرمانی و رویکرد فازی بودند.

چن و همکاران (۲۰۰٦)، مدلی سلسله‌مراتبی را برای برخورد با مشکلات انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه دادند که مدل فوق براساس مجموعه‌های فازی بود. ناراسیمهان و همکاران (۲۰۰٦)، از یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه برای انتخاب عرضه‌کنندگان بهینه و تعیین مقدار سفارش بهینه استفاده کردند. ایزیکلار و همکاران (۲۰۰۷)، رویکردی از تلفیق استدلال بر مبنای قاعده، استدلال بر مبنای مورد و برنامه‌ریزی سازشی بر مبنای معیارهای هزینه، کیفیت، توانایی تکنیکی، سطوح سرویس، پایداری مالی، نیروی انسانی و فناوری اطلاعات برای حل مسئله انتخاب حمل‌کننده ارائه کرده‌اند.

ژو و همکاران (۲۰۰۸)، به‌منظور اندازه‌گیری میزان کارایی شرکت‌های حمل و لجستیک چینی از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده‌اند. سوکلی و همکاران (۲۰۰۸)، از یک روش ترکیبی شامل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی، برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کرده و نشان دادند که نتیجه مدل ترکیبی در مقایسه با حالتی که مسئله انتخاب تأمین‌کننده تنها با مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی حل می‌شود، سازگاری بیشتری با واقعیت دارد.

لیو و همکاران (۲۰۰۹)، رویکردی سه مرحله‌ای برای ارزیابی و انتخاب شرکت خدمات لجستیک ارائه کرده‌اند. چن و همکاران (۲۰۰۹)، ۲۰ معیار را که در شش دسته و شامل کارایی، مشتری، موجودی، تحویل، سفارش و کارکنان است را برای انتخاب تأمین‌کننده لجستیکی در نظر گرفته و از روش دلفی در محیط فازی برای انتخاب تأمین‌کننده لجستیکی بهره برده‌اند. کوکانکول و همکاران (۲۰۰۹)، هدف تحقیق خود را توسعه یک مدل خطی چندهدفه چند محصولی جهت مسئله انتخاب تأمین‌کننده با در نظر گرفتن تخفیف بیان می‌کنند.سوکلی و همکاران (۲۰۱۰)، بیان می‌کنند که بسیاری از فاکتورهای کمّی و کیفی همچون کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری و عملکرد تحویل می‌بایستی برای انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب موردتوجه قرار گیرند. چو و همکاران (۲۰۱۲)، از تکنیک‌های فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده بهره گرفته‌اند. بوتانی و همکاران (۲۰۱۲)، رویکرد تاپسیس فازی را به‌منظور رتبه‌بندی و انتخاب بهترین لجستیک طرف سوم به کار گرفته‌اند. افندیگیل و همکاران (۲۰۱۳)، به‌منظور انتخاب بهینه لجستیک طرف سوم رویکرد تلفیقی از ترکیب فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه کرده‌اند. دورسون و همکاران (۲۰۱۳)، یک رویکرد چند مرحله‌ای جامع به‌منظور انسجام‌بخشی به فرایند انتخاب تأمین‌کننده ارائه دادند که در این رویکرد، سعی شده است ابهام موجود در فرآیند انتخاب که ناشی از استفاده از داده‌های خشک عددی است به حداقل برسد.

سنوار و همکاران (۲۰۱٤)، هدف اساسی فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را کاهش دادن ریسک خرید، بیشینه نمودن ارزش‌های مهم برای مشتری و به وجود آمدن نزدیکی و ارتباط زیاد میان خریدار و تأمین‌کننده بیان می‌کنند. دو و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی مسئله انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش به آن‌ها در حالت چند محصولی و با چند تأمین‌کننده در یک زنجیره تأمین پرداخته‌اند. رشیدزاده و همکاران (۱۳۸۷)، برای

انتخاب تأمین‌کننده کالا و خدمات از فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده کردند. فیروز آبادی و همکاران (۱۳۹۱)، به انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان قطعات در صنعت خودرو با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداخته‌اند. بابایی و همکاران (۱۳۹۳)، از رویکرد بهینه‌سازی استوار در مقاله خود به‌منظور بهینه‌سازی مدل چندهدفه ارائه شده برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند.

۳ . بیان و مدل ریاضی مساله

برای حل مساله انتخاب تامیین کننده و حامل، ابتدا مساله را مدلسازی ریاضی نموده تا راحت تر بتوانیم از مدل های ریاضی استفاده نماییم. برای این منظور در مرحله اول به پارامتر های مساله نماد اختصاص داده و در مرحله بعد روابط موجود در مساله را با استفاده از نمادهای تعریف شده به صورت روابط ریاضی در می اوریم. بدین ترتیب مدل ریاضی مساله که شامل تابع هدف و قیود بوده به صورت زیر در می اید.

۳-۱. مدل ریاضی

- **اندیس‌ها**

i : مجموعه تأمین‌کنندگان و $i=1,\ldots,I$

m : مجموعه سطوح تغییر قیمت و $m=1,\ldots,M$

t : مجموعه دوره‌های تقاضا و $t=1,\ldots,T$

j : مجموعه حمل‌کنندگان سفارش و $j=1,\ldots,J$

- **پارامترها**

D_t : مقدار تقاضا برای محصول در دوره t

p_{imt} : هزینه تهیه یک واحد محصول از تأمین‌کننده i در سطح قیمت m در دوره t

b_{imt} : سطحی از سفارش به تأمین‌کننده i که در دوره t تغییر قیمت m را ایجاد می‌کند

o_{it} : هزینه ثابت سفارش به تأمین‌کننده i در دوره t

t_{itj} : هزینه حمل به مقصد محل مصرف از مبدأ تأمین‌کننده i توسط حمل‌کننده j ام در دوره t

q_{imt} : درصد محصول بازگشتی تأمین‌شده از تأمین‌کننده i در سطح قیمت m در دوره t

I_{imt} : درصد محصول تأمین‌شده با تأخیر از تأمین‌کننده i در سطح قیمت m در دوره t

c_{it} : ظرفیت تأمین‌کننده i در دوره t

$\cap_{tj}$: کل ظرفیت حمل حمل‌کننده j در دوره t

v_{tj} : تعداد کل حمل‌کننده‌های j در دسترس در دوره t

h_t : هزینه نگهداری محصول در انبار در دوره t

w_t : ظرفیت ذخیره‌سازی محصول توسط خریدار در دوره t

θ_t : سطح سرویس در دوره t

$I^+{}_t$: متوسط میزان موجودی در دوره t

$I^-{}_t$: متوسط میزان کمبود در دوره t

- **متغیرهای تصمیم**

X_{imtj} : مقدار سفارش تخصیص داده شده به تأمین‌کننده i ام و در سطح قیمت m در دوره t که توسط حمل‌کننده j حمل می‌شود.

y_{imtj} : متغیر صفر و یک که نشان‌دهنده تغییر قیمت سطح m بین تأمین‌کننده i و خریدار در دوره t و وقتی که توسط حمل‌کننده j حمل می‌شود، است.

u_{imtj} : متغیر صفر و یک که نشان‌دهنده انتخاب حمل‌کننده j برای حمل سفارش تخصیص داده شده به تأمین‌کننده i و در سطح قیمت m در دوره t است.

z_{it} : متغیر صفر و یک که نشان‌دهنده تخصیص سفارش به تأمین‌کننده i در دوره t است.

۳-۲. مدل برنامه‌ریزی ریاضی

$$Min\ Z\mathbf{1} = \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j q_{imt} X_{imtj} \quad (۱)$$

$$Min\ Z\mathbf{2} = \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j p_{imt} X_{imtj} + \sum_i \sum_t o_{it} z_{it} + \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j t_{itj} u_{imtj} + \sum_t h_t I_t^+ \quad (۲)$$

$$Min\ Z\mathbf{3} = \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j I_{imt} X_{imtj} \quad (۳)$$

Subject To:

$$I_{t-1}^+ + \sum_i \sum_m \sum_j l_{imk} x_{imkj} - \sum_i \sum_m \sum_j l_{imt} x_{imtj} - \sum_i \sum_m \sum_j q_{imt} x_{imtj} - D_t - I_{t-1}^- = I_t^+ - I_t^- \quad \forall t, and\ k = t-1 \quad (٤)$$

$$X_{imtj} \le \left(\sum_{k=t}^{T} D_t \right) Z_{it} \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (٥)$$

$$b_{i(m-1)t} y_{imtj} \le x_{imtj} \le b_{imt} y_{imtj} \quad \forall\, i, \forall m, \forall t, \forall\, j \quad (٦)$$

$$x_{imtj} \le C_{it} y_{imtj} \quad \forall i, \forall t, \forall j \quad (٧)$$

$$\sum_m \sum_j y_{imtj} = z_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (٨)$$

$$X_{imtj} \le \cap_{tj}\, U_{imtj} \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (٩)$$

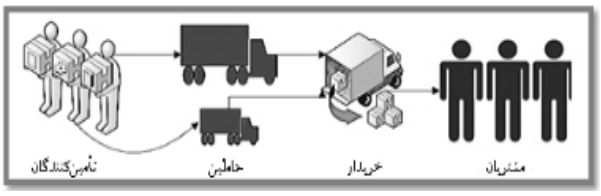
$$\sum_m \sum_j U_{imtj} = Z_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (١٠)$$

$$\sum_i \sum_m U_{imtj} \le V_{tj} \quad \forall t, \forall j \quad (١١)$$

$$I_t^+ \le W_t \quad \forall t \quad (١٢)$$

$$I_t^- \le (1 - \theta_t) D_t \quad \forall t \quad (١٣)$$

$$x_{imtj} \ge 0 \quad and\ integer\ \forall i, \forall m, \forall t, \forall j$$
$$y_{imtj} \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j$$
$$u_{imtj} \in \{0.1\} \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (١٤)$$
$$z_{it} \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall t$$
$$I_t^+, I_t^- \ge 0 \quad \forall t$$



شکل ۱. نمایش مسئله انتخاب تأمین‌کننده و حمل‌کننده

تابع هدف (۱) میزان محصول بازگشتی را مینیمم می‌کند. تابع هدف (۲) چهار قسمت را شامل می‌شود: هزینه خرید، هزبنه سفارش‌دهی، هزینه حمل و هزینه نگهداری موجودی. تابع هدف (۳) برای حداقل کردن میزان تأخیر در تأمین محصول پیش‌بینی شده است. محدودیت (٤) بیانگر تعادل موجودی بین دوره‌هاست. محدودیت (۵) بیانگر شارژ هزینه سفارش‌دهی است و نشان دهنده این است که بدون شارژ هزینه سفارش‌دهی امکان تخصیص سفارش وجود نخواهد داشت. محدودیت (٦) سطوح سفارش را نشان می‌دهد که در سطح قیمت m بایستی X_{imtj} بین چه مقدارهایی قرار گیرد که بدین منظور از متغیر صفر و یک y_{imtj} استفاده می‌شود. محدودیت (۷)، ظرفیت تأمین‌کننده i ام در دوره t را نشان می‌دهد که مقدار سفارش تخصیص داده شده به آن نبایستی از ظرفیت آن بیشتر باشد. محدودیت (۸) نیز این اطمینان را حاصل می‌کند که فقط یک سطح قیمت برای یک دوره لحاظ می‌شود. محدودیت (۹) نشان‌دهنده این موضوع است که در صورت انتخاب حمل‌کننده j برای حمل مقداری که بایستی حمل شود (X_{imtj}) بایستی کمتر از ظرفیت حمل‌کننده j در دوره t باشد. محدودیت (۱۰) این موضوع را نشان می‌دهد که در صورت انتخاب تأمین‌کننده i در دوره t فقط یک حمل‌کننده j برای حمل تخصیص یابد. محدودیت(۱۱) این اطمینان را ایجاد می‌کند که جمع حمل‌کننده‌هایی که در دوره t استفاده می‌شود از تعداد کل در دسترس(v_{tj}) کمتر است. محدودیت (۱۲) نشان می‌دهد که مقداری که در دوره t ذخیره می‌شود از ظرفیت در دسترس برای ذخیره‌سازی کمتر باشد. محدودیت (۱۳)

این اطمینان را به‌وجود می‌آورد که سطحی از تقاضا که به موقع تأمین می‌شود از سطح سرویس مورد نظر در دوره t بیشتر خواهد بود. محدودیت (١٤) مربوط به نوع متغیرها است.

۳-۳. تبدیل مدل به مدل برنامه‌ریزی آرمانی

اکنون با توجه به اینکه یکی از روشهای معروف برای حل مسایل چند معیاره و چند هدفه، روش برنامه ریزی پویا می باشد، لذا مساله را به یک مساله برنامه ریزی پویا به صورت زیر تبدیل می کنیم. خروجی این مرحله عبارت است از وزنی که به هر تأمین‌کننده اختصاص یافته و تأمین‌کنندگان براساس این وزن که با TS نشان داده می-شود، رتبه‌بندی می‌شود. به عبارت دیگر تأمین‌کننده با TS بالاتر از نظر تصمیم‌گیران نسبت به بقیه دارای اولویت است. از این TS برای ایجاد مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده می‌شود.برای منظور کردن نظرات تصمیم‌گیران در خصوص اولویت انتخاب تأمین‌کنندگان تابع هدف حداکثر کردن تخصیص سفارش وزن داده شده با استفاده از وزن‌های حاصل از مرحله عنوان شده به مدل اضافه شده است.

حال با فرض

TS_i: وزن به‌دست آمده برای تأمین‌کننده i ام

و نیز با فرض اینکه به تر تیب ارمانها را با نمادهای Z1 ، Z2 ، Z3 و Z4 نمایش دهیم، داریم:

$$Max\ Z4 = \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j TS_i X_{imtj} \qquad (۱۵)$$

مدل برنامه‌ریزی آرمانی مسأله به صورت زیر است:

$$Min\ Z = p_1 d_1^+ + p_2 d_2^+ + p_3 d_3^+ + p_4 d_4^- \qquad (۱۶)$$

Subject To:

$$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j q_{imt} X_{imtj} + d_1^- - d_1^+ = Z1 \qquad (۱۷)$$

$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j p_{imt} X_{imtj} + \sum_i \sum_t o_{it} z_{it} + \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j t_{itj} u_{imtj} + \sum_t h_t I_t^+ + d_2^- - d_2^+ = Z2$	(۱۸)
$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j I_{imt} X_{imtj} + d_3^- - d_3^+ = Z3$	(۱۹)
$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j TS_i X_{imtj} + d_4^- - d_4^+ = Z4$	(۲۰)
$d_n^- \geq 0 \quad , \quad d_n^+ \geq 0 \qquad \forall n = 1, \dots, 4$	(۲۱)

منظور از P_i ها در تابع هدف (١٦) وزنی است که تصمیم‌گیرنده برای نشان دادن اهمیت هر کدام از توابع هدف در تابع هدف کلی مسئله لحاظ می‌کند. محدودیت (۱۷) آرمان موردنظر برای میزان محصول بازگشتی، محدودیت (۱۸) آرمان موردنظر برای کل هزینه‌ها، محدودیت (۱۹) آرمان موردنظر برای میزان محصولات با تأخیر، محدودیت (۲۰) یک محدودیت بسیار بزرگ به‌عنوان آرمان می‌باشد و محدودیت (۲۱) شامل محدودیت‌های (٤) تا (١٤) می‌باشد که در ادامه به تشریح جداگانه هر محدودیت می‌پردازیم:

محدودیت شماره (۱۷) تابع هدفِ میزان محصول بازگشتی و آرمان متناظر با آن را نشانه می دهد. در هدف، آرمان مناسب بدین صورت است که میزان محصول بازگشتی بسیار ناچیز و یا صفر باشد، بنابراین انحراف مهم، انحراف مثبت از آرمان یا همان d_1^+ است که در تابع هدف کلی قرار گرفته تا در روند حل، مقدار مینیمم را نتیجه بدهد.

محدودیت شماره (۱۸) تابع هدفِ مقدار هزینه را نشان می‌دهد. در این هدف نیز انحراف مثبت از مقدار آرمان، ناپسند است به همین منظور انحراف مثبت از آرمان یا همان d_2^+ را در تابع هدف کلی لحاظ می‌کنیم تا در روند حل، این متغیر نیز مقدار مینیمم را نتیجه دهد.

محدودیت شماره (۱۹) تابع هدفِ میزان محصول با تأخیر را نشان می‌دهد. آرمان مورد نظر برای این هدف، مقدار نزدیک به صفر یا صفر است. همانند دو تابع هدفِ

دیگر مسئله برای این هدف نیز مقدار انحراف مثبت یا همان d_3^+ ناپسند بوده که این متغیر به منظور مینیمم شدن در تابع هدف نهایی مسئله وارد می‌گردد.

محدودیت شماره (۲۰) تابع هدفِ خرید وزنی را نشان می‌دهد. در این تابع هدف برخلاف سه تابع هدف قبلی میزان انحراف منفی یا همان d_4^- ناپسند بوده که به منظور مینیمم‌سازی در تابع هدف نهایی مسئله وارد می‌گردد.

۳-٤. شناسایی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان

شناسایی معیارهای موردنظر برای انتخاب تأمین‌کننده بدین‌صورت انجام گرفته است که ابتدا با مرور مقالات مختلف در این زمینه لیستی از معیارهای رایج شناسایی شده و سپس با مصاحبه و استفاده از نظرات خبرگان صنعت ریخته‌گری تعداد هفت معیار برای انتخاب تأمین‌کننده لحاظ گردید. برای شناسایی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده‌ی قراضه از نظرات کسب شده پنج نفر از مدیران شرکت شامل مدیر کارخانه، مدیر تحقیق و توسعه، مدیر تدارکات، مدیر تضمین کیفیت و مدیر مالی استفاده شده است و پس از جمع‌بندی نظرات، معیارهای زیر به منظور شناسایی تأمین‌کننده مناسب استخراج گردیده است:

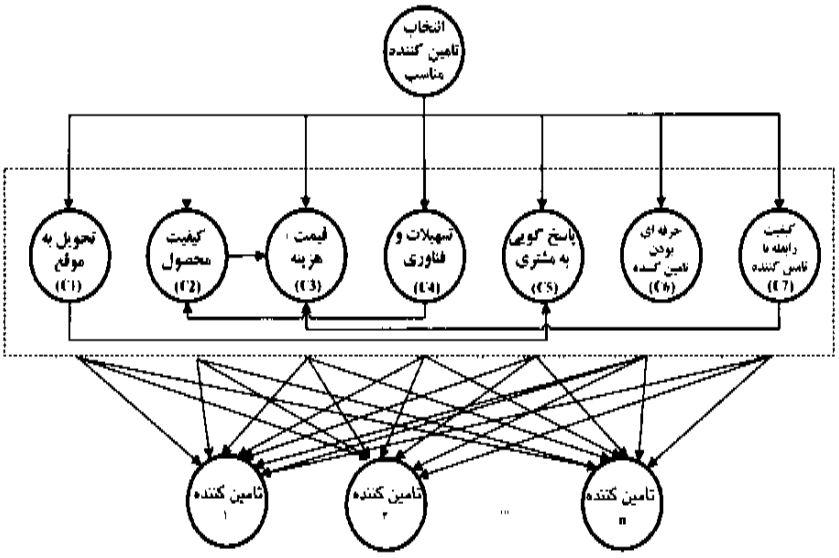
۱- تحویل به موقع (C1)
۲- کیفیت محصول (C2)
۳- قیمت (C3)
٤- تسهیلات و فناوری (C4)
۵- پاسخگویی به نیازهای مشتری (C5)
٦- حرفه‌ای بودن تأمین‌کننده (C6)
۷- کیفیت رابطه با تأمین‌کننده (C7)

با توجه به نظرات مدیران شرکت، سه معیار وابسته و چهار معیار مستقل ارزیابی شدند.

معیارهای وابسته به شرح زیر می‌باشند:

- قیمت، از کیفیت محصول و کیفیت رابطه با تأمین‌کننده تأثیر می‌پذیرد.
- کیفیت محصول تحت تأثیر تسهیلات و فن‌آوری قرار دارد.
- پاسخگویی به مشتری از تحویل به موقع تأثیر می‌پذیرد.

روابط وابستگی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲. ساختار شبکه‌ای بین معیارهای انتخاب تأمین‌کننده قراضه

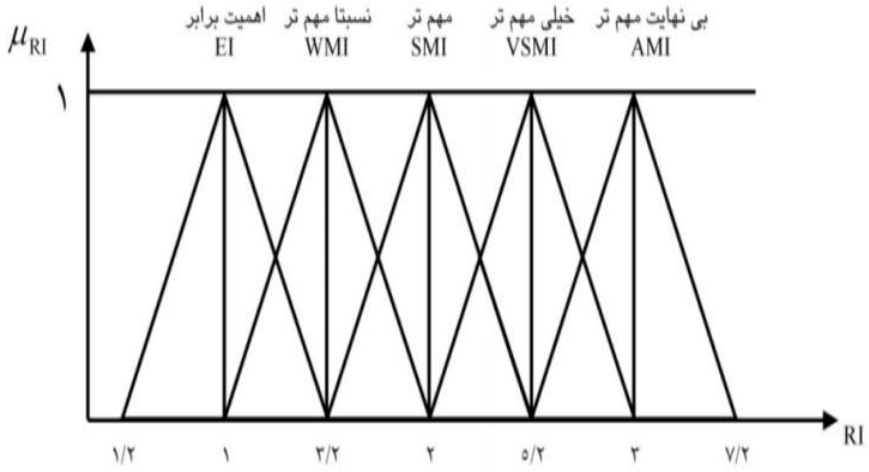
در مرحله بعد تأمین‌کنندگان عمده قراضه شناسایی شده است و نهایتاً سه تأمین‌کننده را در لیست نهایی قرار دادیم. مرحله بعد رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان است؛ به منظور انجام این مرحله سه گام در نظر گرفته شده است:

گام اول: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی

در این گام از نظرات پنج نفر از مدیران شرکت برای تهیه ماتریس مقایسات زوجی استفاده شده است. مقیاس‌های فازی مورد استفاده در این گام به شرح جدول (۱) است.

جدول ۱. مقیاس‌های فازی مورد استفاده برای ماتریس مقایسات زوجی

مقیاس‌های زبانی برای درجه اهمیت		اعداد فازی مثلثی	معکوس اعداد فازی مثلثی
Just equal	عیناً یکسان	$(1,1,1)$	$(1,1,1)$
Equally important	اهمیت برابر یا عدم ترجیح	$(\frac{1}{2},1,\frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3},1,2)$
Weakly more important	نسبتاً مهم‌تر	$(1,\frac{3}{2},2)$	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$
Strongly more important	مهم‌تر	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$
Very strongly more important	خیلی مهم‌تر	$(2,\frac{5}{2},3)$	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$
Absolutely more important	بی‌نهایت (کاملاً) مهم‌تر	$(\frac{5}{2},3,\frac{7}{2})$	$(\frac{2}{7},\frac{1}{3},\frac{2}{5})$



شکل۳. نمایش مقیاس فازی مورد استفاده برای نظرسنجی ماتریس مقایسات زوجی

جدول (۲) نمونه نظرات یکی از تصمیم‌گیران در خصوص مقایسات زوجی بین معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. ماتریس مقایسه زوجی بین معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	(1 1 1)	(1/2 2/3 1)	(3/2 2 5/2)	(1 3/2 2)	(2 5/2 3)	(1 3/2 2)	(5/2 3 7/2)
C2	(1 3/2 2)	(1 1 1)	(3/2 2 5/2)	(1 3/2 2)	(2 5/2 3)	(1 3/2 2)	(3/2 2 5/2)
C3	(2/5 1/2 2/3)	(2/5 1/2 2/3)	(1 1 1)	(1/2 2/3 1)	(1/2 1 3/2)	(2/5 1/2 2/3)	(1/2 2/3 1)
C4	(1/2 2/3 1)	(1/2 2/3 1)	(1 3/2 2)	(1 1 1)	(3/2 2 5/2)	(1/2 2/3 1)	(1 3/2 2)
C5	(1/3 2/5 1/2)	(1/3 2/5 1/2)	(2/3 1 2)	(2/5 1/2 2/3)	(1 1 1)	(2/5 1/2 2/3)	(1/2 2/3 1)
C6	(1/2 2/3 1)	(1/2 2/3 1)	(3/2 2 5/2)	(1 3/2 2)	(3/2 2 5/2)	(1 1 1)	(3/2 2 5/2)
C7	(2/7 1/3 2/5)	(2/5 1/2 2/3)	(1 3/2 2)	(1/2 2/3 1)	(1 3/2 2)	(2/5 1/2 2/3)	(1 1 1)

گام دوم: در این گام ضرایب هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی از طریق رابطه (۲۲) محاسبه می‌شود.

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} \qquad (۲۲)$$

گام سوم: حال باید درجه بزرگ بودن هر یک از عناصر را بر دیگر عناصر محاسبه شود. محاسبات مربوط با بکارگیری رابطه (۲۳) انجام گرفته است.

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & if\ m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & otherwise \end{cases} \qquad (۲۳)$$

جدول (۳) محاسبات مربوطه را نشان می‌دهد:

جدول ۳. درجه بزرگ بودن عناصر بر یکدیگر

$\geq S_2) = 1.000$	$\geq S_7) = 1.000$	$\geq S_6) = 0.814$	$\geq S_4) = 1.000$
$\geq S_3) = 1.000$	$\geq S_1) = 0.117$	$\geq S_7) = 1.000$	$\geq S_5) = 1.000$
$\geq S_4) = 1.000$	$\geq S_2) = 0.162$	$\geq S_1) = 0.088$	$\geq S_7) = 1.000$
$\geq S_5) = 1.000$	$\geq S_4) = 0.549$	$\geq S_2) = 0.133$	$\geq S_1) = 0.300$
$\geq S_6) = 1.000$	$\geq S_5) = 1.000$	$\geq S_3) = 0.938$	$\geq S_2) = 0.337$
$\geq S_7) = 1.000$	$\geq S_6) = 0.344$	$\geq S_4) = 0.507$	$\geq S_3) = 1.000$
$\geq S_1) = 0.987$	$\geq S_7) = 0.811$	$\geq S_6) = 0.308$	$\geq S_4) = 0.734$
$\geq S_3) = 1.000$	$\geq S_1) = 0.605$	$\geq S_7) = 0.758$	$\geq S_5) = 1.000$
$\geq S_4) = 1.000$	$\geq S_2) = 0.629$	$\geq S_1) = 0.796$	$\geq S_6) = 0.528$
$\geq S_5) = 1.000$	$\geq S_3) = 1.000$	$\geq S_2) = 0.814$	
$\geq S_6) = 1.000$	$\geq S_5) = 1.000$	$\geq S_3) = 1.000$	

گام چهارم: پس از تعیین درجه بزرگی هر یک از عناصر بر دیگر عناصر نوبت به محاسبه بزرگی یک S_i بر سایر S_i ها می‌رسد. محاسبات مربوط با بکارگیری رابطه (۲۴) انجام گرفته است.

$$\acute{W}(x_i) = Min\{V(S_i \geq S_k)\} \quad k = 1,2,\dots,n \quad k \neq i \qquad (۲۴)$$

$$Min\ V(S_1 \geq S_2,S_3,S_4,S_5,S_6,S_7) = Min(1.000,1.000,1.000,1.000,1.000,1.000) = 1.000$$
$$Min\ V(S_2 \geq S_1,S_3,S_4,S_5,S_6,S_7) = Min(0.987,1.000,1.000,1.000,1.000,1.000) = 0.987$$
$$Min\ V(S_3 \geq S_1,S_2,S_4,S_5,S_6,S_7) = Min(0.117,0.162,0.549,1.000,0.344,0.811) = 0.117$$
$$Min\ V(S_4 \geq S_1,S_2,S_3,S_5,S_6,S_7) = Min(0.605,0.629,1.000,1.000,0.814,1.000) = 0.605$$
$$Min\ V(S_5 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_6,S_7) = Min(0.088,0.133,0.938,0.507,0.308,0.758) = 0.088$$
$$Min\ V(S_6 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_5,S_7) = Min(0.796,0.814,1.000,1.000,1.000,1.000) = 0.796$$
$$Min\ V(S_7 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_5,S_6) = Min(0.300,0.337,1.000,0.734,1.000,0.528) = 0.300$$

این اعداد بیانگر اوزان غیر بهنجار شاخص‌های C1، C2،...، C7 می‌باشند.

$$W'(x_i) = [1.000,0.987,0.117,0.605,0.088,0.796,0.300]^T$$

حال مقدار اوزان بهنجار شده شاخص‌های C1، C2،...، C7 به‌دست می‌آید.

$$W = (0.257,0.254,0.030,0.155,0.023,0.204,0.077)$$

گام پنجم: در این گام وابستگی میان معیارها در نظر گرفته می‌شود. تمامی تصمیم-گیران یا اعضای گروه، تأثیر تمامی معیارها را با مقایسات زوجی می‌آزمایند. بردار ویژه نرمالیزه شده این ماتریس‌ها که توسط اولین عضو گروه محاسبه شده، در جدول (٤) بیان شده است که نشان‌دهنده تأثیر نسبی معیارها بر یکدیگر است

جدول ٤. میزان وابستگی بین معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	۱	۰	۰	۰	۰/۲۰۳	۰	۰
C2	۰	۰/۸۴۱	۰/۱۱۲	۰	۰	۰	۰
C3	۰	۰	۰/۷۸۶	۰	۰	۰	۰
C4	۰	۰/۱۵۹	۰	۱	۰	۰	۰
C5	۰	۰	۰	۰	۰/۷۹۷	۰	۰
C6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
C7	۰	۰	۰/۱۰۲	۰	۰	۰	۱

گام ششم: در این گام اهمیت نسبی معیارها، با در نظر گرفتن وابستگی از طریق تلفیق نتایج و با به‌کارگیری رابطه (۲۵) به دست آمده است.

$$\omega_c = B.W \qquad (۲۵)$$

$$\omega_c = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0.203 & 0 & 0 \\ 0 & 0.841 & 0.112 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.786 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.159 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.797 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.102 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.257 \\ 0.254 \\ 0.030 \\ 0.155 \\ 0.023 \\ 0.204 \\ 0.077 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.262 \\ 0.217 \\ 0.024 \\ 0.195 \\ 0.018 \\ 0.204 \\ 0.080 \end{bmatrix}$$

گام هفتم: در این گام ماتریس مقایسات زوجی بین گزینه‌ها با توجه به هر معیار تشکیل می‌شود و سپس سوپرماتریس تشکیل شده و به توان رسانده می‌شود تا جایی

که درایه‌های هر سطر باهم برابر شود. در این سوپرماتریس زمانی که سوپرماتریس به توان ۱۳۷ برسد درایه‌های هر سطر باهم برابر می‌شوند.

گام هشتم: در این گام وزن به‌دست آمده برای هرتأمین‌کننده به‌صورت جدول (۵) است:

جدول ۵. وزن نهایی گزینه‌ها

تأمین کننده	وزن
A1	0.38
A2	0.25
A3	0.37

٤. نتایج عددی مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای انتخاب مشترک تأمین کننده و حامل

شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران با توجه به وضعیت سفارشات قطعی خود و اهمیت تحویل به موقع آن‌ها در نظر دارد برای یک دوره یک ساله که شامل شش دوره دو ماهه است، پیش‌بینی‌های لازم را برای تأمین قراضه مورد نیاز خود انجام دهد. واحدهای فروش و برنامه‌ریزی با توجه به سفارشات قطعی صادراتی و سفارشات داخلی که به احتمال زیاد قطعی خواهند شد، اعلام کرده‌اند که هر دو ماه نیاز به ۳۲۰ تن قراضه وجود دارد. برای هزینه نگهداری، دو مسئله وجود دارد: اول هزینه خواب سرمایه است و دوم هزینه نگهداری و ذخیره‌سازی. با توجه به اجاره‌ای بودن انبار نگهداری قراضه و دوباره‌کاری مربوط به حمل که به طراحی نامناسب کارخانه مربوط است، هزینه نگهداری تعریف می‌شود. با استفاده از نظرات حسابداری صنعتی شرکت و استفاده از نظرات رئیس انبارهای شرکت و مدیر مالی، به ازای هر تن قراضه هزینه نگهداری در یک دوره، ۱۰۰۰ تومان لحاظ شده است. ظرفیت انبار قراضه شرکت برای یک دوره حداکثر ۳۰۰ تن است و طبق قراردادهایی که شرکت با مشتریان خود و همچنین دفتر صادراتی خود برقرار نموده است، در قراردادها اعلام می‌شود که حداکثر مقدار مجاز برای تأخیر ۱۰٪

سفارش است که مدیرعامل به مدیران ارشد کارخانه ابلاغ نموده کـه از نظـر وی این مقدار حداکثر ۸٪ لحاظ است و بنابراین سطح سرویس بایستی بیشـتر از ۹۲٪ باشد.

سه تأمین‌کننده عمده برای قراضه شرکت در دوره یک ساله پیش رو شناسایی شـده است. اطلاعات لازم به شرح جدول (٦) است.

همچنین فرض شده است که هزینه سفارش‌دهی برای هر تأمین‌کننـده ثابـت باشـد. این هزینه به ترتیب عبارتند از ۱۲۰ میلیون ریال،۱۱۰ میلیون ریال و ۱۲۰ میلیون ریال.

شرکت با توجه به سابقه خود، برای موارد حمل مواد اولیه و یـا محصـول خـود، از سه شرکت حمل‌ونقل استفاده می‌کند که اطلاعات آن‌ها به شرح جدول (۷) است.

آرمان مورد نظر برای میزان بازگشتی و میزان هزینه و میزان تأخیر، مقدار صفر و برای میزان خرید وزنی، یک عدد بسیار بزرگ در نظر گرفته شـد. سـپس مـدل مشابه قسمت قبل با استفاده از نرم افزار Lingo کدنویسی و حل شده اسـت. بـه منظور بررسی تاثیر مقادیر p_i بر جواب بهینه مسئله، بررسی تمام حالات p_i عملاً غیرممکن است.

برای حل مدل، سناریوهای مختلفی برای مقادیر p_i در نظـر گرفتـه شـده اسـت کـه نتایج در جدول (۸) آمده است. منظور از Z جمع مقادیر هر چهار تابع هدف است و نه مقدار بهینه تابع هدف مدل آرمانی مسئله.

با توجه به مقادیر Z حالت پنجم به عنوان حالت بهینه در نظر گرفته شده اسـت، در این حالت، وزن تمام توابع هدف در تابع هدف اصلی مسئله برابر لحاظ شـده اسـت؛ و به همه تأمین‌کنندگان سفارش تخصیص یافته است. عمده سفارش به تأمین‌کنندگان دوم و سوم تخصیص داده شده است چرا که هزینه خریـد مربـوط بـه آن‌هـا در مقایسـه بـا تأمین‌کننده اول مناسب‌تر بوده است. در این زمینـه تـأمین‌کننـده دوم سـفارش بیشـتری دریافت نموده چرا که علاوه بر قیمت بهتـر، در زمینـه تـأخیر و بازگشـتی نیـز بهتـر از تأمین‌کننده سوم عمل کرده است

جدول ٦. اطلاعات مربوط به تأمین‌کنندگان قراضه

عرضه‌کننده	میزان سفارش (تن)	قیمت هر تن (میلیون ریال)	درصد سفارش با تأخیر	درصد سفارش بازگشتی	ظرفیت تأمین‌کننده (۲ ماهه)
s_1	$Q < 250$	30	0/10	0/08	850
	$250 \leq Q$	28			
s_2	$Q < 200$	22	0	0/06	650
	$200 \leq Q < 350$	21			
	$350 \leq Q$	20			
s_3	$Q < 450$	34	0/06	0/02	600
	$450 \leq Q$	32			

جدول۷. اطلاعات مربوط به شرکت‌های حمل‌ونقل

عرضه‌کننده		شرکت حمل 1	شرکت حمل 2	شرکت حمل 3
	ظرفیت حمل هر حمل‌کننده (تن)	150	300	600
	تعداد حمل‌کننـده در دسـترس در یک دوره	2	2	1
s_1	کل ظرفیت حمل (تن)	1550	2800	4800
	هزینه حمل هر تن	10/33	9/33	8
s_2	کل ظرفیت حمل (تن)	3400	6400	11200
	هزینه حمل هر تن	22/662	21/33	18/66
s_3	کل ظرفیت حمل (تن)	1450	2600	4600
	هزینه حمل هر تن	9/66	8/66	7/66

جدول ۸. نتایج بدست آمده برای سناریوهای مختلف

سناریو	۱	۲	۳	٤	٥
مقدار p_i	$p_1 = 1, p_2 = p_3 = p_4 = 0$	$p_2 = 1, p_1 = p_3 = p_4 = 0$	$p_3 = 1, p_1 = p_2 = p_4 = 0$	$p_4 = 1, p_1 = p_2 = p_3 = 0$	$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 0.25$
مقادیر x_{imtj}	$x_{3122}=300$ $x_{3132}=300$ $x_{3152}=300$ $x_{3162}=300$ $x_{3113}=398$ $x_{3143}=380$	$x_{2161}=22$ $x_{2313}=600$ $x_{2323}=371$ $x_{2333}=350$ $x_{2343}=350$ $x_{2353}=350$	$x_{2233}=322$ $x_{2263}=320$ $x_{2313}=350$ $x_{2323}=350$ $x_{2343}=350$ $x_{2353}=350$	$x_{1121}=100$ $x_{1131}=4$ $x_{1141}=77$ $x_{1151}=120$ $x_{1112}=107$ $x_{1162}=151$ $x_{2131}=150$ $x_{2151}=1$ $x_{2161}=11$ $x_{2113}=21$ $x_{3112}=231$ $x_{3142}=268$ $x_{3152}=214$ $x_{3162}=175$ $x_{3123}=232$ $x_{3133}=165$	$x_{1121}=150$ $x_{1252}=256$ $x_{2262}=300$ $x_{2313}=589$ $x_{3132}=300$ $x_{3143}=426$
مقدار Z	120798	95520	119875	136076	94475

۵. تحلیل حساسیت

۵-۱. تحلیل حساسیت مدل نسبت به هزینه نگهداری

جدول (۹) تغییرات جواب‌های بهینه را نسبت به تغییرات هزینه نگهداری نشان می‌دهد.

مطابق جواب بهینه، وقتی هزینه نگهداری کم‌تر می‌شود تأمین‌کننده دوم بیش‌ترین مقدار سفارش را به خود تخصیص می‌دهد. زیرا علاوه بر هزینه خرید، هزینه‌های نگهداری و بازگشتی و تأخیر نیز جذابیت لازم برای جذب سفارش را فراهم می‌کند. همچنین وقتی هزینه نگهداری افزایش می‌یابد، سفارش تخصیص‌یافته به تأمین‌کننده دوم کاهش‌یافته و سفارش تخصیص‌یافته به تأمین‌کننده سوم افزایش می‌یابد. همچنین در خصوص وضعیت حمل، جواب بهینه به سمتی می‌رود که از حداکثر ظرفیت حمل‌کننده‌ها استفاده شود.

جدول ۹. جواب بهینه مسئله نسبت به هزینه‌های مختلف نگهداری

جواب بهینه مدل	هزینه نگهداری به ازای هر تن
$x_{1121}=139, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=600, x_{2343}=600, x_{3142}=150$	٤٠٠ تومان
$x_{1121}=124, x_{1151}=124, x_{2232}=300, x_{2262}=300, x_{2313}=600, x_{2343}=600$	٨٠٠ تومان
$x_{2262}=300, x_{3122}=300, x_{3132}=300, x_{3152}=300, x_{3113}=398, x_{3143}=374$	١٤٠٠ تومان

۵-۲. تحلیل حساسیت مدل نسبت به درصد قراضه بازگشتی

جدول (۱۰) تغییرات جواب‌های بهینه را نسبت به تغییرات درصد قراضه بازگشتی نشان می‌دهد. همان‌طور که در جواب‌های بهینه مسئله مشخص شده است، با افزایش درصد قراضه بازگشتی، هزینه کل نیز افزایش می‌یابد. تغییرات کلی در تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان بدین‌صورت است که با افزایش نرخ بازگشت یکی از تأمین‌کنندگان سهم دو تأمین‌کننده دیگر در جذب سفارش افزایش می‌یابد.

۵-۳. تحلیل حساسیت مدل نسبت به درصد سفارش با تأخیر

جدول (۱۱) تغییرات جواب‌های بهینه را نسبت به تغییرات درصد سفارش با تأخیر نشان می‌دهد.

جواب‌های بهینه جدول (۱۱) نشان می‌دهند که با کاهش درصد تأخیر، هزینه کل کاهش می‌یابد و افزایش درصد تأخیر تأمین‌کننده‌های۱و۳ باعث می‌گردد که میزان سفارش تخصیص داده شده به آن‌ها نیز کاهش یابد.

٦ . جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا به بررسی اهمیت انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین پرداخته و مشخص شد تأمین‌کنندگان می‌توانند تأثیر بسیار زیادی بر روی عملکرد شرکت‌ها در مقوله‌های قیمت، کیفیت، تکنولوژی و تحویل داشته باشند. بیان شد که از مسائل کلیدی

در مدیریت زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کننده است. همچنین یکی از تصمیمات استراتژیک در زنجیره تأمین، طراحی شبکه توزیع در زنجیره می‌باشد. توزیع‌کننده در زنجیره تأمین، نه تنها عامل ارتباط تولیدکننده با مصرف‌کننده بوده، بلکه اولین بخشی است که متوجه تغییرات تقاضا می‌شود. لذا هدف اصلی این مقاله، کاهش هزینه تا حدی است که بتوان ادعا کرد رضایت‌مندی خریدار از خرید حاصل شده است. بنابراین، به ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و حامل در طول زنجیره تأمین پرداخته شد.

جدول ۱۰. جواب بهینه مسئله نسبت به تغییر درصد بازگشت قراضه

تامین کننده	درصد بازگشت	جواب بهینه	هزینه کل
		$x_{1222}=256, x_{1232}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=595, x_{3142}=300, x_{3152}=300$	93,461
S 1	0.08	$x_{1121}=150, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=589, x_{3132}=300, x_{3143}=426$	94,475
	0.10	$x_{1121}=134, x_{1151}=135, x_{2232}=300, x_{2262}=300, x_{2313}=593, x_{2343}=592$	94,701
	0.12	$x_{1121}=138, x_{2262}=300, x_{2313}=599, x_{3132}=300, x_{3152}=300, x_{3143}=373$	94,812
	0.14	$x_{2262}=300, x_{2313}=600, x_{3121}=123, x_{3232}=300, x_{3152}=300, x_{3143}=373$	94,850
S 2	0.04	$x_{1222}=256, x_{1232}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=597, x_{3142}=300, x_{3152}=300$	93,468
	0.06	$x_{1121}=150, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=589, x_{3132}=300, x_{3143}=426$	94,475
	0.08	$x_{1121}=150, x_{2262}=300, x_{2313}=594, x_{3132}=300, x_{3152}=300, x_{3143}=380$	95,273
	0.10	$x_{3122}=300, x_{3132}=300, x_{3152}=300, x_{3162}=300, x_{3113}=398, x_{3143}=380$	95,520
S 3	0.00	$x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{3122}=300, x_{3132}=300, x_{3113}=378, x_{3143}=425$	93,533
	0.02	$x_{1121}=150, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=589, x_{3132}=300, x_{3143}=426$	94,475
	0.04	$x_{1121}=128, x_{1151}=128, x_{2232}=300, x_{2262}=300, x_{2313}=596, x_{2343}=596$	94,529

جدول ۱۱. جواب بهینه مسئله نسبت به تغییر درصد سفارش با تأخیر

تامین کننده	درصد تاخیر	جواب بهینه	هزینه کل
S 1	0.06	$x_{1222}=300, x_{1242}=300, x_{1262}=300, x_{1213}=416, x_{1233}=395, x_{1253}=396$	90,157
	0.08	$x_{1222}=300, x_{1242}=300, x_{1252}=300, x_{2262}=300, x_{3113}=388, x_{3133}=422$	92,314
	0.10	$x_{1121}=150, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=589, x_{3132}=300, x_{3143}=426$	94,475
S 3	0.04	$x_{1222}=256, x_{3132}=300, x_{3142}=300, x_{3213}=485, x_{3253}=600$	91,234
	0.06	$x_{1121}=150, x_{1252}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=589, x_{3132}=300, x_{3143}=426$	94,475
	0.08	$x_{1222}=256, x_{2262}=300, x_{2313}=535, x_{3132}=300, x_{3142}=300, x_{3152}=300$	93,562
	0.10	$x_{1121}=128, x_{1151}=128, x_{2232}=300, x_{2262}=300, x_{2313}=596, x_{2343}=596$	94,529

بدین منظور با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه و برنامه‌ریزی آرمانی مراحل زیر انجام شد:

مرحله اول: بررسی سازمان و شناسایی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان

مرحله دوم: رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با توجه به نظر تصمیم‌گیران

مرحله سوم: توسعه مدل برنامه‌ریزی چند هدفه برای انتخاب تأمین‌کننده و حمل-کننده

مرحله چهارم: ایجاد یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی

نهایتاً مدل آرمانی تهیه شده با نرم افزار lingo حل شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با حل این مدل آرمانی تأمین‌کننده و حامل همزمان انتخاب گردید.

۷. نوآوری این تحقیق

- در این تحقیق یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌منظور انتخاب مشترک تأمین‌کننده و حامل ارائه شد به نحوی که در این مدل علاوه بر مدنظر قرار دادن محدودیت‌های معمول در مسئله، اولویت نظر تصمیم‌گیران در خصوص انتخاب تأمین‌کننده نیز وارد مدل شده و میزان خرید وزنی از تأمین‌کنندگان نیز به عنوان یک تابع هدف در نظر گرفته شده است تا بدین‌وسیله مدل در یافتن جواب بهینه به موضوع نظرات تصمیم‌گیران نیز توجه کند.

۸. ارائه پیشنهادها

برای بهبود و توسعه مدل پیشنهادی می‌توان مفروضات دیگری به مدل اضافه کرد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بررسی مدل انتخاب مشترک تأمین‌کننده و حامل در حالت چند محصولی
- بررسی نظرات تصمیم‌گیران درخصوص انتخاب حمل‌کننده و اولویت‌بندی آن‌ها و لحاظ کردن در مدل

فهرست منابع

- رشیدزاده، محمدعلی؛ صادقی، محمدرضا، «انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای»، فصلنامه مدیریت صنعتی، شماره ۶، ۱۳۸۷.
- فیروزآبادی، علی؛ خداوردی، روح اله، «انتخاب تأمین‌کنندگان قطعات در صنعت خودروسازی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی»، فصلنامه مدیریت توسعه‌وتحول.
- Christopher, M., "Logistics and Supply Chain Management", London: Pitman Publishing, 1992.
- Lee, E.K., "Development of a Supplier Selection and Management System and Safety Stock Policies in Supply Chain", Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Department of Industrial Engineering Graduate School, Korea University, 2001, pp.45 - 55.
- Sarkis, J., & Talluri, S., "A model for strategic supplier selection", Journal of supply chain management, Vol. 38, No. 4, 2002, pp. 18-28.
- Cebi F., Bayraktar D., " An integrated approach for supplier selection", Logistics Information Management. Vol. 16, No. 6, 2003, pp.395 - 400.
- Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., "A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain", Computers and Industrial Engineering, Vol. 46, No. 1, 2004, pp.69 - 85.
- Chen, C.T., Lin., Huang, S.F., "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", International Journal of Production Economics, Vol.102, No. 2, 2006, pp.289 - 301.
- Narasimhan, R., Talluri, S., & Mahapatra, S. K., "Multiproduct, multicriteria model for supplier selection with product life-cycle considerations", Decision Sciences, Vol. 37, No. 4, 2006, pp. 577-603.
- Isiklar, G., E. Alptekin, and G. Büyüközkan, "Application of a hybrid intelligent decision support model in logistics outsourcing", Computers & operations research, Vol. 34, No. 12, 2007, pp. 3701-3714.
- Zhou, G., et al., "Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 38, No. 4, 2008, pp. 262-279.
- Sevkli, M., Lenny Koh, S. C., Zaim, S., Demirbag, M., & Tatoglu, E., "Hybrid analytical hierarchy process model for supplier selection", Industrial Management & Data Systems, Vol. 108, No. 1, 2008, pp.122-142.

- Liu, H.T. and W.K. Wang ., "An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in thirdparty logistics", Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 3, 2009, pp. 4387-4398.
- Y.chen., "An application of fuzzy set theory to the external performance evaluation of distribution center in logistic", Soft computing 6, 2009, pp. 64-70.
- Kokangul, A., & Susuz, Z., "Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount", Applied mathematical modelling, Vol. 33, No. 3, 2009, pp.1417-1429.
- Sevkli, M., "An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection", International
- Journal of Production Research, Vol. 48, No. 12, 2010, pp. 3393-3405.
- Chu, T.C., Varma, R., "Evaluating suppliers via a multiple levels multiple criteria decision making method under fuzzy environment", Computers & Industrial Engineering, Vol.62, 2012, pp. 653 - 660.
- Bottani, E. & A. Rizzi, "A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services", Supply Chain Management: An International Journal, Vol.11, No. 4, 2012, pp. 294-308.
- Efendigil, T., S. Önüt, and E. Kongar, "A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness", Computers & industrial engineering, Vol. 54, No. 2, 2013, pp. 269- 287.
- Dursun, M., & Karsak, E. E., "A QFD-based fuzzy MCDM approach for supplier selection", Applied Mathematical Modelling, Vol. 37, No. 8, 2013, pp. 5864-5875.
- Senvar, O., Tuzkaya, G., & Kahraman, C., "Multi criteria supplier selection using fuzzy PROMETHEE method. In Supply Chain Management under Fuzziness", Springer Berlin Heidelberg, 2014, pp. 21-34.
- Du, B., Guo, S., Huang, X., Li, Y., & Guo, J., "A Pareto supplier selection algorithm for minimum the life cycle cost of complex product system", Expert Systems with Applications, Vol. 42, No. 9, 2015, pp. 4253-4264.