تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره در انتخاب تامین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تامین با توجه به رویکرد ELECTRE

عادل حاتمی ماربینی * [1]، صابر ساعتی مهتدی[2]، احمد ماکوئی[3]
* adel_hatami@yahoo.com

چکیده

در این مقاله، هدف معرفی یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره توسط چند تصمیم‌گیرنده می‌باشد تا مسئله انتخاب تامین-کنندگان در سیستم زنجیره تامین برطرف گردد. در سالهای اخیر، تعیین تامین‌کنندگان در زنجیره تامین به عنوان استراتژی قابل توجهی برای سازمانها مطرح شده است. طبیعت این مسائل بسیار پیچیده و غیرساختار یافته می‌باشد، اما عموماً بسیاری از فاکتورهای کمی و کیفی همچون کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری و عملکرد تحویل می‌بایستی برای انتخاب تامین‌کنندگان مناسب مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله، برای تعیین نرخها و وزنها از ارزشهای گفتاری استفاده شده است. نرخهای گفتاری می‌تواند به صورت اعداد فازی مثلثی یا ذوزنقه‌ای بیان گردند. سپس تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی بر اساس مفهوم مجموعه‌های فازی بیان شده است، تا تیم تصمیم‌گیری در محیطی از معیارهای مبهم و گنگ، توانایی انتخاب تامین‌کنندگان مناسب را در سیستم زنجیره تامین بدست آورد. بر اساس مفاهیم اولیه ELECTRE، ترجیحات توسط مقایسات دودویی در محیط فازی مدل گشته و در ادامه، با توجه به گراف تصمیم‌گیری، تعیین می‌شود که کدام یک از تامین‌کنندگان مرجح، غیر-قابل مقایسه و یا بی‌تفاوت می‌باشند. در نهایت، یک مثال محاسباتی ارائه شده است تا رویه پیشنهاد شده را شفاف سازد و مشخص شود که مدل پیشنهادی ابزار تصمیم‌گیری بسیار مناسبی در محیطهای فازی برای انتخاب تامین‌کنندگان می‌باشد.

واژه های کلیدی: انتخاب تامین‌کننده؛ زنجیره تامین؛ متغیرهای گفتاری؛ مجموعه‌های فازی؛ ELECTRE

Group multiple criteria decision making in supply chain management using ELECTRE

A. Hatami M. *, S. Saati M., A. Makui
* adel_hatami@yahoo.com

Abstract

The group multiple criteria decision-making (GMCDM) is used to study the supplier selection problem in supply chain system. It has recently become a very important strategic consideration for many companies to obtain an appropriate supplier in a supply chain. However, due to the complexity

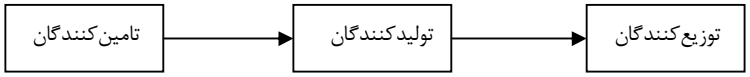
[1] - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع(مدیریت سیستم و بهره‌وری)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-جنوب
[2] - استادیار، گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال
[3] - استادیار، گروه صنایع، دانشگاه علم وصنعت ایران

of the problem, many quantitative and qualitative factors like the quality, price, flexibility and efficiency of the delivery process should be considered in choosing appropriate suppliers. In this paper, linguistic values represented with trapezoidal or triangular fuzzy numbers are first used to assess the ratings and weights. The GMCDM is then expressed with the concept of fuzzy sets to select appropriate suppliers for a supply chain system in the environment of vague factors. Based on the primary concept of ELECTRE, outranking binary is defined by pair wise comparison in fuzzy environment and the decision graph is drawn to determine which supplier is preferable, incomparable or indifferent. Finally, a numerical example is given to elucidate the details of the proposed methodology and to verify that the model works very well as a decision-making tool for supplier selection decisions.

Keywords: supplier selection; supply chain; linguistic variable; Fuzzy sets; ELECTRE

۱ – مقدمه

از سال ۱۹۹۰ به بعد، مدیریت زنجیره تأمین (SCM) و فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان در ادبیات موضوع مدیریت خرید به طور قابل توجهی لحاظ گردیده است. بسیاری از کارخانجات در جستجوی تأمین‌کنندگانی هستند که عملکرد مدیریتی و رقابتی سطح بالایی داشته‌اند [1]. جریان مواد در زنجیره به صورت شکل ۱ می‌باشد.



شکل۱- جریان مواد در زنجیره تامین

که در این زنجیره تأمین، رابطه بین خریدار و تأمین کننده بسیار مهم می‌باشد و زمانی که این رابطه بلند مدت می‌گردد یکی از موانع برای رقابت با رقبا بر طرف گردیده است [2,3]. پس می‌بینیم که مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان یکی از مهمترین موضوعات برای بدست آوردن یک زنجیره ارزش تأثیر گذار می‌باشد. اهداف کلی فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان را می‌توان کاهش دادن ریسک خرید، حداکثر کردن رابطه‌های نزدیک و بلند مدت بین تأمین‌کننده و خریدار دانست [4].

در زنجیره ارزش، رابطه بین خریدار و تأمین‌کننده نوعاً سخت و پیچیده می‌باشد. بسیاری از مدلهای تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کنندگان به صورت درک ساده‌ای از فرآیند تصمیم‌گیری می‌باشد [5]. در حقیقت بسیاری از مدلهای تصمیم‌گیری موجود، تنها معیارهای کمی را برای انتخاب تأمین-کنندگان لحاظ کرده‌اند، اما این چنین اطلاعاتی ناقص بوده و معیارهای کیفی و ترجیحات نیز باید در این تصمیم‌گیریها لحاظ گردد. در ادبیات موضوع، بعضی از خصوصیات با ارزشی دربارهٔ انتخاب تأمین‌کنندگان آمده است. اول اینکه معیارها ممکن است در ابعاد کمی و کیفی ملاحظه گردد [3,6,7]و در یک رویکرد استراتژیکی برای انتخاب تأمین‌کنندگان ممکن است روی چند معیار تأکید گردد [2,8]. دوم اینکه در واقعیت، اغلب چندین تصمیم‌گیرنده برای انتخاب تأمین‌کنندگان لحاظ شده است [9]. سوم اینکه عمل تصمیم‌گیری در محیط عدم قطعیت انجام می‌پذیرد و شرایط به سرعت در حال تغییر می‌باشند، در نتیجه انتخاب متغیرهای تصمیم‌گیری بسیار مشکل گردیده است [10]. چهارم اینکه مدلهای تصمیم‌گیری به طور کلی به دو دسته روشهای جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌گردند [9,11,12,13]. در نتیجه می‌توانیم نتیجه بگیریم که مدلهای متفاوتی برای انتخاب تأمین‌کنندگان وجود دارد و شرکتها از روشهای گوناگونی برای اینکار بهره می‌جویند. بنابراین، مهمترین مسئله در فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان، انتخاب روشی مناسب با توجه به شرایط موجود می‌باشد. پس انتخاب تأمین‌کنندگان یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است که موثر از چندین معیار و چندین تصمیم‌گیرنده می‌باشد [14].

برای حل مسئله درجه عدم قطعیت، تعداد تصمیم‌گیرنده‌ها و طبیعت معیارها مهم می‌باشد [15]. در روشهای کلاسیک MCDM وزنهای معیارها و نرخهای گزینه‌های هر معیار به صورت قطعی مشخص می‌گردد [12,13]. ELECTRE یکی از این روشهای شناخته شده است که اخیراً بسیار مورد استفاده می‌باشد که اساس آن، تعیین یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ و در نهایت رسم گراف تصمیم‌گیری است [12].

در بسیاری از مسائل واقعی، استفاده از اطلاعات دقیق برای تصمیم‌گیری مناسب و کافی نمی‌باشد. به عبارتی دیگر بسیاری از ترجیحات و قضاوتها به صورت گنگ و مبهم می‌باشند و نمی‌توان آنها را به مقدار عددی متناسب به آن تبدیل نمود. بدین منظور، نرخها و وزنهای معیارها در مسئله توسط متغیرهای گفتاری (Linguistic) بیان می‌گردد. در این حالت تئوری مجموعه‌های فازی یکی از بهترین ابزارها برای عدم قطعیت می‌باشد [16,17]. در این مقاله، با استفاده از توسعه روش ELECTRE در محیط فازی، به حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان پرداخته می‌شود. پس اطلاعات تصمیم‌گیری و تصمیم‌گیری گروهی را فازی کرده و از متغیرهای گفتاری برای ارزیابی وزنهای معیارها و نرخهای گزینه‌های هر معیار استفاده می‌گردد. می‌توانیم ماتریس تصمیم‌گیری فازی و در نهایت آن را به ماتریس تصمیم‌گیری نرمال تبدیل نماییم [15]. بر اساس مفهوم ELECTRE به محاسبه ماتریس هماهنگی و ماتریس ناهماهنگی پرداخته و ماتریس نهایی را بدست می‌آوریم. در نهایت گراف مربوط را رسم نموده و مقایسه‌های مربوط به گزینه‌ها را انجام داده و مشخص می‌کنیم که کدام گزینه‌ها برتر، غیرقابل مقایسه و یا بی‌تفاوت می‌باشند.

در ادامه این مقاله، ابتدا تعاریف اساسی از اعداد و متغیرهای گفتاری بیان می‌گردد. در بخش دوم، روش تصمیم‌گیری فازی برای حل مسئله تأمین‌کننده معرفی می‌شود و سپس روش پیشنهاد شده با یک مثال توضیح داده می‌شود. در نهایت مقاله با یک نتیجه‌گیری به اتمام می‌رسد.

۲- تعاریف اولیه

در این بخش تعدادی از تعاریف مجموعه‌های فازی ارائه می‌شود [17,18,19].

تعریف ۱- اگر X یک مجموعه از اشیا باشد آنگاه یک مجموعه فازی $\tilde{A}$ در X یک مجموعه از زوجهای مرتب به صورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{A}=\{(x,\mu_{\tilde{A}}(x))|x\in X\}$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ تابع عضویت یا درجه عضویت x در $\tilde{A}$ نامیده می‌شود که متناظر با هر عنصر x در X یک عدد حقیقی در فاصله $[0.1]$ اختیار می‌کند.

تعریف ۲- یک عدد فازی $\tilde{M}$ مثبت (منفی) گفته می‌شود هرگاه:

$$\mu_{\tilde{M}}(x)=۰ \quad , \quad \forall x<۰ \quad (\forall x>۰)$$

تعریف ۳- عدد فازی $\tilde{M}$ از نوع LR گفته می‌شود اگر و تنها اگر:

$$\mu_{\tilde{M}}(x)=\begin{cases} L(\frac{m-x}{m-l}) & l\le x\le m \\ R(\frac{x-m}{u-m}) & m<x\le u \\ ۰ & \text{سایر نقاط} \end{cases}$$

و با $\tilde{M}=(l,m,u)_{LR}$ نشان می‌دهند که L و R دو تابع دلخواه می‌باشند.

تعریف ۴- یک عدد فازی ذوزنقه‌ای $\tilde{M}$ نوع خاصی از اعداد LR است که به صورت (M_1, M_2, M_3, M_4) نمایش داده می‌شود. تابع عضویت این نوع اعداد فازی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x - M_1}{M_2 - M_1} & M_1 \le x < M_2 \\ 1 & M_2 \le x < M_3 \\ \dfrac{x - M_4}{M_3 - M_4} & M_3 \le x < M_4 \\ 0 & \text{سایر نقاط} \end{cases}$$

هرگاه در یک عدد فازی ذوزنقه‌ای $M_1 = M_2$، آنگاه $\tilde{M}$ یک عدد فازی مثلثی نامیده می‌شود، که تابع عضویت $\mu_{\tilde{M}}(x)$ آن به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x - M_1}{M_2 - M_1} & M_1 \le x < M_2 \\ \dfrac{x - M_3}{M_2 - M_3} & M_2 \le x < M_3 \\ 0 & \text{سایر نقاط} \end{cases}$$

عدد غیر فازی r را می‌توان به صورت (r,r,r,r) بیان نمود. بر اساس اصول بیان شده در مجموعه‌های فازی، جمع و تفریق هر دو عدد فازی ذوزنقه‌ای نیز یک عدد فازی ذوزنقه‌ای می‌باشد، اما ضرب هر دو عدد فازی تنها تخمینی از یک عدد فازی ذوزنقه‌ای می‌باشد. دو عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت $\tilde{M} = (M_1, M_2, M_3, M_4)$ و $\tilde{N} = (N_1, N_2, N_3, N_4)$ و یک عدد حقیقی r را در نظر بگیرید، عملیات اصلی روی اعداد فازی ذوزنقه‌ای $\tilde{M}$ و $\tilde{N}$ به صورت زیر می‌باشد:

$$-\tilde{N} = (-N_4, -N_3, -N_2, -N_1)$$

$$\tilde{M} \oplus \tilde{N} = [M_1 + N_1, M_2 + N_2, M_3 + N_3, M_4 + N_4]$$

$$\tilde{M} \Theta \tilde{N} = [M_1 - N_4, M_2 - N_3, M_3 - N_2, M_4 - N_1]$$

$$\tilde{M} \otimes r = [M_1 r, M_2 r, M_3 r, M_4 r]$$

اگر $M > ۰, N > ۰$ آنگاه:

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} \cong [M_۱N_۱, M_۲N_۲, M_۳N_۳, M_۴N_۴]$$

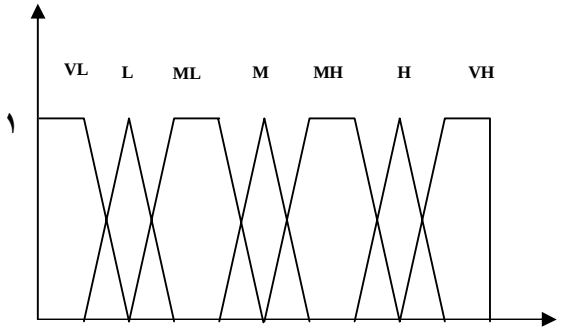
تعریف ۵- برای هر دو عدد فازی $\tilde{B}$ و $\tilde{A}$ فاصله همینگ ($\tilde{A}$, $\tilde{B}$) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \int_R \left|\mu_{\tilde{A}}(x) - \mu_{\tilde{B}}(x)\right| dx$$

که در آن R مجموعه اعداد حقیقی می‌باشد.

۳- روش پیشنهادی برای انتخاب تأمین‌کنندگان

در این بخش به توسعه روش ELECTRE برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان در محیط فازی می‌پردازیم. در این مقاله اهمیت وزنهای مختلف و نرخهای معیارهای هر گزینه به صورت متغیرهای گفتاری در نظر گرفته می‌شود. زیرا که ارزیابی‌های گفتاری تخمینی از قضاوتهای ذهنی تصمیم-گیرنده‌ها می‌باشد. بدین منظور، در ارزیابی‌ها از متغیرهای گفتاری استفاده کرده‌ایم [14,15]. این متغیرهای گفتاری می‌توانند به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای مثبت بیان گردند. یک دسته بندی از این متغیرها را می‌توان به صورت شکل‌های ۲ و ۳ در نظر گرفت:



شکل ۲. متغیرهای گفتاری برای اهمیت وزن هر معیار

VL : خیلی کم

L : کم

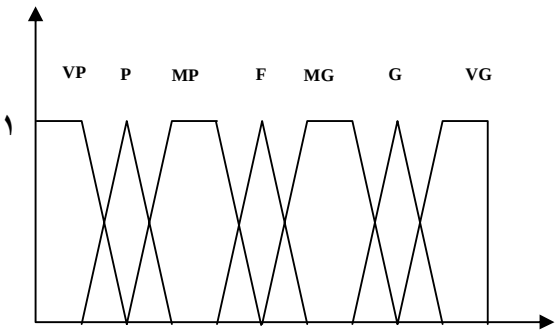
ML : تا حدودی کم

M : بی‌تفاوت

MH : تا حدودی زیاد

H : زیاد

VH : خیلی زیاد



VP : خیلی ضعیف

P : ضعیف

MP : تا حدودی ضعیف

F : بی‌تفاوتی

MG : تا حدودی خوب

G : خوب

VG : خیلی خوب

شکل ۳. متغیرهای گفتاری برای نرخهای معیارهای هر گزینه

اهمیت هر معیار می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بدست آید [13]. در این مقاله فرض بر این است که تصمیم‌گیرنده‌ها با استفاده از متغیرهای-گفتاری اهمیت وزن معیارها و نرخ گزینه‌ها را ارزیابی می‌کنند. برای مثال، متغیر گفتاری تا حدودی کم (ML) می‌تواند به صورت (۰/۲,۰/۳,۰/۴,۰/۵) نشان داده شود که تابع عضویت آن به صورت زیر است:

$$\mu_{\tilde{\mathrm{ML}}}(\mathrm{x}) = \begin{cases} \dfrac{x-۰/۲}{۰/۳-۰/۲} & ۰/۲ \le x < ۰/۳ \\ 1 & ۰/۳ \le x < ۰/۴ \\ \dfrac{x-۰/۵}{۰/۴-۰/۵} & ۰/۴ \le x < ۰/۵ \\ ۰ & \text{سایر نقاط} \end{cases}$$

و یا، متغیر گفتاری خیلی ضعیف (VP) به صورت (۰.۰.۱.۲) نشان داده می‌شود که تابع عضویت آن به صورت زیر است:

$$\mu_{\tilde{\mathrm{VP}}}(\mathrm{x}) = \begin{cases} ۱ & ۰ \le x < ۱ \\ \dfrac{x-۲}{۱-۲} & ۱ \le x \le ۲ \\ 0 & \text{سایر نقاط} \end{cases}$$

مدیریت در زنجیره تأمین جهت انتخاب تأمین‌کننده، یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی (GMCDM) می‌باشد، بدین منظور مجموعه‌های زیر را تعریف می‌کنیم:

الف- مجموعه $E = \{D_۱, D_۲, ..., D_K\}$ با K تصمیم‌گیرنده،

ب- مجموعه $A = \{A_۱, A_۲, ..., A_m\}$ با m تأمین‌کننده،

ج- مجموعه $C = \{C_۱, C_۲, ..., C_n\}$ با n معیار،

د- مجموعه $X = \{x_{ij} \mid i = ۱,۲,...,m,\ j = ۱,۲,...,n\}$ نرخهای ارزیابی A_i $(i = ۱,۲,...,m)$، c_j $(j = ۱,۲,...,n)$ با توجه به معیارهای.

فرض کنید گروه تصمیم‌گیری K تصمیم‌گیرنده داشته و نرخ فازی هر تصمیم‌گیرنده D_k $(k = ۱,۲,...,K)$ می‌تواند به عنوان یک عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت $\tilde{R}_k$ $(k = ۱,۲,...,K)$ با تابع عضویت $\mu_{\tilde{R}_k}(x)$ تعیین گردد. یک روش خوب می‌بایست برای اجماع (aggregation) نرخهای

فازی هر تصمیم‌گیرنده لحاظ گردد، به طوری که نرخ فازی اجماع شده، تصمیم‌گیری تمام تصمیم‌گیرنده‌ها را شامل می‌گردد. فرض کنید نرخهای فازی همه تصمیم‌گیرنده‌ها به صورت عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت $\tilde{R}_k = (a_k, b_k, c_k, d_k)$ ، $k = ۱,۲,...,K$ باشد. سپس نرخ فازی اجماع شده به صورت $\tilde{R} = (a, b, c, d)$ تعریف می‌گردد، که در آن $a = \min_k a_k$ ، $b = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} b_k$ ، $c = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} c_k$ ، $d = \max_k d_k$

فرض کنید نرخهای فازی معیارهای هر گزینه و اهمیت وزنهای فازی هر معیار توسط kامین تصمیم‌گیرنده به ترتیب به صورت $\tilde{x}_{ijk} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk})$ و $\tilde{W}_{jk} = (W_{jk۱}, W_{jk۲}, W_{jk۳}, W_{jk۴})$ ؛ $i = ۱,۲,...,m$ و $j = ۱,۲,...,n$ باشد.

از اینرو اجماع نرخهای فازی معیارهای هر گزینه $\tilde{x}_{ij}$ به صورت $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ محاسبه می‌گردد، به طوریکه $a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}$ ، $b_{ij} = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} b_{ijk}$ ، $c_{ij} = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} c_{ijk}$ ، $d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\}$

اجماع وزنهای فازی هر معیار $\tilde{W}_j$ نیز به صورت $\tilde{W}_j = (W_{j۱}, W_{j۲}, W_{j۳}, W_{j۴})$ محاسبه می‌گردد، به طوریکه $W_{j۱} = \min_k \{w_{jk۱}\}$ ، $W_{j۲} = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} w_{jk۲}$ ، $W_{j۳} = \frac{۱}{K}\sum_{k=۱}^{K} w_{ijk۳}$ ، $W_{j۴} = \min_k \{w_{jk۴}\}$

پس با توجه به محاسبات مربوط به اجماع نرخهای فازی معیارهای هر گزینه و اجماع وزنهای هر معیار می‌توانیم ماتریس تصمیم‌گیری فازی $\tilde{D}$ و $\tilde{W}$ را بدست آوریم که به صورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{۱۱} & \tilde{x}_{۱۲} & \cdots & \tilde{x}_{۱n} \\ \tilde{x}_{۲۱} & \tilde{x}_{۲۲} & \cdots & \tilde{x}_{۲n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m۱} & \tilde{x}_{m۲} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad ، \quad \tilde{W} = [\tilde{w}_۱, \tilde{w}_۲, ..., \tilde{w}_n]$$

به طوریکه $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ و $\tilde{W}_j = (W_{j۱}, W_{j۲}, W_{j۳}, W_{j۴})$ و $i = ۱,۲,...,m$ و $j = ۱,۲,...,n$ می‌باشد. مقیاس اندازه‌گیری شاخص‌های کمی می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند. مانند هزینه به ریال در مقابل وزن به کیلوگرم و به این دلیل انجام عملیات ریاضی قبل از بی‌مقیاس کردن یا یکسان‌سازی مقیاسهای مجاز نمی‌باشد.

در اکثر مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان معیارها ماهیتاً با یکدیگر در تعارض می‌باشند. عده‌ای از آنها مانند قیمت، تأخیر در تحویل و..... به صورت هزینه معرفی شده و بعضی دیگر از معیارها مانند کیفیت، ظرفیت و... به صورت سود معرفی می‌گردند. بنابراین، برای بی‌مقیاس کردن، ماتریس تصمیم‌گیری فازی را به صورت $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ نرمال می‌کنیم.

اگر B و C به ترتیب معیارهای سود و هزینه باشند، آنگاه:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*}\right) \qquad j \in B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right) \qquad j \in C$$

به طوریکه

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \qquad j \in B$$

$$d_j^* = \max_i d_{ij} \qquad j \in C$$

روش نرمال‌سازی فوق، تمام خصوصیات را همچنان حفظ می‌نماید، در حالیکه $\tilde{r}_{ij}$ به ازای هر i و j اعداد فازی ذوزنقه‌ای نرمال می‌باشند.
حال ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده وزین را به صورت $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n}$؛ $i = ۱,۲,...,m,\ j = ۱,۲,...n$ بدست می‌آوریم، بطوریکه $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot)\tilde{w}_j$.

حال با در اختیار داشتن ماتریس نرمال وزین ($\tilde{V}$)، با مقایسه دو به دو گزینه‌ها، مجموعه‌های هماهنگ و ناهماهنگ را بدست می‌آوریم. دو گزینه A_k و A_l را در نظر بگیرید، مجموعه هماهنگ گزینه k به گزینه l عبارتست از مجموعه معیارهایی که در آنها گزینه k ارجحتر از گزینه l می‌باشد، یعنی؛

$$C_{kl} = \{j \mid x_{jk} \geq x_{jl}\}$$

که برای مقایسه هر دو معیار دو گزینه k و l که به صورت دو عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت می‌باشند، از روش فاصله همینگ استفاده می‌گردد. بدین منظور ابتدا حداقل مرزهای بالایی یعنی $Max(x_{kj}, x_{lj})$ را بدست آورده، سپس فاصله‌های همینگ $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{kj})$ و $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{lj})$ را بدست می‌آوریم، نهایتاً اگر $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{lj}) \geq d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{kj})$ آنگاه عدد فازی x_{kj} بزرگتر از x_{lj} می‌باشد؛ که در تایید ادعای ما (گزینه k بهتر از گزینه l است) بوده و معیار j در مجموعه هماهنگ قرار می‌گیرد.
مجموعه ناهماهنگ گزینه k به گزینه l عبارتست از مجموعه معیارهایی که در آنها گزینه k بدتر از گزینه l می‌باشد، یعنی؛

$$D_{kl} = \{j \mid x_{jk} \geq x_{jl}\}$$

که همانند تعیین مجموعه معیارها در هماهنگ می‌باشد، بدین معنا که ابتدا حداقل مرزهای بالایی $Max(x_{kj}, x_{lj})$ را بدست آورده، سپس فاصله‌های همینگ $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{kj})$ و $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{lj})$ را بدست می‌آوریم، نهایتاً اگر $d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{lj}) \leq d(Max(x_{kj}, x_{lj}), x_{kj})$ آنگاه عدد فازی x_{kj} کوچکتر از x_{lj} می باشد؛ که در عدم تایید ادعای ما (گزینه k بهتر از گزینه l است) بوده و معیار j در مجموعه ناهماهنگ قرار می‌گیرد.

در قدم بعدی می‌بایست ماتریس هماهنگی و ماتریس ناهماهنگی تعیین گردد. ماتریس هماهنگی بصورت $\tilde{C}$ تعریف می‌گردد:

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} \tilde{c}_{۱۱} & \cdots & \tilde{c}_{۱l} & \cdots & \tilde{c}_{۱m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{k۱} & \cdots & \tilde{c}_{kl} & \cdots & \tilde{c}_{km} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{m۱} & \cdots & \tilde{c}_{ml} & \cdots & \tilde{c}_{mm} \end{bmatrix}$$

که در آن، $C_{kl} = \sum_{j\in c_{kl}} \tilde{w}_j = (c_{kl۱}, c_{kl۲}, c_{kl۳}, c_{kl۴}) = (\sum_j \tilde{w}_{j۱}, \sum_j \tilde{w}_{j۲}, \sum_j \tilde{w}_{j۳}, \sum_j \tilde{w}_{j۴})$؛ به عبارت دیگر هر عنصر ماتریس هماهنگی به صورت جمع فازی وزن تمام معیارهای مجموعه هماهنگ آن می باشد.
ماتریس ناهماهنگ بصورت $\tilde{D}$ تعریف می‌گردد:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{۱۱} & \cdots & \tilde{d}_{۱l} & \cdots & \tilde{d}_{۱m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{k۱} & \cdots & \tilde{d}_{kl} & \cdots & \tilde{d}_{km} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{m۱} & \cdots & \tilde{d}_{ml} & \cdots & \tilde{d}_{mm} \end{bmatrix}$$

بطوریکه، $\tilde{d}_{kl} = \dfrac{\max\limits_{j\in D_{kl}} \left|\tilde{v}_{jk} - \tilde{v}_{jl}\right|}{\max\limits_{j} \left|\tilde{v}_{jk} - \tilde{v}_{jl}\right|}$ که در آن

$\tilde{v}_{jk} = \max(\tilde{v}_{jk} - \tilde{v}_{jl}, \tilde{v}_{jk})$ و $\tilde{v}_{jl} = \max(\tilde{v}_{jk} - \tilde{v}_{jl}, \tilde{v}_{jl})$

همانطور که مشاهده می‌شود برای بدست آوردن عناصر ماتریس ناهماهنگ از فاصله همینگ استفاده شده است.

مورد توجه است که اطلاعات موجود در $\tilde{C}$ و $\tilde{D}$ با یکدیگر اخلاف فاحش داشته و مکمل یکدیگرند، بطوریکه $\tilde{C}$ منعکس کننده اوزان $\tilde{w}_j$ از شاخص‌های هماهنگ بوده و ماتریس نامتقارن $\tilde{D}$ منعکس کننده بیشترین اختلاف نسبی به ازای شاخصهای ناهماهنگ است.

در قدم بعد باید ارزشهای ماتریس هماهنگی نسبت به یک آستانه سنجیده شوند، تا ارجحیت A_k بر A_l بهتر مورد قضاوت قرار گیرد. که $\tilde{\tilde{C}}$ را می‌توان به صورت میانگین عناصر ماتریس هماهنگی به صورت $\tilde{\tilde{C}} = (\tilde{c}_1, \tilde{c}_2, \tilde{c}_3, \tilde{c}_4)$ تعریف کرد، که در آن $\tilde{c}_1 = \dfrac{\sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} c_{kl1}}{m(m-1)}$

$$\tilde{c}_2 = \frac{\sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} c_{kl2}}{m(m-1)}\ ،\quad \tilde{c}_3 = \frac{\sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} c_{kl3}}{m(m-1)}\ ،\quad \tilde{c}_4 = \frac{\sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} c_{kl4}}{m(m-1)}$$

بر اساس حداقل آستانه $\tilde{\tilde{C}}$ یک ماتریس بولین F را بصورت زیر تشکیل می‌دهیم:

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1l} & \cdots & f_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{k1} & \cdots & f_{kl} & \cdots & f_{km} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \cdots & f_{ml} & \cdots & f_{mm} \end{bmatrix}$$

بطوریکه

$$\begin{cases} \tilde{c}_{kl} \geq \tilde{\tilde{C}} \Leftrightarrow f_{kl} = 1 \\ \tilde{c}_{kl} < \tilde{\tilde{C}} \Leftrightarrow f_{kl} = 0 \end{cases}$$

عناصر ماتریس ناهماهنگ نیز همچون ماتریس هماهنگ باید با ارزش آستانه $\tilde{\tilde{D}}$ سنجیده گردد؛ که $\tilde{\tilde{D}}$ را می‌توان به صورت میانگین عناصر ماتریس ناهماهنگ به صورت $\tilde{\tilde{D}} = \dfrac{\sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} d_{kl}}{m(m-1)}$ تعریف کرد.

بر اساس حداقل آستانه $\tilde{\tilde{D}}$ ماتریس غیر-ناهماهنگ بولین G را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1l} & \cdots & g_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{k1} & \cdots & g_{kl} & \cdots & g_{km} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & \cdots & g_{ml} & \cdots & g_{mm} \end{bmatrix}$$

بطوریکه

$$\begin{cases} d_{kl} < \tilde{\tilde{D}} \Leftrightarrow g_{kl} = 1 \\ d_{kl} \geq \tilde{\tilde{D}} \Leftrightarrow g_{kl} = 0 \end{cases}$$

حال از ضرب نظیر به نظیر ماتریس F و ماتریس G، ماتریس $E = F \otimes G$ را بدست می‌آوریم.
در نهایت با توجه به ماتریس E گراف ساده $G=(V,U)$ تشکیل داده و با استفاده از آن به اولویت‌بندی تامین‌کنندگان می‌پردازیم. راسها نشاندهنده گزینه‌هاست. گزینه k ارجح بر گزینه l است اگر و تنها اگر یالی از راس k بر l وارد شود، واگر بین دو راس از گراف یالی نباشد، این بدان معناست که این دو گزینه (راس) غیرقابل مقایسه می‌باشند، و اگر دو یال غیر همجهت بین دو راس باشد، حالت بی‌تفاوتی بین دو گزینه را نشان می‌دهد.
به طور خلاصه الگوریتم ELECTRE فازی به صورت زیر بیان می‌شود:

قدم اول: تعیین اهمیت معیارها توسط هر تصمیم‌گیرنده با استفاده از متغیرهای گفتاری از پیش تعیین شده.
قدم دوم: تعیین نرخهای گزینه¬ها با توجه به هر معیار با استفاده از متغیرهای گفتاری از پیش تعیین شده.
قدم سوم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی.
قدم چهارم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده.
قدم پنجم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال وزین شده.
قدم ششم: تعیین فاصله دو گزینه k و l مربوط به شاخص jام.
قدم هفتم: تشکیل ماتریس هماهنگ.
قدم هشتم: تشکیل ماتریس ناهماهنگ.
قدم نهم: تشکیل ماتریس F و G بر اساس حداقل آستانه.
قدم دهم: تشکیل ماتریس E.
قدم یازدهم: رسم گراف تصمیم‌گیری.

۴- مثال عددی

فرض کنید کارخانه‌ای می‌خواهد تا مواد اولیه خود را از میان تامین‌کنندگان تهیه نماید. بعد از بررسی‌های اولیه پنج کاندید $(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5)$ برای ارزیابی‌های بیشتر انتخاب گردید. یک گروه سه نفره (D_1, D_2, D_3) نیز برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تامین‌کننده تعیین شده است. برای بررسی این تامین‌کنندگان پنج معیار سود $(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5)$ لحاظ شده است.

قدم اول- سه تصمیم‌گیرنده اهمیت معیارها را با استفاده از متغیرهای گفتاری در شکل ۲ ارزیابی کردند. که نتایج در جدول ۱ زیر آمده است:

معیارها	تصمیم‌گیرنده‌ها		
	D_1	D_2	D_3
C_1	H	H	H
C_2	VH	VH	VH
C_3	VH	VH	H
C_4	H	H	H
C_5	H	H	H

جدول ۱. اهمیت وزن معیارها توسط سه تصمیم‌گیرنده

قدم دوم- سه تصمیم‌گیرنده نرخهای گزینه¬ها را با توجه به معیارها با استفاده از متغیرهای گفتاری در شکل ۳ ارزیابی کردند. که نتایج در جدول ۲ آمده است:

معیارها	تامین کنندگان	تصمیم‌گیرنده‌ها		
		D_1	D_2	D_3
C_1	A_1	MG	MG	MG
	A_2	G	G	G
	A_3	VG	VG	G
	A_4	G	G	G
	A_5	MG	MG	MG
C_2	A_1	MG	MG	VG
	A_2	VG	VG	VG
	A_3	VG	G	G
	A_4	G	G	MG
	A_5	MG	G	G
C_3	A_1	G	G	G
	A_2	VG	VG	VG
	A_3	VG	VG	G
	A_4	MG	MG	G
	A_5	MG	MG	MG
C_4	A_1	G	G	G
	A_2	G	VG	VG
	A_3	VG	VG	VG
	A_4	G	G	G
	A_5	MG	MG	G
C_5	A_1	G	G	G
	A_2	VG	VG	VG
	A_3	G	VG	G
	A_4	G	G	VG
	A_5	MG	MG	MG

جدول ۲. نرخهای پنج گزینه با توجه به معیارها توسط تصمیم گیرنده‌ها

قدم سوم- حال ارزیابی‌های بدست آمده در قدمهای اول و دوم را به اعداد فازی ذوزنقه‌ای متناسب با آن تبدیل نموده تا ماتریس تصمیم‌گیری فازی و اعداد فازی وزنهای پنج گزینه بدست آید. که نتایج در جدول ۳ آمده است:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(5,6,7,8)	(5,7,8,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
A_2	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8/7,9/3,10)	(8,9,10,10)
A_3	(7,8/7,9/3,10)	(7,8/3,8/7,10)	(7,8/7,9/3,10)	(8,9,10,10)	(7,8/3,8/7,10)

A_4	(7,8,8,9)	(5,7/3,7/7,9)	(5,6/7,7/3,9)	(7,8,8,9)	(7,8/3,8/7,10)
A_5	(5,6,7,8)	(5,7/3,7/7,9)	(5,6,7,8)	(5,6/7,7/3,9)	(5,6,7,8)
وزن	(0/7,0/8,0/8-,0/9)	(0/8,0/9,1,1)	(0/7,0/87,0/93-,1)	(0/7,0/8,0/8-,0/9)	(0/7,0/8,0/8-,0/9)

جدول۳. ماتریس تصمیم‌گیری فازی و اعداد فازی وزنهای پنج گزینه

قدم چهارم- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه که در جدول ۴ بدست آمده است:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0/5,0/6,0/7,0/8)	(0/5,0/7,0/8,1)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/7,0/8,0/8,0/9)
A_2	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/8,0/9,1,1)	(0/8,0/9,1,1)	(0/7,0/87,0/93,1)	(0/8,0/9,1,1)
A_3	(0/7,0/87,0/93,1)	(0/7,0/83,0/87,1)	(0/7,0/87,0/93,1)	(0/8,0/9,1,1)	(0/7,0/83,0/87,1)
A_4	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/5,0/73,0/77-,0/9)	(0/5,0/67,0/73-,0/9)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/7,0/83,0/87,1)
A_5	(0/5,0/6,0/7,0/8)	(0/5,0/73,0/77-,0/9)	(0/5,0/6,0/7,0/8)	(0/5,0/67,0/73-,0/9)	(0/5,0/6,0/7 ,0/8)

جدول۴. ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه

قدم پنجم- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه وزین که در جدول ۵ بدست آمده است:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0/35,0/48,0/56-,0/72)	(0/4,0/63,0/8,1)	(0/49,0/7,0/74-,0/9)	(0/49,0/64,0/64-,0/81)	(0/49,0/64,0/64-,0/81)
A_2	(0/49,0/64,0/64-,0/81)	(0/64,0/81,1,1)	(0/56,0/78,0/93,1)	(0/49,0/7,0/74-,0/9)	(0/56,0/72,0/8-,0/9)
A_3	(0/49,0/7,0/74-,0/9)	(0/56,0/75,0/87,1)	(0/49,0/76,0/86,1)	(0/56,0/72,0/8-,0/9)	(0/49,0/66,0/7-,0/9)
A_4	(0/49,0/64,0/64-,0/81)	(0/4,0/66,0/77-,0/9)	(0/35,0/58,0/68-,0/9)	(0/49,0/64,0/64-,0/81)	(0/49,0/66,0/7-,0/9)
A_5	(0/35,0/48,0/56-,0/72)	(0/4,0/66,0/77-,0/9)	(0/35,0/52,0/65-,0/8)	(0/35,0/54,0/58-,0/81)	(0/35,0/48,0/56-,0/72)

جدول۵. ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه وزین

قدم ششم- تعیین فاصله دو گزینه k و l مربوط به شاخص jام که در جداول زیر بدست آمده است:

	x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{51}
x_{11}	–	(0/065-,0)	(0,0)	(0/065-,0)	(0,0)
x_{21}		–	(0/065-,0)	(0,0)	(0-,0/065)
x_{31}			–	(0-,0/065)	(0,0)
x_{41}				–	(0-,0/065)
x_{51}					–

	x_{12}	x_{22}	x_{32}	x_{42}	x_{52}
x_{12}	–	(0/205-,0)	(0/105-,0)	(0/035,0/065)	(0/035,0/065)
x_{22}		–	(0,0/1)	(0,0/105)	(0,0/105)
x_{32}			–	(0,0/005)	(0,0/005)
x_{42}				–	(0,0)
x_{52}					–

	x_{13}	x_{23}	x_{33}	x_{43}	x_{53}
x_{13}	–	(0/07,0)	(0/08,0)	(0,0/1)	(0,0/065)

	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}	x_{54}
x_{14}	–	(0/065,0)	(0/05,0)	(0,0)	(0,0/09)

$x_{۲۴}$		–	(0/015,0)	(0,0/065)	(0,0/025)
$x_{۳۴}$			–	(0,0/05)	(0,0/04)
$x_{۴۴}$				–	(0,0/09)
$x_{۵۴}$					–

$x_{۲۳}$		–	(0,0/1)	(0,0/03)	(0,0/005)
$x_{۳۳}$			–	(0,0/02)	(0,0/015)
$x_{۴۳}$				–	(0,0/039)
$x_{۵۳}$					–

	$x_{۱۵}$	$x_{۲۵}$	$x_{۳۵}$	$x_{۴۵}$	$x_{۵۵}$
$x_{۱۵}$	–	(0/05,0)	(0/065,0)	(0/065,0)	(0,0/065)
$x_{۲۵}$		–	(0,0/015)	(0,0/015)	(0,0/015)
$x_{۳۵}$			–	(0,0)	(0,0)
$x_{۴۵}$				–	(0,0)
$x_{۵۵}$					–

قدم هفتم- تشکیل ماتریس هماهنگی، که در زیر نشان داده شده است:

	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$A_۴$	$A_۵$
$A_۱$	–	(0,0,0,0)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(2/2,2/57,2/73-,2/9)	(3/6,4/17,4/33-,4/7)
$A_۲$	(3/6,4/17,4/33-,4/7)	–	(2/2,2/57,2/73-,2/9)	(3/6,4/17,4/33-,4/7)	(3/6,4/17,4/33-,4/7)
$A_۳$	(3/6,4/17,4/33-,4/7)	(1/4,1/6,1/6,1/8)	–	(3/6,4/17,4/33-,4/7)	(3/6,4/17,4/33-,4/7)
$A_۴$	(2/1,2/4,2/4,2/7)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0/7,0/8,0/8,0/9)	–	(3/6,4/17,4/33-,4/7)
$A_۵$	(0/7,0/8,0/8,0/9)	(0,0,0,0)	(1/4,1/6,1/6,1/8)	(1/5,1/7,1/8,1/9)	–

ماتریس هماهنگی

قدم هشتم- تشکیل ماتریس ناهماهنگی، که در زیر نشان داده شده است:

	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$A_۴$	$A_۵$
$A_۱$	–	1	1	0/65	0
$A_۲$	0	–	0/65	0	0
$A_۳$	0	1	–	0	0
$A_۴$	1	1	1	–	0
$A_۵$	1	1	1	1	–

ماتریس ناهماهنگی

قدم نهم- تشکیل ماتریس F و G، که در زیر نشان داده شده است:

	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$A_۴$	$A_۵$
$A_۱$	–	0	0	0	1
$A_۲$	1	–	0	1	1
$A_۳$	1	0	–	1	1

	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$A_۴$	$A_۵$
$A_۱$	–	0	0	1	1
$A_۲$	1	–	1	1	1
$A_۳$	1	0	–	1	1

A_4	0	0	0	–	1
A_5	0	0	0	0	–

ماتریس G

A_4	0	0	0	–	1
A_5	0	0	0	0	–

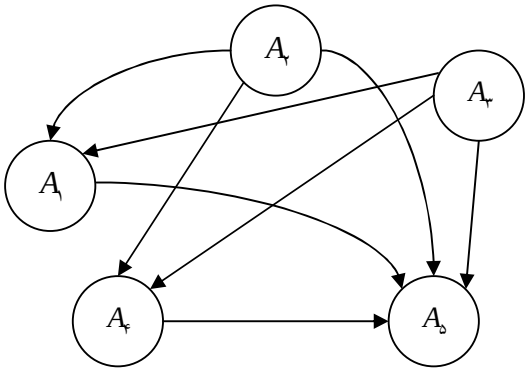
ماتریس F

قدم دهم- تشکیل ماتریس E، که در زیر نشان داده شده است:

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	–	0	0	0	1
A_2	1	–	0	1	1
A_3	1	0	–	1	1
A_4	0	0	0	–	1
A_5	0	0	0	0	–

ماتریس E

قدم یازدهم- تشکیل گراف تصمیم‌گیری که در زیر نشان داده شده است:



همانطور که از گراف بالا مشخص است تامین‌کنندگان A_2 و A_3 در رتبه اول قرار می‌گیرند، اما تامین‌کنندگان A_2 و A_3 قابل مقایسه نمی‌باشند. سپس تامین‌کنندگان A_1 و A_4 در رتبه دوم قرارمی‌گیرند، تامین‌کنندگان A_1 و A_4 هم قابل مقایسه با هم نمی‌باشند. در رتبه آخر هم تامین‌کننده A_5 قرار می‌گیرد چون تمام گزینه‌ها بر آن مسلط شده‌اند.

واضح است که روش ارائه شده در محیطهای فازی برای انتخاب و تحلیل دقیق تامین‌کنندگان بسیار مفید و موثر می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

بسیاری از کارشناسان و محققان مزیتهای زیادی را برای مدیریت زنجیره تامین معرفی کرده‌اند. بر اساس افزایش مزیتهای رقابتی، بسیاری از شرکتها طراحی خوب مدیریت زنجیره تامین را به عنوان ابزاری مفید ملاحظه کرده‌اند. به همین منظور مسئله انتخاب تامین‌کننده یکی از مهمترین فاکتورهای موفقیت سیستم زنجیره تامین شده است.

در جهان واقعی، مسئله انتخاب تامین‌کنندگان با اطلاعات نادقیق و نامطمئن مرتبط شده است و تئوری مجموعه‌های فازی برای برخورد با آن مناسب می‌باشد. در فرآیند تصمیم‌گیری، استفاده از متغیرهای گفتاری در مسائل تصمیم‌گیری زمانی که ارزشهای عملکرد را نمی‌توان بوسیله ارزشهای عددی

بیان نمود، بسیار مفید می‌باشد. بر این اساس، در این مقاله روش ELECTRE فازی در محیط فازی توسعه داده شده است. روش ELECTRE فازی هم معیارهای کیفی و هم کمی را برای انتخاب مناسب تامین کنندگان در سیستم زنجیره تامین مدنظر قرار می‌دهد.

در حقیقت روش ELECTRE فازی روشی بسیار مفید و قابل انعطاف در استفاده تصمیم گیرنده‌ها می باشد. بر اساس گراف تصمیم‌گیری علاوه بر اولویت بندی تامین‌کنندگان اطلاعاتی دیگر همچون بی‌تفاوتی و غیرقابل مقایسه بودن آنها را تشخیص می‌دهیم. چارچوب سیستماتیک انتخاب تامین-کنندگان در محیطهای فازی در این مقاله می‌تواند به راحتی برای تحلیل دیگر مسائل تصمیم‌گیری مدیریت توسعه یابد. هر چند، ملاحظه دقیق‌تر و موثرتر انتخاب تامین‌کنندگان در سیستم زنجیره تامین در محیطهای فازی به عنوان یک موضوع برای تحقیقات آینده مطرح می‌باشد.

منابع

[1] Shin, H., Collier, D.A., Wilson, D.D., 2000. Supply management orientation and supplier/buyer performance. Journal of Operations Management 18, 317–333.
[2] Briggs, P., 1994. Vendor assessment for partners in supply .European Journal of Purchasing & Supply Management 1, 49–59.
[3] Choi, T.Y., Hartley, J.L., 1996. An exploration of supplier selection practices across the supply chain. Journal of Operations Management 14, 333–343.
[4] Monczka, R., Trent, R., Handfield, R., 1998. Purchasing and Supply Chain Management. South-Western College Publishing, New York.
[5] Lee, E.K., Ha, S., Kim, S.K., Delgado, M., 2001. Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management. IEEE Transactions on Engineering Management 48 (3),307-318.
[6] Dowlatshahi, S., 2000. Design–buyer–supplier interface: Theory versus practice. International Journal of Production Economics 63, 111–130.
[7] Verma, R., Pullman, M.E., 1998. An analysis of the supplier selection process . Omega 26, 739–750.
[8] Donaldson, B., 1994. Supplier selection criteria on the service dimension. European Journal of Purchasing & Supply Management 1, 209–217
[9] de Boer, L., van der Wegen, L., Telgen, J., 1998. Outranking methods in support of supplier selection. European Journal of Purchasing & Supply Management 4, 109–118.
[10] Cook, R.L., 1992. Expert systems in purchasing applications and development. International Journal of Purchasing and Management 18, 20–27.
[11] Ghodsypour, S.H., O'Brien, C., 1998. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. International Journal of Production Economics 56–57, 199–212.
[12] Jose Figueira, Salvatore Greco, Matthias Ehrgott., 2005. Multiple Criteria Decision Analysis : State of the art surveys. Springer, New York.
[13] Hwang, C.L., Yoon, K., 1981. Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications. Springer, New York.
[14] A. Amid, S.H. Ghodsypour, C. O'Brien, 2006. Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. International Journal of Production Economics 104, 394–407.
[15] Chen-Tung Chen, Ching-Torng Lin, Sue-Fn Huang, 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. International Journal of Production Economics 102, 289–301
[16] Zadeh, L.A., 1975. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Information Sciences 8, 199–249(I) 301–357(II).
[17] Zimmermann, H.J., 1991. Fuzzy Set Theory and its Applications, second ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
[18] Klir, G.J., Yuan, B., 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Prentice-Hall Inc., USA.
[19] Dubois, D., Prade, H., 1980. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. Academic Press Inc., New York.