Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

تصمیم‌گیری گروهی چندمعیارهٔ ترکیبی برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده با داده‌های فازی شهودی بازه‌ای مقدار

مرجان کوچکی رفسنجانی*[1]، ارشام برومند سعید[2] و فرزانه میرزاپور[3]

[1و3]بخش علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[2]بخش ریاضی محض، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

فرآیند انتخاب تأمین‌کنندهٔ مناسب که قادر به فراهم‌کردن نیاز خریدار از نظر محصولات باکیفیت با قیمت مناسب و در یک زمان و حجم مناسب باشد، یکی از ضروری‌ترین فعالیت‌ها برای ایجاد یک زنجیره تأمین کارا است. با توجه به اهمیت موضوع، در این مقاله، برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده، رویکردی ترکیبی به همراه تصمیم‌گیری گروهی در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره در بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار ارائه شده است. در این روش مقادیر متناسب با هر تأمین‌کننده در بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار مشخص شده است؛ سپس اولویت‌های جمعی متناسب با هر تأمین‌کننده به‌دست آورده می‌شوند و از روش تاپسیس، ضریب نزدیکی (شاخص شباهت) محاسبه و سپس تأمین‌کننده‌ها بر اساس این مقدار ارزیابی می‌شوند. در انتها از روش برنامه‌ریزی هدفمند با تابع رضایت‌بخش برای رتبه‌بندی نهایی به تأمین‌کننده‌ها استفاده می‌شود. مدل پیشنهادی به‌وسیلهٔ نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی شده و با طرح سناریویی روند کاری مدل پیشنهادی برای رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها تشریح شده است.

واژگان کلیدی: مجموعه فازی شهودی بازه‌ای مقدار، اولویت‌های جمعی، تاپسیس فازی، معیارهای چندگانه، انتخاب تأمین‌کننده، برنامه‌ریزی خطی هدف‌دار.

Hybrid multi-criteria group decision-making for supplier selection problem with interval-valued Intuitionistic fuzzy data

Marjan Kuchaki Rafsanjani*[1], Arsham Borumand Saeid[2] & Farzane Mirzapour[3]

[1,3]Department of Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

[2] Department of Pure Mathematics, Faculty of Mathematics and Computer, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

The main objectives of supply chain management are reducing the risk of supply chain and production cost, increase the income, improve the customer services, optimizing the achievement level, and business processes which would increase ability, competency, customer satisfaction, and profitability. Further, the process of selecting the appropriate supplier capable of providing buyer's requirements in terms of quality products with suitable price and at a suitable time and size is one of the most essential activities to create an efficient supply chain. Consequently, false decisions in the context of supplier selection would lead to negative effects. Usually, suitable supplier selection methods have been multi-criteria or attribute, so finding the optimal solution for supplier selection is demanding. The customary methods in this field have struggled with quantitative criteria however there are a wide range of qualitative criteria in supplier selection. this

• تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲ • تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲ • تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۰۹/۱۵ • نوع مطالعه: بنیادی

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

article has used interval valued intuitionistic fuzzy sets for selecting the appropriate suppliers, which reflect ambiguity and uncertainty far better than other methods. In this article, trapezoidal fuzzy membership function is used for lingual qualitative values. Goal programming satisfaction function (GPSF) is a kind of technique that helps decision makers in solving problems involving conflicting and competing criteria and objectives. Due to the importance of the issue, in this paper, hybrid approach with a group decision-making in Multiple Criteria Decision Making (MCDM) in the context of a range of interval-valued intuitionistic fuzzy sets is implemented to solve the supplier selection problem. In this model in phase 1, decision makers express their opinion about each alternative based on different attribute qualitatively, and after creating interval valued intuitionistic fuzzy membership, a new variable is defined that via its help, interval-valued intuitionistic fuzzy amounts are calculated for each alternative. because of Having capabilities and comprehensiveness in their inside, not only they are better than other fuzzy sets but also they are the best for tracing the real condition and environment in order to select suppliers. Thereafter, for each alternative upper and lower bonds are calculated based on interval-valued intuitionistic fuzzy amounts. In phase 2, Operator Weighted Average (OWA) algorithm is used to reach a collective consensus. After computing the degree of consensus, closeness coefficients is evaluated within the help of TOPSIS method, which is in fact one of the most practicable methods between multi-criteria decision-making methods, such as SAW, AHP, CP, VIKOR. With regard to closeness coefficient, the amount of closeness between individual and collective's agreement is accounted. The main aim of this article is optimizing the closeness coefficient. The alternative with maximum closeness coefficient is closer to the ideal solution. The final goal of proposed model is ranking the suppliers, meaning that satisfy the main factors of decision making, which is why GPSF model is used. After giving goal and restrict functions, GPSF model will be solved and rank alternatives.

Keywords: Interval-valued intuitionistic fuzzy set, Collective preference, Fuzzy TOPSIS, Multi-criteria, Supplier selection, Goal programming satisfaction function.

۱- مقدمه

زنجیره تأمین، مجموعهٔ عواملی است که خالق ارزش‌افزوده در اقتصاد هستند. اقدامات نادرست در این زنجیره مانعی برای خلق ارزش افزوده در نگاه کلان اقتصادی خواهد بود. در همین اواخر مدیریت زنجیره تأمین هم در مراکز دانشگاهی و هم در صنعت مورد توجه خاصی قرار گرفته است. هدف اصلی مدیریت زنجیره تأمین، کاهش ریسک زنجیره تأمین، کاهش هزینه‌های تولید، افزایش درآمد، بهبود خدمات به مشتری، بهینه‌کردن سطوح موجودی و فرآیندهای کسب و کار و زمان و درنتیجه افزایش قدرت رقابت و رضایت مشتری و سودآوری است. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تأمین‌کننده نقش قابل توجهی در تولید و مدیریت تدارک شرکت‌ها دارد و بسیاری از شرکت‌های باتجربه بر این باورند که انتخاب تأمین‌کننده مهم‌ترین فعالیت یک شرکت به شمار می‌آید؛ درنتیجه تصمیم‌گیری‌های نادرست در زمینهٔ انتخاب تأمین‌کنندگان پیامدهای منفی و زیان‌های بسیاری را برای شرکت در پی خواهد داشت. بنابراین در طول سال‌های اخیر انتخاب تأمین‌کننده مناسب در زنجیره تأمین به یک موضوع استراتژیک مهم تبدیل شده است. در همین اواخر روش‌های بسیاری برای حل مسائل تصمیم‌گیری و انتخاب تأمین‌کننده توسعه یافته است. قدسی‌پور و ابرایان[1] [1]، یک سامانهٔ پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)[2] به‌منظور کاهش تعداد عرضه‌کنندگان ارائه و از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[3] و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط در پشتیبانی از تصمیمات استفاده کرده‌اند و این روش توسط تیاگاراسو[4] و دهارماراجان[5] برای داده‌های فازی شهودی تعمیم داده شده است [2]. لین[6] و همکارانش [3]، برای انتخاب تأمین‌کننده، از مدل برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)[7] استفاده کردند که صنعت الکترونیک به‌عنوان مطالعه موردی آن‌ها انتخاب شده بود؛ در این مدل یک‌پارچه از روش‌های تحلیل شبکه (ANP)[8] و روش تاپسیس[9] برای محاسبه وزن و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده کردند و از مدل برنامه‌ریزی خطی (LP)[10] به‌منظور اختصاص مؤثر حجم سفارش به هر فروشنده استفاده شده است. کار[11] [4]، برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب در تصمیم‌گیری‌های گروهی از ترکیب روش برنامه‌ریزی سلسله‌مراتبی فازی برای بیان ارجحیت اولویت‌ها در تصمیم‌گیری‌های گروهی، و از برنامه‌ریزی هدف‌دار فازی برای فراهم‌کردن سامانهٔ تصمیم‌گیری استفاده

[1] O'Brien

[2] Decision Support System (DSS)
[3] Analytical Hierarchy process (AHP)
[4] Thiagarasu
[5] Dharmarajan
[6] Lin
[7] Enterprise Resource Planning (ERP)
[8] Analytic Network Process (ANP)
[9] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
[10] Linear Programming (LP)
[11] Kar

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

کرده‌اند. اموت[1] و پلازا[2] [5]، یک مدل تصمیم‌یار برای انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از روش استدلال مبتنی بر مورد در محیط فازی ارائه کردند.

امید[3] و همکارانش [6]، یک مدل کمینه-بیشینهٔ وزن‌دار برای انتخاب تأمین‌کننده معرفی کردند. در این مدل از تابع عضویت و مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند. لین [7]، یک مدل یک‌پارچهٔ تحلیل شبکه فازی (FANP[4]) را برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب ارائه داد. اریکان[5] [8]، از روش برنامه‌ریزی خطی برای مسائل انتخاب تأمین‌کننده بهره گرفته که توابع هدف را کاهش هزینه، افزایش کیفیت، افزایش تحویل به‌موقع در نظر گرفته است؛ درواقع این روش یک مدل فازی ریاضی و یک راه‌حل جدید را برای اینکه تصمیم‌گیرنده‌ها به سطح رضایت از توابع هدف برسند ارائه کرده است. رضایی و همکارانش [9]، برای انتخاب تأمین‌کننده در محیط فازی روش فازی تحلیل سلسله مراتبی را بیان کرده‌اند که در آن تأمین‌کننده‌ها با توجه به معیارهای اصلی و معیارهای فرعی ارزیابی می‌شوند و از یک روش غربال‌گری برای کاهش تعداد تأمین‌کننده‌ها استفاده می‌شود. چای[6] و همکارانش [10]، برای انتخاب تأمین‌کننده در محیط فازی شهودی، از روش ترکیبی بهترین-بدترین رتبه‌بندی فازی شهودی بازه‌ای مقدار (IF-SIR)[7] و روش تاپسیس بهره گرفته‌اند،SIR بهبودیافتهٔ روش سازمان‌دهی به رتبه‌بندی ترجیحی جهت ارزیابی بهتر (PROMETHEE)[8] است که یکی از کارآمدترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این روش در ابتدا متغیرهای زبانی را به‌صورت فازی شهودی بیان می‌کند که ابزاری بسیار قدرتمند برای بیان عدم قطعیت است؛ سپس از روش تاپسیس برای تصمیم‌گیری گروهی استفاده می‌کند. ماکویی و همکارانش [11]، روش ترکیبی (GRA)[9] و روش تاپسیس در بستر اعداد فازی شهودی را مطرح کردند؛ GRA به‌عنوان یک ابزار برای پیاده‌سازی طرح‌های چندمعیاره پیشنهاد شده است که از بین مجموعه‌ای از بی‌نهایت گزینه جواب را می‌یابد. ایزدی‌خواه [12]، برای مسائل تصمیم‌گیری گروهی از روش تاپسیس در بستر اعداد فازی شهودی بازه‌ای مقدار بهره گرفته و برای محاسبه فاصلهٔ بین اعداد فازی شهودی بازه‌ای مقدار از فاصله همینگ[10] استفاده کرده است. بای[11] [13]، روش تاپسیس فازی شهودی بازه‌ای مقدار را بر اساس بهبود توابع هدف برای حل مسألهٔ تأمین‌کننده ارائه کرده است؛ این روش از بهبود توابع هدف برای رتبه‌بندی مناسب و کارآمد در مجموعه‌های فازی شهودی بازه‌ای مقدار استفاده کرده است. یو[12] و همکارانش [14] با استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی بازه‌ای مقدار اقلیدسی، تصمیم‌گیری گروهی مبتنی بر روش تاپسیس را تعمیم داده‌اند. اموسیگو[13] و اوموروگبی[14] [15]، با استفاده از توابع متریک متفاوت در بستر اعداد فازی شهودی، تأمین‌کننده مناسب را انتخاب کرد. چای و همکارانش [16]، از ایده مجموعه راف[15] فازی شهودی بازه‌ای مقدار برای مسائل تصمیم‌گیری استفاده کردند. لیانگ[16] و زو[17] مسأله تصمیم‌گیری گروهی مبتنی بر روش تاپسیس را با داده‌های فازی مبهم اقلیدسی حل کرده‌اند [17].

امروزه کمتر تأمین‌کننده‌ای قادر به تأمین همهٔ نیازهای خریداران هستند. روش‌های گوناگونی به‌منظور کمک به تصمیم‌گیرندگان برای روبه‌روشدن با پیچیدگی‌های انتخاب یک تأمین‌کنندهٔ مناسب پیشنهاد شده است؛ اما این روش‌ها اغلب نگاهی تک‌بعدی و منفرد به فرآیند انتخاب تأمین‌کننده دارند. همچنین، این روش‌ها به‌طورمعمول، ابهام و عدم اطمینان موجود در مسأله انتخاب تأمین‌کننده را در نظر نمی‌گیرند. روش‌های انتخاب چند تأمین‌کننده خود نیز به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه نخست مدل‌های خطی تک‌هدفه هستند [18,19]، که به‌دلیل دنبال‌کردن یک هدف محدودیت دارند؛ بنابراین برای مدل مورد نظرمان، استفاده از روش‌های تک‌هدفه کنار گذاشته شد و مدل‌های خطی چندهدفه به کار گرفته می‌شود و برای حل مشکل عدم قطعیت به‌جای بستر فازی، بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار به کار گرفته می‌شود. درواقع در این مقاله، برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده، از رویکرد ترکیبی به‌همراه تصمیم‌گیری گروهی در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره در بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار ارائه شده که از جمله روش‌های

[1] Aamodt
[2] Plaza
[3] Amid
[4] Fuzzy Analytic Network Process (FANP)
[5] Arikan
[6] Chai
[7] Intuitionistic Fuzzy-Superiority Inferiority Ranking (IF-SIR)
[8] Preference Ranking Organization METhod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)
[9] Grey Relational Analysis (GRA)
[10] Hamming distance
[11] Bai
[12] Yu
[13] Omosigho
[14] Omorogbe
[15] Rough Set
[16] Liang
[17] Xu

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

چندمنبعی برای انتخاب و رتبه‌بندی مناسب تأمین‌کننده‌ها است که درنهایت مجموعه‌ای از تأمین‌کننده‌ها انتخاب می‌شوند؛ مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه خود از دسته تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره هستند.

۲- تعاریف پایه

۲-۱- روش تاپسیس (TOPSIS)

یک مسألهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره، در ماتریسی به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_j \\ A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (۱)$$

$j=1, \ldots, n, \quad W=[w_1, \ldots, w_n].$

در ماتریس بالا، $A_1, \ldots, A_m$ گزینه‌های هستند که تصمیم‌گیرندگان باید انتخاب خود را از بین آن‌ها انجام دهند، $C_1, \ldots, C_n$ معیارهای هستند که عملکرد گزینه‌ها با توجه به آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. x_{ij} رتبهٔ گزینهٔ A_i نسبت به معیار C_j و w_j وزن معیار C_j است. روش تاپسیس، نخستین‌بار توسط هوانگ[1] و یوون[2] [20]، ارائه شده و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. تاپسیس یک روش چندمعیاره برای تعیین راه‌حل‌های یک مجموعه متناهی از گزینه‌ها است؛ این تروش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (PIS)[3] و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (NIS)[4] داشته باشد. مراحل روش تاپسیس در زیر بیان می‌شود:

مرحله نخست: محاسبه ماتریس نرمال‌شده به روش (N-نرم)[5]

هر درایهٔ x_{ij} از ماتریس تصمیم‌گیری گفته‌شده در (۱)، بر حد وسط (نرم) موجود از ستونjام (به‌ازای معیار C_j) تقسیم می‌شود. مقدار درایه ماتریس نرمال‌شده (n_{ij}) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(x_{ij})^2}} \quad i=1, \ldots, m \quad j=1, \ldots, n. \quad (۲)$$

مرحله دوم: وزن‌دهی به ماتریس تصمیم نرمال

$$v_{ij} = w_j n_{ij} \quad i=1, \ldots, m, \quad j=1, \ldots, n. \quad (۳)$$

مرحله سوم: تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی

برای تعیین ایده‌آل مثبت و منفی معیارها باید به مثبت یا منفی‌بودن معیار توجه شود؛ واضح است که ایده‌آل مثبت یک معیار مثبت، بیشترین مقدار موجود و ایده‌آل منفی آن، کمترین مقدار موجود آن معیار است و در مقابل، ایده‌آل مثبت یک معیار منفی کمترین مقدار موجود و ایده‌آل منفی آن، بیشترین مقدار موجود آن معیار است. با توجه به توضیحات گفته‌شده، راه‌حل گزینهٔ ایده‌آل مثبت (A^+) و راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-) به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند:

$$=\{v_1^+, \ldots, v_n^+\}=\{(\max_i v_{ij} \mid j\in I),(\min_j v_{ij} \mid j\in A^+ \quad J)\} \quad (۴)$$

$$=\{v_1^-, \ldots, v_n^-\}=\{(\min_i v_{ij} \mid j\in I),(\max_j v_{ij} \mid j\in A^- \quad J)\} \quad (۵)$$

I مجموعه معیارهای مثبت و J مجموعه معیارهای منفی است.

مرحله چهارم: محاسبه اندازه فاصله گزینه‌ها تا ایده‌آل مثبت و منفی

با استفاده از فاصله اقلیدسی فاصلهٔ گزینهٔ i ام از راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه می‌شود:

$$d_i^+=\sqrt{\{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij}-v_j^+)^2\}} \quad i=1, \ldots, m \quad (۶)$$

$$d_i^-=\sqrt{\{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij}-v_j^-)^2\}} \quad i=1, \ldots, m \quad (۷)$$

$$0 \le \mu_A + v_A \le 1$$

d_i^+ فاصله‌گزینهٔ i-ام از راه‌حل ایده‌آل مثبت و d_i^- فاصله گزینهٔ i-ام از راه‌حل ایده‌آل منفی است. v_{ij} مقدار نرمال موزون گزینهٔ A_i نسبت به معیار C_j است، v_j^+ مقدار ایده‌آل مثبت معیار j-ام و v_j^- مقدار ایده‌آل منفی معیار j-ام می‌باشند.

مرحله پنجم: محاسبهٔ ضریب نزدیکی[6] به راه‌حل ایده‌آل مثبت

$$R_i=\frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i=1,\ldots,m \quad (۸)$$

چون $d_i^- \ge 0$ و $d_i^+ \ge 0$ است، بنابراین، $R_i \in [0,1]$ است.

مرحله ششم: رتبه‌بندی اولویت‌ها: بر اساس ترتیب نزولی R_i می‌توان گزینه‌های موجود را رتبه‌بندی کرد.

[1] Hwang
[2] Yoon
[3] Positive Ideal Solution (PIS)
[4] Negative Ideal Solution (NIS)
[5] Calculation normalized decision matrix with N-norm
[6] Relative Coefficient

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

۲-۲- مجموعه‌های فازی شهودی و مجموعه‌های فازی شهودی بازه‌ای مقدار

تعریف: فرض کنید که U مجموعهٔ مرجع است، یک مجموعه فازی به‌صورت زیر تعریف می‌شود [21]:

$$A=\{\langle x,\mu_A(x)\rangle \mid x\in U\}$$

تابع عضویت $\mu_A(x)$ به‌صورت $\mu_A: U \to [0,1]$ تعریف می‌شود. $\mu_A(x)$، میزان درجه عضویت عنصر x درمجموعهٔ فازی A است.

تعریف: فرض کنید $U\neq \emptyset$ یک مجموعهٔ مرجع و $L[0,1]$ مجموعه زیربازه‌های [0,1] است؛ آن‌گاه مجموعهٔ A یک مجموعهٔ فازی بازه‌ای مقدار است و به‌صورت زیر تعریف می‌شود [22]:

$$A=\{< x,M_A(x)> \mid x \in U\}$$

و در آن $M_A: U \to L[0,1]$ تابعی است به‌صورت:

$$M_A(x) =[M_{AL},M_{AU}] \in L[0,1]$$

$M_A(x)$ درجهٔ عضویت x نامیده می‌شود.

مجموعهٔ تمام مجموعه‌های فازی بازه‌ای مقدار روی مجموعهٔ‌ی U به‌صورت IVFS(U) [1] نمایش داده می‌شود.

مجموعهٔ فازی شهودی A در U عبارت است از:

$$A = \{< x, \mu_A(x), v_A(x)| \ x\epsilon U >\}$$

که در آن درجهٔ عضویت و عدم عضویت به‌ترتیب برابر است با $\mu_A: U \to [0,1]$ و $v_A: U \to [0,1]$ است.

همچنین برای هر $x\in U$ شرط زیر برقرار است:

$$0 \leq \mu_A(x) + v_A(x) \leq ۱$$

تعریف: فرض کنید $U\neq \emptyset$ یک مجموعهٔ مرجع باشد. یک مجموعهٔ فازی شهودی بازه‌ای مقدار A در U به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A=\{<x,M_{\tilde{A}}(x),N_{\tilde{A}}(x)> \mid x\in U\}$$

که در آن $M_{\tilde{A}}(x)$ و $N_{\tilde{A}}(x)$ به‌ترتیب درجهٔ عضویت و درجهٔ عدم عضویت عنصر x در مجموعهٔ فازی شهودی بازه‌ای مقدار A است که به‌صورت:

$$M_{\tilde{A}}(x) = [M^L_{\tilde{A}}(x), M^U_{\tilde{A}}(x)]$$
و
$$N_{\tilde{A}}(x) = [N^L_{\tilde{A}}(x), N^U_{\tilde{A}}(x)]$$

نمایش داده می‌شوند.

[1] Interval-Value Fuzzy Set (IVFS)

۲-۳- برنامه‌ریزی خطی چندهدفهٔ فازی

برنامه‌ریزی خطی، توسط زلنی[2]، معرفی شد [23]. مسألهٔ برنامه‌ریزی خطی برای پیداکردن کمینه یا بیشینه مقادیر یک تابع خطی تحت محدودیت‌هایی است که به‌صورت تساوی یا نامساوی‌هایی بیان شده‌اند. برنامه‌ریزی خطی چندهدفه (MOLP[3])، توسعه‌یافتهٔ مدل برنامه‌ریزی خطی است. برنامه‌ریزی چندهدفه، توسط کافمن[4] و گپتا[5] [24]، معرفی شد و به‌خاطر انعطاف‌پذیری و سازگاری به‌سرعت در دانشگاه‌ها و صنعت رشد کرد. MOLP برای مدل‌های تک‌هدفه، محدودیت دارد و به‌کمک روش‌های مختلف از قبیل روش‌های گرافیکی و دیگر روش‌های ساده حل می‌شود. هدف کلی برنامه‌ریزی هدف‌دار (GP)[6] به‌کمینه‌رساندن فاصلهٔ بین سطوح آرمانی[7] رسیدن به هدف و سطوح موفقیت[8] رسیدن به هدف نسبت داده‌شده به هر معیار است. سطوح آرمانی برای رسیدن به هدف آرمان‌گرا هستند و سطح مورد انتظار تصمیم‌گیرنده برای رسیدن به هدف است؛ اما سطوح موفقیت سطوح واقع‌گرا برای رسیدن به هدف هستند.

برای هر معیار C_j، داریم [21]:

اگر برای هدف g_j سطح موفقیت از سطح آرمانی بیشتر باشد در مدل GP خطا[9] مثبت است $\delta_j^+ > 0$.

اگر برای هدف g_j سطح موفقیت از سطح آرمانی کمتر باشد، در مدل GP خطا منفی است $\delta_j^- > 0$.

اگر برای هدف g_j سطح موفقیت با سطح آرمانی برابر باشد، آن گاه در مدل GP خطا صفر است.

$$(GP)\ \text{Min}(Z) =\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-) \qquad (۹)$$

Subject to

$$f_j(x) + \delta_j^- + \delta_j^+ = g_j$$

$$x \in F$$

F مجموعه‌ای از راه‌حل‌های ممکن است.

$$0< \delta_j^- \quad j=1,\ldots,n$$

$$0< \delta_j^+ \quad j=1,\ldots,n$$

به‌طورمعمول، در مسائل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه، ضرایب (ضرایب هدف و توابع محدودیت) و همچنین اهداف محدودیت به‌صورت مقادیر ثابت فرض می‌شوند؛ اما در بسیاری از شرایط عملی این فرضیات غیرمعتبر هستند. این

[2] Zeleny
[3] Multi-Objective Liner Programming (MOLP)
[4] Keufman
[5] Gupta
[6] Goal Programming(GP)
[7] Aspiration level
[8] Achievement level
[9] Deviation

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

ضرایب و اهداف محدودیت، در شرایطی که اطلاعات کافی وجود ندارد، نمی‌توانند به‌خوبی شرایط متغیر بازار را تعریف کنند؛ به همین دلیل، در این مواقع ضرایب مختلف اهداف و محدودیت‌ها به وسیلهٔ اعداد فازی تعریف می‌شوند چاودری[1] و کاجال[2] [23]، یک روش سودمند برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی ارائه کرده است. مدل کلی برنامه‌ریزی خطی برای مسائل بیشینه‌سازی توسط دانتزینگ به‌صورت زیر است:

$$\text{Max } Z=\sum_{i=1}^{n} c_i x_i \qquad \sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_{ij} \leq b_i,\ j=1,\ldots,m. \qquad x_i \geq 0. \qquad (10)$$

که Z تابع هدف است، x_i متغیرهای تصمیم‌گیری ماتریس تصمیم، m تعداد محدودیت‌هاست، n تعداد متغیرهای تصمیم‌گیری است و b_i مقدار قابل قبول تخلف را مشخص می‌کند.

مدل ریاضی GP به همراه توابع رضایت‌بخش [21]، در زیر آمده است. (۱۱) تابع هدف و (۱۲) محدودیت‌ها هستند:

$$\text{(GPSF)} \quad \text{Max}(Z) = \sum_{j=1}^{n} [w_j^+ f_j^+(\delta_j^+) + w_j^- f_j^-(\delta_j^-)] \qquad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + \delta_j^- - \delta_j^+ = g_j \quad i=1,\ldots,m \ j=1,\ldots,n \qquad (12)$$
$$g_j \in [g_j^l, g_j^u] \quad j=1,\ldots,n$$
$$0 \leq \delta_j^- \leq \alpha_{jv}^- \quad j=1,\ldots,n$$
$$0 \leq \delta_j^+ \leq \alpha_{jv}^+ \quad j=1,\ldots,n$$
$$x_j \in \{0,1\} \quad j=1,\ldots,n$$

مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره خطی

یافتن برداری مانند $X^T=[x_1,\ldots x_n]$ با بیشینه k تابع هدف، n متغیر تصمیم‌گیری در ماتریس تصمیم، m محدودیت به‌شکل زیر:

$$\text{Max } Z_i=\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_j, \quad i=1,\ldots,k \qquad (13)$$
$$\text{Subject to}$$
$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_i \leq b_j \quad j=1,\ldots,m$$

به a_{ij}، b_j، c_{ij} مقادیر قطعی نسبت داده می‌شود.

به‌صورت دقیق‌تر، مسائل چندهدفه به‌صورت زیر می‌توانند به‌شکل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه نوشته شوند:

$$\text{Max } Z=\sum CX \qquad (14)$$
$$\text{Subject to}$$
$$\sum AX \leq b$$

[1] Chaudhuri
[2] Kajal

$Z=[z_1,\ldots z_n]$ یک بردار از توابع هدف است، C یک ماتریس به ابعاد K× N از ثابت‌هاست، X یک بردار به ابعاد N× 1 از متغیرهای تصمیم‌گیری است، A یک ماتریس M× N از ثابت‌هاست، b یک بردار M× 1 از ثابت‌هاست.

۳- مدل پیشنهادی

روش‌های متفاوتی برای حل مسألهٔ انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین وجود دارد. در این قسمت، مدل پیشنهادی برای انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین ارائه می‌شود. در این روش ابتدا با تعریف متغیری جدید مقادیر متناسب با هر تأمین‌کننده در بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار مشخص شده است؛ سپس با توجه به نظرات فردی تصمیم‌گیرندگان اولویت‌های جمعی متناسب با هر تأمین‌کننده به‌دست آورده می‌شوند و از روش تاپسیس، ضریب نزدیکی (شاخص شباهت) را محاسبه کرده و تأمین‌کننده‌ها بر اساس مقدار ضریب نزدیکی ارزیابی می‌شوند. در انتها از روش برنامه‌ریزی هدفمند با تابع رضایت‌بخش برای رتبه‌بندی نهایی به تأمین‌کننده‌ها استفاده می‌شود. این مدل به‌صورت زیر در ادامه شرح داده می‌شود:

مدل پیشنهادی از چهار گام تشکیل شده است که عبارتند از:

- گام نخست: محاسبه مقادیر فازی شهودی بازه‌ای مقدار برای هر گزینه.
- گام دوم: به‌دست‌آوردن توافق گروهی با استفاده از الگوریتم تجمیعی OWA.
- گام سوم: ارزیابی گزینه‌ها به کمک ضریب نزدیکی با روش تاپسیس.
- گام چهارم: حل مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفهٔ فازی انتخاب تأمین‌کننده.

گام نخست: محاسبه حدود و مقادیر فازی شهودی بازه‌ای مقدار

مرحله نخست: ایجاد ماتریس تصمیم برای تصمیم‌گیرندگان

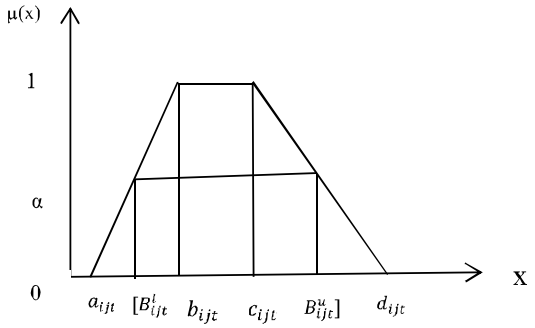
تصمیم‌گیرندگان نظرات خود را در مورد هر گزینه با توجه به معیارها به صورت متغیرهای کیفی بیان می‌کنند.

مرحله دوم: محاسبهٔ حدود و مقادیر فازی شهودی بازه‌ای مقدار متناسب با هر گزینه

برای هر گزینه در ماتریس تصمیم، روی مجموعه‌های فازی مطابق شکل (۱)، ماتریس مقایسات زوجی در نظر گرفته‌شده

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

ذوزنقه‌ای ([a,b,c,d]) است. یعنی معیارهای مورد نظر چهارتایی هستند.



(شکل-۱): تابع عضویت ذوزنقه‌ای و برش-α [24]
(Figure-1): Trapezoidal membership function and α-cut [24]

برای ایجاد مجموعه فازی شهودی بازه‌ای مقدار، ماتریس مقایسات زوجی ذوزنقه‌ای در نظر گرفته شده، به‌جای (a,b,c,d)، سه‌تایی {e,f,g} است و همچنین پارامتر جدید Z را تعریف کرده که e و g همان دو بازهٔ موردنظر در مجموعه‌های فازی شهودی بازه‌ای مقدار هستند و f به پارامتر Z بستگی دارد اگر Z= 0.5 باشد f به‌طوردقیق وسط است. درواقع معیارها دو تایی هستند. تعریف متغیر جدید Me ضروری است که همان f است و مقدار آن بستگی به پارامتر Z دارد.

مقدار Me، برای بازهٔ(a,b) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Me = a + (b - a) \qquad (۱۵)$$

بعد از تعریف متغیر جدید Me برای هر گزینه، حد پایین[1] و حد بالا[2] و مقدارقطعی(I_γ)، متناسب با هر گزینه با توجه به این متغیر محاسبه می‌شود.

$$LB(a) = a + (Me - a)\,\alpha \qquad (۱۶)$$

$$UB(a) = Me + (b - Me)\,\alpha \qquad (۱۷)$$

$$I_\gamma = Lb(\gamma) + Ub(1-\gamma), \forall\gamma \in [0,1], \gamma = 0.4 \qquad (۱۸)$$

α پارامتر تصمیم و γ معیار خوش‌بینی است طبق [21]، α=0.7 و $\gamma = 0.4$ است.

گام دوم: به‌دست‌آوردن توافق گروهی با استفاده از الگوریتم تجمیعی

مرحله نخست: محاسبه اولویت‌های جمعی (CP)[3]

ماتریس‌تصمیم مقادیر اولویت‌های فردی (IP)[4] هر تصمیم‌گیرنده را نشان می‌دهد. در ماتریس تصمیم با مقایسات زوجی دوتایی از الگوریتم تجمیعی میانگین وزنی برای به‌دست‌آوردن اولویت‌های جمعی استفاده می‌شود. (CP_{ij})، اولویت جمعی گزینهٔ A_i نسبت به معیار C_j و (IP_{ij}) اولویت‌های فردی گزینهٔ A_i نسبت به معیار C_j را نشان می‌دهند:

$$CP_{ij} = \text{neat OWA}\{IP_{ij}\} = \sum_{t=1}^{k} \Psi_t IP_{ij} \quad \Big| \Psi_t = \frac{(IP_{ij})^\beta}{\sum_{l=1}^{k}(IP_{lj})^\beta} \qquad (۱۹)$$
$$i=1,\ldots,m \quad j=1,\ldots,n$$

مرحله دوم: محاسبه ماتریس درجهٔ نزدیکی[5]

درجهٔ نزدیکی، معیار نزدیکی نظر فرد به گروه را نشان می‌دهد و مطابق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$DP(IP_{ij}) = [\,|CP_{ij} - IP_{ij}|/(m-1)]^b \qquad (۲۰)$$
$$m=100,\ b\in[0,1] \quad i=1,\ldots,m \quad j=1,\ldots,n$$

b فرآیند رسیدن به توافق را کنترل می‌کند که در اینجا b=1 در نظرگرفته شده است.

مرحله سوم: محاسبه میانگین ماتریس درجه نزدیکی برای هرگزینه

در این مرحله، برای هر گزینه، در ماتریس درجه نزدیکی به‌دست آمده از مرحله دوم میانگین گرفته می‌شود.

$$\text{Mean DP} = \sum_{t=1}^{k} DP(IP_{ij})/k \quad i=1,\ldots,m \quad j=1,\ldots,n \qquad (۲۱)$$

مرحله چهارم: محاسبهٔ ماتریس درجهٔ توافق[6]

در این مرحله با استفاده از رابطهٔ زیر، تصمیم‌گیرندگان درجه توافق را برای هر گزینه محاسبه می‌کنند:

$$DC_{ij} = 1\text{-Mean DP} \quad i=1,\ldots,m \quad j=1,\ldots,n \qquad (۲۲)$$

مرحله پنجم: محاسبهٔ میانگین معیارها و میانگین وزن‌های مربوط به هر معیار درماتریس درجهٔ توافق

چون ماتریس مقایسات زوجی برای هر معیار دوتایی است و از آنجایی که در آخر از برنامه‌ریزی خطی هدفمند استفاده می‌شود، پس باید میانگین معیارها و میانگین وزن‌های مربوط به هر معیار را محاسبه کرده و آن‌ها را به‌صورت یک عدد که نماینده اعداد دیگر است به مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه داد.

[1] Lower Bound (LB)
[2] Upper Bound (UB)
[3] Collective Preference (CP)
[4] Individual Preference (IP)
[5] Degree of Proximity (DP)
[6] Degree of Consensus (DC)

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

گام سوم: ارزیابی گزینه‌ها به‌کمک ضریب نزدیکی در روش تاپسیس

مرحله نخست: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم

اگر در ماتریس تصمیم، وزن مربوط به ستونی مثبت باشد، برای هر معیار، بیشترین مقدار ماتریس تصمیم را مشخص کرده و تمامی اعضای ماتریس تصمیم مربوط به ستونی که وزنش مثبت بوده بر بیشترین مقدار، تقسیم می‌شوند؛ در غیر این صورت اگر وزن مربوط به ستونی منفی باشد، کمترین مقدار ستون مربوطه را مشخص کردهده و بر تمامی اعضای مربوط به ستون مورد نظرش تقسیم می‌شود.

مرحله دوم: وزن‌دهی به ماتریس تصمیم نرمال‌شده

$$\tilde{v}_{ij}=\tilde{x}_{ij} \times \tilde{w}_{ij} \quad i=1,\ldots,m \quad j=1,\ldots,n \qquad (۲۳)$$

$\tilde{x}_{ij}$ ماتریس تصمیم نرمال شده است. $\tilde{w}_{ij}$ بیان‌کننده اهمیت معیار C_j است. بنابراین ماتریس تصمیم وزن‌دار به‌صورت رابطه زیر خواهد بود:

$$\tilde{V}=[\tilde{v}_{ij}]_{m\times n} \quad i=1, \ldots, m \quad j=1, \ldots,n \qquad (۲۴)$$

مرحله سوم: به‌دست‌آوردن گزینه‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی در ماتریس تصمیم نرمال وزن‌دهی‌شده

(FIRP, A^+)[1] گزینه ایده‌آل یا (ایده‌آل مثبت) و نشان‌دهندهٔ بهترین ارزش موجود از یک معیار است و (FARP, A^-)[2] گزینه ضد ایده‌آل یا (ایده‌آل منفی) و نشان‌دهندهٔ بدترین ارزش موجود از یک معیار است و به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+,\tilde{v}_2^+,\ldots\tilde{v}_j^+)=\{(\max\tilde{v}_{ij} \mid i=1,\ldots,m)\}, \quad j=1,\ldots,n \qquad (۲۵)$$

$$A^- =(\tilde{v}_1^-,\tilde{v}_2^-,\ldots\tilde{v}_j^-)=\{(\min\tilde{v}_{ij} \mid i=1,\ldots,m)\}, \quad j=1,\ldots,n \qquad (۲۶)$$

مرحله چهارم: محاسبه فاصله گزینه‌ها تا ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

$$d_i^+=\sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij},\tilde{v}_j^+) \quad i = 1, \ldots, m \quad j = 1, \ldots, n \qquad (۲۷)$$

$$d_i^-=\sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij},\tilde{v}_j^-) \quad i = 1, \ldots, m \quad j = 1, \ldots, n \qquad (۲۸)$$

برای محاسبهٔ فاصله، روش‌های مختلفی وجود دارد از جمله فاصله همینگ، فاصله اقلیدسی[3] و غیره که در اینجا از فاصله اقلیدسی استفاده شده که رایج‌تر است.

[1] Fuzzy Ideal Reference Point (FIRP)
[2] Fuzzy Anti- Ideal Reference Point (FARP)
[3] Euclidean distance

مرحله پنجم: محاسبه ضریب نزدیکی[4]

$$CC_i=\frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \qquad (۲۹)$$

هر اندازه مقدارضریب نزدیکی متناسب با گزینهٔ A_i به یک نزدیکتر باشد، به این مفهوم است که گزینهٔ A_i به راه‌حل ایده‌آل مثبت نزدیک‌تر و از راه‌حل ایده‌آل منفی دورتر است. گزینه‌ای که بیشترین CC_iرا دارد، بهترین انتخاب است.

گام چهارم: حل مدل GPSF[5]

اطلاعات خروجی این گام، پاسخ نهایی مدل پیشنهادی انتخاب تأمین‌کننده‌ها است.

مرحله نخست: نوشتن توابع هدف و محدودیت‌ها

در مدل GPSF، برای هر معیار تابع هدف و محدودیت‌ها نوشته می‌شود. تابع هدف در (۳۰) آورده شده است.

$$\text{(GPSF) Max(Z)} =\sum_{j=1}^{n}[w_j^+ f_j^+(\delta_j^+) + w_j^- f_j^-(\delta_j^-)] \qquad (۳۰)$$

تابع هدف برابر ضرایب δ_jهاست. w_jها، همان میانگین وزن‌های مربوط به هر معیار در ماتریس درجهٔ توافق هستند. و f_jها میانگین مقادیر معیارها در ماتریس تصمیم درجهٔ توافق هستند. در این مرحله به‌ازای هر معیار، محدودیت‌ها نیز نوشته می‌شوند:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j + \delta_j^- - \delta_j^+ = g_j \quad i=1,\ldots,m \quad j=1, \ldots, n \qquad (۳۱)$$

$$A_1+A_2+A_3+A_4+A_5=1 \qquad (۳۲)$$
$$g_j \in [g_j^l, g_j^u] \quad j=1, \ldots, n$$
$$g_j^l=0$$
$$g_j^u=1$$
$$0\le \delta_j^- \le \alpha_{jv}^- \quad j=1, \ldots, n$$
$$0\le \delta_j^+ \le \alpha_{jv}^+ \quad j=1, \ldots, n$$
$$x_j=\{0,1\} \quad j=1, \ldots, n$$

مرحله دوم: دادن توابع هدف و محدودیت‌ها به مدل GPSF و حل آن. با حل مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی، مدل پیشنهادی کامل می‌شود. در این مدل، همان‌گونه که مشخص است، از آنجایی که مدل برنامه‌ریزی خطی برای گام آخر استفاده شده است، درنهایت یک تأمین‌کننده انتخاب نمی‌شود؛ بلکه بهینه‌ترین پیشنهاد برای رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها ارائه می‌شود؛ به‌طوری‌که اهداف و معیارهای مورد نظر شرکت در مجموع برآورده شود.

[4] Correlation Coefficients (CC)
[5] Goal Programming Satisfaction Function(GPSF)

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

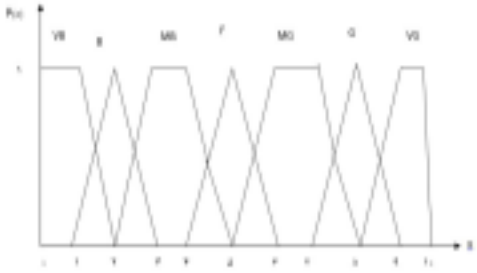
۳-۱- ارزیابی مدل پیشنهادی

برای پیاده‌سازی مدل پیشنهادی بعد از این که معیارهای کیفی به کمی تبدیل شدند، هر تعداد گزینه یا شاخص را در ماتریس تصمیم می‌توانیم وارد کنیم. تعداد گزینه‌ها را در ماتریس تصمیم m=5 در نظر می‌گیریم یک گروه از تصمیم‌گیرندگان ارزیابی‌های خود را برای هر تأمین‌کننده با توجه به معیارها و همچنین وزن اهمیت نسبی معیارها را مطابق جدول (۱) و شکل (۲) به‌صورت متغیرهای کیفی بیان می‌کنند.

(جدول-۱): متغیر های زبانی فازی ذوزنقه‌ای و محدوده آن‌ها [25]

(Table-1): Trapezoidal fuzzy lingual values and their ranges [25]

Very Bad	VB	(۰,۰,۱,۲)
Bad	B	(۱,۲,۲,۳)
Medium Bad	MB	(۲,۳,۴,۵)
Fair	F	(۴,۵,۵,۶)
Medium Good	MG	(۵,۶,۷,۸)
Good	G	(۷,۸ ,۸,۹)
Very Good	VG	(۸,۹,۱۰,۱۰)



(شکل-۲): تابع عضویت اعداد فازی ذوزنقه ای برای متغیرهای زبانی [25]

(Figure-2): Trapezoidal membership function for linguistic variables [25]

در بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار ماتریس مقایسات زوجی به جای (a,b,c,d) مجموعهٔ {e,f,g} است. که e و g همان دو بازهٔ موردنظر هستند.

(جدول-۲): ماتریس تصمیم و وزن‌های اهمیت نسبی معیارها برای مقایسات زوجی دوتایی

(Table-2): Decision matrix and relative weights for criterian in double pair comparisons.

اوزان اهمیت نسبی معیارها	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۹	۱	۱
	c_1	c_2	c_3	c_4	c_1	c_2	c_3	c_4
معیارها	C_1		C_2		C_3		C_4	
A_1	۵	۶	۷	۸	۵	۷	۸	۱۰
A_2	۷	۸	۸	۹	۸	۹	۱۰	۱۰
A_3	۷	۸/۷	۹/۳	۱۰	۷	۸/۳۳	۸/۶۷	۱۰
A_4	۷	۸	۸	۹	۵	۷/۳۳	۷/۷۶	۹
A_5	۵	۶	۷	۸	۵	۷/۳۳	۷/۷۶	۹

حال با استفاده از رابطه (۱۵)، برای هر گزینه در ماتریس مقایسات زوجی دوتایی، مقدار Mc محاسبه شده است، با توجه به متغیر جدید Me، مطابق رابطه (۱۶)، برای هر گزینه حد پایین محاسبه و مطابق رابطه (۱۷) برای هر گزینه حد بالا محاسبه می‌شود. بعد از محاسبه حد پایین و حد بالا برای هر گزینه مطابق رابطه (۱۸)، مقدار قطعی در بازهٔ مطمئن $[L_B, U_B]$ برای هر گزینه با توجه به معیارها محاسبه می‌شود.

نتایج بالا برای معیار C_1 در ماتریسLB،UB و Ir مشاهده می‌شود:

$$LB=\begin{bmatrix} ۵/۷ & ۷/۷ & ۸/۱۹ & ۷/۷ & ۵/۷ \end{bmatrix}$$

$$UB=\begin{bmatrix} ۶ & ۸ & ۸/۷ & ۸ & ۶ \end{bmatrix}$$

$$Ir=\begin{bmatrix} ۵/۸۸۰۰ & ۷/۸۸۰۰ & ۸/۴۹۶۰ & ۷/۸۸۰۰ & ۵/۸۸۰۰ \end{bmatrix}$$

برای همهٔ گزینه‌ها با توجه به معیارهای C_1، C_2، C_3، C_4، حدهای پایین، حدهای بالا و مقدار قطعی محاسبه می‌شود.

نتایج مربوط به محاسبه اولویت‌های جمعی برای معیارها با توجه به رابطه (۱۹) در زیر آورده شده است:

$$CP=\begin{bmatrix} ۰/۱۲۶۹ & ۰/۱۳۰۶ & ۰/۱۵۶۸ & ۰/۱۶۴۱ & ۰/۱۳۳۰ & ۰/۱۵۹۷ & ۰/۱۷۸۰ & ۰/۲۱۶۵ \\ ۰/۲۴۸۷ & ۰/۲۳۲۱ & ۰/۲۰۴۸ & ۰/۲۰۷۷ & ۰/۳۴۰۴ & ۰/۲۶۴۰ & ۰/۲۷۸۱ & ۰/۲۱۶۵ \\ ۰/۲۴۸۷ & ۰/۲۷۴۵ & ۰/۲۷۶۸ & ۰/۲۵۶۴ & ۰/۲۶۰۶ & ۰/۲۲۶۱ & ۰/۲۰۹۰ & ۰/۲۱۶۵ \\ ۰/۲۴۸۷ & ۰/۲۳۲۱ & ۰/۲۰۴۸ & ۰/۲۰۷۷ & ۰/۱۳۳۰ & ۰/۱۷۵۱ & ۰/۱۶۷۵ & ۰/۱۷۵۳ \\ ۰/۱۲۶۹ & ۰/۱۳۰۶ & ۰/۱۵۶۸ & ۰/۱۶۴۱ & ۰/۱۳۳۰ & ۰/۱۷۵۱ & ۰/۱۶۷۵ & ۰/۱۷۵۳ \end{bmatrix}$$

طبق رابطه (۲۰) برای همهٔ مقادیر ماتریس تصمیم، ماتریس درجهٔ نزدیکی محاسبه می‌شود:

$$DP=\begin{bmatrix} ۰/۰۴۹۲ & ۰/۰۵۹۳ & ۰/۰۶۹۱ & ۰/۰۷۹۲ & ۰/۰۴۹۲ & ۰/۰۶۹۱ & ۰/۰۷۹۰ & ۰/۰۹۸۸ \\ ۰/۰۶۸۲ & ۰/۰۷۸۵ & ۰/۰۷۸۷ & ۰/۰۸۸۸ & ۰/۰۷۷۴ & ۰/۰۸۸۲ & ۰/۰۹۸۲ & ۰/۰۹۸۸ \\ ۰/۰۶۸۲ & ۰/۰۸۵۱ & ۰/۰۹۱۱ & ۰/۰۹۸۴ & ۰/۰۶۸۱ & ۰/۰۸۱۹ & ۰/۰۸۵۵ & ۰/۰۹۸۸ \\ ۰/۰۶۸۲ & ۰/۰۷۸۵ & ۰/۰۷۸۷ & ۰/۸۸۸ & ۰/۰۴۹۲ & ۰/۰۷۲۳ & ۰/۰۷۶۷ & ۰/۰۸۹۱ \\ ۰/۰۴۹۲ & ۰/۰۵۹۳ & ۰/۰۶۹۱ & ۰/۰۷۹۲ & ۰/۰۴۹۲ & ۰/۰۷۲۳ & ۰/۰۷۶۷ & ۰/۰۸۹۱ \end{bmatrix}$$

مطابق رابطه (۲۱)، میانگین ماتریس درجهٔ نزدیکی محاسبه می‌شود:

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

Mean DP=

[۰/۰۶۰۶ ۰/۰۷۲۱ ۰/۰۷۷۳ ۰/۰۸۶۹ ۰/۰۵۸۶ ۰/۰۷۶۷ ۰/۰۸۳۲ ۰/۰۹۴۹]

مطابق رابطه (۲۲)، ماتریس درجه توافق محاسبه می‌شود:

DC=

[۰/۰۶۰۶ ۰/۹۲۷۹ ۰/۹۲۲۶ ۰/۹۱۳۱ ۰/۹۴۱۴ ۰/۹۲۳۳ ۰/۹۱۶۸ ۰/۹۰۵۱]

همان‌طور که درقبل گفته شد، چون ماتریس مقایسات زوجی دوتایی است و درنهایت باید به یک ماتریس تصمیم رسید که به‌عنوان ورودی برنامه‌ریزی خطی است، در ماتریس DC حاصل از مرحلهٔ قبل میانگین معیارها و همچنین میانگین وزن‌های معیارها را محاسبه و آن‌ها را در ماتریس DCC و WW قرار می‌دهیم.

DCC= [۰/۹۳۳۶ ۰/۹۱۷۹ ۰/۹۳۲۳ ۰/۹۱۰۹]

WW= [۰/۷۵۰۰ ۰/۸۵۰۰ ۰/۸۵۰۰ ۱]

برای هر گزینه میانگین معیارها، در ماتریس DP محاسبه می‌شوند و در ماتریس M قرار می‌گیرد.

$$M=\begin{bmatrix} ۰/۰۵۴۳ & ۰/۰۷۴۱ & ۰/۰۵۹۱ & ۰/۰۸۸۹ \\ ۰/۰۷۳۳ & ۰/۰۸۳۸ & ۰/۰۸۲۸ & ۰/۰۹۸۵ \\ ۰/۰۷۶۷ & ۰/۰۹۴۸ & ۰/۰۷۵۰ & ۰/۰۹۲۱ \\ ۰/۰۷۳۳ & ۰/۰۸۳۸ & ۰/۰۶۰۷ & ۰/۰۸۲۹ \\ ۰/۰۵۴۳ & ۰/۰۷۴۱ & ۰/۰۶۰۷ & ۰/۰۸۲۹ \end{bmatrix}$$

در گام سوم مرحلهٔ نخست نتایج نرمال‌سازی ماتریس تصمیم به‌صورت زیر است:

N=

[۰/۵۷۴۷ ۰/۶۸۹۷ ۰/۷۰۰۰ ۰/۸۰۰۰ ۰/۵۵۵۶ ۰/۷۷۷۸ ۰/۸۰۰۰ ۱
۰/۸۰۴۶ ۰/۹۱۹۵ ۰/۸۰۰۰ ۰/۹۰۰۰ ۰/۸۸۸۹ ۱ ۱ ۱
۰/۸۰۴۶ ۱ ۰/۹۳۰۰ ۱ ۰/۷۷۷۸ ۰/۹۲۵۶ ۰/۸۶۷۰ ۱
۰/۸۰۴۶ ۰۹۱۹۵ ۰/۸۰۰۰ ۰/۹۰۰۰ ۰/۵۵۵۶ ۰/۸۱۴۴ ۰/۷۷۶۰ ۰/۹۰۰۰
۰/۵۷۴۷ ۰/۶۸۹۷ ۰/۷۰۰۰ ۰/۸۰۰۰ ۰/۵۵۵۶ ۰/۸۱۴۴ ۰/۷۷۶۰ ۰/۹۰۰۰]

نتایج مرحلهٔ دوم گام سوم یعنی وزن‌دهی به ماتریس تصمیم در ماتریس NWبا توجه به روابط (۲۳)، (۲۴) آورده شده است.

NW=

[۰/۴۰۲۳ ۰/۵۵۱۷ ۰/۵۶۰۰ ۰/۷۲۰۰ ۰/۴۴۴۴ ۰/۷۰۰۰ ۰/۸۰۰۰ ۱
۰/۵۶۳۲ ۰/۷۳۵۶ ۰/۶۴۰۰ ۰/۸۱۰۰ ۰/۷۱۱۱ ۰/۹۰۰۰ ۱ ۱
۰/۵۶۳۲ ۰/۸۰۰۰ ۰/۷۴۴۰ ۰/۹۰۰۰ ۰/۶۲۲۲ ۰/۸۳۳۰ ۰/۸۶۷۰ ۱
۰/۵۶۳۲ ۰/۷۳۵۶ ۰/۶۴۰۰ ۰/۸۱۰۰ ۰/۴۴۴۴ ۰/۷۳۳۰ ۰/۷۷۶۰ ۰/۹۰۰۰
۰/۴۰۲۳ ۰/۵۵۱۷ ۰/۵۶۰۰ ۰/۷۲۰۰ ۰/۴۴۴۴ ۰/۷۳۳۰ ۰/۷۷۶۰ ۰/۹۰۰۰]

نتایج مربوط به مرحلهٔ سوم گام سوم یعنی به‌دست‌آوردن گزینه‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، طبق روابط (۲۵) و (۲۶)، با توجه به ماتریس تصمیم نرمال وزن‌دهی‌شده مرحله قبل محاسبه می‌شود.

FIRS=

[۰/۸۰۰۰ ۰/۸۰۰۰ ۰/۹۰۰۰ ۰/۹۰۰۰ ۰/۹۰۰۰ ۱ ۱]

FARS=

[۰/۴۰۲۳ ۰/۴۰۲۳ ۰/۵۶۰۰ ۰/۵۶۰۰ ۰/۴۴۴۴ ۰/۴۴۴۴ ۰/۷۷۶۰ ۰/۷۷۶۰]

در این مرحله با استفاده از فاصلهٔ گفته‌شده در رابطه (۲۹)، (۳۰) نتایج مربوط به محاسبهٔ فاصلهٔ هر گزینه تا ایده‌آل مثبت (DF) و ایده‌آل منفی (DN) مطابق رابطه (۲۷) و (۲۸) محاسبه و سپس با استفاده از رابطه (۳۱) ضریب نزدیکی (CC_i) محاسبه می‌شود.

$$DF=\begin{bmatrix} ۰/۷۷۵۵ \\ ۰/۳۵۴۷ \\ ۰/۴۰۵۸ \\ ۰/۶۲۵۵ \\ ۰/۷۹۲۰ \end{bmatrix} \quad DN=\begin{bmatrix} ۰/۳۹۵۱ \\ ۰/۷۳۸۶ \\ ۰/۷۴۲۳ \\ ۰/۵۲۲۶ \\ ۰/۳۶۱۰ \end{bmatrix} \quad {}_iCC = \begin{bmatrix} ۰/۳۹۵۱ \\ ۰/۷۳۸۶ \\ ۰/۷۴۲۳ \\ ۰/۵۲۲۶ \\ ۰/۳۶۱۰ \end{bmatrix}$$

در ادامه نتایج مربوط به مرحلهٔ آخر که درواقع همان رتبه‌بندی نهایی بین پنج گزینه است آورده شده است.

طبق رابطه (۳۲) تابع هدف محاسبه می‌شود و نتیجه در زیر آورده شده است:

f= [۰/۷۰۰۲ ۰/۷۸۰۲ ۰/۷۹۲۵ ۰/۹۱۰۹ ۰ ۰ ۰ ۰]

برای نوشتن محدودیت‌ها، ابتدا ماتریس تصمیم محاسبه می‌شود؛ نتایج به‌صورت زیر است:

$$M.C^*=\begin{bmatrix} ۰/۰۱۸۳ & ۰/۰۲۵۰ & ۰/۰۲۰۰ & ۰/۰۳۰۰ \\ ۰/۰۴۹۵ & ۰/۰۵۶۶ & ۰/۰۵۵۹ & ۰/۰۶۶۶ \\ ۰/۰۴۹۶ & ۰/۰۶۱۳ & ۰/۰۴۸۵ & ۰/۰۵۹۶ \\ ۰/۰۳۳۴ & ۰/۰۳۸۱ & ۰/۰۲۷۶ & ۰/۰۳۷۷ \\ ۰/۰۱۷۰ & ۰/۲۳۲ & ۰/۰۱۹۰ & ۰/۰۲۶۰ \end{bmatrix}$$

بعد از محاسبهٔ ماتریس تصمیم، نتایج مربوط به محاسبه محدودیت‌ها در زیرمشاهده می‌شود. ماتریس Aeq نتایج مربوط به سمت چپ محدودیت‌ها است:

Aeq=

[۱ ۰ ۰ ۰ ۰/۰۱۸۳ ۰/۰۴۹۵ ۰/۰۴۹۶ ۰/۰۳۳۴ ۰/۰۱۷۰
۰ ۱ ۰ ۰ ۰/۰۲۵۳ ۰/۰۵۶۶ ۰/۰۶۱۳ ۰/۰۳۸۱ ۰/۰۲۳۲
۰ ۰ ۱ ۰ ۰/۰۲۰۰ ۰/۰۵۵۹ ۰/۰۴۸۵ ۰/۰۲۷۶ ۰/۰۱۹۰
۰ ۰ ۰ ۱ ۰/۰۳۰۰ ۰/۰۶۶۶ ۰/۰۵۹۶ ۰/۰۳۷۷ ۰/۰۲۶۰
۰ ۰ ۰ ۰ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱]

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

Beq مربوط به سمت راست محدودیت‌ها می‌باشد. طبق محدودیت (۳۳)، Beq به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$Beq(c) = DCC(c)*(1-WW(c))$$

$$Beq= \begin{bmatrix} ۰/۰۲۳۴ & ۰/۱۳۷۷ & ۰/۱۳۹۸ & ۰ & ۱ \end{bmatrix}$$

حال با دادن توابع هدف و محدودیت‌ها، به مدل GPSF، مدل حل می‌شود؛ که نتایج در زیر نشان داده شده است:

$$Z=f\ val=۰/۳۹۵۵$$

$$X= \begin{bmatrix} ۰/۱۰۰۶۵ \\ ۰/۹۳۹۲۲ \\ ۰/۰۹۳۹۱۳ \\ ۰/۹۳۸۹۹ \\ ۰/۱۹۲۳ \end{bmatrix}$$

حال مقادیر X را به‌صورت نزولی مرتب کرده و گزینه‌ها به‌صورت زیر رتبه‌بندی می‌شوند:

Rank = ۱ Alter = ۵ Score = ۰/۱۹۲۳

Rank = ۲ Alter = ۱ Score = ۰/۱۰۰۶۵

Rank = ۳ Alter = ۲ Score =۰/۰۹۳۹۲۲

Rank = ۴ Alter = ۳ Score =۰/۰۹۳۹۱۳

Rank = ۵ Alter = ۴ Score =۰/۰۹۳۸۹۹

۴- نتیجه

در عصر حاضر شرکت‌ها برای کسب موفقیت در عرصهٔ رقابت و بالطبع دست‌یابی به سود بیشتر و کسب رضایت مشتری، توجه بیشتری به مدیریت زنجیرهٔ تأمین دارند. در این بین، انتخاب تأمین‌کننده یک مسألهٔ اساسی در زنجیرهٔ تأمین است که نقش بسیار مهمی در جهت ارتقا و یا رکود یک شرکت دارد. به همان اندازه که انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب، در تقلیل هزینه‌ها مؤثر است و باعث افزایش قدرت رقابت شرکت‌ها می‌شود، انتخاب تأمین‌کنندگان نامناسب نیز می‌تواند باعث تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکت‌ها شود. به‌طور کلی، در صحنهٔ رقابت امروزی، تولید محصولاتی با کیفیت بالا و هزینهٔ کم، بدون تأمین‌کنندگانی مناسب و رضایت‌بخش امکان‌پذیر نیست. در این مقاله برای حل مسألهٔ انتخاب تأمین‌کننده، از رویکردی ترکیبی به‌دست‌آوردن توافق با استفاده از روش‌های میانگین وزنی و استفاده از روش تاپسیس و مدل برنامه‌ریزی هدفمند استفاده شده است. درواقع در این مدل برای هر گزینه از اعداد فازی شهودی بازه ای مقدار استفاده شده است. تا محیطی نزدیک به واقعیت و بستری غیرقطعی در مسأله، فراهم شود و برای رسیدن به یک توافق جمعی در رابطه با اولویت‌ها از الگوریتم تجمیعی میانگین وزنی استفاده شده است. بعد از محاسبه میزان توافق جمعی، درجهٔ نزدیکی محاسبه شده و به‌کمک این درجه، میزان نزدیکی نظر فرد با نظر جمعی مشخص شده که هدف مسأله، بیشینه‌سازی درجهٔ نزدیکی است؛ سپس با استفاده از روش تاپسیس برای هر گزینه ضریب نزدیکی محاسبه شده است، گزینه‌ای با بیشترین ضریب نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل نزدیک‌تر است و چون هدف نهایی مدل پیشنهادی، رتبه‌بندی بهینه تأمین‌کنندگان است به شرطی که فاکتورهای اصلی مورد نیاز برای تصمیم‌گیری برآورده شود. از این‌رو از مدل برنامه‌ریزی خطی هدف‌دار با توابع رضایت‌بخش در آخر استفاده شد.

از مزایای روش می‌توان به استفاده از بستر فازی شهودی بازه‌ای مقدار برای نمایش بهتر ابهام و غیر قطعی‌بودن و استفاده از روش تاپسیس برای ارزیابی گزینه‌ها، که روشی پر کاربرد با محاسبات کم برای ارزیابی گزینه‌هاست و همچنین استفاده از روش میانگین وزنی OWA برای محاسبهٔ اولویت‌های جمعی، که به‌صورت تحلیلی محاسبه می‌شود و نسبت به روش‌های دیگر انعطاف‌پذیری بیشتری دارد و یک عمل‌گر خطی است، اشاره کرد. از معایب روش نیز می‌توان به عدم تشخیص میزان دقیق‌بودن روش‌های MCDM به‌دلیل متفاوت‌بودن منطق‌های ریاضی استفاده‌شده در مدل‌ها اشاره کرد. به‌منظور بهبود عملکرد این مدل درآینده، می‌توان از الگوریتم‌های تکاملی برای یافتن بیشترین مقدار بهینه تابع هدف استفاده و حل مدل برنامه‌ریزی خطی با روش‌هایی مثل سیمپلکس، استفاده از توابع متریک دیگر مثل همینگ برای محاسبهٔ فاصلهٔ گزینه‌ها تا ایده‌آل مثبت و منفی اشاره کرد. با توجه به این که داده‌های این مسأله، فازی شهودی بازه‌ای مقدار هستند و تا کنون برای حل این مسأله با این داده‌ها روشی ارائه نشده است، لذا امیدواریم روش ارائه‌شده در این مقاله در پژوهش‌های آینده به‌عنوان مبنایی برای کارهای آینده باشد.

۵- مراجع 5- References

[1] S. H. Ghodsypour and C. O'Brien, "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming", *International Journal of Production Economics,* vol. 56, pp. 199-212, 1998.

[2] V. Thiagarasu and R. Dharmarajan, "An intuitionistic fuzzy topsis DSS model with

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

[14] C. Yu, Y. Shao, K. Wang, L. Zhang, "A group decision making sustainable supplier selection approach using extended TOPSIS under interval-valued Pythagorean fuzzy environment", *Expert Systems with Applications*, vol. 121, pp. 1-17, 2019.

[15] S. E. Omosigho and D. E. Omorogbe, "Supplier selection using different metric functions", *Yugoslav Journal of Operations Research* ,vol. 25, no.3, pp. 413-423, 2015.

[16] J. Chai, J. N. Liu, and A. Li, "A new intuitionistic fuzzy rough set approach for decision support", *Proceedings of the International Conference on Rough Sets and Knowledge Technology*, Chengdu, China, August 17-20, 2012, pp. 71-80.

[17] D. Liang and Z. Xu, "The new extension of TOPSIS method for multiple criteria decision making with hesitant Pythagorean fuzzy sets," *Applied Soft Computing*, vol. 60 , pp. 167–179, 2017.

[18] A. C. Pan, "Allocation of order quality among suppliers", *Journal of Purchasing and Materials Management,* vol. 25, no.3, pp. 36-39, 1989.

[19] A. A. Gaballa, "Minimum cost allocation of tenders", *Journal of the Operational Research Society,* vol. 25, no. 3, pp. 389-398, 1974.

[20] C. L. Hwang and K. Yoon, "Multiple Attribute Decision Making: methods and applications:A State-of-the-Art Survey", *Springer Science & Business Media*, vol. 186, 2012.

[21] I. Igoulalene, L. Benyoucef and M. K. Tiwari, "Novel fuzzy hybrid multi-criteria group decision making approaches for the strategic supplier selection problem", *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 7, pp. 3342-3356, 2015.

[22] J. A. Goguen, "L-fuzzy sets", *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 18, no. 1, pp. 145-174, 1967.

[23] A. Chaudhuri, D. Kajal, "Fuzzy multi-objective linear programming for traveling salesman problem", *African Journal of Mathematics and Computer Science Research*, vol. 4, no. 2, pp. 64-70, 2011.

[24] A. Keufman and M. Gupta, "Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and application", NY: Van Nostrand Reinhold, 1991.

[25] N. E. Alam, A. A. Hasin, "Algorithms for fuzzy multi expert multi criteria decision making (ME-MCDM)", *Knowledge-Based Systems*, vol. 24, no. 3, pp. 367–377, 2011.

weight determining methods", *International Journal of Engineering and Computer Science*, vol. 6, pp. 20354–20361, 2017.

[3] C. T. Lin, C. B. Chen, and Y. C. Ting, "An ERP model for supplier selection in electronics industry", *Expert Systems with Applications,* vol. 38, no. 3, pp. 1760-1765, 2011.

[4] A. K. Kar, "Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support", *Expert systems with applications,* vol. 41, no. 6, pp. 2762-2771, 2014.

[5] A. Aamodt and E. Plaza, "Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches", *Artificial Intelligence Communications,* vol. 7, no. 1, pp. 39-59, 1994.

[6] A. Amid, S. Ghodsypour, and C. O'Brien, "A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain", *International Journal of Production Economics,* vol. 131, no. 1, pp. 139-145, 2011.

[7] R.-H. Lin, "An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation", *International Journal of Production Economics,* vol. 138, no. 1, pp. 55-61, 2012.

[8] F. Arikan, "A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection", *Expert Systems with Applications,* vol. 40, no. 3, pp. 947-952, 2013.

[9] J. Rezaei, P. B. M. Fahim and L. Tavasszy, "Supplier Selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjuncative screening method and fuzzy AHP", *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 18, pp. 679-693, 2014.

[10] J. Chai, J. N. Liu, and Z. Xu, "A new rule-based SIR approach to supplier selection under intuitionistic fuzzy environments", *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems,* vol. 20, no. 03, pp. 451-471, 2012.

[11] A. Makui, M. R. Gholamian, and E. Mohammadi, "A hybrid intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making approach for supplier selection", *Journal of Optimization in Industrial Engineering,* vol. 9, no. 20, pp. 61-73, 2016.

[12] M. Izadikhah, "Group decision making process for supplier selection with TOPSIS method under interval-valued intuitionistic fuzzy numbers", *Advances in Fuzzy Systems,* vol. 12, p. 2, 2012.

[13] Z. Y. Bai, "An interval-valued intuitionistic fuzzy TOPSIS method based on an improveed score function", *The Scientific World Journal,* vol. 13, no.1, 2013.

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020

مرجان کوچکی رفسنجانی دکترای خود را در رشته مهندسی رایانه گرایش نرم‌افزار در سال ۱۳۸۷ دریافت کرده است. ایشان هم‌اکنون دانشیار بخش علوم رایانه دانشکده ریاضی و رایانه در دانشگاه شهید باهنر کرمان است. نامبرده تا کنون بیش از ۱۷۰ مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های معتبر داخلی و خارجی به چاپ رسانده است. زمینه‌های پژوهشی وی شبکه‌های رایانه‌ای (شبکه‌های ویژه سیار، شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم، شبکه‌های ویژه خودرویی)، تجارت الکترونیک، هوش مصنوعی و رایانش گرید و ابری است.

نشانی رایانامه ایشان عبارت است از:

kuchaki@uk.ac.ir

ارشام برومند سعید دکترای خود را در رشته ریاضی در سال ۱۳۸۳ دریافت کرده است. ایشان هم‌اکنون استاد بخش ریاضی دانشکده ریاضی و رایانه در دانشگاه شهید باهنر کرمان است. نامبرده تا کنون بیش از سیصد مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های معتبر داخلی و خارجی به چاپ رسانده است. زمینه‌های پژوهشی وی منطق، سامانه‌های فازی و کاربردهای آنها است.

نشانی رایانامه ایشان عبارت است از:

arsham@uk.ac.ir

فرزانه میرزاپور کارشناس ارشد علوم رایانه از دانشگاه شهید باهنر کرمان است. زمینه‌های پژوهشی وی شبکه‌های رایانه‌ای و سامانه‌های فازی است.

نشانی رایانامه ایشان عبارت است از:

farzane.mirzapour@gmail.com

Downloaded from jsdp.rcisp.ac.ir at 17:24 +0330 on Sunday December 27th 2020