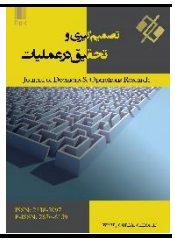
Archive of SID.ir

E-ISSN: 2676-6159 | P-ISSN: 2538-5079

Journal of Decisions and Operations Research

www.journal-dmor.ir

J. Decis. Oper. Res. Vol. 9, No. 1 (2024) 134–148.



Paper Type: Original Article

Human Resource Evaluation Using a GRA-Based Decision Model in an Interval-Valued Fuzzy Environment

Seyed Mahdi Ghanizadeh*

Faculty of Petroleum and Natural Gas Engineering, Sahand Oil and Gas Research Institute (SOGRI), Sahand University of Technology, Tabriz, Iran; mghanizade2000@gmail.com.

Citation:

Ghanizadeh, S. M. (2024). Human resource evaluation using a GRA-based decision model in an interval-valued fuzzy environment. *Journal of decisions and operations research, 9*(1), 134-148.

Received: 12/07/2023 Reviewed: 14/08/2023 Revised: 19/09/2023 Accepted: 01/11/2023

Abstract

Purpose: This research aims to present a new hybrid method for evaluating and choosing the right human resources for the right position in the organization under conditions of uncertainty.

Methodology: In this research, the Grey Relationship Analysis (GRA) method developed with positive and negative ideal concepts is used to evaluate the employees and human resources of organizations and put the right person in the right position. Also, the best-worst method is used to evaluate the effective criteria in human resource evaluation. Finally, the two presented methods are developed in the interval-valued fuzzy environment for facing uncertainty.

Findings: The proposed method was successfully applied to the problem of evaluating human resources in an environment of uncertainty. Also, according to the best-worst method, it was found that the knowledge and experience of the person are very important and have the most weight. Finally, using the developed GRA method, it was determined that person number 3, among five candidates, is suitable for managing systems and methods in the organization.

Originality/Value: In this research, the GRA method is improved based on positive and negative ideal concepts and developed in an interval-valued fuzzy environment. Then, the developed BWM method under an interval-valued fuzzy environment is used to weigh important criteria in the personnel evaluation process. Interval-valued fuzzy sets provide more degrees of freedom for real-world uncertainty due to having interval membership degrees. Finally, the position of systems and methods manager, a new organisational job, has been examined.

Keywords: Human resource evaluation, GRA method, BWM method, Interval-valued fuzzy sets.

Corresponding Author: mghanizade2000@gmail.com https://doi.org/10.22105/dmor.2024.402960.1767

Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات
دوره ۹، شماره (۱)، (۱۴۰۳)، ۱۴۸-۱۳۴
www.journal-dmor.ir

نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی منابع انسانی با استفاده از یک مدل تصمیم مبتنی بر GRA در محیط فازی با ارزش بازه‌ای

سیدمهدی غنی‌زاده*
دانشکده مهندسی نفت و گاز، پژوهشکده نفت و گاز سهند، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران.

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر ارایه یک روش ترکیبی جدید برای ارزیابی و انتخاب درست منابع انسانی برای جایگاه مناسب در سازمان تحت شرایط عدم قطعیت است.

روش‌شناسی پژوهش: در این پژوهش از روش تحلیل رابطه خاکستری[1] توسعه‌یافته با مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی به‌منظور ارزیابی کارکنان و منابع انسانی سازمان‌ها و قرار دادن شخص مناسب در جایگاه مناسب استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌منظور ارزیابی معیارهای وزن‌دهیگذار در ارزیابی منابع انسانی از روش بهترین-بدترین استفاده می‌گردد. درنهایت دو روش ارایه شده در محیط فازی با ارزش بازه‌ای در جهت مواجهه با عدم قطعیت توسعه داده می‌شود.

یافته‌ها: روش پیشنهادی با موفقیت بر روی مساله ارزیابی منابع انسانی در محیط عدم قطعیت اعمال گردید. هم‌چنین با توجه به روش بهترین-بدترین مشخص شد که دانش و تجربه شخص موردنظر بسیار حایز اهمیت است و بیشترین وزن را دارد. درنهایت با استفاده از روش *GRA* توسعه‌یافته مشخص گردید که از میان ۵ شخص کاندید، شخص شماره ۳ مناسب مدیریت سیستم‌ها و روش‌ها در سازمان است.

اصالت/ارزش افزوده علمی: در این پژوهش روش *GRA* بر اساس مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی بهبود و سپس در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه می‌یابد. سپس برای وزن‌دهی به معیارهای مهم در فرآیند ارزیابی پرسنل، از روش *BWM* توسعه‌یافته در محیط فازی با ارزش بازه‌ای استفاده می‌شود. مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای به دلیل داشتن درجه عضویت بازه‌ای، درجه آزادی بیشتری برای در نظر گرفتن عدم قطعیت دنیای واقعی ارایه می‌کنند. درنهایت انتخاب مدیر سیستم‌ها و روش‌ها که یک شغل جدید در سازمان‌ها است، موردبررسی قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی منابع انسانی، روش *GRA*، روش *BWM*، مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای.

۱- مقدمه

مساله انتخاب پرسنل مناسب برای شغل مناسب بسیار پراهمیت است و در صورت تصمیم اشتباه، صدمات جبران‌ناپذیری به سازمان وارد می‌کند [1]. به همین منظور، می‌بایست طی فرآیندی دقیق، پرسنل مناسب بر اساس معیارهای مناسب ارزیابی و دسته‌بندی شوند. این مساله در سال‌های اخیر به‌عنوان یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره مطرح شده است [2]. به همین منظور، برای ارزیابی پرسنل نیاز به یک روش رتبه‌بندی پرسنل و یک روش وزن‌دهی به معیارهای پراهمیت برای ارزیابی پرسنل می‌باشد. از طرفی دیگر در محیط تصمیم‌گیری و مسایل دنیای واقعی سازمان‌ها، عدم قطعیت‌های فراوانی وجود دارد. به‌منظور مواجهه با این عدم قطعیت‌ها، مجموعه‌های فازی می‌تواند مثمر ثمر واقع شود [3]. به همین دلیل، در این

[1] Grey Relationship Analysis (GRA)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهش در ابتدا ادبیات مربوط به انتخاب پرسنل در سازمان‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد، سپس ادبیات موضوع روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سپس روش *GRA* که یکی از روش‌های شناخته‌شده ادبیات موضوع است، موردبررسی قرار می‌گیرد. سپس مجموعه‌های فازی کلاسیک و فازی با ارزش بازه‌ای مرور می‌شوند.

منابع انسانی یا به بیان امروز سرمایه فکری، از مهم‌ترین ورودی‌های یک کسب‌وکار است [4]. معمولا اشتباه در انتخاب پرسنل مناسب برای شغل مناسب به‌راحتی جبران‌پذیر نیست. بدین ترتیب ضروری است که تمام پرسنلی که در هر سازمان و حرفه‌ای مشارکت دارند، توسط معیارهای مناسب و به‌درستی برای هر شغل انتخاب شده باشند. پس استخدام پرسنل مناسب برای کسب‌وکار، مزایای زیادی به همراه خواهد داشت و از طرف دیگر، انتخاب نادرست با کاهش بهره‌وری، باعث وزن‌دهیات منفی بسیار خواهد شد [5]. کار ناکارآمد و بی‌کیفیت هزینه نیروی کار را بیش‌ازپیش افزایش داده و شانس کسب‌وکار را در رقابت کم می‌کند. به همین دلیل، عملکرد مناسب پرسنل، یک عامل اساسی در توسعه کسب‌وکار است. عملکرد پرسنل به عوامل مختلفی ازجمله مهارت و تجربه آن‌ها در کارشان بستگی دارد. به این دلایل فرآیند استخدام برای رفع نیازهای پرسنلی که از رشد کسب‌وکارها نشات می‌گیرد، به فرآیندی حساس و نیازمند دقت تبدیل شده است [1]، [6]، [7].

انتخاب کاندید مناسب وزن‌دهی مستقیمی بر کیفیت بخش منابع انسانی یک شرکت دارد و ازاین‌رو یک فعالیت مهم برای شرکت‌های دولتی و خصوصی است. در دو دهه اخیر، عمده‌ی تلاش نظریه‌پردازان بر روی عملکرد مدیریت منابع انسانی (*HRM*) متمرکز شده است. با توجه به این‌که سرمایه انسانی مهم‌ترین بخش هر شرکتی است و دستیابی به اهداف سازمانی از طریق آن صورت می‌گیرد، وضعیت رفاه و رضایت شغلی به یک اولویت استثنایی برای مدیران کسب‌وکار و منابع انسانی تبدیل شده است [8]. در حال حاضر، شرکت‌ها با رقابت فزاینده‌ای روبه‌رو هستند که مدیران را ملزم می‌کند تا دائما راه‌های جدیدی برای بهینه‌سازی منابع اصلی سازمانی خود، یعنی منابع انسانی بیابند، به‌طوری‌که در یک کسب‌وکار پویا، منابع انسانی عامل کلیدی موفقیت در اجرای سیاست‌ها و بهبود عملکرد شرکت در نظر گرفته می‌شود [9]. بدین ترتیب منابع انسانی عامل مهمی در عملکرد یک سازمان بوده و مبنای دستیابی به اهداف سازمان و حفظ مزیت رقابتی است [8]، [10].

فضای رقابتی که با توسعه فناوری شتاب بیشتری گرفته، باعث لزوم تجدید مستمر در شرکت‌ها شده است. مهم نیست که یک کسب‌وکار چقدر روی برند خود سرمایه‌گذاری می‌کند، چراکه ارزش آن کسب‌وکار به پرسنلی است که به کار می‌گیرد. یکی از اهداف اولیه منابع انسانی، انتخاب پرسنلی است که بتوانند به بهترین وجه نیازهای کسب‌وکار را برآورده کنند، با فرهنگ سازمانی سازگار شوند و پذیرای تغییر و پیشرفت باشند. تحقق چنین هدفی برای کسب‌وکارها به‌سادگی میسر نیست و شناسایی کاندیداهایی که معیارهای موردنظر را دارند و انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین آن‌ها یک موضوع پیچیده و پرهزینه است. به همین دلیل، مساله ارزیابی پرسنل می‌بایست با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره حل شوند [11]، [12]. اکثر تصمیماتی که در مورد مسایل بسیار پیش‌پاافتاده‌ی زندگی روزمره گرفته می‌شوند تحت وزن‌دهی بیش از یک معیار هستند. این وضعیت باعث می‌شود که تصمیمات افراد مختلف در مورد یک موضوع واحد با یکدیگر متفاوت باشد. مسایل تصمیم‌گیری با افزایش تعداد معیارها پیچیده‌تر می‌شوند و وزن‌دهی‌گذاری معیارها بر یکدیگر باعث پیچیدگی بیشتر نیز می‌شود [13].

در این مقاله، به‌منظور ارزیابی پرسنل از یک روش تصمیم‌گیری جدید بر مبنای *GRA* که با دو شاخص ایده‌آل مثبت و منفی توسعه داده شده، استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌منظور وزن‌دهی به معیارهای وزن‌دهی‌گذار در فرآیند ارزیابی پرسنل از روش بهترین-بدترین استفاده می‌شود که نسبت به *AHP* مقایسات زوجی بسیار کمتری دارد. هم‌چنین روش پیشنهادی که ترکیبی از یک ورژن جدید *GRA* و روش بهترین-بدترین است، در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه داده می‌شود. مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای برای مواجهه با عدم قطعیت بسیار موثرتر از مجموعه‌های فازی کلاسیک هستند، چراکه درجه عضویت آن‌ها به‌جای یک عدد قطعی یک عدد بازه‌ای است که در بازه [0,1] بیان می‌شود. درنهایت به‌منظور نشان دادن کارایی روش پیشنهادی، یک مطالعه موردی در رابطه با انتخاب مدیر سیستم‌ها و روش‌ها، موردبحث و بررسی قرار می‌گیرد و روش پیشنهادی بر روی آن اعمال می‌گردد.

این مقاله به‌صورت زیر ساختاریافته است: بخش دوم مبانی نظری و پیشینه تحقیق را بیان می‌کند. در مبانی نظری، مبانی موردنیاز از مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای بیان می‌شود. در بخش پیشینه تحقیق، ادبیات تحقیق بیان می‌گردد. سپس روش پیشنهادی این مقاله در بخش سوم بیان می‌گردد و در بخش چهارم یک مطالعه موردی برای انتخاب مدیر سیستم‌ها و روش‌ها بیان می‌شود. درنهایت نتیجه‌گیری ارایه می‌گردد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

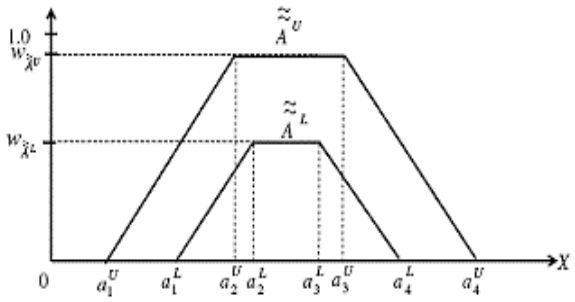
۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

مجموعه‌های فازی بازه‌ای توسط گرزالکزانی [14] معرفی شد. سپس مجموعه‌های فازی ذوزنقه‌ای بازه‌ای توسط یائو و لین [15] معرفی شد. مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای به‌جای استفاده از یک عدد قطعی برای درجه عضویت از یک بازه به‌منظور نشان دادن درجه عضویت بهره می‌برند [16]، [17]. این مهم به مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای کمک می‌کند تا آزادی بیشتری برای در نظر گرفتن عدم قطعیت در اختیار داشته باشند [18]. مجموعه یک عدد فازی با ارزش بازه‌ای ذوزنقه‌ای به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{A}=[\tilde{A}^L,\tilde{A}^U]=\left[\left(a_1^L,a_2^L,a_3^L,a_4^L;w_{\tilde{A}^L}\right),\left(a_1^U,a_2^U,a_3^U,a_4^U;w_{\tilde{A}^U}\right)\right]. \qquad (۱)$$

درواقع یک عدد فازی با ارزش بازه‌ای از دو قسمت حد بالا (A^U) و حد پایین (A^L) تشکیل شده است. **شکل ۱** یک عدد فازی با ارزش بازه‌ای ذوزنقه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۱- یک عدد فازی ذوزنقه‌ای با ارزش بازه‌ای.
Figure 1- A interval-valued trapezoidal fuzzy number.

فرض کنید دو عدد فازی با ارزش بازه‌ای به‌صورت زیر تعریف شوند:

$$\tilde{J}=[\tilde{J}^L\subset\tilde{J}^U]=\left[\left(j_1^L,j_2^L,j_3^L,j_4^L;w_{\tilde{J}^L}\right),\left(j_1^U,j_2^U,j_3^U,j_4^U;w_{\tilde{J}^U}\right)\right]. \qquad (۲)$$

$$\tilde{K}=[\tilde{K}^L\subset\tilde{K}^U]=\left[\left(k_1^L,k_2^L,k_3^L,k_4^L;w_{\tilde{K}^L}\right),\left(k_1^U,k_2^U,k_3^U,k_4^U;w_{\tilde{K}^U}\right)\right], \qquad (۳)$$

که برای همه $i=1,2,...,4$ ، $0\le j_i^L\le 1$ و $0\le j_i^U\le 1$ است. هم‌چنین $0\le w_{\tilde{J}^L}\le w_{\tilde{J}^U}\le 1$ و $0\le w_{\tilde{J}^L}\le w_{\tilde{J}^U}\le 1$ است. اکنون عملیات ریاضی پایه بین این اعداد فازی به‌صورت زیر تعریف می‌شود [19]:

جمع:

$$\begin{aligned}&\tilde{J}\oplus\tilde{K}=\left[\left(j_1^L,j_2^L,j_3^L,j_4^L;w_{\tilde{J}^L}\right),\left(j_1^U,j_2^U,j_3^U,j_4^U;w_{\tilde{J}^U}\right)\right]\\&\oplus\left[\left(k_1^L,k_2^L,k_3^L,k_4^L;w_{\tilde{K}^L}\right),\left(k_1^U,k_2^U,k_3^U,k_4^U;w_{\tilde{K}^U}\right)\right]=\\&\left[\begin{array}{l}\left(j_1^L+k_1^L,j_2^L+k_2^L,j_3^L+k_3^L,j_4^L+k_4^L;min\left\{w_{\tilde{J}^L},w_{\tilde{K}^L}\right\}\right),\\\left(j_1^U+k_1^U,j_2^U+k_2^U,j_3^U+k_3^U,j_4^U+k_4^U;min\left\{w_{\tilde{J}^U},w_{\tilde{K}^U}\right\}\right)\end{array}\right].\end{aligned} \qquad (۴)$$

تفریق:

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

$$\tilde{J}\Theta\tilde{K}=\left[\left(j_1^L,j_2^L,j_3^L,j_4^L;w_{\tilde{J}^L}\right),\left(j_1^U,j_2^U,j_3^U,j_4^U;w_{\tilde{J}^U}\right)\right]$$
$$\Theta\left[\left(k_1^L,k_2^L,k_3^L,k_4^L;w_{\tilde{K}^L}\right),\left(k_1^U,k_2^U,k_3^U,k_4^U;w_{\tilde{K}^U}\right)\right]=$$
$$\left[\begin{matrix}\left(j_1^L-k_4^L,j_2^L-k_3^L,j_3^L-k_2^L,j_4^L-k_1^L;min\left\{w_{\tilde{J}^L},w_{\tilde{K}^L}\right\}\right),\\ \left(j_1^U-k_4^U,j_2^U-k_3^U,j_3^U-k_2^U,j_4^U-k_1^U;min\left\{w_{\tilde{J}^U},w_{\tilde{K}^U}\right\}\right)\end{matrix}\right]. \quad (۵)$$

ضرب:

$$\tilde{J}\otimes\tilde{K}=\left[\left(j_1^L,j_2^L,j_3^L,j_4^L;w_{\tilde{J}^L}\right),\left(j_1^U,j_2^U,j_3^U,j_4^U;w_{\tilde{J}^U}\right)\right]$$
$$\otimes\left[\left(k_1^L,k_2^L,k_3^L,k_4^L;w_{\tilde{K}^L}\right),\left(k_1^U,k_2^U,k_3^U,k_4^U;w_{\tilde{K}^U}\right)\right]=$$
$$\left[\begin{matrix}\left(j_1^L\times k_1^L,j_2^L\times k_2^L,j_3^L\times k_3^L,j_4^L\times k_4^L;min\left\{w_{\tilde{J}^L},w_{\tilde{K}^L}\right\}\right),\\ \left(j_1^U\times k_1^U,j_2^U\times k_2^U,j_3^U\times k_3^U,j_4^U\times k_4^U;min\left\{w_{\tilde{J}^U},w_{\tilde{K}^U}\right\}\right)\end{matrix}\right]. \quad (۶)$$

هم‌چنین فاصله بین دو عدد فازی با ارزش بازه‌ای به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$d(\tilde{J},\tilde{K})=\sqrt{\left[\begin{matrix}(j_1^L-k_1^L)^2+(j_2^L-k_2^L)^2+(j_3^L-k_3^L)^2+(j_4^L-k_4^L)^2+\\ (j_1^U-k_1^U)^2+(j_2^U-k_2^U)^2+(j_3^U-k_3^U)^2+(j_4^U-k_4^U)^2\end{matrix}\right]}. \quad (۷)$$

۲-۲- پیشینه پژوهش

مساله ارزیابی پرسنل به‌صورت یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره قابل مدل‌سازی است و در سال‌های اخیر نیز روش‌های تصمیم‌گیری متفاوتی بر روی این مساله اعمال شده است [20]، [21]. در سال‌های اخیر چندین روش تصمیم‌گیری برای ارزیابی پرسنل توسعه یافته‌اند. دمیرچی و کلیک [13] از روش‌های *DEMATEL*، *ELECTRE* و *ANP* به‌صورت ترکیبی برای ارزیابی پرسنل استفاده کردند. یالسین و پهلیوان [22] یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر روش *CODAS* در محیط فازی تردیدی برای ارزیابی و انتخاب پرسنل ارایه کردند. نابه و همکاران [6] روش تصمیم‌گیری تاپسیس را بهبود داده و در محیط فازی توسعه دادند و بر روی یک مساله انتخاب پرسنل اعمال کردند. کریشان کومار و همکاران [23] از روش *VIKOR* برای ارزیابی پرسنل استفاده کردند. آن‌ها در این پژوهش از مجموعه‌های فازی شهودی برای در نظر گرفتن عدم قطعیت استفاده کردند و روش *VIKOR* را تحت مجموعه‌های فازی شهودی توسعه دادند. کلیک و همکاران [5] ترکیبی از دو روش *ELECTRE* و *DEMATEL* را در محیط فازی شهودی توسعه دادند و برای ارزیابی پرسنل مورداستفاده قرار دادند. اولوتاس و همکاران [24] یک روش ترکیبی بر اساس روش‌های *PIPRECIA* و *OCRA* در محیط خاکستری ارایه دادند و سپس این مدل را برای ارزیابی پرسنل به کار گرفتند. میشرا و همکاران [8] روش *ARAS* را محیط فازی شهودی بسط دادند و سپس این روش را برای ارزیابی پرسنل استفاده کردند.

روبرت و همکاران [25] یک روش مبتنی بر تاپسیس را توسعه دادند و در پروژه‌های نرم‌افزاری برای ارزیابی و انتخاب پرسنل مناسب اعمال کردند. پوپویچ [10] ترکیبی از روش‌های *CoCoSo* و *SWARA* برای تعیین پرسنل برتر ارایه کردند. به‌عبارت‌دیگر، در این پژوهش از روش *CoCoSo* برای ارزیابی کاندیدها و از روش *SWARA* برای تعیین وزن معیارهای مهم استفاده شده است. اوزگورموس و همکاران [26] سه روش *GRA*، دیمتل و *QFD* را ترکیب کردند و از آن برای ارزیابی پرسنل استفاده کردند. آن‌ها هم‌چنین روش پیشنهادی خود را در محیط فازی به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت توسعه دادند. تورگل [27] روش تاپسیس توسعه‌یافته در محیط فازی شهودی را برای ارزیابی و انتخاب پرسنل استفاده کردند. دنیسان و همکاران [7] یک روش ترکیبی بر مبنای دو روش *AHP* و *PROMETHEE* ارایه کردند و در صنایع نساجی برای ارزیابی پرسنل مورداستفاده قرار دادند. لی و همکاران [28] یک روش جدید مبتنی بر روش بهترین-بدترین در محیط تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب و ارزیابی پرسنل ارایه کردند. هم‌چنین آن‌ها روش پیشنهادی خود را در محیط فازی شهودی توسعه دادند. کاوک و همکاران [2] روش تاپسیس را در محیط فازی گسترش دادند و سپس مساله انتخاب پرسنل را در حالت فازی و قطعی حل کرده و مقایسه کردند. ابراهیمی و همکاران [21] روش تاپسیس را بهبود داده و در محیط

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فازی به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت ناشی از ارزیابی پرسنل توسعه دادند. ینیلمزل و ارتوگرل [29] روش *COPRAS* و *PIPRECIA* توسعه‌یافته در محیط فازی را برای ارزیابی پرسنل در شرکت‌های تولیدی استفاده نمودند. جین [30] اعضای یک تیم مجازی را با استفاده از یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر تاپسیس ارزیابی و انتخاب کردند. روش *GRA* یک از روش‌های شناخته‌شده ادبیات موضوع است.

یکی از روش‌های شناخته‌شده ادبیات موضوع روش *GRA* می‌باشد [31]، [32]. روش *GRA* در سال‌های اخیر بر روی موضوعات متفاوت تصمیم‌گیری اعمال شده است [35]–[33]. سوواری و گویاری [36] ارزیابی عملکرد مالی در شرکت‌های بیمه عمر در هند را با استفاده از روش *GRA* انجام دادند. اسکرینجاریچ [37] بهینه‌سازی پویای پورتفو را بر اساس روش *GRA* انجام دادند. کانبولوت و همکاران [38] برای ارزیابی و انتخاب وسیله حمل‌ونقل عمومی از روش *GRA* بهره گرفتند. آن‌ها در این تحقیق از روش *MOORA* برای اعتبارسنجی روش پیشنهادی استفاده کردند. اووعالی [39] از این روش برای ارزیابی تامین‌کنندگان در صنعت لباس در کشور چین استفاده کردند. سیلوا و همکاران [40] از ترکیب دو روش *GRA* و *CRITIC* برای ارزیابی پرتفو سرمایه‌گذاری استفاده نمودند. حسن‌زاده و همکاران [41] از روش *GRA* و تاپسیس برای ارزیابی تبدیل زباله‌های پلاستیکی با در نظر گرفتن انرژی و اثرات زیست‌محیطی بهره گرفتند.

به‌منظور بهبود روش *GRA*، دو مفهوم ایده‌آل مثبت و منفی که از روش تاپسیس الهام گرفته شده است، به روش *GRA* اضافه می‌گردد. درواقع این روش با دو مفهوم ایده‌آل مثبت و منفی و فاصله از این دو ایده‌آل بهبود می‌یابد و سپس بر روی مساله ارزیابی پرسنل تحت معیارهای متفاوت اعمال می‌گردد. هم‌چنین به‌منظور وزن‌دهی به معیارها از روش بهترین-بدترین که نسبت به روش *AHP* دارای مقایسات زوجی کمتر است و از نرخ سازگاری بالاتری برخوردار است، استفاده می‌شود. در مسایل تصمیم‌گیری عدم قطعیت‌های زیادی وجود دارد و زمانی که با نظرات کارشناسان و خبرگان سروکار داریم این عدم قطعیت بیشتر می‌شود [42]، [43]. در این شرایط مجموعه‌های فازی توسط زاده [44] ارایه گردید.

مجموعه‌های فازی کلاسیک به دلیل درجه عضویت قطعی همواره موردانتقاد بوده‌اند [3]، [18]، [45]، [46]. به‌منظور حل این مشکل، مجموعه‌های فازی بازه‌ای توسط گرزالکزانی [14] ارایه شد. درجه عضویت مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای برخلاف مجموعه‌های فازی کلاسیک، یک عدد قطعی نیست و به‌صورت یک بازه بیان می‌شود [48]–[46]. این مجموعه‌ها به دلیل بازه‌ای بودن درجه عضویتشان، به خبرگان کمک می‌کنند که نظراتشان را بهتر بیان کنند و درنتیجه عدم قطعیت بهتر مدل‌سازی شود [47]. در سال‌های اخیر مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای در حوزه‌های مختلف برای مواجهه با عدم قطعیت اعمال‌شده‌اند [51]–[49]. آشوری و همکاران [18] روش *COPRAS* را در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه داده و برای حل مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند. کرمی و همکاران [52] یک روش توسعه‌یافته بر مبنای *CoCoSo* و *SWARA* برای ارزیابی پیمانکاران ارایه کردند و آن را در محیط فازی با ارزش بازه‌ای بسط دادند. رحیمی نژاد گالانکشی و همکاران [53] به ارزیابی تامین‌کنندگان در زنجیره‌تامین بهداشت و درمان پرداختند و به این منظور روش تاپسیس بسط داده‌شده در محیط فازی با ارزش بازه‌ای را استفاده کردند. در سال‌های اخیر مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای برای در نظر گرفتن عدم قطعیت بر رو مسایل تصمیم‌گیری اعمال شده است. در این مقاله نیز به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت ناشی از تصمیم‌گیری خبرگان و مدیران در مورد پرسنل، از مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای استفاده می‌شود.

نزدیک‌ترین پژوهش‌ها به این مقاله، پژوهش پوپویچ [10] و ابراهیمی و همکاران [21] است. پوپویچ [10] از دو روش *CoCoSo* و *SWARA* برای ارزیابی پرسنل استفاده کرده‌اند. روش پیشنهادی در این پژوهش ترکیبی از روش‌های *GRA* و *BWM* است. روش *BWM* وزن معیارها را تعیین می‌کند و در مقایسه با روش *SWARA* دارای مقایسات زوجی کمتر و هم‌چنین نرخ سازگاری بالاتر است و نتایج قابل اتکاتری به دست می‌دهد. هم‌چنین درروش پیشنهادی از روش *GRA* توسعه‌یافته با مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی استفاده شده که در مقایسه با روش *CoCoSo*، فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی را مهیا می‌کند. هم‌چنین برای مواجهه با عدم قطعیت در این پژوهش از مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای استفاده شده است که در مقاله پوپویچ [10] در محیط قطعی پژوهش انجام شده است.

در مقایسه با روش ابراهیمی و همکاران [21]، آن‌ها روش تاپسیس را توسعه داده و برای ارزیابی پرسنل اعمال کرده‌اند. اما در این پژوهش به‌جای روش تاپسیس از روش *GRA* توسعه‌یافته با مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی استفاده شده که دقیقا ایده‌آل مثبت و منفی از روش‌های سازشی مثل تاپسیس الهام گرفته شده و به روش *GRA* برای تولید نتایج قابل‌اتکاتر افزوده شده است. هم‌چنین روش پیشنهادی ابراهیمی و همکاران [21] فاقد روش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

وزن‌دهی به معیارها است که در این روش پیشنهادی از روش *BWM* استفاده شده است. هم‌چنین تحقیق ابراهیمی و همکاران [21] در محیط فازی کلاسیک انجام شده، اما این روش پیشنهادی در محیط فازی با ارزش بازه‌ای انجام شده که به‌مراتب ابزار قدرتمندتری از فازی کلاسیک است.

۳- روش‌شناسی

یک روش جدید مبتنی بر روش تحلیل رابطه خاکستری در این بخش بیان می‌شود. درواقع روش پیشنهادی تحلیل رابطه خاکستری بر اساس دو مفهوم ایده‌آل مثبت و منفی در روش تاپسیس توسعه داده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، یک شاخص جدید برای ارزیابی پرسنل با استفاده از این توسعه ایجاد می‌شود. هم‌چنین در فرآیند ارزیابی پرسنل نیاز به وزن‌دهی به معیارهای وزن‌دهی‌گذار است. به همین دلیل در این پژوهش روش بهترین-بدترین که دارای مزایای بهترین نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی است، مورداستفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که روش بهترین-بدترین دارای مقایسات زوجی کمتر نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی است و از نرخ سازگاری بالاتری برخوردار است. درنهایت به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت در شرایط تصمیم‌گیری برای انتخاب و ارزیابی پرسنل از مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای استفاده می‌شود. درواقع، دو روش ارایه‌شده برای ارزیابی پرسنل و وزن‌دهی به معیارها در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه داده می‌شوند. فلوچارت روش پیشنهادی در **شکل ۲** قابل‌مشاهده است. روش پیشنهادی به‌صورت گام‌به‌گام در ادامه تشریح می‌شود.

شکل ۲- فلوچارت روش پیشنهادی.

Figure 2- Framework of proposed method.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

گام ۱- در این گام یک تیم از متخصصان برای ارزیابی پرسنل تشکیل می‌شود. سپس معیارهای مهم و موردنظر شغل موردنظر نیز تعیین می‌شود.

گام ۲- اکنون پس از تعیین کاندیدها، ماتریس تصمیم بر اساس نظرات کارشناسان و ارزیابی کاندیدها بر اساس هرکدام از معیارها تعیین می‌شود.

$$\theta_{rx}=\begin{bmatrix}\tilde{\theta}_{11} & \cdots & \tilde{\theta}_{1X}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{\theta}_{R1} & \cdots & \tilde{\theta}_{RX}\end{bmatrix}, \qquad (۸)$$

که $1\le r\le R$ نشان‌دهنده کاندیداها و $1\le x\le X$ نشان‌دهنده معیارهای مهم و وزن‌دهی‌گذار درروند ارزیابی است. لازم به ذکر است که معیارهای کمی به‌صورت اعداد فازی با ارزش بازه‌ای و معیارهای کیفی با استفاده از متغیرهای زبانی ارایه‌شده در **جدول ۱** بیان می‌شوند.

جدول ۱- متغیرهای زبانی برای ارزیابی گزینه‌ها.
Table 1- Linguistic variables for options evaluation.

متغیرهای زبانی	معادل فازی با ارزش بازه‌ای متغیرهای زبانی
خیلی ضعیف (خ.ض)	(0,0,0.2,0.7;0.8), (0,0,0.2,0.7;1)
ضعیف (ض)	(0.4,1,1.8,2.3;0.8), (0.4,1,1.8,2.3;1)
به‌طور متوسط ضعیف (م.ض)	(1.7,2.2,3.6,4.2;0.8), (1.7,2.2,3.6,4.2;1)
متوسط (م)	(3.2,4.1,5.8,6.5; 0.8), 3.2,4.1,5.8,6.5;1)
به‌طور متوسط خوب (م.خ)	(5.8,6.3,8,8.6; 0.8), (5.8,6.3,8,8.6;1)
خوب (خ)	(7.2,7.8,9.2,9.7; 0.8), (7.2,7.8,9.2,9.7;1)
خیلی خوب (خ.خ)	(9.3,9.8,10,10;0.8), (9.3,9.8,10,10;1)

گام ۳- سپس ماتریس تصمیم تشکیل‌شده در گام قبل، بی مقیاس‌سازی می‌شود.

$$\lambda_{rx}=\begin{bmatrix}\tilde{\lambda}_{11} & \cdots & \tilde{\lambda}_{1X}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{\lambda}_{R1} & \cdots & \tilde{\lambda}_{RX}\end{bmatrix}. \qquad (۹)$$

معیارهای مثبت به‌صورت زیر بی مقیاس می‌شوند:

$$\tilde{\lambda}_{RX}=\left(\frac{\theta^{L}_{RX1}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{L}_{RX2}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{L}_{RX3}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{L}_{RX4}}{\theta^{*}_{X}};w_{\tilde{\lambda}^{L}_{RX}}\right),\left(\frac{\theta^{U}_{RX1}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{U}_{RX2}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{U}_{RX3}}{\theta^{*}_{X}},\frac{\theta^{U}_{RX4}}{\theta^{*}_{X}};w_{\tilde{\lambda}^{U}_{RX}}\right), \qquad (۱۰)$$

$$\theta^{*}_{X}=\max_{R}\theta^{U}_{RX4}.$$

سپس معیارهای منفی نیز صورت زیر بی مقیاس می‌شوند:

$$\tilde{\lambda}_{RX}=\left(\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{L}_{RX1}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{L}_{RX2}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{L}_{RX3}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{L}_{RX4}};w_{\tilde{\lambda}^{L}_{RX}}\right),\left(\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{U}_{RX1}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{U}_{RX2}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{U}_{RX3}},\frac{\theta^{-}_{X}}{\theta^{U}_{RX4}};w_{\tilde{\lambda}^{U}_{RX}}\right), \qquad (۱۱)$$

$$\theta^{-}_{X}=\min_{R}\theta^{U}_{RX1}.$$

گام ٤- اکنون می‌بایست وزن معیارهای وزن‌دهی‌گذار در روند ارزیابی پرسنل و کاندیداها تعیین شود. به همین منظور، روش بهترین-بدترین در این گام اعمال می‌شود. در ادامه گام‌های روش بهترین-بدترین توسعه‌یافته در محیط فازی بیان می‌شود.

گام ۱-٤- در ابتدا بهترین و بدترین معیار ازنظر اهمیت تعیین می‌شوند.

گام ۲-٤- در این گام، میزان برتری بهترین معیار در طول دیگر معیارها با استفاده از متغیرهای زبانی ارایه‌شده در **جدول ۲** بیان می‌شوند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

$$\sigma_{best} = (\tilde{\sigma}_{best,1}, \tilde{\sigma}_{best,2}, ..., \tilde{\sigma}_{best,X}). \quad (۱۲)$$

جدول ۲- متغیرهای زبانی برای تعیین وزن معیارها.

Table 2- Linguistic variables for determining the weights of criteria.

متغیرهای زبانی	معادل فازی با ارزش بازه‌ای متغیرهای زبانی
اهمیت یکسان	(1,1,1,1;1), (1,1,1,1;1)
کمی ارجح	(0.786,1.024,1.143,1.381;0.8), (0.667,0.905,1.262,1.5;1)
خیلی ارجح	(1.643,1.929,2.071,2.357;0.8), (1.5, 1.786,2.214,2.5;1)
خیلی زیاد ارجح	(2.643,2.929,3.071,3.357;0.8), (2.5,2.786,3.214,3.5;1)
کاملا ارجح	(3.643,3.929,4.071,4.357;0.8), (3.5,3.786,4.214,4.5;1)

گام ۳-٤- میزان برتری سایر معیارها در طول بدترین معیار نیز در این گام با استفاده از جدول متغیرهای زبانی تعیین می‌شود.

$$\theta_{worst} = (\tilde{\theta}_{1,worst}, \tilde{\theta}_{2,worst}, ..., \tilde{\theta}_{X,worst}). \quad (۱۳)$$

گام ٤-٤- وزن معیارها با حل دو مدل زیر تعیین می‌شود:

$$\begin{aligned}
&min\ \pi^{L},\\
&\left|\frac{(\kappa^{L}_{best\,1},\kappa^{L}_{best\,2},\kappa^{L}_{best\,3},\kappa^{L}_{best\,4})}{(\kappa^{L}_{X1},\kappa^{L}_{X2},\kappa^{L}_{X3},\kappa^{L}_{X4})} - (\sigma^{L}_{best,X1},\sigma^{L}_{best,X2},\sigma^{L}_{best,X3},\sigma^{L}_{best,X4})\right| \le\\
&(T^{*L},T^{*L},T^{*L},T^{*L}),\quad for\ all\ X,\\
&\left|\frac{(\kappa^{L}_{X1},\kappa^{L}_{X2},\kappa^{L}_{X3},\kappa^{L}_{X4})}{(\kappa^{L}_{worst\,1},\kappa^{L}_{worst\,2},\kappa^{L}_{worst\,3},\kappa^{L}_{worst\,4})} - (\theta^{L}_{worst,X1},\theta^{L}_{worst,X2},\theta^{L}_{worst,X3},\theta^{L}_{worst,X4})\right| \le\\
&(T^{*L},T^{*L},T^{*L},T^{*L}),\quad for\ all\ X,\\
&\sum_{x=1}^{X} deff(\kappa^{L}_{X}) = 1,\\
&\kappa^{L}_{X1} \le \kappa^{L}_{X2} \le \kappa^{L}_{X3} \le \kappa^{L}_{X4},\quad for\ all\ X,\\
&\kappa^{L}_{X1} \ge 0,\quad for\ all\ X.
\end{aligned} \quad (۱۴)$$

$$\begin{aligned}
&min\ \pi^{U},\\
&\left|\frac{(\kappa^{U}_{best\,1},\kappa^{U}_{best\,2},\kappa^{U}_{best\,3},\kappa^{U}_{best\,4})}{(\kappa_{X1},\kappa_{X2},\kappa_{X3},\kappa_{X4})} - (\sigma^{U}_{best,X1},\sigma^{U}_{best,X2},\sigma^{U}_{best,X3},\sigma^{U}_{best,X4})\right| \le\\
&(T^{*U},T^{*U},T^{*U},T^{*U}),\quad for\ all\ X,\\
&\left|\frac{(\kappa_{X1},\kappa_{X2},\kappa_{X3},\kappa_{X4})}{(\kappa^{U}_{worst\,1},\kappa^{U}_{worst\,2},\kappa^{U}_{worst\,3},\kappa^{U}_{worst\,4})} - (\theta^{U}_{worst,X1},\theta^{U}_{worst,X2},\theta^{U}_{worst,X3},\theta^{U}_{worst,X4})\right| \le\\
&(T^{*U},T^{*U},T^{*U},T^{*U}),\quad for\ all\ X,\\
&\sum_{x=1}^{X} deff(\kappa^{U}_{X}) = 1,\\
&\kappa^{U}_{X1} \le \kappa^{U}_{X2} \le \kappa^{U}_{X3} \le \kappa^{U}_{X4},\quad for\ all\ X,\\
&\kappa^{U}_{X1} \ge 0,\quad for\ all\ X.
\end{aligned} \quad (۱۵)$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

اگر $\pi^U=(T^{*U},T^{*U},T^{*U},T^{*U}),T^{*U}\le\pi_1^U$ ، $\pi^L=(T^{*L},T^{*L},T^{*L},T^{*L}),T^{*L}\le\pi_1^L$ سپس $\tilde{\pi}^U=(\pi_1^U,\pi_2^U,\pi_3^U,\pi_4^U)$ و $\tilde{\pi}^L=(\pi_1^L,\pi_2^L,\pi_3^L,\pi_4^L)$ به‌عنوان شاخص سازگاری در نظر گرفته می‌شود که هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است. خروجی این مدل وزن فازی $(\tilde{\kappa}_1,\tilde{\kappa}_2,...,\tilde{\kappa}_X)$ معیارهای مهم و وزن‌دهی‌گذار است.

گام ۵- اکنون ماتریس بی‌مقیاس شده موزون با استفاده از ماتریس بی‌مقیاس شده گام سوم و وزن تعیین‌شده در **گام ۴** تعیین می‌گردد.

$$\eta_{rx}=(\lambda_{rx}\times\kappa_x)=\begin{bmatrix}\tilde{\lambda}_{11}\times\tilde{\kappa}_1 & \cdots & \tilde{\lambda}_{1X}\times\tilde{\kappa}_X\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{\lambda}_{R1}\times\tilde{\kappa}_1 & \cdots & \tilde{\lambda}_{RX}\times\tilde{\kappa}_X\end{bmatrix}. \qquad (۱۶)$$

گام ۶- ایده‌آل های مثبت و منفی به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\alpha_{rx}^{+}=(\underset{r}{Max}\,\eta_{rx1}^{L},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx2}^{L},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx3}^{L},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx4}^{L};w_{\alpha_{rx}^{+L}}),\\ (\underset{r}{Max}\,\eta_{rx1}^{U},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx2}^{U},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx3}^{U},\underset{r}{Max}\,\eta_{rx4}^{U};w_{\alpha_{rx}^{+U}}). \qquad (۱۷)$$

$$\alpha_{rx}^{-}=(\underset{r}{Min}\,\eta_{rx1}^{L},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx2}^{L},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx3}^{L},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx4}^{L};w_{\alpha_{rx}^{+L}}),\\ (\underset{r}{Min}\,\eta_{rx1}^{U},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx2}^{U},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx3}^{U},\underset{r}{Min}\,\eta_{rx4}^{U};w_{\alpha_{rx}^{+U}}). \qquad (۱۸)$$

گام ۷- فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی در این گام به‌صورت زیر مشخص می‌شود:

$$\gamma_{rx}^{+}=\sqrt{\frac{1}{8}((\eta_{rx1}^{L}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx1}^{L})+(\eta_{rx2}^{L}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx2}^{L})+(\eta_{rx3}^{L}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx3}^{L})+\\ (\eta_{rx4}^{L}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx4}^{L})+(\eta_{rx1}^{U}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx1}^{U})+(\eta_{rx2}^{U}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx2}^{U})+\\ (\eta_{rx3}^{U}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx3}^{U})+(\eta_{rx4}^{U}-\underset{r}{Max}\,\eta_{rx4}^{U}))}. \qquad (۱۹)$$

$$\gamma_{rx}^{-}=\sqrt{\frac{1}{8}((\eta_{rx1}^{L}-\underset{u}{Min}\,\eta_{rx1}^{L})+(\eta_{rx2}^{L}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx2}^{L})+(\eta_{rx3}^{L}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx3}^{L})+\\ (\eta_{rx4}^{L}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx4}^{L})+(\eta_{rx1}^{U}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx1}^{U})+(\eta_{rx2}^{U}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx2}^{U})+\\ (\eta_{rx3}^{U}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx3}^{U})+(\eta_{rx4}^{U}-\underset{r}{Min}\,\eta_{rx4}^{U}))}. \qquad (۲۰)$$

گام ۸- اکنون ضریب رابطه خاکستری بر اساس فواصل از ایده‌آل مثبت و منفی تعیین می‌گردد.

$$\mu_{rx}^{+}=\frac{\underset{r}{min}\,\underset{x}{min}\,\gamma_{rx}^{+}+\beta^{*}\underset{r}{max}\,\underset{x}{max}\,\gamma_{rx}^{+}}{\gamma_{rx}^{+}+\beta^{*}\underset{r}{max}\,\underset{x}{max}\,\gamma_{rx}^{+}}. \qquad (۲۱)$$

$$\mu_{rx}^{-}=\frac{\underset{r}{min}\,\underset{x}{min}\,\gamma_{hd}^{-}+\beta^{*}\underset{r}{max}\,\underset{x}{max}\,\gamma_{rx}^{-}}{\gamma_{rx}^{-}+\beta^{*}\underset{r}{max}\,\underset{x}{max}\,\gamma_{rx}^{-}}. \qquad (۲۲)$$

گام ۹- در این گام، درجه ارتباط با استفاده از ضریب رابطه خاکستری به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\delta_r^{+}=\sum_{x=1}^{X}\mu_{rx}^{+}. \qquad (۲۳)$$

$$\delta_r^{-}=\sum_{x=1}^{X}\mu_{rx}^{-}. \qquad (۲۴)$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

گام ۱۰- درنهایت، مقدار نهایی هرکدام از پرسنل با توجه به معیارهای وزن‌دهی‌گذار تعیین می‌شود.

$$\tau_r = \frac{\delta_r^+}{\delta_r^+ + \delta_r^-}. \qquad (۲۵)$$

لازم به ذکر است که هر چه میزان مقدار نهایی بالاتر باشد، آن شخص رتبه بالاتری کسب خواهد کرد.

۴- مطالعه موردی

در این قسمت، یک مطالعه موردی الهام گرفته از ادبیات موضوع [24] حل می‌شود. یک سازمان با بیش از ۵۰۰ کارمند مایل به استخدام یک مدیر سیستم‌ها و روش‌ها است. تیمی متشکل از کارشناسان شامل مدیرعامل، دستیار مدیر و مدیر منابع انسانی به‌منظور ارزیابی و انتخاب پرسنل تشکیل می‌شود. از تیم متخصص خواسته شده تا با توجه به معیارهای استخراج شده از ادبیات موضوع و معیارهایی که خود تیم متخصص در نظر گرفته است، نسبت به ارزیابی پرسنل اقدام کنند. لازم به ذکر است که ۵ نفر پس از پالایش اولیه برای ارزیابی نهایی انتخاب‌شده‌اند. معیارهای انتخاب‌شده توسط خبرگان به شرح زیر است: ۱- دانش اولیه در مورد ایزو (*R1*)، ۲- تجربه متناسب (*R2*)، ۳- سازگاری با کار تیمی (*R3*)، ۴- مهارت‌های ارزیابی ریسک (*R4*)، ۵- دستمزد درخواستی (*R5*)، ۶- آگاهی از پیشرفت‌های مدیریتی و به‌روز دنیا (*R6*) و ۷- دانش کامپیوتری (*R7*). سپس ماتریس تصمیم با توجه به **رابطه (۸)** تشکیل می‌شود که نتایج آن در **جدول ۳** نشان داده شده است.

جدول ۳- ماتریس تصمیم.

Table 3- Decision matrix.

		R1	R2	R3	R4	R5 (میلیون تومان)	R6	R7
کارشناس ۱	شخص ۱	خ	خ خ	خ خ	م	(18,20,22,24;0.8), (16,19,23,25;1)	م	م
	شخص ۲	م	م ض	م ض	خ	(20,22,23,24;0.8), (19,22,23,25;1)	خ	م ض
	شخص ۳	خ خ	خ	خ	م خ	(15,17.5,17.5,20;0.8), (14,16,18,21;1)	م خ	م
	شخص ۴	م	خ	خ خ	م	(19,21,22,23;0.8), (18,21,22,24)	م	م خ
	شخص ۵	م ض	م ض	م	م ض	(19,21,23,25;0.8), (18,21,23,26;1)	خ	م
کارشناس ۲	شخص ۱	م	خ	خ	م ض	(18,20,22,24;0.8), (19,22,23,25;1)	م ض	م ض
	شخص ۲	م ض	ض	ض	م ض	(20,22,23,24;0.8), (19,22,23,25;1)	م خ	ض
	شخص ۳	خ	خ	م خ	م خ	(15,17.5,17.5,20;0.8), (14,16,18,21;1)	م خ	خ
	شخص ۴	م ض	م ض	خ	م ض	(19,21,22,23;0.8), (18,21,22,24;1)	م	م
	شخص ۵	ض	ض	م ض	ض	(19,21,23,25;0.8), (18,21,23,26;1)	م خ	م
کارشناس ۳	شخص ۱	خ خ	خ خ	خ خ	م خ	(18,20,22,24;0.8), (16,19,23,25;1)	م خ	م
	شخص ۲	م	م	م	خ	(20,22,23,24;0.8), (19,22,23,25;1)	خ	م
	شخص ۳	خ خ	خ خ	خ	خ	(15,17.5,17.5,20;0.8), (14,16,18,21;1)	م خ	خ
	شخص ۴	خ	خ	خ خ	م خ	(19,21,22,23;0.8), (18,21,22,24;1)	خ	م خ
	شخص ۵	م	م ض	م	م ض	(19,21,23,25;0.8), (18,21,23,26;1)	م خ	م ض

اکنون با استفاده از **جدول ۱** معادل فازی با ارزش بازه‌ای متغیرهای زبانی در **جدول ۳** جایگزین می‌شود و سپس نظرات کارشناسان با استفاده از میانگین حسابی تبدیل به یک ماتریس تصمیم می‌شود. سپس با استفاده از **رابطه (۹)** تا **رابطه (۱۱)** ماتریس تصمیم بی‌مقیاس‌سازی می‌شود. در گام بعدی می‌بایست وزن معیارهای وزن‌دهی‌گذار در فرآیند انتخاب پرسنل تعیین شود. به همین منظور روش *BWM* اعمال می‌شود. بهترین و بدترین معیار در این پژوهش با نظر کارشناسان به ترتیب معیارهای دانش در مورد مواد اولیه و ساخت محصولات و دانش کامپیوتری انتخاب می‌شود. سپس میزان برتری بهترین معیار در طول سایر معیارها و میزان برتری سایر معیارها در طول بدترین معیار تعیین می‌شود که در **جدول ۴** مشاهده می‌گردد. با حل مدل وزن معیارها تعیین می‌شود که وزن نهایی معیارها در **جدول ۵** قابل مشاهده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۴- ورودی‌های روش BWM.
Table 4- Inputs of BWM method.

	R7	R6	R5	R4	R3
بهترین معیار:R1	کاملا ارجح	خیلی ارجح	خیلی ارجح	خیلی ارجح	کمی ارجح
بدترین معیار: R7	اهمیت یکسان	خیلی ارجح	خیلی ارجح	خیلی ارجح	خیلی زیاد ارجح

جدول ۵- وزن نهایی معیارها.
Table 5- Final weights of criteria.

معیارها	وزن نهایی
R1	(0.2,0.23,0.23,0.27;0.8), (0.2,0.23,0.23,0.27;1)
R2	(0.18,0.21,0.21,0.23;0.8), (0.18,0.21,0.21,0.23)
R3	(0.14,0.17,0.17,0.19;0.8), (0.14,0.17,0.17,0.19;1)
R4	(0.1,0.12,0.12,0.14;0.8), (0.1,0.12,0.12,0.14;1)
R5	(0.08,0.1,0.1,0.12;0.8), (0.08,0.1,0.1,0.12;1)
R6	(0.09,0.11,0.11,0.13;0.8), (0.09,0.11,0.11,0.13;1)
R7	(0.05,0.06,0.06,0.07;0.8), (0.05,0.06,0.06,0.07;1)

سپس ماتریس بی‌مقیاس شده در وزن نهایی هر کدام از معیارها بر اساس **رابطه (۱۶)** ضرب می‌شود تا ماتریس بی‌مقیاس شده موزون تشکیل گردد. بعدازآن با توجه به **رابطه (۱۷)** و **رابطه (۱۸)** ایده‌آل مثبت و منفی تعیین می‌گردد. فاصله از این ایده‌آل‌ها نیز مبتنی بر **رابطه (۱۹)** و **رابطه (۲۰)** مشخص می‌شود. ضریب رابطه خاکستری بر اساس **رابطه (۲۱)** و **رابطه (۲۲)** و فواصل از ایده‌آل ها تعیین می‌شوند. درنهایت درجه ارتباط برای هر کدام از پرسنل به استفاده از **رابطه (۲۳)** و **رابطه (۲۴)** مشخص می‌شود. مقدار نهایی هر کدام از گزینه‌ها با به‌کارگیری **رابطه (۲۵)** به دست می‌آید. نتایج نهایی در **جدول ۶** ارایه شده است.

جدول ۶- مقدار و رتبه نهایی هر کدام از پرسنل.
Table 6- Value and final rank of personnel.

پرسنل	مقدار نهایی	رتبه نهایی
شخص ۱	0.51	2
شخص ۲	0.17	4
شخص ۳	0.72	1
شخص ۴	0.39	3
شخص ۵	0.05	5

مشاهده می‌شود که شخص ۳ به‌عنوان بهترین گزینه برای مدیر تولید باید مدنظر قرار بگیرد. اگر به هر دلیلی امکان همکاری با این شخص وجود نداشت، سپس شخص شماره ۱ می‌تواند بهترین گزینه بعدی باشد.

۵- تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

به‌منظور تایید نتایج روش پیشنهادی، نتایج حاصل از این روش با نتایج روش‌های شناخته شده ادبیات موضوع که در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه داده شده‌اند، مقایسه می‌گردد. نتایج در **جدول ۷** ارایه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود نتایج این روش با روش‌های شناخته شده ادبیات موضوع یکسان است و نتایج مدل تایید می‌گردد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۷- تحلیل مقایسه‌ای.

Table 7- Comparative analysis.

پرسنل	مقدار نهایی با روش پیشنهادی	رتبه نهایی	مقدار نهایی با روش تاپسیس [54]	رتبه نهایی	مقدار نهایی با روش کوپراس [18]	رتبه نهایی	مقدار نهایی روش مورا [55]	رتبه نهایی
شخص ۱	0.51	2	0.48	2	0.82	2	1.35	2
شخص ۲	0.17	4	0.31	4	0.64	4	1.12	4
شخص ۳	0.72	1	0.62	1	0.9	1	1.48	1
شخص ۴	0.39	3	0.41	3	0.76	3	1.23	3
شخص ۵	0.05	5	0.17	5	0.5	5	1.02	5

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید مبتنی بر روش *GRA* برای ارزیابی پرسنل ارایه شده است. این روش جدید با مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی توسعه داده شده و سپس بر روس مساله ارزیابی پرسنل اعمال شده است. سپس یک مطالعه موردی از ارزیابی پرسنل برای شغل مدیر تولید حل شد. شخص ۳ در این پژوهش توانست بالاترین امتیاز را کسب کند و با توجه به معیارهای تعیین شده توسط کارشناسان انتخاب شود. اشخاص ۱ و ۴ نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند و در صورت عدم وجود امکان همکاری با شخص شماره ۳، می‌بایست از این افراد استفاده شود. هم‌چنین به‌منظور تعیین وزن معیارهای وزن‌دهی‌گذار که از مرور ادبیات و نظرات کارشناسان تهیه شده است، روش *BWM* اعمال شده است. لازم به ذکر است که هم روش *GRA* توسعه یافته با مفاهیم ایده‌آل مثبت و منفی و هم روش *BWM* به‌منظور مواجهه با عدم قطعیت در محیط فازی با ارزش بازه‌ای توسعه داده شده‌اند. پس از ارزیابی معیارهای تعیین شده با روش *BWM* توسعه یافته در محیط فازی با ارزش بازه‌ای، معیار دانش اولیه در مورد ایزو پراهمیت‌ترین معیار و معیارهای تجربه متناسب و سازگاری با کار تیمی در رده‌های بعدی قرار گرفتند. سپس روش پیشنهادی با روش‌های مشهور ادبیات موضوع مقایسه گردید و اعتبار و نتایج روش پیشنهادی تایید گردید. روش تصمیم‌گیری پیشنهادی در این مقاله، قابل اعمال بر روی دیگر مسایل تصمیم‌گیری در حوزه منابع انسانی مثل ارزیابی عملکرد منابع انسانی، انتخاب وظایف منابع انسانی، انتخاب مدیر پروژه و پیمانکار است. برای مطالعات آینده می‌توان وزن نظرات کارشناسان و متخصصان دخیل در فرآیند ارزیابی پرسنل را تعیین نمود. هم‌چنین می‌توان یک سیستم پشتیبان تصمیم برای روش پیشنهادی ارایه داد.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله مراتب قدردانی خود را از دبیرخانه محترم نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات و داوران محترم به دلیل دیدگاه‌های ارزشمندشان که در بهبود کیفیت مقاله نقش بسزایی داشته، اعلام می‌دارد.

تعارض با منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی در مورد انتشار این مقاله وجود ندارد. نویسنده تضمین می‌کنند که مقاله، اثر اصلی او بوده، پیش‌ازاین چاپ نشده و در حال حاضر تحت انتشار نمی‌باشد.

نحوه دسترسی به داده‌ها

تمامی داده‌های مورد نیاز این پژوهش در مقاله موجود است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دوره ۱۰، شماره ۱۰ (۱۴۰۳)
صفحه:۱۴۸-۱۳۴

منابع

[1] Khalil, S., Modibbo, U. M., Raina, A. A., & Ali, I. (2023). A personnel selection problem in healthcare system using fuzzy-TOPSIS Approach. *Journal of nonlinear modeling & analysis*, *5*(2), 311–325.

[2] Kwok, A. P. K., Yan, M., Zhao, Y. X., Zhi, H., Zhong, R. Bin, Yang, C., & Li, N. H. (2022). An empirical comparison of the usefulness between topsis method and fuzzy topsis method for personnel selection. *Advances in decision science and management: proceedings of third international conference on decision science and management (ICDSM 2021)* (pp. 589–595). Springer.

[3] Mehrabi, M., Sorourkhah, A., & Edalatpanah, S. A. (2023). Decision-making regarding the granting of facilities to Sepah Bank loan applicants based on credit risk factors considering hesitant fuzzy sets. *Financial and banking strategic studies*, *1*(3), 153-166. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fileserver/jf/39760-278504-fa-1125979.pdf

[4] Imeni, M., & Sorourkhah, A. (2023). Procrustes' bed metaphor; Understanding the problem of creativity and innovation in the human resources of Iran's state-owned enterprises. *Innovation management and operational strategies*, *4*(3), 208-218. (**In Persian**). http://www.journal-imos.ir/article_162706_aaa061cc83396072454a3dda786071f7.pdf

[5] Kilic, H. S., Demirci, A. E., & Delen, D. (2020). An integrated decision analysis methodology based on IF-DEMATEL and IF-ELECTRE for personnel selection. *Decision support systems*, *137*, 113360. DOI:10.1016/j.dss.2020.113360

[6] Nabeeh, N. A., Smarandache, F., Abdel-Basset, M., El-Ghareeb, H. A., & Aboelfetouh, A. (2019). An integrated neutrosophic-TOPSIS approach and its application to personnel selection: a new trend in brain processing and analysis. *IEEE access*, *7*, 29734–29744. DOI:10.1109/ACCESS.2019.2899841

[7] Danişan, T., Özcan, E., & Eren, T. (2022). Personnel selection with multi-criteria decision making methods in the ready-to-wear sector. *Tehnicki vjesnik*, *29*(4), 1339–1347. (**In Spanish**). DOI:10.17559/TV-20210816220137

[8] Raj Mishra, A., Sisodia, G., Raj Pardasani, K., & Sharma, K. (2020). Multi-criteria it personnel selection on intuitionistic fuzzy information measures and aras methodology. *Iranian journal of fuzzy systems*, *17*(4), 55–68. DOI:10.22111/ijfs.2020.5406

[9] Alavi, S., & Aghakhani, H. (2023). Identifying the effect of green human resource management practices on lean-agile (LEAGILE) and prioritizing its practices. *International journal of productivity and performance management*, *72*(3), 599–624. DOI:10.1108/IJPPM-05-2020-0232

[10] Popović, M. (2021). An MCDM approach for personnel selection using the cocoso method. *Journal of process management and new technologies*, *9*(3–4), 78–88. DOI:10.5937/jpmnt9-34876

[11] Bedir, N., & Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: perakende sektöründe bir uygulama. *Social sciences research journal*, *4*(4), 46–58. (**In Turkish**). https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssrj/240405

[12] Kulakli, A., & Şahin, Y. (2023). A combined multi-criteria decision making approach for improvement of airlines' ground operations performance: a case study from Türkiye. *Systems*, *11*(8), 421. DOI:10.3390/systems11080421

[13] Demirci, A. E., & Kiliç, H. S. (2019). Personnel selection based on integrated multi-criteria decision making techniques. *International journal of advances in engineering and pure sciences*, *31*(2), 163–178. DOI:10.7240/jeps.505970

[14] Gorzałczany, M. B. (1987). A method of inference in approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, *21*(1), 1–17. DOI:10.1016/0165-0114(87)90148-5

[15] Yao, J. S., & Lin, F. T. (2002). Constructing a fuzzy flow-shop sequencing model based on statistical data. *International journal of approximate reasoning*, *29*(3), 215–234. DOI:10.1016/S0888-613X(01)00064-0

[16] Kiraz, A., & Yücedag Gürel, A. (In Press). Development of a lean maturity assessment model using interval-valued spherical fuzzy AHP method. *International journal of research in industrial engineering*. https://www.riejournal.com/article_186168.html

[17] Chinnadurai, V., & Selvam, A. (2020). Interval valued pythagorean fuzzy ideals in semigroups. *Journal of fuzzy extension and applications*, *1*(4), 293–303. DOI:10.22105/jfea.2020.252687.1023

[18] Ashouri, M., Hadi-Vencheh, A., Jamshidi, A. (2023). An interval valued fuzzy complex proportional assessment (IVF-COPRAS) method to solve MCDM problem with an application. *Journal of decisions and operations research*, *1*(1), 861-871. (**In Persian**). https://www.journal-dmor.ir/article_168094_afacd75606e2b63b01637f23fbbd52de.pdf?lang=en

[19] Baležentis, T., & Zeng, S. (2013). Group multi-criteria decision making based upon interval-valued fuzzy numbers: An extension of the MULTIMOORA method. *Expert systems with applications*, *40*(2), 543–550. DOI:10.1016/j.eswa.2012.07.066

[20] Dursun, M., & Karsak, E. E. (2010). A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert systems with applications*, *37*(6), 4324–4330. DOI:10.1016/j.eswa.2009.11.067

[21] Ebrahimi, E., Fathi, M. R., & Sobhani, S. M. (2023). A modification of technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) through fuzzy similarity method (a numerical example of the personnel selection). *Journal of applied research on industrial engineering*, *10*(2), 203–217.

[22] Yalçin, N., & Pehlivan, N. Y. (2019). Application of the fuzzy CODAS method based on fuzzy envelopes for hesitant fuzzy linguistic term sets: A case study on a personnel selection problem. *Symmetry*, *11*(4), 493. DOI:10.3390/sym11040493

[23] Krishankumar, R., Premaladha, J., Ravichandran, K. S., Sekar, K. R., Manikandan, R., & Gao, X. Z. (2020). A novel extension to VIKOR method under intuitionistic fuzzy context for solving personnel selection problem. *Soft computing*, *24*(2), 1063–1081. DOI:10.1007/s00500-019-03943-2

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

[24] Ulutaş, A., Popovic, G., Stanujkic, D., Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2020). A new hybrid MCDM model for personnel selection based on a novel grey PIPRECIA and grey OCRA methods. *Mathematics*, *8*(10), 1–14. DOI:10.3390/math8101698

[25] del Carmen Espinosa Robert, A., Fernández-Pérez, Y., & Zulueta-Veliz, Y. (2021, October). A TOPSIS-based method for personnel selection in software projects. *Conferencia cientifica internacional uciencia* (pp. 245-257). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-97269-1_13

[26] Özgörmüş, E., Şenocak, A. A., & Gören, H. G. (2021). An integrated fuzzy QFD-MCDM framework for personnel selection problem. *Scientia Iranica*, *28*(5 E), 2972–2986. DOI:10.24200/sci.2019.52320.2657

[27] Tuğrul, F. (2022). Personnel selection utilizing the decision making mechanism created with the intuitionistic fuzzy topsis method. *Mugla journal of science and technology*, *8*(2), 16–21. DOI:10.22531/muglajsci.1158599

[28] Li, J., He, R., & Wang, T. (2022). A data-driven decision-making framework for personnel selection based on LGBWM and IFNs. *Applied soft computing*, *126*, 109227. DOI:10.1016/j.asoc.2022.109227

[29] Yenilmezel, S., & Ertuğrul, İ. (2023). Blue collar personnel selection for a manufacturing company with fuzzy COPRAS method based on fuzzy PIPRECIA. *Journal of internet applications and management*, *14*(1), 1–15. DOI:10.34231/iuyd.1252843

[30] Jin, G. (2023). Selection of virtual team members for smart port development projects through the application of the direct and indirect uncertain TOPSIS method. *Expert systems with applications*, *217*, 119555. DOI:10.1016/j.eswa.2023.119555

[31] Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G. W. (2008). The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Computers & industrial engineering*, *55*(1), 80–93.

[32] Wang, T. K., Zhang, Q., Chong, H. Y., & Wang, X. (2017). Integrated supplier selection framework in a resilient construction supply chain: An approach via analytic hierarchy process (AHP) and grey relational analysis (GRA). *Sustainability (Switzerland)*, *9*(2), 289. DOI:10.3390/su9020289

[33] Zhang, H., Wei, G., & Chen, X. (2022). SF-GRA method based on cumulative prospect theory for multiple attribute group decision making and its application to emergency supplies supplier selection. *Engineering applications of artificial intelligence*, *110*, 104679. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.104679

[34] Khan, M. S. A., Jana, C., Khan, M. T., Mahmood, W., Pal, M., & Mashwani, W. K. (2022). Extension of GRA method for multiattribute group decision making problem under linguistic Pythagorean fuzzy setting with incomplete weight information. *International journal of intelligent systems*, *37*(11), 9726–9749. DOI:10.1002/int.23003

[35] Li, P., Xu, Z., Wei, C., Bai, Q., & Liu, J. (2022). A novel PROMETHEE method based on GRA-DEMATEL for PLTSs and its application in selecting renewable energies. *Information sciences*, *589*, 142–161. DOI:10.1016/j.ins.2021.12.090

[36] Suvvari, A., Raja Sethu Durai, S., & Goyari, P. (2019). Financial performance assessment using Grey relational analysis (GRA): An application to life insurance companies in India. *Grey systems*, *9*(4), 502–516. DOI:10.1108/GS-05-2019-0010

[37] Škrinjarić, T. (2020). Dynamic portfolio optimization based on grey relational analysis approach. *Expert systems with applications*, *147*, 113207. DOI:10.1016/j.eswa.2020.113207

[38] Canbulut, G., Köse, E., & Arik, O. A. (2022). Public transportation vehicle selection by the grey relational analysis method. *Public transport*, *14*(2), 367–384. DOI:10.1007/s12469-021-00271-3

[39] Ouali, M. (2022). Evaluation of Chinese cloth suppliers using dynamic grey relational analysis. *International journal of grey systems*, *2*(2), 34–46. DOI:10.52812/ijgs.62

[40] Silva, N. F., dos Santos, M., Gomes, C. F. S., & de Andrade, L. P. (2023). An integrated CRITIC and grey relational analysis approach for investment portfolio selection. *Decision analytics journal*, *8*, 100285. DOI:10.1016/j.dajour.2023.100285

[41] Hasanzadeh, R., Mojaver, P., Azdast, T., Khalilarya, S., Chitsaz, A., & Rosen, M. A. (2023). Decision analysis for plastic waste gasification considering energy, exergy, and environmental criteria using TOPSIS and grey relational analysis. *Process safety and environmental protection*, *174*, 414–423. DOI:10.1016/j.psep.2023.04.028

[42] Bouraima, M. B., Tengecha, N. A., Stević, Ž., Simić, V., & Qiu, Y. (2023). An integrated fuzzy MCDM model for prioritizing strategies for successful implementation and operation of the bus rapid transit system. *Annals of operations research*, 1–32. DOI:10.1007/s10479-023-05183-y

[43] Sathyan, R., Parthiban, P., Dhanalakshmi, R., & Sachin, M. S. (2023). An integrated fuzzy MCDM approach for modelling and prioritising the enablers of responsiveness in automotive supply chain using fuzzy DEMATEL, fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Soft computing*, *27*(1), 257–277. DOI:10.1007/s00500-022-07591-x

[44] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, *8*(3), 338–353. DOI:10.1016/S0019-9958(65)90241-X

[45] Peng, X., Krishankumar, R., & Ravichandran, K. S. (2021). A novel interval-valued fuzzy soft decision-making method based on CoCoSo and CRITIC for intelligent healthcare management evaluation. *Soft computing*, *25*(6), 4213–4241. DOI:10.1007/s00500-020-05437-y

[46] Foroozesh, N., Karimi, B., Mousavi, S. M., & Mojtahedi, M. (2023). A hybrid decision-making method using robust programming and interval-valued fuzzy sets for sustainable-resilient supply chain network design considering circular economy and technology levels. *Journal of industrial information integration*, *33*, 100440. DOI:10.1016/j.jii.2023.100440

[47] Das, S., & De, A. (2023). Weight computation of criteria in a decision-making problem by entropy measure under interval-valued fuzzy environment. *International journal of mathematics in operational research*, *24*(2), 194–209. DOI:10.1504/IJMOR.2023.129442

[48] Wang, Y. J. (2023). Extending quality function deployment and analytic hierarchy process under interval-valued fuzzy environment for evaluating port sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(7), 5730. DOI:10.3390/su15075730

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

[49] Sheikhi, A., & Ebadi, M. J. (In Press). An efficient method for solving linear interval fractional transportation problems. *Journal of applied research on industrial engineering*. https://www.journal-aprie.com/article_181720.html

[50] Khalifa, H. A. (2022). A signed distance for (γ, δ) interval-valued fuzzy numbers to solve multi objective assignment problems with fuzzy parameters. *International journal of research in industrial engineering*, *11*(2), 205–213.

[51] Veerappan, C., & Venkatesan, S. (2020). Spherical interval-valued fuzzy bi-ideals of gamma near-rings. *Journal of fuzzy extension and applications*, *1*(4), 314–324.

[52] Karami, S., Mousavi, S. M., & Antucheviciene, J. (2023). Enhancing contractor selection process by a new interval-valued fuzzy decision-making model based on SWARA and CoCoSo methods. *Axioms*, *12*(8), 729. DOI:10.3390/axioms12080729

[53] Rahiminezhad Galankashi, M., Rahmani, F., Rahmani, A., Bozorgi-Amiri, A., & Imani, D. M. (2024). Performance measurement with lean, agile and green considerations: An interval-valued fuzzy TOPSIS approach in healthcare industry. *International journal of supply and operations management*, *11*(1), 114–131.

[54] Lanbaran, N. M., Celik, E., & Yiğider, M. (2020). Evaluation of investment opportunities with interval-valued fuzzy TOPSIS method. *Applied mathematics and nonlinear sciences*, *5*(1), 461–474. DOI:10.2478/amns.2020.1.00044

[55] Stanujkic, D. (2016). An extension of the ratio system approach of MOORA method for group decision-making based on interval-valued triangular fuzzy numbers. *Technological and economic development of economy*, *22*(1), 122–141. DOI:10.3846/20294913.2015.1070771

Archive of SID.ir