International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2015)
Mar 2015, Volume 25, Number 4
pp. 431-437

International Journal of Industrial Engineering & Production Research

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

Integrating Multi-Criteria Decision-Making Methods Bolzay and VIKOR with Gray Numbers Tuesday Parameterization

Meisam Jafari-Eskandari, Ali Reza Aliahmadi & Mohammad Hassan Kamfirozi

Meisam Jafari-Eskandari*, Assistant Professor of faculty of Industrial Engineering, Payam Noor University*
Ali Reza Aliahmadi*, Professor of faculty of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology*
Mohammad Hassan Kamfirozi ; *M.Sc. of Faculty of Industrial Engineering , Iran University of Science and Technology*

Keywords

gray numbers Tuesday parameterization, Bolzay, multi-criteria decision gray, VIKOR Method

ABSTRACT

A new and accurate methods currently used in multi-criteria decision making. In this paper we VIKOR method for gray numbers Tuesday parameterization for the first time, we generalize and compare the new method with traditional methods, we evaluated its performance. The results show that this method can be useful parameter decisions based on numbers, gray Tuesday.

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۴، جلـــد ۲۵، اسفند ۱۳۹۳
صفحـــــه ۴۳۷-۴۳۲

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

تلفیق روش های بولزای و ویکور برای تصمیم گیری چندمعیاره با اعداد خاکستری سه پارامتره

میثم جعفری اسکندری، علیرضا علی احمدی* و محمدحسن کامفیروزی

کلمات کلیدی

اعداد خاکستری سه پارامتره،
بولزای،
تصمیم‌گیری چند معیاره،
ویکور خاکستری

چکیده:

در این مقاله تئوری تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از اعداد خاکستری سه پارامتره مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین با استفاده از روش وزندهی بولزای و تلفیق آن با روش رتبه بندی ویکور سعی بر آن داشتیم تا متدولوژی جدیدی ارائه کنیم. روش ویکور از روشهای جدید و دقیقی است که اخیرا در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره به کار میرود. در این مقاله ما روش ویکور را برای اعداد خاکستری سه پارامتره تعمیم دادیم و با مقایسه این روش جدید با روش‌های قدیمی، کارایی آنرا مورد سنجش قرار دادیم. نتایج نشان داده است که این روش میتواند در تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر اعداد خاکستری سه پارامتره مفید باشد.

۱. مقدمه

در سالهای اخیر توجه زیادی به مسئله عدم قطعیت و نقش آن در محاسبات شده است. مشکلات تبدیل معیارهای زبانی به اعداد قابل محاسبه و عدم قطعیت حاکم بر داده‌های ورودی از چالش‌های همیشگی در مبحث تصمیم‌گیری بوده است. استفاده از اعداد فازی و اعداد خاکستری نمونه‌هایی از تلاش در جهت رفع اینگونه مشکلات بوده است.در سالهای اخیر توجه فراوانی به مفهوم اعداد خاکستری شده است [1,2,3,4,5]. این مفهوم در تصمیم‌گیری‌های غیر معین که ماتریس تصمیم را نمیتوان با اعداد قطعی نمایش داد نقش ویژه ای ایفا میکند. در این مقاله ما قصد داریم تا روش رتبه بندی ویکور را برای اعداد سه پارامتره خاکستری تعمیم دهیم. همچنین با تلفیق این روش با روش بولزای که در فرایند وزندهی در اعداد خاکستری سه پارامتره مورد استفاده قرار میگیرد و از روشهای نوین به حساب می‌آید سعی در ارائه الگوی جدیدی جهت حل مسائل تصمیم‌گیری داریم.

تاریخ وصول: ۹۱/۰۲/۳۰
تاریخ تصویب: ۹۱/۱۲/۱۳

میثم جعفری اسکندری ، استادیار گروه مهندسی صنایع- دانشگاه پیام نور- مرکز تهران

***نویسنده مسئول مقاله:** **علی رضا علی احمدی** استاد دانشکده مهندسی پیشرفت دانشگاه علم و صنعت ایران

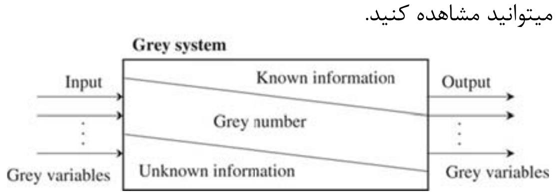
محمدحسن کامفیروزی: کارشناس ارشد مهندسی صنایع- دانشگاه علم و صنعت ایران

در ابتدای بحث اعداد خاکستری سه پارامتره، عملگرهای مورد استفاده روی آنها، روش تعیین فاصله دو عدد خاکستری و همچنین روش بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری که از اعداد خاکستری سه پارامتره تشکیل شده است شرح داده شده است. در بخش آخر با ارایه مثالی عددی کارآیی این روش مورد بررسی واقع شده و تفاوتهای آن با دیگر روشها مورد توجه قرار گرفته است.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. اعداد خاکستری سه پارامتره

تئوری سیستمهای خاکستری اولین بار توسط دنگ[۱] مطرح شد و توسط دیگران بسط داده شد [6]. اگر سیاه نمایانگر اطلاعاتی کاملا نا شناخته و سفید شامل اطلاعاتی کاملا روشن و واضح باشد، خاکستری اطلاعاتی است که تا حدی معلوم و تا حدی نا معلوم است. سیستمی که حاوی اطلاعات خاکستری باشد را سیستم خاکستری نامند.در شکل ۱ شمایی از مفهوم سیستم خاکستری را میتوانید مشاهده کنید.



شکل ۱. مفهوم سیستم خاکستری

[۱] Deng

عـدد خاکسـتری سـه پـارامتره $a(\otimes)$ را میتـوان بصـورت $a(\otimes)\in[\underline{a},\tilde{a},\bar{a}]$ نشان داد. $\underline{a}$ کران پایین، $\tilde{a}$ مرکز ثقل (عددی که بیشترین امکان را داراست) و $\bar{a}$ را کران بالا گویند. در حالتی که مرکز ثقل مشخص نباشد عدد سه پارامتره خاکستری به عدد معمولی خاکستری تبدیل میشود.

۲-۱-۱- عملگرهای خاکستری

فـرض کنیـد $a(\otimes)\in[\underline{a},\tilde{a},\bar{a}]$ و $b(\otimes)\in[\underline{b},\tilde{b},\bar{b}]$ دو عـدد خاکستری سه پارامتره باشند. داریم:

$$a(\otimes)+b(\otimes)\in[\underline{a}+\underline{b},\tilde{a}+\tilde{b},\bar{a}+\bar{b}] \quad (۱)$$

$$a(\otimes)/b(\otimes)\in[\min\{\underline{a}/\underline{b},\underline{a}/\bar{b},\bar{a}/\underline{b},\bar{a}/\bar{b}\},\tilde{a}/\tilde{b},\max\{\underline{a}/\underline{b},\underline{a}/\bar{b},\bar{a}/\underline{b},\bar{a}/\bar{b}\}] \quad (۲)$$

۲-۱-۲. فاصله دو عدد خاکستری سه پارامتره

فاصله دو عـدد خاکسـتری $a(\otimes)$ و $b(\otimes)$ را بـا $d(a(\otimes),b(\otimes))$ نمایش میدهیم. در واقع نگاشت d بصورت زیـر تعریـف میشـود، $d:F\times F\rightarrow R$ که دارای شـرایط زیـر اسـت: (بـرای هـر عـدد خاکستری سه پارامتره $c(\otimes)$)

$$d(a(\otimes),b(\otimes))\geq 0 \quad (۳)$$

$$d(a(\otimes),b(\otimes))=d(b(\otimes),a(\otimes)) \quad (۴)$$

$$d(a(\otimes),b(\otimes))\leq d(a(\otimes),c(\otimes))+d(c(\otimes),b(\otimes)) \quad (۵)$$

تابع

$$L(a(\otimes),b(\otimes))=3^{-1/2}\sqrt{(\underline{a}-\underline{b})^2+(\tilde{a}-\tilde{b})^2+(\bar{a}-\bar{b})^2} \quad (۶)$$

را بعنوان فاصله بـین در عـدد خاکسـتری $a(\otimes)$ و $b(\otimes)$ تعریـف میکنیم. براحتی میتوان ثابت کرد شرایط سه گانه فوق در مورد این رابطه صادق است. درحالتی که دو عدد به صورت قطعی بیان شوند یعنی $a(\otimes),b(\otimes)\in R$، در این حالت $\underline{a}=\tilde{a}=\bar{a}$ و $\underline{b}=\tilde{b}=\bar{b}$ ،آنگاه $L(a(\otimes),b(\otimes))=\left|\bar{a}-\bar{b}\right|=d(a,b)$ کـه $d(a,b)$ بیـانگر فاصله بین دو عدد در حالت حقیقی است.

۲-۱-۳. بی مقیاس سازی ماتریس اعداد خاکستری

فرض کنیم ماتریس تصمیم‌گیری ما بصورت زیر باشد

$$S=\{u_{ij}(\otimes)\left|u_{ij}(\otimes)\in(\underline{u}_{ij},\tilde{u}_{ij},\bar{u}_{ij}),0\leq\underline{u}_{ij}\leq\tilde{u}_{ij}\leq\bar{u}_{ij},i=1,2,...,n,\ j=1,2,...,m\right.\} \quad (۷)$$

برای بی مقیاس سازی ماتریس از روش زیر استفاده میکنیم:
برای مقادیر ازنوع سود:

$$\bar{x}_{ij}=\frac{\bar{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \underline{x}_{ij}=\frac{\underline{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \tilde{x}_{ij}=\frac{\tilde{u}_{ij}-\underline{u}_j^{\nabla}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad (i=1,2,...,m)\quad (j=1,2,...,n) \quad (۸)$$

و برای مقادیر از نوع هزینه:

$$\underline{x}_{ij}=\frac{\bar{u}_j^{*}-\bar{u}_{ij}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \tilde{x}_{ij}=\frac{\bar{u}_j^{*}-\tilde{u}_{ij}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad \bar{x}_{ij}=\frac{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_{ij}}{\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}}\quad (i=1,2,...,m)\quad (j=1,2,...,n) \quad (۹)$$

در معـادلات فـوق $\bar{u}_j^{*}=\max_{1\leq i\leq n}\{\bar{u}_{ij}\},\underline{u}_j^{\nabla}=\min_{1\leq i\leq n}\{\underline{u}_{ij}\}$ هسـتند. در حالتی که $\bar{u}_j^{*}-\underline{u}_j^{\nabla}=0$ این شاخص یک شاخص بی تاثیر است و میتوان آنرا از ماتریس حذف کرد.

$x_{ij}\in(\underline{x}_{ij},\tilde{x}_{ij},\bar{x}_{ij})$ یک عـدد خاکسـتری سـه پـارامتره در بـازه $[0,1]$ است. در حال حاضر مـاتریس تصمیم‌گیـری مـا بـه شـکل استاندارد زیر تبدیل شده است:

$$R=\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12}\cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} \qquad (۱۰)$$

۲-۲. روش وزن دهی بولزای[2]

ایـن روش وزنـدهی توسـط Lou و دیگـران بـرای وزن دهـی در ماتریس‌های تصمیم خاکستری سه پارامتره بکار برده شد [۷].
الگوریتم این روش در یک رویکرد قدم به قدم به صورت زیر است.
گام اول- ماتریس تصمیم را با روابط (۸) و (۹) بی مقیاس میکنیم.
گام دوم- بولزای مثبت را بدست می‌آوریم.برای این منظور از رابطه زیر استفاده میکنیم:

$$Z^{+}=(z_1^{+},z_2^{+},...,z_n^{+}) \qquad (۱۱)$$

$$z_j^{+}\in(\underline{x}_j^{+},\tilde{x}_j^{+},\overline{x}_j^{+})\mid \underline{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\underline{x}_{ij}\},\tilde{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\tilde{x}_{ij}\},\overline{x}_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{\overline{x}_{ij}\} \qquad (۱۲)$$

گام سوم- بدست آوردن وزن شاخص‌ها با فرمول زیر:

$$w_j^{*}=b_j[\alpha w_j^{0}-(\sum_{j=1}^{n}\alpha w_j^{0}b_j-1)/\sum_{j=1}^{n}b_j] \qquad (۱۳)$$

که

$$b_j=\frac{1}{\alpha+\beta\sum_{i=1}^{m}\left[(\underline{x}_{ij}-\underline{x}_{ij}^{+})^2+(\tilde{x}_{ij}-\tilde{x}_{ij}^{+})^2+(\overline{x}_{ij}-\overline{x}_{ij}^{+})^2\right]} \qquad (۱۴)$$

در فرمول فوق وزن بیرونی که توسط تصـمیم گیرنـده اتخـاذ شـده بصورت زیر است:

$$W^{0}=(w_1^{0},w_2^{0},...,w_n^{0}) \qquad (۱۵)$$

αو β اهمیـــت وزن‌هـــای بیرونـــی و درونـــی را مشـــخص میکنند.همچنین مجموع ایندو برابـر بـا یـک و هـر دو غیـر منفـی هستند.

۲-۳.روش VIKOR

روش VIKOR در سال ۱۹۹۸ توسـط S. Opricovic ارائـه شـد.. این متد بر رتبه بندی و انتخاب از یک دسته گزینه‌ها، و تعیـین راه حل‌های سازگار برای مسئله با معیارهـای متعـارض متمرکـز شـده است که می‌تواند به تصمیم گیرنـدگان بـرای رسـیدن بـه تصـمیم نهایی کمک کند. راه حل سـازگار یـک راه حـل شـدنی اسـت کـه نزدیکترین راه حل به ایده آل است و منظور ازسازگاری نیز جـوابی است که بر اساس توافق متقابل حاصل می‌شود [۱۰].
الگوریتم پیاده سازی روش VIKOR دارای گام‌های زیـر مـی‌باشـد [۱۱]:
گام اول- ماتریس تصمیم را با روابط زیر بی مقیاس میکنیم.

$$f_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}x_{ij}^{2}}} \qquad (۱۶)$$

گام دوم- ایده آل مثبت و منفی را تعیین میکنیم

$$I^{+}=\{(I_1^{+},I_2^{+},...,I_n^{+})\mid I_j^{+}=\max_{1\le i\le m}\{x_{ij}\}\} \qquad (۱۷)$$

$$I^{-}=\{(I_1^{-},I_2^{-},...,I_n^{-})\mid I_j^{-}=\min_{1\le i\le m}\{x_{ij}\}\} \qquad (۱۸)$$

گام سوم- محاسبه شکاف‌های R_i,S_i : این مقادیر به کمک روابـط زیر محاسبه می‌گردند

$$S_i=\sum_{j=1}^{n}w_j\cdot\frac{I_j^{+}-x_{ij}}{I_j^{+}-I_j^{-}} \qquad (۱۹)$$

$$R_i=\max_j\left[w_j\cdot\frac{I_j^{+}-x_{ij}}{I_j^{+}-I_j^{-}}\right] \qquad (۲۰)$$

گام چهارم- محاسبه شـکاف Q_i:کـه از طریـق رابطـه زیـر بدسـت می‌آید

$$Q_i=v\left[\frac{S_i-S^{*}}{S^{-}-S^{*}}\right]+(1-v)\left[\frac{R_i-R^{*}}{R^{-}-R^{*}}\right] \qquad (۲۱)$$

در رابطـــــه فـــــوق $S_i^{-}=Min_i\,S_i\,,S_i^{*}=Max_i\,S_i$ و $R_i^{-}=Max_i\,R_i\,,R_i^{*}=Min_i\,R_i$ و $v\in(0,1)$ و v را ضریب خوشبینی گویند. v مقداری بین صفر و یک دارد. هرچه بـه سـمت یکنزدیکتـر شـود میـزان خوشـبینی بیشـتر اسـت.معمولا $v=0.5$ در نظر گرفته می‌شود. در ایـن گـام بـر اسـاس مقـادیر بدست آمده از Q_i رتبه گزینه‌ها بدست میآید
گام پنجم- درصورتی که دو شرط زیر بر قرار بود رتبه بندی فوق را میپذیریم:

[2] Bulls-eye weighting method

شرط اول: در صورتی که $a^{'}$ گزینه نخست و $a^{''}$ گزینـه بعـد از آن باشند داشته باشیم:

$$Q(a^{''}) - Q(a^{'}) \geq DQ \qquad (۲۲)$$

کــه در عبــارت فــوق $DQ = 1/(J-1)$ و J بیــانگر تعــداد گزینه‌هاست

شرط دوم: گزینه که کمترین مقدارشاخص ویکـور را داراسـت بایـد در S و یا R نیزکمترین مقدار را داشته باشد.

گام ششم- اگر یکی از دو شرط برقرار نبود:

اگر فقط شرط دو برقرار نبود گزینه اول و دوم به لحاظ رتبه بنـدی شاخص ویکور را به عنوان بهترین گزینه‌ها میشناسیم.

اگر شرط اول برقـرار نبـود $a^{'}, a^{''}, ..., a^{(m)}$ را بـه عنـوان بهتـرین گزینه‌ها می‌پذیریم که m رتبه آخرین گزینه ای است کـه شـرط زیر را تحقق بخشد:

$$Q(a^{m}) - Q(a^{'}) < DQ \qquad (۲۳)$$

۳. متدلوژی پیشنهادی

ما در این بخش روش جدیـد مـورد نظـر را بـا عنـوان روش ویکـور خاکستری[3] مورد نظر قرار خواهیم داد. قدم‌های این روش عبارتنـد از:

گام اول- ماتریس را بی مقیاس میکنیم.

گام دوم- تعیین ایده آل مثبت و منفی:

$$(Z^{+}) = (z_1^{+}, z_2^{+}, ..., z_n^{+}) \qquad (۲۴)$$

$$z_j^{+} \in (\underline{x}_j^{+}, \tilde{x}_j^{+}, \overline{x}_j^{+}) \mid \underline{x}_j^{+} = \max_{1 \leq i \leq m}\{\underline{x}_{ij}\}, \tilde{x}_j^{+} = \max_{1 \leq i \leq m}\{\tilde{x}_{ij}\}, \overline{x}_j^{+} = \max_{1 \leq i \leq m}\{\overline{x}_{ij}\} \qquad (۲۵)$$

$$(Z^{-}) = (z_1^{-}, z_2^{-}, ..., z_n^{-}) \qquad (۲۶)$$

$$z_j^{-} \in (\underline{x}_j^{-}, \tilde{x}_j^{-}, \overline{x}_j^{-}) \mid \underline{x}_j^{-} = \min_{1 \leq i \leq m}\{\underline{x}_{ij}\}, \tilde{x}_j^{-} = \min_{1 \leq i \leq m}\{\tilde{x}_{ij}\}, \overline{x}_j^{-} = \min_{1 \leq i \leq m}\{\overline{x}_{ij}\} \qquad (۲۷)$$

گام سوم- در این مرحله میزان مطلوبیت وعدم مطلوبیت را بدسـت می‌آوریـم. همچنـین وزن بدسـت آمـده از روش بـولزای را در ایـن مرحله بکار میبریم.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \sqrt{\frac{(\underline{x}_j^{+} - \underline{x}_{ij})^2 + (\tilde{x}_j^{+} - \tilde{x}_{ij})^2 + (\overline{x}_j^{+} - \overline{x}_{ij})^2}{(\underline{x}_j^{+} - \underline{x}_j^{-})^2 + (\tilde{x}_j^{+} - \tilde{x}_j^{-})^2 + (\overline{x}_j^{+} - \overline{x}_j^{-})^2}} \qquad (۲۸)$$

$$R_i = \max_j \left[w_j \sqrt{\frac{(\underline{x}_j^{+} - \underline{x}_{ij})^2 + (\tilde{x}_j^{+} - \tilde{x}_{ij})^2 + (\overline{x}_j^{+} - \overline{x}_{ij})^2}{(\underline{x}_j^{+} - \underline{x}_j^{-})^2 + (\tilde{x}_j^{+} - \tilde{x}_j^{-})^2 + (\overline{x}_j^{+} - \overline{x}_j^{-})^2}} \right] \qquad (۲۹)$$

گام چهارم- شاخص ویکور را برای هر گزینه حساب میکنیم:

$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^{*}}{S^{-} - S^{*}}\right] + (1-v)\left[\frac{R_i - R^{*}}{R^{-} - R^{*}}\right] \qquad (۳۰)$$

در فرمول فوق v را ضریب خوشبینی گویند. v مقداری بین صـفر و یک دارد. هرچه به سمت یکنزدیکتر شود میزان خوشبینی بیشتر است. همچنین

$$S^{*} = \min_i S_i, S^{-} = \max_i S_i, R^{*} = \min_i R_i, R^{-} = \max_i R_i \qquad (۳۱)$$

گام پنجم- گزینه‌ها را بر اساس شاخص ویکور رتبه بندی میکنـیم. به این ترتیب که کمترین میزان شاخص ویکـور بهتـرین رتبـه را از آن خود میکند و بقیه گزینه‌ها نیز به همین ترتیب.

۴. نتایج محاسبات

در این قسمت برای سنجش کارایی روش مشـروحه، مثـال عـددی زیر را که باروشهای مختلفی در منابع [۷،۸،۹] مـورد مطالعـه قـرار گرفته است را شرح میدهیم. ماتریس تصمیم‌گیری بی مقیاس شده را در جدول ۱ نشان داده شده است.

اگـــــــر وزن بیرونـــــــــی بـــــــه صـــــــورت $w^{0} = (0.17, 0.12, 0.13, 0.13, 0.21, 0.24)$ داده شده باشـد، وزن تعدیل شده با روش بولزای برابراست با:

$$w = (0.2215, 0.1120, 0.2223, 0.1755, 0.1110, 0.1577) \qquad (۳۲)$$

نتایج حاصله در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

[3] Gray-VIKOR

جدول ۱. ماتریس تصمیم‌گیری

0.85]،0.80،[0.78	0.58]،0.55،[0.50	0.95]،0.95،[0.90	0.85]،0.82،[0.80	0.57،0.50،0.45	097]،0.95،[0.90
1.00]،0.95،[0.92	1.00]،0.97،[0.95	0.88]،0.86،[0.85	0.71]،0.69،[0.65	0.23]،0.20،[0.17	0.55]،0.51،[0.47
0.78]،0.72،[0.70	0.75]،0.74،[0.72	1.00]،0.98،[0.95	1.00]،0.97،[0.94	0.85]،0.83،[0.80	0.85]،0.82،[0.80
0.90]،0.88،[0.85	0.70]،0.67،[0.65	0.96]،0.95،[0.90	0.93]،0.90،[0.85	0.52]،0.50،[0.46	0.52]،0.50،[0.48

جدول ۲. نتایج روش ویکور خاکستری

	Q	S	R
A1	0.24	0.489203	0.145463
A2	0.1	0.66175	0.2223
A3	0.49	0.32487	0.2215
A3	0.33	0.500174	0.15656

چون شرط اول ارضا نمیشـود گزینـه‌هـای A_1, A_3, A_4 بـه عنـوان بهترین گزینه‌ها انتخاب میشوند.در منابع ذکر شده ترتیـب جوابهـا بصورت زیر بدست آمده است:

$$A_3 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2 \tag{33}$$

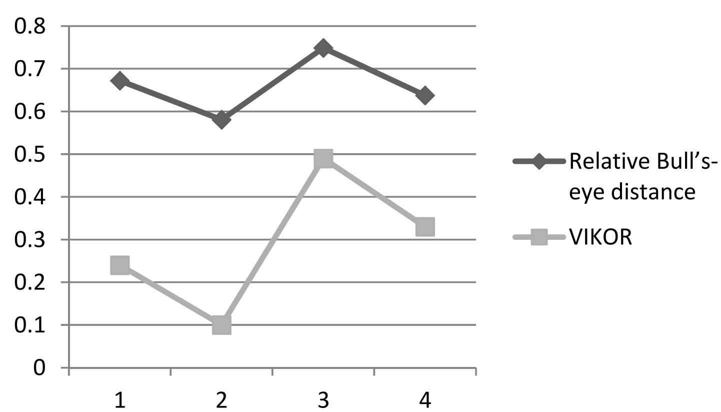
۵. بحث و مقایسه

با نتیجه بدست آمده میتوان ادعا کرد که روش فوق روشی کارا بـرای برآورد مسایل تصمیم‌گیـری چنـد معیـاره خاکسـتری سـه پـارامتره میباشد. اما در مورد اختلافی که بـین جوابهـا مشـاهده میشـود بایـد گفت که ریشه این اختلاف به تفاوت روشهای استفاده شده در مراجع ذکر شده و ویکور باز میگردد. روشهایی که در مقالات قبل این نتیجه را بدست آورده اند اغلب مشابه با روش تاپسـیس عمـل میکننـد.برای مطالعه در مـورد تفـاوت‌هـای ویکـور و تاپسـیس میتوانیـد بـه [11] مراجعه کنید. همچنین در همین منبـع در مـورد مزیـت اسـتفاده از روش ویکور نسبت به تاپسیس توضیحاتی داده شده است. در جـدول ۳ مقادیر روش استفاده شده در این مقاله با روشی دیگر که در مرجع [7] بیان شده مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نمودار تحلیـل حساسیت این دو روش در شکل ۲ نشان داده شده است. این نمـودار نشان میدهد که اختلاف روش‌ها در رتبه بندی ناچیز است.

برای تعیین اعتبار مدل پیشنهادی با تشکیل کمیته ای ۲۷ نفـره از دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکترا رشته مهندسی صنایع و مدیریت در این مورد اتخاذ تصمیم کـردیم کـه ایـن افـراد پـس از مشورت جمعی مدل به دست آمده را معتبر دانستند.

جدول ۳. مقایسه روش پیشنهادی مقاله با روشی دیگر

	VIKOR	Relative Bull's-eye distance	Rank
A1	0.24	0.6719	2
A2	0.1	0.5807	3
A3	0.49	0.7485	1
A4	0.33	0.6375	4



شکل ۲. نمودار تحلیل حساسیت دو روش

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله پس از تبیین مبحث اعداد خاکستری سه پـارامتره بـا تلفیق روش ویکور و وزندهی بولزای روشی جدید برای حل مسـایل تصمیم‌گیری چند معیاره در حالت خاکسـتری سـه پـارامتره ارایـه دادیم. استفاده از این روش برای پژوهشگران مزیتی فراهم مـی‌آورد تا عدم قطعیت پارامترها را تا حد زیادی کنترل کنند. تـا آنجـا کـه محقق بررسی کرده است این تلفیق برای اولین بـار صـورت گرفتـه است. مقایسه نهایی نشان داد این روش میتواند روشی مناسب برای تصمیم‌گیری‌های چند معیاره مبتنی بـر داده‌هـای خاکسـتری سـه پارامتره باشد.

مراجع

[1] Liu SF, Dang YG, Fang ZG. Grey system theory and application. Beijing, Science Press, 2005.

[2] Luo D. An eigenvector method for grey decision-making, System Engineerin - Theory & Practice, 2005, No. 4, Vol. 25, 67-71.

[3] Bu GZ, Zhang YW. Grey fuzzy comprehension evaluation method based on interval numbers of three parameters, System Engineering and Electronics, 2001, No. 9, Vol. 23, 43–62.

[4] Luo D, Liu SF. Grey incidence decision-making with incomplete information, Journal of Applied Sciences, 2005, Vol. 4, 408-412.

[5] Kamfiroozi M, Aliahmadi A, Jafari M. Application of three parameter interval grey numbers in enterprise resource planning selection, International Journal of Information, Security and Systems Management, 2012, No. 2, Vol. 1, pp. 72-77.

[6] LIN N, SIFEN GL. Several programming models with unascertained parameters and their applications, J. Multi-Crit. Decis. Anal, 1999, Vol. 8, 206-220.

[7] Luo Dang, Wang Xia. The multi-attribute grey target decision method for attribute value within three-parameter interval grey number, Applied Mathematical Modelling, 2012, Vol. 36, 1957-1963.

[8] Luo D. Analysis method for grey decision-making problems، Yellow River Water Conservation Press, Zhengzhou, 2005.

[9] Dang YG, Liu GF, Wang JP. A multiple attribute decision model with weighted grey target, Statistics and Decision, 2004, Vol. 3, 29-30.

[10] Opricovic S. Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.

[11] Opricovic Serafim, Hshiung Tzeng Gwo. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, Journal of Operational reasearch, 2005, Vol. 156, 445-455.