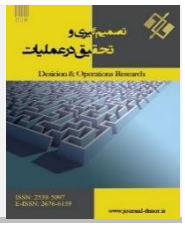
Decisions & Operations Research

Volume 6, Issue 1, Spring 2021



Modification of TOPSIS Method to Improve the Results of Performance Evaluation of Financial and Credit Institutions

Rouhollah Kiani Ghalehno*

Department of Industrial Engineering, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Abstract

In the last decade, multi-criteria decision-making methods have been used extensively to evaluate multiple units with similar task descriptions. One of the most widely used methods, which is based on mathematical principles, is the TOPSIS method. Ranking mechanism in TOPSIS method based on performance distance measurement is from positive ideal and negative ideal and the existence of Outlier-data can have a negative impact on the calculations. In this study the modification of TOPSIS method so that be able to control Outlier-data, is on the agenda. For this purpose modified algorithm TOPSIS method is introduced. With the aim of validating the proposed algorithm, the performance of 1951 branches of agri-Bank in the case study section has been evaluated and the results have been compared with the standard TOPSIS method. Calculation of the modified TOPSIS method by considering different coefficients of data scatter control and examination of the correlation coefficients show that the modified TOPSIS method has been able to control Outlier data well.

Keywords: Decision making, TOPSIS technique, Outlier data (throw), Bank, Evaluation.

Paper Type: Application

Received: 21/11/2020 Reviewed: 23/01/2021 Revised: 26/02/2021 Accepted: 09/03/2021

Citation:

Kiani Ghalehno, R. (2021). Modification of TOPSIS method to improve the results of performance evaluation of financial and credit institutions. *Decisions & operations research*, *6*(1), 97-114.

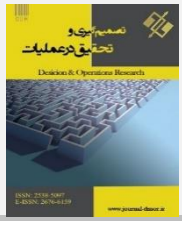
*** Corresponding Author**

Email Address: rohollah.ghaleno@yahoo.com

DOI: 10.22105/dmor.2021.258329.1262

www.journal-dmor.ir

نشریه علمی
تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات
Journal of Decisions and Operational Research
دوره ۶، شماره (۱)، بهار ۱۴۰۰



اصلاح روش تاپسیس برای بهبود نتایج ارزیابی عملکرد موسسات مالی و اعتباری

روح اله کیانی قلعه‌نو*

گروه مهندسی صنایع، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران.

چکیده

در دهه اخیر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره کاربرد قابل توجهی برای ارزیابی واحدهای متعدد با شرح وظایف مشابه داشته است. یکی از روش‌های پرکاربرد که بر پایه مبانی ریاضی بنا شده است، روش تاپسیس می‌باشد. به جهت آن‌که سازوکار رتبه‌بندی در روش تاپسیس بر مبنای فاصله‌سنجی عملکرد از ایده آل مثبت و ایده آل منفی می‌باشد و وجود داده‌های دورافتاده[1] می‌تواند تاثیر منفی روی محاسبات بگذارد، در این پژوهش اصلاح روش تاپسیس به گونه‌ای که بتواند داده‌های پرت را کنترل نماید در دستور کار قرار گرفته و الگوریتم اصلاح شده برای روش تاپسیس، معرفی شده است. با هدف اعتبارسنجی الگوریتم ارائه شده، عملکرد ۱۹۵۱ شعبه بانک کشاورزی در بخش مطالعه موردی، مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج با روش استاندارد تاپسیس مقایسه شده است. محاسبه روش تاپسیس اصلاح شده با در نظر گرفتن ضرایب مختلف کنترل پراکندگی داده‌ها و بررسی ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که روش تاپسیس اصلاح شده توانسته به خوبی داده‌های دورافتاده را کنترل نماید.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری، تکنیک تاپسیس، داده دور افتاده (پرت)، بانک، ارزیابی.

نوع مقاله: کاربردی

دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱ داوری: ۱۳۹۹/۱۰/۲۴ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۰۸ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

۱- مقدمه

برای ارتقای سطح مدیریت ضروریست بتوان کیفیت تصمیم‌گیری را بالا برد. بدین منظور شناخت درست از وضعیت عملکردی واحدهای زیرمجموعه و ارزیابی عملکرد آن‌ها می‌تواند در بیان صحیح و منطقی اهداف و تعیین و ترسیم برنامه‌ها، سهم بسزایی داشته باشد. ارزیابی این امکان را فراهم خواهد ساخت تا عواقب و نتایج تصمیم‌گیری‌های قبلی نمایان شده و نقاط قوت و ضعف مشخص شود. تصمیم‌گیری ها، عموما متناسب با معیارهای ذی‌مدخل در ماهیت فعالیت و شرح وظایف اتخاذ می‌گردد. و طبیعتا تصمیم‌گیرنده می‌بایست یک روش ارزیابی بر پایه برآیند عملکرد معیارهای متعدد انتخاب نماید. انتظار می‌رود انتخاب روش به گونه‌ای باشد که بتواند معیارهایی که بعضا ماهیت کمی و کیفی دارند و پراکندگی داده‌ها در آن‌ها از یک قاعده خاص پیروی نمی‌کند، به بهترین شکل ممکن مدیریت شود. در سالیان اخیر، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله تاپسیس، ایداس، ویکور، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل شبکه‌ای و ... تا حد زیادی به حوزه مدیریت کمک نموده تا بتواند ارزیابی قابل قبولی از واحدها و گزینه‌های متعدد داشته باشد. در این میان مدیریت مالی اهمیت ویژه‌ای برای ارزیابی واحدهای تابعه قائل بوده و همواره درصدد یافتن روش‌های ارزیابی متنوع و متناسب با فضای فعالیت زیرمجموعه خود است.

[1] Outlier

* نویسنده مسئول
آدرس رایانامه: roholllah.ghaleno@yahoo.com
شناسه دیجیتال: DOI: 10.22105/dmor.2021.258329.1262

به جهت وجود قابلیت‌های خاص در هر مجموعه کاری، چالش‌هایی برای انتخاب روش ارزیابی وجود خواهد داشت که بعضا روش-های استاندارد ارائه شده، نیازمند اصلاحاتی خواهد بود تا بتواند چالش شناسایی شده را پوشش دهد.

در دنیای واقعی با بکار گرفتن روش‌های کلاسیک، بعضا انتظارات به دلیل وجود برخی چالش‌ها برآورده نمی‌شود و نیازمند تغییراتی در روش‌های کلاسیک برای پوشش انتظارات خواهد بود. عموما پژوهش‌هایی که تاکنون در حوزه تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده به تناسب مورد مطالعاتی، دارای تنوع انتخاب در روش حل و تنوع انتخاب وزن برای شاخص‌ها بوده است. در این پژوهش برای اولین بار به اثرات داده پرت در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته خواهد شد. در این پژوهش به صورت خاص، اثرات داده پرت بر امتیازدهی در هر شاخص و میزان اثرگذاری آن بر امتیاز نهایی بررسی شده است. داده‌های دورافتاده یا پرت امری مشهود و غیر قابل اجتناب است و عموما در همه جا وجود دارد. برای این داده‌ها که از الگوی عمومی در یک گروه داده پیروی نمی‌کنند، الگوریتم‌های متعددی طراحی شده که می‌تواند آن‌ها را شناسایی نموده و در بسیاری از موارد تصمیم‌گیرنده این داده‌ها را کنار می‌گذارد. اما همیشه حذف داده‌های دورافتاده مورد نظر نمی‌باشد.

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، وجود تک تک داده‌ها در ماتریس تصمیم الزامی بوده و درصورت کنار گذاردن یک داده ناگزیر به حذف گزینه تصمیم‌گیری خواهیم بود. بنابراین روشی که این داده‌ها را کنترل نماید به گونه‌ای که به سازوکار روش خدشه‌ای وارد نشود و ارزش معیار با وجود داده‌های پرت حفظ شود، مورد انتظار است. بدین منظور ضرورت دارد ارزش‌گذاری جدیدی برای فواصل داده ها تعیین شود. یکی از روش‌های منطقی برای ارزش‌گذاری، شناسایی ناحیه پرتراکم داده‌ها می‌باشد. با استفاده از مبانی توزیع احتمال و با استناد قرار دادن قضیه حد مرکزی، تراکم قابل توجه داده‌ها در انحراف معیار اول و دوم، مبنای ارزش گذاری بخش قابل توجهی از امتیاز خواهد بود. این امر ضمن کاربردی بودن مبنای علمی داشته و بر اصول ریاضی استوار است.

در این پژوهش در نظر است با انتخاب چهار معیار حجم فعالیت، تنوع خدمات، بازدهی و ریسک، شعب بانک کشاورزی کشور با بیش از ۱۹۰۰ شعبه ارزیابی شود. وجود داده‌های دورافتاده با توجه به شرح وظایف خاص دربرخی شعب امری طبیعی می‌باشد، با این توضیح که وجود عملکرد متفاوت به دلیل وجود برخی قابلیت‌های محیطی و استراتژیکی برای تعدادی از شعب گریز ناپذیر است. از سوی دیگر حذف عملکرد یک گزینه در یک معیار به دلیل پرت بودن عملکرد آن در سازوکار روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره متصور نمی‌باشد. لذا انجام اصلاحاتی در فرآیند محاسباتی روش‌های تصمیم‌گیری، به گونه‌ای که بتواند فواصل داده‌های دورافتاده را کنترل و مدیریت کند موضوع اصلی این پژوهش است. بدین‌منظور برمبنای قوانین موجود در توزیع‌های احتمال و با فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، در روش استاندارد تاپسیس تغییراتی اعمال خواهد شد تا بتواند با ضریب اطمینان قابل پذیرش فواصل بین مینیمم مقدار و ماکزیموم مقدار داده‌های توزیع شده در یک معیار را طبقه‌بندی و سپس محاسبات امتیازی را انجام دهد. در این پژوهش الگوریتم اصلاحی برای روش تاپسیس پیشنهاد خواهد شد و با استفاده از نرم‌افزار متلب مسئله حل و در انتها ضمن تجزیه و تحلیل نتایج درخصوص اعتبار الگوریتم پیشنهادی بحث خواهد شد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

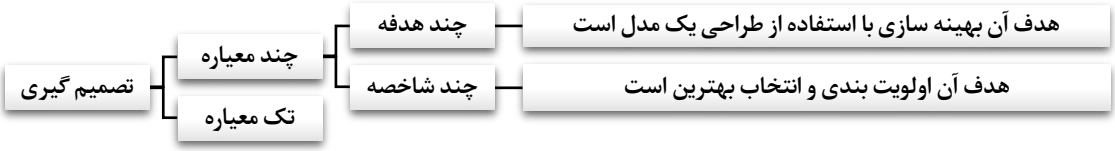
به جهت آن‌که تمرکز این پژوهش استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با وجود داده‌های دورافتاده بوده و مقرر است روش اصلاحی برای تاپسیس ارائه شود به اختصار در خصوص هر یک از موارد اشاره شده بحث می‌شود.

کیانی قلعه نو/ تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحه: ۱۱۴-۹۷

۱-۲- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[۱]

کلمه تصمیم‌گیری را می‌توان قطع کردن معنی کرد. در تصمیم‌گیری، هدف به نتیجه رساندن قصد و نیت از طریق حل مسئله می‌باشد که در آن یک راه‌کار از میان راه‌کارهای متعدد انتخاب می‌شود. روش‌های مختلفی برای تصمیم‌گیری وجود دارد که بسته به نوع مسئله می‌توان آن را به تک معیاره (تک هدفه) و چندمعیاره (چند هدفه) تقسیم نمود. مدل‌های کلاسیک بهینه‌سازی عموما تک هدفه هستند که به صورت خطی، غیرخطی و یا مخلوط بیان می‌شوند. اما در دهه‌های اخیر مدل‌های چندمعیاره با هدف تصمیم‌گیری‌های پیچیده کاربرد قابل توجهی داشته است. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره خود به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- *تصمیم‌گیری چند هدفه[۲] که در آن مسئله بصورت یک مدل با بیش از یک هدف در محدوده‌ای از قیود بیان می‌شود.*
- *تصمیم‌گیری چند شاخصه[۳] که در آن حل مسئله ماهیتا انتخاب گزینه برتر در بین سایر گزینه‌ها متناسب با شاخص‌های تعریف شده می‌باشد. روش تاپسیس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد که تمرکز پژوهش روی این روش خواهد بود.*



شکل۱- روش‌های تصمیم گیری.
Figure 1- decision methods.

۲-۲- روش تاپسیس[۴]

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره که کاربرد زیادی دارد روش تاپسیس است که اولین بار توسط ونگ و یون[۵] (۱۹۸۱) ارائه شد. از این تکنیک برای اولویت‌دهی به گزینه‌های شناسایی شده و انتخاب بهترین گزینه استفاده می‌شود. مزیت مهم این تکنیک به‌کارگیری معیارها و شاخص‌های دارای واحدهای سنجش متفاوت است که می‌تواند طبیعت و ارزش ماهیتی آن مثبت یا منفی باشد. درواقع در این روش امکان ارزیابی گزینه‌ها به صورت ترکیبی از شاخص‌های مثبت و منفی با واحدهای سنجش متفاوت وجود دارد. از جمله مزیت های این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند. به عبارات دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شکل ترکیبی در این تکنیک استفاده نمود. اصول کار این روش تعیین هدف حداکثری و میزان حداقلی عملکرد برای هر معیار و سپس فاصله‌سنجی عملکرد گزینه‌ها از این دو مقدار می‌باشد. هدف حداکثری را ایده آل مثبت و حداقل عملکرد ممکن را ایده آل منفی می‌نامند.

گام‌های روش و نحوه محاسبه آن در ادامه تشریح شده است.

---

[۱] Multi-Criteria Decision Making (MCDM)
[۲] Multi-Objective Decision Making (MODM)
[۳] Multi-Attribute Decision Making (MADM)
[۴] TOPSIS
[۵] Wang & Yoon

تشکیل ماتریس تصمیم و نرمال‌سازی ماتریس

$$r_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}^2}}, \qquad for\ j=1\dots m, \qquad (۱)$$

ضرب ماتریس نرمال شده در اوزان معیارها

$$v_{ij}= r_{ij} * w_j, \qquad for\ j=1\dots m, \qquad (۲)$$

تعیین ایده آل مثبت و منفی و محاسبه فواصل تا ایده آل‌ها

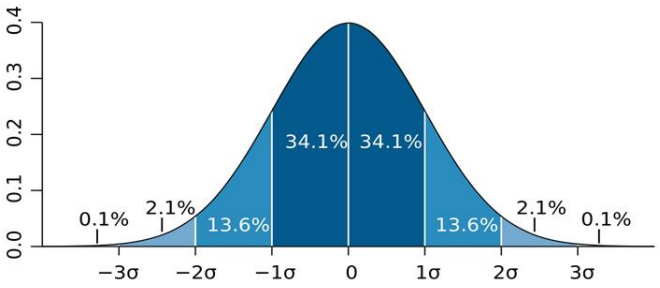
$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(v_{ij}-v_j^+\right)^2}, \qquad for\ i=1\dots n, \qquad (۳)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(v_{ij}-v_j^-\right)^2}, \qquad for\ i=1\dots n, \qquad (۴)$$

$$d=\frac{d_i^-}{d_i^- - d_i^+}. \qquad (۵)$$

۳-۲- توزیع احتمالی نرمال[۱]

یکی از مهم‌ترین توزیع‌های احتمال در نظریه احتمالات، توزیع نرمال است. دلیل اصلی نام‌گذاری این توزیع آنست که بسیاری از کمیت‌های طبیعی دارای افت و خیز حول یک مقدار ثابت هستند، به گونه‌ای که چنانچه تعداد متغیرها بسیار زیاد شود نحوه توزیع متغیرها را می‌توان با دو پارامتر میانگین که در مرکز تغییرات قرار دارد و واریانس که میزان پراکندگی متغییرها از میانگین است بررسی نمود. به جهت آنکه کارل فردریش گاوس در کارهای خود از این توزیع استفاده نموده، این توزیع به نام توزیع گاوسی نیز شناخته می شود. یکی دیگر از نام‌گذاری‌های این توزیع زنگوله‌ای می‌باشد که دلیل این امر شکل تابع چگالی احتمال آن است. **شکل ۲** نمایی از توزیع نرمال استاندارد است.



شکل۲- توزیع نرمال استاندارد.

Figure 2- Standard normal distribution.

۴-۲- قضیه حد مرکزی[۲]

در نظریه احتمالات بیان می‌شود که با در نظر گرفتن شرایطی خاص، جامعه آماری متغیر تصادفی مستقل که میانگین و واریانس تعریف شده‌ای دارند به صورت تقریبی دارای توزیع نرمال هستند و هرچه تعداد متغیرها در جامعه آماری افزایش یابد و به سمت بی نهایت میل کند تقریب بهتر شده و به توزیع نرمال نزدیک‌تر خواهد شد.

[۱] Normal distribution
[۲] Central Limit Theorem

۲-۵- داده‌های پرت یا دورافتاده

داده پرت داده‌ای است که با سایر داده‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. گاها داده‌های پرت می‌توانند دردسر ساز باشند و گاها تصمیم‌گیرنده به دنبال یافتن داده‌های پرت است تا ناهنجاری را تشخیص دهد. در مجموع برای نمونه یا جامعه آماری که به هر دلیل وجود داده‌های پرت و دورافتاده در آن مشاهده می‌شود را می‌توان بسته به نوع استفاده و موضوع تصمیم‌گیری به یکی از ٤ طرق زیر با آن برخورد نمود.

- *حذف داده‌های پرت.*
- *اصلاح داده‌های پرت.*
- *شناسایی داده‌های پرت به عنوان ظرفیت و توانمندی.*
- *متوازن سازی ارزش فاصله گذاری داده پرت با سایر داده‌ها.*

به جهت آنکه در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در هنگام تشکیل ماتریس تصمیم وجود تک تک داده‌ها ضرورت دارد لذا حذف داده پرت میسر نمی‌باشد. از سوی دیگر اصلاح مقدار محاسبه شده صرفا درصورت خطای اندازه‌گیری قابل اعمال است که در این پژوهش مورد بحث نبوده و فرض بر آن است که مقادیر اندازه‌گیری شده صحیح است. موضوع شناسایی به عنوان یک ظرفیت و توانمندی ویژه برای یک گزینه، مفهوم کیفی می‌باشد. بنابراین روش متوازن سازی ارزش فاصله گذاری داده‌های پرت، در دستور کار قرار خواهد گرفت. در روش‌های ارزیابی که موضوع اصلی این پژوهش است وجود نویز در داده‌ها باعث نویز در معیارها خواهد شد، به گونه‌ای که اثر و ارزش آن معیار در نتیجه نهایی بیش از حد انتظار باشد. در ادامه یک مثال ساده با وجود داده‌های نویز با استفاده از روش تاپسیس حل شده است. در **جدول ۱**، گزینه ۱ به‌رغم آنکه در دو معیار دوم و سوم دارای عملکرد ضعیف‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها می‌باشد، صرفا به دلیل عملکرد در معیار اول که دارای مقدار دورافتاده، توانسته است رتبه اول عملکردی را کسب نماید. با توجه به این نکته قابل تامل است که وزن معیار اول به نسبت سایر معیارها مقدار کمتری دارد. با استناد به مثال مذکور گزینه‌ای توانسته است در جایگاه اول رتبه‌بندی قرار بگیرد که صرفا در یک معیار با ارزش وزنی کمتر نسبت به سایرین دارای مقدار عملکردی قابل ملاحظه‌ای است.

جدول ۱- مثال عددی روش تاپسیس.
Table 1- Numerical example of TOPSIS method.

وزن معیار ماهیت معیار	2 +	3 +	3 +	نرمال و وزین شده			ضریب نزدیکی به ایده آل‌ها		
	معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳	NWC1	NWC2	NWC3	d+	d-	d
گزینه ۱	10	640	350	1.873	1.112	1.354	0.742	1.686	0.694
گزینه ۲	2	990	460	0.375	1.719	1.78	1.499	0.765	0.338
گزینه ۳	3	980	350	0.562	1.702	1.354	1.379	0.699	0.337
گزینه ۴	1	796	380	0.187	1.382	1.471	1.747	0.295	0.144
ایده آل مثبت				1.873	1.719	1.78			
ایده آل منفی				0.187	1.112	1.354			

۲-٦- پیشینه پژوهش

به جهت آنکه ارائه روش مناسب برای ارزیابی واحدهای زیرمجموعه موسسات مالی و اعتباری هدف این پژوهش است، به برخی از پژوهش‌های انجام شده در این خصوص اشاره می‌شود. شاهبندرزاده[۱] (۲۰۰٦) با بکارگیری کارت امتیازی متوازن پایدار جدید با مد نظر

[۱] Shahbandarzadeh

قرار دادن شاخص‌های کمی و کیفی، شعب بانک ملت در بوشهر را ارزیابی کرده است. سکمه و همکاران[1] (۲۰۰۹) با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس، با داده‌های فازی، ۵ بانک بزرگ ترکیه را ارزیابی کرده است. موتمنی و همکاران[2] (۲۰۱۰) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن هر معیار را محاسبه و سپس با استفاده از روش تاپسیس سه بانک بزرگ ایران را رتبه بندی کرده است. گارسیا و همکاران[3] (۲۰۱۰) با استفاده از روش تاپسیس بانک‌های اسپانیا را رتبه‌بندی کرده و اذعان داشتند انتخاب معیار نتایج متفاوتی برای رتبه‌بندی ایجاد کرده اند.

آقایی و همکاران[4] (۲۰۱۳) با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در محیط فازی به رتبه بندی ۱۵ شعبه بانک سامان در تهران پرداختند. کاظمی و موسوی[5] (۲۰۱۳) با استفاده از روش انتروپی وزن معیارها را محاسبه کردند و سپس نتایج رتبه‌بندی با استفاده از ٤ روش مرسوم در تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله تاپسیس و ویکور بررسی و مقایسه کردند. محمودی و باقرلو[6] (۲۰۱٤) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی وزن معیارها و سپس با استفاده از روش تاپسیس در محیط فازی ۹ بانک بورسی را رتبه‌بندی کردند. علیداده و قاسمی[7] (۲۰۱۵) با استفاده از مدل *BSC/FAHP* عملکرد شعب بانک سپه استان سیستان و بلوچستان را محاسبه و سپس با روش تاپسیس رتبه‌بندی نمودند. برای ارزیابی عملکرد موسسات مالی و اعتباری عموما از دو تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. شعبان و همکاران[8] (۱۳۹۹) از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی واحدها در موسسات حسابرسی استفاده نموده اند. در پژوهش ایشان، متغیر خروجی کیفیت حسابرسی و متغیر ورودی، تعداد شرکا، حق الزحمه، تعداد نفر ساعت، در نظر گرفته شده است اما به دلیل وجود چالش انتخاب متغیر ورودی و خروجی، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به نسبت، جذابیت بیشتری داشته است. در ادامه به برخی از پژوهش‌های انجام شده که با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به ارزیابی گزینه‌های موجود پرداخته‌اند و با استفاده از رتبه‌بندی، میزان کارایی گزینه‌ها مشخص و به تصمیم گیرنده پیشنهاد شده است اشاره می‌شود. وانگ و همکاران[9] (۲۰۱۷، ۲۰۱۸) برای سنجش عملکرد ساختمان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند. روش انتروپی برای وزن‌دهی معیارها و روش تاپسیس اساس کار ایشان در پژوهش انجام شده بوده است. جویل هیم و همکاران[10] (۲۰۱۹) ضمن تمرکز بر استقلال و وابستگی معیارها نسبت به هم، در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره خود از اساس روش تاپسیس استفاده کردند. کشاورز قربایی و همکاران[11] (۲۰۱۷) به ارزیابی تأمین کننده‌ها و تخصیص سفارش با توجه به معیارهای محیطی پرداخته‌اند و برای ارزیابی تامین کننده‌ها از روش ایداس فازی استفاده نمودند. تحلیل و شناسایی معیارهایی که بیش از سایر معیارها در کیفیت سفارش تاثیر می‌گذارد در این پژوهش هدف‌گذاری شده است. سانجی کومار و همکاران[12] (۲۰۱۸) برای انتخاب تامین کننده‌ها که از مسائل مهم در زنجیره تامین می‌باشد از روش تاپسیس فازی استفاده کردند. روش ارائه شده در پژوهش برای یک واحد تولیدی فولاد در هند بررسی شده است. اجری پور و همکاران[13] (۲۰۱۹) با هدف اولویت بندی به شاخص‌های مربوط به عملکرد مدیران از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده نموده‌اند. سپس مدل ارائه شده در یک شرکت پتروشیمی پیاده سازی شد. حسن زاده و همکاران[14] (۲۰۲۰) با هدف برنامه‌ریزی فروش، شاخص‌هایی از قبیل برنامه تولید، برنامه موجودی، برنامه تحویل مشتری، توسعه محصولات جدید و برنامه مالی را بکار گرفته و با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در محیط غیر قطعی ارزیابی انجام شده است.

[1] Secme et al.
[2] Motameni
[3] Garcia et al.
[4] Aghaei et al.
[5] Kazemi & Mousavi
[6] Mahmudi & Bagherlou
[7] Alidade & Ghasemi
[8] Shaban et al.
[9] Wang et al.
[10] Guilherme et al.
[11] Ghorabaee
[12] kumar et al.
[13] Ajripour et al.
[14] Hassanzadeh et al.

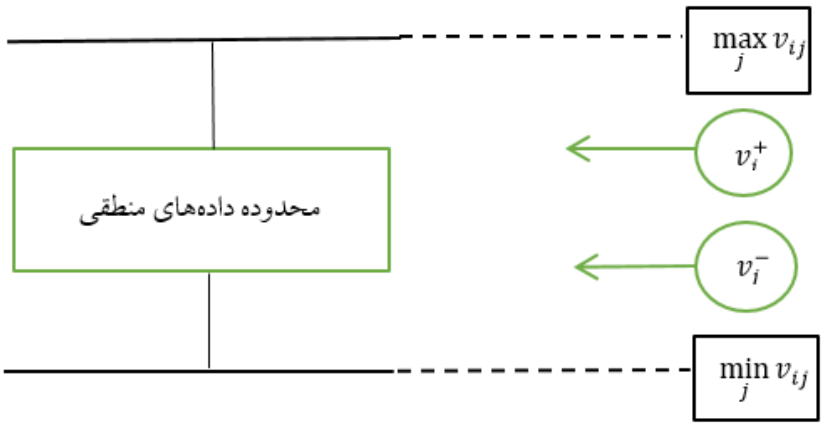
عموما پژوهش‌هایی که تاکنون در حوزه تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده است به تناسب مورد مطالعاتی دارای تنوع انتخاب برای معیار و سنجش وزن معیار و تنوع در روش حل بوده است. در این پژوهش به صورت خاص، اثرات داده پرت بر امتیازدهی به گزینه‌ها در هر شاخص و میزان اثرگذاری آن بر امتیاز نهایی بررسی شده است و با اصلاح روش کلاسیک تاپسیس، سعی در کنترل نمودن آثار منفی داده پرت دارد.

۳- روش پژوهش

این پژوهش را می‌توان از حیث هدف کاربردی توصیف نمود چرا که هدف اصلی این پژوهش اصلاح روش تاپسیس برای پوشش داده‌های دورافتاده در موسسات مالی و اعتباری است. برای این منظور، گردآوری اطلاعات و ادبیات پژوهش از نوع مطالعات کتابخانه‌ای خواهد بود. به جهت آنکه تمرکز پژوهش ارزیابی واحدهای موسسات مالی و اعتباری می باشد، در پژوهش شعب بانک کشاورزی کشور مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت و جامعه آماری استفاده شده، تعداد ۱۹۴۱ شعبه بانک کشاورزی خواهد بود. بنابراین می‌توان پژوهش را از منظر ماهیت و روش توصیفی قلمداد کرد و در زیر گروه تحقیق موردی با تحلیل محتوی قرار داد. داده‌های مورد پردازش پس از اخذ مجوز لازم با استفاده از روش کتابخانه‌ای از ستاد مرکزی بانک کشاورزی استخراج و در اختیار پژوهشگر قرار گرفته است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از دو نرم افزار *spss* و *excel* استفاده شده است. به دلیل لزوم بررسی پراکندگی بین داده‌ها و لزوم تجزیه و تحلیل آن‌ها، استفاده از نمودارهای نرم افزارهای اشاره شده موثر ارزیابی شده است. برای اعتبار سنجی پژوهش، مقایسه خروجی روش تاپسیس و روش اصلاح شده تاپسیس صورت خواهد پذیرفت.

۴- تکنیک تاپسیس اصلاح شده

یکی از گام‌های اصلی در روش تاپسیس مقداردهی به ایده آل‌های مثبت و منفی است که بعضا مقدار ماکزیموم و مینیمم داده‌های یک معیار را برای ایده آل مثبت و ایده آل منفی مورد نظر است اما فارغ از نحوه انتخاب ایده آل‌ها، این نکته قطعا رعایت خواهد شد که بایستی به گونه ای ایده آل‌ها تعریف شوند که تک تک داده‌های اندازه گیری شده به ازای هر معیار در حد فاصل ایده آل منفی و ایده آل مثبت قرار گیرند در واقع بازه ماکزیموم و مینیمم داده‌ها کوچکترین زیرمجموعه از مجموعه تمام بازه‌های ایده آل با کران پایین ایده آل منفی و کران بالای ایده آل مثبت است. در روش تاپسیس اصلاح شده این فرصت برای تصمیم‌گیرنده مهیا خواهد شد تا بازه ایده‌آل خود را زیرمجوعه‌ای از بازه ماکزیموم و مینیمم داده‌ها اختیار نماید و محاسبات در این حالت از یک بازه به چندین بازه توسعه خواهد یافت. در **شکل ۳** نمایی از هدف‌گذاری تشریح شده به نمایش گذارده شده است.



شکل۳- توسعه بازه ایده ال مثبت و منفی در روش تاپسیس اصلاح شده.

Figure 3- Development of positive and negative ideal intervals in the modified TOPSIS method.

۱-٤- گام‌های روش تاپسیس اصلاح شده

گام ۱- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم.

$$r_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}}, \qquad for\ i=1\dots n\ \&\ j=1\dots m. \tag{٦}$$

گام ۲- وزین شدن ماتریس تصمیم نرمال شده.

$$v_{ij}=w_j{}^*r_{ij}, \qquad for\ i=1\dots n\ \&\ j=1\dots m. \tag{۷}$$

گام ۳- تعیین پارامترهای حد انتظار مثبت و منفی بر مبنای نظریه احتمال در توزیع نرمال.

$$\varepsilon v_j=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} v_{ij}, \qquad for\ \ j=1\dots m, \tag{۸}$$

$$\delta v_j=\frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(v_{ij}-\varepsilon x_j\right)^2}\ \ for\ j=1\dots m, \tag{۹}$$

$$v_j^+=\varepsilon v_j+\beta^*\delta v_j, \qquad for\ j=1\dots m, \tag{۱۰}$$

$$v_j^-=\varepsilon v_j-\beta^*\delta v_j, \qquad for\ j=1\dots m. \tag{۱۱}$$

ضریب β با هدف انتخاب میزان پراکندگی مورد انتظار جانمایی شده است. برای آنکه تصمیم‌گیرنده بتواند محدوده منطقی عملکرد گزینه‌ها را به تناسب تراکم داده‌ها در مورد مطالعاتی توسعه یا تعریض دهد، ضریب بتا در **معادلات (۱۰)** و **(۱۱)** جانمایی شده است. با در نظر گرفتن ضریب ۱ برای بتا عملکرد مورد انتظار مثبت (v_j^+) و منفی (v_j^-) یک برابر انحراف مثبت و منفی از میانگین خواهد بود و با افزایش مقدار بتا دامنه محدوده مورد انتظار برای عملکرد گسترش خواهد یافت و به عکس با مقداردهی کمتر از ۱ برای بتا محدوده مورد انتظار عملکردی کاهش خواهد یافت. در واقع ضریب بتا، فرصتی برای خبرگان و ارزش دهی کیفی داده به بازه عملکردی مورد انتظار است.

گام ٤- محاسبه ضریب نزدیکی به ایده آل مثبت و منفی.

نخست γ را به عنوان ضریب اهمیت برای بازه $v_j^- - v_j^+$ نسبت به $\max_i v_{ij} - \min_i v_{ij}$ تعریف می‌کنیم. با توجه به این نکته حائز اهمیت است که به جهت آنکه هدف کنترل پراکندگی داده‌ها می‌باشد همواره **رابطه ۱۲** برقرار است.

$$\frac{\left|v_j^- - v_j^+\right|}{\left|\max_i v_{ij} - \min_i v_{ij}\right|}=\gamma, \qquad for\ j=1\dots m, \tag{۱۲}$$

$$d_i^+=\begin{cases}\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\gamma^*\left|v_{ij}-v_j^+\right|+\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left|v_j^+-\max_i v_{ij}\right|\right)^2} & if\ v_j^-<v_{ij}<v_j^+\\ \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\gamma^*\left|v_j^--v_j^+\right|+\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left(\left|v_j^+-\max_i v_{ij}\right|+\left|v_{ij}-v_j^-\right|\right)\right)^2} & if\ v_{ij}<v_j^-\\ \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left|\max_i v_{ij}-v_{ij}\right|\right)^2} & if\ v_{ij}>v_j^+\end{cases} \tag{۱۳}$$

$$d_i=\begin{cases}\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\gamma^{*}\left|v_{ij}-v_j^{-}\right|+\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left|v_j^{-}-\min_i v_{ij}\right|\right)^2} & if\ v_j^{-}<v_{ij}<v_j^{+}\\ \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left|\min_i v_{ij}-v_{ij}\right|\right)^2} & if\ v_{ij}<v_j^{-}\\ \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(\gamma^{*}\left|v_j^{-}-v_j^{+}\right|+\left(\frac{1-\gamma}{2}\right)*\left(\left|v_j^{-}-\min_i v_{ij}\right|+\left|v_{ij}-v_j^{+}\right|\right)\right)^2} & if\ v_{ij}>v_j^{+}\end{cases} \quad (۱۴)$$

$$d=\frac{d_i^{-}}{d_i^{-}-d_i^{+}}\ . \quad (۱۵)$$

بر اساس ضریب اهمیت برای بازه مورد انتظار روابط نزدیکی به ایده آل مثبت و منفی که در روش تاپسیس اصلاح شده حد انتظار مثبت و منفی تعریف شده است به شرح **معادلات (۱۳)- (۱۵)** خواهد بود.

گام ۵- رتبه‌بندی.

۴-۲- تشریح گام‌های روش تاپسیس اصلاح شده

گام ۱ و ۲ - مشابه روش تاپسیس عملیات نرمال‌سازی و وزین نمودن ماتریس تصمیم را انجام می‌دهد.

گام ۳- در روش تاپسیس از دو واژه، ایده آل مثبت و ایده آل منفی به عنوان کران بالا و کران پایین بازه ایده آل استفاده شده است. اما در روش تاپسیس اصلاح شده از دو واژه حد انتظار مثبت و حد انتظار منفی استفاده خواهد شد که این بازه، زیرمجموعه بازه ماکزیموم و مینیمم مقدار داده‌های هر معیار در ماتریس نرمال شده و وزین شده تصمیم خواهد بود. برای محاسبه این بازه با استفاده از قضیه حد مرکزی و توزیع نرمال، به شرح زیر تعریف شده است:

- *حد انتظار مثبت برابر است باحاصل جمع میانگین در ضریب انحراف معیار.*
- *حد انتظار منفی برابر است با حاصل تفریق میانگین در ضریب انحراف معیار.*
- *ضریب انحراف معیار β با هدف امکان بازه مورد نظر تصمیم گیرنده برای تنظیم امتیاز کل بین بازه‌ها تعریف شده است.*

گام ٤- در این گام ابتدا ضریب گاما تعریف شده است و سپس فاصله سنجی داده‌ها در بازه ماکزیممم و مینیمم به تناسب بازه حد انتظار منفی و حد انتظار مثبت محاسبه خواهد شد.

۴-۳- شرط انطباق تاپسیس اصلاح شده با تاپسیس کلاسیک

تکنیک تاپسیس اصلاح شده را می‌توان توسعه یافته تکنیک تاپسیس کلاسیک نامید که با انتخاب مقادیری خاص برای متغیرهای تاپسیس اصلاح شده، تاپسیس کلاسیک حاصل شود. چنانچه به v_j^{+} و v_j^{-} با شرح **معادلات (۱۶)** و **(۱۷)** مقدار دهی شود، مقدار $\gamma = 1$ خواهد شد و **معادلات (۱۳)** و **(۱۴)** در روش تاپسیس اصلاح شده، خروجی مشابه **معادلات (۳)** و **(۴)** در روش تاپسیس کلاسیک خواهد داشت.

$$v_j^{+}=\max_i v_{ij}, \qquad for\ j=1\ldots m, \quad (۱۶)$$

$$v_j^{-}=\min_i v_{ij}, \qquad for\ j=1\ldots m. \quad (۱۷)$$

٤-٤- مطالعه موردی

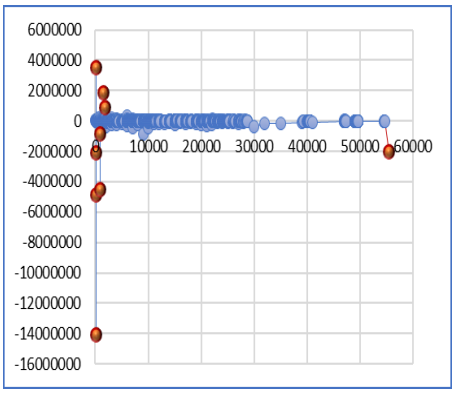
در این بخش استفاده از روش پیشنهادی برای تعداد ۱۹۵۱ شعبه بانک کشاورزی کشور با تعریف معیارها و وزندهی به شرح **جدول ۲** در دستور کار قرار گرفته است.

جدول ۲- تعریف معیار و وزندهی.
Table 2- Definition of criteria and weight.

کد معیار	نام معیار	وزن معیار	شرح معیار
معیار ۱	بازدهی	۴۰	جمع درآمدها با کسر جمع هزینه ها
معیار ۲	ریسک	۲۵	ریسک اعتباری
معیار ۳	حجم کار	۲۰	حاصل جمع منابع و مصارف
معیار ۴	تنوع خدمت	۱۵	میزان خدمات بانکی ارائه شده به مشتریان از طریق پایانه فروش و خودپرداز

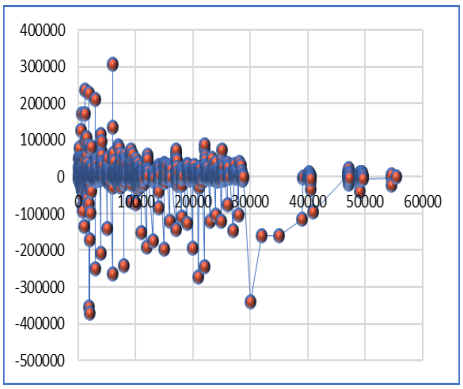
معیار ۱ با هدف محاسبه تراز درآمد و هزینه انتخاب شده و شاخصی برای ارزیابی بازدهی موسسات مالی و اعتباری است. این شاخص می‌تواند مقادیر مثبت یا منفی داشته باشد که به ترتیب نشان دهنده پیشی گرفتن درآمدها از هزینه‌ها و به عکس آن می‌باشد.
معیار ۲ با هدف سنجش خطای پرداخت تسهیلات در عدم وصول به موقع طلب بانک انتخاب شده است. نحوه محاسبه این شاخص بر مبنای دستورالعمل بانک مرکزی است که محتوی آن سنجش مطالبات طبقه غیرجاری به مجموعه مانده مطالبات بانک‌ها اعم از جاری و غیرجاری است. موسسات مالی و اعتباری به تناسب ریسک متحمل بلوکه بخشی از درآمد نزد بانک مرکزی خواهند شد بنابراین این شاخص ماهیت منفی در ارزیابی عملکرد دارد.
معیار ۳ موسسات مالی و اعتباری به تناسب حجم فعالیت که ارتباط مستقیم با میزان منابع جذب شده و مصارف پرداخت شده به مشتریان اعتباری هستند شایسته کسب امتیاز خواهند بود. این شاخص ماهیت مثبت دارد.
معیار ٤ یکی از استراتژی‌های فعلی بانک‌ها تشویق مشتریان به استفاده از خدمات الکترونیکی و خدمات غیرحضوری می باشد، این شاخص با هدف سنجش توانمندی بانک‌ها به استفاده از خدمات غیرحضوری انتخاب شده و دارای ماهیت مثبت است.
با هدف نشان دادن داده‌های دورافتاده (پرت) در اندازه‌گیری انجام شده، دو نمودار در **شکل‌های ٤ و ٥** قرار داده شده است. **شکل ٤** مقادیر محاسبه شده برای معیار ۱ که بازدهی می‌باشد را بدون حذف داده‌های پرت نمایش می‌دهد. از منظر شهودی کمتر از ۱۰ داده دورافتاده باعث شده عملا بازه‌ای که بیش از ۹۹ درصد داده‌ها در آن قرار گیرد به نسبت بازه ماکزیموم و مینیمم به سمت صفر میل کند و این باعث خواهد شد بجز این تعداد محدود شعبه سایر شعب از امتیاز معیار بازدهی که با توجه به وزن‌دهی از ارزش قابل توجهی برخوردار است بی‌بهره بمانند و عملا این معیار کارایی خود را از دست خواهد داد. اما با حذف این تعداد داده دورافتاده، آنگونه که در **شکل ٥** به آن پرداخته شده، پراکندگی داده‌ها شکل معقول‌تری به خود گرفته است.

از سوی دیگر حذف داده‌های پرت و دورافتاده در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مهیا نبوده لذا وجود استفاده از روش اصلاح شده تاپسیس که تنظیم فواصل برای کنترل پراکندگی داده‌ها می‌باشد، می‌تواند نقش موثری ایفا نماید. لازم به توضیح است که به جهت اخذ داده‌ها از دفتر کل شعب، امکان اشتباه محاسباتی قطعا وجود ندارد، لذا، بررسی دلیل داده دورافتاده به عنوان یک ویژگی خاص برای آن شعبه مطرح خواهد شد که در مباحث کیفیت سنجی که خارج از حوزه کار این پژوهش است می‌تواند توسط مدیران بررسی شود.



شکل ۴- نمودار عملکرد بدون حذف داده پرت.

Figure 4- Performance chart without deleting outlier data.



شکل 5- نمودار عملکرد پس از حذف داده پرت.

Figure 5- Performance chart after deleting outlier data.

۵-٤- حل الگوریتم تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده برای مورد مطالعاتی

مدل پیشنهادی به ازای $\beta=1$ حل شده است. مقادیر v_j^+ و v_j^- به عنوان عملکرد مورد انتظار و در محدوده داده‌های منطقی با یک برابر انحراف از میانگین محاسبه و سپس در تکنیک پیشنهادی جای‌گذاری شده است. به جهت آنکه جامعه آماری مورد ارزیابی با ۱۹۵۱ شعبه قابلیت ارائه نتایج به صورت کامل را نخواهد داشت. بنابراین نتایج محاسبه شده برای ٦۰ شعبه نمایش داده شده و همزمان روش تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده با یکدیگر مقایسه شده است. با هدف نشان دادن تغییرات رتبه‌ای در دو روش، به صورت مجزا ۳۰ شعبه برتر، روش کلاسیک با روش اصلاح شده تاپسیس مقایسه شد و به عکس، ۳۰ شعبه برتر روش اصلاح شده با روش تاپسیس کلاسیک مورد بررسی قرار گرفته شد. نتایج در **جدول ۳** به نمایش گذارده شده است.

جدول ۳- مقایسه رتبه شعب برتر روش تاپسیس کلاسیک و روش تاپسیس اصلاح شده.

Table 3- Comparison of the rank of the top branches of the classical TOPSIS method and the modified TOPSIS method.

	رتبه بندی تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده برای ۳۰ شعبه برتر روش تاپسیس کلاسیک				رتبه بندی تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده برای ۳۰ شعبه برتر روش تاپسیس اصلاح شده			
	کلاسیک	اصلاح شده	مقایسه		اصلاح شده	کلاسیک	مقایسه	
شعبه ۱۲	1	1	0	شعبه ۱۲	1	1	0	
شعبه ۱۹۵۱	2	3	-1	شعبه ۱۲۴	2	3	-1	
شعبه ۱۲۴	3	2	1	شعبه ۱۹۵۱	3	2	1	
شعبه ۱۶۰	4	4	0	شعبه ۱۶۰	4	4	0	
شعبه ۲۶	5	8	-3	شعبه ۵۲۶	5	9	-4	
شعبه ۵۱	6	44	-38	شعبه ۸۷	6	7	-1	
شعبه ۸۷	7	6	1	شعبه ۲۷۰	7	10	-3	
شعبه ۹۰	8	10	-2	شعبه ۲۶	8	5	3	
شعبه ۵۲۶	9	5	4	شعبه ۱۶۵	9	11	-2	
شعبه ۲۷۰	10	7	3	شعبه ۹۰	10	8	2	
شعبه ۱۶۵	11	9	2	شعبه ۳۲	11	14	-3	
شعبه ۳۵۲	12	13	-1	شعبه ۵۳۴	12	15	-3	
شعبه ۱۵۶۱	13	14	-1	شعبه ۳۵۲	13	12	1	
شعبه ۳۲	14	11	3	شعبه ۱۵۶۱	14	13	1	
شعبه ۵۳۴	15	12	3	شعبه ۶۲۵	15	16	-1	
شعبه ۶۲۵	16	15	1	شعبه ۱۷	16	17	-1	
شعبه ۱۷	17	16	1	شعبه ۱۹۷	17	21	-4	
شعبه ۱۳۳۸	18	21	-3	شعبه ۱۵۶۳	18	20	-2	

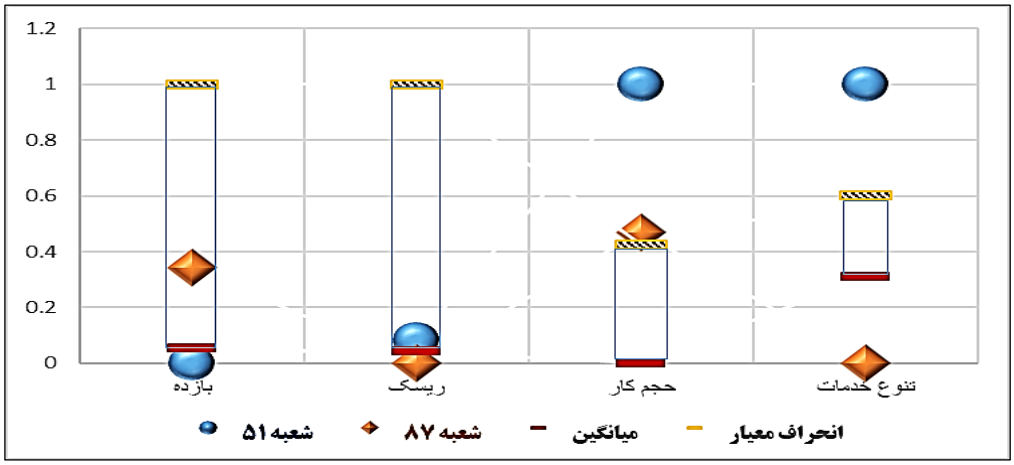
رتبه بندی تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده برای ۳۰ شعبه برتر روش تاپسیس کلاسیک				رتبه بندی تاپسیس کلاسیک و اصلاح شده برای ۳۰ شعبه برتر روش تاپسیس اصلاح شده			
شعبه ۱۷۳	19	25	-6	شعبه ۶۳۵	19	23	-4
شعبه ۱۵۶۳	20	18	2	شعبه ۳۶۴	20	24	-4
شعبه ۱۹۷	21	17	4	شعبه ۱۳۳۸	21	18	3
شعبه ۱۷۸۵	22	22	0	شعبه ۱۷۸۵	22	22	0
شعبه ۶۳۵	23	19	4	شعبه ۱۰۷	23	26	-3
شعبه ۳۶۴	24	20	4	شعبه ۵۴۷	24	27	-3
شعبه ۷۴۲	25	27	-2	شعبه ۱۷۳	25	19	6
شعبه ۱۰۷	26	23	3	شعبه ۷۴۸	26	28	-2
شعبه ۵۴۷	27	24	3	شعبه ۷۴۲	27	25	2
شعبه ۷۴۸	28	26	2	شعبه ۱۴۴	28	31	-3
شعبه ۱۳۴۲	29	35	-6	شعبه ۳۶۲	29	34	-5
شعبه ۱۶۵۰	30	37	-7	شعبه ۸۷۵	30	32	-2

با توجه به نتایج **جدول ۳**، عملکرد شعبه ۵۱ به نسبت سایر شعب در رتبه دارای نوسانات بیشتری می‌باشد، به منظور بحث **جدول ٤** طراحی شده است. در این جدول عملکرد دو شعبه ۵۱ و ۷۸ که در روش تاپسیس کلاسیک رتبه‌های ٦ و ۷ هستند و در روش تاپسیس اصلاح شده دارای رتبه‌های ٦ و ٤٤ هستند، به نمایش گذارده شده است. از منظر عملکردی با لحاظ اینکه ریسک شاخص منفی می‌باشد، شعبه ۵۱ در دو شاخص بازدهی و ریسک دارای عملکرد بهتری است و شعبه ۸۷ در دو شاخص حجم کار و تنوع خدمات دارای عملکرد بهتری است. روش تاپسیس معتقد است چربش عملکرد شاخص حجم کار و تنوع خدمات به اندازه ای است که این شعبه می‌بایست بالاتر از شعبه ۸۷ قرار گیرد، در حالی که در روش اصلاح شده تاپسیس اعتقاد بر آن است که شعبه ۵۱ به دلیل عملکرد ضعیف در دو شاخص بازدهی و ریسک که از ۱۰۰ امتیاز وزن‌دهی ٦۵ درصد آن را به خود اختصاص داده‌اند، می‌بایست در رتبه‌ای به مراتب پایین‌تر قرار گیرد. برای بیان کیفیت بحث، **شکل ۵** طراحی شده است.

جدول ۴- مقایسه عملکرد دو شعبه ۵۱ و ۸۷.

Table 4- Comparison of the performance of two branches 51 and 87.

روش	رتبه 6	عملکرد بازده	ریسک	حجم کار	تنوع خدمات
کلاسیک	شعبه ۵۱	-52,016.0	27.3	23,847,924.0	903.5
اصلاح شده	شعبه ۸۷	236,767.0	0.0	11,836,692.0	206.4
	میانگین	-6,841.0	13.4	1,167,240.0	421.6
	انحراف معیار	794,209.9	323.9	10,822,254.3	625.1



شکل ۶- بررسی فواصل عملکردی دو شعبه ۵۱ و ۸۷ از بازه میانگین و انحراف معیار.

Figure 6- Investigation of functional distances of two branches 51 and 87 from the mean range and standard deviation.

کیانی قلمه نو/ تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحه: ۱۱۴-۹۷

خطوط قرمز و زرد رنگ حدود بازه میانگین و انحراف معیار که بازه مورد انتظار عملکردی است را به ازای هر یک از معیارها نشان داده است. دایره آبی رنگ و مربع قهوه‌ای رنگ به ترتیب عملکرد دو شعبه ۵۱ و ۸۷ را نشان می‌دهد، کاملا در شکل نمایان است. علت چربش عملکردی شعبه ۵۱ وجود داده دورافتاده از بازه مورد انتظار است و در حالی که در شاخص بازدهی دارای مقدار منفی می‌باشد، صرفا به دلیل عملکرد متفاوت در دو شاخص تنوع خدمات و حجم کار توانسته است جایگاه خود را در جدول رتبه‌بندی ارتقا دهد.

٦-٤- اعتبار سنجی روش اصلاح شده تاپسیس

با هدف تعیین میزان تاثیری که کنترل پراکندگی در روش تاپسیس داشته، محاسبات به ازای γهای مختلف تکرار و نتایج در **جدول ۵** نشان داده شده است.

جدول ۵- تغییرات اعمال شده در روش تاپسیس اصلاح شده با تغییر مقدار گاما.
Table 5- Changes applied to the modified TOPSIS method by changing the gamma value.

شعب	روش کلاسیک	گاما=۰/۸ اصلاح شده	گاما=۰/۹۵ اصلاح شده	گاما=۰/۵ اصلاح شده	گاما=۰/۸ تغییرات	گاما=۰/۹۵ تغییرات	گاما=۰/۵ تغییرات
شعبه ۱۲	1	1	1	1	0	0	0
شعبه ۱۹۵۱	2	3	5	2	1	3	-1
شعبه ۱۲۴	3	2	2	3	-1	-1	1
شعبه ۱۶۰	4	4	3	4	0	-1	0
شعبه ۲۶	5	8	11	5	3	6	-3
شعبه ۵۱	6	44	137	11	38	131	-33
شعبه ۸۷	7	6	6	6	-1	-1	0
شعبه ۹۰	8	10	9	9	2	1	-1
شعبه ۵۲۶	9	5	4	7	-4	-5	2
شعبه ۲۷۰	10	7	7	8	-3	-3	1
شعبه ۱۶۵	11	9	8	10	-2	-3	1
شعبه ۳۵۲	12	13	13	12	1	1	-1
شعبه ۱۵۶۱	13	14	15	15	1	2	1
شعبه ۳۲	14	11	10	13	-3	-4	2
شعبه ۵۳۴	15	12	12	14	-3	-3	2
شعبه ۶۲۵	16	15	14	16	-1	-2	1
شعبه ۱۷	17	16	16	17	-1	-1	1
شعبه ۱۳۳۸	18	21	22	20	3	4	-1
شعبه ۱۷۳	19	25	33	23	6	14	-2
شعبه ۱۵۶۳	20	18	18	19	-2	-2	1
شعبه ۱۹۷	21	17	17	18	-4	-4	1
شعبه ۱۷۸۵	22	22	24	22	0	2	0
شعبه ۶۳۵	23	19	19	21	-4	-4	2
شعبه ۳۶۴	24	20	20	24	-4	-4	4
شعبه ۷۴۲	25	27	35	26	2	10	-1
شعبه ۱۰۷	26	23	21	25	-3	-5	2
شعبه ۵۴۷	27	24	23	27	-3	-4	3
شعبه ۷۴۸	28	26	29	28	-2	1	2
شعبه ۱۳۴۲	29	35	34	32	6	5	-3
شعبه ۱۶۵۰	30	37	42	33	7	12	-4
بررسی انحراف معیار					7.5	23.9	6.2

در **جدول ۵** به روشنی این موضوع نمایان است که با افزایش ضریب گاما که کنترل کننده ارزش برای محدوده داده‌های مورد انتظار است تغییرات رتبه نیز افزایش خواهد یافت و به عکس با کم کردن ارزش برای بازه مورد انتظار، تغییرات نیز کم خواهد شد. با استناد به نتایج بدست آمده با در نظر گرفتن γ=۰/۹۵ به دلیل بالا بردن ارزش برای محدود داده‌های مورد انتظار و پایین آوردن ارزش برای داده‌های خارج از محدود انحراف معیار، تغییرات از ۷/۵ به ۲۳/۹ افزایش یافته و با کاهش مقدار γ به مقدار ۰/۵ مشاهده می‌شود انحراف معیار، مقدار کمتری دارد. درواقع نتایج روش تاپسیس اصلاح شده به نتایج روش تاپسیس نزدیک‌تر شده است.

۷-٤- بررسی نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS

با هدف بررسی توزیع داده‌ها در هر یک از شاخص‌ها **جدول ٦** که از خروجی‌های استاندارد نرم افزار *SPSS* است، ارائه شده است.

جدول ۶- توصیف داده‌ها به ازای شاخص‌های مختلف.
Table 6- Description of data for different indicators.

	Mean	Std. Deviation	N
روش تاپسیس	.6430	.01100	1951
شاخص بازدهی	-6840.9912	397206.78040	1951
شاخص ریسک	13.4498	161.98620	1951
شاخص حجم کار	1167240.0340	5412514.42900	1951
شاخص تنوع خدمات	421.6176	312.64444	1951

به جهت آنکه جامعه آماری دارای ۱۹۵۱ عضو می‌باشد طبیعتا انتظار می‌رود آزمون در سطح معنی‌داری صفر برقرار باشد. با هدف تعیین ضریب همبستگی روش تاپسیس با روش تاپسیس اصلاح شده به ازای ۰/۸-۰/۹۵-۰/۵=γ مقایسه شده است. **جدول ۷** مستخرج از نرم‌افزار *SPSS* ، ضریب همبستگی روش تاپسیس با تغییرات مقدار گاما که ارزش‌دهی به بازه مورد انتظار عملکردی را تعیین می‌نماید. در روش اصلاح شده با مقدار گاما ۰/۵ ضریب همبستگی ۰/۹۹۳ و نتایج دو روش بسیار نزدیک به هم است. با افزایش مقدار گاما به ۰/۸ مشاهده می‌شود ضریب همبستگی به ۰/۸۳۹ کاهش پیدا کرده است و در مقدار گاما برابر ۰/۹۵ ضریب همبستگی به عدد ۰/۵٤۹ رسیده است و این موضوع را تثبیت می‌نماید که با افزایش مقدار گاما و ارزش دهی بیشتر به بازه مورد انتظار، فاصله نتایج روش تاپسیس اصلاح شده با روش تاپسیس، به دلیل کاهش همبستگی افزایش خواهد یافت.

جدول ۷- بررسی ضریب همبستگی روش تاپسیس و روش تاپسیس اصلاح شده با تغییرات گاما.
Table 7- Correlation coefficient of TOPSIS method and TOPSIS method modified with gamma changes.

		روش تاپسیس	روش اصلاح شده با گاما ۰/۸	روش اصلاح شده با گاما ۰/۹۵	روش اصلاح شده با گاما ۰/۵
روش تاپسیس	Pearson Correlation	1	.839**	.549**	.993**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	1951	1951	1951	1951
روش اصلاح شده با گاما ۰/۸	Pearson Correlation	.839**	1	.913**	.898**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
	N	1951	1951	1951	1951
روش اصلاح شده با گاما ۰/۹۵	Pearson Correlation	.549**	.913**	1	.645**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000
	N	1951	1951	1951	1951
روش اصلاح شده با گاما ۰/۵	Pearson Correlation	.993**	.898**	.645**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	
	N	1951	1951	1951	1951

کیانی قلعه نو/ تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحه: ۱۱۴-۹۷

در **جداول ۸** و **۹** نتایج تحلیل رگرسیون برای همبستگی ٤ شاخص و نتایج حاصل از روش تاپسیس و تاپسیس اصلاح شده درج شده است. معادله رگرسیون برای دو روش به شرح **معادلات (١٦)** و **(١٧)** است.

$$X(topsis) \quad 0.642+2.224(return)+2.143(risk)+7.670(work)+6.772(service). \qquad (۱۸)$$

$$X(repir\text{-}topsis) \quad 0.642+2.224(return)+2.143(risk)+7.670(work)+6.772(service). \qquad (۱۹)$$

جدول ۸- ضرایب رگرسیون برای ۴ شاخص وابسته به نتایج تکنیک تاپسیس.

Table 8- Regression coefficients for 4 indices depending on the results of TOPSIS technique.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.642	.000		14448.749	.000
	شاخص بازدهی	2.224,	.000	.803	331.193	.000
	شاخص ریسک	-2.143,	.000	-.316	-131.933	.000
	شاخص حجم کار	7.670,	.000	.377	152.283	.000
	شاخص تنوع خدمات	6.772	.000	.019	7.832	.000

a. Dependent Variable: روش تاپسیس

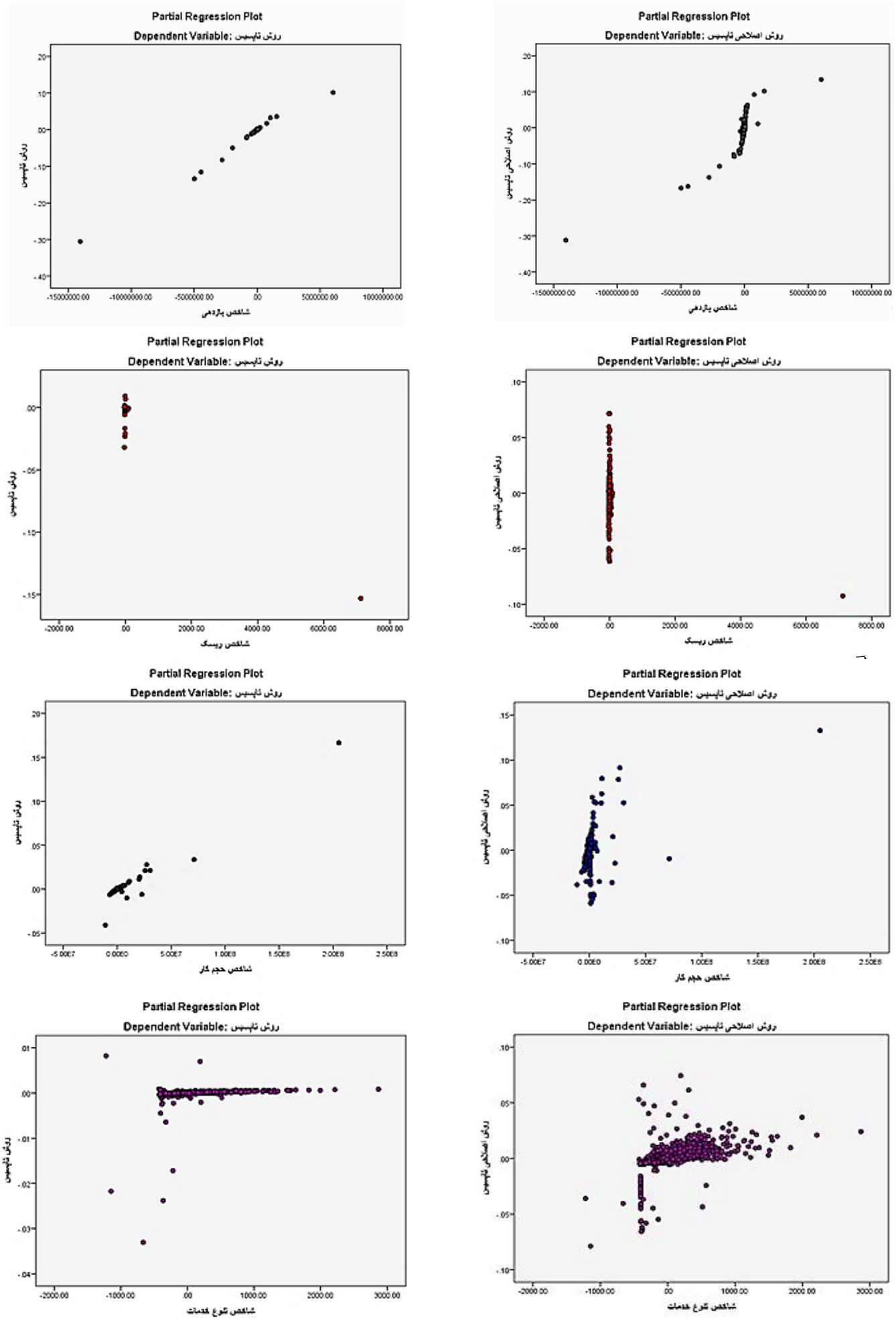
جدول ۹- ضرایب رگرسیون برای ۴ شاخص وابسته به نتایج تکنیک اصلاح شده تاپسیس.

Table 9- Regression coefficients for 4 indices depending on the results of the modified TOPSIS technique.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.597	.000		2110.988	.000
	شاخص بازدهی	2.728	.000	.692	63.876	.000
	شاخص ریسک	-1.270	.000	-.131	-12.292	.000
	شاخص حجم کار	7.319	.000	.253	22.845	.000
	شاخص تنوع خدمات	1.507	.000	.301	27.398	.000

a. Dependent Variable: روش اصلاحی تاپسیس

در **شکل ۷** نمودار اسکوتر برای دو روش تاپسیس و تاپسیس اصلاح شده به ازای ۴ شاخص بازدهی، ریسک، حجم کار و تنوع خدمات ترسیم شده است. نمودار عمودی در اشکال سمت چپ روش تاپسیس و نمودار عمودی در اشکال سمت راست روش تاپسیس اصلاح شده می‌باشد. به ترتیب در هر ردیف، نمودار شاخص بازدهی در محور افقی با دو روش تاپسیس و تاپسیس اصلاح شده ترسیم شده است و روند برای سایر شاخص‌ها تکرار شده است. نکته حائز اهمیت آنکه نمودارهای سمت راست که برای روش تاپسیس اصلاح شده رسم شده است به مراتب توزیع بیشتری از پراکندگی داده‌ها را نشان می‌دهد و این بدان معناست که روش تاپسیس اصلاح شده توانسته است داده‌های دورافتاده که باعث انقباض سایر داده‌ها خواهد شد را کنترل نماید.



شکل۷- ترسیم نمودارهای اسکتر شاخص‌ها در روش تاپسیس و تاپسیس اصلاح شده.

Figure 7- Drawing chart diagrams of indicators in the TOPSIS and TOPSIS modified methods.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اصلاح روش تاپسیس با هدف کنترل داده‌های پرت (دورافتاده) مدنظر بوده است. به دلایل مختلف وجود داده دورافتاده امری مشهود و غیر قابل انکار است و عموما در ماتریس تصمیم مخصوصا زمانی که ابعاد آن بزرگ است وجود خواهد داشت. تصمیم گیرنده می‌تواند استراتژی‌های متفاوتی را اتخاذ نماید. حذف یا اصلاح داده‌های پرت، تمرکز روی داده‌های پرت با هدف شناسایی ظرفیت‌ها و نهایتا کنترل داده‌های پرت در موسسات مالی و اعتباری که اندازه‌گیری داده‌ها بر اساس کارنامه عملکردی شعب تابعه است. نویزهای موجود در داده‌ها، دلایل ذاتی در شرح وظایف شعب تابعه دارد و عملا حذف و اصلاح مورد نظر نخواهد بود. از سوی دیگر به تناسب شرح وظایف خاص ابزار خاصی نیز در اختیار شعب قرار دارد که لذا برای رسیدن به یک عملکرد متفاوت و دور از دسترس سایر شعب، عملا ظرفیت‌های ذاتی ملاک بوده و نه عملکرد اجرایی شعب خاص. بنابراین تنظیم فواصل به بازه مورد انتظار و بازه عملکرد شعب خاص می‌تواند به تصمیم‌گیرنده برای ارزش دهی منطقی به بازه‌ها کمک نماید. اصلاح ساختار روش تاپسیس و تغییر گام محاسبه ایده آل مثبت و منفی و تغییر محاسبات برای فواصل داده‌ها از بازه مورد انتظار و بازه خارج از محدوده مورد انتظار با اتخاذ ضریب ارزش دهی در این پژوهش صورت پذیرفته است. برای مطالعه موردی و نشان دادن کارایی روش، ۱۹۵۱ شعبه بانک کشاورزی در چهار معیار با دو روش تاپسیس و تاپسیس اصلاح شده ارزیابی شد و نتایج مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. به جهت آنکه مبنای تمامی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بر اندازه‌گیری پراکندگی داده‌ها از یکدیگر استوار است و روش تاپسیس نیز از این قانون مستثنی نمی باشد. بررسی شاخص‌های پراکندگی با استفاده از سازوکارهای آماری و با استفاده از نرم افزار *SPSS* برای نشان دادن تغییراتی که در نتایج، با تغییر استراتژی برای تفکیک بازه مورد انتظار عملکردی حاصل خواهد شد، گزارش شده است.

توافقنامه نویسندگان

اینجانب روح اله کیانی قلعه‌نو نسخه نهایی ارسال‌شده برای مجله را مشاهده و تأیید کرده و تضمین می‌کنم که مقاله، اثر اصلی نویسنده بوده، قبلاً چاپ نشده و در حال حاضر تحت انتشار نمی‌باشد.

منابع مالی

در انجام این تحقیق، هیچ‌گونه کمک هزینه مالی از هیچ نهادی دریافت نشده است.

تعارض با منافع

نویسنده اعلام می‌دارد که هیچ تضادی در منافع در مورد انتشار این نسخه وجود ندارد.

منابع

Aghaei, M., Asadollahi, A., & Pakari, A. (2013). Ranking of Saman bank's branches in Tehran on the basis of customer satisfaction factors by F.M.C.D.M models. *International journal of scientific management and development, 1*(1), 46-61.

Ajripour, I., Asadpour, M., & Tabatabaie, L. (2019). A model for organization performance management applying MCDM and BSC: a case study. *Journal of applied research on industrial engineering, 6*(1), 52-70.

Alidade, B., & Ghasemi, M. (2015). Ranking the branches of bank Sepah of Sistan Baluchistan using balanced score card and fuzzy multi-attribute decision-making methods. *Research journal of recent sciences, 4*(1), 17-24.

Garcia, F., Guijarro, F., & Moya, I. (2010). Ranking Spanish savings banks: a multicriteria approach. *Matematical and computer modelling, 52*(7-8), 1058-1065.

Ghorabaee, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2017). A new multi-criteria model based on interval type-2 fuzzy sets and EDAS method for supplier evaluation and order allocation with environmental considerations. *Computers & industrial engineering, 112*, 156-174.

Guilherme, D., Leonardo, T., & Joao, M. (2019). Application of independent component analysis and TOPSIS to deal with dependent criteria in multicriteria decision problems. *Expert systems with applications, 122*, 262–280.

Hassanzadeh, R., & Asghari, H. (2020). Identification and ranking of affecting factors on sales and operations planning (S&OP) process implementation by using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach (case study: dairy industry). *Journal of applied research on industrial engineering, 7*(1), 57-78.

Kazemi, A., & Mousavi, J. (2013). Ranking of private banks in iran using multiple attribute decision making methods. *Journal of quantitative research in management*, *4*(3), 121-140. **(In Persian)**. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=371790

Kumar, S., Kumar, S., & Barman, A. G. (2018). Supplier selection using fuzzy TOPSIS multi criteria model for a small-scale steel manufacturing unit. *Procedia computer science*, *133*, 905-912.

Mahmudi, A., & Bagherlou, H. (2014). Ranking the bank stock with multi-criteria decision-making method. *3th Iranian management & accounting conference.* Tehran. **(In Persian)**. https://civilica.com/doc/343060/

Motameni, A. R., Javadzadeh, M., & Tizfahm, M. (2010). The strategy performance evaluation of the banks. *Journal of strategic management studies*, *1*, 141-159.

Secme, N., Bayrakdaroglu, A., & Kahraman, C. (2009). Fuzzy performance evaluation in Turkish banking sector using analytic hierarchy process and TOPSIS. *Expert systems with applications*, *36*(9), 11699–11709.

Shaban, R., Banimahd, B., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Nikoomaram, H. (2020). Evaluate the efficiency of audit firms using data envelopment analysis. *Journal of decisions and operations research*, *5*(2), 402-413. **(In Persian)**. http://dx.doi.org/10.22105/dmor.2020.236384.1160

Shahbandarzadeh, h. (2006). *Design the method evaluated the performance bank branches by using multi criteria decision making techniques* (Doctoral dissertation, University of Tehran). Retrieved from http://imj.iausdj.ac.ir/article_537058.html?lang=en

Wang, C. L., & Yoon, K. S. (1981). *Multiple attribute decision making*. Berlin: Spring-verlag.

Wang, E., Alp, N., Shi, J., Wang, C., Zhang, X., & Chen, H. (2017). Multicriteria building energy performance benchmarking through variable clustering based compromise TOPSIS with objective entropy weighting. *Energy*, *125*, 197–210 .

Wang, Z. X., Li, D. D., & Zheng, H. H. (2018). The external performance appraisal of China energy regulation: an empirical study using a TOPSIS method based on entropy weight and Mahalanobis distance. *International journal of environmental research and public health*, *15*(2), 236.

Licensee Decisions & 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/).