

TOPSIS Method and Fuzzy Rules on the Decision Making Based

K.A. Mammadova

Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlıq pr. 20, Baku, AZ1010, Azerbaijan)

For correspondence:

Mammadova Kifayat / e-mail: ka.mamedova@yandex.ru

Abstract

In recent times, the development of the TOPSIS method in complex and different directions allows people to work more efficiently in various fields. As an example of these areas, in the processing, analysis and application of big data, we can show the selection of the best ones according to all possible parameters of web browsers, the selection of the most important skills of managers, the selection of the most suitable students for the majors, etc. The realization of such works has a positive effect on people in terms of time and choice. With the help of TOPSIS, it is possible to choose the closest to the ideal among them, while being able to evaluate the possible parameters of various nature, which are considered to be modern problems, without clear information. That is, the better one is chosen from the given alternatives. Although these methods and rules make people's work easier, on the other hand, they also present problems related to managing uncertainties. Thus, information that is unknown to us, that is, inaccurate or uncertain, cannot be managed simply by TOPSIS. Therefore, it is necessary to apply the TOPSIS method not alone, but with fuzzy rules. That is, after adopting fuzzy values for alternatives and criteria, a suitable mathematical model is created.

Keywords: Z-numbers, fuzzy logic, fuzzy rules, TOPSIS model, linguistic variables, Big Data, database.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_03_104_110

Received 23.01.2023

Revised 18.09.2023

Accepted 20.09.2023

For citation:

Mammadova K.A.

[TOPSIS Method and Fuzzy Rules on the Decision Making Based]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2023, vol. 15, no. 3, pp. 104-110 (in Azerbaijani)

TOPSIS metodu və qeyri-səlis qaydalar əsasında qərarların qəbulu

K.A. Məmmədova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 20, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Məmmədova Kifayət / e-mail: ka.mamedova@yandex.ru

Xülasə

Son dövrlərdə TOPSIS metodunun mürəkkəb və müxtəlif istiqamətli inkişafı insanlar üçün müxtəlif sahəli işlərdə daha rahatdır. Bu sahələrə misal kimi böyük verilənlərin emalı, analizi və tətbiqi işlərində, veb brauzerlərin bütün mümkün parametrlərinə görə ən yaxşılarının seçilməsini, menecerlərin ən əhəmiyyətli bacarıqlarının seçilməsini, ixtisaslara ən uyğun tələbələrin seçilməsini və s. bu kimi proseslər misal göstərə bilər. Bu kimi işlərin gerçəkləşməsi insanlara zaman və seçim cəhətdən müsbət təsir göstərir. TOPSIS-in köməyi ilə müasir prolemlərdən sayılan müxtəlif təbiətli, səlis məlumatları olmayan mümkün parametrləri qiymətləndirə bilməklə yanaşı onların içərisində ideala ən yaxınını seçmək olur. Yəni verilmiş alternativlərdən daha yaxşısı seçilir. Bu metod və qaydalar insanların işini yüngülləşdirsə də, digər tərəfdən qeyri-müəyyənlikləri idarə etməklə bağlı problemləri də ortaya çıxarır. Belə ki, bizə məlum olmayan, yəni qeyri-dəqiq və ya qeyri-müəyyən məlumatlar sadəcə TOPSIS-lə idarə oluna bilmir. Ona görə də TOPSIS metodunu tək deyil, qeyri-səlis qaydalarla tətbiq etmək lazım gəlir. Yəni alternativlər və meyarlara qeyri-səlis qiymətlər mənimsədildikdən sonra uyğun riyazi model yaradılır.

Açar sözlər: Z-ədədlər, qeyri-səlis məntiq, qeyri-səlis qaydalar, TOPSIS modeli, lingvistik dəyişənlər, Big Data, verilənlər bazası

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_03_104_110

УДК 338.46

Метод TOPSIS и принятие решений на основе нечетких правил

К.А. Мамедова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азадлыг, 20, Баку, AZ1010, Азербайджан)

Для переписки:

Мамедова Кифайат / e-mail: ka.mamedova@yandex.ru

Аннотация

В последнее время развитие метода TOPSIS в комплексе и по разным направлениям позволило людям более эффективно работать в различных областях. В качестве примера этих направлений при обработке, анализе и применении больших данных можно показать подбор лучших по всем возможным параметрам веб-браузеров, отбор наиболее важных навыков менеджеров, подбор наиболее подходящих студентов для специальностей и т. д. Осуществление таких работ положительно влияет на людей с точки зрения времени и выбора. С помощью TOPSIS можно выбрать среди них наиболее близкие к идеалу, имея при этом возможность без четкой информации оценить возможные параметры различной природы, считающиеся современными проблемами. То есть из предложенных альтернатив выбирается лучшая. Хотя эти методы и правила облегчают работу людей, с другой стороны, они также создают проблемы, связанные с управлением неопределенностями. Таким образом, информация, которая нам неизвестна, то есть неточна или неопределенна, не может управляться TOPSIS. Поэтому необходимо применять метод TOPSIS не один, а с помощью нечетких правил. То есть после принятия нечетких значений альтернатив и критериев создается подходящая математическая модель.

Ключевые слова: Z-числа, нечеткая логика, нечеткие правила, модель TOPSIS, лингвистические переменные, большие данные, база данных.

Giriş

Müasir dövrdə cəmiyyətin tələbatı və tələbləri artdıqca TOPSIS metodunun təkmilləşdirilməsi məsələsi gündəmdə xüsusi yer tutmağa başladı. Beləliklə də, Qeyri-səlis TOPSIS, NR-TOPSIS, Z-TOPSIS kimi modelləşdirmə üsulları yaradıldı. TOPSIS-dən fərqli olaraq onlar: qeyri-səlis mühiti idarə etməklə əlaqəli, namizədlər çoxluğunun silinməsi, əlavə edilməsi, dəyişdirilməsi nəticəsində etibarlılığın qorunması ilə bağlı, çox meyyarlı qərar qəbulətmə problemlərini asanlaşdırmaqla əlaqəli funksiyalar yerinə yetirirlər.

İşin məqsədi

Bu məqalədə məqsəd müasir dövrün tələbinə uyğun olaraq, TOPSIS-in təkmilləşdirilməsi yolu ilə qeyri-səlis qaydalar və Z ədədlər tətbiq etməklə alternativlərin qiymətləndirilməsi, onlardan ən yaxşısının seçilməsidir. Bu səbəbdən də, ən yaxşı alternativin seçilməsi Big Data-nın təhlükəsizliyi riski, nəqliyyat dayanıqlığı kimi müasir problemlərdən istifadə etməklə metodun realizasiyasına nail olunmuşdur.

Bu işdə, qeyri-səlis ədədlər üzərində əməllərin köməyi ilə qeyri-səlis TOPSIS yanaşması Z ədədlərin konsepsiyası ilə əlaqələndirilmiş, qeyri-səlis qərar matrisi qurularaq qeyri-səlis TOPSIS yanaşması qeyri-müəyyənlik şərtləri daxilində dayanıqlı nəqliyyat sistemlərinin qiymətləndirilməsi üçün riyazi model yaradılmışdır [1, 2].

Qeyri-müəyyənlik şəraitində qərar qəbulətmə problemi və xüsusən də linqvistik qeyri-müəyyənliyi idarəetmə ilə əlaqəli problemlər ümumi problemlərin aktual mövzularından biridir. Çox vaxt qərar qəbulətmə problemlərini həll edərkən yalnız mütəxəssislər tərəfindən linqvistik qiymətləndirmə

şəklində verilən məlumatlarla kifayətlənmək məcburiyyətində qalıraq. Bu şərtlər daxilində qərar qəbulətmə modellərinin inkişafı linqvistik qiymətləndirmələrə xas olan qeyri-müəyyənliyin lazımi dərəcədə nəzərə alınmasını tələb edir.

Davamlı olaraq nəqliyyat sistemləri dövrümüzün daha da vacib zərurətinə çevrilir. İllər ərzində nəqliyyat fəaliyyətlərinin sayında gözlənilməz bir artım olmuşdur və bu tendensiyanın yaxın illərdə də davam edəcəyi gözlənilir. Aydındır ki, bu hadisələr müasir şəhərlərdə həyat keyfiyyətini aşağı salan hava çirkliliyi, səs-küy və s. kimi ekoloji xərcləri yaradır. Bu böhranın öhdəsindən gəlmək üçün bələdiyyə hökumətləri təkcə səmərəli, etibarlı və qənaətlı deyil, həm də ətraf mühitə uyğun dayanıqlı nəqliyyat sistemlərinə investisiya yatırırırlar. Nəqliyyatla bağlı qərar qəbul edənlər üçün bu cür davamlı nəqliyyat sistemlərini necə qiymətləndirmək və seçmək problem sayılır. Ona görə də qismən və ya natamam məlumat (qeyri-müəyyənlik) şəraitində dayanıqlı nəqliyyat sistemlərinin seçilməsi üçün çox meyarlı qərar qəbulətmə yanaşmasını təqdim edirik. Təklif olunan yanaşma üç mərhələdən ibarətdir. Birinci addımda nəqliyyatın davamlılığını qiymətləndirmək üçün meyyarlar təyin edirik. İkinci mərhələdə mütəxəssislər potensial alternativlərə, seçilmiş meyyarlara görə linqvistik qiymət verirlər. Qeyri-səlis TOPSIS dayanıqlılığını qiymətləndirmək və ən yaxşı alternativini seçmək üçün ümumi balların generasiyası istifadə olunur. Üçüncü addımda yoxlama analizi aparılır. Həmin analiz çəkili əmsalların təsirini təyin etmək üçün qərar qəbulətmə prosesində aparılır. Yanaşmanın tətbiq oluna biləcəyini göstərmək üçün riyazi təsvir verilir. Təklif olunan işin gücü-onun praktiki olaraq tətbiq oluna bilməsi və qeyri-

müəyyənlik şəraitində yüksək keyfiyyətli həllər qəbul etmə qabiliyyətidir. Davamlı inkişaf müasir nəqliyyatla bağlı qərar qəbul edənlər üçün vacib bir mövzudur. Dayanıqlığın necə dəqiq bir şəkildə müəyyənləşdirilə biləcəyinə və ölçülməyinə dair bir çox müzakirə aparılıb. Brundtland Komissiyası (Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ətraf Mühit və İnkişaf üzrə Dünya Komissiyası, 1987) dayanıqlığı, gələcək nəsillərin öz ehtiyaclarını ödəmək qabiliyyətinə xələl gətirmədən bu günün ehtiyaclarına cavab verən inkişaf olaraq təyin edir. Dünya Bankı (1996), Loo (2002) və Schipper (2003) dayanıqlığı ölçmək üçün iqtisadi, ekoloji və sosial bərabərliyin “üçlü nəticəsi”-ndən istifadə edirlər. Bu təriflərdən istifadə edərək dayanıqlı nəqliyyat, gələcək nəsillərin nəqliyyat ehtiyaclarını ödəmək qabiliyyətinə xələl gətirmədən bugünkü nəqliyyat ehtiyaclarını ödəməyə qadir nəqliyyat kimi qəbul edilə bilər (Qara, 1996; Richardson, 2005). Ekoloji cəhətdən “təmiz” (ekoloji zərərsiz) nəqliyyat nümunələrinə: enerjiyə qənaətli nəqliyyat vasitələri, həmçinin biodizel, elektrik və s. kimi təmiz yanacaq nəqliyyat vasitələri və s. aiddir. Dayanıqlı nəqliyyat mərkəzi (1997) dayanıqlı nəqliyyat sistemini təyin edir [3-5].

Məsələnin qoyuluşu

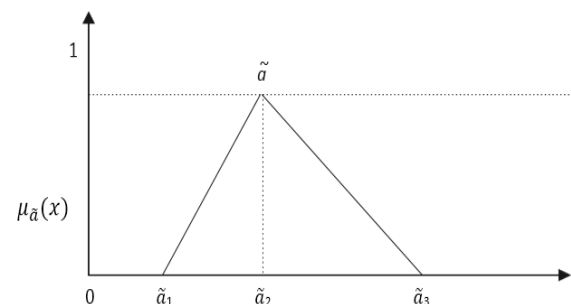
Qeyri-müəyyənlik, qərar qəbul etmə proseslərində informasiya çatışmazlığı olduqda yaranır. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi də qeyri-müəyyənliyi modelləşdirmək üçün istifadə olunur. (Lütfi Zadə, 1965). Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsində linqvistik termlərdən qərar qəbul edənlərin ən yaxşı seçiminə istinad etmək üçün istifadə olunur. Məsələn, bazar ertəsi günündə yağış yağma ehtimalı linqvistik baxımdan yüksək, çox yüksək, aşağı və s. kimi təqdim oluna bilər.

Bu yazıda, davamlı nəqliyyat üçün, qərar qəbul etmə prosesini modelləşdirmək üçün qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsindən istifadə edəcəyik, çünki modelin bəzi parametrləri analitik olaraq müəyyən edilə bilməz və ekspert rəyini tələb edir. Məsələn, mobillilik, bərabərlik, kompetentlik, xidmət keyfiyyəti və s. qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin bəzi bir-birilə əlaqəli tərifləri (Buckley, 1985; Dubois & Prade, 1982; Kaufmann & Gupta, 1991; Klir & Yuan, 1995; Pedrycz, 1994; Zadeh, 1965; Zimmermann, 2001) aşağıdakı kimi təqdim olunur.

Tərif 1. X mühakimələr fəzasının altçoxluğu olan qeyri-səlis A çoxluğu verilib. A çoxluğu X fəzasında $\mu_{\tilde{A}}(x)$ mənsubiyyət funksiyası ilə xarakterizə olunur. Həmin mənsubiyyət funksiyası X çoxluğundan olan x elementinə qarşı $[0,1]$ parçasından bir element qarşı qoyur. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ funksiyasının qiyməti x elementinin $\tilde{A}$ -ya mənsub olma dərəcəsi adlanır (Kaufmann and Gupta). $\tilde{A}$ qiyməti birə nə qədər yaxın olarsa, x-in a-ya aid olma dərəcəsi bir o qədər də yüksək olar.

Tərif 2. Üçbucaq qeyri-səlis $\tilde{A}$ ədədi üç komponentli $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ kimi ifadə olunur. Şəkil 1-də qeyri-səlis üçbucaqlı $\tilde{A}$ ədədi təsvir edilmişdir.

Konseptual və hesablama sadəliyi sayəsində üçbucaqlı qeyri-səlis ədədlər praktik tətbiqlərdə çox istifadə olunur (Klir & Yuan, 1995; Pedrycz, 1994; Yeh & Deng, 2004).



Şəkil 1 – Üçbucaqlı qeyri-səlis ədəd

Figure 1 – Triangular fuzzy number

Üçbucaqlı qeyri-səlis $\tilde{a}$ ədədinin $\mu_{\tilde{a}}(x)$ mənsubiyyət funksiyası aşağıdakı kimi təyin olunur :

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases}$$

Burada a_1, a_2, a_3 üçün $a_1 < a_2 < a_3$ ödənilir. x dəyişəninin a_2 nöqtəsində $\mu_{\tilde{a}}(x)$ mənsubiyyət funksiyası özünün maksimum qiymətini alır. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 1$ olduqda, belə qiymətləndirmə hesabi verilənlərin ən çox ehtimal olunan qiymətini göstərir. x dəyişəninin a_1 nöqtəsində $\mu_{\tilde{a}}(x)$ mənsubiyyət funksiyası özünün minimal qiymətini alır. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 0$ belə qiymətləndirmə hesabi verilənlərin ən az ehtimal olunan qiymətidir. a_1 və a_3 sabitləri məlumatları qiymətləndirmək üçün mövcud çoxluğun aşağı və yuxarı sərhədləridir. Bu sabitlər qiymətləndirmə məlumatlarının qeyri-müəyyənliyini əks etdirir. $[a_1, a_3]$ “dar” olduqda, qiymətləndirmə məlumatlarının qeyri-səlisliyi aşağı olur.

Xəssə 1. İki qeyri-səlis üçbucaqlı $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ və $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ ədədləri üçün əsas əməliyyatlar aşağıdakı kimi ifadə olunur [1-3]:

1) üçbucaqlı iki qeyri-səlis ədədin cəmi:

$$\tilde{a}(+) \tilde{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3), \\ a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$$

2) üçbucaqlı İki qeyri-səlis ədədin hasil:

$$\tilde{a}(\times) \tilde{b} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3), \\ a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$$

3) üçbucaqlı iki qeyri-səlis ədədin fərqi:

$$\tilde{a}(-) \tilde{b} = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3), \\ a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$$

4) üçbucaqlı iki qeyri-səlis ədədin nisbəti:

$$\tilde{a}(/) \tilde{b} = (a_1/b_1, a_2/b_2, a_3/b_3),$$

$$a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$$

5) üçbucaqlı qeyri-səlis ədədin tərsi:

$$\tilde{a}^{-1} = (1/a_1, 1/a_2, 1/a_3), \\ a_1 \geq 0$$

6) üçbucaqlı qeyri-səlis ədədin əksi:

$$\tilde{a} = (-a_1, -a_2, -a_3), \quad a_1 \geq 0.$$

Xəssə 2. Hər hansı həqiqi k və üçbucaqlı qeyri-səlis $\tilde{a}$ ədədi üçün iki ədəd üzərində əməliyyatlar aşağıdakı kimi ifadə olunur [6, 7]:

1) üçbucaqlı qeyri-səlis ədədin sabitə hasil:

$$2) K * \tilde{a} = (ka_1, ka_2, ka_3), \quad a_1 \geq 0, \\ k \geq 0$$

3) sabitin üçbucaqlı qeyri-səlis ədədə nisbəti:

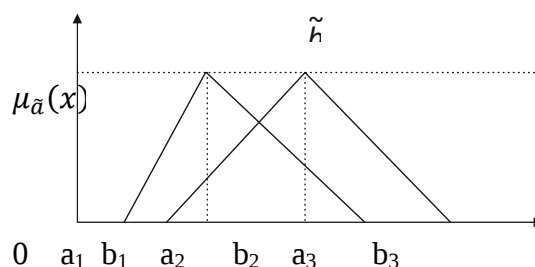
$$\frac{K}{\tilde{a}} = \left(\frac{k}{a_1}, \frac{k}{a_2}, \frac{k}{a_3} \right), \quad a_1 \geq 0, k \geq 0$$

4) üçbucaqlı qeyri-səlis ədədin sabitə nisbəti:

$$\frac{\tilde{a}}{K} = \left(\frac{a_1}{k}, \frac{a_2}{k}, \frac{a_3}{k} \right), \quad a_1 \geq 0, k \geq 0$$

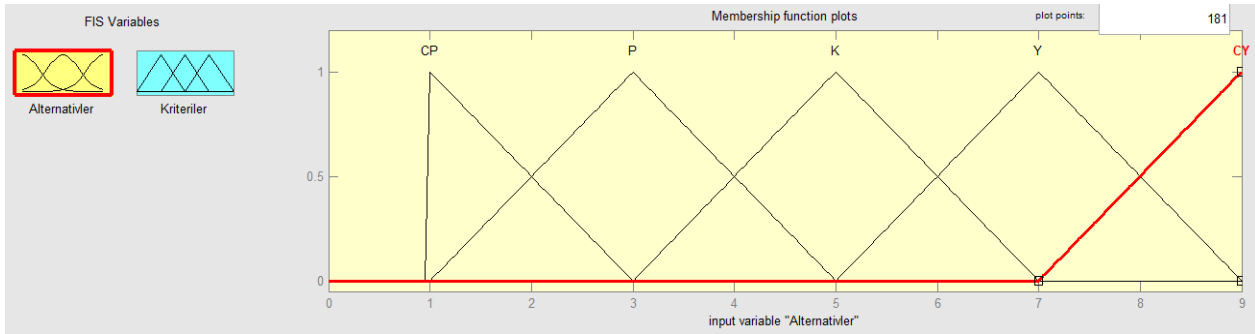
Yuxarıda aparılan əməliyyatların isbatı sadədir.

Xəssə 3. Üçbucaqlı iki qeyri-səlis $(\tilde{a}, \tilde{b})$ ədədi və hər hansı həqiqi k ədədi üçün bu iki ədədin kommutativ əməliyyatları aşağıdakı kimi ifadə olunur [6] (şəkl. 2-4):

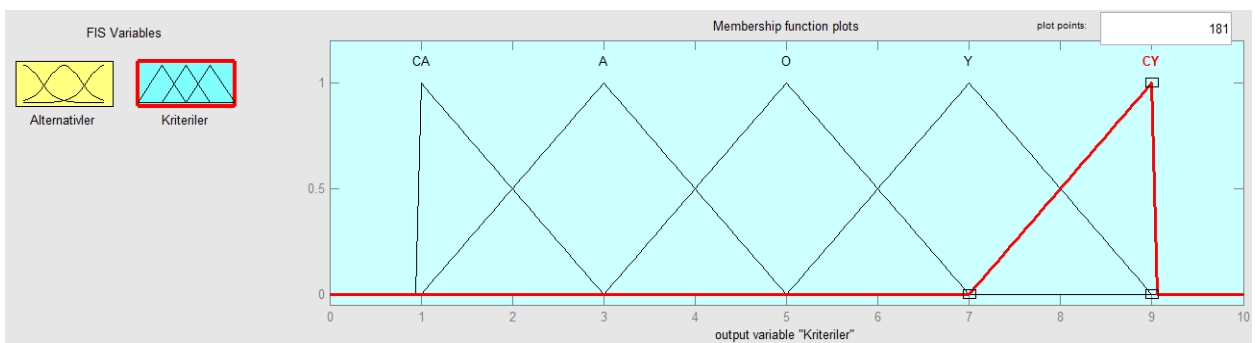


Şəkil 2 – Üçbucaqlı iki qeyri-səlis $(\tilde{a}, \tilde{b})$ ədədi və hər hansı həqiqi k ədədi üçün ədədin kommutativ əməliyyatları

Figure 2 – Commutative operations of a number for two triangular fuzzy $(\tilde{a}, \tilde{b})$ numbers and any real number k



Şəkil 3 – İki ədədin kommutativ əməliyyatı
Figure 3 – Commutative operation of two numbers



Şəkil 4 – Alternativlər və meyarlar üzrə mənsubiyyət funksiyalarının qrafik təsvirləri [5-8]
Figure 4 – Graphical representations of membership functions for alternatives and criteria [5-8]

$$\begin{aligned}\tilde{a}(+) \tilde{b} &= \tilde{b}(+) \tilde{a}, & a_1 \geq 0, b_1 \geq 0, k \geq 0 \\ \tilde{a}(\times) \tilde{b} &= \tilde{b}(\times) \tilde{a}, & a_1 \geq 0, b_1 \geq 0, k \geq 0 \\ \tilde{a}(-) \tilde{b} &= \tilde{b}(-) \tilde{a}, & a_1 \geq 0, b_1 \geq 0, k \geq 0 \\ K * \tilde{a} &= \tilde{a} * k, & a_1 \geq 0, b_1 \geq 0, k \geq 0\end{aligned}$$

Matlab mühitində üçbucaq qeyri-səlis ədədlərin mənsubiyyət funksiyalarının qrafik təsvirləri verilib.

Xəssə 4. $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ və $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ üçbucaqlı iki qeyri-səlis ədəddir. Qraflar nəzəriyyəsi ilə bağlı metoddan istifadə edərək təpələr arasındakı məsafə aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\begin{aligned}d(\tilde{a}, \tilde{b}) &= \\ &= \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]}\end{aligned}$$

Bu əməliyyatların isbatı sadədir.

Linqvistik termləri qeyri-səlis ədədlərə çevirmək üçün qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi ilə bağlı çevrilmələrdən istifadə olunur. Bu işdə meyarları və alternativləri qiymətləndirmək üçün 1 ilə 9 arasında dəyişən qiymətləndirmə şkalasından istifadə edəcəyik. Cədvəl 1-də alternativlər üçün istifadə olunan linqvistik dəyişənlər və qeyri-səlis qiymətlər təsvir edilmişdir, Cədvəl 2 isə meyarlar üçün istifadə olunan linqvistik dəyişənlər və qeyri-səlis qiymətlər təsvir edilmişdir [8-10].

Cədvəl 1 – Alternativlər üçün linqvistik termlər
Table 1 – Linguistic terms for alternatives

Linqvistik termlər	Mənsubiyyət funksiyası
Çox pis (ÇP)	(1,1,3)
Pis (P)	(1,3,5)
Kafi (K)	(3,5,7)
Yaxşı (Y)	(5,7,9)
Çox yaxşı (ÇY)	(7,9,9)

Cədvəl 2 – Meyarlar üçün linqvistik termlər

Table 2 – Linguistic terms for criteria

Linqvistik termlər	Mənsubiyyət funksiyası
Çox aşağı (ÇA)	(1,1,3)
Aşağı (A)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Yüksək (Y)	(5,7,9)
Çox yüksək (ÇY)	(7,9,9)

Nəticə

Bu işdə, qeyri-səlis bir mühitdə idarəetmə sistemlərinin dayanıqlığını qiymətləndirmək üçün çox meyarlı qərar qəbul etmə yanaşmasını təqdim edirik. Təklif olunan yanaşma üç mərhələdən ibarətdir.

Birinci mərhələdə idarəetmə sistemlərinin dayanıqlığını qiymətləndirmək üçün meyarlar müəyyən edilir.

İkinci mərhələdə mütəxəssislər meyarlara və alternativlərə linqvistik qiymətlər verirlər. Qeyri-səlis TOPSIS, hər alternativin dayanıqlığını ölçmək üçün balları toplamaq və ümumi bir performans hesabı yaratmaq

üçün istifadə olunur. Ən yüksək bal toplayan alternativ, ən yaxşı dayanıqlı idarəetmə sistemi olaraq seçilir və tətbiq edilməsi tövsiyə olunur.

Üçüncü, son mərhələdə qərar qəbul etmə prosesinə alternativlərin təsirini müəyyənləşdirmək üçün meyar çəkirlərinin dəqiq təhlil edilir.

Bizim yanaşmamızın üstünlüyü idarəetmə sistemlərinin dayanıqlığını qismən və ya natamam məlumatlarla qiymətləndirmək qabiliyyətidir. Təklif olunan yanaşma dayanıqlı idarəetmə sistemlərinin qiymətləndirilməsində və seçilməsində praktiki olaraq tətbiq edilə bilər. Qərar qəbul etmə prosesi iştirak edənlərin sayından və mövzu sahəsində aparılan təcrübələrdən asılı olduğundan, verilənlər diqqətlə seçilməlidir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəllif bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edir.

REFERENCES

1. **Lütfi Zadə, Rafiq Əliyev.** Fuzzy Logic Theory and Applications, *World Scientific*, 2018, 612 p. (*in English*)
2. Fuzzy control of complex systems. M. Jamshidi. *Soft Computing* 1,42-56 (1997) (*in English*)
3. **Kandel A.** Fuzzy Expert Systems. CRC Press, 2012. Boca Raton, 17-19. (*in English*)
4. **Sugeno M., Kang T., Kang G.** Structure Identification of Fuzzy Model. *Fuzzy Sets and Systems*, 2017, 28, Pp. 15-33. (*in English*)
5. An application of TOPSIS for ranking internet web browsers. Shahram Rostampour. Department of Management Science, Islamic Azad University, Central Branch, Tehran, Iran. 2012, p. 7 (*in English*)
6. **Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.** Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of the Operational Research*, 2, 429–44. (*in English*)
7. **Charnes A, Cooper W. W., Lewin, A., Seiford, L. M.** (). Data envelopment analysis: theory, methodology and applications. Massachusetts: *Kluwer Academic Publishers*, 1994, 513 p. (*in English*)
8. **Andersen P., Petersen N.C.** A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, 2013. 39, Pp. 1261-1264. (*in English*)
9. **Saaty T.L.** How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 2018, 48, Pp. 9–26. (*in English*)
10. **Məmmədova K.A.** Robotik dinamik sistemlərin riyazi modelləşdirilməsi və simulyasiyası. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2022, T.14, №4, c. 98-111 (*in Azerbaijani*)