

UDC 004.942

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_04_69_75

Study of Decision-Making Models Based on Z-Numbers while Solving Problems with Incomplete Information

K.A. Mammadova, I.A. Abasov

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

For correspondence:

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

Abstract

In this article, the decision-making models based on Z-numbers were studied during the decision-making process under the conditions of incomplete information, and a number of scientific and practical issues related to their application in solving the given problem were reviewed. As a result of the research, it became clear that it is not easy to form a rational decision-making ability and make optimal decisions in conditions of uncertain, fuzzy or incomplete information based on existing approaches, and sometimes it is inaccurate. Thus, solving real decision-making problems, decision analysis, and systematic analysis in economics, ecology, and other fields are characterized by vagueness and partial reliability of certain data. In this regard, the Z-numbers proposed by Professor Zade have a strong effect in expressing the uncertainty due to the unique structure. This paper proposes a fuzzy approach for decision making based on Z-information based on the exact computation of Z-numbers in solving decision-making problems under the conditions of incomplete information. The approach is intended for hierarchical imprecise models. In the article, the models considered in relation to the research and application of decision-making models based on Z-numbers are based on the processing of uncertain information and the use of word computing technology in decision-making.

Keywords: fuzzy information, fuzzy sets, Z-numbers, probability distribution, decision making model.

Received 30.11.2023

Revised 10.12.2024

Accepted 16.12.2024

For citation:

K.A. Mammadova, I.A. Abasov

[Study of Decision-Making Models Based on Z-Numbers while Solving Problems with Incomplete Information]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, № 4, pp. 69-75 (in Azerbaijani)

Natamam informasiya şəraitində qərar qəbulətmə məsələlərinin həlli zamanı Z ədədlərə əsaslanan qərar qəbulətmə modellərinin tədqiqi

K.A. Məmmədova, İ.A. Abasov

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

Xülasə

Bu məqalədə natamam informasiya şəraitində qərar qəbulətmə məsələlərinin həlli zamanı Z ədədlərə əsaslanan qərar qəbulətmə modelləri tədqiq edilmiş, qoyulan problemin həllinə tətbiqi ilə bağlı bir sıra elmi-praktik məsələlərin icmalına baxılmışdır. Araşdırma nəticəsində məlum oldu ki, mövcud yanaşmalar əsasında qeyri-müəyyən, qeyri-səlis və ya natamam informasiya şəraitində rəşional qərar qəbulətmə qabiliyyətini formalaşdırmaq və optimal qərar qəbul etmək heç də asan olmur, bəzən də qeyri-dəqiq olur. Belə ki, iqtisadiyyat, ekologiya və digər sahələrdə real qərar qəbulətmə problemlərinin həlli, qərarların təhlili və sistemli analizi müəyyən məlumatların qeyri-səlisliyi və qismən etibarlılığı ilə xarakterizə olunur. Bu baxımdan professor Zadənin irəli sürdüyü Z ədədləri unikal struktura görə qeyri-müəyyənliyi ifadə etməkdə güclü təsirə malikdir. Bu məqalədə natamam informasiya şəraitində qərar qəbulətmə məsələlərinin həlli zamanı Z -informasiya əsasında Z -ədədlər üzərində dəqiq hesablamaya əsaslanan qərar qəbulətmə üçün qeyri-səlis yanaşma təklif olunur. Yanaşma iyerarxik qeyri-dəqiq modellər üçün nəzərdə tutulur. Məqalədə, Z ədədlərə əsaslanan qərar qəbulətmə modellərinin tədqiqi və tətbiqi ilə bağlı baxılan modellər qərar qəbulətmədə qeyri-müəyyən informasiyaların emalına, sözlə hesablama texnologiyasından istifadəyə əsaslanır.

Açar sözlər: qeyri-səlis informasiya, qeyri-səlis çoxluqlar, Z ədədlər, ehtimal paylanması, qərar qəbulətmə modeli.

Исследование моделей принятия решений на основе чисел Z при решении задач принятия решений в условиях неполной информации

К.А. Мамедова, И.А. Абасов

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

Аннотация

В статье исследованы модели принятия решений на основе чисел Z в процессе принятия решений в условиях неполной информации, а также рассмотрен ряд научных и практических вопросов, связанных с их применением для решения определенной задачи. В результате исследования стало ясно, что сформировать способность к рациональному принятию решений и принимать оптимальные решения в условиях неопределенной, нечеткой или неполной, а иногда и неточной информации на основе существующих подходов непросто. Решение реальных задач принятия решений, анализ решений и систематический анализ в экономике, экологии и других областях характеризуются неясностью и частичной достоверностью некоторых данных. В этом отношении числа Z , предложенные профессором Заде, оказывают сильное влияние на выражение неопределенности из-за уникальной структуры. В статье предлагается нечеткий подход к принятию решений на основе Z -информации, основанный на точном вычислении Z -числа при решении задач принятия решений в условиях неполной информации. Подход предназначен для иерархических неточных моделей. Рассмотренные модели основаны на обработке неопределенной информации и использовании технологии словесных вычислений при принятии решений.

Ключевые слова: нечеткая информация, нечеткие множества, Z -числа, распределение вероятностей, модель принятия решений.

Giriş

Qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi dərkətmə və intellektdən irəli gələn qeyri-müəyyən, qeyri-dəqiq, qeyri-səlis, qismən doğru və ya kəskin sərhədləri olmayan informasiyaların emalı ilə məşğul olur. Qeyri-səlis məntiqdən linqvistik qiymətlərin təyin edilməsi, qərar qəbuletmə və informasiyaların linqvistik qiymətlərlə tədqiq edilməsi üçün tətbiq edilə bilər. Qeyri-səlis məntiq, o cümlədən qeyri-səlis çoxluqlar, linqvistik dəyişənlər, qeyri-səlis qaydalar, qeyri-səlis riyaziyyat, qeyri-səlis verilənlər bazası sorğuları, intellektin hesablama nəzəriyyəsi və sözlərlə hesablama aparmaq üçün linqvistik qiymətləndirmələrdə dəyişənlərin qeyri-müəyyənlik dərəcəsinin təyin edilməsində çox faydalıdır.

Tədqiq olunan problemdə informasiyanın emalı zamanı yaranan qeyri-müəyyənlik təsadüfilikdən, informasiya çatışmazlığından irəli gələrsə ehtimal nəzəriyyəsi, informasiyanın qeyri-dəqiqliyindən irəli gələrsə, qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi güclü bir vasitə kimi tətbiq olunur. Qərar qəbuletmə modellərində informasiyaların böyük əksəriyyətində qeyri-müəyyənliyin, qeyri-dəqiqliyin olması daha çox tədbirli olmağı, yüksək intellektuallığı tələb edir. Belə ki, qeyri-dəqiq, qeyri-səlis və ya natamam informasiya əsasında rəşional qərar qəbuletmə qabiliyyətini formalaşdırmaq çətin olur [1].

Hal-hazırda ən səmərəli və geniş analiz edilən tədqiqat məsələlərindən biri çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsidir. Tədqiq olunan mühitdə qeyri-müəyyənlik, qeyri-dəqiqlik və mürəkkəblik mövcud olduqca, qeyri-səlis çoxluqlar [2] qərar qəbuletmə prosesində geniş istifadə olunan açar məsələlərdən biri kimi daxil olacaq.

[2]-də tədqiqatın məqsədi qeyri-müəyyənlikli informasiyanın təsvir modellərinin

tədqiqi və idarəetməyə tətbiqidir. Bu işdə qeyri-səlis, qeyri-dəqiq informasiyaların təsviri və emalı modelləri təhlil edilmişdir. Tədqiq olunan informasiyaların keyfiyyət baxımından analizi məsələlərinə baxılmışdır. Bu məqsədlə, natamam informasiya şəraitində qərar qəbuletmə məsələlərinin həlli zamanı obyektiv və subyektiv ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanan modellər, interval tipli, 1-ci, 2-ci tip və ümumiləşmiş qeyri-səlis modellər, hibrid modellər təhlil edilmiş, qeyri-müəyyənlikli informasiyaların emalı problemlərinə baxılmışdır.

Qərarların təhlili, sistemli təhlil, iqtisadiyyat, ekologiya və digər sahələrdə real qərar qəbuletmə problemləri müəyyən məlumatların qeyri-səlisliyi və qismən etibarlılığı ilə xarakterizə olunur. Son dövrlərdə isə Z ədədlərə əsaslanan qərar qəbuletmə modellərinin tədqiqi və tətbiqi ilə bağlı bir sıra elmi-praktik məsələlərin həllinə baxılmışdır. Baxılan modellər qərar qəbuletmədə qeyri-müəyyən informasiyaların emalına, sözlə hesablama texnologiyasından istifadəyə imkan yaradır. Professor Zadənin irəli sürdüyü konsepsiya – Z-ədədləri qeyri-səlis nəzəriyyədə tədqiqat mərkəzinə çevrilib. Əvvəlki qeyri-səlis çoxluqlardan fərqli olaraq, Z ədədləri unikal struktura görə qeyri-müəyyənliyi ifadə etməkdə daha güclü qabiliyyətə malikdir [3, 4].

Məqalə [5]-də Z ədədlərindən istifadə etməklə bir sıra problemlərin həlli zamanı informasiya itkisi nəticəsində yaranan qeyri-müəyyənliyin formalaşdırılması üsulları təsvir edilir. Bu məqsədə çatmaq üçün məqalədə real ədədləri və qeyri-səlis ədədləri Z ədədlərinə necə çevirməyin yolları araşdırılmış, Z-xətti tənliklərin yeni sistemi hazırlanmışdır.

Qeyri-müəyyən qərar qəbuletmə məlumatlarından səmərəli şəkildə istifadə edilə bilən modellərdə Z ədədlərinə görə rəqləşdırma üsullarının iki prosesi təqdim olunur [6]. Qərar qəbuletmə, təklif olunan Z ədədlərinə əsaslanır. Bu işdə əvvəlcə Z ədədlər qeyri-səlis ədə-

də çevrilmiş, sonra isə siqmoid funksiya ilə istifadə etməklə rəqəqləşdirmə üsulundan və qeyri-səlis ədədləri qeyd etmək üçün işarə üsulundan istifadə edilmişdir. Növbəti addımda metod əlaqəli Z ədədlərinə qədər genişləndirilmişdir. Bu üsuldən maddələri prioritetləşdirmək və bəzi nümunələri həll etmək üçün istifadə edilmişdir.

Z ədədi nəzəriyyəsinə əsaslanan modellər

Z ədədi həm qeyri-müəyyən dəyişəni, həm də onun etibarlılığını ifadə edir. Z ədədinin qərar qəbul etmə, risklərin qiymətləndirilməsi və s. sahələrdə tətbiqi ilə daha güclü potensiala malik çoxmeyarlı qeyri-səlis qərar qəbul etmə metodu təklif olunur. Burada hər bir meyarla bağlı hər bir alternativ qiymətləndiricilər tərəfindən qiymətləndirilməsi, həm də bu qiymətin etibarlılığı Z ədədi kimi təsvir edilir [3-6].

Qərarlar dəqiq informasiyalar əsasında verilməlidir. Qərarların faydalı və səmərəli olması üçün informasiyalar etibarlı olmalıdır. Odur ki, Z ədədindən istifadə edilməsi daha məqsəduşğundur. Z ədədi informasiyanın etibarlılığını təsvir edən qeyri-səlis ədəddir. Z ədədi iki komponentə malik $Z=(A,B)$ cütü ilə təsvir olunur. Birinci komponent A , real qiymətli X dəyişənin qeyri-səlis çoxluğa qəbul edilməsinə icazə verilən məhdudiyyətdir. İkinci komponent, B , birinci komponentin etibarlılığı (müəyyənlik) ölçüsüdür. Tipik olaraq, A və B təbii dildə təsvir edilir. Z ədədləri ilə hesablama daha əhəmiyyətli hesab edilir [5-7]. Məsələn, “İnci əlaqıdır” (Çox Yüksək, Ehtimal olunur). Birinci hissə, “Çox yüksək” İncinin biliyinin qiymətləndirmə həddidir, yəni A -nın qiymətidir, ikinci hissə, “Ehtimal olunur” isə R olub, bu informasiyanın nə qədər doğru olduğunu bildirən ehtimal ölçüsüdür.

Z ədədləri ilə hesablama sözlərlə hesab-

lama (CW və ya CWW) sahəsinə aiddir. Bu məqalədə Z ədədi anlayışı və Z ədədləri ilə hesablama üsulları təqdim edilir. Z ədədi konsepsiyası bir çox tətbiqlərdə, iqtisadiyyat, qərarların təhlili, risklərin qiymətləndirilməsi, qeyri-dəqiq funksiya və münasibətlərin xarakteristik qaydalarına əsaslanan proqnozlaşdırma məsələlərində yüksək potensiala malikdir.

Zadə ümümləşdirilmiş formada qeyri-müəyyən informasiyaları təsvir etmək üçün Z -ədədlər konsepsiyasını təqdim edib. Z -ədədi qeyri-səlis rəqəmlərin $(\tilde{A}, \tilde{B})$ bir cütüdür. Burada $\tilde{A}$ dəyişənin qiyməti, $\tilde{B}$ isə müəyyən bir konsepsiya ilə, məsələn, əminlik, inam, etibarlılıq, düzgünlük dərəcəsi və ehtimalla sıx bağlı olan fikri göstərir. Bir misalə baxaq: Ölkədə insanlar arasında ən böyük yaş həddi üçün hansı ədəd daha doğrudur: (təxminən 100, həqiqidir) yaxud da (təxminən 90, çox həqiqidir). Təklif olunan Z ədədi nəzəriyyəsinin əsas tətbiq sahəsi sözlə hesablama texnologiyası olacaq.

Müasir fəaliyyət modellərində, məsələn, sosial-iqtisadi, texniki-tibbi modellərdə qərar qəbul edən şəxsin intuisiyalarını nəzərə almadan qərar qəbul etmə problemlərini həll etmək çox çətin olur. Məlumdur ki, klassik qərar qəbul etmə modellərində ehtimal qiymətlərini dəqiq şəkildə təsvir etmək tələb olunur. Əksər real məsələlərdə buna nail olmaq mümkünsüzdür. Reallıqda, xüsusilə də, iqtisadiyyatda informasiya subyektiv və qeyri-dəqiq olur. Müvafiq ehtimallı informasiyaların qeyri-dəqiqliyini təsvir edən bir çox yanaşmalar mövcuddur: klassik ədədlər (0-cı səviyyə, məsələn, 1.9-17); interval ədədlər (1-ci səviyyə, məsələn, hərərət 20-dən 25-dək); təsadüfi ədəd (2-ci səviyyə, məsələn, kişilərin boyu 1m 85 sm ətrafında normal paylanır); qeyri-səlis ədəd (2-ci səviyyə, məsələn onun mənəvi çəkisi “çox böyükdür”); nəhayət, Z -ədədlər (3-cü sə-

viyyə, məsələn dünya bazarında xam neftin qiyməti “yüksək” olacaq, inam “böyükdür”). Bu yanaşmalardan biri iyerarxik qeyri-dəqiq modellər üçün istifadə edilir [3-8]. Bu modellər real problemləri təsvir edən ikinci-tərtib qeyri-müəyyənliyi nəzərə almaq üçün istifadə olunur. Bu yanaşmaya əsasən, ekspertin qeyri-dəqiq ehtimalları haqqında fikirləri qeyri-dəqiq qiymətləndirilir.

Z-ədədlərə əsasən qərar qəbuletmə məsələsinin həlli üsulları

Qeyd etmək lazımdır ki, son zamanlar qərar qəbuletmə modellərində Z-ədədlərə əsasən optimal qərarlar qəbul edilir. Çünki, Z-ədədi informasiyanın etibarlılığını təsvir edən qeyri-səlis ədəddir. Odur ki, Z ədədindən istifadə edilməsi daha məqsəduyğun hesab edilir. Lütfi Zadə Z-ədədləri ilə hesablama üçün genişlənmə prinsipindən istifadə edən bəzi əməliyyatları təklif etmişdir.

Diskret ədədlər üzrə arifmetik əməliyyatların ümumi strukturu. Tutaq ki, $Z_1 = (\tilde{A}_1, \tilde{B}_1)$ və $Z_2 = (\tilde{A}_2, \tilde{B}_2)$ - təsadüfi X_1 və X_2 dəyişənlərinin xüsusiyyətləri haqqında informasiyanı təsvir edən diskret Z-ədədləridir. Qeyri-səlis ədədlər üzərində olduğu kimi Z-ədədlər üzərində də müxtəlif analitik hesablamalar aparmaq mümkündür [9-11].

$$Z_{12} = Z_1 * Z_2, * \in \{+, -, \cdot, /\} \quad (1)$$

Əvvəlcə $Z_{12}^+ = Z_1^+ * Z_2^+$ hesablanır:

$$Z_1^+ * Z_2^+ = (\tilde{A}_1 * \tilde{A}_2, R_1 * R_2) \quad (2)$$

burda R_1 və R_2 ilə diskret ehtimal paylanmaları təsvir olunur:

$$p_{R_1} = p_{R_1}(x_{11}) \setminus x_{11} + p_{R_1}(x_{12}) \setminus x_{12} + \dots + p_{R_1}(x_{1n}) \setminus x_{1n} \quad (3)$$

$$p_{R_2} = p_{R_2}(x_{21}) \setminus x_{21} + p_{R_2}(x_{22}) \setminus x_{22} + \dots + p_{R_2}(x_{2n}) \setminus x_{2n}$$

Ehtimal paylanmalarına (4) məhdudiyyətləri:

$$\sum_{k=1}^n p_{R_1}(x_{1k}) = 1, \sum_{k=1}^n p_{R_2}(x_{2k}) = 1 \quad (4)$$

və (5) uyğunluq şərtləri

$$\sum_{k=1}^n x_{1k} p_{R_1}(x_{1k}) = \frac{\sum_{k=1}^n x_{1k} \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1k})}{\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1k})},$$

$$\sum_{k=1}^n x_{2k} p_{R_2}(x_{2k}) = \frac{\sum_{k=1}^n x_{2k} \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2k})}{\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2k})} \quad (5)$$

verilir.

Burda, $p_{12} = p_1 \circ p_2$ kompozisiyası

$R_1 * R_2, * \in \{+, -, \cdot, /\}$ bükməsidir.

$Z_1 = (\tilde{A}_1, \tilde{B}_1)$ və $Z_2 = (\tilde{A}_2, \tilde{B}_2)$ üçün p_{R_1} və p_{R_2} “həqiqi” ehtimal paylanmaları dəqiq məlum deyil. Məlum olan informasiyalar qeyri-səlis məhdudiyyətlər şəklində verilir.

$$\text{Yəni, } \sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1k}) p_{R_1}(x_{1k}) \tilde{B}_1 - \text{dir,}$$

$$\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2k}) p_{R_2}(x_{2k}) \tilde{B}_2 - \text{dir}$$

Bu da, mənsubiyyət funksiyaların termləri ilə təsvir olunur:

$$\mu_{\tilde{B}_1} \left(\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1k}) p_{R_1}(x_{1k}) \right),$$

$$\mu_{\tilde{B}_2} \left(\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2k}) p_{R_2}(x_{2k}) \right). \quad (6)$$

Bu o, deməkdir ki, mənsubiyyət funksiyaları

$$\mu_{p_{R_1}}(p_{R_1}) = \mu_{\tilde{B}_1} \left(\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1k}) p_{R_1}(x_{1k}) \right),$$

$$\mu_{p_{R_2}}(p_{R_2}) = \mu_{\tilde{B}_2} \left(\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2k}) p_{R_2}(x_{2k}) \right) \quad (7)$$

olan p_{R_1} və p_{R_2} ehtimal paylanmalarının qeyri-səlis çoxluqları var. Bundan sonra $\tilde{B}_1$ və $\tilde{B}_2$ diskret olduğundan,

$$\mu_{\tilde{B}_j}(b_{jl}), b_{jl} \in \sup p \tilde{B}_j, j=1,2; l=1,\dots,n \quad (8)$$

qiymətləri bir sıra xətti proqramlaşdırma məsələlərinin həlli ilə tapıla bilər:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_j}(x_k) p_j(x_k) &\rightarrow b_{jl} \\ \sum_{k=1}^{n_j} p_j(x_{jk}) &= 1 \\ p_j(x_{jk}) &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

p_1 və p_2 “həqiqi” ehtimal paylanmalarının dəqiq olmadığını başa düşürük. Yalnız B_1 və B_2 vasitəsilə yaradılan p_1 və p_2 -nin μ_{p_1} və μ_{p_2} qeyri-səlis məhdudiyyətləri mövcuddur. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin həlli zamanı $\mu_{p_j}(x_j), j = 1, 2$ mənsubiyyət dərəcələrini hesablayırıq. p_1 və p_2 paylanmalarının μ_{p_1} və μ_{p_2} mənsubiyyət dərəcələrinin tapılmasına baxaq. A_1 və p_1 -in məlum qiymətlərindən istifadə edərək

$$\mu_{p_1}(p_1) = \mu_{B_1} \left(\sum_{k=1}^{n_1} \mu_{A_1}(x_{1k}) p_1(x_{1k}) \right)$$

düsturuna əsasən hesablanır.

p_j -cu problemin həlli üçün hər bir $l=1, \dots, n$ indeksi $p_{jl} = p_j$ ilə işarə edilir. p_j -un mənsubiyyət dərəcəsi (10) kimi hesablanır:

$$\mu_{p_j}(p_j) = \mu_{\tilde{B}_j} \left(\sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{A}_j}(u_k) p_j(u_k) \right), j = 1, 2. \quad (10)$$

p_{1l} və p_{2l} ehtimal paylanmaları qeyri-səlis çoxluğu $p_{12s}, s = 1, \dots, l^2$, qeyri-səlis çoxluğuna gətirir və onların mənsubiyyət funksiyaları (11) kimi təsvir olunur:

$$\mu_{p_{12}}(p_{12}) = \max_{p_1, p_2} [\mu_{p_1}(p_1) \wedge \mu_{p_2}(p_2)], \quad p_{12} = p_1 \circ p_2 \quad (11)$$

burda, $\wedge$ işarəsi $\min$ operatorudur.

Növbəti addımda (12)-yə görə

$$A_{12} = A_1 * A_2 \quad (12)$$

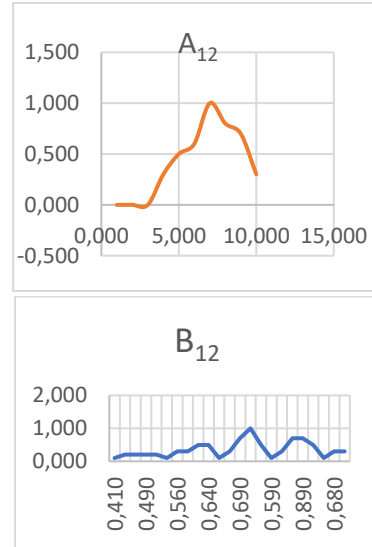
qeyri-səlis qiyməti hesablanır:

$$P(\tilde{A}_{12}) = \sum_w p_{12}(w) \mu_{\tilde{A}_2}(w) \quad (13)$$

Son addımda,

$$P(\tilde{A}_{12}) \quad P(\tilde{A}_{12}) = b_{12} \quad (14)$$

b_{12} ehtimal ölçüsünü hesablayırıq və burada p_{12} məlumdur. Lakin bizə ancaq $\mu_{p_{12}}$ mənsubiyyət funksiyası ilə təsvir olunan p_{12} qeyri-səlis məhdudiyyət məlumdur.



Şəkil – Diskret Z-ədədlərinin toplanmasının nəticələri

Figure – Results of summing discrete Z-numbers

Beləliklə $P(\tilde{A}_{12})$ $\mu_{\tilde{B}_{12}}$ mənsubiyyət funksiyası olan $\tilde{B}_{12}$ qeyri-səlis çoxluqdur:

$$\mu_{\tilde{B}_{12}}(b_{12s}) = \sup(\mu_{p_{12s}}(p_{12s})) , \quad b_{12s} = \sum_k p_{12s}(x_k) \mu_{\tilde{A}_{12}}(x_k) \quad (15)$$

$$Z_{12} = Z_1 * Z_2, * \in \{+, -, \cdot, /\}$$

$$Z_{12} = (\tilde{A}_{12}, \tilde{B}_{12}) \text{ şəklində hesablanır.}$$

Şəkildə 10 ballıq şkala üzrə (A) biliyin qiymətləndirmə həddinin doğru olduğunu göstərən ehtimal ölçüsü təsvir olunmuşdur.

Nəticə

Bu məqalədə natamam informasiya şəraitində Z-ədədlər üzərində dəqiq hesablama əsaslanan Z-informasiya əsasında qərar qəbul etmə üçün bir yanaşma təqdim olunur. Bu yanaşma təsadüfi X_1 və X_2 dəyişənlərinin xüsusiyyətləri haqqında informasiyanı təsvir edən diskret Z-ədədləri üzərində arifmetik əməliyyat

yatların tətbiqi ilə ehtimal ölçüsünün tapılmasına əsaslanır. Bu yanaşma iqtisadiyyat sahəsində idarəetmə məsələlərinin həllində geniş tətbiq olunur.

Maraqlar münaqişəsi

Müəlliflər bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edirlər.

REFERENCES

1. **Qardaşova L.A.** Neft emalı müəssisəsinin idarəedilməsi sistemlərində qeyri-səlis mühitdə qərar qəbul etmə. Bakı, dokt.diss., 2012, 327 s. (*in Azerbaijani*)
2. **Məmmədova K.A.** Z ədədlərinin köməyi ilə qeyri-səlis mühitdə qida təhlükəsizliyi üçün risk səviyyəsinin təyin edilməsi. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, 2022, cild 14, № 1, s.117-124. (*in Azerbaijani*)
3. **Zadeh L.A.** From computing with numbers to computing with words - from manipulation of measurements to manipulation of perceptions. *IEEE Transactions on Circuits and Systems - I: Fundamental Theory and Applications*, 1999, 45(1):105–119 (*in English*)
4. **Zadeh L.A.** A Note on Z-numbers // *Information Sciences*, 2010, v.181, pp. 2923–2932 (*in English*)
5. **Motamedi Z.P., Allahviranloo T.** Z-Numbers for Uncertainty Formulation. *Progress in Intelligent Decision Science*. January 2021, pp.975-985 (*in English*)
6. **Somayeh E., Allahviranloo T.** Two new methods for ranking of Z-numbers based on sigmoid function and sign method. March 2018. *International Journal of Intelligent Systems* 33(7). DOI:10.1002/int.21987 (*in English*)
7. **Aliiev R.A., Alizadeh A.V., Huseynov O.H.** The arithmetic of discrete z-numbers // *Information Sciences*, 2015, v.290, no 1, pp. 134-155 (*in English*)
8. **Aliiev R.A., Alizadeh A.V., Huseynov O.H., Jabbarova K.I.** Z-number based Linear Programming // *International Journal of Intelligent Systems*, 2015, v.30, pp. 563–589 (*in English*)
9. **Aliiev R.A., Akif V.A., Shirinova U.K.** Fuzzy Chaos Approach to fuzzy linear programming problem / *Proceedings of the 2nd International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, Turkey, Antalya, 2003*, pp.287-295 (*in English*)
10. **Mammadova K.A., Sultanova A.B., Əliyeva Y.N., Hüseynova A.N.** Problem solving based on z-numbers. 14th International Conference on Applications of Fuzzy Systems, Soft Computing, and Artificial Intelligence Tools – ICAFS-2020, pp.555-564 (*in English*)
11. **Mammadova K.A., Aliyeva Y. N., Huseynova A.N.** Determining the Level of Risk for Food Safety in a Fuzzy Environment with the Help of Z Numbers. *Aerosol Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s41810-022-00136-7>. Springer (*in English*)