

Determining the Level of Risk for Food Safety in a Fuzzy Environment with the Help of Z Numbers

K.A. Mammadova

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

For correspondence:

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

Abstract

Article discusses a fuzzy system based on Z numbers to determine the level of food safety risk. This system is widely used to measure food safety risk in many countries around the world. Using grain productivity, grain production and economic growth as input parameters, the food safety risk level of products is assessed and a framework of guidelines is developed. The relationship between input and output variables is described using Z-digit values. The system has been tested in recent years using statistics from the Global Security Index database. A lot of work has been done to predict the level of food safety risk, based on the Z-number system, rules and statistics. The obtained results support the application of the advanced system in real conditions. In this study, food safety risk was forecasted and food safety risk was assessed. Thus, the study reflected the alternatives of food safety risk statistics and the selection of the best alternative for the system to be developed based on certain characteristics.

Keywords: forecasting, fuzzy sets, Z numbers, inference, linguistic variables, rule base, fuzzy system.

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_01_117_124

For citation:

Mammadova K.A.

[Determining the level of risk for food safety in a fuzzy environment with the help of Z number]
Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2022, vol.14, no.1, pp. 117-124 (in Azerbaijani)

Z ədədlərinin köməyi ilə qeyri-səlis mühitdə qida təhlükəsizliyi üçün risk səviyyəsinin təyin edilməsi

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

Məqalə qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsini təyin etmək üçün Z ədədlərinə əsaslanan qeyri-səlis sistemdən bəhs olunur. Bu sistem dünyanın bir çox ölkələrində qida təhlükəsizliyi risk səviyyəsini ölçmək üçün geniş tətbiq olunur. Giriş parametrləri kimi taxıl məhsuldarlığı, taxıl istehsalı və iqtisadi artımdan istifadə etməklə məhsulların qida təhlükəsizliyi risk səviyyəsi qiymətləndirilir və qaydalar bazası hazırlanır. Giriş və çıxış dəyişənləri arasındakı əlaqə Z ədədli qiymətlərdən istifadə etməklə təsvir olunur. Sistem son illər üçün "Global Təhlükəsizlik İndeksi" verilənlər bazasından götürülmüş statistik məlumatlardan istifadə edilməklə sınaqdan keçirilmişdir. Z ədədli nəticə çıxarma sistemi, qaydalar bazası və statistik məlumatlara əsasən, qida təhlükəsizliyi risk səviyyəsinin proqnozlaşdırılması üzrə bir çox işlər yerinə yetirilmişdir. Alınan nəticələr inkişaf etmiş sistemin real şəraitdə tətbiq olunmasını dəstəkləyir. Bu işdə qida təhlükəsizliyi riski ilə əlaqəli proqnozlaşdırma aparılaraq qida təhlükəsizliyi riski ilə bağlı qiymətləndirmə yerinə yetirilib. Beləliklə, tədqiqat nəticəsində qida təhlükəsizliyi riski ilə əlaqədar statistikanın alternativləri və onlar arasında müəyyən xüsusiyyətlərə əsaslanaraq hazırlanacaq sistem üçün ən yaxşı alternativin seçilməsi öz əksini tapmışdır.

Açar sözlər: proqnozlaşdırma, qeyri-səlis çoxluqlar, Z ədədlər, nəticə çıxarma, lingvistik dəyişənlər, qaydalar bazası, qeyri-səlis sistem.

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_01_117_124_

УДК: 658.5

Определение уровня риска для безопасности пищевых продуктов в нечеткой системе с помощью Z-чисел

К.А. Мамедова

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

Для переписки:

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

Аннотация

В статье рассматривается нечеткая система, основанная на числах Z, для определения уровня риска для безопасности пищевых продуктов. Эта система широко используется для измерения риска для безопасности пищевых продуктов во многих странах мира. Используя урожайность зерна, производство зерна и экономический рост в качестве входных параметров, оценивается уровень риска для пищевых продуктов. Взаимосвязь между входными и выходными переменными описывается с помощью значений Z-разряда. Система была протестирована с использованием статистики из базы данных Global Security Index. Была проделана большая работа по прогнозированию уровня риска для безопасности пищевых продуктов на основе системы Z-номеров, правил и статистики. Исследование отразило статистику рисков безопасности пищевых продуктов и выбор лучшей альтернативы.

Ключевые слова: прогнозирование, нечеткие множества, числа Z, вывод, лингвистические переменные, база правил, нечеткая система.

Giriş

“Əgər-onda” qaydalarına əsaslanan qeyri-səlis məntiq sistemləri qeyri-səlis və qeyri-müəyyən məlumatları xarakterizə edən sistemlərin modelləşdirilməsi üçün geniş istifadə olunur. Bu sistemlər, əsasən, tip-1 qeyri-səlis çoxluqlara əsaslanır və inkişaf etmiş modellərdə qeyri-müəyyən və qeyri-səlis məlumatların işlənməsinə imkan verir. Lütfi Zadə qeyri-səlis çoxluqların konsepsiyasını genişləndirdi və qeyri-səlis ədədlərin cütlüyü olan iki komponent: məhdudluq və etibarlılıq parametrləri ilə xarakterizə olunan Z ədədini təklif etdi. Burada birinci komponent qeyri-müəyyən məlumatları təmsil etmək üçün, ikinci komponent etibarlılığı və ya doğruluğu qiymətləndirmək üçün istifadə olunur. Z ədədi, qeyri-müəyyən problemlərin həllinə təsir edən bir yanaşmadır. Qida təhlükəsizliyi ilə əlaqədar risk səviyyəsinin qiymətləndirilməsi üçün Z ədədi əsaslı qeyri-səlis sistem təklif olunur. Qeyri-səlis “əgər-onda” qaydalarını qurmaq üçün əsas parametrlər kimi taxıl məhsuldarlığı, taxıl istehsalı və iqtisadi təhlükəsizliyə təsir göstərən iqtisadi artım seçilir və bu giriş parametrləri ilə risk səviyyəsi arasındakı əlaqə “əgər-onda” qeyri-səlis qaydaları ilə müəyyən edilir [1]. Qeyri-səlis interpolativ mülahizə Z ədədi əsaslı qeyri-səlis sistemin nəticə çıxarma mexanizminin qurulması üçün təklif olunur.

İşin məqsədi

Qida təhlükəsizliyi ilə əlaqədar risk səviyyəsinin qiymətləndirilməsi üçün Z ədədi əsaslı qeyri-səlis sistemin yaradılması və realizasiyası qarşıya qoyulmuşdur. İdarəetmə sisteminin qeyri-səlis “əgər-onda” qaydalarını qurmaq üçün əsas parametrlər kimi taxıl məhsuldarlığı, taxıl istehsalı və iqtisadi təhlükəsizliyə təsir göstərən iqtisadi artımdan istifadə edilərək giriş parametrləri ilə risk səviyyəsi arasındakı əlaqə “əgər-onda” qeyri-səlis qaydaları qurulur.

rək giriş parametrləri ilə risk səviyyəsi arasındakı əlaqə “əgər-onda” qeyri-səlis qaydaları qurulur.

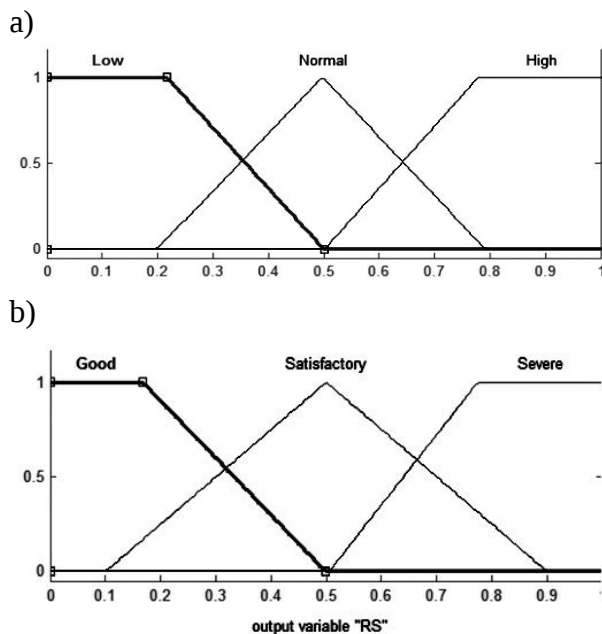
Məsələnin qoyuluşu

Qida təhlükəsizliyi üçün risk səviyyəsinin müəyyənəşdirilməsi müvafiq məlumat bazasının yaradılması ilə başlayır. Biliklər bazası giriş parametrləri və çıxış siqnalları arasındakı əlaqəni göstərən “əgər-onda” qaydalarından ibarətdir. Bu işdə qida təhlükəsizliyi ilə bağlı risk səviyyəsini təyin etmək üçün yuxarıda göstərilən Z ədədinə əsaslanan qeyri-səlis “əgər-onda” qaydaları tətbiq olunur. Sistemin mənbələri ölkəmizin taxıl məhsulu, taxıl istehsalı və iqtisadi artımı hesab olunur. Taxıl məhsuldarlığının parametrləri təsərrüfatda taxıl məhsullarının metrik tonlarla ölçülən aylıq çıxışı, taxıl istehsalı zamanı qida şəklində işlənmiş hektar başına düşən kq ilə ölçülmüş taxılla təyin olunur [2,3]. Amma iqtisadi artım faizi, ümumi daxili məhsulun (ÜDM) faizləri ilə təyin edilir. Parametrlərin Z ədədləri ilə təsvir olunan qiymətləri qida təhlükəsizliyinin risk səviyyəsinin təyin edilməsi üçün istifadə olunur. Qərar qəbul etmə prosesi nəticə çıxarma mexanizmindən istifadə edilərək həyata keçirilir.

Məlumat bazası hazırlanarkən giriş və çıxış dəyişənləri lingvistik qiymətlər ilə təsvir olunur. Bu lingvistik qiymətlər üçbucaq formaya malik olub, üçbucaq mənsubiyyət funksiyaları təyin olunur.

Üçbucaq mənsubiyyət funksiyasının hesablanması zamanı lingvistik qiymətləri təyin etmək məqsədilə universumu təhlil etməli və hər bir giriş parametri üçün lingvistik qiymətlərin sayı təyin olunmalıdır. Bu işdə beş mənsubiyyət funksiyasının seçilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir. Giriş və çıxış parametrləri üçün lingvistik qiymətlər NB (negative large – mənfi böyük), NS (negative small –

mənfi kiçik), Z (zero – sıfır), PS (positive small – müsbət kiçik) və PL (positive large – müsbət böyük) kimi göstərilir. Sadəlik üçün dəyişənlərin aralığını 0-dan 1-ə qədər miqyaslayırıq [1-5]. Giriş və çıxış dəyişənlərini təsvir etmək üçün istifadə olunan mənsubiyyət funksiyaları şəkil 1-də verilir.



Şəkil 1 – a) Taxıl məhsulu və taxıl istehsalı, iqtisadi artım, (b) risk səviyyəsi üçün istifadə olunan mənsubiyyət funksiyaları

Figure 1 – a) Grain production and grain production, economic growth; b) membership functions used for risk level

Hər bir parametr üçün mənsubiyyət funksiyaları təyin edildikdən sonra qeyri-səlis əgər-onda qaydaları qurulur. Qaydalar bazasının antitendensiyalı hissəsi üç parametri: taxıl məhsuldarlığı, taxıl istehsalı və iqtisadi artım, sonrakı hissə isə bir parametri – təhlükəsizlik riski səviyyəsini əhatə edir. “Əgər-onda” qaydalarının qurulması mütəxəssis biliklərinin köməyi ilə həyata keçirilir. Eyni zamanda, Dünya Bankının onlayn məlumat bazasından alınan statistikadan qaydalar bazasını yaratmaq üçün istifadə olunur.

Hər giriş və çıxış parametri üçün qaydalar bazasının hazırlanmasında üç linqvistik termindən istifadə olunur. Bu linqvistik termlərin qiymətləri Z ədədlərinin köməyi ilə təsvir olunur.

Hər bir qeyri-səlis qiymət iki parametrlə təqdim olunur: məhdudiyyət və etibarlılıq parametrləri ilə. Məhdudiyyət və etibarlılıq parametrlərinin yüksək gəlirlilik, normal gəlirlilik və aşağı gəlirlilik mənsubiyyət funksiyaları üçbucaq şəklində təsvir edilir. “Yüksək məhsuldarlıq”, “normal məhsuldarlıq” və “aşağı məhsuldarlıq” kimi linqvistik termlər dənli bitkilərin məhsuldarlığını göstərmək üçün istifadə olunur. İqtisadi artım parametrinə istinad etmək üçün yüksək, normal və aşağı linqvistik termlərdən istifadə olunur. Taxıl istehsalı da yüksək, normal və aşağı linqvistik termlər ilə təyin olunur.

Məsələnin həlli

Giriş parametrlərinin linqvistik termlərinin ədədi qiymətləri statistik məlumatların dəyişmə intervalı (diapazonu) ilə müəyyən edilir. Statistik verilənlər “Qlobal Qida Təhlükəsizliyi İndeksi” veb sahifəsindən götürülmüşdür. Verilən parametr üçün statistikanın maksimum və minimum qiymətləri giriş parametrlərinin diapazonlarını təyin etmək üçün istifadə olunur. Parametrlərin bütün qiymətləri 0-1 aralığında ifadə olunur.

“Əgər-onda” risk səviyyəsini təyin etmək üçün mütəxəssislərin rəyləri əsasında qeyri-səlis qaydalar bazası qurulur. Qaydalar bazası giriş parametrlərinin qiymətlərinin bütün mümkün kombinasiyalarından istifadə edilərək qurulur.

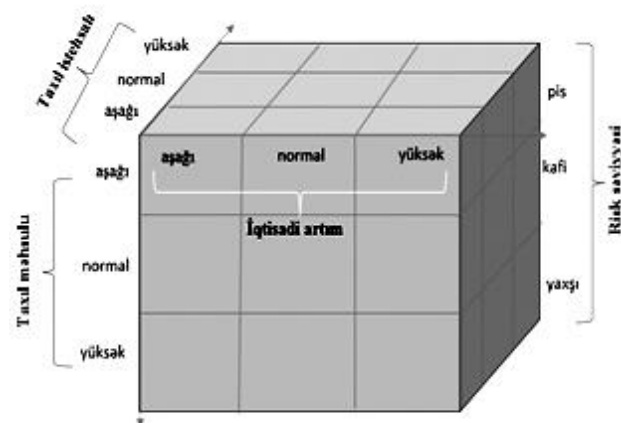
Qaydalar bazasında parametrlərin qiymətləri üçbucaqlı mənsubiyyət funksiyaları ilə göstərilmişlər. Mütəxəssislərə görə giriş qeyri-səlis qiymətləri təyin edildikdən sonra “əgər-

onda” qaydalar bazası hazırlanır. “Əgər-onda” qaydaları giriş parametrlərin qiymətlərinin bütün mümkün kombinasiyalarından istifadə edilməklə hazırlanmışdır.

Giriş-çıxış əlaqələri mütəxəssis biliklərindən istifadə edilərək müəyyənəldirilir. Giriş-çıxış məhdudiyyətləri və etibarlılıq parametrləri üçün qaydalar bazasında parametrlərin qiymətləri üçbucaq intervallı mənsubiyyət funksiyaları ilə ifadə olunub [6].

Şəkil 1-də giriş və çıxış dəyişənləri üçün istifadə olunan mənsubiyyət funksiyaları təsvir olunur. Qida təhlükəsizliyi riskinin çıxış verirlənləri üç qeyri-səlis çoxluqdan istifadə etməklə təqdim olunur: yaxşı, kafi və pis.

Giriş-çıxış dövrəsini təmsil edən biliklər bazası şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2 – Giriş-çıxış dövrəsini təmsil edən biliklər bazasının kub təsviri

Figure 2 – Cubic description of the knowledge base describing the input-output circuit.

Cədvəl 1-4 -də uyğun olaraq taxıl məhsulu, taxıl istehsalı, iqtisadi artım, risk səviyyəsi üzrə qiymətləndirmə cədvəli verilir.

Cədvəl 1 – μ_{TM} -nin qiymətləndirmə cədvəli

Table 1 – Evaluation schedule of μ_{TM}

Taxıl məhsulu	aşağı	orta	Yüksək
μ_{TM}	0.2	0.5	0.8

Cədvəl 2 – μ_{TI} -nin qiymətləndirmə cədvəli

Table 2 – Evaluation schedule of μ_{TI}

Taxıl istehsalı	aşağı	orta	Yüksək
μ_{TI}	0.2	0.5	0.8

Cədvəl 3 – μ_{IA} -nin qiymətləndirmə cədvəli

Table 3 – Evaluation schedule of μ_{IA}

İqtisadi artım	aşağı	orta	Yüksək
μ_{IA}	0.2	0.5	0.8

Cədvəl 4 – μ_{RS} -nin qiymətləndirmə cədvəli

Table 4 – Evaluation schedule of μ_{RS}

Risk səviyyəsi	yaxşı	kafi	pis
μ_{RS}	0.2	0.5	0.8

Cədvəl 5 – Qeyri-səlis biliklər bazası

Table 5 – Fuzzy knowledge base

Taxıl məhsulu -TM	Taxıl istehsalı - TI	İqtisadi artım İA	Risk səviyyəsi - RS
yüksək	yüksək	yüksək	yaxşı
yüksək	yüksək	normal	yaxşı
yüksək	yüksək	aşağı	kafi
yüksək	normal	yüksək	kafi
yüksək	normal	normal	yaxşı
yüksək	normal	aşağı	kafi
yüksək	aşağı	yüksək	aşağı
yüksək	aşağı	normal	aşağı
yüksək	aşağı	aşağı	aşağı
normal	yüksək	yüksək	aşağı
normal	yüksək	normal	kafi
normal	yüksək	aşağı	kafi
normal	normal	yüksək	kafi
normal	normal	normal	yaxşı
normal	normal	aşağı	yaxşı
normal	aşağı	yüksək	aşağı
normal	aşağı	normal	kafi
normal	aşağı	aşağı	aşağı
aşağı	yüksək	yüksək	aşağı
aşağı	yüksək	normal	aşağı
aşağı	yüksək	aşağı	aşağı
aşağı	Normal	yüksək	aşağı
aşağı	Normal	normal	kafi
aşağı	Normal	aşağı	kafi
aşağı	aşağı	yüksək	aşağı
aşağı	aşağı	normal	aşağı
aşağı	aşağı	aşağı	kafi

Taxıl məhsulu -TM $\rightarrow \mu_{TM}=0.2/1+ 0.5/2+ 0.8/3 \rightarrow$ (aşağı, orta, yüksək)
Taxıl istehsalı -Tİ $\rightarrow \mu_{TI} 0.2/2+ 0.5/4+ 0.8/6 \rightarrow$ (aşağı, orta, yüksək)
İqtisadi artım - İA $\rightarrow \mu_{IA} =0.2/5+ 0.5/7+ 0.8/9 \rightarrow$ (aşağı, orta, yüksək)
Risk səviyyəsi – Rİ $\rightarrow \mu_{RS} =0.8/1+ 0.5/5+ 0.2/10 \rightarrow$ (yaxşı, kafi, pis)

Qayda 1.

Əgər TM =aşağı AND Tİ=aşağı AND İA=aşağı **Onda** Rİ=yaxşı
Else

Qayda 2.

Əgər TM =aşağı AND Tİ=aşağı AND İA=orta **Onda** Rİ=yaxşı
Else

...

Else

Qayda 27.

Əgər TM =yüksək AND Tİ=yüksək AND İA=yüksək **Onda** Rİ=pis

Giriş və çıxış dəyişənləri arasındakı əlaqə qeyri-səlis qaydalar bazası ilə təmsil olunur. Yüksək keyfiyyətli taxıl məhsulu və yüksək taxıl məhsuldarlığı yüksək səviyyədə ərzaq təhlükəsizliyinə gətirib çıxardığı aşkar

edilmişdir. İqtisadi artımın isə aşağı olduğunu görmək olar.

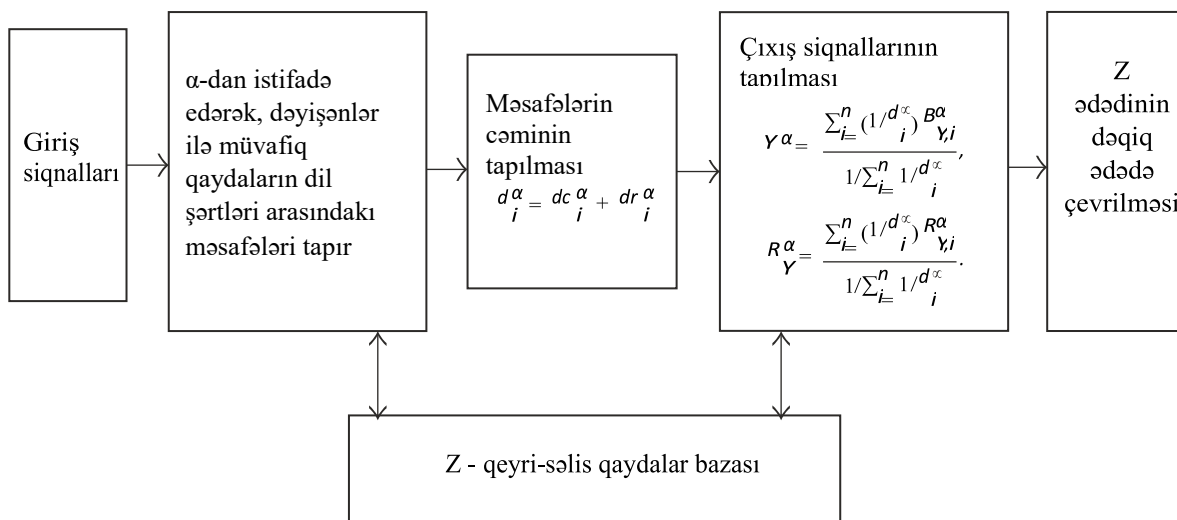
Deməli taxıl məhsulu və taxıl istehsalı azdırsa, onda qida kifayət qədər yetərli olmaya bilər [6,7].

Min məntiq əməliyyatına görə qeyri-səlis münasibət matrisini quraq

$$R_{\mu_{RS}} = R_{\mu_{TM} \& \mu_{TI} \& \mu_{IA}} = \min(\mu_{TM}, \mu_{TI}, \mu_{IA}) = 0.2/(1,2,5) + 0.2/(1,2,7) + 0.2/(1,2,9) + 0.2/(1,4,5) + 0.2/(1,4,7) + 0.2/(1,4,9) + 0.2/(1,6,5) + 0.2/(1,6,7) + 0.2/(1,6,9) + 0.2/(2,2,5) + 0.2/(2,2,7) + 0.2/(2,2,9) + 0.2/(2,4,5) + 0.5/(2,4,6) + 0.5/(2,4,9) + 0.2/(2,6,5) + 0.5/(2,6,7) + 0.5/(2,6,9) + 0.2/(3,2,5) + 0.2/(3,2,6) + 0.2/(3,2,7) + 0.2/(3,4,5) + 0.5/(3,4,7) + 0.5/(3,4,9) + 0.2/(3,6,5) + 0.5/(3,6,7) + 0.8/(3,6,9)$$

Qeyri-səlis qaydalar bazası yazıldıqdan sonra qeyri-səlis nəticə çıxarma sisteminin qurulması interpolasiya nəticə çıxarma mexanizmindən istifadə etməklə həyata keçirilir.

Hazırlanmış sistem qeyri-səlis qaydalar bazasından və giriş statistikasından istifadə edərək, risk səviyyəsi barədə nəticələr çıxaracaqdır. Qeyri-səlis qaydaların interpolasiyasından istifadə edilərək nəticə çıxarma sisteminin quruluşu müəyyən edilmişdir (şəkil 4).



Şəkil 4 – Z ədədlərin baza sisteminin arxitekturası

Figure 4 – Architecture of the base system of Z numbers

Strukturda sistemə daxil olan giriş siqnalları ilə Əgər-Onda qaydalarına əsaslanan mənsubiyyət funksiyaları arasındakı məsafələr müəyyənləşdirilir. Burada istifadə olunan α , giriş dəyişənləri arasındakı məsafəni azaldır və uyğun linqvistik termlər müəyyən edilir. Eyni prosedur etibarlılıq parametrləri üçün də analoji qaydada təkrarlanır. Bu əməliyyatdan sonra məsafələrin cəmi müəyyən edilir. Hər bir məhdudiyyət və etibarlılıq parametri üçün nəticə verilənləri müəyyən edilir. İki qeyri-səlis ədədin ortalamasının düsturuna əsasən sistemin səlis çıxışı müəyyən edilir [5-8].

Qida təhlükəsizliyi üçün risk səviyyəsi, ölkəmizdə 1961-ci ildən 2013-cü ilə qədər olan illik real tarixi məlumatlara və Z ədədinə əsaslanan qeyri-səlis sistem istifadə edilərək təyin olunur.

Həqiqi məlumatlar sistemin girişinə daxil olur. [7]-də 1961-2013-cü illər arasında statistik verilənlər qeyri-səlis Z-ədədi sisteminin köməyi ilə qida təhlükəsizliyi riskindəki dəyişikliklərlə göstərilir [7, 9].

Göstəriləndiyi kimi, qida təhlükəsizliyi riskinin qiymətləndirilməsi taxıl məhsulu, taxıl istehsalı və iqtisadi artım qiymətlərindəki dəyişikliklərə uyğun olaraq dəyişir. Qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsi 0-dan 0,8-ə qədər qəbul edilir. Məsələn, 1998-ci ilə baxsaq, ölkəmizdə taxıl məhsuldarlığı 1742,108 kq/ha olduğu zaman taxıl istehsalının 23498600 ton, iqtisadi artımının isə 0,29% olduğu zaman, qida təhlükəsizliyi riskinin qiyməti 1988-ci il üçün 0,54 idi. Taxıl məhsuldarlığı 2.075.197 kq / ha, taxıl istehsalı 28.885.720 ton və iqtisadi artım - 3.36% olduğu zaman, qida təhlükəsizliyi riskinin dəyəri 1998-ci il üçün 0.535 idi. Nəticədə hər ikisi də təxminən 0.87 bərabər “qəbul edilə bilən” qida təhlükəsizliyi risk şərtləri kateqoriyasına aid edilir [10].

Sistem, taxıl məhsulu və taxıl istehsalı üçün yüksək qiymətlər iqtisadi artım aşağı və ya normal olduğu təqdirdə yüksək təhlükəsizliyə gətirib çıxaracağını nümayiş etdirir. Bu hallarda, insanların əksəriyyəti qidaları üçün aşağı qiymətlər ödəyəcək və istehlakçı daha yaxşı qida almaq üçün daha az vəsait xərcləyəcək. O zaman bu vəziyyətdə bahalı və keyfiyyətli qida israf edilə bilər. Ancaq iqtisadi artım yüksək olduqda, taxıl məhsuldarlığı və taxıl istehsalında azalma müşahidə edildikdə, ərzaq təhlükəsizliyi aşağı olacaq və hər kəs üçün kifayət qədər qida olmaya bilər.

İkinci simulyasiyada, müqayisə məqsədi ilə, cədvəl 5-də göstərilən qaydalar bazasından istifadə edərək, interpolasiya mexanizmi ilə tip-1 ənənəvi qeyri-səlis sisteminin qurulması həyata keçirilmişdir. Dəqiq müqayisə üçün, [7]-də 1980-2000-ci illər arasındakı şərti qeyri-səlis Tip-1 və Z ədədli sistemlər üçün risk səviyyələrində dəyişikliklər göstərilir. Burada düz xətt sistemin Z ədədə əsaslanaraq əldə etdiyi təhlükəsizlik riskinin səviyyəsidir və qırıq xətt ənənəvi tip-1 qeyri-səlis sistemin əldə etdiyi təhlükəsizlik riskinin səviyyəsidir, göstəriləndiyi kimi, simulyasiya nəticələri arasında bəzi fərqlər var. 1988 və 1998-ci illəri nəzərə alsaq, tip-1 ənənəvi qeyri-səlis sistemi üçün qida təhlükəsizliyi riski səviyyəsinin dəyərləri müvafiq olaraq 0.62 və 0.56-ya bərabər hesablanmışdır. Nəticələr məqbul və ciddi arasına düşür. Birinci ildə 0.6 qiyməti “Məqbul” şərtlə, 0.4 qiyməti isə Ciddi şərtlə əlaqələndirilir. İkinci ildə isə 0.8 qiyməti Məqbul bir şərtlə, 0.2 qiyməti isə “Ciddi” şərtlə əlaqələndirilir. Qrafiklərdə göstəriləndiyi kimi, qaydalar bazasındakı linqvistik qiymətlərin etibarlılıq dərəcəsi qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsinə təsir göstərir. Birə bərabər hər bir linqvistik qiymətin etibarlılıq dərəcəsini istifadə edərək, Z-ədədlərinə əsaslanan sistemin nəticəsini əldə

etməyə çalışsaq, qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsi üçün tip-1 ənənəvi qeyri-səlis sistemində olduğu kimi eyni nəticələr əldə edə bilərik. Düzgün qiymətləndirmə olarsa, onda etibarlılıq dərəcəsinin qiyməti qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsinin dəqiq qiymətləndirilməsinə imkan yaradır [11]. Simulyasiyalardan məlum oldu ki, hər iki sistem üçün qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsi hər zaman məqbuldu. Z ədədli qeyri-səlis sistemlə əldə edilən nəticələr digərlərindən daha etibarlıdır.

Nəticə

Z ədədli nəticəçıxarma sistemi, qaydalar bazası və statistik məlumatlara əsasən, qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsinin proqnozlaşdırılması üzrə xeyli işlər yerinə yetirilmişdir. Alınan nəticələr inkişaf etmiş sistemin real şəraitdə tətbiq olunmasını təsdiq edir. Qida təhlükəsizliyi riskinin səviyyəsini təyin etmək üçün Z ədədlərinə əsaslanan qeyri-səlis sistemin tətbiqi.

REFERENCES

1. **Lütfi Zadə, Rafiq Əliyev** “Fuzzy Logic Theory and Applications”, *World Scientific*, 2018 (*in English*)
2. An application of TOPSIS for ranking internet web browsers. Shahram Rostampour. Department of Management Science, Islamic Azad University, Central Branch, Tehran, Iran. 2012 (*in English*)
3. **Chang, C. H., Lin, J. J., Lin, J. H., & Chiang, M. C.** (2010). Domestic open-end equity mutual fund performance evaluation using extended TOPSIS method with different distance approaches. *Expert Systems with Applications*, 37, 4642–4649 (*in English*)
4. **Aiello G., Enea M., Galante G., La Scalia G.** (2009). Clean agent selection approached by fuzzy TOPSIS decision-making method // *Fire Technology*, 45, 405–418 (*in English*)
5. **Amiri M.P.** (2010). Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods // *Expert Systems with Applications*, 37, 6218–6224 (*in English*)
6. **Awasthi A., Chauhan S. S., Omrani H.** (2011a). Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems // *Expert Systems with Applications*, 38, 12270–12280 (*in English*)
7. **Krohling R.A., Campanharo V.C.** (2011). Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea // *Expert Systems with Applications*, 38, 4190–4197 (*in English*)
8. **Aydoğan E.K.** (2011). Performance measurement model for Turkish aviation firms using the roughAHP and TOPSIS methods under fuzzy environment // *Expert Systems with Applications*, 38, 3992–3998 (*in English*)
9. **Chamodrakas I., Alexopoulou N., Martakos D.** (2009). Customer evaluation for order acceptance using a novel class of fuzzy methods based on TOPSIS // *Expert Systems with Applications*, 36, 7409–7415 (*in English*)
10. **Kelemenis A., Ergazakis K., Askounis D.** (2011). Support managers’ selection using an extension of fuzzy TOPSIS // *Expert Systems with Applications*, 38, 2774–2782 (*in English*)
11. **Sun C.C., Lin G.T.R.** (2009). Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites // *Expert Systems with Applications*, 36, 11764–11771 (*in English*)

Daxil olub: 17.09.2021
Tamamlanıb: 12.03.2022
Qəbul edilib: 15.03.2022