

<https://doi.org/10.36719/2663-4619/110/123-126>

Nubar Babazadə

Naxçıvan Dövlət Universiteti
magistrant

<https://orcid.org/0009-0000-3667-7847>
nubar.babazade@mail.ru

Torpaq və bitki uyğunluğunun qiymətləndirilməsində qeyri-səlis çoxluqların rolu

Xülasə

Optimal torpaq-bitki cütünün seçilməsi davamlı kənd təsərrüfatı məhsuldarlığını təmin etmək üçün çox vacibdir. Ənənəvi olaraq, bu təyinat torpağın xüsusiyyətləri, iqlim şəraiti və bitki tələbləri ilə bağlı ekspert bilikləri və empirik məlumatlar əsasında aparılır. Lakin bu əlaqələr çox vaxt mürəkkəb, qeyri-müəyyən olur. Belə ssenarilərdə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi torpaq-bitki sistemi ilə bağlı olan qeyri-müəyyənliyi modelləşdirmək üçün daha dəqiq və çevik qərar qəbul etmə proseslərini asanlaşdıran güclü vasitə kimi ortaya çıxır. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi bizə dəqiq təsnifatların mümkün olmadığı vəziyyətləri idarə etməyə imkan verir. Qeyri-səlis çoxluq nəzəriyyəsi torpaq növləri və ya bitki uyğunlaşması arasında sərt sərhədlər əvəzinə, kənd təsərrüfatı sistemlərində təbii dəyişkənliyi daha yaxşı əks etdirə bilən üzlük dərəcələrindən istifadə edir.

Açar sözlər: qeyri-səlis çoxluqlar, intellektual sistemlər, kənd təsərrüfatı, torpaq-bitki cütü, məhsuldarlıq, avtomatlaşdırma

Nubar Babazadə

Nakhchivan State University
Master student

<https://orcid.org/0009-0000-3667-7847>
nubar.babazade@mail.ru

Application of Fuzzy Set Theory in Determining Soil-Plant Pairing

Abstract

Selecting the optimal soil-plant pair is critical to ensure sustainable agricultural productivity. Traditionally, this determination is based on expert knowledge and empirical data regarding soil characteristics, climatic conditions, and plant requirements. However, these relationships are often complex and uncertain. In such scenarios, fuzzy set theory emerges as a powerful tool to model the uncertainty associated with the soil-vegetation system, facilitating more accurate and flexible decision-making processes. Fuzzy set theory allows us to handle situations where precise classifications are not possible. Fuzzy set theory uses degrees of membership that better reflect natural variability in agricultural systems, rather than hard boundaries between soil types or plant adaptations.

Keywords: fuzzy sets, intelligent systems, agriculture, soil-plant couple, productivity, automation

Giriş

1965-ci ildə Lütfi Zadə tərəfindən təqdim edilmiş qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi çoxluqlarda qismən mənsubiyyətə icazə verməklə klassik çoxluq nəzəriyyəsini genişləndirir. Elementlərin çoxluğa aid olduğu və ya aid olmadığı klassik binar məntiqdən fərqli olaraq, qeyri-səlis məntiq 0 (mənsubiyyət olmayan) ilə 1 (tam mənsubiyyətlik) arasında dəyişən mənsubiyyət dərəcəsi təyin edir.

Torpaq növləri müəyyən bitkilər üçün sadəcə olaraq "uyğun" və ya "uyğun olmayan" kimi deyil, müxtəlif uyğunluq dərəcələrinə malik olaraq təsnif edilə bilər (Əzizov, 2015, s. 45-50).

Tədqiqat

Bitki tələbləri kimi qida ehtiyacları, pH tolerantlığı və su tutma qabiliyyəti də qeyri-səlisdir, yəni bitkilər müxtəlif dərəcədə müxtəlif şərtlərə dözə bilər.

1. Qeyri-səlis dəyişənlər:

Torpağın xüsusiyyətlərinə pH, tekstura (qum, lil, gil tərkibi), üzvi maddələr, nəmlik, duzluluq və qida səviyyələri (N, P, K) daxildir.

Bitkinin tələbləri isə xüsusi pH səviyyələri, toxuma üstünlükləri, su ehtiyacları və qida tələbləri kimi böyümə tələbləridir (Hüseynov, 2018, s. 123-130).

2. Mənsubiyyət funksiyaları:

Mənsubiyyət funksiyası hər bir girişi (məsələn, torpağın pH və ya suyun saxlanması) zavodun tələblərinə uyğunluq dərəcəsini əks etdirən 0 ilə 1 arasında bir dəyərə uyğunlaşdırır. Mənsubiyyət funksiyaları üçün müxtəlif formalardan istifadə edilə bilər, o cümlədən:

Üçbucaqlı və trapezoidal funksiyaları – Çox vaxt təbii diapazonları modelləşdirmək üçün istifadə olunur (məsələn, bitkilər 6-7 pH diapazonunda yaxşı inkişaf edə bilər, lakin 5-8 diapazonuna dözürlü) (Rüstəmov, 2010, s. 67-73).

Qauss funksiyaları – Mərkəzi dəyərə ən çox üstünlük verildikdə və kənarlaşmalar mənsubiyyət dərəcəsini rəvan şəkildə azaltdıqda istifadə olunur.

3. Qüsursuzlaşdırma:

Qeyri-səlisləşdirmədə, dəqiq giriş məlumatları (məsələn, torpaq pH = 6.5) üzvlük funksiyalarından istifadə edərək qeyri-səlis dəyərlərə çevrilir. Bu, hər bir torpaq xüsusiyyətini qeyri-səlis çoxluq kimi təsvir etməyə imkan verir, hər bir dəyər onun müəyyən bir bitki üçün uyğunluq dərəcəsini göstərir (Məmmədov, 2020, s. 98-104).

4. Qaydaya əsaslanan sistem:

Qeyri-səlis məntiq sistemləri çox vaxt əgər-onda qaydaları toplusu üzərində işləyir. Bu qaydalar qeyri-səlis giriş dəstləri (torpaq xassələri) və arzu olunan çıxış (bitki uyğunluğu) arasındakı əlaqəni müəyyən edir. Məsələn:

*Əgər torpağın pH səviyyəsi yüksək və rütubət ortadırsa, o zaman bitki uyğunluğu aşağıdır.

Əgər torpağın pH-ı orta və azot miqdarı yüksəkdirsə, o zaman bitki uyğunluğu yüksəkdir.

Bu qaydalar adətən ekspert biliklərindən, tarixi məlumatlardan və ya hər ikisindən əldə edilir (Zadeh, 1965, pp. 338-353).

5. Nəticə mexanizmi:

Qeyri-səlis nəticə sistemi (FIS) qaydalara əsaslanan sistem vasitəsilə daxil olan qeyri-səlis çoxluqları emal edir. Ümumi nəticə çıxarma üsullarına aşağıdakılar daxildir:

- Mamdani çıxarış metodu: Sadəliyi və insan tərəfindən şərh oluna bilməsi səbəbindən tez-tez istifadə olunur. Bu üsul qeyri-səlis girişləri birləşdirir və uyğunluq dərəcəsini çıxarmaq üçün qaydaları tətbiq edir.

- Sugeno nəticə çıxarma metodu: Bu üsul hesablama baxımından daha səmərəlidir və tez-tez qeyri-səlis çoxluqlardan birbaşa çıxış təmin edən idarəetmə sistemləri üçün istifadə olunur.

6. Qeyri-səlisləşdirmə (Bardossy & Disse, 1993, pp. 205-223):

Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi qaydaları emal etdikdən sonra son addım qeyri-səlis çıxış (bitki uyğunluq dərəcələri) yenidən xırtıldayan qərara çevirməkdir.

Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin torpaq-bitki cütlüyünü təyin etmək üçün tətbiqi:

1-ci addım: Torpağın xüsusiyyətlərinin və bitki tələblərinin müəyyənləşdirilməsi.

Hər bir torpaq nümunəsi üçün əsas xüsusiyyətlər (məsələn, pH, üzvi maddələr, şoranlıq) ölçülür. Zavodun tolerantlığı və ya hər bir əmlak üçün üstünlükləri də müəyyən edilir. Bu dəyərlər müvafiq üzvlük funksiyalarından istifadə etməklə qeyri-səlisləşdirilir.

Nümunə: Torpağın pH = 6,5-i neytral torpaqdan bir qədər turşuluğa üstünlük verən bitki üçün 0,8 üzvlük dəyərinə malik ola bilər.

2-ci addım: Qeyri-səlis qaydalar toplusunun yaradılması.

Ekspert biliklərinə və ya empirik məlumatlara əsaslanan qaydalar toplusu qurulur. Hər bir qayda nə qədər fərqli olduğunu müəyyən edir (McBratney & Odeh, 1997, pp. 85-113).

İntellektual sistemlər, süni intellekt, maşın öyrənməsi, məlumat analitikası və digər qabaqcıl texnologiyalar vasitəsilə sənaye və kənd təsərrüfatı sahələrində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələri məhsuldarlığı artırmaq, resursların daha səmərəli istifadəsini təmin etmək, prosesləri avtomatlaşdırmaq və xərcləri azaltmaq üçün bu texnologiyalardan geniş şəkildə faydalanır. Bu yazıda intellektual sistemlərin bu iki sektorda istifadəsi, onların üstünlükləri, çağırışları və gələcək perspektivləri haqqında geniş məlumat verilir.

Sənaye sektorunda intellektual sistemlərin tətbiqi müəssisələrə əməliyyatları optimallaşdırmaq, istehsal proseslərini avtomatlaşdırmaq və keyfiyyəti artırmaq üçün imkanlar yaradır. Aşağıda bu sahələrdə geniş istifadə edilən texnologiyaların bəzi əsas tətbiqləri göstərilmişdir:

İntellektual sistemlərdən istifadə edən robotlar və avtomatlaşdırma texnologiyaları sənaye müəssisələrində iş proseslərinin optimallaşdırılmasında və istehsal xəttində daha səmərəli əməliyyatların həyata keçirilməsində mühüm rol oynayır (Burrough, 1989, pp. 477-492).

Sənaye robotları avtomatik yığma, qaynaq, qablaşdırma və məhsul yığımını kimi təkrarlanan işlərdə geniş istifadə olunur. Bu robotlar insan əməyini minimuma endirərək daha dəqiq və davamlı işlər yerinə yetirir. Avtomatlaşdırılmış istehsal xəttləri avtomatlaşdırılmış istehsal xəttləri maşın öyrənməsi və süni intellekt texnologiyalarını istifadə edərək istehsal proseslərinin davamlı olaraq təkmilləşdirilməsinə imkan verir.

Proqnostik texniki xidmət sistemləri avadanlıqların iş rejimlərini izləyərək və maşın performansı haqqında məlumatları təhlil edərək potensial nasazlıqları proqnozlaşdırır. Bu texnologiya istehsalatda fasilələrin qarşısını almaq üçün istifadə olunur və texniki xidmət xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır (Ross, 2016).

Sensorlar və IoT cihazları avadanlıqların performans göstəricilərini izləyən sensorlar və cihazlar texniki xidmətin vaxtında aparılmasını təmin edir. Maşın öyrənməsi alqoritmləri bu məlumatları təhlil edərək nasazlıqların qarşısını alır.

İntellektual sistemlər istehsal proseslərinin optimallaşdırılması üçün mühüm rol oynayır. Maşın öyrənməsi və süni intellekt alqoritmləri müxtəlif prosesləri daha səmərəli idarə etmək üçün istifadə edilir, bu da müəssisələrdə xərclərin azaldılmasına və məhsuldarlığın artırılmasına kömək edir.

Rekord məlumatların analizi intellektual sistemlər keçmiş məlumatları təhlil edərək istehsalın optimallaşdırılması üçün tövsiyələr verir və istehsal prosesindəki potensial səmərəsizlikləri müəyyən edir. Sənaye 4.0 konsepsiyası rəqəmsallaşma və intellektual sistemlərin sənayedə geniş tətbiqini əhatə edir. Sensorlar, IoT və kiber-fiziki sistemlər məlumatları toplayaraq istehsal proseslərini optimallaşdırır. Bu texnologiyalar real vaxt məlumatlarının toplanması və analizi ilə idarə olunur. Ağıllı zavodlar ağıllı zavodlar intellektual sistemlər vasitəsilə istehsalat proseslərinin hər mərhələsini izləyir və optimallaşdırır. Bu, zavodda resurs istifadəsini və məhsuldarlığı artırmağa kömək edir.

İntellektual sistemlər təchizat zənciri idarəetməsində də geniş tətbiq olunur. Süni intellekt və maşın öyrənməsi alqoritmləri məhsulların nəqliyyat marşrutlarının optimallaşdırılmasına, ehtiyatların idarə olunmasına və tələbatın proqnozlaşdırılmasına imkan yaradır (Nguyen & Walker, 2006).

Təchizatın izlənməsi ağıllı sistemlər məhsulların izlənməsi və proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunur, bu da təchizat zəncirində itkilərin azalmasına və sifarişlərin yerinə yetirilmə sürətinin artırılmasına imkan verir.

Kənd təsərrüfatı sahəsində intellektual sistemlərin tətbiqi də məhsuldarlığı artırmaq, resurslardan səmərəli istifadə etmək və əməliyyatları optimallaşdırmaq üçün geniş şəkildə yayılmışdır. İntellektual sistemlərin kənd təsərrüfatında istifadə olunan əsas sahələrinə aşağıdakılar daxildir:

Dəqiq kənd təsərrüfatı intellektual sistemlərin məlumat toplanması, analizi və qərar qəbul etmə üçün istifadə olunduğu yavaşmadır. Sensorlar, peyk şəkilləri, dronlar və digər texnologiyalar vasitəsilə torpağın və bitkilərin vəziyyəti izlənilir və əldə olunan məlumatlar əsasında aqrotexniki xidmətlər optimallaşdırılır (Bregt & Beets, 1992, pp. 94-99).

Suvarma və gübrələmə optimallaşdırılması suvarma və gübrələmə prosesləri bitkilərin ehtiyaclarına uyğun şəkildə həyata keçirilir, bu da resursların səmərəli istifadəsinə və məhsulun keyfiyyətinin artırılmasına kömək edir. Bitki xəstəliklərinin erkən aşkarlanması sensorlar və görüntü analizi texnologiyaları bitkilərdə xəstəlik və zərərverici problemlərini erkən mərhələdə müəyyən

edir. İntellektual sistemlər avtonom maşınların idarə olunmasında geniş istifadə olunur. Traktorlar, kombaynlar və digər kənd təsərrüfatı texnikaları avtomatik şəkildə fəaliyyət göstərir və insan əməyinə ehtiyac olmadan əkin, yığım, dərmanlama və digər əməliyyatları yerinə yetirir.

Avtomatik texnika suvarma, gübrələmə və məhsul yığımı kimi sahələrdə maşınlar avtomatik idarə olunur, bu da əmək xərclərini azaldır və işin səmərəliliyini artırır (Saaty, 2008, pp. 83-98).

Sənayedə olduğu kimi, kənd təsərrüfatında da avadanlıqların vəziyyətini izləmək və texniki xidmətin vaxtında həyata keçirilməsi üçün intellektual sistemlərdən istifadə olunur. Sensorlar və maşın öyrənməsi texnologiyaları kənd təsərrüfatı texnikalarının vəziyyətini izləyir və nasazlıqları proqnozlaşdırır. Məhsul yığımı prosesi intellektual sistemlər tərəfindən optimallaşdırılır. Dronlar və peyklər sahələrin vəziyyətini izləyir və məhsul yığımının ən yaxşı vaxtını müəyyən edir. Bu sistemlər məhsulun keyfiyyətini və yığım vaxtını optimallaşdırır.

Məhsul proqnozlaşdırılması süni intellekt alqoritmləri hava şəraiti, torpaq vəziyyəti və məhsulun inkişafını nəzərə alaraq məhsul proqnozları verir.

Nəticə

Kənd təsərrüfatında intellektual sistemlərdən istifadə edən robotlar meyvə, tərəvəz və digər məhsulların avtomatik yığılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Görüntü emalı və sensor texnologiyaları ilə təchiz olunmuş bu robotlar bitkilərin məhsuldarlığını və məhsulun keyfiyyətini təhlil edir və yığım prosesini avtomatlaşdırır.

Ədəbiyyat

1. Əzizov, İ. B. (2015). *Qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi və onun tətbiq sahələri*. Elm Nəşriyyatı.
2. Hüseynov, S. M. (2018). *Kənd təsərrüfatında informasiya texnologiyalarının tətbiqi*. Təhsil Nəşriyyatı.
3. Məmmədov, Ə. F. (2020). *Bitkiçilikdə torpağın uyğunluq analizinin müasir metodları*. Bakı Universiteti Nəşriyyatı.
4. Rüstəmov, F. (2010). *Torpaq elminin müasir istiqamətləri və onların tətbiqi*. AzMİU Nəşriyyatı.
5. Bardossy, A., & Disse, M. (1993). Fuzzy rule-based models for soil quality classification. *Geoderma*, 62(3-4), 205-223.
6. Burrough, P. A. (1989). Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of Soil Science*, 40(3), 477-492.
7. Bregt, A. K., & Beets, C. J. (1992). Fuzzy classification for land suitability assessment. *Soil Use and Management*, 8(2), 94-99.
8. McBratney, A. B., & Odeh, I. O. A. (1997). Application of fuzzy sets in soil science: Fuzzy logic, fuzzy measurements, and fuzzy decisions. *Geoderma*, 77(2-4), 85-113.
9. Nguyen, H. T., & Walker, E. A. (2006). *A First Course in Fuzzy Logic*. Chapman and Hall/CRC.
10. Ross, T. J. (2016). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. John Wiley & Sons.
11. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
12. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.

Daxil oldu: 07.09.2024

Baxışa göndərildi: 30.11.2024

Təsdiq edildi: 26.12.2024

Çap olundu: 22.01.2025