

## مقایسه دو تابع عضویت کندل و کوچی در ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی

شیوا نظری<sup>۱</sup>، حمیدرضا ممتاز<sup>۲\*</sup>، مسلم ثروتی<sup>۳</sup>

۱ و ۲- دانش آموخته و استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه ارومیه و ۳- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

### چکیده

تابع عضویت یکی از پارامترهای تاثیرگذار در ارزیابی تناسب اراضی با نظریه مجموعه‌های فازی است. هدف از این تحقیق، مقایسه دو تابع عضویت کندل و کوچی در ارزیابی تناسب اراضی بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی منطقه جلفا برای گیاه گلرنگ می‌باشد. برای نیل به اهداف ۸ ویژگی براساس نظر فائو انتخاب و ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی در ۱۷ واحد اراضی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که بر اساس وزن‌های به‌دست آمده، در هر دو نوع تابع عضویت مورد استفاده، بافت دارای بیشترین وزن و آهک دارای کمترین وزن در رشد گیاه گلرنگ می‌باشد. همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شد، برای نظریه مجموعه‌های فازی با تابع عضویت کندل (۰/۹۱) بیشتر از کوچی (۰/۷۹) و بوده و نشان‌دهنده دقت بالای تابع عضویت کندل است. همچنین نرم‌افزار متلب با توجه به حدود انتقالی انتخاب شده مناسب، توانسته وزن‌ها را بطور دقیق در این روش برآورد نماید.

واژه‌های کلیدی: تولید واقعی، جلفا، شاخص اراضی، گلرنگ، متلب

### مقدمه

مجموعه‌های فازی<sup>۱</sup> بدون مرزهای تیز و مجزا بوده، به طوری که عبور از یک منطقه عضو به غیر عضو در کلاس، تدریجی می‌باشد (McBratney et al., 1997). استفاده از منطق فازی برای ارزیابی تناسب اراضی گیاهان زراعی اولین بار توسط بوروق (Burrough, 1989) مطرح گردید. هارتانی و سیتانگانگ (Hartati & Sitanggang., 2010) گزارش کردند، سیستم فازی می‌تواند برای تعیین دامنه محدودیت‌ها بکار رود. از رنج محدودیت‌ها نیز می‌توان برای تعیین سطوح محدودیت اراضی و تناسب تیپ‌های بهره‌وری کشت‌شده استفاده کرد. یک مجموعه فازی توسط توابع عضویت فازی<sup>۲</sup> تعریف می‌شود که از صفر تا یک متغیر است و نمایان‌گر افزایش تداومی و پیوسته از غیر عضویت کامل به عضویت کامل می‌باشد (Baja et al., 2001). یکی از اصلی‌ترین مراحل در نظریه مجموعه‌های فازی انتخاب تابع عضویت می‌باشد (Tange et al., 1991). مهم‌ترین توابع عضویت شامل توابع زنگوله‌ای شکل<sup>۳</sup>، ذوزنقه‌ای شکل<sup>۴</sup> و مثلثی شکل<sup>۵</sup> بوده و خود تابع عضویت زنگوله‌ای شامل سه دسته S شکل، کوشی<sup>۶</sup> و کندل<sup>۷</sup> می‌باشد. در ارزیابی اراضی به روش فازی، عمدتاً از توابع S شکل، تابع کوچی و تابع کندل برای تعیین درجه عضویت ویژگی‌های مختلف اراضی به کلاس‌های تناسب استفاده می‌شود (Van Ranst et al., 1996). از طرفی انتخاب تابع عضویت مناسب برای ارزیابی اراضی، بستگی به درجه تغییرات و ویژگی‌های مورد بررسی در ناحیه انتقالی و مرز کلاس‌ها دارد. بعد از تعیین تابع عضویت، تعیین عرض منطقه انتقالی نیز یکی از مهم‌ترین و بحرانی‌ترین مراحل تصمیم‌گیری در نظریه مجموعه‌های فازی است و دقت نتایج به این تصمیم‌گیری بستگی دارد (Sanchez, 2007). زو و همکاران (Zhu et al., 2010) از توابع عضویت نامتقارن خطی برای پیش‌بینی نقشه حاصلخیزی خاک استفاده و گزارش کردند که نتایج حاصل از این روش

- 1- Fuzzy Set
- 2- Fuzzy membership functions (MFs)
- 3 - Bell Shape
- 4 - Trapezoidal
- 5 - Triangular
- 6 - Cauchy
- 7 - Kandel

با واقعیت تطابق بیشتری را نشان می‌دهد. ایعالم و همکاران (Eaalem et al., 2011) از سه مدل مختلف توابع نامتقارن برای تعیین درجه عضویت ویژگی‌های مختلف اراضی برای گندم آبی استفاده کردند. ایشان بر این اساس مدل چپی نامتقارن<sup>۸</sup> زمانی استفاده می‌شود که افزایش در کارایی کیفی معیار (مانند ظرفیت نگهداری آب) موجب بهبود تناسب اراضی می‌شود. مدل راستی نامتقارن<sup>۹</sup> زمانی استفاده می‌شود که افزایش در کارایی کیفی معیار موجب کاهش تناسب اراضی شود. مدل متقارن<sup>۱۰</sup> زمانی استفاده می‌شود که دامنه بهینه در بین دامنه تغییرات معیار مورد بررسی باشد. بابایی و همکاران (Babaei et al., 2014) در منطقه زرین شهر اصفهان (ایران) برای برنج و ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2015) در چین برای تنابکو از توابع عضویت کندل استفاده نمودند و گزارش کردند که نظریه مجموعه‌های فازی نتایج بهتری نسبت به روش فائو ارائه می‌نماید. با این حال کارایی این توابع در ارزیابی تناسب اراضی ضروری است، لذا هدف از این پژوهش مقایسه دو تابع عضویت کندل، متقارن و نامتقارن ارائه شده توسط ایعالم و همکاران (Eaalem et al., 2011) و کوچی در ارزیابی تناسب اراضی منطقه جلفا برای گیاه گلرنگ می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

منطقه منطقه مورد مطالعه به وسعت ۸۰۰۰ هکتار در شمال استان آذربایجان شرقی در شهرستان جلفا واقع شده است. این اراضی به لحاظ مختصات جغرافیایی بین ۳۸ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و بین ۴۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۲۰۰ میلیمتر و متوسط دمای سالیانه ۱۴/۶ سلسیوس بوده که با افزودن یک درجه سلسیوس به متوسط دمای سالیانه هوا، دمای خاک حاصل می‌شود. بنابراین رژیم حرارتی آن ترمیک و رژیم رطوبتی منطقه بر اساس نرم افزار نیوهال، اریدیک هم مرز با زیریک می‌باشد. برای ارزیابی با نظریه مجموعه‌های فازی از توابع عضویت کندل معادله‌های ۱، ۲ و ۳ (Tange et al, 1991) و کوچی بر اساس نیازهای تیپ بهره‌وری انتخابی، برای تعیین درجه عضویت هر یک از ویژگی اراضی به کلاس‌های تناسب اراضی استفاده گردید. در نهایت درجه عضویت‌ها در ماتریسی بنام ماتریس خصوصیات (R) قرار داده شدند. شایان ذکر است که برای عملکرد محصول مورد نظر نیز بر اساس جداول مربوطه و برای کلاس‌های مختلف تناسب توابع عضویت تعریف و ماتریس استاندارد (تناسب معیار) ایجاد گردید که با P نشان داده شده است.

$$MF_x = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b_1}{d}\right)^2} \quad x < b_1 \quad (1)$$

$$MF_x = 1 \quad b_1 \leq x \leq b_2 \quad (2)$$

$$MF_x = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b_2}{d}\right)^2} \quad x > b_2 \quad (3)$$

MF تابع عضویت متغیر X، b1 و b2 حدود آستانه بالایی و پایینی و d یک پارامتر تجربی بوده و عرض منطقه انتقالی (منطقه مشترک ما بین دو کلاس تناسب) تابع عضویت را مشخص می‌سازند که از طریق آزمون و خطا محاسبه گردید. هر یک از ویژگی‌ها اراضی دارای تاثیرات منحصر به فردی روی تولید محصول است. این تاثیرات نسبی را می‌توان باروش-های مختلفی از جمله شبیه‌سازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش آماری بدست آورد. پس از برآورد وزن‌ها، در ماتریسی بنام ماتریس اوزان (W) قرار داده خواهند شد. برای شبیه‌سازی اوزان از نرم‌افزار MATLAB نسخه (R2014a) 7.10.0.499 به منظور برنامه‌نویسی استفاده گردید. برای تولید وزن‌ها، نرم‌افزار به صورت تصادفی مقادیری بین ۰ و ۱ برای هر یک از ویژگی‌ها تولید می‌کند و این عمل ۴۰۰ بار تکرار می‌شود. برای محاسبه ماتریس اوزان یا W (۸×۱) با ماتریس خصوصیات یا R (۵×۸) ترکیب و نتیجه آن به ماتریس تناسب اولیه یا St (۵×۱) قرار داده شد. ماتریس معیار یا P (۵×۱) تابع عضویت تولید محصول در هر واحد اراضی است. درایه‌های آن این عمل در حالت‌های مختلف اوزان تکرار شده و ماتریس اوزان مرجع از بین ۱۰۰۰

8 - Asymmetrical left model

9 -Asymmetrical right model

10 -Symmetrical model

ماتریس تولید شده برای هر واحد از طریق مقایسه ماتریس معیار (P) با ماتریس‌های تناسب اولیه (St) با استفاده از رابطه‌های ۴ و ۵ انجام و شباهت آن‌ها بین دو ماتریس از طریق یک ملاک فاصله‌ای توسط نرم‌افزار تعیین شد.

$$d(St, P) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (S_{tj} - P_j)^2}{n}} \quad (۴)$$

$$Mt = 1 - d(St, P) \quad (۵)$$

n تعداد کلاس‌های تناسب، d(St,P) معیار فاصله بین دو ماتریس معیار و تناسب اولیه محاسبه شده بوده و اندیس‌های St و اندیس P به ترتیب مربوط به ماتریس تناسب اولیه و ماتریس معیار می‌باشد. هر چه قدر مقادیر تابع عضویت Mt بزرگتر باشد، نشان‌دهنده مناسب بودن بردار اوزان است. زیرا در این صورت فاصله آماری بین دو ماتریس (P) و (St) کمتر می‌باشد. در نهایت از میانگین اوزان مرجع واحدهای مختلف اراضی ماتریس اوزان نهائی (W) حاصل گردید. در واقع از بین ۱۰۰۰ ماتریس تناسب اولیه (St) برای هر واحد، هر کدام Mt بیشتر و d(St,P) کمتری داشته باشد، با ماتریس معیار مربوط به تولید واقعی واحد اراضی مربوطه، حداقل اختلاف را دارد. به منظور تعیین کلاس نهایی تناسب اراضی در هر واحد اراضی، از عملگر ترکیب فازی (رابطه ۶) استفاده شد و ماتریس خصوصیات (R) هر واحد در ماتریس نهائی اوزان (W) که از روش شبیه‌سازی به‌دست آمده بود بطور جداگانه ضرب گردید و ماتریس نهایی تناسب اراضی (E) به‌دست آمد. برای برآورد شاخص اراضی، مجموع عناصر ماتریس نهایی تناسب اراضی برابر یک قرار داده شده (نرمال کردن) و عناصر جدید، به ترتیب در متوسط شاخص کلاس‌های مختلف تناسب اراضی، بر اساس رابطه ۷ ضرب گردید.

$$(E) = (W) \circ (R) \quad (۶)$$

$$LI = \sum E0j * Aj \quad (۷)$$

o: عملگر فازی که نرم T مثلثی<sup>۱۱</sup> به جای حداقل و کونرم T مثلثی<sup>۱۲</sup> به جای حداکثر ایجاد می‌شود (Ruan, 1990). LI: شاخص اراضی، E0j: مقدار نرمال شده ماتریس E، Aj: میانگین حداقل و حداکثر شاخص‌های هر یک از کلاس‌های تناسب اراضی بوده که این عدد برای کلاس NI، ۱۸/۷۵ می‌باشد.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بر اساس وزن‌های به‌دست آمده (جدول ۱)، در هر دو نوع تابع عضویت مورد استفاده در این تحقیق، بافت دارای بیشترین وزن و آهک دارای کمترین وزن (درجه اهمیت) در رشد گیاه گلرنگ در منطقه مطالعاتی می‌باشد. با توجه به ماتریس‌های نهایی تناسب اراضی به‌دست آمده در هر واحد اراضی، شاخص اراضی محاسبه و کلاس نهایی تناسب اراضی در هر یک از واحدهای اراضی تعیین شد. شاخص‌های اراضی محاسبه شده با روش دو تابع عضویت (جدول ۲)، موید این است که ارزیابی تناسب اراضی به توابع عضویت کندل نسبت به کوچی باعث افزایش شاخص اراضی شده است. همبستگی بالاتر بین شاخص اراضی محاسبه‌شده با هر روش و تولید مشاهده شده به‌ترتیب کندل (۰/۹۱) و کوچی (۰/۷۶) بیشترین ضریب تبیین را داشتند، بنابراین نتایج حاکی از دقت بالای توابع عضویت کندل نسبت به سایر مدل‌ها دارد. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج وان‌رانست (van Ranst et al., 1996) و ملکی (servati et al., 2014) نشان‌دهنده این است که روش فازی با توابع کندل، با بالاترین ضریب همبستگی، دارای دقت و توانایی بیشتری در پیش‌بینی تولید محصول است، چرا که این روش، به دلیل تغییرات تدریجی توابع عضویت نسبت به تابع عضویت کندل، ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را کاراتر در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارایی بهتری دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ضریب همبستگی با روش‌های انتخابی هر دو مدل در حد قابل قبول بوده و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار هستند، لذا نرم‌افزار متلب و حدود انتقالی انتخاب شده در تابع عضویت کندل توانسته شاخص اراضی را برای گیاه گلرنگ بهتر برآورد نماید.

<sup>11</sup> -Triangular norm T

<sup>12</sup> -Triangular conorm T



**جدول ۱- وزن‌های نهایی ویژگی‌های موثر در رشد گل‌رنگ**

تابع عضویت	شیب	سیل‌گیری	زهکشی	آهک	گچ	شوری و قلیائیت	اقلیم	بافت و عمق
کندل	0.214	0.321	0.323	0.092	0.392	0.143	0.263	0.457
Candle	0.182	0.317	0.307	0.083	0.366	0.132	0.232	0.449
کوچی								
Cauchy								

**جدول ۲- شاخص اراضی و کلاس‌های تناسب اراضی در سه مدل انتخابی**

واحد اراضی	عملکرد واقعی	شاخص اراضی (کوچی)	کلاس تناسب (کوچی)	شاخص اراضی (کندل)	کلاس تناسب (کندل)
1	4700	67.2	S <sub>2</sub>	78.3	S <sub>1</sub>
2	4800	64.0	S <sub>2</sub>	79.2	S <sub>1</sub>
3	4500	67.0	S <sub>2</sub>	78.7	S <sub>1</sub>
4	1900	38.4	S <sub>3</sub>	30.2	S <sub>3</sub>
5	4900	66.9	S <sub>2</sub>	80.2	S <sub>1</sub>
6	4300	64.0	S <sub>2</sub>	71.2	S <sub>2</sub>
7	4000	66.7	S <sub>2</sub>	68.4	S <sub>2</sub>
8	4300	64.9	S <sub>2</sub>	72.4	S <sub>2</sub>
9	4400	66.9	S <sub>2</sub>	74.5	S <sub>2</sub>
10	4300	65.2	S <sub>2</sub>	73.2	S <sub>2</sub>
11	4300	66.0	S <sub>2</sub>	72.1	S <sub>2</sub>
12	4800	63.1	S <sub>2</sub>	80.1	S <sub>1</sub>
13	4300	65.5	S <sub>2</sub>	71.1	S <sub>2</sub>
14	4300	65.9	S <sub>2</sub>	70.9	S <sub>2</sub>
15	4000	66.6	S <sub>2</sub>	67.2	S <sub>2</sub>
16	3700	64.6	S <sub>2</sub>	65.4	S <sub>2</sub>
17	4300	64.7	S <sub>2</sub>	75.1	S <sub>1</sub>

### منابع

- Babadi M., Honarjoo N. and Toomanian N. 2014. Qualitative land Suitability Evaluation Using in Fuzzy Method and Parametric for Rice in Zarrinshahr of Isfahan Province, P: 282-290. The st International Conference on New Ideas in Agriculture, 12-14 Jun, Islamic Azad University Khorasgan branch, Isfahan.
- Baja S., Chapman D. M. and Dragovich, D. 2001. A conceptual model for defining and assessing land management units using a fuzzy modeling approach in a GIS environment. *Environmental Management*, 29: 647-661.
- Burrough, P. A. 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of Soil Science*. 40: 447-92.
- Eaalem M., Camber A. and Fisher P. 2011. A comparison of Fuzzy AHP and ideal point methods for evaluation land suitability. *Transactions in GIS Journal*, 15:3-329-346.
- Hartati S. and Sitanggang I. S. 2010. A fuzzy based decision support system for evaluating land suitability and selecting crops. *Journal of Computer Science*, 6 (4): 417-424.
- McBratney A. B. and Odeh I. O. A. 1997. Application of Fuzzy sets in soil science: Fuzzy logic, fuzzy measurements and fuzzy decisions. *Geoderma*, 77: 85-113.
- Ruan D. 1990. A critirical study of widely used fuzzy implication operators and their influence on the influence rules in fuzzy expert systems. Ph.D Thesis of state university of Gent, Belgium.
- Sanchez J.F. 2007. Application of knowledge based and fuzzy theory-oriented approaches to suitability for upland rice and rubber. M.Sc Thesis of ITC, Netherland.
- Servati M., Jafarzadeh A.A., Ghorbani M.A., Shahbazi F. and Davatgar N. 2014. Comparison of the FAO and Albero Models in Prediction of Irrigated Wheat Production Potentials in the Khajeh region. *Water and Soil Science Journal*, 24: 1-14.



- Sys C., Van Ranst E., Debaveye J. and Beernaert F. 1993. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.
- Tang H., Debaveye J., Ruan D., and Van Ranst E. 1991. Land suitability classification based on fuzzy set theory. *Pedologie*, 3: 277-290.
- Van Ranst E., Tang H., Groenemans R. and sinthurahat S. 1996. Application of fuzzy logic to land suitability for rubber production in peninsular Thailand. *Geoderma*, 70: 1-19.
- Zhang J., Su Y., Wu Y. and Liang, H. 2015. GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China, *Computers and Electronics in Agriculture*, 114: 202–211.
- Zhu A.X., Yang L., Li B., Qin C., Pei T. and Liu B. 2010. Construction of membership functions for predictive soil mapping under fuzzy logic. *Geoderma*, 155: 164-174.

### Comparison of Cauchy and Candle Membership Function on Land Suitability Evaluation by Fuzzy Set Theory

Sh. Nazari<sup>1</sup>, H. Momtaz<sup>2\*</sup>, M. Servati<sup>3</sup>

1- MSc graduated, Soil Science department, Urmia University

2\*- Assistant prof, Soil Science department, Urmia University

3- Assistant prof, Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University

#### Abstract

Membership function is one of important factor on land suitability evaluation by fuzzy set theory. The goal of this research, comparison of two membership function in land suitability by fuzzy set theory in Jolfa region for Safflower. For arrived this goal 8 properties were selected based on FAO framework approach and then land suitability evaluation done on 17 land units of study area. The results indicated that texture have higher and lime is lower weights than other criteria in study reign for irrigated rice growth. Calculated correlation coefficients between land index and observation production by fuzzy method with candle membership function is ( $r= 0.91$ ) more than Cauchy ( $r= 0.79$ ) function and relatively large difference in calculated correlation coefficient has been identified candle membership function provides better results than others. Based on suitable selected transition zoon, MATLAB software is able to accurately estimation of the weights.

**Keywords:** Actual yield, Jolfa, Land index, MATLAB software, Safflower