**محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها**

# مقایسه عملکرد دو روش TOPSIS و ریشه دوم در ارزیابی تناسب اراضی برای ذرت

**محمد سجاد قوامی[۱]، فریدون سرمدیان [۲*]**

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

[۲] استاد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

## چکیده

ارزیابی تناسب اراضی با روش‌های پارامتریک گاهی با واقعیت منطقه به‌دلیل مقادیر پایین شاخص به‌دست آمده هم‌خوانی ندارد، لذا استفاده از روش های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره که اثرات متقابل معیارها را در نظر می‌گیرند از جمله روش نوین TOPSIS، می‌توانند مورد بررسی قرار گیرد. منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۲۱۰ هکتار در شرق استان قزوین واقع شده است. بررسی درجه تناسب اراضی با روش‌های ریشه دوم و TOPSIS برای محصول ذرت انجام شد. محدودیت‌های منطقه برای این محصول شناسایی شد و شوری خاک محدود کننده‌ترین ویژگی خاک در منطقه بود و همچنین نقشه‌های تناسب اراضی برای هر دو روش ریشه دوم و TOPSIS تهیه گردید. مقایسه مقادیر شاخص تناسب اراضی با مقادیر عملکرد ذرت در منطقه مطالعاتی برای روش TOPSIS مقدار $R^2$، ۰/۷۶ می‌باشد و برای روش ریشه دوم مقدار $R^2$، ۰/۷۸ می‌باشد، نتایج این پژوهش نشان داد که روش ریشه دوم از اعتبار بیشتری نسبت به روش TOPSIS برخوردار است.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی تناسب اراضی، ذرت، روش ریشه دوم، روش TOPSIS، عملکرد محصول.

## مقدمه

با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضای جهان برای مواد غذایی پیش‌بینی می‌شود تا اواسط قرن ۲۱ جمعیت انسان به حدود ۹ میلیارد نفر افزایش خواهد داشت (Charles و همکاران ۲۰۱۰ ). بنابراین برای تامین میزان مواد غذایی لازم است، که بر تولید محصولات کشاورزی در مناطق مختلف دنیا نظارت شود. ارزیابی اراضی بخش جدایی ناپذیر از برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی برای مدیریت پایدار است. در اصل، هدف از ارزیابی اراضی و مقایسه و تطبیق هر یک از استفاده‌های بالقوه اراضی با خصوصیات منحصر به‌فرد اراضی، برای واحدهای اراضی است(Van Niekerk، ۲۰۱۰). در واقع با استفاده از تناسب اراضی، محدودیت‌ها و پتانسیل ذاتی واحدهای اراضی برای پشتیبانی از کاربری‌های مشخص در مدت زمان طولانی شناسایی و باعث کاهش هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می‌گردد(Prakash، ۲۰۰۳).

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) در حل مسائل دنیا به طور چشم‌گیری افزایش یافته است و تمایل به ساخت مدل‌های تصمیم‌گیری با قابلیت بالا و پیشرفته برای حمایت از روش تصمیم‌گیری چند معیاره که در طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی نقش دارند رو به افزایش است (Zyoud and Fuchs Hanusch، ۲۰۱۷). مدل TOPSIS مخفف Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution می‌باشد که این مدل یکی از شناخته شده‌ترین و همچنین یکی از شاخه‌های اصلی MCDA کلاسیک است که ابتدا توسط هوانگ و یون معرفی شد (Hwang and Yoon، ۱۹۸۱). در تحقیقی Bagherzadeh and Gholizadeh (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) ارزیابی تناسب اراضی را برای دو محصول یونجه و گندم در منطقه جویین در شمال کشور با استفاده از دو روش پارامتریک و TOPSIS انجام دادند. در تحقیق دیگری Seyedmohammadi و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از سه روش SAW و TOPSIS و TOPSIS فازی، تناسب اراضی برای سه محصول ذرت، کلزا و سویا در منطقه‌ای در استان اردبیل انجام دادند. هدف از این تحقیق، به دست آوردن اطلاعات خاک بخشی از استان قزوین جهت بررسی و اجرای برنامه‌های مدیریتی در آینده، ارزیابی تناسب اراضی به روش ریشه دوم و روش TOPSIS برای محصول ذرت آبی با مدیریت متوسط و نیمه مکانیزه و همچنین مقایسه دو روش ریشه دوم و TOPSIS برای ارزیابی تناسب اراضی محصول ذرت می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۲۱۰ هکتار در شرق استان قزوین در محدوده باغ کوثر و بین ۱°۳۶ تا ۱۱°۳۶ عرض شمالی و ۱۳°۵۰ تا ۱۸°۵۰ طول شرقی واقع شده است. منطقه دارای آب‌وهوای معتدل و نیمه‌خشک است. در این تحقیق از داده‌های هواشناسی ایستگاه باغ کوثر استفاده گردید. مقدار بارندگی سالیانه ۲۷۸ میلیمتر است، همچنین متوسط دمای سالیانه ۱۳/۸۸ درجه سانتیگراد است.

* ایمیل نویسنده مسئول: fsarmad@ut.ac.ir

با توجه به وسعت منطقه مطالعاتی، ۲۲ خاک‌رخ به‌منظور تشریح و نمونه‌برداری به روش شبکه‌ای انتخاب شد. مطالعات صحرایی شامل تعیین، حفر، تشریح خاک‌رخ‌ها، درصد شیب، وضعیت سیلگیری، زهکشی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، وضعیت آب زیر زمینی، رنگ و ساختمان خاک، عمق مؤثر خاک و نمونه‌برداری می‌باشد. بعد از تشخیص لایه‌های ژنتیکی از تمامی لایه‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت و برای انجام تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. براساس نتایج مورفولوژیکی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه و تفسیر بصری تصاویر ماهواره لندست ۸، مرزهای واحد های نقشه خاک تهیه و در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4 بصورت نقشه پلی‌گون رقومی‌سازی گردید و سپس با تلفیق نقشه شیب با نقشه خاک، نقشه واحد های اراضی تهیه گردید، که تهیه نقشه‌های تناسب اراضی براساس نقشه‌های واحد اراضی صورت گرفت.

## روش‌های ارزیابی تناسب اراضی

### روش ریشه دوم

براساس روش ریشه دوم، شاخص اراضی با استفاده از معادله (۱) محاسبه می‌گردد (Khiddir، ۱۹۸۶):

$$I = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100}} \times \dots$$ معادله(۱)

که در آن I: شاخص اراضی ، R min: کمترین درجه بدست آمده بین خصوصیات مختلف اراضی و اقلیمی و A، B، C و ... درجه سایر ویژگی‌ها می‌باشد.

### روش TOPSIS

این مدل، یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است و در مباحث مدیریتی از آن استفاده زیادی می‌شود، در این روش نیز m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (Hwang and Yoon، ۱۹۸۱).

مراحل روش TOPSIS

ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری:

$$Aij = \begin{bmatrix} a11 & \cdots & a1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ am1 & \cdots & amn \end{bmatrix}$$ معادله(۲)

نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری:

$$Rij = \frac{aij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} aij2}} \begin{bmatrix} r11 & \cdots & r1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ rm1 & \cdots & rmn \end{bmatrix}$$ معادله(۳)

تعیین وزن برای کل شاخص‌ها: در این قسمت از روش AHP برای محاسبه (Wi) استفاده شده است.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$ معادله(۴)

ایجاد ماتریس وزن:

$$Vij = Rij \times Wmn = \begin{bmatrix} V11 & \cdots & V1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Vm1 & \cdots & Vmn \end{bmatrix}$$ معادله(۵)

تعیین ایده‌آل‌های مثبت (A+) و ایده‌آل‌های منفی (A-):

$A^{+} = ((\max Vij \mid j \square J), (\min Vij \mid j \square J) \mid i = ۱; ۲; \dots و\ m)$ معادله(۶)

$A^{-} = ((\min Vij \mid j \square J), (\max Vij \mid j \square J) \mid i = ۱; ۲; \dots و\ m)$ معادله(۷)

محاسبه اندازه فاصله‌ها از ایده‌آل‌ها :

$di+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Vij - Vi^{+})2}$ i=۱; ۲; . . .و m. معادله(۸)

$di- = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Vij - Vi^{-})2}$ i=۱; ۲; . . .و m معادله(۹)

محاسبه فاصله نسبی از ایده‌آل‌ها (CCi):

$$CCi+ = \frac{di-}{di+ + di-} \qquad 0 \leq CCi+ \leq 1 \qquad i=1; 2; \ldots m. \qquad \text{معادله(۱۰)}$$

رتبه‌بندی گزینه‌ها: مقدار +CCi بین ۰ و ۱ نوسان می‌کند. بنابراین +CCi هرچه به یک نزدیکتر باشد دارای رتبه بالاتر می‌باشد (Mateo، ۲۰۱۲). برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از مدل‌ها، روش‌های آماری مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از ضریب تبیین ($R^2$) استفاده گردید. متغییر مستقل شاخص‌های تناسب اراضی هستند که با روش‌های استوری، ریشه دوم و TOPSIS به‌دست می‌آید و متغییر وابسته عملکرد محصول می‌باشد که با کمک پلات یک در یک در محل حفر هر خاک‌رخ از مزارع برداشت شد، که میزان عملکرد وابسته و مستقل ورودی نرم‌افزار SPSS می‌باشد و مقدار $R^2$ خروجی نرم افزار می‌باشد و برای رسم نمودار رگرسیون خطی بین عملکرد ذرت با شاخص اراضی برای روش مختلف از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

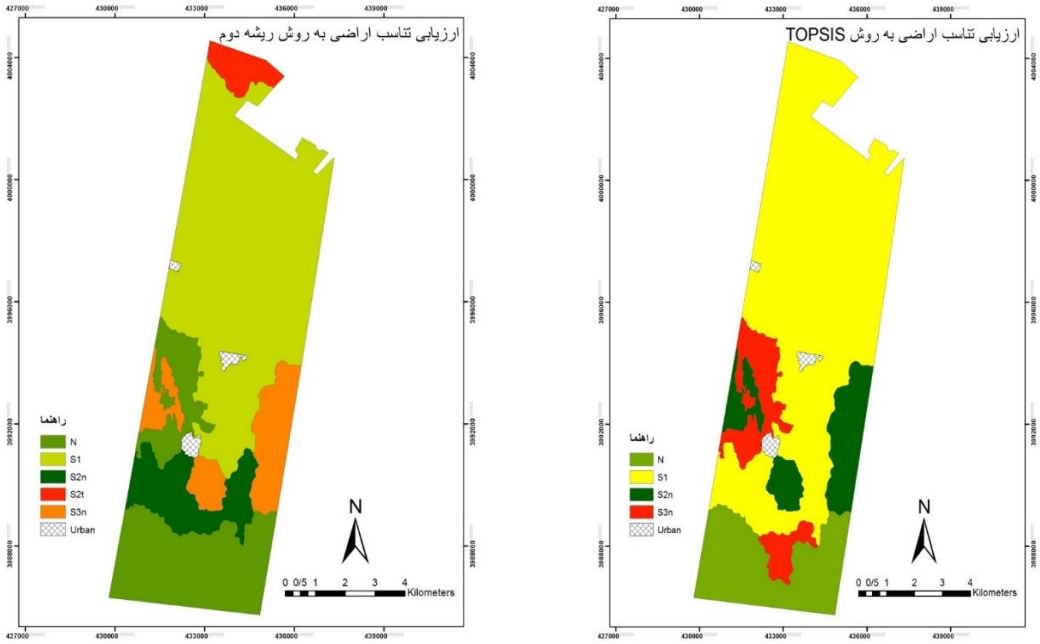
## نتایج و بحث

### روش ریشه دوم

مقادیر شاخص اراضی برای روش ریشه دوم از ۱/۵۱ تا ۹۳/۱۸ متغییر بود، که امکان کشت برای محصول ذرت به‌دلیل شوری بالا در قسمت‌های جنوبی منطقه مطالعاتی وجود نداشت. در جدول (۱)، درصد هر کدام از کلاس‌های تناسب اراضی ذکر شده است. شکل (۱) نقشه تناسب اراضی به روش ریشه دوم را برای محصول ذرت آورده شده است.

### روش TOPSIS

مقادیر ارزش ترجیحی برای روش TOPSIS بین ۰/۲۲۳ تا ۰/۹۷ متغییر بود،که امکان کشت برای محصول ذرت به‌دلیل شوری بالا در قسمت‌های جنوبی منطقه مطالعاتی وجود نداشت. در جدول (۱) ، درصد هر کدام از کلاس‌های تناسب اراضی ذکر شده است. شکل (۱) نقشه تناسب اراضی به روش TOPSIS را برای محصول ذرت آورده شده است.




شکل ۱. نقشه تناسب اراضی به روش‌های ریشه دوم و TOPSIS

جدول ۱. درصد کلاس تناسب اراضی برای روش‌های ریشه دوم و TOPSIS

| کلاس تناسب اراضی | S1 | S2n | S2t | S3n | N | Urban |
|---|---|---|---|---|---|---|
| روش ریشه دوم (درصد) | ۵۳ | ۹ | ۳ | ۱۱ | ۲۳ | ۱ |
| روش TOPSIS (درصد) | ۶۵ | ۱۱ | - | ۸ | ۱۵ | ۱ |

(زیر کلاس n محدودیت شوری و قلیائیت و زیر کلاس t محدودیت توپوگرافی)

## اعتبارسنجی و ارزیابی مدل‌ها

مقایسه مقادیر شاخص تناسب اراضی روش ریشه دوم و ارزش ترجیحی روش TOPSIS با مقادیر عملکرد ذرت در منطقه مطالعاتی برای روش TOPSIS مقدار $R^2$ ۰/۷۶ و برای روش ریشه دوم مقدار $R^2$ ۰/۷۸ می‌باشد. بنابراین روش ریشه دوم چون $R^2$ بالاتری نسبت به روش TOPSIS دارد بنابراین از اعتبار بالاتری برخوردار است. نتایج ارائه شده در این تحقیق نشان می‌دهد که روش ریشه دوم از روش TOPSIS اعتبار بیشتری دارد ولی در کل بین دو روش اختلافات زیادی مشاهده نمی‌شود. در تحقیقاتی مشابه که توسط Bagherzadeh and Gholizadeh (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) گزارش نمودند که روش ریشه دوم از روش TOPSIS اعتبار بالاتری دارد.

## نتیجه‌گیری

ارزیابی تناسب اراضی به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر روش TOPSIS چون خصوصیات مختلف اراضی وزن‌های مختلفی می‌گیرند با روش کلاسیک و سنتی ارزیابی اراضی مانند روش پارامتریک، تفاوت دارند. اما در این تحقیق و برای محصول ذرت روش ریشه دوم به عملکرد واقعی محصول نزدیک‌تر بود. این نتیجه شاید به این دلیل بوده است که چون هدف ارزیابی بین سه روش بوده و باید ورودی‌های روش‌ها یکسان و به یک تعداد باشند و چون روش‌های پارامتریک حداکثر تا ۸ خصوصیت محدود کننده را می‌توان در معادله خود داشته باشند، به ناچار برای روش TOPSIS هم همان ۸ خصوصیت محدود کننده به کار گرفته شود، در صورتی که در روش TOPSIS می‌توان از تعداد بیشتری خصوصیت اراضی استفاده نمود.

## منابع

Bagherzadeh, A., & Gholizadeh, A. (2017). Parametric-based neural networks and TOPSIS modeling in land suitability evaluation for alfalfa production using GIS. Modeling Earth Systems and Environment, 3(1), 2.

Bagherzadeh, A., & Gholizadeh, A. (2016). Modeling land suitabilit evaluation for wheat production b parametric and TOPSIS approaches using GIS, northeast of Iran. Modeling Earth Systems and Environment, 2(3), 126.

Charles, J., Godfray, J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir,J.F. Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., and C., Toulmin. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science (Washington, DC) 327, 812–818

Hwang, C. L. et Yoon, K.,(1981) Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications: a State of the Art Survey. *Lecture notes in economics and mathematical systems, Springer-Verlag, New York, NY*.

Khiddir, S.M., 1986. A Statistical Approach in the Use of Parametric Systems Applied to FAO Framework for Land Evaluation (Dissertation) State University of Ghent, Belgium.

Prakash TN, (2003). Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multi-criteria decision making approach. Msc Thesis, ITC, Netherland.

Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A. A., Ghorbani, M. A., & Shahbazi, F. (2018). Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, *310*, 178-190.

Van Niekerk, A. (2010). A comparison of land unit delineation techniques for land evaluation in the Western Cape, South Africa. Land Use Policy, 27(3), 937-945.

Zyoud S , Fuchs-Hanusch D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. 78.158-181.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

**Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation**

# Comparison of TOPSIS and Square root in land suitability evaluation for maize

Ghavami[1], M.S., Sarmadian [*2],F.

[1] M.Sc. Student, Department of soil science, College of Agricultural & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

[2] Professor, Department of soil science, College of Agricultural & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

**Abstract**

Land suitability evaluation by parametric methods are sometimes incompatible with the reality of the field because of the low achieved values of the index. Therefore, the use of new multivariate decision- methods that considering the interactions of the criteria, including the new TOPSIS approach, can be investigated. The study area with an area of 8210 ha is located in the eastern region of Qazvin province. Land suitability assessment was done through Square root and TOPSIS method for maize production, and limitations related to the region were identified for this crop and salinity was the most limiting characteristics of soil. Furthermore, land suitability maps were prepared for all two methods including Square root and TOPSIS. The comparison of the values related to land suitability indices with maize yield values showed that for TOPSIS method $R^2$ was 0.76, and for the Square root $R^2$ was 0.78. The results showed that the Square root method had more validity than the TOPSIS methods.

**Keywords:** Land suitability evaluation, Maize, Square root method, TOPSIS method, Yield.

[*] Corresponding author, Email: fsarmad@ut.ac.ir