



مقایسه روش‌های پارامتریک و نظریه مجموعه‌های فازی در ارزیابی تناسب اراضی منطقه خواجه

برای تیپ بهره وری هندوانه

محمدجواد وحیدی*^۱، مسلم ثروتی^۲

*^۱ و ^۲ - به ترتیب استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری

میان‌دوآب، دانشگاه ارومیه

* Email: m.jvdi@birjand.ac.ir

چکیده

در این پژوهش، دو روش نظریه مجموعه‌های فازی و پارامتریک-ریشه دوم (فائو) برای ارزیابی تناسب اراضی منطقه خواجه با مساحت تقریبی ۷۵۰۰ هکتار برای محصول هندوانه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از برنامه‌نویسی به وسیله نرم‌افزار متلب برای مدل‌سازی با روش نظریه مجموعه‌های فازی استفاده شد. نتایج مؤید این مطلب است که همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه، برای نظریه مجموعه‌های فازی (r=0.78) بیشتر از پارامتریک (r=0.74) بوده و اختلاف نسبتاً زیاد ضریب همبستگی محاسبه شده نشان‌دهنده نیاز به واسنجی جداول پیشنهادی سائیس در رابطه با نیازهای اقلیمی، زمین‌نما و خاک برای منطقه است. همچنین نرم‌افزار متلب با توجه به حدود انتقالی انتخاب شده مناسب، توانسته وزن‌ها را به طور دقیق برآورد نماید. با وجود اینکه روش فازی نتایج بهتری نسبت به پارامتریک ارائه می‌دهد، ولی نتایج آن به-طور حتم وابسته به تعیین حدود انتقالی و نوع انتخاب توابع عضویت می‌باشد. واژه‌های کلیدی: توابع عضویت، تولید مشاهده شده، روش فائو، نرم‌افزار متلب، شاخص اراضی

مقدمه

در دهه‌های آتی تأمین امنیت غذایی جهانی و منطقه‌ای و افزایش محصولات کشاورزی برای جمعیت در حال رشد، به صورت یک چالش پدیدار خواهد شد. یکی از مهم‌ترین سیاست‌های کشاورزی در کشورهای در حال توسعه در راستای امنیت غذایی، ارزیابی زمین‌های زراعی و پتانسیل کشاورزی به منظور حمایت از کاربری فعلی و آتی کشاورزی است (Orhan et al., 2003). ارزیابی اراضی توسط فائو^۱ معمول‌ترین دستورالعمل برای ارزیابی اراضی بوده که مبتنی بر فاکتورهای بیوفیزیکی و پارامترهای اقتصادی-اجتماعی است (FAO, 1985). از نظر فائو اراضی بر حسب کیفیت در چهار سطح تناسب رده، کلاس، زیرکلاس و واحد طبقه‌بندی می‌شوند. رده، مناسب یا نامناسب بودن زمین برای کشت تیپ بهره‌وری مورد نظر، کلاس درجه تناسب زمین، زیر کلاس نوع محدودیت و واحد میزان محدودیت را نشان می‌دهد (FAO, 1976). این روش توسط محققین زیادی در نقاط مختلف جهان و ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. شهبازی و جعفرزاده (۱۳۸۳) ارزیابی تناسب کیفی تناسب اراضی را برای محصولات ذرت، گندم، جو، پیاز، یونجه و چغندر قند در اراضی شرکت خوشه مهر شهرستان بناب با سه روش محدودیت ساده، استوری و ریشه دوم انجام دادند و گزارش کردند که روش ریشه دوم نتایج بهتری نسبت به سایر روش‌ها می‌دهد. جعفرزاده و عباسی (Jafarzadeh & abbasi, 2006) بر اساس روش فائو ارزیابی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان را برای محصولات پیاز، سیب‌زمینی، ذرت و یونجه انجام دادند و واکنش خاک، بافت و آهک را مهمترین عوامل بازدارنده رشد این گیاهان عنوان کردند. فائو برای تناسب اراضی از منطق دو ارزشی بولین^۲ استفاده می‌کند که این منطق توسط تعدادی از محققین ارزیابی اراضی مورد نقد قرار گرفته است (Delagado et al., 2009; Burrough., 1989)؛ زیرا منطق فوق طبیعت پیوسته خاک، تغییرات در طول زمین‌نما و عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌ها را در نظر نمی‌گیرد. هر کدام از این موارد ممکن است منجر به این شود که اراضی کاملاً مناسب به اشتباه نامناسب معرفی شوند، چرا که با جداول و تعاریف سخت-گیرانه، احتیاجات یک زمین خوب منطبق نیستند. استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی در ارزیابی تناسب اراضی می‌تواند به

1-FAO

2-Boolean

عنوان روشی برای غلبه بر مشکلات مرتبط با ابهام در تعریف و سایر بی‌اطمینانی‌ها شود (Eaalem et al., 2010). نظریه فازی اولین بار توسط زاده (Zade, 1965) به منظور تعریف و تعیین کمی کلاس‌هایی ارائه شد که به صورت مبهم و ناگویا مانند خوب، بد و امثال آن بیان می‌شوند. در منطق فازی تعیین مرزی مشخص مشکل و تعلق عناصر مختلف به مفاهیم و موضوعات گوناگون، نسبی بوده و عضویت به صورت دامنه‌ای از اعداد، صفر تا یک در نظر گرفته می‌شود. در نهایت این عضویت به صورت تابعی بیان می‌شود که تابع عضویت نام دارد. تنگ و همکاران (Tange et al., 1991) از روش فازی برای ارزیابی اراضی منطقه هامن در استان لیائونینگ چین برای گیاه ذرت استفاده کردند. نتایج نشان داد که هر دو روش پارامتریک و فازی برای ارزیابی و تناسب منطقه مناسب بوده ولی روش فازی دارای ضریب همبستگی بیشتری بین شاخص اراضی و میزان محصول واقعی دارد. وان رانست و همکاران (Van Ranst et al., 1996) روش محدودیت ساده، پارامتریک، رگرسیون چند متغیره و فازی را در مورد کشت کائوچو در کشور تایلند مورد مقایسه قرار داده و نشان دادند که بهترین ارتباط آماری بین تولید مشاهده شده و شاخص اراضی در روش فازی دیده می‌شود. هدف از این مطالعه، مقایسه روش‌های پارامتریک و فازی در ارزیابی و تناسب اراضی منطقه خواجه برای تیپ بهره‌وری هندوانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه خواجه با وسعتی حدود ۷۵۰۰ هکتار در استان آذربایجان شرقی (شکل ۱) بوده و ما بین 30° و 38° تا 30° عرض شمالی و 37° تا 46° طول شرقی واقع شده (شکل ۱) است. مواد مادری از مجموعه تشکیلات مارنی-آهکی دوره‌های پلیوسن و میوسن و تشکیلات آهکی همراه با رسوبات دوران چهارم بر روی خاکستر آتشفشانی تشکیل شده است. نهشته‌های این منطقه به صورت واحدهای مارنی، ژپیس، ماسه‌سنگ، شیل و آهک‌های ماسه‌ای ته‌نشست شده‌اند. اطلاعات ۳۰ ساله ایستگاه سینوپتیک تبریز به‌عنوان نزدیکترین ایستگاه بین سال‌های ۹۴-۶۵ نشان داد که خاک‌های این منطقه دارای رژیم رطوبتی Aridic border to Xeric و رژیم حرارتی Mesic می‌باشند. جهت نیل به اهداف ذکر شده، تعداد ۸۰ خاکرخ به صورت شبکه‌بندی منظم انتخاب و بر اساس روش نقشه برداری آمریکا (Schoenberger et al., 2006) تشریح و از هر افق نمونه‌برداری خاک انجام و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از آنالیز نمونه‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج، خاک‌های بر اساس سیستم جامع رده‌بندی آمریکایی (USDA, 2014) در رده‌های انتی‌سول و اریدی‌سول قرار گرفتند. سپس تعداد ۲۶ خاکرخ بعنوان خاکرخ‌های شاهد هر واحد نقشه انتخاب و از این ۲۶ واحد، ۱۵ واحد تحت کشت هندوانه بوده، که از آن‌ها با استفاده از پرسش از زارعان محلی و موسسه تحقیقات خاک و آب به‌عمل آمد و ارزیابی و تناسب اراضی بر اساس روش فازی در آن ۱۵ واحد نقشه صورت گرفت. تعیین احتیاجات هندوانه با استفاده از چهارچوب فائو مشخص (Sys et al., 1993) و مطالعات آزمایشگاهی و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها بر اساس روش‌های استاندارد تعیین شدند.

برای ارزیابی با نظریه مجموعه‌های فازی از توابع عضویت کندل معادله‌های ۱، ۲ و ۳ (Tange et al., 1991) بر اساس نیازهای تیپ بهره‌وری انتخابی، برای تعیین درجه عضویت هریک 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، b_1 و b_2 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.



شکل ۱- محدوده منطقه مطالعاتی و محل حفر خاکرها

هر یک از ویژگی‌ها اراضی دارای تاثیرات منحصر به فردی روی تولید محصول است. این تاثیرات نسبی را می‌توان با روش‌های 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 7.10.0.499 (R2014a) 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 $W (8 \times 1)$ با ماتریس خصوصیات یا $R (5 \times 8)$ ترکیب و نتیجه آن به ماتریس تناسب اولیه یا $St (5 \times 1)$ قرار داده شد. ماتریس معیار یا $P (5 \times 1)$ تابع عضویت تولید محصول در هر واحد اراضی است. در درایه‌های آن این عمل در حالت‌های مختلف اوزان تکرار شده و ماتریس اوزان مرجع از بین ۱۰۰۰ 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.

$$d(St, P) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (S_{ij} - P_j)^2}{n}} \quad (4)$$

$$Mt = 1 - d(St, P) \quad (5)$$

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) بدست 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.

$$(E) = (W) \circ (R) \quad (6)$$

$$LI = \sum E_{0j} * A_j \quad (7)$$

o: عملگر فازی که نرم T مثلثی^۱ به جای حداقل و کونرم T مثلثی^۲ 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 N1، ۱۸/۷۵ می‌باشد.

برای ارزیابی تناسب اراضی با روش فائو، مشخصات اندازه‌گیری شده در صحرا و آزمایشگاه با استفاده از ضرایب وزنی میانگین‌گیری (جدول ۲) و با ۸ نیاز رویشی هندوانه بر اساس جداول سالیس و همکاران (Sys et al., 1993) مقایسه و درجه تناسب هر ویژگی محاسبه و در نهایت با استفاده از فرمول ۸ (فرمول ریشه دوم) شاخص اراضی (LI) برای هر واحد محاسبه گردید.

$$LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad [8]$$

A، B و C و... درجات تناسب تخصیص یافته به هر یک از مشخصه‌های اراضی، Rmin درجه تناسب حداقل در بین مشخصه می‌باشد (Sys et al., 1991).

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بر اساس وزن‌های به‌دست آمده (جدول ۱)، بافت دارای بیشترین وزن و عمق دارای کمترین وزن (درجه اهمیت) می‌باشد. با توجه به ماتریس‌های نهایی تناسب اراضی نیز در هر واحد اراضی (جدول ۲)، شاخص اراضی محاسبه و کلاس نهایی تناسب اراضی در هر یک از واحدهای اراضی تعیین شد (جدول ۳).

جدول ۱- وزن‌های نهایی ویژگی‌های موثر در رشد هندوانه

| بافت | ESP | EC | گچ | آهک | عمق | سنگریزه | شیب |
|------|------|------|------|------|------|---------|------|
| ۰/۶۸ | ۰/۱۸ | ۰/۲۵ | ۰/۳۱ | ۰/۲۴ | ۰/۰۶ | ۰/۳۸ | ۰/۵۱ |

شاخص‌های اراضی محاسبه شده با روش پارامتریک و فازی (جدول ۳)، موید این است که ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی باعث افزایش شاخص اراضی شده است. همبستگی بالاتر بین شاخص اراضی محاسبه‌شده و تولید مشاهده شده بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی (۰/۷۸ و ۰/۷۴) نیز حاکی از دقت بالای این مدل و بهبود کلاس‌های تناسب است. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج وان رانست (Van Ranst et al, 1996) نشان‌دهنده این است که روش فازی، با بالاترین ضریب همبستگی، دارای دقت و توانایی بیشتری در پیش‌بینی تولید محصول است، چرا که روش فازی، ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارایی بهتری دارد، با این حال، دقت نتایج ارزیابی تا حدود بسیاری وابسته به اوزان تعیین شده برای خصوصیات مختلف اراضی است. از مزایای این روش می‌توان به در نظر گرفتن پیوستگی اراضی و نیز محدود نمودن خاک به داده‌های اندازه‌گیری اشاره نمود (Burrough, 1989). از معایب نظریه فازی در ارزیابی تناسب اراضی، حجم نسبتاً زیاد محاسبات می‌باشد که این حجم زیاد محاسبات با برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار مطلب تا حد زیادی کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اختلاف ضریب همبستگی بین روش پارامتریک و روش فازی در محصول هندوانه بیشتر از گندم آبی که در تحقیقی توسط سرمدیان و کشاورزی (۱۳۹۰) در منطقه قزوین و محمدی و گیوی (۱۳۸۰) در فلاورجان استان اصفهان محاسبه شده، می‌باشد. این مطلب نشان‌دهنده این است که جداول سالیس برای هندوانه برای شرایط ایران نیاز به واسنجی داشته و میزان تولید را کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند.

1 -Triangular norm T
2 -Triangular conorm T

جدول ۲- ماتریس معیار و ارزیابی واحدهای مختلف اراضی

| ماتریس معیار | ماتریس ارزیابی | نام واحد |
|---------------------------------------|--|----------|
| $P = [S_1 \ S_2 \ S_3 \ N_1 \ N_2]$ | $E = [S1 \ S2 \ S3 \ N1 \ N2]$ | |
| $P = [0/05 \ 1 \ 0/28 \ 0/04 \ 0/01]$ | $E = [0/5 \ 0/5 \ 0/12 \ 0/06 \ 0/03]$ | ۱ |
| $P = [0/01 \ 1 \ 0/18 \ 0/03 \ 0/01]$ | $E = [0/07 \ 0/36 \ 0/61 \ 0/16 \ 0/06]$ | ۲ |
| $P = [0/01 \ 0/03 \ 0/25 \ 1 \ 0/09]$ | $E = [0/11 \ 0/24 \ 0/43 \ 0/21 \ 0/02]$ | ۳ |
| $P = [0/01 \ 0/04 \ 0/33 \ 1 \ 0/08]$ | $E = [0/14 \ 0/35 \ 0/56 \ 0/19 \ 0/11]$ | ۴ |
| $P = [0/01 \ 0/01 \ 0/03 \ 0/99 \ 1]$ | $E = [0/08 \ 0/23 \ 0/52 \ 0/52 \ 0/03]$ | ۵ |
| $P = [0/01 \ 0/03 \ 0/23 \ 1 \ 0/09]$ | $E = [0/14 \ 0/19 \ 0/26 \ 0/27 \ 0/48]$ | ۶ |
| $P = [0/01 \ 0/03 \ 0/19 \ 1 \ 0/1]$ | $E = [0/09 \ 0/23 \ 0/53 \ 0/52 \ 0/03]$ | ۷ |
| $P = [0/06 \ 1 \ 0/25 \ 0/03 \ 0/01]$ | $E = [0/08 \ 0/82 \ 0/41 \ 0/08 \ 0/02]$ | ۸ |
| $P = [0/01 \ 0/01 \ 0/03 \ 0/5 \ 1]$ | $E = [0/45 \ 0/73 \ 0/09 \ 0/05 \ 0/03]$ | ۹ |
| $P = [0 \ 0/01 \ 0/03 \ 0/90 \ 1]$ | $E = [0/13 \ 0/25 \ 0/50 \ 0/49 \ 0/04]$ | ۱۰ |
| $P = [0/01 \ 0/06 \ 0/8 \ 1 \ 0/05]$ | $E = [0/39 \ 0/62 \ 0/76 \ 0/89 \ 0/01]$ | ۱۱ |
| $P = [0/01 \ 0/02 \ 0/07 \ 1 \ 0/41]$ | $E = [0/08 \ 0/22 \ 0/48 \ 0/68 \ 0/03]$ | ۱۲ |
| $P = [0/23 \ 1 \ 0/06 \ 0/02 \ 0/01]$ | $E = [0/04 \ 0/29 \ 0/45 \ 0/82 \ 0/21]$ | ۱۳ |
| $P = [0/01 \ 0/04 \ 0/31 \ 1 \ 0/08]$ | $E = [0/06 \ 0/33 \ 0/54 \ 0/91 \ 0/02]$ | ۱۴ |
| $P = [0/11 \ 1 \ 0/11 \ 0/02 \ 0/01]$ | $E = [0/22 \ 0/93 \ 0/16 \ 0/06 \ 0/02]$ | ۱۵ |

جدول ۳- شاخص اراضی و کلاس‌های تناسب اراضی تعیین شده در دو روش فازی و پارامتریک

| کلاس تناسب (فازی) | شاخص اراضی (فازی) | کلاس تناسب (پارامتریک) | شاخص اراضی (پارامتریک) | میزان محصول (Kg/ha) | واحد اراضی |
|-------------------|-------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| S ₁ | ۷۷/۵۸ | S ₂ | ۷۰/۲۷ | ۱۸۹۶۰ | ۱ |
| S ₂ | ۷۰/۶۱ | S ₃ | ۶۴/۹۸ | ۱۱۲۳۰ | ۲ |
| S ₂ | ۶۶/۶۹ | S ₂ | ۵۶ | ۱۲۰۶۰ | ۳ |
| S ₂ | ۶۷/۲۹ | S ₂ | ۵۳/۳ | ۱۲۳۷۰ | ۴ |
| S ₂ | ۲۳/۵۴ | N | ۸/۰۹ | ۸۷۹۰ | ۵ |
| S ₁ | ۷۵/۴۱ | S ₂ | ۶۸/۰۸ | ۱۱۹۶۰ | ۶ |
| S ₂ | ۶۲/۳۷ | S ₂ | ۵۵/۹۳ | ۱۱۷۴۰ | ۷ |
| S ₁ | ۹۲/۰۶ | S ₁ | ۸۷/۸۲ | ۱۹۱۰۰ | ۸ |
| N | ۲۱/۲۳ | N | ۱۱/۶۳ | ۷۸۷۰ | ۹ |
| N | ۲۰/۹۸ | N | ۱۲/۳۱ | ۸۵۲۰ | ۱۰ |
| S ₂ | ۶۱/۲۲ | S ₂ | ۵۱/۶۲ | ۱۳۲۹۰ | ۱۱ |
| S ₂ | ۶۲/۵۴ | S ₂ | ۵۸/۷۴ | ۱۰۰۷۰ | ۱۲ |
| S ₂ | ۶۴/۸۲ | S ₂ | ۵۶/۶۱ | ۱۰۱۹۰ | ۱۳ |
| S ₂ | ۷۰/۶۱ | S ₂ | ۶۰/۷۵ | ۱۲۳۳۰ | ۱۴ |
| S ₁ | ۹۵/۶۹ | S ₁ | ۹۴/۴ | ۲۰۲۳۰ | ۱۵ |



منابع

- سرمدیان ف و کشاورزی ع، ۱۳۹۰. بررسی کارایی نظریه مجموعه‌های فازی در ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در استان قزوین با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و رگرسیون چند متغیره، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد چهل و دوم، شماره ۲، صفحه‌های ۱۹۹ تا ۲۰۷.
- شهبازی ف. جعفرزاده ع. ۱۳۸۳. ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه خوشه مهر بناب برای محصولات گندم، جو، یونجه، پیاز، چغندرقد و ذرت. مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد چهاردهم، شماره ۴، صفحه‌های ۶۹ تا ۸۶.
- محمدی ج، گیوی ج، ۱۳۸۰. ارزیابی تناسب اراضی گندم آبی در منطقه فلاورجان اصفهان با استفاده از مجموعه‌های فازی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد پنجم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۱۶.
- Burrough P.A. 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of Soil Science*. 40: 477-492.
- Delgado G., Aranda V., Calero J., Sanchez M., Serrono J.M., Sanchez D. and Vila MA. 2009. Using fuzzy data mining to evaluate survey data form olive grove cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture*. 65: 99-113.
- Eaalem M., Camber A. and Fisher P. 2011, A comparison of Fuzzy AHP and ideal point methods for evaluation of land suitability. *Transactions in GIS*. 15(3): 329-346.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. *FAO Soils Bulletin No. 32*. FAO Rome.
- FAO. 1985. Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. *FAO Soils Bulletin No. 55*. FAO, Rome.
- Jafarzadeh A.A., Abbasi G. 2006. Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize and alfalfa on soils of the Khalatpushan research station. *Biologia, Bratislava*. 19: 349- 352.
- Orhan D., Lihami B. and Mahmut Y. 2003. Geographic information system and remote sensing based land evaluation of Bey pazari area soils by ILSSEN model. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27: 145-153.
- Ruan D. 1990. A critical study of widely used fuzzy implication operators and their influence on the influence rules in fuzzy expert systems. Ph.D. dissertation, State University of Gent, Belgium.
- Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C. and Broderson W.D. 2006. *Field Book for Describing and Sampling Soils*. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Sys C., Van Ranset E. and Debaveye J. 1991. *Land Evaluation, Part II, Methods in Land Evaluation*. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent.
- Sys C., Van Ranset E., Debaveye J. and Beernaert F. 1993. *Land Evaluation: Crop Requirements*. International Training Center for Post Graduate Soil Scientist, Ghent University, Ghent.
- Tang H., Debaveye J., Ruan D. and Van Ranst E. 1991. Land suitability classification based on fuzzy set theory. *Pedologia*. 3: 277-290.
- Van Ranst E., Tang H., Groenemans R. and Sinthurath S. 1996. Application of fuzzy logic to land suitability for rubber production in peninsular Thailand. *Geoderma*. 70: 1-19.
- USDA. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th edition, United State Department of Agriculture, National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service.
- Zadeh L.A. 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8: 338-353.

Comparison of parametric and Fuzzy Set Theory in land suitability evaluation for Watermelon in Khajeh region

M. J. Vahidi^{1*} and M. Servati²

1*-Assistant Prof, Soil Science Department, University of Birjand, email: m.jvdi@birjand.ac.ir

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

Abstract

In this research, the parametric Square Root Method via a Fuzzy Set Theory were used to evaluate the suitability of Watermelon for about 7500 ha in Khajeh region located in East Azerbaijan province. The analysis was done with MATLAB analytical software. The results revealed that, calculated correlation coefficients between land index and observation production with fuzzy method is ($r= 0.78$) more than Parametric method ($r= 0.74$) and relatively large difference in calculated correlation coefficient revealed that, there is a need for calibration of Sys proposed tables about requirements of climate, landscape and soil in this region. Based on suitable selected transition zoon, MATLAB Software is able to accurately estimation of the weights. Although the fuzzy approach provides better results than parametric square root method, but it's results surely depend on type and determination of the transition zoon and membership functions.

Keywords: FAO method, Land Index, MATLAB ssoftware, Membership functions, Observation production