شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

**محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها**

# کارایی کیفیت‌های اراضی در ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی

ژیلا منصوری[۱*]، حمیدرضا ممتاز[۲]، مسلم ثروتی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳] استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

## چکیده

یکی از بهترین سیاست‌های کشاورزی در راستای امنیت غذایی، ارزیابی زمین‌های زراعی است. منطق دو ارزشی Boolean در روش فائو توسط تعدادی از محققین ارزیابی اراضی مورد نقد قرار گرفته است، چون منطق فوق طبیعت پیوسته خاک، تغییرات در طول زمین‌نما و عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌ها را در نظر نمی‌گیرد. در این تحقیق، دو روش پارامتریک و مجموعه‌های فازی به منظور ارزیابی تناسب اراضی منطقه مهاباد برای محصول جو آبی مورد استفاده قرار گرفت. برای نیل به این هدف، ویژگی‌های اراضی طبق روش فائو و نظرات کارشناسی انتخاب، و ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی در ۱۲ واحد اراضی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه، برای نظریه مجموعه‌های فازی (با کیفیات ۰/۹۳۷ و با خصوصیات ۰/۸۷۳) بیشتر از پارامتریک (۰/۸۲۱) است. از طرفی کاربرد کیفیت‌های اراضی باعث افزایش دقت نتایج ارزیابی اراضی شد. همچنین نرم‌افزار متلب با توجه به حدود انتقالی انتخاب شده مناسب، توانسته وزن‌ها را بطور دقیق برآورد نماید. ولی نتایج روش فازی بطور حتم وابسته به تعیین حدود انتقالی و نوع انتخاب توابع عضویت می‌باشد.

**کلمات کلیدی**: تولید واقعی، جو آبی، شاخص اراضی، مهاباد

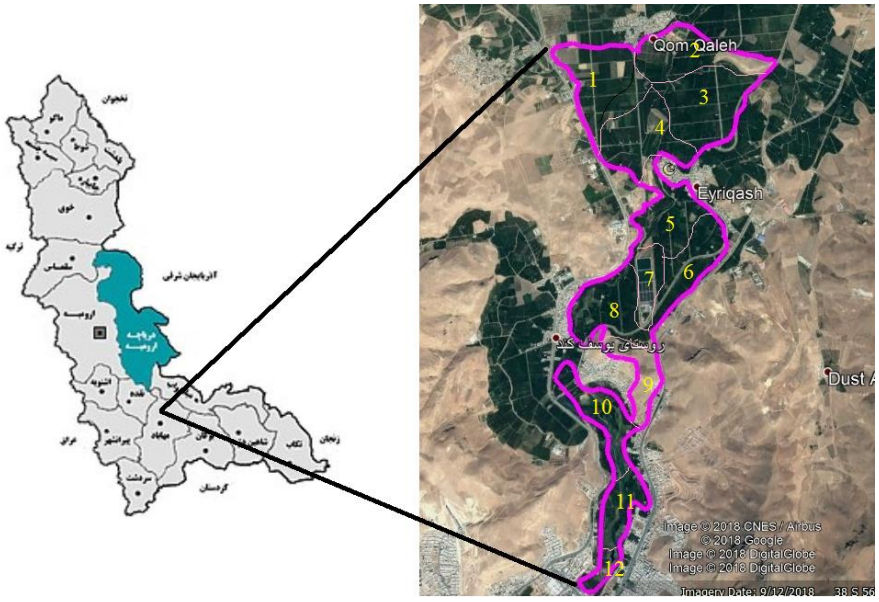
## مقدمه

در کشور ایران، زمین‌های مستعد کشاورزی به‌دلیل کوهستانی و خشک و نیمه‌خشک بودن گسترش چندانی ندارند. بنابراین زمین‌های کشاورزی موجود را می‌توان منابع کمیاب و تجدید ناپذیر دانست که باید با برنامه‌ریزی علمی از آن‌ها حفاظت کرد. به بیان دیگر می‌توان از ارزیابی تناسب اراضی به‌عنوان ابزاری برای طراحی الگوهای بهینه استفاده از اراضی و تخصیص زمین به کاربری‌های معین و سودآورتر بهره برد (زبردست، ۱۳۸۰). برای ارزیابی تناسب اراضی روش‌های مختلف کلاسیک و نوین ارائه شده است. معمول‌ترین و مناسب‌ترین روش کلاسیک روش فائو بوده که ریشه دوم بر اساس تحقیقات مختلف به‌دلیل در نظرگیری قانون حداقل لیبیک و کاهش تاثیر متقابل ویژگی‌های موثر در تولید یک تیپ بهره‌وری معین نتایج مطلوب‌تری ارائه می‌کند (Abdelrahman و همکاران ۲۰۱۶). در این روش واحدهای اراضی که دارای تناسب بینابین می‌باشند فقط می‌توانند مشخصات یکی از کلاس‌ها را به خود اختصاص دهند. همچنین این روش ویژگی‌های پیوسته خاک را در نظر نگرفته و موجب نادیده گرفتن بخش قابل ملاحظه‌ای از اطلاعات خاک می‌شود (محمدی و گیوی، ۱۳۸۰، saeid و همکاران ۲۰۱۵). توسعه نظریه مجموعه‌های فازی به‌عنوان یکی از روش‌های مدرن ارزیابی تناسب اراضی این محدودیت‌ها را مرتفع نموده است (Burgess و Webster ۱۹۸۰). از دیگر محاسن روش مجموعه‌های فازی می‌توان به کاهش در وقت و هزینه و دقت بالای آن اشاره نمود (ثروتی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرف دیگر در روش‌های ارزیابی از کمیت‌های اراضی که به‌طور مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری هستند استفاده می‌شود ولی تحقیقات نشان داده استفاده از کیفیت‌های اراضی مانند آب قابل استفاده، فرسایش-پذیری و ... نتایج مناسب‌تری ارائه می‌کند (Elalem, 2013). با توجه به اینکه کارایی روش نظریه مجموعه‌های فازی توسط محقیق مختلف (Bourough, 1989، و Tang et al., 1991) اثبات شده است، هدف از این تحقیق کارایی کیفیت‌های اراضی در ارزیابی تناسب اراضی منطقه مهاباد برای جو آبی به روش نظریه مجموعه‌های فازی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: zhilla.mansoury1995@gmail.com

پژوهش حاضر در منطقه‌ای به وسعت حدود ۳۳۰۰ هکتار از جنوب به شهر مهاباد از شمال به روستای قوم قلعه از شرق به روستای آیری قاش و از غرب به روستای یوسف کندی محدود می‌شود. این منطقه در حاشیه جنوبی دریاچه ارومیه واقع شده و از نظر جغرافیایی بین مختصات UTM، ۴۰۷۰۷۶۸ تا ۴۰۷۹۸۳۷ عرض شمالی تا ۵۶۵۷۲۸ تا ۵۶۹۵ ۵۹ طول شرقی (شکل ۱) قرار دارد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مهاباد بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۶، معدل سالیانه دما ۱۲/۹ درجه سلسیوس بوده و رژیم حرارتی منطقه مزیک می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه منطقه بالغ بر ۳۵۰ میلی‌متر بوده و بر اساس نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی (بنائی ۱۳۷۷) و نرم‌افزار نیوهال (Newhall and Berdanier, 1996) رژیم رطوبتی منطقه زریک گزارش می‌شود. ۱۲ واحد اراضی با تشریح ۳۷ خاکرخ، مته و ترانشه طبیعی در منطقه مهاباد برای ارزیابی تناسب اراضی تیپ بهره‌وری جو آبی بر اساس روش ژئوپدولوژی (Rossiter, 1996) انتخاب شد. تمامی خاکرخ‌ها بر اساس دستورالعمل تشریح خاک ( Schoenberger و همکاران، ۲۰۱۲) تشریح گردید. در مطالعه حاضر از کلیه افق‌های ژنتیکی مورد مطالعه، نمونه‌برداری صورت گرفت و جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. در نمونه‌های خاک بافت به روش هیدرومتر، درصد ذرات درشت‌تر از شن با غربال کردن، آزمایش‌های شیمیایی شامل واکنش خاک در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی-سازی با اسید، کربن آلی با روش والکلی و بلک اصلاح شده، درصد گچ به روش استون و درصد سدیم تبادلی بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت. خاک‌های منطقه در سه رده انتی‌سول‌ها اینسپتی‌سول‌ها و آلفی‌سول‌ها رده‌بندی شدند. همه خاک‌های منطقه در سه سری آری‌قاش، قوم‌قلعه و گوی‌تپه طبقه-بندی شدند. از کیفیت‌های اراضی نیز آب قابل دسترس با استفاده از دستگاه صفحات فشاری، فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از راهنمای تشریح NRCS و قابلیت نفوذ به روش استوانه مضاعف برای ورود به مدل انتخاب شدند. برای ارزیابی با نظریه مجموعه‌های فازی در این تحقیق از نرم افزار MATLAB نسخه ۷,۱۰,۰,۴۹۹ (R 2016a) به‌منظور برنامه نویسی استفاده گردید. شایان ذکر است که در کل منطقه تعداد ۶۴ رکورد برای تولید مشاهده شده ثبت شده است که برای هر واحد میانگین‌گیری شد.




شکل ۱. جانمایی منطقه مورد مطالعه در استان و شهرستان همراه با واحدهای اراضی

**نتایج و بحث**

در جدول۱ مقادیر عددی ویژگی‌های زمین‌نما و خاک موثر در رشد جو آبی با استفاده از ضرایب وزنی محاسبه شده نشان می‌دهد. شایان ذکر است که در جدول ۱ بجز شیب همه ویژگی‌ها با استفاده از میانگین وزنی محاسبه گردیده است. شایان ذکر است که عدد اقلیم، شاخص تناسب اقلیمی محاسبه‌شده از ویژگی‌های دما، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی) است.

جدول ۱. ویژگی‌های مربوط به زمین نما و خاک

| واحد | شیب (٪) | آهک (٪) | گچ (٪) | اقلیم | شوری (dS/m) | بافت | شاخص اراضی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ | ۱۲/۱ | ۰ | ۹۱/۷ | ۱/۲ | CL | ۶۱/۵ |
| ۲ | ۲ | ۷/۲ | ۰ | ۹۱/۷ | ۳/۹ | SCL | ۶۷/۶ |
| ۳ | ۲ | ۸/۳ | ۰ | ۹۱/۷ | ۳/۱ | C | ۷۱/۶ |
| ۴ | ۱ | ۱۳/۶ | ۰/۵ | ۹۱/۷ | ۱/۲ | SICL | ۵۸/۵ |
| ۵ | ۰ | ۱۶/۴ | ۰ | ۹۱/۷ | ۱/۶ | SICL | ۴۸/۹ |
| ۶ | ۲ | ۱۲/۳ | ۰/۸ | ۹۱/۷ | ۲/۹ | SL | ۵۲/۵ |
| ۷ | ۳ | ۲۱/۴ | ۰/۹ | ۹۱/۷ | ۱/۲ | L | ۴۰/۴ |
| ۸ | ۲ | ۱۹/۲ | ۰ | ۹۱/۷ | ۶/۲ | L | ۴۳/۵ |
| ۹ | ۰ | ۶/۷ | ۰ | ۹۱/۷ | ۵/۳ | SCL | ۶۲/۷ |
| ۱۰ | ۰ | ۳/۸ | ۰ | ۹۱/۷ | ۵/۲ | C | ۴۸/۵ |
| ۱۱ | ۱ | ۱۶/۱ | ۰ | ۹۱/۷ | ۲/۱ | C | ۴۸/۷ |
| ۱۲ | ۱ | ۱۲/۹ | ۱ | ۹۱/۷ | ۲/۳ | L | ۷/۵۱ |

جدول ۲. کیفیت‌های مربوط به زمین نما و خاک

| واحد | آب قابل استفاده (حجم/حجم) | فرسایش‌پذیری | نفوذپذیری |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۴۶ | کم | متوسط |
| ۲ | ۰/۳۶ | نسبتا زیاد | کم |
| ۳ | ۰/۵۴ | متوسط | خوب |
| ۴ | ۰/۳۸ | کم | متوسط |
| ۵ | ۰/۴۱ | نسبتا زیاد | متوسط |
| ۶ | ۰/۴۳ | کم | خوب |
| ۷ | ۰/۳۱ | متوسط | خوب |
| ۸ | ۰/۳۷ | نسبتا زیاد | خوب |
| ۹ | ۰/۳۹ | کم | متوسط |
| ۱۰ | ۰/۵ | متوسط | کم |
| ۱۱ | ۰/۵ | کم | کم |
| ۱۲ | ۰/۳۷ | نسبتا زیاد | خوب |

نتایج نشان داد که که بر اساس وزن‌های بدست آمده با روش فازی اقلیم (۰/۵۱۷)، میزان رطوبت قابل استفاده (۰/۴۹۳)، زه‌کشی (۰/۳۷۲)، دارای بیشترین وزن‌ها و گچ (۰/۰۷۳)، شوری (۰/۱۴۵) و آهک (۰/۱۸۶) دارای کمترین وزن (درجه اهمیت) می‌باشند.

برای محاسبه ماتریس اوزان یا W (۱×۸)، با ماتریس خصوصیات یا R ( ۸× ۵) ترکیب و نتیجه آن به ماتریس تناسب اولیه یا St ( ۱× ۵) قرار داده شد. ماتریس معیار یا P ( ۱× ۵) تابع عضویت تولید محصول در هر واحد اراضی است و اجزای آن، درجه عضویت برای هر یک از کلاس‌های تناسب اراضی را نشان می‌دهند. 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) و با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ انجام، و شباهت آن‌ها بین دو ماتریس، از طریق یک ملاک فاصله‌ای توسط نرم‌افزار تعیین شد.

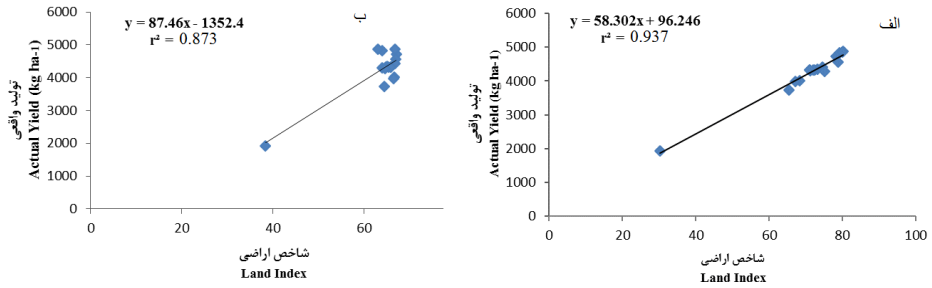
$$d(St,P) = \sqrt{\frac{[\sum_{j=1}^{n}(s_{tj} - P_j)2]}{n}}$$ (رابطه۱)

Mt= 1- d (St, P) (رابطه۲)

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 می‌باشند. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج Elaalem و همکاران ۲۰۱۱ و Abdelrahman و همکاران ۲۰۱۶ 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 خصوصیات و کیفیات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارائی 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 ننمودن خاک به داده‌های اندازه‌گیری اشاره نمود.

نتایج ایجاد همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه نشان داد که با وجود مناسب بودن هر دو روش فازی و پارامتریک، روش مبتنی بر نظریه مجموعه‌های فازی با استفاده از روش شبیه‌سازی به ترتیب با ویژگی‌های اراضی (۰/۸۷۳) و ویژگی‌های اراضی در تلفیق با کیفیت-های اراضی (۰/۹۳۷) دارای همبستگی بیشتری نسبت به روش پارامتریک ریشه دوم (۰/۸۲۱) بوده و منجر به نتایج بهتری شده است (شکل ۲).

از معایب نظریه فازی در ارزیابی تناسب اراضی، حجم نسبتا زیاد محاسبات می‌باشد که این حجم زیاد محاسبات با بکارگیری برنامه‌نویسی در محیط نرم-افزار متلب تا حد زیادی کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بین شاخص اراضی و تولید واقعی در روش پارامتریک کمتر از روش فازی می‌باشد. همچنین نرم‌افزار متلب و حدود انتقالی انتخاب شده توسط محققین این تحقیق توانسته شاخص اراضی را برای محصول جو آبی بهتر از روش پارامتریک برآورد نماید.




شکل ۲. ضریب تبیین محاسبه شده بین شاخص اراضی و تولیدت واقعی (الف: تلفیق ویژگی‌ها و خصوصیات، ب: خصوصیات اراضی)

## نتیجه‌گیری

دقت روش‌های ارزیابی تناسب اراضی بستگی به درجه تاثیر خصوصیات اراضی انتخاب شده روی تولید محصول دارد و ماتریس نهایی تناسب اراضی در هر واحد اراضی، درجه تناسب اراضی را به نسبت کلاس‌های مختلف تناسب اراضی نشان می‌دهد. کیفیت‌های اراضی و اقلیم به علت دارا بودن بیشترین وزن، به عنوان مهم‌ترین معیار و آهک، گچ و شوری به علت دارا بودن کمترین وزن، کم اهمیت‌ترین معیار در بین خصوصیات موثر انتخاب شده در کشت جو آبی در منطقه مهاباد می‌باشد. نتایج ایجاد همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه نشان داد که با وجود مناسب بودن هر دو روش فازی و پارامتریک، روش مبتنی بر نظریه مجموعه‌های فازی با استفاده از روش شبیه‌سازی به ترتیب با ویژگی‌های اراضی (۰/۸۷۳) و ویژگی‌های اراضی در تلفیق با کیفیت‌های اراضی (۰/۹۳۷) دارای همبستگی بیشتری نسبت به روش پارامتریک ریشه دوم (۰/۸۲۱) بوده و منجر به نتایج بهتری شده است. لذا بایستی جداول سایس برای جو آبی در شرایط ایران واسنجی شود. از طرف دیگر نشان‌دهنده این است که نرم‌افزار متلب و حدود انتقالی انتخاب شده توسط محققین این تحقیق توانسته شاخص اراضی را برای محصول جو آبی بهتر از روش پارامتریک برآورد نماید. همچنین استفاده از کیفیت‌های اراضی نیز دقت مدل را به‌طور نسبی افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه روش فازی نسبت به پارامتریک وکیفیت‌های اراضی نسبت به خصوصیات اراضی نتایج بهتری ارائه می‌دهد، بنابراین پیشنهاد می شود که از روش‌های فازی و کیفیت‌های اراضی توامان در تهیه نقشه-های تناسب اراضی و کلاس‌های تناسب اراضی استفاده گردد، تا شاید بتوان صحت و دقت این نقشه‌ها را جهت نیل به مدیریت پایدار اراضی افزایش داد.

**منابع**

ثروتی، م.، ممتاز، ح. ر.، رضائی، ح و پیشنماز احمدی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی تناسب اراضی منطقه هشترود با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تیپ بهره وری نخود آبی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد ۷(۳)، ۱۶۶ - ۱۵۳.

محمدی، ج. گیوی، ج. ۱۳۸۰. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه فلاورجان (اصفهان) با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، غلوم آب و خاک، جلد ۵ (۱)، ۱۱۶-۱۰۳.

AbdelRahman, M.A.E., Natarajan, A., Srinivasamurty, C.A., Hegde, R. 2016. Estimating soil fertility status in physically degraded land using GIS and remote sensing techniques inChamarajanagar district, Karnataka, India. Egypt J Remote Sens Space Sci, 19: 95-108.

Burrough, P.A., 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. European Journal of Soil Science, 40: 477-492.

Burgess, T.M., and Webster, R., 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: I. the semi-variogram and punctual kriging. J. Soil Sci, 31: 315-331.

Elaalem, M., Comber, A., and Fisher, P.A. 2011. Comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability. Transactions in GIS, 15(3):329–346.

Elaalem, M,. 2013. A comparison of parametric and fuzzy multi-criteria methods for evaluating land suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya. APCBEE Procedia, 5: 405-409.

Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conversations Service, Soil Survey Investigation Report, No. 46, 13p.

Rossiter, D.G. 1996, A theoretical framework for land evaluation . Geoderma, 72: 165-190.

Saeid, K., Bagherzadeh, A., Ebrahimi, H. 2015. parametric approach to land evaluation methods using Gis Model At Jolgeh-Rokh Plain, Iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 5: 2231–6345.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 295p.

Tang, H.J., Debavye, J., and Van Ranst, E.1991. Land suitability classification based on fuzzy-set theory. Pedologie, 41: 277-290.

16th Iranian Soil Science Congress

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

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

# Land quality Performance on land suitability evaluation by fuzzy methods

Mansoury[*1], Zh., Momtaz[2], H.R., Servati, M[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Urmia University, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Urmia University, Iran
[3] Assistant Prof., Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Iran

**Abstract**

One of the best agricultural policies for food security is the evaluation of arable lands. FAO framework has been criticized by a number of authors, because the Boolean representations ignore the continuous nature of soil, landscape variation and uncertainties in measurement. In this research, the parametric Square Root Method via a Fuzzy Set Theory by land characteristics and qualities were used to evaluate the suitability of irrigated barley in Mahabad region. In order to achieve to this goal, properties were selected based on FAO framework approach and researcher and then land suitability evaluation was done on 12 land unit of study area. The results revealed that, calculated correlation coefficients values between the land index and actual yield with fuzzy method was (r=0 .937, 0.873) more than Parametric method (r2= 0.821). Finally, it could be expressed that the appropriate membership functions and transition range in fuzzy set theory can be used as an efficient method in land suitability evaluation.

**Keywords**: Actual yield, Barley, Land index, Mahabad

[*] Corresponding author, Email: zhilla.mansoury1995@gmail.com