پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

مقایسه روش‌های پارامتریک و فازی‌سازی شاخص اراضی به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی منطقه گل‌دشت استان مازندران برای برنج آبی

سیده فاطمه نبوی[۱]*، نفیسه یغمائیان مهابادی[۲]، شهرام محمود سلطانی[۳]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گیلان

چکیده

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی و زیربنایی اصلی فعالیت‌های کشاورزی را تشکیل می‌دهد و این منبع برخلاف آب که تا حدودی قابل برگشت است، غیر قابل جبران می‌باشد. بنابراین، ارزیابی اراضی با توجه به توانمندی خاک و اقلیم، در استفاده بهینه از منابع خاک، آب و سرمایه امری ضروری است. ارزیابی تناسب اراضی عبارت از شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت تولید است. این پژوهش با هدف ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه گل‌دشت استان مازندران برای برنج آبی با استفاده از دو روش پارامتریک و روش فازی‌سازی شاخص اراضی و مقایسه این دو روش اجرا گردید. بدین منظور نمونه‌برداری از خاک‌های شالیزاری در ۵۰ نقطه و در چهار عمق مختلف بر اساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم انجام شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد واقعی، برداشت محصول در پلاتی به وسعت یک مترمربع به مرکزیت محل‌های نمونه‌برداری خاک انجام شد. برای محاسبه شاخص اراضی از روش پارامتریک (ریشه دوم) و فازی‌سازی شاخص اراضی استفاده گردید. نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. مقایسه ضرایب همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر عملکرد واقعی نشان داد که به دلیل وجود ضریب تبیین بالاتر، روش فازی‌سازی شاخص اراضی(R^2 =۰/۷۲) نسبت به روش پارامتریک (R^2 =۰/۶۰) از کارآیی بیشتری در تعیین کلاس‌های کیفی تناسب اراضی برای برنج آبی در منطقه مورد مطالعه، برخوردار است. با توجه به نتایج بدست آمده برای عمق‌های مختلف با استفاده از دو روش مورد استفاده پیشنهاد می‌شود، روش فازی‌سازی شاخص اراضی در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر به دلیل همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه‌ی گل‌دشت آمل مدنظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: اعداد فازی مثلثی، عملکرد واقعی، همبستگی.

مقدمه

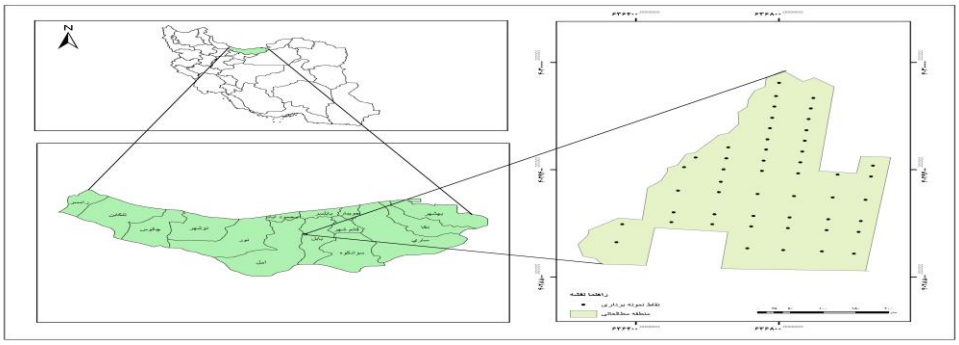
ارزیابی تناسب اراضی عبارت از شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت تولید است (Prakash, 2003). چندین روش برای ارزیابی تناسب اراضی پیشنهاد شده که از جمله می‌توان به روش پارامتریک (ریشه دوم) اشاره نمود (FAO, 1984). در این روش یک درجه‌بندی کمی به هر یک از ویژگی‌های زمین اختصاص داده می‌شود و این روش بر مبنای نظریه دو ارزشی بولین استوار بوده و کلاس‌های مختلف تناسب اراضی را به صورت گروه‌های کاملا مجزا و گسسته تعریف می‌کنند (محمدی، ۱۳۸۵). بر خلاف منطق بولین، منطق فازی درستی هرچیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان داده و در این نظریه عضویت به‌صورت دو ارزشی نبوده، بلکه می‌تواند طیفی از اعداد بین صفر تا یک را به‌خود اختصاص دهد (سرمدیان و همکاران، ۱۳۸۸). مجموعه‌های فازی در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی نه‌تنها کلاس تناسب غالب تناسب اراضی را مشخص می‌سازد؛ بلکه درجه تعلق واحد اراضی مورد نظر را به دیگر کلاس‌های تناسب تعیین می‌نماید (امیریان و همکاران، ۱۳۹۵). الالم (Elaalem, 2013) ارزیابی تناسب اراضی و مقایسه‌ی روش‌های پارامتریک و چند معیاری فازی را برای زیتون در دشت جفرای لیبی انجام داد. نتایج روش فازی نشان داد که اغلب منطقه‌ی مورد مطالعه برای تولید زیتون، بسیار مناسب است در حالی‌که نتایج به‌دست آمده از روش پارامتریک نشان داد که بسیاری از منطقه‌ی مورد مطالعه برای تولید زیتون، نسبتاً مناسب است. همچنین در تحقیقات انجام شده توسط روگر و همکاران (Roger et al., 2000) و رودریگو و همکاران (Rodrigo et al., 2005) نتایج مشابه‌ای به‌دست آمده و نشان دهنده برتری روش فازی نسبت به روش‌های کلاسیک می‌باشند. در

* ایمیل نویسنده مسئول: nabavi.f91@gmail.com

این پژوهش به دلیل کارایی بالای روش فازی در بیان تغییرپذیری ویژگی‌های خاک، از این روش برای ارزیابی تناسب اراضی برنج آبی در منطقه گل‌دشت استان مازندران، استفاده و نتایج حاصل با نتایج روش فائو (پارامتریک) مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به مساحت تقریبی ۷۲ هکتار در بخشی از مزارع پژوهشی گل‌دشت معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، با فاصله ۲۱ کیلومتری از شهرستان بابل انجام گردید. منطقه مذکور از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۳۰ °۵۲ تا ″۳۰ ′۳۲ °۵۲ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۲۳ °۳۶ تا ″۳۰ ′۲۴ °۳۶ شمالی واقع شده است (شکل۱). در این پژوهش جهت انجام ارزیابی تناسب اراضی، تعداد ۵۰ نقطه مشاهداتی براساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم بدست آمد. نمونه‌برداری خاک از چهار عمق صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۷۵ و ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر انجام گرفت. همچنین یک خاک‌رخ شاهد در منطقه مطالعاتی تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن نمونه‌برداری شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد واقعی، برداشت محصول در پلاتی به وسعت یک مترمربع به مرکزیت محل‌های نمونه‌برداری خاک انجام شد. پس از هوا خشک نمودن نمونه‌های خاک و عبور از الک دو میلی‌متری، تجزیه‌های آزمایشگاهی مورد نیاز براساس نیازهای خاکی برنج (گیوی، ۱۳۷۶؛ Sys et al., 1993) انجام گرفت.



شکل۱؛ موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

ارزیابی کیفی تناسب اراضی

روش پارامتریک

به منظور ارزیابی تناسب اراضی برای یک گیاه خاص لازم است ابتدا نیازهای رویشی گیاه مورد نظر مشخص شود. در این پژوهش نیازهای اقلیمی و نیازهای زمین‌نما و خاکی برای کشت برنج بر اساس جداول پیشنهادی سایس و همکاران (Sys et al., 1993) و گیوی (۱۳۷۶) تعیین شدند. سپس از روش پارامتریک ریشه دوم برای تعیین شاخص اراضی و کلاس تناسب استفاده شد (Khidir, 1986).

فازی‌سازی شاخص اراضی

ابتدا تمامی متغیرها یا عوامل اقلیمی و ویژگی‌های خاک و توپوگرافی دخیل در ارزیابی تناسب اراضی برای برنج به‌صورت اعداد فازی مثلثی تعریف شدند و سپس شاخص اراضی به‌صورت یک عدد فازی بدست آمد (مهدوی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۵). در نهایت، برای به‌دست آوردن مقدار عددی نتیجه روش فازی اعمال شده (فرایند نافازی کردن)، از روش مرکز ثقل استفاده شد (کوره‌پزان، ۱۳۸۴) (رابطه۱).

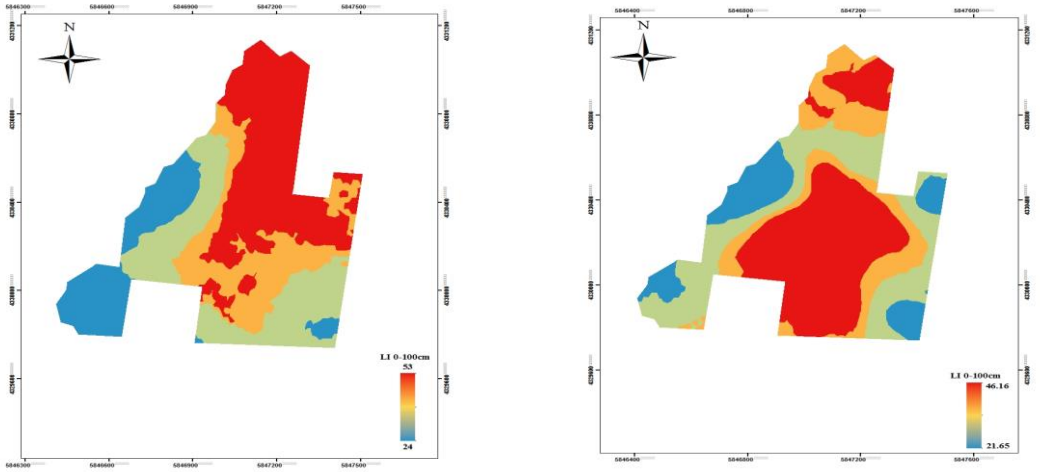
رابطه۱

$$Z^* = \frac{[(UR - LR) + (MR - LR)]}{3} + LR$$

در این معادله Z^* ، کمیت غیر فازی شده و UR، MR و LR به ترتیب مقادیر حداکثر، میانگین و حداقل اعداد فازی مثلثی می‌باشند. در پژوهش حاظر به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج، محاسبات مربوط به شاخص اراضی در چهار عمق مورد نظر انجام گرفت. لازم به ذکر است که تمام محاسبه‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق در محیط نرم افزار اکسل انجام گرفتند و پهنه‌بندی با استفاده از روش کریجینگ معمولی در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10.3 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی (عمق 100- 0 سانتی‌متر) نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) (عمق 100- 0 سانتی‌متر) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. محمدی و اسماعیل‌نژاد (۱۳۹۳) به ارزیابی کیفی تناسب اراضی با استفاده از روش پارامتریک ریشه دوم برای برنج در نواحی مرکزی گیلان پرداختند. در این پژوهش ۱۱ واحد اراضی مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت عمده واحدها در کلاس S3 و برخی نیز در کلاس S2 قرار گرفتند. شکل۲ پهنه‌بندی شاخص اراضی به روش پارامتریک و فازی سازی شاخص اراضی برای نقاط مطالعاتی در عمق صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متر را نشان می‌دهد. شکل ۲- الف نشان می‌دهد که قسمت‌های شمال، شمال شرقی و مرکز منطقه از شاخص‌های اراضی بالاتری برخوردار هستند و ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی سازی شاخص اراضی نشان می‌دهد که قسمت‌های شمال، مرکز و جنوب منطقه از شاخص‌های اراضی بالاتری برخوردار هستند (شکل ۲-ب). مقایسه همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر تولید واقعی برای دو روش مذکور (شکل۳)، حاکی از کارایی بالاتر روش فازی سازی شاخص اراضی (R^2 =۰/۷۲) نسبت به روش پارامتریک (ریشه دوم) (R^2 =۰/۶۰) در ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مورد مطالعه برای برنج است. نتایج مطالعات محمدی وگیوی(۲۰۰۱)، نشان داد که همبستگی بین عملکرد محصول مشاهده شده و شاخص تناسب اراضی در روش فازی بیش تر ازروش پارامتریک است.

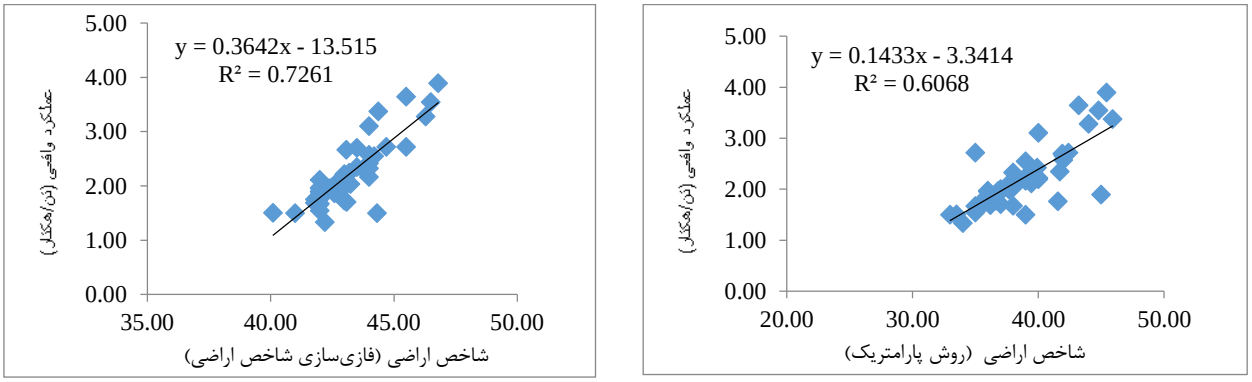


(الف) (ب)

شکل۲؛ پهنه‌بندی شاخص اراضی به روش (الف): پارامتریک و (ب): فازی‌سازی شاخص اراضی

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روش فازی، با ضریب همبستگی بیشتر، دارای دقت و توانایی بیشتری در پیش‌بینی تولید محصول است، چراکه روش فازی ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارایی بهتری دارد. یکی از مزیت‌های نظریه‌های مجموعه فازی این است که پیوستگی اراضی را درکلاس‌های مختلف به صورت پیوسته نشان می‌دهد. روش فازی به دلیل تولید اوزان تصادفی برای هریک از ویژگی‌های اراضی با روش‌های رایج ارزیابی اراضی متفاوت بوده و به همین دلیل از دقت و کارآیی بالاتری برخوردار است. نتایج مقایسه کلاس تناسب کیفی محاسبه شده بر اساس اطلاعات خاک‌رخ شاهد با دیگر نقاط مشاهداتی در چهار عمق مورد مطالعه در جدول ۱ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که در روش فازی‌سازی شاخص اراضی درصد همخوانی متهها با خاک‌رخ شاهد در مقایسه با روش پارامتریک بیشتر است؛ یکی از دلایل برتری روش فازی‌سازی شاخص اراضی این است که ابتدا تمامی متغیرهای مورد استفاده در محاسبه کلاس‌های تناسب اراضی منطقه، شامل عوامل اقلیمی و ویژگی‌های خاک و توپوگرافی به صورت اعداد فازی تعریف شدند و سپس شاخص اراضی به صورت یک عدد فازی بدست آمد. همچنین در این روش اختلاف قابل توجهی بین درصد همخوانی نتایج نقاط مشاهداتی با خاک‌رخ شاهد برای چهار عمق مشاهده نشد؛ در حالیکه در روش پارامتریک درصد همخوانی نتایج نقاط مشاهداتی در عمق‌های صفر تا ۵۰ و صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متر با خاک‌رخ شاهد به‌هم نزدیک هستند و با نتایج بدست آمده از دو عمق دیگر متفاوتند. بنابرین روش پارامتریک، استفاده از عمق صفر تا ۵۰ و روش فازی‌سازی شاخص اراضی استفاده از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر را به دلیل

همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی تناسب کیفی اراضی منطقه مورد مطالعه برای برنج پیش روی قرار می‌دهد.



(الف) (ب)

شکل ۳؛ همبستگی بین عملکرد واقعی و شاخص اراضی اندازه‌گیری شده به روش (الف)؛ فازی‌سازی شاخص اراضی و (ب)؛ پارامتریک

جدول ۱؛ نتایج مقایسه کلاس تناسب کیفی محاسبه شده بر اساس اطلاعات خاک‌رخ شاهد به روش پارامتریک با دیگر نقاط مشاهداتی در چهار عمق مورد مطالعه

	پارامتریک		فازی‌سازی شاخص اراضی	
عمق (cm)	تعداد متهی دارای کلاس یکسان با خاک‌رخ شاهد	درصد همخوانی متهها با کلاس خاک‌رخ شاهد	تعداد متهی دارای زیر کلاس یکسان با خاک‌رخ شاهد	درصد همخوانی متهها با زیر کلاس خاکرخ شاهد
۰ - ۲۵	۴۳	۸۶	۵۰	۱۰۰
۰ - ۵۰	۵۰	۱۰۰	۴۸	۹۶
۰ - ۷۵	۳۸	۷۶	۴۸	۹۶
۰ -۱۰۰	۴۹	۹۸	۵۰	۱۰۰

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. مقایسه ضرایب همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر عملکرد اندازه‌گیری شده حاکی از آن است که روش فازی‌سازی شاخص اراضی با ضریب همبستگی بالاتر نسبت به روش پارامتریک از کارآیی بیشتری در تعیین کلاس‌های تناسب اراضی برای کشت برنج آبی در منطقه مورد مطالعه برخوردار است که یکی از دلایل آن می‌تواند فازی‌سازی جداگانه هر کدام از متغیرهای دخیل در شاخص اراضی باشد، همچنین روش فازی ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک توانایی بیشتری دارد. با توجه به نتایج بدست آمده برای عمق‌های مختلف با استفاده از دو روش مورد استفاده پیشنهاد می‌شود روش فازی‌سازی شاخص اراضی در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر به دلیل همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه‌ی گل‌دشت آمل مدنظر قرار گیرد.

منابع

امیریان، ف. جعفرزاده، ع.ا.، شهبازی، ف. قربانی، م.ع و ثروتی، م. ۱۳۹۵. کاربرد نظریه مجموعه‌های فازی و روش فائو در تناسب و خوشه‌بندی واحدهای اراضی منطقه مرند برای محصولات آفتابگردان و کلزا.

سرمدیان، ف. کشاورزی ع و عسگری م، ۱۳۸۸. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه تاکستان با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی. صفحه های ۵۱۹ تا ۵۲۱. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، ۲۱ تا ۲۳ تیر ماه. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

کوره‌پزان دزفولی، ا. ۱۳۸۴. اصول تئوری و مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی امیرکبیر.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، مشاور علمی موسسه تحقیقات خاک و آب و عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهر کرد. نشریه شماره ۱۰۱۵.

مهدوی فیروز آبادی، م. اسفندیار پور بروجنی، ع.، باقری بداغ آبادی، م. و کمالی، ا. ۱۳۹۵. مقایسه دو روش فازی به منظور تعیین عمق بهینه خاک در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شماره۶.

Carter, M. R.,2000.Soil sampling and methods of analysis, pp 499-511.

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.

Prakash T.N. 2003. Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach. M.S. Thesis. International Institute for geoin formation science and earth observation, Nether lands.

Rodrigo S, Sicat A, Emmanuel JM, Carranza U and Bhaskar N, 2005. Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification. Agricultural Systems 83: 49–75.

Roger MC, Durk R, Cazemier P, 2000.Representing and processing uncertain soilin formation for mapping soil hydrological properties. Computers and Electronics inAgriculture29: 41-57.

Sys, C., Van E.Ranst, J.Debaveye and F.Beernaert. 1993. Land Evaluation. Part III: Methods in Land Evaluation. General Administration for Development Cooperation, Place du champ de Mars 5 bte 57-1050 Brussels, Belgium.

Mohammadi, J.,and Givi, J. 2001.Land suitability evaluation for irrigated Wheat in Falavar jan region,Isfahan;using Fuzzy set theory. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources,5(1): 103 -116.

Thomas G.W. 1982. Exchangeable cations. In: Page A L., Miller R.H. and Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis- Part 2. American Society of Agronomy, Madison, 159-165.

Walkley A, and Black IA, 1934. An examination of the Degtiareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science 37: 29-38.

Pedometery and Soil Evaluation

Comparison of Method Parametric and land index fuzzy in order to Qualitative Assessment of Land Suitability of Goldasht of Mazandaran Province for irrigated rice

Seyedeh Fatemeh Nabavi[1]*, Nafiseh Yaghmaeian Mahabadi[2], Shahram Mahmoud Soltani [3]

[1]master of Soil Science, Guilan University, [2] Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University, [3] Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research and Education Organization, Guilan

Abstract

Soils constitute the main natural resources and basic infrastructure for agricultural activities, and this source is irreplaceable, unlike water, which is partially reversible. Therefore, land evaluation is essential for the optimal use of soil, water and capital resources due to the potential of soil and climate. Land suitability assessment is the identification of land production capacity and the selection of the user in proportion to this production capacity. The purpose of this study was to evaluate qualitative land suitability for irrigated rice area Goldasht Mazandaran province using parametric methods and Fuzzy of Land Index and comparison of the two methods was conducted. For this purpose, sampling of rice soils at 50 points was performed based on the regular network sampling pattern. In order to measure actual yield, harvesting was carried out in a plot of 1 square meter to the center of soil sampling sites. Soil samples were transferred to the laboratory for chemical analysis after air drying and passing through a 2 mm sieve. Parametric method (Square root) and land index fuzzy were used to calculate land indices. Finally, land suitability classes were determined and the accuracy of the two methods was compared in determining these classes. The results of land suitability assessment based on land index fuzzy showed that the study area in class S3 and using the parametric method (Square root) in the class S3 and N is placed. Comparison of the correlation coefficients between the calculated area index and the measured values of performance showed that due to the higher explanatory factor, the fuzzy method of land index (R2 = 0.72) compared to the parametric method (R2 = 0/60) of The accuracy and accuracy of determining the land suitability classes for irrigated rice in the study area is accurate. According to the results obtained for different depths using two methods, it is suggested that the land index fuzzy method of the land index at depths of 0 to 25 cm due to high consistency with the results of the control soil and, in addition, the time and cost of its studies, for Land suitability assessment for rice in Goldasht Amol area should be considered.

Keywords: Triangular fuzzy numbers, Actual yield, Correlation

* Corresponding author, Email: Nabavi.f91@gmail.com