

تحلیل آماری نتایج حاصل از کاربرد روش های پارامتریک و مدل Almagra

در ارزیابی تناسب اراضی

حسین رضائی^{1*}، فرزین شهبازی²، علی اصغر جعفرزاده² و سید سیامک علوی کیا³

تاریخ دریافت: 89/3/17 تاریخ پذیرش: 89/6/28

- 1- دانشجوی دکترا، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- 2- استادیار و استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- 3- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه : E-mail : h_rezaei_1984@yahoo.com

چکیده

ارزیابی اراضی گامی مهم در مطالعات خاکشناسی و توسعه کشاورزی پایدار می باشد. در این تحقیق سه روش استوری، ریشه دوم و مدل آلماگرا¹ به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی شهرستان اهر واقع در استان آذربایجان- شرقی به مساحت تقریبی 9000 هکتار برای محصولات گندم، ذرت، سیب زمینی و سویا مورد استفاده قرار گرفت. به منظور بررسی کاربرد هر یک از روش های مذکور برای انواع محصولات مورد مطالعه، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. نتایج هر سه روش نشان داد که محصولات گندم، ذرت، سیب زمینی و سویا به ترتیب بیشترین تناسب را برای اراضی دارا می باشند. تعداد کلاس های تناسب بدست آمده از بکارگیری مدل آلماگرا با رتبه های بالاتر بیش از روش های پارامتریک بود. نتیجه بررسی اثر متقابل نوع محصول در نوع روش ارزیابی تناسب اراضی نشان داد که مدل آلماگرا نسبت به ریشه دوم و آن هم نسبت به استوری، اراضی را در کلاس های تناسب بالاتر قرار می دهد. علت را می توان در ماهیت مدل آلماگرا که بر مبنای روش محدودیت ساده و یا حداکثر عمل می کند و یا به عدم تأثیر فاکتور اقلیم در کلاس بندی نسبت داد. بنابراین می توان بیان نمود که استفاده از مدل آلماگرا فقط از جنبه ارزیابی خاک بوده و برای ارزیابی تناسب اراضی بایستی این مدل در توالی با مدل های Terraza و Cervatana مورد استفاده قرار گیرد و در مواقعی که اقلیم عامل محدود کننده نباشد نتایج ارزیابی خاک معادل با ارزیابی اراضی خواهد بود. بررسی اثر متقابل نوع محصول و نوع خاک نیز نشانگر تفاوت معنی دار کاربرد روش های مذکور در انواع خاک ها می باشد. علت بروز رتبه های بالاتر برای اراضی توسط مدل آلماگرا را می توان به ماتریس تأثیر ویژگی های خاک در نوع محدودیت ها نسبت داد. تلفیق نتایج حاصل از مدل آلماگرا و همچنین روش های پارامتریک با GIS می تواند نقشه های زمین مرجع با دقت بالا ایجاد کند که موجب فهم و تفسیر هر چه بهتر وضعیت تناسب منطقه برای انواع محصولات باشد.

واژه های کلیدی: ارزیابی اراضی، تحلیل آماری، روش های پارامتریک، مدل آلماگرا

Statistical Analysis of Results of Parametric Methods and Almagra

Model in Land Suitability Evaluation

H Rezaei¹, F Shahbazi^{2*}, AA Jafarzadeh² and SS Alavikia³

Received: 07 June 2010 Accepted: 19 September 2010

¹MSc, Soil Sci Dept., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran

²Assist. Prof. and Prof., Soil Sci. Dept., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran

³Assist. Prof. Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agric., Univ. of Tabriz., Iran

*Corresponding author: E-mail h_rezaei_1984@yahoo.com

Abstract

Land evaluation is an important step in soil surveying and developing the sustainable agriculture. In this research three methods: Storie, Square root and Almagra model were used to evaluate the qualitative suitability of wheat, maize, potato and soybean for 9000 ha in Ahar area located in the East Azerbaijan province. The study was conducted using a factorial experiment based on completely randomized design to assess the efficiency of each of the mentioned procedures for the studied land-use types. The results showed that the area was more suitable for wheat, maize, potato and soybean, respectively. Also, suitability classes suggested by the Almagra model were higher as compared with parametric methods. Assessing the interaction effect between land-use type and different approaches revealed that Almagra model had the best suitability in comparison with square root and that than storie. Furthermore, the cause can be due to both the nature of Almagra model that acts based on simple limitation and number and no impact of climate on classification. Therefore, it is clear that Almagra model application is only possible for soil suitability evaluation while for land suitability evaluation must be used after Terraza and Cervatana models usage. However, in the case of no climatic limitation soil evaluation results will be equal with land suitability evaluation. Interaction of land-use and soil type also indicated that above mentioned methods may have different different efficiencies in various soils. The cause of higher range for the land suitability by Almagra can be attributed to the effect of soil matrix properties on limitation types. Integrating the Almagra model and the output from parametric methods with using GIS can produce geo-referenced thematic maps with high accuracy which will increase understanding and interpretation of land suitability for different crops.

KeyWords: Almagra model, Land evaluation, Parametric methods, Statistical analysis

مقدمه

دانش ارزیابی اراضی همراه با استفاده از سیستم‌های نوین و دنیای نرم‌افزار و رایانه اولین و مهمترین گام در برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی بوده و اهمیت ارزیابی اراضی را بیش از پیش نمایان می‌سازد (دلاروزا و همکاران 2004). با این توضیحات می‌توان به کاربردی بودن علم ارزیابی اراضی و تجهیز و تلفیق آن با امکانات پیشرفته مثل سنجش از دور به کمک تصاویر ماهواره‌ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت تفسیر و تعمیم داده‌های نواحی مجاور فاقد نقاط نمونه‌برداری و سیستم‌های تصمیم‌گیری مانند میکرولیز¹ بیش از پیش واقف شد (شهبازی 1387). این سیستم برای برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی جنوب شهرستان اهر جهت ارزیابی محدودیت‌های اقلیمی، تعیین استعداد اراضی، تناسب برخی محصولات استراتژیک برای اراضی مستعد، حفظ اراضی غیرمستعد کشاورزی با معرفی بوته‌ها و گونه‌های مناسب جنگلی، پیش‌بینی پتانسیل تولید گندم و ذرت مورد استفاده قرار گرفت (شهبازی و همکاران 2008).

درویش و همکاران (2006) مطالعه تناسب اراضی ساحل باراکا به وسعت تقریبی یک میلیون کیلومتر مربع واقع در مصر جهت کشت محصولات گندم، سیب‌زمینی، آفتابگردان، یونجه و مرکبات را با استفاده از مدل آلماکرا از مدل‌های سیستم میکرولیز انجام دادند. پس از تلفیق نتایج با GIS، نقشه‌های تناسب برای تمامی محصولات مورد مطالعه با هدف توسعه کشاورزی پایدار ارائه گردید. براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، خاک‌های مذکور برای کشت محصولات گندم، سیب‌زمینی و آفتابگردان دارای تناسب بالا و برای یونجه و مرکبات از تناسب پایین با محدودیت خاک برخوردار بوده‌اند. مطالعات دیگری نیز در این خصوص توسط جعفرزاده و همکاران (2009)، وهبا و همکاران (2007)، اردوغان و همکاران (2006)، کلگنباؤ (2002)، گارسیا و همکاران (2006) و دلاروزا و همکاران (1992 و 1996) صورت گرفته که هر یک گامی در جهت کاربردی‌تر نمودن روش‌های نوین ارزیابی اراضی بوده است. توسعه کاربرد چنین سیستم‌هایی در آینده قابل پیش‌بینی بوده و همانند سایر علوم، استفاده از رایانه و

رشد جمعیت و تأمین غذا از اهداف قدیمی بشر بوده و در حال حاضر نیز افزایش جمعیت و تأمین مواد غذایی دو مسئله عمده دنیا تلقی شده و بایستی بین این دو مقوله توازن برقرار باشد تا مشکل امنیت غذایی پیش نیاید. با گسترش شاخه‌های مختلف علوم خاک و ایجاد نرم‌افزارهای متنوع، راهکارهایی برای ارزیابی در مقیاس ناحیه‌ای با صرف هزینه و زمان کمتر و دقت بیشتر جهت برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی ارائه شده است که پایه منطقی این برنامه‌ریزی با مطالعات ارزیابی اراضی و تعیین ارزش آنها برای اهداف خاص فراهم می‌گردد (دلاروزا و همکاران 2004). چالش عمده برنامه‌ریزی استفاده از اراضی، حفظ پتانسیل بیوفیزیکی اراضی و خاک و در عین حال متنوع نمودن استفاده‌های کشاورزی و جلوگیری از تخریب محیط و توسعه نظام‌های پایدار است (گاس 1993).

بطور کلی روش‌های عمومی مختلفی برای ارزیابی اراضی فاریاب موجود می‌باشد که در این رابطه می‌توان به روش ارزیابی اداره آبادانی آمریکا، طبقه‌بندی قابلیت و استعداد اراضی و روش پارامتریک اشاره کرد (کلینگ-بیل و مونت‌گومری 1996). مطالعات زیادی در دنیا و ایران با استفاده از روش‌های قدیمی فائو مانند پارامتریک، محدودیت ساده و تعداد و میزان محدودیت‌ها انجام گرفته است که می‌توان به تحقیقات جعفرزاده و عباسی (2006)، شهبازی و جعفرزاده (1383)، ممتاز و همکاران (1385) اشاره نمود.

استفاده از روش‌های فوق با ایرادات و مشکلاتی همراه است بطوریکه عمده مطالعات ارزیابی اراضی روی تخمین تئوریک پتانسیل تولید متمرکز بوده و به مقدار واقعی پتانسیل این اراضی کمتر توجه شده است (فائو 1976). مشکلاتی از قبیل عدم توان استفاده از متخصصان علوم مختلف دخیل در امر ارزیابی اراضی، عدم وارد نمودن کاربران در فرآیند ارزیابی اراضی، عدم توانایی ارتباط مقبول و رضایت‌بخش میان تولید و موضوعات توسعه‌ای با جنبه‌های زیست محیطی، نگرش کیفی محض به کیفیت‌های اراضی مورد بررسی و عدم توجه به مقیاس، لزوم استفاده از روش‌های جدید را برای ارزیابی پدید می‌آورد (کاتر و همکاران 1997).

¹ MicroLEIS DSS

دومارتن منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک و به روش آمیرژه دارای آب و هوای نیمه خشک سرد می-باشد. میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت برای دوره 20 ساله از سال 1365 الی 1385 به ترتیب 16/3 و 5/3 درجه سلسیوس می-باشد. همچنین میانگین بارش برای همین دوره 20 ساله حدود 294/4 میلی-متر بوده و رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب زیریک¹ و مزیک² می-باشد (بنایی 1377). عواملی که در منطقه برای تعیین کلاس تناسب اقلیم بایستی محاسبه شوند شامل طول دوره رشد و تاریخ کشت طبق عرف محلی می-باشند.

خصوصیات زمین نما و خاک

توپوگرافی و خیزی خاک به عنوان خصوصیات زمین نما مطرح هستند. برای تعیین مشخصات زمین نما و خاک در محدوده مورد مطالعه، تعداد 88 نقطه مطالعاتی شامل مته و پروفیل با فواصل تقریبی یک کیلومتر از یکدیگر به صورت شبکه‌ای³ انتخاب و پس از حفر تشریح شدند. چهار گروه بزرگ خاک Haploxerepts، Calcixerepts، Haploxeralfs و Xerorthents به ترتیب از هر کدام به تعداد 14، 23، 3 و 4 خاکرخ در منطقه تشخیص داده شدند. در هر خاکرخ بافت و ذرات درشت‌تر از شن، عمق، وضع آهک و گچ به عنوان اهم خصوصیات خاک اندازه‌گیری و از متوسط وزنی آنها برای عمق 100 سانتیمتری با استفاده از فاکتور ضریب وزنی عمق استفاده شد. از خصوصیات حاصلخیزی، پارامترهایی مانند ظرفیت تبادل کاتیونی (باور و همکاران 1952)، درصد اشباع بازی (رودز 1982) و کربن آلی (نلسون و سامرز 1982) برای عمق 100 سانتی-متری و واکنش خاک (بی‌نام 1954) برای 25 سانتی-متری محاسبه شدند. لازم به توضیح است که پارامتر کربن آلی در محاسبات مذکور با توجه به استفاده از کودهای شیمیایی مد نظر قرار نگرفت. همچنین هدایت الکتریکی (بی‌نام 1992) و درصد سدیم تبدیلی (رودز 1982) خاک نیز اندازه‌گیری گردید. در مرحله بعدی به‌طور جداگانه نیازهای اقلیم، زمین نما و خاک براساس جداول سائیس و همکاران

در علم کشاورزی نیز رایج‌تر خواهد بود (تیسن 2000). با توجه به عدم اطلاعات کافی در مورد ارجحیت استفاده از روش‌های مختلف قدیمی و جدید فائو، هدف اصلی این تحقیق، تحلیل آماری نتایج کسب شده با هر سه روش استوری، ریشه دوم و مدل آلماگرا به منظور تعیین تفاوت‌های بین روش‌های مورد استفاده در ارزیابی کیفی تناسب اراضی (مطالعه موردی شهرستان اهر) برای محصولات گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا به لحاظ رتبه‌بندی اراضی می‌باشد که تاکنون هیچ مقایسه آماری صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ارزیابی اراضی به روش‌های استوری و ریشه دوم (پارامتریک) و مدل آلماگرا از زیرمجموعه سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز برای محصولات زراعی گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا در منطقه‌ای به وسعت 9000 هکتار واقع در شهرستان اهر، استان آذربایجان-شرقی در محدوده طول شرقی 47° 00' 00" تا 07' 30" و عرض شمالی 38° 23' 30" تا 38° 28' 30" انجام شد.

روش پارامتریک

این روش بطور کلی شامل سه مرحله انتخاب کیفیت‌ها و یا خصوصیات اراضی، تعیین نیازهای محصولات از اراضی و مطابقت نیازهای آنها با خصوصیات یا کیفیت‌های اراضی می‌باشد (سائیس و همکاران 1991). خصوصیات مورد استفاده در این روش برای ارزیابی اراضی شامل اقلیم، زمین نما و خاک است که به اختصار توضیح داده می‌شوند.

خصوصیات اقلیم

اطلاعات اقلیمی که برای تعیین تناسب اقلیم یک محصول خاص لازم است می‌تواند شامل حداقل طول فصل رشد، تابش خورشید، دما، بارندگی و یا پارامترهای ویژه‌ای مانند طول روز، رطوبت نسبی و غیره باشد (سائیس و همکاران 1991). برای این منظور از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک اهر استفاده شد (بی‌نام 1386). از نظر تقسیم بندی آب و هوایی به روش

¹Xeric

²Mesic

³ Grid survey

مدل آلمگرا

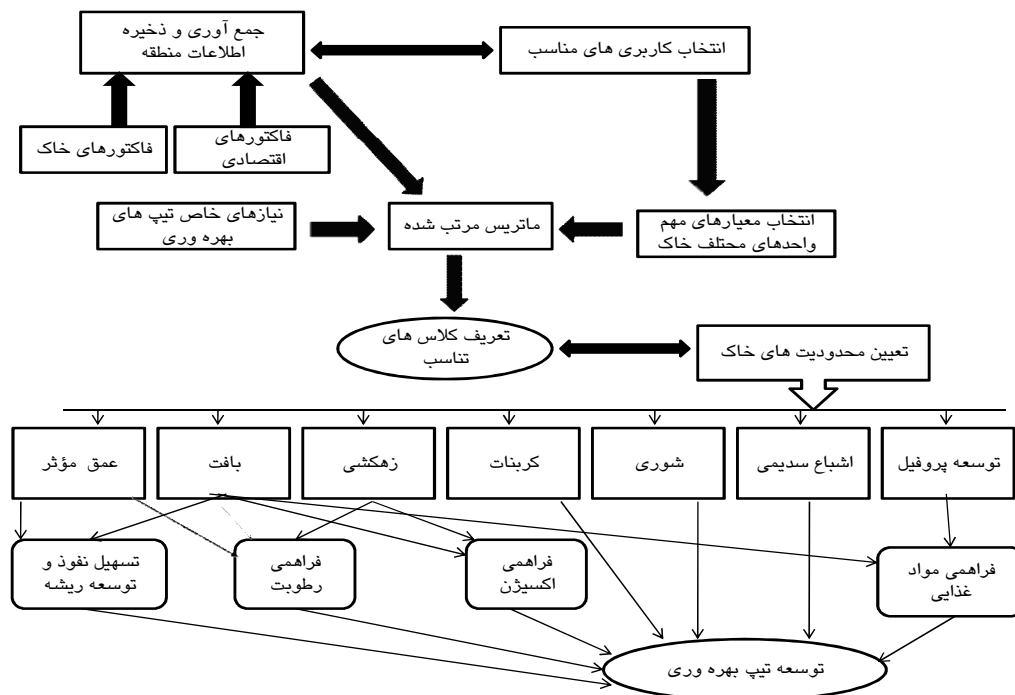
این مدل براساس نیازهای بیوفیزیکی محصولات مختلف عمل می‌کند و واحدهای اراضی را برای آنها درجه‌بندی می‌کند. در این مدل خصوصیات مختلف اراضی از جمله خصوصیات خاک بایستی تعریف شوند. با توجه به اینکه نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در شهرستان اهر کاملاً در دامنه تغییرات فاکتورهای ورودی مدل قرار گرفته است، لذا نیازی به واسنجی مجدد این مدل برای ارزیابی کیفی تناسب گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا در اراضی مورد مطالعه نبود. بخش کنترل عمودی برای انواع محصولات یکساله بین 0-50 سانتی‌متر یا بین سطح خاک تا عمق مؤثر در محدوده 50 سانتی‌متری از سطح خاک، در صورت وجود لایه محدود کننده، در نظر گرفته شد. میانگین وزنی پارامترهای مورد نیاز در بخش 0-50 سانتیمتری برای اجرای مدل به صورت کدهای مشخصی تعریف و وارد مدل شدند (شکل 1).

(1993) تعیین و سپس با خصوصیات یا کیفیت‌های اراضی تطبیق داده شدند. در این روش‌ها یک درجه‌بندی کمی به هر مشخصه داده می‌شود که حداکثر آن 100 است. شاخص اراضی با دو روش استوری و ریشه دوم قابل محاسبه است. در روش‌های استوری و ریشه دوم برای محاسبه شاخص به ترتیب از روابط 1 و 2 استفاده شده است که در آنها I شاخص و A, B, C, ... درجات اختصاص یافته برای مشخصه‌های مختلف و Rmin درجه مربوط به محدود کننده‌ترین عامل یا درجه حداقل می‌باشند.

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots \quad [1]$$

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad [2]$$

بعد از بدست آوردن شاخص اقلیم و زمین با هر دو روش فوق کلاس اقلیم و کلاس کلی زمین قابل محاسبه می‌باشد.



شکل 1- نحوه طراحی و الگوریتم عمومی مدل آلمگرا

مورد مطالعه قرار می‌گیرند و هریک از عامل‌ها بطور معمول در چند سطح بررسی می‌شوند (یزدی صمدی و همکاران 1383). تحقیق جاری شامل عامل‌های نوع محصول در 4 سطح (گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا)، نوع روش در 3 سطح (استوری، ریشه‌دوم و مدل آلماگرا) و نوع خاک در 4 سطح (گروه‌های بزرگ خاک) و مجموعاً دارای 48 تیمار بود. درجه تناسب هر یک از خاک‌ها برای هر محصول و هر روش نیز جهت تحلیل-های آماری بصورت کدهای کمی نشان داده شد که برای کلاس‌های S_1 ، S_2 ، S_3 و N به ترتیب رتبه‌های 4، 3، 2 و 1 منظور گردید. رتبه‌های مربوطه در نرم افزار SPSS وارد شده و تجزیه واریانس برای آنها که هر کدام نشانگر یک سطح از تناسب اراضی بودند انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال 5% صورت گرفت.

نتایج و بحث

پس از نمونه‌برداری خاک‌ها و آماده‌سازی آنها در آزمایشگاه و تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی، خلاصه-ای از نتایج حاصل به شرح جدول 2 تنظیم شدند.

براساس مقایسه به روش حداکثر محدودیت، هر فاکتور دارای تأثیر تعریف شده و کافی برای کلاس‌بندی خاک در مجموعه مورد نظر می‌باشد و بنابراین ضرورتی برای ارائه تمامی فاکتورهای طبقه‌بندی در هر کلاس وجود ندارد بلکه نامطلوب‌ترین فاکتور مشخص کننده نوع محدودیت موجود در خاک مورد مطالعه برای نوع بهره‌وری بایستی مدنظر قرار گیرد (دلاروزا و همکاران 2004). بر این اساس واحدهای مختلف خاک در پنج کلاس S_1 تا S_5 (حداکثر تناسب محصولات مورد نظر برای اراضی مطالعه شده تا عدم تناسب برای منطقه) قرار می‌گیرند. ترتیبی از نحوه مرتب نمودن ماتریس‌های مربوط به پارامترهای عمق مؤثر، بافت، زهکشی، مقدار کربنات، شوری، اشباع سدیمی و درجه توسعه یافتگی خاک‌های محدوده مورد مطالعه برای محصولات مورد نظر در جدول 1 خلاصه شده است.

تحلیل آماری

در این تحقیق به منظور تفسیر نتایج هر یک از روش‌ها در هر خاک (تا حد گروه بزرگ) و برای هر محصول به لحاظ رتبه‌بندی تناسب اراضی از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. دلیل استفاده از طرح آماری فوق این است که در آزمایش‌های فاکتوریل یا چند عاملی اثر دو یا چند عامل بطور همزمان

جدول 1- ماتریس منظم شده بین سطوح پارامترهای مختلف و درجات تناسب وابسته به نیازهای هر محصول در مدل آلماگرا* (دلاروزا و همکاران 2004، شهبازی 1387)

سطوح مختلف خصوصیات					سطوح مختلف خصوصیات				
سویا	سیب زمینی	ذرت	گندم	سطوح مختلف خصوصیات	سویا	سیب زمینی	ذرت	گندم	سطوح مختلف خصوصیات
شوری (s)					عمق مؤثر خاک همراه با مواد غیر قابل نفوذ (P)				
s5	s5	s5	s5	>16	P1	P1	P1	P1	>120
s5	s5	s5	s5	100-16	P1	P1	P1	P1	900-120
s4	s4	s4	s4	8-10	P2	P1	P1	P1	600-90
s3	s3	s3	s3	6-8	P3	P2	P2	P2	45-60
s2	s2	s2	s2	4-6	P4	P3	P3	P3	35-45
s2	s2	s1	s1	2-4	P5	P4	P4	P4	25-35
s1	s1	s1	s1	<2	P5	P5	P5	P5	<25
زهکشی (d)					عمق مؤثر خاک همراه با شن و ذرات درشت تر از شن (P)				
d4	d3	d3	d4	خیلی ضعیف	P1	P1	P1	P1	>90
d3	d2	d2	d3	ضعیف	P1	P1	P1	P1	600-90
d1	d1	d1	d1	متوسط	P2	P1	P1	P1	45-60
d1	d1	d1	d1	خوب	P3	P2	P2	P2	35-45
d2	d2	d2	d2	زیاد	P4	P3	P3	P3	25-35
d4	d4	d4	d4	خیلی زیاد	P5	P4	P4	P4	10-25
درصد سدیم تبادلی (a)					عمق مؤثر خاک همراه با سنگ آهک نفوذپذیر (P)				
a5	a5	a5	a5	>25	P1	P1	P1	P1	>60
a4	a4	a5	a4	200-25	P1	P1	P1	P1	45-60
a3	a3	a4	a3	15-20	P2	P2	P2	P2	35-45
a2	a2	a3	a2	100-15	P3	P3	P3	P3	25-35
a2	a2	a2	a2	5-10	P4	P4	P4	P4	100-25
a1	a1	a1	a1	<5	P5	P5	P5	P5	<10
درصد کربنات (c)					بافت خاک همراه با 0-15% سنگریزه (t)				
c3	c4	c3	c3	>40	t4	t4	t4	t4	سیبک
c2	c3	c3	c2	200-40	t3	t3	t3	t3	سیبک تا متوسط
c1	c2	c2	c1	100-20	t2	t1	t2	t2	متوسط
c2	c1	c1	c2	0/5-10	t1	t2	t1	t1	متوسط تا سنگین
c3	c2	c2	c3	<0/5	t2	t2	t2	t2	سنگین
درجه توسعه یافتگی پروفیل (g)					بافت خاک همراه با 15-25% سنگریزه (t)				
g1	g1	g1	g1	درجه 1	t5	t5	t5	t5	سیبک
g1	g1	g1	g1	درجه 2	t4	t4	t4	t4	سیبک تا متوسط
g2	g2	g2	g2	درجه 3	t3	t2	t3	t3	متوسط
g2	g2	g2	g2	درجه 4	t2	t3	t2	t2	متوسط تا سنگین
					t4	t4	t4	t4	سنگین

* اعداد 1، 2، 3، 4 و 5 همراه با خصوصیات ذکر شده (p, t, d, c, g, s, a) به ترتیب نشان دهنده درجه تناسب برای محصولات مورد مطالعه به صورت تناسب عالی، خوب، متوسط، بحرانی و نامناسب است.

جدول 2- میانگین وزنی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی 44 خاکرخ برای عمق 100 سانتیمتری.

خاکرخ	عمق (cm)	بافت*	ذرات درشت‌تر از شن (%)	آهک (%)	گچ (%)	واکنش خاک** (گل اشباع)	هدایت الکتریکی (dS/m)	سدیم تبادلی (%)
1	75	SL	13	3/7	0/01	7/4	0/8	0/6
2	69	SCL	6/6	13/3	0/07	7/5	0/6	1/1
3	52	SCL	19/5	6/5	0/05	7/6	0/7	0/4
4	55	SCL	5/3	3/6	0/02	7/3	1	2/1
5	199	CL	2/6	10/5	1/4	7/7	2	1/5
6	150	C	29/7	12/6	0/09	7/9	0/7	0/5
7	190	C	0/8	15	0/1	7/9	2	5/4
8	185	C	0/2	13/3	0/04	7/9	1	4/5
9	190	C	2	13/3	0/05	7/6	2	7/5
10	135	CL	3/4	12/9	0/2	7/9	3	12/8
11	125	C	10/4	13/1	0/2	7/9	4	7/2
12	120	CL	11/3	14/9	0/08	7/8	1	3/5
13	89	SCL	24/4	21/6	0/1	7/8	0/8	1/7
14	145	C	3/7	16/9	0/04	7/6	2	2/6
15	85	C	10/2	15/8	0/1	7/7	1	3/3
16	170	SCL	7/7	8/5	0/3	7/5	5	4/7
17	119	SCL	16/5	11/8	0/04	8/05	0/8	5/1
18	135	C	2/7	9/5	0/07	7/7	0/8	1/9
19	180	SCL	16/08	13/9	0/03	7/8	0/8	2/5
20	190	CL	4/5	15/4	0/9	7/8	1	0/7
21	150	C	9/3	17/1	0/1	7/9	1	2/2
22	130	CL	11/6	24/5	0/07	7/9	0/8	3/9
23	155	CL	2/7	15/4	0/05	7/8	0/6	2/5
24	148	CL	9/3	19/4	0/09	8	0/7	1/1
25	180	CL	6/3	20/2	0/1	7/8	0/7	3/3
26	99	C	2/6	14/4	0/08	7/9	1	7/6
27	150	SCL	14/06	13/8	0/05	7/8	0/8	1/9
28	145	C	5/2	22/3	0/1	8/1	0/7	1/5
29	160	C	3/08	13/7	0/1	7/9	0/8	4/5
30	140	C	3/1	18/7	0/1	7/9	0/6	1/5
31	148	C	7/9	17/7	0/1	7/8	0/9	3/1
32	160	C	14/6	16/1	0/1	7/9	0/8	1/4
33	160	CL	26/1	14/06	0/07	8/01	0/5	1/3
34	190	CL	6/8	12/8	0/07	7/7	0/8	1/4
35	170	C	6/06	21/1	0/1	8/2	2	5/3
36	180	CL	19/7	23/07	0/1	8/09	0/8	3/7
37	140	CL	5/9	21/1	0/1	7/9	0/7	2/2
38	135	SCL	15/7	22/4	0/1	7/7	1	2/4
39	140	CL	26/7	21/8	0/1	7/8	0/6	1/3
40	160	C	5	23/3	0/09	7/7	0/6	1/6
41	170	C	3/5	19/5	0/1	7/6	1	1/8
42	100	CL	2/8	25/5	0/1	8/09	1	4/1
43	120	C	18/8	29/4	0/1	7/7	4	2/5
44	100	C	8/8	52/5	0/3	7/6	1	2/7

*حروف L,C,Si,S به ترتیب بیانگر شن، سیلت، رس و لوم می‌باشند؛ ** pH برای عمق 25 سانتیمتری محاسبه شده است.

تناسب اراضی برای گندم

نتایج (جدول 3) نشان داد که برای محصول گندم طبق روش استوری، 23/1% از اراضی دارای تناسب متوسط (S2)، 61/4% دارای تناسب بحرانی (S3) و 15/5% دارای وضعیت نامتناسب (N) می باشند در حالیکه 10/3% با تناسب خوب (S1)، 35/4% با تناسب متوسط (S2)، 50/8% با تناسب بحرانی (S3) و 3/3% با وضعیت نامتناسب (N) با استفاده از روش ریشه دوم برای همین محصول نتیجه شد. همچنین، کاربرد مدل آماگرا برای ارزیابی تناسب کیفی گندم نشان داد که به ترتیب 26/4%، 56/8%، 5% و 11/7% از اراضی مورد مطالعه دارای کلاس های تناسب خوب (S1)، متوسط (S2)، بحرانی (S3) و نامتناسب (N) می باشند.

تناسب اراضی برای ذرت

مقایسه نتایج استفاده از روش های پارامتریک استوری و ریشه دوم برای محصول ذرت (جدول 3) نشان داد که روش ریشه دوم از کلاس بندی های بالاتری برخوردار بوده است. بر این اساس، 22/5%، 52% و 25/4% از اراضی با روش استوری به ترتیب در کلاس های S2، S3 و N و با روش ریشه دوم به ترتیب 1/8%، 35/1%، 59/7% و 3/3% در کلاس های S1، S2، S3 و N قرار گرفتند. نتایج حاصله از مدل آماگرا برای همین محصول حاکی از 1/03% تناسب خوب (S1)، 82/2% تناسب متوسط (S2)، 5% تناسب بحرانی (S3) و 11/7% نامتناسب (N) می باشد.

تناسب اراضی برای سیب زمینی

بر اساس نتایج روش استوری، کشت سیب زمینی فقط در 39/6% از اراضی با وضعیت بحرانی توصیه شده و بقیه منطقه مورد مطالعه نامتناسب تشخیص داده شد ولی روش ریشه دوم نشان دهنده کلاس های تناسب متوسط در 7/08%، تناسب بحرانی در 73/4% و نامتناسب در 19/4% از اراضی می باشد. مدل استفاده شده در این تحقیق نیز سه کلاس مختلف تناسب متوسط، بحرانی و نامتناسب را به ترتیب در 67/7%، 20/5% و 11/7% اراضی نشان داد (جدول 3).

تناسب اراضی برای سویا

برای محصول سویا با روش استوری، 13/7% از اراضی با تناسب بحرانی (S3) و 86/2% بقیه با وضعیت نامتناسب (N) تشخیص داده شد. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای همین محصول با روش ریشه دوم حدود 1/03% از اراضی را با تناسب متوسط (S2)، 63/4% تناسب بحرانی (S3) و 35/5% را با کلاس نامتناسب (N) تفکیک کرد. مدل آماگرا نیز برای سویا 22/3% از اراضی را با تناسب خوب (S1)، 60/8% را با تناسب متوسط (S2)، 5% با تناسب بحرانی (S3) و 11/7% را با شرایط نامتناسب (N) تشخیص داد (جدول 3).

نتایج کلی ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای هر یک از محصولات گندم، ذرت، سیب زمینی و سویا با استفاده از روش های پارامتریک و مدل Almagra، به صورت جدول 3 تنظیم شده است.

جدول 3- ارزیابی نهایی محصولات گندم، ذرت، سیبزمینی و سویا با سه روش برای 44 خاکرخ.

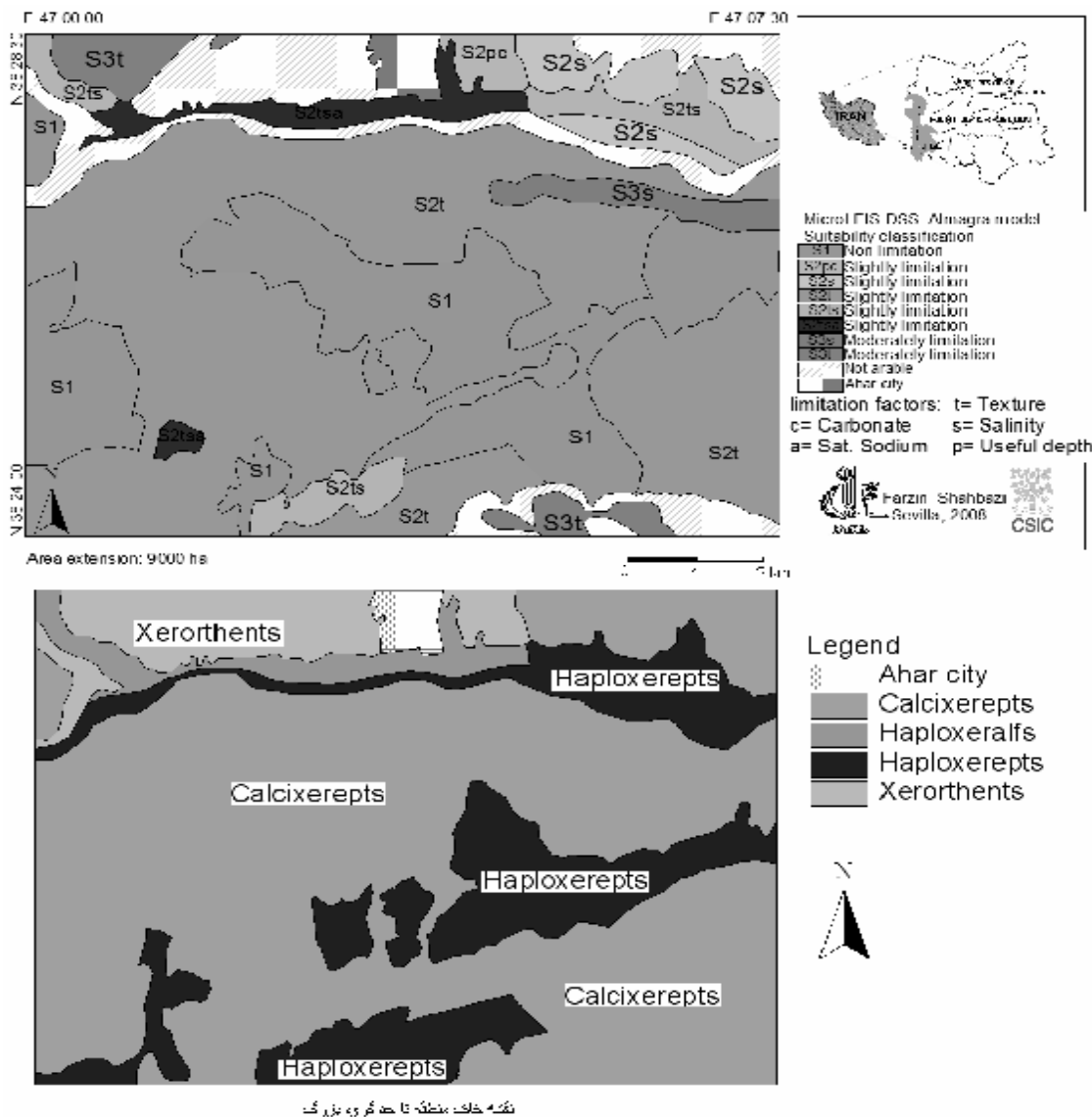
سویا			سیبزمینی			ذرت			گندم			وسعت (ha)	خاکرخ
A	R	S	A	R	S	A	R	S	A	R	S		
S3t	S3	N	S3t	S3	S3	S3t	S3	S3	S3t	S3	S3	164	1
N	S3	N	N	S3	S3	N	S3	S3	N	S3	S3	354	2
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	82	3
S2pc	S3	S3	S2t	S2	S3	S1	S2	S2	S2c	S2	S2	93	4
S2s	S3	N	S2tes	S3	S3	S2c	S2	S3	S1	S2	S3	277/3	5
N	N	N	N	N	N	N	S3	N	N	S3	N	141/7	6
S2tsg	S3	S3	S2tesg	S3	S3	S2tcg	S2	S2	S2tg	S1	S2	64/5	7
S2tg	S3	S3	S2tcg	S3	S3	S2tcg	S2	S2	S2tg	S1	S2	100	8
S2tsag	S2	S3	S2tcsag	S2	S3	S2tcag	S1	S2	S2tag	S1	S2	214	9
S2s	S3	N	S2tes	S3	S3	S2c	S2	S3	S1	S1	S2	89/1	10
S2ts	S3	N	S3t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	198/1	11
S1	S3	S3	S2tc	S3	S3	S2c	S2	S2	S1	S2	S2	55/1	12
S2t	N	N	S3t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	340	13
S2t	S3	N	S2tc	S3	N	S2tc	S2	S3	S2t	S2	S3	200	14
S2t	N	N	S2tc	N	N	S2tc	S3	N	S2t	S3	N	310/5	15
S3s	N	N	S3s	S3	N	S3s	S3	N	S3s	S3	S3	176	16
N	S3	N	N	S3	S3	N	S2	S3	N	S2	S2	262	17
S2t	S3	N	S2tc	S3	N	S2tc	S2	S3	S2t	S2	S3	276/1	18
S1	N	N	S2tc	N	N	S2c	S3	N	S1	S3	N	220	19
S2t	S3	N	S2tc	S2	S3	S2tc	S3	S3	S2t	S2	S3	264	20
S2t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2tc	S2	S2	S2t	S2	S2	324/2	21
S1	N	N	S2tc	S3	N	S2c	S3	S3	S1	S3	S3	180	22
S1	S3	S3	S2tc	S2	S3	S2c	S2	S2	S1	S2	S2	283/3	23
S2t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2c	S2	S2	S2t	S2	S2	130/3	24
S1	S3	N	S2tc	S3	S3	S2c	S2	S3	S1	S2	S3	282	25
S1	S3	N	S2tc	S3	N	S2c	S2	S3	S1	S2	S2	165	26
S1	S3	N	S2tc	S3	S3	S2c	S2	S3	S1	S3	S3	246	27
S2t	N	N	S2tc	N	N	S2tc	S3	N	S2t	S3	N	22/4	28
S2t	S3	S3	S2tc	S3	S3	S2tc	S1	S2	S2t	S1	S2	167	29
S2t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2tc	S2	S2	S2t	S1	S2	298	30
S2t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	128/7	31
S2t	S3	N	S2tc	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S2	S3	183/3	32
S2t	S3	N	S2tc	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	328	33
S1	N	N	S2tc	S3	N	S2tc	S3	N	S1	S3	N	180	34
S2tsa	N	N	S2tcsa	N	N	S2tca	S3	N	S2ta	S3	S3	30	35
S2t	N	N	S3t	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	490	36
S1	S3	N	S2tc	S3	N	S2c	S3	S3	S1	S3	S3	140	37
S1	S3	S3	S2tc	S2	S3	S2c	S2	S3	S1	S2	S2	261	38
S2t	N	N	S3t	N	N	S2tc	S3	N	S2t	S3	N	367	39
S2t	N	N	S2tc	N	N	S2tc	S3	N	S2t	S3	S3	213	40
S2ts	S3	N	S2tes	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S2	S3	134/1	41
S2t	N	N	S2tc	S3	N	S2tc	S3	S3	S2t	S3	S3	237/3	42
S3t	S3	N	S3t	S3	N	S3t	S3	S3	S3t	S3	S3	110	43
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	218	44

S: روش استوری، R: روش ریشه دوم، A: مدل آلماگرا (a, c, s, t) و g به ترتیب محدودیت‌های بافت، شوری، آهک، اشباع سدیمی و توسعه یافتگی

(خاکرخ)

نقشه‌های تناسب کیفی اراضی مورد مطالعه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تلفیق آن با نتایج مدل و یا روش‌های استوری و ریشه دوم تهیه شدند. این نقشه‌های زمین مرجع (نقشه‌های مختصات-دار)، امکان پهنه‌بندی دقیق اراضی مستعد برای کشت محصولات مورد مطالعه در مقیاس ناحیه‌ای را فراهم می‌کند. به عنوان مثال تناسب کیفی منطقه مورد مطالعه برای توسعه کشت دانه روغنی سویا با استفاده از مدل آلمگرا به همراه نقشه خاک منطقه تا حد گروه‌های بزرگ در شکل 2 ارائه شده است.

رعایت تناسب اراضی گامی مطمئن در عملکرد بالا همراه با حفظ خاک برای استفاده‌های بعدی و افزایش پتانسیل خاک می‌باشد. مطالعات تفصیلی ارزیابی کیفی تناسب اراضی با استفاده از مدل آلمگرا نشان دهنده تأثیر متفاوت محدودیت‌های بافت خاک، آهک و زهکشی برای کشت انواع محصولات گندم، ذرت، سیب زمینی و سویا می‌باشد. بررسی‌های اجمالی نشان داد که تناسب منطقه مورد مطالعه به ترتیب برای کشت گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا اولویت‌بندی می‌شود که با هر سه روش مورد استفاده نتایج یکسان می‌یابد (جدول 3).



شکل 2- نقشه زمین مرجع کلاس‌های تناسب کیفی اراضی برای سویا با استفاده از مدل آلمگرا و نقشه خاک منطقه

روی رتبه‌های تناسب اراضی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است اما با عنایت به این نکته که اثر متقابل بین نوع محصول در نوع روش و اثر نوع روش در نوع خاک معنی‌دار شدند از بحث در خصوص بررسی اثرات اصلی صرف نظر شده و فقط به تفسیر اثرات متقابل اکتفا می‌شود.

مقایسه تفاوت روش‌های بکار رفته برای هر یک از انواع محصولات روی رتبه‌بندی اراضی با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. برای این منظور اثر سه عامل روش ارزیابی، نوع خاک و نوع محصول و نیز اثر متقابل آنها روی رتبه‌های حاصله (1، 2، 3 و 4) در قالب تجزیه واریانس در جدول 4 ارائه شده شده است. اثر اصلی هر سه عامل

جدول 4- جدول تجزیه واریانس رتبه‌های تناسب اراضی (1، 2، 3 و 4) با سه روش بکار رفته در انواع خاک‌ها

و برای انواع محصولات.

MS	df	منابع تغییر
6/783 **	3	نوع محصول
14/998 **	2	نوع روش ارزیابی تناسب اراضی
5/470 **	3	نوع خاک
1/577 **	6	نوع محصول × نوع روش
0/353ns	9	نوع محصول × نوع خاک
2/514 **	6	نوع روش × نوع خاک
0/248 ns	18	نوع محصول × نوع روش × نوع خاک
0/403	480	خطا
	528	کل

محدودیت‌های اقلیمی در منطقه برای محصولات مورد مطالعه (جدول 3)، اولاً مقایسه نتایج حاصل از مدل آماگرا با روش‌های پارامتریک به دلیل یکسان بودن اثر اقلیم از نظر آماری صحیح بوده و ثانیاً نمی‌توان گفت که پارامتر اقلیم عامل کاهش رتبه تناسب اراضی تخصیص یافته در روش‌های پارامتریک بوده است. بنابراین عامل بروز تفاوت در نتایج روش‌ها را می‌توان به ماهیت اجرایی هر یک از روش‌ها نیز نسبت داد. پاکپور (1390) نیز در تحقیقات خود با تکیه بر مقایسه عملکرد واقعی و نتایج مدل آماگرا، علت متناسب‌تر دیده شدن اراضی برای کشت محصولات مختلف توسط مدل آماگرا را عدم دخالت فاکتور اقلیم در مدل دانسته است که با توجه به عدم مقایسه آماری در تحقیق وی نمی‌توان به طور واضح به تأثیر یا عدم تأثیر اقلیم اشاره نمود.

برای بررسی اثر نوع محصول در نوع روش و مقایسه وضعیت رتبه‌های اراضی اختصاص داده شده برای هر محصول با روش‌های متفاوت، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال 5% صورت گرفت (جدول 5). نتایج نشان داد که در همه محصولات به ترتیب مدل آماگرا، ریشه دوم و استوری بالاترین رتبه را برای اراضی اختصاص داده‌اند. بعبارتی می‌توان بیان نمود مدل آماگرا برای انواع محصولات در همه خاک‌ها اراضی را متناسب‌تر نشان داده است. علت این امر را می‌توان از طرفی به عدم دخالت پارامتر اقلیم در مدل آماگرا و از طرف دیگر به ماهیت این مدل که بر مبنای روش محدودیت ساده و یا حداکثر محدودیت عمل می‌کند نسبت داد. بنابراین در این مدل، ارزیابی خاک بدون توجه به اقلیم انجام یافته ولی در هر دو روش استوری و ریشه دوم پارامتر اقلیم نیز در ارزیابی دخیل بوده است. با توجه به عدم وجود

جدول 5- جدول مقایسه میانگین بین رتبه های تناسب اراضی اختصاص یافته برای چهار محصول با سه روش با آزمون LSD در سطح احتمال 5% .

میانگین رتبه های اراضی	نوع روش ارزیابی تناسب اراضی	نوع محصول
2/11 de	استوری	گندم
2/57 bc	ریشه دوم	
2/93 a	مدل آلماگرا	
1/98 e	استوری	ذرت
2/36 cd	ریشه دوم	
2/73 ab	مدل آلماگرا	
1/41 g	استوری	سیب زمینی
1/86 ef	ریشه دوم	
2/61 abc	مدل آلماگرا	
1/16 g	استوری	سویا
1/68 f	ریشه دوم	
2/93 a	مدل آلماگرا	

اراضی را با تناسب بالاتر نسبت به سایر روش ها برآورد نموده است و در طبقات بعدی به ترتیب روش های ریشه دوم و استوری قرار می گیرند. تقی زاده (1390) نیز در مطالعات خود بیان داشت که روش های پارامتریک FAO با توجه به دخالت توأم فاکتورهای خاک و اقلیم اراضی را بدلیل محدودیت های اعمالی از سوی اقلیم با تناسب کمتر نشان می دهند.

در بررسی اثر متقابل بین نوع روش ارزیابی تناسب اراضی با نوع خاک، با توجه به اینکه تعداد داده های مبین میانگین یا به عبارتی تعداد رتبه های اراضی در هر چهار نوع خاک یکسان نبوده است لذا استفاده از یک LSD برای مقایسه تمامی میانگین ها صحیح نبوده و برای مقایسه میانگین از ماتریس LSD (جدول 6) استفاده گردید که نتایج در جدول 7 درج شده است. نتایج نشان داد که مدل آلماگرا در هر 4 نوع خاک،

جدول 6- ماتریس LSD در سطح احتمال 5% برای سطوح مختلف گروه های بزرگ خاک.

	Haploxeralfs (12)	Xerorthents (16)	Haploxerepts (56)	Calcixerepts (92)
Haploxeralfs (12)	0/51	0/48	0/4	0/38
Xerorthents (16)	0/48	0/44	0/35	0/34
Haploxerepts (56)	0/4	0/35	0/24	0/21
Calcixerepts (92)	0/38	0/34	0/21	0/18

جدول 7- جدول مقایسه میانگین بین رتبه‌های تناسب اراضی اختصاص یافته برای انواع خاک‌ها با سه روش با آزمون LSD در سطح احتمال 5% .

نوع خاک	نوع روش ارزیابی تناسب اراضی	تعداد داده مبین میانگین	میانگین رتبه‌های اراضی
Haploxerepts	استوری	56	1/62 f
	ریشه دوم	56	2/2 cd
	مدل آماگرا	56	2/91 a
Calcixerepts	استوری	92	1/58 f
	ریشه دوم	92	2/01 de
	مدل آماگرا	92	2/88 a
Haploxeralfs	استوری	12	2/42 bc
	ریشه دوم	12	2/75 ab
	مدل آماگرا	12	3 a
Xerorthents	استوری	16	1/75 g
	ریشه دوم	16	2 f
	مدل آماگرا	16	1/81 a

استفاده از مدل آماگرا در سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز باید در ادامه استفاده از مدل‌های Terraiza و Cervatana به منظور تأثیر فاکتور اقلیمی و تفکیک اراضی مستعد و غیرمستعد صورت گیرد و کاربرد مدل آماگرا به تنهایی به هیچ وجه در ارزیابی تناسب اراضی توصیه نمی‌شود.

نتیجه نهایی این تحقیق نشان داد که مدل آماگرا به لحاظ صرفه جویی در زمان نسبت به سایر روش‌های ارزیابی تناسب اراضی دارای ارجحیت می‌باشد، اما با توجه به این نکته که این مدل فاکتور اقلیم را در پارامترهای مورد اندازه‌گیری خود دخالت نمی‌دهد، لذا ارزیابی خاک برای محصولات مورد مطالعه به منزله ارزیابی اراضی برای همان محصولات می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- بنایی م ح، 1377. نقشه رژیم های رطوبتی و حرارتی ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- بی‌نام، 1386. گزارش اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان اهر. سازمان هواشناسی استان آذربایجان شرقی.
- پاکپور ربطی ا، جعفرزاده ع، شهبازی ف و عماری پ، 1390. مقایسه مدل Almagra با روش پارامتریک ریشه دوم در ارزیابی اراضی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز، تبریز.
- تقی‌زاده ز، جعفرزاده ع و شهبازی ف، 1390. مقایسه ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای گندم، آفتابگردان و ذرت با سیستم های FAO و میکرولیز در ایستگاه تحقیقاتی کرکج. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز، تبریز.

- شهبازی ف و جعفرزاده ع، 1383. ارزیابی کیفی تناسب اراضی شرکت تعاونی تولید خوشه مهر بناب برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه، پیاز، چغندر قند و ذرت. مجله دانش کشاورزی، جلد 14 شماره 4. صفحه های 68 تا 86.
- شهبازی ف، 1387. بررسی سیستم تصمیم گیری میکرو لیز بعنوان روشی نوین در ارزیابی تناسب اراضی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی جنوب شهرستان اهر). رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- ممتاز حر، جعفرزاده ع و نیشابوری مر، 1385. ارزیابی کیفی تناسب اراضی یخفروزان شهرستان اهر برای برخی از گیاهان زراعی متداول کشت در منطقه. مجله دانش کشاورزی، جلد 16 شماره 3. صفحه های 67 تا 81.
- یزدی صمدی ب، رضائی ع و ولیزاده م. 1383. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.
- Anonymus, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook. 60, Washington, DC, USA. Salinity Staff, 190P.
- Anonymus, 1992. Soil survey laboratory methods and procedures for collection soil sample. USDA. SCS. Soil Surv. Invest. Rep. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Bower CA, Reitemeier RF and Fireman M, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Journal of Soil Science 73: 251-261.
- Darwish KM, Wahba MM and Awad F, 2006. Agricultural soil suitability of Haplo-soils for some crops in Newly Reclamid areas of Egypt. Journal of Applied Science Research 2 (12):1235-1243.
- De la Rosa D, Moreno JA and Garcia LV, 1992. Expert evaluation system for assessing field vulnerability to agrochemical compounds in Mediterranean region. Journal of Agriculture Engineering Research 56: 153-164.
- De la Rosa D, Crompvoets J, Mayol F and Moreno JA, 1996. Land vulnerability evaluation and climate change impacts in Andalucia: Soil erosion and contamination. Int Agrophysics 10: 225-238.
- De la Rosa D, Mayol F, Diaz-Pereira E, Fernandez M and De la Rosa DJr, 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. Environmental Modeling and Software 19: 929-942.
- Erdogan HE, Yuksel M and De la Rosa D, 2006. Bioclimatic classification using Mediterranean agro-ecological evaluation approach in Ceylanpinar State Farm (Turkey), Pp.738-744 International Soil Meeting on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology", Sanliurfa, Turkey.
- FAO, 1976. A framework for land evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Soils Bulletin 32: P72.
- Garcia JL, De la Rosa D and Bojorquez JI, 2006. Relative agricultural aptitude of the Tuxpan municipality, Nayarit, using Almagra model of the MicroLEIS system. Investigating of the geography, Bulletin the Institute of Geography, UNAM 59: 59-73.

- Goss MJ, 1993. Soil Specific Crop Management. A Workshop in Research and Development Issues. Robert PC, Rust RH and Larsen WE (eds). American Society of Agronomy, Crop, Science Society of American and Soil Science Society of Amrican, Madison, WI, USA.
- Jafarzadeh AA and Abbasi G, 2006. Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize and alfaalfa on soil of the Khalatpushan research station. *Biologia* 61: 349-352.
- Jafarzadeh AA, Shahbazi F and Shahbazi MR, 2009. Suitability evaluation of some specific crops in Souma area (Iran), using Cervatana and Almagra models. *Biologia* 64(3): 541-545.
- Kelgenbaeva K, 2002. Adaptation of a Mediterranean land suitability model for Inner-Alpine Basins of Altai. Pp.109-114. 7th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, ICA, Austria.
- Klingeble AA and Montgomery PH, 1996. Agricultural Hand book. No:210, USDA, Washington.
- Kutter A, Nachtergaele FO and Verheye WH, 1997. The new FAO approach to land use planning and management, and its application in Sierra Leone. *ITC Journal* 3: 278-283.
- Nelson DW and Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp.539-579. In: Page AL (ed). *Methods of soil analysis. Part2: Chemical and Microbiological Properties. No 9, Soil Science Society of Amrican, Madison. WI.*
- Rhoades JD, 1982. B. Soluble salts. Pp. 167-179. In: Page AL (ed). *Methods of soil analysis. Part2: Chemical and Microbiological Properties. No 9, Soil Science Society of Amrican, Madison. WI.*
- Shahbazi F, De la Rosa D, Anaya-Romero M, Jafarzadeh AA, Sarmadian F, Neyshabouri M.R. and Oustan S, 2008. Land use planning in Ahar area (Iran) using MicroLEIS DSS. *International Agrophysics* 22: 277-286.
- Sys C, Van Ranst E and Debaveye J, 1991. Land evaluation. Part II: Methods in land evaluation. General Administration for Development Cooperation Agric. Publ. No:7, Brussels, Belgium.
- Sys C, Van Ranst E and Debaveye J, 1993. Land evaluation. Part III: Crop requirements. General Administration for Development Cooperation Agric. Publ. No:7, Brussels, Belgium.
- Thysen L, 2000. Agriculture in the information society. *Journal of Agricultural Engineering Reseach* 76: 279-303.
- Wahba MM, Darwish KM and Awad F, 2007. Suitability of specific crops using MicroLEIS program in Sahal Baraka, Farfara Oasis, Egypt. *Journal of Applied Science Research* 3(7): 531-539.