تحلیل آماری نتایج حاصل از کاربرد روش های پارامتریک و مدل Almagra در ارزیابی تناسب اراضی

حسین رضائی[1*]، فرزین شهبازی[2]، علی‌اصغر جعفرزاده[2] و سید سیامک علوی‌کیا[3]

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 می‌باشد. در این تحقیق سه روش استوری، ریشه‌دوم و مدل آلماگرا[1] به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی شهرستان اهر واقع در استان آذربایجان-شرقی به مساحت تقریبی 9000 هکتار برای محصولات گندم، ذرت، سیب‌زمینی و سویا مورد استفاده قرار گرفت. به منظور بررسی کاربرد هر یک از روش‌های 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، سیب‌زمینی و سویا به ترتیب بیشترین تناسب را برای اراضی دارا می‌باشند. تعداد کلاس‌های تناسب بدست آمده از بکارگیری مدل آلماگرا با رتبه-های بالاتر بیش از روش‌های پارامتریک بود. نتیجه بررسی اثر متقابل نوع محصول در نوع روش ارزیابی تناسب اراضی نشان داد که مدل آلماگرا نسبت به ریشه‌دوم و آن هم نسبت به استوری، اراضی را در کلاس‌های تناسب بالاتر قرار می-دهد. علت را می‌توان در ماهیت مدل آلماگرا که بر مبنای روش محدودیت ساده و یا حداکثر عمل می‌کند و یا به عدم تأثیر فاکتور اقلیم در کلاس‌بندی نسبت داد. بنابراین می‌توان بیان نمود که استفاده از مدل آلماگرا فقط از جنبه ارزیابی خاک بوده و برای ارزیابی تناسب اراضی بایستی این مدل در توالی با مدل‌های 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 معنی‌دار کاربرد روش‌های مذکور در انواع خاک‌ها می‌باشد. علت بروز رتبه‌های بالاتر برای اراضی توسط مدل آلماگرا را می‌توان به ماتریس تأثیر ویژگی‌های خاک در نوع محدودیت‌ها نسبت داد. تلفیق نتایج حاصل از مدل آلماگرا و همچنین روش‌های پارامتریک با GIS می‌تواند نقشه‌های زمین مرجع با دقت بالا ایجاد کند که موجب فهم و تفسیر هر چه بهتر وضعیت تناسب منطقه برای انواع محصولات باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اراضی، تحلیل آماری، روش‌های پارامتریک، مدل آلماگرا

[1] Almagra

Archive of SID
www.SID.ir

Statistical Analysis of Results of Parametric Methods and Almagra Model in Land Suitability Evaluation

H Rezaei[1], F Shahbazi[2*], AA Jafarzadeh[2] and SS Alavikia[3]

Received: 07 June 2010 Accepted: 19 September 2010
[1]MSc, Soil Sci Dept., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran
[2]Assist. Prof. and Prof., Soil Sci. Dept., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran
[3]Assist. 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.

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقدّمه

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 دقّت 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 برنامه-ریزی استفاده از اراضی، حفظ پتانسیل بیوفیزیکی اراضی و خاک و در عین حال متنوع نمودن استفاده‌های کشاورزی و جلوگیری از تخریب محیط و توسعه نظام-های 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 ومیزان 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 تئوریکی 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 توجّه به مقیاس، لزوم استفاده از روش‌های جدید را برای ارزیابی پدید می‌آورد (کاتر و همکاران 1997).

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 اهمیّت 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 میکرولیز[1] 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 کیلومترمربع واقع در مصر جهت کشت محصولات گندم، سیب‌زمینی، آفتابگردان، یونجه و مرکبات را با استفاده از مدل آلماگرا 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)، کلگنبائو (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

[1] MicroLEIS DSS

Archive of SID

www.SID.ir

GIS 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 ریشه‌دوم (پارامتریک) و مدل آلماگرا از زیرمجموعه سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز برای محصولات زراعی گندم، ذرّت، سیب‌زمینی و سویا در منطقه‌ای به وسعت 9000 هکتار واقع در شهرستان اهر، استان آذربایجان-شرقی در محدوده طول شرقی $47^{o}\ 00'\ 00''$ تا $47^{o}\ 07'\ 30''$ و عرض شمالی $38^{o}\ 23'\ 30''$ تا $38^{o}\ 28'\ 30''$ 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 (سایس و همکاران 1991). خصوصیات مورد استفاده در این روش برای ارزیابی اراضی شامل اقلیم، زمین‌نما 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 (سایس 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 دومارتن منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک و به روش آمبرژه دارای آب و هوای نیمه خشک سرد می‌باشد. میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت برای دوره 20 ساله از سال 1365 الی 1385 به ترتیب 16/3 و 5/3 درجه سلسیوس می‌باشد. همچنین میانگین بارش برای همین دوره 20 ساله حدود 294/4 میلی‌متر بوده و رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب زریک[1] و مزیک[2] می‌باشد (بنایی 1377). عواملی که در منطقه برای تعیین کلاس تناسب اقلیم بایستی محاسبه شوند شامل طول دوره رشد و تاریخ کشت طبق عرف محلی می‌باشند.

خصوصیات زمین‌نما و خاک

توپوگرافی و خیسی خاک به عنوان خصوصیات زمین‌نما مطرح هستند. برای تعیین مشخصات زمین‌نما و خاک در محدوده مورد مطالعه، تعداد 88 نقطه مطالعاتی شامل مته و پروفیل با فواصل تقریبی یک کیلومتر از یکدیگر به صورت شبکه‌ای[3] 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 سانتی‌متری و واکنش خاک (بی‌نام 1954) برای 25 سانتی‌متری 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 تبادلی (رودز 1982) خاک نیز اندازه‌گیری گردید.

در مرحله بعدی به‌طور جداگانه نیازهای اقلیم، زمین‌نما و خاک براساس جداول سایس و همکاران

[1] Xeric
[2] Mesic
[3] Grid survey

Archive of SID

www.SID.ir

(1993) تعیین و سپس با خصوصیات یا کیفیت‌های اراضی تطبیق داده شدند. در این روش‌ها یک درجه‌بندی کمّی به هر مشخصه داده می‌شود که حداکثر آن100 است. شاخص اراضی با دو روش استوری و ریشه دوم قابل محاسبه است. در روش‌های استوری و ریشه‌دوم 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.

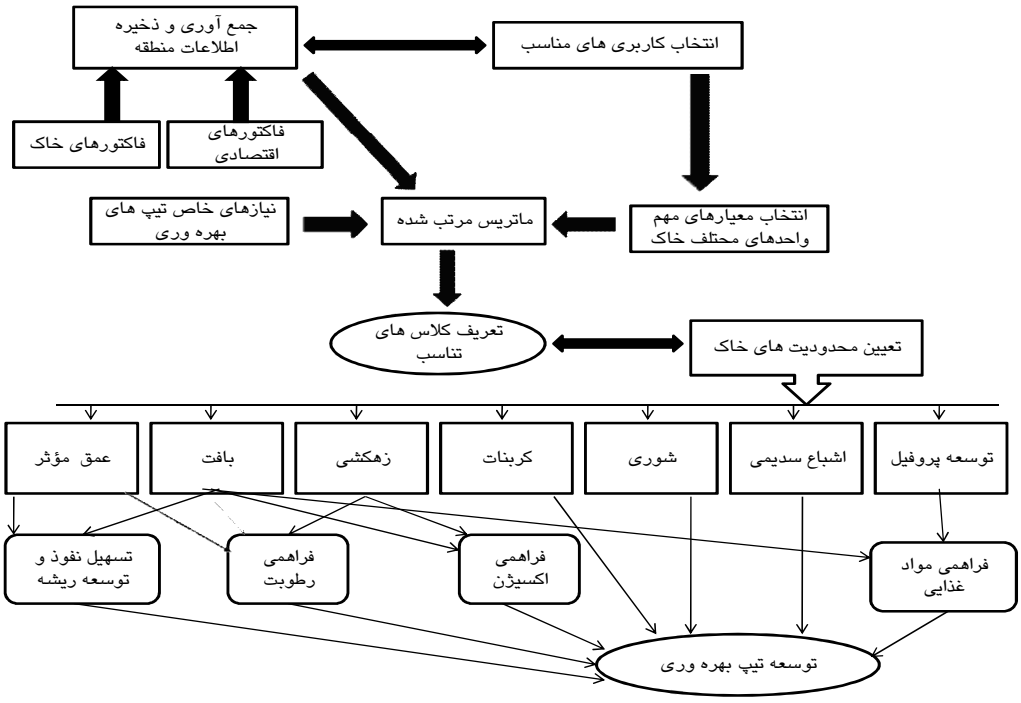
$$I=A\times\frac{B}{100}\times\frac{C}{100}\times\ldots \qquad [1]$$

$$I=Rmin\times\sqrt{\frac{A}{100}\times\frac{B}{100}\times\ldots} \qquad [2]$$

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

مدل آلماگرا

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 بین50-0 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 بخش50-0 سانتیمتری برای اجرای مدل به صورت کدهای مشخصی تعریف و وارد مدل شدند (شکل 1).



شکل 1- نحوه طراحی و الگوریتم عمومی مدل آلماگرا

Archive of SID

www.SID.ir

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 S1 تا S5 (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 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 وتجزیه 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 وآماده‌سازی آنها در آزمایشگاه و تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی، خلاصه-ای از نتایج حاصل به شرح جدول 2 تنظیم شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

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	گندم	ذرت	سیب زمینی	سویا
عمق مؤثر خاک همراه با مواد غیر قابل نفوذ (P)				
>120	P1	P1	P1	P1
900-120	P1	P1	P1	P1
600-90	P1	P1	P1	P2
45-60	P2	P2	P2	P3
35-45	P3	P3	P3	P4
25-35	P4	P4	P4	P5
<25	P5	P5	P5	P5
عمق مؤثر خاک همراه با شن و ذرات درشت تر از شن (P)				
>90	P1	P1	P1	P1
600-90	P1	P1	P1	P1
45-60	P1	P1	P1	P2
35-45	P2	P2	P2	P3
25-35	P3	P3	P3	P4
10-25	P4	P4	P4	P5
<10	P5	P5	P5	P5
عمق مؤثر خاک همراه با سنگ آهک نفوذپذیر (P)				
>60	P1	P1	P1	P1
45-60	P1	P1	P1	P1
35-45	P2	P2	P2	P2
25-35	P3	P3	P3	P3
100-25	P4	P4	P4	P4
<10	P5	P5	P5	P5
بافت خاک همراه با 15%- 0 سنگریزه (t)				
سبک	t4	t4	t4	t4
سبک تا متوسط	t3	t3	t3	t3
متوسط	t2	t1	t2	t2
متوسط تا سنگین	t1	t2	t1	t1
سنگین	t2	t2	t2	t2
بافت خاک همراه با 25%- 15 سنگریزه (t)				
سبک	t5	t5	t5	t5
سبک تا متوسط	t4	t4	t4	t4
متوسط	t3	t2	t3	t3
متوسط تا سنگین	t2	t3	t2	t2
سنگین	t4	t4	t4	t4

سطوح مختلف خصوصیات	گندم	ذرت	سیب زمینی	سویا
شوری (s)				
>16	s5	s5	s5	s5
100-16	s5	s5	s5	s5
8-10	s4	s4	s4	s4
6-8	s3	s3	s3	s3
4-6	s2	s2	s2	s2
2-4	s1	s1	s2	s2
<2	s1	s1	s1	s1
زهکشی (d)				
خیلی ضعیف	d4	d3	d3	d4
ضعیف	d3	d2	d2	d3
متوسط	d1	d1	d1	d1
خوب	d1	d1	d1	d1
زیاد	d2	d2	d2	d2
خیلی زیاد	d4	d4	d4	d4
درصد سدیم تبادلی (a)				
>25	a5	a5	a5	a5
200-25	a4	a5	a4	a4
15 -20	a3	a4	a3	a3
100-15	a2	a3	a2	a2
5 -10	a2	a2	a2	a2
<5	a1	a1	a1	a1
درصد کربنات (c)				
>40	c3	c3	c4	c3
200-40	c2	c3	c3	c2
100-20	c1	c2	c2	c1
0/5-10	c2	c1	c1	c2
<0/5	c3	c2	c2	c3
درجه توسعه یافتگی پروفیل (g)				
درجه 1	g1	g1	g1	g1
درجه 2	g1	g1	g1	g1
درجه 3	g2	g2	g2	g2
درجه 4	g2	g2	g2	g2

* اعداد 1، 2، 3، 4 و5 همراه با خصوصیات ذکر شده (p، t، d، c، g، s و a) به ترتیب نشان دهنده درجه تناسب برای محصولات مورد مطالعه به صورت تناسب عالی، خوب، متوسط، بحرانی و نامناسب است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول2- میانگین وزنی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی 44 خاکرخ برای عمق 100سانتیمتری.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

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) می‌باشند 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 ریشه‌دوم برای همین محصول نتیجه شد. همچنین، کاربرد مدل آلماگرا برای ارزیابی تناسب کیفی گندم نشان داد که به ترتیب 26/4%، 56/8%، 5% و 11/7% از اراضی مورد مطالعه دارای کلاس‌های تناسب خوب (S1)، متوسط (S2)، بحرانی (S3) و نامتناسب (N) می-باشند.

تناسب اراضی برای ذرت

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

تناسب اراضی برای سیب‌زمینی

بر اساس نتایج روش استوری، کشت سیب‌زمینی فقط در 39/6% از اراضی با وضعیت بحرانی توصیه شده و بقیه منطقه مورد مطالعه نامتناسب تشخیص داده شد ولی روش ریشه‌دوم نشان دهنده کلاس‌های تناسب متوسط در 7/08% ، تناسب بحرانی در 73/4% و نامتناسب در 19/4% از اراضی می‌باشد. 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 ریشه‌دوم حدود 1/03% از اراضی را با تناسب متوسط (S2)، 63/4% تناسب بحرانی (S3) و35/5% را با کلاس نامتناسب (N) تفکیک کرد. مدل آلماگرا 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، سیب‌زمینی و سویا با استفاده از روش‌های پارامتریک و مدل Almagra، به صورت جدول 3 تنظیم شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول3- ارزیابی نهایی محصولات گندم، ذرّت، سیب‌زمینی و سویا با سه روش برای 44 خاکرخ.

خاکرخ	وسعت(ha)	گندم			ذرت			سیب‌زمینی			سویا		
		S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A
1	164	S3	S3	S3t	S3	S3	S3t	S3	S3	S3t	N	S3	S3t
2	354	S3	S3	N	S3	S3	N	S3	S3	N	N	S3	N
3	82	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	93	S2	S2	S2c	S2	S2	S1	S2	S3	S2t	S3	S3	S2pc
5	277/3	S3	S2	S1	S3	S2	S2c	S3	S3	S2tcs	N	S3	S2s
6	141/7	N	S3	N	N	S3	N	N	N	N	N	N	N
7	64/5	S2	S1	S2tg	S2	S2	S2tcg	S3	S3	S2tcsg	S3	S3	S2tsg
8	100	S2	S1	S2tg	S2	S2	S2tcg	S3	S3	S2tcg	S3	S3	S2tg
9	214	S2	S1	S2tag	S2	S1	S2tcag	S3	S2	S2tcsag	S3	S2	S2tsag
10	89/1	S2	S1	S1	S3	S2	S2c	S3	S3	S2tcs	N	S3	S2s
11	198/1	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S3t	N	S3	S2ts
12	55/1	S2	S2	S1	S2	S2	S2c	S3	S3	S2tc	S3	S3	S1
13	340	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S3t	N	N	S2t
14	200	S3	S2	S2t	S3	S2	S2tc	N	S3	S2tc	N	S3	S2t
15	310/5	N	S3	S2t	N	S3	S2tc	N	N	S2tc	N	N	S2t
16	176	S3	S3	S3s	N	S3	S3s	N	S3	S3s	N	N	S3s
17	262	S2	S2	N	S3	S2	N	S3	S3	N	N	S3	N
18	276/1	S2	S3	S2t	S3	S2	S2tc	N	S3	S2tc	N	S3	S2t
19	220	S3	N	S1	N	S3	S2c	N	N	S2tc	N	N	S1
20	264	S2	S3	S2t	S3	S3	S2tc	S3	S2	S2tc	N	S3	S2t
21	324/2	S2	S2	S2t	S2	S2	S2tc	S3	S3	S2tc	N	S3	S2t
22	180	S3	S3	S1	N	S3	S2c	N	S3	S2tc	N	N	S1
23	283/3	S2	S2	S1	S2	S2	S2c	S3	S2	S2tc	S3	S3	S1
24	130/3	S2	S2	S2t	S2	S2	S2c	S3	S3	S2tc	N	S3	S2t
25	282	S2	S3	S1	S3	S2	S2c	S3	S3	S2tc	N	S3	S1
26	165	S2	S2	S1	S3	S2	S2c	S3	N	S2tc	N	S3	S1
27	246	S3	S3	S1	S3	S2	S2c	S3	S3	S2tc	N	S3	S1
28	22/4	N	S3	S2t	N	S3	S2tc	N	N	S2tc	N	N	S2t
29	167	S1	S2	S2t	S1	S2	S2tc	S3	S3	S2tc	S3	S3	S2t
30	298	S1	S2	S2t	S2	S2	S2tc	S3	S3	S2tc	N	S3	S2t
31	128/7	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	S3	S3	S2tc	N	S3	S2t
32	183/3	S2	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S2tc	N	S3	S2t
33	328	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S2tc	N	S3	S2t
34	180	S3	N	S1	N	S3	S2tc	N	S3	S2tc	N	N	S1
35	30	S3	S3	S2ta	N	S3	S2tca	N	N	S2tcsa	N	N	S2tsa
36	490	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S3t	N	N	S2t
37	140	S3	S3	S1	S3	S3	S2c	N	S3	S2tc	N	S3	S1
38	261	S2	S2	S1	S3	S2	S2c	S3	S2	S2tc	S3	S3	S1
39	367	S3	N	S2t	N	S3	S2tc	N	N	S3t	N	N	S2t
40	213	S3	S3	S2t	N	S3	S2tc	N	N	S2tc	N	N	S2t
41	134/1	S2	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S2tcs	N	S3	S2ts
42	237/3	S3	S3	S2t	S3	S3	S2tc	N	S3	S2tc	N	N	S2t
43	110	S3	S3	S3t	S3	S3	S3t	N	S3	S3t	N	S3	S3t
44	218	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

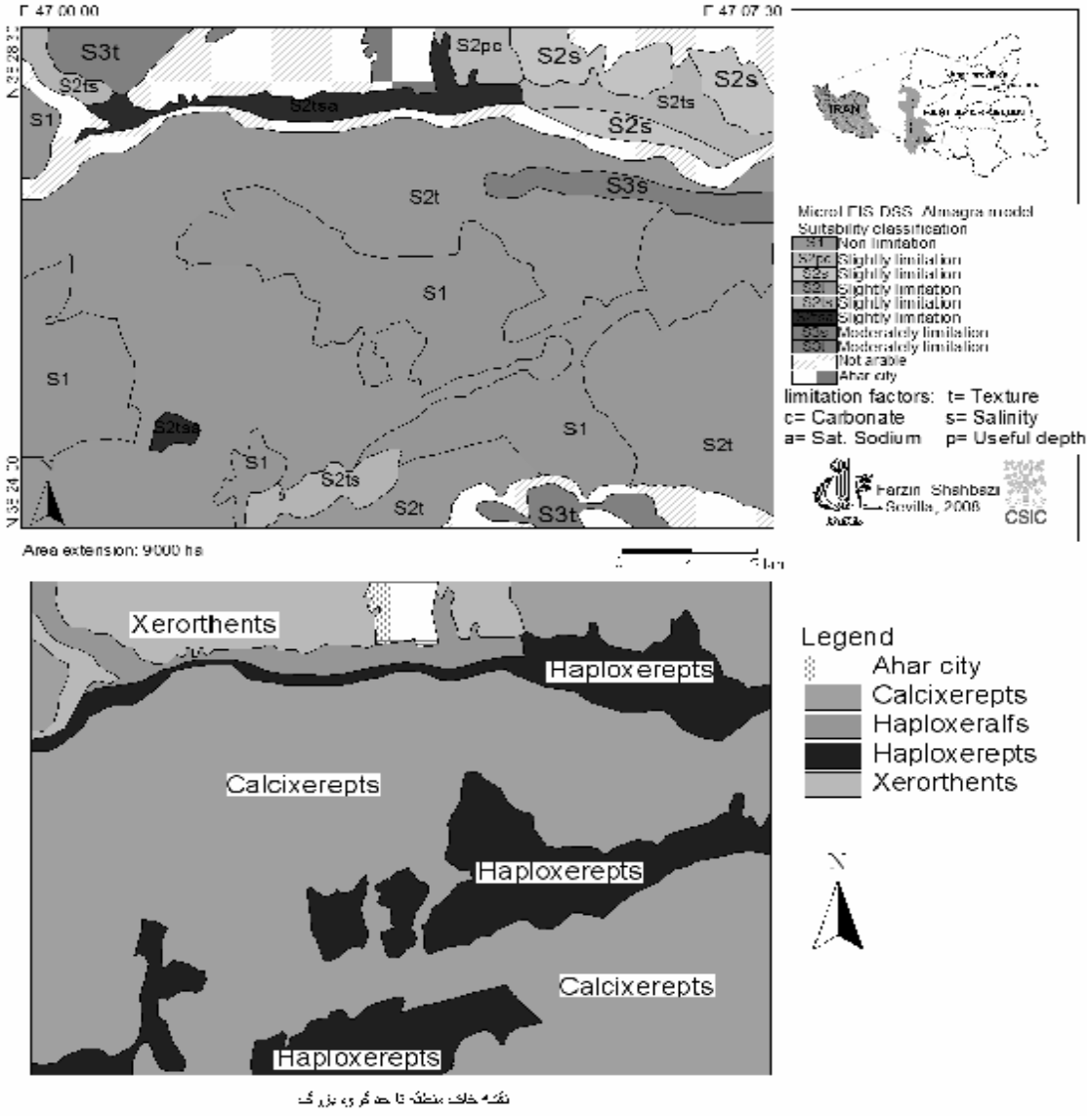
S: روش استوری، R:روش ریشه دوم، A: مدل آلماگرا (t، s، c، a و g به ترتیب محدودیت‌های بافت، شوری، آهک، اشباع سدیمی و توسعه یافتگی خاکرخ)

Archive of SID

www.SID.ir

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 آلماگرا 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 می‌باشد (جدول3).

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 آلماگرا به همراه نقشه خاک منطقه تا حد گروه‌های بزرگ در شکل 2 ارائه شده است.



شکل 2- نقشه زمین مرجع کلاس‌های تناسب کیفی اراضی برای سویا با استفاده ازمدل آلماگرا و نقشه خاک منطقه

www.SID.ir

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 رتبه-های حاصله (1، 2، 3 و4) در قالب تجزیه واریانس در جدول 4 ارایه شده شده است. اثر اصلی هر سه عامل 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.

جدول4- جدول تجزیه واریانس رتبه‌های تناسب اراضی (1، 2، 3 و 4) با سه روش بکار رفته در انواع خاک‌ها و برای انواع محصولات.

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

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 (جدول5). نتایج نشان داد که در همه محصولات به ترتیب مدل آلماگرا، ریشه دوم و استوری بالاترین رتبه را برای اراضی اختصاص داده-اند. بعبارتی می‌توان بیان نمود مدل آلماگرا برای انواع محصولات در همه خاک‌ها اراضی را متناسب‌تر نشان داده است. علّت این امر را می‌توان از طرفی به عدم دخالت پارامتر اقلیم در مدل آلماگرا 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 محدودیت‌های اقلیمی در منطقه برای محصولات مورد مطالعه (جدول 3)، اولاً مقایسه نتایج حاصل از مدل آلماگرا 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 آلماگرا، علّت متناسب‌تر دیده شدن اراضی برای کشت محصولات مختلف توسط مدل آلماگرا را عدم دخالت فاکتور اقلیم در مدل دانسته است که با توجه به عدم مقایسه آماری در تحقیق وی نمی-توان به طور واضح به تأثیر یا عدم تأثیر اقلیم اشاره نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول5- جدول مقایسه میانگین بین رتبه‌های تناسب اراضی اختصاص یافته برای چهار محصول با سه روش با آزمون LSD در سطح احتمال 5% .

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

در بررسی اثر متقابل بین نوع روش ارزیابی تناسب اراضی با نوع خاک، با توجه به اینکه تعداد داده‌های مبین میانگین یا به عبارتی تعداد رتبه‌های اراضی در هر چهار نوع خاک یکسان نبوده است لذا استفاده از یک LSD برای مقایسه تمامی میانگین‌ها 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، اراضی را با تناسب بالاتر نسبت به سایر روش‌ها برآورد نموده است و در طبقات بعدی به ترتیب روش-های ریشه دوم و استوری قرار می‌گیرند. تقی‌زاده (1390) نیز در مطالعات خود بیان داشت که روش‌های پارامتریک FAO با توجه به دخالت توأم فاکتورهای خاک و اقلیم اراضی را بدلیل محدودیت‌های اعمالی از سوی اقلیم با تناسب کمتر نشان می‌دهند.

جدول6- ماتریس LSD در سطح احتمال 5% برای سطوح مختلف گروه‌های 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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول7- 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 میاگین	میانگین رتبه‌های اراضی
Haploxerepts	استوری	56	1/62 f
	ریشه دوم	56	2/2 cd
	مدل آلماگرا	56	2/91 a
Calcixerepts	استوری	92	1/58 f
	ریشه دوم	92	2/01 de
	مدل آلماگرا	92	2/88 a
Haploxeralfs	استوری	12	2/42 bc
	ریشه دوم	12	2/75 ab
	مدل آلماگرا	12	3 a
Xerorthents	استوری	16	1/75 g
	ریشه دوم	16	2 f
	مدل آلماگرا	16	1/81 a

نتیجه نهایی این تحقیق نشان داد که مدل آلماگرا به لحاظ صرفه جویی در زمان نسبت به سایر روش‌های ارزیابی تناسب اراضی دارای ارجحیت می‌باشد، امّا 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. استفاده از مدل آلماگرا در سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز باید در ادامه استفاده از مدل‌های Terraza و Cervatana به منظور تأثیر فاکتور اقلیمی و تفکیک اراضی مستعد و غیرمستعد صورت گیرد و کاربرد مدل آلماگرا به تنهایی به هیچ وجه در ارزیابی تناسب اراضی توصیه نمی‌شود.

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 ع‌ا، 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 ع‌ا 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.

Archive of SID
www.SID.ir

شهبازی ف و جعفرزاده ع‌ا، 1383. ارزیابی کیفی تناسب اراضی شرکت تعاونی تولید خوشه مهر بناب برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه، پیاز، چغندرقند و ذرت. مجله دانش کشاورزی، جلد 14 شماره 4. صفحه های 68 تا86 .

شهبازی ف، 1387. بررسی سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز 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 ع‌ا 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 تا81 .

یزدی‌صمدی 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Klingebile AA and Montogomery 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.

Archive of SID

www.SID.ir