ارزیابی تناسب اراضی برای چغندرقند در دشت سیلاخور لرستان با استفاده از مدل پیوسته فازی و تخمینگر کریجینگ

اکبر سهرابی و جهانگرد محمدی

به ترتیب استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مقدمه

صرفنظر از روش مورد استفاده برای ارزیابی اراضی، نتیجه نهایی فرایند ارزیابی معمولاً به صورت نقشه ای که تناسب واحدهای مختلف اراضی را برای تولید محصول معینی نشان می دهد، ارائه می گردد. این کلاس‌های تناسب اراضی بصورت گروه های کاملاً مجزا و گسسته تعریف شده و توسط حدود مشخص و ثابتی از یکدیگر منفک می‌شوند. بطور مثال کلاس اراضی خیلی مناسب، نسبتاً مناسب و یا کلاس اراضی با تناسب بحرانی. بدین ترتیب واحد های اراضی که دارای تناسب بینابین باشند، تنها و تنها می‌توانند مشخصات یکی از کلاس های از پیش تعریف شده تناسب اراضی را اختیار نمایند. چنین تقسیم بندی صلب و بدون انعطاف قادر به نشان دادن واقعیت پیوسته اراضی و تغییرات فضایی تدریجی خصوصیات آنها نمی باشد. بنابراین استفاده از یک مدل پیوسته ویا فازی جهت توصیف تناسب اراضی جایگزین مناسبی در چنین شرایطی خواهد بود (۲). با ملحوظ داشتن درجات تناسب اراضی بعنوان یک متغیر ناحیه ای امکان بکارگیری مجموعه روش‌های زمین آماری که اصطلاحاً ژئواستاتیستیک نامیده می شود فراهم می آید (۴). هدف از مقاله حاضر تعیین تناسب اراضی برای چغندرقند با استفاده از مدل پیوسته فازی و تخمینگر کریجینگ در منطقه سیلاخور استان لرستان است

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سال ۱۳۸۰ و در بخشی از دشت سیلاخور واقع در استان لرستان، حد واسط شهرستان بروجرد و دورود، انجام شد. به منظور مطالعه بسیار تفضیلی خاک‌های منطقه و ارزیابی آنها جهت چغندر قند، محدوده‌ای به وسعت ۱۰۰ هکتار یعنی مربعی بطول و عرض یک کیلومتر که دارای حداکثر تغییر پذیری خاک‌ها بود، انتخاب شد. اراضی این بخش از دشت مورد نظر عمدتاً تحت کشت چغندرقند است. میانگین دمای سالیانه منطقه ۱۴/۴ درجه سانتیگراد است. گرمترین ماه سال تیرماه با ۲۶/۶ درجه سانتیگراد و کمترین درجه حرارت نیز مربوط به دی ماه با ۱ درجه سانتیگراد می باشد. میانگین بارندگی سالیانه در منطقه ۴۸۸/۷ میلی‌متر است. خاک‌های منطقه مطالعاتی شامل دو رده انتی سول و اینسپتی سول بوده و افق های موجود در خاک های منطقه مورد مطالعه عبارت از اکریک، کامبیک و کلسیک می باشد. نمونه برداری بصورت شبکه ای منظم با ابعاد ۲۰۰ متر در ۲۰۰ متر و از طریق حفر ۲۵ پروفیل خاک در مرکز هر شبکه انجام شد. پس از حفر و تشریح پروفیل ها، بمنظور بررسی دقیق خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیکو شیمیایی از افق های مختلف و به تعداد ۱۶۰نمونه جهت آزمایشات مربوطه نمونه برداری شد. خصوصیات اندازه گیری شامل درصد رس، سیلت و شن، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، میزان آهک، پی اچ، درصد سدیم تبادلی، میزان گچ، کاتیون ها و آنیون های محلول خاک بود. علاوه بر آن خصوصیات پستی و بلندی شامل شیب، متوسط میکروولیف و همچنین خصوصیات مربوط به خیسی زمین شامل زهکشی، سیل گیری، عمق کروما، عمق سفره آب زیرزمینی تعیین گردید.

نتایج و بحث

اولین قدم در بکارگیری مدل پیوسته فازی عبارت از تعیین تابع عضویت برای هرکدام از خصوصیات اقلیم و اراضی مورد نیاز کشت چغندر قند است. بطور مثال تابع عضویت کلاس تناسب S2 برای خصوصیت درصد سدیم تبادلی (ESP) بصورت زیر ارائه شد:

$$MF_{ESP}=\frac{1}{\left\{1+\left(\frac{ESP-b_1-d_1}{d_1}\right)^2\right\}} \qquad IF \quad ESP\langle b_1+d_1$$

$$MF_{ESP}=1 \qquad IF \quad b_1+d_1\le ESP\le b_2-d_2$$

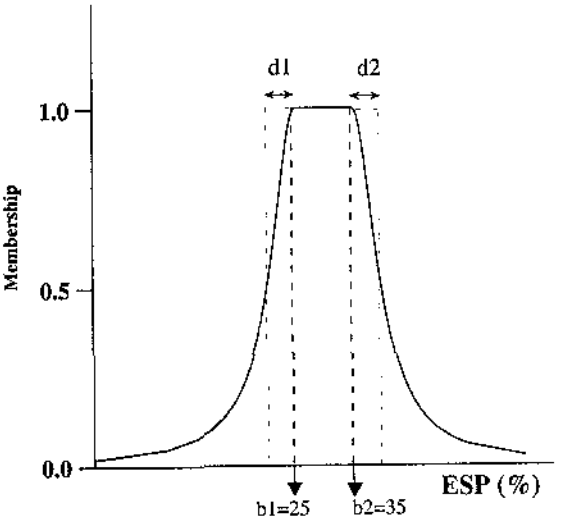
$$MF_{ESP}=\frac{1}{\left\{1+\left(\frac{ESP-b_2+d_2}{d_2}\right)^2\right\}} \qquad IF \quad ESP\rangle b_2-d_2$$

که درآن MF_{ESP} تابع عضویت درصدسدیم تبادلی، b_1 و b_2 بترتیب حدود آستانه پایینی و بالایی و d_1 و d_2 عرض منطقه انتقالی تابع عضویت را مشخص می سازد. تابع عضویت درصدسدیم تبادلی برای کلاس تناسب S2 در شکل(۱) نشان داده شده است. برای مثال، با استفاده از داده های اندازه گیری شده برای پروفیل شماره ۱۷، مقادیر عضویت برای چند خصوصیت اراضی بصورت زیر محاسبه شد:

	S1	S2	S3	N1	N2
CaCO3	1.0	0.01	0.0	0.0	0.0
pH	0.05	0.15	0.0	0.0	0.0
EC	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESP	0.12	0.54	0.01	0.0	0.0
.....	.....	.....	.....	.....	.....

ماتریس فوق بیانگر مقدار عضویت هر کدام از خصوصیات مورد نظر در کلاس‌های پنجگانه تناسب است. بطور مثال با توجه به مقدار درصد سدیم تبادلی در پروفیل شماره ۱۷، مقدار عددی عضویت این خصوصیت در کلاسهای S1 تا N2 بترتیب عبارت از ۰/۱۲، ۰/۵۴، ۰/۰۱، ۰ و ۰ می باشد.

شکل (۱) تابع عضویت درصدسدیم تبادلی برای کلاس تناسب S2 را نشان می‌دهد.



شکل(۱)تابع عضویت کلاس تناسب برای خصوصیت درصد سدیم تبادلی

به منظور تعیین اثرات نسبی هرکدام از خصوصیات اراضی و محاسبه وزن آماری از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد. استفاده از این روش بدلیل وجود خاصیت هم خطی بودن (Collinearity) متغیرهای موثر در عملکرد چغندر قند و در نتیجه عدم کارایی معادلات خط برگشت چند گانه صورت گرفت. در روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، بردارهای ویژه (Eigenvectors) نمایانگر وزن های آماری برای هر متغیر در هر مولفه اصلی است. لذا جهت انتخاب مناسب‌ترین اوزان برای هر کدام از خصوصیات مورد نظر به گونه ای که از نقطه نظر آماری نیز معنی دار باشند از معیار انتخاب زیر استفاده شد.

$$SC = 0.5 / (PC\ eigenvalue)^{0.5} \qquad (۱)$$

که در آن SC عبارت از معیار انتخاب مقادیر بردارویژه برای هر مولفه اصلی مورد نظر و با توجه به مقدار ویژه (Eigenvalue) آن است. اوزان مربوط به هر خصوصیت هنگامی انتخاب می گردند که قدرمطلق مقادیر آنها بزرگتر از معیار انتخاب باشند. بدین ترتیب مناسب ترین اوزان برای کل منطقه مطالعاتی برگزیده و در بردار وزن‌های آماری قرار گرفتند:

$$W = [\underset{Slope}{0.517} \quad \underset{Relief}{0.634} \quad \underset{CaCO3}{0.662} \quad \underset{pH}{0.398} \quad \underset{EC}{0.391} \quad \underset{ESP}{0.460}\ ]$$

متعاقباً با در اختیار داشتن ماتریس خصوصیات برای هر پروفیل و بردار اوزان فوق الذکر اقدام به محاسبه ماتریس ارزیابی برای هر کدام از نقاط مطالعاتی شد. بدین منظور بردار اوزان در ماتریس خصوصیات ضرب شد. بمنظور محاسبه شاخص ارزیابی اراضی حاصل از مدل پیوسته فازی، عناصر ماتریس ارزیابی به گونه ای تبدیل شده تا مجموع آنها برابر واحد شود. نتایج نهایی ارزیابی تناسب اراضی برای چغندرقند با استفاده از مدل پیوسته فازی در جدول (۱) آورده شده است.

به منظور تهیه نقشه های تناسب اراضی، با توجه به عدم تبعیت داده‌ها از توزیع طبیعی، ابتدا داده های حاصل از ارزیابی مدل پیوسته فازی برای هر کدام از کلاس‌های تناسب با استفاده از تابع تبدیل لگاریتمی زیر برای حصول به توزیع نرمال تبدیل شدند (۳):

$$t(x) = Ln\left(\frac{\mu(x)}{1-\mu(x)}\right)$$

که در آن t(x) عبارت از عضویت تبدیل شده در موقعیت مکانی x و μ (x) عبارت از عناصر ماتریس ارزیابی برای کلاس تناسب مورد نظر و در موقعیت مکانی x است. برای برآورد مکانی داده های تبدیل شده در موقعیت‌هایی که نمونه برداری نشده اند از تخمین‌گر کریجینگ استفاده شد. به منظور نمایش نقشه ای کریجینگ، ابتدا داده ها تبدیل معکوس شدند. نقشه های ارزیابی اراضی سه کلاس تناسب S1، S2 و S3 برای چغندرقند در شکل ۲ نشان داده شده است. نقشه کلاس تناسب S1 نشان می دهد که تنها در بخش‌های شمال شرقی منطقه مطالعاتی امکان قرارگیری اراضی در این کلاس تناسب وجود داشته و در برخی از نقاط این امکان عضویت به بیش از ۷۰ درصد نیز بالغ می گردد، این در حالی است که بخش اعظم منطقه دارای درجه امکان تعلق پایینی به کلاس تناسب S1 است. بطورکلی ۵۹ درصد مناطق تخمین زده شده دارای درجه امکان کوچکتر از ۰/۲ به منظور قرارگیری در کلاس تناسب S1 هستند. تنها ۰/۰۲ درصد از مناطق با درجه امکان بیش از ۷۰ درصد دارای تناسب S1 می باشند. از سوی دیگر نقشه پراکنش درجات عضویت به کلاس تناسب اراضی S2 حاکی از این واقعیت است که بیشتر اراضی دارای تناسب متوسط برای کشت چغندرقند است. حدود ۲۳ درصد از مناطق برآورد شده با درجه امکان ۷۰ درصد وبیشتر متعلق به این کلاس تناسب می باشند. در این مناطق خصوصیات اراضی مانند پستی و بلندی، خیسی زمین مانند زهکشی، خواص فیزیکی خاک مانند بافت و حضور سنگ و سنگریزه و همچنین خصوصیات مربوط به حاصلخیزی خاک مانند واکنش خاک و درصد سدیم تبادلی بعنوان عوامل محدود کننده مطرح

می باشند. بررسی نقشه ارزیابی تناسب اراضی کلاس S3 دلالت بر وجود نوار نسبتاً عریضی از اراضی واقع در غرب منطقه مطالعاتی داشته که تا مرکز منطقه امتداد پیدا می کند. علاوه بر آن مناطق محدودی از اراضی واقع در گوشه جنوب شرقی منطقه مطالعاتی نیز دارای کلاس تناسب S3 می باشد. معهذا وسعت این مناطق اندک و تنها ۲ درصد از مناطق تخمین زده شده با درجه امکان ۵۰ درصد و بیشتر در کلاس تناسب S3 واقع شده است. در این ناحیه خصوصیات فیزیکی خاک از جمله بافت خاک بعنوان عامل محدود کننده محسوب می شود. کلاس بافت خاک که با استفاده از ضریب وزنی عمق تا عمق یک متری محاسبه گردید شنی لومی می باشد. گرچه چغندرقند در محدوده وسیعی از خاک‌ها با بافت شنی تا رسی با ساختمان خوب رشد می کند لیکن بیشترین عملکرد این نبات در خاک‌هایی با بافت متوسط حاصل می شود.

بطور کلی نتایج حاصله از مطالعه حاضر نشان داد که با بکارگیری مدل پیوسته فازی درکنار مجموعه روش‌های زمین آماری می توان به طبقه بندی پیوسته ای از تناسب اراضی برای محصولات مختلف کشاورزی دست یافت. اگرچه روش ارزیابی تناسب اراضی بر پایه مدل پیوسته فازی از نظر بکارگیری اوزان مختلف برای خصوصیات متفاوت اراضی از روش‌های معمول ارزیابی متمایز می گردد لیکن دقت نتایج حاصل تا حدود زیادی وابسته به اوزان تعیین شده است. در این مطالعه از روش آماری تجزیه به مولفه‌های اصلی جهت وزن دهی خصوصیات مختلف استفاده شد که بنظر می رسد در مقایسه با روش شبیه سازی ، تولید تصادفی اوزان مربوط از مبانی واقعی تر و همچنین قطعیت و دقت بالاتری برخوردار است. زیرا تولید دوباره اوزان به روش دوم ممکن است به مجموعه دیگری از اوزان برای خصوصیات اراضی منجر خواهد شد. بمنظور ارتقا درجه تناسب اراضی در منطقه مورد نظر برای کشت چغندرقند توجه به عوامل محدودکننده اراضی که به گونه ای موضعی و محلی عمل می نمایند حائز اهمیت است.

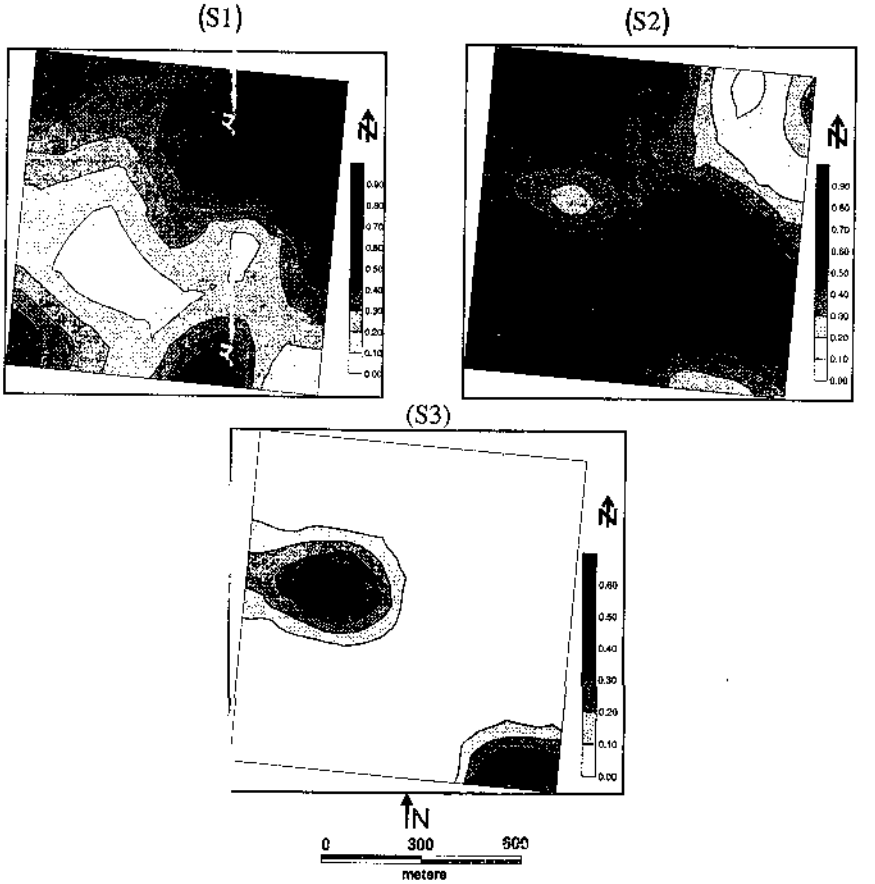
منابع مورد استفاده

1- Afifi, A.A. and V. Clark. 1984. Computer-aided multivariate analysis. Lifetime Learning Publ. Belmont, CA. 125 p.

2- Burrough, P. A., R.A. Mac Millan, and W. Van Deursen. 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from profile observations and topography. J. Soil Science, 43 : 193-210.

3- Triantafilis, J., W.T. Ward and A.B. McBratney. 2001. Land suitability assessment in the Namoi Valley in Australia, using a continuous model. Aust. J. Soil Res., 39: 273-290.

4- Webster, R. and M.A. Oliver. 2001. Geostatistics for environmental scientists. John Wiley and Sons Ltd. 288 p.



شکل(۲) نقشه کلاس‌های مختلف تناسب اراضی برای چغندر قند در منطقه سیلاخور، لرستان.

جدول(۱) نتایج طبقه بندی تناسب اراضی برای چغنرقند در منطقه سیلاخور (لرستان) با استفاده از مدل پیوسته فازی

پروفیل	ماتریس ارزیابی [S1 S2 S3 N1 N2]	شاخص اراضی	کلاس تناسب
۱	[۰/۴۱ ۰/۵۹ ۰ ۰ ۰]	۷۲/۷	S2
۲	[۰/۵۲ ۰/۴۸ ۰ ۰ ۰]	۷۵/۵	S1
۳	[۰/۴۵ ۰/۵۵ ۰ ۰ ۰]	۷۳/۸	S2
۴	[۰/۹۴ ۰/۰۶ ۰ ۰ ۰]	۸۵/۴	S1
۵	[۰/۵۵ ۰/۴۵ ۰ ۰ ۰]	۷۶/۴	S1
۶	[۰/۵۲ ۰/۴۸ ۰ ۰ ۰]	۷۲/۷	S2
۷	[۰/۳۹ ۰/۶۰ ۰/۰۱ ۰ ۰]	۷۱/۹	S2
۸	[۰/۶۲ ۰/۳۸ ۰ ۰ ۰]	۷۸/۱	S1
۹	[۰/۷۷ ۰/۲۳ ۰ ۰ ۰]	۸۱/۷	S1
۱۰	[۰/۸۷ ۰/۱۳ ۰ ۰ ۰]	۸۴/۱	S1
۱۱	[۰/۲۹ ۰/۴۳ ۰/۲۸ ۰ ۰]	۶۰/۸	S2
۱۲	[۰/۱۹ ۰/۲۰ ۰/۶۱ ۰ ۰]	۵۲/۳	S2
۱۳	[۰/۴۳ ۰/۵۶ ۰/۰۱ ۰ ۰]	۶۷/۶	S2
۱۴	[۰/۱۵ ۰/۸۵ ۰ ۰ ۰]	۶۶/۳	S2
۱۵	[۰/۴۱ ۰/۵۹ ۰ ۰ ۰]	۷۲/۷	S2
۱۶	[۰/۲۶ ۰/۷۴ ۰ ۰ ۰]	۶۹/۰	S2
۱۷	[۰/۱۱ ۰/۸۹ ۰ ۰ ۰]	۶۵/۲	S2
۱۸	[۰/۱۷ ۰/۸۳ ۰ ۰ ۰]	۶۶/۷	S2
۱۹	[۰/۲۴ ۰/۷۶ ۰ ۰ ۰]	۶۸/۵	S2
۲۰	[۰/۲۷ ۰/۷۳ ۰ ۰ ۰]	۶۹/۰	S2
۲۱	[۰/۶۱ ۰/۳۹ ۰ ۰ ۰]	۷۷/۷	S1
۲۲	[۰/۳۹ ۰/۶۱ ۰ ۰ ۰]	۷۲/۳	S2
۲۳	[۰/۲۱ ۰/۷۹ ۰ ۰ ۰]	۶۷/۷	S2
۲۴	[۰/۷۶ ۰/۲۴ ۰ ۰ ۰]	۸۰/۸	S1
۲۵	[۰/۱۰ ۰/۲۵ ۰/۶۵ ۰ ۰]	۴۸/۷	S3