Archive of SID

پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۸۷، تابستان ۱۳۸۹
(پژوهش و سازندگی)

بررسی توزیع مکانی برخی عناصر غذایی و عوامل موثر بر حاصلخیزی خاک در اراضی شهرستان مراغه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

• **سمیه نصرت پور**، کارشناس ارشد خاک شناسی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل(نویسنده مسئول)
• **محمد اردلان**، استاد گروه خاک شناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **اصغر فرج نیا**، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی
• **اباذر اسمعلی عوری**، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۸
تلفن تماس: ۰۴۵۱-۴۴۵۶۷۴۷
Email: S_Nosratpour@yahoo.com

چکیده

خاک زراعی منبعی ارزشمند بوده و حفظ و مدیریت حاصلخیزی آن در توسعه پایدار هر کشوری نقش مهمی را ایفا می نماید. از جمله ابزارهای مناسب که میتواند امکانات لازم را در زمینه مدیریت حاصلخیزی خاکها فراهم آورد نقشه های پهنه بندی عناصر غذایی می باشند. هدف تحقیق حاضر بررسی ساختار فضایی و تهیه نقشه های پهنه بندی عناصر غذایی بر اساس استفاده از تکنیکهای زمین آمار در محیط GIS میباشد. در این تحقیق با استفاده از GPS ۳۹۰ نمونه مرکب خاک از اراضی زراعی شهرستان مراغه جمع آوری شد و پس از آنالیزهای آزمایشگاهی میزان عناصرفسفر، پتاسیم ،آهن، روی، منگنز،مس و بور و نیز درصد کربن آلی، شوری و pH استخراج گردیدند. از طریق بررسی های آماری با بسته نرم افزاری Spss نرمال بودن توزیع داده ها تست شد و سپس با بکارگیری نرم افزار Gs+۹ بررسی های زمین آماری وتهیه نیم پراش نگار تمامی عناصر انجام شده و بعد مناسبترین مدل تئوری به داده های تجربی برازش داده شد. با تعیین شدن پارامترهای نیم پراش نگار مدل کریجینگ معمولی جهت تخمین مقادیر عناصر در نقاط مجهول بکار گرفته شده و نقشه پهنه بندی عناصردر محیط نرم افزار Gs+۹ تولید شد. پهنه‌بندی نقشه هر کدام از این عوامل بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام شد. نتایج حاصله نشان داد که قسمت عمده اراضی نمونه‌برداری شده، فاقد محدودیت شوری بوده ولی دارای کمی قلیائیت هستند، در ۷۴ درصد اراضی میزان کربن آلی بیشتر از ۰/۵ درصداست و بر اساس نیاز گیاه گندم، فسفر قابل در ۷۰/۳۵درصد اراضی در حد زیاد یا سمیت و پتاسیم قابل جذب نیز درقست اعظم این خاکها در حد زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. از لحاظ عناصر کم مصرف به ترتیب کمبود روی، منگنز، آهن، بور و مس در این اراضی شایع بوده است.

کلمات کلیدی: : نقشه حاصلخیزی، مراغه، سیستم اطلاعات جغرافیایی، زمین آمار

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Research Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 87 pp: 2-7

Investigation of spatial distribution of soil fertility factors in Maraghe farms by means of geographic information systems

By:S. Nosratpour, member of young researchers club, Islamic azad university of Ardabil, M. Ardalan, professor of tehran university, faculty of agriculture,dept. of soil science,Karaj – Iran, A. Farajnia, Member of scientific faculty of agriculture research center of East Azerbaijan and A. Esmali Ouri, Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh

Agricultural soils are valuable resources and their protection and fertility management play an important role in the sustainable agriculture. One of the suitable tools that make it possible to manage the soil fertility is the use of soil nutrients map. The main goal of this research is to study the spatial structure and mapping the spatial distribution of some soil micronutrients using geostatistics and GIS techniques. To do this research, 390 mixed soil samples along with their GPS-based coordinates were taken from Maragheh agricultural soils. Soil samples were analyzed and the amounts of EC, pH, %OC, P, K ,Zn , Mn , Fe , Cu and B, were determined. For geostatistical analyses the elements semivariograms were developed and then the suitable theory model fitted to the experimental semivariograms. The information generated from the fitted models were applied to make use of ordinary kriging For estimating the value of microelements in the unknown locations. All above mentioned steps were performed in the GIS environment that resulted in generating soil fertility maps (zonation maps).

Keywords: *Fertility map, Maragheh , GIS, Geostatistics.*

مقدمه

خاک از جمله سرمایه های ارزشمندی است که در عرصه های تولید محصولات کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست نقش اساسی ایفا مینماید. خاک جایگاه مناسبی جهت رشد و نمو گیاه و ایجاد پوشش گیاهی بوده و چنانچه این سرمایه ارزشمند حفظ نگردد کمبود مواد غذایی ، فرسایش خاک و تخریب منابع طبیعی را بدنبال خواهد داشت.از طرف دیگر با عنایت به روند رو به افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی ضرورت دارد در جهت بهره گیری دایمی از این سرمایه خدادادی به حفظ و بهره برداری صحیح از آن اهمیت بسیار قایل شده و به منظور حفظ و حراست از خاک کشور از اجرای پروژه های مطالعاتی و تحقیقاتی جهت یافتن راه حلهای مناسب بهره گیریم.

در تجزیه و تحلیل خاک به منظور تولید محصولات زراعی، حاصلخیزی خاک معمولا" بیشترین توجه را به خود معطوف میدارد. حاصلخیزی خاک به سطح مواد مغذی قابل دسترس گیاه در خاک مربوط میگردد.

در طول سالهای متمادی و به منظورهای گوناگون در مناطق مختلف کشور نمونه‌های متعددی از خاکهای زراعی و غیر زراعی تهیه شده و تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی بر روی آنها صورت گرفته این اطلاعات عملاً پس از یکبار استفاده به بوته فراموشی سپرده می‌شوند در حالی که امروزه با برخورداری از امکانات رایانه‌ای و نیز با بکارگیری فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با ایجاد بانک های اطلاعاتی می‌توان اطلاعات را به‌صورت زمینی جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به روز نموده و با انجام تحلیلهای مکانی اطلاعات سودمندی از وضعیت مکانی عوامل خاکی و روند تغییرات آنها بدست آورد و وضعیت این عوامل را به صورت نقشه ارائه نمود. برای تهیه نقشه‌های حاصلخیزی مقدار موجود عناصر غذایی اصلی و کم‌مصرف اندازه‌گیری و علاوه بر مقدار موجود عناصر در مناطق مختلف، نسبت‌های آنها به یکدیگر نیز مشخص می‌گردد. به عبارت دیگر تهیه نقشه حاصلخیزی خاک امکان اعمال قانون لبیگ را در تولید انبوه محصولات کشاورزی در سطوح منطقه‌ای فراهم می‌آورد(مومنی ، ۱۳۸۰) با استفاده از این نقشه ها عنصری که کمبود آن وجود دارد و می تواند باعث کاهش رشد و در نهایت کاهش عملکرد محصول شود مشخص خواهد شد.

نقشه‌های حاصلخیزی خاک یک منطقه کشاورزی امکان توصیه مقدار کودهای شیمیایی مورد نیاز را بر پایه تغییرات ساختار مکانی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه برای آن منطقه فراهم می‌آورد.امروزه نمونه برداری مرتب از خاک، بررسی میزان تغییر پذیری مکانی عناصر و بکارگیری نقشه های حاصلخیزی در مدیریت حاصلخیزی خاک نقش مهمی دارد(لغوی ، ۱۳۸۲). بطور سنتی توصیه کودی بر اساس منحنی‌های عکس‌العمل گیاه که برای یک منطقه خاص تهیه شده‌اند انجام می‌گیرد. توصیه کودی بر مبنای چنین منحنی‌هایی زمانی کارآیی دارد که هر مزرعه به عنوان یک واحد مدیریتی محسوب گشته و خدمات مدیریتی در آن بصورت یکنواخت اعمال گردد ولی تجربیات نشان داده است که عکس‌العمل گیاه به کود و نیز مقدار موجود عناصر غذایی در خاک یک مزرعه ممکن است متفاوت باشد(مومنی، ۱۳۸۰). بنابراین توصیه کودی بر اساس منحنی‌های عکس‌العمل در یک سیستم کشاورزی دقیق ممکن است خیلی ساده‌انگاری باشد و لازمه یک سیستم کشاورزی پایدار ایجاد یک بانک اطلاعاتی از وضعیت خاک‌های منطقه است. جمع‌آوری داده برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز کشاورزی دقیق بسیار گران تمام می‌شود چون تهیه داده‌ها هم گران و هم مشکل است. توسعه

www.SID.ir

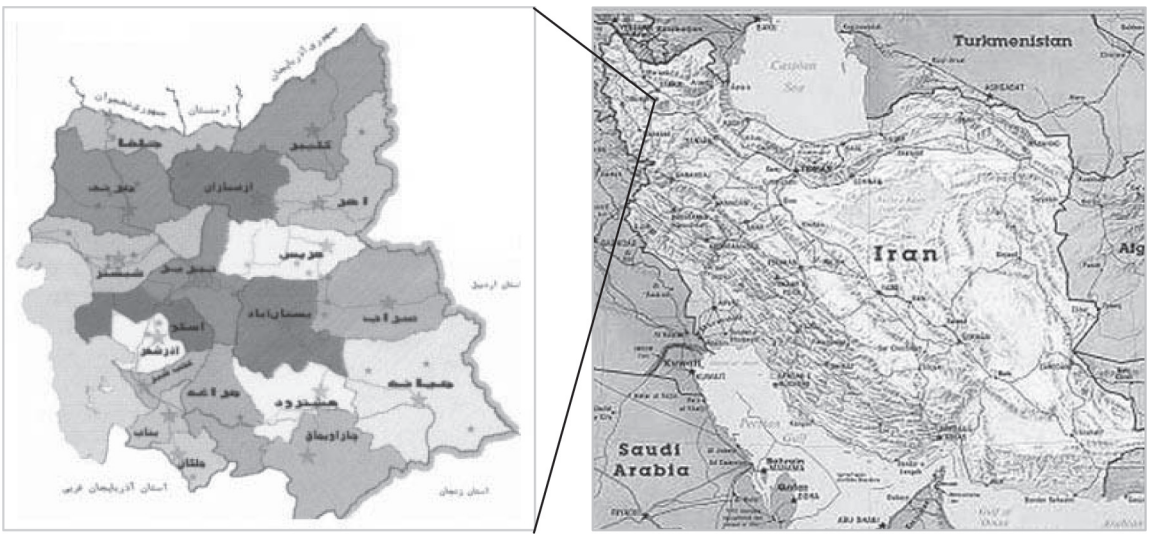
Archive of SID

تکنیک‌هـای مدرن نظیر ژئواستاتیســتیک این مشــکل را تا حد زیادی حل کرده اســت و می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر نقشه‌هایی با دقت منطقی تهیــه نمود. (بورگــس ، ۱۹۸۰). بنابراین زمین آمــار در ترکیب با GIS می تواند ابزاری مناسب برای تهیه نقشه های حاصلخیزی باشد. مزیت استفاده از زمین آمار اینست که زمین آمار برخلاف آمار کلاسیک علاوه بر مقدار عنصر مورد بررسی موقعیت مکانی آن را نیز مورد تحلیل قرار داده و امکان محاسبه خطای تخمین را فراهم میاورد. در زمین آمار ابتدا به بررســی وجود یا عدم وجود ســاختار فضایی(ارتباط بیــن مقادیر عناصر با فاصله و جهت قرارگیری نمونه های خاک) بین داده ها پرداخته شده و سپس در صورت وجود ساختار فضایی تحلیل داده ها انجــام می گیرد. کریجینگ یک روش تخمین (درون یابی) اســت و از مهمترین ویژگیهای کریجینگ آن است که ساختار فضایی نقاط را در فرآیند تخمین مورد توجه قرار داده و به ازای هر تخمینی خطای مرتبط با آن را میتوان محاسبه نمود.(حسنی،۱۳۷۷). نقشه‌های حاصلخیزی می‌توانند مرجع مناســبی برای توصیه کودی مناطق دارای چنین نقشه‌هایی باشند. امروزه در کشورهای پیشرفته نگرانی‌های زیست محیطی و ملاحظات اقتصادی باعث شــده تــا در مصرف موادی که به عنوان کودهای شــیمیایی بــکار می‌روند و موادی که به عنوان اصلاح‌کننده بــه خاک افزوده می‌گردند دقت بعمل آید(براتنی و وبســتر ، ۱۹۸۳). اما در کشــاورزی ســنتی چنین ملاحظاتــی وجود ندارد. در روش کشــاورزی دقیق که در آن مدیریت با نرخ متغیــر اعمال می‌گردد نقاطی از مزرعه که در آنهــا مقدار عناصر غذایی و یا اصلاحی زیر حد بحرانی اســت کود یا ماده اصلاحی بیشــتر و نقاطی که این مــواد در حد بهینه قرار داشــته باشــدکود یا ماده اصلاحی اضافه نمی‌شــود در نتیجــه مصرف مــواد افزودنی به خاک از نظر ملاحظات زیســت محیطی و اقتصادی به ســمت بهینه شــدن سوق داده می‌شــود(لغوی،۱۳۸۲). تهیه نقشــه‌های حاصلخیزی خاک از جنبه‌های زیســت محیطی نیز حائز اهمیت اســت. در ایران، به دلایــل مختلف از جمله ارزان بودن کودهای شــیمیایی مصــرف آنها بهینه و اصولی صورت نمی گیرد و در نتیجه ملاحظات زیســت محیطــی و جنبه‌هــای اقتصادی مصرف کودهای شــیمیایی مورد توجه قرار نمی‌گیرد این موضوع باعث می‌شــود که محیط زیست در معرض خطر جدی آلودگی به آلاینده‌های ناشــی از کودهای شیمیایی قرار گیرد در نتیجه نقشه حاصلخیزی خاک می‌تواند به حفظ محیط زیست و مصرف اقتصادی کودهای شیمیایی کمک نماید(مومنی،۱۳۸۰).

براتنی و وبستر(۱۹۸۳) از جمله اولین کسانی بودند که کاربرد علم زمین آمار را برای تخمین ســاختار مکانی خواص خاک و توســعه کشاورزی دقیق توصیه نمودند.

والتر (۲۰۰۱) نقشــه پهنه بندی شــوری خاک را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی و زمین آمار تهیه نمود. لیو و همکاران (۲۰۰۳) با هدف بررســی میزان تغییر پذیری عناصر میکرو شــامل آهــن،روی، مس، و منگنز منطقه ای به مســاحت ۵۴۱ کیلومتر مربع را مورد نمونه برداری قرار داده و با آنالیز ۱۳۴ نمونه از خاک شــالیزارهای برنج توانســتند رفتار و خصوصیات تغییر پذیری چهار عنصر مذکور را با استفاده از روشهای زمین آماری و GIS تعیین نمایند. مولر و همکاران (۲۰۰۴) در ایالت کنتاکی نقشــه های عناصر فسفر، پتاسیم، کلســیم، منیزیم، pH وخاصیت بافری را با روش های زمین آمــاری و کریجینــگ تهیه کردند. چون فا و همــکاران (۲۰۰۹) با توجه به نقش کلیدی مواد آلی در سیستم های تولید محصولات کشاورزی مطالعه ای را برای برآورد مقدار ماده آلی خاک با اســتفاده از داده های ســنجش از دور در چین انجام دادند و پس از تهیه داده ها از طریق تصاویر ماهواره ای عمل درون یابی آنها را انجام داده و نقشه مقدار مواد آلی خاک را در منطقه مورد مطالعه شان ارائه دادند.

هدف تحقیق حاضر مطالعه تغییر پذیری مکانی عوامل شوری ، اسیدیته، درصد کربن آلی و عناصر فسفر، پتاسیم، روی، منگنز، آهن، مس و بر و تهیه نقشه حاصلخیزی در مناطق زراعی مراغه بر اساس تکنیکهای زمین آماری و GIS میباشد. با اســتفاده از نتایج این مطالعات می توان توصیه های صحیح کودی را برای محصولات مورد نظر انجام داد تا از اتلاف سرمایه در اثر مصرف نا متعادل و غیر ضروری کود و نیز از آلودگی محیط زیست جلوگیری گردد. همچنین در ســطح مدیریــت کلان برای یک منطقه می تــوان بر آورد نیاز



شکل ۱- جا نمایی شهرستان مراغه در استان آذربایجان شرقی

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه به انواع مختلف کود را با استفاده از این نقشه ها انجام داد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان مراغه واقع در جنوب غربی استان آذربایجان شرقی ایران منطقه مورد مطالعه این تحقیق بوده است. این منطقه بین ˚۳۷ تا ˊ۳۰ و ˚۳۷ عرض شمالی و بین ˊ۴۵ و ˚۴۵ تا ˊ۳۰ و ˚۴۶ طول شرقی واقع شده است(شکل ۱). وسعت این شهرستان حدود ۸۴۰ کیلومتر مربع بوده و تنها ۱/۸ درصد از وسعت استان را تحت پوشش قرار می دهد .ارتفاع عمومی در محدوده این شهرستان از ۱۲۹۰ متر در مناطق غربی تا ۲۰۰۰ متر در شمال شرقی متغیر است و بیشتر قسمت های آنرا زمین های با ارتفاع کمتر از ۱۷۰۰ متر فرا گرفته است. میانگین بارش سالانه منطقه ۳۶۰ میلیمتر و متوسط دمای سالانه از ۸/۷ تا ۱۲/۵ درجه سانتی گراد در نوسان می باشد. محصولات گندم، نباتات علوفه ای و جو از نظر زراعی و سیب و انگور از نظر باغی محصول غالب محسوب می شوند. از نظر خاکشناسی، خاک های این منطقه در محدوده بافت Clay Loamو Loam بوده و هدایت الکتریکی آنها بین ۲ تا ۱۶ دسی زیمنس می باشد(سازمان برنامه و بودجه.۱۳۷۷).

تهیه داده های تحقیق

ابتدا در روی نقشه توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ محدوده زراعی شهرستان مشخص شد، سپس ۳۹۰ نمونه خاک به روش شبکه بندی با ابعاد شبکه ۲۰۰۰*۲۰۰۰ متر و بصورت نمونه مرکب خاک تهیه شد. روشن است که

جدول شماره ۱ - نتیجه آزمون K-S عناصر مورد بررسی

عناصر	Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp. Sig. (-۲tailed)
pH	۱/۵۰۲	۰/۲۲
هدایت الکتریکی	۴/۹۴۵	۰۰۰
کربن آلی	۲/۹۸۹	۰۰۰
فسفر	۱/۱۴۳	۰/۱۴۶
پتاسیم	۱/۶۰۰	۰/۰۱۲
آهن	۲/۴۲۵	۰۰۰
روی	۵/۱۲۷	۰۰۰
مس	۳/۲۹۵	۰۰۰
منگنز	۲/۷۰۹	۰۰۰
بور	۱/۵۷۷	۰/۰۱۴
لگاریتم pH	۱/۵۸۸	۰/۰۱۳
لگاریتم هدایت الکتریکی	۳/۰۲۰	۰۰۰
لگاریتم کربن آلی	۱/۷۹۴	۰/۰۰۴
لگاریتم فسفر	۲/۳۴۹	۰۰۰
لگاریتم پتاسیم	۱/۱۷۸	۰/۰۱۲
لگاریتم روی	۱/۹۶	۰/۰۰۱
لگاریتم منگنز	۱/۴۴۷	۰/۰۳
لگاریتم آهن	۰/۶۸۷	۰/۰۰۱
لگاریتم مس	۰/۶۸۹	۰/۰۷۲
لگاریتم بور	۲/۱۸۳	۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات مکانی همه خصوصیات خاک یکسان نیست اما با توجه به وسعت زیاد محدوده مطالعاتی اگر برای هر کدام از عوامل مورد مطالعه شبکه جداگانه در نظر گرفته می شد و نمونه برداری مجزا صورت می گرفت تعداد نمونه ها بسیار افزایش می یافت که این امر از نظر اجرایی و اقتصادی مقدور نبود. لازم به ذکر است که نمونه برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر صورت گرفت. عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر عمق موثر زراعی می باشد (محمودی و حکیمیان ۱۳۸۰). موقعیت هر کدام از نمونه ها با دستگاه موقعیت یاب جهانی ثبت شد. نمونه خاک ها به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال و آنالیزهای مورد نظر بر روی آنها صورت گرفت، سپس نتایج آنالیز نمونه‌های خاک جهت اتصال به محیط سیستم اطلاعات جغرافیائی به داده‌های با فرمت d.b.f تبدیل شد و طی مراحل مشروحه زیر پراکنش سطحی عوامل حاصلخیزی خاک برای منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.

بررسی آماری مجموعه داده های تحقیق:

از آنجائیکه نرمال بودن توزیع مقادیر عناصر مورد بررسی شرط اساسی برای استفاده از تخمینگر کریجینگ می باشد لذا در این قسمت با استفاده از آزمون ناپارامتری کولموگوروف – اسمیرونوف (K-S)، نرمال بودن داده ها بررسی شد. و سپس از روش تبدیل لگاریتمی برای نرمال کردن توزیع داده ها در مورد داده هایی که توزیع نرمال نداشتند استفاده شد.

بررسی زمین آماری مجموعه داده های تحقیق:

زمین آمار می تواند جهت تخمین مقادیر عناصر خاک در نقاط مجهول و تهیه نقشه خاک بکار گرفته شود(گوورتس ،۱۹۹۹) . در این مرحله از تحقیق ساختار فضایی عناصر و عوامل مورد بررسی با استفاده از آنالیزهای زمین آماری مطالعه شد. بدین منظور ابتدا نیم پراش نگار تجربی هر یک از عوامل مورد بررسی تهیه و ترسیم شده و سپس به بررسی و شناخت ویژگی های ساختاری عناصر و چگونگی تغییرات آنها پرداخته شد تا دلایل لازم جهت استفاده از تکنیک های زمین آماری مانند کریجنگ تامین گردد. نیم پراش نگار در واقع نصف میانگین مربع اختلاف مقادیر نمونه های است که بفاصله مشخص (h) از یکدیگر قرار دارند و از رابطه زیر محاسبه می شود .

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(x+h)-Z(x)]^2$$

رابطه ۱ :

در این رابطه N(h) تعداد جفت نمونه ها، Z معرف مقادیر عناصر و x اشاره به موقعیت نمونه ها دارد.

اطلاعات حاصل از بررسی نیم پراش نگار عناصر بعنوان مقادیر ورودی روش کریجینگ جهت تخمین مقادیر عناصر در نقاط مجهول بکار گرفته می شوند اما قبل از کاربرد نیم پراش نگار های تجربی در فرآیند تخمین، لازم است به آنها مناسب ترین مدل تئوری را برازش کرد. لذا دومین قسمت این مرحله به بررسی مدل های مناسب جهت برازش اختصاص داده شد. در این تحقیق مدلهای تئوری مختلفی شامل مدلهای خطی، کروی، نمایی و گوسی مورد بررسی قرار گرفتند. پس از انتخاب مدل نمایی به عنوان مدل مناسب جهت برازش نیم پراش نگار های تجربی عناصر، پارامترهای نیم پراش نگار عناصر یعنی دامنه تاثیر ، اثر قطعه ای و سقف مشخص شدند. در ادامه پارامترهای مذکور جهت تعیین وزن نسبی داده های معلوم در تخمین نقطه مجهول بر اساس موقعیت آنها نسبت بهم در روش کریجینگ معمولی بکار گرفته شده و تمامی مقادیر عناصر در نقاط مجهول برآورد گردیدند. بعد از تخمین نقاط فاقد نمونه و ارزیابی نتایج در نهایت نقشه های حاصلخیزی عناصر در محیط نرم افزار GS+۹ تهیه و پهنه بندی کلیه نقشه ها بر اساس استاندارد های موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

جدول شماره ۲ - پارامترهای محاسبه شده نیم پراش نگار عناصرمورد بررسی

عناصر	سقف (Sill)	اثر قطعه ای (Nugget Effect)	دامنه تاثیر (Range)	C/(C+C۰)	مدل
pH	۱/E۰۰۵۵-۰۰۳	۵/E۲۷۰-۰۰۴	۴۷۹۶۰/۰۰	۰/۵۰۰	Exp
هدایت الکتریکی	۰/۱۰۳۸	۰/۰۰۵۴	۸۵۰/۰۰	۰/۹۴۱	Exp
کربن آلی	۰/۰۴۵۶۰	۰/۰۰۴۳۰	۱۱۴۰/۰۰	۰/۹۰۶	Exp
فسفر	۰/۱۸۷۸	۰/۰۲۲۹	۱۳۹۰/۰۰	۰/۸۷۸	Exp
پتاسیم	۰/۱۶۰۸	۰/۰۱۸۴	۱۱۵۰/۰۰	۰/۸۸۶	Exp
روی	۰/۱۳۶۲	۰/۰۱۳۱	۸۷۰/۰۰	۰/۹۰۴	Exp
منگنز	۰/۱۰۷۸	۰/۰۱۵۴	۱۷۰۰/۰۰	۰/۸۵۷	Exp
آهن	۰/۲۴۷۴	۰/۱۲۳۲	۴۰۹۰/۰۰	۰/۵۰۲	Exp
مس	۰/۲۰۸۴	۰/۰۲۴۲	۱۴۲۰/۰۰	۰/۸۸۴	Exp
بور	۰/۰۲۱۷۶	۰/۰۰۲۵۸	۱۲۳۰/۰۰	۰/۸۸۱	Exp

www.SID.ir

Archive of SID

انجام شـد، سـپس توصیه های لازم بر اساس نقشـه های تولید شده برای کشت گیاه گندم جهت استفاده در مدیریت حاصلخیزی صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتیجه آزمون کولوموگروف-آسمیرونوف

بر اسـاس آزمون ناپارامتریK-S (جدول شـماره ۱) مشـخص شد که توزیع مقادیر عناصر مورد بررسی نرمال نبوده و ضروری است قبل از پردازش آنهـا عمل نرمال سـازی انجـام پذیرد. در ایـن تحقیق چندیـن تابع نرمال سـازی مورد آزمون قرار گرفته و در نهایـت لگاریتم داده های تحقیق جهت پردازش های بعدی منظور شدند.

نتایج مطالعات زمین آماری:

پـس از تهیه نیم پراش نگار تجربی عوامل مورد بررسـی با اسـتفاده از مدل های تئوری متعدد در نهایت مدل نمایی به دلیل دارا بودن خطایRss کمتر نسـبت به سایر مدل ها مناسب ترین مدل تئوری جهت برازش به نیم پراش نگار تجربی عناصر مورد بررسـی شـناخته شد و پارامتر های محاسبه شده نیم پراش نگارها به شرح جدول ۲ مشخص شدند.

نقشه های پهنه بندی عوامل و عناصر مورد بررسی:

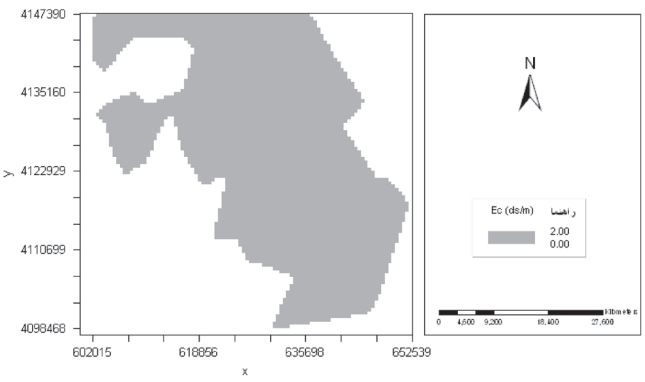
شـوری و اسیدیته: میزان هدایت الکتریکی درکلیه اراضی شهرستان زیر ۲ دسـی‌زیمنس بر متر است لذا برای کاشت و پرورش محصولات محدودیت ایجاد نمیکند (جدول۳)(شـکل ۲). از نظر اسـیدیته ۸۹ درصد اراضی دارای محدودیت کم می‌باشـند یعنی دارای اسیدیته۸/۲ -۷/۸ می‌باشند که به نظر می‌رسد جذب عناصر میکرو در این محدوده با مشکل مواجه گردد. (جدول۳) (شـکل ۳). کاربرد گوگرد به همراه تیوباسـیلوس وکود دامی می تواند تاثیر مثبت در کاهش موضعی اسیدیته خاک در محیط اطراف ریشه و تعدیل این محدودیت داشته باشد.

کربـن آلی: میزان کربن آلی خـاک ۹۲/۹۸ درصد از این اراضی زیر یک درصد است(جدول ۴))(شکل ۴). در نقشه حاصلخیزی، کربن آلی به عنوان یـک متغییر حائز اهمیت تلقی می‌شـود لذا تهیه نقشـه کربن آلی خاک نه تنها وسـعت کمبود کربن آلی در اراضی کشـاورزی را نشان خواهد داد بلکه محل وقوع کمبود آن را مشخص می‌کند. علاوه بر آن، با مطالعه این نقشه‌ها می‌توان مقدار کل کربن مورد نیاز، بودجه لازم برای رساندن کربن آلی خاک به سـطح ۱ درصد، زمان لازم و مقدار تلاشـی که لازم اسـت انجام شـود را محاسبه نمود. یکی از خصوصیات مهم نقشه حاصلخیزی خاک در این رابطه فراهم آوردن امکان پایش تغییرات مقدار کربن آلی و در نتیجه امکان بررسی درصد موفقیت یا عدم موفقیت پروژه‌های افزایش کربن آلی خاک است.

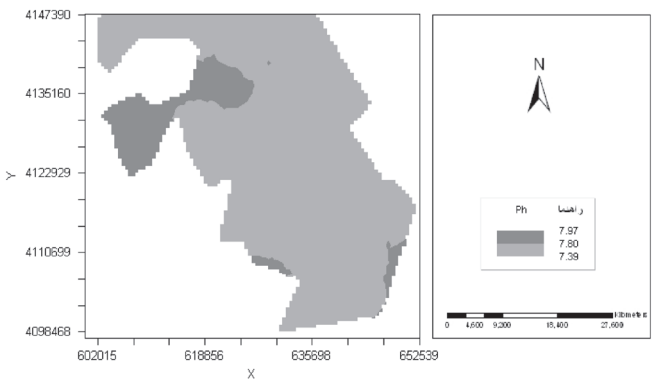
فسفر و پتاسـیم قابل جذب: از نظر فسفر قابل جذب تنها۰/۴۲ درصد اراضی تحـت نمونه‌برداری در محدوده فقیـر، ۳/۶۷درصد در محدوده حد متوسـط و ۲۵/۵۶درصد در محدوده خوب، ۵۱/۵۲ درصد در محدوده زیاد ۱۸/۸۳ درصد در محدوده سـمیت قرار دارد(جدول۵)(شـکل ۵). به دلیل واقع شدن قسمت زیادی از محدوده زیاد و سمیت از نظر میزان فسفر قابل جذب به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای فسفاته در این شهرستان بر اساس

جدول ۳- وضعیت خاک های مراغه از نظر هدایت الکتریکی و اسیدیته

محدوده	هدایت الکتریکی		اسیدیته	
	هکتار	٪	هکتار	٪
بدون محدودیت	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰	۱۱۳۶۸۲/۳۸	۸۱/۵۴
محدودیت کم	-	-	۲۵۶۶۱/۷۴	۱۸/۴۲
محدودیت متوسط	-	-	۶۶/۹۷	۰/۰۴
جمع	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰



شکل ۲- نقشه شوری اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل۳- نقشه اسیدیته اراضی زراعی شهرستان مراغه

www.SID.ir

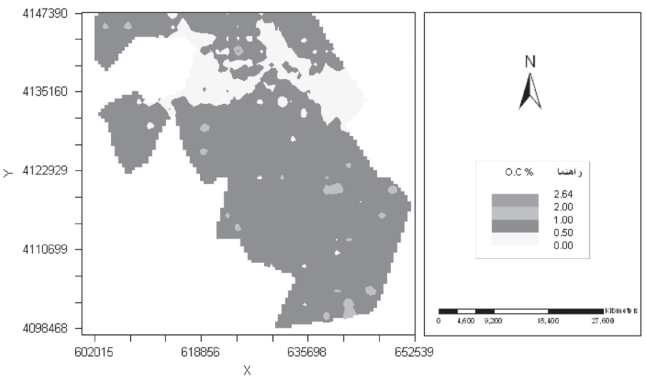
Archive of SID

آزمـون خاک نبـوده و در صورتی که این روند متوقف نشـود باعث تجمع بیشـتر این عنصر در خاک های زراعی خواهد شـد. اما پتاسیم قابل جذب در۰/۰۴ درصـد از اراضـی در محدوده فقیـر، در ۵/۸۷ درصد در محدوده متوسط، در ۱۱/۲۵ درصد در حد خوب، در ۴۳/۳۴ درصد در حد زیاد و در ۳۹/۰۳ درصد از اراضی شهرسـتان مراغه در محدوده خیلی زیاد یا بیش از ۴۰۰ پی‌پی‌ام است(جدول۵) (شکل ۶). به عبارت دیگر قسمت عمده اراضی دارای پتاسـیم قابل جذب خوبی (ppm۲۵۰<) برای گیاه گندم می‌باشند و نیازی به مصرف کود پتاسه در آنها نمی‌باشد. ولی در اراضی با درصد رس بیشـتر از ۳۵ درصدبه دلیل امکان تثبیت و اراضی که در تناوب با محصول گوجه‌فرنگـی قرار دارند بسـته به نوع محصول مصـرف ۱۰۰-۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم هنگام کشت توصیه می‌شود(بلالی و همکاران،۱۳۷۹).

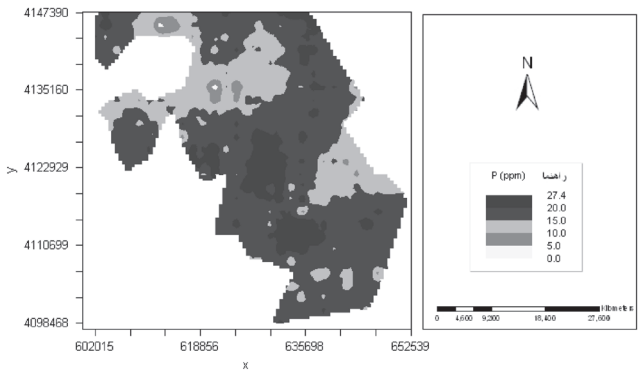
عناصر ریزمغذی: این بررسی نشان داد که با توجه به نیاز گیاه گندم عنصر روی از نظر لحاظ وسـعت کمبود در اراضی مراغه در اولویت اول قرار دارد به طوریکه در بیش از ۸۵ درصد اراضی کمبود این عنصر شـایع است. یعنی میزان عنصر روی قابل جذب زیر ۰/۷ پی پی ام قرار دارد. (جدول ۶) و (شـکل ۷)دراین مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت است توصیه می‌شـود ۵۰-۴۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلولپاشی سولفات روی با غلظت ۴-۳ در هزار در دو نوبت در بهار صورت گیـرد . به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصـد اراضی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصـد اراضی در محدوده حد کفایت قرار دارد.از نظر گسـتردگی کمبود ، کمبود منگنز در این شهرسـتان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراسـت (جدول ۶)و (شـکل ۸) .در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایستی نسبت به مصرف۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشت و یا محلول‌پاشی محصول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقدام نمود. در مورد عنصر آهن مشاهده می شوددر ۲۷/۵ درصد از اراضی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبود قرار دارد. (جدول ۶)و (شـکل ۹) با مصـرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسـترین آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سولفات آهن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به همراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسـیده می‌توان مشـکل فقر آهن را در این اراضی ترفیع نمود. با توجه به نتایج این مطالعه در اکثریت اراضی این شهرستان نیازی به مصرف کود محتوی مس نمی باشـد چرا که مقدار مس قابل جـذب در این اراضی بالای حد کفایت می باشـد.و تنها در ۰/۰۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می باشـندکه می تـوان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سـولفات مس به صورت خاکی این کمبود را برطرف نمود. (جدول ۶)و (شـکل ۱۰) کلیه اراضی شهرستان مراغه به لحاظ بر قابل جذب خاک در محدوده قرار دارند و نیازی به مصرف کود های حاوی این عنصر ندارند. (جدول ۶) و (شکل ۱۱) این بررسی نشان داد کـه با توجه به نیاز گیاه گندم عنصر روی از نظر لحاظ وسـعت کمبود در اراضـی مراغـه در اولویت اول قرار دارد به طوریکه در بیش از ۸۵ درصد اراضی کمبود این عنصر شایع است. یعنی میزان عنصر روی قابل جذب زیر ۰/۷ پی پی ام قرار دارد. (جدول ۶)و (شکل ۷)دراین مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت اسـت توصیه می‌شود ۵۰-۴۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلولپاشی سولفات روی با غلظت ۴-۳ در هـزار در دو نوبت در بهار صورت گیـرد . به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصد اراضـی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصـد اراضی در محدوده حد کفایت قرار دارد.از نظر گسـتردگی کمبود ، کمبود منگنز در این شهرسـتان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراسـت (جدول ۶)و (شکل ۸) .در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایسـتی نسـبت به مصرف۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشـت و یا محلول‌پاشـی محصول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقدام نمود. در مورد عنصر آهن مشاهده می شوددر ۲۷/۵ درصد از اراضـی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبـود قرار دارد. (جدول ۶)و (شـکل ۹) با مصرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوستری آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سـولفات آهن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به همراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسـیده می‌توان مشـکل فقر آهن را در

جدول ۴- وضعیت خاکهای مراغه از نظر میزان کربن آلی

محدوده	مساحت	
	هکتار	٪
فقیر	۳۵۱۶۸/۵۵	۲۵/۲۲
متوسط	۹۴۴۶۹/۲۹	۶۷/۷۶
خوب	۹۷۰۶/۲۵	۶/۹۸
خیلی خوب	۶۶/۹۷	۰/۰۴
جمع	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰



شکل ۴- نقشه درصد کربن آلی اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۵- نقشه فسفر قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

www.SID.ir

Archive of SID

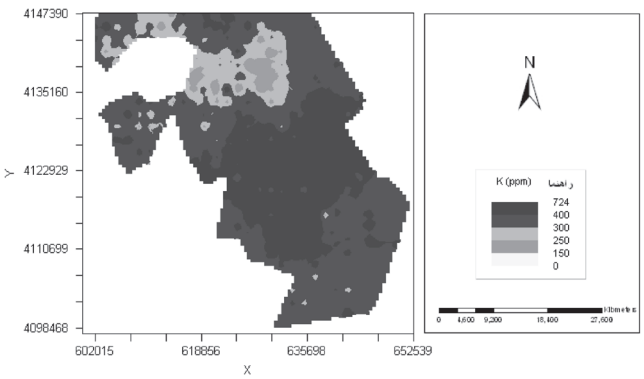
ایـن اراضی ترفیع نمود. با توجه به نتایج این مطالعه در اکثریت اراضی این شهرستان نیازی به مصرف کود محتوی مس نمی باشد چرا که مقدار مس قابل جذب در این اراضی بالای حد کفایت می باشد.و تنها در ۰/۰۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می باشندکه می توان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سـولفات مس به صورت خاکی این کمبـود را برطرف نمود. (جدول ۶)و (شـکل ۱۰) کلیه اراضی شهرستان مراغه به لحاظ بر قابل جذب خاک در محدوده قرار دارند و نیازی به مصرف کود های حاوی این عنصر ندارند. (جدول ۶) و (شکل ۱۱) این بررسی نشان داد که با توجه به نیاز گیاه گندم عنصر روی از نظر لحاظ وسـعت کمبود در اراضی مراغه در اولویت اول قرار دارد به طوریکه در بیش از ۸۵ درصد اراضی کمبود این عنصر شـایع است. یعنی میزان عنصر روی قابل جذب زیر ۰/۷ پی پی ام قرار دارد. (جدول ۶ و (شـکل ۷)دراین مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت است توصیه می‌شـود ۵۰-۴۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلولپاشی سولفات روی با غلظت ۴-۳ در هزار در دو نوبت در بهار صورت گیـرد . به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصـد اراضی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصـد اراضی در محدوده حد کفایت قرار دارد.از نظر گسـتردگی کمبود ، کمبـود منگنز در این شهرسـتان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراسـت (جدول ۶)و (شـکل ۸) .در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایستی نسبت به مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشت و یا محلول‌پاشی محصـول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقـدام نمود. در مورد عنصر آهن مشـاهده می شـوددر ۲۷/۵ درصد از اراضی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبود قرار دارد. (جدول ۶)و (شـکل ۹) با مصرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سولفات آهـن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگـرد گرانوله به همـراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسـیده می‌توان مشـکل فقر آهن را در این اراضی ترفیع نمود. با توجه به نتایج ایـن مطالعه در اکثریت اراضی این شهرسـتان نیازی به مصرف کود محتوی مس نمی باشـد چرا که مقدار مس قابل جذب در این اراضی بالای حد کفایت می باشـد.و تنها در ۰/۰۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می باشـندکه می توان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات مس به صورت خاکـی این کمبود را برطـرف نمود. (جدول ۶)و (شـکل ۱۰) کلیه اراضی شهرستان مراغه به لحاظ بر قابل جذب خاک در محدوده قرار دارند و نیازی به مصرف کود های حاوی این عنصر ندارند. (جدول ۶) و (شکل ۱۱)

بحث و نتیجه گیری

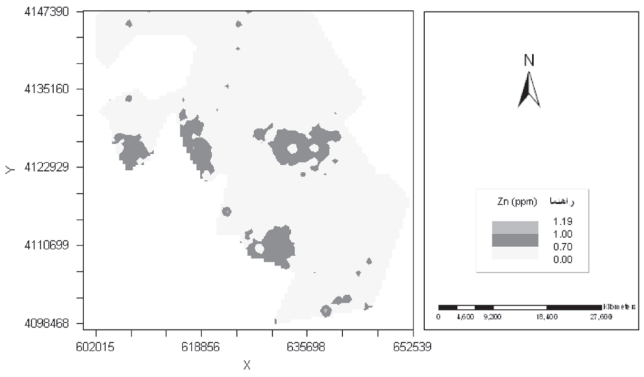
در این مطالعه بر اسـاس نقشه های حاصلخیزی تهیه شده برای عوامل و عناصر مورد بررسی مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه مقادیر عناصر

جدول ۵- وضعیت خاکهای مراغه از نظر فسفر و پتاسیم قابل جذب

مساحت			مساحت		
٪	هکتار	محدوده پتاسیم	٪	هکتار	محدوده فسفر
۰/۰۴	۶۶/۹۷	فقیر	۰/۴۲	۵۹۸/۳۳	فقیر
۵/۸۷	۸۸۴۱/۹۹	متوسط	۳/۶۷	۵۱۱۹/۰۵	متوسط
۱۱/۲۵	۱۵۶۸۹/۵۶	خوب	۲۵/۵۶	۳۵۶۳۳/۹۱	خوب
۴۳/۳۴	۶۰۴۳۱/۴۰	زیاد	۱۵/۵۲	۷۱۷۹۹/۷۰	زیاد
۳۹/۰۳	۵۴۳۸۱/۶۱	خیلی زیاد	۱۸/۸۳	۲۶۲۶۰/۰۷	سمیت
۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	جمع	۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	جمع



شکل ۶- نقشه پتاسیم قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۷- نقشه روی قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

www.SID.ir

Archive of SID

غذائی متغیر بوده و از محدوده کمبود تا سمیت در مورد عناصر مختلف متغیراست که می توانند با ایجاد محدودیت برای رشد گیاه گندم باعث افت عملکرد شوند. برای جلوگیری از افت عملکرد می توان با توجه به نیاز گندم در مناطق دارای کمبود با مصرف کود اقدام به رفع کمبودها نمود به نحوی که به عملکرد مطلوب محصول گندم صدمه وارد نشود. بر این اساس توصیه هایی را برای رفع کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گندم بر پایه مطالعات انجام گرفته توسط محققین موسسه تحقیقات خاک و آب کشور در استان آذربایجان شرقی انجام گرفت که می تواند باعث بهبود حاصلخیزی خاک گردد و در افزایش عملکرد در واحد سطح نقش موثری داشته باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج بدست آمده مطالعات سایر محققان نیز هم خوانی دارد. از جملا ونگ و همکاران پس از پهنه بندی و تهیه نقشه عناصر ازت ، فسفر ، پتاسیم، درصد ماده آلی خاک و pH مصرف کودهای حاوی عناصر مورد بررسی شان را تنها در پهنه هایی که کمبود این عناصر دیده شد توصیه کردند. همچنین مندال نیز پس از تهیه نقشه برخی از عناصر غذایی توصیه نمود توصیه نمود مصرف کودهای حاوی این عناصر در مناطقی که عناصر در محدوده کمبود قرار ندارند اجتناب شود. نتیجه مطالعه کلانتری و بایبوردی هم در اراضی زراعی ملکان نشان داد که برای تامین عناصر کم مصرف روی، آهن و مس مورد نیاز گندم تنها در برخی از قسمتها که عناصر در محدوده کمبود قرار دارند نیاز به مصرف کودهای حاوی این عنصر می باشد.

پاورقی‌ها

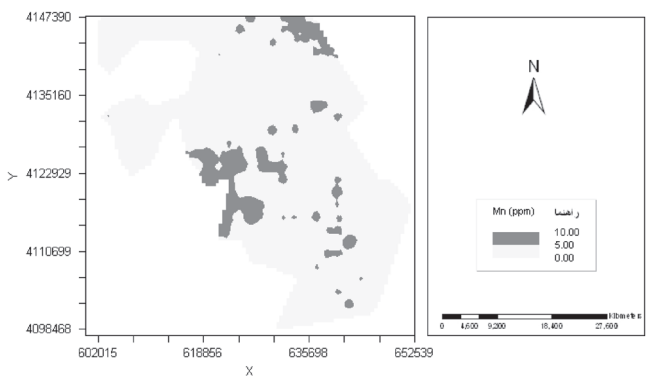
1- Geographical Informatin Systemes
2- Goovaerts
3- Semivariogram
4- Linear
5- Spherical
6- Expotential
7- Gussian
8- Range
9- Nugget
10- Sill
11- Nugget

منابع مورد استفاده

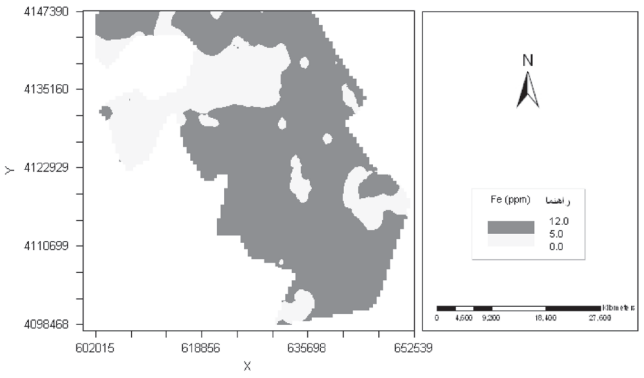
۱- بلالی، م.ر، مهاجر میلانی، پ.، خادمی، ز. ، درودی، م. س.، مشایخی، ح.ح.، ملکوتی، م.ج.، ۱۳۷۹، مدل جامع توصیه کودهای شیمیایی و آلی در راستای اهداف کشاورزی پایدار، گندم ، موسسه تحقیقات خاک و آب . نشر آموزش کشاورزی.

جدول ۶- وضعیت خاک های مراغه از نظر عناصر کم مصرف

بر		مس		آهن		روی		منگنز		محدوده
٪	هکتار	٪	هکتار	٪	هکتار	٪	هکتار	٪	هکتار	هکتار
۰/۰	۰	۰/۰۴	۶۶/۹۷	۲۷/۵	۳۸۳۵۹/۶۴	۸۵/۳۳	۱۱۸۹۳۴/۸۶	۸۴/۹۷	۱۱۸۴۶۹/۴۸	کمبود
۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۴/۳	۸۸۴۱/۹۹	۷۲/۵	۱۰۱۰۵۱/۴۲	۱۳/۲۰	۱۸۴۱۵/۲۹	۱۵/۰۳	۲۰۹۴۱/۵۸	کفایت
۰/۰	۰	۷۸/۷۳	۱۵۶۸۹/۵۶	۰/۰	۰	۱/۳۸	۱۹۲۷/۹۵	۰/۰	۰	زیاد
۰/۰	۰	۶/۹۱	۶۰۴۳۱/۴۰	۰/۰	۰	۰/۰۹	۱۳۲/۹۶	۰/۰	۰	مسمومیت
۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰	۵۴۳۸۱/۶۱	۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	۱۰۰	۱۳۹۴۱۱/۰۶	جمع



شکل ۸- نقشه منگنز قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

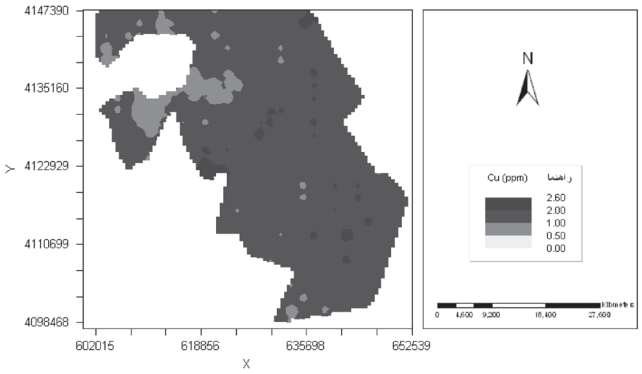


شکل ۹- نقشه آهن قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

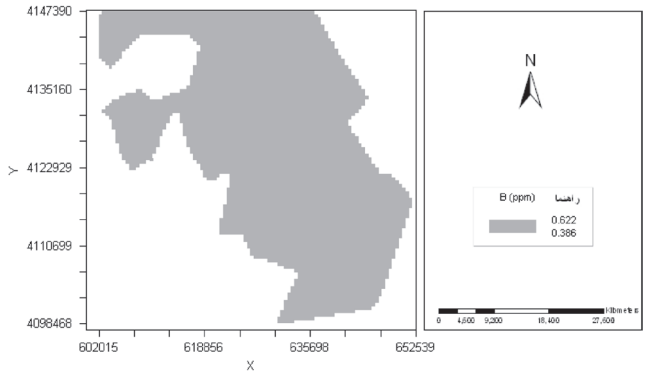
www.SID.ir

Archive of SID

۲- حسنی پاک، ع.۱۳۷۷ . زمین آمار (ژئواستاتیستیک). انتشارات دانشگاه تهران،تهران،۳۱۴ صفحه.
۳- سازمان برنامه و بودجه.۱۳۷۷. سیمای شهرستان مراغه. انتشارات سازمان برنامه و بودجه أذربایجان شرقی ،تبریز .
۴- لغوی،م.۱۳۸۲ . راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی.انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران،۲۹۶ صفحه.
۵- کلانتری اسکویی ع. ، بایبوردی،ا . ۱۳۸۵ . مدیریت عناصر ریزمغذی خاکهای زراعی با استفاده از زمین آمار و GIS . همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار.
۶- محمودی، ش. و حکیمیان، م. ۱۳۸۰. مبانی خاک شناسی . انتشارات دانشگاه تهران.
۷- ملکوتی،م ، ج. احمد بایبوردی ، محمدرضا بلالی، محمدسعید درودی،عزیز مجیدی.۱۳۷۹حد بحرانی عناصر غذائی در خاک و گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۱۹۷.
۸- ملکوتی ، م. ج. ، بای بوردی ا. ، بلالی ، م. ر. ، درودی ، م. س.، لطف الهی ، م. ، مجیدی ع. ، خادمی ، ز. ، بصیرت ، م. ، منوچهری ، س. ، افخمی ، م. ، شهبازی ، ک. ، رضایی ، ح. ، کیانی ، ش. ۱۳۷۹. توصیه بهینه کودی برای محصولات زراعی و باغی استان آذربایجان شرقی . موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۱۹۷.
۹- مومنی عزیز. ۱۳۸۰. مدل سازی ساختار مکانی متغیرهای حاصلخیزی و مواد آلی خاک به عنوان مبنائی برای اعمال کشاورزی دقیق.مجله علوم خاک و آب، ویژه‌نامه خاکشناسی و ارزیابی اراضی.
10- Burgess, T. M. and R. Webster. 1980. Optimal interpolation and isarthmic mapping of soil properties: I the semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science, 31: 315- 331 pp.
11- Chunfa ,W. , Jiaping W. , Yongming, L. , Limin Z., and Stephen,D. DeGloria . 2009 . Spatial Prediction of Soil Organic Matter Content Using Cokriging with Remotely Sensed Data. Published in Soil Sci Soc Am J 73:1202-1208 (2009).
12- Goovaerts.p (1999). Geostatistics in soil science: state of the art and perspectives available at site http://www.terraseer.com/training/geostats/geoderma.pdf.
13- Lin , M and T. Liu . 2002 . Site-Specific Management of Rice Fertilizers Based on Gis Soil Information . Available at URL: http :// www .agnet .org /library /eb/513/ eb513.pdf
14-Liu.X.M.,M.Xu,J.Huang,C,Shi,X.f.Yu.2003. Application of geostatistics and GIS technique to characterize spatial variabilities of bioavailable micronutrients in paddysoils AvailableatURL:http://64.233.179.104/search?q=cache:TSB8XWt7h3wJ:www.lreis.ac.cn/cdi/Programme040331.pdf+x+m+liu+application+GIS+paddy+soil+pdf&hl=en&ct=clnk&cd=1 (accessed 5/ 12 /2 005).
15- Mandal , S. 2002. An inventory of current soil fertility status of Mahottary district , Nepal . Available at URL:http :/ /www .gisdevelop men .net/aars/acrs/2002/sol/067.pdf
16- McBratney, A. B. and R. Webster. 1983. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: V co-regionalization and multiple sampling strategy. Journal of soil Science, 34: 137-162 pp.
17- Mueller ,T. G, N. B. Pusuluri, K. K. Mathias, P. L. Cornelius and R. I. Barnhisel . 2004. Site-Specific Soil Fertility Management A Model for Map Quality . Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 68:2031-2041 (2004).
18-Walter, C. and B. Mc Bratney. 2001. spatial predection of top soil salinity in chief vally, Algezia, using local ordinary kriging with local variograms versus whole- area varigram Australia. Journal of soil Research. 39 (2): 248-259
19- Wang, H.T. , J. Jin and B. Wang . 2006 . Improvement of soil nutrient management via information technology . Better crops / vol. 90(2006.No.3).



شکل ۱۰- نقشه مس قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۱۱- نقشه بر قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

www.SID.ir