



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 آذربایجان شرقی
 - اباذر اسمعیلی 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 عناصر فسفر، 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 ۹+Gs بررسی های زمین آماری و تهیه 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 کربجینگ معمولی جهت تخمین مقادیر عناصر در نقاط مجهول بکار گرفته شده و نقشه پهنه بندی عناصر در محیط نرم افزار ۹+Gs تولید شد. پهنه بندی 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 نمونه برداری شده، فاقد محدودیت شوری بوده ولی دارای کمی قلیائیت هستند، در ۷۴ درصد اراضی میزان کربن آلی بیشتر از ۰/۵ درصد است و بر اساس نیاز گیاه گندم، فسفر قابل در ۷۰/۳۵ درصد اراضی در حد زیاد یا سمیت و پتاسیم قابل جذب نیز در قسمت اعظم این خاکها در حد زیاد و خیلی زیاد می باشد. 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

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

Investigation of spatial distribution of soil fertility factors in Maragheh 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 سرمایه‌های ارزشمندی است که در عرصه‌های 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 بهره‌گیری دایمی از این سرمایه خدادادی به حفظ و بهره‌برداری صحیح از آن اهمیت بسیار قایل شده و به منظور حفظ و حراست از خاک کشور از اجرای پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی جهت یافتن راه‌حلهای مناسب بهره‌گیریم.

در تجزیه و تحلیل خاک به منظور تولید محصولات زراعی، حاصلخیزی خاک معمولاً 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 به‌بوته فراموشی سپرده می‌شوند در حالی که امروزه با برخورداری از امکانات رایانه‌ای و نیز با بکارگیری فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی می‌توان اطلاعات را به‌صورت زمینی جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به‌روز نموده و با انجام تحلیل‌های مکانی اطلاعات سودمندی از وضعیت مکانی عوامل خاکی و روند تغییرات آنها بدست آورد و وضعیت این عوامل را به‌صورت 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 لیبیگ را در تولید انبوه محصولات کشاورزی در سطوح منطقه‌ای فراهم می‌آورد (مومنی، ۱۳۸۰) با استفاده از این نقشه‌ها عنصری که کمبود آن وجود دارد و می‌تواند 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 نقشه‌های 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 کارایی 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

نمی‌گیرد این موضوع باعث می‌شود که محیط زیست در معرض خطر جدی آلودگی به آلاینده‌های ناشی 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 ساختار مکانی خواص خاک و توسعه کشاورزی دقیق توصیه نمودند.

والتر (۲۰۰۱) نقشه پهنه بندی شوری خاک را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار تهیه نمود. لیو و همکاران (۲۰۰۳) با هدف بررسی میزان تغییر پذیری عناصر میکرو شامل آهن، روی، مس، و منگنز منطقه ای به مساحت ۵۴۱ کیلومتر مربع را مورد نمونه برداری قرار داده و با آنالیز ۱۳۴ نمونه از خاک شالیزارهای برنج توانستند 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 نقشه های عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، pH و خاصیت بافری را با روش های زمین آماری و کریجینگ تهیه کردند. چون فا و همکاران (۲۰۰۹) با توجه به نقش کلیدی مواد آلی در سیستم های تولید محصولات کشاورزی مطالعه ای را برای برآورد مقدار ماده آلی خاک با استفاده از داده های سنسجش 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 استفاده از نتایج این مطالعات می توان توصیه های صحیح کودی را برای محصولات مورد نظر انجام داد تا از اتلاف سرمایه در اثر مصرف نامتعادل و غیر ضروری کود و نیز از آلودگی محیط زیست جلوگیری گردد. همچنین در سطح مدیریت کلان برای یک منطقه می توان بر آورد نیاز

تکنیک‌های مدرن نظیر ژئواستاتیس‌تیک این مشکل را تا حد زیادی حل کرده است و می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر نقشه‌هایی با دقت منطقی تهیه نمود. (بورگس، ۱۹۸۰). بنابراین زمین آمار در ترکیب با GIS می‌تواند 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 می‌آورد. در زمین آمار ابتدا به بررسی وجود یا عدم وجود ساختار فضایی (ارتباط بین 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 انجام می‌گیرد. کریجینگ یک روش تخمین (درون یابی) است 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 مناسبی برای توصیه کودی مناطق دارای چنین نقشه‌هایی باشند. امروزه در کشورهای پیشرفته نگرانی‌های زیست محیطی و ملاحظات اقتصادی باعث شده تا در مصرف موادی که به عنوان کودهای شیمیایی بکار می‌روند و موادی که به عنوان اصلاح کننده به خاک افزوده می‌گردند دقت بعمل آید (براتنی و وبستر، ۱۹۸۳). اما در کشاورزی سنتی چنین ملاحظاتی وجود ندارد. در روش کشاورزی دقیق که در آن مدیریت با نرخ متغیر اعمال می‌گردد نواحی از مزرعه که در آنها مقدار عناصر غذایی و یا اصلاحی زیر حد بحرانی است کود یا ماده اصلاحی بیشتر و نواحی که این مواد در حد بهینه قرار داشته باشد کود یا ماده اصلاحی اضافه نمی‌شود در نتیجه مصرف مواد افزودنی به خاک از نظر ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی به سمت بهینه شدن سوق داده می‌شود (لغوی، ۱۳۸۲). تهیه نقشه‌های حاصلخیزی خاک از جنبه‌های زیست محیطی نیز حائز اهمیت است. در ایران، به دلایل مختلف از جمله ارزان بودن کودهای شیمیایی مصرف آنها بهینه و اصولی صورت نمی‌گیرد و در نتیجه ملاحظات زیست محیطی و جنبه‌های اقتصادی مصرف کودهای شیمیایی مورد توجه قرار



شکل ۱- جا نمایی شهرستان مراغه در استان آذربایجان شرقی

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 Loam و Clay 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 ۱:۵۰۰۰۰ محدوده زراعی شهرستان مشخص شد، سپس ۳۹۰ نمونه خاک به روش شبکه بندی با ابعاد شبکه ۲۰۰*۲۰۰ متر و بصورت نمونه مرکب خاک تهیه شد. روشن است که

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 ۳۰° و ۳۷° عرض شمالی و بین ۴۵' و ۴۵° تا ۳۰' 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

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

عناصر	Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
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

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 کریجنگ 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 مدل های تئوری مختلفی شامل مدل های 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 کریجنگ 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+9 تهیه و پهنه بندی کلیه نقشه ها بر اساس استاندارد های موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

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 ۰-۳۰ سانتی متر صورت گرفت. عمق ۰-۳۰ سانتی متر 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 نمونه های خاک جهت اتصال به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به داده های 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 کریجنگ 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 (گورتنس، 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

جدول شماره ۲ - پارامترهای محاسبه شده نیم پراش نگار عناصر مورد بررسی

عناصر	سقف (Sill)	اثر قطعه ای (Nugget Effect)	دامنه تاثیر (Range)	C/(C+C ₀)	مدل
pH	۱/E۰.۰۵۵-۰.۰۳	۵/E۲۷۰-۰.۰۴	۴۷۹۶/۰.۰	۰/۵۰۰	Exp
هدایت الکتریکی	۰/۱۰۳۸	۰/۰۰۵۴	۸۵۰/۰.۰	۰/۹۴۱	Exp
کربن آلی	۰/۰۴۵۶۰	۰/۰۰۴۳۰	۱۱۴۰/۰.۰	۰/۹۰۶	Exp
فسفر	۰/۱۸۷۸	۰/۰۲۲۹	۱۳۹۰/۰.۰	۰/۸۷۸	Exp
پتاسیم	۰/۱۶۰۸	۰/۰۱۸۴	۱۱۵۰/۰.۰	۰/۸۸۶	Exp
روی	۰/۱۳۶۲	۰/۰۱۳۱	۸۷۰/۰.۰	۰/۹۰۴	Exp
منگنز	۰/۱۰۷۸	۰/۰۱۵۴	۱۷۰۰/۰.۰	۰/۸۵۷	Exp
آهن	۰/۲۴۷۴	۰/۱۲۳۲	۴۰۹۰/۰.۰	۰/۵۰۲	Exp
مس	۰/۲۰۸۴	۰/۰۲۴۲	۱۴۲۰/۰.۰	۰/۸۸۴	Exp
بور	۰/۰۲۱۷۶	۰/۰۰۲۵۸	۱۲۳۰/۰.۰	۰/۸۸۱	Exp

محدودیت کم می‌باشند یعنی دارای اسیدیته ۸/۲-۷/۸ می‌باشند که به نظر می‌رسد جذب عناصر میکرو در این محدوده با مشکل مواجه گردد. (جدول ۳) (شکل ۳). کاربرد گوگرد به همراه تیوباسیلیوس و کود دامی می‌تواند تاثیر مثبت در کاهش موضعی اسیدیته خاک در محیط اطراف ریشه و تعدیل این محدودیت داشته باشد.

کربن آلی: میزان کربن آلی خاک ۹۲/۹۸ درصد از این اراضی زیر یک درصد است (جدول ۴) (شکل ۴). در نقشه حاصلخیزی، کربن آلی به عنوان یک متغیر حائز اهمیت تلقی می‌شود لذا تهیه نقشه کربن آلی خاک نه تنها وسعت کمبود کربن آلی در اراضی کشاورزی 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 سطح ۱ درصد، زمان لازم و مقدار تلاشی که لازم است انجام شود 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 پتاسیم قابل جذب: از نظر فسفر قابل جذب تنها ۰/۴۲ درصد اراضی تحت نمونه‌برداری در محدوده فقیر، ۳/۶۷ درصد در محدوده حد متوسط و ۲۵/۵۶ درصد در محدوده خوب، ۵۱/۵۲ درصد در محدوده زیاد ۱۸/۸۳ درصد در محدوده سمیت قرار دارد (جدول ۵) (شکل 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

انجام شد، سپس توصیه‌های لازم بر اساس نقشه‌های تولید شده برای کشت گیاه گندم جهت استفاده در مدیریت حاصلخیزی صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتیجه آزمون کولوموگروف-آسمیرونوف

بر اساس آزمون ناپارامتری K-S (جدول شماره ۱) مشخص شد که توزیع مقادیر عناصر مورد بررسی نرمال نبوده و ضروری است قبل از پردازش آنها عمل نرمال سازی انجام پذیرد. در این تحقیق چندین تابع نرمال سازی مورد آزمون قرار گرفته و در نهایت لگاریتم داده‌های تحقیق جهت پردازش‌های بعدی منظور شدند.

نتایج مطالعات زمین آماری:

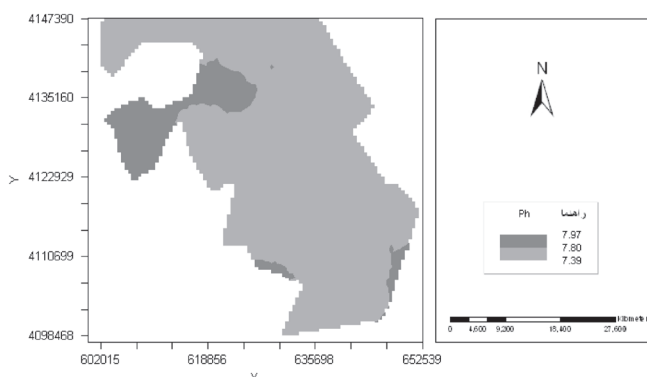
پس از تهیه نیم پراش نگار تجربی عوامل مورد بررسی با استفاده از مدل‌های تئوری متعدد در نهایت مدل نمایی به دلیل دارا بودن خطای Rss کمتر نسبت به سایر مدل‌ها مناسب‌ترین مدل تئوری جهت برازش به نیم پراش نگار تجربی عناصر مورد بررسی شناخته شد و پارامترهای محاسبه شده نیم پراش نگارها به شرح جدول ۲ مشخص شدند.

نقشه‌های پهنه بندی عوامل و عناصر مورد بررسی:

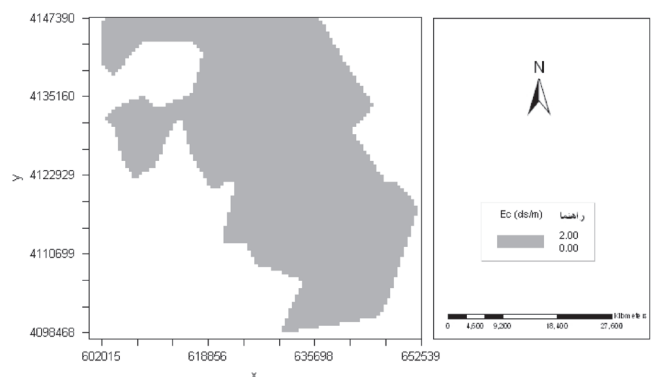
شوری و اسیدیته: میزان هدایت الکتریکی در کلیه اراضی شهرستان زیر ۲ دسی‌زیمنس بر متر است لذا برای کاشت و پرورش محصولات محدودیت ایجاد نمی‌کند (جدول ۳) (شکل ۲). از نظر اسیدیته ۸۹ درصد اراضی دارای

جدول ۳- وضعیت خاک‌های 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 ۳- نقشه اسیدیته اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۲- نقشه شوری اراضی زراعی شهرستان مراغه

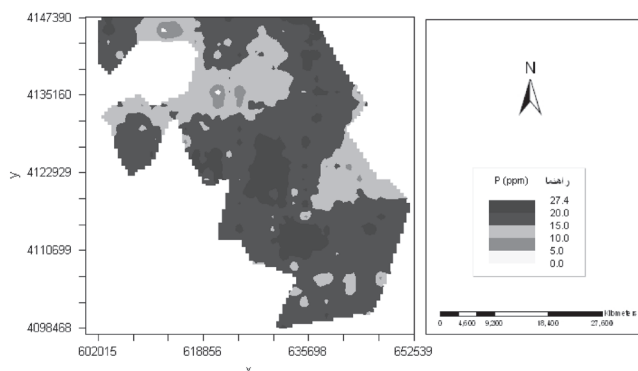
کمبود منگنز در این شهرستان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراست (جدول ۶) و (شکل ۸). در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایستی نسبت به مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشت و یا محلول پاشی محصول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقدام نمود. در مورد عنصر آهن مشاهده می شود در ۲۷/۵ درصد از اراضی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبود قرار دارد. (جدول ۶) و (شکل ۹) با مصرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سولفات آهن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به همراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسیده می توان مشکل 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 باشد چرا که مقدار مس قابل جذب در این اراضی بالای حد کفایت می باشد و تنها در ۰/۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می باشند که می توان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات مس به صورت خاکی این کمبود را برطرف نمود. (جدول ۶) و (شکل 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 وسعت کمبود در اراضی مراغه 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) در این مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت است توصیه می شود ۵۰-۴۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۳-۴ در هزار در دو نوبت در بهار صورت گیرد. به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصد اراضی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصد اراضی در محدوده کمبود قرار دارد. از نظر گستردگی کمبود، کمبود منگنز در این شهرستان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراست (جدول ۶) و (شکل ۸). در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایستی نسبت به مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشت و یا محلول پاشی محصول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقدام نمود. در مورد عنصر آهن مشاهده می شود در ۲۷/۵ درصد از اراضی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبود قرار دارد. (جدول ۶) و (شکل ۹) با مصرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سولفات آهن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به همراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسیده می توان مشکل فقر آهن را در

آزمون خاک نبوده و در صورتی که این روند متوقف نشود باعث تجمع بیشتر این عنصر در خاک های زراعی خواهد شد. اما پتاسیم قابل جذب در ۰/۴ درصد از اراضی در محدوده فقیر، 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 شهرستان مراغه در محدوده خیلی زیاد یا بیش از ۴۰۰ پی پی ام است (جدول ۵) (شکل ۶). به عبارت دیگر قسمت عمده اراضی دارای پتاسیم قابل جذب خوبی (250 ppm) برای گیاه گندم می باشند و نیازی به مصرف کود پتاسه در آنها نمی باشد. ولی در اراضی با درصد رس بیشتر از ۳۵ درصد به دلیل امکان تثبیت و اراضی که در تناوب با محصول گوجه فرنگی قرار دارند بسته به نوع محصول مصرف ۵۰-۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم هنگام کشت توصیه می شود (بلالی و همکاران، ۱۳۷۹).

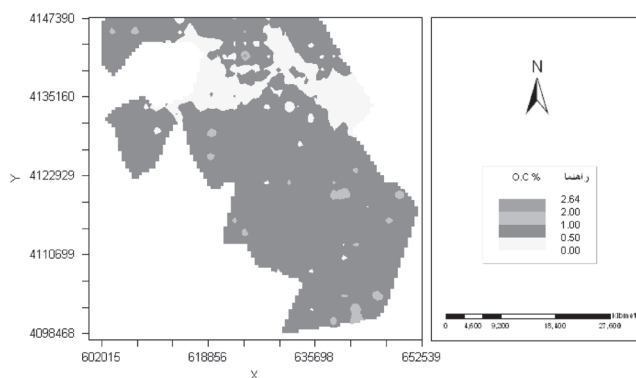
عناصر ریز مغذی: این بررسی نشان داد که با توجه به نیاز گیاه گندم عنصر روی از نظر لحاظ وسعت کمبود در اراضی مراغه در اولویت اول قرار دارد به طوریکه در بیش از ۸۵ درصد اراضی کمبود این عنصر شایع است. یعنی میزان عنصر روی قابل جذب زیر ۰/۷ پی پی ام قرار دارد. (جدول ۶) و (شکل ۷) در این مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت است توصیه می شود ۵۰-۴۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۳-۴ در هزار در دو نوبت در بهار صورت گیرد. به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصد اراضی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصد اراضی در محدوده حد کفایت قرار دارد. از نظر گستردگی کمبود،

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 ۵- نقشه فسفر قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۴- نقشه درصد کربن آلی اراضی زراعی شهرستان مراغه

نسبت به مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات منگنز هنگام کشت و یا محلول‌پاشی محصول با غلظت چهار در هزار در فصل بهار اقدام نمود. در مورد عنصر آهن مشاهده می‌شود در ۲۷/۵ درصد از اراضی آهن قابل جذب گیاه در محدوده کمبود قرار دارد. (جدول ۶) و (شکل ۹) با مصرف ۱۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن در اراضی آبی و یا مصرف ۷۵-۵۰ کیلوگرم سولفات آهن + ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله به همراه ۴۰-۳۰ تن کود حیوانی پوسیده می‌توان مشکل 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 نمی‌باشد چرا که مقدار مس قابل جذب در این اراضی بالای حد کفایت می‌باشد و تنها در ۰/۰۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می‌باشند که می‌توان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات مس به صورت خاکی این کمبود را برطرف نمود. (جدول ۶) و (شکل 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)

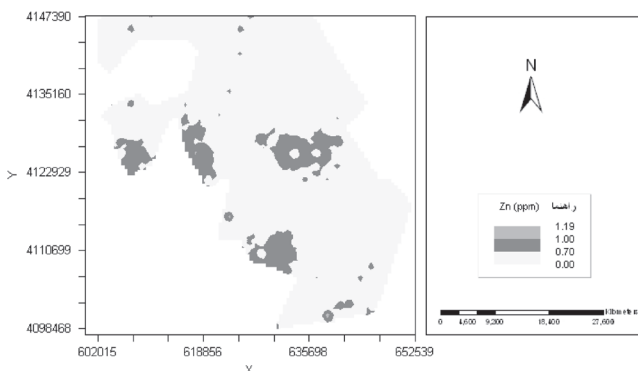
بحث و نتیجه گیری

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

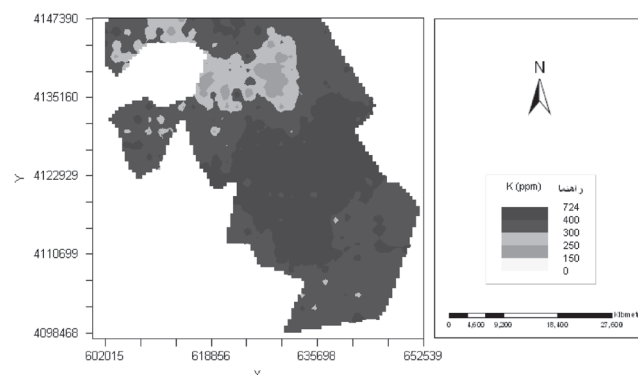
این اراضی ترفیع نمود. با توجه به نتایج این مطالعه در اکثریت اراضی این شهرستان نیازی به مصرف کود محتوی مس نمی‌باشد چرا که مقدار مس قابل جذب در این اراضی بالای حد کفایت می‌باشد و تنها در ۰/۰۴ درصد از اراضی دچار کمبود مس می‌باشند که می‌توان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات مس به صورت خاکی این کمبود را برطرف نمود. (جدول ۶) و (شکل 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 وسعت کمبود در اراضی مراغه 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) در این مناطق که میزان این عنصر زیر حد کفایت است توصیه می‌شود ۴۰-۵۰ کیلوگرم سولفات روی به صورت هنگام کشت مصرف و یا محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳-۴ در هزار در دو نوبت در بهار صورت گیرد. به لحاظ منگنز ۸۴/۹۷ درصد اراضی در محدوده کمبود و ۱۵/۰۳ درصد اراضی در محدوده حد کفایت قرار دارد. از نظر گستردگی کمبود، کمبود منگنز در این شهرستان مقام دوم را بعد از کمبود روی داراست (جدول ۶) و (شکل ۸). در اراضی که در محدوده کمبود قرار دارند بایستی

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

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



شکل ۷- نقشه روی قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۶- نقشه پتاسیم قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

کودهای حاوی این عنصر می باشد.

پاورقی‌ها

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

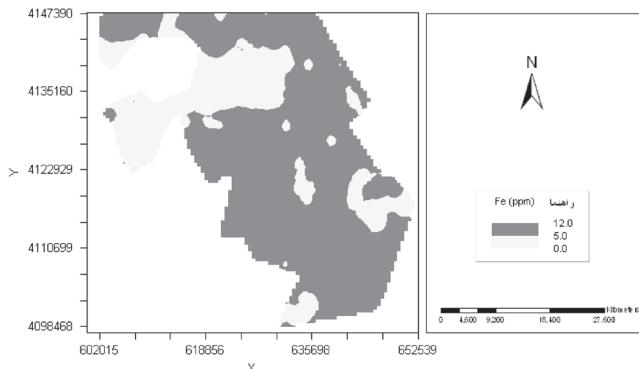
منابع مورد استفاده

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.

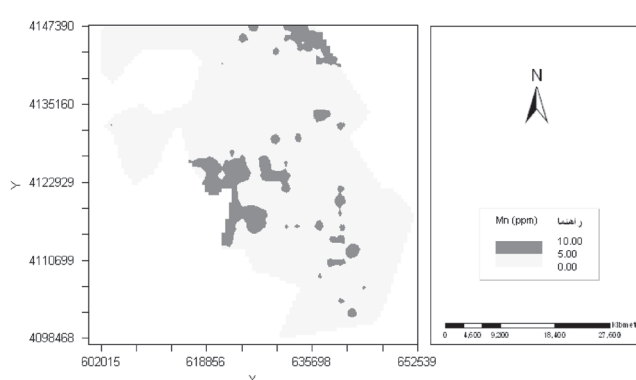
غذائی متغیر بوده و از محدوده کمبود تا سمیت در مورد عناصر مختلف متغیر است که می توانند با ایجاد محدودیت برای رشد گیاه گندم باعث افت عملکرد شوند. برای جلوگیری از افت عملکرد می توان با توجه به نیاز گندم در مناطق دارای کمبود با مصرف کود اقدام به رفع کمبودها نمود به نحوی که به عملکرد مطلوب محصول گندم صدمه 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 جمله 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 مندل نیز پس از تهیه نقشه برخی از عناصر غذایی 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

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

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



شکل ۹- نقشه آهن قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۸- نقشه منگنز قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه

of the art and perspectives available at site <http://www.terraser.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.gisdevelopment.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 prediction 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).

۲- حسنی پاک، ع. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئواستاتستیک). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۱۴ صفحه.

۳- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۷۷. سیمای شهرستان مراغه. انتشارات سازمان برنامه و بودجه آذربایجان 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.، بایوردی، 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 بایوردی، محمدرضا بلالی، محمدسعید درودی، عزیز مجیدی. ۱۳۷۹. حد بحرانی عناصر غذایی در خاک و گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۱۹۷.

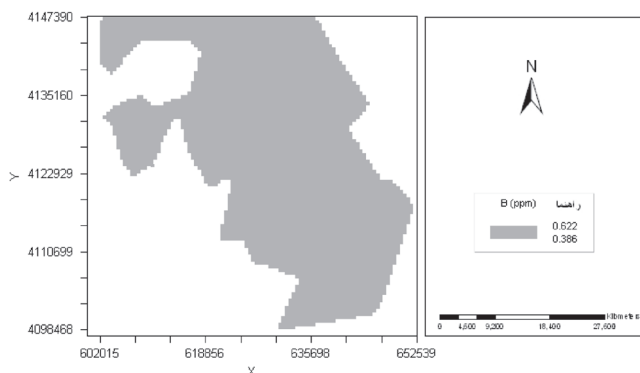
۸- ملکوتی، م.، ج.، بایوردی، ا.، بلالی، م.، درودی، م.، س.، لطف الهی، م.، مجیدی، ع.، خادمی، ز.، بصیرت، م.، منوچهری، س.، افخمی، م.، شهبازی، ک.، رضایی، ح.، کیانی، ش. ۱۳۷۹. توصیه بهینه کودی برای محصولات زراعی و باغی استان آذربایجان شرقی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۱۹۷.

۹- مومنی عزیز. ۱۳۸۰. مدل سازی ساختار مکانی متغیرهای حاصلخیزی و مواد آلی خاک به عنوان مبنایی برای اعمال کشاورزی دقیق. مجله علوم خاک و آب، ویژهنامه خاکشناسی و ارزیابی اراضی.

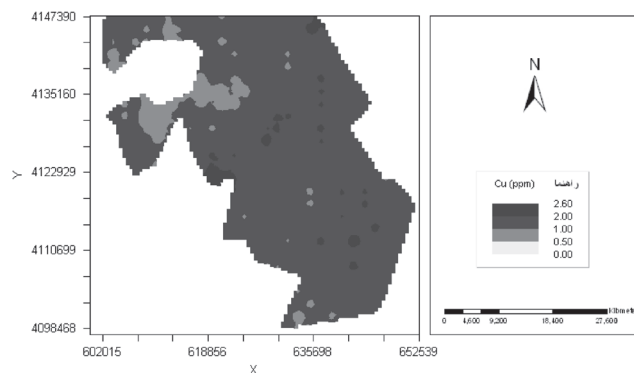
10- Burgess, T. M. and R. Webster. 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: I the semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science, 31: 315- 331 pp.

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



شکل ۱۱- نقشه بر قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه



شکل ۱۰- نقشه مس قابل جذب اراضی زراعی شهرستان مراغه