

صَلَاةُ الْإِسْلَامِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک

بررسی الگوی تغییرات مکانی و پهنه بندی برخی ویژگی‌های خاک در باغات مرکبات
دهدشت و چرام با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

نگارنده: عیسی دیبه

استاد راهنما

دکتر شاهین شاهسونی

استاد مشاور

دکتر وجیهه درستکار

دی ۱۳۹۶



فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای عیسی دیبه با شماره دانشجویی ۹۴۰۷۵۴۴ رشته کشاورزی گرایش خاکشناسی تحت عنوان بررسی الگوی تغییرات مکانی و پهنه بندی برخی ویژگی های خاک در باغات مرکبات دهدشت و چرام با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) که در تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۳۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: بیست و پنج درصد) مردود
نوع تحقیق: نظری عملی

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر شاهین شاهسونی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر وجیهه درستکار	استادیار	
۳- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر اسمعیل محمودی	استادیار	
۴- استاد ممتحن اول	دکتر زهرا گنجی	استادیار	
۵- استاد ممتحن دوم	دکتر یاسر صفری	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمد رضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که هر چیزی که دارم از دعای شماها است.

این زیباترین دعای دنیاس که همیشه موقع بدرقه از مادرم می‌شوم

(رودم ایچونو که دیر از منی دیر از درد و بلا بوی)

تقدیم به برادرزاده عزیزم باران

مشکر و قدردانی:

بر خود لازم می‌دانم از زحمات جناب آقای شاهین شاهسونی به عنوان استاد راهنما و سرکار خانم و جیهه در سگار به عنوان استاد مشاور که در این تحقیق مرا صمیمانه یاری نموده و در مسیر به سرانجام رساندن این پروژه نقش قابل توجهی را ایفا کردند تشکر نمایم.

تعهد نامه

اینجانب عیسی دیبه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی الگوی تغییرات مکانی و پهنه بندی برخی ویژگی‌های خاک در باغات مرکبات دهدشت و چرام با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تحت راهنمایی آقای دکتر شاهین شاهسونی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و افزایش نیاز به محصولات غذایی توجه به مدیریت اراضی کشاورزی جهت تولید بیشترین و با کیفیت ترین محصول امری بدیهی است. مدیریت اراضی بدون شناخت کافی از وضعیت عناصر غذایی خاک غیر ممکن می باشد، از این رو توجه به بحث وضعیت عناصر غذایی خاک جهت مدیریت کود دهی و افزایش راندمان ضروری است. این تحقیق در تعدادی از باغات مرکبات شهر دهدشت و چرام انجام گردیده است. ابتدا محل جمع آوری نمونه ها به صورت تصادفی انتخاب گردید و سپس همزمان با نمونه برداری با استفاده از GPS نمونه ها مکان دار گردید. آزمایشات لازم از پارامترهای شوری، واکنش خاک، نیتروژن، کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهن و روی با روش های استاندارد انجام گردید و سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) میانمایی داده ها انجام گرفت و در نهایت تجزیه و تحلیل داده ها انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها حاکی از آن است که وضعیت شوری منطقه مورد مطالعه در حد نسبتا مناسبی می باشد. همچنین میزان کربن آلی منطقه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان می دهد که در اکثر نقاط منطقه مورد مطالعه میزان درصد کربن آلی پایین بوده و از این نظر جزء خاک های فقیر محسوب می شوند. همچنین میزان پتاسیم در حد متوسط بوده است، همچنین میزان شوری منطقه در حد مطلوبی قرار دارد و محدودیتی برای رشد و نمو گیاهان ایجاد نمی نماید، در اکثر نقاط میزان روی قابل جذب بیش از حد بوده است و میزان آهن قابل جذب کم بوده است. در پایان نتیجه گیری گردید، این صورت که باید در خصوص افزایش عناصری که کمبود آنها قابل ملاحظه بوده تمهیدات لازم اندیشیده گردد. همچنین پیشنهاد گردید با توجه به زمین های مسطح و وضعیت مناسب آب آبیاری این مناطق احداث باغ و مدیریت این زمین های زراعی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: نقشه حاصلخیزی خاک، کریجینگ، وزن معکوس فاصله، دهدشت و چرام

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه

مقدمه	۲
۱-۲- ضرورت انجام کار	۳
۱-۳- اهداف پژوهش	۴

فصل دوم: مرور منابع

۱-۲- مقدمه	۶
۱-۲-۲- بافت	۶
۲-۲-۲- هدایت الکتریکی	۶
۲-۲-۳- اسیدپته	۷
۲-۲-۴- کربن آلی	۸
۲-۲-۵- فسفر	۹
۲-۲-۵- پتاسیم	۹
۲-۲-۶- نیتروژن	۱۰
۲-۲-۷- روی	۱۰
۲-۲-۸- آهن	۱۱
۲-۳- زمین آمار	۱۲
۲-۳-۱- مطالعات انجام شده در ارتباط با استفاده از GIS در خارج کشور	۱۴
۲-۳-۲- مطالعات انجام شده در ارتباط با استفاده از GIS در داخل کشور	۱۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱- مقدمه .. ۲۰.....
- ۳-۲- مشخصات منطقه مورد مطالعه ۲۰.....
- ۳-۲-۱- شرایط آب و هوایی .. ۲۱.....
- ۳-۳- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ۲۱.....
- ۳-۴- اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی موثر در حاصلخیزی خاک ... ۲۳.....
- ۳-۵- میان‌یابی ۲۴.....
- ۳-۵-۱- میان‌یابی با استفاده از GIS..... ۲۴.....
- ۳-۵-۲- اجرای مدل GIS..... ۲۵.....
- ۳-۵-۳- پارامترهای آماری..... ۲۷.....

فصل چهارم : نتایج و بحث

- ۴-۱- مقدمه ۳۰.....
- ۴-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک .. ۳۰.....
- ۴-۲-۱- وضعیت واکنش خاک... ۳۳.....
- ۴-۲-۲- وضعیت شوری خاک .. ۳۳.....
- ۴-۲-۳- وضعیت درصد کربن آلی .. ۳۳.....
- ۴-۲-۴- وضعیت درصد نیروژن .. ۳۴.....
- ۴-۲-۵- وضعیت فسفر قابل جذب .. ۳۴.....
- ۴-۲-۶- وضعیت پتاسیم قابل جذب .. ۳۴.....
- ۴-۲-۷- وضعیت آهن قابل جذب..... ۳۴.....
- ۴-۲-۸- وضعیت روی قابل جذب .. ۳۵.....
- ۴-۳- وریوگرام .. ۳۵.....

۳۵.....	۱-۳-۴-شوری خاک.....
۴۰.....	۲-۳-۴-واکنش خاک.....
۴۴.....	۳-۳-۴-درصد کربن آلی.....
۴۸.....	۴-۳-۴-درصد نیتروژن خاک.....
۵۲.....	۵-۳-۴-فسفر قابل جذب.....
۵۶.....	۶-۳-۴-پتاسیم قابل جذب.....
۶۰.....	۷-۳-۴-آهن قابل جذب خاک.....
۶۴.....	۸-۳-۴-روی قابل جذب.....

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۰.....	۱-۵- نتیجه.....
۷۰.....	۲-۵- پیشنهاد.....
۷۱.....	منابع.....

فهرست جداول

عنوان

صفحه

فصل دوم

- جدول ۱-۲- تقسیم‌بندی خاک‌ها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی.....۷
- جدول ۲-۲- تقسیم بندی خاک‌ها بر اساس میزان درصد کربن آلی.....۸
- جدول ۳-۲- تقسیم بندی خاک‌ها بر اساس میزان پتاسیم قابل جذب.....۱۰

فصل سوم

- جدول ۱-۳ طول و عرض جغرافیایی نقاط نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه..... ۲۲

فصل چهارم

- جدول ۱-۴- توصیف آماری متغیرهای اندازه‌گیری شده در عمق ۰-۳۰ سانتی متری.....۳۱
- جدول ۲-۴- توصیف آماری متغیرهای اندازه‌گیری شده در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متری.....۳۱
- جدول ۳-۴- توصیف آماری متغیرهای اندازه‌گیری شده در عمق ۶۰-۹۰ سانتی متری.....۳۲
- جدول ۴-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت شوری در خاک..... ۳۵
- جدول ۵-۴- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه شوری خاک.....۳۷
- جدول ۶-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای واکنش خاک..... ۴۰
- جدول ۷-۴- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه واکنش خاک.....۴۲
- جدول ۸-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای درصد کربن آلی در خاک.....۴۴
- جدول ۹-۴- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه کربن آلی.....۴۶
- جدول ۱۰-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای درصد نیتروژن در خاک.....۴۸
- جدول ۱۱-۴- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه نیتروژن.....۴۹
- جدول ۱۲-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب فسفر در خاک.....۵۲

- جدول ۴-۱۳- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه فسفر قابل جذب.....۵۳
- جدول ۴-۱۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب پتاسیم در خاک.....۵۶
- جدول ۴-۱۵- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه پتاسیم قابل جذب.....۵۸
- جدول ۴-۱۶- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب آهن در خاک.....۶۰
- جدول ۴-۱۷- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه آهن قابل جذب.....۶۲
- جدول ۴-۱۸- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب روی در خاک.....۶۴
- جدول ۴-۱۹- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه روی قابل جذب.....۶۶

فهرست اشکال

عنوان

صفحه

فصل سوم

شکل ۳-۱- موقیت محدوده مورد مطالعه در Google Earth ۲۰

شکل ۳-۲- نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه ۲۱

فصل چهارم

شکل ۴-۱- وریوگرام شوری برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی ۳۶

شکل ۴-۲- وریوگرام شوری برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی ۳۶

شکل ۴-۳- وریوگرام شوری برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل گوسی ۳۶

شکل ۴-۴- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۳۹

شکل ۴-۵- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۳۹

شکل ۴-۶- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۳۹

شکل ۴-۷- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی ۴۰

شکل ۴-۸- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی ۴۱

شکل ۴-۹- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل گوسی ۴۱

شکل ۴-۱۰- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۴۳

شکل ۴-۱۱- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۴۳

شکل ۴-۱۲- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله ۴۳

شکل ۴-۱۳- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی ۴۴

شکل ۴-۱۴- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل نمایی ۴۵

- شکل ۴-۱۵- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل نمایی..... ۴۵
- شکل ۴-۱۶- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۴۷
- شکل ۴-۱۷- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۴۷
- شکل ۴-۱۸- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۴۷
- شکل ۴-۱۹- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۳۰-۰ با مدل کروی..... ۴۸
- شکل ۴-۲۰- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۶۰-۳۰ با مدل کروی..... ۴۸
- شکل ۴-۲۱- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل گوسی..... ۴۹
- شکل ۴-۲۲- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۱
- شکل ۴-۲۳- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۱
- شکل ۴-۲۴- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۱
- شکل ۴-۲۵- وریوگرام فسفر برای عمق ۳۰-۰ با مدل گوسی..... ۵۲
- شکل ۴-۲۶- وریوگرام فسفر برای عمق ۶۰-۳۰ با مدل گوسی..... ۵۲
- شکل ۴-۲۷- وریوگرام فسفر برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل کروی..... ۵۳
- شکل ۴-۲۸- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۵
- شکل ۴-۲۹- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۵
- شکل ۴-۳۰- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۵۵
- شکل ۴-۳۱- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۳۰-۰ با مدل کروی..... ۵۶
- شکل ۴-۳۲- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۶۰-۳۰ با مدل گوسی..... ۵۷
- شکل ۴-۳۳- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل نمایی..... ۵۷
- شکل ۴-۳۴- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۵۹
- شکل ۴-۳۵- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۵۹
- شکل ۴-۳۶- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۵۹

- شکل ۴-۳۷- وریوگرام آهن برای عمق ۳۰-۰ با مدل نمایی..... ۶۰
- شکل ۴-۳۸- وریوگرام آهن برای عمق ۶۰-۳۰ با مدل کروی..... ۶۱
- شکل ۴-۳۹- وریوگرام آهن برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل کروی..... ۶۱
- شکل ۴-۴۰- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۶۳
- شکل ۴-۴۱- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۶۳
- شکل ۴-۴۲- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۶۳
- شکل ۴-۴۳- وریوگرام روی برای عمق ۳۰-۰ با مدل نمایی..... ۶۴
- شکل ۴-۴۴- وریوگرام روی برای عمق ۶۰-۳۰ با مدل گوسی..... ۶۵
- شکل ۴-۴۵- وریوگرام روی برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل نمایی..... ۶۵
- شکل ۴-۴۶- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۶۷
- شکل ۴-۴۷- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ..... ۶۷
- شکل ۴-۴۸- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله..... ۶۷

فصل اول

کلمات

تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد جهان با توجه به محدود بودن منابع زمین به نحوی که کمترین تأثیر را بر محیط زیست بگذارد، یکی از مباحث بسیار مهم به شمار می‌رود. در حال حاضر بخش کشاورزی و منابع طبیعی به دلیل داشتن نقش حیاتی در تحقق امنیت غذایی، از بخش‌های مهم اقتصادی محسوب می‌شود و برای دستیابی به تولید پایدار، امنیت غذایی و حفظ محیط زیست، توجه به توان حاصلخیزی خاک‌ها و چگونگی ارتقاء آن از اهمیت فراوانی برخوردار است.

آگاهی از وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نحوه توزیع آن به دلیل ماهیت تغییرپذیری مکانی زیاد آن‌ها در فواصل کوتاه، به چگونگی مصرف نهاده‌ها و دستیابی به مدیریت جامع کشاورزی بر مبنای سیستم‌های اطلاعات مدیریتی کمک شایانی می‌کند. تغییرپذیری خاک در فواصل کوتاه موجب می‌گردد که نقاط مختلف آن از نیازهای تغذیه‌ای متفاوت برخوردار باشد. یکی از کاستی‌های روش‌های سنتی مدیریت مزرعه، عدم توجه به این مهم است که باعث می‌شود نهاده‌های مصرفی مزارع عمدتاً به صورت نامتعادل و بیش از نیاز مزرعه مورد استفاده قرار گیرند. برای رسیدن به مدیریت خاص بر پایه تغییرات مکانی، بایستی ابتدا پهنه‌های تغییرپذیر خاک را تفکیک کرد و سپس در هر پهنه به مدیریت تغذیه‌ای خاک اقدام نمود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

در سالهای اخیر با توجه به رشد فزاینده جمعیت، نیاز به مواد غذایی در جوامع بشری بطور بی سابقه فزونی یافته و توجه جهانیان را به سوی امنیت غذایی جلب نموده است. بطوریکه امنیت غذایی تبدیل به یکی از چالش‌های بزرگ بین‌المللی گردیده است. محدودیت منابع آب و خاک موجب گردیده که به منظور تأمین امنیت غذایی، تولید در واحد سطح، به جای افزایش سطح مورد توجه جدی قرار گیرد. بدین منظور و با توجه به مشکلات و مسایل موجود در بخش کشاورزی لزوم استفاده از فن‌آوری‌های جدید بیش از پیش آشکار شده و زمینه ظهور کشاورزی دقیق فراهم گردید. کشاورزی دقیق ایده‌ای

در سیستم زراعی می باشد که شامل توسعه سیستم فنی مدیریت با محوریت دانش و با هدف اصلی بهینه سازی سود می باشد. سیستم مدیریتی مذکور همان ایده‌ی مدیریت جزء به جزء مزرعه بوده و به بیان دیگر توانایی لازم جهت مدیریت هر یک از عملیات زراعی در مکان خاص در سطح مزرعه می باشد به شرطی که از نظر فنی و اقتصادی سودمند باشد (گریسو و همکاران، ۱۳۷۹).

در میان عوامل موثر در حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، کود همچنان مهمترین عامل حاصلخیز کننده خاک در جهان بوده و مصرف بهینه کود و تغذیه متعادل گیاه از دغدغه های اصلی در بخش کشاورزی می باشد. به عبارت دیگر در بین فاکتور های موثر در کشاورزی، اضافه کردن متعادل کود شیمیایی بیشتر از سایر فاکتور ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی موثر است (ملکوئی، ۱۳۷۹). یکی از پارامتر های مورد نیاز در کشاورزی دقیق تهیه نقشه از وضعیت زمین کشاورزی میباشد. این نقشه ها میتواند از عملکرد محصول یا زمین باشد، تهیه نقشه حاصلخیزی از نظر مدیریت تولید از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به کمک این نقشه ها میتوان نقاطی از زمین را که در آن عملکرد مطلوب وجود ندارد شناسایی کرده و در جهت اصلاح آن برآمد(نظرزاده و همکاران، ۱۳۸۶).

۱-۲- ضرورت انجام کار

استان کهگیلویه و بویراحمد و به خصوص شهرستان کهگیلویه و چرام از زمین های مسطح و هموار زیادی با ماده آلی مناسب برخوردار می باشد و با توجه به آب و هوای مناسب، چشمه های آب شیرین، رودخانه های دائمی و سدهایی که در این منطقه احداث شده جهت احداث باغ بخصوص مرکبات مساعد میباشد. همچنین تا کنون مطالعات اندکی در رابطه با پهنه بندی عناصر در این مناطق صورت گرفته است و آگاهی از میزان عناصر خاک این منطقه خیلی پایین میباشد. به همین دلیل جهت افزایش شناخت وضعیت خاک در این منطقه جهت تنظیم و تعادل میزان عناصر خاک امری ضروری است.

۱-۲-۱- اهمیت تهیه نقشه حاصلخیزی اراضی کشاورزی

تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از نظر مدیریت تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به کمک نقشه حاصلخیزی خاک می‌توان نقاطی از زمین را که در آن عملکرد مطلوب وجود ندارد شناسایی کرده و به اصلاح آن پرداخت (نظرزاده اوغاز و همکاران، ۱۳۸۷).

بدون توجه به میزان حاصلخیزی خاک، مصرف کودهای شیمیایی باعث بهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک می‌شود (مکرم و بردیده، ۱۳۹۱). در ایران به دلیل ارزان بودن کودهای شیمیایی، مصرف آن‌ها به طور بهینه و اصولی صورت نمی‌گیرد و محیط زیست در معرض خطر جدی آلودگی به آلاینده‌های ناشی از کودهای شیمیایی قرار می‌گیرد. نقشه‌های حاصلخیزی خاک یک منطقه، امکان توصیه مقدار کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاه را بر پایه تغییرات مکانی عناصر غذایی فراهم می‌آورد (لغوی، ۱۳۸۲). در نتیجه به تغذیه متعادل گیاه، حفظ محیط زیست، کاهش آلودگی و مصرف اقتصادی کودهای شیمیایی کمک می‌کند (روشنی، ۱۳۹۲).

۱-۳- اهداف پژوهش

هدف از انجام این پژوهش تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک شامل درصد کربن آلی و نیتروژن، هدایت الکتریکی خاک (EC) اسیدیته خاک (pH)، فسفر، پتاسیم، روی و آهن قابل جذب در باغات مرکبات شهرستان کهگیلویه و چرام با استفاده از قابلیت های نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می باشد.

اهداف کلی این پژوهش به ترتیب زیر می باشد:

۱- ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک منطقه

۲- پهنه بندی مکانی ویژگی های خاک در باغات مرکبات شهر دهدشت و چرام

۳- مقایسه دقت تخمین گر های مختلف برای تهیه نقشه های توزیع مکانی پارامتر های مورد

مطالعه

فصل دوم

مرور منابع

۲-۱- مقدمه

در این فصل متغیرهای موثر در حاصلخیزی، اثرات آنها در خاک و تغذیه گیاه و تقسیم بندی کیفی عناصر، بررسی و تشریح گردید. و در ادامه ضمن تشریح پژوهش ها و تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع مطالعه در داخل و خارج از کشور در طی سالهای اخیر، نسبت به جمع بندی مطالعات مذکور و ترجیح استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه های پراکنش مکانی متغیرهای موثر در ارتباط با حاصلخیزی خاک به شمار میروند که خصوصیات آنها به شرح زیر می باشد.

۲-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

۲-۲-۱- بافت

بافت خاک، درصد نسبی ذرات شن، سیلت و رس می باشد که بر اساس طبقه بندی USDA ذرات بر حسب اندازه به سه گروه شن (۲ تا ۰/۰۵ میلی متر)، سیلت (۰/۰۵ تا ۰/۰۰۲ میلی متر) و رس (کمتر از ۰/۰۰۲ میلی متر) تقسیم می شوند. بافت خاک منعکس کننده برخی از ویژگی های خاک نظیر نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان مواد آلی و رفتار خاک در مقابل شخم و دیگر عملیات خاک ورزی می باشد (کسبی و همکاران، ۱۹۸۴).

۲-۲-۲- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی (EC) محلول خاک نشان دهنده غلظت کل املاح یونیزه شده در خاک می باشد و به عنوان شاخص شوری از مهم ترین ویژگی های شیمیایی خاک است که مقادیر بالای آن افزون بر اثر اسمزی و سمیت ویژه یونی، موجب بروز عدم تعادل تغذیه ای در گیاه می گردد. شوری خاک فعالیت یونی عناصر غذایی موجود در محلول خاک را تحت تاثیر خود قرار داده و در نتیجه توازن موجود میان نسبت عناصر غذایی را بر هم می زند (همایی، ۱۳۸۱). یکی از مهم ترین اثرات صدمات شوری، کاهش رشد گیاه است. عدم توازن یونی ناشی از کاهش جذب یون های ضروری و انباشتگی یون های مضر و

کمبود آب ناشی از کاهش جذب آب، منجر به کاهش سنتز پروتئین، تعرق، انتقال یون و در نهایت کاهش محصول خواهد شد (اسلام زاده و خلد برین، ۱۳۸۰).

تحمل گیاهان مختلف در برابر شوری با توجه به نوع گیاه، نوع گونه و مرحله رشد گیاه متفاوت است. جدول ۱-۲ تقسیم‌بندی خاک‌ها را بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی نشان می‌دهد (برزگر، ۱۳۸۷).

جدول ۱-۲- تقسیم‌بندی خاک‌ها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی (برزگر، ۱۳۷۸)

گروه	هدایت الکتریکی	درجه شوری	اثر شوری بر رشد و نمو گیاه
(mmhos/cm)			
۱	۰-۲	خیلی کم	تأثیری ندارد.
۲	۲-۴	کم	اثر کمی روی گیاهان حساس دارد.
۳	۴-۸	متوسط	اثر قابل ملاحظه‌ای دارد.
۴	۸-۱۶	زیاد	فقط تعداد محدودی از گیاهان می‌توانند رشد کنند.
۵	بیش از ۱۶	خیلی زیاد	گیاهان فوق‌العاده مقاوم می‌توانند کمی رشد کنند.

۲-۲-۳- اسیدیته

اسیدیته (pH) یکی از مهم‌ترین خصوصیات شیمیایی خاک است که میزان یا شدت اسیدی یا قلیایی بودن را مشخص می‌کند. در علم شیمی به لگاریتم معکوس غلظت یون‌های هیدروژن در یک محلول، pH گفته می‌شود. این مقیاس از ۰ الی ۱۴ متغیر است و کمتر از ۷ را اسیدی، بیشتر از ۷ را قلیایی و محدوده ۷ را خنثی در نظر می‌گیرند.

$$\text{pH} = -\log (\text{H})^+$$

همانطور که از رابطه فوق مشخص است، در ازای تغییر هر واحد PH، غلظت یون های هیدروژن و هیدروکسیل، ۱۰ برابر تغییر میکند. شاید مهمترین اثر pH خاک بر روی رشد گیاهان، تاثیر آن در قابلیت استفاده از عناصر غذایی باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۴- کربن آلی

یکی از چالش های مهم پیش روی کشاورزی پایدار خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک، تخلیه خاک اراضی کشاورزی از کربن آلی (OC) است که در اکثر مناطق زیر کشت اراضی کشاورزی ایران کمتر از ۱ درصد می باشد (مومنی، ۱۳۸۰). کربن آلی خاک تأثیر زیادی بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد و به عنوان یکی از مهم ترین شاخص های ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است (گرگوریچ، ۱۹۹۴؛ لال، ۲۰۰۴).

تهیه نقشه کربن آلی خاک، مقدار و محل کمبود آن در اراضی کشاورزی و در نتیجه امکان بررسی درصد موفقیت پروژه های افزایش کربن آلی را نشان خواهد داد (روشنی، ۱۳۹۲). مواد آلی در خاک به عنوان مخزن عناصر غذایی برای گیاهان عمل می کند و سهم قابل توجهی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک دارد (چنو و همکاران، ۲۰۰۰؛ هرنانز و همکاران، ۲۰۰۲).

تقسیم بندی درصد کربن آلی خاک بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب کشور به شرح جدول (۲-۲) می باشد (برزگر، ع. ۱۳۸۷).

جدول ۲-۲- تقسیم بندی خاکها بر اساس میزان درصد کربن آلی

مقدار بر حسب درصد	وضعیت کربن در خاک
کمتر از ۰/۵	فقیر
۰/۵ - ۱	متوسط
۱ - ۱/۵	خوب
بیش از ۱/۵	خیلی خوب

۲-۲-۵-فسفر

فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد و برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی به کار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلولها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی می‌باشد.

۲-۲-۵- پتاسیم

به طور کلی مقدار پتاسیم (K) موجود در پوسته زمین حدود ۱/۹ تا ۲/۳ درصد است (مقدار پتاسیم کل در خاکهای زراعی بین ۰/۵ تا ۲/۵ درصد می‌باشد). باید توجه داشت پتاسیم از عناصر پرنیاز گیاهان زراعی است و پتاسیم فراوان ترین عنصر غذایی در ۱۵ سانتی متری بالایی خاک است (لطف الهی و همکاران،).

پتاسیم (K) یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می‌باشد که در فتوسنتز، تقسیم سلولی و رشد، ساخت پروتئین‌ها و کمیت و کیفیت محصولات نقش بسیار مهمی دارد (سابر و زاناتی، ۱۹۸۱). این عنصر به چهار شکل محلول، تبادل، تثبیت شده و ساختمانی در خاک وجود دارد. در حالی که تنها به دو صورت محلول و تبدلی قابل دسترس برای گیاه می‌باشند (هایی و همکاران، ۱۹۹۰). هوازگی کانی‌های حاوی پتاسیم و تداوم مصرف کودهای پتاسه باعث ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس می‌شود (لطف‌الهی و همکاران، ۱۳۸۴).

پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی سلول‌های روزنه برگ، در باز و بسته شدن روزنه ها، انتقال مواد در آوندهای آبکش، حفظ پتانسیل اسمزی و جذب آب نقش به سزایی دارد و گیاه را در برابر خشکی مقاوم می‌سازد. همچنین به عنوان فعال کننده بسیاری از آنزیم‌ها در متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین شرکت دارد و تحمل گیاه را نسبت به آفات و بیماری‌ها، سرما و خشکی افزایش داده و موجب استحکام گیاه می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷).

تقسیم بندی پتاسیم قابل جذب خاک بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب کشور به شرح جدول (۲-۳) می‌باشد.

جدول ۲-۳- تقسیم بندی خاکها بر اساس میزان پتاسیم قابل جذب

مقدار پتاسیم قابل جذب		وضعیت پتاسیم در خاک	بازده کود پتاسی
برحسب mg/kg			
۰-۵۰	خیلی کم	خیلی خوب	
۵۰-۱۵۰	کم	خوب	
۱۵۰-۲۵۰	متوسط	متوسط	
۲۵۰-۴۰۰	زیاد	کم	
بیش از ۴۰۰	خیلی زیاد	خیلی کم	

۲-۲-۶- نیتروژن

نیتروژن (N) از مهم ترین عناصر غذایی و یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب محصولات زراعی می باشد. این عنصر در گیاه بالاترین غلظت را داشته و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می کند. مهم ترین روش تامین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی، استفاده از کودهای نیتروژنه است. برای تولید اقتصادی محصولات مختلف، حفاظت از محیط زیست، افزایش کارایی کودهای ازته و تامین نیاز غذایی جامعه، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه ای برخوردار است. بنابر این، استفاده مناسب از کوه های نیتروژنه برای افزایش تولید محصول و افزایش کارایی نیتروژن، از مباحث روز می باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۷- روی

روی (Zn) جزو عناصر کم مصرف و در مقادیر بسیار کم مورد نیاز گیاه می‌باشد و به صورت کانی‌های سولفاتی، سیلیکاتی و کربناتی در پوسته زمین وجود دارد. pH خاک مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر قابلیت استفاده از روی برای ریشه‌های گیاه می‌باشد. افزایش pH خاک سبب تشدید تثبیت روی در سطح ذرات خاک نظیر کانی‌های رسی و اکسیدهای فلزی می‌شود. تثبیت سطحی عنصر روی، سبب کاهش حلالیت و در پی آن، کاهش قابلیت استفاده آن برای گیاه می‌گردد (برومر و همکاران، ۱۹۸۸؛ بارو و ولان، ۱۹۹۸). همچنین pH قلیایی خاک باعث می‌شود روی با مواد آلی خاک ترکیب شده و مجموعه‌هایی از روی را تشکیل دهند که ممکن است برخی از آن‌ها غیر قابل انحلال باشند (سالاردینی و همکاران، ۱۳۶۷).

عنصر روی نقش متابولیکی مهمی را در گیاه ایفا می‌کند و در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در فرایندهای متابولیسم نیتروژن، انتقال انرژی و سنتز و تجزیه پروتئین‌ها دخیل است. در اثر کمبود روی، سنتز پروتئین کاهش و اسیدهای آمینه تجمع می‌یابند که علت آن کاهش انتقال اسیدهای آمینه و همچنین افزایش تجزیه و تخریب RNA است و در نهایت منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (جی و همکاران، ۱۹۸۶).

۲-۲-۸- آهن

آهن یکی از عناصر ضروری اما کم مصرف و کم تحرک برای گیاهان است. گیاهان در بین همه ریز مغذی‌ها، بیشترین نیاز را به آهن دارند. آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء است و برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است (تایز و زایکر، ۲۰۰۲). نقش این عنصر در تثبیت ازت و فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (بلاکریشن و همکاران، ۲۰۰۰؛ رویز و همکاران، ۲۰۰۰؛ ولج و همکاران، ۱۹۹۱). آهن و روی به عنوان اجزای فلزی آنزیم‌های مختلف، در ساختار و عملکرد کوفاکتورهای

تنظیمی شرکت دارند. بنابر این با بیوسنتز ساکاریدها، فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاهان مختلف مرتبط هستند (میلر و همکاران ۱۹۹۵).

۲-۳- زمین آمار

لازمه یک سیستم کشاورزی پایدار ایجاد بانک اطلاعاتی از وضعیت خاک‌های منطقه است. جمع‌آوری تمام داده‌ها برای تهیه نقشه مورد نیاز کشاورزی بسیار گران و زمان‌بر و مشکل است اما توسعه تکنیک‌های مدرن نظیر زمین‌آمار، این مشکل را تا حدودی حل کرده است و می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر، نقشه‌های با دقت منطقی تهیه نمود (برگس و وبستر، ۲۰۰۶). از اواسط قرن بیستم شاخه‌ای از علم آمار به نام زمین آمار پا به عرصه علوم نهاد که امکان پردازش داده‌ها و توصیف مکانی آن‌ها را به وجود آورد. این علم یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه بر توصیف تغییرات مکانی و زمانی داده‌ها، قادر به تهیه نقشه‌های کمی پراکنش عناصر با حداقل واریانس ممکن می‌باشد (ایساک، ۱۹۸۹). تفاوت اصلی این روش با آمار کلاسیک این است که در آمار کلاسیک نمونه‌های گرفته شده از یک جامعه آماری مستقل از یکدیگر بوده و وجود یک نمونه هیچ‌گونه اطلاعاتی درباره نمونه بعدی نمی‌دهد. اما روش‌های زمین آماری، همبستگی مکانی بین مقادیر یک متغیر در یک ناحیه را بررسی می‌نماید و امکان محاسبه خطای تخمین را فراهم می‌آورد. به طور کلی می‌توان گفت زمین آمار به بررسی آن دسته از متغیرهایی می‌پردازد که دارای ساختار مکانی هستند و یا به عبارتی بین مقادیر مختلف، فاصله و جهت قرار گرفتن آن‌ها یک ارتباط فضایی وجود دارد (حسنی پاک، ۱۳۸۶). یکی از فواید بسیار مثبت علم زمین آمار برآورد میزان عناصر غذایی موجود در خاک و ارزیابی کیفیت و کمیت پراکنش آن‌ها در خاک می‌باشد. امروزه به منظور تخمین متغیرهای مکانی یک منطقه از روش‌های زمین آماری استفاده می‌گردد که بسته به نوع متغیر، دقت متفاوتی را نشان می‌دهند. این علم قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در مکان‌های نمونه برداری نشده با استفاده

از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه برداری شده می‌باشد (تاچگران و همکاران، ۱۳۸۶). جوانگ و همکاران، ۲۰۰۰). مک براتنی و وبستر (۱۹۸۳) از جمله اولین کسانی بودند که کاربرد علم زمین آمار را برای تخمین پراکنش مکانی خصوصیات شیمیایی و تهیه نقشه حاصلخیزی خاک توصیه نمودند.

۲-۳-۱- میان‌یابی

تکنیک میان‌یابی به معنی تهیه داده‌های پیوسته از طریق داده‌های گسسته است. منطق میان‌یابی بر این اصل استوار است که احتمال شباهت نقاط مجهول به نزدیک‌ترین نقاط معلوم (کمترین فاصله) بیشتر از نقاطی است که از هم دور می‌باشند (هم، ۱۹۸۹). این روش‌ها مجموعه‌ای از مدل‌های مختلف ریاضی و آماری را برای پیش‌بینی مقادیر نامعلوم به کار می‌گیرند.

روش‌های کلاسیک نظیر تیسن و میانگین حسابی به دلیل در نظر نگرفتن موقعیت و آرایش داده‌ها و همبستگی بین آن‌ها، از دقت کافی برخوردار نمی‌باشند. بنابراین استفاده از تخمینگرهای زمین آماری می‌تواند دقت محاسبات را (به دلیل در نظر گرفتن موارد فوق‌الذکر) افزایش دهد. از مهم‌ترین این فنون می‌توان به روش‌های وزن معکوس فاصله (IDW) و کریجینگ (Kriging) اشاره کرد. این روش‌ها به راحتی در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در دسترس هستند و می‌توان با استفاده از متد پهنه‌بندی (Interpolation) و مقادیر اندازه‌گیری شده، نسبت به برآورد مقادیر در نقاطی که فاقد نمونه هستند اقدام و داده‌های مربوط به نقاط نمونه برداری شده به تمامی منطقه تعمیم داده شوند. این امر هزینه تهیه نقشه‌ها را به دلیل کاهش نقاط نمونه برداری کم می‌کند. در نتیجه نقشه‌های تهیه شده علاوه بر کاربرد ساده آن دارای اطلاعات بسیار ارزشمند خواهند بود که به مدیریت بهینه اراضی به ویژه جنبه حاصلخیزی خاک کمک شایانی می‌نماید.

آشنایی با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System - GIS) برای اولین بار در کانادا در اواخر دهه ۱۹۶۰ به وجود آمد. GIS به عنوان یک فناوری رایانه محور، توجه بسیاری از متخصصان رشته‌های مختلف را به خود معطوف کرده است و برای تحقیق و بررسی‌های علمی، مدیریت منابع و ذخایر و همچنین برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای به کار گرفته می‌شود.

ویژگی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی

با استفاده از GIS می‌توان داده‌ها را جمع‌آوری، طبقه‌بندی، تجزیه و تحلیل و به روز نمود و با انجام تحلیل‌های مکانی، اطلاعات سودمندی از وضعیت مکانی عوامل خاکی و روند تغییرات آن‌ها به دست آورد و به صورت نقشه ارائه نمود (نصرت پور، ۱۳۹۰).

نمایش نتایج در GIS به صورت نقشه، جدول و نمودار در کمترین زمان ممکن و دقت بالا، سبب شده این تکنولوژی کامپیوتری مورد توجه بسیاری قرار گیرد. به طوری که امروزه پژوهش‌های متعددی را در زمینه حاصلخیزی خاک از طریق فناوری مذکور در نقاط مختلف جهان شاهد بوده‌ایم (اکبرپور و برزنونی، ۱۳۸۸).

ایجاد ارتباط بین حجم زیادی از اطلاعات و کیفیت بالای تحلیل داده‌ها در کوتاه‌ترین زمان، سبب استفاده وسیع از GIS در زمینه‌های مختلف مانند ارزیابی توان اکولوژیکی، منابع طبیعی، تغییرات محیط زیست، شناخت تخریب‌ها، ضایعات و آلودگی‌ها و از همه مهمتر برنامه‌ریزی منطقه‌ای یا محیط زیست گردیده است. استفاده از امکانات سامانه اطلاعات جغرافیایی و نقشه‌ها، امکان تلفیق و ادغام لایه‌های اطلاعاتی را برای دقیق کردن مطالعات و بهینه سازی توصیه و مصرف کود در ابعاد دقیق‌تر فراهم نموده است (میلر، ۲۰۰۸).

۲-۳-۲- مطالعات انجام شده در ارتباط با استفاده از GIS در خارج کشور

مک براتنی و وبستر (۱۹۸۳) از جمله اولین کسانی بودند که کاربرد تکنیک کریجینگ را برای تخمین ساختار مکانی خواص خاک و توسعه کشاورزی دقیق توصیه نمودند. وایت و همکاران (۱۹۹۷) نقشه پراکنش روی را با استفاده از روش های ژئواستاتیسیتیک و سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ایالات متحده آمریکا تهیه نمودند. ایستمن و همکاران (۱۹۹۸) تناسب اراضی مناطقی از نپال را برای توسعه کشاورزی صنعتی با استفاده از تکنیک های زمین آماری و سامانه اطلاعات جغرافیایی مشخص نمودند.

مالارینو و ویتتری (۲۰۰۰) در مقاله ای با عنوان چگونه می توانیم با استفاده از تکنولوژی های جدید، نمونه برداری خاک را متمرکز کرده و کوددهی پتاسیم و فسفر را مقرون به صرفه کنیم؟ سامانه اطلاعات جغرافیایی را به عنوان ابزاری مناسب برای این امر معرفی کردند. والتر (۲۰۰۱) نقشه پهنه بندی شوری خاک را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار تهیه نمود. نارایان مندال (۲۰۰۲) بررسی وضعیت فعلی حاصلخیزی خاک قسمتی از اراضی نپال را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داد. لین و لیو (۲۰۰۲) مدیریت مکانی کود در مزارع برنج را بر اساس اطلاعات به دست آمده از خاک و از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی در تایوان انجام دادند. استال و همکاران (۲۰۰۳) تجزیه و تحلیل مکانی مدیریت حاصلخیزی خاک را با استفاده از داده های سامانه اطلاعات جغرافیایی در مرکز و غرب کنیا انجام دادند. ونگ و همکاران (۲۰۰۶) بهبود مدیریت مواد غذایی خاک را بر پایه تکنولوژی اطلاعات در ایالت شانچی چین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند.

میشرا و همکاران (۲۰۱۴) نقشه های پراکنش مکانی برخی عناصر ماکرو و میکرو خاک را با استفاده از GIS در استان اودیشا هندوستان، به منظور توصیه کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک و مدیریت تغذیه در جهت افزایش تولید و کشاورزی پایدار تهیه نمودند. بالامورگان و همکاران (۲۰۱۴) به منظور ارزیابی آلودگی خاک در منطقه پامال هندوستان با استفاده از GIS و تکنیک های مختلف میان یابی نسبت به تهیه نقشه پیوسته آلودگی خاک های منطقه اقدام نمودن و روش IDW به عنوان بهترین روش میان یابی برای کلیه پارامترهای شیمیایی مورد بررسی تشخیص داده شد.

۲-۳-۳- مطالعات انجام شده در ارتباط با استفاده از GIS در داخل کشور

حسامی و همکاران (۱۳۹۵) توزیع مکانی گوگرد کل خاک در اراضی تعاونی تنگلی را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه نمودند. حسامی و همکاران (۱۳۹۵) تغییرات کربن آلی خاک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اراضی تعاونی تنگلی را مورد بررسی قرار دادند. محمدی و چیت ساز (۱۳۸۱) با استفاده از تخمینگرهای زمین آماری و با کمک گرفتن از GIS، تغییرات مکانی برخی خصوصیات خاک را با استفاده از روش‌های مختلف آماری شامل کوکریجینگ، کریجینگ و رگرسیون خطی بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که تخمینگرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر برآورد داده‌های مکانی پارامترهای خاک معرفی شد. امینی (۱۳۸۲) نسبت به تهیه نقشه پهنه‌بندی آلودگی خاک‌های استان اصفهان اقدام نمود.

سکوتی اسکویی و همکاران (۱۳۸۴) توزیع مکانی برخی از خصوصیات موثر در حاصلخیزی خاک را در بخش جنوبی دشت ارومیه در سطحی معادل ۳۶۶۹۰ هکتار مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی خصوصیات خاکی در نقاط نمونه‌برداری نشده از روش‌های کریجینگ، میانگین متحرک وزنی و کوکریجینگ در محیط GIS و جهت مقایسه کارایی تخمینگرهای مکانی و انتخاب روش مناسب میان-یابی، متغیرهای آماری MAE و MBE را به کار گرفتند. نتایج تحقیقات نشان داد روش کریجینگ بالاترین دقت را در برآورد شاخص‌های خاک دارد و سپس نقشه‌های پراکنش مکانی خصوصیات خاک را تهیه نمودند.

شهبازی و همکاران (۱۳۸۴) نقشه پراکنش مکانی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک را در دشت‌های استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه نمودند. صادقی و روشنی (۱۳۸۶) بانک اطلاعات مکان‌دار حاصلخیزی خاک را در استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه کردند.

بنی نعمه و مومنی (۱۳۹۰) نسبت به تهیه نقشه حاصلخیزی خاک‌های شور و ماندابی اراضی تحت کشت آبی در سطحی معادل ۲۰۰۰ هکتار با اعمال تکنیک‌های زمین آمار و GIS در استان خوزستان اقدام نمودند. پس از تشکیل بانک اطلاعات مکان‌دار از نمونه‌های برداشت شده و بررسی‌های آماری توسط نرم افزارهای پهنه‌بندی، اقدام به تهیه نقشه حاصلخیزی خاک نمودند. در این تحقیق میان‌یابی داده‌ها به روش وزن معکوس فاصله به عنوان روش برتر مورد استفاده قرار گرفت.

وحیدی و همکاران (۱۳۹۰) وضعیت حاصلخیزی خاک‌های شهرستان اهر را به منظور توصیه الگوی کشت مناسب، با استفاده از GIS بررسی نمودند. در این مطالعه تعداد ۸۰۰ نمونه از نقاط مختلف منطقه تهیه و مقادیر متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک از جمله ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، بر، بافت، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، اشباع رطوبتی، pH و EC را اندازه‌گیری نمودند. سپس از طریق میان‌یابی متغیرها در نرم افزار GIS، وضعیت حاصلخیزی خاک‌های منطقه را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد که استفاده از GIS در این تحقیق سبب افزایش دقت، سرعت و سهولت دستیابی مکانی گردید و با توجه به بررسی‌های انجام شده، استفاده از آزمون خاک، افزودن مواد آلی به خاک، استفاده از زمین بر اساس تناسب اراضی، حفظ واکنش خاک در حد مطلوب و اجتناب از مصرف بی رویه و غیر علمی کودهای شیمیایی در منطقه از جمله راهکارهای افزایش بهره‌وری و کیفیت محصول و داشتن کشاورزی پایدار می‌باشد.

کاظمی پشت مساوی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی در اراضی کشاورزی استان گلستان نشان دادند که کریجینگ، بهترین روش میان‌یابی برای تخمین نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

یزدانی نژاد و ترابی گل سفیدی (۱۳۹۲) در سطحی معادل ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی جنوب تهران، نسبت به بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی شوری اراضی فوق، با استفاده از کریجینگ و GIS اقدام نمودند. جلالی و همکاران (۱۳۹۲) به منظور تهیه نقشه پراکنش مکانی برخی از عناصر غذایی در شرق

استان مازندران، به مقایسه روش‌های مختلف میان‌یابی با استفاده از نرم افزار GIS پرداختند و میزان دقت نقشه پراکنش مکانی متغیرها را به کمک معیارهای آماری MAE، MBE و RMSE محاسبه نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که اگر فاصله نقاط نمونه برداری مناسب و تعداد نمونه کافی باشد، روش کریجینگ جهت تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای خاک مناسب می‌باشد. حسامی و همکاران (۱۳۹۵) توزیع مکانی گوگرد کل خاک در اراضی تعاونی تنگلی را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه نمودند. حسامی و همکاران (۱۳۹۵) تغییرات کربن آلی خاک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اراضی تعاونی تنگلی را مورد بررسی قرار دادند.

جعفری و همکاران (۱۳۹۴) نقشه پهنه‌بندی عمقی گچ در دشت اریض خوزستان و اسلامی و همکاران (۱۳۹۴) نقشه حاصلخیزی خاک در اراضی تعاونی پیوند را با استفاده از نرم افزار GIS تهیه نمودند. سیدمحمدی و همکاران (۱۳۹۴) نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی عناصر غذایی با استفاده از روش میان‌یابی کریجینگ و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مدیریت بهینه حاصلخیزی خاک‌های شالیزار نواحی مرکزی گیلان اقدام نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تهیه نقشه مناسب از ویژگی‌های مؤثر در حاصلخیزی خاک، می‌تواند در مدیریت بهینه مصرف کودها و حاصلخیزی خاک‌های شالیزار کمک قابل ملاحظه‌ای نماید.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- مقدمه

در سیستم کشاورزی دقیق، نوع داده‌های مورد نیاز و انبوهی نقاط نمونه برداری از خاک ایجاب می‌کند که نقشه‌های حاصلخیزی خاک، تهیه و در آن‌ها اطلاعات مربوط به مقدار و پراکنش مکانی عناصر اصلی و کم مصرف مورد استفاده گیاه تعیین شوند (روشنی، ۱۳۹۲).

۳-۲- مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه تعدادی از باغات مرکبات شهر دهدشت و چرام می‌باشد. شکل ۳-۱ موقیت محدوده مورد مطالعه در Google Earth را نشان میدهد.



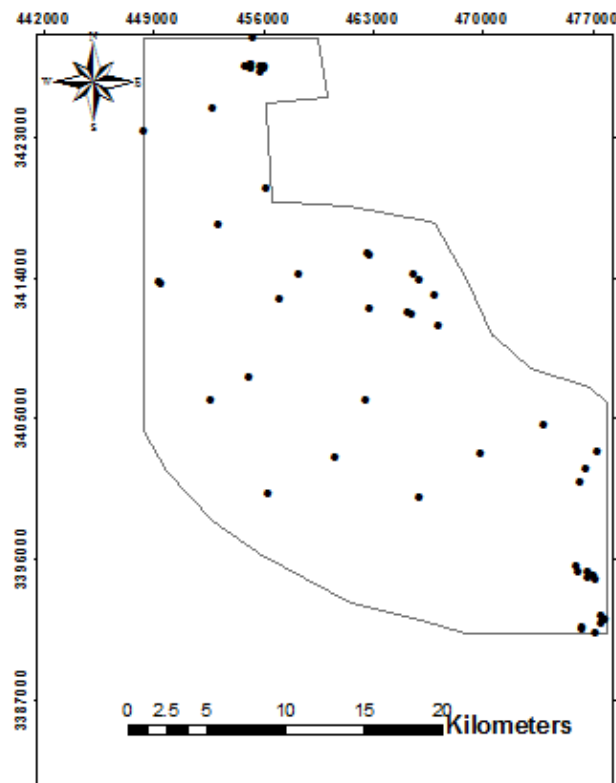
شکل ۳-۱ موقیت محدوده مورد مطالعه در Google Earth

۳-۲-۱- شرایط آب و هوایی

این ناحیه آب و هوایی گرم و نیمه خشک دارد. باران این منطقه از آبان ماه آغاز می‌شود و تا اردیبهشت ماه به تناوب ادامه می‌یابد. در مقایسه با ناحیه سردسیر، میزان بارندگی در این قسمت نسبتاً کم است. همچنین در این مناطق یخبندان به ندرت اتفاق می‌افتد. این قسمت از استان کهگیلویه و بویراحمد درختان پسته کوهی فراوان دارد.

۳-۲-۳- نمونه برداری و آماده سازی نمونه

با توجه به تعداد و وسعت باغات مرکبات ابتدا نقاط جهت نمونه برداری انتخاب گردید، و تعداد ۵۰ پروفیل در منطقه مورد آزمایش حفر و از سه عمق موثر زراعی (۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰) نمونه برداری گردید. برای تعیین موقعیت دقیق نمونه برداری ها از دستگاه مکان یاب جهانی (GPS) استفاده گردید. شکل ۲-۳ نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه را نشان میدهد.



شکل ۲-۳ نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه

جدول ۱-۳ طول و عرض جغرافیایی نقاط نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	شماره پروفیل
3429387	455394	1
3407613	455084	2
3415506	462612	3
3414208	458268	4
3413832	466005	5
3410890	467148	6
3402454	460623	7
3402790	469802	8
3395210	476748	9
3406121	452678	10
3399894	465936	11
3419683	456260	12
3400199	456283	13
3412906	466985	14
3401729	476565	15
3414265	465555	16
3402936	477243	17
3427138	455809	18
3427569	455811	19
3413621	449432	20
3400935	476149	21
3394901	477093	22
3404596	473830	23
3395181	476029	24
3412053	462736	25
3395550	475924	26
3412595	457087	27
3411838	465268	28
3411610	465499	29
3391689	476336	30
3394795	476681	31
3391840	477538	32
3391316	477196	33
3427618	455194	34
3392136	477756	35
3427341	455280	36
3427580	455245	37
3415490	462732	38
3406160	462483	39

3423380	448393	40
3427471	454816	41
3427450	455230	42
3427475	456067	43
3413685	449408	44
3427418	456117	45
3424830	452799	46
3417407	453185	47
3392399	477572	48
3394765	477199	49
3391587	476336	50

تعداد ۱۵۰ نمونه خاک بعد از هوا خشک شدن در محیط آزمایشگاه، کوبیده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شده و جهت آزمایشات بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی، درصد نیتروژن، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، روی قابل جذب و آهن قابل جذب آماده گردیدند.

۳-۴- اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی موثر در حاصلخیزی خاک

در این تحقیق از روش هیدرومتر (بایکاس، ۱۹۲۷) به عنوان روش استاندارد تجزیه اندازه ذرات استفاده شده است. برای اندازه‌گیری واکنش خاک ابتدا گل اشباع تهیه گردید و سپس با استفاده از پمپ خلاء عصاره‌گیری انجام شد و در نهایت توسط دستگاه EC متر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری واکنش خاک ابتدا گل اشباع تهیه گردید و سپس با استفاده از پمپ خلاء عصاره‌گیری انجام شد و در نهایت توسط دستگاه Ph سنج اندازه‌گیری گردید. برای تعیین کربن آلی خاک از روش والکی و بلک (۱۹۳۴) استفاده شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن از دستگاه کجل تک استفاده گردید (اولسن و همکاران ۱۹۵۴). برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب از روش اولسن استفاده گردید (اولسن و همکاران ۱۹۵۴). پتاسیم قابل جذب محلول در خاک به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (کارتر، ۱۹۹۳) استفاده شد. برای اندازه‌گیری عناصر کم‌مصرف خاک به روش DTPA و از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. (بلک و همکاران، ۱۹۶۵).

۳-۵- میان‌یابی

در تهیه این نقشه‌ها با بهره‌گیری از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش‌های پهنه‌بندی و با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده نسبت به برآورد مقادیر در نقاطی که فاقد نمونه هستند اقدام و اطلاعات نقطه‌ای را به اطلاعات سطحی تبدیل می‌نماییم که از دقت منطقی برخوردار می‌باشد. که این امر هزینه تهیه نقشه‌ها را به دلیل کاهش نقاط نمونه برداری کم می‌کند. با تهیه این نقشه‌ها ضمن فراهم کردن امکان توصیه و مصرف کود به صورت دقیق‌تر، امکان پایش در تغییرات میزان عناصر و تحلیل اقدامات انجام شده نیز در طول زمان میسر گردیده و امکان برنامه‌ریزی‌های مدیریت مزرعه به صورت دقیق‌تری فراهم خواهد شد.

۳-۵-۱- میان‌یابی با استفاده از GIS

روش‌های مختلف میان‌یابی شامل وزن معکوس فاصله، اسپیلاین و کریجینگ توسط قابلیت‌های نرم افزار ArcGIS برای متغیرهای واکنش خاک، شوری، درصد کربن آلی، درصد نیتروژن خاک، پتاسیم قابل جذب، فسفر قابل جذب، روی قابل جذب و آهن قابل جذب خاک در عمق در سه عمق موثر زراعی خاک انجام شد. سپس با استفاده از پارامترهای آماری میانگین مجذور ریشه خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2)، بهترین روش میان‌یابی انتخاب و نسبت به تهیه نقشه‌های پراکنش مکانی هر یک از متغیرهای فوق در محیط GIS اقدام گردید.

۳-۵-۲- اجرای مدل GIS

در این پژوهش از نرم افزار Arc GIS جهت تهیه نقشه پراکنش عناصر منطقه استفاده شده است. گام اصلی در تهیه یک نقشه موضوعی به عنوان خروجی GIS، تفکیک و مرزبندی محدوده مطالعاتی از روی نقشه توپوگرافی با استفاده از قابلیت‌های GIS و مشاهدات صحرایی انجام گردید و نتایج مربوط به تجزیه‌های آزمایشگاهی برخی متغیرهای شیمیایی شامل درصد کربن آلی، پتاسیم قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، روی و آهن قابل جذب و فسفر قابل جذب خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به عنوان ورودی به نرم افزار وارد شد. دقت روش‌های مختلف میان‌یابی شامل وزن معکوس فاصله و کریجینگ با برآزش مدل‌های خطی، نمایی، گوسین و کروی برای متغیرهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت و بهترین روش میان‌یابی بر اساس روش اعتبارسنجی و همبستگی داده‌ها انتخاب گردید.

روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW)

یکی از روش‌های متداول در مطالعات جغرافیایی و نواحی ناهموار می‌باشد. فرض اساسی این روش بر آن است که تاثیر هر پدیده متناسب با توانی از معکوس فاصله آن است. بنابراین تأثیر پدیده مورد نظر با افزایش فاصله، کاهش می‌یابد. برای پیش‌بینی در مکان‌هایی که داده‌های آن‌ها اندازه‌گیری نشده است از مقادیر اندازه‌گیری شده پیرامون محل استفاده می‌شود و عامل وزن بر اساس فاصله نقاط از یکدیگر تعیین می‌گردد. به نقاط نزدیک نمونه وزن بیشتر و به نقاط دورتر وزن کمتر اختصاص می‌یابد. معمولاً از این نقاط یک میانگین وزن‌دار می‌گیریم و نتیجه را برای نقطه مجهول ثبت می‌کنیم.

یکی از عوامل موثر در IDW، تعداد و موقعیت نقاط مجاور و به عبارتی وضعیت واحدهای همسایگی است. از آنجایی که هرچه فاصله نقطه مجهول از نقاط معلوم کاهش یابد، شباهت و وزن آن افزایش می‌یابد و مکان‌های دورتر تاثیر کمتر داشته، می‌توان آن‌ها را از محاسبات خارج نمود تا با کاهش میزان خطا، سرعت محاسبات افزایش یابد. بنابراین انتخاب و محدود کردن تعداد نقاط مجاور و به عبارتی پنجره جستجو برای نقاط مجاور در تحلیل‌ها مهم است.

روش اسپیلاین یا توابع شعاع محور (RBF)

این روش برای نواحی مسطح که ناهمواری کم و تغییرات شیب تدریجی دارند مناسب می‌باشد. در این روش از چند جمله‌ای‌ها استفاده می‌شود و با برازش یک تابع چند جمله‌ای بر اساس داده‌های نمونه، مقادیر نقاط نامعلوم برآورد می‌گردند. ویژگی اساسی اسپیلاین در این است که بر اساس یک تابع ریاضی، میزان خمیدگی و انحناء کلی سطح را به حداقل رسانده و یک سطح نرم و یکنواخت را ایجاد می‌نماید که سطح ایجاد شده از نظر مقدار همواره در محدوده‌ای بین حداقل و حداکثر نقاط نمونه برداری شده ورودی قرار می‌گیرد. در معادلات درجه دوم و سوم این انحناها به حداقل خود رسیده و در نتیجه یک سطح همواری به دست می‌آید. با توجه به تاثیر درجه بر دقت داده‌ها در میان‌یابی، هر چه درجه بالاتری انتخاب شود شکل حاصل هموارتر خواهد بود اما به میزان قابل توجهی از دقت مدل کاسته می‌شود.

روش کریجینگ (Kriging)

کریجینگ مهم‌ترین و گسترده‌ترین روش میان‌یابی است که بر پایه مدل‌ها و روابط آماری بنا شده است. لایه رستری تولید شده از این روش، سطحی بسیار دقیق را نمایش می‌دهد و در مناطق کوهستانی بهترین و دقیق‌ترین خروجی را تولید می‌کند. روش Kriging بر خلاف روش IDW که یک روش میان‌یابی محلی است، روشی جهانی می‌باشد. به این معنا که در این روش تمامی مشاهدات منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کریجینگ روش پیشرفته‌ای است که در مقایسه با سایر روش‌های میان‌یابی، محاسبات آن نیازمند زمان بیشتری است و با توجه به فرضیات پایه آن، معمولاً در سطوح کوچک به کار گرفته می‌شود. کریجینگ یک روش زمین‌آمار برای میان‌یابی داده‌ها بر اساس واریانس فضایی و بهترین تخمینگر خطی ناریب در مفهوم حداقل پراکندگی واریانس است که به ازای هر تخمین، خطای مرتبط با آن را محاسبه می‌نماید (کردوانی، ۱۳۸۱ . حسنی، ۱۳۷۷). مانند روش IDW که در آن نزدیکی به نقاط نمونه به عنوان وزن

برآورد محسوب می‌شود، در کریجینگ نیز واریانس مکانی تابعی از فاصله شناخته می‌شود (آندرسون، ۲۰۰۲).

برای برآورد مقادیر بر اساس کریجینگ روش‌های مختلفی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ رگرسیون اشاره کرد. در این تحقیق برای برآورد مقادیر نقاط مجهول و تهیه نقشه پراکنش مکانی از روش کریجینگ معمولی استفاده گردیده است. در کریجینگ معمولی برای بیان تغییرات فضایی از واریوگرام استفاده می‌شود و خطای مقادیر پیش‌بینی شده را با توجه به توزیع فضایی داده‌های پیش‌بینی شده کمینه می‌کند. در این روش برای برآورد وزن از انواع واریوگرام استفاده می‌شود که نمونه‌هایی از آن شامل واریوگرام‌های دایره‌ای، نمایی، گوسین و کروی می‌باشد که با توجه به نوع واریوگرام، مقدار برآورد شده متفاوت خواهد بود.

۳-۵-۳- پارامترهای آماری

به منظور مقایسه روش‌های میان‌یابی در نرم افزار ArcGIS از پارامترهای آماری ریشه میانگین مربعات خطا (Root Mean Squared Error, RMSE) و ضریب تبیین (R^2 , R squared) استفاده شد.

ریشه میانگین مربعات خطا:

مقدار RMSE نیز هرچه به صفر نزدیکتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر روش است. مقدار این پارامتر از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{j=1}^n (\hat{y}_j - y_j)^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}}$$

ضریب تبیین:

مقدار این ضریب همواره بین صفر و ۱ می‌باشد. هر چه مقدار R^2 بالاتر باشد نشان دهنده دقت بیشتر و عملکرد بهتر مدل است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})(y_i - \bar{y}) \right]^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

که در آن‌ها y_i و \hat{y}_i مقادیر پیش‌بینی شده و y_i و \hat{y}_i مقادیر مشاهداتی، \bar{y} متوسط مقادیر مشاهداتی و n تعداد داده‌ها می‌باشد.

فصل ہمارم

نتیجہ و بحث

۴-۱- مقدمه

روش‌های مختلف زمین آماری این امکان را به وجود می‌آورد که از طریق تعمیم خصوصیات نقاط نمونه برداری شده، پهنه بندی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تهیه گردد. در بسیاری از موارد، دقت برخی روش‌های زمین آماری نسبت به برخی دیگر باعث می‌شود تا نقشه‌های تهیه شده از اعتماد بیشتری برخوردار بوده و عملاً کاربری بیشتری داشته باشد. مطالعات پیشین نشان می‌دهد که نوع متغیر، روش مناسب زمین آماری را مشخص می‌کند. به عبارتی صرف‌نظر از خطای قابل قبولی که در طبیعت میان‌یابی است، در بسیاری از موارد میزان این خطا تا حدی بالا می‌رود که به کلی صحت داده را مورد سوال قرار می‌دهد. بنابراین ضروری است که روش‌های مختلف برای متغیر مورد نظر مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد و از بین آن‌ها روش مناسب انتخاب گردد. نقشه‌های با دقت بیشتر در مباحث مربوط به مدیریت اراضی و نیز کشاورزی دقیق کاربردهای فراوانی دارند. وجود نقشه‌های خاک با دقت بالا برای طرح‌های کشاورزی، منابع طبیعی و حفاظت محیط زیست بسیار ضروری هستند (حسامی و همکاران ۱۳۹۵).

۴-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

متغیرهای مورد مطالعه بر روی ۱۵۰ نمونه خاک اخذ شده از سه عمق زراعی به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. به منظور بررسی چگونگی توزیع داده‌ها و دستیابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری و ویژگی‌های آن‌ها شامل حداقل، حداکثر، میانگین، دامنه تغییرات، انحراف معیار، واریانس، چولگی و کشیدگی، توسط نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. جداول ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳ توصیف آماری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در سه عمق خاک را نشان می‌دهند.

جدول ۴-۱- توصیف آماری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده در عمق ۰-۳۰ سانتی متری

خاک

نام پارامتر	واحد اندازه گیری	حداقل	حداکثر	میانگین	دامنه تغییرات	واریانس	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
رس	%	۴	۶۶	۲۹/۵۲	۶۲	۱۰۳/۹۲	۱۰/۱۹	۰/۸۴	۲/۷۳
سیلت	%	۲۲	۵۴	۳۹/۷	۳۲	۶۲/۵۸	۷/۹۱	-۰/۲۹	-۰/۵۹
شن	%	۱۰	۵۴	۳۰/۷۸	۴۴	۹۵/۴۸	۹/۷۷	۰/۷۵	۰/۲۶
pH	-	۷/۳	۸/۹	۷/۹۰	۱/۶	۰/۱۴	۰/۳۷	۰/۵۵	-۰/۴۹
EC	dS/m	۰/۲۶	۱/۲	۰/۸۱	۱/۸۴	۰/۲۴	۰/۴۹	۰/۹۴	۰/۰۲
کربن آلی	%	۰/۵۹	۲/۸۵	۱/۳۸	۱/۴۷	۰/۴۲	۰/۶۵	۰/۶۹	-۰/۷۸
نیتروژن	%	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۳۹	۱/۰۱
فسفر	mg/kg soil	۲/۴	۷۰/۰	۱۹/۴	۶۷/۶	۲۲۶	۱۵/۰۵	-۰/۱۸	۲/۶۹
پتاس	mg/kg soil	۱۴۰	۳۰۰	۲۲۶	۱۶۰	۲۴۹۳	۴۹/۹۳	۰/۰۵	-۱/۲۷
آهن	mg/kg soil	۰/۹۲	۳/۵	۲/۱۳	۲/۵۸	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۱۶	-۰/۲۴
روی	mg/kg soil	۳/۶۸	۸/۸	۶/۳۲	۵/۱۲	۱/۸۷	۱/۳۶	۰/۰۱	-۰/۹۷

جدول ۴-۲- توصیف آماری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متری

متری خاک

نام پارامتر	واحد اندازه گیری	حداقل	حداکثر	میانگین	دامنه تغییرات	واریانس	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
رس	%	۱۰	۵۴	۳۰/۰۶	۴۴	۹۷/۰۱	۹/۹	۰/۶۹۴	۰/۲۹۹
سیلت	%	۲۵	۵۶	۳۹/۱۲	۳۱	۵/۵۳	۷/۴۵	۰/۱۵۷	-۰/۶۰
شن	%	۱۴	۴۹	۳۱/۱۶	۳۵	۷۱/۷۷	۸/۴۷	۰/۲۰۷	-۰/۶۶۷

-۰/۶۲	۰/۰۸	۰/۴۵	۰/۲۰	۱/۸۳	۷/۹۰	۸/۸۳	۷	-	pH
۲/۷۱	-۰/۳۰	۰/۵۱	۰/۲۶	۲/۴۶	۰/۹۳	۰/۶۶	۰/۲	ds/m	EC
-۰/۴۱	۰/۵۸	۰/۴۰	۰/۱۶	۱/۶۹	۰/۸۲	۱/۹۵	۰/۲۶	%	کربن آلی
-۰/۸۰	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۰۵	%	نیتروژن
۲/۹۱	۰/۱۹	۳۵/۲۴	۱۲۴۱	۱۸۶/۲۶	۱۸/۸۷	۱۸/۰۶	۰/۸	mg/kg soil	فسفر
-۱/۱۶	۰/۲۸	۵۱/۷۹	۲۶۸۲	۱۶۴	۲۱۰	۳۰۴	۱۴۰	mg/kg soil	پتاس
-۰/۶۰	۰/۳۴	۰/۵۰	۰/۲۵	۱/۹	۱/۶۷	۲/۷	۰/۸	mg/kg soil	آهن
۰/۰۷	۰/۴۰	۱/۲۰	۱/۴۵	۵/۴	۵/۷۳	۹/۱	۳/۷	mg/kg soil	روی

جدول ۳-۴- توصیف آماری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در عمق ۹۰-۶۰ سانتی متری خاک

نام پارامتر	واحد اندازه گیری	حداقل	حداکثر	میانگین	دامنه تغییرات	واریانس	انحراف معیار	چولگی	کشیدهی
رس	%	۹	۵۰	۲۹/۷۶	۴۱	۷۸/۰۲	۸/۸۳	۰/۴۰۳	۰/۱۵۳
سیلت	%	۲۴	۵۴	۳۷/۸۶	۳۰	۴۸/۹۳	۶/۹۹	۰/۱۷۰	-۰/۴۵۲
شن	%	۱۹	۵۲	۳۲/۳۸	۳۳	۵۹/۱۷	۷/۶۹	۰/۴۴۳	-۰/۳۸۹
pH	-	۷/۱۲	۸/۷۵	۷/۸۱	۱/۶۳	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۰۴
EC	ds/m	۰/۲۲	۳/۱	۰/۹۶	۲/۸۸	۰/۵۵	۰/۷۴	۰/۲۱	۲/۳۳
کربن آلی	%	۰/۲	۱/۳	۰/۶۱	۱	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۳۴	-۰/۷۰
نیتروژن	%	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۴۹	-۰/۲۷
فسفر	mg/kg soil	۰/۶۳	۵۶/۶	۱۲/۸۷	۵۵/۹۷	۱۵۲/۱۷	۱۲/۳۳	۰/۳۹	۲/۶۱
پتاس	mg/kg soil	۱۰۰	۲۶۹	۱۸۶/۴	۱۶۹	۲۶۶۴	۵۱/۶۱	-۰/۲۰	-۱/۳۶
آهن	mg/kg soil	۰/۷۲	۲/۹	۱/۵۰	۲/۱۸	۰/۲۵	۰/۴۹	۰/۴۵	-۰/۳۱
روی	mg/kg soil	۳/۵	۹/۲۸	۵/۴۰	۵/۷۸	۲/۵۶	۱/۶۰	۰/۸۷	-۰/۱۳

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها می‌توان از ضریب چولگی و ضریب کشیدگی داده‌ها استفاده نمود. اگر ضریب چولگی بین مقادیر +۲ و -۲ و ضریب کشیدگی بین مقادیر +۳ و -۳ باشد، داده‌ها نرمال بوده و نیازی به نرمال سازی نمی‌باشد (جورج و مالری، ۲۰۱۰). همانطور که جدول ۱-۴ تا ۳-۴ نشان می‌دهد، مقادیر ضریب چولگی و کشیدگی در دامنه اعداد ذکر شده قرار دارند، بنابراین نیازی به نرمال سازی داده‌ها مشاهده نشد.

۴-۲-۱- وضعیت واکنش خاک

همانطور که در جدول ۱-۴ تا ۳-۴ مشاهده می‌شود که کمترین مقدار pH در سه عمق زراعی به ترتیب برابر ۷/۳، ۷ و ۷/۱۲ بوده و همچنین حداکثر مقدار pH در سه عمق موثر زراعی به ترتیب برابر ۸/۹، ۸/۸۳ و ۸/۷۵ بوده است، همچنین میانگین عددی pH در این سه عمق به ترتیب برابر ۷/۹۰، ۷/۹۰ و ۷/۸۱ می‌باشد. با توجه به اینکه مناسب ترین pH برای اغلب گیاهان زراعی و واکنش های بیولوژیکی ۶ الی ۷ می‌باشد (روشن زاده ۱۳۷۹)، بالا بودن آن موجب اختلال عناصر غذایی مانند فسفر، آهن و روی می‌شود (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳)، لذا بایستی نسبت به کاهش pH خاک اقدام نمود.

۴-۲-۲- وضعیت شوری خاک

جداول ۱-۴ الی ۳-۴ نشان می‌دهند که میزان حداقل، حداکثر و دامنه تغییرات در عمق اول تا سوم زراعی به ترتیب برابر ۰/۲۶، ۲/۶۶، ۱/۸۴ و ۰/۲، ۲/۶۶، ۰/۹۳ و ۰/۲۲، ۳/۱، ۰/۹۶ می‌باشد.

۴-۲-۳- وضعیت درصد کربن آلی

جداول ۱-۴ الی ۳-۴ نشان می‌دهند که در اکثر مناطق مورد مطالعه درصد کربن آلی کم می‌باشد. با توجه به اینکه کربن آلی یکی از مهم ترین فاکتورها در رشد و نمو گیاهان می‌باشد، لذا برای افزایش این فاکتور بررسی دقیق پیدا کردن یک راهکار مناسب ضروری است.

۴-۲-۴-وضعیت درصد نیتروژن

جدول شماره ۴-۱ تا ۴-۳ بیانگر حداقل میزان درصد نیتروژن در سه عمق موثر زراعی به ترتیب برابر ۰/۰۸، ۰/۰۵ و ۰/۰۳ می باشد. همچنین حداکثر میزان درصد کربن آلی در سه عمق موثر زراعی را به ترتیب برابر ۰/۱۸، ۰/۱۷ و ۰/۱۴ درصد نشان میدهد.

۴-۲-۵-وضعیت فسفر قابل جذب

جدول ۴-۱ تا ۴-۳ بیانگر حداقل میزان فسفر قابل جذب برابر با ۲/۴، ۰/۸ و ۰/۶۳ میلی گرم در کیلوگرم خاک در سه عمق موثر زراعی می باشد. همچنین نشان میدهد دامنه تغییرات در سه عمق موثر زراعی به ترتیب برابر ۶۷/۶، ۱۸۶/۲۶ و ۵۵/۹۷ می باشد.

۴-۲-۶-وضعیت پتاسیم قابل جذب

جدول ۴-۱ تا ۴-۳ نشان میدهد که حداقل میزان پتاسیم قابل جذب در عمق اول زراعی برابر ۱۴۰ میلی گرم در کیلوگرم و همچنین حداکثر میزان پتاسیم قابل جذب و دامنه تغییرات در این عمق از منطقه مورد مطالعه را به ترتیب برابر ۳۰۰ و ۱۶۰ نشان می دهد. همچنین بیانگر حداقل و حداکثر میزان پتاسیم در عمق دوم زراعی برابر ۱۴۰، ۳۰۴ و ۱۰۰، ۲۶۹ می باشد.

۴-۲-۷-وضعیت آهن قابل جذب

جدول ۴-۱ تا ۴-۳ نشان میدهد که حداقل میزان آهن قابل جذب در عمق اول تا سوم زراعی در منطقه مورد مطالعه به ترتیب برابر ۰/۹۲، ۰/۸ و ۰/۷۲ می باشد. همچنین بیانگر بیشترین مقدار آهن قابل جذب در سه عمق موثر زراعی به ترتیب برابر ۳/۵، ۲/۷ و ۲/۹.

۴-۲-۸- وضعیت روی قابل جذب

جدول ۴-۱ تا ۴-۳ بیانگر بیشترین مقدار روی قابل جذب در سه عمق موثر زراعی به ترتیب برابر ۸/۸، ۹/۱ و ۹/۲۸ و همچنین میزان حداقل روی قابل جذب برابر ۳/۶۸، ۳/۷ و ۳/۵ می باشد.

۴-۳- وریوگرام

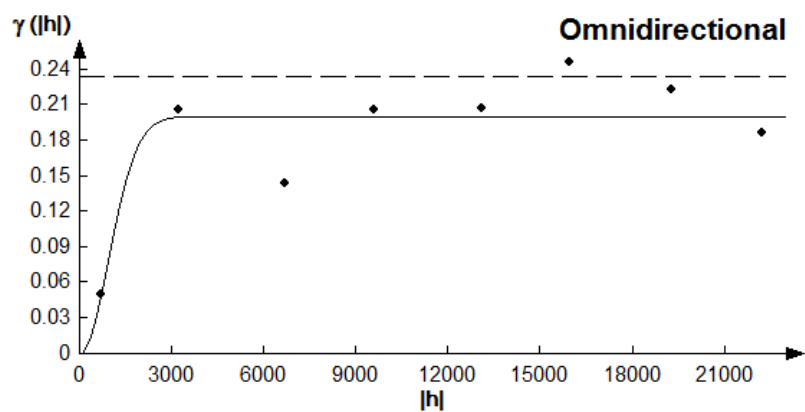
تابع وریوگرام ابزار کلیدی در نظریه متغیرهای ناحیه‌ای است و بر اساس این فرض شکل گرفته که سمی واریانس به طور نرمال توزیع یافته و داده‌ها از فرضیات پایائی پیروی می کنند. وریوگرام تجربی عبارت است از متوسط مجذور اختلاف بین دو مشاهده $Z(x)$ و $Z(x+h)$ در دو موقعیت مکانی واقع در فضای نمونه برداری است که توسط آرایه h از هم جدا شده‌اند (حسنی پاک ۱۳۸۶).

جدول زیر بهترین مدل وریوگرام را برای هر پارامتر در هر سه عمق زراعی نشان می‌دهد. جدول زیر بیانگر این می‌باشد که بررسی وریوگرام مربوط به شوری بهترین مدل از بین سه مدل مورد مطالعه در سه عمق موثر زراعی به ترتیب مدل گوسی، کروی و گوسی می‌باشد (جدول ۴-۴ و شکل ۴-۱ تا ۴-۳).

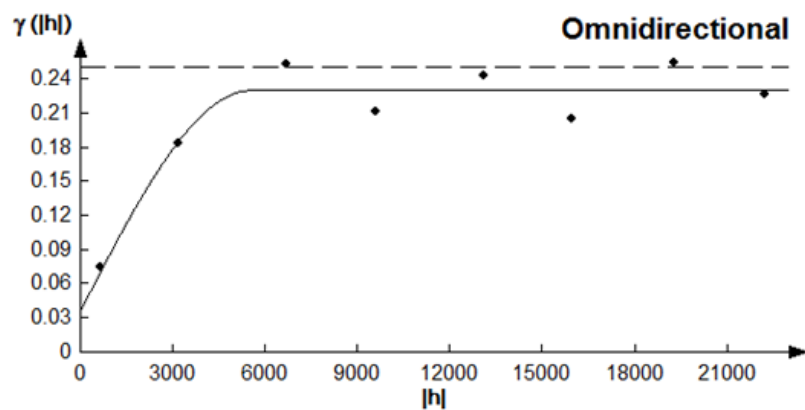
۴-۳-۱- شوری خاک

جدول ۴-۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت شوری در خاک

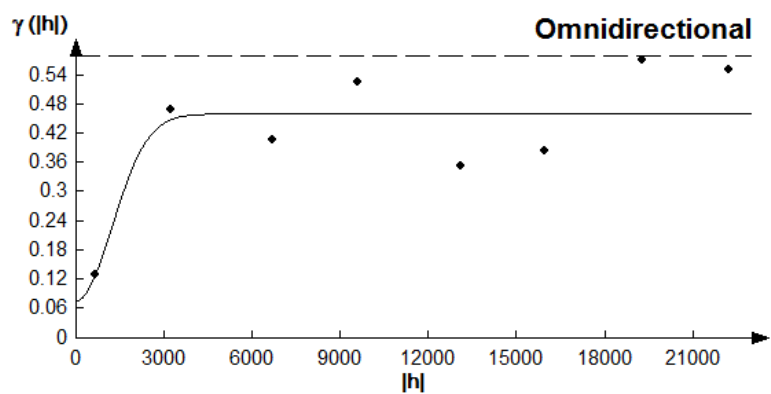
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
	0-30	5/26E-02	3/19E-02	2/92E-02
شوری خاک	30-60	1/12E-02	9/43E-03	9/44E-03
	60-90	4/42E-02	3/00E-02	2/96E-02



شکل ۴-۱- وریوگرام شوری برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی



شکل ۴-۲- وریوگرام شوری برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی



شکل ۴-۳- وریوگرام شوری برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل گوسی

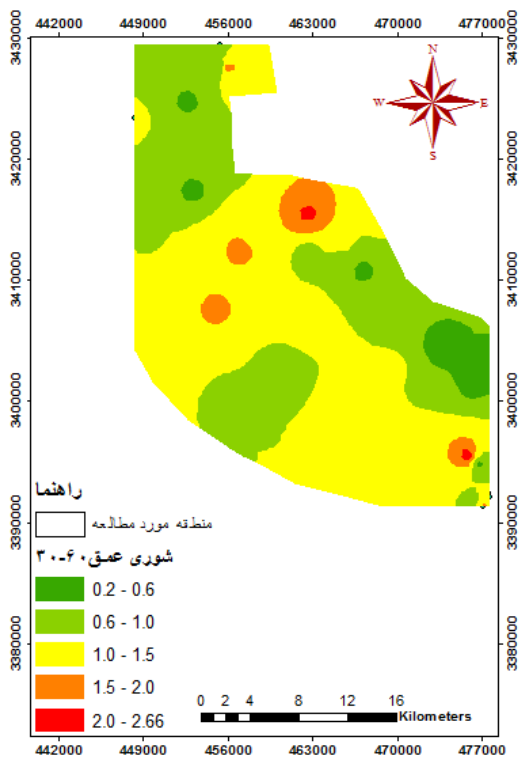
همان طور که در جدول (۴-۵) مشاهده میشود، نرم افزار GIS برای متغیر شوری در عمق اول با روش میان یابی وزن معکوس فاصله با مقدار RMSE و R^2 برابر با ۰/۳۳۷، ۰/۵۱۷، از روش میان یابی کریجینگ بهتر عمل نموده است. در عمق دوم زراعی با روش میان یابی وزن معکوس فاصله با مقدار RMSE و R^2 برابر با ۰/۳۶۹، ۰/۴۶۹ از روش کریجینگ بهتر عمل نموده است. در عمق سوم با روش میان یابی وزن معکوس فاصله با مقدار RMSE و R^2 برابر با ۰/۶۵۲، ۰/۲۱۸ نسبت به روش کریجینگ بهتر عمل نموده است.

جدول ۴-۵- ارزیابی خطا به روش های مختلف میان یابی برای تهیه نقشه شوری خاک

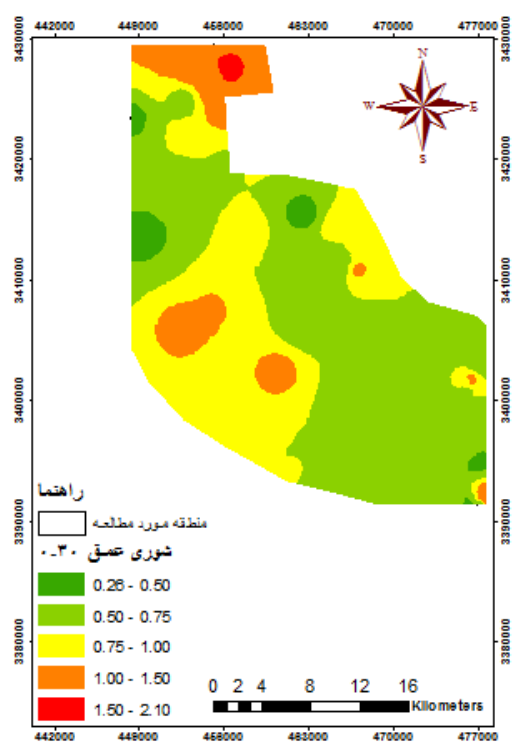
عمق	نام الگو	علامت اختصاری	MSE	RMSE	R^2
0-30	کریجینگ	CO	0/121	0/348	0/485
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/113	0/337	0/517
30-60	کریجینگ	CO	0/182	0/427	0/290
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/136	0/369	0/469
60-90	کریجینگ	CO	0/475	0/689	0/128
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/426	0/670	0/175

شکل شماره ۴-۴- نشان میدهد که در عمق اول زراعی ۲۰/۹۲ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه میزان شوری بین ۰/۵۹ تا ۱ می باشد و در ۳۹۰/۳۷ کیلومتر مربع نیز شوری بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ بوده و بیشترین شوری بین ۱/۵ تا ۲/۱۰ بوده که ۳/۹۱ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل میشود. شکل شماره ۴-۵- بیانگر این می باشد که در عمق دوم زراعی کمترین شوری در منطقه مورد مطالعه بین ۰/۲ تا ۰/۶ بوده است، که ۳۲/۳۶ کیلومتر مربع را شامل میشود و همچنین نشان میدهد که بیشترین وسعت از منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۳۸۸/۱۸ کیلومتر مربع دارای شوری بین ۰/۶ تا ۱ میباشد. همچنین بیشترین مقدار شوری بین ۲ تا ۲/۶۶ می باشد که ۲۸/۷۷ کیلومتر مربع از منطقه را شامل

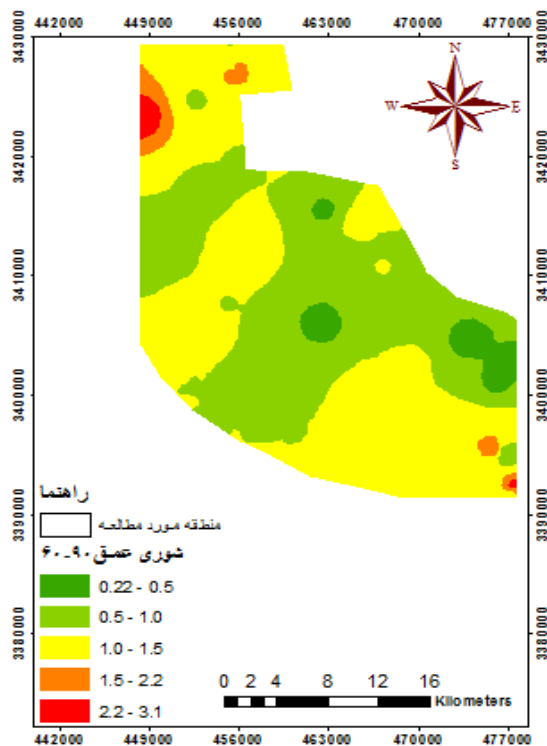
میشود. شکل شماره ۴-۶- نشان میدهد که کمترین درصد شوری در عمق سوم زراعی بین ۰/۲۲ تا ۰/۵۰ می باشد که ۳۰/۳۴ کیلومتر مربع از منطقه را شامل میشود. همچنین میزان شوری بین ۱ تا ۱/۵ بیشترین وسعت از منطقه را شامل میشود که وسعتی بالغ بر ۳۴۹ کیلومتر مربع می باشد. بیشترین میزان شوری خاک در قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه مشاهده گردید که از دلایل آن می توان به وجود سنگ گچ در این منطقه اشاره کرد.



شکل ۴-۵- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله



شکل ۴-۴- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله



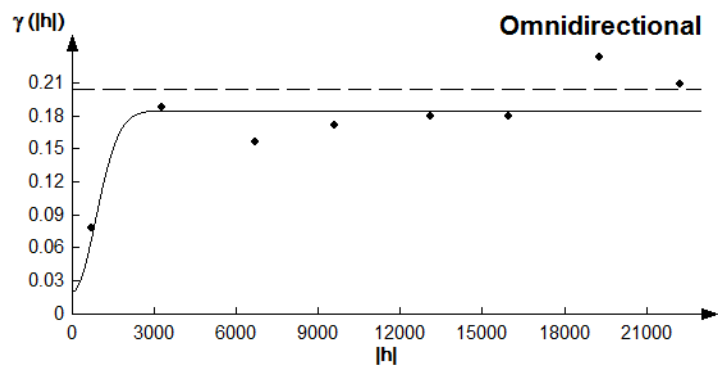
شکل ۴-۶- توزیع مکانی شوری خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله

۴-۳-۲-واکنش خاک

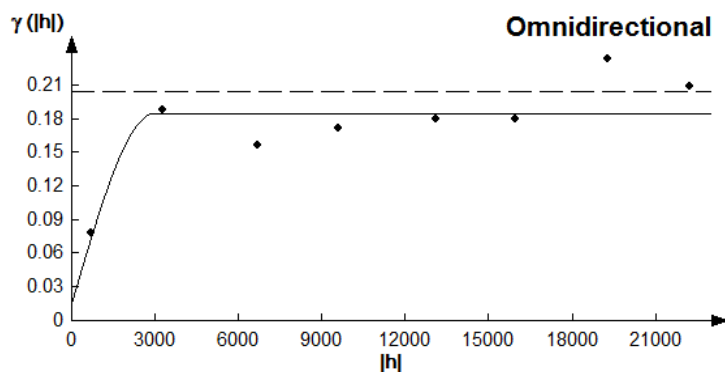
جدول زیر نشان میدهد که در بررسی وریوگرام واکنش خاک برای سه عمق موثر زراعی به ترتیب مدل گوسی، کروی و گوسی بهترین برازش را داشتند (جدول ۴-۵ و شکل ۴-۷ تا ۴-۹).

جدول ۴-۶- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای واکنش خاک

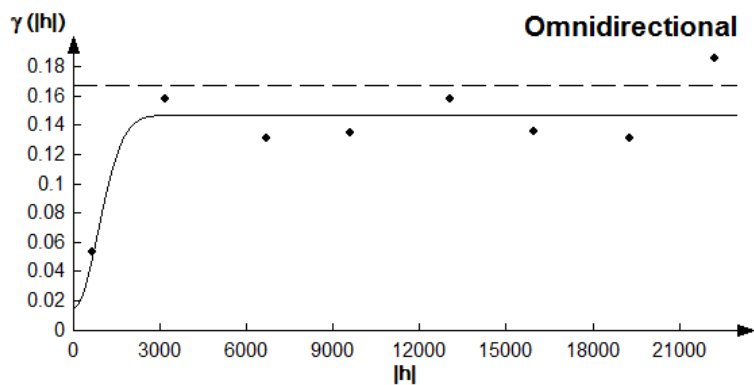
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
واکنش خاک	0-30	2/58E-02	2/02E-02	1/99E-02
	30-60	2/76E-02	1/90E-02	1/91E-02
	60-90	3/24E-02	1/89E-02	1/83E-02



شکل ۴-۷- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی



شکل ۴-۸- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی



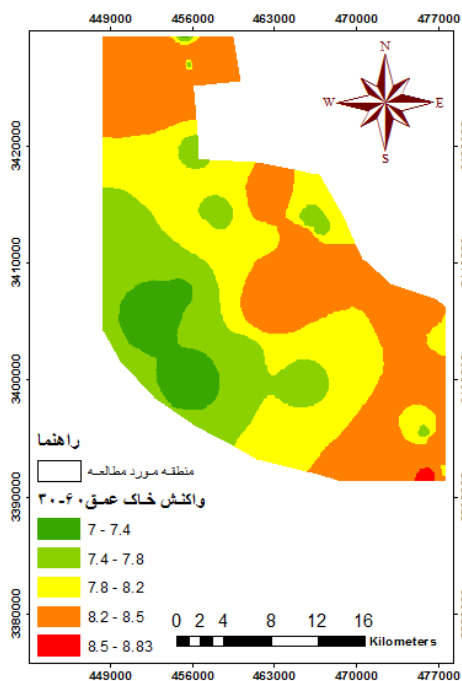
شکل ۴-۹- وریوگرام واکنش خاک برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل گوسی

بررسی جدول (۷-۴) نشان میدهد که بهترین روش میان یابی برای واکنش خاک در عمق اول روش کریجینگ با مقادیر RMSE و ضریب تبیین به ترتیب برابر ۰/۲۳۱، ۰/۶۱۶، در عمق دوم روش میان یابی وزن معکوس فاصله با مقادیر RMSE و ضریب تبیین به ترتیب برابر ۰/۳۷۱، ۰/۳۱۱ و در عمق سوم روش میان یابی وزن معکوس فاصله با مقادیر RMSE و ضریب تبیین به ترتیب برابر ۰/۲۴۳، ۰/۵۰۱ می باشد.

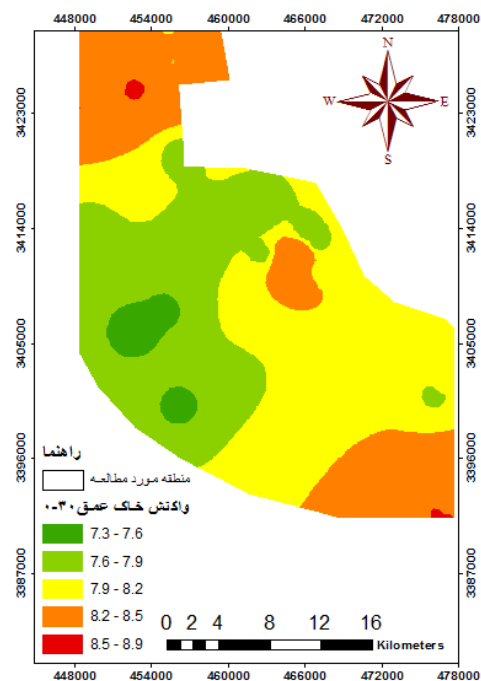
جدول ۴-۷- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌بایی برای تهیه نقشه واکنش خاک

عمق	نام الگو	علامت اختصاری	R ²	
			MSE	RMSE
0-30	کریجینگ	CO	0/053	0/231
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/058	0/240
30-60	کریجینگ	CO	0/146	0/383
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/137	0/371
60-90	کریجینگ	CO	0/063	0/252
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/059	0/243

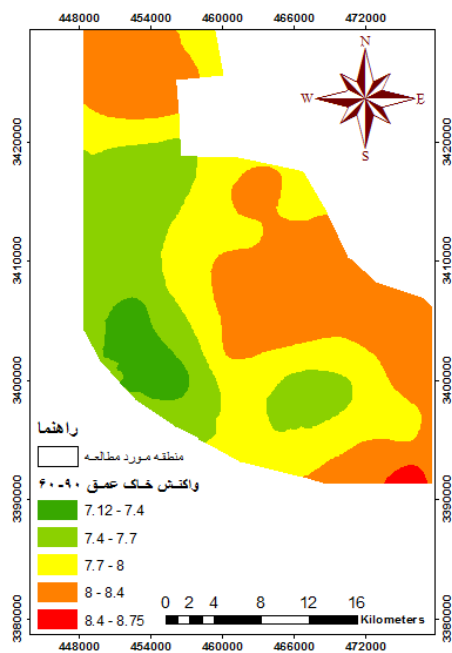
شکل ۴-۱۰- نشان می‌دهد که حداقل میزان واکنش خاک در عمق اول زراعی در وسعتی برابر ۲۶ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. همچنین بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۲۸۳ کیلومتر مربع واکنش خاک بین ۷/۹ تا ۸/۲ داشته است. میزان حداکثر واکنش خاک در عمق اول زراعی ۲/۷۴ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. شکل ۴-۱۱ نشان می‌دهد که حداقل و حداکثر واکنش خاک در عمق دوم زراعی در مساحتی به ترتیب برابر ۵۴ و ۱/۶۴ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین بیشترین وسعت از منطقه مورد مطالعه مساحتی برابر ۲۷۵ کیلومتر مربع می‌باشد که واکنش خاک بین ۸/۲ تا ۸/۵ دارا می‌باشد. شکل ۴-۱۲ نشان می‌دهد که بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه در عمق سوم زراعی واکنش خاک بین ۸ تا ۸/۴ دارا می‌باشد که ۲۶۹ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. همچنین نشان می‌دهد که میزان حداقل و حداکثر واکنش خاک در عمق سوم زراعی در مساحتی به ترتیب بالغ بر ۳۸ و ۴/۱۷ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه می‌شود. به دلیل آهکی بودن خاکهای کشور بالا بودن میزان pH قابل پیش‌بینی بود. در اکثر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه pH خاک بالا مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۱- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله



شکل ۴-۱۰- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس



شکل ۴-۱۲- توزیع مکانی واکنش خاک با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله

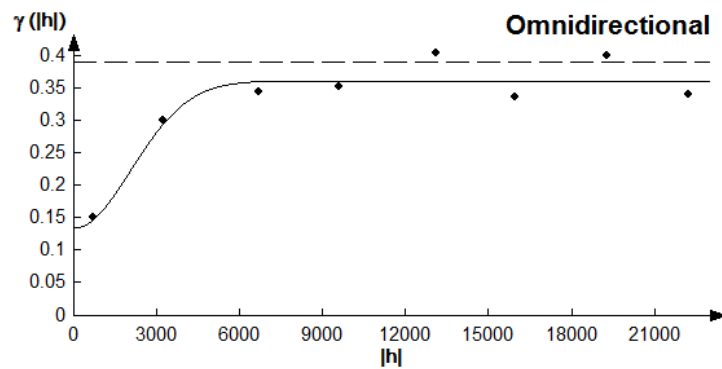
۴-۳-۳- درصد کربن آلی

جدول زیر بیانگر بهترین مدل در بررسی وریوگرام کربن آلی برای سه عمق موثر زراعی به ترتیب گوسی،

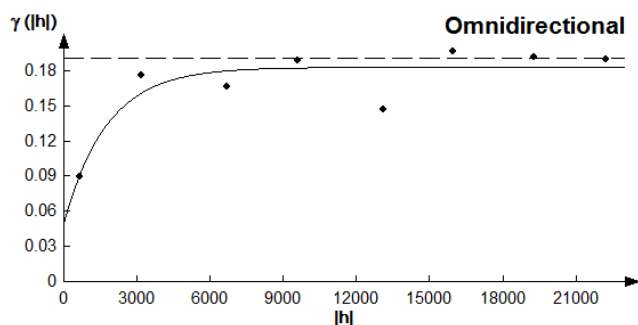
نمایی و نمایشی میباشد (جدول ۴-۶ و شکل ۴-۱۳ تا ۴-۱۵).

جدول ۴-۸- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای درصد کربن آلی در خاک

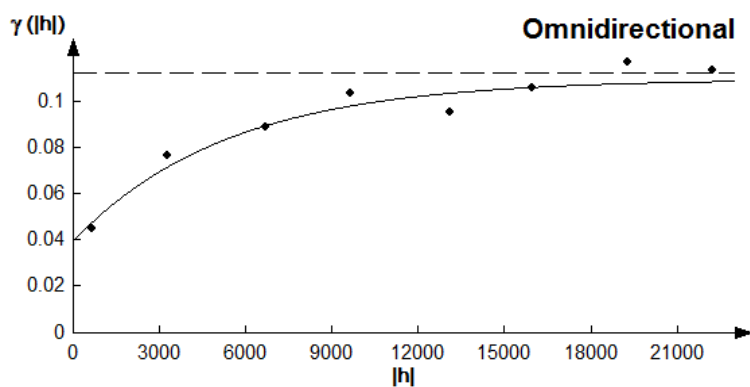
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
	0-30	7/25E-03	6/98E-03	6/90 E-03
درصد کربن آلی	30-60	1/21E-02	1/27E-02	1/32E-02
	60-90	7/02E-03	8/16E-03	9/33E-03



شکل ۴-۱۳- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی



شکل ۴-۱۴- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل نمایی



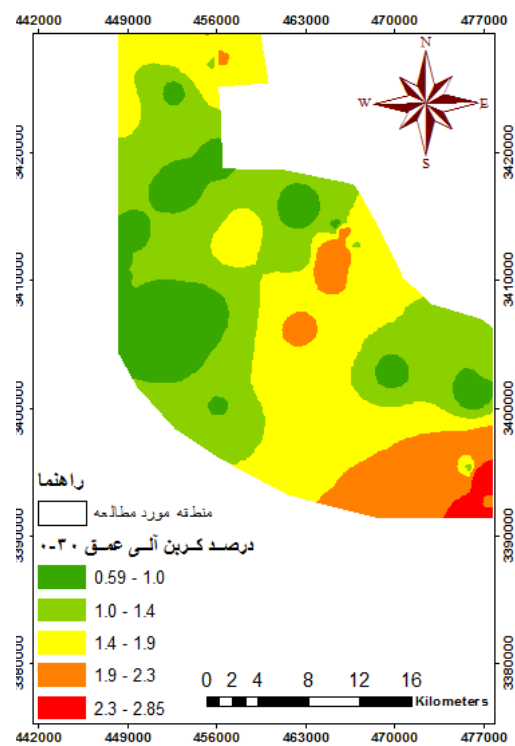
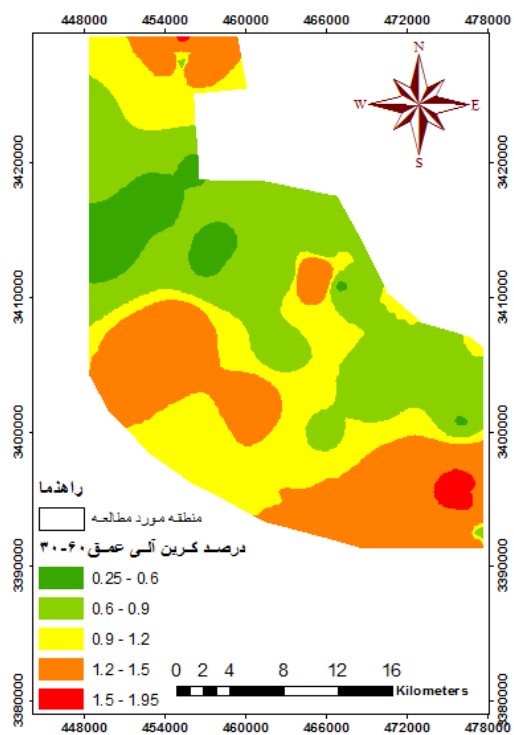
شکل ۴-۱۵- وریوگرام کربن آلی برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل نمایی

بررسی جدول ۴-۹- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای کربن آلی در سه عمق زراعی به ترتیب وزن معکوس فاصله، وزن معکوس فاصله و کریجینگ، با مقادیر ضریب کارایی و RMSE برابر ۰/۲۸۵، ۰/۵۵۴ و ۰/۳۷۹، ۰/۳۱۷ و ۰/۲۲۷، ۰/۲۳۶ می باشد

جدول ۴-۹- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه کربن آلی

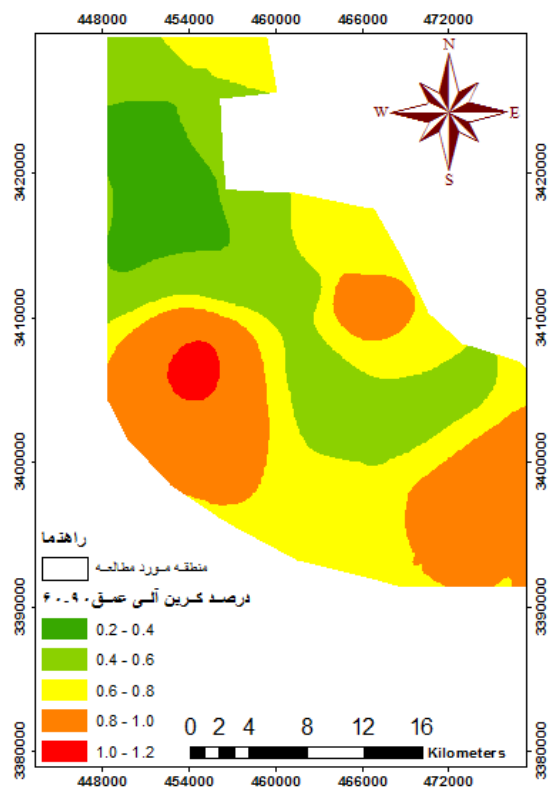
عمق	نام الگو	علامت اختصاری		R ²
		MSE	RMSE	
0-30	کریجینگ	0/317	0/563	0/234
	وزن معکوس فاصله	0/307	0/554	0/258
30-60	کریجینگ	0/101	0/318	0/375
	وزن معکوس فاصله	0/101	0/317	0/379
60-90	کریجینگ	0/055	0/236	0/227
	وزن معکوس فاصله	0/062	0/249	0/143

شکل شماره ۴-۱۶- نشان می‌دهد که کمترین میزان کربن آلی در عمق اول زراعی بین ۰/۵۹ تا ۱ می‌باشد که ۱۱۶/۴ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. همچنین ۲۶۶ کیلومتر از منطقه درصد کربن آلی بین ۱ تا ۱/۴ می‌باشد. و همچنین ۹/۳۵ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه دارای بیشترین درصد کربن آلی می‌باشد. شکل شماره ۴-۱۷- بیانگر کمترین میزان کربن آلی در عمق دوم زراعی می‌باشد که وسعتی بالغ بر ۵۲ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. همچنین بیشترین وسعت از منطقه مورد مطالعه در عمق دوم زراعی درصد کربن آلی بین ۰/۶ تا ۰/۹ می‌باشد که ۲۶۰ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. شکل شماره ۴-۱۸- بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی در عمق سوم زراعی را به ترتیب بین ۱ تا ۱/۲ و ۰/۲ تا ۰/۴ درصد نشان می‌دهد که ۷۵ و ۱۱ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. همچنین نشان می‌دهد که ۲۲۴ کیلومتر مربع از منطقه دارای درصد کربن آلی بین ۰/۶ تا ۰/۸ می‌باشد. بیشترین میزان کربن آلی در قسمت‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه مشاهده گردید، که دلیل بالا بودن میزان آلی در این مناطق را میتوان سن این باغات ذکر کرد، چرا که این باغات به تازگی احداث شده‌اند. در باغات با سن بالا میزان ماده آلی کم مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۷- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌بایی وزن معکوس فاصله

شکل ۴-۱۶- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌بایی وزن معکوس فاد



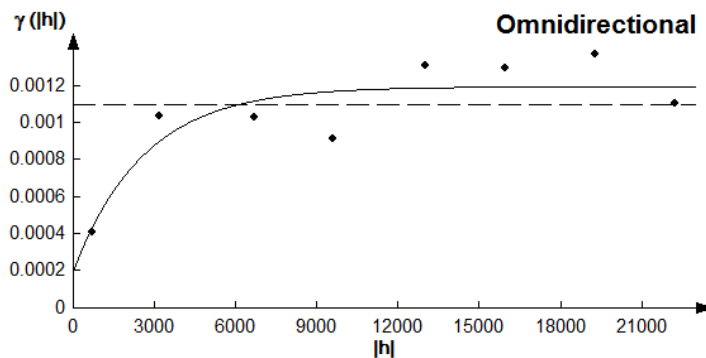
شکل ۴-۱۸- توزیع مکانی کربن آلی با روش میان‌بایی کریجینگ

۴-۳-۴- درصد نیتروژن خاک

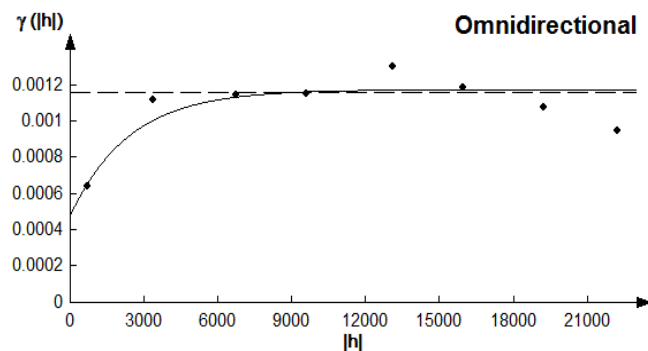
جدول زیر بهترین مدل را از بین مدل‌های مورد مطالعه در بررسی وریوگرام نیتروژن به ترتیب سه عمق زراعی کروی، کروی و گوسی نشان می‌دهد (جدول ۷-۴ و شکل ۴-۱۹ تا ۴-۲۱).

جدول ۴-۱۰- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای درصد نیتروژن در خاک

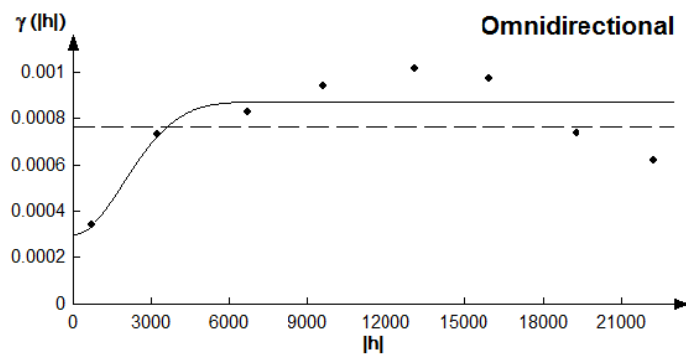
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
درصد نیتروژن	0-30	4/27E-02	3/51E-02	3/60E-02
	30-60	1/67E-02	9/28E-03	9/89E-03
	60-90	3/47E-02	3/49E-02	3/45E-02



شکل ۴-۱۹- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۰-۳۰ با مدل کروی



شکل ۴-۲۰- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی



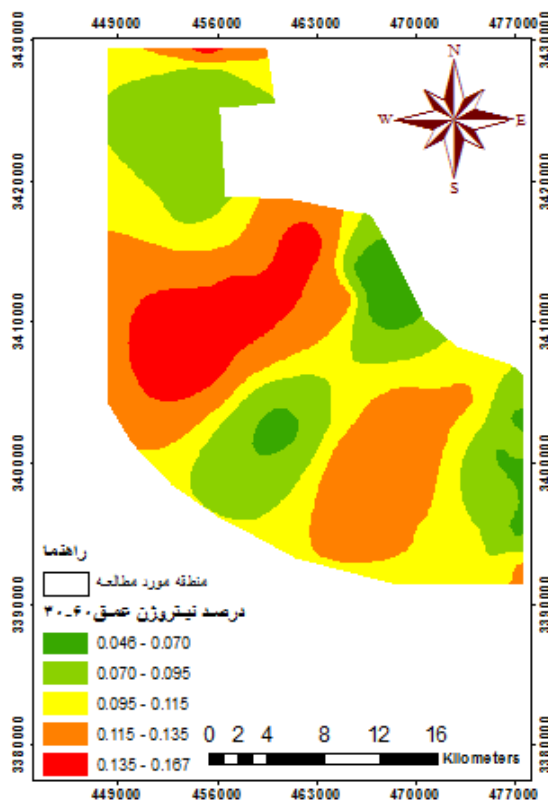
شکل ۴-۲۱- وریوگرام نیتروژن برای عمق ۹۰-۶۰ با مدل گوسی

بررسی جدول ۴-۱۱- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای نیتروژن خاک در عمق اول زراعی روش کریجینگ با میزان RMSE و ضریب کارایی به ترتیب برابر ۰/۰۱۳ و ۰/۴۶۹ می باشد. همچنین نشان میدهد که در عمق دوم و سوم زراعی روش میان‌یابی کریجینگ با مقادیر RMSE و ضریب کارایی به ترتیب برابر ۰/۰۲۷، ۰/۳۰۹ و ۰/۰۲۱، ۰/۳۱۳ نسبت به روش وزن معکوس فاصله بهتر عمل نموده است.

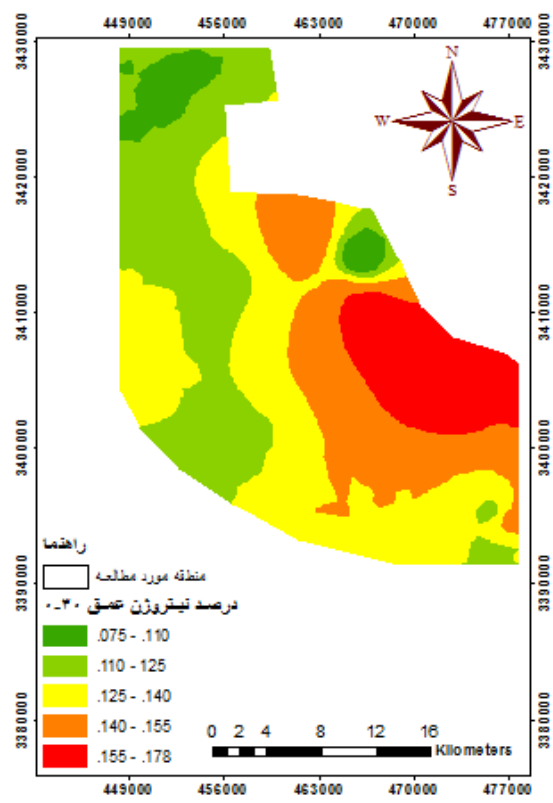
جدول ۴-۱۱- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه نیتروژن

عمق	نام الگو	علامت اختصاری	R ²	
			MSE	RMSE
0-30	کریجینگ	CO	0/0001	0/469
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/0001	0/434
30-60	کریجینگ	CO	0/0007	0/309
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/0008	0/245
60-90	کریجینگ	CO	0/0004	0/313
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/0004	0/282

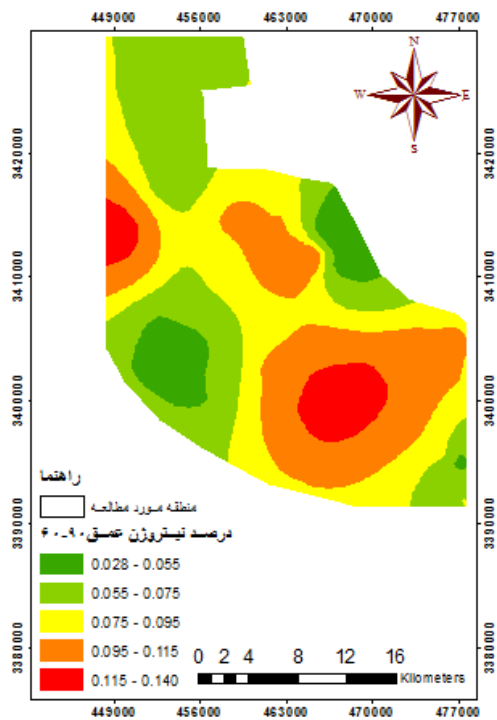
شکل ۴-۲۲- نشان میدهد که بیشترین میزان درصد نیتروژن در عمق اول زراعی بین ۰/۱۵۵ تا ۰/۱۷۸ می باشد که ۹۲ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل می شود. همچنین بیانگر میزان درصد نیتروژن حداقل در وسعتی بالغ بر ۳۶ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه می باشد. شکل ۴-۲۳- نشان میدهد که کمترین مقدار درصد نیتروژن برای عمق دوم زراعی بین ۰/۰۴۶ تا ۰/۰۷۰ می باشد که ۳۲ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل می شود. همچنین نشان میدهد ۲۱۵ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه میزان درصد نیتروژنی بین ۰/۱۱۵ تا ۰/۱۳۵ را دارا می باشد. شکل ۴-۲۴- بیانگر حداقل و حداکثر درصد نیتروژن به ترتیب بین ۰/۰۲۸ تا ۰/۰۵۵ و ۰/۱۱۵ تا ۰/۱۴۰ میباشد که به ترتیب ۵۶ و ۴۶ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه را شامل می شود. همانند درصد کربن آلی بیشترین در باغات تازه احداث شده مشاهده گردید. و باغاتی که قدیمی تر بودند، درصد نیتروژن کمتری داشتند.



شکل ۴-۲۳- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ



شکل ۴-۲۲- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ



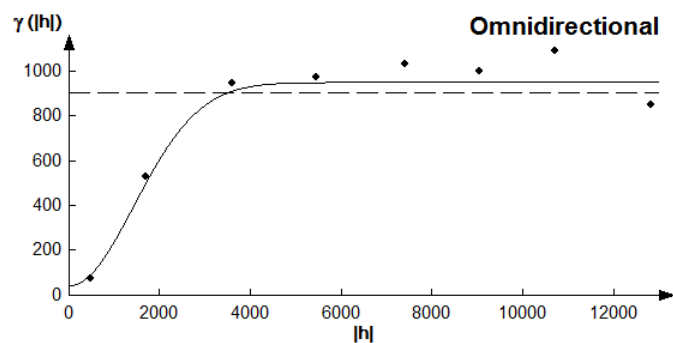
شکل ۴-۲۴- توزیع مکانی درصد نیتروژن با روش میان‌یابی کریجینگ

۴-۳-۵- فسفر قابل جذب

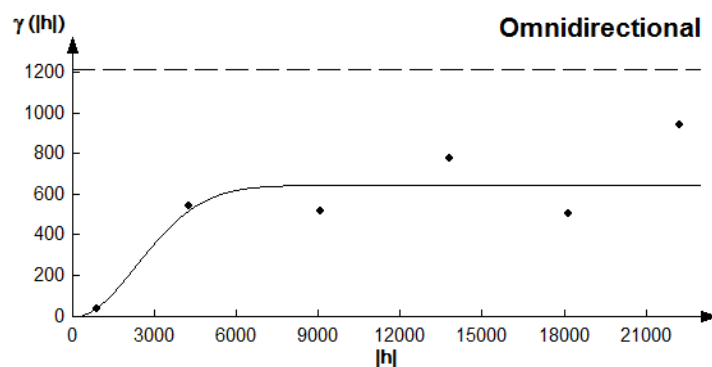
جدول زیر نشان میدهد که در بررسی وریوگرام فسفر از بین سه مدل مورد مطالعه برای سه عمق زراعی به ترتیب مدل های گوسی، کروی و نمایی از بقیه بهتر بوده است (جدول ۴-۲۵ و شکل ۴-۱۳ تا ۴-۲۷).

جدول ۴-۱۲- بررسی کارایی مدل های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب فسفر در خاک

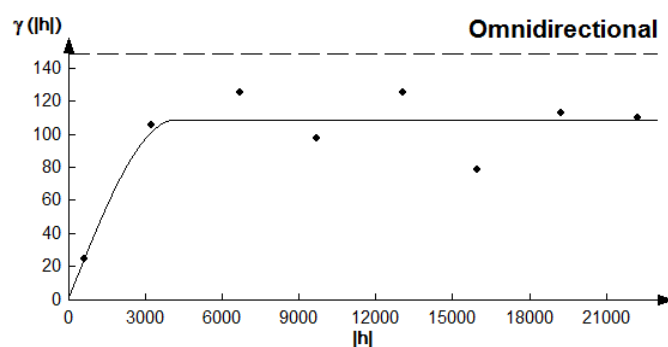
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
فسفر قابل جذب	0-30	9/62E-02	4/22E-02	1/14E-02
	30-60	3/47E-02	3/38E-02	2/28E-02
	60-90	3/23E-02	1/93E-02	1/94E-02



شکل ۴-۲۵- وریوگرام فسفر برای عمق ۰-۳۰ با مدل گوسی



شکل ۴-۲۶- وریوگرام فسفر برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل گوسی



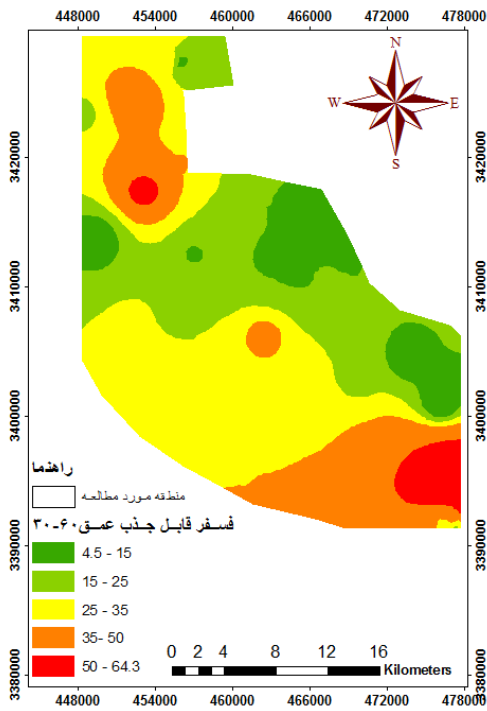
شکل ۴-۲۷- وریوگرام فسفر برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل کروی

بررسی جدول ۴-۱۳- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای فسفر قابل جذب در عمق اول و دوم زراعی روش کریجینگ با ضریب کارایی و RMSE به ترتیب برابر ۱۲،۰/۳۳۹ و ۷،۰/۶۶۹ می باشد. همچنین نشان میدهد در عمق سوم زراعی روش وزن معکوس فاصله با RMSE و ضریب کارایی به ترتیب برابر ۶ و ۰/۵۲۵ از روش کریجینگ بهتر عمل نموده است.

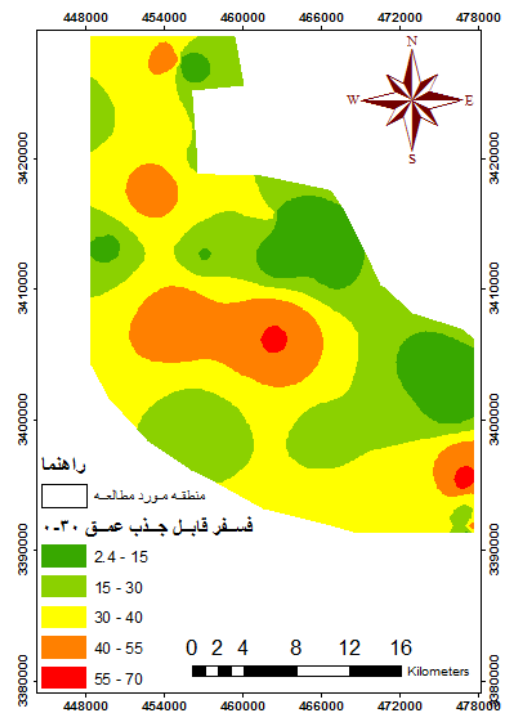
جدول ۴-۱۳- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه فسفر قابل جذب

عمق	نام الگو	علامت اختصاری	R ²	
			MSE	RMSE
0-30	کریجینگ	CO	146	12
	وزن معکوس فاصله	IDW	180	13
30-60	کریجینگ	CO	54	7
	وزن معکوس فاصله	IDW	60	7
60-90	کریجینگ	CO	65	8
	وزن معکوس فاصله	IDW	48	6

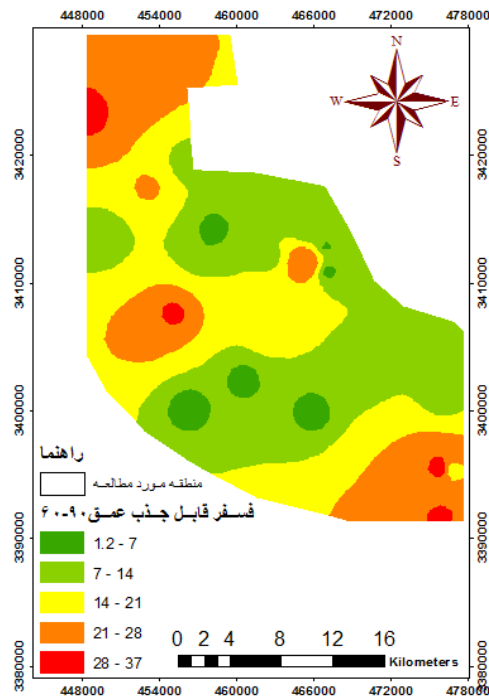
شکل شماره ۴-۲۸ تا ۴-۳۰ به ترتیب بیانگر میزان حداکثر فسفر قابل جذب در سه عمق موثر زراعی در وسعتی بالغ بر ۵، ۲۶، و ۱۰ کیلومتر مربع از منطقه می‌باشد. همچنین نشان می‌دهند که میزان حداقل فسفر قابل جذب به ترتیب سه عمق در مساحتی برابر با ۸۴، ۸۴/۲ و ۲۵/۸۲ کیلومتر مربع از منطقه می‌باشد. در عمق دوم زراعی در قسمت هایی از منطقه که بافت سبک داشتند، تجمع فسفر مشاهده گردید که دلیل آن را تا حدودی آبشویی این عنصر می‌توان ذکر کرد.



شکل ۴-۲۹- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌بایی کریجینگ



شکل ۴-۲۸- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌بایی کریجینگ



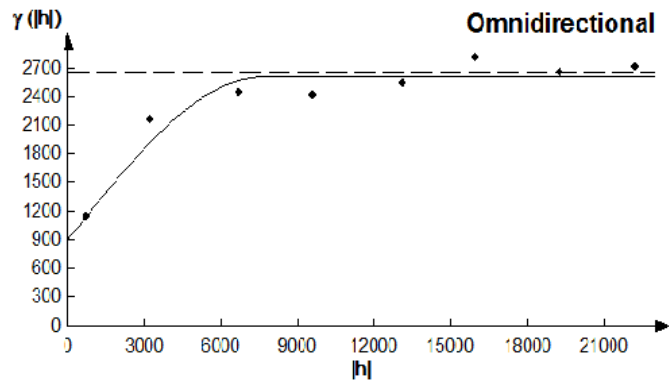
شکل ۴-۳۰- توزیع مکانی فسفر قابل جذب با روش میان‌بایی وزن معکوس فاصله

۴-۳-۶- پتاسیم قابل جذب

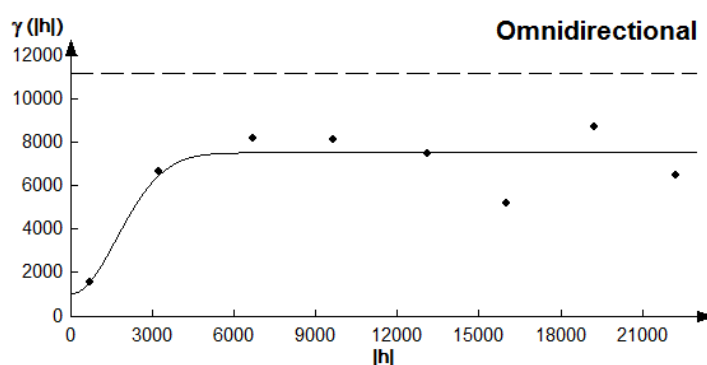
جدول زیر نشان می‌دهد که بررسی وریوگرام مربوط به پتاسیم از بین سه مدل مورد مطالعه برای سه عمق زراعی به ترتیب مدل‌های کروی، گوسی و نمایی بهتر از بقیه مدل‌ها بوده است (جدول ۴-۹ و شکل ۴-۳۱ تا ۴-۳۳).

جدول ۴-۱۴- بررسی کارایی مدل‌های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب پتاسیم در خاک

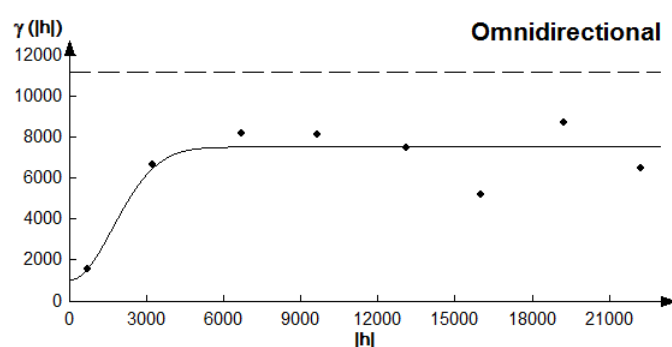
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
	0-30	1/93E-01	1/03E-01	5/91E-02
پتاسیم قابل جذب	30-60	2/36E-02	1/53E-02	1/42E-02
	60-90	1/84E-02	1/89E-02	1/85E-02



شکل ۴-۳۱- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۰-۳۰ با مدل کروی



شکل ۴-۳۲- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل گوسی



شکل ۴-۳۳- وریوگرام پتاسیم برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل نمایی

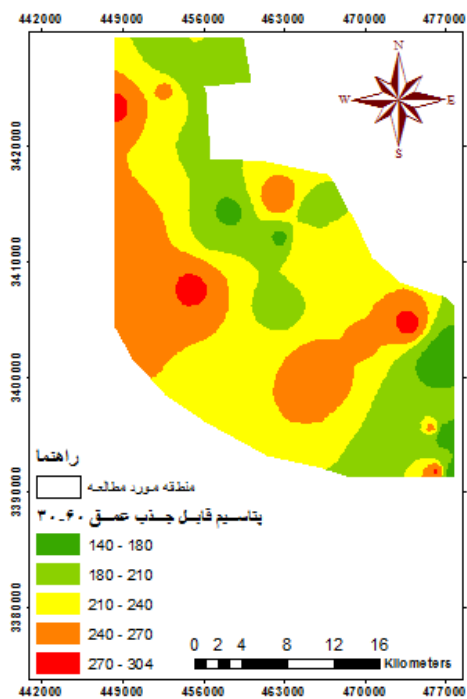
بررسی جدول ۴-۱۵- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای پتاسیم قابل جذب در عمق اول و سوم زراعی روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله با میزان ضریب کارایی و RMSE به ترتیب برابر ۰/۳۹۸، ۰/۱۶۰ و ۰/۳۸

بهتر از روش کریجینگ عمل نموده است. همچنین نشان میدهد در عمق دوم زراعی روش کریجینگ با ضریب کارایی و RMSE به ترتیب برابر ۰/۳۸۴ و ۰/۴۰ نسبت به روش وزن معکوس واصله میان‌یابی بهتری را ارائه کرده است.

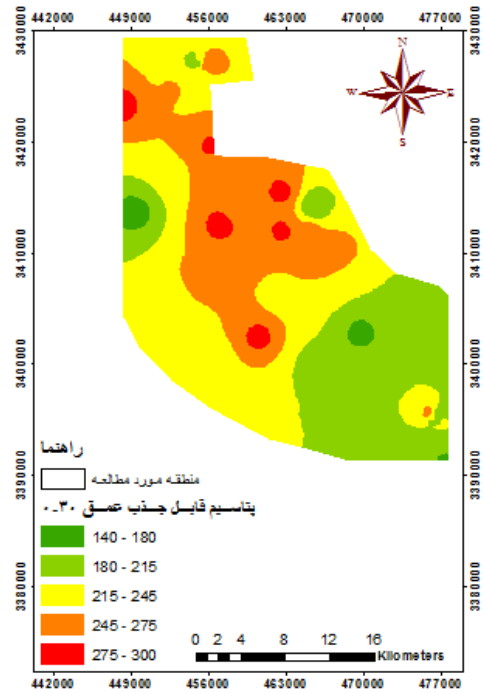
جدول ۴-۱۵- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه پتاسیم قابل جذب

عمق	نام الگو	علامت اختصاری	MSE	RMSE	R ²
0-30	کریجینگ	CO	1679	40	0/312
	وزن معکوس فاصله	IDW	1470	38	0/398
30-60	کریجینگ	CO	1893	43	0/384
	وزن معکوس فاصله	IDW	17/67	38	0/328
60-90	کریجینگ	CO	2159	46	0/055
	وزن معکوس فاصله	IDW	2193	46	0/160

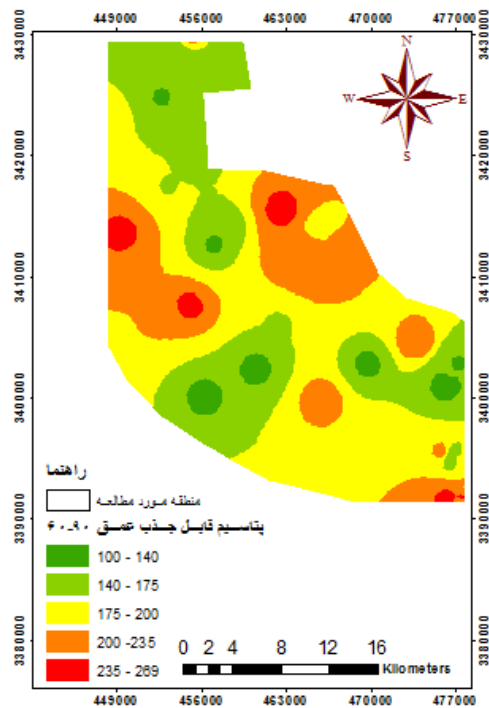
شکل ۴-۳۴- نشان می‌دهد که ۲۸۵ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه در عمق اول زراعی میزان پتاسیم بین ۲۱۵ تا ۲۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم را دارا می‌باشد. همچنین بیانگر میزان پتاسیم حداقل در وسعتی بالغ بر ۱۱ کیلومتر از منطقه مورد مطالعه می‌باشد. شکل ۴-۳۵- بیانگر بیشترین میزان پتاسیم در ۱۱ کیلومتر از منطقه مورد مطالعه در عمق اول زراعی می‌باشد. همچنین نشان می‌دهد که کمترین میزان پتاسیم قابل جذب در عمق دوم زراعی در وسعتی بالغ بر ۲۲ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. شکل ۴-۳۶- بیانگر این است که در ۲۹۹ کیلومتر مربع از منطقه میزان پتاسیم قابل جذب در عمق سوم زراعی بین ۱۷۵ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. همچنین نشان می‌دهد که حداکثر میزان پتاسیم قابل جذب منطقه در ۹۲ کیلومتر مربع می‌باشد که این میزان پتاسیم بین ۲۳۵ تا ۲۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد. در قسمت‌هایی از منطقه مورد مطالعه که بافت سبک دارند، تجمع پتاسیم در عمق پایین‌تر مشاهده گردید که دلیل آن را میتوان آبشویی این عنصر ذکر کرد.



شکل ۳۵-۴- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ



شکل ۳۴-۴- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس



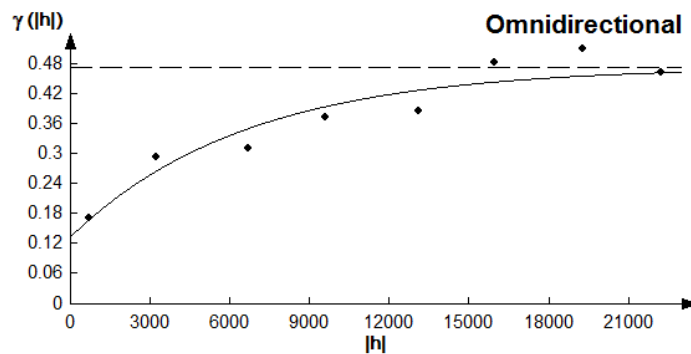
شکل ۳۶-۴- توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله

۴-۳-۷- آهن قابل جذب

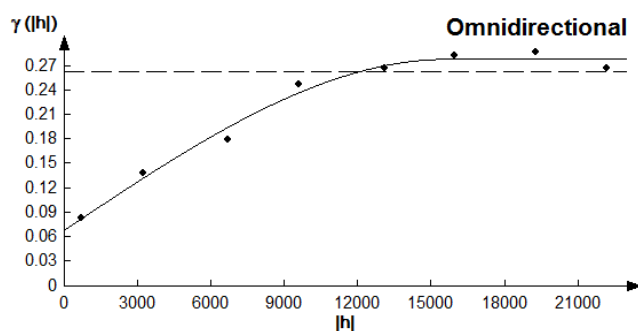
جدول زیر بیان گر این است که در بررسی وریوگرام آهن از بین مدل های مورد مطالعه برای سه عمق زراعی به ترتیب مدل های نمایی، کروی و کروی نسبت به سایر مدل ها بهتر بوده است (جدول ۴-۱۰ و شکل ۴-۳۷ تا ۴-۳۹).

جدول ۴-۱۶- بررسی کارایی مدل های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب آهن در خاک

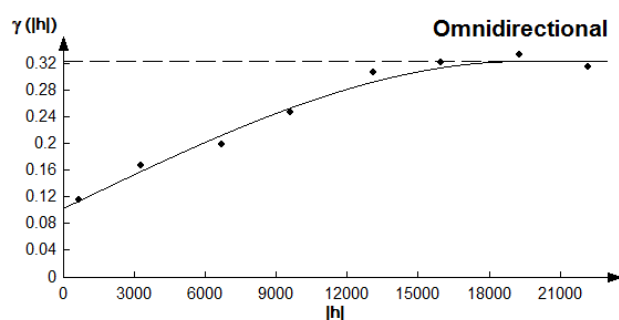
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
	0-30	1/07E-02	1/34E-02	2/56E-02
آهن قابل جذب	30-60	4/78E-03	2/34E-03	6/04E-03
	60-90	7/26E-03	2/02E-03	4/92E-03



شکل ۴-۳۷- وریوگرام آهن برای عمق ۳۰-۰ با مدل نمایی



شکل ۴-۳۸- وریوگرام آهن برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل کروی



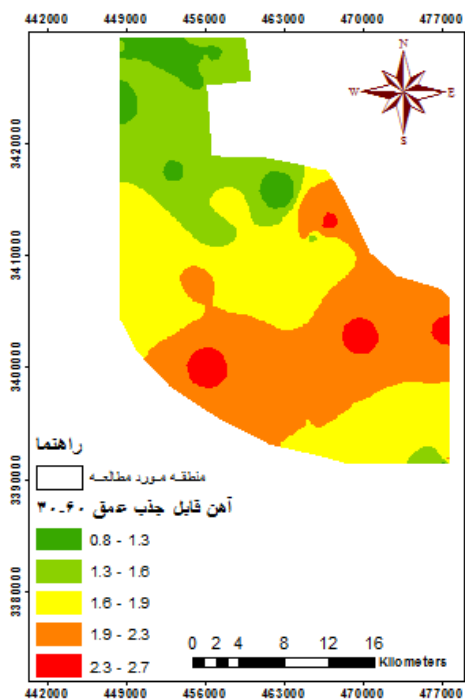
شکل ۴-۳۹- وریوگرام آهن برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل کروی

بررسی جدول ۴-۱۷- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای آهن قابل جذب در عمق اول و دوم زراعی روش وزن معکوس فاصله با میزان ضریب کارایی RMSE به ترتیب برابر ۰/۵۱۷، ۰/۳۶۹ و ۰/۳۰۵ می باشد. همچنین در عمق سوم زراعی روش میان‌یابی کریجینگ با ضریب کارایی و RMSE ب ترتیب برابر ۰/۱۲۸ و ۰/۴۶۱ نسبت به روش وزن معکوس فاصله بهتر عمل نموده است. مقدار آهن قابل جذب در بیشتر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه در حد پایینی مشاهده گردید.

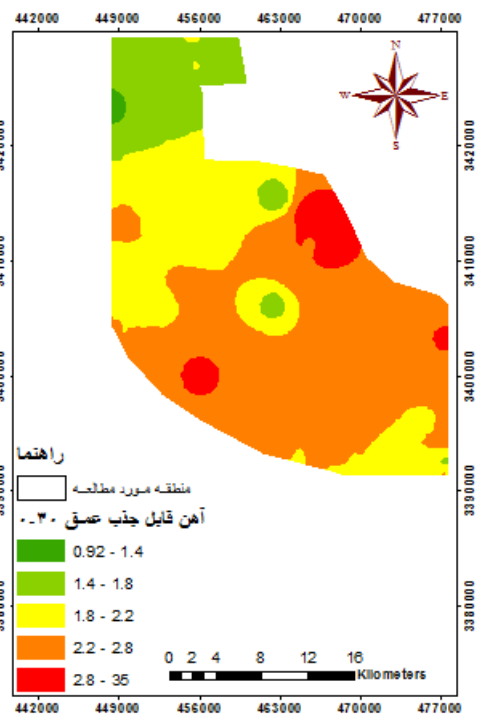
جدول ۴-۱۷- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه آهن قابل جذب

عمق	نام الگو	علامت اختصاری		R ²
		MSE	RMSE	
0-30	کریجینگ	0/207	0/455	0/451
	وزن معکوس فاصله	0/182	0/369	0/517
30-60	کریجینگ	0/174	0/417	0/305
	وزن معکوس فاصله	0/173	0/416	0/307
60-90	کریجینگ	0/236	0/432	0/236
	وزن معکوس فاصله	0/213	0/461	0/128

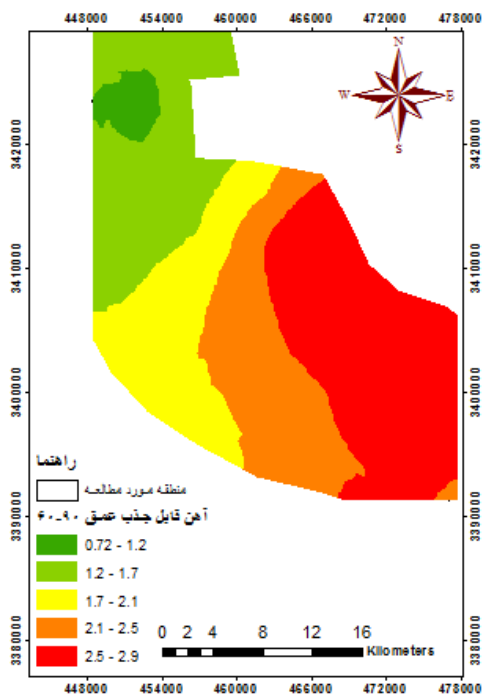
شکل شماره ۴-۴۰- نشان میدهد که بیشترین مقدار آهن قابل جذب در عمق اول زراعی بین ۲/۸ تا ۳/۵ می باشد که ۳۷ کیلومتر مربع از منطقه را شامل میشود. همچنین در ۳۷۷ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه میزان آهن قابل جذب بین ۲/۲ تا ۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. شکل شماره ۴-۴۱- بیشترین مقدار آهن قابل جذب در عمق اول زراعی را بین ۲/۳ تا ۲/۷ نشان میدهد که ۲۳ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه را شامل میشود. همچنین کمترین مقدار آهن قابل جذب نیز ۳۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. شکل شماره ۴-۴۲- به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار آهن قابل جذب در منطقه مورد مطالعه را در ۲۲ و ۲۴ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه در عمق سوم زراعی نشان میدهد.



شکل ۴-۴۱- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله



شکل ۴-۴۰- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی وزن معکوس



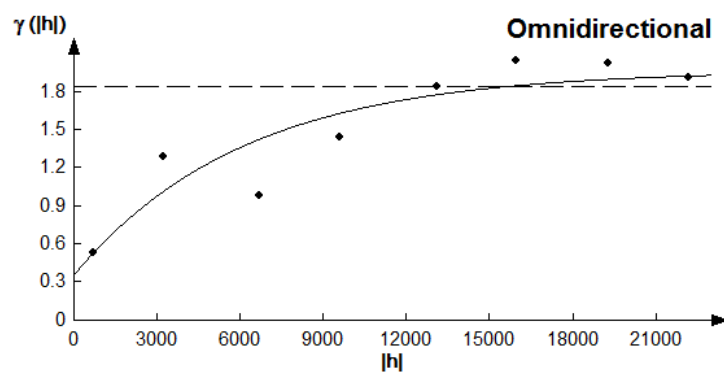
شکل ۴-۴۲- توزیع مکانی آهن قابل جذب با روش میان‌یابی کریجینگ

۴-۳-۸- روی قابل جذب

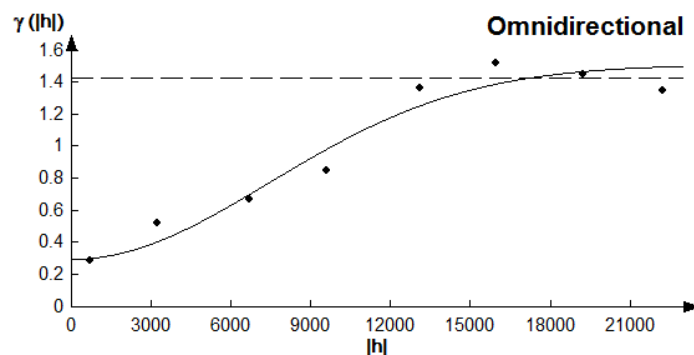
جدول زیر بیان گر این است که در بررسی وریوگرام روی از بین سه مدل مورد مطالعه برای سه عمق زراعی به ترتیب مدل های نمایی، گوسی و نمایی نسبت به سایر مدل ها بهتر بوده است (جدول ۴-۱۱ و شکل ۴-۴۳ تا ۴-۴۵).

جدول ۴-۱۸- بررسی کارایی مدل های مختلف وریوگرام برای غلظت قابل جذب روی در خاک

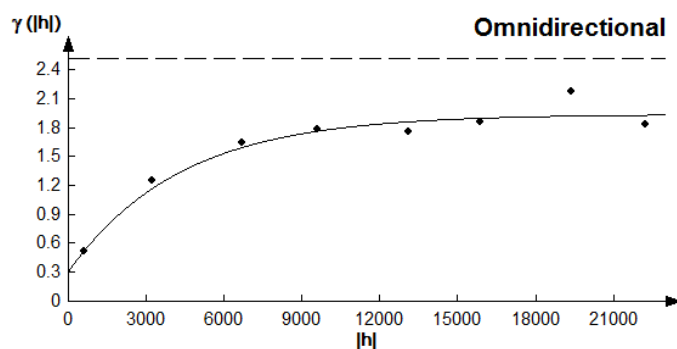
نام پارامتر	عمق	نمایی	کروی	گوسی
	0-30	3/84E-02	4/42E-02	6/40E-02
روی قابل جذب	30-60	3/11E-02	1/78E-02	1/29E-02
	60-90	3/02E-03	4/86E-03	4/35E-03



شکل ۴-۴۳- وریوگرام روی برای عمق ۰-۳۰ با مدل نمایی



شکل ۴-۴۴- وریوگرام روی برای عمق ۳۰-۶۰ با مدل گوسی



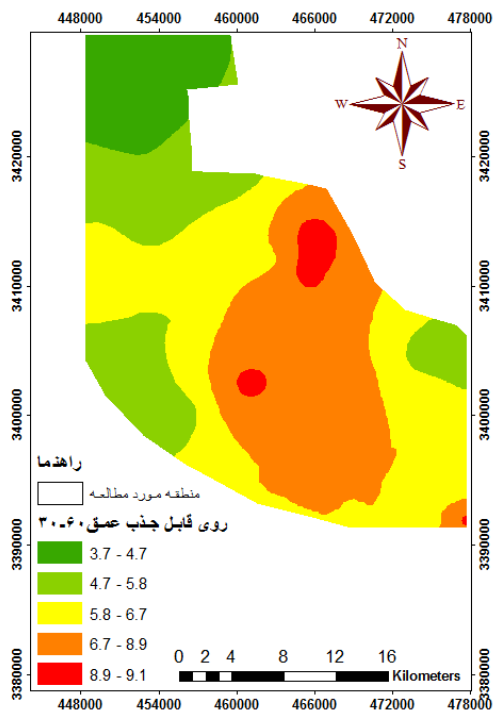
شکل ۴-۴۵- وریوگرام روی برای عمق ۶۰-۹۰ با مدل نمایی

بررسی جدول ۴-۱۹- نشان میدهد که بهترین روش میان‌یابی برای روی قابل جذب در عمق اول و دم زراعی روش کریجینگ با ضریب کارایی و RMSE به ترتیب برابر ۰/۳۱۳، ۱/۱۲ و ۰/۸۸۰، ۰/۴۵۴ می باشد. همچنین نشان میدهد در عمق سوم زراعی روش میان‌یابی وزن معکوس فاصله با ضریب کارایی و RMSE به ترتیب برابر ۰/۵۲۲ و ۱/۰۹ نسبت به روش کریجینگ بهتر عمل نموده است.

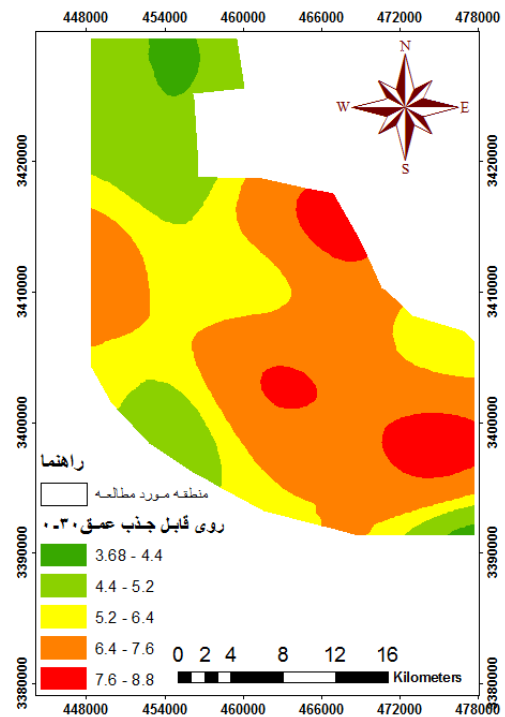
جدول ۴-۱۹- ارزیابی خطا به روش‌های مختلف میان‌یابی برای تهیه نقشه روی قابل جذب

عمق	نام الگو	علامت اختصاری	R ²	
			MSE	RMSE
0-30	کریجینگ	CO	1/25	1/12
	وزن معکوس فاصله	IDW	1/55	1/24
30-60	کریجینگ	CO	0/776	0/880
	وزن معکوس فاصله	IDW	0/971	0/985
60-90	کریجینگ	CO	1/70	1/30
	وزن معکوس فاصله	IDW	1/19	1/09

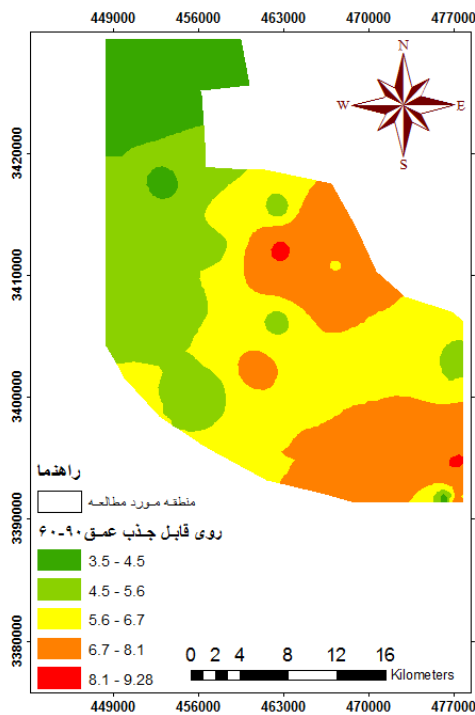
شکل شماره ۴-۴۶- بیانگر حداکثر مقدار روی در ۵۸ کیلومتر مربع از مساحت منطقه در عمق اول زراعی نشان می‌دهد که مقدار آن بین ۷/۶ تا ۸/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد. همچنین نشان می‌دهد که در ۳۱۲ کیلومتر از مساحت منطقه میزان روی قابل جذب بین ۶/۴ تا ۷/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. شکل ۴-۴۷- نشان می‌دهد که در عمق زراعی دوم بیشترین مقدار روی در ۱۶/۸۴ کیلومتر مربع از منطقه می‌باشد. و همچنین کمترین مقدار روی قابل جذب را در مساحتی بالغ بر ۱۵/۱۴ کیلومتر مربع از منطقه نشان می‌دهد که مقداری بین ۳/۷ تا ۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک را دارا می‌باشد. شکل شماره ۴-۴۸- نشان می‌دهد که کمترین میزان روی قابل جذب را قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشد که مساحتی بالغ بر ۸۶ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. همچنین بیانگر میزان حداکثر روی قابل جذب در ۲/۹۳ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه در عمق سوم زراعی می‌باشد.



شکل ۴-۴۷- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان یابی کریجینگ



شکل ۴-۴۶- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان یابی کریجینگ



شکل ۴-۴۸- توزیع مکانی روی قابل جذب با روش میان یابی وزن معکوس فاصله

فصل ۵

نتیجہ گیری و پیشہ اداات

۵-۱- نتیجه گیری

- ✓ باغاتی که قدیمی هستند از نظر کربن آلی فقیر هستند.
- ✓ وجود سنگ گچ باعث افزایش شوری خاک در بعضی نقاط گردید.
- ✓ در قسمتی از جنوب منطقه مورد مطالعه با توجه به سبک بودن بافت خاک آبشویی عناصر صورت گرفته و باعث تجمع عناصر و افزایش شوری در عمق دوم و سوم گردیده است.
- ✓ میزان آهن قابل جذب در منطقه کم می باشد.
- ✓ در برخی از پارامترها سامانه اطلاعات جغرافیایی میان یابی خوبی انجام نداده و ضریب تبیین پایین بوده است.

۵-۲- پیشنهادات

با توجه به وجود زمین های مسطح و هموار منطقه مورد مطالعه و وجود چشمه های آب شیرین فراوان و احداث سدهای مخزنی در این منطقه و مساعد بودن شرایط آب و هوایی برای احداث باغات مرکبات پیشنهاد میگرد که بحث ایجاد باغات مرکبات و وضعیت حاصلخیزی خاکهای این منطقه بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

افزایش کودهای دامی و سایر کود های جهت تنظیم نیاز کودی در نقاطی که دچار کمبود هستند.

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پهنه بندی عناصر در منطقه مورد مطالعه با تعداد نمونه های بیشتر و سایر روش های تهیه نقشه های خاک جهت افزایش دقت میان یابی و بالابردن ضریب تبیین.

رفع مشکل آبشویی در نقاطی که دارای بافت سبک هستند جهت جلوگیری از هدر روی کودهای اضافه شده و همچنین شور شدن نقاط پایین تر که بیشترین تماس را با ریشه دارند.

منابع

امینی م. افیونی م. خادمی ح. ف. و فتحعلی پور ن. (۱۳۸۲)، "ارزیابی آلودگی خاک های منطقه اصفهان با استفاده از تلفیق فازی و تخمین مکانی"، مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، از صفحه ۵۶۹

اسلام زاد، ط و خلد برین ب، (۱۳۷۰). "نقش تنظیم کننده های رشد گیاهی بر ایجاد مقاومت به شوری در گیاه جو (*Hordeum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)". جلد ۱۲، مجله زیتون، ص ۲۰. اسکویی ر. مهدیان م. محمودی ش. غیومیان ج. و مسیح آبادی م. (۱۳۸۴)، "کاربرد مقایسه ای روش های زمین آمار در بررسی پراکنش مکانی برخی عوامل خاک در دشت ارومیه"، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۶۶۷ - ۵۷۱.

برزگر ع، (۱۳۸۷). "خاک های شور و سدیمی: شناخت و بهره وری"، انتشارات دانشگاه شهید چمران. بنی نعمه ج. و مومنی ع. (۱۳۹۰). "تهیه نقشه تفصیلی خاکهای شور و ماندابی اراضی تحت کشت آبی با اعمال تکنیکهای زمین آمار و GIS در استان خوزستان"، دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز. ایران.

جعفری ب، جوادی پ، اصلیان ع. پهنه بندی عمقی گچ با استفاده از نرم افزار GIS در دشت اراضی خوزستان

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما ۱۳۹۴. تایز، زایگر ا. فیزیولوژی گیاهی. خانه زیست شناسی (ویرایش سوم)، تهران، خانه زیست شناسی، ۲۰۰۲، ۷۸۰.

سیدمحمدی ج، اسماعیل نژاد. ل، رمضانپور ح (۱۳۹۴) تأثیر نوع لندفرم بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاکهای شالیزار گیلان چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما ۱۳۹۴.

حسامی ش. شاهسونی ش. و امامقلی زاده ص. (۱۳۹۵)، بررسی توزیع مکانی گوگرد کل خاک در اراضی تعاونی تنگلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS).

حسامی ش. شاهسونی ش. و امامقلی زاده ص. (۱۳۹۵)، بررسی تغییرات مکانی کربن آلی خاک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اراضی تعاونی تنگلی.

حسینی پاک، ع. ۱۳۸۶. زمین آمار (ژئواستاتیک). انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۱۴.

روشنی، ق. ۱۳۹۲. تهیه نقشه رقومی حاصلخیزی خاک برای مراکز خدمات کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان جهت بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در برنامه عملیات الگوی کشت، موسسه تحقیقات پنبه کشور، شماره ۴۴۲۵.

شهبازی، ک. قاسمی، و. روشنی، ق. آخوندی، ع. پیل آرام، غ. عبدالمهی، ص. ۱۳۸۶. توزیع مکانی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک‌های واقع در دشت‌های استان گلستان، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۶۷۵-۶۷۰.

صادقی س و روشنی ق ، (۱۳۸۶) "بانک اطلاعات مکاندار حاصلخیزی خاک در استان گلستان" ، مجموعه مقالات اولین همایش ملی کشاورزی و بوم شناختی ایران.

کاظمی پشت مساری، ح. ، ز، طهماسبی سروسستانی .ب، کامکار .ش، شتایی .س، صادقی . ۱۳۹۱ . ارزیابی روش های زمین آمار جهت تخمین و پهنه بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان .دانش آب و خاک . شماره . 22 جلد -۱۹ ص ۲۰۱

کوچکی ع و سرمدنیا غ ح ، " (۱۳۷۷) فیزیولوژی گیاهان زراعی". چاپ هفتم، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ص ۴۰۰.

لطف الهی ع. ملکوتی م ج. بازرگان ک ، (۱۳۸۴) " تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و عناصر کم مصرف بر روی عملکرد ارقام پیشرفته گندم نان". مجله علوم خاک و آب ، جلد ۱۹، شماره ۱.

لغوی، م. ۱۳۸۲. راهنمایی کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، صفحه ۲۹۶.

مکرم م، و بردیده م، (۱۳۹۱). "ارزیابی حاصلخیزی خاک به منظور کشت گندم با استفاده از سامانه فازی و مقایسه آن با روش بولین و آزمون خاک در محیط GIS". مجله زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۳۹۱، دوره ۲۵، شماره ۳، صفحات ۱۱۱ تا ۱۲۳.

ملکوتی، م، ج (۱۳۷۹). "کمبود پتاسیم در تعدادی از درختان میوه به روایت تصویر و روش‌های درمان آن". نشریه فنی شماره ۸۲، نشر آموزش کشاورزی، کرج.

ملکوتی م ج و غیبی م ن. (۱۳۷۹) "تعیین حد بحرانی عناصر"، نشریه شماره ۴۵۶.

ملکوتی م ج. کشاورز ب. و کریمیان. (۱۳۸۷) "روش جامع تشخیص و توصیه کود برای کشاورزی پایدار" انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

نصرت پور، س. ۱۳۹۰. تهیه نقشه قابلیت حاصلخیزی خاک با استفاده از GIS روشی مناسب و کاربردی برای بهینه سازی مصرف کود، مجله زیتون، سال سی و یکم، آذر ۱۳۹۰.

نظرزاده اوغاز ص. مستوفی م. میرزایی مقدم ح. (۱۳۸۶) "تهیه نقشه عملکرد محصول مزرعه به عنوان مهمترین گام در کشاورزی دقیق"، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.

- وحیدی م ج. جعفرزاده ع ا. میرعباسی نجف آبادی و. و صادق زاده م ع. (۱۳۹۰) "ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک های شهرستان اهر با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی " دوازدهمین کنگره علوم خاک کشور.

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۵۸، تهران.

یزدانی نژاد ف و ترابی گل سفیدی ح. (۱۳۹۲) " بررسی تغییرات مکانی و پهنه بندی شوری اراضی کشاورزی جنوب تهران با استفاده از کریجینگ و GIS"، نشریه تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۴، شماره ۳. صفحه ۲۶۲-۲۵۵.

Akhter N. M . Denich and H. Goldbach (2010) "using GIS approach to map soil fertility in Heydarabad district op Pakistan".19th world congress of soil science , soil solutions for changing world .1-6 August , Brisbance, Australia , published on DVD.

Blakrishman K, Peroxidase activity as an indacator of the iron deficiency banana. Ind J Plant physiol, 2000; 5: 389-391.

Balamurgan R. T. Duraisami. M and V . K. Stalin. (2014) "Analysis of soil contamination using GIS". International Journal of Engineering Research & technology" (IJERT). ISSN 2278- 0181 . VOL . 3Issue 8.

Carter MR, 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publisher.

Chenu C. Bissonnais Y. and Arrouays, D (2000). "Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability" . Soil Sci. Am. J .64:1475-1486.

Eastman J. R, H. Jain and J. Tolendano. (1998) " multi criteria and multiobjective descision making for land use management", Environment and management , Vol 9 , .Kluwer Academic publishers. Dordrecht /Boston/London.

George, D. and Mallery, P. (2010) SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference 17.0 Update. 10th Edition, Pearson, Boston.

Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M., and Ellert, B.H.

1994. Towards in a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci. 75: 367-385.

Haby, V.A., Russelle, M.D., and Skogley, E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium and magnesium. In: H. Mickelson (ed). Soil Testing and plant analysis. Madison. WI., USA. p. 181-227.

Hernanz J . L., Lopez, R., Navarret , L.and Sanchez , V (2002) "Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central spain". Soil Tillage Res.66:129-141.

Hopkins, B. and J. Ellsworth.2003. Phosphorus nutrition in potato production. Idaho Potato Conf, pp. 22-23.

- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Sci.* 304: 1623- 1627.
- Lin M and T.Lio.(2002) . "site-specific management of Rice fertilizers Based on GIS soil information Available at URL". <http://agent.org/library/eb/513/eb513.pdf>
- Mallarino A and Wittry D. (2000). "How we can make intensive soil sampling and variable rate P and K fertilization cost effective?" . intergrated crop management conference proceeding. P203-210 . Nov 29-30. Iowa university extension.Ames.
- McBratney A . B. and R .Webster (1983) . "optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties" : Vco-regionalization and multiple sampling strategy. *Journal of soil science* ,34:137-162 pp.
- Miller GW, Huang IJ, Welkie GW and Pushmik JC, 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity In: J. Abadia (ed.). *Iron nutrition in soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordecht, pp.19-28.
- Mishra, A. Pattnaik. T, Dad. D, and M. Das. 2014. Soil Fertility Maps preparation using GPS and GIS in Dhenkanal District, Odisha, India. *International journal of plant and soil science* 3(8): 986-994.
- Narayan Mandal. (2002) "An inventtary of current soil fertility status of Mahottary distict"NepalAvailableat,URL"<http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/sol/067.pdf>.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS and Dean LA,1954 Estimation of available phosphorus in soils . by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture. Washington DC Circular.
- Robert .Grisso .Alley , M . Higgin , s.(2003) “ Precision farming tools :yield monitor Virginia state university publication” .Number : PP , 442-502.
- Saber, M.S.M., Zanaty, and M.R. 1981. Effectivness of inoculation whit silicate bacteria in relation to the potassium content of plants using the intensive cropping technique. *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 59(4): 280-289.
- Staal S . J, D. Romney , I. Ballenwekand ,M. Waithaka ,H. Muriukiand , L .Vjoroge .(2003) prpceeding of the 25th internationalconference of Agricultural Economists(IAAE).

Walkley, A. and Black I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid in soil analysis. Soil science society of America journal, 79: 459-465.

Walter.c and B.McBratney.(2001). "spatial prediction of top soil salinity in chief vally ,Algezia using local ordinary kriging with local variograms ver suswhole –area varigram ". Australia-journal of soil Research .39(2): 248-259.

Wang.H.T, J. Jin and B. Wang .(2006) " improvement of soil nutrient management via information technology". Better crops/vol.9092006 NO.30).

White .j.g ,R.M.Welch and W.A.Norvex (1997) "soil zinc map of the USA using Geostatistics and Geographic information system ". soil science society of America . j 61:185-194(1997) .

Abstract

Given the ever-increasing population and the increasing need for food products, it is obvious that agricultural land management is needed to produce the highest quality products. Land management is not possible without adequate knowledge of the status of soil nutrient elements.

Therefore, consideration of the status of soil nutrient elements for fertilizer management and increase of efficiency is necessary. This research has been carried out in a number of Citrus fruits of Dehdasht and Choram. At first, the site of sampling was selected randomly and then the samples were sampled with GPS sampling. The necessary tests were performed on salinity parameters, soil reaction, nitrogen, organic carbon, phosphorus, potassium, iron, and zinc with standard methods, and then the data were mapped using GIS (Geographic Information System (GIS)) and, finally, data analysis Done. Data analysis indicates that the salinity of the studied area is relatively good. Also, the organic carbon content of the area was studied, which shows that in most parts of the study area, the percentage of organic carbon is low and, in this regard, are considered as poor soils. Also, the potassium level was modest, and the salinity levels were in a favorable position and did not constrain the growth and development of the plants, in most places the amount of available zinc was too high and iron levels were low. In the end, it was concluded that this should be considered as an

essential element of the increase in the elements whose deficiency is significant. It was also suggested that, considering the flat land and the proper condition of irrigation water, these areas of gardening and management of these lands should be considered more and more.

Key words: Fertility Map, Kriging, IDW, Dehdasht and Choram



Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Soil Chemistry and Fertility

**Spatial prediction and mapping of some soil properties in citrus orchard of
Dehdasht and Choram using geographic information system**

By: Eisa Dibeh

Supervisor:

Dr. Shahin Shamsavani

Advisor:

Dr. Vajiheh Dorostkar

January 2018