بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی کشاورزی
رشته علوم خاک گرایش شیمی حاصلخیزی خاک وکود

تهیه نقشه حاصلخیزی خاک در اراضی تعاونی پیوند

با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

نگارنده : **محمد امین اسلامی**

اساتید راهنما :
دکتر شاهین شاهسونی
دکتر قربانعلی روشنی

استاد مشاور:
دکتر صمد امامقلی زاده

بهمن ۱۳۹۴

دانشکده کشاورزی

گروه آب وخاک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محمد امین اسلامی به شماره دانشجویی:۹۲۳۳۷۵۴

تحت عنوان:

تهیه نقشه حاصلخیزی خاک در اراضی تعاونی پیوند با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد علوم خاک مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
دکتر شاهین شاهسونی		دکتر صمد امامقلی زاده	
دکتر قربانعلی روشنی			

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات	امضاء
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تقدیم اثر:

به پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی ایستادگی را تجربه نمایم.

به مادرم که دریای بیکران فداکاری و عشق بود و وجودش برایم همه مهر.

به همسر وفرزندانم که همواره پناه خستگی ام، امید بودنم و مشوق اصلی من در این راه بودند.

وتقدیم به همه کسانی که لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن وتجربه های زیبای زندگیم را مدیون آنان هستم.

تشکر وقدردانی :

سپاس و ستایش خدای را که داده هایش از روی رحمت است و نداده هایش از روی حکمت .

آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و خوشه چینی از علم ومعرفت را روزی مان ساخت وعمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان ، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

برخود لازم می دانم از زحمات بی شائبه آقایان دکتر شاهین شاهسونی و دکتر قربانعلی روشنی اساتید محترم راهنما ، همچنین جناب آقای دکتر صمد امامقلی زاده که مشاوره این پایان نامه را تقبل نمودند سپاس وقدردانی نمایم.

بی شک رهنمودهای ارزشمند آمیخته با صداقت و تواضع اساتید محترم راهگشای اینجانب در تهیه وتدوین این پایان نامه بوده است.

تعهد نامه

اینجانب محمد امین اسلامی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تهیه نقشه حاصلخیزی خاک در اراضی تعاونی پیوند با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)
تحت راهنمائیشاهین شاهسونیمتعهد 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 نامهبدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.***

چکیده

هدف از انجام این مطالعه تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک شامل درصد کربن آلی، هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته خاک، فسفر و پتاسیم قابل جذب در سطح ۳۱۲۲ هکتار از اراضی شرکت تعاونی تولید پیوند، با استفاده از قابلیتهای نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی می باشد. پس از مشخص کردن موقعیت نقاط نمونه برداریبنسبت به تهیه نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک در ۷۶ نقطه اقدام وسپس متغیرهای مورد نظر در آزمایشگاه با روشهای استاندارد اندازه گیری گردید. نتایج تجزیه های آزمایشگاهی در محیط نرم افزار ArcGIS وارد و با استفاده از قابلیت های نرم افزار فوق بهترین روش میان یابی انتخاب و نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی هر کدام از متغیرها اقدام گردید.

بر اساس نتایج حاصله از پهنه بندی شوری خاک،۹/۶۱ در صد از اراضی دارای EC کمتر از ۴ دسی زیمنس یر مترو مناسب برای انواع محصولات زراعی می باشد. ۴۲/۲ درصد شوری متوسط، ۳۷/۸ درصد اراضی شوری زیاد و ۱۰/۳ درصد اراضی جزء خاکهای با شوری خیلی زیاد طبقه بندی گردیدند. نقشه پهنه بندی pHنشان داد که میزان ۴۲/۳ درصد اراضی در محدوده pH ۷/۷ – ۷/۵ و ۵۳ درصد از سطح اراضی در محدوده pH ۷/۹ – ۷/۷ قراردارند. براساس نقشه پهنه بندی پتاسیم قابل جذب،حدود ۲۱ درصد از مساحت اراضی دارای مقادیر کمتر از ۲۵۰ ppm و حدود ۷۹ درصد دارای مقادیر بیشتر از ۲۵۰ ppm پتاسیم قابل جذب می باشند. براساس نتایج حاصله از نقشه پهنه بندی فسفر قابل جذب حدود ۹۷ درصد اراضی دارای مقادیر کمتر از ۱۰ ppm وتنها ۳ درصد از مساحت اراضی دارای مقادیر بیشتر از ۱۰ ppmپتاسیم قابل جذب می باشند. همچنین براساس نقشه پهنه بندی درصد کربن آلی خاک،قریب ۷۶ درصد از سطح اراضی دارای کربن آلی کمتر از ۱ درصد می باشند.

کلمات کلیدی: حاصلخیزی خاک، سامانه اطلاعات جغرافیایی، تغذیه خاک، توصیه کود

لیست مقالات موجود:

۱- پهنه بندی شوری خاک با استفاده از GIS در بخشی از اراضی تعاونی تولید پیوند
مجله مدیریت خاک وتولید پایدار - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (۱۳۹٤)
محمد امین اسلامی[۱]، قربانعلی روشنی[۲]، شاهین شاهسونی[۳]، صمد امامقلی زاده[٤]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی شاهرود
[۲]استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور
[۳]استادیار گروه آب وخاک دانشگاه صنعتی شاهرود
[٤] دانشیار گروه آب وخاک دانشگاه صنعتی شاهرود

۱- امکان سنجی مدیریت مشارکتی آب در استان گلستان با نگرشی بر تجارب پروژه جایکا
دومین همایش بین المللی منابع طبیعی و کشاورزی پایدار – دانشگاه شهید بهشتی اسفند۱۳۹۳

محمد امین اسلامی[۱]، شاهین شاهسونی[۲]، قربانعلی روشنی[۳]، صمد امامقلی زاده[٤]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی شاهرود
[۲] استادیار گروه آب وخاک دانشگاه صنعتی شاهرود
[۳] استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور
[٤] دانشیار گروه آب وخاک دانشگاه صنعتی شاهرود

فهرست مطالب

عنوان مطالب صفحه

فصل اول – مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت انجام کار ۳

۱-۲-۱-هدفمند کردن توصیه کودی برمبنای آزمون خاک ۳

۱-۲-۲-تغذیه متعادل خاک وگیاه..... ۴

۱-۲-۳-مدیریت کربن آلی خاک..... ۵

۱-۲-۴-حفظ محیط زیست..... ۵

۱-۳- متدرولوژی و روش انجام کار ۶

۱-۴- هدف از انجام مطالعه ۶

فصل دوم – مرور منابع..... ۹

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- بررسی متغیرهای موثر در حاصلخیزی ۱۰

۲-۲-۱- هدایت الکتریکی..... ۱۰

۲-۲-۲- اسیدیته خاک..... ۱۲

۲-۲-۳- نیتروژن..... ۱۳

۲-۲-۴- پتاسیم..... ۱۳

۲-۲-۵- فسفر..... ۱۴

۲-۲-۶- کربن آلی..... ۱۵

۲-۳- درون یابی..... ۱۶

۲-۳-۱- روش وزنی معکوس فاصله (IDW)..... ۱۷

۲-۳-۲- روش اسپیلاین (Spiline) ۱۸
۲-۳-۳- روش کریجینگ ۱۸
۲-۴- مطالعات انجام داده شده در محدوده مورد مطالعه ۲۰
۲-۵- سابقه تحقیقات انجام شده ۲۱
۲-۵-۱- تحقیقات انجام شده درخارج از کشور ۲۱
۲-۵-۲- سابقه تحقیقات انجام شده در داخل کشور ۲۴
۲-۶- ارجحیت استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه حاصلخیزی خاک..... ۲۸
۲-۷- جمع بندی ۳۱
فصل سوم – مواد و روشها ۳۳
۳-۱- مقدمه ۳۴
۳-۲- مشخصات عمومی محدوده مورد مطالعه ۳۴
۳-۲-۱- موقعیت جغرافیایی ۳۴
۳-۲-۲- وضعیت کشاورزی محدوده مورد مطالعه ۳۷
۳-۳-۳- وضعیت منابع آب محدوده مورد مطالعه ۳۹
۳-۳- آماده کردن نقشه های پایه و تعیین محلهای نمونه برداری ۴۱
۳-۴- تعداد و موقعیت نقاط و عمق نمونه برداری ۴۱
۳-۵- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها ۴۲
۳-۶- آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک ۴۴
۳-۷- آزمون داده های پرت ۴۴
۳-۸- روش کار در GIS ۴۶
۳-۹- تهیه نقشه متغیرهای مورد مطالعه ۵۰
۳-۱۰- نحوه انتخاب روش مناسب درون یابی ۵۰

۳-۱۰-۱- میانگین انحراف خطا ۵۱
۳-۱۰-۲- میانگین قدر مطلق خطا ۵۱
۳-۱۰-۳- ریشه میانگین مربعات خطا ۵۱
۳-۱۱- مدل مورد استفاده ۵۲
فصل چهارم – نتایج و بحث..... ۵۳
۴-۱- اننخاب روش مناسب میان یابی برای پیش بینی پارامترهای مورد مطالعه ۵۴
۴-۲- وضعیت درصد کربن آلی خاک ۵۹
۴-۳- وضعیت فسفر محلول و قابل جذب. ۶۰
۴-۴- وضعیت پتاسیم قابل جذب..... ۶۲
۴-۵- وضعیت قابلیت هدایت هیدرولیکی خاک ۶۳
۴-۶-وضعیت اسیدیته خاک ۶۵
فصل پنجم – پیشنهادات..... ۶۷
۵-۱- پیشنهادات ۶۸
۵-۲- اولویت های تحقیقاتی ۷۰
فصل ششم– منابع ۷۱

فهرست جداول

شرح جدول صفحه

جدول ۲-۱- تقسیم بندی خاکها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی ۱۱

جدول ۲-۲- محدوده pH مناسب برای رشد محصولات مختلف ۱۲

جدول ۲-۳- تقسیم بندی خاکها بر حسب میزان پتاسیم قابل جذب ۱۴

جدول ۲-۴- تقسیم بندی خاکها برحسب میزان فسفر قابل جذب ۱۵

جدول ۲-۵- تقسیم بندی خاکها بر حسب میزان کربن آلی ۱۶

جدول ۳-۱- سطح و نوع کشت محصولات زراعی محدوده مورد مطالعه در سالهای زراعی

۹۱- ۹۰ ، ۹۲- ۹۱ و ۹۳- ۹۲ ..... ۳۷

جدول ۳-۲- میانگین عملکرد (تن در هکتار) گندم و جو در کشت آبی ودیم ۳۸

جدول ۳-۳- مقایسه میانگین عملکرد گندم و جو منطقه پروژه با شهرستان و استان ۳۸

جدول ۳-۴- میزان بارندگی درمحدوده مورد مطالعه براساس آمار ایستگاه هواشناسی

مستقر در محدوده دفتر شرکت تعاونی تولید روستایی پیوند ۴۰

جدول ۳-۵-آزمون اعداد پرت نتایج نمونه های آزمایشگاهی متغیرهای مختلف..... ۴۶

جدول ۴-۱- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر کربن آلی ۵۴

جدول ۴-۲- نتایج ارزیابی خطا برای پارامتر فسفر قابل جذب ۵۵

جدول ۴-۳- نتایج ارزیابی خطا برای پارامتر پتاسیم قابل جذب ۵۶

جدول ۴-۴- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر EC ۵۷

جدول ۴-۵- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر pH.....۵۷

جدول ۴-۶-در صد سطوح مختلف کربن آلی در محدوده مورد مطالعه ۵۹

جدول ۴-۷-در صد سطوح مختلف فسفر قابل جذب در محدوده مورد مطالعه ۶۱

فهرست جداول

شرح جدول صفحه

جدول ۴-۸- درصد سطوح مختلف پتاسیم قابل جذب در محدوده مورد مطالعه.....۶۲

جدول ۴-۹- در صد سطوح مختلف شوریدر محدوده مورد مطالعه ۶۴

جدول ۴-۱۰- در صد سطوح مختلف اسیدیته خاک در محدوده مورد مطالعه ۶۶

فهرت اشکال

شرح شکل صفحه

شکل ۳-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در Google Earth ۳۵

شکل ۳-۲-موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان گلستان ۳۶

شکل ۳-۳- نقشه کاداستر محدوده مورد مطالعه ۳۶

شکل ۳-۴- پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه ۴۳

شکل ۳-۵- نمودار روش اجرای کار در GIS برای تهیه نقشه حاصلخیزی خاک ۴۹

شکل ۴-۱- پهنه بندی درصد کربن آلی در محدوده مورد مطالعه ۶۰

شکل ۴-۲- پهنه بندی فسفر قابل جذب محدوده مورد مطالعه ۶۱

شکل ۴-۳- پهنه بندی پتاسیم قابل جذب محدوده مورد مطالعه ۶۳

شکل ۴-۴- پهنه بندی شوری خاک در محدوده مورد مطالعه ۶۵

شکل ۴-۵- پهنه بندی pH خاک محدوده مورد مطالعه ۶۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

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 بسوی امنیت غذایی جلب نموده است. بطوریکه امنیت غذایی تبدیل به یکی از چالشهای بزرگ بین المللی گردیده است. محدودیت منابع آب وخاک موجب گردیده که به منظورتامین امنیت غذایی، افزایش تولید در واحد سطح، به جای افزایش سطح مورد توجه جدی قرار گیرد. بدین منظور و با توجه به مشکلات و مسائل موجود در بخش کشاورزی لزوم استفاده از فن آوریهای جدید بیش از پیش آشکار شده وزمینه ظهور کشاورزی دقیق[1] فراهم گردید. کشاورزی دقیق ایده ای 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 ایده ی مدیریت جزء به جزء مزرعه بوده و به بیان دیگر توانایی لازم جهت مدیریت هر یک از عملیات زراعی در مکان خاص خود در سطح مزرعه می باشد.به شرطی که از نظر فنی و اقتصادی سودمند باشد (گریسو و همکاران، ۲۰۰۳).

از سوی دیگر برای دستیابی به تولید پایدار، امنیت غذایی و حفظ محیط زیست، توجه به توان حاصلخیزی خاکها و چگونگی ارتقاء آن از اهمیت فراوانی برخورداراست. حاصلخیزی خاک را توان کیفی خاک برای تامین عناصر غذایی به مقدار کافی و در توازن مطلوب برای رشد گیاهان یا محصولات معین تعریف نموده اند (ابطحی 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 فاکتورهای موثر در کشاورزی، اضافه کردن متعادل کود شیمیایی بیشتر از سایر فاکتورها در افزایش تولید محصولات کشاورزی موثر است (ملکوتی، ۱۳۷۹).یکی از پارامترهای مورد نیاز در کشاورزی دقیق تهیه نقشه از وضعیت زمین کشاورزی میباشد. این نقشه ها

1-Precision Agriculture

می تواند 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 درآن عملکرد مطلوب وجود ندارد شناسایی کرده و در جهت اصلاح آن برآمد (نظرزاده وهمکاران، ۱۳۸۶).

۱-۲- ضرورت انجام کار

در طول سالهای متمادی در مناطق مختلف کشور نمونه های متعددی از خاکهای زراعی تهیه و تجزیه های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی بمنظوراستفاده در مطالعات خاکشناسی، طرح های تحقیقاتی یا تجزیه های موردی مربوط به اشخاص یا سازمانها صورت گرفته، که عملا پس از یکبار استفاده به بوته فراموشی سپرده شده است. در حالیکه امروزه با برخورداری از امکانات رایانه ای و بکارگیری علم سیستم اطلاعات جغرافیایی با ایجاد بانک های اطلاعاتی، می توان اطلاعات را جمع آوری، طبقه بندی و به روز نموده و با انجام تحلیل های مکانی اطلاعات سود مندی از وضعیت مکانی عوامل خاکی و روند تغییرات آنها بدست آورده و وضعیت این عوامل را به صورت نقشه ارایه نمود.

از مهمترین نقشه های مورد نیاز، نقشه حاصلخیزی می باشد. تهیه نقشه حاصلخیزی اراضی کشاورزی دارای اهمیت ویژه ای از نظر ملاحظات اقتصادی واجتماعی است که می توان به موارد زیر اشاره نمود

۱-۲-۱-هدفمند کردن توصیه کودی بر مبنای آزمون خاک

در توصیه کودی بر مبنای آزمون خاک از نقاطی پراکنده در مزرعه نمونه برداری می شود که امکان بررسی کثرت وقوع پدیده، کمبود یا فزونی مواد غذایی خاک را فراهم نمی آورد. به عبارت دیگر متغیرهای مورد اندازه گیری در روش آزمون خاک به روش سنتی، گسسته فرض می شوند. بنابراین امکان تعمیم نتایج به نقاطی که از آنها نمونه گیری نشده وجود ندارد. در تهیه نقشه حاصلخیزی خاک در مقایسه، این متغیرها پیوسته فرض شده و با اعمال تکنیک های مکان یابی امکان تعمیم نتایج به

مناطق فاقد نقاط مشاهداتی را فراهم می آورد. بنابراین با تهیه نقشه حاصلخیزی خاک، تفکر آزمون خاک بر مبنای اصول منطقی استوارگشته و توصیه کودی به جای اینکه بر اساس مشاهدات منفرد صورت گیرد بر مبنای نقاط همگون منفک شده بر روی نقشه انجام خواهد شد. که این کارضمن اینکه مدیریت تغذیه ای گیاه را آسان می نماید، توصیه کودی بصورت منطقه ای را نیز میسر نموده و امکان پایش تغییرات بنیه غذایی خاک نیز فراهم می گردد (روشنی، ۱۳۹۲).

۱-۲-۲-تغذیه متعادل خاک وگیاه

تهیه نقشه حاصلخیزی خاک، امکان تغذیه متعادل خاک و گیاه را فراهم می کند. برای تهیه این نقشه ها مقدار موجود عناصر غذایی اندازه گیری و علاوه برمقدار موجود عناصر غذایی در مناطق مختلف، نسبت های آنها با یکدیگر نیز مشخص می گردد. به عبارت دیگر تهیه نقشه حاصلخیزی خاک امکان اعمال قانون لیبیک را در تولید انبوه محصولات کشاورزی در سطوح منطقه ای فراهم می آورد و بر این اساس می توان سبدهای غذایی خاک وگیاه مناسب برای مناطق مختلف را تدارک دید وتوصیه نمود (نصرت پور، ۱۳۹۰).

بطور سنتی توصیه کودی بر اساس منحنی های عکس العمل گیاه که برای یک منطقه خاص تهیه شده اند انجام می گیرد. توصیه کودی بر مبنای چنین منحنی هایی 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 که عکس العمل گیاه به کود و نیز مقدار موجود عناصر غذایی در خاک یک مزرعه ممکن است متفاوت باشد (مومنی وزینک، ۱۹۹۹). بنابراین توصیه کودی بر اساس منحنی های عکس العمل در یک سیستم کشاورزی دقیق ممکن است خیلی ساده انگاری باشد. نقشه های حاصلخیزی بسته به اینکه تغییرات متغیرهای حاصلخیزی را در چه مقیاسی ترسیم کرده باشند می توانند منبع موثقی برای توصیه کودی مناطق دارای چنین نقشه هایی باشند(روشنی، ۱۳۹۲).

۱-۲-۳-مدیریت کربن آلی خاک

یکی از چالش های مهم پیش روی کشاورزی پایدار خصوصا در مناطق خشک ونیمه خشک تخلیه خاک اراضی کشاورزی از کربن آلی است. در اراضی کشاورزی ایران کربن آلی در اکثر مناطق زیر کشت کمتر از ۱ درصد می باشد (مومنی، ۱۹۹۹). مقدار مواد آلی خاک به عنوان یکی از فاکتورهای موثر در حاصلخیزی خاک وحاصل دهی خاک[1] محسوب می شود.

بنابراین تهیه نقشه کربن آلی خاک نه تنها مقدار کمبود کربن آلی در اراضی کشاورزی را نشان خواهد داد، بلکه محل وقوع کمبود را مشخص می کند علاوه بر آن با مطالعه این نقشه ها می توان مقدار کل کربن مورد نیاز، بودجه لازم برای رساندن کربن آلی خاک به سطح مورد نیاز، زمان لازم و مقدار تلاشی که لازم است انجام شود را محاسبه نمود(روشنی، ۱۳۹۲).

۱-۲-۴-حفظ محیط زیست

در کشاورزی سنتی که بر مبنای مدیریت یکنواخت اراضی استوار است، معمولا نقاطی از مزرعه، بیش از حد مورد نیاز و در مقابل نقاطی دیگر کمتر از مقدار واقعی مورد نیاز کود دریافت می کنند(روشنی، ۱۳۹۲). درمقایسه، در روش کشاورزی دقیق که در آن مدیریت با نرخ متغیر اعمال می گردد، نقاطی از مزرعه که در آنها مقدار عناصر غذایی یا اصلاحی زیر حد بحرانی است کود یا ماده اصلاحی بیشترو نقاطی که این مواد در حد بهینه قرار داشته باشد، کود یا ماده اصلاحی اضافه نمی شود. در نتیجه مصرف مواد افزودنی به خاک از نظر ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی به سمت بهینه شدن سوق داده می شود(شهبازی و همکاران، ۱۳۸۴). مصرف بیش ازحد کودهای شیمیایی باعث می شود که محیط زیست در معرض خطر جدی آلودگی به آلاینده های ناشی از کود های شیمیایی قرار گیرد. در نتیجه تهیه نقشه حاصلخیزی خاک می تواند به حفظ محیط زیست و مصرف اقتصادی کودهای شیمیایی کمک نماید (مومنی،۱۳۸۰).

1- soil productivity

۱-۳- متدولوژی و روش انجام کار

متدولوژی و روش انجام کار برای مطالعات حاضر به شرح زیر می باشد.

- تهیه و جمع آوری آمار واطلاعات و گزارشهای مطالعاتی انجام شده قبلی.
- تهیه وانتخاب نقشه های توپوگرافی منطقه تحقیق جهت تهیه نقشه پایه مطالعات.
- تفکیک ومرزبندی محدوده مطالعاتی به کمک قابلیت های GIS و بازدیدهای صحرایی.
- نمونه برداری از خاک سطحی ۳۰ – ۰ سانتی متری و نمونه مرکب از منطقه گسترش ریشه.
- تعیین موقعیت جغرافیایی نمونه ها با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانیGPS.
- آماده سازی نمونه ها جهت آزمایشگاه و انجام آزمایش عوامل حاصلخیزی خاک شامل بافت خاک، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، ازت کل، پتاسیم کل، اسیدیته گل اشباع و هدایت الکتریکی.
- تجزیه وتحلیل نتایج آزمایشگاه.
- وارد کردن داده ها در محیط GIS و تهیه نقشه توزیع مکانی داده ها برای هر یک از پارامترهای اندازه گیری شده، پس از میان یابی با استفاده از قابلیت های نرم افزار GIS و تهیه نقشه پراکنش سطحی هر یک از متغیر ها درمحدوده مورد مطالعه.
- تجزیه وتحلیل عوامل حاصلخیزی خاک در محدوده مورد مطالعه با توجه به نتایج و نقشه های حاصله.

۱-۴- هدف از انجام مطالعه

هدف از انجام این مطالعه تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک شامل در صد کربن آلی، هدایت الکتریکی خاک (EC)، اسیدیته خاک (pH)، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب در محدوده اراضی شرکت تعاونی تولید روستای پیوند با استفاده از قابلیت های نرم افزار سامانه

اطلاعات جغرافیایی (GIS) می باشد. در تهیه این نقشه ها با بهره گیری از قابلیت های نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی و متد پهنه بندی و با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده نسبت به برآورد مقادیر در نقاطی که فاقد نمونه هستند اقدام واطلاعات نقطه ای را به اطلاعات سطحی تبدیل می نماییم که از دقت منطقی برخوردار باشند. که این امر هزینه تهیه نقشه ها را به دلیل کاهش نقاط نمونه برداری کم می کند. با تهیه این نقشه ها ضمن فراهم کردن امکان توصیه ومصرف کود در ابعاد دقیق تر، امکان پایش در تغییرات میزان عناصر وتحلیل اقدامات انجام شده نیز در طول زمان میسر گردیده و امکان برنامه ریزی های مدیریت مزرعه بصورت دقیقتری فراهم خواهد شد.

فصل دوم

مرور منابع

۲-۱ – مقدمه

در این فصل ابتدا ضمن تشریح و بررسی متغیر های موثر در حاصلخیزی، اثرات آن در خاک وتغذیه گیاه و تقسیم بندی کیفی عناصر، نسبت به جمع بندی و بررسی سوابق مطالعات انجام شده در محدوده مورد مطالعه اقدام گردید. در ادامه ضمن تشریح پژوهش ها و تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع مطالعه در داخل وخارج از کشور در طی سالهای اخیر، نسبت به جمع بندی مطالعات مزبور و ترجیح استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه های پراکنش مکانی متغیر های موثر در حاصلخیزی خاک پرداخته شده است.

۲-۲-بررسی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک

مهمترین پارامترهای شیمیایی مورد نظر در این تحقیق شامل عناصر غذایی پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، هدایت الکتریکی، اسیدیته و مواد آلی می باشد. این فاکتورها از مهمترین عوامل موثر در ارتباط با حاصلخیزی خاک به شمار می روند. که خصوصیات آنها به شرح زیر می باشد.

۲-۲-۱-هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی از مهمترین ویژگیهای شیمیایی خاک است که به عنوان شاخص شوری در آزمایشگاه و با تهیه عصاره گل اشباع به دست می آید. واحد اندازه گیری آن دسی زیمنس بر متر (dS/ m) یا میلی موس بر سانتی متر (mmhos/cm) می باشد. هدایت الکتریکی افزون بر اثراسمزی و سمیت ویژه یونی، موجب بروزعدم تعادل تغذیه ای در گیاه می گردد که شدت وضعف آن بسته به نوع گیاه و حتی گونه های مختلف یک گیاه متفاوت است. شوری خاک فعالیت یونی عناصر غذایی موجود در محلول خاک را تحت تاثیر خود قرار داده و در نتیجه توازن موجود میان نسبت آن ها را بر هم می زند (همایی، ۱۳۸۱).

تقسیم بندی سنتی خاکهای شور و غیر شور با توجه به اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع ۴ دسی زیمنس بر متر تعیین شده است. ولی در سالهای اخیر کمیته واژه یابی انجمن خاکشناسی امریکا پیشنهاد نمود که این حد به ۲ دسی زیمنس بر متر کاهش یابد. زیرا تعداد بسیار زیادی از درختان میوه، سبزی ها و گیاهان زینتی در شرایط شوری با هدایت الکتریکی (EC)۲ تا ۴ دسی زیمنس بر متر خسارت می بینند. تحمل گیاهان مختلف در برابر شوری متفاوت است. بر این اساس می توان گیاهان را به چهار دسته گروه متحمل، نیمه متحمل، نیمه حساس و حساس تقسیم کرد. تاثیر شوری بر گیاهان بسته به نوع گیاه، نوع گونه و مرحله رشد گیاه متفاوت است. جدول ۲-۱ تقسیم بندی خاکها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی را نشان می دهد(برزگر، ۱۳۷۸).

جدول۲-۱- تقسیم بندی خاکها بر حسب تغییرات هدایت الکتریکی (یرزگر، ۱۳۷۸)

گروه	هدایت الکتریکی (mmhos/cm)	درجه شوری	اثر شوری بر رشد ونمو گیاه
۱	۰-۲	خیلی کم	تاثیری ندارد
۲	۲-۴	کم	اثر کمی روی گیاهان حساس دارد
۳	۴-۸	متوسط	اثر قابل ملاحظه ای دارد
۴	۸-۱۶	زیاد	فقط تعداد محدودی از گیاهان می توانند رشد کنند
۵	بیش از ۱۶	خیلی زیاد	گیاهان فوق العاده مقاوم می توانند کمی رشد کنند

۲-۲-۲- اسیدیته خاک

اسیدیته یا واکنش خاک (pH) در واقع بیانگر میزان اسیدیته یا قلیائیت خاک می باشد، به طوری که خاکی که pH کمتر از ۷ دارد اسیدی و خاکی که pH بیشتر از ۷ دارد را خاک قلیایی گویند. به طور کلی، دامنه تغییرات اسیدیته خاک در اراضی کشاورزی بین ۵ تا ۸ است. این متغیر شیمیایی را می توان در آزمایشگاه با تهیه عصاره گل اشباع اندازه گیری نمود. اهمیت واکنش خاک از آنجا ناشی می شود که ممکن است بر قابلیت جذب بعضی از عناصر لازم برای رشد گیاه موثر باشد. بعضی از بیماری های خاکزی نیز تحت تاثیر اسیدیته خاک هستند. طبق تعریف، رابطه اسیدیته خاک عبارت است از:

$pH = -\log (H+)$

همان طور که از رابطه فوق مشخص است، در ازای تغییر هر واحد pH، غلظت یون های هیدروژن و هیدروکسیل، ۱۰ برابر تغییر می کند. شاید مهمترین اثر pH خاک بر روی رشد گیاهان، تاثیر آن در قابلیت استفاده عناصر غذایی باشد. علاوه براین، تاثیر بر فعالیت ریز جانداران خاک نیز از اثرات pH می باشد. تثبیت یون آمونیوم در بین شبکه کانی های سیلیکاتی ورقه ای به pH وابسته است (ملکوتی وهمکاران، ۱۳۸۷).

همچنین محصولات زراعی مختلف در محدوده های معینی از pH از رشد مناسبی برخوردار هستند. جدول ۲-۲محدوده pH مناسب برای رشد تعدادی از محصولات زراعی را نشان می دهد.

جدول ۲-۲- محدوده pH مناسب برای رشد محصولات مختلف (خواجه پور ۱۳۸۶)

گیاه	گندم	جو	یونجه	شبدر	پنبه	ذرت	یولاف	چغندر	پیاز	خیار
pH مطلوب	۵/۵–۷/۵	۶/۵-۸	۶/۵-۸	۶ -۷/۵	۵ -۶	۵/۵–۷/۵	۷/۵- ۵	۶- ۷/۵	۶/۲–۷/۴	۵/۸–۷/۲

۲-۲-۳- نیتروژن

نیتروژن(N) از مهمترین عناصر غذایی و یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در 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. مهمترین روش تامین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی، استفاده از کودهای نیتروژنه است. برای تولیداقتصادی محصولات مختلف، حفاظت از محیط زیست، افزایش کارایی کودهای ازته و تأمین نیاز غذایی جامعه، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه ای برخوردار است. بنابراین، استفاده مناسب از کودهای نیتروژنه برای افزایش تولید محصول و افزایش کارایی نیتروژن، از مباحث روز می باشد (ملکوتی وهمکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۴- پتاسیم

بطور کلی مقدار پتاسیم (K) موجود در پوسته زمین، حدود ۱/۹ تا۲/۳ درصد است (مقدار پتاسیم کل در خاک های زراعی بین ۰/۵ تا ۲/۵ درصد می باشد) پتاسیم جزء عناصر مورد نیاز گیاه است که کمبود یا کفایت آن با توجه به مقدار پتاسیم که درخاک های مختلف متفاوت است و آن قسمت از کل پتاسیم موجود درخاک که به صورت قابل تبادل یا قابل استفاده گیاه باشد، ناچیز است. باید توجه داشت پتاسیم از عناصر پر نیاز گیاهان زراعی است و پتاسیم فراوان ترین عنصر غذایی در ۱۵ سانتی متری بخش بالایی خاک است. اما این شرایط، لزوما بدان معنا نیست که پتاسیم قابل دسترس ترین عنصر برای گیاه است. زیرا مقدار پتاسیم قابل دسترس برای گیاه به میزان پتاسیم موجود در بخش قابل دسترس (محلول وتبادلی) بستگی دارد. از عوامل موثر بر ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس، می توان به هوازدگی کانی های حاوی پتاسیم و تداوم مصرف کودهای پتاسیمی اشاره نمود (لطف الهی و همکاران، ۱۳۸۴).

تقسیم بندی پتاسیم تبادلی خاک براساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک وآب کشور به شرح جدول ۲-۳ می باشد.

جدول ۲-۳- تقسیم بندی خاکها بر حسب میزان پتاسیم قابل جذب برحسب mg/kg

مقدار پتاسیم قابل استفاده برحسب mg/kg	وضعیت پتاسیم درخاک	بازده کود پتاسی
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

۲-۲-۵- فسفر

فسفر(p) یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاهان در تولید محصول به شمار می آید و در کلیه فرآیندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی زا و مکانیسم های انتقال انرژی دخالت دارد. مقدار فسفر پوسته جامد زمین حدود ۰/۱۲ درصد می باشد.. غلظت فسفر در خاکهای زراعی از ۰/۱ تا ۳ گرم در کیلوگرم در تغییر است. از ویژگی های ترکیبات فسفری این است که تقریبا نامحلول بوده و به راحتی از نیمرخ خاک شسته نمی شوند (ملکوتی، ۱۳۷۳).

تقسیم بندی فسفر محلول و قابل جذب براساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک وآب کشور به شرح جدول ۲-۴ می باشد.

جدول ۲-۴- تقسیم بندی خاکها بر حسب میزان فسفر قابل جذب برحسب ppm

مقدار فسفر قابل جذب برحسب ppm	وضعیت فسفر درخاک
کمتر از ۵	محدودیت شدید
۱۰– ۵	محدودیت متوسط
۱۵-۱۰	خوب
بیش از ۱۵	خیلی خوب

۲-۲-۶- کربن آلی

میزان کربن و نیتروژن آلی خاک با افزودن مواد آلی به خاک به طور خطی افزایش می یابد (اسدی رحمانی، ۱۳۷۸). مواد آلی در خاک می تواند سهم قابل توجهی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشته باشد و به عنوان مخزن عناصر غذایی برای گیاهان عمل کند (چنو وهمکاران، ۲۰۰۰ ، هرنانز و همکاران، ۲۰۰۲). مقدار ماده آلی نقش کلیدی در تعیین رفتار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و آگاهی از وضعیت و توزیع آن برای استفاده بهینه و پایدار از خاک ضروری است (ولایوتام، ۲۰۰۰).با افزایش کربن آلی، نیاز کودی نیز تا حدودی کاهش می یابد(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). تقسیم بندی درصد کربن آلی بر اساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک وآب کشور به شرح جدول ۲-۵ می باشد

جدول ۲-۵- تقسیم بندی خاکها بر حسب میزان کربن آلی برحسب درصد

مقداربرحسب درصد	وضعیت کربن درخاک
کمتر از ۰/۵	فقیر
۰/۵ -۱	متوسط
۱/۵-۱	خوب
بیش از ۱/۵	خیلی خوب

به منظور مدیریت بهینه تغذیه خاک، نیاز به دانستن خصوصیات عناصر غذایی خاک و پراکنش سطحی آنان می باشد، لیکن از آنجا که اندازه گیری این ویژگیها در آزمایشگاه و آن هم برای یک سطح وسیع بسیار هزینه بر است، نیاز به برآورد توزیع مکانی می باشد. روش های مختلفی برای برآورد توزیع مکانی این خصوصیات وجود داردکه به نظر می رسد روش های زمین آماری به دلیل در نظر گرفتن موقعیت و آرایش داده ها و همچنین وابستگی مکانی آن ها، از قابلیت های مناسبی برخوردار می باشند .به این منظور، لازم است از روشهای درون یابی به منظور پیش بینی مقادیر متغیر های مورد نظر استفاده گردد.

۲-۳- درون یابی[1]

منطق درون یابی و برون یابی داده های با خصوصیات مکانی، روشی رایج است و براین اصل استوار است که نقاطی که در فضا به هم نزدیکتر هستند بیشتر از نقاطی که از هم دورند احتمال دارد که به هم شبیه تر باشند (هم، ۱۹۸۹).

با استفاده از توابع درون یابی، ارزش توصیفی نقاط نامعلوم[2]یک منطقه بر پایه تعدادی مشاهده (نقاط معلوم) در داخل آن برآورد می گردند. داده های نقاط معلوم به روش های نمونه گیری تهیه و می توانند بصورت نقاط، خطوط و یا با سطح پراکنش منظم و یا نا منظم باشند.

1-Interpolation *2-unknown or missing values*

ارزش های توصیفی نیز می توانند از نوع داده های ارتفاعی، اقتصادی، اقلیمی و ... باشند. در فرآیند درون یابی، داده مربوط به نقاط نمونه برداری شده به تمامی منطقه تعمیم داده می شوند. این روشها را می توان به دو گروه خطی وغیر خطی تقسیم نمود.

درون یابی خطی در دنیای واقعی صحت ندارد مگر در سطوح بسیار کوچک. روشهای درون یابی غیر خطی به منظور حذف اثرات فرضیه خطی بودن تغییرات طراحی شده اند.

از مهمترین این فنون می توان به روشهای وزنی معکوس فاصله (IDW)[1]، روش اسپیلاین[2](RBF) وکریجینگ (Kriging) اشاره کرد.

۲-۳-۱- روش وزنی معکوس فاصله (IDW)

یکی از روشهایی است که در مطالعات جغرافیایی زیاد از آن استفاده می شود. فرض اساسی این روش بر آن است که با افزایش فاصله میزان تاثیر پارامترها در برآورد واحد سطح کاهش می یابد. برای پیش بینی در مکانهایی که داده های آنها اندازه گیری نشده است از مقادیر اندازه گیری شده پیرامون محل استفاده می شود. در پیش بینی، عامل وزن براساس فاصله نقاط از یکدیگر تعیین می شود. به نقاط نزدیک نمونه وزن بیشتر و به نقاط دورتر وزن کمتر اختصاص می یابد.

یکی دیگر از عوامل موثر در IDW تعداد و موقعیت نقاط مجاور و به عبارتی وضعیت واحدهای همسایگی است.از آنجائی که چیزهای که نزدیک تر هستند شباهت بیشتری دارند، مکانهای دورتر تاثیر کمتر داشته و می توان آنها را از محاسبات خارج نمود تا سرعت محاسبات افزایش یابد. بنابراین انتخاب و محدود کردن تعداد نقاط مجاور و به عبارتی پنجره جستجو برای نقاط مجاور در تحلیل ها مهم است.

شکل همسایه ها تحت تاثیر داده های ورودی و به سطحی که لازم است مدل سازی شود. اگر توزیع متعادل باشد و جهت اهمیت نداشته باشد، نقاط را در همه جهات می توان گسترش داد.

1-*Inverce Distance Weighte* *2-Redial Function*

در این حالت، با توجه به شعاع جستجو پنجره صورت دایره در نظر گرفته می شودو اگر جهت داده مهم باشد. مانند جهت وزش بادهای غالب در این صورت جهت را با تطبیق بر شکل بیضی در جهت اصلی می توان تعیین کرد.

۲-۳-۲- روش اسپیلاین یا توابع شعاع محور(RBF)

برای درون یابی بر اساس مدل اسپیلاین از چند جمله ایها استفاده می شود. و از برازش یک تابع چند جمله ای بر اساس داده های نمونه، مقادیر نقاط نامعلوم برآورد می شوند. ویژگی اساسی اسپیلاین در این است که در سطح، تغییرات ناگهانی وجود ندارد. در معادلات درجه دوم و سوم این انحناها به حداقل خود رسیده و در نتیجه یک سطح ناهمواری به دست می آید.

با توجه به تاثیر درجه بر دقت داده ها در درون یابی، هر چه درجه بالاتری انتخاب شود شکل حاصل هموارتر خواهد بود. ولی به میزان قابل توجهی از دقت مدل کاسته می شود.

۲-۳-۳- روش کریجینگ (Kriging)

روش کریجینگ فرآیند درون یابی را بر پایه طبیعت آماری تغییرات ارزشهای نقاط معلوم بهینه می نماید. در واقع در بسیاری از موارد تغییرات محلی، نامنظم تر از آن هستند که بتوان با یک رابطه ریاضی، تغییرات در کل منطقه را مدل سازی نمود. لذا در این روش بر اساس نظریه متغیرهای ناحیه بندی شده، جنیه های مختلف ناحیه بندی و سپس مدل درون یابی برازش می گردد.

درون یابی کریجینگ روش پیشرفته ای است که در مقایسه با سایر روش های میان یابی، محاسبات آن نیازمند زمان زیادتری است و با توجه به فرضیات پایه آن، معمولا در سطوح کوچک بکار گرفته می شوند. کریجینگ یک روش زمین آمار برای درون یابی داده ها بر اساس واریانس فضایی است. مانند

IDW که در آن نزدیکی به نقاط نمونه به عنوان وزن برآورد محسوب می شد. در کریجینگ نیز واریانس فضایی تابعی از فاصله شناخته می شود.

برای برآورد مقادیر بر اساس کریجینگ روشهای مختلفی وجود دارد، که شامل کریجینگ معمولی و کریجینگ عمومی می باشد. 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 می شود وخطای مقادیر پیش بینی شده را با توجه به توزیع فضایی داده های پیش بینی شده کمینه می کند. در این روش برای برآورد وزن از انواع واریوگرام استفاده می شود. که نمونه هایی از آن شامل واریوگرام های دایره ای، نمایی، گوسن و کروی می باشد. که با توجه به نوع واریوگرام مقدار برآورد شده متفاوت خواهد بود.

۲-۴- سوابق مطالعات انجام شده در محدوده مورد مطالعه

آژانس همکاری های بین الملل ژاپن [1]از سال ۲۰۰۲ در دشت گرگان اقدام به انجام مطالعات توسعه تحت عنوان طرح مطالعاتی توسعه کشاورزی و آبیاری زهکشی دشت گرگان نموده است. هدف از اجرای این طرح تهیه برنامه آبیاری و زهکشی با ملاحظه بهره برداری بهینه از منابع آب و جلوگیری از شوری اراضی بوده است. یکی از مناطق مشمول این طرح ، اراضی شرکت تعاونی تولید روستایی پیوند بوده است. که طرح توسعه مشتمل بر تقویت زراعت، آبیاری و زهکشی وتعاونی تولید روستایی در آن لحاظ گردیده است. پذیرش نتایج طرح فوق توسط دولت ایران منجر به اجرای عملیات سازه ای دراین منطقه گردیده است. در ادامه به دلیل عدم کارایی کامل سازه های احداث شده به دلیل کاستی در ارائه رهنمود های زراعی و تقویت تشکل های کشاورزان (به ویژه از منظر کارکرد مدیریت آب) بهره وری کشاورزی این مناطق در حد پایینی قرار داشته است و منجر به درخواست همکاری های فنی از ژاپن، از سوی دولت ایران گردیده است. بدین صورت با هدف استقرار سیستم مدیریت آب با مشارکت کشاورزان و ایجاد ساز وکار ترویج آن به سایر مناطق، پروژه موسوم به استقرار مدیریت مشارکتی آب در محدوده مورد مطالعه اجرایی گردید.

پروژه مزبور بصورت پایلوت کشوری، در ژانویه ۲۰۰۹ (دی ماه ۱۳۸۷) توسط سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان و با مشارکت آژانس همکاری های بین المللی ژاپن (جایکا) آغاز و در دسامبر ۲۰۱۳ (دی ماه ۱۳۹۲) پایان یافته است که به عنوان الگوی کشوری و تجربه موفق استقرار سیستم مدیریت مشارکتی آب در حال تعمیم و گسترش به سایر نقاط کشور می باشد(قزل و همکاران، ۱۳۹۲).

1- Japan International Cooperation Agency

۲-۵- سابقه تحقیقات انجام شده

۲-۵-۱- مطالعات صورت گرفته در خارج از 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.

در نقشه های خاکشناسی به جای تعیین حدود تغییرات و پراکنش مکانی خصوصیات خاک در هر واحد نقشه تاکید بر ترکیب واحد نقشه است، بدون اینکه پراکنش مکانی و حدود تغییرات خواص خاک در واحد نقشه تعیین شود. در تکنیک های مدرن شبیه سازی[1] خاک به عنوان یک چشم انداز[2] با خصوصیات پیوسته انگاشته شده وبیشتر پراکنش مکانی خصوصیات آن مورد نظر است تا اینکه صرفا"ترکیب واحد نقشه مد نظر باشد(یانگ وهمکاران، ۱۹۹۸).

وایت و همکاران، (۱۹۹۷) نقشه پراکنش روی را با استفاده از روشهای ژئواستاتیستیک و سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ایالات متحده آمریکا تهیه نمودند.استیمن و همکاران (۱۹۹۸) تناسب اراضی مناطقی از نپال را برای توسعه کشاورزی و صنعتی با استفاده از تکنیکهای زمین آماری و سامانه اطلاعات جغرافیایی مشخص نمودند. مالارینو وپتری (۲۰۰۰) درمقاله ای با عنوان چگونه میتوانیم با استفاده از تکنولوژی های جدید نمونه برداری خاک را متمرکز کرده وکود دهی پتاسیم و فسفر را مقرون به صرفه کنیم؟ سامانه اطلاعات جغرافیایی را به عنوان ابزاری مناسب برای این امر معرفی کرده اند. والتر(۲۰۰۱) نقشه پهنه بندی شوری خاک را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیاییو زمین آمار تهیه نمود.

نارایان مندال (۲۰۰۲) فهرست برداری از وضعیت فعلی حاصلخیزی خاک قسمتی از اراضی نپال را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داد. لین و سن لیو (۲۰۰۲) مدیریت مکانی کود در مزارع برنج را بر اساس اطلاعات بدست آمده از خاک از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی درتایوان انجام داد.

1-Modeling **2-** *Landscape*

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 برپایه تکنولوژی اطلاعات در ایالت شانچی چین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند.

اختر و همکاران (۲۰۱۰) نقشه حاصلخیزی خاک را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در حیدرآبادپاکستان تهیه نمودند.استفاده نامتوازن از کودهای شیمیایی، غیر قابل دسترس شدن عناصر غذایی و کاهش کیفیت آب آبیاری از جمله عواملی بود که منجر به کاهش حاصلخیزی اراضی محدوده مورد مطالعه گردیده بود. در مطالعه فوق به منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از ۸۰ نقطه منطقه از عمق ۶۰ – ۰ سانتی متری اقدام به نمونه برداری نموده و نسبت به آنالیز نمونه های خاک شامل عناصر پرنیاز و کم نیاز، بافت،هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک اقدام نمودند. نقشه های میان یابی شده با استفاده از قابلیت های GISوضعیت عناصر غذایی قابل دسترس در این مناطق را مشخص نمود و مبنای توصیه کودی، الگوی کشت، تناوب زراعی، عملیات آبیاری و مجموعه اقدامات کشاورزی گردید.

میشرا و همکاران (۲۰۱۴) نسبت به تهیه نقشه های حاصلخیزی خاک با استفاده از GPS و GIS در استان اودیشا هندوستان، به منظور استفاده در توصیه کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک و مدیریت تغذیه درجهت افزایش تولید وکشاورزی پایدار اقدام نمودند.در این مطالعه نقشه های پراکنش مکانی متغیر های موثر در حاصلخیزی خاک از جمله کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد قابل استفاده همچنین عناصر غذایی کم نیاز نظیر بور تهیه گردید.

بالامورگان و همکاران (۲۰۱۴) نسبت به ارزیابی آلودگی خاک در منطقه پامال هندوستان با استفاده از GIS اقدام نمودند در این مطالعه به منظور ارزیابی سطح آلودگی ناشی از پسابهای بیش از ۱۴۵ واحد صنعتی، نمونه های خاک در ۳۳ نقطه و در ۳ عمق جمع آوری و نسبت به آنالیز خصوصیات

شیمیایی نمونه های اخذ شده اقدام گردید. سپس با استفاده از تجزیه وتحلیل داده های شیمیایی توسط تکنیک های مختلف میان یابی نسبت به تهیه نقشه پیوسته آلودگی خاکهای منطقه اقدام نمودند. در این مطالعه با استفاده از روش اعتبار سنجی بر روی متد های مختلف میان یابی، روش وزن عکس فاصله ها (IDW)، بهترین روش میان یابی برای کلیه پارامترهای شیمیایی مورد بررسی تشخیص داده شد. نتایج حاکی از آن بود که مقادیر غیر طبیعی از TDS و کروم موجود در خاک، منطقه را غیر قابل استفاده برای سکونت و کشت نموده است. و هدایت الکتریکی، pH و مواد آلی در خاکهای منطقه تحقیق بیش از مقادیر مجاز بوده اند.

۲-۵-۲- مطالعات صورت گرفته در داخل کشور

در سیستم های کشاورزی فعلی ایران که بر پایه تکنیک های سنتی استوار است، مدیریت مزرعه به صورت یکنواخت انجام می شود. در مقایسه در سیستم های کشاورزی مدرن، مدیریت مزرعه با نرخ متغیر و متناسب با خصوصیات خاک و به طور ویژه مکانی صورت می گیرد که روش منطقی برای تولید کشاورزی و در عین حال حفظ محیط زیست می باشد (گوپتا، ۱۹۹۷).

در سال های اخیر در ایران نیز این روش درکارهای تحقیقاتی وارد شده است. محمدی و چیت ساز(۱۳۸۱) با استفاده از تخمین گرهای زمین آماری و با کمک گرفتن از اطلاعات رقومی سنجیده GIS به عنوان متغیر ثانویه تغییرات مکانی برخی خصوصیات خاک سطحی شامل هدایت الکتریکی، در صد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و در صد آهک را با روشهای مختلف برآورد آماری شامل نتایج حاصل از تخمین کوکریجینگ، کریجینگ و رگرسیون خطی بررسی نموده است. نتایج نشان داد که تخمین گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده، روش کریجینگ به عنوان روش برتر برآورد داده های مکانی پارامترهای خاک معرفی شده است. همین محقق در پیش بینی مکانی شوری خاک سطحی و تغییر پذیری مقدار آب خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک و خطر شوری خاک از روش کریجینگ استفاده نموده است و به این نتیجه رسیده که نتایج حاصل از برآورد به روش کریجینگ با واقعیت های منطقه مطابقت بیشتری دارد. امینی (۱۳۸۲) با ارزیابی آلودگی خاکهای منطقه اصفهان نقشه پهنه بندی آلودگی خاکهای این منطقه را تهیه نمودند.

سکوتی اسکویی و همکاران (۱۳۸۴) ساختار مکانی برخی از خصوصیات خاک شامل درصد آهک وشن و رطوبت اشباع خاک که در حاصلخیزی خاک موثر هستند را در بخش جنوبی دشت ارومیه درسطحی معادل ۳۶۶۹۰ هکتار مورد بررسی قراردادند. برای بررسی خصوصیات خاکی مذکور در نقاط نمونه برداری نشده از روش های کریجینگ، میانگین متحرک وزنی و کوکریجینگ در محیط

GISاستفاده نمودند. برای مقایسه کارایی تخمین گرهای مکانی و انتخاب روش مناسب میان یابی، روش ارزیابی متقابل و متغیر های آماری MAE و MBE را بکار گرفتند و پس از انتخاب روش مناسب میان یابی برای برآورد خصوصیات خاکی مورد بررسی، نقشه های پراکنش مکانی متغیرها را تهیه نمودند و گزارش نمودند که روش کریجینگ بالاترین دقت را در برآورد شاخصهای خاک دارد. شهبازی و همکاران (۱۳۸۴) توزیع مکانی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک های استان گلستان را مطالعه و نقشه پهنه بندی فسفر, پتاسیم، کربن الی و هدایت الکتریکی را تهیه نمودند. نادری (۱۳۸۴) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاری نقشه پهنه بندی خطر شوری را برای جنوب شرقی اصفهان تهیه و گزارش نمود که عمق آب زیرزمینی و عمق لایه غیر قابل نفوذ عمده ترین نقش را در شوری این اراضی ایفا می کند. صادقی وروشنی(۱۳۸۶) بانک اطلاعات مکاندار حاصلخیزی خاک را دراستان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه کردند.بنی نعمه و مومنی، (۱۳۹۰) نسبت به تهیه نقشه حاصلخیزی خاکهای شور ومانداب اراضی تحت کشت آبی در سطحی معادل ۲۰۰۰ هکتار با اعمال تکنیکهای زمین آمار و GIS در استان خوزستان اقدام نمودند. در این تحقیق با استفاده از نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ و توسط دستگاه مکان یاب ماهواره ای اقدام به تهیه نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰ سانتی متری خاک و به فواصل ۳۵۰ متری بنحوی که هر نمونه خاک بیانگر ۱۲/۲۵ هکتار باشد، نمودند. پس از تشکیل بانک اطلاعات مکاندار از نمونه های برداشت شده و درج نتایج آزمایشگاهی در پان اقدام به تجزیه وتحلیل و بررسی های آماری و توسط نرم افزار های پهنه بندی اقدام به تهیه نقشه حاصلخیزی خاک نمودند. در این تحقیق میان یابی داده ها به روش کریجینگ از همبستگی مکانی برخوردار نبوده و روش وزن دهی عکس فاصله جهت میان یابی داده ها مورد استفاده قرار گرفت. و پهنه بندی شوری، عناصر غذایی اصلی و کم مصرف با استفاده از روش فوق تهیه نمودند. بر اساس نتایج حاصله خاکهای منطقه دارای آهک بالا و فقیر از مواد آلی گزارش گردید.

وحیدی و همکاران، (۱۳۹۰) ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک های شهرستان اهر را به منظور توصیه الگوی کشت مناسب، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه نمودند. در این مطالعه ۸۰۰ نمونه از نقاط مختلف منطقه تهیه و متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک از جمله ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، بور و برخی خصوصیات فیزیکی وشیمیایی شامل درصد شن، سیلت، رس، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، اشباع رطوبتی، مقادیر pH وEC را با روشهای استاندارد اندازه گیری نمودند و با توجه به نتایج به دست آمده از طریق میان یابی متغیرها در نرم افزار Arc GIS10،وضعیت حاصلخیزی خاکهای منطقه را مورد ارزیابی قراردادند. نتایج حاصله حاکی از آن بود که به منظور دستیابی به بهره وری مطلوب از اراضی، ارائه توصیه کودی مناسب برای مناطقی از اراضی مورد مطالعه که دارای کمبود هستند ضروری می باشد. استفاده از GIS در این تحقیق سبب افزایش دقت، سرعت وسهولت دستیابی مکانی گردید و بطور کلی نتایج حاکی از آن بود که در صورت مدیریت صحیح کود، خاکهای منطقه مورد مطالعه از پتانسیل بالایی برای کشت محصولات مختلف برخوردار می باشند. با توجه به بررسی های 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 بهره وری و کیفیت محصول و داشتن کشاورزی پایدار عنوان گردید. یزدانی نژاد و ترابی گل سفیدی، (۱۳۹۲) در سطحی معادل ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی جنوب تهران، نسبت به بررسی تغییرات مکانی و پهنه بندی شوری اراضی فوق، با استفاده از کریجینگ و GIS اقدام نمودند. تا ضمن تهیه نقشه شوری خاک و شناسایی نواحی شور وغیر شور بتوان برای مدیریت وانتخاب نوع محصول تصمیم گرفت. به منظور تهیه نقشه شوری خاک بصورت شبکه منظم ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر از ۱۹۶ نقطه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک نمونه برداری انجام دادند و پس از اندازه گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و تجزیه وتحلیل داده ها، نسبت به تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و روش درون یابی کریجینگ اقدامنمودند.. بهترین مدل برازش شده در این تحقیق

مدل نمایی گزارش گردید ومطالعات نشان داد که خاکهای منطقه به علت تفاوت در عمق آب زیرزمینی، پستی و بلندی اراضی واستفاده از آب با کیفیت نامناسب چاههای کم عمق و رودخانه و فاضلاب جهت آبیاری مزارع تحت تاثیر شوری است. جلالی و همکاران، (۱۳۹۲) نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی برخی از عناصر غذایی در شرق استان مازندران، با مقایسه روشهای زمین آمار و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام نمودند. در این تحقیق ۱۸۸ نمونه خاک سطحی از شرق استان مازندران جمع آوری و متغیرهای کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و مس اندازه گیری شد. با استفاده از روشهای درون یابی کریجینگ معمولی، وزن دهی عکس فاصله(IDW) و اسپیلاین (RBF) با استفاده از نرم افزار ArcGIS درون یابی انجام و میزان دقت نقشه پراکنش این متغیرها به کمک معیارهای آماری دقت (MAE)، انحراف (MBE) و ریشه میانگین مربعات خطا(RMSE) محاسبه نمودند. و نتیجه گرفتند که برای متغیرهای کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و مس به ترتیب OK, OK، OK،RBF, IDW و OK بهترین روشهای میان یابی می باشند. آنان در این تحقیق نتیجه گرفتند که فاصله نمونه برداری انتخاب شده به غیر از متغیرهای آهن و مس در مورد سایر متغیرها به خوبی توانست ساختار مکانی را نشان دهد و اعلام کردند که اگر فاصله نمونه برداری درست باشد وتعداد نمونه کافی باشد روش کریجینگ در مورد متغیرهای خاک، روش مناسب تری می باشد. همچنین در این تحقیق روش اسپیلاین در مقایسه با دو روش دیگر نتوانست تخمین بهتری دهد و به نظر می رسد در مورد متغیرهای خاک نتایج خوبی نمی دهد. آنان همچنین اعلام کردند که نتایج تحقیق آنان تنها در منطقه مورد مطالعه قابل استفاده بوده و قابل تعمیم به سایر مناطق نبوده و نیاز است برای هر منطقه پراکنش مکانی متغیرهای خاک مورد بررسی قرار گیرد.

روشنی(۱۳۹۲) نقشه رقومی حاصلخیزی خاک را برای مراکز خدمات کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان با هدف تهیه نقشه رقومی عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز و همچنین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مهم خاک جهت بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در برنامه

عملیاتی الگوی کاشت انجام داد.در مطالعه فوق از جمع بندی فعالیتهای انجام شده برروی نتایج طرحهای تحقیقاتی اجرا شده جهت تعیین پراکنش جغرافیایی عناصر غذایی در اراضی زیرکشت گندم آبی و دیم در استان گلستان استفاده گردید و عنوان نمود که نقشه های حاصلخیزی خاک مبنای توصیه های کودی، پایش تغییرات تغذیه ای و یکی از ابزارهای مهم برای پیش بینی، کمبود یا سمیت عناصر غذایی در خاک می باشند.

در مطالعات خاکشناسی اساس تفکیک سری های خاک، مشخصات پروفیل های شاهد منطقه می باشد. این مشخصات معمولا شامل یک سری آنالیزهای شیمیایی محدود و معین می باشد. بنابراین داده های موجود نمی تواند جوابگوی نیازهای رویشی گیاه باشد. به ویژه در سبستم کشاورزی دقیق هم نوع داده های مورد نیاز و هم انبوهی نقاط نمونه برداری از خاک ایجاب می کند که نقشه های حاصلخیزی خاک تهیه شوند و درآنها اطلاعات مربوط به مقدار و پراکنش مکانی عناصر ثانویه و عناصر کم مصرف مورد استفاده گیاه تعیین شود (روشنی، ۱۳۹۲).

۲-۶- ارجحیت استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه های حاصلخیزی خاک

نقشه حاصلخیزی خاک وضعیت ذخیره خاک را از نظر عناصر غذایی وبه عبارتی توان خاکرا در برآوردن نیازهای گیاهان مشخص خواهدنمود. لازمه یک سیستم کشاورزی پایدار ایجاد بانک اطلاعاتی از وضعیت خاکهای منطقه است.

جمع آوری داده ها برای تهیه نقشه مورد نیاز کشاورزی دقیق بسیارگران تمام می شود. چون تهیه داده ها هم گران و هم مشکل است. توسعه تکنیکهای مدرن نظیر ژئواستاتیستیک این مشکل را تا حدودی حل کرده است و می توان با جمع آوری داده های کمتر نقشه های با دقت منطقی تهیه نمود (نصرت پور، ۱۳۹۰).

برای نخستین بار در اواسط دهه‌ی ۱۹۶۰ در ایالات متحده کار بر روی اولین سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی آغاز شد. در این سامانه، عکس‌های هوایی، اطلاعات کشاورزی، جنگل‌داری، خاک،

زمین‌شناسی و نقشه‌های مربوطه مورد استفاده قرار گرفتند. در دهه‌ی ۱۹۷۰ با پیشرفت علم و امکان دسترسی به فناوری‌های رایانه‌ای و فناوری‌های لازم برای کار با داده‌های مکانی، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی یاGIS، برای فراهم آوردن قدرت تجزیه و تحلیل حجم‌های بزرگ داده‌های جغرافیایی شکل گرفت. در دهه‌های اخیر به سبب گسترش فناوری‌های رایانه‌ای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، امکان نگهداری بروز داده‌های زمین - مرجع و نیز امکان ترکیب مجموعه داده‌های مختلف را به طور مؤثر فراهم ساخته‌اند. امروزه GIS برای تحقیق و بررسی‌های علمی، مدیریت منابع و ذخایر و همچنین برنامه‌ریزی‌هایِ توسعه‌ای به کار گرفته می‌شود.

نرم افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی این امکان را فراهم آورده اند تا با استفاده از روشهای زمین آمار، تهیه نقشه های همسان به شکلی آسانتر ومطلوب تر از روشهای دستی ممکن شود. سامانه اطلاعات جغرافیایی قادر به ذخیره و تجزیه داده ها است. داده های ذخیره شده در این سامانه با صرف وقت وهزینه های اندک از جنبه های گوناگون ارزیابی و جمع بندی می شوند. این داده ها به سهولت به هنگام شده ومجددا در اشکال متنوع به نمایش در می آیند و نیز می توان بارها آنها را در قالب نقشه هایی با مقیاس مناسب و دلخواه ارایه نمود. سامانه اطلاعات جغرافیایی، عبارت است از یک نظام منسجم از سخت افزار و داده ها که امکان می دهد داده های وارد شده به رایانه، ذخیره، تجزیه وتحلیل، انتقال، ارزیابی و بازیابی شده و به صورت اطلاعات نقشه ای، جدولی و مدلی از پهنه های جغرافیایی منتشر شوند (روشنی، ۱۳۹۲).

سامانه اطلاعات جغرافیایی یک فن یا ماشین ابزاری است که میتوان از آن در شناسایی داده (نقشه سازی موضوعی)، تجزیه وتحلیل، تفسیر و جمع بندی داده ها، ارزیابی توان اکولوژیکی و نیاز اقتصادی اجتماعی برای استفاده انسان از سرزمین، تغییرات محیط زیست، شناخت تخریب ها، ضایعات و آلودگی ها و از همه مهمتر برنامه ریزی منطقه ای یا محیط زیست از آن بهره جست. حجم زیاد داده وکاربردهای روز افزون آنها در نظام های مرتبط با زمین، نظیر منابع طبیعی، محیط زیست، خاک وزمین شناسی و .... از یک سو وماهیت پویایی و تغییر پذیری آنها در بعضی نظام ها ازجمله منابع

طبیعی و محیط زیست از سویی دیگر، ضرورت استفاده از ابزارهای کمکی الکترونیکی و روش های نوین را مطرح ساخته اند.

سامانه اطلاعات جغرافیایی یک سامانه رایانه ای متشکل از سخت افزار، نرم افزار، داده و کاربر است که قادر می باشد داده های مکاندار را به طور رقومی کسب، نگهداری، بازیابی، مدلسازی و تجزیه وتحلیل نموده و به طور متنی و گرافیکی ارایه نماید. در تعریف فوق بر ویژگی این چنین سامانه ها یعنی پرداختن به داده های مکاندار تاکید شده است ایجاد وبکارگیری سامانه های اطلاعات جغرافیایی منجر به بروز تغییرات و جهش های عظیمی در بسیاری از زمینه ها نظیر محیط زیست، آمایش سرزمین وجنگلداری شد. GIS موجب تغییر زمینه های سنتی و کلاسیک فعالیت ها و راهکارهای مسائل پیچیده و مفصل گردید (روشنی،۱۳۹۲).

در استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی درتهیه نقشه های حاصلخیزی خاک قادرخواهیم بود با استفاده از متد پهنه بندی و با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده نسبت به برآوردمقادیر در نقاطی که فاقد نمونه هستند اقدام و اطلاعات نقطه ای را به اطلاعات سطحی تبدیل نماییم. در نتیجه نقشه های تهیه شده علاوه بر کاربرد ساده آن دارای اطلاعات بسیار ذیقیمت خواهد بود که به مدیریت بهینه اراضی بویژه جنبه حاصلخیزی خاک کمک شایانی خواهد نمود.استفاده از امکانات سامانه اطلاعات جغرافیایی و نقشه ها، امکان تلفیق و ادغام لایه های اطلاعاتی را برای دقیق کردن مطالعات وبهینه سازی توصیه ومصرف کود در ابعاد دقیق تر فراهم نموده است(میلر، ۲۰۰۸).

۲-۶- جمع بندی

با توجه به مطالعات و تحقیقات انجام شده، در مطالعه حاضر نیز به منظور ارزیابی حاصلخیزی خاکهای منطقه مورد مطالعه،متغیرهای موثردرحاصلخیزی، شامل عناصر غذایی ازت کل، فسفرمحلول و قابل جذب، پتاسیم قابل جذب ونیز خصوصیات فیزیکی وشیمیایی شامل درصد شن،سیلت،رسو کربن آلی پس از نمونه برداری از نقاط مختلف، در آزمایشگاه با روشهای استانداردراندازه گیری می گردد.پس از تجزیه وتحلیل نتایج بدست آمده ازآنالیز نمونه های خاک اخذ شده،به منظور برآورد مقادیر نقاط مجهول متغیرهای اندازه گیری شده، نسبت بهاستفاده از روش های مختلف میان یابی با استفادهاز قابلیت های نرم افزار GISArcاقدام و پس از انتخاب مناسب ترین روش میان یابی برای هر یک از متغیرها، نقشه پراکنش سطحی متغیر های موثر در حاصلخیزی خاک محدوده مورد مطالعه تهیه ودر نهایت وضعیت حاصلخیزی خاکهای منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

فصل سوم

مواد و روشها

۳-۱- مقدمه

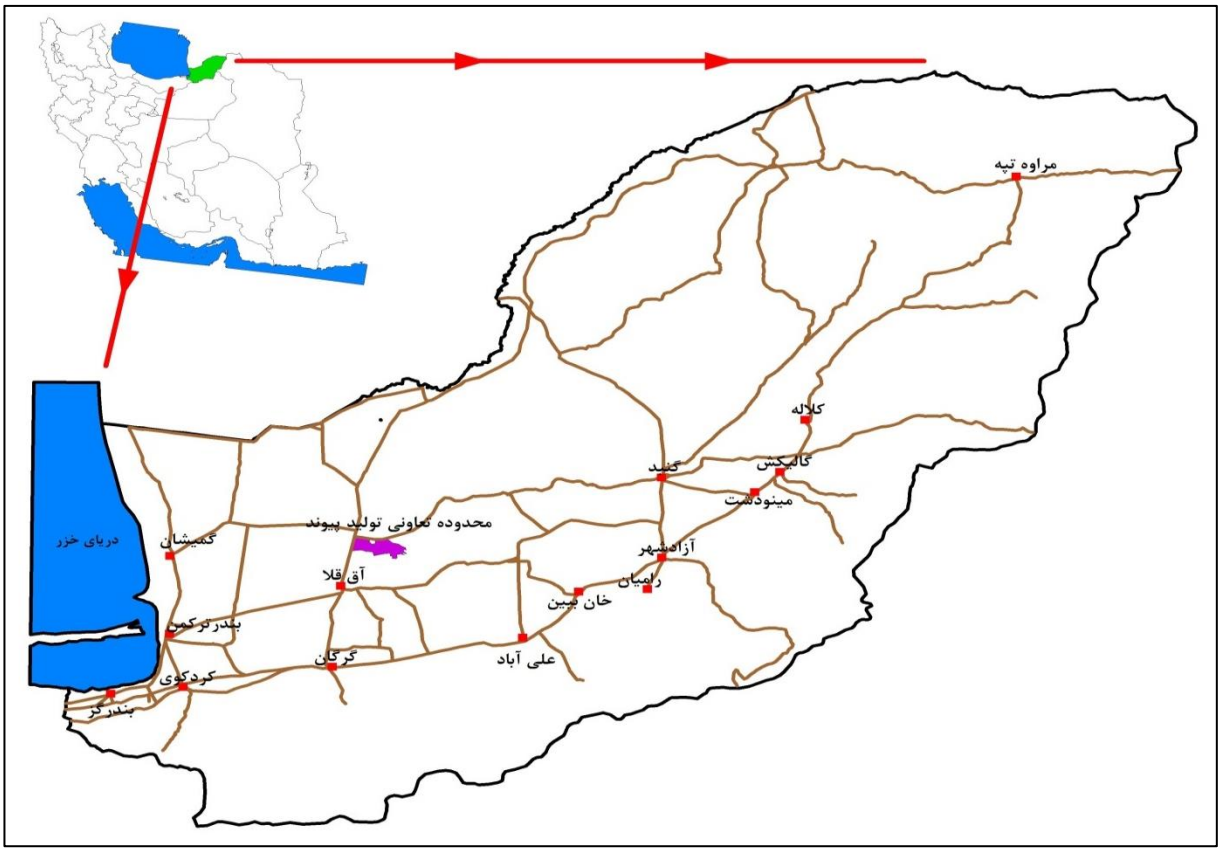
در این فصل ابتدا ضمن تشریح مشخصات عمومی محدوده مورد مطالعه شامل موقعیت جغرافیایی، وضعیت کشاورزی منطقه از لحاظ ترکیب کشت، میزان تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح به تفکیک اراضی آبی و دیم، منابع تامین کننده آب منطقه میزان بارندگی در طی سالهای اخیر و وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی اجرا شده در محدوده طرح بررسی گردید. در ادامه با توجه به متدولوژی و روش انجام کار قید شده در فصل اول پایان نامه نسبت به انجام مراحل تهیه نقشه پراکنش سطحی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک منطقه به شرح زیر اقدام گردید.

۳-۲- مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه

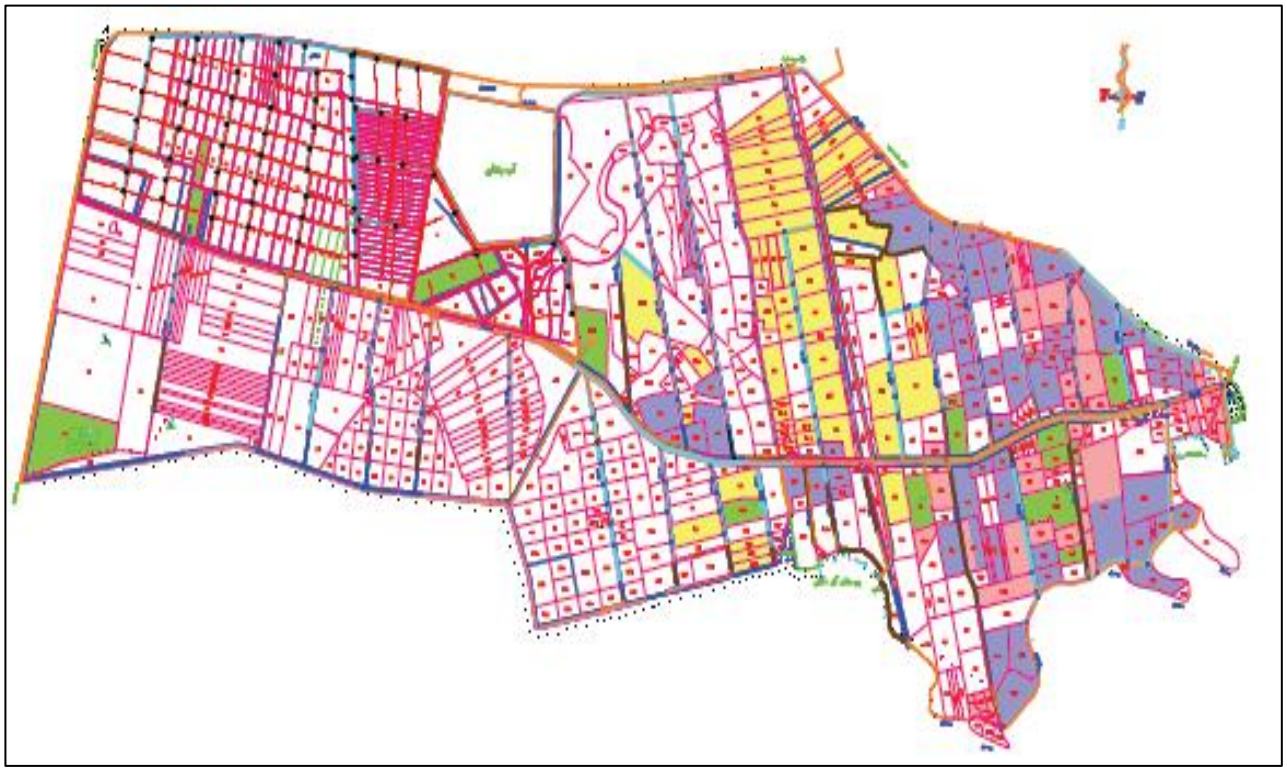
۳-۲-۱- موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در ۵ کیلومتری شمال شهرستان آق قلا و در مجاورت اراضی شرکت سهامی مزرعه نمونه می باشد. این محدوده به مساحت ۳۱۲۲ هکتار جزو اراضی شرکت تعاونی تولید روستایی پیوند (تازه آباد) بوده که از نظر موقعیت جغرافیایی، محدوده مطالعاتی در بین طول های جغرافیایی ٥٤ درجه و ۲۸ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ٥٤ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۲ ثانیه و عرض های جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤ دقیقه و ۱۸ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه و ١٤ ثانیه واقع گردیده است.موقعیت محدوده مورد مطالعه در Google Earth و در استان گلستان به ترتیب در شکلهای ۳-۱و ۳-۲ نشان داده شده است. همچنین نقشه کاداستر محدوده مورد مطالعه که نشانگر وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی محدوده طرح، وضعیت تفکیک قطعات زراعی و موقعیت و مشخصات جاده های دسترسی و آب بندان محدوده طرح می باشد در شکل ۳-۳ آورده شده است.

شکل ۳- ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در GoogleEarth



شکل ۳-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان گلستان



شکل ۳-۳ نقشه کاداستر محدوده مورد مطالعه

۳-۲-۲- وضعیت کشاورزی در محدوده مورد مطالعه

نحوه بهره برداری از منابع و کیفیت و کمیت این منابع، فعالیتهای زراعی را تحت تاثیر قرار می دهد. گندم و جو ترکیب کشت اصلی محدوده مورد مطالعه بوده و ترکیب نباتات زراعی و سطوح زیر کشت هر یک از محصولات در منطقه مورد مطالعه در طی ۴ سال زراعی گذشته به شرح جدول ۳-۱ می باشد.محدودیت های مربوط به منابع آب بخصوص در فصول خشک کشت تابستانه را محدود نموده پنبه و آفتابگردان از جمله کشت های مرسوم تابستانه منطقه می باشد. در سطح محدودی نیز با توجه به وضعیت منابع آب هندوانه ، ذرت و برنج نیز کشت می گردد.

جدول ۳-۱ - سطح زیر کشت (هکتار)محصولات مختلف در سال های زراعی ۹۱-۹۰، ۹۲-۹۱ و ۹۳-۹۲

محصول	سال زراعی ۹۱-۹۰		سال زراعی۹۲-۹۱		سال زراعی ۹۳-۹۲	
	سطح کشت (هکتار)	نسبت کشت (درصد)	سطح کشت (هکتار)	نسبت کشت (درصد)	سطح کشت (هکتار)	نسبت کشت (درصد)
گندم	۱۴۳۳	۴۸/۲	۷۶۳	۲۶/۰۴	۱۶۰۴	۵۴/۷۶
جو	۸۹۲	۳۰	۱۷۵۲	۵۹/۸	۱۱۳۹	۳۸/۲۴
کلزا	۱۲۳	۴/۱	۲۶۶	۹/۰۸	۹۳/۴۴	۳/۴
حبوبات و سبزیجات	۰	۰	۱۳	۰/۴۴	۸	۰/۳
آیش	۱۱۸	۴	۱۳۵	۴/۶	۸۵	۳/۳
ماندابی	۴۰۷	۱۳/۷	۰	۰	۰	۰
جمع	**۲۹۷۲**	**۱۰۰**	**۲۹۲۹**	۱۰۰	**۲۹۲۹**	**۱۰۰**

مقایسه میانگین عملکرد (تن در هکتار) محصولات زراعی مختلف در دوره آماری ۵ ساله نشان می دهد که عملکرد گندم آبی بین ۲/۷ تا ۳/۰۲ ، جو آبی ۲/۰۵ تا ۴/۲ و کلزا آبی از ۱/۴ تا ۱/۹ تن در هکتاربوده است. تغییرات عملکرد گندم و جو دیم در طی ۵ سال آماری تابع میزان بارندگی سالیانه بوده بطوریکه گندم دیم از ۱/۱ تن درسالهای کم باران تا ۲/۸۷ تن در سالهای پرباران و همچنین جو دیم از یک تن در هکتار در سالهای کم باران تا ۳/۱۲ تن در سالهای پرباران تغییر کرده است. جدول

۳-۲ میانگین عملکرد (تن در هکتار) محصولات عمده زراعی را در محدوده مورد مطالعه در سالهای زراعی ۸۹-۱۳۸۸ تا ۹۳-۱۳۹۲ را نشان می دهد

جدول ۳-۲- میانگین عملکرد (تن در هکتار) گندم و جو در کشت آبی و دیم

سال زراعی	گندم		جو		کلزا
	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی
۱۳۹۲-۹۳	۲/۷	۱/۱	۲/۰۵	۱	۱/۹
۱۳۹۱-۹۲	۳/۰۲	۲/۸۷	۲/۱۱	۱/۹۷	۱/۴
۱۳۹۰-۹۱	۳/۰۲	۲/۲۴	۴/۲۰	۳/۱۲	۱/۶
۱۳۸۹-۹۰	۲/۸۰	۱/۱۲	۲/۷۹	۱/۱۵	۱/۵
۱۳۸۸-۸۹	۲/۹۷	۲/۵۱	۲/۲۱	۱	۱/۵۸

جدول ۳-۳ عملکرد گندم و جو آبی و دیم را در محدوده مورد مطالعه در سال های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ را در مقایسه با میانگین عملکرد شهرستان اق قلا و میانگین استان گلستان نشان می دهد.

جدول ۳-۳- مقایسه عملکرد گندم و جو (تن در هکتار) منطقه پروژه با شهرستان و استان گلستان

عملکرد	سال زراعی	گندم		جـــو	
		آبی	دیم	آبی	دیم
منطقه پروژه	۱۳۹۱-۹۲	۳/۰۲	۲/۸۷	۲/۱۱	۱/۹۷
	۱۳۹۲-۹۳	۲/۷	۱/۱	۲/۰۵	۱
شهرستان آق قلا	۱۳۹۱-۹۲	۳/۸	۱/۹	۳/۶	۱/۷
	۱۳۹۲-۹۳	۲/۲	۰/۹۳	۲/۱	۰/۹
استان گلستان	۱۳۹۱-۹۲	۳/۵۷	۲/۵۶	۳/۳۸	۱/۹۴
	۱۳۹۲-۹۳*	۲/۶	۱/۳	۲/۳	۱/۲

۳-۲-۳- وضعیت منابع آب محدوده مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه قسمتی از حوزه وسیع آبریز گرگانرود است. این رودخانه از ارتفاعات و دامنه های شمالی البرز سرچشمه گرفته و پس از ورود به دشت گرگان مسیر شرقی غربی را طی نموده و سر انجام به دریای خزر تخلیه می گردد. رودخانه گرگانرود منبع اصلی تامین آب اراضی زراعی را درمنطقه مورد مطالعه دارد.

آب مورد نیاز اراضی محدوده مورد مطالعه، از طریق ایستگاه پمپاژ مستقر بر روی رودخانه گرگانرود در ضلع جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه تامین می گردد. که در سال ۱۳۷۶ با ظرفیت اسمی ۲۴۰۰ لیتر در ثانیه احداث گردیده است. مجوز برداشت از آب بهنگام رودخانه گرگانرود در سال ۷۶ دو میلیون متر مکعب برای ۷۰۰ هکتار بوده که در سال ۱۳۹۲ به ۶ میلیون متر مکعب برای ۳۰۰۰ هکتار افزایش یافته است. شبکه آبیاری و زهکشی محدوده طرح طی سالهای ۹۲- ۱۳۷۶ با سطح پوشش ۲۵۰۰ هکتار احداث گردیده است که شامل ۳ رشته کانال اصلی مجموعا بطول ۲۳/۴ کیلومتر ، ۲۷ رشته کانال درجه دو مجموعا بطول ۴۰ کیلومتر و جاده سرویس کانالها بطول ۴۵ کیلومتر می باشد. همچنین در ضلع شمالی محدوده مورد مطالعه آبندانی با ظرفیت ۲ میلیون متر مکعب در سال ۸۴ احداث گردیده است. شرکت تعاونی روستایی پیوند تازه آباد در حال حاضر ۸ روستای محدوده طرح را تحت پوشش قرار می دهد.

بر اساس آمار بارندگی استخراج شده از ایستگاه هواشناسی واقع در محوطه دفتر تعاونی پیوند مجموع میزان بارش از مهرماه سال ۹۲ تا اردیبهشت ماه سال ۹۳ معادل ۲۰۴/۲ میلیمتر می‌باشد که در مقایسه با سال قبل تقریباً ۹۰ میلیمتر(حدود ۳۳ درصد) کاهش داشته است. جدول شماره۳-۴ میزان بارندگی در سال زراعی ۹۲-۹۱ و مقایسه آن با سال زراعی۹۳-۹۲ (از مهر تا فروردین) را نشان میدهد.

بر اساس این جدول پر بارش ترین ماه در ۷ ماهه سال آبی ۹۳-۹۲، آذر ماه و کمترین مقدار بارش در دی و بهمن ماه اتفاق افتاده بود. در حالی که در سال آبی قبل بیشترین میزان بارندگی در بهمن ماه و کمترین در فروردین ماه اتفاق افتاده بود. وضعیت در سال زراعی ۹۲-۹۱ از نظر توزیع یا پراکنش بارندگی ها از ماه مهر تا فروردین مناسب بوده است. در سال زراعی مذکور بارندگی های مناسب قبلو بعد از کاشت محصول موجب موجب فراهم نمودن شرایط مناسبی برای کشت وکار گردیده و بجز اراضی در نظر گرفته شده برای کاشت پنبه، تقریباً همه اراضی کشت شد. در حالی که در سال زراعی ۹۳-۹۲ کمبود شدید بارش در دی ماه و سرمای هوا باعث گردید بوته های گندم که در مرحله یک یا دو برگی بوده اند، با کندی رشد مواجه شد.

شکل۳-۶ نمودار مقایسه ای میزان بارندگی (میلیمتر) درسالهای زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۲-۹۱ و ۹۳-۹۲را نشان می دهد.

جدول۳-۴ - میزان بارندگی در محدوده مورد مطالعه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی مستقر در دفتر شرکت تعاونی تولید روستایی پیوند

ماه	سال زراعی۹۱-۹۰		سال زراعی ۹۲-۹۱		سال زراعی ۹۳-۹۲	
	بارندگی	درصد	بارندگی	درصد	بارندگی	درصد
مهر	۱۲۰	۲۳	۳۱	۱۰/۶	۴۳/۷	۲۱/۷
آبان	۵۰	۱۰	۴۱/۵	۱۴/۲	۱۱	۵/۵
آذر	۳۰	۶	۵۱	۱۷/۵	۶۸/۸	۳۴/۲
دی	۶۵	۱۲	۴۸/۵	۱۶/۶	۶	۳
بهمن	۱۱۰	۲۱	۷۵	۲۵/۷	۴/۵	۲/۲
اسفند	۱۲۰	۲۳	۲۷/۵	۹/۴	۴۲	۲۰/۹
فروردین	۲۵	۵	۱۷	۵/۸	۲۵/۲	۱۲/۵
مجموع	۵۲۰	۱۰۰	۲۹۱/۵	۱۰۰	۲۰۱/۲	۱۰۰

۳-۳- آماده کردن نقشه های پایه وتعیین محلهای نمونه برداری

بمنظور انجام مطالعه حاضر از نقشه توپوگرافی و کاداستر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان در سال ۱۳۹۰، به عنوان نقشه پایه استفاده گردیده است (شکل ۳-۳). در نقشه مورد نظر مرز قطعات زراعی (کاداستر)، شبکه آبیاری و زهکشی موجود، شبکه راهها و کاربری اراضی و رقوم ارتفاعی بطور دقیق تهیه گردیده است. پس از تعیین منطقه مورد مطالعه، این محدوده توسط نرم افزار ArcGIS در سیستم مختصاتUTM رقومی گردید و در نتیجه آن اطلاعات محلی کد دار شده و طول و عرض جغرافیایی همه نقاط با استفاده از GPS و نقاط رفرنس تعیین گردید.

۳-۴-تعداد و موقعیت نقاط و عمق نمونه برداری

در طراحی روش نمونه برداری در کشاورزی دقیق لازم است حداقل از هر هکتار یک نمونه تهیه شود البته چنین انبوهی نمونه برداری از خاک برای اعمال کشاورزی دقیق پیشنهاد شده است که در آن مدیریت مزارع یا نرخ متغیر صورت می گیرد.

به منظور جانمائی نقاط نمونه برداری در عملیات میدانی در محدوده مورد مطالعه از نقشه توپوگرافی و کادستر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ موجود استفاده گردیده و سعی گردیده با توجه به وضعیت اراضی از نظر نوع کشت، انبوهی و تراکم کشت، وضعیت زهکشی، منابع آب، توپوگرافی و سایر فاکتورهای تاثیر گذار، سعی گردیده که نمونه های اخذ شده به عنوان پوشش کاملی از وضعیت مختلف اراضی باشد.و از سوی دیگر دقت لازم را در تهیه نقشه ها تامین نماید. بر این اساس با توجه به تعداد نمونه های اخذ شده و مساحت تحت پوشش اراضی کشاورزی محدوده مورد مطالعه بطور میانگین در هر ۴۰

هکتار یک نمونه تعیین گردید. پس از انتخاب نقاط نمونه برداری و مکان دار کردن آن در روی نقشه رقومی شده در اراضی محدوده مورد مطالعه با GPS موقعیت نقاط نمونه برداری تعیین گردید.

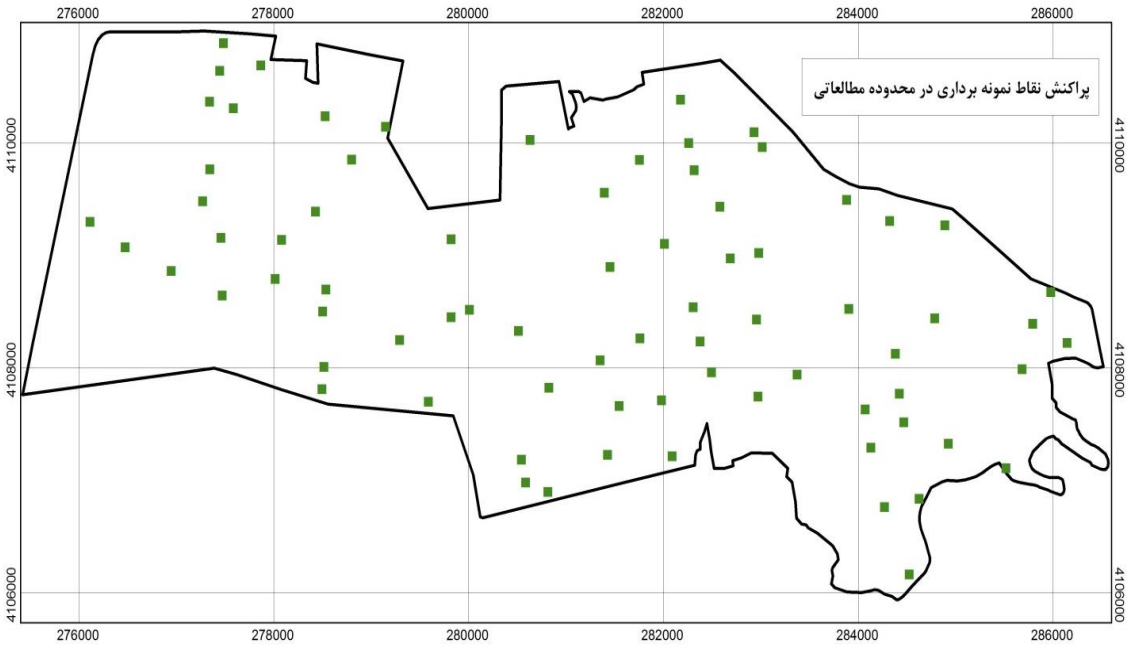
۳-۵- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها:

در محدوده مورد مطالعه تعداد ۷۶ نمونه مرکب تهیه گردید برای تعیین موقعیت محل نمونه برداری خاک از دستگاه مکان یاب جهانی (GPS) استفاده گردیده است. پس از تعیین محل دقیق نمونه برداری تعداد ۵ نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک زراعی جمع آوری (بصورت صلیبی ، یک نمونه از مرکز و چهار نمونه به فاصله ۱۰ متری از مرکز) اقدام و پس از مخلوط کردن آنها، برای هر نقطه یک نمونه مرکب به وزن تقریبی ۱ کیلوگرم تهیه گردید. پس از بسته بندی و بر چسب گذاری به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه ها از نقاطی تهیه شده اند تا نمونه مرکب حاصل بتواند به نحوه بهتری تغییرات مزرعه ای را نشان دهد.برای افزایش دقت کار وکنترل نتایج تجزیه های آزمایشگاهی،در محل تعدادی از نمونه ها دو نمونه خاک کاملا یکسان با دو شماره متفاوت تهیه شده و به آزمایشگاه تحویل گردید و نتایج مقایسه شد.

در این طرح متغیرهای خاکی موثر در حاصلخیزی و تولید کشاورزی که در عین حال تابع مدیریت هم هستند نیز اندازه گیری شدند. لذا به منظور تجزیه وتحلیل داده ها در مرحله ارائه نتایج و تهیه نقشه، برخی ویژگیهای محدوده نمونه برداری مانند منابع آبی، وضعیت آبگرفتگی، کشت قبل، در کارت تشریح ثبت گردید. با استفاده از این اطلاعات فرعی اما مهم قادر خواهیم بود تا نوسانات احتمالی اندازه گیری شده در برخی نتایج آزمایشگاهی را مورد تحلیل قرار داده ونسبت به اصلاح آن اقدام کنیم.

متغیر های اندازه گیری شده بر روی نمونه های اخذ شده از خاک های محدوده مورد مطالعه شامل اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی خاک، پتاسیم قابل جذب خاک، فسفر محلول و قابل جذب، ازت کل و بافت خاک شامل درصد سیلت، رس و شن می باشد.

با استفاده از مختصات تهیه شده از نقاط نمونه برداری شده، موقعیت نقاط با کمک قابلیت های نرم افزار GIS بر روی نقشه پایه مشخص و نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه تهیه گردید که در شکل شماره ۳-۸ نشان داده شده است.



نقشه شماره۳-۸- پراکنش نقاط نمونه برداری در محدوده مورد مطالعه

۳-۶- آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک

پس از آماده سازی نمونه ها در آزمایشگاه، آزمایش های زیر بر روی نمونه ها انجام گردیدند :

* اسیدیته گل اشباع : بوسیله قرائت دستگاه pHmeter (pH)

* قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با دستگاه هدایت سنج الکتریکی(EC meter) برحسب دسی زیمنس بر متر

* کربن آلی با روش(O.C (1934, Walkley & Black)) (میلی گرم در کیلوگرم خاک.

*فسفر قابل استفاده با روش السن و بکارگیری اسید اسکوربیک به عنوان ماده احیا کننده به طریق رنگ سنجی بر حسب ppm

*پتاسیم قابل استفاده به روش استات آمونیم بر حسب ppm

*بافت خاک : به روش هیدرومتر

۳-۷- آزمون داده های پرت[1] :

جهت بررسی صحت داده‌ها، آزمون داده های پرت بر روی نتایج بدست آمده از آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه های اخذ شده انجام شد.

داده های پرت، داده هایی هستند که مقادیر آنها دارای انحراف معنی‌داری نسبت به روند سایر داده ها باشند. بکار بردن داده های پرت در تجزیه و تحلیل های آماری سبب تغییرات فاحشی در نتایج میگردد. این مسئله بخصوص در مواردی که تعداد داده ها کم باشد، بیشتر محسوس خواهد بودروشی که کمیسیون منابع آب آمریکا (۱۹۸۱) برای بررسی داده های پرت بکار می برد شامل دوقسمت است.

1-Outliers

ابتدا چولگی داده ها محاسبه می شود. سه حالت ممکن است وجود داشته باشد.

الف- چولگی بیش از ۰/۴+ که در این صورت فقط داده ها با مقادیر زیاد آزمون می شوند.

ب- چولگی کمتر از ۰/۴- که در این صورت فقط داده ها با مقادیر کمتر آزمون می شوند.

ج- چولگی بین ۰/۴+ و ۰/۴- که در این صورت هر دو دسته داده ها آزمون می شوند.

چو (۱۹۸۸) رابطه (۲) را برای تعیین آستانه اعداد پرت بالا ارائه نموده است:

$$Y_H = \bar{Y} + K_n S_y \qquad (۲)$$

که در آن:

YH: آستانه بالایی اعداد پرت و به صورت لگاریتمی است.

$\bar{Y}$: میانگین لگاریتم داده ها

Kn: ضریبی است که بر اساس تعداد داده ها (n)از جدول چاو استخراج شده است. این ضریب بر اساس آزمون یک‌طرفه و برای توزیع نرمال با سطح معنی دار ۱۰٪ می باشد.

Sy: انحراف معیار لگاریتم داده ها

رابطه مشابه ای نیز برای تعیین حد آستانه پائین برای اعداد پرت به صورت رابطه (۳) توسط چو (۱۹۸۱) ارائه شده است

$$Y_L = \bar{Y} - K_n S_y \qquad (۳)$$

YL: آستانه پائین برای اعداد پرت و به صورت لگاریتمی و سایر موارد مانند رابطه می باشد.

بر اساس روش بالا آزمون اعداد پرت صورت گرفته و با توجه به آستانه‌های بالا و پائین برای نمونه ها، داده پرت مشخص می شود.

طبق آزمون انجام شده از میان نمونه های pH ۲ نمونه، از میان کربن آلی ۲ نمونه و از میان فسفر قابل جذب ۱ نمونه حذف گردید. ولیکن در میان داده های مربوط به هدایت الکتریکی و پتاسیم قابل جذب داده پرت وجود نداشته است. که نتایج آن در جدول ۳-۸ آورده شده است.

جدول ۳-۵- آزمون اعداد پرت نتایج نمونه های آزمایشگاهی متغیرهای مختلف

ردیف	شماره قطعه	چولگی	میانگین	انحراف معیار	تعداد داده ها	ضریبk	داده پرت بالا		داده پرت پایین	
							آستانه	داده پرت	آستانه	داده پرت
۱	هدایت الکتریکی	-۰/۱۹	۰/۹	۰/۳۱	۷۶	۲/۷۵۵	۱/۷۳	-	۰/۰۱	-
۲	اسیدیته گل اشباع	-۰/۵۸	۰/۹	۰/۰۱	۷۶	۲/۷۵۵	۰/۹۲	-	۰/۸۶	۰/۸۶و۰/۸۵
۳	کربن آلی	-۱/۵۵	-۰/۱	۰/۱۴	۷۶	۲/۷۵۵	۰/۳۴	-	-۰/۴۵	۱/۷ و۱/۵۲
۴	ازت کل	۱/۶۷	-۱/۱	۰/۲۱	۷۶	۲/۷۵۵	-۰/۴۶	۰/۰۰۴	-۱/۶۴	۰/۴۵
۵	فسفر قابل جذب (ppm)	۰/۳۹	۰/۸	۰/۲۸	۷۶	۲/۷۵۵	۱/۵۵	۱/۷۹	۰/۰۱	-
۶	پتاسیم قابل جذب (ppm)	-۰/۰۲	۲/۴	۰/۱۳	۷۶	۲/۷۵۵	۲/۸۱	-	۲/۰۸	-

۳-۸- روش کار در GIS

ضرورت طراحی و ایجاد سیستم اطلاعات مکانی، بر پایه بکارگیری توامان داده های مکان محور و اطلاعات توصیفی آنها می باشد. اساس کاربرد GIS داده ها و پارامترهای موجود در آن است که بواسطه وجود جنبه های مختلف فنی، مدیریتی، اجتماعی و اقتصادی از گسترش بسیار زیادی برخورداراست. GIS قادر است کلیه داده ها و اطلاعات مکانی وتوصیفی را در یک محیط کامپیوتری یکپارچه نموده و به صورت آسان در اختیار کاربران قراردهد.

در محیط های نرم افزاری GIS، امکان ایجاد لایه های مختلف اطلاعاتی شامل تصاویر، اعداد وارقام و متن نوشتاری فراهم می باشد و می توان بعد از ورود اطلاعات، برحسب نیاز، بخشی از اطلاعات را فراخواند. در GIS می توان بر حسب نیاز خود اطلاعات یک لایه یا اطلاعات لایه های مختلف را بطور همزمان مورد استفاده یا نقد و بررسی قرار داد.

GIS شامل مجموعه ای از ابزارهای مختلف ذخیره، بازیابی، تغییر شکل و نمایش داده های فضایی از دنیای واقعی برای دسته بندی مشخص و اهداف مورد نظر می باشد. اطلاعات بدست آمده از منابع

مختلف رقومی شده و در سیستم اطلاعات جغرافیایی ذخیره می گردند. پایگاه داده ایجاد شده برای اهداف مشخصی استفاده می گردد. GIS این امکان را می دهد تا ضمن بررسی داده های موجود نسبت به ایجاد داده های جدید اقدام و با استفاده از منطق ریاضی بین ویژگیها و پایگاه داده ها نسبت به ارائه مدل اقدام نماید.

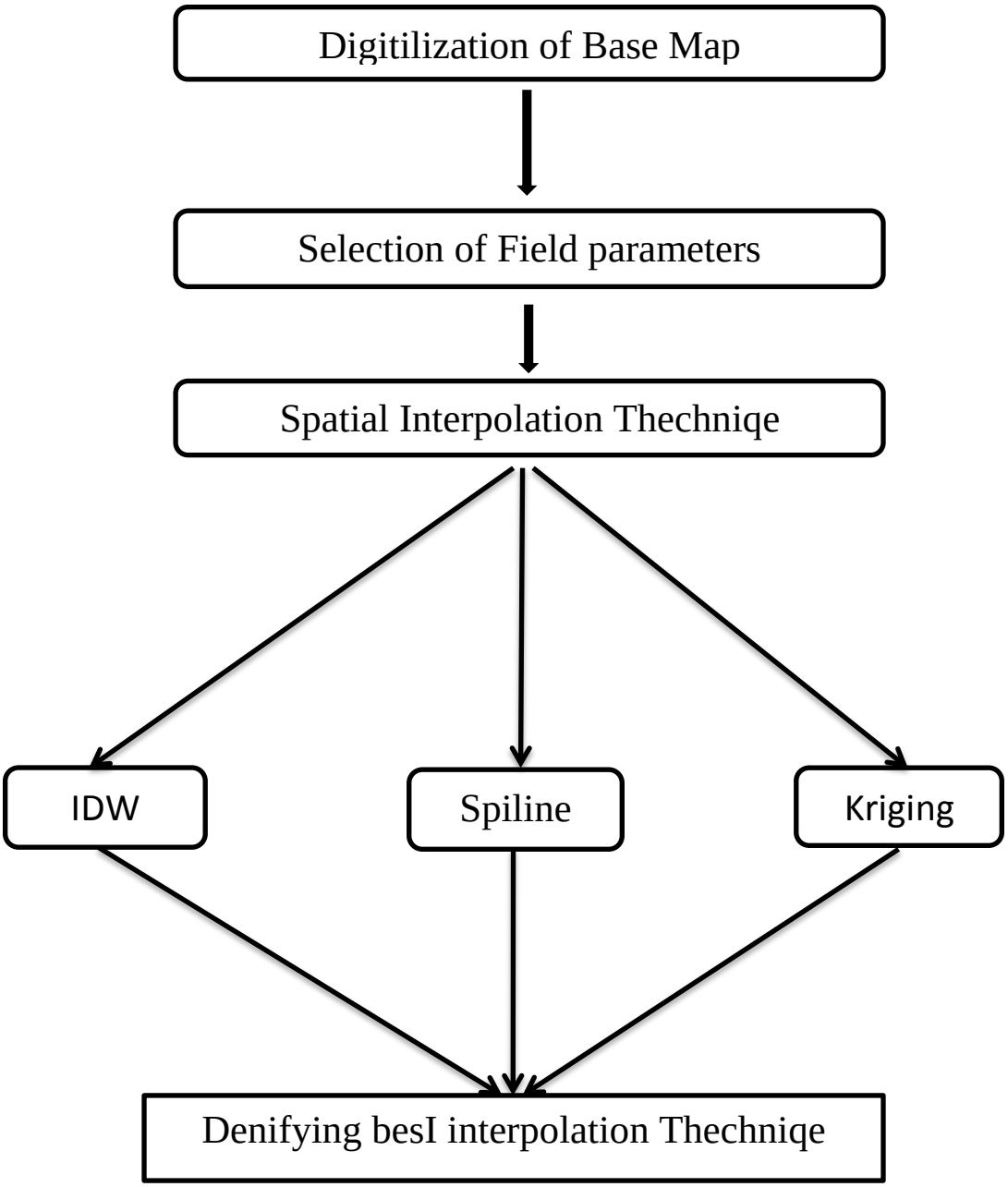
GIS پلی بین پایگاه داده های منابع و مدیریت است. با روی هم گذاری نقشه های موضوعی تک بعدی، تقابل ها ، تداخل ها و وابستگی های به هم پیچیده را بهتر می توان دیده و ارزیابی ونتیجه گیری نمود. حجم زیاد داده و کاربردهای روز افزون آنها در نظام های مرتبط با زمین، نظیر منابع طبیعی، محیط زیست، خاک، زمین شناسی و ....از یک سو وماهیت پویایی وتغییر پذیری آنها در بعضی از نظام ها از جمله منابع طبیعی و محیط زیست از سویی دیگر، ضرورت استفاده از ابزارهای کمکی الکترونیکی و روش های نوین را مطرح ساخته اند. ایجاد و بکار گیری سامانه های اطلاعات جغرافیایی منجر به بروز تغییرات وجهش های عظیمی در بسیاری ازمینه ها نظیر محیط زیست، آمایش سرزمین و جنگل داری شد. GIS موجب تغییر زمینه های سنتی و کلاسیک فعالیتها و راهکارهای مسائل پیچیده و مفصل گردید.

اداره تجزیه تحلیل توامان داده های هندسی و توصیفی، مشخصه بارز سامانه های اطلاعات جغرافیایی می باشد. داده های توصیفی که تشریحی و موضعی نیز نامیده می شوند، ارائه دهنده تمامی اجزای غیر هندسی نظیر نام (مالک، شهر)شماره (پارسل، خانه) انداز های کمی و کیفی (شوری خاک، حجم، تعداد و کیفیت درختان جنگل)، نوع (سنگ مادر و خاک) و خلاصه هر نوع مشخصه مرتبط با کاربرد نقشه می باشد.خروجی تولید نهایی یک تجزیه و تحلیل است. در پایان هر تجزیه وتحلیل باید تلاش گردد تا نتایج حاصله به بهترین شکل ممکن ارائه شوند. یک تجزیه تحلیل بدون ارائه یک خروجی مناسب عملا ناموفق قلمداد خواهد شد. اهمیت خروجی تا به آن حد می باشدکه حتی به عنوان گام نهایی در تجزیه وتحلیل شناخته می شود. خروجی GIS پل ارتباطی کاربران آن با دیگر

کاربران و متخصصان می باشد. تهیه یک خروجی با کیفیت مناسب در GIS وابسته به دو جزاصلی می باشد، فن آوری خروجی و طراحی خروجی. خروجی های نقشه ای عمدتا" از نوع نقشه های موضوعی نیز می باشند. نقشه خروجی GIS نقشه راه حل نیز نامیده می شود، چرا که نقشه خروجی حاصل از یک تجزیه تحلیل در GIS پاسخ به یک سئوال مشخص یا حاصل یک فرآیند تصمیم گیری می باشد.

گام اصلی در تهیه یک نقشه موضوعی به عنوان خروجی GIS ، طراحی نقشه می باشد. این طراحی شامل تعیین مقیاس مناسب، مشخص نمودن پدیده هایی که باید بر روی نقشه ظاهر شوند، انتخاب نشانه هاو پدیده های گرافیکی، جابجایی آنها بر روی نقشهبه منظور نشان دادن هرچه بهترپدیده های مهم و روابط مکانی آنهادر منطقه مورد مطالعه می باشد.تمامی پدیده هایی که بر روی چنین خروجی هایی آورده می شوندباید گویای مطلبی در رابطه با موضوع نقشه باشند و از درج پدیده های غیر ضروری بر روی نقشه باید اجتناب گردد.شکل ۳-۹ نمودار روش اجرای کار در GIS را برای تهیه نقشه حاصلخیزی خاک نشان می دهد.

پس از انتخاب و تهیه نقشه توپوگرافی منطقه تحقیق به عنوان نقشه های پایه برای مطالعات، نسبت به رقومی کردن نقشه اقدام می گردد. تفکیک و مرزبندی محدوده مطالعاتی از روی نقشه توپوگرافی به وسیله قابلیت های GIS و مشاهدات صحرایی انجام میگردد.در مرحله وارد کردن داده ها در محیط GIS تمام پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده در آزمایشگاه به عنوان ورودی به سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شده و ضمن تهیه نقشه نقاط نمونه برداری، نقشه توزیع مکانی برای هر یک از پارامترهای اندازه گیری شده نیز تهیه می شود و با توجه به ماهیت تغییر پذیری مکانی هر یک از داده ها توسط تکنیکهایمختلف درون یابی مدل فضایی توسعه آن مورد بررسی قرار می گیرد. و نقشه پراکنش سطحی هر یک از متغیرها در منطقه مورد مطالعه تهیه می گردد.



شکل ۳-۵- نموداروش اجرای کار در GIS برای تهیه نقشه حاصلخیزی خاک

۳-۹- تهیه نقشه متغیرهای مورد مطالعه :

پس از دریافت نتایج مربوط به تجزیه های آزمایشگاهی نمونه های خاک، برای هر یک از خصوصیات یا متغیرها، یک نقشه موضوعی نقطه ای ایجاد گردید. روش میانیابی بر اساس ماهیت داده ها و پس از بررسی همبستگی داده ها انتخاب شد. با تکنیکهای زمین آماری،هر لایه نقطه ای طبقه بندی گردید. در هر یک از این نقشه ها هر محیط بسته یا پلی گون نماینده سطحی از منطقه مطالعاتی با دامنه تعریف شده در راهنمای نقشه است.

۳-۱۰- نحوه انتخاب روش مناسب درون یابی:

بررسی های موجود نشان می دهد که نوع متغیر، روش مناسب زمین آماری را مشخص می کند. به عبارتی صرفنظر از خطای قابل قبولی که در طبیعت درون یابی است. در بسیاری از موارد میزان این خطا تا حدی بالا می رودکه به کلی صحت داده را مورد سئوال قرار می دهید. اصولا هر کمیتی مانند pH و EC از الگوی خاصی ناشی از رفتار طبیعت ایجاد کننده آن تبعیت می کند. بنابراین شکل تغییرات آن کمیت در بستر مکانی نیز مطابق با شیب مدل ایجاد کننده کمیت خواهد بود. از این روشناسایی مدل ایجاد کننده طبیعت کمیت برای تعیین پارامترهای مدل الزامی خواهد بود.بنابراین ضروری است که روشهای مختلف برای متغیر مورد نظر به نحوی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد و از بین آنها روش مناسب توصیه گردد.

برای ارزیابی تخمینگرهای استفاده شده با استفاده از قابلیت های نرم افزار GIS از تکنیک ارزیابی منقابل استفاده شد. در این روش برای کلیه نقاط مشاهده ای در هر مرحله یک نقطه مشاهده ای حذف و با استفاده از بقیه نقاط مشاهده ای آن نقطه برآورد می شود. معیارهای مختلفی برای ارزیابی کارایی روش های میان یابی وجود دارد که در این تحقیق از آماره های زیر اقدام به مقایسه ترجیحی روش های درون یابی گردید:

۳-۱۰-۱- میانگین انحراف خطا[1]:

$$MBE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(z^0(x_i) - z(x_i))$$

$z^0(x_i)$ مقدار تخمین زده شده

$z(x)$ مقدار اندازه گیری شده

مقدار MBE نشانگر میانگین انحراف است که می تواند مثبت یا منفی باشد. به عبارت دیگر مشخص می کند که مدل، متغیر مورد نظر را کم و یا زیاد برآورد می کند. از نظر تئوری هرگاه این دو مقدار برابر صفر شوند نمایانگر این مطلب است که دقت روش صد در صد بوده ومقدار تخمین زده شده یک کمیت دقیقا برابر مقدار واقعی آن می باشد(الکساندر وبالک،۱۹۹۹).

۳-۱۰-۲- میانگین قدر مطلق خطا[2]:

$$MAE=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|z^0(x_i) - z(x_i)|$$

مقدار MAE معرف خطاست که هر چقدر به صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده دقت بیشتر روش است مقدار این معیار همواره مثبت است. ایساک و سریواستاوا (۱۹۸۹) پیشنهاد کردند که MAE می تواند بعنوان معیاری که هردو ویژگی انحراف و دقت روش را در بردارد، برای مقایسه دقت روش ها بکار رود.

۳-۱۰-۳- ریشه میانگین مربعات خطا[3]:

$$RMSE= \frac{1}{2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(z^o(x_i) - z(x_i))^2}$$

سیسکا وهونگ (۱۹۹۹) روش خطای ریشه میانگین مربعات خطا را به عنوان معیاری برای ارزیابی خطا معرفی نمودندکه این معیار هرچه به صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده دقت بیشتر است.

1-Mean Bias Error 2-Mean Absolute Error 3- Root Mean Square Error

۳-۱۱- مدل مورد استفاده

برای ارزیابی و انتخاب مناسب ترین روش زمین آماری به منظور برآورد مقادیر متغیرهای مورد نظر، مقادیر دقت وانحراف این روش ها در مورد تک تک عناصر حاصلخیزی مورد بررسی قرار گرفتند.

برای ارزیابیروشها،با استفاده از شاخصMAEدقت فضایی روشهای مورد استفاده مورد ارزیابی قرار گرفته، سپس با استفاده از نتایج حاصله بهترین روش میان یابی انتخاب و نسبت به تهیه نقشه پهنه بندی مکانی عناصر حاصلخیزی خاک اقدام گردید.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- انتخاب روش مناسب میان یابی برای پیش بینی پارامترهای مورد مطالعه

همانگونه که در فصل سوم اشاره گردید در این تحقیق از نرم افزار GIS به منظور تهیه نقشه متغیر های موثر در حاصلخیزی خاک محدوده مورد مطالعه استفاده گردید. روشهای میان یابی مورد استفاده شامل روشهای وزن دهی عکس فاصله، اسپیلاین و کریجینگ معمولی با واریوگرام های دایره ای، نمایی، گوسن و کروی بود.

نتایج مقایسه روشهای مختلف میان یابی در جداول ۴- ۱ تا۴- ۵ ارائه گردیده است.

نتایج نشان می دهد که دقت مدل برای پیش بینی پارامتر کربن آلی، برای روشهای مختلف نسبتا خوب بوده است. بطوریکه مقدار MAE برای روش عکس فاصله ۰/۲۰۸ بوده ولی با تغییر روش به روش کریجینگ معمولی با واریوگرام کروی مقدار خطا به ۰/۲۰۶ کاهش یافته است. به عبارتی تغییر روش موجب کاهش خطا شده است. که نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی در جدول ۴-۱ آورده شده است.

جدول ۴-۱- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامترکربن آلی

ردیف	نام الگو	علامت اختصاری	RMSE	MBE	MAE
۱	وزن عکس فاصله ها	IDW	۰/۲۵۸۷	۰/۰۱۱۱۸	۰/۲۰۸
۲	اسپیلاین	RBF	۰/۲۵۸۷	-۰/۰۰۱۰۵	۰/۲۱۱
۳	کریجینگ معمولی – کروی	KO	۰/۲۵۴۵	-۰/۰۰۷۸۲	۰/۲۰۶
۴	کریجینگ معمولی – بسل	KO	۰/۲۶۰۷	-۰/۰۰۲۱۱	۰/۲۱۰
۵	کریجینگ معمولی – گوسین	KO	۰/۲۵۷	-۰/۰۰۴۹۱	۰/۲۰۷
۶	کریجینگ معمولی – نمایی	KO	۰/۲۵۶۳	-۰/۰۰۴۴۵	۰/۲۰۸

همچنین بررسی نشان می دهد مدلArcGIS توانایی پیش بینی فسفر قابل جذب خاک را داشته و حداکثر خطای برآوردی آزمون ۳/۰۶ برای روش عکس فاصله ها بوده و مقدار مینیمم آن برای کریجینگ معمولی با واریوگرام نمائی به میزان ۲/۹۳ بوده است. نتایج ارزیابی خطا به روش های مختلف درون یابی برای پارامتر فسفر قابل جذب در جدول ۴-۲ آورده شده است.

جدول ۴-۲- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر فسفرقابل جذب

ردیف	نام الگو	علامت اختصاری	RMSE	MBE	MAE
۱	وزن عکس فاصله ها	IDW	۳/۹۵	۰/۱۰	۳/۰۶
۲	اسپیلاین	RBF	۳/۹۰	-۰/۰۴	۲/۹۸
۳	کریجینگ معمولی – کروی	KO	۳/۹۳	-۰/۱۲	۲/۹۳
۴	کریجینگ معمولی – بسل	KO	۳/۹۰	-۰/۱۱	۲/۹۳
۵	کریجینگ معمولی – گوسین	KO	۳/۸۹	-۰/۰۹	۲/۹۵
۶	کریجینگ معمولی – نمایی	KO	۳/۸۸	-۰/۰۷	۲/۹۳

در بررسی نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر پتاسیم قابل جذب مقدار MAE از حداکثر خطا ۶۲/۲۶ برای روش های اسپیلاین و کریجینگ معمولی با واریوگرام بسل بوده که این میزان خطا در کریجینگ معمولی با واریوگرام نمائی به حداقل میزان خود برابر ۶۱/۰۳ رسیده است. که نتایج آن در جدول ۴-۳ ارائه گردیده است.

جدول ۴-۳- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامتر پتاسیم قابل جذب

ردیف	نام الگو	علامت اختصاری	RMSE	MBE	MAE
۱	وزن عکس فاصله ها	IDW	۷۵/۷۹	۲/۷۳	۶۱/۵۶
۲	اسپیلاین	RBF	۷۷/۰۱	۰/۳۵	۶۲/۲۶
۳	کریجینگ معمولی – کروی	KO	۷۷/۰۲	-۰/۳۱	۶۱/۷۷
۴	کریجینگ معمولی – بسل	KO	۷۷/۴۵	-۰/۵۰	۶۲/۲۶
۵	کریجینگ معمولی – گوسین	KO	۷۷/۳۵	-۰/۴۳	۶۲/۰۹
۶	کریجینگ معمولی – نمایی	KO	۷۶/۵	-۰/۱۳	۶۱/۰۳

نتایج حاصل از ارزیابی خطا به روشهای مختلف میان یابی در پارامترهای هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک نشان می دهد که در هردو پارامتر مزبور روش درون یابی وزن عکس فاصله ها دارای حداقل خطای برآوردی (MAE) بوده و روش میان یابی اسپیلاین با اختلاف خطای کمی در مرحله بعدی قرار دارند. در هر دو پارامتر روش کریجینگ معمولی با واریوگرام های مختلف و با میزان خطای تقریبا مشابه و یا نزدیک به هم در مرحله بعدی دقت قرار گرفته اند. نتایج ارزیابی خطا به روش های مختلف درون یابی برای پارامترهای EC و pH در جداول ۴-۴ و ۴-۵ آورده شده است.

جدول ۴-۴- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامترEC

ردیف	نام الگو	علامت اختصاری	RMSE	MBE	MAE
۱	وزن عکس فاصله ها	IDW	۵/۹۲	-۰/۰۲	۴/۱۰
۲	اسپیلاین	RBF	۵/۹۲	۰/۰۴	۴/۱۴
۳	کریجینگ معمولی – کروی	KO	۵/۷۸	۰/۰۱	۴/۲۸
۴	کریجینگ معمولی – بسل	KO	۵/۷۹	۰/۰۲	۴/۲۶
۵	کریجینگ معمولی – گوسین	KO	۵/۷۸	۰/۰۲	۴/۲۶
۶	کریجینگ معمولی – نمایی	KO	۵/۸۰	۰/۰۱	۴/۲۲

جدول ۴-۵- نتایج ارزیابی خطا به روشهای مختلف درون یابی برای پارامترpH

ردیف	نام الگو	علامت اختصاری	RMSE	MBE	MAE
۱	وزن عکس فاصله ها	IDW	۰/۱۸۲	۰/۰۰۰۴	۰/۱۳۹
۲	اسپیلاین	RBF	۰/۱۸۶	-۰/۰۰۱۰	۰/۱۴۳
۳	کریجینگ معمولی – کروی	KO	۰/۱۸۷	-۰/۰۰۰۰۲	۰/۱۴۹
۴	کریجینگ معمولی – بسل	KO	۰/۱۸۷	-۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۹
۵	کریجینگ معمولی – گوسین	KO	۰/۱۸۷	-۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۹
۶	کریجینگ معمولی – نمایی	KO	۰/۱۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۸

از این رو بر اساس نتایج حاصله بهترین روش میان یابی برای پارامترکربن آلی روش کریجینگ معمولی باواریوگرامکروی، پارامتر فسفر محلول وقابل جذب و همجنین پتاسیم قابل جذب روش میان یابی کریجینگ با واریوگرام نمائی، و در پارامترهایpH و EC بهترین روش میان یابی برای برآورد نقاط مجهول و تهیه نقشه تغییرات مکانی روشوزن عکس فاصله ها تشخیص داده شد.

نتایج بدست آمده در این تحقیق در انتخاب روش کریجینگ برای پارامترهای کربن آلی، فسفر و پتاسیم به عنوان بهترین روش میان یابی با نتایج تحقیق جلالی وهمکاران، (۱۳۹۲) در تهیه نقشه پراکنش مکانی برخی از عناصر غذایی در شرق استان مازندران مطابقت دارد. ولی در تحقیقات بنی نعمه و مومنی، (۱۳۹۰) در تهیه نقشه حاصلخیزی خاکهای شور ومانداب‌ی اراضی تحت کشت آبی در استان خوزستان، کریجینگ پیوستگی مکانی داده ها را نشان نداده و روش عکس وزن فاصله ها به عنوان بهترین روش میان یابی برای کربن آلی و پتاسیم تعیین گردید. در مطالعات میشرا و همکاران، (۲۰۱۴) نیز در تهیه نقشه حاصلخیزی خاک در کشور هندوستان برای کربن آلی، روش عکس وزن فاصله ها بهترین روش میان یابی انتخاب گردید.

همچنین نتایج بدست آمده در این مطالعه در انتخاب روش عکس وزن فاصله ها برای پارامترهای EC و pH با نتایج میشرا و همکاران، (۲۰۱۴) و بنی نعمه و مومنی، (۱۳۹۰) مطابقت داشته است. ولی در نتایج مطالعات محمدی و چیت ساز (۱۳۸۱) و یزدانی نژاد و ترابی گل سفیدی، (۱۳۹۲) روش کریجینگ به عنوان بهترین روش میان یابی برای EC معرفی گردید.

مقایسه نتایج بدست آمده در مطالعات حاضر در خصوص انتخاب بهترین روش میان یابی برای متغیر های مورد نظر نشان می دهد که تغییرات در هر منطقه متفاوت بوده و نتایج بدست آمده قابل تعمیم به دیگر نقاط نمی باشد.

ساختار مکانی بین داده ها وانتخاب روش میان یابی در هر منطقه بستگی به دامنه تاثیر خصوصیات خاک که خود تابعی از مقیاس مورد مطالعه، فاصله نمونه برداری و موقعیت سیمای اراضی است دارد و هرجه دامنه تاثیر بزرگتر باشد، ساختار مکانی گسترده تر و پراکنش پیرایشی تر (روند دار) خواهد بود.

همچنین تغییرات ذاتی ویژگیهای خاک مانند بافت خاک و کانی شناسی و وابستگی مکانی ضعیف تر توسط تغییرات غیر ذاتی مانند استفاده از کودهای آلی و شیمیایی تاثیر گذار خواهد بود (یزدانی نژاد و ترابی گل سفیدی، ۱۳۹۲).

پس از تعیین بهترین روش میان یابی برای هر یک از پارامترهای اندازه گیری شده، نسبت به تهیه نقشه پراکنش مکانی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک در محیط نرم افزار ArcGIS اقدام گردید. و نسبت به تجزیه وتحلیل عناصر حاصلخیزی خاک مورد بررسی و میزان ونحوه پراکنش آن در محدوده مورد مطالعه به شرح زیر اقدام گردید.

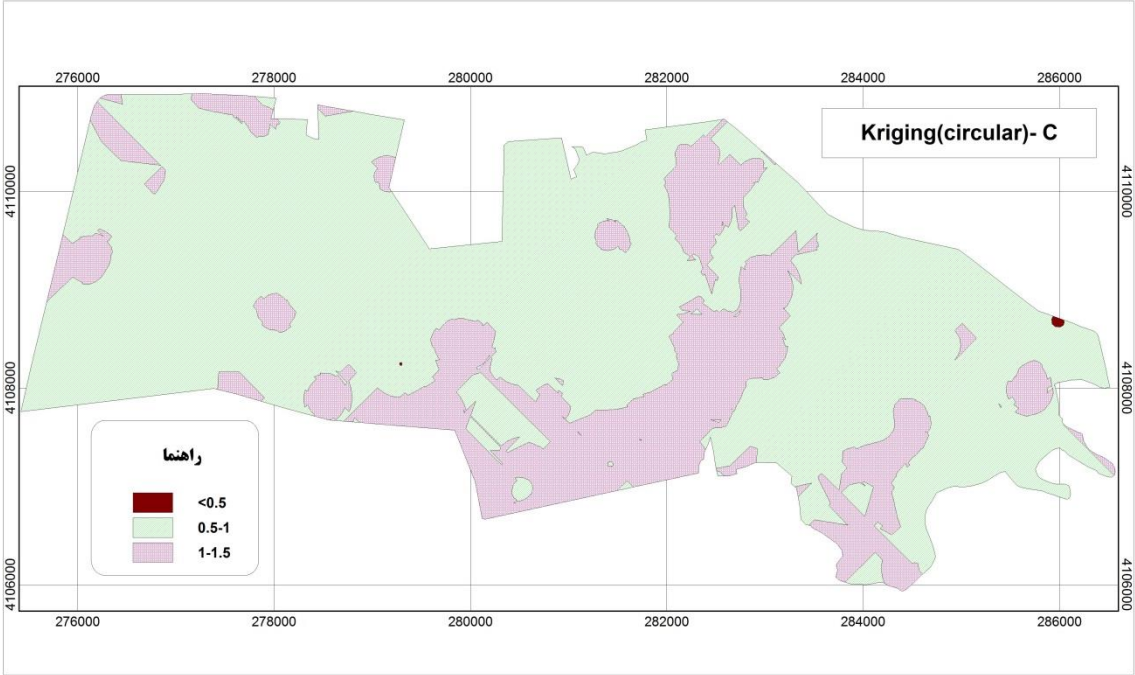
۴-۲- وضعیت در صد کربن آلی خاک

براساس بررسی های بعمل آمده و نتایج جدول ۴-۶قریب ۷۶ درصد به مساحت۲۴۷۵ هکتار از اراضی محدوده مورد مطالعه دارای کربن آلی کمتر از ۱ درصد بوده و لازم است که از این نظر تقویت گردد و با افزایش کربن آلی، نیاز کودی تا حدودی کاهش خواهد یافت (ملکوتی وهمکاران، ۱۳۸۴).

درصد سطوح مختلف کربن آلی در جدول ۴-۶و پهنه بندی کربن آلی محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش درون یابی کریجینگ معمولی – کروی در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.

جدول ۴-۶- درصد سطوح مختلف درصد کربن آلی در روش کریجینگ معمولی -کروی

در صد سطوح	مساحت (ha)	تقسیمات درصد کربن آلی
۰/۰۴	۱/۱	کمتر از ۰/۵
۷۶	۲۴۷۴	۰/۵ – ۱/۰
۲۴	۷۵۱	۱ - ۱/۵



شکل ۴-۱- پهنه بندی درصدکربن آلی با روش میان یابی کریجینگ معمولی - کروی

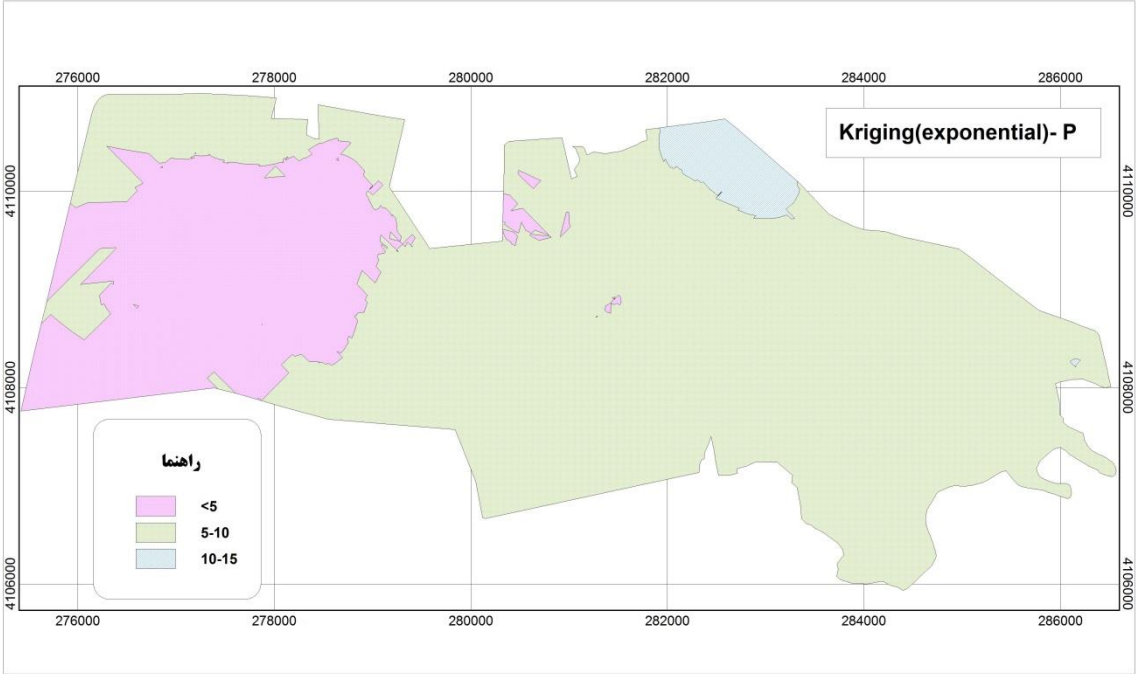
۴-۳- وضعیت فسفر محلول وقابل جذب خاک

بر اساس نتایج حاصله، روند توزیع و پراکندگی فسفر محلول وقابل جذب به عنوان یک عنصر غذایی اصلی در سطح اراضی مورد مطالعه نشان می دهد که در حدود ۹۷ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه (سطحی معادل ۳۰۴۰ هکتار دارای مقادیر کمتر از ۱۰ قسمت در میلیون فسفر محلول و قابل جذب گیاه می باشد(محدودیت متوسط وشدید). وتنها حدود ۳ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه (سطحی معادل ۸۵ هکتار) دارای مقادیر بیشتر از ۱۰ قسمت در میلیون فسفر محلول و قابل جدب گیاه می باشند(وضعیت خوب وخیلی خوب از نظر تقسیم بندی کیفی). بدین ترتیب می توان انتظار داشت که مصرف کود در ۹۷ درصد از اراضی منطقه پاسخ مثبت و مناسب محصول به مصرف کود را به همراه خواهد داشت. درصد سطوح مختلف فسفر محلول و قابل جذب در جدول ۴-۷ و پهنه

بندی فسفر محلول وقابل جذب محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش درون یابی کریجینگ معمولی – نمائی در شکل ۴-۲ نشان داده شده است.

جدول ۴-۷ درصد سطوح مختلف فسفر قابل جذب در محدوده مورد مطالعه در روش کریجیگ- نمائی

تقسیمات فسفر قابل جذب	مساحت (ha)	در صد سطوح
کمتر از ۵	۷۱۳	۲۲/۸
۵-۱۰	۲۳۲۷	۷۴/۵
۱۰ – ۱۵	۸۵/۲	۲/۷۰



شکل ۴-۲- پهنه بندی فسفر قابل جذب خاک با روش میان یابی کریجینگ معمولی-نمایی

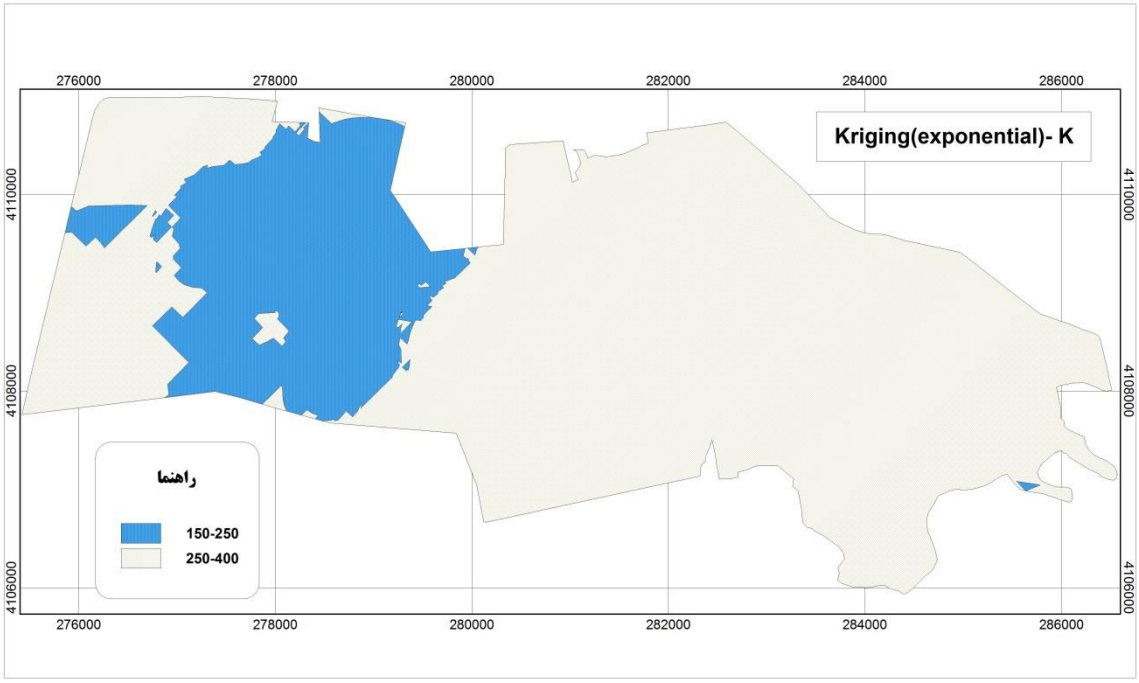
۴-۴- وضعیت پتاسیم قابل جذب خاک

بر اساس نتایج حاصله روند توزیع و پراکندگی پتاسیم به عنوان یک عنصر غذایی اصلی در سطح اراضی مورد مطالعه نشان می دهد که در حدود ۲۱ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه (سطحی معادل ۶۶۰ هکتار دارای مقادیر کمتر از ۲۵۰ قسمت در میلیون پتاسیم قابل جذب گیاه می باشد. و قسمت اعظم محدوده مورد مطالعه، در حدود ۷۹ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه (سطحی معادل ۲۴۶۶ هکتار) دارای مقادیر بیشتر از ۲۵۰ قسمت در میلیون پتاسیم قابل جدب گیاه می باشند(مقادیر زیاد وخیلی زیاد از نظر تقسیم بندی کیفی). بدین ترتیب می توان انتظار داشت که مصرف کود در ۲۱ درصد از اراضی منطقه پاسخ مثبت و مناسب محصول به مصرف کود را به همراه خواهد داشت.

درصد سطوح مختلف پتاسیم قابل جذب در جدول ۴-۸ و پهنه بندی پتاسیم قابل جذب محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش درون یابی کریجینگ معمولی – نمائی در شکل ۴- ۳ نشان داده شده است.

جدول ۴-۸ درصد سطوح مختلف پتاسیم در محدوده مورد مطالعه در روش کریجینگ (نمایی)

در صد سطوح	مساحت (ha)	تقسیمات پتاسیم
۲۱/۱	۶۶۰	۱۵۰-۲۵۰
۷۸/۹	۲۴۶۶	۲۵۰-۴۰۰



شکل ۴-۳- پهنه بندی پتاسیم قابل جدب خاک با روش میان یابی کریجینگ معمولی - نمائی

۴-۵- وضعیتقابلیت هدایت الکتریکی EC

نتایج نشان داد که خاکهای مطالعه شده از نظر شوری تغییر پذیری مکانی بالایی دارند. با توجه به جدول شماره ۴-۹ می‌توان نتیجه گرفت که ۹/۶۱ درصد از اراضی با مساحت ۳۰۰ هکتار دارای EC کمتر از ۴ بوده و مناسب برای انواع محصولات زراعی می باشد وقریب۴۲/۲درصد از سطح محدوده مورد مطالعه به مساحت۱۳۲۰ هکتاربا شوری متوسط (۸-۴) برای کشت گیاهان مقاوم به شوری مناسب می باشد و می توان محصولاتی نظیر گندم، جو، کلزا و پنبه کشت نمود.کاهش راندمان محصول برای جو وتا حدودی پنبه دراین سطح با کاهش مواجه نبوده و برای گندم معادل ۲۵ درصد مساحت محدوده طرح خواهد بود.۳۷/۷۸درصد از اراضی با مساحت۱۱۸۴هکتار و با هدایت الکتریکی ۸ تا ۱۶ میلی موس بر سانتیمتر جزو خاکهای با شوری زیاد و۱۰/۲۹ درصد از اراضی به مساحت ۳۲۲ هکتار جزو خاکهای باشوری خیلی زیاد طبقه بندی می گردند. که بطور عمده در اراضی ضلع شرقی

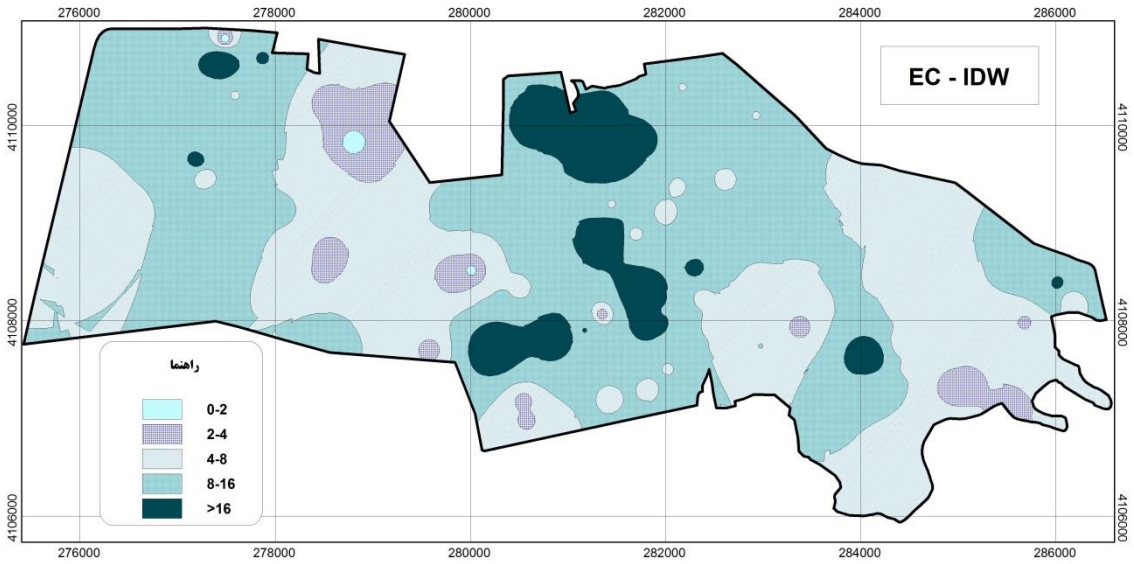
آبندان موجود در محدوده مورد مطالعه می باشد.با توجه به نقشه توپوگرافی محدوده طرح و بازدیدهای میدانی، به نظر میرسد در نتیجه عدم تخلیه زه آب بعلت عملکرد نامناسب زهکشهای موجود، رقوم ارتفاعی پایین محدوده فوق و بالا بودن سطح ایستابی بوده است.مجاورت با آببندان موجود در محدوده طرح نیز بدلیل نشت آب از کف آب بندان مذکور، وضعیت نامناسب زهکشی را در اراضی ضلع شرقی آب بندان شدت داده است.

نقشه های پیوسته تهیه شده از این اراضی می تواند الگوی مناسبی برای انتخاب گیاه متحمل یا نیمه متحمل در برابر شوری در این مناطق، همچنین اقدامات و برنامه ریزیهای لازم در جهت اصلاح خاک و کاهش شوری در این مناطق باشد..

درصد سطوح مختلف EC در جدول ۴-۹ و پهنه بندی شوری خاک محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش درون یابی عکس وزن فاصله ها در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.

جدول ۴-۹ درصد سطوح مختلف شوری در محدوده مورد مطالعه در روش عکس فاصله ها

تقسیمات EC	مساحت (ha)	در صد سطوح
۰-۲	۷/۷۶	۰/۲۶
۲-۴	۲۹۳	۹/۳۶
۴-۸	۱۳۲۰	۴۲/۲
۸-۱۶	۱۱۸۴	۳۷/۹
بیش از ۱۶	۳۲۲	۱۰/۳



شکل ۴-۴- پهنه بندی شوری خاک در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش کریجینگ معمولی-گوسن

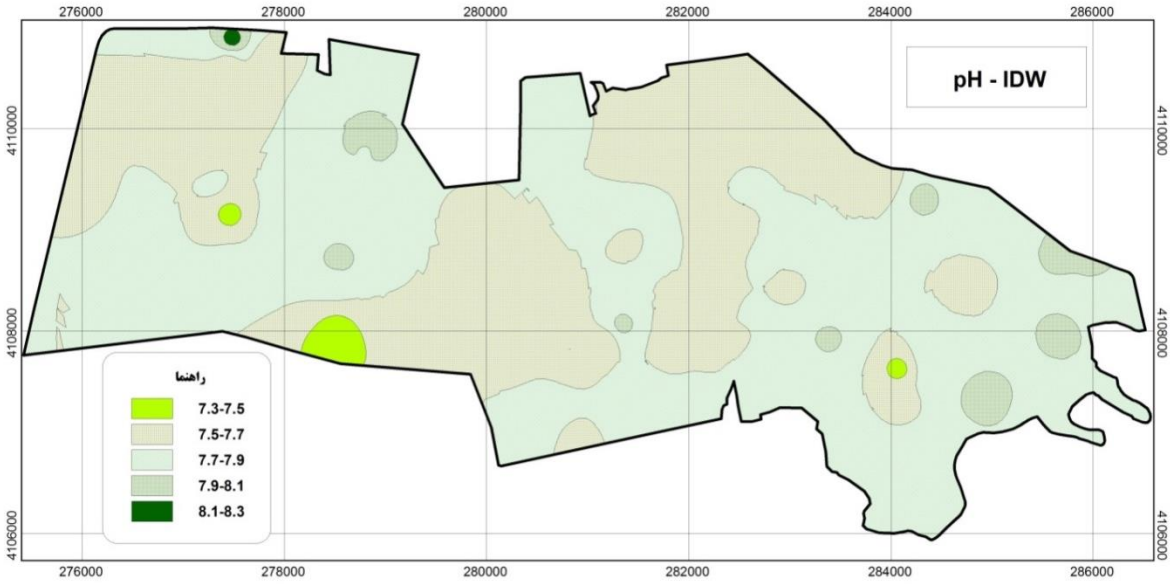
۴-۶- وضعیت اسیدیته خاک (pH)

با توجه به جدول شماره ۴-۱۰ و شکل ۴-۵ می توان نتیجه گرفت که قسمت اعظم خاک منطقه با ۹۵/۳ درصد pH بین ۷/۵ تا ۷/۹ را داشته که از این میزان ۴۲/۳ درصد اراضی مربوط به pH ۷/۷ – ۷/۵ و ۵۳ در صد اراضی به مساحت ۱۶۵۶ در محدوده pH ۷/۹ – ۷/۷ می باشند.که pH نسبتا بالایی بوده و برای کاشت اکثر گیاهان زراعی مناسب می باشد .

درصد سطوح مختلف pH در جدول ۴-۱۰ و پهنه بندی اسیدیته خاک محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش درون یابی عکس وزن فاصله ها در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۰- درصد سطوح مختلف pH در محدوده مورد مطالعه در روش وزن عکس فاصله

تقسیمات Ph	مساحت (ha)	در صد سطوح
۷/۳–۷/۵	۳۰	۱/۰
۷/۵ – ۷/۷	۱۳۲۲	۴۲/۳
۷/۷ – ۷/۹	۱۶۵۶	۵۳/۰
۷/۹ - ۸/۱	۱۱۵	۳/۶
۸/۱ – ۸/۳	۲/۰۸	۰/۱



شکل ۴-۵–پهنه بندی pH خاک محدوده مورد مطالعه با روش میان یابی وزن عکس فاصله ها

فصل پنجم

پیشنهادات

هدف از انجام این مطالعات بررسی و تعیین برخی خصوصیات حاصلخیزی اراضی محدوده مورد مطالعه، تعمیم نتایج آزمون خاک برای اراضی مشابه در منطقه، برآورد نهاده های کشاورزی (کود شیمیایی) ومصرف بهینه آن و تعیین اولویت های تحقیقاتی و برنامه ریزیهای اجرایی در جهت استفاده بهینه از منابع تولید در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار بوده است. استفاده از GIS در این تحقیق سبب افزایش دقت، سرعت و سهولت دستیابی مکانی گردید.

۵-۱- پیشنهادات

بطور کلی نتایج نشان می دهد در صورت مدیریت صحیح کود، خاکهای منطقه مورد مطالعه از پتانسیل مناسبی برای تولید محصولات زراعی خصوصا گندم وجو برخوردار می باشند. افزودن مواد آلی به خاک، استفاده از زمین براساس تناسب اراضی، حفظ واکنش خاک در حد مطلوب و اجتناب از مصرف بی رویه وغیر علمی کودهای شیمیایی در منطقه از جمله راهکارهایی است که بمنظور افزایش بهره وری و کیفیت محصول و داشتن کشاورزی پایدار می توان ارائه نمود. همچنین برای افزایش دقت، سرعت و سهولت دستیابی مکانی در انجام مطالعات حاصلخیزی استفاده از تکنیک GIS توصیه میگردد. با توجه به جمع بندی نتایج بدست آمدهپیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

۱-توصیه و افزودن کودهای پرمصرف بویژه ازت، فسفر، و پتاسیم بایستی با توجه به نقشه های پراکنش فسفر، پتاسیم، ماده آلی و بر مبنای آزمون خاک استوار گردد.

۲-برای بهبود کیفی و کمی تولیدات کشاورزی، افزایش مقاومت گیاهان زراعی در برابر آفات وامراض و رفع مشکل کم آبی، در خاکهایی که مقدار پتاسیم قابل جذب آنها کم است، مصرف کودهای پتاسه توصیه می گردد. و با توجه به نقشه پراکنش پتاسیم قابل جذب از مصرف بی رویه کودهای پتاسی در اراضی که میزان پتاسیم قابل جذب آنها در سطوح بالایی قراردارد خودداری گردد.

۳-برای افزایش و حفظ مواد آلی خاک توصیه می گردد که بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول سوزانده نشود و از کود سبز و کودهای حیوانی وآلی به نحو مطلوب استفاده گردد.

۴-با توجه به نقشه پهنه بندی شوری خاک در محدوده مورد مطالعه،اقدامات لازم جهت اصلاح وشستشوی اراضی شور بعمل آید. در این راستا با توجه به نقشه توپوگرافی محدوده، مطالعات اصلاح وتکمیل شبکه های زهکشی بمنظور خروج زه آب و پایین آوردن سطح ایستابی از محدوده توسعه ریشه گیاهان به زیر حد بحرانی، تسطیح اراضی بمنظور ایجاد شیب های منظم آبیاری و زهکشی با هدف جلوگیری از آب ماندگی های سطحی، تعمیق و اصلاح زهکش حائل دور آب بندان محدوده طرح بمنظور جلوگیری از نشت آب آب بندان به اراضی مجاور آن از جمله اقداماتی است که منجر به اصلاح اراضی با محدودیت شوری شده و از شور شدن اراضی با محدودیت شوری کم جلوگیری خواهد کرد.

۵-استفاده از نقشه های شوری و انتخاب گیاه مناسب با توجه به آستانه شوری گیاهان می تواند هم از هزینه های اصلاح و بهسازی خاک جلوگیری نموده و هم با انتخاب گیاه مناسب حداکثر محصول را بدست آورد.

در خاتمه با توجه به اینکه کلیه اطلاعات اخذ شده از نتایج آزمون خاک و اطلاعات مزرعه در قالب نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ذخیره و بازیابی گردیده، ضمن اینکه بعنوان بانک اطلاعات مزرعه این داده ها به سهولت بهنگام شده ومجددا در اشکال متنوع به نمایش در می آیند، امکان پایش اقدامات انجام شده و بررسی تغییرات ایجاد شده را میسر می نمایدکه نتیجه آن مدیریت بهینه اراضی بویژه جنبه حاصلخیزی خاک و دستیابی به کشاورزی دقیق خواهد بود.

۵-۲- اولویت های تحقیقاتی

مطالعات انجام شده زمینه مناسبی برای انجام تحقیقات بعدی در راستای افزایش بهره وری از منابع تولید، دستیابی و ایجاد زمینه مناسب کشاورزی دقیق و در نهایت توسعه پایدار کشاورزی خواهد بود از جمله تحقیقاتی که در راستای مطالعه حاضر می تواند صورت گیرد به شرح زیر می باشد

- مقایسه روش استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی و مدل های هوشمند مصنوعی مانند شبکه عصبی مصنوعی، مدل های فازی عصبی، مدل های برنامه ریزی بیان ژن و....
- تهیه نقشه نهایی حاصلخیزی خاک با توجه به نتایج حاصله از تهیه نقشه های پراکنش مکانی متغیرهای موثر در حاصلخیزی خاک با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP از طریق روی هم اندازی لایه ها و وزن دهی به هریک از فاکتورهای موثر در حاصلخیزی خاک.
- ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت انواع مختلف محصولات زراعی در محدوده مورد مطالعه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بمنظورتعیین الگوی کشت مناسب.
- مطالعه و تهیه پروژه ها و راهکارهای افزایش کربن آلی خاک و پایش تغییرات ایجاد شده و بررسی درصد موفقیت پروژه های افزایش کربن آلی با استفاده از قابلیت ها سیستم اطلاعات جغرافیایی.

فصل ششم

منابع

منابع :

۱-ابطحی ع. وهمکاران، (۱۳۷۹)"فرهنگ کشاورزی ومنابع طبیعی"– جلد دهم خاکشناسی.

۲-اسدی رحمانی ه.(۱۳۷۸)"مواد آلی و اهمیت افزایش آن در خاک" نشریه فنی، شماره ۴۲، موسسه تحقیقات خاک وآب، تهران، ایران.

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

۳-برزگر عبدالرحمن. (۱۳۸۷)، " خاکهای شور وسدیمی : شناخت وبهره وری" ، انتشارات دانشگاه شهید چمران.

۴- بنی نعمه .جمال و عزیز مومنی ، (۱۳۹۰). " تهیه نقشه نفصیلی خاکهای شور و ماندابی اراضی تحت کشت آبی با اعمال تکنیکهای زمین آمار و G IS در استان خوزستان" ، دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران . تبریز . ایران.

۵-تیسن ساموئل. نلسون زند. ، (۱۳۷۰)، "کودها و حاصلخیزی خاکها" ، ترجمه محمد جعفر ملکوتی ، سید عبدالحسین ریاضی همدانی ، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

۶- خواجه پورمحمد رضا. (۱۳۸۶)،" اصول ومبانی زراعت"، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

۷- سکویی اسکویی ر. مهدیان م. محمودی ش. غیومیان ج. و مسیح آبادیم. (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 .

۸-شهبازی ک.قاسمی و روشنی ق، آخوندی ع، پیل آرام غ و عبدالهی ، (۱۳۸۶)"توزیع مکانی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک های واقع در دشت های استان گلستان"، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران – صفحه ۶۷۵-۶۷۰ .

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

۱۰- 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.

۱۱- قزل ع. کاظمی نژاد ر.قناد ا. زمانی س. کیاالحسینی س. تاکائیشی ه. آرائیشی م. (۱۳۹۲) مجموعه آموزشی الگوی مدیریت مشارکتی آب نشر جایکا و سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

۱۲- 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 وآب ، جلد ۱۹، شماره ۱.

۱۳ – ملکوتی م ج ، (۱۳۷۳) " حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک، نشریه شماره ۲۲ انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

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

۱۴- ملکوتی مج. کشاورز پ. و کریمیانن. (۱۳۸۷)" روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار" انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵-محمدی ج. چیت ساز و. و خادمی ح. (۱۳۸۱) "مقایسه تخمین گره های ژئو استاتیستیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده های رقومی ". مجله علوم خاک و آب ، جلد ۱۶ ، شماره ۲ ، صفحه ۱۹۵-۱۰۲ .

۱۶-مومنی ع. (۱۳۸۰) " مدل سازی ساختار مکانی متغیرهای حاصلخیزی و مواد آلی خاک به عنوان مبنایی برای اعمال کشاورزی دقیق در مرودشت" ، ایران . مجله علوم خاک وآب ، ویژه نامه خاک شناسی وارزیابی اراضی. صفحه ۱۲-۱

۱۷-نادری م. (۱۳۸۴) " پهنه بندی خطر شوری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاری "مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران . صفحه۶۷۷ - ۶۷۹.

۱۸-نصرت پورس. (۱۳۹۰)"تهیه نقشه قابلیت حاصلخیزی خاک با استفاده از GIS روشی مناسب و کاربردی برای بهینه سازی مصرف کود" . مجله زیتون، سال سی ویکم ، آذر ۱۳۹۰ .

۱۹-نظر زاده 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.

۲۰- همایی م . (۱۳۸۱)" واکنش گیاهان به شوری" ، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران . شماره انتشار ۵۸ ، تهران . ایران.

۲۱- وحیدیم ج. جعفر زاده 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.

۲۲- 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.

23 - 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.

24 – Aleksander, K. and Bullock.G 1999. A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. Agronomy Journal, 91: 393 – 400.

25-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.

26 –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

27 - Eastman J. R,H.Jain and J. Tolendano. (1998) " multicriteria and multiobjective descision making for land use management", Environtment and management , Vol 9 , .Kluwer Academic poblishers. Dordrecht/Boston/London.

28-Gupta R. K. S. Mostaghimi P.W.McCellan,M,M,Alley and D. E .Brain(1997) . "Spatial variability and sampling strategies forNo 3-N,P,and K determinations for site specific farming.American" society of Agricultural engineers ,40(2):343-337pp.

29- Hem,J.D. (1989)."Study and Interpolation of chemical charactristics or Natural Water", Thirs Edition. U.S.Geological Survey Water-Supply paper 2254 Washington,D.C.USA.263p

30 –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

31 - Isaaks,E.H. and Servastava, R.M. 1989. An introduction to applied geostatistics.Oxford University Press.561 pp.

32-Jung .C.E.,(1998) ." The distribution of ammonia and nitrate im rain water over the United States Eos trans ".Am Geoph Union 39 . 241 -248

33– LinM 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

34- Mallarino A and Wittry D. (2000). "How we can make intensivesoil sampling and variable rate P and K fertilization cost effective?" .intergrated crop management conference proceding. P203-210 . Nov 29-30. Lowa university extension.Ames.

35– McBratneyA.B. and R.Webster (1983) ."optimal interpolation and isarthmic mapping of soil properties" : Vco-regionalization and multiple sampling strategy. Journal of soil science ,34:137-162 pp.

36- MillerR.O. (2008)." current and future soil test". Colorado state university fort Collins ,co (online)http://www.naice.org/meeting/2008/soil%20testing.pdf

37-Mishra A . Pattnaik .T, Dad .D , and M . Das.(2014)"Soil Fertility Maps preparation using GPS & GIS in Dhenkanal District" , Odisha , India . International journal of plant and soil science 3(8) : 986-994 , 2014 . Article no ijpss . 2014 .8.005

38 - Narayan Mandal. (2002) "An inventtary of current soil fertility status of Mahottary district"NepalAvailableat,URL"http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/sol/067.pdf

39- Robert .Grisso .Alley , M . Mcnell .Higgin , S.(2003) " Precision farming tools :yield monitor . Virginia state university publication" .Number : PP , 442- 502

40 -Siska , peter. P .and J-Kuai Hung (2001) , Assessment of Krigigng Accaracy in the GIS Environment http://gis,esri.com/userconf/procol/proffesional/papers/pap280/p280

41 - StaalS.J,D.Romney , I. Ballenwekand ,M. Waithaka ,H. Muriukiand ,L.Vjoroge .(2003) prpceeding of the 25th internationalconference of Agricultural Economists(IAAE).

42-Walhley.A, and Black. I.A.(1934). "An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method". Soil Sci. 34: 29-38.

43 - 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.

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

45 - 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).

46 – Velayotham .M.(2000). Organic Carbon stock in soil in India.Global clanate change and Tropical. Ecosystem .28: 71-95

Abstract

The aim of thisstudy was to prepare the mapof the spatial distribution of variables insoil fertility,including the organic carbon percentage, EC, pH, available phosphorusandpotassium in surfaceareaof3122hectaresof Peyvand cooperative lands with Geographic Information System.Thedigitalmap ofthe study area was to identify thesampling pointsonthemapand thenspecifythe locationon Earthby GPS to providecomposite samplesofsoildepth of 30 cm, the number of samplestaken was 76 sample points from 40 hectares.After samplingfromdifferent parts of thevariables the physic-chemical properties were measuredin the laboratoryusing standard methods.Laboratoryanalysis ofsoil samplesenteredin theGIS softwareand use thesoftware functionalityandselectthe bestinterpolation method of map two show the spatial distribution ofeach of the variablesmeasured.Based on theresultsofsoilsalinity of study area,61.9per cent of thelandhasless than 4 ds/meters EC was suitablefor a variety ofcrops.The averagesalinity was classified as 42/23, 37/78 percent with high salinity and29/10percent of the land had soilswith very highsalinitytoo, pH area map ofthe study areashowedthatthe majority ofthe landareaby 95/3 percent had apH 7/5- 7/9 and 42/3 percent ofthelandin the range ofpH 7/5–7/7 and53percent of thetotal land areain the located in the range ofpH 7/7–7/9. The area mapavailable potassiumabout 21% of the land area had less than250parts per millionK andmost of itconsists ofabout 79percent had greater than 250parts per million available potassium. Based on theresults of the area map ofphosphorus, about 97 percent of theland areaof this study had less than 10parts per millionof total dissolved phosphoruslevelsand available, and only3% of theland areavaluesgreater than 10parts per millionof dissolvedphosphorusarea absorbed.Also based onthe percentage oforganic carboninland area mapof the study area, about76percent of theland surfacearea ofthe organiccarbon were less than1percent.

Keywords:

Soil fertility, geographical information system, soil nutrient, fertilizerrecommendations

Shahrood University of Technology

Faculty ofAgriculture

Soil fertility map preparation of Peyvand cooperative lands with Geographic Information System

Mohammad Amin Eslami

Supervisors:

Shahin Shahsavani

Ghorbanali Roshani

Feb 2016