تأثیر استفاده از نقشه های دیجیتال(قابل استفاده در ماشینهای نرخ متغیر) در کشاورزی دقیق بر مصرف بهینه کود در منطقه برخوار اصفهان

حمیدرضاقزوینی[۱]، مرتضی الماسی[۲]، مجتبی فتحی

چکیده

سیستمهای مدیریت زراعی مرسوم عمدتاً بر پایه کاربرد یکنواخت نهاده ها در سطح مزرعه استوار است. در این سیستمها با اعمال مقادیر یکنواخت کود در سطح مزرعه که غالبا دارای نیازهای مختلف کودی در نقاط مختلف آن می‌باشد تنها نیاز واقعی بخش کوچکی از مزرعه تامین و بقیه نقاط، بیشتر یا کمتر از حد مورد نیاز کود دریافت می‌کنند. در این تحقیق که در مزرعه یک هکتاری در منطقه برخوار اصفهان انجام گرفته است، تغییرات مکانی فاکتورهای حاصلخیزی خاک(K.P.N) و عملکرد دانه گندم با استفاده از واریوگرام(تابع آماری مخصوص تجزیه و تحلیل ساختار مکانی جغرافیایی) و با استفاده از GPS وGIS بررسی و نقشه های دیجیتالی که می تواند در ماشینهای نرخ متغیر استفاده شود تهیه گردید. دامنه تغییرات محاسبه شده از طریق واریوگرام ها برای عملکرد گندم، ازت، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۹۲، ۹۸، ۹۹ و ۳۳ متر بود. سپس با استفاده از مدلهای واریوگرام و روش کریجینگ(Kriging) و نرم افزارهای Arc GIS نقشه های دیجیتالی برای بلوکهای ۵×۵ متر برای ماشینهای VRT تهیه شد. این نقشه ها نشان می‌دهد که در روش سراسر پاشی اوره، برای تولید ماکزیمم عملکرد تنها ۱۳٪ سطح مزرعه مقدار کود مناسب دریافت می‌نماید و بقیه مزرعه ازت کمتر یا بیشتر از نیاز دریافت می‌کند. این در حالی است که در روش VRT به نظر می‌رسد تمامی سطح مزرعه کود مناسب دریافت نموده و می‌توان حداقل ۵۶ کیلوگرم در هکتار در مصرف اوره صرفه جویی نمود. همچنین در روش سراسر پاشی فسفر و پتاس به ترتیب فقط ۲۵٪ و ۱۱٪ از سطح مزرعه کود کافی دریافت می کند و بقیه سطح مزرعه کمتر یا بیشتر از نیاز کود دریافت می نمایند. با این تحلیل می توان نتیجه گرفت که با تهیه نقشه های دیجیتالی و استفاده از آنها در ماشینهای VRT چنانچه عملکرد نقاط فقط به مقدار کود مناسب وابسته باشد، می توان عملکرد این نقاط را هر چه بیشتر به پتانسیل ماکزیمم مزرعه نزدیک نمود.

واژه های کلیدی : کریجینگ، واریوگرام، ژئواستاتیستیک ، ماشینهای نرخ متغیر، VRT,GIS,GPS

مقدمه

جهانی شدن اقتصاد و رقابت شدید درعرصه تولید محصولات کشاورزی از سویی و شکنندگی اکوسیستم های زراعی بدنبال وارد کردن حجم فراوان به نهاده های کود و سم ، استفاده از فن آوریهای نوین در کشاورزی را در جهت افزایش کارایی و پایدار نمودن کشت وکار اجتناب ناپذیر کرده است. یکی از این فن آوریها کشاورزی دقیق می باشد. اساس کشاورزی دقیق تفکیک مزرعه

کارشناس ارشد خاک شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

کارشناس ارشد میکانیزاسیون –مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

استاد گروه مهندسی مکانیک ومکانیزاسیون دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

به قطعاتی جداگانه بر اساس نیاز مدیریتی و مجهز کردن ماشین آلات به تکنولوژی اطلاعات وارتباطات به نحوی که نهاده ها وعملیات زراعی را در هر یک از قطعات بر اساس نیاز آن اختصاص دهد، می باشد. استفاده از رایانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و سیستم موقعیت یاب جهانی GPS در ماشین آلات زراعی در این میان نقش اساسی را به عهده دارد. ماشین آلات جدید کشاورزی غالباً به گونه ای طراحی می‌شوند که امکان اختصاص نهاده برای هر ناحیه از مزرعه بر حسب نیازی که قبلا برای آن محاسبه شده را فراهم می کند. به طور کلی می،توان گفت اساسی ترین بخش مدیریت کشاورزی دقیق عبارت است از تخصیص بهینه نهاده های تولید، چنین عملیات کنترلی نیازمند تعیین دقیق و سریع موقعیت درون مزرعه‌ای است [٤] . در این سیستم ابتدا میزان به کارگیری کود و یا مواد شیمیایی مختلف مانند علف کشها با توجه به نقشه پراکنش مکانی پارامترهای مورد نظر به یک ریز پردازنده خورانده می شود. سپس با توجه به نقشه های رقومی تهیه شده و موقعیت واقعی ماشین در حال حرکت در سطح مزرعه که توسط GPS تعیین می شود، کامپیوتر با ارسال سیگنال مناسب کل سیستم را جهت اعمال نهاده ها به کار می اندازد. در اجرای VRT [1] دو روش اساسی وجود دارد:

الف- VRT بر مبنای نقشه

ب –VRT بر منبای حسگر

سیستم VRT بر مبنای نقشه ، نرخ اعمال یک ماده را بر مبنای اطلاعات موجود در یک نقشه الکترونیک ویژگیهای کشتزار که از طریق یک سیستم GIS تهیه می‌شود تنظیم می‌نماید که این نرخ به صورت حجم در واحد سطح یا وزن اعمال شده در واحد سطح تعریف می‌گردد.[۳]

در این پژوهش با استفاده از روش آماری ژئواستاتیستیک در مزرعه ای در شاهین شهر اصفهان متعلق به شرکت کشت ودام قیام وابسته به بنیاد مستضعفان نقشه های ۴ فاکتور عملکرد N ،P، K برای روش VRT بر مبنای نقشه تهیه گردید.

بررسی منابع

علم زمین آمار ژئواستاتیستیک و فن آوری کریجینگ که اولین بار توسط مهندسین معدن برای اندازه گیری میزان ذخائر و عیار کانی ها در معادن ابداع گردید در مطالعات کشاورزی دقیق به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است[۳ ، ٤ ، ٥]. در این روشها بر اساس وابستگی مکانی متغیرهای اندازه‌گیری شده ، با کمترین تعداد نمونه بالاترین دقت در برآورد مقادیر ، در نقاط نمونه برداری نشده بدست می آید. در زمین آمار بر اساس الگوی تابع سمی واریانس به تعداد نمونه های واقع شده در اطراف نقطه مجهول وزن مناسب داده شده ودر برآورد از آنها استفاده می شود. فرمول تابع متغیر نما عبارت است از:

$$Z\delta_{(n)} = 1/n\sum[g(x)-g(x+n)]^2$$

که در آن $g(x)$ مقدار متغیر مورد نظر در نقطه اول و $g(x+h)$ مقدار متغیر در نقطه دوم که در فاصله h از نقطه اول واقع شده را نشان می دهدو n تعداد کل جفت نمونه هایی است که برای محاسبه سمی واریانس استفاده شده است. بر اساس فرضیات زمین آمار تفاوت مقدار دو نمونه به فاصله(h) بین آنها وابسته است.[٥] ناحیه شاهین شهر در شمال شهر اصفهان به واسطه برخورداری

[1] -Variable Rate Technology

از کشتزارهای باسطح نسبتا وسیع قابلیت استفاده از تکنولوژیهای جدید ومدیریت کشاورزی دقیق را دارا می باشد و همچنین به دلیل افزایش آلودگیهای شیمیایی در آنها زیر زمینی مخصوص نیترات لزوم استفاده از اجرای VRT ضرورت خواهد داشت[۱۱]. در این خصوص عابدی و همکاران(۱۳۸۰) آلودگی آنها زیر زمینی مناطقی از اطراف شاهین شهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میزان نیترات آبهای زیرزمینی در ۹۰٪ چاه های نمونه برداری شده پیش از مقدار استاندارد (۱۰ میلی گرم در لیتر) می باشد[۱].

مواد و روشها

مزرعه مورد نظر در قطعه یک هکتاری از یک مزرعه ۱۰۰ هکتاری گندم در منطقه شاهین شهر اصفهان انتخاب ودر تیرماه ۸۳ عملیات صحرایی و نمونه برداری آن انجام گردید. ابتدا مزرعه به صورت شبکه‌بندیهای منظم ۱۰×۱۰ تهیه گردید و علامتگذاری و مختصات هر نقطه مرکزی سلولهای شبکه با استفاده از GPS مشخص شد. از هر نقطه نمونه ای به روش مرکز شبکه به عمق ۳۰-۰ سانتی متر با بیل با شعاع ۴۰ سانتی متر نمونه مرکبی حاصل از ۲-۳ نمونه ساده تهیه شد[۹]. نمونه ها به آزمایشگاه ارسال و ازت کل به روش Keeney . Nelson ، فسفر به روش عصاره استات آمونیوم و پتاس به روش Olesn اندازه‌گیری شد [٦]. سپس از همان نقاط نمونه هایی از عملکرد در سطحی به میزان ۱× ۱متر (و مشابه با روش سیستمهای آشکار ساز عملکرد یا Yield Monitoring در کمباینهای مدرن امروزی) گرفته شد و وزن عملکرد هر نمونه محاسبه شد. داده ها به نرم افزار Excel وارد واز آنجا به نرم افزار Arc Gis 8.3 منتقل و یک سیستم GIS شامل لایه های اطلاعاتی مختصات نقطه (x,y)، عملکرد نقطه ، K,P,N تهیه گردید. سپس با استفاده از نرم افزار GIS مذکور ابتدا نقشه ها تغییرات مکانی ویژگیهای مورد بررسی مزرعه تهیه، سپس با استفاده از آنالیزهای زمین آماری و کریجینگ سلولهایی با ویژگیهای یکنواخت ۵×۵ متر تهیه و با استفاده از آنها نقشه های دیجیتالی قابل استفاده در ماشین آلات VRT برای فاکتورهای مورد بررسی تهیه گردید.

نتایج و بحث

ویژگیهای مورد بررسی در کل از تغییر پذیری برخوردار بودند و بیشترین CV (ضریب تغییرات) مربوط به ازت و سپس به ترتیب پتاسیم، عملکرد و فسفر بوده است. واریانس ویژگیها رابطه مستقیم با فاصله نمونه برداری داشته است و چنانچه از حد معینی نمونه‌ها با فاصله بیشتر گرفته شود، واریانس به تدریج افزایش یافته و سپس به حد ثابتی می رسید که نشانگر تغییر پذیری مکانی ویژگیهای مورد مطالعه است. با توجه به میانگین اندازه‌گیرهای انجام شده میزان N در خاک در حد کم ، P متوسط، و K خیلی زیاد ارزیابی می شود. با اینحال هنگامی که نمونه ها جدا از هم بررسی می شود در برخی از نقاط مزرعه عناصر غذایی خاک کمبود نشان می دهند. که ضرورت بررسی و تفکیک نواحی مدیریتی جداگانه درون مزرعه و در نتیجه عملیات ماشین غیر یکسان را ضروری می کند. سپس واریوگرام های هر یک از فاکتورهای مورد بررسی رسم ومدل مناسب برای آن برازش شد (شکل شماره ۱) .

ویژگیهای سمی واریوگرام‌ها در جدول شماره ۳

آورده شده است. در مورد کلیه ویژگیهای بررسی شده سمی واریوگرام‌ها از مدل کروی تبعیت کردند. واریوگرام‌ها نشان دادند که بهترین فاصله نمونه برداری تصادفی بر اساس دامنه واریوگرام زمانی است که مقدار سمی واریانس به حداکثر می رسد و دراین فاصله نمونه ها به همدیگر وابستگی ندارند. برای عملکرد گندم، ازت، فسفر و پتاسیم به ترتیب دامنه واریوگرام‌ها برابر است با ۹۲، ۹۸، ۹۹، ۳۳ متر برآورد گردیده است.

بر اساس نسبت حداکثر سمی واریانس به اثر قطعه میزان تغییر پذیری مکانی برای فسفر بیشترین مقدار (۴/۰۲) و در مورد ازت کمترین (۲/۴۳) بوده است. سپس بر اساس مشخصات واریوگرام رسم شده. برای هر ویژگی با استفاده از روش کریجینگ مقدار آن ویژگی در فواصل ۵×۵ متر برآورد گردید و به صورت نقشه رستری برای استفاده در تفکیک نواحی با نیاز کودی متفاوت از آن استفاده شد. با توجه به میانگین مجذور خطای محاسبه شده، روش کریجنیگ در مقابله با روشهای میان یابی دیگر در اکثر موارد باعث دقت بالاتری گردید. سپس با استفاده از نقشه های حاصل از کریجینگ این نقشه ها به صورت دیجیتالی(۱و۰) برای ماشینهای VRT بر مبنای نقشه تهیه شد.

با استفاده از این نقشه ها در ماشین VRT که به وسیله کارتهای PCMCIA به آنها وارد می شود ماشین می‌تواند (با توجه به مختصات نقطه ای که در آن قرار دارد و توسط GPS در اختیار آن قرار می گیرد) بر اساس اطلاعات حاصل از نقشه (۱و۰) ایجاد شده نهاده مورد نظر را با نرخ متغیر و مربوط به همان نقطه ارائه نماید. مقدار کود مورد نیاز N,P,K برای رساندن سطح آنها به حد کفایت، بر اساس میانگین کل سطح مزرعه برای عملکرد ماکزیمم بدست آمده در این مزرعه (۸۵۰۰ کیلوگرم) برای N,P,K به ترتیب ۳۶۵(اوره)، ۱۲۸(فسفات آمونیوم) ، ۴۵ (سولفات پتاسیم) کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. آنالیز های کامپیوتری و تهیه نقشه های دیجیتالی ماشینهای VRT نتایج جالب توجهی را به شرح زیر ارائه نمودند. در روش سراسر پاشی ۱۹۳ پیکسل ۲۵ متر مربعی اوره کمتر از مقدار مورد نیاز دریافت می کنند که این محدوده حدود ۴۸ درصد سطح مزرعه را پوشش می دهد.

در روش سراسر پاشی تنها حدود ۱۳٪ مزرعه کود کافی دریافت می کنند و همچنین در این روش مابقی مزرعه ازت زیادتر و بسیار زیادتر از نیاز دریافت می کنند و مقدار مازاد بر نیاز گاهی به ۳۶٪ بالغ می شود. همچنین نتایج نشان میدهد که در صورت استفاده از روش VRT برای عملکرد ۸۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیش از ۵۶ کیلوگرم در هکتار در مصرف اوره صرفه جویی میشود . همچنین درمقایسه دو روش برای مصرف P نیز نتایج زیر حاصل گردید: در روش سراسرپاشی ۴۳٪ مزرعه کمتراز نیاز P دریافت می کند و فقط حدود ۲۵٪ سطح مزرعه به مقدار کافی فسفر دریافت می نماید. بیش از ۳۷٪ درصد مزرعه بیش از نیاز فسفر دریافت می کند.

مقایسه دو روش کوددهی برای مصرف کود پتاسه نتایج زیر را نشان می دهد:

حدود ۱۱ درصد مزرعه در روش سراسر پاشی به اندازه کافی کود دریافت می کنند. همچنین در روش سراسری حدود ۳۸ درصد مزرعه کمتر از نیاز کود دریافت می کنند و مابقی مزرعه یعنی حدود ۵۰٪ مزرعه بیشتر از نیاز K دریافت می

کنند..

نتایج این مطالعه نشان می دهدکه در یک مزرعه، الگوهای مکانی احتمالا در بین پارامترهای مختلف حاصلخیزی و علمکرد گندم متفاوت بوده و پارامترهای حاصلخیزی خاک می‌تواند برای مدیریت نقطه ای خاک و ماشین مورد استفاده قرار گیرد. به علاوه مطالعه ساختار مکانی عملکرد و فاکتورهای حاصلخیزی و تهیه نقشه های آن می تواند برای کنترل عملکرد ماشینهای پخش کود و یا به طور کلی ماشینهای VRT در سطح مزرعه مورد استفاده قرار گیردو در نتیجه آن از مصرف مازاد بر نیاز کودهای شیمیایی که آلودگیهای زیست محیطی و هزینه های اضافی را باعث می شود جلوگیری به عمل آید.

جدول شماره ۱ : مقایسه روشهای میان یابی

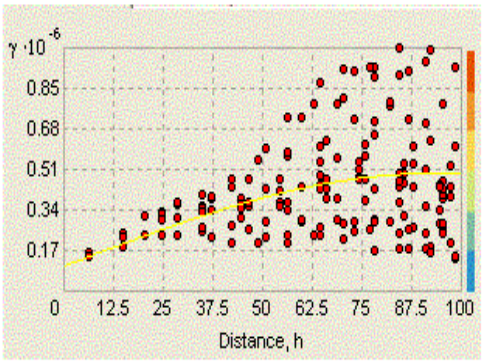
	کریجینگ		ارزش گذاری فاصله معکوس LQW		Local palynominal int.		Global P.I	
	R - M - S	میانگین	R - M - S	میانگین	R - M - S	میانگین	R - M - S	میانگین
Yield	۳۴۶/۶۳	۱/۴۱۳	۳۷۱	۱۱/۲۲	۳۳۳	۲۲/۹	۴۹۵/۴	۱/۰۳
K(mg/kg)	۳۰/۴۴	-۰/۹۶	۳۷/۱۱	۱/۸۶	۳۰/۸۹	۲/۷۷	۴۹/۶۸	-۰/۱۴
P(mg/kg)	۰/۲۵۱۲	۰/۰۰۱۲	۰/۲۹۰	۰/۰۱۲	۰/۲۴۰۷	۰/۰۰۹۷	۰/۳۴۵	۰/۰۰۱۶
N(%)	۰/۰۱۲۷	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۰۰۳۰	۰/۰۱۱۸۴	-۰/۰۰۳۹۲	۰/۰۱۵۵۲	-۰/۰۰۰۱۲۱

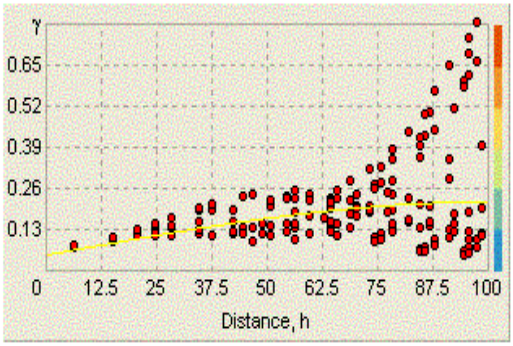
جدول شماره ۲ : بررسی آماری ویژگیهای مطالعه شده

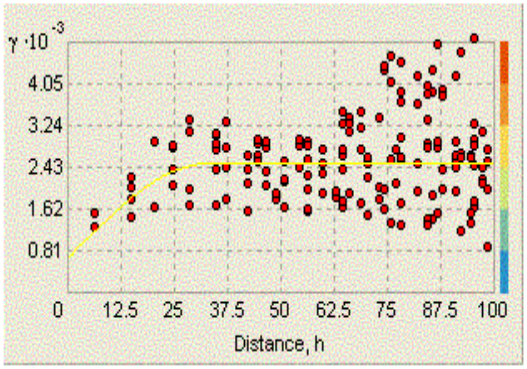
	تعداد نمونه	MIN	MAX	میانگین	انحراف معیار	چولگی	میانه	CV%
Yield	۱۰۰	۵۹۷۵	۸۶۵۰	۶۸۸۱/۹	۶۱۱/۸۵	۱/۰۴۳	۶۸۵۰	۸/۸
N (%)	۱۰۰	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۱۸۴	۰/۰۳۲۹۶	۰/۰۸۲	۲۳
P(mg/kg)	۱۰۰	۱۰/۶	۱۳	۱۱/۲۱۵	۰/۴۱۲۴	۱/۶۲۱۶	۱۱/۲۱	۳/۶
K(mg/kg)	۱۰۰	۱۴۶	۴۱۹	۳۱۵/۳۷	۴۹/۱۲۹	-۰/۱۱۵۳	۳۰۲	۱۵/۵

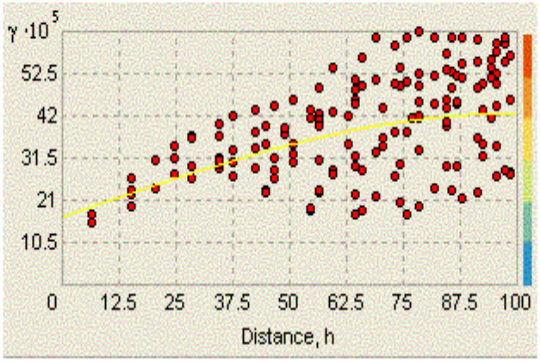
جدول شماره ۳ : نتایج واریوگرام های ویژگیهای خاک ومحصول

	میانگین	سقف sill	اندازه Lag (متر)	Nugget اثر قطعه	Partial sill	رنج واریوگرام (متر)	Sill / Nogget
Yield	6881/9	۰/4935	۱۰	۰/۱۰۴۹	۰/۳۸۸۵	۹۲/۰۳۱	۳/۸۰
N%	۰/۰۸۴۲	۴۲/۳	۱۰	۱۷/۲۷	۲۵/۰۹	۹۸/۴۲	۲/۴۳
P(mg/kg)	۱۱/۲۱۵	۰/۲۲۵	۱۰	۰/۰۵۵۷	۰/۱۶۹۶۱	۹۹/۲۴	۴/۰۲
K(mg/kg)	۳۱۵/۳۷	۲/۵۰۳	۱۰	۰/۶۶۴۸	۱/۸۳۸۵	۳۲/۴۱۲	۳/۷۶



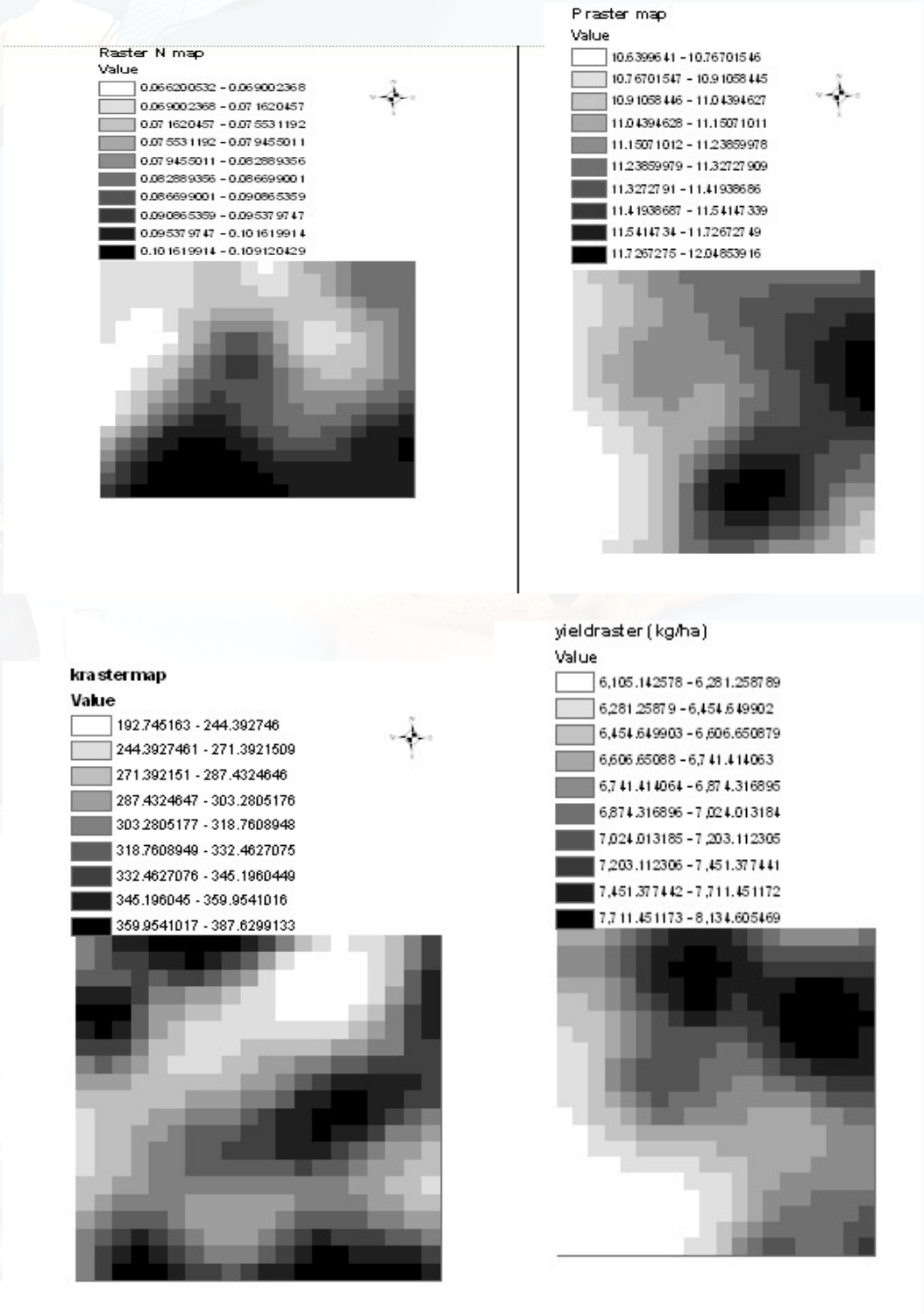






شکل ۱ – واریوگرام ها ی تجربی به همراه مدل برازش داده شده

فسفر(راست بالا) ، عملکرد(چپ بالا) ، ازت(راست پایین) ، پتاس(چپ پایین)



شکل ۲ – پراکنش مکانی درصد ازت کل (بالا چپ) ، فسفرmg/kg (بالا راست) ، پتاسیم mg/kg(پایین چپ) و عملکرد گندم kg/ha (پایین راست)

منابع

۱- عابدی ، ج و همکاران.۱۳۸۰. آلودگی آبهای زیر زمینی اطراف شاهین شهر، سومین کنفرانس هیدرولیک ایران

۲- علی احیایی، مریم. ۱۳۷۳. شرح روشهای شیمیایی تجزیه خاک. نشریه فنی ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب ایران. تهران، ایران.

۳- لغوی، محمد.۱۳۸۲. راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

۴- محمدی، جهانگرد.۱۳۸۱. قابلیت کاربردی سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره ای GPS در کشاورزی مقاله ارائه شده در هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد.

۵- مدنی، ح. ۱۳۷۳. مبانی زمین آمار. چاپ اول، دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

۶- ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۹. تغذیه متعادل گندم. مجموعه مقالات. موسسه تحقیقات خاک و آب ایران.

7 - Bhatti, A.1982.Identifying and removing spatial corellation from yield experiment . Soil sci. sec. Am.J. 55: 1523 - 1528 .

8 - Clark,I .1982. Practical geostatistics . Applied scince publishing Ltd. London.

9 - Gntz , T.1997. Evaluation of soil sampling scheme for gecstatistical analysis , Can. J. Scil . Sci. 71 : 165 - 176 .

10 - Mcorke, F. 1985. Statistical analysis of sorghum yield soil Sci. Soc . Am . J . 49 : 1342 - 1348 .

11 - Vannegdwijk, M.G. 1992. Effects of spatial variability on enviromentally acceptable nitrogen fertilizer Neth J. agvic. Sci. 40 : 51 - 72 .

Application effect of digital maps (for VRT Machines) for optimum fertilizer consumption in precision farming in Borkhar , Esfahan

ABSTRAT

In conventional field management systems chemicals are usually applied uniformly throughout the field.

Uniform application of fertilizer to a field with points of different requirements only meets the real need of a small part of the field and the rest receive a greater or lower amount than it needs.

In this study , by using GPS and GIS , spatial variations and variograms of soil fertitity factors (N , P , K) and grain yield of a one hectar field were determined and related digitial maps that can be used in VRT (variable Rate Technology) machines were provided . The range of variations for grain yield , Nitrogen, phosphorous and potasiom were calculated from variograms to be 92 , 98 , 99 and 33 m respectively. Using the variograms and kriging method the digital maps in 5×5 blocks were developed by Arc GIS software the used in VRT Machines

These maps revealed that in broadcasting Nitrogen evenly throughout the field only 13% of the surface recives the exact magnitude of requrirment and the rest receive greater or lower than the required amont.

Where as in VRT method that the rate of fertilizer varies according to soil demand a reduction of 56 kg / ha . In consumed Nitrogen seems to be possible.

The same senario occures for P and K where only 25% and 11% of field surface respectively recived the appropriate magnitud

In General , it can be encluded that by using digital maps on VRT Machines the yield can approch to its highest potential rate provided that it only depends on fertilizer rate.

Key words : Kriging , Variogram , Geostatistic , VRT , GIS , GPS