ارزیابی روش‌های زمین آماری جهت پهنه‌بندی فسفر و پتاسیم قابل استفاده (مطالعه موردی، اراضی دشت‌ناز ساری)

سحر مسعودی[۱]، سید مصطفی عمادی[۲]، محمد علی بهمنیار[۳]، فردین صادق زاده[۲]
۱، ۲ و۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

وجود تغییرات مکانی در ویژگی های خاک امری معمول است ولی شناخت این تغییرات به ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه ریزی دقیق و مدیریت امری ضروری است. در این پژوهش با استفاده از روشهای مختلف زمین آمار مانند کریجینگ، وزن دهی فاصله معکوس (IDW) با توانهای ۱تا ۵، تغییرات مکانی مقادیر فسفر و پتاسیم قابل استفاده در اراضی دشت ناز ساری در استان مازندران مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور حدود ۱۰۹ نمونه مرکب خاک سطحی تهیه شد و مقادیر این عناصر برای هر نمونه اندازه‌گیری گردید. معیارهای ارزیابی در این پژوهش، خطای میانگین و ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده با استفاده از روش اعتبارسنجی جک نایف بودند. تجزیه و تحلیل نیم تغییرنماها نشان داد که فسفر قابل استفاده از مدل نمایی و پتاسیم قابل استفاده از مدل کروی پیروی میکردند. نتایج بدست آمده نشان داد روش کریجینگ بهترین الگو برای تخمین فسفر قابل استفاده و روش IDW با توان ۳ بهترین شیوه برای تخمین پتاسیم قابل استفاده در این منطقه می باشد، زیرا کمترین خطا را داشته اند.

واژه های کلیدی: پهنه بندی، پتاسیم قابل جذب، زمین آمار، فسفر قابل جذب، مازندران

مقدمه

وجود تغییرات مکانی در ویژگی های خاک امری معمول است ولی شناخت این تغییرات به ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه ریزی دقیق و مدیریت امری ضروری است. آگاهی از این مسئله برای افزایش سود و نیل به بهره برداری پایدار ضرورت دارد (پشت مساری و همکاران،۱۳۹۱). تغییر پذیری خصوصیات خاک در مزارع اغلب به وسیله روش های آمار کلاسیک بیان می شوند که در آن فرض بر توزیع تصادفی تغییرات درون واحدهای نقشه می باشد. در روش های متداول آمار کلاسیک مانند تجزیه و تحلیل واریانس، موقعیت جغرافیایی و مکانی نمونه های برداشت شده از یک مزرعه در نظر گرفته نشده و هیچ گونه ارتباط ریاضی بین تغییرات مکانی داده ها بافاصله آنها از همدیگر برقرار نمی شود. زمین آمار قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در مکان های نمونه برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه برداری شده می باشد (محمد زمانی و همکاران ، ۱۳۸۶). به طور خلاصه آمار مکانی به عنوان شاخه ای از علم آمار قادر به توصیف و مدل سازی ساختارمکانی متغیر مورد نظر توسط تغییرنما، میانیابی و تخمین الگوی پراکنش مکانی متغیرها و تهیه نقشه های هم میزان از متغیرها است. همبستگی و تغییرات مکانی ویژگی های خاک توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است. گاتوی و همکاران (۱۹۹۶) ارزیابی دقت روش های کریجینگ و وزن دهی عکس فاصله به منظور تهیه نقشه خاک و مواد آلی برای استفاده متغیر کودها را بررسی کردند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که تخمین های روش کریجینگ به مقادیر بالای ضریب تغییرات حساس نمی باشد و روش مناسبی است. کراوچنکو و بولاک (۱۹۹۷) ، با اندازه گیری فسفر و پتاسیم درخاک ۳۰ مزرعه و ارزیابی روشهایی وزن دهی عکس فاصله وکریجینگ را مورد بررسی قرار دادند که نتایج برتری روش کریجینگ را نشان دادند. آن ها بیان کردند که بهبود تخمین ها به انتخاب روش درون یابی مطلوب جهت به دست آوردن ویژگی های خاک در مناطق نمونه برداری نشده و کاربرد مناسب روش ها با در نظر گرفتن ماهیت وخواص داده ها بستگی دارد. رایج ترین روش های درون یابی استفاده شده در کشاورزی، روش وزن عکس فاصله و کریجینگ است (جلالی و همکاران ،۱۳۹۲). از آنجایی که مطالعه های صورت گرفته در مناطق مختلف نتایج متفاوتی دارد و نمیتوان این نتایج را به سایر مناطق

تعمیم داد، نیاز است که الگوی پراکنش مکانی متغیرهای خاک در مزارع مورد بررسی قرار گیرد و روشهای مختلف زمین آماری با هم مقایسه شود تا بهترین روش برای هر متغیر در آن منطقه به دست آید. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، مقایسه روشهای درون یابی کریجینگ و وزن دهی عکس فاصله در تهیه نقشه پراکنش متغیرهای فسفر و پتاسیم قابل جذب گیاه در اراضی دشت ناز ساری در استان مازندران و تعیین روش مناسب در تخمین این متغیرها در نقاط نمونه برداری نشده بود.

مواد و روش‌ها

۱-تشریح منطقه وجمع آوری نمونه ها و آنالیز نمونه ها

این پژوهش در منطقه دشت ناز ساری در استان مازندران در شمال کشور ایران و در مختصات ۶۹ درجه و۶۴ دقیقه تا ۶۹درجه و ۷۲دقیقه طول شرقی و ۴۰ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۰درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی واقع است ، صورت پذیرفت مساحت این منطقه حدود ۳۳ هکتار است و در آن گندم وکلزا بطور متناوب کشت می شود. نمونه های خاک (در فواصل منظم) از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری در هر ۶۰×۶۰ متری جمع آوری و محل نمونه برداری با GPS ثبت شد. تعداد نمونه برداری نیز ۱۰۹ بود. بعد از هوا خشک کردن نمونه‌ها، کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برای انجام آزمایشات لازم مانند فسفر قابل دسترس (AP) توسط روش اولسن (اولسن و همکاران ۱۹۵۴)، پتاسیم قابل دسترس (AK) توسط روش استات آمونیوم وبراساس روش کارتر (۱۹۹۳)اندازه گیری شد.

۲- تجزیه و تحلیل های آماری

آماره های توصیفی حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار، واریانس، چولگی، کشیدگی و ضریب تغییرات متغیرها با استفاده از بسته نرم افزاری SPSS۱۸ محاسبه شدند. نرمال بودن توزیع فراوانی با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف انجام شد. متغیرهایی که از چولگی معنی دار و توزیع فراوانی غیرنرمال برخوردار بودند با استفاده از توابع لگاریتمی نرمال شدند. تجزیه و تحلیل ساختار تغییرات مکانی با استفاده از تغییرنما انجام گرفت که از ابزارهای اساسی زمین آمار برای بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک است. تغییر نما به عنوان یک معیار، مشخص می نماید که نقاط هم جوار به چه میزان متفاوت اند. تابع نیم تغییر نما (سمی واریو گرام)با توجه به معادله زیر محاسبه خواهد شد:

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{n}\{Z(x)-Z(x+h)\}_2 \qquad (۱)$$

در فرمول فوق γ(h) نیم تغییر نما تجربی، N(h) تعداد جفت نقاطی است که در فاصله‌ی h از یکدیگر قرار دارند. Z(xi) و Z(xi + h) به ترتیب مقادیر مشاهده شده متغیر Z در نقاط xi و xi + h می‌باشد.

در این تحقیق از نرم افزار GS+ (version 5.1) برای رسم واریوگرام ها استفاده گردید. مدلی که دارای کمترین مجموع مربعات باقیمانده(RSS) و بیشترین ضریب تبیین (R^2)بود، از میان مدل های کروی، نمایی، گوسی و خطی و غیره بر واریوگرام تجربی برازش داده شد (شارما و همکاران، ۲۰۰۴). پهنه بندی‌خصوصیات خاک با استفاده از دو روش درون یابی‌کریجینگ معمولی (OK)، روش معکوس وزنی فاصله (IDW با ۵ توان (۱، ۲ ، ۳، ۴ و ۵) مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. انتخاب مناسب‌ترین روش درون یابی با حذف ۲۰ درصد از داده‌ها و تخمین آن‌ها با سه روش ذکر شده با استفاده از آماره های خطای میانگین[۱] (ME)، جذر میانگین مجذور مربعات خطا[۲] (RMSE) که در زیر فرمول‌های محاسباتی آن‌ها آورده شده است:

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2} \qquad (۲)$$

$$ME=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i) \qquad (۳)$$

۱- Mean Error
۲– Root mean square error

که در آنها، Yi مقدار واقعی از پارامترهای بدست آمده و ŷi مقدار برآورد شده توسط روش‌های مختلف درون یابی می‌باشد.

نتایج و بحث

آماره های توصیفی خصوصیات اندازه گیری شده در جدول ۱ نشان داده شده است. داده های فسفر با روش لگاریتمی نرمال شدند. مقدار پتاسیم قابل استفاده از ۱۴۶,۷۶ تا ۵۵۱,۷۳ میلی گرم در کیلوگرم در نوسان است. دامنه تغییرات فسفر قابل استفاده در این اراضی بین ۲,۷۱ تا ۳۶,۳۷ میلی گرم در کیلو گرم متغیر است. ضریب تغییرات فسفر قابل استفاده بیش از ۳۵درصد است، که در طبقه بندی وایلدینگ (۱۹۸۵) متغیرهای خاکی که دارای ضریب تغییرات بالاتر از ۳۵ درصد باشند در گروه متغیرهای با تغییرپذیری زیاد قرار می گیرند. غیر یکنواختی شدید در فسفرقابل دسترس را می توان به مصرف نامتوازن کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفا ت تریپل) مرتبط دانست.

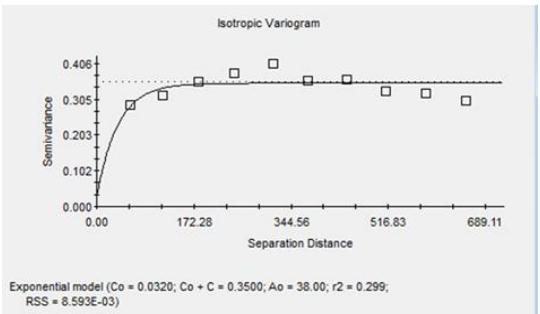
جدول ۱-خلاصه آماری متغیرها

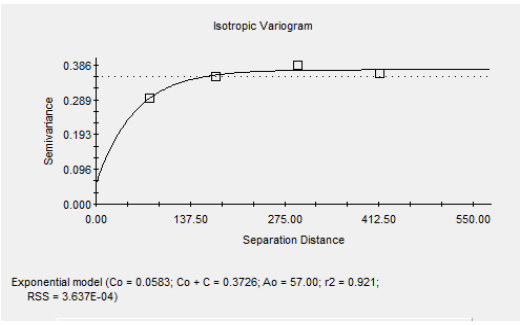
متغیر	حدا قل	حدا کثر	میا نگین	میا نه	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چوا گی	کش یدگی	k-s[1]
فسفر((mg/kg	2.7 1	36. 37	12. 09	9. 84	7.39	61.09	1.0 42	1.2 04	0.02 6
پتاسیم (mg/kg)	14 6.76	55 1.73	35 7.58	35 8.3	87.99	24.60	- 0.196	- 0.275	0.42 8

۱- آزمون کلموگروف و اسمیرنوف

۲-تجزیه و تحلیل زمین آمار

بهترین مدل نیم تغییرنمای برازش شده بر متغیرها در جدول۲ و شکل ۲ نشان داده شده است. هر دومتغیر مطالعه شده از مدل های دارای سقف کروی و نمایی پیروی نمودند و دارای اثر قطعه ای کم بودند. سان و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که این تغییرات می تواند به علت خطای نمونه برداری، تغییرات دامنه کوتاه و یا تغییرات تصادفی یا ذاتی باشد. نسبت اثر قطعه به سقف بیش از ۷۵ درصد است،که نشان دهنده ی وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود،که این نشان دهنده تحت تاثیر قرار گرفتن متغیر از عامل های مدیریتی (مانند عملیات خاکورزی و کود دهی) است (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۱).





شکل ۲-واریوگرام تجربی برای پتاسیم قابل جذب (سمت چپ) و فسفر قابل جذب (سمت راست)

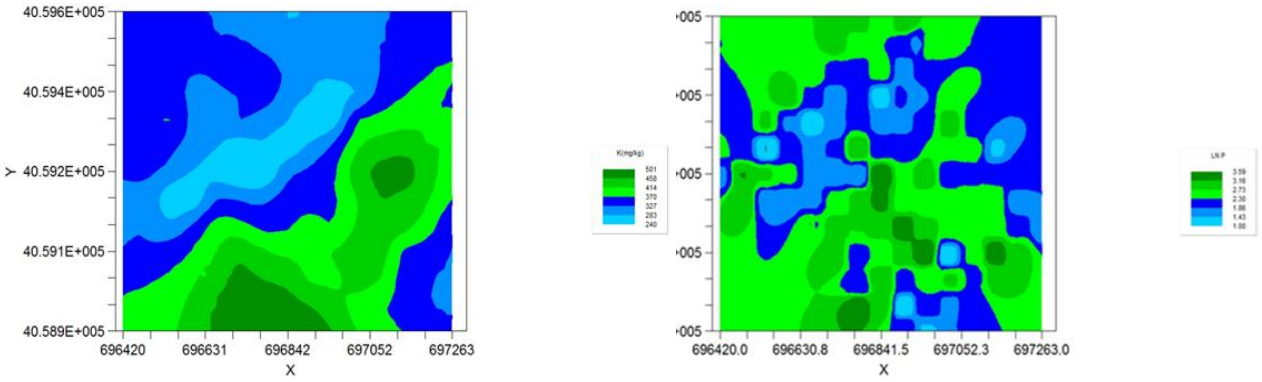
جدول ۲-پارامترهای مدل های برازش شده برای واریوگرام متغیرها

متغیر	مدل	اثر قطعه	آستانه	دامنه تاثیر	نسبت اثر قطعه به سقف	r^2
فسفر	نمایی	0.058	0.372	171	0.844	0.921
پتاسیم	کروی	2370	9203	455	0.742	0.984

قابل ذکر است که منطقه مورد مطالعه اراضی زراعی تحت کشت بودند. لذا تأثیر فرایندهای مدیریتی مانند کوددهی را باید در نظر داشت که این فرایندها به مرور می توانند همبستگی مکانی متغیرهای خاک را تحت تأثیر قرار دهند. در جدول ۳ مناسبترین تخمین گر جهت برآورد هر متغیر آورده شده است. با توجه به نتایج این جدول برای فسفر قابل استفاده روش وزن دهی معکوس فاصله با توان ۳ (IDW3) و برای پتاسیم قابل استفاده روش کریجینگ به عنوان بهترین روش درون یابی شناخته شدند. در شکل ۳ نقشه های توزیع مکانی این متغیرها در منطقه مورد مطالعه آورده شده است. به طور کلی میتوان بیان داشت برای پهنه بندی ، فسفر و پتاسیم قابل استفاده، مدلهای مختلف مثل کریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله به علت داشتن دقت بالا و کمترین خطا پیشنهاد می شوند. بطورکلی روش مناسب زمین آماری در برآورد یک متغیر، به نوع متغیر و عوامل منطقه ای تأثیرگذار بر آن بستگی دارد و نمی توان روش منتخب در یک منطقه را به سایر مناطق تعمیم داد. با استفاده از نقشه های تهیه شده می توان توصیه کودی به منظور کاهش آلودگی زیست محیطی و مدیریت بهترمنابع کودی، برای این اراضی انجام گیرد.

جدول ۳-مناسب ترین تخمین گرها جهت براورد متغیرها در نقاط مختلف نمونه برداری نشده

روشهای درونیابی	P		K	
	ME	RMSE	ME	RMSE
کریجینگ	2.237	7.352	-10.57	48.16
IDW^1	2.404	7.589	23.16	53.02
IDW^2	2.146	7.498	16.31	51.75
IDW^3	1.921	7.427	9.30	50.60
IDW^4	1.772	7.386	3.47	49.82
IDW^5	1.683	7.377	-0.82	49.53



شکل ۳- نقشه های توزیع مکانی پتاسیم قابل جذب (سمت چپ) و فسفر قابل جذب (سمت راست)

منابع

بابازاده،ش.،دواتگر.ن.،ف.دریغ گفتار.وم.پیکان.۱۳۹۱. تغییرات مکانی برخی خصوصیات خاک مرتبط با حاصل خیزی در مزارع شالیزاری استان گیلان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد دوم، شماره اول،صفحه ۱۲۷-۱۴۰.

جلالی ، ق ،. طهرانی .م.م ،. ن .برومند.و ص ،سنجری.۱۳۹۲. مقایسه روشهای زمین آمار در تهیه نقشه پراکنش مکانی برخی عناصر غذایی در شرق استان مازندران. مجله پژوهشهای خاک(علوم خاک و آب)،شماره ۲،صفحه۱۹۵-۲۰۴.

کاظمی پشت مساری،ح.،طهماسبی سروستانی.ز.،ب.کامکار.،شتایی.ش .،س. صادقی. .۱۳۹۱ارزیابی روشهای زمین آمار جهت تخمین و پهنه بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. نشریه دانش آب و خاک،جلد ۲۲ شماره۱،صفحه۲۰۱-۲۱۸.

محمد زمانی، س.، ایوبی .ش.ا .و ف .خرمالی . 1386 .بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک و عملکرد گندم در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته .استان گلستان .علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهلم (الف)،صفحه۷۹-۹۱.

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

Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS and Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture. Washington DC, Circular.

Sharma, B. D., V. K. Aggarwal, S. S. Mukhopadhayay and H. Arora. 2002. Micronutrient distribution and their association whit soil properties in Entisol of Punjab, India. J.

Wilding LP, 1985. Spatial variability: Its documentation, accommodation, and implication to soil survey. Pp. 166-194. In: Nielsen DR, and Bouma J (eds.). Soil Spatial Variability, Wagenigen, the Netherlands. Agricultural.7: 315-322.

Evaluation of geostatistical approaches for mapping available phosphorous and potassium (A case study, Dashtenaz-Sari)

S. Masoudi[1], M. Emadi[2], M.A. Bahmaniar[3] and F. Sadegh-Zadeh[2]
1,2,3- Msc Student, Assistant Professor and Professor, Department of Soil Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Abstract
Spatial variability of soil properties is commonplace in fields, but identification and management of these changes for precision agriculture is crucial. In this research, different method of geostatistical approaches including kriging and inverse distance weighting (IDW) with 1 to 5 powers were evaluated for mapping available phosphorous and potassium. For this, 109 composite samples were collected from soil surface and available phosphorous and potassium were measured. The statistics of mean error (ME) and root mean square error (RMSE) were used for testing performance of different interpolation methods. The semivariogram analysis showed that the available phosphorous and potassium are fairly fitted with exponential and spherical models, respectively. Results also indicated that the best interpolation methods for the available phosphorous and potassium were kriging and IDW with power 3 methods due to the minimum ME and RMSE values.

Keywords: Mapping, available potassium, geostatistics, available phosphorous, Mazandaran