

ارزیابی تغییرپذیری مکانی عناصر پرمصرف و برخی ویژگیهای خاک بر عملکرد گندم

علیداد کرمی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده

تعیین مقادیر عناصر غذایی در نقاط مختلف مزرعه و مدیریت بهینه پارامترهای خاک منجر به افزایش تولید و حفظ منابع آب و خاک میشود. بدین منظور تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی پرمصرف در خاک و دانه گندم، درصد اشباع (SP)، جرم ویژه ظاهری، درصد اندازه ذرات، pH، EC، T.N.V. و عملکرد گندم ارزیابی گردید. در این پژوهش به طور تصادفی و با پراکنش مناسب در ۳۶ نقطه از مزرعه ۴۰ هکتاری عملکرد گندم ارزیابی و نمونههای دانه گندم و نمونههای خاک برای تجزیههای مختلف تهیه گردید. میانیابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روشهای کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیمتغییرنمای تجربی انجام شد. نتایج نشان داد: بین پارامترهای مختلف همبستگی منطقی خطی وجود داشت. عملکرد دانه گندم با میانگین ۴۹۲۰، از ۲۵۵۰ تا ۶۱۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. بهترین مدل واریوگرامی عملکرد دانه و وزن هزار دانه مدل کروی بود. بهترین مدل برای P، EC، T.N.V. و K مدل کروی و برای pH مدل نمایی بود. بهترین روش میانیابی برای T.N.V. روش وزن دادن عکس فاصله، و برای EC، pH، و P خاک روش کریجینگ و برای K خاک با فاکتورهای کمکی کربن آلی خاک روش کوکریجینگ بود. مقادیر EC و K خاک از جنوب شرقی مزرعه به شمال غربی افزایش داشت. غلظت نیترژن و فسفر دانه گندم از ساختار مکانی قوی و غلظت پتاسیم دانه از ساختار مکانی متوسط بر خوردار بود. بهترین مدل نیمتغییرنما برای پتاسیم دانه گندم با فاکتورهای کمکی کربن آلی و pH خاک مدل کروی و برای فاکتور کمکی درصد سیلت خاک مدل گوسی بود. بهترین روش میانیابی برای نیترژن دانه، روش کریجینگ و برای فسفر و پتاسیم دانه گندم روش وزن دادن عکس فاصله بود.

واژه های کلیدی: بافت خاک، پتاسیم، فسفر، کشاورزی دقیق، کربن آلی

مقدمه

تعیین و تامین نیاز غذایی واقعی محصول بر اساس ویژگیهای خاک موجب رشد مناسبتر محصول شده و در نهایت علاوه بر افزایش تولید محصول و حفظ محیط زیست از هدر دادن سرمایه جلوگیری نموده و پایداری تولید را افزایش میدهد. پژوهشهای زیادی در رابطه با تغییرات مکانی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک و برآورد آنها با استفاده از روشهای زمیناماری انجام شده است (Perez-Rodriguez et al., ۲۰۰۷). وابستگی مکانی قوی ویژگیهای خاک با فاکتورهای ذاتی مانند بافت و مینرالوژی کنترل میشود در حالی که وابستگی مکانی ضعیف با فاکتور خارجی مانند مدیریت زارع (کوددهی) کنترل میشود (Liu et al., ۲۰۰۹). ساختار مکانی کربن آلی خاک از چند متری (Kirwan et al., ۲۰۰۵)، تا چند ده متری (Oake-Anti and Ogoe, ۲۰۰۶) و تا چند صد متری (Cerri et al., ۲۰۰۴) گزارش شده است. تشخیص الگوی پراکنش مکانی از این لحاظ مهم است که میتواند به طور فزایندهای برای مدیریت منابع طبیعی (Wang et al., ۲۰۰۹)، پیشبینی ویژگیهای خاک در نقاط نمونهبرداری نشده (Liu et al., ۲۰۰۹) و برای بهبود طراحی شبکه نمونهبرداری مطالعات اکولوژیکی-کشاورزی آینده (Rossi et al., ۲۰۰۹) استفاده شود. با روشهای زمیناماری، ویژگیهای خاک سطحی، عناصر غذایی خاک (Newman et al., ۱۹۹۷)، آبشویی نترات (Ersahin, ۲۰۰۱) و توزیع ویژگیهای فیزیکی خاک (Sepaskhah et al., ۲۰۰۵) برای برآورد تغییرات مکانی ویژگیهای خاک آنالیز گردیده است. تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی اصلی، ماده آلی و مقدار رس در شالیزارهای کوچک نیز گزارش شده است (Moritsuka et al., ۲۰۰۴).

مواد و روشها

برای ارزیابی تغییرپذیری مکانی پارامترهای خاکی و عملکرد دانه گندم پژوهش در مزرعه تحقیقاتی و با مدیریت یکسان انجام گردید. بدین منظور، قطعه مزرعه‌های ۴۰ هکتاری که از یک سیستم آبیاری بارانی سنتریپوت آبیاری میشد انتخاب گردید. بصورت تصادفی از ۳۶ نقطه مزرعه مزبور نمونهبرداری خاک از لایه ۰-۳۰ سانتیمتری تهیه و تجزیه و عملکرد گندم در سطح ۲ مترمربعی نیز اندازهگیری شد. از عمقهای ۰-۱۵ و ۰-۳۰ سانتیمتری سطحی نمونه خاک دست نخورده تهیه و BD اندازهگیری شد. مقادیر کربن آلی، فسفر، پتاسیم، درصد اشباع، درصد اندازه ذرات، EC، T.N.V. و pH خاک و مقادیر عناصر غذایی در دانه اندازهگیری شد. دادهها در محیط Excel درج و محاسبات آمار کلاسیک با نرمافزار SPSS و محاسبات زمیناماری با GS+ انجام گردید. از نرمافزارهای کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیمتغییرنمای تجربی انجام شد. برای بیان خطای مطلق و ارزیابی برآوردها و انتخاب روش مناسب درونیابی از آماره‌های میانگین اریب خطاها (MBE)، میانگین مطلق خطاها (MAE)، ریشه دوم میانگین مربعات خطاها (RMSE) و واریانس اشتباه معیار (MSDR) استفاده گردید. در نهایت بر اساس بهترین مدل واریوگرامی و بهترین میانیاب تخمین ویژگیها در نقاط فاقد داده انجام شد و نقشه‌های مربوطه ترسیم و تجزیه و تحلیل لازم انجام شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

نتایج و بحث

همبستگی قوی و مثبت بین عملکرد دانه گندم و وزن هزار دانه مشاهده شد که در سطح یک درصد نیز معنی‌دار بود. بین وزن هزار دانه گندم و میزان شوری خاک و میزان سیلت خاک نیز همبستگی منفی وجود داشت که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. در ارزیابی پارامترهای خاکی نیز بین درصد اشباع خاک و پتاسیم، سیلت، و رس خاک همبستگی مثبت وجود داشت ولی بین درصد اشباع خاک و درصد شن، ماده آلی و T.N.V. خاک همبستگی منفی وجود داشت. کربن آلی خاک با مقادیر درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی، پتاسیم قابل جذب خاک، منگنز قابل جذب خاک و درصد سیلت خاک همبستگی مثبت ولی با T.N.V. خاک همبستگی منفی نشان داد.

پتاسیم قابل جذب خاک با مقادیر درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی و کربن آلی همبستگی مثبت ولی با وزن هزار دانه گندم همبستگی منفی داشت. بین جرم ویژه ظاهری در عمق ۱۵ و ۳۰ سانتیمتر همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. نیتروژن دانه گندم با فسفر خاک همبستگی مثبت و با وزن هزار دانه گندم همبستگی منفی داشت. فسفر دانه با درصد اشباع، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، درصد سیلت خاک و مقادیر پتاسیم دانه همبستگی مثبت داشت. پتاسیم دانه گندم نیز با درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، پتاسیم قابل جذب خاک، درصد سیلت خاک و مقادیر فسفر دانه همبستگی مثبت ولی با وزن هزار دانه گندم همبستگی منفی داشت. آمار توصیفی عملکرد دانه گندم اندازه‌گیری شده در نقاط تصادفی در مزرعه و وزن هزار دانه در جدول ۱ ارائه گردیده است.

متغیر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
عملکرد دانه گندم	کیلوگرم	۲۵۵۰	۶۱۵۰	۴۹۲۰	۸۴۳۷۴۴	-۴۹/۰	-۶۲/۰
وزن هزار دانه	گرم	۲۳	۴۳	۳/۳۶	۴/۲۶	-۹۳/۰	۲۴/۰

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R ²	RSS
عملکرد دانه	کروی	۵۳۱۰۰۰	۱۲۹۳۰۰۰	۴۱/۰	۱۱۰۱	۸۲۰/۰	۱۸/۴×۱۰ ^{۱۰}
وزن هزار دانه	کروی	۳/۱	۶/۵۳	۰۲/۰	۹۹۲	۹۱۳/۰	۱۰۶

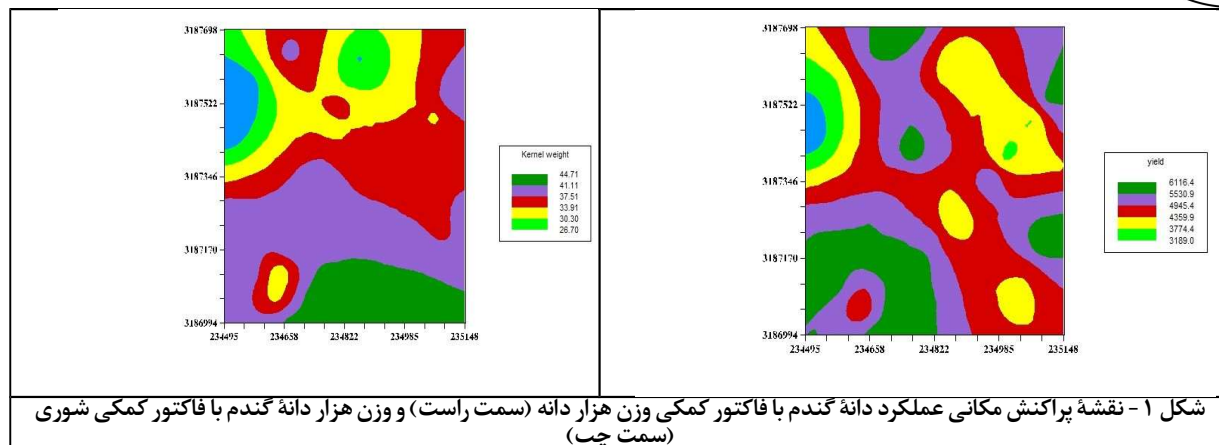
C. : واریانس قطعه‌ای، C.+C : آستانه، $\frac{C_0}{C_0+C}$: نسبت همبستگی مکانی، A. : دامنه تأثیر (متر)، R² : ضریب تبیین و RSS : مجموع مربعات خطا.

در جدول ۲ مشاهده می‌شود که برای عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم بیشترین ضریب تبیین با مدل کروی حاصل شده که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشت.

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R ²	RSS
Y*Kw	کروی	۳۳۰	۵۷۷۰	۵/۰	۱۱۰۱	۸۲۰/۰	۱۸/۴×۱۰ ^{۱۰}
Kw*EC	گوسی	-۰۰۱/۰	-۳۳۲/۰	۰۲/۰	۲۲۹	۹۶۱/۰	۹۵/۶×۱۰ ^{-۱۰}

برای عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم بیشترین ضریب تبیین به ترتیب با مدل کروی و مدل گوسی حاصل شد که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشت.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما



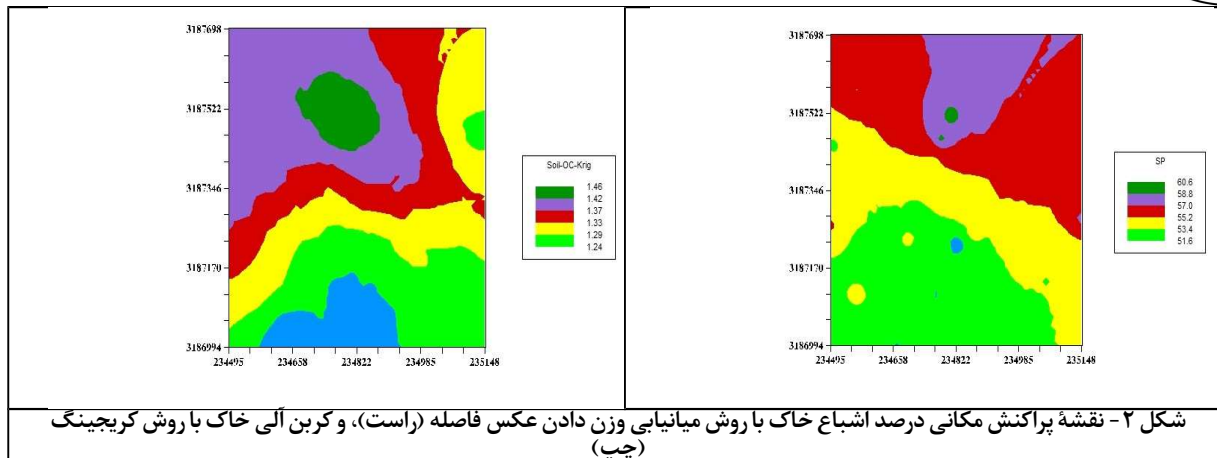
با توجه به نقشه پراکنش مکانی عملکرد دانه گندم مشاهده میشود که سطح وسیعی از مزرعه عملکرد پایین داشته که با مدیریت بهتر میتوان سطح تولید را به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش داد (شکل ۱)

جدول ۴- مدل‌های برازش داده شده بر نیمتغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمیناماری ویژگیهای خاک

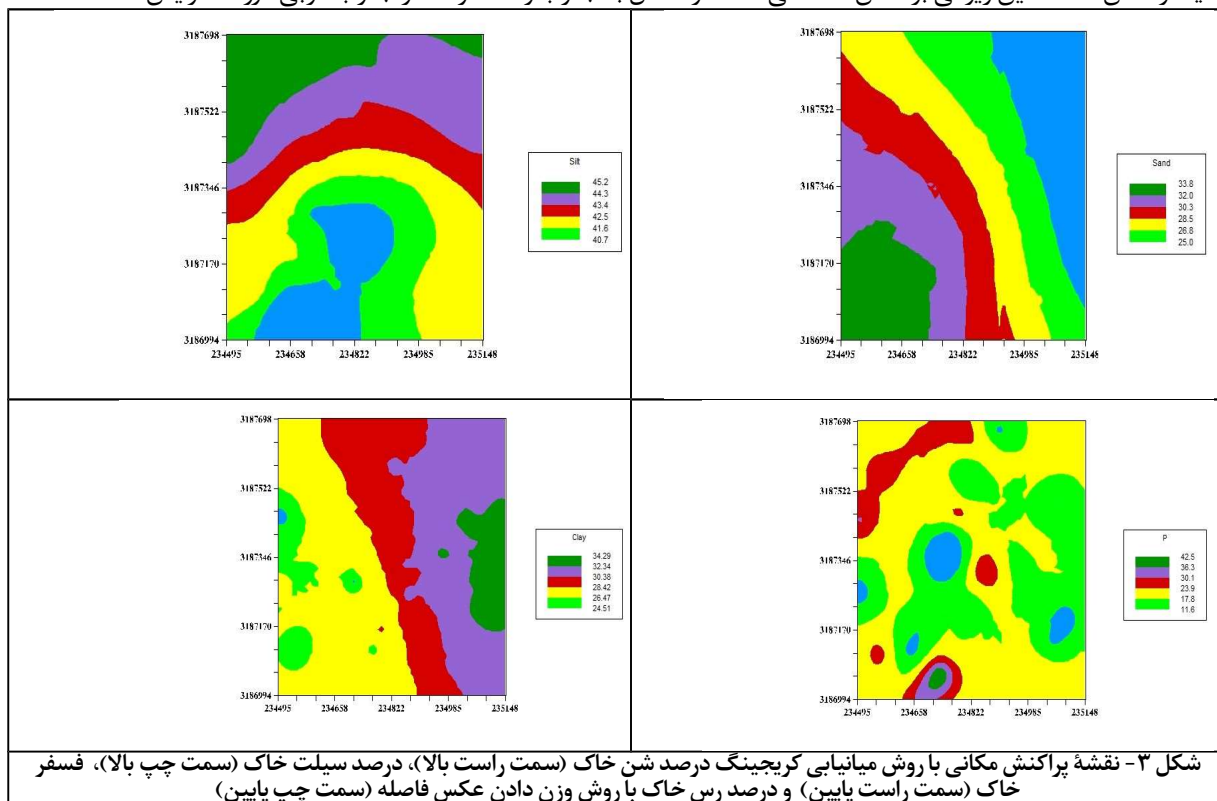
فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R ²	RSS
SP	کروی	$۸۲/۷ \times ۱۰^{-۱۰}$	$۷۹/۳ \times ۱۰^{-۱۰}$	$۲۰۶/۰$	۴۹۱	۹۳۲/۰	$۳۸/۴ \times ۱۰^{-۱۰}$
OC	نمایی	$۰/۱۴۲$	$۰/۲۸۵$	$۴۹۸/۰$	۴۳۲	۸۱۶/۰	$۰/۲/۱ \times ۱۰^{-۱۰}$
BD _s	نمایی	$۰/۰۰۲۹$	$۰/۰۰۶۰$	$۴۸۳/۰$	۱۰۳۰	۸۸۵/۰	$۰/۶/۸ \times ۱۰^{-۱۰}$
BD _r	نمایی	$۰/۰۰۳۶$	$۰/۰۰۷۳$	$۴۹۳/۰$	۱۲۰۵	۳۱۳/۰	$۳/۱ \times ۱۰^{-۱۰}$
Sand	گوسی	$۰/۰۰۶$	$۱۴۵۱/۰$	$۰/۰۴۱$	۱۰۵۲	۹۱۲/۰	$۷۲/۴ \times ۱۰^{-۱۰}$
Silt	کروی	$۹۹/۱$	$۹۸۹/۹$	$۱۹۹/۰$	۱۱۹۱	۹۰۴/۰	$۶۳/۲$
Clay	کروی	$۲۶/۰$	$۵۱/۲۱$	$۰/۰۱۲$	۹۲۵	۹۵۵/۰	$۰/۹/۷$
pH	نمایی	$۰/۰۰۴۱$	$۰/۱۱۱$	$۳۶۹/۰$	۱۱۵	۷۲۵/۰	$۳۶/۶ \times ۱۰^{-۱۰}$
EC	کروی	$۰/۰۰۹۳$	$۰/۴۳۴$	$۲۱۴/۰$	۱۳۲۸	۹۶۰/۰	$۵۲/۱ \times ۱۰^{-۱۰}$
T.N.V	کروی	$۷۰۰/۱$	$۰/۹۸/۹$	$۱۸۷/۰$	۵۱۷	۹۱۱/۰	$۰/۷/۷$
P	کروی	$۰/۰۰۱$	$۲۱۲۲/۰$	$۰/۰۱$	۱۱۹	۸۴۷/۰	$۱۵/۱ \times ۱۰^{-۱۰}$
K	کروی	$۰/۰۲۵۹$	$۰/۵۹۱$	$۴۳۸/۰$	۶۱۰	۹۷۱/۰	$۸۱/۱ \times ۱۰^{-۱۰}$

بهترین مدل برای کربن آلی خاک، جرم ویژه ظاهری در عمق ۱۵-۰ و ۱۵-۳۰ مدل نمایی بود و بهترین مدل برای داده‌های درصد شن نیز مدل گوسی بود. نیمتغییرنمای منفرد پارامترهای SP و درصد شن و سیلت از ساختار مکانی قوی و پارامترهای OC، pH، و جرم ویژه ظاهری در عمق ۱۵-۰ و ۱۵-۳۰ خاک از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود (جدول ۴).
بهترین مدل برازش داده شده بر نیمتغییرنمای منفرد درصد رس خاک مدل کروی بود که با ضریب تبیین ۸۳۲/۰ و با دامنه تأثیر ۵۷۲ متر، اثر قطعه‌های آن ۶۲/۰ و مجموع مربعات خطای آن ۵/۳۴ بود. روش‌های میان‌بایی ویژگی‌های خاک در مزرعه مورد مطالعه ارزیابی گردید که به دلیل محدودیت صفحات از ذکر آن خودداری میگردد.

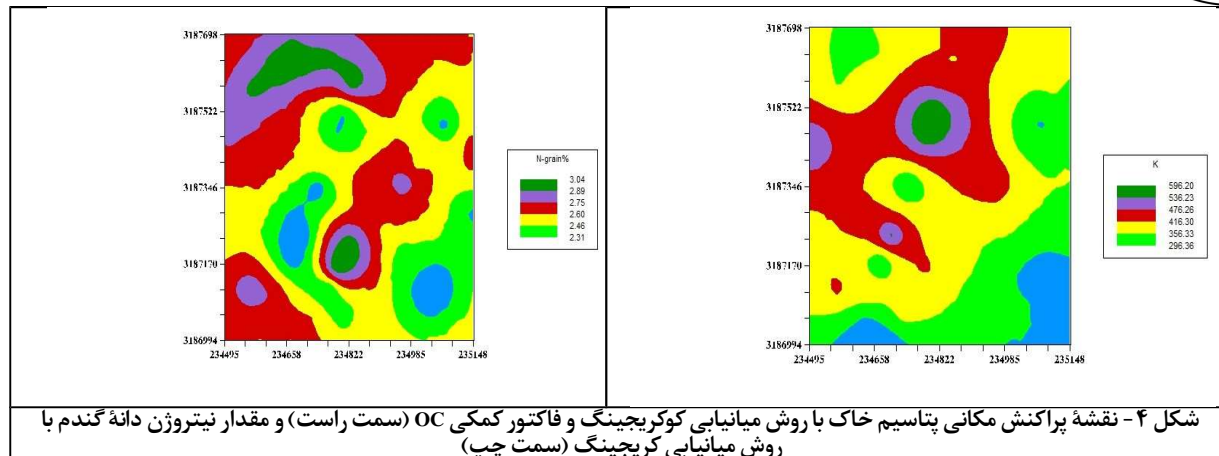
چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما



درصد اشباع خاک از جنوب غربی به شمال شرقی مزرعه مورد مطالعه افزایش داشت. در شرایط فعلی که محدودیت آب و رطوبت خاک گلوگاه بوده اهمیت پارامتر درصد اشباع خاک پررنگتر می باشد (شکل ۲). کربن آلی خاک نشان داد که این ویژگی از جنوب به شمال و مخصوصاً شمال غربی مزرعه افزایش داشت (شکل ۲). نقشه پراکنش مکانی جرم ویژه ظاهری خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر نشان داد که این ویژگی برعکس ماده آلی خاک از شمال به جنوب و مخصوصاً در جنوب غربی مزرعه افزایش داشت.



نقشه پراکنش درصد رس روند مشخصی را نشان داد. به طور کلی درصد رس از شمال شرقی به جنوب غربی افزایش داشت، درصد سیلت خاک از جنوب به شمال و درصد رس از غرب به شرق افزایش داشت، بیشترین مقادیر فسفر در نیمه غربی مزرعه مشاهده گردید (شکل ۳).



گرچه پراکنش مقادیر پتاسیم خاک با روش کوکریجینگ و با فاکتورهای کمکی مختلف از یک روند مشخص و تقریباً یکسان برخوردار بود ولی وجود فاکتورهای کمکی مختلف در برآورد پارامتر مزبور و میانبایی آن آزادی عمل را افزایش میدهد (شکل ۴). پراکنده‌گی مکانی مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه گندم زیاد بود، و ضرورت اعمال مدیریت مناسب بر اساس شناخت از ویژگی خاک میتواند در تولید بهتر و پایدارتر کمک شایان توجهی نماید. مقادیر نیتروژن دانه گندم در مزرعه مورد مطالعه تغییرات قابل ملاحظه‌ای را داشت. در عمده سطح مزرعه مقدار آن از سطح پایینی برخوردار بود (شکل ۴). مقادیر پایینتر فسفر دانه گندم در قسمت جنوبی مزرعه دیده شد. مقدار فسفر دانه از جنوب به شمال و بخصوص در شمال شرقی افزایش نشان داد (شکل ارائه نگردید).

منابع

- Cerri, C.E.P. Bernoux, M. Chaplot, V. Volkoff, B. Victoria, R.L. Melillo, J.M. Paustian, K. and Cerri, C.C. ۲۰۰۴. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. *Geoderma*, ۱۲۳: ۵۱-۶۸.
- Ersahin, S. ۲۰۰۱. Spatial variability of some physical and chemical soil properties in an alluvial field. *Appl. Eng. Agric.*, ۱۳: ۳۴-۴۱.
- Kirwan, N. Oliver, M.A. Moffat, A.J. and Morgan, G.W. ۲۰۰۵. Sampling the soil in long-term forest plots: the implication of spatial variation. *Environmental Monitoring and Assessment*, ۱۱۱: ۱۴۹-۱۷۲.
- Liu, X. Zhang, W. Zhang, M. Ficklin, D.L. and Wang, F. ۲۰۰۹. Spatio-temporal variations of soil nutrients in uenced by an altered land tenure system in China. *Geoderma*, ۱۵۲: ۲۳-۳۴.
- Moritsuka, N. Yanai, J. Umeda, M. and Kosaki, T. ۲۰۰۴. Spatial relationships among different forms of soil nutrients in a paddy field. *Soil Sci. Plant Nut.*, ۵۰(۴): ۵۶۵-۵۷۳.
- Newman, S. Reedy, K.R. DeBusk, W.F. Wang, y. Shih, G. and Fisher, M.M. ۱۹۹۷. Spatial distribution of soil nutrients in northern Everglades's marsh: water conservation area. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۶۱: ۱۲۷۵-۱۲۸۳.
- Oake-Anti, D. and Ogoe, J.I. ۲۰۰۶. Analysis of variability of some properties of a semideciduous forest soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, ۳۷: ۲۱۱-۲۲۳.
- Pé rez-Rodriguez, R. Marques, M.J. Bienes, R. ۲۰۰۷. Spatial variability of the soil erodibility parameters and their relation with the soil map at subgroup level. *Sci. Total Environ.*, ۳۷۸: ۱۶۶-۱۷۳.
- Rossi, J. Govaerts, A. DeVos, B. Verbist, B. Vervoort, A. Poesen, J. Muys, B. and Deckers, J. ۲۰۰۹. Spatial structures of soil organic carbon in tropical forests- A case study of Southeastern Tanzania. *Catena*, ۷۷: ۱۹- ۲۷.
- Sepaskhah, A.R. Ahmadi, S.H. and Nikbakht Shahbazi, A.R. ۲۰۰۵. Geostatistical analysis of sorptivity for a soil under tilled and no-tilled conditions. *Soil Till. Res.*, ۸۳: ۲۳۷-۲۴۵.
- Wang, X.Z. Liu, G.S. Hu, H.C. Wang, Z.H. Liu, Q.H. Liu, X.F. Hao, W.H. and Li, Y.T. ۲۰۰۹. Determination of management zones for a tobacco field based on soil fertility. *Computers and Electronics in Agriculture*, ۶۵(۲): ۱۶۸-۱۷۵.



Abstract

Determination of nutrient elements at different points of field and optimum management of soil parameters lead to increase production and conservation of soil and water resources. For this purpose the spatial variability of macro-nutrients in soil and wheat grain, saturation percentage (SP), bulk density, particle size percentage, T.N.V., EC, pH and wheat yield were evaluated. Soil and wheat grain samples were taken randomly from ۳۶ points with suitable distribution. The interpolation of parameters in non-sampled areas were predicted using kriging, inverse distance weighted, and co-kriging methods and the experimental semi-variograms were fitted to the linear, exponential, Gaussian, and spherical models. Results showed that there was linear logical correlation between different parameters. Wheat grain yield with an average of ۴۹۲۰ kg per hectare ranged from ۲۵۵۰ to ۶۱۵۰ for different locations. The best variogram model for grain yield and kernel weight was spherical model. The best variogram model for EC, T.N.V., P, and K was spherical model, and for pH was exponential model. The best interpolation method for T.N.V. was inverse distance weighting method, and for pH, EC, P and K was kriging method, and for potassium with co-factor of SP, OC, and Mn was co-kriging. Amounts of soil EC and K increased from southeast to northwest of farm. The spatial structure of nitrogen and phosphorus concentration in wheat grain was strong and for potassium concentration in wheat grain was medium. The best variogram model for potassium concentration in wheat grain with co-factor of OC and soil pH was spherical model, and for co-factor of soil silt percent was Gaussian model. The best interpolation method for wheat grain nitrogen concentration was kriging method, and for phosphorus and potassium concentration in wheat grain was inverse distance weighting method.