بررسی توزیع مکانی برخی خصوصیات فیزیکی خاک با استفاده روش‌های زمین‌آماری در مناطق خشک

سمانه جهانی[1]، معصومه دلبری[2]، محمد مهدی چاری[3]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه زابل-Email: samane_jahani622@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل- Emailmas_delbari@yahoo.com
۳- محقق پژوهشکده تالاب هامون دانشگاه زابل

چکیده

در این تحقیق توزیع مکانی رطوبت حجمی، درصد شن، رس و سیلت خاک از 113 نقطه و در دو عمق‌های 0- 15 و 15- 30 سانتی‌متری در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل با استفاده از روش‌های زمین‌آماری مورد بررسی قرار گرفت. برای تخمین از روش‌های کریجینگ معمولی و لوگ نرمال کریجینگ استفاده شد. همچنین برای ارزیابی روش‌های مورد استفاده از روش ارزیابی متقابل و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده گردید. نتایج آنالیز زمین‌آماری نشان داد بهترین مدل برای رطوبت حجمی و بافت (درصد شن، رس و سیلت) به ترتیب مدل نمایی و کروی می‌باشد. همچنین با افزایش عمق همبستگی مکانی کلیه پارامترها افزایش یافته است. نتایج ارزیابی روش‌ها نیز نشان داد، روش کریجینگ معمولی با اختلاف اندکی نسبت به روش لوگ نرمال کریجینگ تخمین دقیقتری را انجام می‌دهد.

کلمات کلیدی: رطوبت حجمی، بافت خاک، کریجینگ، لوگ نرمال کریجینگ، زابل

مقدمه

تغییرات مکانی بافت و آب موجود در خاک، نقش مهمی را در فرایندهایی همچون نفوذ و رواناب، فرسایش خاک و سیلاب‌ها به خصوص در مناطق خشک ایفا می‌کند. باتوجه به این مسئله برای بدست آوردن تصویر دقیق‌تری از پراکنش خصوصیات مورد مطالعه بدون صرف هزینه و وقت زیاد، نیاز به استفاده از برخی روش‌های میانیابی می‌باشد (Delbari et al, 2009). شاخه‌ای از علم آمار کاربردی به نام زمین آمار با در نظر گرفتن همبستگی مکانی بین داده‌ها قادر به ارائه مجموعه‌ی وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد پراکنش خصوصیت مورد نظر ارائه می‌دهد. Santra et al (2008) با استفاده از کریجینگ معمولی به بررسی و تخمین درصد رس، سیلت، چگالی ظاهری و کربن آلی در خاک سطحی (0- 15 و 15- 30 سانتی‌متر) مزرعه‌ای در هند پرداختند. لذا با توجه به شرایط آب و هوایی و لزوم حفظ خاک کشاورزی در منطقه سیستان، در این مطالعه به بررسی تغییرات مکانی رطوبت موجود درخاک و پارامترهای مربوط به بافت خاک با استفاده از روش‌های زمین‌آماری پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری از منطقه

منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی 61 درجه و 31 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 30 درجه و 55 دقیقه شمالی و ارتفاعی در حدود 480 متری از سطح دریا در 25 کیلومتری جنوب زابل واقع شده است. نمونه‌برداری در بهمن ماه

1388 از 123 نقطه با فاصله‌ای در حدود 70- 100 متر و از عمق‌های 0- 15 و 15- 30 سانتی‌متر، از شبکه‌ای تقریباً منظم انجام شد. میزان رطوبت حجمی به طور مستقیم در مزرعه با استفاده از روش انعکاس‌سنجی حوزه زمانی اندازه-گیری شد (Greco et al, 2008) و درصد شن، رس و سیلت با استفاده از روش هیدرومتری اندازه‌گیری گردید (Day, 1965).

روش‌های آماری و زمین آماری مورد استفاده

به منظور بررسی چگونگی توزیع داده ها و دستیابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری هر خصوصیت از نرم افزار SPSS و بررسی آزمون نرمال بودن توزیع متغیرها، از آزمون کولموگروف- اسمیرونو استفاده گردید. تغییرات مکانی با استفاده از نیم‌تغییرنما $\gamma^*(h)$، انجام گرفت. برای میانیابی در این مطالعه از روش‌های کریجینگ معمولی و لوگ نرمال کریجینگ استفاده گردید. هچنین برای محاسبه نیم‌تغییرنما و ترسیم نقشه‌های تخمین از نرم افزار GS^+ استفاده گردید.

کریجینگ معمولی و لوگ نرمال کریجینگ

کریجینگ معمولی متداول‌ترین نوع کریجینگ است که با استفاده از یک متوسط‌گیری متحرک وزنی مقادیر در موقعیت‌های مشخص، مقادیر نقاط نمونه‌برداری نشده را تخمین می‌زند (Isaaks and Srivastava, 1989):

$$Z^*(x_0)=\sum_{i=1}^{n} l_i.Z(x_i) \qquad [1]$$

که در آن، $Z^*(x_0)$ مقدار تخمین زده شده Z در موقعیت نامشخص x_0، λ_i وزن یا اهمیت نسبت داده شده به متغیر Z در نقطه‌ی x_i و n تعداد مشاهدات می‌باشد.

لوگ نرمال کریجینگ در واقع همان کریجینگ معمولی است که روی داده های لگاریتمی شده انجام می گیرد. در انتها تخمین‌ها با یک تبدیل معکوس به صورت داده‌های واقعی تبدیل می‌شوند.

روش و معیارهای ارزیابی

در این مطالعه، از روش اعتبارسنجی متقابل[1] برای ارزیابی روش‌ها و معیار مجذور میانگین مربعات خطا[2] (RMSE) استفاده گردیده است (Isaaks and Srivastava, 1989).

$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Z^*(x_i)-Z(x_i))^2}{n}} \qquad [2]$$

که در آن: $Z^*(x_i)$: مقدار برآورد شده در نقطه x_i، $Z(x_i)$: مقدار مشاهده شده در نقطه x_i و n : تعداد نقاط می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرونو نشان داد، کلیه پارامترها در سطح 95% از توزیع نرمال تبعیت می‌کند. Delbari *et al* (2009) نیز توزیع رطوبت خاک را با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرونو نرمال گزارش کردند. بر اساس رنج پیشنهادی توسط Warrick (1998) از بین پارامترهای مورد مطالعه در عمق اول (0- 15 سانتی‌متر) تغییرپذیری درصد شن، رس و سیلت، متوسط (50 %>CV> 15 %) و رطوبت حجمی، بالا (CV<% 50) می‌باشد. در

[1].Cross-validation
[2].Root mean square error

عمق دوم (15- 30 سانتی‌متر) کلیه پارامترها دارای تغییرپذیری متوسط می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج، درصد رس در عمق 15 – 30 سانتی‌متر و رطوبت عمق 0- 15 سانتی‌متر به ترتیب دارای بالاترین میزان چولگی در بین پارامترهای مورد مطالعه هستند که نشان‌دهنده وجود مقادیر بالای این پارامترها در تعدادی از نقاط است.

آنالیز زمین‌آماری

بررسی ناهمسانگردی داده‌های مورد مطالعه نشان داد، کلیه پارامترها در هر دو عمق همسانگرد می‌باشند با توجه به این مسئله بهترین مدل تخمین برای کلیه پارامترها برازش داده شد. با توجه به جدول (1) اکثر پارامترها در هر دو عمق از مدل کروی تبعیت می‌کنند. رطوبت در هر دو عمق و در هر دو حالت همبستگی مکانی بالایی را از خود نشان می‌دهد. در این عمق (15- 30 سانتی‌متر) شن و لگاریتم شن دارای همبستگی مکانی بالا و بقیه پارامترهای بافت خاک دارای همبستگی مکانی متوسط می‌باشند. Santra *et al* (2008) بهترین مدل برای سیلت در عمق 0-15 سانتی‌متر، مدل کروی و برای عمق 15- 30 سانتی‌متر، مدل گوسی بدست آوردند.

جدول 1: مشخصات مدل‌های برازش داده شده بر نیم تغییرنمای تجربی پارامترهای مورد مطالعه

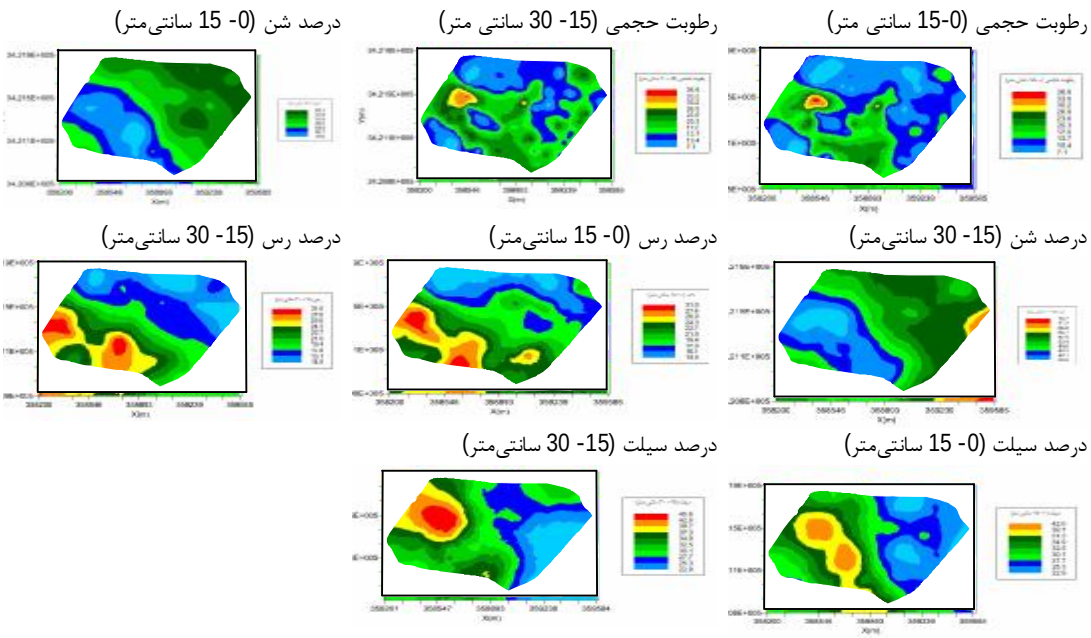
متغیر	عمق 0- 15 سانتی‌متر					متغیر	عمق 15- 30 سانتی‌متر				
	مدل	میزان همبستگی	شعاع تاثیر	RSS	R^2		مدل	میزان همبستگی	شعاع تاثیر	RSS	R^2
رطوبت حجمی	نمایی	قوی	249	0/887	90/1	رطوبت حجمی	نمایی	قوی	240	0/866	135
لگاریتم رطوبت حجمی	نمایی	متوسط	426	0/966	0/00081	لگاریتم رطوبت حجمی	نمایی	قوی	273	0/941	0/00119
شن	کروی	متوسط	983	0/957	1410	شن	کروی	قوی	1200	0/835	25028
لگاریتم شن	کروی	متوسط	924	0/966	0/00019	لگاریتم شن	کروی	قوی	1200	0/959	0/00052
رس	کروی	قوی	1200	0/942	269	رس	نمایی	متوسط	956	0/826	191
لگاریتم رس	کروی	قوی	1170	0/927	0/00102	لگاریتم رس	کروی	متوسط	950	0/959	0/00059
سیلت	کروی	متوسط	785	0/92	451	سیلت	کروی	متوسط	973	0/863	1137
لگاریتم سیلت	کروی	متوسط	732	0/787	0/00141	لگاریتم سیلت	کروی	متوسط	968	0/872	0/00142

*نسبت بین اثر قطعه‌ای و حد آستانه کمتر از 25%، همسبتگی مکانی قوی، نسبت بین 25% تا 75% همبستگی مکانی متوسط و نسبت بیشتر از 75% همبستگی مکانی قوی

ارزیابی روش‌ها و میان‌یابی خصوصیات مورد مطالعه

بر اساس نتایج بهترین تخمین برای کلیه پارامترهای مورد مطالعه در عمق 0-15 سانتی‌متر، با اختلاف کمی نسبت به لوگ نرمال کریجینگ، کریجینگ معمولی است. همچنین در عمق 15- 30 سانتی‌متر، غیر از رطوبت حجمی و درصد شن، بهترین روش تخمین، روش کریجینگ معمولی می‌باشد. Santra *et al* (2008) بهترین روش تخمین برای سیلت و رس را به ترتیب لوگ نرمال کریجینگ و کریجینگ معمولی گزارش کردند.

شکل (1)، نقشه‌های تخمین هر یک از پارامترهای مورد مطالعه را در منطقه نشان می‌دهد. ناحیه غربی مزرعه بالاترین میزان رطوبت را در هر دو عمق دارا می‌باشد. از سوی دیگر به علت آبیاری قبلی (آذر ماه) در این نواحی و پایین بودن میزان تبخیر از سطح خاک گسترش رطوبتی بالا (> 13/7) بیشتر در نواحی کشت شده مشاهده می‌شود. گسترش مکانی پارامترهای مربوط به بافت خاک، در هر دو عمق تقریباً یکسان می‌باشد.



شکل 1: نقشه تخمین پارامترهای مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز آماری نشان داد، به طور متوسط میزان رطوبت حجمی، درصد شن با افزایش عمق کاهش یافته است. در حالی که درصد رس، سیلت با افزایش عمق، روند افزایشی داشته‌اند. ضریب تغییرات رطوبت حجمی و پارامترهای مربوط به بافت خاک با افزایش عمق به ترتیب روند افزایشی و کاهشی داشته‌اند. همبستگی مکانی کلیه پارامترها با افزایش عمق افزایش یافته است. همچنین نتایج ارزیابی روش‌های به کار رفته نیز نشان داد، روش کریجینگ معمولی با اختلاف اندکی نسبت به روش لوگ نرمال کریجینگ تخمین دقیقتری را انجام می‌دهد.

منابع

Day R. 1965. Particale Fractionation and particle Size Analysis. In: Black, C. A et al.(ED) Methods of Soil Analysis. Part 1. Ser. No. 9: 545- 566.

Delbari M, Afrasiab P and Loiskandl W. 2009. Using sequential Gaussian simulation to assess the field-scale spatial uncertainty of soil water content. Catena 79: 163-169.

Greco R and Guida A. 2008. Field measurements of topsoil moisture profiles by vertical TDR probes. Journal of Hydrology 348: 442– 451.

Isaaks E H and Srivastava RM. 1989. An introduction to applied geostatistics.Oxford University Press. New York. 561 p.

Santra P, Chopra UK and Chakraborty D. 2008. Spatial variability of soil properties and its application in predicting surface map of hydraulic parameters in an agricultural farm. Current Science. 95(7): 937- 945.

Warrick AW, Myers DE and Nielsen DR.1986. Geostatistical methods applied to soil science. In Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods (eds Klute, A. et al.), Agronomy Monograph No. 9. 53–82 pp.