دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فن‌آوری‌های نوین در علوم خاک)

ارزیابی و مقایسه روش های کریجینگ و کوکریجینگ برای پیش بینی تغییرات مکانی برخی از خصوصیات خاک

مرجان قائمی[1]، نگارسیابی [2]، علیرضا آستارایی [3] ، سید حسین ثنایی نژاد [4]

1-دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
2- دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3- عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی ، دانشگاه فردوسی مشهد
2- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب ،دانشگاه فردوسی مشهد

پست الکترونیک: mghaemi270@gmail.com

چکیده

تخمین تغییرات مکانی پارامتر های خاک، به ویژه شوری خاک در کشاورزی از اهمیت بسزایی برخوردار است. در میان روش های مختلف، روش های زمین آمار زمینه را برای مطالعه توزیع مکانی خصوصیات خاک فراهم کرده است. در این مطالعه از روش های کوکریجینگ، کریجینگ به عنوان مدل های زمین آمار برای تخمین ویژگی های مختلف خاک از قبیل منیزیم محلول، کلسیم محلول، سدیم محلول، pH و EC استفاده شده است. در روش کوکریجینگ داده های با قابلیت اندازه گیری آسان تر، برای بهبود تخمین این پارامترها به کار برده شد و ارزیابی اعتبار و RMSE برای تعیین بهترین مدل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ در مقایسه با کریجینگ تخمین EC را با کاهش انحراف معیار و افزایش همبستگی تخمین ها، بهتر و با دقت بالاتری انجام می دهد.

کلمات کلیدی: **درون یابی، پیش بینی مکانی، زمین آمار، خصوصیات خاک**

مقدمه

درون یابی مکانی روشی مناسب برای تخمین مقادیر متغیر در نقاط نمونه برداری نشده است. در دهه های اخیر تعداد زیادی از روش های درون یابی هیبرید که کریجینگ را با داده های کمکی ترکیب کرده اند گسترش یافته و مورد بررسی قرار گرفته اند. این روش ها که شامل کریجینگ معمولی (ok) ، کو کریجینگ(cok) ورگرسیون کریجینگ است، اغلب در علوم زمین به کار می رود (Kolliass et al, 1999). کوکریجینگ شباهت زیادی به کریجینگ دارد و به ما امکان استفاده از متغیر ثانویه به عنوان متغیر کمکی را می دهد.(Matheron, 1973). کوکریجینگ در جایی استفاده می شود که نمونه برداری بیشتر به دلیل مشکلات نمونه برداری یا هزینه بالای آن امکان پذیر نیست و به طور قابل ملاحظه ای هزینه های دستیابی به نقشه های با دقت بالا را با استفاده از نمونه های ارزان تر ثانویه کاهش می دهد. ترکیب بهترین برازش سمی واریو گرام از سمی واریانس و به دنبال آن تخمین مقدار متغیر با کریجینگ و کوکریجینگ به عنوان یکی از دقیق ترین روش های آنالیز وابستگی مکانی معرفی شده است (Kitanidis, 1997). در این مطالعه دقت روش کوکریجینگ و کریجینگ معمولی به منظور بهبود درون یابی مکانی شوری خاک و سایر پارامترها مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روشها

جهت انجام آزمایشات زمینی بخشی از دشت نیشابور به وسعت 765 کیلومتر مربع مشخص گردید. در این محدوده یک شبکه منظم سلولی با ابعاد 1×1 کیلومترتعریف و جهت نمونه برداری خاک روش نمونه برداری سیستماتیک انتخاب گردید. درمجموع تعداد 233 نقطه جهت نمونه برداری از خاک سطحی انتخاب شدند. خاک ها پس از هواخشک شدن وعبور از الک 2 میلی متری، برای اندازه گیری پارامترهای خاک از جمله pH گل اشباع با استفاده از pH متر، هدایت هیدرولیکی عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه EC متر، کلسیم و منیزیم محلول خاک به روش کمپلکسومتری با استفاده از EDTA، سدیم محلول خاک با استفاده از دستگاه فلیم فتومترمورد استفاده قرار گرفتند. در این مطالعه سمی واریوگرام ها برای خصوصیات خاک جهت تعیین واریانس وابستگی مکانی درون زمین به صورت زیر محاسبه شدند (McBratney and Webster, 1983):

$$g(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(X_i+h)-Z(X_i)]^2 \qquad [1]$$

سمی واریوگرام ها برای هر متغیر با چهار مدل رایج (خطی، کروی، نمایی، هذلولی) مورد بررسی قرار گرفتند و بهترین مدل برمبنای پارامترهای مکانی اثر قطعه ای، دامنه و آستانه انتخاب شد (Robertson, 2008). سپس مدل های درون یابی کریجینگ و کوکریجینگ به ترتیب بر مبنای روابط (2) و (3) زیر اعمال شدند:

$$Z(s_0)=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i z(s_i) \qquad [2]$$

$$Z(s_0)=\sum_{j=1}^{n} z(s_j)\Lambda j \qquad [3]$$

در این پژوهش برای ارزیابی اعتبار روش ها، از (RMSE) استفاده شد (Voltz and Webster, 1990) که هرچه مقدار این معیار کمتر باشد، روش درون یابی از دقت بالاتری برخودار است.

نتایج و بحث

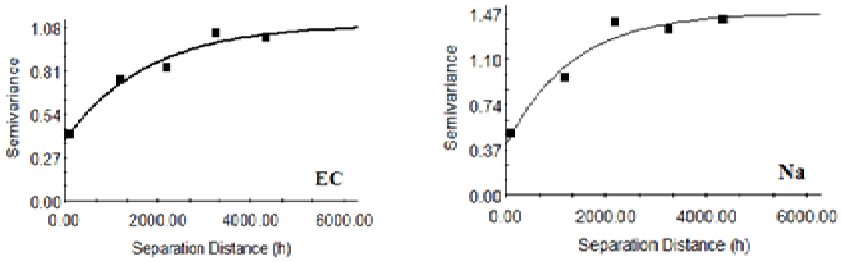
نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان می دهد که داده های با چولگی بالا دارای توزیع لوگ- نرمال می باشد (جدول 1).این تبدیل نه تنها توزیع متغیر ها را به نرمال تبدیل می کند بلکه ضریب همبستگی بین داده ها را نیز بهبود می بخشد.

جدول 1- نتایج آنالیز آماری پارامتر های خاک

Kurtosis	Skewness	Mean	Max	Min	SD	متغیر
3/94	2/53	48/9	0/32	152/85	7/15	EC
2/34	-0/5	7/88	6/98	2/39	0/18	pH
6/2	2/06	20/69	125/87	0/19	30/26	(meq/l) Na
7/31	2/05	13/63	78	1	14/08	(meq/l) Ca
5/7	1/85	9/57	46/5	1	10/65	(meq/l)Mg

بعد از تبدیل داده ها، واریوگرام های آزمایشی که شامل 4 مدل کروی، نمایی، هذلولی و خطی می باشد محاسبه شد، و با توجه به مقادیر RSS به دست آمده، مدلی که دارای کمترین مقدارRSS بود برای برازش واریوگرام

ها انتخاب شد. به عنوان نمونه واریوگرام ها برای EC و Na در شکل 1 نشان داده شده اند. پارامتر های مدل ها ی مختلف سمی واریوگرام ها برای مجموعه داده های مختلف در جدول 2 آورده شده است.



شکل 1- نمودارهای سمی واریوگرام

نسبت اثر قطعه ای(nugget) به آستانه(sill) نشان دهنده وابستگی مکانی پارامتر های خاک می باشد. معمولا وابستگی مکانی قوی خصوصیات خاک می تواند به خصوصیات ذاتی خاک (شکل گیری خاک) و وابستگی مکانی ضعیف به عوامل خارجی (روش های مدیریت خاک) نسبت داده شود (Sun et al, 2006). مطابق جدول (2) پارامتر های PH و Ca دارای وابستگی مکانی قوی و پارامترهای Na, Mg, EC دارای وابستگی مکانی متوسط می باشد. خصوصیت Mg با بزرگترین اثر قطعه ای (C0 =0/521) بیانگر واریانس تصادفی قوی در یک فاصله کوتاه است و pH با کوچکترین مقدار (C0 = 0.000062) نشان می دهد که واریانس نسبی و حجم نمونه برداری برای آشکار کردن ساختار های مکانی مناسب است. به دلیل خطای نمونه برداری، تغییرپذیری در فاصله کوتاه و تغییرات تصادفی تمام پارامتر های خاک اثر قطعه ای مثبتی را نشان می دهند (Webster and Oliver, 2001). برای انجام روش کوکریجینگ نیزپارامتر هایی که دارای بیشترین ضریب همبستگی بودند پس از به دست آوردن ماتریس همبستگی به عنوان متغیر های کمکی در نظر گرفته شدند و با توجه به ضرایب همبستگی، برای بررسی EC پارامتر Ca به عنوان متغیر کمکی انتخاب شد (جدول 3).

جدول 2 - پارامتر های بهترین مدل های واریوگرام های برازش داده شده

متغیر	مدل	Nugget	Sill	Range (m)	Nugget/ Sill (%)	R^2	وابستگی مکانی	RSS
Ca	Exponential	0/102	0/5610	230	18	0/96	قوی	2/435 E-03
Na	Exponential	0/401	1/482	1310	27	0/96	متوسط	2/74 E-02
Mg	Gaussian	0/521	1/043	3960	49/9	0/62	متوسط	5/16 E-02
EC	Exponential	0/38	1/104	1780	34	0/96	متوسط	2/97 E-03
PH	Spherical	0/000062	0/00046	310	13/5	0/72	قوی	1/266 E-08

جدول 3- ماتریس همبستگی خصوصیات خاک مورد مطالعه

Variable	pH	EC	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}
pH	1				
EC	0/3716*	1			
Ca^{2+}	0/2452*	0/8936**	1		
Mg^{2+}	0/1235	0/7108**	0/8119**	1	
Na^{+}	0/2994*	0/7343**	0/5138**	0/6423**	1

جدول 4- مقادیر RMSE بین مدل های کریجینگ و کوکریجینگ

Co-Kriging	Kriging	Variable
-	0/1775	pH
-	21/5371	سدیم محلول(meq/l)
-	10/0671	کلسیم محلول(meq/l)
-	7/8942	منیزیم محلول(meq/l)
4/034	5/0718	EC

به منظور برآورد کارایی روش درون یابی و گزینش مدل مطلوب مقادیرRMSE برای هر دو روش محاسبه گردید (جدول 4). مقادیر پایین RMSE حاصل از روش کریجینگ برای کلیه پارامترها تخمین مناسبی از توزیع مکانی خصوصیات مورد مطالعه را نشان داد. همچنین مقایسه نتایج حاصل از این دو روش حاکی از برتری کوکریجینگ نسبت به کریجینگ برای تخمین شوری خاک منطقه می باشد و طبیعتا این روش نسبت با RMSE=4/034 نسبت به روش کریجینگ معمولی دقیق تر بوده و برآورد تغییرات مکانی را بهبود می بخشد.

نتیجه گیری

تهیه نقشه های توزیع مکانی نیازمند کاربرد روش هایی است که تا حد امکان بتواند تغییرات را دقیق تر نشان دهد. مقایسه و ارزیابی بین مدل های انتخابی نشان داد که روش کو کریجینگ دقت بالاتری نسبت به سایر روش ها دارد و همچنین استفاده از این روش به دلیل انحراف کمتر در بهبود نقشه های الگوی توزیع مکانی موثر است. نتایج حاصل از این مطالعه برای کشاورزی به دلیل آگاهی از میزان و چگونگی توزیع پارامتر های خاک برای گیاهان و کشت محصولات می تواند مفید واقع شود. نتایج نشان داد که روش های زمین آمار برای مطالعه و بررسی پارامتر ها و خصوصیات خاک نسبت به سایر روش ها مناسب می باشد لذا مطالعه این خصوصیات با سایر روش ها از جمله رگرسیون کریجینگ و انواع دیگر کریجینگ نیز توصیه می شود.

منابع

Kitanidis, PK., 1997. Introduction to geostatistics: application in hydrogeology. Cambridge: Cambridge University Press, pp:249.

Kollias, V.J., Kalivas, D.P. and Yassoglou, N.J., 1999. Mapping the soil resources of a recent alluvial plain in Greece using fuzzy sets in a GIS environment. European Journal of Soil Science, 50: 261-273.

Matheron, G., 1973. The intrinsic random functions and its applications, Advance Application of Probabilities.5: 439-468.

McBratney, A. B. and Webster, R. 1983. Optimal interpolation and isarithm mapping of soil properties. V. Coregionalization and multiple sampling strategy.European Journal of Soil Sciences. 34: 137–162.

Robertson, G. P. 2008. GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences. Gamma Design Software. Plainwell, Michigan, USA.

Sun, B., Zhou, S. and Zhao, Q., 2006. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China, Geoderma115: 85–99.

Voltz, M., and R. Webster. 1990. A comparison of kriging, cubic splines and classification for predicting soil properties from sample information. Journal of Soil Sciences,41: 473–490.

Webster, R. and . Oliver, M., 2001. AGeostatistics for Environmental Scientists, John Wiley and Sons, Chichester, pp: 89–96.