مقایسه روش کریجینگ و فاصله معکوس در تخمین میزان رطوبت نقاط حد ظرفیت مزرعه و پژمردگی دایم خاک

محمود فاضلی سنگانی[1]، مهدی شرفا[2]، فریدون سرمدیان، ابولفضل آبکار[3]

1- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

2- استادیار خاکشناسی دانشگاه تهران

3- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی شاهرود

(Email: mahmoodfazelisangani@gmail.com)

چکیده

آگاهی از تغییرات مکانی خصوصیات در بسیاری از مطالعات خاکشناسی اجتناب ناپذیر است. در این مطالعه، قابلیت دو تخمینگر فاصله معکوس و کریجینگ معمولی برای درون‌یابی میزان رطوبت خاک در نقاط حد ظرفیت مزرعه (FC) و پژمردگی دائم (PWP) مورد بررسی قرار گرفت و پهنه‌بندی با استفاده از روش دقیق‌تر صورت گرفت. نتایج نشان داد که تخمین‌گر کریجینگ معمولی تخمین دقیق‌تری نسبت به روش معکوس فاصله برای پارامتر های مورد مطالعه نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌کند، که می‌توان از پهنه بندی حاصل از روش کریجینگ معمولی برای تهیه نقشه توزیع مکانی رطوبت در این دو نقطه استفاده نمود.

کلمات کلیدی: **پژمردگی دایم، حد ظرفیت مزرعه، کریجینگ، فاصله معکوس**.

مقدمه

خاک محصول فرآیند هایی است که به صورت تدریجی و پیوسته در زمان و مکان تغییر می‌نماید، بنابراین خصوصیات خاک نیز این تغییرات را منعکس می‌کند (ترانگمار، 1985). آگاهی از تغییرات مکانی خصوصیات خاک در بسیاری از مطالعات خاکشناسی ضروری است. لیکن به دلیل عدم امکان پوشش کامل منطقه مورد مطالعه توسطشبکه نمونه برداری، تخمین خصوصیات مورد نظر برای نقاط بین شبکه نمونه برداری با استفاده از تخمین‌گرهای مختلف مورد توجه قرارگرفته است (محمدی، 1385). روش‌های مختلفی برای درون یابی متغیرهایی که تغییرات مکانی دارند، وجود دارد. تفاوت عمدهٔ این روش‌ها مربوط به نحوه محاسبهٔ وزنی است که به نقاط مشاهده شدهٔ اطراف نقطهٔ مجهول داده می‌شود (گوائرتز، 1997). روش معکوس فاصله [1](IDW) از روش های درون یابی کلاسیک می باشد. در این روش وزن نقاط نمونه بر روی نقطه مجهول بر اساس فاصلهٔ بین نقاط معلوم و نقطه مجهول محاسبه می‌شودر این روش به نقاط دارای فاصلهٔ یکسان از نقطهٔ مورد تخمین، وزن یکسان داده می‌شود و موقعیت و آرایش آنها در نظر گرفته نمی‌شود (محمدی، 1385).

روش کریجینگ معمولی یک روش زمین آماری است که در آن از ساختار مکانی تغییرات متغیر برای درون یابی و پهنه

[1] Inverse Distance Weighting

بندی متغیر استفاده می شود. روش کریجینگ معمولی[2] برای درون یابی خصوصیات مختلفی از خاک شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و آلودگی مورد استفاده قرار گرفته است (گوائرتز، 1999). هدف از این مطالعه، مقایسه قابلیت دو تخمینگر فاصله معکوس و کریجینگ معمولی برای درون‌یابی میزان رطوبت خاک در نقاط حد ظرفیت مزرعه (FC) و پژمردگی دائم (PWP) و تهیه نقشه توزیع مکانی خصوصیات مورد بررسی با روش دقیق‌تر می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از اراضی شهرستان کرج به مساحت 680 هکتار می باشد که در محدوده طول جغرافیایی 471723 تا 473523 و عرض جغرافیایی 3933071 تا 3937871، UTM واقع شده است. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه 200 میلیمتر و خاک آن دارای رژیم دمایی ترمیک و رژیم رطوبتی اریدیک می‌باشد.
تعداد 60 نمونه خاک شامل نمونه (دست خورده و دست نخورده)، در یک شبکه نمونه برداری منظم به ابعاد 200 در200 تهیه شد، نمونه ها از عمق سطحی(30-0) سانتی متری برداشته شد و موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری شده به وسیله سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) ثبت گردید. برای تعیین میزان رطوبت FC و PWP، نمونه ها به ترتیب تحت فشارهای 30 و 1500 کیلوپاسکال در دستگاه صفحات فشاری قرار گرفتند و رطوبت حجمی نمونه‌ها تعیین گردیدند.
از تابع واریوگرام به منظور تشریح پیوستگی مکانی متغیرهای مورد بررسی استفاده گردید. این تابع با ترسیم مجموع مربع تفاضل زوج نقاطی که به فاصله معلوم(h) از یکدیگر قرار دارند در مقابل فاصله به دست می‌آید (رابطه1).

$$g(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2 \qquad (1)$$

که در آن، γ (h) : مقدار نیم تغییرنما برای جفت نقاطی است که به فاصله h ازهم قرار دارند، N (h) تعداد زوج نقاطی است که به فاصله h از همدیگر قرار دارند، z(xi) مقدار متغیر x در موقعیت i و z(xi + h)، مقدار متغیر در فاصله h از xi می‌باشد.
سپس تخمین زمین آماری کریجینگ بر مبنای مدل انتخابی انجام شد و نقشه توزیع مکانی متغیرهای مورد بررسی با استفاده از تخمین‌گر دقیق‌تر رسم گردید. برای رسم واریوگرام، درون‌یابی و پهنه‌بندی با استفاده از روش‌های فاصله معکوس، کریجینگ و کوکریجینگ معمولی[3]، نرم افزار GS+ 9 (گاما دیزاین سافتور، 2008) مورد استفاده قرار گرفت.
برای مقایسه دقت تخمین‌گرها، از معیارهای میانگین خطای مطلق[4] (MAE)، میانگین مربعات خطا[5](MSE) و ضریب تبیین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی (R^2) استفاده شد؛

[2] Ordinary Kriging
[3] -Ordinary Kriging
[4] - Mean Absolute Error
[5] -Mean Squared Error

نتیجه‌گیری:

خلاصه آماری مربوط به پارامترهای مورد بررسی در جدول 1 نشان داده شده است. مقایسه ضریب تغییرات نشان دهنده این است که FC از یکنواختی بیشتری نسبت به PWP برخوردار می‌باشد. توزیع پارامترها به توزیع نرمال نزدیک بوده و نیازی به تغییر متغیر در داده‌ها برای آنالیز های زمین‌آماری نیست.

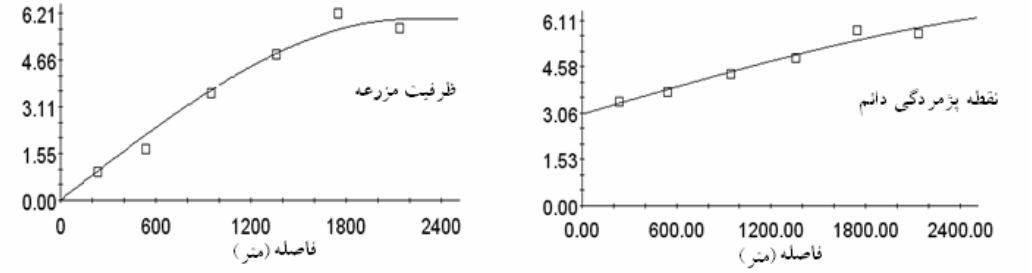
رسم واریوگرام تجربی و برازش مدل تئوری بر واریوگرام تجربی نشان داد که پارامترهای مورد مطالعه تغییرات مکانی ساختاردار نشان می‌دهند و مدل کروی برای پارامترهای FC و PWP با داشتن بالاترین مقدار R^2 و کمترین مقدار RSS بهترین برازش را بر واریوگرام تجربی دارد.

جدول1- خلاصه آماری پارامترهای موردمطالعه

پارامتر	تعداد	میانگین	واریانس	مقدار ماکزیمم	مقدار مینیم	کشیدگی	چولگی	%ضریب تغییرات
FC	60	22/08	3/61	25/70	18/50	-0/81	-0/21	8/33
PWP	60	13/13	2/37	16/50	10/40	-0/55	0/12	11/73

مقدار نسبت واریانس(C/C0+C) که نشان دهنده میزان ساختاردار بودن تغییرات مکانی متغیر است، برای FC 0/99 بوده که نشان می‌دهد بخش زیادی از تغییرات این پارامتر را تغییرات ساختاردار شامل می‌شود در حالیکه این مقدار برایPWP ، 0/75 می‌باشد که می توان آن را ناشی از میزان بالاتر اثر قطعه ای برای این خصوصیت دانست. بورگس و وبستر(1980) میزان نسبت واریانس ساختاردار به کل را متأثر از میزان ضریب تغییرات آن خصوصیت می‌دانند بطوریکه با افزایش درصد ضریب تغییرات این نسبت کاهش می یابد که نتایج حاصل در این تحقیق، این نظر را تأیید می کند. دامنه تأثیر، که نشان دهنده دامنه ای است که ساختار تغییرات متغیر در آن شناخته شده است، برای PWP بیشتر است.

واریوگرام‌های تجربی خصوصیات مورد مطالعه و مدل تئوری برازش داده شده بر آن ها در شکل 2 و نتایج آنالیز واریوگرام‌ها در جدول 3 نشان داده شده است.



شکل(2)- واریوگرام های تجربی خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه و برازش مدل نمایی بر آن

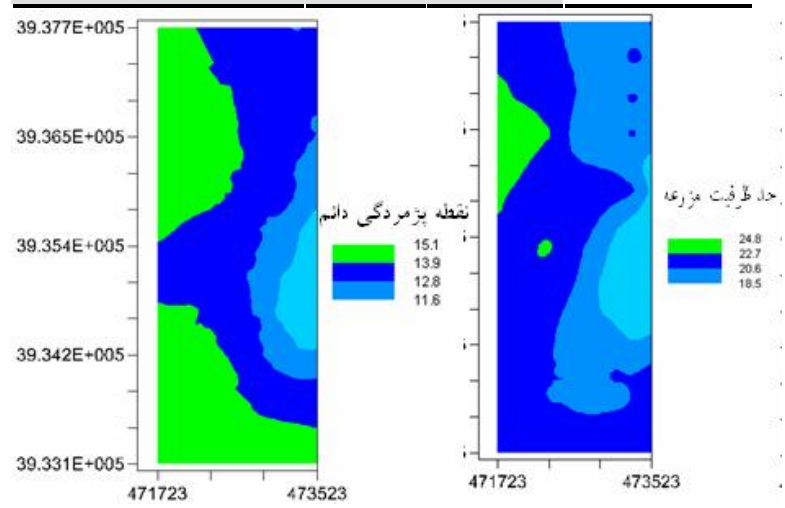
جدول3- آنالیز سمی واریوگرام برای پارامتر های مورد مطالعه

PWP	کروی	3/02	6/65	3603	0/57	0/96	0/017
پارامتر	مدل انتخابی	اثر قطعه ای (C_0)	مقدار آستانه (Sill)	دامنه تأثیر(A)	نسبت واریانس (C/C0+C)	R^2	RSS
FC	کروی	0/01	6/03	2201	0/99	0/98	0/61

دو تخمین‌گر مورد بررسی از نظر میزان دقت تخمین با یکدیگر مقایسه شدند که نتایج آن در جدول 4 نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که کریجینگ معمولی دقت بیشتری نسبت روش معکوس فاصله داشت. محققین دیگری نیز در مقایسه این دو روش برای درون‌یابی خصوصیات مختلف خاک به نتایج مشابهی دست یافته‌اند (ولتز و وبستر، 199؛ ولتز و گولارد، 1994). همچنین تفاوت این دو روش برای تخمین نقطه PWP کمتر از FC است که می‌توان آن را به

جدول4- مقایسه کارآیی سه تخمین گر مورد بررسی

تخمین‌گر	خصوصیت	MSE	MAE	R^2
معکوس فاصله	FC	1/65	1/01	0/61
	PWP	3/83	1/57	0/40
کریجینگ معمولی	FC	1/15	0/88	0/70
	PWP	3/37	1/46	0/45



شکل(3)- پهنه بندی مقادیر پارامتر های مورد مطالعه با استفاده از تخمین گرکریجینگ معمولی

علت اثر قطعه‌ای بیشتر این پارامتر دانست. شکل 3 پهنه بندی دو پارامتر مورد مطالعه را با استفاده از تخمین‌گر کریجینگ معمولی نشان می‌دهد. می‌توان از پهنه بندی حاصل از روش کریجینگ معمولی برای تهیه نقشه توزیع مکانی رطوبت در این دو نقطه استفاده نمود.

منابع :

محمدی، ج. 1385. پدومتری. جلد دوم (آمار مکانی)، انتشارات پلک.

Burgess, T.M. and Webster, R. 1980: Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties; the semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science 31, 315–31.

Gamma Design Software(2008). GS+:Geostatistics for the Environmental Sciences, User's Guide, Gamma Design Software, LLC Plainwell, Michigan 49080.

Goovaerts, P., 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press, New York.

Goovaerts, P. 1999. Geostatistical in soil science: state –of-the-art and perspectives. Geoderma 89 :1-45.

Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. Adv. Agron. 38, 45–94.

Voltz, M. and M. Goulard. 1994. Spatial Interpolation of soil moisture retention curves. Geoderma 62: 109-123.

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