بهینه سازی نمونه‌برداری کربن آلی در خاک‌های شالیزاری با استفاده از تلفیق آمار مکانی و آمار کلاسیک

مریم شکوری کتیگری[1]، ناصر دواتگر[2]، محمود شعبانپور [3]و حسین اسدی[4]
1- دانش آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.
2 – عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور.
3 و 4- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
Email: Maryamshakouri@ ymail.com

چکیده
در تحقیق حاضر به تعیین مناسب‌ترین مقیاس مطالعه در برآورد کربن‌آلی خاک در اراضی شالیزاری مد نظر قرار گرفته است. چهار مقیاس متفاوت نمونه‌برداری در یک محدوده 306 هکتار از اراضی شالیزاری در نظر گرفته شد. مقیاس اول شامل 357 نمونه از شبکه‌ای با ابعاد 50×100 متر، مقیاس دوم شامل 141 نمونه از شبکه‌ای با ابعاد 100×200 متر ، مقیاس سوم شامل 75 نمونه از شبکه‌ای با ابعاد 200×400 متر و مقیاس چهارم شامل 36 نمونه از شبکه‌ای با ابعاد 400×800 متر بود. تغییرنمای مدل برازش شده کربن‌آلی در همه مقیاس‌ها، کروی بود. بهترین فواصل نمونه‌برداری برای کربن‌آلی، 400 متر بود و می‌توان نتیجه گرفت این فواصل، بهترین فاصله اقتصادی برای نمونه‌برداری این خصوصیت در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

کلمات کلیدی: **آمار مکانی،واریانس داخلی، واریانس بیرونی، نیم‌تغییرنما**.

مقدمه

تعداد نمونه‌های خاک و نوع روش‌های درون‌یابی برای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به نقشه پیوسته از عوامل مهم در پهنه-بندی صحیح است. به شکل مشخص با افزایش تعداد نمونه‌ها، نقشه‌های صحیح‌تری از خواص خاک به دست می‌آید (وسترن و همکاران 2003). اما، هزینه نمونه‌برداری و تجزیه آنها می‌تواند به سرعت به بیش از بهره بالقوه افزایش یابد. بنابراین، لازم است تعداد نمونه‌های مورد نیاز با هزینه نمونه‌برداری موازنه گردد. در دو دهه اخیر، مهمترین هدف نمونه برداری در مطالعات خاکشناسی، به دست آوردن اطلاعات کافی با حداقل هزینه می‌باشد، بنابراین تعداد نمونه لازم و فاصله بین نمونه‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. در این رابطه روسو و جوری (1988) با استفاده از روش‌های زمین-آمار نشان دادند که حتی در یک مزرعه غیر یکنواخت نیز اطلاعات به دست آمده از 128 نمونه با 1280 نمونه برای تعیین شدت نفوذ برابری می‌کند. وانگا و همکاران (2007) به بررسی ذخایر کربن آلی در چین، در مقیاس‌های متفاوت (بین1:10000000 تا 1:4000) پرداختند. آنها در این رابطه بین3600-236 نمونه خاک از نیم‌رخ‌های مختلف خاک تهیه نمودند و دریافتند که با تغییر مقیاس، تخمین کربن‌آلی در دامنه 546 تا 190/5 تن در هکتار تغییر یافته است. هدف از مطالعه حاضر شناخت اثر مقیاس مطالعه در تعیین بهینه فواصل نمونه‌برداری کربن‌آلی در اراضی شالیزاری بود.

مواد و روشها

محدوده مورد مطالعه، مزارع شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور، واقع در شهرستان رشت، به وسعت 306 هکتار بوده است. این اراضی در بین 40 درجه و 42 دقیقه عرض شمالی و 51 درجه و 53 دقیقه طول شرقی واقع شده است.

نمونه‌برداری خاک (357 نمونه) به صورت مرکب و از کرت‌هایی به ابعاد50 ×100 متر و از عمق 20-0 سانتی‌متری انجام شد. هر نمونه مرکب شامل نه نمونه فرعی خاک بوده، که اولین نمونه از مرکز کرت و بقیه نمونه‌های فرعی با شعاع بین 15 تا 25 متری در اطراف آن برداشت و سپس با وزن برابر با یکدیگر مخلوط و یک نمونه از آن به عنوان نمونه اصلی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و درصد کربن‌آلی به روش والکلی- بلاک اندازه‌گیری گردید. سپس چهار سناریو برای نمونه‌های خاک در نظر گرفته شد. الف) مقیاس اول: نمونه‌های خاک از شبکه‌ای به ابعاد 50×100 متر و در مجموع به تعداد 357 نمونه، ب) مقیاس دوم: نمونه‌های خاک از شبکه‌ای به ابعاد 100 × 200 متر و در مجموع به تعداد 141 نمونه، ج) مقیاس سوم: 75 نمونه خاک در شبکه‌ای به ابعاد200 ×400 متر و د) 36 نمونه خاک در شبکه‌ای به ابعاد400 ×800 متر بررسی شد.
برای برازش بهترین مدل تئوری (خطی، نمایی و کروی) بر نیم‌تغییرنمای تجربی از مجموع مربعات باقیمانده (RSS) و ضریب تبیین (R) استفاده شد (سان و همکاران، 2003 و شونینگ و همکاران، 2006). در این تحقیق از نرم‌افزار GS+ (Version 5.1) نیم‌تغییرنمای مربوط به متغیر درصد کربن‌آلی استفاده شد. برای تعیین مناسب‌ترین مقیاس نمونه‌برداری با استفاده از محل تقاطع منحنی‌های واریانس بیرونی و واریانس داخلی در مقیاس‌های متفاوت تعیین شد(وسترن و همکاران 2003). برای به دست آوردن واریانس بیرونی از روش واریانس متحرک استفاده شد، و برای به‌دست آوردن مقدار واریانس داخلی از نیم‌واریانس‌های اولین گام تغیرنما در هر مقیاس استفاده شد. از تلاقی منحنی این دو واریانس در مقیاس‌های مختلف، مقیاس مناسب برای نمونه‌برداری به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

از آزمون کولموگراف- اسمیرنو (آزمون K-S) برای ارزیابی نرمال بودن توزیع متغیرها (مک‌گراتس و زنگ(2003)) و برای دقت نرمالیته از چولگی استفاده گردید، زیرا چولگی یک شکل عمومی برای انحراف از نرمالیته است. چولگی کربن‌آلی در مقیاس اول در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده، این در حالی است که بر پایه آزمون K-S داده‌های آن از یک توزیع نرمال پیروی می‌کند. محمدی (1385) نیز بیان نمود که بایستی توجه داشت که هیچ روشی به طور کامل اقدام به آزمون نرمالیته نمی‌کند.

(جدول 1)- آماره‌های توصیفی کربن‌آلی در چهار مقیاس مطالعه

متغیر	مقیاس	تعداد نمونه	میانگین	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات (%)
	1	357	1/95	0/81	3/50	0/64*	0/27	23/1
کربن‌آلی	2	141	1/98	1/10	2/88	0/069	0/56	15/2
(%)	3	75	1/98	1/39	2/66	0/044	0/54	13/6
	4	36	1/97	1/46	2/52	0/018	0/23	11/7

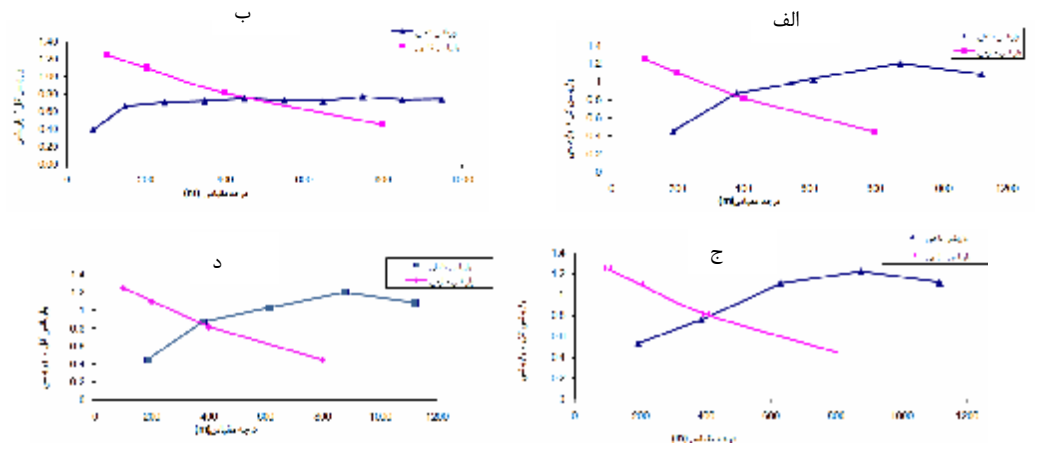
غیرنرمال بودن متغیر کربن آلی در مقیاس اول نشانگر این موضوع است که در فاصله‌های کم نمونه‌برداری (شبکه 50×100 متر) نسبت به دیگر مقیاس‌ها عامل مدیریت تاثیر بیشتری بر خصوصیات دارد. کاهن و همکاران (1994) نیز نشان دادند که دلیل اصلی غیرنرمال بودن بسیاری از متغیرها به علت عامل‌های بیرونی و مدیریتی (فعالیت‌های میکروارگانیسم‌ها و تجمع مواد غذایی) است. کربن‌آلی خاک یک ترکیب دینامیک در سیستم خاکی شمرده می‌شود که

از تغییرات درونی در جهت‌های عمودی و افقی خاک و تغییرات بیرونی در اتمسفر و بیوسفر همراه است تغییرات کربن-آلی می‌تواند تحت‌تأثیر هر دو فرآیندهای ذاتی و مدیریتی قرار دارد (مک‌گراتس و زنگ2003). لیو و همکاران (2006) CV نزدیک به 29 درصد را برای کربن آلی اعلام نمودند و علت بالا بودن آن را به کاربری متفاوت منطقه، کوددهی و فرسایش نسبت دادند. برازش مدل‌ها بر نیم‌تغییرنمای تجربی در تمام خصوصیات بر پایه آماره‌های RSS (مجموع مربعات باقیمانده) و R^2 (ضریب تبیین) (شونینگ و همکاران، 2006) انجام شد.

(جدول 2)- پارامترهای تخمینی مدل‌های برازش شده کربن‌آلی در چهار مقیاس.

متغیر	مقیاس	مدل	واریانس قطعه‌ای	آستانه	دامنه تأثیر	ضریب تبیین	باقیمانده مجموع مربعات
	1	کروی	0/075	0/2	230	0/72	$1/9\times10^{-4}$
کربن‌آلی	2	کروی	0/046	0 /105	1000	0/98	$7/0\times10^{-5}$
(%)	3	کروی	0/015	0/082	873	0/94	$4/5\times10^{-5}$
	4	کروی	0/010	0/062	700	0/96	$7/0\times10^{-5}$

همه مقیاس‌ها یک اثرقطعه‌ای را نشان می‌دهند که می‌توان به خطای نمونه‌برداری، تغییرپذیری تصادفی و ذاتی و تغییرات کوتاه‌دامنه‌ی مشخصه‌ی مورد مطالعه در فاصله‌های کوچک‌تر از کوتاهترین فاصله نمونه‌برداری نسبت داد (محمدی 2007). دامنه تأثیر بیشترین تأثیر را از عوامل ذاتی تشکیل دهنده‌ی دارد (روسو و جوری 1988)، ولی با توجه به یکسان بودن عوامل ذاتی در همه مقیاس‌های مطالعه و متفاوت بودن دامنه‌تاثیر می‌توان گفت عوامل مدیریتی بیشترین تاثیر را بر آن دارند (ونگا و همکاران 2007). بهترین مقیاس نمونه‌برداری با استفاده از تلاقی دو منحنی واریانس داخلی و بیرونی در شکل 1 مشخص شده است.



(شکل1)- مناسب‌ترین مقیاس نمونه‌برداری کربن آلی با استفاده از تلاقی واریانس داخلی و خارجی در الف) مقیاس اول، ب) مقیاس دوم ،ج)مقیاس سوم و د) مقیاس چهارم مطالعه.

منحنی واریانس‌های داخلی و خارجی برای کربن‌آلی در همه مقیاسها در گام 400 متر یکدیگر را قطع نموده‌اند ، که نشان‌دهنده‌ی مناسب‌ترین فاصله نمونه‌برداری برای کربن‌آلی می‌باشد. مقیاس وابستگی مکانی در یک متغیر به عامل-

های مؤثر در تغییرات آن مرتبط می‌باشند (بنگستون و همکاران 2007). هوک و بورک (2000) پیشنهاد کردند که تغییرات کربن‌آلی در یک سیستم کشاورزی می‌تواند در 20 تا 250 متری عمل کند، در حالی‌که ون‌مرون و همکاران (1996) تغییرات و وابستگی مکانی برای کربن‌آلی و بسیاری از مشخصات خاک را درون محدوده‌ای چهار کیلومتری تعیین و بیان نمودند که فواصل بهینه نمونه‌برداری می‌تواند کمتر از این فاصله باشد از طرف دیگر ون‌گرونجن (2000) پیشنهاد نمود که بهترین فاصله نمونه‌برداری در فواصل بزرگتر از دو برابر دامنه تاثیر می‌باشد، به عبارت دیگر این فاصله حداکثر محدوده‌ایی است که دارای وابستگی مکانی با حداقل یک نقطه نمونه‌برداری است. اگر خصوصیات نیم-تغییرنما شناخته شود، می‌تواند یک شبکه نمونه‌برداری مناسب با کمترین خطا را طراحی گردد (لارک و همکاران،2000). بنابراین نتایج می‌توان بیان نمود برای نمونه‌برداری خاک در اندازه‌گیری کربن‌آلی حدود 75 نمونه کافی بوده، و نمونه‌برداری بیش از این مقدار هیچ اطلاعات اضافی در اختیار ما نمی‌گذارد و تنها یک هزینه اضافی در بر خواهد داشت.

منابع

-محمدی، ج. 1385. پدومتری (جلد دوم- آمار مکانی). انتشارات پلک، 453 صفحه.

- Bengtson P, Basiliko1 N, Prescott CE and Grayston SJ, 2007. Spatial dependency of soil nutrient availability and microbial properties in a mixed forest of Tsuga heterophylla and Pseudotsuga menziesii, in coastal British Columbia Canada. doi:10.1016/j.

-Cahn MD, Hummel JW and Brouer BH,. 1994. Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management. Soil Sci Soc Am J 58:1240-1248.

-Hook PB and Burke IC, 2000. Biogeochemistry in a shortgrass landscape: control by topography, soil texture, and microclimate. Ecology 81: 2686–2703.

- Lark, R.M., 2000. Designing sampling grids from imprecise information on soil variability, an approach based on the fuzzy kriging variance. Elsevier Science B.V. All rights reserved. PII: S0016-7061_00.00051-3.

- Liu, D., Wang, Z., Zhang, B., Song, K.,Li, X., Li, J., Li, F., and Duan, H. 2006. Spatial distribution of soil organic carbon and analysis of related factors in croplands of the black soil region, Northeast China. Agriculture, Ecosystems and Environment 113: 73–81.

- McGrath, D., and C. Zhang. 2003. Spatial distaribution of soil organic carbon concentrations in grassland of Ireland. Geoderma, 18: 1629-1639.

- Russo, D., and W.A. Jury. 1988. Effect of the sampling network on estimates of the covariance function of stationary fields. Soil Sci. Soc. Am. J., 52: 1228-1234.

- Schoning, I., K.V. Totsche and I. Kogel-Knabner. 2006. Small Scale spatial variability of organic carbon stocks in litter and solum of a forested luvisol. Geoderma, 136: 631-642.

-Wanga W, Suna X, Chenb JM, Liua QH and Zhao YC, 2007. Regional patterns of soil organic carbon stocks in China. Soil Sci Soc Am. DOI: 10. 1026/ j. ecolmode. pp 246-254.

-van Groenigen, J.W., 2000. The influence of variogram parameters on optimal sampling schemes for mapping by kriging. Geoderma 97: 223–236.

-Van Meirvenne M, Pannier J, Hofman G and Louwagie G, 1996. Regional characterization of the long-term change in soil organic carbon under intensive agriculture. Soil Use Manag 12: 86–94.

- Western, AW., Grayson, RB., Bloschl, G., Wilson, JD., 2003. Spatial variability soil moister and implication for scaling. In: Pachepsky, Y., Radeliffe, D., Magdisedim, H. (eds). Scaling Methods in Soil Physics, CRC press LLC, pp. 119-142.