استفاده از زمین‌آمار و GIS برای تعیین پراکنش عناصر عناصر سنگین کادمیم، مس و روی در زمینهای زراعی شهر ساوه

عباس هانی۱، علی غلامی۲

عضوهیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه و دانشجوی دکتری خاکشناسی

عضوهیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز و دانشجوی دکتری خاکشناسی

مقدمه

خاک به عنوان مخزن طولانی مدت عناصر، مخصوصاً عناصر سنگین به شمار می‌رود. اثرات مضر عناصر سنگین در خاک و بر سلامت سلامت انسان به عنوان یکی از مهمترین تحقیقات مزرعه‌ای به شمار می‌رود [3]. آلودگی عناصر سنگین باعث کاهش محصول و تجمع آنها در محصولات تهدیدی برای سلامت انسان به شمار می‌رود. غلظتهای عناصر سنگین با توسعه فرایندهای خاکسازی افزایش می‌یابد[5]. روشهای زمین‌آماری به کمک GIS برای توصیف آلودگی خاکهای و تهیه نقشه عناصر سنگین نیز مورد استفاده قرار گرفته است[1,2] و مهمترین کاربرد روشهای زمین آماری مانند تخمین‌گرهای آماری ناپارامتریک نظیر میانگین متحرک وزن‌دار و یا روشهای پارامتری زمین آماری کریگینگ و کوکریگینگ به دلیل درنظر گرفتن همبستگی مکانی داده‌ها از اهمیت خاصی در بررسی‌های داده‌های زمینی برخوردارند.

مواد و روشها

این تحقیق در بخش شمال دشت ساوه در استان مرکزی به مساحت تقریبی ۸۵ کیلومتر مربع می‌باشد انجام گرفت. مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین ´۵۲ °۳۴ تا ´۵۹ °۳۴ عرض شمالی و ´۱۸ °۵۰ تا ´۲۶ °۵۰ طول شرقی قرار گرفته است. تعداد۷۴ نمونه خاک از دو عمق۲۵-۰ و ۶۰- ۲۵ سانتیمتری زمینهای زراعی فوق برداشت گردید. مختصات جغرافیایی و ارتفاع نقاط برداشت شده توسط GPS(Model Gaemin76CSx) ثبت گردید. خاکها هوا خشک گردیدند و مشخصات فیزیکی خاکها تعیین و نمونه‌ها باروش 3050B USEPA(1999) هضم و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی(ICP) غلظت عناصر فوق تعیین گردیدند. برای بررسی تغییرات مکانی و تهیه نقشه‌های پراکندگی از روش‌های زمین‌آماری نظیر میانگین متحرک وزن‌دار و کریگینگ و کوکریگینگ استفاده گردید. برای اجرای روشهای فوق ابتدا "نیم تغییرنما" تهیه (فرمول۱) و بکمک مدلهای مختلف بررسی گردید.

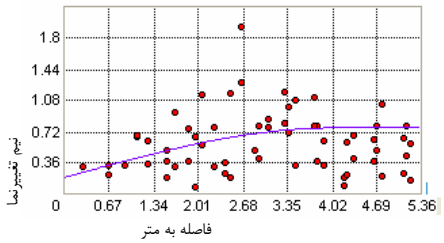
$$2\gamma(\vec{h}) = \frac{1}{V}\int_V [Z(x+\vec{h}) - Z(x)]^2 dx \qquad \text{(فرمول۱)}$$

نتایج و بحث

به منظور آماده‌سازی داده‌ها برای تهیه بهترین مدل درون‌یابی، تجزیه آماری مقادیر اولیه عناصر محاسبه (جدول ۱) و با توجه به اینکه مقادیر عناصر مس و کادمیم دارای توزیع نرمال نبودند برای تهیه واریوگرام از توزیع لاگ‌نرمال آنها استفاده گردید (شکل۱). برای تست نرمال بودن داده‌ها از روشKolmogorov-Smirnov استفاده گردید. پس از انجام درون‌یابی بهترین روش و مدل بر اساس پارامترهای ارزیابی (MAE, MBE , MSDR) تعیین گردید و نقشه‌های پراکنش عناصر ترسیم گردید.

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness
Zn	74	50.54	37.00	87.54	58.4641	12.69423	.372
Cd	74	1.42	.23	1.65	1.1298	.29223	-.507
Cu	74	26.23	25.00	51.23	35.5371	5.96602	.296

جدول۱: خلاصه آماری داده‌های مربوط به غلظت عناصر مس،کامیم و روی در منطقه مورد مطالعه(mg/kg)



شکل ۱ : مدل و نیم تغیر نمای تجربی برای عنصر روی با استفاده از روش کریکینگ

بررسی روند نقاط منحنی‌های نیم تغییر نمای (Semivariogram) عناصر کادمیم ، روی و نشان داد که مدل کروی مدل مناسبی برای آن می‌باشد و مدل گوسی مناسبترین مدل برای تعیین مدل فضایی عنصر مس می‌باشد(جدول ۲). ارزیابی مدل توسط روش Cross-validation(CV) انجام گردید که در این روش برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری شده که معمولاً تنها ابزار مقایسه بودند، تخمین انجام و سپس مقدار واقعی و مقدار تخمینی در هر یک از نقاط توسط مدلهای تئوریکی مقایسه گردیدند. حداقل و حداکثر مقدار خطای برآورد شده بکمکCV بترتیب برابر ۰/۲۵٪ و ۶۸/۴۱٪ بود. مقدار کادمیم و روی برآورد شده بیشتر از مقدار متوسط جهانی بود. نتایج بدست آمده از آنالیز خوشه‌ای(Cluster analysis) نشان داد که عناصر کادمیم و روی به مقدار زیادی توسط عوامل آنتروپوژنیک و عنصر مس توسط عوامل لیتوژنیک کنترل می‌گردند. همچنین نتایج حاصله از PCA نشان داد که مس دارای بیشترین ارتباط با مشخصات خاک می‌باشد.

جدول۲: روشها و مدلهای نهایی بدست آمده برای برآورد عناصر کادمیم و مس و روی

عنصر	روش	مدل نیم تغیر نما	Nugget/sill
Cd	کریکینگ معمولی	کروی	0.421
Cu	کریکینگ معمولی	گوسی	0.651
Zn	کریکینگ معمولی	کروی	0.867

[1] Imperato M, Adamo P, Naimo D, Arienzo M, Stanzione D, Violante P. 2003. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). Environmental Pollution; 124:247– 56.

[2] McGraph, D., Zhang, C.S., Carton, O., 2004. Geostatistical analyses and hazard assessment on soil lead in Silvermines, area Ireland. Environmental Pollution; 127, 239-248.

[3] Nicholson, F. A., Smith, S. R., Alloway, B. J., Carlton-Smith, C., & Chambers, B. J. (2003). An inventory of heavy metal inputs to agricultural soils in England and Wales. The Science of the Total Environment, 311, 205–219.

[4] US EPA, 1999. SW-846 reference methodology: Method 3050B. Standard operating procedure for the digestion of soil/sediment samples using a hotplate/beaker digestion technique, Chicago, Illinois

[5] Zheng, G. Z., Yue, L. P., Li, Z. P., & Chen, C. (2006). Assessment on heavy metal pollution of agricultural soil in Guangzhong district. Journal of Geographical Sciences, 16(1), 105–113.