شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارتباط همبستگی برخی عناصر سنگین با ویژگی‌های خاک و تغییرپذیری آنها در واحدهای نقشه خاک

محسن باقری بداغ آبادی[۱]، رضا مهاجر[۲*] و مجید عباسپور[۱]

[۱] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲] عضو هیات علمی و استادیار خاکشناسی گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

چکیده

تغییرپذیری مکانی یک ویژگی مهم و ذاتی خاک است. بنابراین وجود یا عوم وجود رابطه یا همبستگی بین برخی از ویژگی‌های خاک نیز به موقعیت مکانی آن‌ها و به عبارت دیگر به واحدهای نقشه خاک مرتبط می‌شود. متاسفانه در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با خاک به این ماهیت ذاتی خاک توجه نمی‌شود. بنابراین، در این پژوهش همبستگی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل برخی عناصر سنگین، بافت، مواد آلی و آهک در دو حالت، بدون توجه به نقشه خاک و با در نظر گرفتن واحدهای نقشه خاک، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی آماری نشان داد عدم توجه به نقشه خاک و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک می‌تواند تا حد زیادی وجود یا عدم وجود همبستگی بین ویژگی‌های خاک را با شک و تردید همراه کند. بنابراین نتایجی که بدون توجه به نقشه خاک و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک به دست می‌آید می‌توانند با توجه به نوع ویژگی مورد نظر تا حدی گمراه‌کننده باشند.

کلمات کلیدی: ارزیابی آماری، نقشه برداری خاک، همبستگی مکانی

مقدمه

خاک‌ها دارای ماهیت تغییرپذیری مکانی خاک‌ها می‌باشند. این ویژگی به همراه پیوسته بودن تغییرات ویژگی‌های خاک، تعیین مرز دقیق بین خاک‌های مختلف را غیرممکن می‌سازد؛ مگر در موارد خاص که مرز بین واحدهای نقشه آشکارا قابل تشخیص است (به عبارتی مرزهای آشکار مانند بریدگی‌ها، تراس‌های آبرفتی و مسیل ها). در ترسیم مرزها تلاش می‌شود تا حد امکان واحدهای همگن‌تری جداسازی شود. بدین مفهوم که تغییرات درون واحدها کمینه و تغییرات بین واحدهای مختلف بیشینه باشد (باقری بداغ آبادی،۱۳۹۱. Zhu و همکاران، ۱۹۹۶). صالحی و همکاران (۲۰۰۳) برای مقایسه تغییرپذیری خاک در دو نقشه تفصیلی (مقیاس ۱/۲۰۰۰۰) و اجمالی (مقیاس ۱/۵۰۰۰۰) دریافتند واریانس‌های درون‌واحدی تمام خصوصیات سطحی خاک به جز ماده‌آلی در نقشه خاک تفصیلی کوچک‌تر از نقشه خاک اجمالی بود. به عبارتی واحدهای خاک در نقشه تفصیلی همگن‌تر بودند که با توجه به مقیاس مطالعه و بیشتر بودن تعداد مشاهدات چنین انتظاری می‌رفت. Camara و همکاران (۱۹۹۲) برای تحلیل تغییرپذیری برخی از ویژگی‌های خاک از روش‌های آمار کلاسیک و زمین‌آمار استفاده کردند. نتایج تحلیل زمین‌آماری حاکی از آن بود که برخی ویژگی‌ها دارای ساختار مکانی می‌باشند و برخی نه. هرچند در همه روش‌های نقشه برداری خاک تلاش می‌شود واحدهای مشابه دارای ویژگی‌های یکسانی باشند، اما به دلیل تغییرپذیری خاک‌ها این مهم همواره محقق نمی‌شود. اسفندیارپور و همکاران با بررسی تغییر پذیری برخی ویژگی‌های خاک در دو واحد خاک مشابه در روش ژئوپدولوژی دریافتند توجه به میانگین داده‌ها بدون در نظر گرفتن تغییرپذیری آنها می‌توانند گمراه‌کننده باشند؛ همچنین با وجود مشابه بودن واحد خاک، درصد و نوع خاک غالب متفاوت بود (اسفندیارپور و همکاران، ۱۳۸۸). در بین انواع آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین به دلیل طول عمرزیستی بالا و غیر قابل تجزیه بودن درطبیعت، به عنوان یک آلاینده بسیار مهم محیط زیست محسوب می‌شوند. فلزات سنگین موجود در خاک نه تنها توسط گیاهان جذب و وارد زنجیره غذایی می‌شوند، بلکه ممکن است باورود به آب‌های سطحی وزیرزمینی، سلامتی انسان‌ها و موجودات زنده را به خطر بیاندازند (He و همکاران، ۲۰۱۹). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله پهاش خاک، درصد رس، شن و سیلت،

*ایمیل نویسنده مسئول: reza.mohajer@pnu.ac.ir

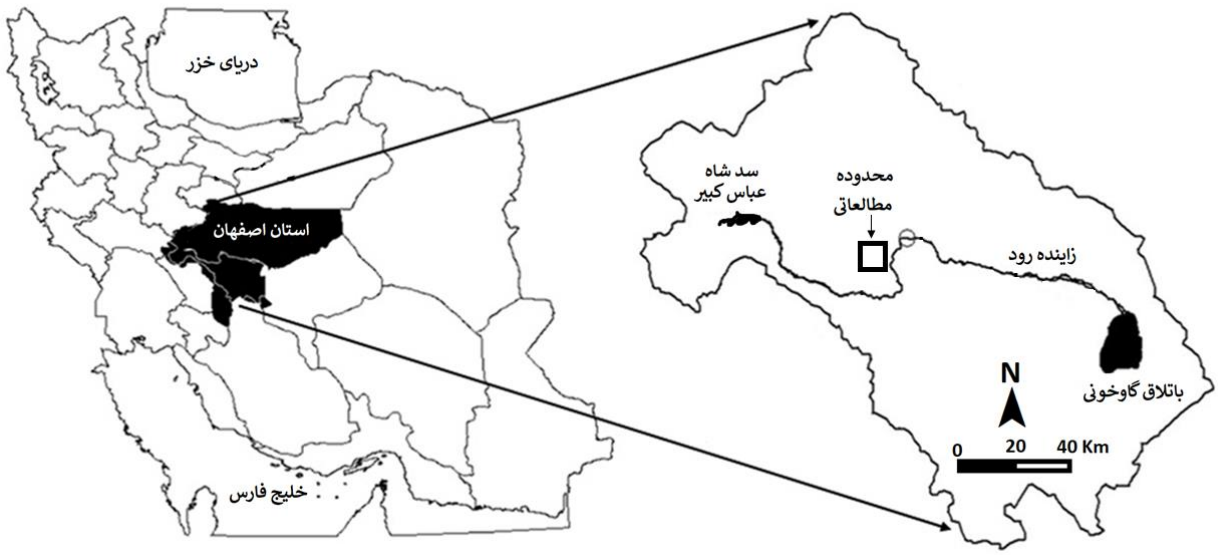
مقدار کربنات کلسیم خاک، مقدار مواد آلی خاک، CEC و نوع کانی‌های رسی تاثیر مشخصی بر روی مقدار و جذب فلزات سنگین در خاک دارد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

متأسفانه در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با خاک، توجه چندانی به تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و ارتباط آن تغییرات با واحدهای نقشه خاک نمی‌شود. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش ارزیابی آماری و بررسی ارتباط همبستگی برخی ویژگی‌های خاک با عناصر سنگین با درنظر گرفتن واحدهای نقشه خاک و نیز بدون در نظر گرفتن نقشه خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در غرب و جنوب غرب شهرستان اصفهان انتخاب گردید (شکل ۱). این منطقه دارای کاربری کشاورزی بوده و شامل سه واحد نقشه خاک در سطح سری شامل سری اصفهان، همایون شهر و زاینده‌رود می‌باشد. سری اصفهان و همایون شهر قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی واقع در شهرستان‌های همایون شهر و درچه بوده و سری زاینده‌رود شامل قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی زرین شهر می‌باشد.



شکل ۱. محدوده منطقه مطالعاتی در حوضه زاینده رود

در این پژوهش با استفاده از نقشه خاک مطالعات نیمه تفصیلی دقیق منطقه فلاورجان که با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ موجود بود، سه واحد خاک در نظر گرفته شد. این سه واحد نقشه خاک شامل واحدهای نقشه سری‌های همایون شهر، زاینده‌رود و اصفهان می‌باشند. شایان ذکر است که به دلیل ریز و ناخوانا شدن نقشه خاک مورد استفاده، تنها موقعیت محدوده مطالعاتی در شکل (۱) ارایه شده است. رده‌بندی این سری‌ها در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱. رده‌بندی سری‌های خاک منطقه مطالعاتی

نام سری خاک	شرح (رده‌بندی)
اصفهان	Fine, mixed, thermic Fluventic Haplocambids
همایون شهر	Fine, mixed, thermic Typic Haplocalcids
زاینده‌رود	Coarse-loamy, mixed, thermic Typic Torrifluvents

در هر یک از این واحدها به ترتیب برای سری‌های همایون‌شهر، زاینده‌رود و اصفهان ۸۰، ۵۰ و ۷۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر برداشت گردید و روی نمونه‌ها آزمایش‌های بافت خاک، آهک، مواد آلی و عناصر سنگین آهن، نیکل، سرب و کادمیوم با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. سپس یک بار با درنظر گرفتن واحدهای نقشه خاک همبستگی عناصر سنگین در هر واحد نقشه خاک با ویژگی‌های بیان شده تعیین گردید و یک بار هم بدون درنظر گرفتن نقشه خاک، برای همه نمونه‌ها در کل منطقه همبستگی عناصر سنگین با ویژگی‌های بیان شده بدست آمد.

نتایج و بحث

جدول‌های ۲ تا ۴ به ترتیب همبستگی ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهند. همانطور که ملاحظه می‌شود برخی ویژگی‌ها با یکدیگر دارای همبستگی هستند و برخی خیر. برای نمونه، کادمیوم در واحد نقشه همایون شهر با رس و آهک در سطح ۹۹ درصد دارای همبستگی معنی‌دار است دارد هرچند این همبستگی با آهک منفی است و به عبارتی با افزایش آهک خاک مقدار کادمیوم کاسته شده است. سرب تنها با مواد آلی همبستگی معنی‌دار نشان داده است. نیکل با رس و شن در سطح ۹۹ درصد رابطه معنی‌دار دارد لیکن با شن این همبستگی منفی است و به عبارتی با افزایش شن مقدار نیکل کاسته شده است. آهن فقط با شن همبستگی معنی‌دار اما منفی دارد. همچنین بین خود عناصر سنگین نیز همبستگی معنی‌داری بین نیکل و آهن در سطح ۹۹ درصد مشاهده شد.

جدول ۲. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه همایون شهر

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	-0.205	0.157	-.249*	.752**	.255*	-0.013	-.416**	-0.100
Pb	-0.205	1	-0.188	.234*	0.099	-0.188	0.027	0.170	.296**
Ni	0.157	-0.188	1	.557**	.290**	0.063	-.632**	-.274*	-0.212
Fe	-.249*	.234*	.557**	1	0.121	-0.102	-.487**	0.091	-0.054
C	.752**	0.099	.290**	0.121	1	-0.132	-0.192	-0.002	-0.127
Si	.255*	-0.188	0.063	-0.102	-0.132	1	-.344**	-.526**	.272*
S	-0.013	0.027	-.632**	-.487**	-0.192	-.344**	1	.284*	0.150
CaCO3	-.416**	0.170	-.274*	0.091	-0.002	-.526**	.284*	1	-0.021
OC	-0.100	.296**	-0.212	-0.054	-0.127	.272*	0.150	-0.021	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

برای واحدهای نقشه سری‌های زرین شهر و اصفهان نیز چنین همبستگی‌هایی بین برخی از ویژگی‌های مورد نظر وجود دارد اما این همبستگی‌ها متفاوت از واحد خاک سری همایون شهر است. برای نمونه برخلاف وجود همبستگی بین کادمیوم با رس، آهک و سیلت در سری همایون شهر، کادمیوم در سری زرین شهر فقط با شن در سطح ۹۵ درصد همبستگی معنی‌دار دیده می‌شود و در سری اصفهان هیچ همبستگی معنی‌داری برای کادمیوم وجود ندارد. چنین تفاوت‌هایی می‌توانند بیانگر این موضوع باشند که تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک در مکان‌های مختلف متفاوت است و تابعی از آن موقعیت می‌باشند. به عبارت دیگر وجود و یا عدم وجود یک رابطه در یک موقعیت جغرافیایی همواره نمی‌تواند در سایر نقاط هم صادق باشد.

جدول ۳. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه زرین شهر

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	-0.117	-.442**	-.472**	-.291*	-0.233	.319*	-0.020	-0.044
Pb	-0.117	1	.513**	.449**	0.123	.319*	-.309*	-0.090	0.118
Ni	-.442**	.513**	1	.692**	.355*	.487**	-.549**	-.325*	0.020
Fe	-.472**	.449**	.692**	1	0.129	.438**	-.405**	-.418**	0.039
C	-.291*	0.123	.355*	0.129	1	0.219	-.639**	-0.092	0.188
Si	-0.233	.319*	.487**	.438**	0.219	1	-.890**	-.322*	.382**
S	.319*	-.309*	-.549**	-.405**	-.639**	-.890**	1	.297*	-.389**
CaCO3	-0.020	-0.090	-.325*	-.418**	-0.092	-.322*	.297*	1	-0.230
OC	-0.044	0.118	0.020	0.039	0.188	.382**	-.389**	-0.230	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۴. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه اصفهان

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	0.034	-0.164	-0.196	0.055	0.115	-0.124	0.086	-0.025
Pb	0.034	1	0.101	0.101	0.111	-0.036	-0.058	-0.212	0.051
Ni	-0.164	0.101	1	.804**	.318**	-.318**	-0.013	-.383**	-.399**
Fe	-0.196	0.101	.804**	1	0.045	-.234*	0.133	-.537**	-0.056
C	0.055	0.111	.318**	0.045	1	-0.070	-.703**	0.112	-.343**
Si	0.115	-0.036	-.318**	-.234*	-0.070	1	-.660**	0.180	.274*
S	-0.124	-0.058	-0.013	0.133	-.703**	-.660**	1	-0.213	0.063
CaCO3	0.086	-0.212	-.383**	-.537**	0.112	0.180	-0.213	1	-.285*
OC	-0.025	0.051	-.399**	-0.056	-.343**	.274*	0.063	-.285*	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۵ همبستگی ویژگی‌های مورد آزمایش را بدون درنظر گرفتن موقعیت جغرافیایی و یا به عبارتی بدون در نظر واحدهای نقشه خاک نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج به طور کلی متفاوت از نتایج پیشین است. برای نمونه، بدون در نظر گرفتن نقشه خاک بین کادمیوم و همه ویژگی‌ها در سطح ۹۹ درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. برای سایر عناصر سنگین نیز به طور قابل توجهی تعداد همبستگی‌های معنی‌دار افزایش یافته است. این در حالی است که با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی و یا واحدهای نقشه خاک بسیاری از این همبستگی‌ها معنی‌دار نیستند.

Wu و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود واحدهای نقشه خاک منطقه را مدنظر قرار دادند، به گونه‌ای که با جمع‌آوری ۹۴ نمونه خاک از سه واحد نقشه خاک به اندازه‌گیری عناصر کادمیوم، سرب، مس و روی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن داشت که تخمین مکانی عناصر سنگین با در نظر گرفتن واحدهای نقشه خاک در مقایسه با وقتی که واحدهای نقشه خاک در نظر گرفته نمی شوند بسیار بهتر انجام گرفته و تغییرات آن بسیار مشخص‌تر است. لذا آن‌ها بیان نمودند که واحد نقشه خاک، یکی از عوامل مهم و اصلی در تغییرات مکانی غلظت عناصر در خاک می‌باشد.

جدول ۵. همبستگی ویژگی‌های خاک برای همه منطقه مطالعاتی (بدون درنظر گرفتن نقشه خاک)

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	.444**	.368**	.397**	.580**	.271**	-.313**	.212**	-.188**
Pb	.444**	1	.459**	.604**	.195**	0.126	-.364**	.358**	-0.089
Ni	.368**	.459**	1	.805**	.335**	0.117	-.658**	.367**	-.383**
Fe	.397**	.604**	.805**	1	.265**	.145*	-.591**	.416**	-.248**
C	.580**	.195**	.335**	.265**	1	-0.045	-.334**	.185**	-.189**
Si	.271**	0.126	0.117	.145*	-0.045	1	-.504**	-.150*	.238**
S	-.313**	-.364**	-.658**	-.591**	-.334**	-.504**	1	-.310**	.204**
CaCO3	.212**	.358**	.367**	.416**	.185**	-.150*	-.310**	1	-.317**
OC	-.188**	-0.089	-.383**	-.248**	-.189**	.238**	.204**	-.317**	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

نتیجه‌گیری

وجود همبستگی و تغییرپذیری مکانی در خاک‌ها سبب می‌شود بسیاری از ویژگی‌های خاک با موقعیت جغرافیایی آن‌ها مرتبط باشد. بنابراین در پژوهش‌های خاک باید موقعیت جغرافیایی و همبستگی مکانی آن‌ها را در نظر گرفت. نقشه‌های خاک به دلیل مکانمند بودن، می‌توانند تا حد زیادی این تغییرپذیری مکانی را در نظر بگیرند. براساس نتایج این پژوهش مشخص گردید که عدم توجه به واحدهای نقشه خاک می‌تواند به شدت نتایج بدست آمده برای همبستگی بین ویژگی‌های خاک از جمله عناصر سنگین با سایر ویژگی‌ها را تحت تاثیر قرار دهد و به نتایج غیرواقعی منجر شود.

منابع

اسفندیارپور، ع.، محمدی ج.، صالحی ح. و تومانیان ن. ۱۳۸۸. ارزیابی آماری روش ژیوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک‌ها منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. صص ۳۹۹ - ۳۹۸

باقری بداغ آبادی، م. ۱۳۹۱. نقشه برداری رقومی خاک با استفاده از تکنیک‌های محاسبات نرم، پایان نامه دکتری، دانشگاه شهرکرد.

رفیعی، ب.، آلیانی، ف و فرشباف، م. ۱۳۹۰. بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاکهای اطراف کارخانه سیمان و ذوب فلزات جنوب شرق تهران و ارتباط آن با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله یافته های نوین در زمین شناسی کاربردی. ۹، صص۳۷- ۳۰.

Camara, D.O.A., and Cluis, D. 1992. Spatial Variability of physiochemical properties of field affected by salinity in north-west Mexico. Pedologie, 42,183-203.

He, J., Yang, Y., Christakos, G., Liu, Yajun., and Yang, X. 2019. Assessment of soil heavy metal pollution using stochastic site indicators. Geoderma, 337, 359–367.

Salehi, M.H., Eghbal, M.K., and Khademi, H. 2003. Comparison of soil variability in a detailed and a reconnaissance soil map in central Iran. Geoderma, 111, 45-56.

Wu, C., Wu, J., Luo, Y., Zhang, H., and Teng, Y. 2008. Statistical and geoestatistical characterization of heavy metal concentrations in a contaminated area taking into account soil map units. Geoderma, 144, 171-179.

Zhu, A., Band, L., Dutton, B., and Nimlos, T.J.1996: Automated soil inference under fuzzy logic. Ecological Modelling 90, 123–45.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Correlation Between Some Heavy Metals and Soil Properties and TheirVariability in Soil Map Units

Mohsen Bagheri Bodaghabadi[1], Reza Mohajer[*2], Majid Abbaspour[1]

[1] Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Karaj, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Payame Noor, Iran

Abstract

An important and natural property of the soil is spatial variability. Therefore, the existence or absence of a correlation between some of the soil properties is also related to their spatial location, and in other words, to the soil map units. Soil spatial variability is less consider in a lot of soil-related studies. Therefore, this research carried out, the correlation of some physical and chemical properties of soil including some heavy elements, texture, organic matter and carbonate calcium in the both regardless of soil map and considering the units of the soil map. The statistical analysis showed if the variability of soil properties is not considered, the existence or absence of correlation between soil properties can greatly increase the ambiguity of the results, causing misleading results.

Keywords: Statistical Assessment, Soil mapping, Spatial correlation

[*] Corresponding author, Email: reza.mohajer@pnu.ac.ir