شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

بررسی همبستگی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک با اطلاعات سنجش از نزدیک خاک

علیرضا دهمرده[۱]، علی شهریاری[۲]، محمد رضا پهلوان راد[۳و۴]، اسماء شعبانی[۵]، مریم قربانی[۵]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۳] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

[۴] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

[۵] مربی گروه علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده:

برخی خصوصیات خاک را می‌توان به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم با استفاده از سنجش از نزدیک خاک اندازه‌گیری یا پیش‌بینی نمود. با توجه به اینکه برخی خصوصیات خاک در طول زمان و مکان متغیرند ابزار سنجش از نزدیک کمک می کند تا با سرعت بسیار زیاد و دقت بالا در دوره های زمانی کم این خصوصیات مورد ارزیابی و اندازه گیری قرار گیرند. این مطالعه با هدف بررسی رابطه هدایت الکتریکی ظاهری خاک به‌عنوان داده‌ای حاصل از سنجش از نزدیک با برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل (موسوم به سد سیستان) انجام شد. به‌این منظور تعداد ۱۰۰ نقطه بر اساس شبکه‌بندی منظم انتخاب و از خاک سطحی آن نمونه‌برداری انجام شد. سپس هدایت الکتریکی، واکنش خاک، ماده آلی، رس، سیلت و شن توسط روش‌های معمول و هدایت الکتریکی ظاهری با استفاده از دستگاه EM38-MK2 اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش نشان داد هدایت الکتریکی ظاهری با شن همبستگی منفی و معنی‌دار ($p<0.01$)، با سیلت ($p<0.01$) و رس ($p<0.05$) همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد و با سایر خصوصیات همبستگی معنی‌دار نداشت. نتایج نشان می‌دهند که برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک با استفاده از ابزار سنجش از نزدیک خاک قابل برآورد و پیش‌بینی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

واژگان کلیدی: القای الکترومغناطیسی، هدایت الکتریکی ظاهری خاک، دستگاه EM38-MK2، خاک‌های مناطق خشک

مقدمه

شناسایی یا نقشه‌برداری خاک، به عنوان روشی برای تعیین الگوی پراکنش خاک، توصیف و نمایش آن به شکل قابل فهم و تفسیر برای کاربران مختلف، پایه و اساس اطلاعات خاک برای مدل‌سازی محیطی می‌باشد (باقری بداغ آبادی و همکاران، ۱۳۹۰). پایش ویژگی‌های خاک اعم از بررسی‌های مکانی و یا زمانی توسط روش‌های متداول، از نظر عملی فرآیندی وقت‌گیر، پرهزینه و گاهی اوقات غیرممکن هستند. به همین دلیل تقاضا برای تهیه اطلاعات مفید خاک با صرف کمترین هزینه و بیشترین کیفیت، در حال افزایش بوده و هست. این مسائل سبب شده که همه‌روزه سنجنده‌ها و یا تکنیک‌های جدید به عرصه تحقیقات خاک دنیا معرفی گردند، تا کارهای صحرایی و آزمایشگاهی متداول را ارتقاء بخشند (Allred و همکاران ۲۰۰۸).

سنجش از نزدیک خاک مجموعه‌ای از تکنیک‌هایی است که یک حسگر (سنسور) به عنوان سنجنده در خاک یا نزدیکی آن قرار گرفته و برخی خصوصیات خاک را به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم اندازه گیری می‌کند. با توجه به اینکه برخی خصوصیات خاک در طول زمان و مکان متغیرند ابزار سنجش از نزدیک کمک می کند تا با سرعت بسیار زیاد و دقت بالا در دوره های زمانی کم این خصوصیات مورد ارزیابی و اندازه گیری قرار گیرند (Adamchuk, 2017) به عبارت دیگر ارزیابی سریع و دقیق متغیرهای مزرعه برای شناسایی ناهمگنی‌ها و همچنین اشتراکات، جهت بهبود مدیریت اراضی زراعی ضروری می‌باشد که سنجش از نزدیک خاک این امکان را فراهم می‌نماید (Heil and Schmidhalter, 2017). سه روش ژئوفیزیکی رادار نفوذی زمینی[۱]، القای الکترومغناطیسی[۲] و مقاومت الکتریکی[۳] به عنوان رایج‌ترین روش‌های سنجش از نزدیک خاک شناخته می‌شوند (Allred و همکاران ۲۰۱۰).

روش القای الکترومغناطیسی برای درک تغییرات مکانی خصوصیات خاک در مقیاس مزرعه و زمین‌نما به صورت گسترده‌ای توسط خاکشناسان مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش هدایت الکتریکی ظاهری خاک اندازه گیری می‌شود و دستگاه القاگر الکترومغناطیسی (EM38) یکی از دستگاه‌هایی است که از این نوع حسگر استفاده می نماید (Doolittle and Brevik, 2014).

1 Ground-penetrating radar (GPR)

2 Electromagnetic induction (EMI)

3 Electrical resistivity (ER)

با توجه به اینکه مطالعات محدودی در خصوص رابطه خصوصیات خاک و روش‌های سنجش از نزدیک در ایران انجام شده است، لذا این تحقیق جهت بررسی روابط هدایت الکتریکی ظاهری خاک (اندازه‌گیری شده توسط دستگاه EM38-MK2) با برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در منطقه سیستان انجام شد.

مواد و روش‌ها:

دشت سیستان در شرق ایران و در شمال استان سیستان و بلوچستان در طول جغرافیایی ۶۱درجه و ۱۰ دقیقه تا ۶۱درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۱درجه و ۲۰دقیقه شمالی واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع آن از سطح دریا به طور متوسط ۴۷۵ متر می‌باشد. تبخیر و تعرق سالانه در این منطقه ۴۵۰۰ الی ۵۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد که بسیار بالا است. بادهای نیرومند ۱۲۰ روزه در این منطقه منحصر به فرد بوده و یکی از مهمترین عوامل دخیل در مقدار بالای تبخیر و تعرق است. رژیم رطوبتی و دمایی منطقه به ترتیب اریدیک و هایپرترمیک می‌باشد.

این تحقیق در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه زابل موسوم به سد سیستان که در پانزده کیلومتری شهرستان زابل قرارگرفته است، انجام گرفت. کاربری زمین‌های منطقه شامل کشاورزی، مرتع و همچنین زمین‌های غیرقابل استفاده می‌باشند. در اراضی تحت کشت معمولا گندم، جو و یونجه به صورت غرقابی کشت می‌شوند.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری در مزرعه سد سیستان

نمونه‌برداری از خاک سطحی بر اساس شبکه‌بندی منظم با ابعاد ۵۰۰ * ۵۰۰ متر با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.1 انجام شد(شکل ۱). موقعیت نمونه‌های خاک در محل هر گره از شبکه نمونه‌برداری در منطقه مورد نظر با دستگاه GPS تعیین و در مجموع ۱۰۰ نمونه از خاک سطحی (۳۰ – ۰ سانتی‌متری) برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. با انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، ابتدا نمونه‌ها هواخشک و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند.

هدایت الکتریکی ظاهری (ECa) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از نزدیک خاک توسط دستگاه EM38-MK2 انجام شد. مقادیر هدایت الکتریکی (EC)، پتاسیم (K)، فسفر (P) و اندازه ذرات خاک (رس، سیلت و شن) توسط روش‌های معمول در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند. برای بررسی ارتباط بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و هدایت الکتریکی ظاهری در منطقه مورد مطالعه از آزمون همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS نسخه شماره ۲۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی خصوصیات آماری فاکتورهای مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان داد که خاک منطقه مورد مطالعه به لحاظ میانگین هدایت الکتریکی و واکنش خاک غیر شور و قلیایی، دارای بافت متوسط تا درشت است. نتایج بدست آمده در خصوص هدایت الکتریکی، شن، سیلت و رس با نتایج تحقیق Delbari و همکاران (۲۰۱۹) در مزرعه سد سیستان مطابقت دارد.

جدول ۱. برخی خصوصیات آماری فاکتورهای مورد مطالعه

	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
هدایت الکتریکی (dS/m)	۰/۲۱	۱۰/۴	۲/۲۷	۱/۶۳
واکنش خاک	۷/۵۶	۸/۷	۸	۰/۲۲
ماده آلی (٪)	۰/۶۲	۲/۵	۱/۴۹	۰/۴۳
شن (٪)	۲۷	۷۷	۴۶/۰۷	۹/۸۲
سیلت (٪)	۴	۶۰	۴۳/۰۲	۹/۵۸
رس (٪)	۳	۲۳	۱۰/۹۱	۳/۸۳
هدایت الکتریکی ظاهری (mS/m)	۲۲	۲۷۹	۷۰/۲۳	۴۸/۶

در جدول ۲ نتایج آنالیز همبستگی هدایت الکتریکی ظاهری خاک با خصوصیات مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی ظاهری (ECa) با هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) و ماده آلی خاک همبستگی مثبت و با واکنش خاک همبستگی منفی ولی غیر معنی‌دار دارد. مطالعات متعددی در دنیا به بررسی رابطه هدایت الکتریکی ظاهری با هدایت الکتریکی (عصاره اشباع) و تلاش برای پیش‌بینی مقادیر (ECe) با استفاده از مقادیر (ECa) انجام شده است (Cook و همکاران ۱۹۹۲؛ McKenzie و همکاران ۱۹۹۷؛ Kaffka و همکاران ۲۰۰۵: Yao و همکاران ۲۰۱۳).

رحیمیان و هاشم‌نژاد (۱۳۸۹) در واسنجی دستگاه EM38 برای ارزیابی شوری خاک اظهار داشتند که میزان رطوبت خاک نقش اصلی را در بدست آوردن همبستگی بالا بین هدایت الکتریکی ظاهری و شوری خاک بازی می‌کند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که مدل‌های پیش‌بینی هدایت الکتریکی عصاره اشباع و هدایت الکتریکی ظاهری دقت کمی داشته و رابطه ضعیفی دارند (Johnston و همکاران ۱۹۹۷؛ Mankin و همکاران ۱۹۹۷). نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که برای مطالعه رابطه ECe و ECa کالیبراسیون بر اساس نوع خاک و وضعیت آب در خاک برای هر منطقه ضروری است (Johnston و همکاران ۱۹۹۷؛ Kaffka و همکاران ۲۰۰۵). باید توجه داشت تغییرات روابط تبدیل ECa به ECe در خاک‌های درشت بافت (مانند خاک منطقه مورد مطالعه در این پژوهش) بیشتر از خاک‌های متوسط تا ریز بافت می‌باشد (McKenzie و همکاران ۱۹۹۳). همچنین نتایج آنالیز همبستگی نشان داد که هدایت الکتریکی ظاهری با سیلت و رس خاک همبستگی مثبت و با شن خاک همبستگی منفی داشته که برای سیلت و شن این همبستگی در سطح ۱ درصد و برای رس در سطح ۵ درصد به لحاظ آماری معنی‌دار بود. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت هدایت الکتریکی ظاهری در خاک های مورد مطالعه با بافت خاک رابطه مستقیمی دارد. مطالعات متعددی در دنیا به بررسی رابطه هدایت الکتریکی ظاهری و اجزاء بافت خاک و تلاش برای پیش‌بینی مقادیر رس، سیلت و شن با استفاده از مقادیر هدایت الکتریکی ظاهری انجام شده است (Sudduth و همکاران ۲۰۰۴؛ Korsaeth و همکاران ۲۰۰۵: Mertens و همکاران ۲۰۰۸؛).

نکته قابل توجه در مطالعه رابطه اجزاء بافت خاک و هدایت الکتریکی ظاهری توجه به اثر کانی‌شناسی بر قابلیت هدایت خاک می‌باشد. McBratney و همکاران (۲۰۰۵) و Minasny and McBratney (۲۰۰۷) اظهار داشتند که نوع کانی‌شناسی به علت اثر گذاری مغناطیسی بر ECa برآورد مقدار رس را دشوار می‌سازد. این محققین معتقدند که خاک‌هایی با رس غالب کائولینیت دارای قابلیت هدایت کم و خاک‌هایی با رس غالب ایلیت و کانی‌شناسی مخلوط دارای قابلیت هدایت بالا می‌باشند اما خاک‌هایی با رس غالب اسمکتیت قابلیت هدایت کمتری نسبت به گروه قبل دارند.

جدول ۲. ضریب همبستگی (پیرسون) بین هدایت الکتریکی ظاهری خاک با خصوصیات مورد مطالعه

	هدایت الکتریکی ظاهری	رس	سیلت	شن	ماده آلی	واکنش خاک	هدایت الکتریکی
هدایت الکتریکی ظاهری	۱						
رس	۰/۲۱۷*	۱					
سیلت	۰/۲۸۰**	-۰/۱۳۸	۱				
شن	-۰/۳۵۷**	-۰/۲۵۵*	-۰/۹۲۲**	۱			
ماده آلی	۰/۰۲۴	-۰/۰۷۷	۰/۲۷۴**	-۰/۲۳۷*	۱		
واکنش خاک	-۰/۰۳۴	۰/۰۱۲	۰/۲۵۱*	-۰/۲۵۰*	-۰/۱۳۸	۱	
هدایت الکتریکی	۰/۱۷۵	۰/۲۳۸*	۰/۲۴۵*	-۰/۳۳۲**	-۰/۱۱۶	۰/۲۳۵*	۱

** معنی داری در سطح یک درصد، * معنی داری در سطح پنج درصد

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی رابطه هدایت الکتریکی ظاهری (ECa) با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه خشک سیستان نشان داد که مقادیر اندازه ذرات خاک همبستگی معنی‌داری با مقادیر ECa دارد، اما در ارتباط با رابطه هدایت الکتریکی ظاهری خاک با سایر پارامترهای مورد مطالعه در این پژوهش همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. لذا بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که هدایت الکتریکی ظاهری برای پیش‌بینی توزیع اندازه ذرات خاک در منطقه مورد مطالعه ابزاری کارآمد می‌تواند باشد. به‌عبارت دیگر در این منطقه بکارگیری داده‌های سنجش از نزدیک حاصل از تکنیک القای الکترومغناطیسی برای برآورد رس، سیلت و شن سودمند می‌باشند.

منابع:

باقری بداغ آبادی، م.، صالحی، م.، محمدی، ج.، تومانیان، ن و اسفندیار پوربروجنی، ع. ۱۳۹۰. کارای مدل رقومی ارتفاع و مشتقات آن در نقشه‌برداری خاک با استفاده از مدل استنباطی خاک- سرزمین(SOILM). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۵): ۱۱۰۵-۱۱۱۸.

رحیمیان، م.ح. و هاشمی نژاد، ی. ۱۳۸۹. واسنجی دستگاه القاءگر الکترومغناطیس (EM38) برای ارزیابی شوری خاک. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۴ (۳): ۲۵۲-۲۴۳.

Adamchuk, V., Allred, B., Doolittle, J., Grote, K. and Rossel, R. V. 2017. Tools for Proximal Soil Sensing. Chaper 6, In: Soil Science Division Staff. 2017. Soil survey manual. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.

Allred B.J., Ehsani M.R. and Daniels J.J. 2008. General considerations for geophysical methods applied to agriculture. In B.J. Allred, J.J. Daniels, and M.R. Ehsani (eds.) Handbook of Agricultural Geophysics pp. 3–16. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, Florida

Allred, B.J., R.S. Freeland, H.J. Farahani, and M.E. Collins. 2010. Agricultural geophysics: Past, present, and future. In Proceedings of the Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP) 2010, pp. 190–202.

Cook, P.G.; Walker, G.R. Depth Profiles of Electrical-Conductivity from Linear-Combinations of Electromagnetic Induction Measurements. Soil Sci. Soc. Am. J. 1992, 56, 1015–1022.

Delbari, M., Afrasiab, P., Gharabaghi, B., Amiri, M., Salehian, A. 2019. Spatial variability analysis and mapping of soil physical and chemical attributes in a salt-affected soil. Arabian Journal of Geosciences, 12: 68. https://doi.org/10.1007/s12517-018-4207-x

Doolittle J.A., and Brevik E.C. 2014. The use of electromagnetic induction techniques in soils studies Geoderma (33-45): 223-225.

Heil, K. and Schmidhalter, U. 2017. The Application of EM38: Determination of Soil Parameters, Selection of Soil Sampling Points and Use in Agriculture and Archaeology. Sensors, 17(11), 2540: 1-44.

Johnston, M.A.; Savage, M.J.; Moolman, J.H.; du Plessis, H.M. Evaluation of calibration methods for interpreting soil salinity from electromagnetic induction measurements. Soil Sci. Soc. Am. J. 1997, 61, 1627–1633.

Kaffka, S.R.; Lesch, S.M.; Bali, K.M.; Corwin, D.L. Site-specific management in salt-affected sugar beet fields using electromagnetic induction. Comput. Electron. Agric. 2005, 46, 329–350.

Korsaeth, A. Soil apparent electrical conductivity (ECa) as a means of monitoring changesin soil inorganic n on heterogeneous morainic soils in SE Norway during two growing seasons. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 2005, 72, 213–227.

Mankin, K.R.; Ewing, K.L.; Schrock, M.D.; Kluitenberg, G.J. Field measurement and mapping of soil salinity in saline seeps. In Proceedings of the ASAE International Meeting, Minneapolis, MN, USA, 10–14 August 1997.

McBratney, A.B.; Minasny, B.; Whelan, B.M. Obtaining 'Useful' High-Resolution Soil Data from Proximally-Sensed Electrical Conductivity/Resistivity (PSEC/R) Surveys. Precis. Agric. 2005, 5, 503–510.

McKenzie, R.C.; George, R.J.;Woods, S.A.; Cannon, M.E.; Bennett, D.L. Use of the Electromagnetic-Induction Meter (EM38) as a Tool in Managing Salinisation. Hydrogeol. J. 1997, 5, 37–50.

McKenzie, R.C.; Mathers, H.M.;Woods, S.A. Salinity and Crop Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs; Alberta Special Crops and Horticultural Research Center: Brooks, AB, Canada, 1993.

Mertens, F.M.; Paetzold, S.; Welp, G. Spatial heterogeneity of soil properties and its mapping with apparent electrical conductivity. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2008, 171, 146–154.

Minasny, B.; McBratney, A.B. Estimating the water retention shape parameter from sand and clay content. Soil Sci. Soc. Am. J. 2007, 71, 1105–1110.

Sudduth, K.A.; Kitchen, N.R. Mapping Soil Electrical Conductivity. Remote Sens. Agric. Environ. 2004, 188–201.

Yao, Y.; Zhang, F.; Jiang, H. Research on model of soil salinization monitoring based on hyperspectral index and EM38. Spectrosc. Spectr. Anal. 2013, 33, 1658–1664.

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Electric conductivity relation (ECa) on some properties of soil particles

Dahmardeh, A.R,[1] Shahriari, A.,[2] Pahlavan-Rad, M.,[3&4] Shabani, A.,[5] Ghorbani, M[5]

[1] MSc Student, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

[2] Assistant Professor of Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

[3] Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iran

[4] Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iran

[5] Academic Staff, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

Abstract:

Some soil properties can be measured or predicted by using proximal soil sensing, directly or indirectly. Considering that some soil properties have temporal and spatial variation, so the proximal soil sensing tools help these properties are evaluated and measured in minimum time periods by high speed and precision. This study was carried out with aim of investigating the relationship between apparent soil electrical conductivity as proximal soil sensing data with some soil physicochemical properties in the research farm of university of Zabol (known as the Sistan Dam). For this purpose, 100 points were selected based on regular networking and soil samples were taken from the topsoil. Then electrical conductivity (Ece), soil reaction (pH), organic matter, clay, silt and sand were measured by conventional methods and apparent soil electrical conductivity (ECa) was measured by using EM38-MK2. The results showed negative and significant correlation ($p<0.01$) between apparent soil electrical conductivity and sand, and also positive and significant correlation was observed between ECa and silt ($p<0.01$) and clay ($p<0.05$), and no significant correlation was observed with other soil characteristics.

Key words: Electromagnetic induction, Apparent soil electrical conductivity, EM38-MK2, Soil of arid region