شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله:فناوری‌های نوین در علوم خاک

بررسی تأثیر رطوبت در برآورد شوری خاک با استفاده از طیف‌سنجی بازتابی

سهیلا علی اوغلی[۱*]، حسینعلی بهرامی[۲]، علی درویشی بلورانی[۳]، سهام میرزایی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

[۳] استادیار سنجش از راه دور و GIS، دانشگاه تهران

[۴] دانشجوی دکتری گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه تهران

چکیده

شوری خاک یک خطر زیست‌محیطی محسوب می‌شود که با کاهش حاصلخیزی و باروری خاک سبب تشدید بیابان‌زایی می‌شود. این پژوهش به‌منظور شناسایی شوری و سازوکار آن، کاهش هزینه حاصل از آنالیزهای آزمایشگاهی، افزایش دقت اندازه‌گیری، صرفه‌جویی در زمان، بررسی تأثیر بافت خاک بر عوارض جذبی تشخیصی شوری خاک با استفاده از داده‌ای فرا طیفی انجام شد. قابلیت روش طیف‌سنجی بازتابی به‌عنوان روشی سریع و مقرون‌به‌صرفه در شناسایی و برآورد شوری خاک، موردبررسی قرار گرفت. نمونه‌های خاک در سه سطح شوری ناشی از نمک طبیعی حوض سلطان قم و ۷ سطح رطوبت وزنی هوا خشک (۲ درصد رطوبت)، ۳۸، ۳۲، ۲۶، ۲۰، ۱۴، ۸ درصد مورد طیف‌سنجی با دستگاه طیف‌سنجی فیلدسپک ۳، قرار گرفت. نتایج تحلیل آماری نشان داد که PLSR در رطوبت ۳۲ درصد (R^2 = ۰/۹۰ و RMSE= ۰/۹۸) و PCR در رطوبت ۳۲ درصد (R^2 = ۰/۸۸ و RMSE= ۰/۹۸) بهترین دقت برآورد رادارند. پدیده‌های جذبی ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ نانومتری از مهم‌ترین محدوده‌های برآورد شوری در خاک هستند.

کلمات کلیدی: شوری خاک، رطوبت خاک، بافت خاک، طیف‌سنجی، مدلPLSR و PCR

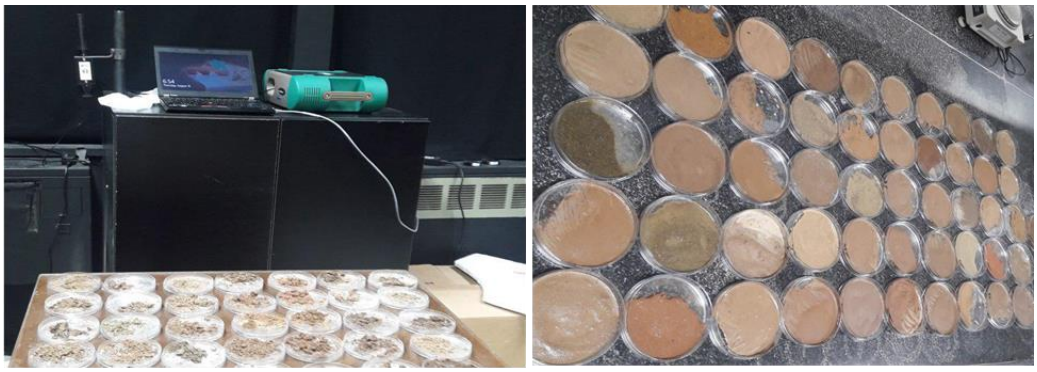
مقدمه

پایش کیفیت خاک به‌عنوان گام مهم و ضروری برای ممانعت از فرآیندهای افت کیفیت خاک مرتبط با مدیریت نامناسب منابع خاک است (Recio-Vazquez و همکاران ۲۰۱۴). غلظت بالای نمک‌های محلول در افق‌های سطحی خاک یا نزدیک سطح باعث افت کیفیت خاک می‌شود که منجر به خسارت اقتصادی و اجتماعی در سراسر جهان می‌شود. غلظت بیش‌ازحد نمک در خاک باعث تشدید فرآیند تخریب زمین و کاهش تولید محصولات زراعی می‌شود (Pirasteh-Anosheh و همکاران ۲۰۱۵; Ranjbar and Banakar, 2013). شور شدن خاک پدیده‌ای پیش‌رونده محسوب می‌شود که حدود ۱۱ درصد اراضی فاریاب جهان تحت تأثیر قرار داده است (FAO, 2012). تشخیص، ارزیابی شدت و میزان شوری خاک به‌خصوص در مرحله اولیه آن ازنظر مدیریت کشاورزی پایدار حیاتی است (Farifteh., 2007). نیاز روزافزون به استفاده از اراضی شور، اصلاح خاک‌های شور و جلوگیری از شور شدن بیشتر این اراضی اهمیت مدیریت اکولوژیک این خاک‌ها را بیش از گذشته روشن می‌سازد (Kuzmina and Treshkin, 2011). کشور ایران بعد از هند و پاکستان (Vashev و همکاران ۲۰۱۰)، با دارا بودن ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور (Moameni, 2010)، در صدر کشورهای در معرض تهدید ازنظر تنش شوری محسوب می‌شود؛ بنابراین وجود روشی سریع و به‌صرفه جهت شناسایی شوری و سازوکار آن، برای جلوگیری از تخریب منابع خاک کشور ضروری است. در این پژوهش قابلیت طیف‌سنجی بازتابی در برآورد شوری خاک و تأثیر بافت خاک موردبررسی قرار می‌گیرد.

* ایمیل نویسنده مسئول: alioghlisoheila@modares.ac.ir

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال‌های تحصیلی ۹۷-۹۶ در آزمایشگاه‌های خاکشناسی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس واقع در کیلومتر۱۷ اتوبان تهران- کرج اجرا گردید. در مرحله اول، برای هرکدام از نمونه‌ها با درصدهای مختلفی از اندازه ذرات، از بافت لوم رسی سیلتی، ۲۵ گرم از خاک را وزن کرده و با استفاده از نمک طبیعی حوض سلطان قم و EC های ۸، ۶، ۴، ۲، ۱، ۰ دسی زیمنس بر متر از محلول نمک در سه سطح شوری به میزان ۱۵CC، ۳۰ CC، ۴۵CC از محلول نمک با استفاده از بورت به نمونه‌ها اضافه شد. در هرکدام از این پتری دیش‌ها بعد از اضافه شدن محلول نمک، محلول خاک و نمک را هم زدیم تا شوری به‌صورت یکنواخت در کل پتری دیش توزیع شود. سپس نمونه‌ها در مکان مناسب و آزمایشگاه هوا خشک‌شده (۲ درصد رطوبت) و مورد طیف‌سنجی قرار گرفتند. در مرحله بعدی همین نمونه‌ها را داخل پتری دیش پودر کرده و دوباره طیف‌سنجی انجام داده شد. اطلاعات حاصل از روند شوری در سطوح رطوبتی ۳۸، ۳۲، ۲۶، ۲۰، ۱۴، ۸ درصد مورد طیف‌سنجی با دستگاه طیف‌سنجی FieldSpec 3، قرار گرفت.



شکل ۱- تیمارهای آزمایش بعد از اضافه کردن شوری مراحل اعمال رطوبت و طیف‌سنجی هر یک از نمونه‌های خاک.

تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار Unscramble به انجام رسیده است. از روش‌های رگرسیون مؤلفه اصلی[1] (PCR) و رگرسیون حداقل مربعات جزئی[2] (PLSR) است. روش‌های PLSR و PCR برای شرایطی که تعداد زیادی متغیر مستقل (تخمین گر) که دارای همبستگی باهم هستند، کارایی دارند. این روش‌ها واریانس (اطلاعات) موجود در داده‌ها را در مؤلفه‌هایی فشرده‌سازی می‌کنند. تفاوت روش‌های PCR و PLSR در نحوه محاسبه این مؤلفه‌ها است. روش PLSR، در محاسبه مؤلفه‌ها متغیرهای پاسخ را لحاظ می‌نماید که باعث قابلیت تفسیر بهتر آن می‌شود. علاوه بر این PLSR ازنظر محاسباتی نیز سریع‌تر انجام می‌پذیرد. به همین دلیل غالباً توسط تحلیل‌گرها به روش PCR ترجیح داده می‌شود (Stenberg و همکاران ۲۰۱۰).

نتایج و بحث

این پژوهش بر روی چند بافت لوم رسی سیلتی خاک با درصدهای متفاوت شن و سیلت و رس، از نمک طبیعی دریاچه حوض سلطان قم در سه سطح شوری و رطوبت هوا خشک، ۳۸، ۳۲، ۲۶، ۲۰، ۱۴، ۸ درصد به‌منظور مدل‌سازی رفتار طیفی شوری خاک انجام گرفت. ویژگی‌های شیمیایی نمک مورداستفاده در جدول ۱ گزارش‌شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی نمک طبیعی حوض سلطان قم

SAR	TDS	B	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Cl	Mg	Ca	K	Na	pH	EC
$(mmoll^{-1})^{0.5}$		mgl^{-1}										dSm^{-1}
۵۹۲	۲۱۲	۰/۰۰۲	۰	۰/۱۳	۰	۱۲۷/۷	۰/۲۹	۰/۹۲	۰/۰۱۴	۸۰/۵	۷/۲	۳۹۴

[1] Principle Component Regression
[2] Partial Least Square Regression

برآورد شوری با مدل PLSR:

بر اساس تست عدم قطعیت مارتن، طول‌موج‌ها و دامنه‌های طیفی مؤثر در برآورد رطوبت مشخص شدند و در طول‌موج‌های مشخص‌شده در سه سطح شوری، در جدول ۲ گزارش‌شده است. اساس مقادیر ضریب رگرسیونی و نیز مقادیر همبستگی بین فاکتور ۹ در سطح اول و رطوبت ۳۲ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۸۸ و کمترین میانگین مربعات خطا ۱/۱۴ است و میزان واریانس آن ۷۸/۸۷ به دست آمد. مقادیر همبستگی بین فاکتور ۱۳ در سطح دوم و رطوبت ۱۴ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۸۴ و کمترین میانگین مربعات خطا ۱/۲۳ است و میزان واریانس آن ۸۳/۶۷ به دست آمد. مقادیر همبستگی بین فاکتور ۱۳ در سطح سوم و رطوبت ۳۲ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۹۰ و کمترین میانگین مربعات خطا ۰/۹۸ است و میزان واریانس آن ۹۰/۰۳ با طول‌موج بازتابی در جدول ۴ به دست آمد که حاکی از اهمیت دامنه‌های بازتابی در بررسی و تخمین میزان رطوبت و شوری بوده است. به دلیل وجود رس زیاد، با افزایش میزان شوری این خاک بیشتر از خاک‌هایی که دارای رس کمتری هستند تأثیرپذیر است و میزان برآورد ضریب تبیین در شوری‌های بالاتر قوی‌تر است (McKenzie, 2003).

جدول ۲- برآورد ضریب تبیین، خطای میانگین مربعات، فاکتور بهینه‌شده و واریانس در سطوح شوری به روش PLSR.

PLSR-SiCL	VAL	هوا خشک	٪۸	٪۱۴	٪۲۰	٪۲۶	٪۳۲	٪۳۸
سطح اول شوری	R^2	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۶۴	۰/۴۳	۰/۷۴	۰/۸۸	۰/۷۴
	RMSE	۱/۳۸	۱/۵۰	۱/۹۵	۲/۳۱	۱/۴۹	۱/۱۴	۱/۴۸
	Factor	۱۰	۱۲	۵	۶	۵	۹	۱۳
	Var	۷۷/۶۱	۷۶/۳۲	۳۹/۹۴	۴۲/۴۳	۳۰/۵۱	۷۸/۸۷	۷۳/۹۵
سطح دوم شوری	R^2	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۸۴	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۷۴
	RMSE	۱/۶۶	۱/۵۷	۱/۲۳	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸
	Factor	۸	۱۲	۱۳	۱۱	۸	۷	۱۱
	Var	۶۳/۷۸	۷۰/۸۳	۸۳/۶۷	۷۷/۷۰	۷۱/۹۲	۶۰/۲۵	۵۸/۹۰
سطح سوم شوری	R^2	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۵۲	۰/۸۳	۰/۹۰	۰/۸۳
	RMSE	۱/۴۸	۱/۲۴	۱/۱۵	۲/۰۲	۱/۲۸	۰/۹۸	۱/۲۵
	Factor	۹	۸	۹	۵	۱۲	۱۳	۱۰
	Var	۸۰/۶۶	۶۷/۵۶	۸۴/۵۲	۴۸/۲۰	۷۹/۶۹	۹۰/۰۳	۸۴/۹۰

جدول ۳- دامنه طیفی مؤثر (نانومتر) در برآورد شوری در مدلPLSR و PCR در بافت لوم رسی سیلتی

PCR	PLSR	لوم رسی سیلتی
۴۰۴-۴۲۰	۴۱۲-۴۴۸	دامنه طیفی مؤثر
۵۵۹-۵۸۵	۱۴۲۲-۱۴۶۵	
۱۳۸۲-۱۵۲۸	۱۵۱۵-۱۵۶۴	
۲۳۵۹-۲۳۶۵	۱۷۸۳-۱۷۹۳	
۲۳۶۷-۲۴۰۰	۱۸۰۸-۱۸۲۵	
	۱۸۸۵-۱۹۰۵	
	۱۹۶۸-۱۹۸۳	

برآورد شوری با PCR:

بر اساس تست عدم قطعیت مارتن، طول‌موج‌ها و دامنه‌های طیفی مؤثر در برآورد رطوبت مشخص شدند و در طول‌موج‌های مشخص‌شده در سه سطح شوری، در جدول ۴ داده‌ها پرت بودند. اساس مقادیر ضریب رگرسیونی و نیز مقادیر همبستگی بین فاکتور ۱۲ در سطح اول و رطوبت ۳۲ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۸۸ و کمترین میانگین مربعات خطا ۰/۹۸ است و میزان واریانس آن ۸۷/۷۹ به دست آمد. مقادیر همبستگی بین فاکتور ۱۱ در سطح دوم و رطوبت ۱۴ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۷۸ و کمترین میانگین مربعات خطا ۱/۳۵ است و میزان واریانس آن ۷۸/۴۶ به دست آمد. مقادیر همبستگی بین فاکتور ۱۴ در سطح سوم و رطوبت ۳۸ درصد وزنی دارای بیشترین ضریب تبیین ۰/۸۵ و کمترین میانگین مربعات خطا ۱/۱۹ است و میزان واریانس آن ۸۵/۲۶ با طول‌موج بازتابی در جدول ۴ به دست آمد که حاکی از اهمیت دامنه‌های بازتابی در بررسی و تخمین میزان رطوبت و شوری بوده است. سدیم زیاد به دلیل شعاع آبپوشی بزرگ منجر به آماس خاک و پراکنش خاکدانه‌ها می‌شود. میزان برآورد ضریب تبیین در شوری‌های پایین‌تر قوی‌تر است (McKenzie, 2003).

جدول۴- برآورد ضریب تبیین، خطای میانگین مربعات، فاکتور بهینه‌شده و واریانس در سطوح شوری به روش PCR.

PCR-SiCL	VAL	هوا خشک	٪۸	٪۱۴	٪۲۰	٪۲۶	٪۳۲	٪۳۸
سطح اول شوری	R^2	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۴۱	۰/۷۸	۰/۸۸	۰/۶۷
	RMSE	۱/۴۱	۱/۶۳	۱/۸۲	۲/۲۸	۱/۳۳	۰/۹۸	۱/۶۶
	Factor	۱۲	۱۵	۱۲	۷	۶	۱۲	۹
	Var	۷۷/۴۱	۷۰/۴۴	۵۹/۹۹	۴۱/۱۲	۷۸/۴۸	۸۷/۷۹	۶۶/۶۴
سطح دوم شوری	R^2	۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۷۸	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۶۳
	RMSE	۱/۶۶	۱/۷۷	۱/۳۵	۱/۶۱	۱/۴۸	۱/۶۶	۱/۵۳
	Factor	۱۲	۱۵	۱۱	۱۲	۱۱	۹	۱۵
	Var	۶۷/۱۷	۶۴/۴۹	۷۸/۴۶	۶۷/۹۴	۷۷/۶۳	۷۴/۶۳	۶۳/۳۸
سطح سوم شوری	R^2	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۶۱	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۸۵
	RMSE	۱/۴۲	۱/۲۲	۱/۲۱	۱/۹۵	۱/۵۶	۱/۵۱	۱/۱۹
	Factor	۱۳	۱۰	۱۱	۱۱	۷	۷	۱۴
	Var	۷۳/۱۰	۸۲/۵۳	۸۳/۲۲	۶۰/۸۶	۷۱/۹۶	۷۴/۱۰	۸۵/۲۶

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که هر دو روش PLSR و PCR پتانسیل بالایی برای برآورد و تعیین شوری خاک‌دارند. روش PLSR یک ابزار قدرتمند برای پیش‌بینی شوری و رطوبت نسبت به روش PCR است. خصوصیات طیفی خاک تحت تأثیر نمک قابل‌شناسایی در محدوده وسیعی از طول‌موج‌ها، به‌خصوص در محدوده طیفی مادون‌قرمز است. با افزایش میزان شوری دامنه بهینه رطوبتی آن افزایش‌یافته و شوری‌های بالا دارای پایین‌ترین بازتاب طیفی هستند و این به دلیل افزایش دامنه رطوبتی است.

منابع

Ranjbar, G. H., Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Hosseinzadeh, S. H. 2013. Effect of salt stress at different growth stages of wheat cv. Roshan. Crop Prod. Environ. Str, 5, 23-31. (In Persian with English abstract).

FAO, F. 2012. Agriculture Organization of the United Nations. 2012. FAO statistical yearbook.

Farifteh, J., Meer, F. V., Atzberger, C. and Carranza, E. J. M. 2007. Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: a comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). Remote Sensing of Environment, 110, 59-78.

Kuzmina, Z. V., Karimova, T. Y., Treshkin, S. E. and Feodoritov, V. M. 2011. Influence of climate changes and regulated river run-off on dynamics of vegetation in the river valleys.

McKenzie, D. 2003. Sodicity – a dirty word in Australia. The Australian Cottongrower, 24 (1), 28–32.

Moameni, A. 2010. Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. Soil Res. J, 24, 203-215. (In Persian with English abstract).

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Sepaskhah, A. R. 2015. Improving barley performance by proper foliar applied salicylic-acid under saline conditions. Int. J. Plant Prod, 9, 467-486.

Recio-Vazquez, L., Almendros, G., Knicker, H., Carral, P. and Álvarez, A. M. 2014. Multivariate statistical assessment of functional relationships between soil physical descriptors and structural features of soil organic matter in Mediterranean ecosystems. Geoderma, 230, 95-107.

Stenberg, B., Rossel, R. A. V., Mouazen, A. M. and Wetterlind, J. 2010. Chapter five-visible and near infrared spectroscopy in soil science. Advances in agronomy, 107, 163-215.

Vashev, B., Gaiser, T., Ghawana, T., de Vries, A. and Stahr. K. 2010. Biosafor Project Deliv- erable 9: Cropping Potentials for Saline Areas in India, Pakistan and Bangladesh. University of Hohenheim, Hohenheim, Germany.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Considering the effect of moisture on reflectance spectrometry capability in soil salinity estimation

Alioghli[*1], S., Bahrami[2], H.A., Darvishi Boloorani, A.[3] Mirzaei, S.[4]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tarbiat Modares, Iran

[2] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tarbiat modares, Iran

[3] Assistant Prof., Department of Remote Sensing & GIS University of Tehran, Iran

[4] PhD. Student, Department of Remote Sensing & GIS University of Tehran, Iran

Abstract

Soil salinity is considered to be an environmental hazard that lead to reducing the fertility of the soil, and increment the desertification. This research was carried out to determine to salinity and its mechanism, reduce the cost of laboratory analysis, increase the accuracy of measurement and save time, study the effect of soil texture on the absorption effects of soil salinity by using hyper-spectral data. The capability of reflectance spectrometry, as a fast and cost effective method, in soil salinity detection and quantification. Reflectance of soil samples treated in 7 moisture including air dry (2%moisture),8, 14, 20, 26, 32, 38% and three salinity levels (natural salt of Hoze Soltan lake) measured by FieldSpec 3 spectrometer. The results of PLSR and PCR methods indicate that the best prediction of soil salinity for PLSR is occur in moisture content of 32% (R^2 = 0.91 and RMSE = 0.98), and for PCR is occur in moisture content of 32% (R^2 = 0.88 and RMSE 0.98). Absorption features located in 1400 and 1800 nm are very important in soil salinity consideration.

Keywords: Soil Salinity, Soil Moisture, Soil Texture, Spectrometry, PLSR and PCR model

[*] Corresponding author, Email: alioghlisoheila@modares.ac.ir