بررسی شوری و ماده آلی خاک در شرایط ماندابی و غیرماندابی با استفاده از داده‌های طیفی ماهواره‌ی لندست ۸

شکوفه شکری[۱] و حمیدرضا متین‌فر[۲]
۱- دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان

چکیده

ماده آلی و شوری از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هستند. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات شوری و کربن آلی خاک‌های متأثر از شرایط ماندابی و غیرماندابی با استفاده از داده‌های طیفی است. به‌منظور برآورد میزان شوری و کربن آلی خاک، همبستگی بین داده‌های طیفی و آزمایشگاهی در سطح احتمال ۹۵ درصد محاسبه گردید. همبستگی کربن آلی در شرایط غیر ماندابی با باندهای ۲، ۶، ۷، ۱۰ و ۱۱ به ترتیب، ۰/۳۴، ۰/۳۸ ، ۰/۴، ۰/۴۱ و ۰/۴است، اما در شرایط ماندابی به دلیل تشابهات طیفی کربن آلی و رطوبت همبستگی پایین بود. شوری در هردو شرایط، به دلیل میزان کمِ نمک، وجود پوشش گیاهی غیر شورپسند و ماهیت کمپلکس خاک، همبستگی پایینی داشت. نتایج کلی تحقیق نشان می‌دهد داده‌های طیفی، به تنهایی قادر به تخمین شوری تحت پوشش گیاهی غیر شور و با پراکندگی کم نیستند. در این شرایط اندازه‌گیری‌های میدانی می‌تواند منجر به نتایج بهتر شود.

واژه های کلیدی: کربن آلی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، شرایط ماندابی و غیرماندابی، لندست ۸

مقدمه

شناسایی خاک نیازمند مطالعات میدانی و اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن است. این‌گونه مطالعات به روش متداول پرهزینه و وقت‌گیر است، از طرف دیگر پایش مداوم خاک‌ها نیاز ضروری مدیران و برنامه ریزان منابع آب‌وخاک است. یافتن روش‌های جایگزین که بتواند با صرف وقت و هزینه کمتر اطلاعات لازم را در اختیار قرار دهد.

سطوح شور دارای پویایی بالایی هستند که شناسایی خاک‌های شور و پایش فرایند شور شدن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری‌های رادیومتریک نشان می‌دهد که عوامل اصلی مؤثر بر بازتاب خاک‌های شور؛ کمیت و مینرالوژی نمک‌ها، رطوبت خاک، رنگ و زبری سطح است (Metternicht& Zinck 2003). شوری خاک با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از مطالعات میدانی، ماهواره‌ای و شاخص‌های مستقیمی که به خصوصیات قابل‌مشاهده‌ی نمک در سطح خاک اشاره دارد و همچنین، شاخص‌های غیرمستقیمی که با خصوصیات ترکیبی نظیر؛ حضور گیاهان شورپسند بومی یا میزان عملکرد محصولات مقاوم به شوری ارتباط دارد، مشخص می‌شود (Farifteh *et al.*, 2006).

محاسبه شاخص‌های تفاضلی و نسبت‌های مختلف تصاویر در باندهای مادون‌قرمز و مرئی، یکی از رایج‌ترین روش‌ها در تشخیص پدیده شوری است. شاخص روشنایی (BI) نواحی با شوری شدید و شوری خیلی زیاد را با بالاترین ارزش رقومی و پوشش گیاهی شاداب و حساس به شوری را با کمترین ارزش رقومی نمایش می‌دهند، اما قادر به تفکیک اراضی غیر شور نمی باشد. شاخص شوری (SI) نسبت به شاخص روشنایی (BI) با دقت بالاتری نواحی غیر شور را از اراضی شور تفکیک نموده است. شاخص (NDSI) شاخص شوری تفاضلی استانداردشده. شاخص (NDVI) شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده؛ این شاخص بر اساس بازتاب پوشش گیاهی در طول‌موج قرمز و مادون‌قرمز نزدیک (NIR) محاسبه می‌شود. شاخص گیاهی تعدیل‌یافته خاک (SAVI) برای شناسایی وضعیت محصولات رشد یافته تحت تأثیر شوری استفاده می‌شود و با به حداقل رساندن اثرات خاک پس زمینه بر روی سیگنال های پوشش گیاهی به وسیله ترکیب کردن فاکتور تنظیم کننده خاک (L) با مخرج معادله NDVI می باشد.

مشخصات نسبت‌های باندی در به دست آوردن شاخص‌های مربوط به شوری و گیاهی به شرح جدول۱ است:

جدول۱- متداول ترین شاخص ها در بارزسازی شوری و پوشش گیاهی

شاخص	نسبت باندی	تعاریف و توضیحات
SI	$\sqrt{B1*B3}$	شاخص شوری
BI	$\sqrt{B_3{}^2+B_4{}^2}=\sqrt{R^2+NIR^2}$	شاخص درجه روشنایی
NDSI	(B3-B4)/(B3+B4)	شاخص شوری استانداردشده
NDVI	NIR-R / NIR+R	شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده
SAVI	(NIR-R / NIR+R+L)(L+1)	شاخص گیاهی تعدیل یافته خاک

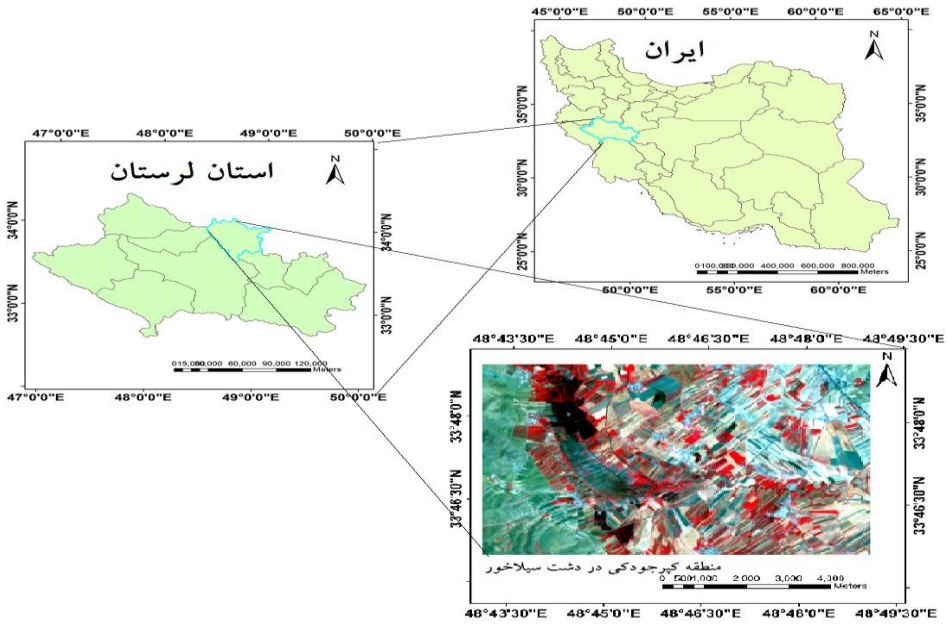
خان و همکاران(۲۰۰۷) از شاخص‌های درخشندگی BI[۱]، شوری تفاضلی نرمال شده NDSI[۲] و شاخص شوری SI[۳] و نسبت باند ۳ به سایر باندها و همچنین شاخص‌های گیاهی برای طبقه‌بندی خاک‌های شور استفاده نمودند. نتایج نشان داد نسبت باند ۳ به سایر باندها و همچنین شاخص‌های NDSI و NDVI بهترین شاخص‌ها برای شناسایی خاک‌های شور می‌باشد (Khan et al., 2007). دهنی و لونیس (۲۰۱۲) از همبستگی بین شاخص شوری برای تصاویر چند زمانه برای پی بردن به رابطه‌ی بین شاخص شوری و گیاه برای تفسیر صحیح از خاک متأثر از نمک در لندست ETM^+ استفاده نمودند. با تحلیل‌های انجام‌شده می‌توان آب‌گرفتگی، شوری و شوری ثانویه را با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور برآورد کرد. ماده آلی نقش مهمی در فرایندهای شیمیایی و فیزیکی خاک و درنتیجه اثر زیادی روی ویژگی‌های طیفی خاک دارد (Dehni & Lounis., 2012).

ماده آلی اثر قابل‌توجهی روی ناحیه طیفی مادون‌قرمز نزدیک و مادون‌قرمز میانی دارد. تحقیقات نشان می‌دهد وقتی ماده آلی خاک کمتر از ۲٪ باشد، اثر آن بر روی بازتاب طیفی بسیار کم است. هنگامی‌که میزان ماده آلی به حدود ۹٪ برسد اثر پارامترهای دیگر خاک روی بازتاب نادیده گرفته می‌شود (متین‌فر و ملکی، ۱۳۹۰). از آنجایی که واحد ساختمانی ماده‌ی آلی را کربن تشکیل می‌دهد، برای دستیابی به میزان ماده آلی یک خاک بایستی کربن آلی خاک را بررسی نمود. برآورد کربن آلی خاک با استفاده از سنجش‌ازدور اغلب بر اساس کاهش کلی در بازتاب قسمتی از طیف الکترومغناطیسی ممکن می‌شود. اگرچه میزان رطوبت و زبری سطح خاک در کاهش بازتاب تأثیرگذار است درنتیجه شناسایی عامل کاهش بازتاب خاک امری پیچیده خواهد بود. ترکیبات مثل لیگنین و سلولز مقاوم به تجزیه هستند، کربن آلی خاک در مرحله تجزیه، شامل این ترکیبات بیوشیمیایی است (Bartholomeus *et al.*, 2007). کربن آلی تحت تأثیر شرایط ماندابی و غیر ماندابی مقادیر متفاوتی دارد. اعمال چرخه‌های خشک و مرطوب شدن خاک باعث کاهش مقدار کربن آلی محلول در مقایسه با خاک دائماً مرطوب می‌شود (لکزیان و همکاران، ۱۳۸۹). هدف از این پژوهش امکان استفاده از نسبت های باندی و شاخص های طیفی برای شناسایی و طبقه بندی اراضی شور و میزان کربن آلی در شرایط ماندابی و غیر ماندابی و هم چنین بررسی کارایی این شاخص‌ها در تفکیک این خصوصیات خاک در دو شرایط مذکور است.

مواد و روش‌ها

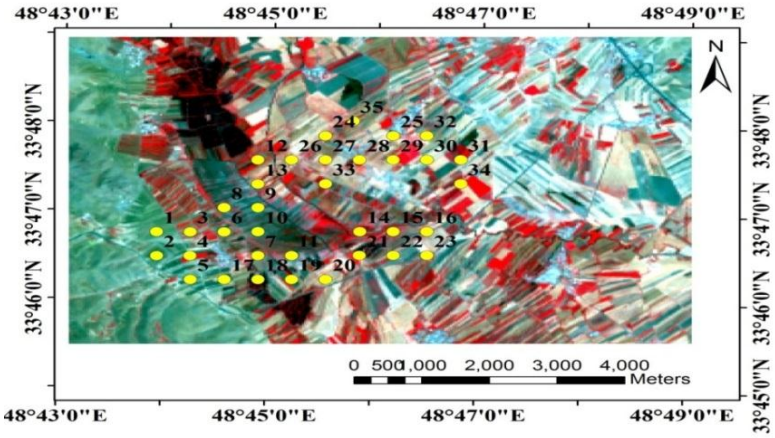
منطقه موردمطالعه، روستای کپرجودکی (در بخشی از دشت سیلاخور)، ۱۰ کیلومتری جنوب شهر بروجرد در استان لرستان با مساحت تقریبی ۱۵۰۰ هکتار و در طول جغرافیایی ´۳۵ °۴۸ تا ´۵۷ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ´۴۷ °۳۳ تا ´۵۹ °۳۳ شمالی واقع شده است. شکل ۱ موقعیت استان لرستان نسبت به کل کشور و موقعیت محدوده مطالعاتی نسبت به استان لرستان و هم‌چنین خود محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد.

۱. Brightness index
۲. Normalized Difference Salinity Index
۳. Salinity Index



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

به منظور بررسی خصوصیات خاک، از تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده های OLI و TIR مربوط به گرم ترین ماه سال ۱۷ ژولای سال ۲۰۱۴ میلادی استفاده گردید. جهت نمونه‌برداری بر روی تصویر رنگی کاذب بر اساس پارامترهای تن، بافت، شکل و رنگ نواحی همگن تفکیک صورت گرفت، سپس در هریک از نواحی همگن به روش تصادفی طبقه‌بندی‌شده، ۳۵ نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی متری انتخاب شد. علاوه بر نقطه اصلی سه نمونه کمکی در جهات متفاوت (با اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه) و به فاصله ۱۰۰ متر از نقطه اصلی برداشت و با آن مخلوط گردید، زیرا نقاط به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی استفاده خواهد شد و نمونه‌های تعلیمی علاوه بر پیکسل اصلی که نمونه روی آن واقع می‌شود پیکسل‌های مجاور را نیز در بر می‌گیرد(حداقل ۹ پیکسل از تصویر را پوشش می‌دهد). مختصات نقاط تعیین‌شده در سیستم متریک (UTM) یادداشت و به‌صورت یک فایل نقطه‌ای (شکل۲) در نرم‌افزار ArcGIS ذخیره گردید، سپس فایل ذخیره‌شده به دستگاه GPS برای بازدید میدانی انتقال یافت.



شکل۲- موقعیت مکان های نمونه‌برداری بر روی تصویر ماهواره‌ای

به‌منظور تعیین خصوصیات کربن آلی، شوری و بافت، نمونه‌های خاک جهت آنالیزهای مربوطه به آزمایشگاه فرستاده شد. در ابتدا نمونه‌های خاک هوا خشک و سپس از الک ۲ میلی‌متر گذرانده شد. کربن آلی با روش واکی بلاک (روش احتراق سرد) تعیین شد. عصاره اشباع با استفاده از عصاره گیر بوخنر تهیه و هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع خاک توسط دستگاه الکترومتر با الکترود شیشه‌ای تعیین شد. اسیدیته (pH) در گل اشباع و با استفاده از pH- متر اندازه‌گیری شد. کلسیم و منیزیم در عصاره اشباع، با تیتراسیون به روش کمپلکسومتری با استفاده از EDTA یک‌صدم نرمال کاتیون‌های دو ظرفیتی کلسیم و منیزیم تعیین شد. کاتیون تک‌ظرفیتی سدیم با استفاده از فلیم فتومتر و نوارهای استاندارد تعیین گشت.

با استفاده از نرم افزارهای ENVI 5، ENVI 4.7، Arc GIS 10.2 پردازش و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و استخراج اطلاعات مربوط به نقاط نمونه‌برداری صورت گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و Excel 2010 آنالیزهای آماری بین داده های حاصل از آزمایش‌ها و داده های پردازش شده طیفی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مختصات طول و عرض جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری ثبت شده با GPS یک لایه وکتور نقطه‌ای در محیط Arc map ساخته شد که قابلیت روی‌هم اندازی با تصاویر ماهواره‌ای را در محیط Arc map دارا است. این وکتور همراه با شماره نمونه‌برداری هر نقطه، بر روی باندهای مختلف تصاویر و شاخص‌های مختلف، به‌صورت یک لایه قرار گرفت. با تلاقی فایل نقطه‌ای و هر یک از باندها و شاخص‌ها درجات روشنایی پیکسل‌های متناظر استخراج گردید و ارتباط بین درجات روشنایی با کربن آلی و شوری خاک بررسی شد. ماتریس همبستگی بین خصوصیات اندازه‌گیری شده‌ی آزمایشگاهی و درجات روشنایی حاصل از باندهای طیفی و شاخص‌های به‌دست‌آمده از نسبت‌های باندی محاسبه گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیوکوشیمیایی خاک ها طبق آنالیزهای انجام شده در جدول ۲ آورده شده است، بیشترین میزان هدایت الکتریکی در عصاره‌ی اشباعی نمونه‌های خاک ۱۱ دسی‌زیمنرس بر متر و کربن آلی ۲/۵ درصد می باشد.

جدول ۲- ویژگی‌های آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌ها

خصوصیات خاک	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	بیشینه مقدار	کمینه مقدار	دامنه تغییرات
ECe (dS/m)	۳۵	۲/۸۵	۲/۹۲	۱۱	۰/۳۷	۱۰/۶۳
pH	۳۵	۷/۹۶	۰/۴	۸/۶۲	۷/۱۳	۱/۴۹
% O.C	۳۵	۱/۰۴	۰/۶	۲/۵	۰/۰۷	۲/۴۳
Ca (meq/l)	۳۵	۹/۵۴	۱۰/۷	۳۸	۲/۲	۳۵/۲
Mg (meq/l)	۳۵	۷	۱۰/۲۰	۵۸/۸	۰/۰۳	۵۸/۷۷
Na (meq/l)	۳۵	۱۳/۲۸	۱۵/۳۴	۶۸/۶	۰/۴۲	۶۸/۱۸
SAR	۳۵	۴/۱۸	۳/۶۷	۱۳/۵۲	۰/۲۹	۱۳/۲۳

نتایج حاصل از آزمون همبستگی بین درجات روشنایی حاصل از باندها و شاخص‌های طیفی با مقادیر هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع در اراضی غیر ماندابی رابطه معنی داری نداشت. طبق نتایج دانش‌کار آراسته (دانش‌کار آراسته ۱۳۸۵). تصاویر ماهواره‌ای برای بارزسازی شوری در دوره‌های مرطوب به دلیل وجود پوشش گیاهی متراکم و وسیع در سطح دشت دارای محدودیت هستند به همین منظور همبستگی در اراضی ماندابی فاقد پوشش گیاهی با درجات روشنایی باندها و شاخص‌های طیفی محاسبه شد، اما همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول۳- همبستگی بین شوری و داده‌های طیفی در اراضی غیرماندابی و ماندابی

خصوصیات خاک	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶	باند۷	باند۱۰	باند۱۱	شاخص SI	شاخص NDSI	شاخص SAVI
Ece غیرماندابی	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۶
ECe ماندابی	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۷	-۰/۲	۰/۱۳

*: معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد

در بررسی کربن آلی، همبستگی مثبتی در اراضی غیر ماندابی با درجات روشنایی باندهای انعکاسی ۲، ۶ و ۷ به ترتیب با ضرایب ۰/۳۴، ۰/۳۸ و ۰/۴ و با درجات روشنایی باندهای حرارتی ۱۰ و ۱۱ به ترتیب با ضرایب ۰/۴۱ و ۰/۴ در سطح احتمال ۹۵ درصد به‌دست آمد. اما در اراضی ماندابی که سطح خاک عاری از هرگونه پوشش و مانع بازتاب است و در این شرایط می‌توان بررسی بهتری بین مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی خاک و درجات روشنایی برقرار کرد برخلاف انتظار، همبستگی مقادیر کربن آلی در این نقاط پایین و رابطه معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۴).

جدول۴- همبستگی کربن آلی و درجات روشنایی باندها و شاخص‌های طیفی در اراضی غیرماندابی و ماندابی

خصوصیات خاک	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶	باند۷	باند۱۰	باند۱۱	شاخص BI	شاخص NDVI	شاخص SAVI
% O.C غیرماندابی	۰/۳۴*	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۳۸*	۰/۴*	۰/۴۱*	۰/۴*	۰/۲۱	-۰/۱۵	-۰/۰۶
% O.C ماندابی	۰/۱۷	۰/۱	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۳	-۰/۱

*: معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد

با توجه به مقادیر آزمایشگاهی بیشترین میزان کربن آلی در شرایط ماندابی اندازه‌گیری شد، اما با داده‌های طیفی همبستگی مشاهده نشد به این دلیل که وسعت این سطوح کمتر از مقادیر قابل توجهی از پیکسل‌های تصویر برای نشان دادن بازتاب پدیده‌ها است و باعث ایجاد تداخلات طیفی و کاهش میانگین بازتاب شده است. قائمی و همکاران بیان کردند ارزیابی تغییرات مکانی و تخمین ماده آلی خاک به دلیل مقادیر کمتر از حد مطلوب به‌عنوان فاکتوری غالب بر رفتار طیفی خاک و اثر سایر عوامل دخیل بر بازتاب‌ها با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای نتایج قابل‌اطمینانی را در اختیار قرار نمی‌دهد. ازاین‌رو پتانسیل داده‌های سنجنده ETM^+ برای ارزیابی ماده آلی خاک به دلیل مقادیر کمتر از ۲ درصد محدود ارزیابی می‌شوند. از طرفی مطالعه خصوصیات خاک منطقه مطالعاتی آن‌ها نیز دشوار بوده، به‌طوری‌که به دلیل تعامل این خصوصیت با سایر پدیده‌ها، انعکاس طیفی خاک‌ها نمی‌تواند تنها به یکی از خصوصیات خاک نسبت داده شود (قائمی و همکاران، ۱۳۹۰).

از آن‌جایی که شناسایی خاک‌های با استفاده از سنجش‌ازدور موانعی دارد، با دلایلی نظیر تداخل طیفی خصوصیات خاک، نمی‌توان برآورد صحیحی از هرکدام از فاکتورهای خاک داشت. هم چنین هر کدام از باندهای طیفی بخشی از پدیده‌های بارز می نماید پس انتظار همبستگی بالا امکان‌پذیر نیست. این شرایط دلیل مستحکمی بر وجود همبستگی‌های پایین عوامل مذکور با درجات روشناییِ تصاویر ماهواره‌ای است.

منابع

دانش کار آراسته،پ. ۱۳۸۵. استفاده از تصاویر ماهواره ای در تشخیص آب ماندگی و شوری خاک(مطالعه موردی در دشت سیستان). چهارمین کارگاه فنی زهکشی.

قائمی،م. آستارایی، ع. ثنایی نژاد، س.ح. ۱۳۹۰. ارزیابی تغییرات مکانی و تخمین کربن آلی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از توابع انتقالی و امکان سنجی آن با داده های سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه نیشابور). نشریه پژوهشهای زراعی ایران . جلد ۹، شماره ۲ ، ص ۳۰۰ – ۲۹۴.

لکزیان، الف. حلاج نیا، الف. رحمانی، ح. ۱۳۸۹. تاثیر چرخه های متناوب خشک و مرطوب شدن خاک بر کربن آلی، فسفرونیتروژن آلی و معدنی شدن محلول. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۴ ، شماره ۲. ص ۲۴۳-۲۳۴.

متین فر، ح. ملکی، ع. علوم خاک. ۱۳۸۹. انتشارات دانشگاه لرستان، معاونت پژوهش و فناوری. ۳۴۲ص.

Bartholomeus, H., and Schaepman, M., and Kooistra, L.,and Stevens, A., and Hoogmoed, W., and Spaargaren, O., 2007. Quantitative retrieval of soil organic carbon using labiratory spectroscopy and spectral indices.

Dehni , A., and M Lounis. 2012 . Remote Sensing Techniques for Salt Affected Soil Mapping: Application to the Oran Region of Algeria: Procedia Engineering 33.p 188 – 198.

Farifteh, J ., Farshad, A., and Georg, R.J.2006. Assessing salt-affected soil using remote sensing, solute modeling, and geophysics. Geoderma, 130: 191-206.

Khan. S., and A. Abbas., 2007. Remote Sensing Based Modelling Applications in Land and Water Management : Using remote sensing for appraisal of irrigated soil salinity. MODSIM 2007. *International Congress on Modelling and Simulation*. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand.

Metternicht. G.I., Zinck. J.A., 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. Remote Sensing of Environment 85 (2003) 1 –20.

Investigating soil salinity and soil organic carbon under logging and unlogged conditions using spectral indices

Abstract

Organic matter and soil salinity are the most important physical and chemical properties. The purpose of this study was to evaluate the changes in salinity and organic carbon under logging and unlogged conditions using spectral data. Aiming at obtaining an equation to estimate the amount of salinity and soil organic carbon, the correlation between spectral data with laboratory data was calculated at the level of 95 percent. The results showed a correlation, organic carbon in unlogged conditions area with bands of 2, 6, 7, 10 and 11, is a correlation coefficients, respectively, 0.34, 0.38, 0.40, 0.41 and 0.4. The correlation coefficients were low due to water logging conditions and the same effect in reducing carbon and water reflections. Salinity in both terms has low correlation coefficients. The results show the spectral characteristics of conventional, non-saline vegetation are not able to estimate the salinity. In these situations, field measurements can lead to better results.

Keywords: organic carbon, saturation extract electrical conductivity, logging and unlogged conditions, Landsat 8