بررسی توانمندی و محدودیت‌های پیش‌بینی مقدار کانی‌های رسیِ خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به روش طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک

فاطمه خیامیم[۱]، حسین خادمی[۱] و شمس اله ایوبی[۱]

۱- دانش‌آموخته دکتری و اساتید گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده:

کانی‌های رسی جزء اصلی و بنیادی خاک هستند و تعیین مقدار آن‌ها در مدیریت خاک‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا، این مطالعه با اهدافِ بررسی توانایی روش طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در تعیین مقدار کانی‌های رسی غالب خاک‌های استان اصفهان و بررسی محدودیت‌های احتمالی در تعیین مقدار کانی‌ها انجام شد. ۱۰۰ نمونه خاک سطحی از کل استان اصفهان جمع‌آوری و آنالیزهای کانی‌شناسی و طیف‌سنجی بر روی آن‌ها انجام شد. از رگرسیون حداقل مربعات جزئی و طیف‌های حذف پیوستار جهت مدلسازی استفاده گردید. روش طیف سنجی نتوانست به طور قابل قبولی کانی‌های غالب خاک‌های استان را پیش‌بینی نماید. بررسی علل این موضوع نشان داد که اختلاط هر یک از کانی‌ها (پالیگورسکیت، اسمکتیت و ایلیت) با یکدیگر تأثیر چشمگیری بر موقعیت جذبی هر یک گذاشته و پیش‌بینی مقدار کانی را مشکل می‌سازد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، با تنوع کانی‌شناسی فراوان و حضور گچ و کربناتها، سیستم خاک پیچیده‌تر شده و امکان کسب اطلاع از طیف‌ها مشکل می‌شود و بنابراین، پیش‌بینی مقادیر کانی‌ها با دقت کمی همراه است.

واژه‌های کلیدی: کانی‌های رسی، پالیگورسکیت، ایلیت، اسمکتیت و طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک

مقدمه

کانی‌های رسی به عنوان جزء اصلی و بنیادی خاک، نقش مهمی در سیکل‌های بیوشیمیایی ایفا نموده و با ایجاد واکنش با محیط بر فرآیندهای ژئومورفیک نظیر هوادیدگی، فرسایش و رسوب تأثیرگذار هستند. بنابراین، تهیه اطلاعات کمّی و مکانی کانی‌های رسی خاک برای استفاده حداکثری از پتانسیل ویژه کانی‌ها در حاصلخیزی خاک و مدیریت دقیق مزرعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با وجود اهمیت کانی‌ها، نقشه‌های توزیع مکانی کانی‌های خاک برای اکثر قسمت‌ها موجود نیست. تعدادی از مطالعات، کانی‌های خاک را تشخیص داده‌اند اما این مطالعات به صورت محلی و در مقیاس بزرگ و بدون رفرنس-دهی مکانی صورت گرفته است (Churchman et al., 1994). روش‌های مرسوم آنالیز کانی‌شناسی شامل تفرق اشعه ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، آنالیز تفریقی حرارتی (DTA)، آنالیز حرارتی جرمی (TGA) و روش‌های شیمیایی هستند که این روش‌ها پرهزینه، وقت‌گیر، بسیار مشکل و پیچیده می‌باشند. بنابراین، اطلاعات دقیق کمّی و کیفی از کانی‌ها در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی محدود می‌باشد (Brown and Brindley, 1984).

کاربرد طیف سنجی مرئی_مادون قرمزنزدیک و میانی در خاک‌شناسی در طی ۲۰ سال گذشته توجهات زیادی را به خود جلب کرده است (Guerrero, et al., 2010). افزایش سریع این روش، به علت اطلاعاتی است که طیف‌ها با خود به همراه دارند. با پیشرفت‌های علوم رایانه، تولید وسایل و توسعه آمار چندمتغیره، کاربرد طیف‌سنجی نیز در علوم خاک و کشاورزی افزایش یافته است. این روش غیرمخرب، سریع و ارزان بوده و نیازمند حداقل زمان آماده‌سازی نمونه، بدون ضرر و تخریب برای محیط زیست می‌باشد. بنابراین، طیف‌سنجی اطلاعات کمّی را برای نقشه‌برداری رقومی خاک، پایش خاک و مدلسازی فرآیندهای

خاک و محیط زیست فراهم می‌سازد (Guerrero, et al., 2010). کانی‌های خاک نور را در ناحیه‌های مرئی_مادون قرمزنزدیک و میانی جذب می‌کنند. پاسخ طیفی کانی‌های رسی در نتیجه ارتعاش مولکول‌های آب ساختمانی، گروه‌های هیدروکسیل، چارچوب سیلیکات و کاتیون‌های اکتاهدرال، تتراهدرال و بین لایه‌ای است. ویژگی‌های طیفی به ترکیب شیمیایی، آرایش ساختمانی و ویژگی‌های پیوند بستگی دارد (Clark, 1999) و به عنوان یک فاکتور ارزشمند در تشخیص کانی‌ها به حساب می-آید. ویسکارا راسل و همکاران (۲۰۰۹) کانی‌های خاک را بوسیله طیف‌سنجی مرئی_مادون قرمزنزدیک به طور کمّی اندازه-گیری کردند. تخمین کمّی ترکیب کانی‌ها با مقایسه طیف خاک و طیف کانی‌های خالص بدست آمد. این تخمین‌ها با استفاده از آنالیز نیمه‌کمّی XRD مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کانی‌شناسی کمّی خاک به روش طیف‌سنجی قابل قبول است، چراکه توافق خوبی بین نتایج این روش و آنالیز XRD وجود دارد. وندرامی و همکاران (۲۰۱۲) قابلیت روش طیف‌سنجی مرئی_مادون قرمزنزدیک را در پیش‌بینی بافت و مینرالوژی خاک در منطقه‌ای از مرکز برزیل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که رگرسیون حداقل مربعات جزئی قادر به پیش‌بینی دقیق کانی‌های خاک مناطق حاره نظیر گیبسیت، کائولینیت، هماتیت و گئوتیت بود.

با توجه به اهمیت و قابلیت روش طیف‌سنجی مرئی_مادون قرمز نزدیک در ارزیابی ویژگی‌های خاک، این مطالعه با اهداف ذیل انجام شد: ۱- بررسی توانایی روش طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در تعیین مقدار کانی‌های رسی غالب خاک‌های استان اصفهان و ۲- بررسی محدودیت‌ها و موانع موجود در تعیین مقدار کانی‌های رسی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه-خشک

مواد و روش ها

این مطالعه در کل استان اصفهان با وسعت ۱۰۷۰۴۵ کیلومتر مربع انجام شد. استان اصفهان بین ′۴۲ °۳۰ تا ′۲۷ °۳۴ عرض شمالی و ′۳۸ °۴۹ تا ′۳۲ °۵۵ طول شرقی در بخش مرکزی ایران واقع شده است (پرتال استان اصفهان، ۱۳۹۲). به منظور تعیین نیمه کمّی مقدار کانی‌های موجود در خاک‌های استان، ۱۰۰ نمونه خاک به طور تصادفی و از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. ابتدا گچ، کربنات‌ها، ماده آلی و اکسیدهای آهن نمونه‌های خاک حذف شد و پس از جداسازی شن از سیلت و رس بوسیله الک، جداسازی رس خاک از سیلت توسط سانتریفیوژ انجام شد (Jackson, 1979). رس ها پس از خشک شدن در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد در ظروف مناسب نگه داری شدند. تیمارهای اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول، اشباع با پتاسیم و تیمار حرارتی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بر نمونه‌های رس اعمال شدند. دستگاه تفرق اشعه ایکس مورد استفاده از نوع بروکر(Brucker) مستقر در آزمایشگاه دانشگاه پلی‌تکنیک کارتاخنای اسپانیا دارای لامپ مس بوده و نمونه‌ها در ۲θ معادل ۳ تا ۳۵ درجه در مجاورت اشعه ایکس با جریان ۳۰ میلی‌آمپر و ولتاژ ۴۰ کیلوولت قرار گرفتند. به منظور تعیین نیمه‌کمّی فراوانی سه کانی رسی پالیگورسکیت، ایلیت و اسمکتیت از روش جونز و همکاران (۱۹۵۴) استفاده شد.

برای آنالیز طیفی خاک های مورد نظر از دستگاه طیف سنج زمینی با دامنه طول موج ۲۵۰۰-۳۵۰ نانومتر مستقر در دانشگاه علوم کشاورزی سوئد استفاده شد. تقریباً ۵۰ گرم از هر نمونه خاک هواخشک با اندازه کوچکتر از ۲ میلی متر برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفت. در آزمایشگاه با استفاده از اسپکترومتر مرئی-مادون قرمز نزدیک طیف پخشیده انعکاسی نمونه¬ها ثبت شد و لامپ هالوژنه ۲۰ واتی به عنوان منبع نوری مورد استفاده قرار گرفت. سرعت برداشت هر منحنی طیفی ۰/۱ ثانیه بود. این اسپکترومتر با صفحه سفید مبنا در هر ۵ نمونه واسنجی شد. برای هر نمونه ۵۰ طیف برای به حداکثر رساندن نسبت سیگنال به نویز میانگین گرفته شد. منحنی های بدست آمده بلافاصله و به طور خودکار با استفاده از نرم افزار RS3 موجود بر روی رایانه قابل حمل متصل به دستگاه میانگین گیری شده و به صورت یک منحنی طیفی به نمایش در آمد. برای هر نمونه ۳ تکرار ثبت گردید. پس از ثبت طیف‌ها ابتدا از سه طیف ثبت شده برای هر نمونه میانگین گرفته شد و سپس مقادیر انعکاس به جذب تبدیل شد. دو محدوده نویزی ابتدا (۳۵۰-۴۰۰ نانومتر) و انتهای طیف (۲۴۵۰-۲۵۰۰ نانومتر) به همراه دو وقفه حاصل از تغییر ثّبات در محدوده‌های (۹۶۵-۹۷۲ نانومتر) و (۱۷۸۴-۱۷۹۱ نانومتر) حذف گردید. پس از انجام

پیش پردازش، از (Bagging Partial Least Square Regression) برای پیش بینی پارامترهای مورد نظر استفاده شد. بهترین مدل برازش داده شده بر اساس حداقل ریشه میانگین مربعات خطای پیش بینی، ضریب تبیین و انحراف پیش‌بینی باقیمانده[۱] (RPD) معرفی شد (Esbensen, 2006). کلیه مراحل توصیف¬های آماری متغیرها، پیش پردازش طیف ها و مدلسازی با استفاده از نرم افزار Unscrambler X 10.3 انجام شد.

علاوه بر روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی، تعیین مقدار کانی‌های رسی خاک به روش طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک با استفاده از منحنی‌های طیفی حاصل از حذف پیوستار نیز میسر است. بدین منظور ابتدا ویژگی جذبی هر کانی را با توجه به منابع تعیین نموده و سپس منحنی حذف پیوستار نمونه‌های خاک تهیه گردید. به عبارتی حذف پیوستار تکنیکی است که با استفاده از آن می‌توان یک ویژگی جذبی خاص را در محدوده طیف انعکاسی پخشیده جدا نمود. پس از تهیه منحنی حذف پیوستار نمونه‌های خاک و نمونه‌های کانی خالص (پالیگورسکیت فلوریدا، اسمکتیت وایومینگ آمریکا و ایلیت همدان)، عمق باند (BD) از هر ویژگی جذبی خاص برای طیف کانی استاندارد (m) و برای طیف‌های خاک (s) بوسیله تفریق انعکاس حذف پیوستار (CRR) در طول موج خاص محاسبه شد (رابطه ۱) (Viscarra Rossel et al., 2009):

$$BD_{m,s}(\lambda)=1-CRR \quad (۱)$$

پس از نرمال و بارزسازی طیف هر کانی، فراوانی نسبی کانی‌های مورد بررسی (MA) از تقسیم میزان انعکاس کانی مورد نظر به میزان انعکاس کانی استاندارد قرائت شده با دستگاه بدست آمد (رابطه ۲) (Viscarra Rossel et al., 2009):

$$MA=BD_s/BD_m \quad (۲)$$

به منظور ارزیابی تکنیک طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در تعیین مقادیر کانی‌های خاک با استفاده از طیف‌های حذف پیوستار، از معیارهای حداقل ریشه میانگین مربعات خطای پیش‌بینی و ضریب تبیین استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به کاربرد روش حذف پیوستار در تعیین مقدار کانی‌های رسی نشان داد که انتخاب ویژگی جذبی خاص و استفاده از طیف حذف پیوستار برای هر یک از کانی‌های سیلیکاتی نتوانست نتیجه رضایت‌بخشی را رقم بزند (R^2 کمتر از ۰/۲ برای هر سه کانی). نتایج مربوط به کاربرد Bagging-PLSR در تخمین مقادیر کانی‌های سیلیکاتی در جدول ۱ آمده است. R^2 بدست آمده برای پیش‌بینی مقادیر پالیگورسکیت، اسمکتیت و ایلیت به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۵۳ و ۰/۲۵ است. با توجه به مقادیر RPD پیش‌بینی مدل برای اسمکتیت قابل قبول است و برای پالیگورسکیت نیر تا حدی مناسب است، در حالیکه در مورد ایلیت نتایج رضایت‌بخش نیست.

جدول ۱- نتایج مدلسازی کانی‌های رسی خاک به روش Bagging-PLSR

نوع کانی	R^2	RMSE	RPD
پالیگورسکیت	۰/۴۷	۹/۵۴	۱/۳۲
اسمکتیت	۰/۵۳	۹/۶۸	۱/۶
ایلیت	۰/۲۵	۸/۹۳	۱/۰۳

بررسی علل عدم موفقیت روش حذف پیوستار در پیش‌بینی مقادیر کانی‌های خاک

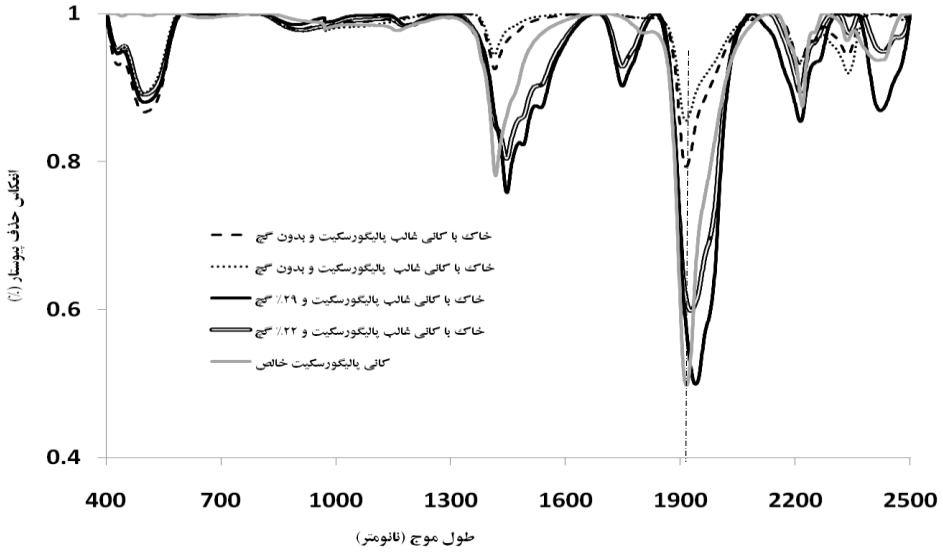
اگر چه اخیراً در چند مطالعه از موفقیت‌آمیز بودن روش طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در برآورد کانی‌های خاک صحبت شده است (Mulder et al., 2013 و Vendrame et al., 2012)، اما اغلب مطالعات انجام شده در شرایطی متفاوت با منطقه مطالعاتی مطالعه حاضر صورت گرفته به‌گونه‌ای که تنوع اقلیمی، ارتفاعی و کانی‌شناسی وجود نداشته و پیش‌بینی‌ها در محیط همگنی از لحاظ کانی‌شناسی صورت گرفته است. ازآنجا که مطالعات طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در مناطق خشک و نیمه خشک اندک می‌باشند، لذا بررسی دلایل عدم موفقیت روش در یک مطالعه گام مهمی در جهت اصلاح و بهبود

۱- Residual predictive deviation

کالیبراسیون بوده و اطلاعات جامعی را در زمینه کاربرد روش نوین طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان ارائه می‌نماید.

الف) تأثیر گچ بر موقعیت جذبی پالیگورسکیت

شکل ۱ طیف حذف پیوستار مرئی-مادون قرمز نزدیک ۴ نمونه خاک دارای پالیگورسکیت را در مقایسه با کانی خالص پالیگورسکیت نشان می‌دهد. از میان چهار نمونه خاک دو نمونه دارای گچ (۲۹ و ۲۲ درصد) و دو نمونه بدون گچ هستند. موقعیت جذبی پالیگورسکیت در ۱۹۱۷ نانومتر در اثر حضور گچ دچار انحراف شده و نقطه با حداکثر جذب در ۱۹۲۴ رخ داده است. این در حالیست که در نمونه‌های خاک بدون گچ نقطه حداکثر جذب تقریباً با نقطه حداکثر جذب کانی خالص منطبق است. این مسئله به روشنی نشان می‌دهد در اغلب خاک‌های مناطق خشک حضور پالیگورسکیت با حضور مقادیر بالای گچ همراه است. این کانی غیرسیلیکاتی به عنوان یک عامل پوشش‌دهنده اجازه وقوع پدیده جذبی را در مکان اصلی خود نداده و با تأثیر بر موقعیت جذبی و همچنین شدت آن از میزان دقت روش حذف پیوستار در تعیین کانی مورد نظر می‌کاهد. به عبارت دیگر در روش حذف پیوستار محاسبه تعیین مقدار کانی در یک طول موج خاص (۱۹۱۷ نانومتر) صورت می‌گیرد، این انحرافات به شدت از دقت تعیین مقدار کانی می‌کاهد. از سوی دیگر باید در نظر داشت آنالیزهای کانی‌شناسی به روش معمول پس از حذف گچ، آهک و مواد آلی صورت گرفته درحالیکه مطالعات طیف‌سنجی بر روی خاک بکر و بدون هیچ‌گونه تغییری انجام شده است. این درحالیست که در مطالعاتی که در اروپا و سایر نقاط جهان در زمینه استفاده از طیف‌سنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در برآورد کانی‌های خاک انجام شده مطالعات بر روی خاک‌های مناطقی صورت گرفته که خاک عاری از شوری، گچ و آهک بوده و لذا دقت و صحت مطالعات در این مناطق بیشتر است.

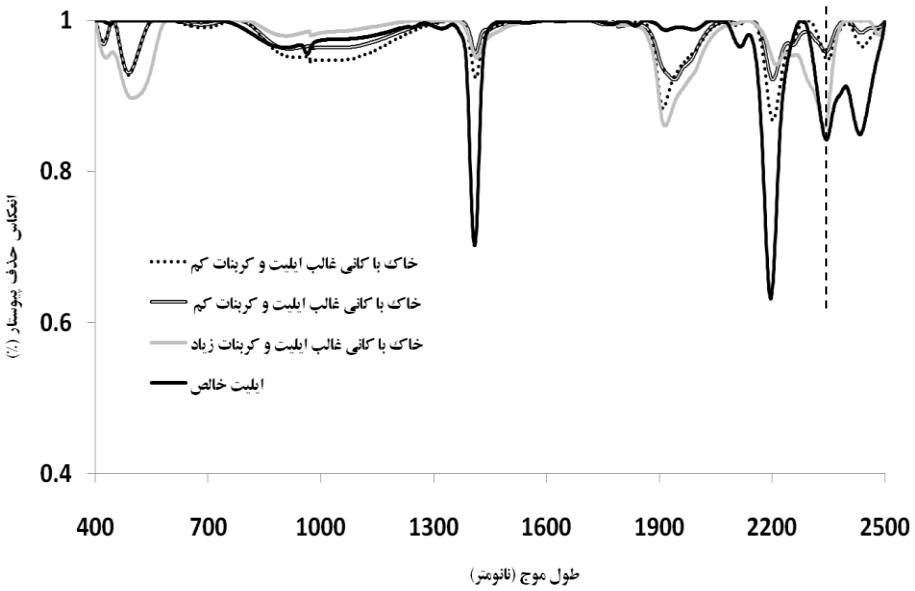


شکل ۱- تأثیر گچ بر موقعیت جذبی کانی پالیگورسکیت در خاک‌هایی با کانی غالب پالیگورسکیت و بدون گچ (مربوط به جنوب شرق استان، رامشه) و در خاک‌هایی با کانی غالب پالیگورسکیت و دارای گچ (مربوط به شمال استان (۲۹٪) و جنوب شرق استان (۲۲٪)) در مقایسه با کانی پالیگورسکیت خالص

ب) تأثیر کربنات‌ها بر موقعیت جذبی ایلیت

شکل ۲ تأثیر حضور کربنات‌ها را بر وقوع پدیده جذبی کانی ایلیت نشان می‌دهد. از آن‌جا که ویژگی جذبی کربنات‌ها و ایلیت بسیار به هم نزدیک هستند (۲۳۳۸ و ۲۳۴۴ نانومتر) هر دو این کانی‌ها بر دقت پیش‌بینی دیگری تأثیرگذار است. در این شکل دو خاک ایلیتی با کربنات کم (جنوب غرب استان) و دارای کربنات زیاد (جنوب شرق استان) در مقابل یک خاک

ایلیتی با کربنات فراوان قرار گرفته است. این شکل به روشنی نشان می‌دهد که در خاک دارای کربنات فراوان موقعیت جذبی ایلیت به سمت موقعیت جذبی کربنات منحرف شده است در حالیکه در دو خاک دیگر با کربنات کم موقعیت جذبی ایلیت با موقعیت جذبی ایلیت خالص تقریباً منطبق است.



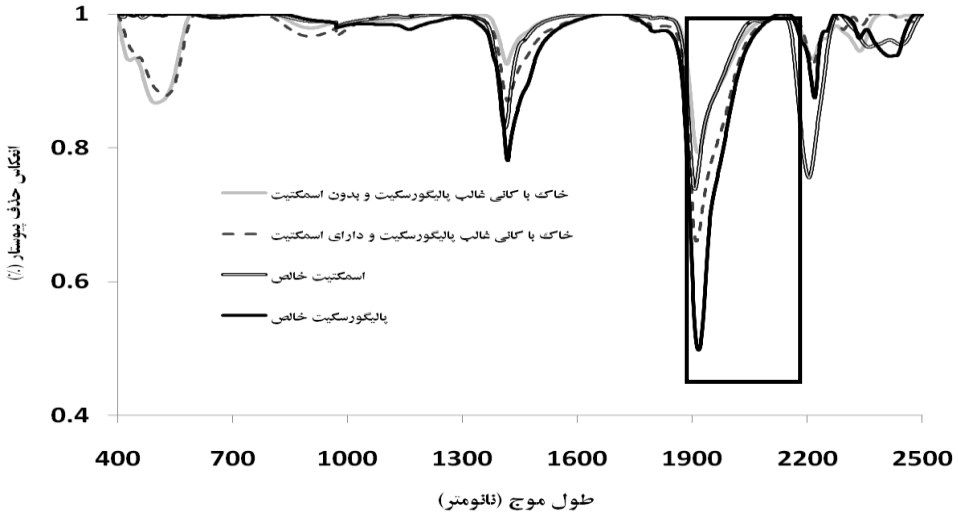
شکل ۲- تأثیر کربنات‌ها بر موقعیت جذبی کانی ایلیت در خاک‌هایی با کانی غالب ایلیت و دارای کربنات کم (جنوب غرب استان) و دارای کربنات زیاد (جنوب شرق استان) در مقایسه با کانی ایلیت خالص

ج) تأثیر حضور اسمکتیت بر موقعیت جذبی پالیگورسکیت

شکل ۳ تأثیر حضور دو کانی سیلیکاتی پالیگورسکیت و اسمکتیت را بر موقعیت جذبی یکدیگر نشان می‌دهد. از آن‌جا که موقعیت جذبی این دو کانی به یکدیگر نزدیک است، این دو کانی قادرند بر یکدیگر اثرگذاشته وموقعیت جذبی هر یک به سمت دیگری متمایل شود. در این شکل علاوه بر کانی‌های خالص پالیگورسکیت و اسمکتیت دو خاک دارای پالیگورسکیت یکی حاوی مقادیر بالای اسمکتیت و دیگری بدون اسمکتیت نشان داده شده است. کاملاً واضح است که در خاک بدون اسمکتیت ویژگی جذبی پالیگورسکیت به نمونه خالص شبیه‌تر است. درحالیکه در نمونه حاوی اسمکتیت موقعیت جذبی بین دو موقعیت جذبی پالیگورسکیت و اسمکتیت قرار گرفته است.

شاهد این ادعا آن‌جا به طور دقیق معلوم می‌گردد که طیف‌های کانی‌های خالص به‌دست آمده با یکدیگر مخلوط می‌کنیم که از حالت ۱۰۰ درصد یک کانی به ۱۰۰ درصد کانی دیگر برسیم. هر چه از درصد اسمکتیت در نمونه کاسته می‌شود موقعیت جذبی اسمکتیت در ۱۹۰۶ دور شده و به موقعیت جذبی پالیگورسکیت در ۱۹۱۷ نزدیک می‌شویم به طوریکه در موقعیت ۵۰-۵۰ دو کانی موقعیت جذبی در ۱۹۱۲ نانومتر رخ خواهد داد (شکل نشان داده نشده است).

بنابراین، در مجموع می‌توان گفت اختلاط هر یک از کانی‌های مذکور با یکدیگر تأثیر چشمگیری بر موقعیت جذبی هر یک گذاشته و این مسئله در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک که اغلب اختلاط هر سه کانی وجود دارد و البته کانی‌های غیرسیلیکاتی گچ و کربنات را نیز دارا می‌باشد، بطور شدید رخ داده و بر ویژگی جذبی اثر می‌گذارد. نمونه‌های خاک در این مناطق چنان پیچیده شده‌اند که امکان کسب اطلاع از طیف‌ها به شدت سخت شده و پیش‌بینی مقادیر کانی‌ها با دقت کمی همراه است.



شکل ۳- تأثیر اسمکتیت بر موقعیت جذبی پالیگورسکیت در خاک‌هایی با کانی غالب پالیگورسکیت یکی بدون اسمکتیت (جنوب شرق استان) و دیگری دارای اسمکتیت (شمال شرق استان) در مقایسه با کانی‌های خالص اسمکتیت و پالیگورسکیت

منابع

Brown G. and Brindley G. W. 1984. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification, PP. 305-361. *In:* Brindley G. W. and Brown G. (Eds.), Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification. Mineral. Soc., London.

Churchman G. J., Slade P. G., Self P. G. and Janik L. J. 1994. Nature of interstratified kaolin-smectites in some Australian soils. Australian Journal of Soil Research, 32: 805-822.

Clark R. N. 1999. Spectroscopy of rock and minerals, principles of spectroscopy. PP. 3-58, *In*: Rencz A. (Ed.), Manual of Remote Sensing. John Wiley & Sons, New York.

Esbensen K. H. 2006. Multivariate Data Analysis. CAMO Software AS. 5th Edition. 589 Pages.

Guerrero C., Viscarra Rossel R. A. and Mouazen A. M. 2010. Diffuse reflectance spectroscopy in soil science and land resource assessment. Geoderma, 158: 1-2.

http://www2.ostan-es.ir/Default.aspx?tabid=303

Jackson M. L. 1979. Soil Chemical Analysis Advanced Course. 2nd Edition. University of Wisconsin, Madison, WI.

Johns W. D., Grim R. E. and Bradley W. F. 1954. Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. Journal of Sediment Petrology, 24: 242-251.

Mulder V. L., Plötze M., Bruin S de., Schaepman M. E., Mavris C., Kokaly R. F. and Egli M. 2013. Quantifying mineral abundances of complex mixtures by coupling spectral deconvolution of SWIR spectra (2.1–2.4 μm) and regression tree analysis. Geoderma, 207-208: 279-290.

Vendrame P. R. S., Marchão R. L., Brunet D. and Becquer T. 2012. The potential of NIR spectroscopy to predict soil texture and mineralogy in Cerrado Latosols. European Journal of Soil Science, 63: 743-753.

Viscarra Rossel, R. A., Cattle S. R., Ortega A. and Fouad Y. 2009. *In situ* measurements of soil colour, mineral composition and clay content by vis-NIR spectroscopy. Geoderma, 150: 253-266.

Investigation of capability and limitations of clay minerals estimation in soils of arid and semi-arid regions by vis-NIR spectroscopic method

Fatemeh Khayamim, Hossein Khademi and Shamsolah Ayoubi
Former Ph.D. student and professors, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract

Clay minerals constitute a fundamental fraction of soils and their quantitative information is important in soil management. Therefore, the objectives of this research were to evaluate the ability of vis-NIR spectroscopy to quantify the dominant clay minerals of soils and to determine the limitations of this approach. 100 surface soil samples were collected from the Isfahan province. Mineralogical and spectroscopic analyses were performed on all the soil samples. Partial least squares regression and continuum-removed spectra were used for modeling. Spectroscopic method could not predict dominant clay minerals, precisely. It appears that mixing the clay fraction with each mineral (palygorskite, smectite and illite) significantly influences the special absorption features of mineral and makes it difficult to well estimate clay minerals. In arid and semi-arid region, mineralogical diversity is high and the presence of gypsum and carbonates increases the complexity of the soil system. Therefore, information from spectra is difficult to obtain and clay minerals could not be accurately estimated.

Key words: Clay minerals, Palygorskite, Illite, Smectite, vis-NIR spectroscopy