تغییرات مکانی کانی‌های رسی غالب خاک‌های استان اصفهان

فاطمه خیامیم، حسین خادمی و شمس اله ایوبی

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

چکیده

تهیه نقشه رقومی کانی‌های رسی خاک از اهمیت به‌سزایی در مدیریت کشاورزی برخوردار است. لذا، این مطالعه با هدف تهیه نقشه پراکنش مکانی کانی‌های رسی غالب خاک‌های استان اصفهان و ارتباط آن با اقلیم و ماده مادری انجام شد. فراوانی پالیگورسکیت، ایلیت و کانی‌های منبسط‌شونده به صورت نیمه‌کمّی در ۱۰۰ نمونه خاک سطحی برداشت شده از استان اصفهان تعیین گردید. نقشه کانی‌های رسی خاک به روش وزن‌دهی معکوس فاصله تهیه شد. داده های درازمدت دما و بارش ۲۱ ایستگاه سینوپتیک استان تهیه و رابطه رگرسیونی بین هر یک با ارتفاع در ایستگاه‌ها برقرار شد. از این روابط برای تخمین مقادیر بارش و دما در نقاط نمونه‌برداری استفاده گردید و نقشه بارش و دمای استان به روش کریجینگ تهیه شد. نتایج نشان داد که پراکنش کانی‌های منبسط‌شونده و پالیگورسکیت در استان متأثر از دو عامل اقلیم و ماده مادری است. پراکنش ایلیت در خاک‌های استان از روند خاصی پیروی نکرده و کانی ایلیت در تمامی مناطق استان بویژه مرکز، مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات مکانی، پالیگورسکیت، ایلیت، اسمکتیت و اصفهان

مقدمه

کانی‌های رسی جزء اصلی خاک هستند و به عنوان بخشی از سطح کره زمین می‌توانند اطلاعاتی را درباره فرآیندهای تشکیل خاک از ماده مادری فراهم نمایند (Viscarra Rossel, 2011). فراوانی کانی‌های رسی مختلف و ویژگی‌های ساختاری آن‌ها به عنوان یک شاخص مهم در تعیین مراحل تکاملی خاک به شمار می‌رود (Egli et al., 2008). کانی‌های رسی در تولید دامنه وسیعی از محصولات نظیر سرامیک‌ها، کاغذ، لاستیک، کاتالیزورها، مواد آرایشی و بهداشتی و داروها مورد استفاده قرار می‌گیرند. کانی‌ها نقش مهمی در بسیاری از امور و رشته‌ها از جمله در کشاورزی و مهندسی ایفا می‌کنند (Grim, 1963). کانی‌های بخش رس خاک از جنبه‌های متفاوت در علم خاک‌شناسی اهمیت دارند. بنابراین، با شناخت فراوانی و توزیع مکانی کانی‌های رسی، می‌توان اطلاع کاملی از خاک، ویژگی‌ها، رفتار و عملکرد آن بدست آورد (Viscarra Rossel, 2011). تعدادی از مطالعات، کانی‌های خاک را تشخیص داده‌اند اما این مطالعات به صورت محلی و در مقیاس بزرگ و بدون رفرنس‌دهی مکانی صورت گرفته است که مقایسه یافته‌هایشان را مشکل می‌سازد. با توجه به اهمیت کانی‌های رسی خاک، تهیه نقشه رقومی آن-ها از اهمیت به‌سزایی در مدیریت دقیق مزرعه برخوردار است. نقشه‌برداری رقومی خاک که شامل زمین‌آمار، آنالیز سرزمین و سنجش از دور می‌شود برای پیش‌بینی مکانی تغییرات خاک به کار می‌رود (Egli, 2013).

ویسکارا راسل (۲۰۱۱) فراوانی سه کانی کائولینیت، ایلیت و اسمکتیت را در خاک‌های استرالیا با استفاده از طیف‌سنجی مرئی_مادون قرمزنزدیک اندازه گیری کرده و سپس نقشه فراوانی نسبی و توزیع هر یک از کانی‌ها را به صورت رقومی تهیه نمود. این محقق معتقد است که این نقشه‌ها به محققین در زمینه حاصلخیزی خاک و تولید غذا، ترسیب کربن، تخریب اراضی، مدلسازی اقلیم و تغییرات اقلیم گذشته کمک زیادی می‌کند. مولدر و همکاران (۲۰۱۳) از داده‌های ASTER و روش-های آماری که از ویژگی‌های کانی‌های رسی در آزمایشگاه بدست آمده بود استفاده کرده تا نقشه توزیع فراوانی کانی‌های رسی خاک را تهیه نمایند. آن‌ها از روش XRD برای تشخیص کانی‌ها استفاده کرده و این نتایج را نیز با داده‌های ASTER از طریق رگرسیون خطی چندگانه تلفیق نمودند. به طور کلی نتایج آن‌ها نشان داد که نقشه توزیع فراوانی کانی‌های بدست آمده دارای دقت ۷۶، ۸۹ و ۸۶ درصد به‌ترتیب برای میکا، اسمکتیت و کائولینیت می‌باشد.

با توجه به اهمیت کانی‌های خاک، این مطالعه با هدف تهیه نقشه پراکنش مکانی کانی‌های منبسط‌شونده، ایلیت و پالیگورسکیت خاک‌های استان اصفهان و ارتباط آن با اقلیم و ماده مادری انجام شد.

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). ۲۵۱ نمونه خاک به طور تصادفی، مرکب و از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. آنالیزهای معمول فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌ها انجام گرفت (Smith, 1991). به منظور آنالیزهای کانی‌شناسی ابتدا ۱۰۰ نمونه به طور تصادفی از بین ۲۵۱ نمونه اولیه انتخاب شده و 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 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 2θ 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 کانی‌های منبسط‌شونده از روش جونز و همکاران (۱۹۵۴) استفاده شد. به‌منظور تهیه نقشه کانی‌های رسی خاک از روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) استفاده شد.

داده های دراز مدت اقلیمی (دما و بارش) ۲۱ ایستگاه سینوپتیک استان، از اداره هواشناسی استان اصفهان تهیه گردید. رابطه رگرسیونی بین بارش و ارتفاع ($Y = -0.0063X + 26.054, R^2 = 0.95^{**}$) و دما و ارتفاع ($Y = 0.0005X + 1.4231, R^2 = 0.73^{**}$) در ایستگاه‌های سینوپتیک استان برقرار شد. با توجه به صحت و معنی‌داری روابط بدست آمده از این روابط برای تخمین مقادیر بارش و دما در نقاط نمونه‌برداری (۲۵۱ نمونه) استفاده شد و سپس از روش کریجینگ برای تهیه نقشه تغییرات مکانی بارش و دمای استان استفاده شد.

توصیف آماری متغیرها، تعیین ضرایب همبستگی و تست‌های نرمالیتی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد. شناسایی و تعیین شدت پیک‌های XRD، با استفاده از نرم‌افزار Xpert High Score Plus صورت گرفت. ترسیم نقشه‌ی تغییرات مکانی کانی‌های رسی خاک و متغیرهای اقلیمی با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10.2 انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ توصیف آماری درصد کانی‌های غالب خاک‌های سطحی استان اصفهان را نشان می‌دهد. مقادیر کانی‌های مورد بررسی، طیف وسیعی از تغییرات را نشان می‌دهند. میانگین درصد کانی‌های پالیگورسکیت، ایلیت و کانی‌های منبسط شونده به ترتیب۷، ۲۹ و ۲۸ می‌باشد. مقادیر چولگی دو کانی پالیگورسکیت و کانی‌های منبسط شونده مثبت می‌باشد و نشان دهنده اینست که مقادیر کمتر این دو کانی در خاک‌های سطحی استان فراوانی بیشتر دارند. این درحالیست که توزیع فراوانی ایلیت در خاک‌های استان نرمال بوده و مقدار چولگی و آزمون کولموگروف-اسمیرونوف نیز مؤید این مطلب می‌باشد.

جدول ۱- توصیف آماری درصدکانی‌های خاک در ۱۰۰ نمونه مورد مطالعه

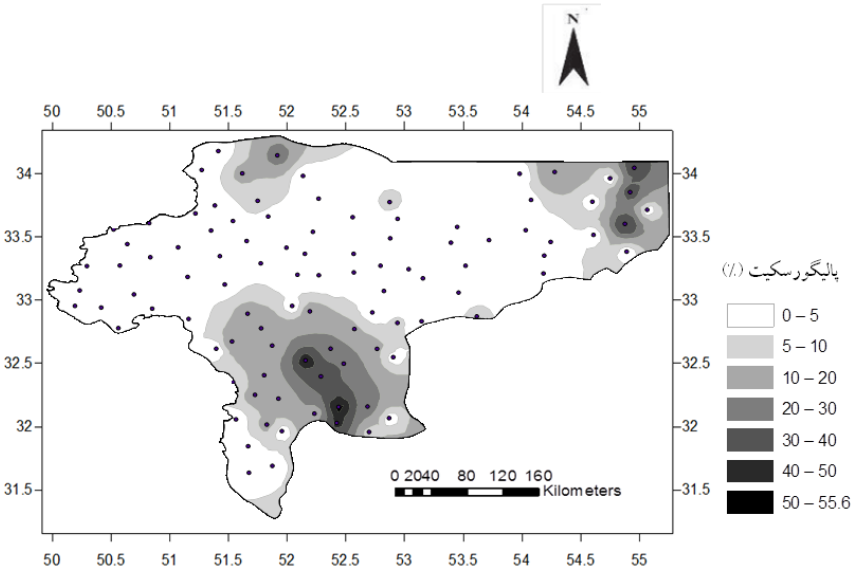
متغیر	تعداد	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
کانی‌های منبسط‌شونده[1]	۱۰۰	٪	۱/۰	۸۸/۰	۲۸/۳	۱۵/۵	۱/۶	۳/۸
ایلیت	۱۰۰	٪	۲/۲	۵۰/۶	۲۹/۲	۹/۲	-۰/۱	۰/۳
پالیگورسکیت	۱۰۰	٪	۰	۵۵/۶	۷/۱	۱۲/۶	۲/۲	۴/۴

[1]کانی‌های منبسط شونده مجموع دو کانی اسمکتیت و ورمی‌کولیت می‌باشند.

الف) نقشه پراکنش پالیگورسکیت در خاک‌های استان اصفهان و ارتباط آن با اقلیم و ماده مادری

بررسی مقادیر کانی پالیگورسکیت در ۱۰۰ نقطه منطقه مطالعاتی نشان داد که نزدیک به ۷۰ درصد از خاک‌های منطقه مطالعاتی کمتر از ۵ درصد از این کانی را در خود دارند. ۱۸ درصد از خاک‌های استان مقدار کانی پالیگورسکیت بین ۵ تا ۲۰ درصد و ۱۲ درصد از خاک‌های نیز بین ۲۰ تا ۵۰ درصد پالیگورسکیت دارند. شکل ۱ نقشه پراکنش کانی پالیگورسکیت را در خاک‌های سطحی استان اصفهان نشان می‌دهد. مقادیر بالای این کانی عموماً در شرق، شمال و جنوب شرق استان مشاهده می‌شود. با توجه به نقشه پراکنش دما و بارش استان اصفهان (شکل ۲ الف و ب)، می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر بالای کانی پالیگورسکیت عموماً در مناطق خشک استان با دمای بالای مشاهده می‌شود. در مناطق غربی، جنوب غربی و جنوبی استان که شهرستان‌های فریدن، فریدون‌شهر و سمیرم قرار دارند کانی پالیگورسکیت در خاک وجود ندارد. نقشه زمین‌شناسی استان اصفهان (شکل نشان داده نشده است) نیز نشان می‌دهد که عمده رسوبات قرمز بالایی، قرمز تحتانی و قم که مربوط به دوران زمین‌شناسی میوسن و پلیوسن هستند در مناطق شرقی و شمالی استان قرار دارند و حاوی مقادیر قابل توجهی کانی پالیگورسکیت هستند. بنابراین، پراکنش پالیگورسکیت در استان علاوه بر اقلیم تا حد زیادی به نوع ماده مادری خاک ارتباط دارد.

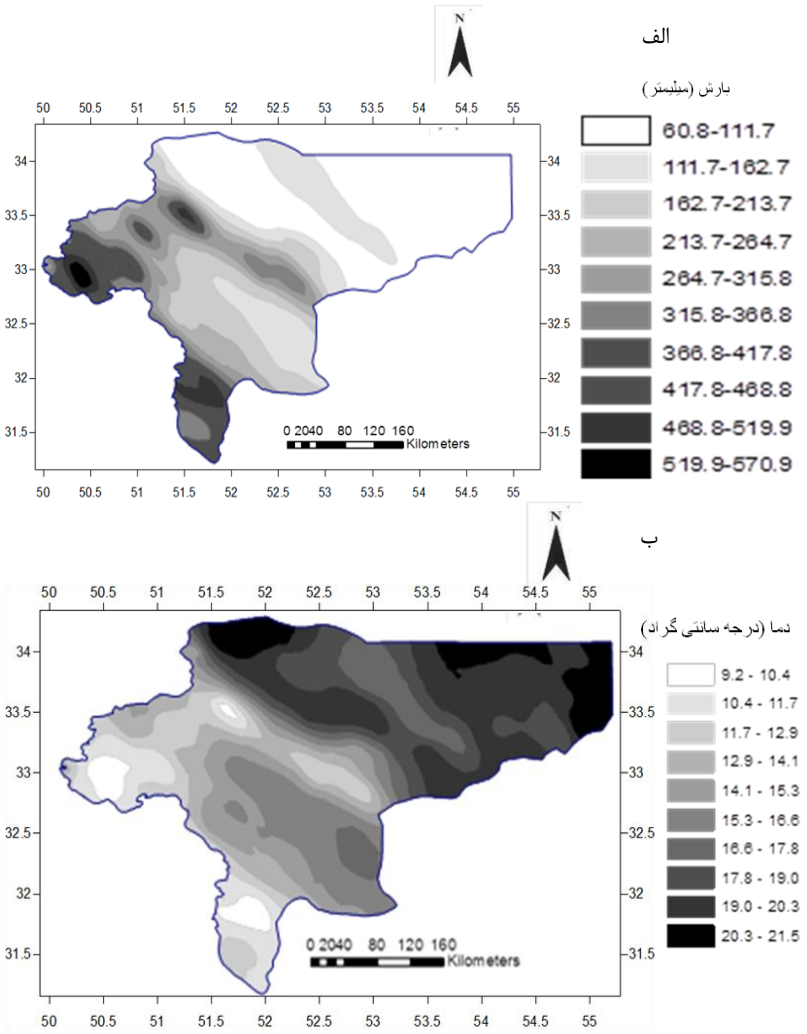
جدول ۲ ضرایب همبستگی اسپیرمن ویژگی‌های خاک و مقادیر کانی‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مقادیر پالیگورسکیت خاک‌های استان با مقادیر ماده آلی و درصد رس و سیلت خاک خاک‌های استان همبستگی منفی و معنی‌دار نشان می‌دهد. درحالیکه همبستگی مقادیر پالیگورسکیت با درصد آهک و گچ مثبت و معنی‌دار است. در مناطقی که مقدار ماده آلی خاک بیشتر است، مقادیر پالیگورسکیت، درصد آهک و گچ خاک کمتر می‌باشد. این مسئله به طور غیرمستقیم به اقلیم منطقه ارتباط دارد. در مناطق با اقلیم خشک، بارش باران برای شستشوی املاح محلول و گچ از خاک کافی نبوده و مقادیر زیادی از املاح و گچ در خاک تجمع یافته و شرایط برای تولید کانی‌های فیبری نظیر پالیگورسکیت فراهم می‌گردد.



شکل ۱- تغییرات مکانی درصد پالیگورسکیت خاک‌های سطحی استان اصفهان

جدول ۲- همبستگی ویژگی‌های خاک با مقادیر نیمه‌کمّی کانی‌های مورد مطالعه

	ماده آلی	آهک	گچ	رس	سیلت	شن	EC	pH
کانی‌های منبسط‌شونده	۰/۰۰	-۰/۴۱**	۰/۰۷	-۰/۰۹	۰/۰۶	-۰/۰۴	-۰/۱	-۰/۰۹
ایلیت	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱	-۰/۱۹	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۱۲	-۰/۰۲
پالیگورسکیت	-۰/۳۲**	۰/۴۸**	۰/۳۰**	-۰/۲۲*	-۰/۲۱*	۰/۲۵*	۰/۱۷	۰/۱

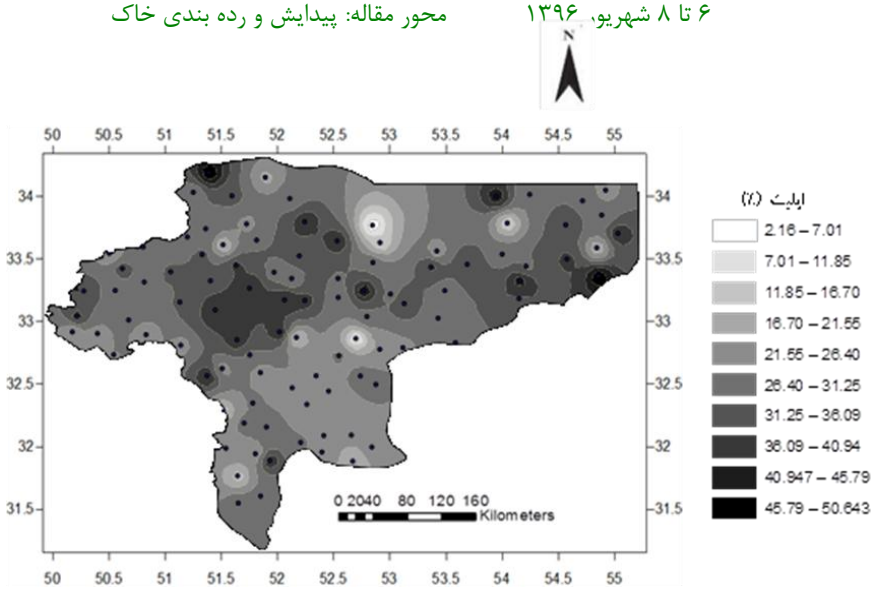


شکل ۲- تغییرات مکانی میانگین بارش (الف) و دمای سالانه (ب) استان اصفهان

ب) نقشه پراکنش ایلیت در خاک‌های استان اصفهان و ارتباط آن با اقلیم و ماده مادری

بررسی مقادیر کانی ایلیت در ۱۰۰ نقطه منطقه مطالعاتی نشان داد که تنها ۱۳ درصد از خاک‌های استان کمتر از ۲۰ درصد ایلیت دارند. بیش از ۷۰ درصد از خاک‌های استان مقدار ایلیت بین ۲۰ تا ۴۰ درصد دارند و ۱۵ درصد نیز بیش از ۴۰ درصد ایلیت را دارا می‌باشند. بنابراین، اغلب نقاط استان از مقدار متوسط ایلیت برخوردارند.

برخلاف نقشه پراکنش کانی پالیگورسکیت، پراکنش ایلیت در خاک‌های استان از روند خاصی پیروی نکرده و کانی ایلیت در تمامی مناطق استان مشاهده می‌شود (شکل۳). البته لازم به ذکر است که مقادیر بالای این کانی عمدتاً در مناطق مرکزی استان مشاهده می‌شود. کانی ایلیت و به طور کلی کانی‌های میکایی به عنوان کانی‌های با منشأ اولیه هستند و عمدتاً از ماده مادری به ارث می‌رسند. تشکیل و توزیع این کانی تابع اقلیم نبوده و وابسته به ماده مادری است. ایلیت در خاک‌های جوان و کمتر هوادیده فراوان و در خاک‌های هوادیده به مراتب کمتر دیده می‌شوند. گریم (۱۹۶۳) ایلیت را از کانی‌های اصلی خاک-های آهکی می‌داند و به نظر فانینگ (۱۹۸۹) عمده ایلیت خاک از مواد مادری رسوبی ایجاد می‌شود. همبستگی مقادیر کانی ایلیت با ویژگی‌های خاک معنی‌دار نبود (جدول ۲). با توجه به اینکه اغلب خصوصیات خاک مورد بررسی در استان تحت تأثیر اقلیم می‌باشد ولی مقادیر ایلیت تابع اقلیم نبوده بنابراین، همبستگی معنی‌داری با ویژگی‌های خاک ندارد.



شکل ۳- تغییرات مکانی درصد ایلیت خاک‌های سطحی استان اصفهان

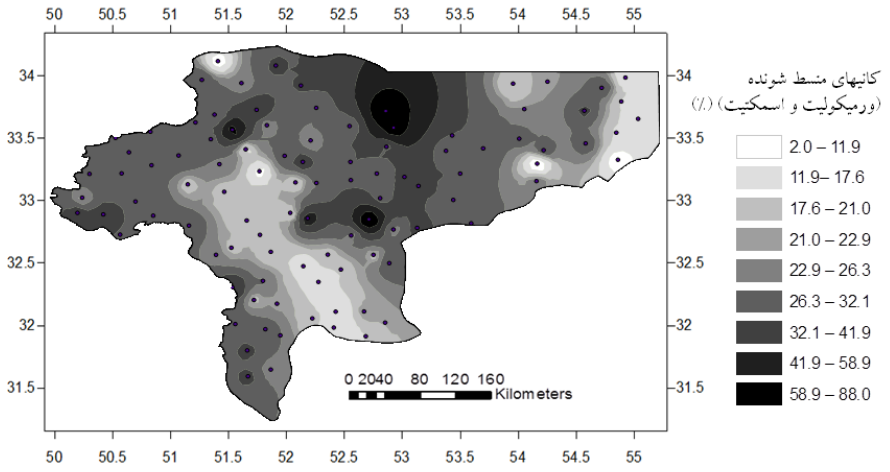
ج) نقشه پراکنش کانی‌های منبسط‌شونده (ورمی‌کولیت و اسمکتیت) در در خاک‌های استان اصفهان و ارتباط آن با اقلیم و ماده مادری

بررسی مقادیر کانی‌های منبسط‌شونده در ۱۰۰ نقطه منطقه مطالعاتی نشان داد که تنها ۸ درصد از خاک‌های استان کمتر از ۱۰ درصد کانی‌های منبسط‌شونده دارند. ۵۲ درصد منطقه مطالعاتی ۱۰ تا ۳۰ درصد و ۳۲ درصد از استان نیز دارای ۳۰ تا ۵۰ درصد کانی‌های منبسط‌شونده هستند. تنها ۸ درصد از خاک‌های استان بیش از ۵۰ درصد کانی‌های منبسط‌شونده دارند.

نقشه پراکنش کانی‌های منبسط شونده (مجموع ورمی‌کولیت و اسمکتیت) خاک‌های سطحی استان اصفهان در شکل ۴ آمده است. بجز در مناطق شرقی، مرکزی و جنوب شرقی استان که مقادیر کم کانی‌های منبسط‌شونده مشاهده می‌شود، در سایر مناطق استان مقادیر این کانی‌ها بالا است. بالا بودن مقادیر این کانی‌ها در مناطق غربی، جنوب غربی و جنوب استان احتمالاً در نتیجه تبدیل کانی ایلیت به اسمکتیت است و عمدتاً منشأ پدوژنیکی دارد. بعلاوه، تبدیل پالیگورسکیت به اسمکتیت منشأ دیگر حضور این کانی در خاک می‌باشد. اقلیم مرطوب‌تر مناطق مذکور شرایط را برای تغییر و تحول کانی‌ها فراهم می‌کند. در حالیکه در مناطق شمالی و شمال شرقی که بر روی نوار آتشفشانی ارومیه-دختر قرار گرفته‌اند حضور مقادیر بالای این کانی‌ها در نتیجه حضور بیشتر آن‌ها در ماده مادری است. بنابراین پراکنش کانی‌های منبسط شونده در خاک‌های سطحی استان اصفهان متأثر از دو عامل اقلیم و ماده مادری می‌باشد.

مقادیر کانی‌های منبسط شونده در خاک‌های سطحی استان اصفهان تنها با مقادیر آهک همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). در مورد پراکنش آهک در خاک‌های استان اصفهان، ماده مادری عامل مهم و تأثیر گذار است و نقشه پراکنش آهک در خاک‌های استان با نقشه زمین‌شناسی استان منطبق است. مقایسه نقشه پراکنش آهک (شکل نشان داده نشده است) و کانی‌های منبسط شونده نشان می‌دهد در نقاطی که مقادیر آهک خاک ناچیز است (مناطق مستقر در نوار آتشفشانی استان) مقدار کانی‌های منبسط شونده حداکثر است. مقدار کانی‌های منبسط شونده با سایر ویژگی‌های خاک نظیر شوری، مقدار گچ، بافت خاک و مقدار ماده آلی ارتباط معنی‌داری نداشت.

در مجموع می‌توان گفت که پراکنش کانی‌های منبسط‌شونده و پالیگورسکیت در استان متأثر از دو عامل اقلیم و ماده مادری است. این در حالیست که، پراکنش ایلیت در خاک‌های استان از روند خاصی پیروی نکرده و کانی ایلیت در تمامی مناطق استان مشاهده می‌شود. البته لازم به ذکر است که مقادیر بالای این کانی عمدتاً در مناطق مرکزی استان مشاهده می-شود.



شکل ۴- تغییرات مکانی درصد کانی‌های منبسط شونده (ورمی‌کولیت و اسمکتیت) خاک‌های سطحی استان اصفهان

منابع

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: 279-290.

Egli M., Nater M., Mirabella A., Raimondi S., Plötze M. and Alioth L. 2008. Clay minerals, oxyhydroxide formation, element leaching and humus development in volcanic soils. Geoderma, 143: 101-114.

Fanning D. S. 1989. Soil Morphology, Genesis and Classification. John Wiley and Sons, New York.

Grim R. E. 1963. Applied Clay Mineralogy. International Series in the Earth Sciences, McGraw-Hill Book Company, New York. 422 Pages.

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.

Smith K. A. 1991. Soil Analysis. 2nd ed., Marcel Decker, New York.

Viscarra Rossel R. A. 2011. Fine-resolution multiscale mapping of clay minerals in Australian soils measured with near infrared spectra . Journal of Geophysics Research, 116: 1-15.

Spatial variability of dominant clay minerals in soils of the Isfahan Province

F. Khayamim, H. Khademi and Sh. Ayoubi
Ph.D and professors, Department of soil science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract

Preparation of digital maps of clay minerals is greatly important in agricultural management. Therefore, the objective of this research was to map the spatial distribution of dominant clay minerals in soils of Isfahan province and to understand its relationship with climate and parent material. The amount of palygorskite, illite and expanded minerals were semi-quantitatively determined for 100 soil samples collected from Isfahan Province. Maps of dominant clay minerals were prepared by Inverse Distance Weighting method. Long-term mean annual temperature and precipitation data from 21 synoptic stations of the province were obtained and regression equations between height and temperature and precipitation were established. The amounts of precipitation and temperature were estimated in the sampling points using the regression equations. Mean annual precipitation and temperature maps of Isfahan Province were provided by kriging method. The results showed that the distribution of expanded minerals and palygorskite has been affected by climate and parent material. Distribution of illite did not follow any particular trend and occurring in all the regions throughout the province especially in the center.

Key words: Spatial distribution, Palygorskite, Illite, Smectite, Isfahan