

تأثیر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های جنوب شهرستان اهر

محمد جواد وحیدی^{1*}، علی اصغر جعفرزاده²، شاهین اوستان³ و فرزین شهبازی³

تاریخ دریافت: 89/2/19 تاریخ پذیرش: 89/7/14

1- دانشجوی دوره دکترا، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2، 3 و 4- استاد، دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail: Mohammadjavadvahidi@yahoo.com

چکیده

جهت حفظ حاصلخیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار، آگاهی از تأثیر کاربری اراضی بر خصوصیات مختلف خاک ضروری می‌باشد. در این تحقیق اثر کاربری گندم و سیب درختی بر روی خواص فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های جنوب شهرستان اهر مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این مطالعه، دو خاکرخ با کاربری گندم و دو خاکرخ با کاربری باغ‌سیب حفر گردید و خاک‌های تحت بررسی بر اساس کلید رده‌بندی 2010 رده‌بندی شدند. میزان آبشویی در کاربری باغ‌سیب بیشتر از گندم بوده است که از دلایل این امر می‌تواند کشت دیم گندم نسبت به کشت آبی باغ‌سیب و وجود ریشه‌های عمیق درختان باشد. تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری باغ‌سیب بیشتر از گندم و میزان هدایت الکتریکی و درصد آهک کل نیز در کاربری گندم بیشتر از باغ‌سیب می‌باشد و حداکثر تغییرات مقدار آهک در کاربری باغ‌سیب مشاهده گردید. مقدار کربن آلی در هر دو کاربری، با افزایش عمق از سطح خاکرخ، کاهش و میزان واکنش افزایش می‌یابد. تجزیه‌های کانی‌شناسی با استفاده از پراش پرتو ایکس، نشان داد که کانی‌های رس خاکرخ‌ها شامل: کلریت، اسمکتیت، ایلیت و کائولینیت می‌باشد و کاربری‌های متفاوت بر نوع کانی‌های رس شناسایی شده تأثیری نداشته است.

واژه‌های کلیدی: اهر، خواص فیزیکی و شیمیایی، کاربری اراضی، کانی‌شناسی رس

Effect of Land Use on Physical, Chemical and Mineralogical Properties of Soils in Southern Ahar

MJ Vahidi^{1*}, AA Jafarzadeh², S Oustan³ and F Shahbazi³

Received: 9 May 2010 Accepted: 6 October 2010

¹PhD Student, Soil Sci. Dept., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran

^{2,3,4}Prof., Assoc. Prof. and Assist. Prof., Soil Sci. Dept., Faculty of Agric, Univ. of Tabriz, Iran

*Corresponding author: E-mail: Mohammadjavadvahidi@yahoo.com

Abstract

Acquiring knowledge about land use effect on soil properties is essential for maintenance and increase of soil fertility and productivity in sustainable agriculture. In the present study, soil physical, chemical and mineralogical properties in southern Ahar area as affected by crop (wheat) and orchard (apple) land use were studied. Two profiles on the crop land use and two profiles on the orchard land use were selected to classify according to keys to soil taxonomy 2010. Profiles located on the orchard land use showed higher rate of leaching. It can be related to the irrigation water on the orchard and dry farming of crop land use, and also deeper root of orchard in comparison with crop. Changes of cation exchange capacity in orchard were higher than crop, while electrical conductivity and total calcium carbonate percentage increased in crop land use. The maximum changes in soil carbonates were shown in orchard land use. With increase of soil depth, in spite of increase of pH in soils on the both land use, organic carbon decreased in these soils. Mineralogical analysis using XRD spectrums showed that chlorite, montmorillonite, illite, kaolinite and quartz were dominant clay minerals in soils of the study area, and detected clay minerals were not affected by different land use.

Keywords: Clay mineralogy, Land use, Profile, XRD

مقدمه

مناسبتی برای مدیریت آنها داشته باشیم. توزیع جغرافیایی خاکها بر اساس عوامل خاکسازي متفاوت خواهد بود و در نتیجه آن خاکهای مختلفی با خواص شناسایی و استعداد و امکانات متفاوت و گاهی نیز با انواع محدودیتها به وجود می آید (جعفری و سرمدیان 1382). شناسایی افقهای مشخصه برای رده بندی خاکها به روش آمریکایی واجب و ضروری است (بیول و همکاران 1989، فنینگ و فنینگ 1989، بی نام

حفظ و نگهداری حاصلخیزی و محصول دهی خاک برای داشتن کشاورزی پایدار و رفع نیازهای غذایی اصلی جمعیت در حال افزایش امری ضروری است. برای حفظ اراضی و افزایش امکان بهره برداری از خاک، بایستی یک سری از اطلاعات مربوط به خاک (ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، کانی شناسی و غیره) را تهیه و رده بندی آنها را انجام دهیم تا برنامه ریزی

خاک در منطقه کویری طبس را بررسی نمودند که در این طرح عوامل مؤثر خاک شامل: بافت خاک، درجه شوری، عمق خاک، لایه محدودکننده عمقی و سطحی در نظر گرفته شد و در بخش پوشش گیاهی فاکتورهای درصد پوشش، ظرفیت و وضعیت مرتع به همراه اثرات ساده و متقابل عوامل خاکی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی به صورت تلفیقی و توأم مورد بررسی قرار گرفت. از دیگر ویژگی‌های خاک که می‌تواند تحت تأثیر کاربری اراضی قرار گیرد، خصوصیات مینرالوژیکی است. کاربری اراضی (پوشش گیاهی) به عنوان یکی از عوامل خاکساز، می‌تواند نوع و مقدار رس‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهد. لذا، لازم است ارتباط بین این عامل با نوع رس‌های خاک بررسی شود تا زمینه توسعه کشاورزی پایدار فراهم شود. لازم به ذکر است که به منظور رده‌بندی خاک به روش آمریکایی (بی‌نام 2010) تا سطح خانواده، کلاس کانی‌شناسی یکی از کلاس‌های مهم محسوب می‌شود؛ همچنین به دلیل نقش مهم رس-های خاک در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و سایر ویژگی‌های مهم آن‌ها در مقایسه با ذرات دیگر خاک از قبیل سطح ویژه بالا، ظرفیت بالای نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و غیره نوع رس‌های خاک باید شناسایی شود تا در بررسی‌های مختلف از قبیل ارزیابی و تناسب اراضی، کارهای مدیریتی و سایر مطالعات لحاظ گردد. کورچسن و گوبران (1997) تغییرات کانی‌شناسی خاک‌های اطراف ریشه کاج نروژی و توده خاک‌ها را بررسی نمودند و اهمیت عوامل هوازدگی فعال ریشه‌ها و تغییرات کانی‌شناسی و خاکساختی منطقه اطراف ریشه را نشان دادند. کداما و همکاران (1994) تغییرات کانی‌شناسی خاک اطراف ریشه ذرت را بررسی و گزارش کردند که شبکه‌های ریشه ذرت روی هوازدگی دینامیک کانی تأثیر قابل توجهی دارد. آپریل و کلر (1990) نشان دادند که بیوتیتی که نسبتاً نامحلول است در نزدیک سطح ریشه-ها در برخی از خاک‌های جنگلی تحت تأثیر ریشه‌ها، دچار هوازدگی فعال می‌شود. این محققین در بررسی‌های خود از روش‌های مختلف شناسایی کانی

در مناطق خشک و نیمه‌خشک مخصوصاً در کشور ما خاک‌ها مشکلات مختلفی دارند که بایستی مورد مطالعه قرار گرفته و با توجه به روند افزایش جمعیت مملکت و رفع نیاز غذایی مردم از آنها استفاده بهینه به عمل آید. کیفیت خاک عمدتاً به پاسخ خاک در قبال سیستم‌های متفاوت کاربری اراضی و عملیات مدیریتی وابسته است به طوریکه ممکن است اغلب ویژگی‌های خاک و به دنبال آن ظرفیت تولیدی آن با مدیریت و اعمال کاربری صحیح اصلاح گردد. از جمله ویژگی‌های مهم خاک که تحت تأثیر کاربری اراضی تغییر می‌یابد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی است. کیزیلکایا و دنگی (2010) اثرات تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فعالیت آنزیمی خاک را مورد بررسی قرار دادند که در این تحقیق ویژگی‌های چهار بدون مختلف که در سه نوع کاربری جنگل طبیعی، مرتع و مزارع کشت شده قرار داشتند مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های مورد بررسی شامل برخی آنزیم‌های اکستراسلولار، مواد آلی، CaCO_3 ، EC، pH، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل کل، هدایت هیدرولیکی و پایداری خاکدانه بودند. تغییر کاربری و عملیات خاکورزی متوالی منجر به کاهش معنی‌دار ماده آلی، تخلخل کل، ازت کل و پایداری خاکدانه‌های خاک و افزایش جرم مخصوص ظاهری و گسیختگی منافذ شده، همچنین تغییر مقدار ماده آلی، تغییر در فعالیت‌های آنزیمی در داخل پروفیل خاک را به دنبال داشته است. ریحان و امیراسلانی (2006) به منظور بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک حواشی کویر طبس، ترکیبات پوشش گیاهی و خاک را مورد مطالعه قرار دادند و رابطه بین توزیع گونه‌ها و ویژگی‌های خاک شامل آهک، گچ، درصد ذرات درشت‌تر از شن، pH و EC انجام شد. همچنین در این تحقیق به بررسی برخی از فاکتورهای متغیر خاک و اثرات آن‌ها بر رشد برخی از گونه‌های گیاهی (مانند: سالسولا، آرتمیسیا، تماریکس و غیره) پرداخته شد. کریمپور و احمدی (1378) نیز ارتباط پوشش گیاهی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی

مواد و روش‌ها

به منظور به دست آوردن اطلاعات لازم درباره ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های منطقه، مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی انجام گرفت.

تشریح وضعیت عمومی منطقه

منطقه مورد مطالعه در ارتفاعی حدود 1300 تا 1530 متر از سطح آزاد دریا و در طول جغرافیایی بین $47^{\circ} 04' 28/3''$ تا $47^{\circ} 07' 19/2''$ شرقی و عرض جغرافیایی $38^{\circ} 24' 54/7''$ تا $38^{\circ} 27' 49/7''$ شمالی قرار دارد و مساحت آن در حدود 1177 هکتار است (وحیدی 1386). رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه به ترتیب زیر و مزیک⁵ می‌باشد (بنایی 1377). تشکیلات زمین‌شناسی این منطقه متعلق به دوران سنوزوئیک و مزوزوئیک بوده و عمدتاً شامل آبرفت‌های قدیمی⁶، کنگلومرا و مارن⁷ هستند. همچنین در برخی مناطق شیل‌سیلتی، مارن و آهک نیز مشهود است. مواد مادری در محل خاک‌های 3 و 4 از نوع آبرفت‌های قدیمی بوده ولی در خاک‌های 1 و 2 از نوع رسوبات جوان می‌باشد (شکل 1). از نظر ژئومورفولوژی، لندفرم بالادست، پدیمنت و حداکثر شیب اصلی آن 8-15 درصد و لندفرم پایین‌دست نیز دشت‌سیلابی و حداکثر شیب اصلی آن 2-5 درصد است (وحیدی 1386). تعیین مکان‌های نمونه‌برداری و طول و عرض جغرافیایی همه نقاط مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار Google Earth انجام شد (شکل 1)

مطالعات صحرایی

قبل از انجام مطالعات صحرایی، مطالعات مقدماتی با استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی منطقه صورت گرفت و محل حفر پروفیل‌ها تعیین شدند. بر این اساس محل دو خاک‌رخ با کاربری

مانند پراش پرتو ایکس استفاده نمودند. در ایران نیز مطالعات کانی‌شناسی توسط محققان مختلفی انجام شده است. حسینی‌فرد (1376) شناسایی کانی‌ها و تحلیل کمی کانی‌های رسی را با استفاده از پراش پرتو ایکس و روش نسبت شیب‌ها در برخی از خاک‌های مناطق پسته‌کاری رفسنجان انجام داد. هدف از این مطالعه علاوه بر شناسایی کیفی کانی‌های سیلیکاتی و تبخیری، تحلیل کمی کانی‌های رسی با استفاده از روش جدید نسبت شیب‌ها بود. نتایج شناسایی کیفی کانی‌های رس نشان داد که در بخش رس ریز اغلب خاک‌رخ‌های مورد مطالعه، کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، کائولینیت، کوارتز و در بعضی موارد فلدسپات وجود دارد. در بخش رس درشت کانی کلریت نیز علاوه بر کانی‌های بخش رس ریز، یافت می‌شود. بهمنیار (2007) تأثیر کشت مداوم برنج و دوره‌های مختلف غرقاب را بر مورفولوژی و کانی‌شناسی رس در خاک‌های شالیزار استان مازندران بررسی نمود. نتایج به دست آمده نشان داد که کشت مداوم برنج، رژیم رطوبتی خاک را از زیریک¹ به آکوئیک² و رنگ خاک را از قهوه‌ای به خاکستری، افق‌های سطحی را از مالیک³ به اکریک⁴ و ساختمان خاک را از گرانولار یا بلوکی به توده‌ای تغییر داده، بنابراین رده خاک از مالی‌سول به انسپتی‌سول تغییر یافته است. همچنین این تحقیق نشان داد که هیچ انتقال رسی در نتیجه کشت برنج در پروفیل رخ نداده است و بر خلاف مونتموریلونیت، مقدار ایلیت و ورمیکولیت با افزایش دوره‌های کشت برنج، کاهش می‌یابد. از اهداف این تحقیق نیز تعیین ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های منطقه مورد مطالعه و نیز بررسی تأثیر دو کاربری گندم و باغ‌سیب بر ویژگی‌های مذکور می‌باشد.

⁵ Mesic

⁶ Old alluvium

⁷ Conglomerate and marn

¹Xeric

²Aquic

³Mollic

⁴Ochric

آزمایش‌های فیزیکی

آزمایش‌های فیزیکی شامل تعیین رطوبت اشباع (بی‌نام 1954)، بافت خاک به روش هیدرومتر (گی و بادر 1986)، تخلخل کل، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی و همچنین ساختمان و رنگ خاک (مارتین و گرگوریچ 2008) می‌باشد.

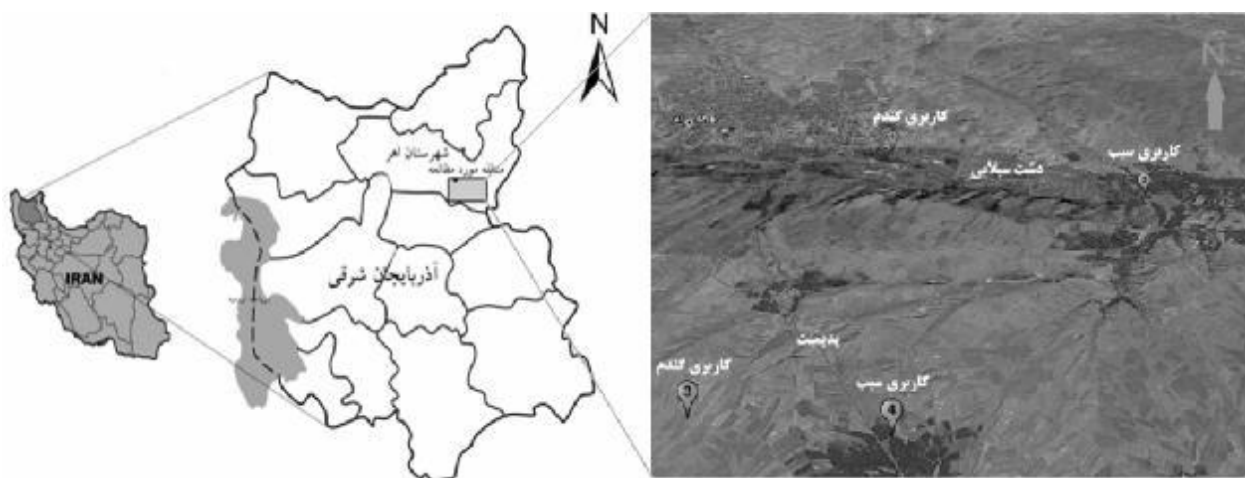
آزمایش‌های شیمیایی

آزمایش‌های شیمیایی نیز شامل اندازه‌گیری گچ به روش استون و کربنات‌کلسیم معادل با روش تیتراسیون (بی‌نام 1992)، واکنش خاک و قابلیت هدایت الکتریکی (بی‌نام 1954)، مواد آلی به روش والکی و بلک اصلاح شده (نلسون و سامرز 1982) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (1952) بود.

گندم (خاک‌رخ‌های 1 و 3) و دو خاک‌رخ با کاربری باغ - سیب (خاک‌رخ‌های 2 و 4) انتخاب گردید. خاک‌رخ‌ها پس از حفر، تشریح و نمونه‌برداری تا سطح خانواده طبقه - بندی شدند. نمونه‌های خاک‌های هر افق پس از هوا خشک شدن و عبور از غربال 2 میلی‌متری برای تجزیه - های مختلف آزمایشگاهی آماده شدند.

مطالعات آزمایشگاهی

آزمایش‌های انجام گرفته شامل آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی می‌باشد.



شکل 1- موقعیت خاک‌رخ‌ها در منطقه مورد مطالعه

جهت آماده‌سازی نمونه‌های مربوط به کانی‌شناسی خاک‌ها مراحل مختلفی به ترتیب شامل: حذف املاح محلول، آهک، مواد آلی و اکسیدهای آهن آزاد انجام گرفت. در مرحله بعد و قبل از تهیه اسلاید نیز جداسازی بخش رس، اشباع نمونه‌های رس با منیزیم، اشباع با پتاسیم، تیمار نمونه‌های رس اشباع شده با منیزیم، با گلیسرول انجام شد (کیددی و همکاران 1986، کونز و دیکسون 1986، ویتینگ و آلاردیس 1986).

آزمایش‌های کانی‌شناسی رس

این آزمایش‌ها شامل آماده‌سازی نمونه‌های خاک برای مطالعات کانی‌شناسی، تهیه اسلاید و استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس¹ برای شناسایی انواع کانی‌های رس بودند.

¹X-ray-diffraction (XRD)

و ازت کل را تا 50 درصد و ظرفیت آب در دسترس را تا 40 درصد برای عمق 0-20 سانتیمتر کاهش داده است و با توجه به افزایش جرم مخصوص ظاهری و گسیختگی منافذ در اثر کشت و کار، تخلخل کل کاهش یافته است. با توجه به تغییرات ذرات تشکیل‌دهنده خاک مخصوصاً رس و کلاس‌های بافتی افق‌ها در هر خاکرخ و حتی در کاربری‌های مختلف می‌توان تفاوت‌های تکاملی را مورد بررسی قرار داد. مقایسات نشان می‌دهد میانگین درصد رس در کاربری گندم بیشتر از باغ سیب می‌باشد که علاوه بر تفاوت در نوع مواد مادری رسوبی آن‌ها، تا حدودی انتقال بیشتر رس در خاکرخ‌های کاربری باغ‌سیب نسبت به گندم در این امر دخیل بوده است. احتمالاً انتقال بیشتر رس در کاربری باغ-سیب به دلیل وجود ریشه‌های عمیق درختان است (جلیلی مرندي 1381، سیاری 1382) و با فضایی که در خاکرخ ایجاد می‌کنند باعث تشدید و تسهیل انتقال از سطح به عمق می‌گردند و در کاربری گندم، درصد رس در افق‌های سطحی به طور جزئی بیشتر از افق‌های زیری بوده که نشان‌دهنده عدم انتقال یا انتقال جزئی در این کاربری می‌باشد (لازم به ذکر است که کشت گندم از نوع دیم ولی باغ‌سیب از نوع آبی است که این موضوع روی میزان انتقال رس در کاربری باغ‌سیب اثر می‌گذارد).

ویژگی‌های شیمیایی

یافته‌های این بخش در جدول 2 تنظیم شده است. تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مورد بررسی با توجه به نوع و مقدار کانی‌های رسی و نیز مقدار آهک متفاوت بوده و ماده آلی به دلیل مقدار کم (به جز افق‌های سطحی) نقش چندانی در این تغییرات ندارد. مقایسه تغییرات CEC در دو کاربری متفاوت (شکل 2) نشان می‌دهد که تغییرات CEC در کاربری باغ‌سیب بیشتر از گندم می‌باشد؛ همچنین تغییرات CEC مطابقت کامل با تغییرات مقدار رس در این خاکرخ‌ها داشته است. با توجه به شکل 2 مشخص می‌شود که میزان CEC افق‌های سطحی در کاربری باغ‌سیب بیشتر از میزان CEC افق‌های سطحی در کاربری گندم می‌باشد.

برای تهیه اسلایدها نمونه روی لام‌های شیشه‌ای طوری پخش شد تا در هوای آزاد و سطح کاملاً افقی خشک شوند. به نمونه‌ای که به کمک یون منیزیم اشباع شده یک قطره گلیسرول اضافه گردید و نمونه‌ای که به وسیله پتاسیم اشباع شده در کوره الکتریکی و در دمای 550 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. اسلایدهای حاصل در دستگاه پراش پرتو ایکس¹ با منبع CuK α و طول موج 1/54 آنگسترم قرار گرفت تا در پتانسیل 35 کیلوولت و شدت جریان 30 میلی‌آمپر پرتونگاری و منحنی‌های حاصل توسط چاپگر رسم شود. پرتونگاری در زوایای 2 θ بین 32-4 درجه انجام گردید. به کمک چهار منحنی حاصل انواع کانی‌های رس بر اساس فضای پایه‌ای آن‌ها که با استفاده از قانون براگ به دست می‌آید، شناسایی گردید. (مور و رینولد 1989، وایتینگ و آلاردیس 1986).

نتایج و بحث

یافته‌های این تحقیق را می‌توان در سه قسمت فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی مورد بررسی قرار داد.

ویژگی‌های فیزیکی

ویژگی‌های فیزیکی مختلف خاک در جدول 1 تنظیم شده است. تغییرات کم جرم مخصوص حقیقی نشان‌دهنده این است که نوع مواد تشکیل‌دهنده خاک تفاوت چندانی با یکدیگر نداشته و بر عکس تغییرات جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک نشان‌دهنده تنوع زیاد تراکم و نوع ساختمان خاکدانه‌ها می‌باشد. عمادی و همکاران (2008) که اثر تغییر کاربری‌اراضی را بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در ارتفاعات شمالی ایران بررسی کردند، سه نوع کاربری جنگل، مرتع و زمین زراعی (که به مدت 18 سال از حالت مرتع و جنگل به زمین زراعی تبدیل شده بود) را مطالعه نموده و نشان دادند که تبدیل مرتع و جنگل به اراضی زراعی، جرم مخصوص ظاهری را تا 16 درصد و فرسایش‌پذیری خاک را تا 51 درصد افزایش و ماده آلی

¹ Siemens, D-500 model

بیشتر املاح را فراهم می‌سازد. واکنش خاک‌های مورد بررسی تفاوت چندانی در کاربری‌های گندم و باغ‌سیب نداشته و به طور کلی، در هر دو کاربری با افزایش عمق از سطح خاکرخ به طرف پایین، مقدار واکنش افزایش می‌یابد که احتمالاً به دلیل افزایش مقدار آهک و کاهش مقدار کربن‌آلی با افزایش عمق می‌باشد. افزایش واکنش در عمق خاک در کاربری باغ‌سیب بیشتر بوده است که احتمالاً به دلیل داشتن آهک فعال بیشتر در عمق و مواد آلی بیشتر در سطح خاک این کاربری نسبت به کاربری گندم می‌باشد. مقدار گچ بین 0/003 تا 0/307 درصد، با میانگین 0/083 درصد است و در افق‌های تمامی خاکرخ‌ها بسیار ناچیز می‌باشد و احتمالاً تأثیر چندانی را بر دیگر خواص شیمیایی خاک نداشته است. رنگ خاک بسیار متأثر از مقدار آهک موجود در خاک بوده و کاربری متفاوت بر رنگ و همچنین ساختمان خاک تأثیر چندانی نداشته است (جدول 1).

بررسی کربن آلی خاک در مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار بسیار حائز اهمیت است (بی‌نام 1976). خاک‌های مورد بررسی از نظر ماده آلی بسیار فقیر بوده و میزان تغییرات مواد آلی بین 0/01 تا 1/96 درصد می‌باشد. در همه خاکرخ‌ها (در هر دو کاربری) مقدار کربن‌آلی از سطح به طرف عمق کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل وجود بقایای گیاهی و ریشه در افق‌های سطحی و حضور کربن‌آلی بیشتر در آنها باشد.

احتمالاً این امر به دلیل وجود مجموع مواد آلی و مقدار رس بیشتر افق‌های سطحی در کاربری باغ‌سیب می‌باشد. درصد آهک کل کاربری گندم بیشتر از باغ-سیب بوده و برعکس خاکرخ‌های موجود در کاربری باغ‌سیب در مقایسه با گندم دارای نوسانات مقدار آهک بیشتری می‌باشد که دلیل احتمالی آن می‌تواند به خاطر نفوذ بیشتر ریشه‌ها در باغ‌سیب و ایجاد منافذ و معابر بیشتر برای آبشویی آهک و ایجاد نموده‌های آهک‌های ثانویه از جمله میسلوم‌ها و حتی سخت‌دانه‌های آهکی در امتداد خاکرخ در این کاربری باشد (جلیلی مرنندی 1381، سیاری 1382). لازم به ذکر است که در باغ‌سیب آبیاری صورت می‌گیرد ولی گندم به صورت دیم می‌باشد و میزان آبشویی املاح و آهک و تا حدودی انتقال رس در کاربری باغ‌سیب به این دلیل نیز بیشتر می‌باشد ولی در حالت کلی آبشویی در هر دو کاربری مشهود است. در EC های پایین‌تر گچ و در EC های بالاتر NaCl نقش اصلی را در قابلیت هدایت الکتریکی بر عهده دارد (عبادپور 1379). تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی خاک‌های منطقه نیز نشان می‌دهد که احتمالاً به دلایل مطرح شده برای تغییرات آهک در خاکرخ‌های مورد مطالعه، قابلیت هدایت الکتریکی کاربری باغ‌سیب به مراتب کمتر از گندم شده است (شکل 3). مقایسه دو خاکرخ 1 و 2 نشان‌دهنده پایین بودن مقدار EC در خاکرخ شماره 2 می‌باشد که می‌توان به وجود بافت سبک لوم شنی در آن نسبت داد که امکان آبشویی

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه

افق	عمق (cm)	ρ_p (gcm^{-3})	ρ_b (gcm^{-3})	تخلخل (%)	توزیع اندازه ذره (%)			بافت	رطوبت اشباع	ساختمان	رنگ (مرطوب)
					رس	سیلت	شن				
طول شرقی "20/3" و "05" و "47" و عرض شمالی "49/7" و "27" و "38" <i>Fine, mixed, active, calcareous, mesic Fluventic Haploxerept</i> : خاک‌رخ یک											
Ap	0-19	2/56	0/92	68	46	19	35	SCL	53	3mgr	10 YR 4/3
Bk1	19-50	2/67	1/19	55	36	25	39	CL	42	2fabk	10 YR 6/2
Bk2	50-85	2/66	1/51	43	32	28	40	C	48	2cabk	10 YR 6/4
C	>85	2/63	1/82	31	48	20	32	SCL	38	m	2/5 YR 6/4
	میانگین	2/63	1/36	49/25	40/5	23	36/5	CL	45/25		
طول شرقی "۱۹/۲" و "۰۷" و "۴۷" و عرض شمالی "۶/۴" و "۲۷" و "۳۸" <i>Loamy, mixed, active, calcareous, mesic Fluventic Haploxerept</i> : خاک‌رخ دو											
A	۰-۱۰	۲/۶۴	۱/۳۱	۵۰	۲۸	۲۳	۳۹	SCL	۴۴	3mgr	۱۰ YR ۵/۲
Bk	۱۰-۴۰	۲/۶۴	۱/۴	۴۷	۶۹	۹	۲۲	SCL	۲۴	2fsbk	۱۰ YR ۵/۲
C	۴۰-۷۰	۲/۶۷	۱/۳۲	۵۱	۷۰	۸	۱۷	LS	۲۷	Sg	۱۰ YR ۵/۲
Ab	۷۰-۸۵	۲/۶۴	۱/۳۱	۵۰	۲۳	۴۸	۲۹	CL	۳۶	3cabk	۱۰ YR ۶/۳
C	>۸۵	۲/۶۶	۱/۴	۴۷	۸۰	۵	۱۵	LS	۲۲	sg	۱۰ YR ۵/۲
	میانگین	۲/۶۴	۱/۳۴	۴۹	۵۷	۱۸/۶	۲۴/۴	SCL	۳۰/۶		
طول شرقی "۲۸/۳" و "۰۴" و "۴۷" و عرض شمالی "۲/۵" و "۲۵" و "۳۸" <i>Fine, mixed, active, calcareous, mesic Typic Haploxerept</i> : خاک‌رخ سه											
Ap	۰-۱۳	۲/۶۳	۱/۲۴	۵۳	۳۳	۲۷	۴۰	C	۳۷	2fgr	۷/۵ YR ۵/۳
Bk1	۱۳-۳۱	۲/۶۷	۱/۴۲	۴۷	۳۶	۲۵	۳۹	CL	۴۰	2fsbk	۱۰ YR ۵/۳
Bk2	۳۱-۶۸	۲/۶۴	۱/۱۳	۵۷	۳۵	۲۷	۳۸	CL	۴۱	2fsbk	۱۰ YR ۵/۳
Bk3	۶۸-۱۱۰	۲/۶۷	۱/۳۳	۵۰	۳۷	۲۷	۳۶	CL	۴۱	2fsbk	۷/۵ YR ۵/۳
C	>۱۱۰	۲/۶	۱/۰۹	۵۸	۴۳	۲۲	۳۵	CL	۳۶	sg	۱۰ YR ۶/۳
	میانگین	۲/۶۴	۱/۲۴	۵۳	۳۶/۸	۲۵/۴	۳۷/۶	CL	۳۹		
طول شرقی "۲۹/۶" و "۰۵" و "۴۷" و عرض شمالی "۵۴/۷" و "۲۴" و "۳۸" <i>Loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic Typic Haploxerept</i> : خاک‌رخ چهار											
A	۰-۲۰	۲/۵۵	۱/۰۸	۵۸	۴۷	۲۷	۲۶	SCL	۵۳	2fgr	۱۰ YR ۴/۳
Bk1	۲۰-۴۴	۲/۶۶	۱/۵۵	۴۲	۵۴	۲۰	۲۶	SCL	۳۷	3fabk	۱۰ YR ۵/۳
Bk2	۴۴-۹۴	۲/۶۵	۱/۶۸	۳۷	۴۲	۲۲	۳۶	CL	۳۵	2fabk	۷/۵ YR ۶/۲
C	>۹۴	۲/۶۶	۱/۶۳	۳۹	۴۳	۲۴	۳۳	CL	۴۰	sg	۷/۵ YR ۶/۲
	میانگین	۲/۶۳	۱/۴۸	۴۴	۴۶/۵	۲۳/۲۵	۳۰/۲۵	SCL	۴۱/۲۵		
	میانگین کل	۲/۶۳	۱/۳۵	۴۹	۴۵/۳۰	۲۲/۵۶	۳۲/۱۴	CL	۳۸/۵۵		

ρ_p : جرم مخصوص حقیقی ρ_b : جرم مخصوص ظاهری

شکل ساختمان خاک: m= توده‌ای، sg= تک دانه‌ای، gr= گرانولی، abk= مکعبی زاویه‌دار، sbk= مکعبی بدون زاویه

جدول 2 - ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

گچ (%)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	pH	CCE (%)	کربن آلی (%)	EC (dSm ⁻¹)	عمق (cm)	افق
طول شرقی ۲۸° و ۲۷° و عرض شمالی ۴۹° و ۴۷° و ۰۵' و ۲۰/۳": <i>Fine, mixed, active, calcareous, mesic Fluventic Haploxerept</i> : خاک‌رخ یک							
۰/۰۳۷	۱۹/۱۵	۷/۸۹	۱۱/۱	۱/۹۶	۲	۰-۱۹	Ap
۰/۰۹۹	۱۸/۴۳	۸/۱۲	۱۱/۵	۰/۴۱	۲/۷۷	۱۹-۵۰	Bk1
۰/۳۰۷	۱۵/۶۹	۸/۰۹	۱۴/۸	۰/۲۱	۵/۴۳	۵۰-۸۵	Bk2
۰/۰۷۰	۱۲/۴۸	۸/۴۵	۱۳/۸	۰/۳	۴/۴۷	>۸۵	C
۰/۱۳۱	۱۶/۴۳	۸/۱۳	۱۲/۸	۰/۷۲	۳/۶۶	میانگین	
طول شرقی ۲۸° و ۲۷° و ۶/۴° و عرض شمالی ۴۷° و ۰۷' و ۱۹/۲": <i>Loamy, mixed, active, calcareous, mesic Fluventic Haploxerept</i> : خاک‌رخ دو							
۰/۰۱۱	۲۱/۳۳	۷/۸۷	۱۱/۱	۱/۴	۰/۱۴	۰-۱۰	A
۰/۰۰۳	۷/۸۴	۸/۱۷	۹/۱	۰/۰۲	۰/۹۷	۱۰-۴۰	Bk
۰/۰۴۸	۱۳/۶۴	۸/۶۷	۱۳/۱	۰/۰۱	۰/۷۹	۴۰-۷۰	C
۰/۰۴۳	۱۲/۶۷	۸/۱۸	۱۴/۲	۰/۱۷	۱/۱۸	۷۰-۸۵	Ab
۰/۰۲۱	۷/۹۳	۸/۲۹	۱۲/۹	۰/۰۱	۰/۹۵	>۸۵	C
۰/۰۲۵	۱۲/۶۸	۸/۲۳	۱۲/۰۸	۰/۳۲	۰/۸	میانگین	
طول شرقی ۲۸° و ۲۵' و ۳/۵° و عرض شمالی ۴۷° و ۰۴' و ۲۸/۳": <i>Fine, mixed, active, calcareous, mesic Typic Haploxerept</i> : خاک‌رخ سه							
۰/۱۱۵	۱۲/۹۶	۷/۸۹	۲۰/۳	۰/۴	۰/۸۷	۰-۱۳	Ap
۰/۰۵۵	۱۹/۴۴	۷/۹۸	۲۰/۳	۰/۲	۰/۶۵	۱۳-۳۱	Bk1
۰/۱۲۳	۱۶/۹۹	۸/۰۷	۲۱	۰/۰۵	۰/۷۱	۳۱-۶۸	Bk2
۰/۰۵۴	۱۶/۳۹	۸/۰۸	۲۲/۳	۰/۱	۰/۷	۶۸-۱۱۰	Bk3
۰/۱۳۵	۱۴/۶۱	۸/۲۱	۲۴/۷	۰/۱۵	۰/۶۴	>۱۱۰	C
۰/۰۹۶	۱۶/۰۷	۸/۰۴	۲۱/۷۲	۰/۱۸	۰/۷۱	میانگین	
طول شرقی ۲۸° و ۲۴' و ۵۴/۷° و عرض شمالی ۴۷° و ۰۵' و ۲۹/۶": <i>Loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic Typic Haploxerept</i> : خاک‌رخ چهار							
۰/۰۳۴	۲۰/۴۵	۷/۶۴	۱۹/۹	۰/۷۵	۳/۱۹	۰-۲۰	A
۰/۱۰۳	۲۴/۷۳	۸/۰۳	۱۶/۹	۰/۱	۰/۷۹	۲۰-۴۴	Bk1
۰/۱۰۸	۱۱/۷۲	۸/۳۱	۲۵/۸	۰/۰۵	۰/۶۹	۴۴-۹۴	Bk2
۰/۰۹۰	۱۳/۹۳	۸/۳۷	۲۵/۱	۰/۰۵	۰/۶۳	>۹۴	C
۰/۰۸۳	۱۷/۷	۸/۰۸	۲۱/۹۲	۰/۲۳	۱/۳۲	میانگین	
۰/۰۸۳	۱۵/۶	۸/۱۲	۱۷/۱	۰/۳۵	۱/۵۳	میانگین کل	

EC: قابلیت هدایت الکتریکی CCE: کربنات کلسیم معادل CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی

آن‌گستریم قرار داشت. اندازه‌گیری کانی ورمیکولیت به روش آزمایشگاهی (الکسیادز و جکسون 1965) نشان داده که نمونه‌های مورد مطالعه دارای ورمیکولیت نمی‌باشد.

با توجه به توضیحات داده شده در خاک‌های مورد بررسی کانی‌های اسمکتیت، کائولینیت، ایلیت، کلریت و کوارتز شناسایی شده است. با توجه به اینکه در افق‌های کلیه خاک‌های مورد بررسی نوع کانی‌های رس شناسایی شده تقریباً یکسان بوده است، اینطور استنباط می‌شود که کاربری‌های متفاوت بر نوع کانی‌های رس شناسایی شده تأثیری نداشته؛ اولاد و همکاران (1384) نیز که بررسی و مطالعه ویژگی‌های

ویژگی‌های کانی‌شناسی

شکل 4 دیفراکتوگرام‌های بخش رس خاک‌های مورد بررسی را نشان می‌دهند. این دیفراکتوگرام‌ها با استفاده از منابع مختلف (آلن و فینینگ 1960، آلن و هاجک 1989، مهجوری 1975، مارک و گادیرو 2006، مور و رینولد 1989، کلی و همکاران 1992، ساوهنی 1977، ویتینگ و آلاردیس 1986) مورد تفسیر قرار گرفتند. در خاک‌های مورد مطالعه پیک‌های کانی اسمکتیت در دامنه 17/7 تا 19/8 آن‌گستریم، کانی ایلیت در دامنه 10 تا 10/4 آن‌گستریم، کانی کائولینیت در دامنه 7/1 تا 7/2 آن‌گستریم، کانی کلریت در دامنه 13/8 تا 14/7 آن‌گستریم و کانی کوارتز در دامنه 3/3 تا 3/5

رسیده است. وجود اسمکتیت توسط عباد پور (1379) نیز در خاک‌های تبریز (خواجه) گزارش شده است و منشأ آن ماده مادری گزارش شده است.

با توجه به نتایج مینرالوژی که وجود مقدار زیادی ایلیت را در خاک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد، می‌توان گفت که ایلیت موجود در خاک‌ها از میکاهای مربوط به مواد مادری آن‌ها حاصل شده است (البته بررسی میکا در سنگ‌های مورد مطالعه می‌تواند این نکته را به طور قوی ثابت نماید). کوارتز نیز یک کانی اولیه است و اصولاً منشأ مواد مادری دارد.

کائولینت یک کانی ثانویه است که در شرایط گرم و مرطوب می‌تواند بر اثر پدیده خاکسازای ایجاد شود و ایجاد این کانی در شرایط خشک و نیمه‌خشک امکان‌پذیر نمی‌باشد (جلیکور و همکاران 2000). با توجه به این موارد کائولینت موجود در خاک‌ها نیز از مواد مادری به ارث رسیده است. کانی کائولینت نیز توسط بسیاری از محققان (حقنیا 1361، رفاهی 1356 و 1358، لگزیان و جلالیان 1370، محمودی 1362) در خاک‌های متفاوت ایران گزارش شده است. کلریت نیز در همه نمونه‌های مورد بررسی وجود داشته است و وجود این کانی در خاک‌های مورد مطالعه را نیز می‌توان به مواد مادری رسوبی موجود نسبت داد و حضور آن در سنگ‌های موجود در منطقه مورد مطالعه می‌تواند این مطلب را اثبات نماید.

کانی‌شناسی خاک‌های تحت پوشش جنگل خیرودکنار نوشهر (استان مازندران) را به انجام رساندند، نشان دادند که اختلاف فاحشی بین نوع کانی‌های رس وجود ندارد و کانی‌های رس عمده شامل مونت‌موریلونیت، ایلیت، کائولینت، ورمیکولیت، کلریت و کانی‌های مختلط بودند.

با توجه به کانی‌های موجود در خاک‌های مورد بررسی، کانی اسمکتیت تشکیل شده در این خاک‌ها ممکن است چندین منشأ داشته باشد که عبارتند از:

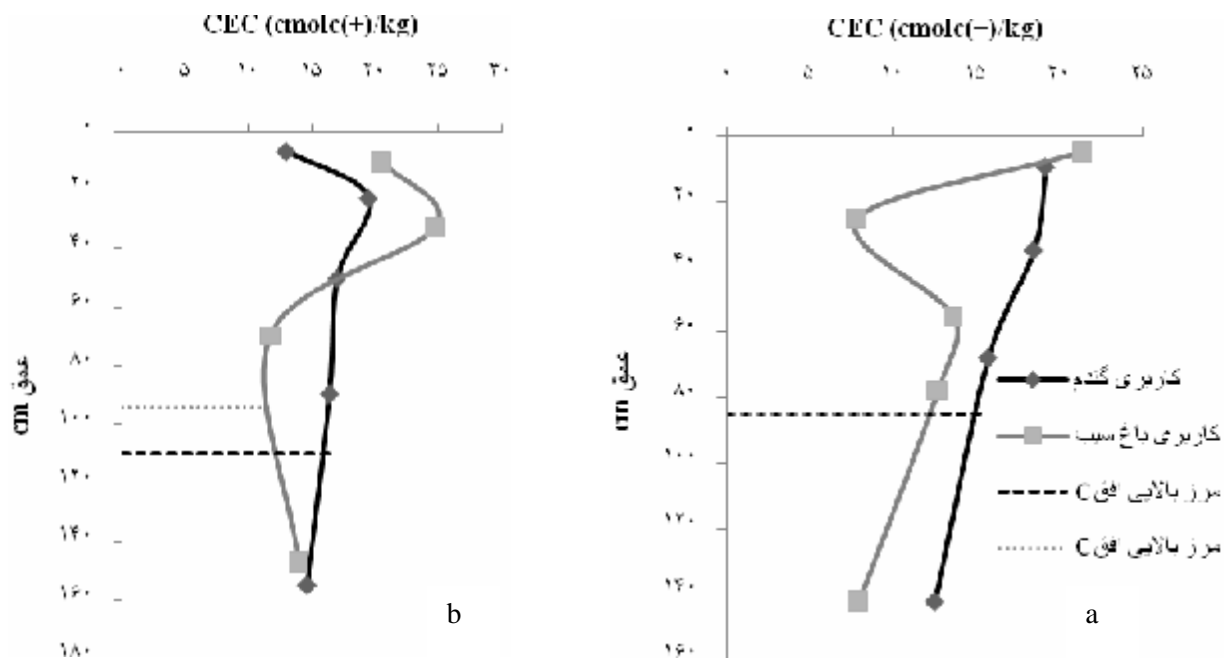
الف) تشکیل اسمکتیت حاصل از هواپدگی¹ کانی ایلیت: فنینگ و کرامیداس (1977) اظهار می‌دارند که جهت خروج پتاسیم از لایه‌های ایلیت و تبدیل آن به اسمکتیت، غلظت خیلی کم پتاسیم در محیط خاک الزامی است، لذا تبدیل ایلیت به اسمکتیت در خاک‌های مورد بررسی که غلظت پتاسیم در محلول خاک نسبتاً بالاست (شهبازی 1387) عملی به نظر نمی‌رسد.

ب) تشکیل اسمکتیت حاصل از هواپدگی کلریت: جهت خروج هیدروکسید بین لایه‌ای کلریت و تبدیل آن به اسمکتیت اولاً آبشویی شدید و واکنش کمتر از 6 ضروری است. ثانیاً در خاک‌هایی با چنین شرایطی که اسمکتیت و کلریت وجود دارند، وجود کانی مختلط کلریت-اسمکتیت، تبدیل کلریت به اسمکتیت را تأیید می‌نماید (دادگری و ابطحی 1985). با توجه به موارد فوق در شرایط خاک‌های مورد مطالعه با واکنش خیلی بیشتر از 6 (جدول 2) و نداشتن آبشویی شدید و عدم وجود کانی مختلط کلریت-اسمکتیت، تبدیل کلریت به اسمکتیت نیز محتمل نیست.

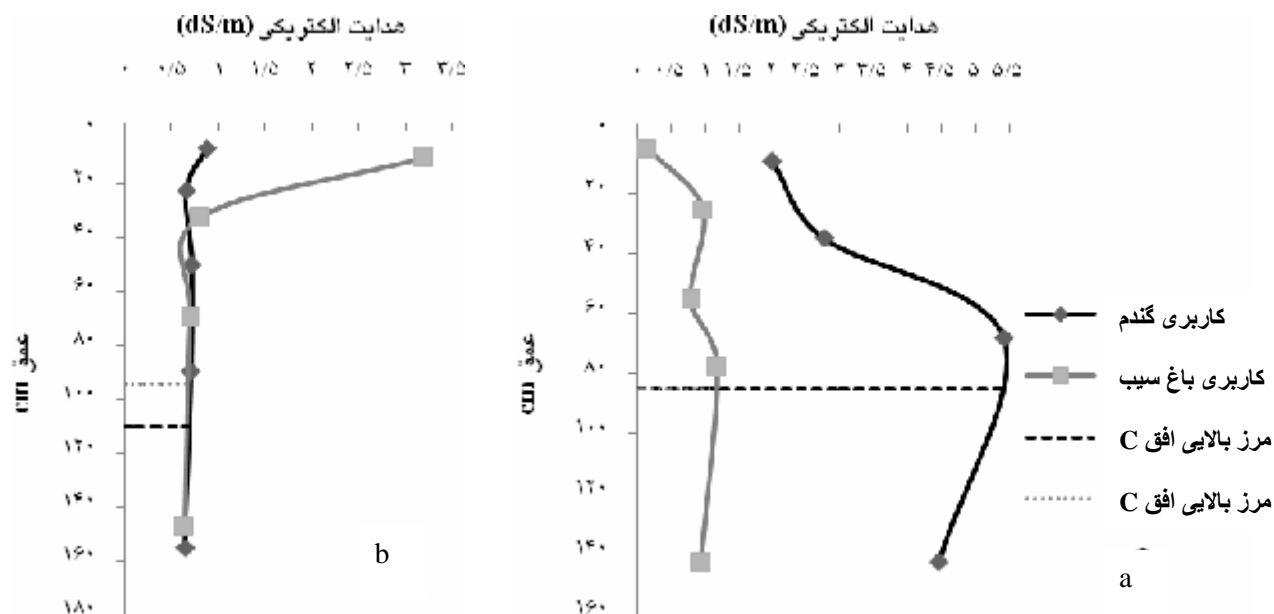
ج) تشکیل اسمکتیت به صورت اتوژنیک² بورچارت (1977) اظهار می‌دارد که ایجاد اسمکتیت به صورت اتوژنیک تنها در خاک‌های با زهکشی ضعیف عملی است ولی با توجه به مقدار نسبی اسمکتیت (از سطح زیر منحنی پیک‌های مینرالوژی برآورد می‌شود) که از سطح به عمق تغییر خاصی نداشته، احتمالاً اسمکتیت به صورت اتوژنیک در خاک‌های مورد مطالعه تشکیل نشده و از مواد مادری به ارث

¹Weathering

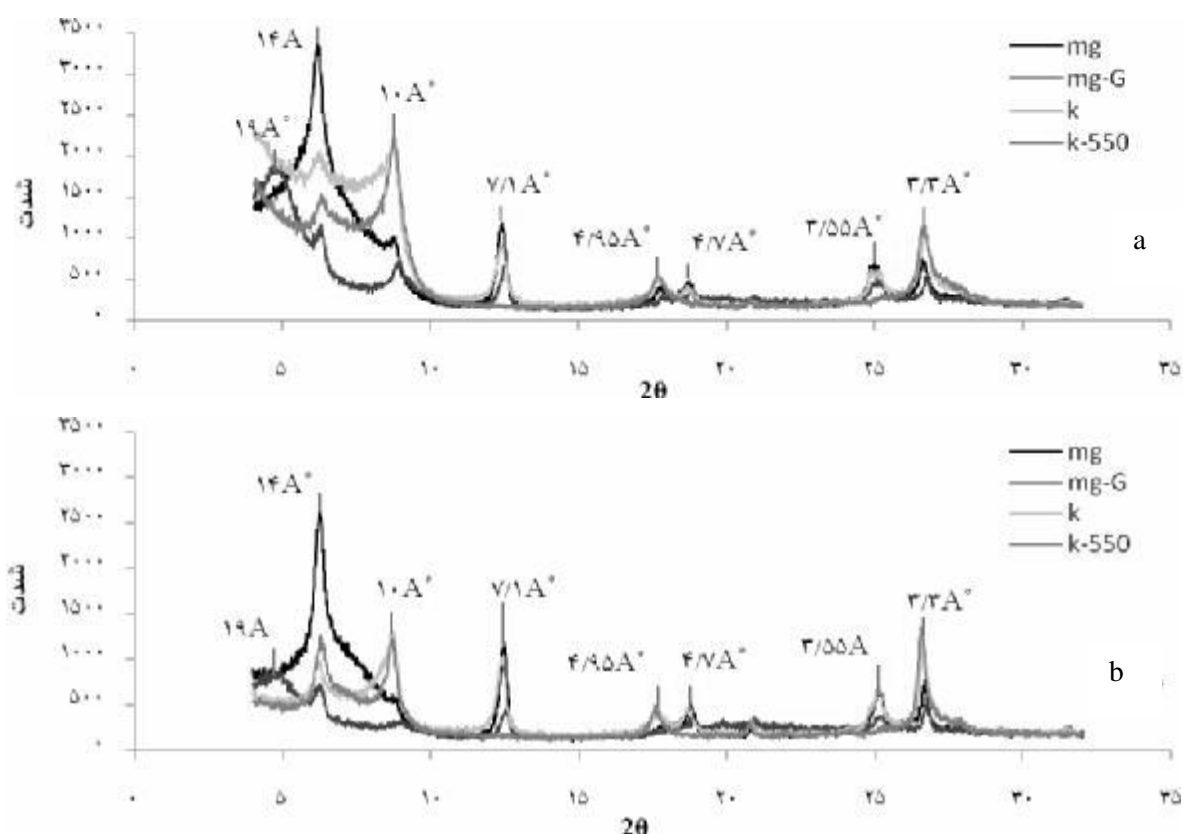
²Autogenic



شکل 2- مقایسه تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری‌های مختلف قسمت (a) دو خاکرخ 1 و 2 (با لندفرم یکسان دشت سیلابی) قسمت (b) دو خاکرخ 3 و 4 (با لندفرم یکسان پدیمت) خاکرخ‌های 1 و 3 دارای کاربری گندم و خاکرخ‌های 2 و 4 دارای کاربری باغ‌سیب می‌باشند.



شکل 3- مقایسه تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع در کاربری‌های مختلف قسمت (a) دو خاکرخ 1 و 2 (با لندفرم یکسان دشت سیلابی) قسمت (b) دو خاکرخ 3 و 4 (با لندفرم یکسان پدیمت)



شکل 4- مقایسه تغییرات کانی‌های رس در کاربری‌های مختلف قسمت (a) افق Ap خاکرخ 3 (با کاربری گندم) قسمت (b) افق A خاکرخ 4 (با کاربری باغ سیب) (هر دو خاکرخ دارای لندفرم یکسان پدیمت می‌باشند).

A: آنگسترم، mg: اشباع با منیزیم، mg-G: اشباع با منیزیم و گلیسرول، k: اشباع با پتاسیم، k-550: اشباع با پتاسیم و حرارت 550°C

نتیجه‌گیری

1- از مهم‌ترین عواملی که باعث تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌ها در کاربری‌های مورد مطالعه شده است می‌توان علاوه بر ویژگی‌های مواد مادری رسوبی آن‌ها، به تفاوت در عمق نفوذ ریشه‌های این کاربری‌ها اشاره کرد، همچنین با توجه به اینکه در کاربری باغ‌سیب آبیاری صورت گرفته ولی گندم به صورت دیم بوده، میزان آبشویی املاح و آهک و تا حدودی انتقال رس در کاربری باغ‌سیب بیشتر می‌باشد.

2- در افق‌های کلیه خاکرخ‌های مورد بررسی نوع کانی‌های رس شناسایی شده یکسان بوده و می‌توان گفت کانی غالب در منطقه مورد مطالعه، ایلیت می‌باشد، که در همه افق‌های مورد بررسی در خاکرخ‌ها به مقدار قابل‌توجه وجود داشته است و احتمالاً فرآیند غالب در تشکیل این کانی‌ها مواد مادری می‌باشد.

3- کاربری‌های متفاوت بر نوع کانی‌های رس شناسایی شده تأثیری نداشته و از جمله فرآیندهای مهم خاکساز در منطقه مورد مطالعه می‌توان به فرآیند آبشویی اشاره کرد.

2- در افق‌های کلیه خاکرخ‌های مورد بررسی نوع کانی‌های رس شناسایی شده یکسان بوده و می‌توان گفت کانی غالب در منطقه مورد مطالعه، ایلیت می‌باشد، که در همه افق‌های مورد بررسی در خاکرخ‌ها به مقدار قابل‌توجه وجود داشته است و احتمالاً فرآیند غالب در تشکیل این کانی‌ها مواد مادری می‌باشد.

3- کاربری‌های متفاوت بر نوع کانی‌های رس شناسایی شده تأثیری نداشته و از جمله فرآیندهای مهم خاکساز در منطقه مورد مطالعه می‌توان به فرآیند آبشویی اشاره کرد.

منابع مورد استفاده

- اولاد چ، محمودی ش، زرین‌کفش م و ابطحی ع، 1384. بررسی و مطالعه خصوصیات کانی‌شناسی خاک‌های جنگلی خیرودکنار نوشهر (استان مازندران). نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران.
- بنایی مح، 1377. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.
- جعفری م و سرمیدان ف، 1382. مبانی خاک‌شناسی و رده‌بندی خاک. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.
- جلیلی‌مردی ر، 1381. میوه‌کاری. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد استان آذربایجان غربی.
- حسینی‌فرد ج، 1376. شناسایی کليه کانی‌ها و تحلیل کمی کانی‌های رس با استفاده از XRD و روش نسبت شیبها در برخی از خاک‌های پسته‌کاری رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (خاک‌شناسی). دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.
- حق‌نیا غ، 1361. بررسی کانی‌های رسی برخی از خاک‌های دشت مشهد با استفاده از اشعه ایکس. مجله علوم و کشاورزی ایران، جلد 13، صفحه‌های 1-17.
- رفاهی ح، 1356. بررسی کانی‌های رسی خاک‌های آبرفتی برخی از نقاط ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 1، صفحه‌های 16 الی 23.
- رفاهی ح، 1358. بررسی مقدماتی خاک‌های ابوموسی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 3، صفحه‌های 11-23.
- سیاری م، 1382. تولید میوه‌های معتدله و نیمه‌گرمسیری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه ایلام.
- شهبازی ف، 1387. بررسی کاربرد سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز (Micro LEIS DSS) به عنوان روش نوین در ارزیابی تناسب‌اراضی مطالعه موردی بخشی از اراضی جنوب شهرستان اهر. پایان‌نامه دکترا (خاک‌شناسی). دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- عبادپور آ، 1379. مطالعه مورفولوژی، مینرالوژی و رده‌بندی خاک‌های ایستگاه تحقیقاتی خواجه (تبریز). پایان‌نامه فوق لیسانس دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- کریم پورریحان م و احمدی ا، 1378. بررسی ارتباط پوشش گیاهی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در منطقه کویری طبس. چکیده تازه‌های تحقیق در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ایران، دوره 7. شماره 2.
- لغزبان ا و جلالیان ا، 1370. بررسی کانی‌های رسی یک خاک تیپیک‌هپل‌آرجید. جلد 5 شماره 2، صفحه‌های 139 الی 154.
- محمودی ش، 1362. مطالعه میکرومورفولوژیکی یک خاک زرافیک‌هپل‌آرجید در منطقه گلدشت کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 14. صفحه‌های 20-33.
- وحیدی مح، 1386. تأثیر کاربری اراضی و فیزیوگرافی بر ویژگی‌های مینرالوژیک، فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنوب اهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (خاک‌شناسی). دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

- Alexiades CA and Jacson M L, 1965. Quantitative determination of vermiculite in soils. *Soil Sci Soc Am Proc* 29: 522-527.
- Allen BL and Hajek BF, 1989. Mineral occurrence in soil environments. Pp: 199-279. In: Dixon JB and Weed SB (eds). *Minerals in Soil Environments* 2nd ed. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Allen P and Fanning D S, 1960. Accuracy of mineral frequency analysis of sediments. *Nature* 155: 173.
- Anonymous, 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. US Salinity Staff, USDA Hand book 60. Washington DC USA.
- Anonymous, 1976. *A Frame Work for Land Evaluation*. Soils Bulletin, 32. FAO, Rome, Italy.
- Anonymous, 1992. *Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Sample*. Soil Conservation Service Invest. Rep., Gov. Print. Office, Washington DC.
- Anonymous, 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff. Soil Conservation Service, US Dept. of Agriculture, 11th edition.
- April R and Keler D, 1990. Mineralogy of the rhizosphere in forest soils of the eastern United States. *Biogeochemistry* 9: 1-18.
- Bahmanyar MA, 2007. The influence of continuous rice cultivation and different waterlogging periods on morphology, clay mineralogy, Eh, pH and K in paddy soils. *Pakistan Journal of Biological Science* 10 (17): 2844-2849.
- Borchardt GA. 1977. Montmorillonite and other smectite mineral. In: Dixon JB and Weed SB (eds). *Minerals in Soil Environments*. 2nd ed. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Bower CA, 1952. Exchangable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci* 73: 251-261.
- Buol SW, Hole FD and Mc Cracken RJ, 1989. *Soil Genesis and Classification*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Cady JG, Wilding LP and Drees LR, 1986. Petrographic Microscope Techniques. Pp: 185-218. In: Klute A (ed). *Methods of soil analysis, Part I. Physical and mineralogical methods*, 2nd edition. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Courchesne F and Gobran GR, 1997. Mineralogical variations of bulk and rhizosphere soils from a Norway spurs stand. *Soil Sci Soc Am J* 61: 1245-1249.
- Dadgari F and Abtahi A. 1985. Genesis, morphology, chemical and mineralogical studies of soil of Dasht-Arjan inter mountain basin. *Iran agricultural research* 4: 71-88.
- Emadi M, Baghernejad M, Fathi H and Saffari M, 2008. Effect of land use change on selected soil physical and chemical properties in north high lands of Iran. *Journal of Applied Sciences* 8(3): 496-502.
- Faning Delvin S and Keramides VZ, 1977. Micas. Pp: 195-258. In: Dixon JB and Weed SB (eds). *Minerals in Soil Environment*. 2nd ed. ASA and SSSA. Madison, WI.

- Faning Delvin S and Fanning Mary CB, 1989. Soil Morphology, Genesis and Classification. John Wiley and Sons, New York.
- Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle Size Analysis. Pp: 383-411. In: Klute A (ed). Method of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Methods, 2nd edition. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Jolicoeur S and Ilde Fons P and Bouchard M, 2000. Kaolinite and gibbsite weathering of biotite within saprolites and soils of central Virginia. Soil Sci Soc Am J 64: 1118-1129.
- Kelly SD, Hesterberg D and Ravel B, 2008. Analysis of Soils and Minerals Using X-ray Absorption Spectroscopy. Pp: 387-464. In: Ulery AL and Drees LR (eds). Methods of Soil Analysis, Part 5. Mineralogical Methods, ASA and SSSA. Madison, WI.
- Kizilkaya R and Dengi O, 2010. Variation of land use and land cover effects on some soil physical-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdirbyste-Agriculture 97(2): 15-24.
- Kodama H, Nelson, S Yang AF, and Kohyama N, 1994. Mineralogy of rhizospheric and non-rhizospheric in corn fields. Clays and Clay mineralogy 42: 755-763.
- Kunze GW and Dixon JB, 1986. Pretreatment for Mineralogical Analysis. Pp: 91-101. In: Klute A (ed). Methods of Soil Analysis. Part 1, 2nd edition. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Mahjoory RM, 1975. Clay mineralogy, physical and chemical properties of some soils in arid regions of Iran. Soil Sci Soc Am Proc 39: 1157-1164.
- Marc P and Gautheyrou J, 2006. Hand Book of Soil Analysis (mineralogical, organic and inorganic methods). Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Martin R, Carter E and Gregorich G, 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Scienc 1224p.
- Moore DM and Reynolds RC, 1989. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press.
- Nelson DW and Sommers IE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page AL (ed). Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd ed. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Reyhan MK and Amiraslani F, 2006. Studying the relationship between vegetation and physico-chemical properties of soil. Case Study: Tabas region, Iran. Pakistan Journal of Nutrition 5 (2): 169-171.
- Sawheny BL, 1977. Interstratification in layer silicates. Pp. 405-434. In: Dixon JB and Weed SB (eds). Minerals in Soil Environments. 2nd edition. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Whitting, LD and Allardice WR, 1986. X-Ray Diffraction Techniques. In: Klute A (ed). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, 2nd edition. ASA and SSSA. Madison, WI.