

چگونگی تحول و تکامل خاک‌ها در اراضی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان

ناصر هنرجو^{۱*} و احمد جلالیان^۲

۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)

۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۹

چکیده

اراضی دانشگاه آزاد خوراسگان به وسعت ۵۰ هکتار نمونه‌ای از اراضی منطقه است که دارای نمک، گچ و آهک فراوان بوده و انجام مطالعات پایه و علمی بر روی آنها قابل استفاده برای کل منطقه می‌باشد. تعداد ۱۵ پروفیل خاک در این محدوده حفر گردید. در مطالعات مورفولوژیکی خاک‌ها تناوب در بافت، مقدار سنگریزه، رنگ، ساختمان، میزان گچ و آهک در لایه‌های مختلف خاک نشانه‌های انقطاع سنگی در خاک و حاکی از تناوب در بروز وقایعی چون سیل، فرسایش، شرایط حمل و نقل و رسوب‌گذاری در منطقه می‌باشد که خود ناشی از تغییر اقلیم در زمان‌های مختلف است. کوه‌های مشرف به دانشگاه دارای سنگ آهک، ماسه سنگ، کنگلومرا و شیل و کانی‌های ایلیت، کائولینیت، کلریت و کوارتز بوده و این سنگ‌ها منشا خاک‌های منطقه هستند همه کانی‌های ذکر شده در بالا در افق‌های مختلف خاک‌ها نیز مشاهده شدند. به علاوه کانی پالیگورسکایت نیز در خاک‌ها وجود دارد که در مواد مادری خاک‌ها این کانی وجود نداشته است. اقلیم خشک فعلی و همراهی آهک و گچ شرایط را برای تشکیل و پایداری پالیگورسکایت فراهم نموده است. در مطالعات میکرومورفولوژی سنگریزه‌های آهکی خیلی درشت و کمبود اجزاء دانه ریز و ناچیز بودن جزء رس خاک، پر شدگی داخل خلل و فرج خاک از گچ به صورت متراکم و غیر ممتد یا غیر متراکم و غیرممتد مشاهده می‌شود. وجود لایه‌های متناسبی از آهک به شکل «هیپوکوتینگز» و «کوازی کوتینگز» بر روی سنگریزه‌ها شواهدی از تناوب آب و هوا و وجود آب و هوایی به مراتب پر باران تر از حال در بعضی از دوره‌ها است.

کلمات کلیدی: میکرومورفولوژی، گچ ثانویه، پالیگورسکایت، تغییر اقلیم، تناوب رسوب

مقدمه

در ایران مرکزی شواهدی مبنی بر اینکه در دوره‌هایی، رطوبتی بمراتب بیشتر از امروز وجود داشته دیده شده است. در مورد علت وجود آب بیشتر در روی زمین دو نظریه تا به حال مطرح بوده که نظریه اول علت آن را بارندگی بیشتر و نظریه دوم کم شدن تبخیر و تعرق به علت سردی هوا می‌داند. گابریل معتقد است که آب و هوای عهد چهارم ایران به مراتب مرطوب تر از امروز بوده و در واقع بارندگی بیشتر بوده است (۷). ولی بوبک افزایش رطوبت عهد چهارم را بر اصل بارندگی زیاد نمی‌داند بلکه عامل مؤثر در ازدیاد آب را پایین بودن دما می‌داند (۱۷). کرینسلی در این باره می‌گوید در جبهه‌های داخلی زاگرس شمالی و البرز در دوران های یخبندان هوا ۵ تا ۸ درجه سانتیگراد سردتر از زمان حاضر بوده و در زمستان برف بیشتری می‌باریده است. وی پس از بررسی ۵۳ پلایا از ۶۰ پلایای موجود در ایران نتیجه می‌گیرد که در پلیستوسن بارش منطقه ایران حدوداً برابر بارش امروز بوده است ولی وجود آب بیشتر در زمین احتمالاً بخاطر دمای پایین تر هوا و تبخیر کمتر بوده است (۲۵).

سیاهپوش از قول دکتر گرشن می‌گوید در زمانی که قسمت اعظم سطح اروپا به وسیله یخچال‌ها پوشیده شده بود فلات ایران یک مرحله بارانی را طی می‌کرده است که ضمن آن حتی دره های مرتفع در زیر آب قرار داشته‌اند. قسمت اصلی فلات ایران که امروز بیابان شوره زار عظیمی است در آن زمان دریاچه ای وسیع یا یک دریای داخلی بوده است. در زمانی بین ۱۰ و ۱۵ هزار سال قبل از میلاد یک تغییر تدریجی در آب و هوا روی داد و دوران بارانی به دوران خشک تبدیل گردید که هنوز هم ادامه دارد (۵). معتمد گزارش کرده است که هوکریده و همکاران در مطالعه زمین شناسی دوران چهارم در منطقه کرمان به آثار تخم شترمرغ و گونه‌های از دوزیستان و انواعی از گیاهان دست یافتند و دلایلی بر حاکمیت شرایط مرطوب تر در این نقاط ارائه دادند (۱۰). وی نظر وان زئیست در غرب ایران و

ارتفاعات زاگرس و بخصوص دریاچه زریبار را که با پیدایش اسپور و گرده گونه‌ای از گیاهان وجود شرائط مرطوب تر را خارج از آنچه که امروز در آن منطقه است تایید می‌کند (۱۰). همچنین معتمد در بررسی‌های منطقه لوت با مشاهده حفر وسیع دره‌های آبرفتی و پرشدگی آن‌ها توسط ماسه‌های امروزی و نیز آثار جنگل‌های مخروطه گز و وجود آثار باستانی در بعضی از مناطق بیابانی مثلاً لوت نتیجه‌گیری کرد که شرایط مرطوب تری در این مناطق حاکم بوده است (۱۱). میمندی‌نژاد نیز ضمن تایید کارهای وان زئیست وجود شرایط مرطوب تر گذشته را در منطقه قبول دارد (۱۲). محمودی در این مورد می‌گوید: در دوره‌هایی یخچالی در مرکز و جنوب ایران اقلیمی نسبتاً مرطوب حاکم بوده است فرسایش آب‌های روان تقریباً همه جا عامل مسلط در دستکاری ناهمواری‌ها بوده است. پوشش‌های نسبتاً متراکم جنگلی نواحی جنوبی و کوه‌های مرکزی و تا حدی شرقی ایران میراث چنین شرایطی است. مخروط افکنه های گسترده و دره‌های گود به ویژه در خشک ترین بیابان‌های کنونی ایران (دشت لوت) و پادگانه‌های آبرفتی وسیع و مطبق و منظم در حاشیه دره‌های خشک و نسبتاً کم آب بلوچستان و بالاخره برداشت هزاران متر از رسوبات زاگرس دلایلی دیگر بر تسلط اقلیمی مرطوب در دوره های سرد بر ایران مرکزی، جنوبی و شرقی می‌باشد (۹).

دوره کوتاه‌تر از دو میلیون سال پیش شروع می‌شود و به دو دوره پلیستوسن و هلوسن تقسیم می‌گردد (۱۱). در دوره پلیستوسن یخبندان‌های بزرگ دوران چهارم بوقوع می‌پیوندد و نتیجه آن پیدایش دوره‌های یخچالی و بین یخچالی است. از نظر زمانی پلیستوسن به چهار دوره یخچالی "گنز^۱"، "میندل^۲"، "ریس^۳" و "ورم^۴" تقسیم می‌شود که تا ۱۰۰۰۰ سال قبل ادامه داشته است (۱۱). گفته

1 - Gunz

2 - Mindel

3 - Riss

4 - Wurm

اعتقاد بر این است محل شهر کنونی اصفهان روزگاری در ساحل دریاچه گاوخونی قرار داشته و به عبارتی مرغزار ساحلی آن به حساب می آمده است. اکنون سطح قبلی مرغزار که لایه سیاهرنگی است در زیر آبرفت های جدید مدفون گردیده است(۳).

- وجود افق آرجیلیک در بسیاری از خاک های تراس های بالایی زاینده رود که توسط محققین مختلفی تایید شده است

- وجود خاک های قدیمی که دارای لایه های متناوبی از خاک هایی با خصوصیات متفاوت بوده و افق های مشخصه آرجیلیک، کلسیک، پتروکلسیک، سالیک و ... به طور متناوب در آن ها دیده می شود. - وجود لایه ای غنی از مواد آلی بضمخامت تا ۶۵ سانتی متر در وسعتی بالغ بر ۷۰ کیلومتر مربع در زیر اراضی دشت سگزی که در آن گونه های میکروفسیل مربوط به شرایط آبی و نیز سنگواره های نرم تنانی از تیره گاستروپودها دیده می شود و نشان از شرایط مرطوب تر گذشته نسبت به حال دارد(۲).

در این مطالعه سعی در شناسایی تعدادی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، کانی شناسی و میکرومورفولوژی بخشی از خاک های منطقه می شود تا بتواند در جهت مدیریت بهتر اراضی منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

ناحیه مورد مطالعه قسمتی از اراضی ارغوانیه واقع در شرق شهرستان اصفهان می باشد که در دامنه ارتفاعات مشرف به باغ رضوان قرار گرفته است. مساحت کل این اراضی حدود ۵۰ هکتار بوده و در محدوده طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه قرار دارد. اراضی مورد مطالعه بر اساس تعاریف نشریه ۲۱۲ موسسه تحقیقات خاک و آب ایران(۳۱) بر روی زمین نمای « دشت دامنه ای پایکوهی^۱ » در دامنه کوه های

می شود که تراس های بالایی اکثر رودخانه های بزرگ دنیا در دوره یخچالی "گنز" و تراس های میانی و پایینی در دوره های یخچالی "میندل" و "ریس" بر جای گذاشته شده است(۱۱). به سال ۱۶۰۸ و ۱۶۲۱ میلادی زمستان های خیلی سختی در آسیای صغیر روی داد و خط برف دائمی کوه ها در ایران و ترکیه بین ۵۰ و ۱۰۰ متر پایین تر آمد و یخچال های خاور نزدیک شروع به پیشرفت کرد. بوبک بقایای یخچال های متعددی را در کردستان تشخیص داده است(۱۷). بطور کلی در دوره پلیستوسن پدیده غالب در خاک ها تغییر و تحولات شیمیایی و کانی شناسی و در دوره هلوسن پدیده غالب جریان مواد بادرفتی بوده است(۲۷). در طول دوره پلیستوسن فلات ایران مشابه با سایر اراضی هم عرض خود همزمان با دوره های یخچالی در اروپا و امریکا و عرض های بالاتر تحت تاثیر سیکلون های سرد و مرطوب قرار گرفته و در نتیجه رطوبت مؤثر بیشتری جهت آبشویی و خاکسازی فراهم بوده و در دوره های بین یخچالی شرایط گرم و خشک تری بر ایران حاکم بوده است(۱). این نوسانات باعث تناوب دوره های خاکسازی شده است. بزدک و همکاران وجود لایه هایی از مواد آهکی بر روی پوشش های رسی را در ارتباط با تغییر اقلیم از حالت مرطوب تر به حالت خشک دانسته اند(۱۵). نتلتون و همکاران نیز در مطالعه خاک های جنوب غربی ایالات متحده تشکیل تحت رده آرجیدز را متناسب با شرایط اقلیمی خشک امروز ندانسته و تشکیل این خاک را به شرایط مرطوب تر پلیستوسن نسبت دادند(۲۷).

در منطقه اصفهان شواهد دیگری نیز از آب و هوای مرطوب تر گذشته بشرح زیر دیده می شود :

- وجود سه تراس دریاچه ای گاوخونی، که می تواند بیان کننده حداقل سه بار تغییر در بیلان آب آن باشد(۳).

- وجود سه تراس رودخانه زاینده رود در طول این رودخانه از زرین شهر تا اژییه(۱۳).

- وجود لایه سیاهرنگ به ضخامت ۳۰ الی ۵۰ سانتی متر در اعماق مختلف خاک در منطقه، از رودشت تا اصفهان.

¹ - Landscape

² - Piedmont Colluvial Plains

زمین شناسی منطقه

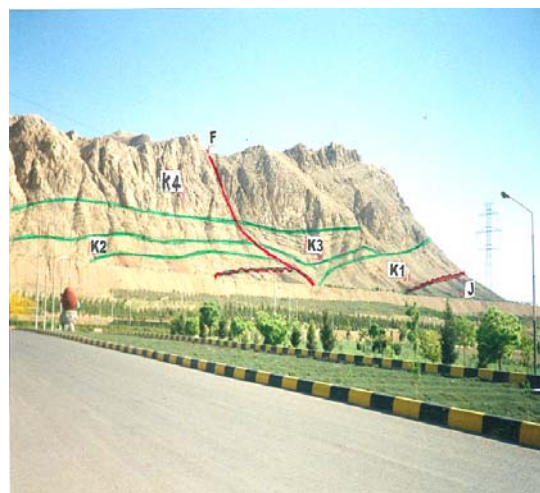
منشا خاک‌های محدوده مورد مطالعه کوه‌های باغ رضوان است این کوه‌ها از نظر چینه نگاری سنگی به چهار واحد سنگی K_1, K_2, K_3, K_4 و J قابل تقسیم است. شکل شماره ۱ نمایی از کوه‌های مشرف به اراضی مورد مطالعه و سازندهای زمین شناسی سطح آن را نشان می‌دهد. از بین این چهار واحد یک واحد مربوط به دوره ژوراسیک و سه واحد مربوط به دوره کرتاسه از دوران دوم زمین شناسی است (۴). مشخصات سازندهای زمین شناسی کوه‌ها بشرح زیر است:

واحد J : این واحد سنگی که در تصویر به رنگ سیاه تا خاکستری تیره (در ابتدای ارتفاعات) دیده می‌شود تناوبی از شیل و ماسه سنگ است که به صورت ناپیوستگی زاویه‌دار در زیر سنگ‌های تخریبی - آهکی کرتاسه زیرین قرار گرفته اند.

واحد K_1 : این واحد تناوبی از سنگ‌های تخریبی است که به سمت بالا ریزشونده هستند. در ابتدای این واحد کنگلومرای از نوع کنگلومرای قاعده‌ای و از نوع ارتوکنگلومرای پترومیکتیک قرار دارد که به سمت بالا به کنگلومرای نوع ارتوکوارتزیتی تبدیل می‌شود و در بالا بتدریج این کنگلومرا به ماسه سنگ‌های قرمز رنگ آرکوزیک تبدیل می‌گردد. این ماسه سنگ‌ها در طول این واحد در تناوب با شیل و در بعضی جاها سنگ‌های کربناته و دولومیتی قرار داشته و تکرار می‌شود. رنگ قرمز این واحد مؤید ته نشست رسوبات تشکیل دهنده این سنگ‌ها در یک محیط اکسیداسیون است واحدهای سنگی K_3, K_4 . K_2 تناوبی از شیل و سنگ‌های آهکی می‌باشد تفاوت این سه واحد سنگی در این است که اولاً از واحد K_2 به K_4 بین لایه‌های شیلی کمتر شده و در واحد K_4 تقریباً حذف می‌شود و ثانیاً از واحد K_2 به K_4 لایه‌های سنگ‌های آهکی بتدریج ضخیم شده تا آنجا که در K_4 به صورت توده‌ای در می‌آید (۴). در ضمن در این کوه‌ها گسلی دیده می‌شود که بر روی شکل با علامت (F) نشان داده شده است.

مشرف به دانشگاه قرار گرفته، بلندترین ارتفاع این کوه‌ها ۱۹۹۵ متر می‌باشد. این اراضی بر روی لندفرم پایین شیب^۱، محلی که شیب مقعر و حدود ۳ درصد می‌باشد و در ارتفاع ۱۵۸۰-۱۵۶۰ متری در دامنه کوه‌های مشرف به دانشگاه قرار گرفته است. در این لندفرم فرسایش کم و رسوب زیاد می‌شود رسوب مجدد مواد از طریق حرکت توده‌ای خاک، یا رواناب سطحی و یا لغزش زمین و ... وجود دارد (۱۶).

مطالعات انجام شده شامل مطالعات ژئومورفولوژی در منطقه و سپس شبکه بندی محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه، حفر ۱۵ پروفیل در محل تقاطع شبکه‌ها و تشریح کامل پروفیل‌ها بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک وزارت کشاورزی امریکا، مشخص کردن پروفیل‌های شاهد و تهیه نمونه از افق‌های ژنتیکی پروفیل‌های شاهد (۲۶) و آماده سازی نمونه‌ها جهت آزمایشات فیزیکی، شیمیایی (۲۴، ۳۰)، کانی شناسی بر اساس روش کیتریک و هوپ (۲۳) و نیز تهیه مقطع نازک از کلوخه‌های طبیعی بمنظور مطالعات میکرومورفولوژیکی بر اساس روش استوپز (۳۳) و نیز مطالعات میکروسکوپ الکترونی (۲۴) می‌باشد.



شکل ۱- سازندهای زمین شناسی کوه‌های مشرف به اراضی مورد مطالعه

¹ - Footslope

نتایج

اراضی مورد مطالعه بر روی زمین نمای « دشت های دامنه ای پایکوهی » در دامنه کوه های مشرف به محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است. سازند های زمین شناسی این کوه ها منشا خاک های مورد مطالعه هستند. در مطالعات مورفولوژیکی تناوب در بافت، مقدار سنگریزه، رنگ، ساختمان، میزان گچ و آهک و توزیع آنها در لایه های مختلف خاک دیده می شود که این تناوب از نشانه های انقطاع سنگی در خاک است. با توجه به اینکه همه خاک های مورد مطالعه از کوه های مشرف به باغ رضوان منشاء گرفته اند و دارای مواد مادری یکسانی هستند تناوب در لایه های مختلف نشان دهنده تناوب در بروز وقایعی چون سیل، فرسایش، شرایط حمل و نقل و رسوبگذاری در منطقه می باشد که خود ناشی از تغییر اقلیم در زمان های مختلف است (۲۸).

این خاک ها در زمره خاک های قدیمی قرار می گیرند. شکل شماره ۲ تعداد ۱۱ واحد خاک جدا شده در محدوده مورد مطالعه و جدول شماره ۱ رده بندی این خاک ها را نشان می دهد.

- میکرومورفولوژی خاک ها

به علت نزدیکی پروفیل ها بهم و عدم تکامل زیاد خاک های محدوده مورد مطالعه مشخصات میکرومورفولوژیکی افق های مختلف و نیز پروفیل های متفاوت مشابه می باشد جدول شماره ۲ تعدادی از این مشخصات را در افق های B این خاک ها نشان می دهد. در مقاطع نازک تهیه شده از افق های مختلف خاک های منطقه سنگریزه های آهکی خیلی درشت و کمبود اجزاء دانه ریز و ناچیز بودن جزء رس خاک مشاهده می شود بطوریکه پراکنش ذرات درشت نسبت به ذرات ریز انولیک^۱ می باشد. در تجزیه مکانیکی خاک ها نیز این مسئله بخوبی ملاحظه

می شود. به طوریکه درصد سنگریزه در خاک های مختلف گاهی تا ۷۰ درصد و درصد رس در بخش خاک نرم در بعضی افق ها به کمتر از ۱۰ درصد می رسد. خلل و فرج خاک بیشتر در بین خاکدانه ها به صورت غیر منظم مشاهده می شود.

ریزساختار در افق های B به شکل خاکدانه های مکعبی بدون گوشه نسبتا ضعیف و در افق های A به شکل ذرات کروی متخلخل ضعیف^۲ می باشد. مقادیر زیادی از کانی های اولیه ای نظیر کلسیت و کوارتز، چرت (سیلیس کریبتوکریستالین) اپیدوت، آمفیبول، پیروکسن و فلدسپار در مقاطع تهیه شده دیده می شود. در ضمن قطعاتی از سنگ های آهکی فسیل دار دوره کرتاسه و سنگ سیلت^۳ در مقاطع وجود دارد که حاکی از عدم پیشرفت تکامل خاک و به عبارت دیگر عدم هوادیدگی کامل خاک است. در ضمن توجهی ذرات خاک در اطراف سنگریزه ها^۴ و نیز در دیواره خلل و فرج خاک^۵ مشاهده می شود. از جمله پدیده های شکل گرفته در خاک ها پر شدگی خلل و فرج خاک به صورت متراکم و گاهی غیر متراکم از گچ ثانویه می باشد که در شکل ۳ دیده می شود. در ضمن در نقاطی از متن خاک تراکم اکسیدهای آهن و منگنز وجود دارد. نکته دیگر هوادیدگی حاشیه سنگ های آهکی و شروع پروسه آهک زدایی^۶ در اطراف این ذرات است. شکل های ۴ و ۵ یکی از این سنگریزه ها را در افق A پروفیل شماره ۱۵ نشان می دهد.

^۲ - Weakly Separated Crumb

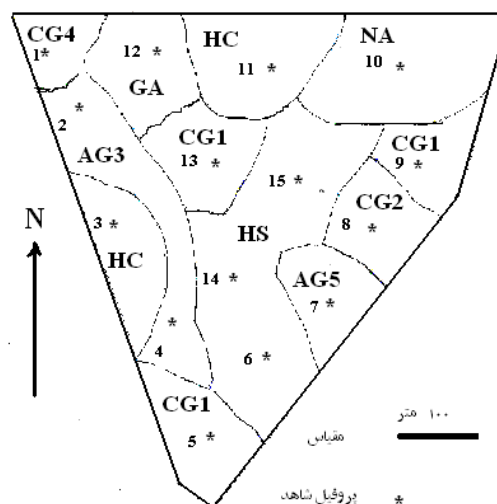
^۳ - Siltstone

^۴ - Granostriated b-fabric

^۵ - Porostriated b-fabric

^۶ - Diccification

^۱ - Single-Spaced to Close Enaulic C/F Related Distribution Patern



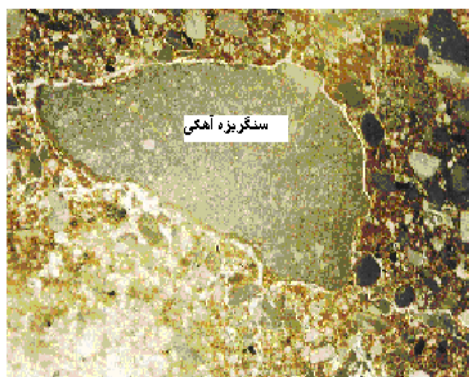
شکل ۲- واحدهای مختلف خاک در اراضی مورد مطالعه رده بندی ۲۰۰۶ وزارت کشاورزی ایالات متحده (۳۲)

جدول ۱- رده بندی خاک پروفیل های شاهد بر اساس رده بندی ۲۰۰۶ وزارت کشاورزی ایالات متحده (۳۲)

USDA Soil Taxonomy 2006	
HG	لومی - اسکلتال، میکسد، اکتیو، ترمیک، سدیک هاپلوآرجیدز Loamy Skeletal , Mixed , Active , Thermic,Sodic Haplogypsisds
HS	لومی - اسکلتال، اور کلیی اسکلتال، میکسد، اکتیو، ترمیک، جیپسیک، هاپلوسالیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Mixed, Active, Thermic,Gypsic Haplosalids
PA	لومی - اسکلتال اور کلیی اسکلتال، میکسد، سوپراکتیو، ترمیک، تیپیک پیلوآرجیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Mixed, Superactive Thermic,Typic Paleargids
GA	لومی - اسکلتال، میکسد، سوپراکتیو، ترمیک، تیپیک جیپس آرجیدز Loamy Skeletal,Mixed,Superactive,Thermic,Typic Gypsiargids
NA1	لومی - اسکلتال اور کلیی - اسکلتال، میکسد، اکتیو، ترمیک، تیپیک ناترآرجیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Mixed, Active, Thermic,Typic Natrargids
NA2	لومی - اسکلتال، میکسد، سوپراکتیو، ترمیک، تیپیک ناترآرجیدز Loamy Skeletal,Mixed,Superactive,Thermic,Typic Natrargids
AG1	لومی - اسکلتال، میکسد، اکتیو، ترمیک، کلسیک آرجی جیپسیدز Loamy Skeletal , Mixed, Active, Thermic,Calcic Argigypsisds
AG2	لومی - اسکلتال اور کلیی اسکلتال، کربناتیک، اکتیو، ترمیک، کلسیک آرجی جیپسیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Carbonatic, Active, Thermic,Calcic Argigypsisds
AG3	لومی - اسکلتال اور کلیی - اسکلتال، میکسد، سوپراکتیو، ترمیک، کلسیک آرجی جیپسیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Mixed, Superactive Thermic,Calcic Argigypsisds
AG4	لومی - اسکلتال اور کلیی - اسکلتال، آنیزو، میکسد، اکتیو، ترمیک، کلسیک آرجی جیپسیدز Loamy Skeletal over Clayey Skeletal,Aniso,Mixed, Active, Thermic,Calcic Argigypsisds
AG5	لومی اسکلتال، میکسد، اکتیو، ترمیک، تیپیک آرجی جیپسیدز Loamy Skeletal ,Mixed, Active, Thermic,Typic Argigypsisds

جدول ۲- بعضی از مشخصات میکرومورفولوژی افق‌های B در خاک های محدوده مورد مطالعه

c/f Related Distribution Patern	Single-spaced fine Enaulic
Voids	Compound Packing Voids
Microstructure	Weakly separated Subangular Blocky Microstructure
Rock fagments	Limestone, Quartz, Chert, Epidot, Amphibole, Pyroxen, Feldspar
b-fabric	Grano-porostriated b-fabric
Infillings	Loose Discontinuous & Dense Incomplete Gypsum Infillings
Nodules	Typic Pure Nodules, Moderately Impregnated Nodules(Fe & Mn Oxides)



شکل ۴- سنگریزه آهکی و لایه های اطراف آن در افق A



شکل ۳- پرشدگی گچی داخل خلل و فرج خاک

دید می شود. شناسائی این کانی در نمونه اشباع شده از مینزیم با پیک های ۷/۲ و ۳/۵ آنگستروم مشخص می گردد و نمونه تیمار شده با ملکول های دو قطبی نظیر اتیلن گلیکول و نمونه اشباع با پتاسیم نیز تغییر نکرده و همان پیک هارا خواهد داد ولی در نمونه ای که تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود ساختمان کانی از هم پاشیده شده و پیک های فوق ناپدید می گردند (۲۰).

(ب) پالیگورسکایت:

پالیگورسکایت نوعی کانی رسی فیبری^۱ است که در مطالعات اشعه ایکس یک پیک قوی در محل ۱۰/۵ آنگستروم و پیک های متوسطی در محل های ۶/۴۵، ۵/۴۲، ۴/۵، ۳/۶۸، ۳/۲۸ و ۲/۱۵ آنگستروم دارد. ضخامت بلورهای این کانی با تغییر رطوبت نسبی و یا افزایش ملکول های آلی



شکل ۵- لایه های متناوب آهک و رس در اطراف سنگریزه

- کانی های رسی خاکها

(الف) کائولینیت:

کائولینیت در دیفرکتوگرام های اشعه ایکس بخش رس ریز و رس درشت کلیه افق های پروفیل های شاهد منطقه

^۱- Fibrous Clay Minerals

کوارتز می‌باشد. پیک ۴/۲ آنگستروم موجود در برخی از نمونه‌ها نیز مربوط به رده دوم این کانی است. مطالعات میکرومورفولوژی مقاطع نازک نیز وجود کوارتز فراوان را به صورت کانی غالب در همه خاک‌ها نشان می‌دهد. کانی اولیه دیگری که در همه نمونه‌ها دیده می‌شود فلدسپارها هستند که در نمونه اشباع از منیزیم پیک ۳/۱۹ تا ۳/۲۲ از خود نشان می‌دهند (۲۰). شکل های ۷ و ۸ کانی‌های مختلف خاک در افق‌های A و B_{tk} پروفیل ۱۵ نشان می‌دهد.

مطالعات میکروسکوپ الکترونی

مطالعات میکروسکوپ الکترونی روشی^۱ تایید کننده نتایج مطالعات تفرق اشعه ایکس و مطالعات میکرومورفولوژیکی است. شکل ۹ ساختمان رس‌های سیلیکاته در افق 2B_{tk} پروفیل شماره ۱۰ به صورت ورقه‌های موازی هم دیده می‌شود.

بحث

در مطالعه پروفیل‌های شاهد محدوده مورد مطالعه، انقطاع سنگی بارزترین پدیده‌ای است که به چشم می‌خورد. در مطالعات مورفولوژیکی تناوب در بافت، مقدار سنگریزه، رنگ، ساختمان، میزان گچ و آهک و توزیع آنها در لایه‌های مختلف خاک به خوبی مشخص است. خاک‌های مورد مطالعه به علت نحوه تشکیل و قرار گرفتن در دامنه کوه دارای درصد بالایی از سنگریزه می‌باشد بطوریکه مقدار سنگریزه بیشتر لایه‌های خاک به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد تغییر ناگهانی در مقدار سنگریزه و بافت خاک از نشانه‌های انقطاع سنگی در خاک است. این خاک‌ها در زمره خاک‌های قدیمی قرار می‌گیرند. طبق تعریف خاک‌های قدیمی خاک‌هایی هستند که تحت شرایط اقلیمی و اکولوژیکی متفاوت از حال تشکیل شده‌اند (۳۵). برخی از

قطبی نظیر اتیلن گلیکول تغییری نمی‌نماید ولی حرارت دادن نمونه اشباع از پتاسیم تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد باعث متلاشی شدن ساختمان بلوری و از بین رفتن پیک‌های مربوط به این رس می‌گردد (۲۰). وجود پیک حدود ۶/۵ آنگستروم نیز در کلیه دیفراکتوگرام‌های مورد بحث مؤید این مطلب می‌باشد. نکته قابل توجه در تفسیر دیفراکتوگرام‌های جهت رس پالیگورسکایت اینست که بعلت وجود مقادیر زیاد ایلیت در نمونه‌ها که پیک رده اول آن حدود ۱۰ آنگستروم می‌باشد پیک‌های مربوط به این دو کانی در محل ۱۰ تا ۱۰/۵ آنگستروم به همدیگر متصل شده‌اند ولی در دیفراکتوگرام مربوط به نمونه حرارت دیده شده تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد فقط پیک ۱۰ آنگستروم ایلیت وجود دارد زیرا پالیگورسکایت در این دما متلاشی می‌گردد. (پ) ایلیت:

این کانی در نمونه اشباع با منیزیم پیک حدود ۱۰ آنگستروم نشان می‌دهد که در تیمار نمونه با اتیلن گلیکول و اشباع با پتاسیم و حرارت تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تغییر نمی‌کند. این کانی دارای پیک‌های ۵ و ۳/۳ آنگستروم نیز می‌باشد که مربوط به رده دوم این کانی می‌باشد. مشخصات فوق در همه دیفراکتوگرام‌های تهیه شده از نمونه‌های خاک منطقه دیده می‌شوند یعنی در همه خاک‌ها کانی ایلیت وجود دارد (۲۰).

ت) کانی کلریت

در دیفراکتوگرام‌های اشعه ایکس رس درشت و ریز کلیه افق‌های مورد آزمایش در نمونه اشباع از منیزیم پیک حدود ۱۴ تا ۱۴/۶ آنگستروم دیده می‌شود که در تیمارهای اتیلن گلیکول، پتاسیم و حرارت تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد چندان تغییری نکرده است و این نشان‌دهنده وجود کانی کلریت است (۲۰).

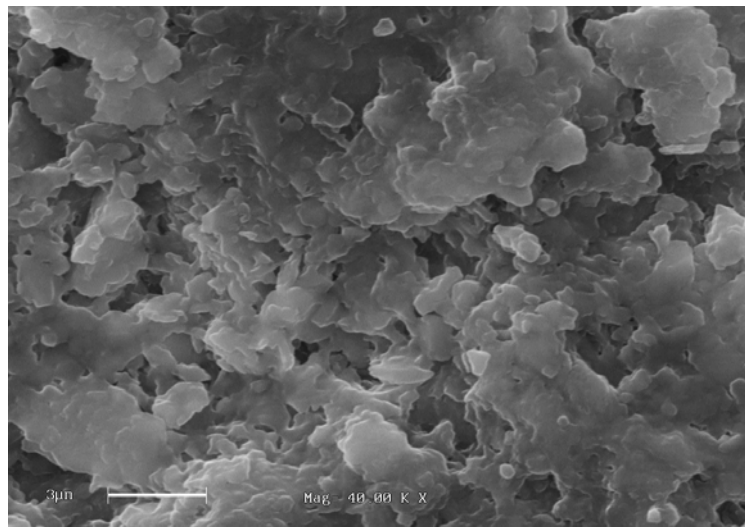
س) کانی‌های اولیه:

در دیفراکتوگرام‌های اشعه ایکس اکثر نمونه‌های اشباع با منیزیم پیک ۳/۳۴ دیده می‌شود که مربوط به رده اول کانی

^۱-Scanning Electronic Microscope

خاک‌های قدیمی که چندین دوره خاکسازی و تغییر اقلیم را

تجربه

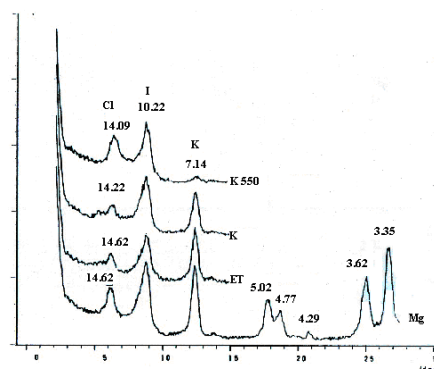


شکل ۹- کانی‌های رسی خاک در مطالعات SEM افق 2Btk در عمق ۳۰-۱۲ سانتیمتری پروفیل ۱۰

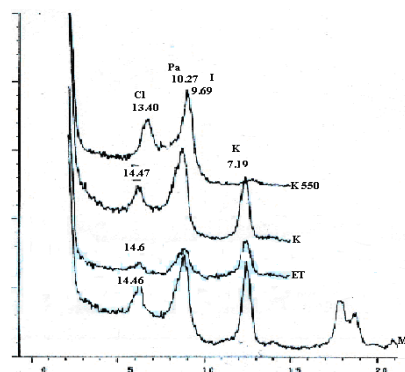
کرده‌اند دارای شواهد خاکسازی هستند که هم‌دیگر را متاثر کرده و گاهی اثرات آن‌ها به طور مضاعف در خاک بر جای مانده است. این خاک‌ها به عنوان خاک‌های پلی ژنتیک^۱ شناخته می‌شوند (۳۵).

با توجه به اینکه همه خاک‌های مورد مطالعه از کوه‌های مشرف به این اراضی منشا گرفته‌اند و دارای مواد مادری یکسانی هستند تناوب در لایه‌های مختلف نشان‌دهنده تناوب در بروز وقایعی چون سیل، فرسایش، شرایط حمل و نقل و رسوبگذاری در منطقه می‌باشد که خود ناشی از تغییر اقلیم در زمان‌های مختلف است (۲۹). وای در و گیرتزن در مطالعات خاک‌های قدیمی پلیستوسن در اراضی ساحلی جنوب فلسطین اشغالی نشان دادند که این خاک‌ها پلی ژنتیک بوده و چندین دوره مرطوب و خشک را سپری کرده‌اند (۳۴).

ایوبی با محاسبه نرخ متوسط رسوبگذاری در دوره یخچالی دریاس جوان که در فاصله ۱۰-۱۱ هزار سال پیش



شکل ۷- دیفراکتوگرام تفرق اشعه ایکس افق A



شکل ۸- دیفراکتوگرام تفرق اشعه ایکس افق Btk پروفیل ۱۵

^۱- Polygenic

شرایط را برای تشکیل پالیگورسکایت در گذشته منطقه آماده نموده است (۱۴). مطالعات تعدادی از محققین دیگر در منطقه (۲۷، ۲۰، ۱۳) نیز بر خاکساز بودن این کانی تاکید دارد. اقلیم خشک فعلی و همراهی آهک و گچ با پالیگورسکایت شرایط را برای پایداری پالیگورسکایت فراهم نموده است.

کانی مختلط کلریت-ورمیکولایت نیز یکی از کانی‌های تشکیل شده در خاک است که در سازندهای زمین شناسی اطراف وجود نداشته است. با توجه به روند هوادیدگی کلریت که به نظر بسیاری از محققین باید از مرز ورمیکولایت بگذرد تا به اسمکتایت برسد تشکیل کانی‌های مختلط نامنظم فوق در خاک طبیعی بنظر می‌رسد زیرا در اثر هوادیدگی ممکن است لایه‌هایی از کلریت در روند تبدیل به ورمیکولایت باقی مانده و باعث تشکیل رس مختلط نامنظم کلریت- ورمیکولایت گردد (۲۰). مطالعات مقطع نازک پدیده‌های بسیار جالبی از تغییراتی را نشان می‌دهند که هیچکدام در آب و هوای کنونی شرایط تشکیل را ندارند. لایه‌هایی از آهک و رس به شکل « هیپوکوتینگز^۱ » و « کوازی کوتینگز^۲ » بر روی سنگریزه‌ها شواهدی از تناوب آب و هوا و وجود آب و هوایی به مراتب پر باران تر از حال در بعضی از دوره‌ها است. وجود سنگریزه‌هایی با پوشش‌های متناوب رس و آهک که تعداد این لایه‌ها در تعدادی از آنها به ۹ لایه می‌رسد شواهدی از حداقل ۹ بار تغییر اقلیم در منطقه است. خود ذره آهکی در این نمونه دارای فسیل‌های از دوره کرتاسه می‌باشد لایه‌های ۱ تا ۷ موجود بر سطح ذره لایه‌های متناوب از رس و آهک است که به صورت کوازی کوتینگ در اطراف ذره خاک تشکیل شده است. لایه‌های رسی هیچگونه بیرفراژنسی در نور پلاریزه ندارد به این معنی که این لایه‌ها از طریق هوادیدگی سطح ذره آهکی و جدا شدن آهک از آن در اثر هوازده شدن سطح ذره تشکیل شده‌اند. لایه ۸ لایه‌ای از

پدید آمده و مقایسه آن با نرخ متوسط رسوبگذاری پس از این دوره یخچالی تا به حال نتیجه‌گیری کرد که میزان رواناب و حجم رسوب ورودی به منطقه دشت سگزی بمراتب بیشتر از وضعیت کنونی بوده است (۲).

خادمی تشکیل پوسته‌های رسی که در مقاطع نازک خاک‌های اریدی سولز اصفهان بخوبی دیده می‌شود را مربوط به شرایطی مرطوب تر از حال که در دوره پلیستوسن وجود داشته است (۲۱). گیوی و استوپز در مطالعات میکرومورفولوژی خاک‌های مدفون در زیر اراضی پست اصفهان مقادیر زیادی قطعات ذغال، صدف و آثاری از فعالیت موجودات زنده از قبیل فضله‌های کروری شکل، دالان‌های محل عبور جانوران و ساختمان کانالی را گزارش کرده‌اند و آن‌ها را به شرایط مرطوب تر از حال در گذشته ارتباط داده‌اند (۸).

مطالعات کانی شناسی از سازندهای زمین شناسی سنگ آهک، ماسه سنگ، کنگلومرا و شیل در کوه‌های مشرف به منطقه حاکی از وجود کانی‌های ایلیت، کائولینیت، کلریت و کوارتز است (۲۷، ۴).

همین سازندهای زمین شناسی منشأ خاکهای مورد مطالعه بوده و همه کانی‌های ذکر شده در بالا در افق‌های مختلف خاک‌ها نیز مشاهده شدند. به علاوه کانی پالیگورسکایت نیز در این خاکها وجود دارد که در سازندهای زمین شناسی منطقه این کانی وجود نداشته است. شرایط تشکیل این کانی وجود pH بالا و غلظت زیاد منیزیم عنوان شده (۲۰) و بعضی منابع وجود کربنات کلسیم و گچ ثانویه را منشأ تشکیل این کانی در خاک می‌دانند (۱۸). بوزوا در مطالعات همبستگی خاک و لنداسکیپ در شمال شرقی پاتاگونیا نتیجه‌گیری کرد که کانی‌های رسی فیبری در افق‌های کلسیک و پتروکلسیک و در رژیم رطوبتی اریدیک تشکیل می‌شوند (۱۸).

مطالعات ایوبی و همکاران در خاک‌های سپاهان شهر اصفهان نتیجه‌گیری کرد که تبخیر و تعرق شدید در گذشته، تشکیل گچ و نسبت بالای منیزیم به کلسیم و pH بالا

¹ - Hypocoatings

² - Quasicoatings

ایوبی نیز در مطالعه خاک های قدیمی دشت سگری در شرق اصفهان وجود مقادیر زیاد گچ در افق سطحی A و افق زیرین B_۲ رانشی از منبع رسوبات بادرفتی دانسته است (۲). ایوبی همچنین در مطالعه خاک های قدیمی سپاهان شهر واقع در جنوب اصفهان به احتمال انتقال گچ های تشکیل شده در لاگون های نواحی پست به اراضی مورد مطالعه توسط نیروی باد و فرسایش بادی اشاره دارد و یادآوری می کند که این انتقال مستلزم وجود دوره های خشک تر از شرایط فعلی در گذشته منطقه است. وی معتقد است که گچ بعد از اضافه شدن به خاک تحت شرایطی با رطوبت مؤثر بیشتر از حال متأثر از سردی هوا به اعماق پروفیل منتقل شده است (۲). چادویک و دیویس در مطالعه خاک های شمال غرب نوادا نتیجه گیری کردند که نوسانات خاکسازی و تجمع مواد بادرفتی تابعی از دوره های خشک و مرطوب بوده است. در طی دوره های خشک تجمع مواد باد آورده پدیده غالب بوده و خاکسازی به حداقل میزان خود می رسد و در دوره های مرطوب آبشویی املاح و آهک به صورت پدیده غالب ظاهر می شود (۱۹).

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان که امکانات مالی اجرای طرح پژوهشی فوق را تحت همین عنوان فراهم نموده است تشکر می شود.

آهک جابجا شده است که به صورت کوتینگ در اطراف ذره نشسته است. شکل های ۵ و ۶ این پدیده را در مقطع نازک خاک نشان می دهد. بزدک و همکاران نیز وجود لایه هایی از مواد آهکی بر روی پوشش های رسی را در ارتباط با تغییر اقلیم از حالت مرطوب تر به حالت خشک دانسته اند (۱۵).

وجود انقطاع سنگی و لایه هایی مختلف از آهک و رس بر سطح سنگریزه ها در افق های مختلف خاک نشان دهنده این است که این خاک در چندین مرحله رسوبگذاری و آبشویی در گذشته تشکیل شده است. منشا مقادیر زیاد گچ در پروفیل خاک بصورت پندانت و بلورهای نسبتاً ضخیم که در مقاطع نازک به شکل پرشدگی ظاهر شده است را خادمی در گچ موجود در تشکیلات آهکی کرتاسه می داند (۲۱).

وی با تجزیه ایزوتوپی آب هیدراته گچ نتیجه گیری کرد که گچ قبل از دوره کواترنری تشکیل شده و آب های دوره های قدیم از زمان های کمی مرطوب تر و یا سردتر و یا اقلیمی متفاوت با حال هنوز در آب هیدراته گچ وجود دارد (۲۱)، اما کریم زاده درباره منشا گچ در خاک های منطقه نظریه دیگری را مطرح کرده و معتقد است که رسوبات بادرفتی که از فلات قدیمی منطقه برداشت می شود حاوی مقادیر نسبتاً زیاد گچ بوده و اینگونه اراضی را تحت تاثیر قرار داده است (۶).

منابع

۱. احمدی ح. ۱۳۶۷. ژئومورفولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۹۲ صفحه.
۲. ایوبی ش. ۱۳۸۱. مطالعه شواهد پدورژنیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک های قدیمی دو منطقه اصفهان و امام قیس چهارمحال و بختیاری. پایان نامه دکترای خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۵ صفحه.
۳. رامشت م. ح. ۱۳۷۳. تغییرات رطوبتی ایران در کواترنر. مجموعه مقالات نخستین سمپوزیوم بین الملل کواترنر، دانشگاه تهران، ۲۸۶ صفحه.
۴. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۵۵. شرح نقشه زمین شناسی اصفهان. نشریه شماره F۸.
۵. سیاهپوش م. ت. ۱۳۵۲. پیرامون آب و هوای باستانی فلات ایران. انتشارات ابن سینا، ۱۰۵ صفحه.

۶. کریم زاده ح. ۱۳۸۱. چگونگی تکوین و تکامل خاک‌ها در لندفرم‌های مختلف و منشا یابی رسوبات فرسایش یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. پایان نامه دکترای خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۴۱ صفحه.
۷. گابریل آ. ۱۳۷۱. عبور از صحاری ایران. ترجمه فرامرز سمیعی، انتشارات آستان قدس، ۴۴۰ صفحه.
۸. گیوی ج. و ج. استوپز. ۱۳۷۸. آثاری از تغییر آب و هوای دیرینه در خاک‌های ایران. دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، تهران، صفحات ۴۲ تا ۵۱.
۹. محمودی ف. ۱۳۶۷. تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنر. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۳، سال بیستم، موسسه جغرافیا دانشگاه تهران، صفحات ۴۳ تا ۴۵.
۱۰. معتمد ا. ۱۳۶۷. کواترنر زمین‌شناسی دوران چهارم. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۸ صفحه.
۱۱. معتمد، ا. ۱۳۷۰. بررسی منشا ماسه‌های منطقه یزد- اردکان. نشریه بیابان. انتشارات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران دانشگاه تهران، شماره ۳۰، ۱۷۰ صفحه.
۱۲. میمنندی نژاد م. ج. ۱۳۴۸. بوم‌شناسی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۷۵ صفحه.
۱۳. هنرجو ن. ۱۳۷۳. بررسی کانی‌های رسی تراس‌های رودخانه زاینده رود اصفهان. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال دوم، شماره ۲، صفحات ۱۵۷ تا ۱۷۳.

14. **Ayoubi Sh. and F. Ottner. 2005.** Quantitative estimation of palygorskite using thermogravimetric analysis in paleosols from Sepahanshahr, Isfahan, Iran. *Geophysical Research Abstracts*, 7: 24-32.
15. **Becze-Deak J., R. Langhor and E.P. Verrechia. 1997.** Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt, morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. *Geoderma*, 76: 221-252.
16. **Birkland P.W. 1984.** Soils and geomorphology. Oxford University Press, New York. 475 p.
17. **Bobek H. 1963.** Nature and implication of Quaternary climate change in Iran. Symposium on Changes of Climate, Rome, Oct.1961. UNESCO-WMO. pp: 403-413.
18. **Bouza P.J., M. Simón, J. Aguilar, H. del Valle and M. Rostagno. 2007.** Fibrous-clay mineral formation and soil evolution in Aridisols of northeastern Patagonia, Argentina. *Geoderma*, 139: 38-50.
19. **Chadwick O.A. and J.O. Davis. 1990.** Soil forming internal caused by eolian sediment pluses in the Lahontan basin, Northwest Nevada. *Geology*, 18: 243-246.
20. **Dixon J.B. and S.B.Weed. 1989.** Minerals in Soil Environments. 2nd ed., Soil Science Society of America, Madison Wisconsin, USA. 1244 p.
21. **Khademi H., A.R. Mermut and H.R. Krouse. 1997.** Sulfur isotope geochemistry of gypsiferous Aridisols from central Iran. *Geoderma*, 80:195-206.
22. **Khademi H. and A.R. Mermut. 1998.** Source of palygorskite in gypsiferous aridisols and associated from central Iran. *Clay Minerals*, 33: 561- 578.
23. **Kittric J. A. and E. Hop. 1971.** A procedure for particle size separations of soil for x-ray diffraction. *Soil Science Society of American Journal*, 35:621-626.
24. **Klute A. 1986.** Methods of Soil Analysis. Part I- Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. 1188 p.
25. **Krinsley D.B. 1970.** A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of Iran, geological survey. United State Department of Interior, Washington D.C. 482 p.

26. **National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. 1998.** Field Book for Describing and Sampling Soils. U.S. Department of Agriculture, Lincoln, Nebraska, 173 p.
27. **Nettleton W.D., J.E. Witty, R.E. Nelson and J.W. Hawley. 1975.** Genesis of Argillic horizons in soils of desert areas of southwestern of United State. Soil Science Society of America Proceeding, 30:919-926.
28. **Nettleton W.D. 1991.** Occurrence , Characteristics, and Genesis of Carbonate, Gypsum and Silica accumulation in Soils. Soil Science Society of America, Spatil Publication No.26, Madison, Wisconsin, USA. 149 p.
29. **Nettleton W.D. 1990.** Argillic horizon formation in late Wisconsinan eolian materials in southwest Colorado, USA. In: Douglas L.A.(Ed.), Soil Micromorphology, A Basic and Applied Science. Elsevier, Amsterdam. Pp. 149-154.
30. **Page A.L. 1982.** Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. SSSA Publisher, Madison, Wisconsin, USA. 1159p.
31. **Soil Institute of Iran. 1970.** Manual of multipurpose land classification. Publication No. 212 Joint project with Food and Agriculture Organization (FAO/ UNDP). 81p.
32. **Soil Suvey Staff. 2006.** Keys to Soil Toxonomy. 10th ed., United State Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 333p
33. **Stoops G. 2003.** Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Section. Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin, USA. 183 p.
34. **Wieder M. and G. Gvirtzman. 1999.** Micromorphological indications on the nature of the late Quaternary paleosols in the southern coastal plain of Israel. Catena, 35: 219-237.
35. **Yaalon D.H. 1971.** Paleopedology. Israel University Press, 457 p.