# مقایسهٔ میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقهٔ جیرفت

صالح سنجری[۱]، محمدهادی فرپور[۱*]، عیسی اسفندیارپور بروجنی[۲] و مصطفی کریمیان اقبال[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۱)

## چکیده

**خاک‌های قدیمی اطلاعات با ارزشی را در ارتباط با شرایط اقلیمی گذشته منطقه در اختیار قرار می‌دهند. این خاک‌ها در ایران مرکزی گسترش قابل توجهی دارند. بررسی‌های میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی از جمله روش‌های مفید در شناسایی و تفسیر این خاک‌ها در راستای اقلیم‌شناسی گذشته می‌باشد. پژوهش حاضر به منظور مقایسهٔ میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقهٔ جیرفت انجام گرفت. پس از مطالعات صحرایی تعداد چهار خاکرخ (که روی سطوح مختلف ژئومرفیک شامل سطح پایدار پدیمنت پوشیده، سطح پایدار و ناپایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی، و سطح پایدار دشت آبرفتی قرار گرفته بودند)، نمونه‌برداری شده و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی روی آنها انجام گرفت. نتایج میکرومرفولوژیکی حاکی از وجود پوشش‌های رس در افق‌های آرجیلیک خاک‌های قدیمی بودند. از سوی دیگر، پوشش‌های رس موجود در خاک‌های عهد حاضر، تنها در افق‌های ناتریک مشاهده گردید که به وجود مقادیر بالای سدیم در این خاک‌ها نسبت داده شد. به‌علاوه، کانی‌های رسی اسمکتیت، پالیگورسکیت، ایلیت، کلریت و کائولینیت در خاک‌های قدیمی تشخیص داده شدند؛ حال آن‌که در خاک‌های عهد حاضر، کانی کلریت مشاهده نگردید. وجود کانی پالیگورسکیت در خاک‌های مورد مطالعه به پایداری سطح ژئومرفیک بستگی داشت. نتایج تحقیق حاضر، وجود اقلیمی با رطوبت بیش‌تر از زمان کنونی را در زمان تشکیل خاک‌های قدیمی منطقهٔ جیرفت به اثبات رساند.**

**واژه‌های کلیدی: کانی‌شناسی رس، میکرومرفولوژی، خاک‌های قدیمی، اقلیم گذشته، جیرفت**

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و دانشیار خاک‌شناسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲. استادیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان

۳. دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: farpoor@mail.uk.ac.ir



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

## مقدمه

شرایط امروزی زمین می‌تواند راهنمایی برای درک شرایط گذشته باشد. استفاده از خاک‌های قدیمی (Paleosols) که در شرایطی متفاوت از شرایط فعلی زمین‌نماهای (Landscapes) موجود در یک منطقه تشکیل شده‌اند (۳۵ و ۴۲)، می‌تواند به‌عنوان شاخصی مهم برای برآورد شرایط اقلیمی گذشته و فرآیندهای هوادیدگی انجام‌گرفته در طی این دوران، مد نظر قرار گیرد (۳۴). روحی (۳۵) برای اولین‌بار، خاک‌های قدیمی را به سه گروه مدفون‌شده (Buried)، باقی‌مانده (Residual) و ظاهرشده (Exhumed) تقسیم‌بندی نمود. خاک‌های قدیمی مدفون‌شده، بیان‌گر خاک‌هایی هستند که بعد از تشکیل و تکامل، توسط رسوبات جوان دفن شده‌اند. خاک‌های باقی‌مانده، نمایانگر خاک‌هایی قدیمی هستند که بر روی یک زمین‌نمای قدیمی توسعه یافته‌اند و بدون آن‌که توسط رسوبات جوان دفن شوند، روی زمین‌نمای مزبور به‌صورت پایدار برجا مانده‌اند. خاک‌های قدیمی ظاهرشده، نشان‌گر خاک‌هایی هستند که پس از تشکیل و تکامل، ابتدا در زیر لایه‌ای از رسوبات جوان دفن شده‌اند و سپس در اثر فرسایش، در سطح زمین ظاهر گردیده‌اند. نتلتون و همکاران (۳۲) بیان کردند که هرچند تشخیص انواع خاک‌های قدیمی، نیازمند مشاهدات صحرایی است؛ ولی در این میان، شناسایی خاک‌های قدیمی دفن‌شده، نسبت به انواع دیگر، آسان‌تر است؛ چراکه این خاک‌ها به‌ندرت تحت تأثیر شرایط فعلی قرار می‌گیرند و بنابراین به‌طور عمده، نشان‌دهندهٔ شرایط اقلیمی اولیه (گذشته) هستند.

خاک‌های قدیمی، به‌طور عمده، دارای پدیده‌های (Pedofeatures) میکرومرفولوژیکی مختلف هستند که به نظر می‌رسد منشأ پدوژنیکی داشته باشند (۲۰). یکی از مهم‌ترین شواهد میکرومرفولوژیکی موجود در خاک‌های قدیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک، پوشش‌های رسی موجود روی خاکدانه‌ها و گاهی روی ذرات شن می‌باشد که به‌عنوان ابزاری مهم برای تفسیر شرایط اکولوژیکی گذشته، قابل استفاده است (۲۱و۴۱). گایل و گروسمن (۱۸) و ریتالاک (۳۴) اعتقاد دارند که حضور افق‌های آرجیلیک (Argillic horizons) پیشرفته با پوسته‌های رسی قوی در خاک‌های مناطق خشک، وجود دوره‌های مرطوب‌تر را برای دوران گذشتهٔ این مناطق تداعی می‌کند. خرمالی و همکاران (۲۸) با مطالعهٔ میکرومرفولوژیکی خاک‌های مناطق مرکزی ایران، افزایش مقدار رس و نسبت رس‌ریز به رس کل در خاک زیرین، نسبت به افق‌های سطحی و نیز مشاهدهٔ رس در مقاطع نازک را شواهدی دالّ بر تجمع رس معرفی کرده و اظهار داشتند که بارندگی کافی در شرایط اقلیمی مرطوب‌تر گذشته، موجب حرکت کربنات‌ها از خاک سطحی، شست‌وشوی متعاقب رس و تشکیل افق آرجیلیک در این مناطق شده است. خادمی و همکاران (۲۷) گزارش کردند که افق‌های تجمع رس در منطقهٔ اصفهان در نتیجهٔ اقلیم مرطوب‌تر گذشته (احتمالاً پلیستوسن) تشکیل شده‌اند.

نتایج تحقیق فرپور و همکاران (۳) در منطقهٔ نوق رفسنجان نشان داد که افق Bt (آرجیلیک) موجود در این منطقه، در اثر اقلیم مرطوب‌تر گذشته تشکیل شده است و با افزایش نمک از سطوح اطراف به سطح پلایا (Playa) و سپس شست‌وشوی عمقی آن، این افق به صورت Btz (آرجیلیک و سالیک) در آمده است. سریواستاوا (۳۹) در نواحی خشک و نیمه‌خشک غرب آفریقا وجود پوشش‌های رسی را به حضور دوره‌های مرطوب‌تر اقلیمی در پلیستوسن و اوایل هولوسن مرتبط دانسته‌اند. یکی دیگر از مهم‌ترین پدیده‌های میکرومرفولوژیک موجود در خاک‌های قدیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک، وجود شکل‌های مختلف آهک است (۲۱). هرچند که فاکتورهایی نظیر اقلیم، آب‌های زیرزمینی و مواد مادری، تشکیل، رسوب و حل شدن مجدد آهک را کنترل می‌کنند؛ ولی این پدیده باز هم نقش مهمی در برآورد شرایط محیطی گذشته ایفا می‌کند (۲۱و۴۱). پدیده‌های میکرومرفولوژیکی مختلف آهک شامل پوشش (Coating)، هیپوکوتینگ (Hypocoating)، پرشدگی (Infilling) و نادول (Nodule) که توسط کورتی و فدروف (۸) تقسیم‌بندی شده‌اند، هر یک بازگوکنندهٔ شرایط خاصی از تشکیل خاک هستند. اقبال و ساتارد (۱۰) با مطالعهٔ میکرومرفولوژیکی



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

خاک‌های موجود روی مخروط‌افکنه‌های فرسایش‌یافتهٔ غرب بیابان مهاوی، علاوه بر تفسیر شرایط اقلیمی گذشته، توالی فرآیندهای خاک‌سازی (مانند تجمع آهک، رس و سیلیس) را بررسی کردند.

کانی‌شناسی رسی (Clay mineralogy)، یکی دیگر از ابزارهای مفید و مهم در ارتباط با شناسایی خاک‌های قدیمی محسوب می‌شود. به دیگر سخن، نوع و میزان کانی‌های رسی، بیان‌گر بسیاری از خصوصیات مربوط به تشکیل و تکامل خاک‌ها در زمان گذشته و اقلیم دیرینهٔ آنها می‌باشد (۱۷). پیتر و همکاران (۳۳) با بررسی کانی‌شناسی رسی افق‌های مدفون خاک‌های امریکای شمالی به این نتیجه رسیدند که افق‌های آرجیلیک قدیمی‌تر، نسبت به افق‌های آرجیلیک جوان‌تر، از مقدار بیشتری کائولینیت و میزان کم‌تری اسمکتیت برخوردار می‌باشند که این موضوع، نشان‌دهندهٔ شرایط بسیار مرطوب‌تر و هوادیدگی بیش‌تر در خاک‌های قدیمی است. خادمی و مرموت (۲۴) دلیل تشکیل پالیگورسکیت در خاک‌های قدیمی اصفهان را وجود پ‌هاش و نسبت منیزیم به کلسیم بالا در حوضچه‌های بستهٔ موجود در شرایط گذشتهٔ فلات مرکزی ایران دانسته‌اند. ایران‌نژاد پاریزی (۱) با مطالعهٔ کانی‌های رسی خاک‌های قدیمی مخروط‌افکنهٔ گیودری رفسنجان، وجود کانی‌های اسمکتیت، کلریت، پالیگورسکیت، ایلیت و کائولینیت را در این خاک‌ها گزارش نمود. در هر حال، شناخت خاک‌های قدیمی و نحوهٔ پیدایش آنها مبحثی از علوم خاک می‌باشد که در ایران، کم‌تر به آن توجه شده است.

بنابراین، پژوهش حاضر در راستای اهداف زیر، در منطقهٔ جیرفت – استان کرمان– انجام پذیرفت: ۱) شناسایی خاک‌های قدیمی۲) مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی رسی و میکرومرفولوژی خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقهٔ مطالعاتی ۳) تعیین ارتباط بین نحوهٔ تشکیل خاک‌های قدیمی و سطوح مختلف ژئومرفیک موجود در منطقهٔ مورد مطالعه

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقهٔ مطالعاتی

پژوهش حاضر در منطقهٔ جیرفت، واقع در ۲۳۰ کیلومتری جنوب استان کرمان انجام گرفت (شکل ۱). از نظر موقعیت جغرافیایی، منطقهٔ مطالعاتی در حد فاصل عرض‌های "۴۰ '۲۸ °۲۸ تا "۶ '۵۲ °۲۸ شمالی و طول‌های شرقی "۸ '۳۰ °۵۷ تا "۲۷ '۴ °۵۸ واقع شده است. رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک در منطقهٔ مورد مطالعه، به‌ترتیب، هایپرترمیک و اریدیک می‌باشند (۲). از منظر زمین‌شناسی، منطقهٔ مطالعاتی، بخشی از حوضهٔ ساختاری رسوبی ایران مرکزی محسوب می‌شود. قدیمی‌ترین واحدهای سنگ‌شناسی این دشت از شیست‌های سریسیتی همراه با تناوب فیلیت، ماسه‌سنگ دگرگونی و آمفیبولیت تشکیل شده‌اند. جوان‌ترین رسوبات، متعلق به دورهٔ کواترنری می‌باشند که شامل رسوبات مخروط‌افکنه‌های جوان و قدیمی، تراس‌های رودخانه‌ای و نهشته‌های بادی و سیلابی هستند و به‌طور دگرشیب روی سازندهای قدیمی‌تر قرار گرفته‌اند. این رسوبات، نفوذپذیری بالایی دارند (۶).

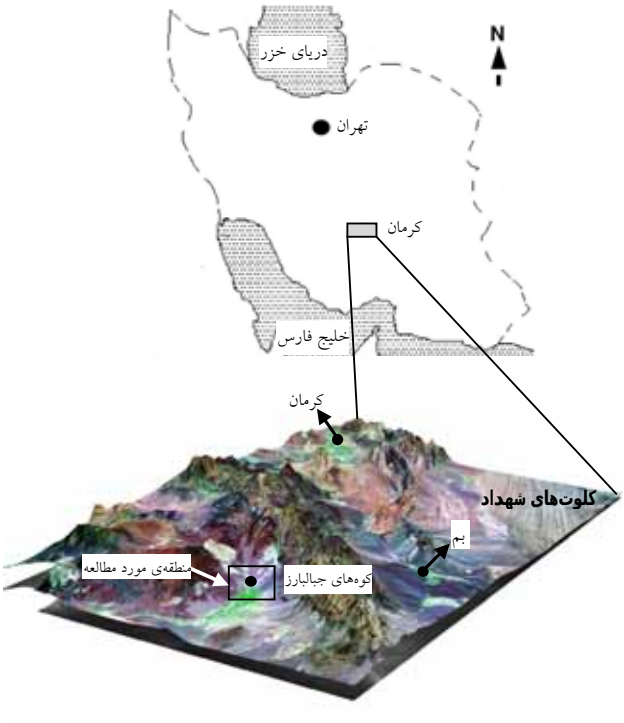
### مطالعات صحرایی

به منظور انجام این پژوهش، ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل (Google Earth)، سطوح ده‌گانهٔ ژئومرفیک موجود در منطقه، شامل رأس مخروط‌افکنه (Alluvial fan)؛ سطح ناپایدار مخروط‌افکنه؛ سطوح پایدار، نسبتاً پایدار و ناپایدار پدیمنت پوشیده (Mantled pediment)؛ سطوح پایدار و ناپایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی (Alluvial plain)؛ سطوح پایدار و ناپایدار دشت آبرفتی؛ و سطح اراضی پست (Low land) شناسایی و تفکیک شدند. سپس، تعداد ۲۰ خاکرخ روی ده سطح ژئومرفیک مزبور، مورد مطالعه قرار گرفت. برای مقایسهٔ خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقه، چهار خاکرخ، به‌عنوان شاهد (Representative pedons) انتخاب گردیدند (شکل ۲). خاکرخ اول و دوم، به‌ترتیب، روی سطح پایدار پدیمنت پوشیده و سطح پایدار حد واسط پدیمنت و

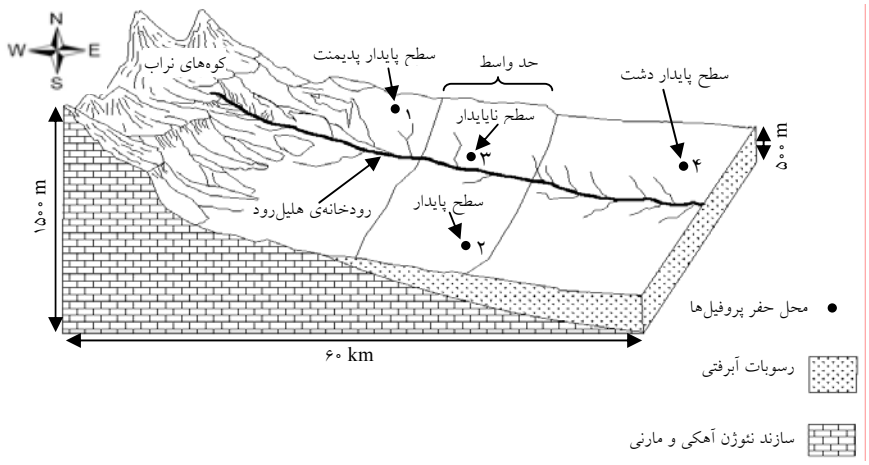


[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]




**شکل۱. موقعیت منطقهٔ مطالعاتی در استان کرمان**




**شکل۲. موقعیت خاکرخ‌های شاهد در سطوح ژئومرفیک انتخاب‌شده**

دشت آبرفتی قرار گرفته‌اند و به‌عنوان خاک قدیمی باقی‌مانده محسوب می‌شوند. خاکرخ سوم روی سطح ناپایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی قرار دارد و یک خاک قدیمی مدفون می‌باشد. خاکرخ چهارم نیز روی سطح پایدار دشت آبرفتی قرار گرفته است که جزء خاک‌های عهد حاضر موجود در منطقهٔ مورد مطالعه می‌باشد. پس از تشریح تمامی خاکرخ‌ها (۲۰ خاکرخ حفرشده) براساس راهنمای سرویس حفاظت منابع طبیعی آمریکا (۳۶)، از افق‌های ژنتیکی خاکرخ‌های شاهد، نمونه‌برداری شد و به‌منظور تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید و خاک‌ها بر مبنای سامانهٔ رده‌بندی



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

آمریکایی (۳۸)، طبقه‌بندی گردیدند. به‌علاوه، برای انجام مطالعات میکرومرفولوژی خاک، از تمامی افق‌های ژنتیکی خاکرخ‌های شاهد، کلوخه‌هایی دست‌نخورده برداشت شد.

### تجزیه‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های برداشت‌شده، ابتدا هواخشک شدند و سپس کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند تا بتوان تجزیه‌های معمول فیزیکی و شیمیایی را بر روی آنها انجام داد. به منظور انجام مطالعات میکرومرفولوژی، کلوخه‌های دست‌نخورده با استفاده از رزین سه‌جزئی وستاپول (Vestapool) و تحت مکش، تلقیح و در شرایط هوای آزاد سخت و خشک شدند. در نهایت تفسیر مقاطع نازک تهیه‌شده، توسط میکروسکوپ پلاریزان مدل الیمپوس-BH2 در دو حالت نور پلاریزهٔ صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) براساس راهنمای استوپس (۴۰) صورت پذیرفت و از قسمت‌های مورد نظر عکس‌برداری گردید. هم‌چنین، مطالعات کانی‌شناسی رس، روی افق‌های Btk و Btn مربوط به چهار خاکرخ شاهد انجام شد. برای این منظور از روش جکسون (۱۹) و کیتریک و هوپ (۲۹) استفاده شد. برای تعیین نوع کانی‌های رسی از دستگاه پراش پرتو ایکس مدل بروکر با زاویهٔ 2θ بین صفر تا ۴۰ درجه، ولتاژ ۴۰ کیلوولت و آمپراژ ۳۰ میلی‌آمپر، موجود در مرکز پیشرفتهٔ علوم محیطی کرمان، استفاده شد و چهار تیمار مختلف شامل اشباع با منیزیم، اشباع با پتاسیم، اشباع با منیزیم و اتیلن‌گلیکول و اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای هر یک از نمونه‌ها مورد تجزیه قرار گرفت و در نهایت، نمودارهای پراش پرتو ایکس مربوطه تهیه شد.

## نتایج و بحث

### خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مرفولوژیکی خاک‌ها

جدول ۱، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های شاهد را نشان می‌دهد. خاکرخ شمارهٔ یک روی سطح پایدار پدیمنت پوشیده قرار دارد که به‌عنوان یک خاک قدیمی باقی‌مانده است. هدایت الکتریکی در تمامی افق‌های این خاک، پایین (کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر) است. بررسی درصد نسبی ذرات خاک، افزایش درصد رس در زیر افق A از ۱۱/۲ درصد به ۱۵/۴ درصد را نشان می‌دهد که به همراه سایر خصوصیات مورد نیاز، مؤید تشکیل افق آرجیلیک (Btk) است. از آن‌جایی که امکان تشکیل افق آرجیلیک در اقلیم خشک زمان حال وجود ندارد؛ بنابراین، حضور افق مزبور در این شکل اراضی، نشان‌دهندهٔ وجود رطوبت قابل دسترس مناسب در دوران گذشته می‌باشد و در نتیجه، خاک موجود در سطح پایدار پدیمنت پوشیده، یک خاک قدیمی محسوب می‌شود. از طرفی، در سال‌های اخیر، منطقهٔ جیرفت به‌عنوان یک منطقهٔ باستانی مورد توجه قرار گرفته است. اگر چه احتمالاً تشکیل افق آرجیلیک بسیار قدیمی‌تر از شواهد یافته شده از تمدن بشر است، ولی وجود آثار باستانی شناخته شده در جیرفت، خود نشان‌دهندهٔ وجود شرایط مرطوب‌تر گذشتهٔ این منطقه است (۵). به‌علاوه، در منطقهٔ مورد مطالعه، مخروط‌افکنه‌های زیادی وجود دارند که در نتیجهٔ بارندگی و رسوبات به‌جا مانده از کوه‌های جبال‌بارز به وجود آمده‌اند؛ بنابراین، با توجه به اقلیم خشک حاکم بر منطقه می‌توان تا حدودی به شرایط مرطوب‌تر گذشته پی برد (۴). حضور توأمان افق‌های آرجیلیک، کلسیک و جیپسیک در این خاکرخ، باعث شده است که براساس سامانهٔ رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰)، این خاک تا سطح زیرگروه، به صورت کلسیک آرجی‌جیپسیدز (Calcic Argigypsids) رده‌بندی شود (جدول ۱).

خاکرخ دوم روی سطح پایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی حفر شده است و یک خاک قدیمی باقی‌مانده می‌باشد. به‌علت بافت درشت و شست‌وشوی زیاد، هدایت الکتریکی و مقدار نسبت جذب سدیم (SAR) در این خاکرخ کم بوده و کربنات‌کلسیم ثانویه در این خاکرخ به‌صورت توده‌های نرم تجمع یافته است. انحلال کربنات‌ها از افق بالایی و رسوب آنها در افق‌های پایین‌تر، شرایط مناسبی را برای خروج ذرات رس از افق‌های بالاتر و هم‌آوری (Flocculation)



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

این ذرات در ناحیه‌ای که رس تجمع یافته است، فراهم می‌کند. به عبارت دیگر، بارندگی کافی در دوران مرطوب‌تر گذشته، باعث خروج کربنات‌ها از افق‌های بالایی و تشکیل افق Bk و به دنبال آن، انتقال رس و تشکیل افق آرجیلیک (Btk) شده است (۲۷). افزایش مجدد آهک در دوره‌های خشک کنونی، تشکیل افق Bk را در عمق ۴۰ سانتی‌متری باعث گردیده است. بافت این خاک، شنی‌لومی و لومی‌شنی است. به‌طورکلی، این خاک، دارای تکامل و تنوع خاکزایی است و دارای افق‌های مشخصهٔ سطحی اکریک و زیرسطحی کلسیک و آرجیلیک می‌باشد. در نتیجه، براساس کلید رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰)، به‌صورت تیپیک کلسی‌آرجیدز (Typic Calciargids) رده‌بندی می‌شود (جدول ۱).

خاک قدیمی خاکرخ سوم که بر روی سطح ناپایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی حفر گردیده، توسط خاک‌های عهد حاضر مدفون شده است. این خاک نیز مشابه خاک‌های قدیمی قبل، دارای هدایت الکتریکی اندک (بین ۱/۳ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد و میزان نسبت جذب سدیم آن نیز پایین است. به‌نظر می‌رسد که در این خاک، ابتدا در اثر انحلال کربنات‌ها از افق‌های بالایی، افق Bk تشکیل شده است و به دنبال آن، به‌واسطهٔ انتقال ذرات رس، تشکیل افق Btk در نتیجهٔ اقلیم مرطوب‌تر گذشته اتفاق افتاده است. در هر حال، خاک عهد حاضر موجود بر روی خاک قدیمی زیرین، از میزان شوری، نسبت جذبی سدیم و درصد رس بیشتری برخوردار می‌باشد (جدول ۱) و بافت سنگین‌تری را به خود اختصاص داده است. در واقع، نزدیکی محل این خاکرخ به بستر رودخانه از یک سو، و نهشته شدن رسوبات ریزبافت در نتیجهٔ خشکی اقلیم و به تبع آن، تغییر رژیم رطوبتی رودخانه از سوی دیگر، منجر به تشکیل خاک با بافت سنگین‌تر در عهد حاضر گردیده است. بالا بودن درصد رس در این خاک، منجر به کاهش نفوذ آب و ضعیف شدن زه‌کشی گردیده و بنابراین، افزایش مقادیر شوری و نسبت جذبی سدیم را موجب شده است. برخلاف کمی رطوبت در زمان حال، به‌دلیل وجود سدیم تبادلی که از کاتیون‌های غالب در اقلیم‌های خشک می‌باشد، افق ناتریک (Btn) در خاک عهد حاضر تشکیل گردیده است (جدول ۱). به‌طور کلی، وجود افق‌های مشخصهٔ کلسیک، آرجیلیک و ناتریک در این خاکرخ، حاکی از تکامل و تنوع خاکزایی آن می‌باشد. نظر به این که خاک‌رویی، دارای تکامل خاکرخی می‌باشد؛ براساس اصول بیان شده در کلید رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰)، خاک زیرین به‌صورت یک خاک مدفون طبقه‌بندی نمی‌گردد و بنابراین، رده‌بندی کلی این خاکرخ به‌صورت تیپیک ناترآرجیدز (Typic Natrargids) می‌باشد (جدول ۱). خاکرخ شاهد چهارم، از جمله خاک‌های عهد حاضر می‌باشد که در سطح ژئومرفیک پایدار دشت آبرفتی قرار دارد. پوشش گیاهی این منطقه، درخت گز می‌باشد که دارای تحمل زیادی نسبت به شوری است. هدایت الکتریکی لایهٔ سطحی این خاکرخ، زیاد است (جدول ۱) و مجدداً در عمق ۵۵ سانتی‌متری، افزایش می‌یابد. زیادی هدایت الکتریکی در سطح این خاک را می‌توان به افزایش نمک از سطح فوقانی نسبت داد. درحالی‌که شوری خاک در عمق ۵۵ سانتی‌متری را می‌توان به سفرهٔ آب زیرزمینی شور منطقه مربوط دانست. با توجه به شوری زیاد و سهم بالای سدیم از کاتیون‌های تبادلی، مقدار نسبت جذبی سدیم (SAR) در تمامی افق‌ها از ۱۳ بیش‌تر می‌باشد (جدول ۱). زیادی سدیم در این افق باعث دیسپرس‌شدن رس و تشکیل افق ناتریک گردیده است (۲۸). تجمع مقادیر زیاد یون سدیم در خاک‌های عهد حاضر، خود دلیلی بر اقلیم خشک حاکم بر زمان تشکیل این خاک‌ها می‌باشد. به‌طور کلی، این خاک به‌دلیل دارا بودن افق‌های مشخصهٔ اکریک و ناتریک، بر اساس کلید رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) به‌صورت تیپیک ناترآرجیدز طبقه‌بندی می‌شود(جدول ۱).

### میکرومرفولوژی خاک‌ها

از مهم‌ترین پدیده‌های خاک‌سازی در افق‌های متکامل، وجود پوشش‌های رسی قوی با بی‌رفرنژانس (b-referengence) واضح می‌باشد (۳۷) که در منطقهٔ مورد مطالعه، به‌طور عمده در اطراف



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

ذرات اولیهٔ موجود در افق Btk خاکرخ اول (شکل۳.الف) قابل مشاهده بود. مرفولوژی پوشش رسی در افق مزبور، مؤید این است که تجمع رس، حاصل از شست‌وشوی افق بالادست (Illuviation) می‌باشد. همان‌طور که منابع مختلف نیز تأکید کرده‌اند، عامل مهم در انتقال رس، حذف و انتقال مواد هم‌آوری کنندهٔ ذرات می‌باشد (۲۶ و ۳۷). به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل فراوانی رطوبت قابل استفاده در اقلیم گذشتهٔ منطقه، ابتدا عوامل هم‌آوری کننده، مانند کاتیون‌های بازی، کربنات‌ها و گچ در اثر آبشویی از خاکرخ خاک خارج گردیده‌اند و سپس امکان دیسپرس‌شدن ذرات رس و حرکت آن به‌صورت سوسپانسیون به پایین خاکرخ و بنابراین پوشش بر روی ذرات اولیه و خاکدانه‌ها فراهم شده است (۱۱، ۱۵، ۱۸ و ۲۶). از طرفی، وجود دوره‌های خشکی، پس از انتقال رس در منطقه، به‌عنوان عامل اصلی در رسوب ذرات رس شست‌وشو یافته به حساب می‌آید (۱۶ و ۳۱). خادمی و مرموت نیز طی بررسی‌های میکرومرفولوژی، تشکیل پوسته‌های رسی در خاک‌های اریدی‌سول (Aridisols) منطقهٔ اصفهان را به شرایط مرطوب دورهٔ پلیستوسن نسبت داده اند (۲۵). به‌علاوه، وجود اقلیم مرطوب‌تر گذشته، برای رفسنجان (۳ و ۱۳) و نیز کویر لوت (۱۴) در استان کرمان گزارش گردیده است.

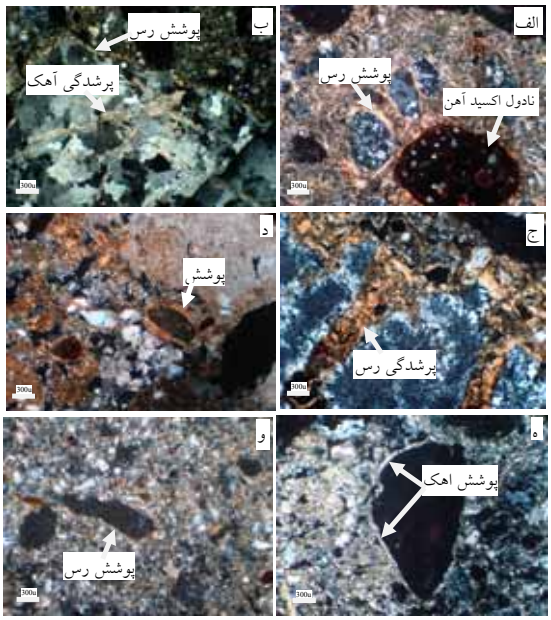
هم‌چنین، مشاهدهٔ نادول اکسید آهن (شکل ۳.الف) که به فاصلهٔ کمی از حفرات قرار دارد می‌تواند نشان‌گر این باشد که در فضای خلل و فرج، شرایط احیایی و در زمینهٔ اصلی خاک (Groundmass)، شرایط اکسیدی حاکم بوده است؛ بنابراین، اکسیدهای محلول با حرکت به طرف زمینهٔ خاک و برخورد با شرایط اکسید، به‌صورت نامحلول درآمده‌اند و به‌صورت نادول، رسوب و تجمع کرده‌اند. شواهد بالا نشان می‌دهند که خاک‌های این سطح، به‌طور متناوب در زمان‌هایی از سال با آب اشباع بوده‌اند و سپس حالت غیراشباع داشته‌اند (۳۰و ۴۳). در نتیجه، با توجه به شرایط خشک حاکم بر منطقه در زمان حال، می‌توان به وجود اقلیم مرطوب‌تر در گذشته و بنابراین تغییر اقلیم در طی زمان پی برد. وجود لایه‌بندی‌های مختلف در مطالعات مقاطع نازک خاک‌های قدیمی، از دیگر پدیده‌های خاک‌سازی مهم در این‌گونه خاک‌ها به حساب می‌آید که در شناخت روند تکامل و وقوع فرآیندهای خاک‌سازی مهم در آنها کارگشا می‌باشد. به‌عنوان نمونه، مشاهدهٔ پوشش رس روی پرشدگی آهک در افق Btk1 خاکرخ دوم (شکل ۳ ب)، نشان‌دهندهٔ این مطلب می‌باشد که فرآیند انتقال فیزیکی رس (Lessivage)، بعد از انتقال و رسوب کربنات‌ها رخ داده است. این ویژگی، باعث شده است که چنین خاکی را "چندتشکیلی" (Polygentic soil) نامند؛ چراکه چندین دورهٔ تکامل را در نتیجهٔ تغییر شرایط آب و هوایی پشت سر گذاشته است (۹). به نظر می‌رسد که حل شدن کربنات‌ها از افق سطحی و رسوب آنها در افق‌های پایین‌تر، سبب ایجاد شرایط لازم برای حرکت ذرات رس از سطح خاک و هم‌آوری این ذرات در منطقهٔ تجمع کربنات‌ها گردیده است (۲۵). (شکل ۳ ج) نیز پرشدگی رس را در خاک‌های قدیمی خاکرخ دوم نشان می‌دهد که این پدیده، تنها به اقلیم مرطوب‌تر گذشته نسبت داده می‌شود. مقطع نازک مربوط به افق 2Btk در خاکرخ سوم، نشان‌دهندهٔ وجود پوشش‌های رسی قوی در این خاکرخ می‌باشد (شکل ۳ د). این نوع پدیدهٔ خاک‌ساز، همانند افق Btk خاکرخ اول (شکل ۳ الف)، به‌عنوان شاخصی از برآورد شرایط مرطوب‌تر دوران گذشته مد نظر قرار می‌گیرد. هم‌چنین (شکل ۳ ه) در خاکرخ سوم، وجود پوشش‌های کربناتی قوی در اطراف یک منفذ نوع ووگ (Vugh pore) را در خاک قدیمی مدفون نشان می‌دهد که در نتیجهٔ رسوب مجدد کربنات‌های آبشویی‌شده از افق‌های بالایی تشکیل یافته است (۲۲ و ۲۳).

پوشش رس موجود در اطراف منافذ ووگ (شکل ۳. و) مقطع نازک تهیه‌شده از خاکرخ چهارم (خاک عهد حاضر) که محل تجمع رسوبات ریزبافت و شور می‌باشد، ویژهٔ افق‌های ناتریک است که در اثر انتشار ذرات رس توسط یون سدیم، تشکیل شده است. بنابراین، حضور این‌گونه پوشش‌های رسی در خاک‌های عهد حاضر منطقهٔ مطالعاتی، به‌دلیل نقش دیسپرس‌کنندهٔ سدیم است و به اقلیم گذشته نسبت داده



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]




**شکل۳. الف) پوشش رس و نادول اکسید آهن در افق Btk خاکرخ اول (XPL)، ب) پرشدگی آهک و پوشش رس (پلی‌ژنتیک) در افق Btk1 خاکرخ دوم (XPL)، ج) پرشدگی رس در افق Btk1 خاکرخ دوم (XPL)، د) پوشش رس در افق 2Btk خاکرخ سوم (XPL)، ه) پوشش آهک در افق 2Btk خاکرخ سوم (XPL)، و) پوشش رس نازک در اطراف منفذ ووگ در افق Btn2 خاکرخ چهارم (XPL)**

نمی‌شود. از سوی دیگر، وجود شوری و سدیم تبادلی بالا در این افق، مؤید نقش اقلیم خشک کنونی منطقه در تشکیل این نوع پوشش‌های رسی است. خرمالی و همکاران (۲۸) در مطالعهٔ میکرومرفولوژیکی افق آرجیلیک موجود در خاک‌های شور و سدیمی استان فارس نیز به نتیجهٔ مشابهی دست یافته‌اند.

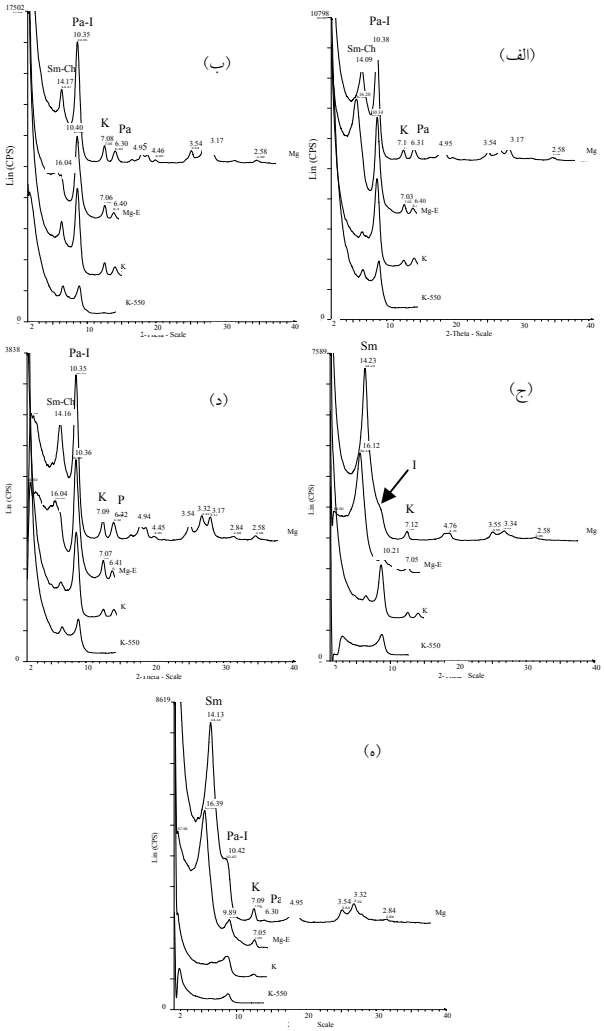
### کانی‌شناسی رسی خاک‌ها

شکل (۴ الف) نمودار پراش پرتو ایکس مربوط به افق Btk خاکرخ اول واقع بر سطح پایدار پدیمنت پوشیده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد کانی‌های رسی پالیگورسکیت، اسمکتیت، ایلیت، کلریت و کائولینیت در این خاک وجود دارند. وجود کانی پالیگورسکیت در خاک این سطح ژئومرفیک که متأثر از رسوبات الیگومیوسن می‌باشد، به افزایش این کانی از مواد مادری و سپس حفظ و پایداری آن در مجاورت بلورهای آهک در افق‌های کلسیک نسبت داده می‌شود (۱۲). خادمی و مرموت (۲۴) نیز وجود مقادیر فراوان پالیگورسکیت در ته‌نشست‌های الیگومیوسن ایران مرکزی را گزارش نموده‌اند. نظر به اینکه در تحقیق حاضر مطالعات میکروسکوپ الکترونی روبشی صورت نپذیرفته است، بنابراین تشکیل درجای پالیگورسکیت را نیز در این موقعیت ژئومرفیک نمی‌توان از نظر دور داشت. به‌دلیل عدم وجود شرایط تشکیل کانی‌های کلریت، ایلیت و کائولینیت در خاک‌های منطقه، منشأ موروثی این کانی‌ها که توسط محققین بسیاری نیز در ایران مرکزی گزارش شده (۷ و ۱۴) می‌تواند لحاظ شود. خاک قدیمی واقع بر سطح پایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی (افق Btk1 خاکرخ دوم)، همانند خاکرخ اول، دارای کانی‌های اسمکتیت، پالیگورسکیت، ایلیت، کلریت و کائولینیت است(شکل۴.ب). همان‌طور که در بحث خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ سوم اشاره شد، خاک واقع بر سطح ژئومرفیک ناپایدار حد واسط پدیمنت و دشت آبرفتی، دارای دو خاک عهد حاضر و قدیمی می‌باشد. کانی‌شناسی رسی خاک عهد حاضر (افق Btn1) نشانگر کانی‌های اسمکتیت، ایلیت و کائولینیت



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]




**شکل۴. الف) نمودارهای پراش پرتو ایکس در افق Btk خاکرخ اول، ب) افق Btk1 خاکرخ دوم، ج) افقBtn1 خاکرخ سوم، د) افق 2Btk خاکرخ سوم، ه) افق Btn2 خاکرخ چهارم**

**(Mg: اشباع با منیزیم، Mg-E: اشباع با منیزیم و اتیلن‌گلیکول، K: اشباع با پتاسیم، K-550: اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد؛ Sm: اسمکتیت، I: ایلیت، K: کائولینیت، Pa: پالیگورسکیت، Ch: کلریت)**

می‌باشد و مقدار نسبی کانی اسمکتیت در این خاک به حدی زیاد است که پیک کانی ایلیت را پوشانده است (شکل ۴. ج). به نظر می‌رسد که به‌دلیل رطوبت حاصل از سیلاب‌های رودخانهٔ هلیل‌رود در این موقعیت ژئومرفیک (سطح ناپایدار)، کانی پالیگورسکیت به اسمکتیت تبدیل شده (منشأ تغییر شکل‌یافته) و بنابراین منجر به افزایش شدت پیک اسمکتیت در افق Btn1 گردیده باشد. از سوی دیگر، کانی‌شناسی رسی خاک قدیمی دفن‌شده در این خاکرخ (شکل ۴. د)، مشابه خاک‌های قدیمی خاکرخ اول (افق Btk) و خاکرخ دوم (افق Btk1) می‌باشد. به‌دلیل دفن‌شدگی، از نفوذ رطوبت و بنابراین تبدیل کانی پالیگورسکیت به اسمکتیت در لایه قدیمی مدفون ممانعت به‌عمل آمده و بنابراین، پیک مربوط به کانی پالیگورسکیت



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

هم‌چنان دیده می‌شود. مطالعهٔ کانی‌شناسی رسی خاک‌های عهد حاضر سطح پایدار دشت آبرفتی، نشان‌دهندهٔ وجود کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، پالیگورسکیت و کائولینیت می‌باشد (شکل۴.ه). کانی اسمکتیت در این موقعیت ژئومرفیک، غالب است. به‌دلیل پایداری این سطح ژئومرفیک از یک سو، و بنابراین تأثیر کمتر رواناب از سوی دیگر، کانی پالیگورسکیت در این خاک، بر خلاف خاک عهد حاضر (خاکرخ سوم) دیده شد.

## نتیجه‌گیری

۱) وجود افق آرجیلیک در خاک‌های قدیمی منطقهٔ جیرفت، به اقلیم مرطوب‌تر گذشته نسبت داده می‌شود؛ درحالی‌که مشاهدهٔ رس زیاد و افق ناتریک موجود در خاک‌های عهد حاضر این منطقه، به حضور یون سدیم که از کاتیون‌های غالب در اقلیم‌های خشک می‌باشد، مربوط است. ۲) مطالعهٔ کانی‌شناسی رسی خاک‌های قدیمی منطقهٔ مطالعاتی، نشان‌دهندهٔ حضور کانی‌های اسمکتیت، پالیگورسکیت، کلریت، ایلیت و کائولینیت می‌باشد؛ درحالی‌که کانی‌های اسمکتیت، ایلیت و کائولینیت در خاک‌های عهد حاضر منطقه مشاهده گردیدند. از طرفی، وجود کانی پالیگورسکیت در منطقهٔ مورد مطالعه، به پایداری سطح ژئومرفیک نسبت داده شد.

۳) همان‌گونه که سطوح ژئومرفیک در شناسایی نحوهٔ تشکیل و تکامل خاک، نقش مهم و اساسی دارند؛ خاک‌های قدیمی نیز در شناسایی و تفکیک سطوح مختلف ژئومرفیک موجود در اشکال اراضی، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. بنابراین، ارتباط متقابل موجود بین خاک و ژئومرفولوژی، مؤید اهمیت مطالعات خاک‌شناسی در ارتباط با ژئومرفولوژی و بالعکس است.

## منابع مورد استفاده


۱. ایران‌نژاد پاریزی، م. ۱۳۸۸. مطالعه خاک‌های دیرینه و عهد حاضر مخروط‌افکنه گیودری رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۰۹ ص.

۲. بنایی، م. ح. ۱۳۷۷. *نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران*. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۳. فرپور، م. هـ.، م. کریمیان اقبال و ح. خادمی. ۱۳۸۲. نحوه تشکیل و میکرومورفولوژی اریدی‌سول‌های گچی و نمکی منطقه نوق رفسنجان در ارتباط با سطوح ژئومورفولوژی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۳): ۷۱– ۹۳.

۴. محمودی، ف. ۱۳۶۷. تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنری. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی ۲۰(۲۳): ۴۳– ۴۵.

۵. معتمد، ا. ۱۳۷۰. بررسی منشأ ماسه‌های منطقه یزد– اردکان. نشریه بیابان. انتشارات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران، ۱۳۰:۱۷۰.

۶. نقشه زمین‌شناسی جیرفت. ۱۳۷۱. سازمان زمین‌شناسی کشور.

۷. نورایی، ک. ۱۳۸۸. نحوه تشکیل و رده‌بندی خاک‌های ردیف پستی و بلندی سیرچ–کله شور در حوزه لوت. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

8. Courty, M. A. and N. Fedoroff. 1985. Micromorphology of recent and buried soils in a semi-arid region of northwestern India. Geoderma 35: 287-332.

9. Duchaufour, P. 1982. Pedology. George Allen and Unwin, London. 310 pp.

10. Eghbal, M. K. and R. J. Southard. 1993. Micromorphological evidence of polygenesis of three Aridisols, western Mojave Desert, California. Soil Sci. Soc. Amer. J. 57: 1041-1050.

11. Eghbal, M. K. and R. J. Southard. 1993. Stratigraphy and genesis of Durorthids and Haplargids on dissected alluvial fans, western Mojave Desert, California. Geoderma 59: 151-174.




[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

12. Farpoor, M. H., H. Khademi and M. K. Eghbal. 2002. Genesis and distribution palygorskite and associated clay minerals in Rafsanjan soils on different geomorphic surface. Iran Agric. Res. 21: 39-60.
13. Farpoor, M. H., H. Khademi, M. K. Eghbal and H. R. Krouse. 2004. Mode of gypsum deposition in southeastern Iranian soils as revealed by isotopic composition of crystallization water. Geoderma 121: 233–242.
14. Farpoor, M. H. and H. R. Krouse. 2008. Stable isotope geochemistry of sulfur bearing minerals and clay mineralogy of some soils and sediments in Loot Desert, central Iran. Geoderma 146: 283–290.
15. Fedoroff, N. and M. A. Courty. 1987. Mophology and distribution of textural features in arid and semi-arid regions. PP: 213-219. *In*: Fedoroff N. Bresson L. M. and Courty M. A. (Eds.), Soil Micromorphology. Proceeding of the 7th Inter. Working meeting on soil micromorphology.
16. Fedoroff, N., M. A. Courty and M. L. Thompson. 1990. Micromorphological evidence of paleoenvironmental change in Pliestocene and Holocene paleosols. *In*: Douglas, L.A.(Ed.), Soil Micromorphplpgy: A Basic and Applied Science. Developments in Soil Science Elsevier Pub., 716 pp.
17. Fernandez Sanjurjo, M. J., G. Corti and F. C. Ugolini. 2001. Chemical and mineralogical changes in a polygenetic soil of Galicia, NW Spain. Catena 43: 251-265.
18. Gile, L. H. and R. B. Grossman. 1968. Morphology of the argillic horizon in desert soils of southern New Mexico. Soil Sci. 106: 6– 15.
19. Jackson, M. L. 1975. Soil Chemical Analysis-advanced Course. Univ. of Wisonsin College of Agric., Dept of Soils Sci., Madison, WI.
20. Kemp, R. A. 1998. Role of micromorphology in paleoecological research. Quat. Inter. 51/52: 133-141.
21. Kemp, R. A. 1999. Soil micromorphology as a technique for reconstructing paleoenvironmental change. PP: 41-71. *In*: Singh Vi A. S. and Derbyshire (Eds.), Paleoenvironmental Reconstruction in Arid Lands. Balkema Pub., Netherlands.
22. Kemp, R. A., E. Derbyshire, F. H. Chen amd H. Z. Ma. 1996. Paleoenvironmental significance of the S1 Paleosol on The Northeastern Margin of The Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau. J. Quat. Sci. 11: 95-106.
23. Kemp, R. A., P. S. Tomas, J. M. Sayago, E. Debyshire, M. King and L. Wagner. 2003. Micromorphology OSL dating of the basalt part of the loess-paleosol sequence at La Mesuda in Tucuman province, northwest Argentina. Quat. Intl. 106-107: 111-117.
24. Khademi, H. and A. R. Mermut. 1998. Source of palygorskite in gypsiferous aridisols and associated sediments from central Iran. Clay Mine. 33: 561-578.
25. Khademi, H. and A. R. Mermut. 1999. Submicroscopy and stable isotope geochemistry of carbonates and associated palygorskite in Iranian Aridisols. Eur. J. Soil Sci. 50: 207-216.
26. Khademi, H. and A. R. Mermut. 2003. Micromorphology and classification of Argids andassociated gypsiferous Aridisols from central Iran. Catena 54: 439–455.
27. Khademi, H., A. R. Mermut and H. R. Krouse. 1997. Isotopic composition of gypsum hydration water in selected landforms from central Iran. Chem. Geol. 138: 245-255.
28. Khormali, F., A. Abtahi, S. Mahmoodi and G. Stoops. 2003. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi-arid regions of Southern Iran. Catena 776: 1-29.
29. Kittric, J. A. and E. W. Hope. 1963. A procedure for the particle size separation of soil for X-ray diffraction analysis. Soil Sci. Soc. 96: 312-325.
30. McCarthy, P. J., I. P. Martini and D.A. Leckie. 1998. Use of micromorphology for paleoenviromental interpretation of complex alluvial paleosols: an example from the Mill Creek Formation (Albian), southwestern Alberta, Canada. Paleogeog. Paleoclim. Paleoecol. 143:87-110.
31. McKeague, J. A. 1983. Clay skins and argillic horizons. *In*: Bullock P. and C. P. Murphy (Eds.), Soil micromorphology, Vol. 2. Soil genesis. Proc. 6th Int. Work. Meet. Soil micromorphology, London. 17-21 Aug. 1081. AB Academic publishers, Bekhamsted, UK.
32. Nettlton, W. D., B. R. Brasher, E. C. Benham and R. J. Ahrens. 1998. A classification system for buried paleosols. Quat. Inte. 51/52, 175-183.
33. Peter, M., M. Jacobs, E. Michael, B. Konen and B. Curry. 2009. Pedogenesis of a catena of the Farmdale-Sangamon Geosol complex in the north central United States. Paleogeog. Paleoclim. Paleoecol. 282: 119-132.
34. Retallack, G. J. 2001. Soils of the past. An Introduction to Paleopedology. Unwin Hyman Pub., Boston. 404 pp.
35. Ruhe, R. V. 1965. Quaternary and pleopedology. PP. 755-764. *In*: Wright H. E. and Frey D. G. (Eds.), The Quaternary of the United States. Princeton University Press, Princeton, NJ.
36. Schoeneberger, P. J., D. A. Wysocki, E. C. Benham and W. D. Broderson. 2002. Field book for describing and sampling soils. Natonal Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture, Lincoln, Nebraska.
37. Scolt, M. H. and M. C. Rabehorst. 1991. Micromorphology of argillic horizon in an upland tidelmarsh catena. Soil Sci. Soc. Amer. J. 55: 443-450.



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]

38. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed., USDA.
39. Srivastava, P. M. 2001. Paleoclimatic implications of pedogenic carbonates in Holocene soils of the Genetic Plains, India Paleogeograph., Paleoclimatol., Paleoecol., 172: 207-222.
40. Stoops, G. 2003. Guideline for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. SSSA, Madison, WI.
41. Thompson, M. L. 1986. Morphology and mineralogy of pre-Wisconsinan paleosol in Iowa. Soil Sci. Soc. Amer. J. 50: 981-987.
42. Yaalon, D. H. 1971. Soil forming processes in time and space. PP. 29-39. *In*: Yaalon D. H. (Ed.), Paleopedology Jerusalem. Israel Univercity Press, Israel.
43. Zarate, M. A., R. A. Kemp and A. M. Blasi. 2002. Identification and differentiation of Pleistocene paleosols in northern Pampas of Bueneos Aires, Argentina. J. South Amer. Earth Sci. 15: 303-313.

[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.17.1 ]