تغییرات خاک در ردیف ارضی-زمانی دو منطقه اقلیمی در زاگرس مرکزی

حسن رمضانپور[۱] و احمد جلالیان[۲]

چکیده

تغییر خواص و تکامل خاک‌ها در واحدهای مختلف فیزیوگرافی، در دو ناحیه اقلیمی شهرکرد و چلگرد، به ترتیب با میانگین بارندگی سالیانه ۳۱٤ و ۱۲۲٤ میلی‌متر، بررسی گردید. در ناحیه اقلیمی شهرکرد، میزان Fe_o (آهن بی‌شکل + آهن در ترکیبات آلی) در افق سطحی تمام واحدها بیشتر از افق زیرین بوده، ولی Fe_d (آهن بلوری + آهن بی‌شکل + آهن در ترکیبات آلی) در خاک‌های با زه‌کشی بهتر عمدتاً در سطح، و در خاک‌های با سطح ایستابی بالا در افق زیرین متمرکز است. افزایش اسمکتیت، کاهش کلریت و پالیگورسکیت در سطح خاک، احتمالاً به آثار موضعی اسیدهای آلی، تناوب اکسید و احیا و یا شدت هیدرولیز در اقلیم گذشته مرطوب‌تر مربوط می‌شود. حضور افق آرجیلیک و پتروکلسیک با کلسیت اسپاریتی و فابریک اسفرولیتیک، نشان دهنده آب‌شویی و رسوب‌گذاری مرحله‌ای و متناوب در اقلیم شهرکرد است. افزون بر این، کاهش میزان سنگ‌ریزه و شن از کوه به دشت را می‌توان به حل شدن ذرات درشت کربنات‌ها و رسوب‌گذاری مواد آبرفتی نسبت داد. در ناحیه اقلیمی چلگرد، کاهش pH و کربنات، و افزایش آهن پدوژنیک در افق سطحی نسبت به شهرکرد آشکار بود. هم‌چنین، وجود کانی‌های مخلوط کلریت- اسمکتیت، کاهش کلریت آهن‌دار در بخش رس ریز همراه با افزایش اسمکتیت، CEC بالا و فقدان افق پتروکلسیک نشان دهنده هوادیدگی و آب‌شویی بیشتر است. در این ناحیه، وجود بقایای آرجیلان با فابریک دایره‌ای(پاپیول)، افزایش Fe_d-Fe_o و قرمزی در افق مدفون، دلیل بر منشأ پلی‌ژنتیک خاک‌ها است. تغییر اقلیم در دو منطقه وجود داشته، ولی در ناحیه شهرکرد عامل زمان مهم‌تر بوده است. در ناحیه چلگرد، به دلیل فعال‌تر بودن حرکات تکتونیک زمین و ناپایداری واحدهای فیزیوگرافی، عامل توپوگرافی اهمیت بیشتری داشته، و ممکن است در تشکیل افق‌های مدفون و خاک‌های پالئوسول(تشکیل شده در اقلیم گذشته) نقش داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: *تغییر اقلیم، هوادیدگی، پتروکلسیک، آرجیلان*

---

۱. استادیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۲. دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

مقدمه

بالا روی زاگرس از اواخر دوره پلیوسن، به طور شدید آغاز شده و زمین‌های با توپوگرافی متفاوت را به وجود آورده است (۱و۲)، به گونه‌ای که میزان مواد آلی، رطوبت، عمق سولوم و رنگ خاک تحت تأثیر توپوگرافی تغییر می‌نماید. ولی اقلیم، عامل فعال در پدیده خاک‌سازی است، و تغییر آن موجب می‌شود که ویژگی‌های خاک و دیگر اجزای اکوسیستم، بیشتر تغییر کند و در سرعت تکاملی خاک اثر بگذارد (٦). بیرکلند (۳) معتقد است که سرعت تشکیل رس با افزایش رطوبت زیاد شده، و بیشترین میزان رس در محیط مرطوب و گرم به دست می‌آید.

در واقع افق‌های مدفون بیانگر نوعی تغییر اقلیم است (۱۰). از مشخصاتی مانند ناگهانی بودن مرز افق و ویژگی‌های کانی شناسی (مینرالوژیک) می‌توان در تشخیص آنها کمک گرفت (۳). افزایش قرمزی رنگ خاک با افزایش سن خاک (۳)، در دو حالت قابل بررسی است:

۱. رنگ تحت تأثیر مواد مادری است.
۲. تغییرات قرمزی خاک‌های قدیمی ممکن است به خاطر تغییر اقلیم باشد.

حالت دوم نشان دهنده یک فاصله یا وقفه در پدیده خاک‌سازی است، به گونه‌ای که دو مرحله رسوب‌گذاری و تشکیل خاک را به همراه دارد (۳). به سخن دیگر، خاک‌های مدفون حاصله از تغییر اقلیم بیانگر آن است که تشکیل خاک با دوره‌های متناوب رسوب‌گذاری-فرسایش همراه بوده است (۱۱). عامل مؤثر دیگر بر تکامل خاک‌ها، وجود کربنات است، و مقدار آن تحت تأثیر توپوگرافی، مواد مادری و اقلیم تغییر می‌نماید. زمان نیز نقش جداگانه در تغییر خواص دارد، به طوری که برخی از ویژگی‌های خاک، شامل رنگ و pH، با گذشت زمان تغییر می‌کند (۱۹). مثلاً مک‌فادن و ولدون (١٤) گزارش نمودند که ضخامت و قرمزی افق آرجیلیک در تراس‌ها را می‌توان به دوره قدیمی‌تر پلئیستوسن نسبت داد.

تشکیل خاک، نتیجه تأثیر متقابل فرایندهای مختلف پدولوژیک و ژئومورفولوژیک است (۱۰). در مورد تراس‌های رودخانه‌ای و تشکیل خاک، باید روابط میان خاک و زمین‌نما (Landscape، مجموعه‌ای از واحدهای ژئومورفولوژی) را در نظر گرفت. برای مثال، آیا شیب ناگهانی تراس رودخانه‌ای در نتیجه حرکات تکتونیک بالا آمدن (Uplift) و تغییرات اقلیمی به‌وجود آمده؟ یا در اثر تغییر برخی عوامل در داخل منطقه صورت گرفته است؟ در مناطقی که بالا روی تکتونیک زمین‌نما وجود دارد، سطوح تراس‌های رودخانه‌ای ممکن است دارای ارتفاع بیش از پنج متر باشد. در حالی که اختلاف ارتفاع تراس‌ها، در مناطقی که فاقد حرکات تکتونیک است، کمتر از پنج متر است (۱۰). تشکیل تراس‌ها معمولاًدر اثر کم و زیاد شدن آب رودخانه‌ها در اثر اقلیم (٦)، و یا توسط حرکات تکتونیکی زمین از طریق گسل، که موجب تغییر شیب می‌شود، صورت می‌گیرد (٦ و ۲۲). در مناطق دارای حرکات تکتونیک نیز، معمولاً خاک‌های قدیمی (Paleosol) و مدفون وجود دارد (۱۰ و۲۰).

در ارزیابی فرایندهای ژنتیکی(پیدایش خاک) و تعیین درجه تکامل پروفیلی خاک از نسبت $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ استفاده می‌شود. این نسبت معمولاً با عمق کاهش می‌یابد (٤ و ۲۱)، و کاهش آن با عمق، به کند شدن سرعت آزاد شدن آهن از کانی‌های سیلیکاته مربوط می‌شود (۲۱). افزایش این نسبت در افق‌های سطحی خاک‌های احیایی را در سه مورد می‌توان ذکر کرد (۱۷):

۱. حالت ماندابی دایمی موجب عقب انداختن آب‌زدایی و بلوری شدن آهن می‌گردد.
۲. یون‌های متحرک جذب کلویید می‌شوند.
۳. آهن فریک بی‌شکل در شرایط اکسید و احیایی کوتاه مدت غالب می‌شود.

در خاک‌های با اقلیم مدیترانه‌ای (Xeric) در افق‌های زیرین، این نسبت به میزان کمتر از ۰/۰۵ گزارش شده است (۲۳). برخی از گزارش‌ها مقدار $\frac{Fe_o}{Fe_d} < ۰/۳۵$ را برای خاک‌های با زه‌کشی خوب و قدیمی‌تر، و $\frac{Fe_o}{Fe_d} > ۰/۳۵$ را برای خاک‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

با زه‌کشی ضعیف و جوان‌تر نسبت داده‌اند (۱۷). پژوهش نشان داده است که در مراحل اولیه هوادیدگی و تکامل خاک، آزاد سازی آهن غیر بلوری از کانی‌های خاک، ممکن است از میزان فرایند تشکیل بلور (Crystallization) بیشتر گردد، و موجب شود که نسبت $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ افزایش یابد. ولی با افزایش سن و تکامل پروفیلی خاک، مقدار Fe_d بیشتر شده، و این نسبت کاهش می‌یابد (۲۱). در خاک‌های آهکی با زه‌کشی خوب، تشکیل اکسیدهای آهن پدوژنیک خیلی کند است، زیرا میزان حل شدن کانی‌های آهن‌دار یا کانی‌های ثانویه خاک در تعادل با $CaCO_3$، کم است. به سخن دیگر، در pH قلیایی (خاک آهکی) و شرایط تهویه خوب، آهن به شکل Fe^{3+} و رسوب وجود دارد نه Fe^{2+}؛ در نتیجه حلالیت و حرکت آهن خیلی کم است. بنابراین، غلظت اکسیدهای آهن پدوژنیک در این شرایط کاملاً پایین است (۲۳). هدف از انجام این پژوهش عبارت‌است از:

۱. بررسی نقش اقلیم در پیدایش ویژگی‌های متفاوت خاک‌ها.
۲. بررسی هم‌بستگی میان خاک و لندفرم(شکل اراضی) یا واحد فیزیوگرافی.
۳. به دست آوردن اطلاعات دربارهٔ وضع آب و هوای گذشته در زاگرس.

مواد و روش‌ها

وسعت منطقه مورد بررسی ۱٤٤۷٦۰۰ هکتار، و بخشی از حوزه آبخیز شمال رود کارون است (۲). ناحیه اقلیمی شهرکرد به مساحت ۵۹۳۸۰۰ هکتار، با میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۳۱٤/۵ میلی‌متر و ۱۲/۲ °C است، و شامل بخش‌های فرخ‌شهر، گندمان، جونقان، هفشجان، بروجن، فارسان و شهرکرد است. ناحیه اقلیمی چلگرد به مساحت ۲۲۰۷۰۰ هکتار، با میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۲۲٤ میلی‌متر و ۹/۵ °C است، و شامل بخش‌های شوراب، بازفت، شهریاری، دشتک، چشمه دیمه و چلگرد است. با استفاده از اطلاعات مربوط به ۳۹ نقشه توپوگرافی به مقیاس $\frac{1}{50000}$، نقشه منابع اراضی حوزه آبخیز و نقشه اقلیمی پیشنهاد شده (۲) به مقیاس $\frac{1}{250000}$، یک مسیر پیمایش(Transect) از واحدهای فیزیوگرافی غالب در هر ناحیه انتخاب گردید. در مسیر بررسی شهرکرد که از یک کیلومتری شمال شرقی فرخ‌شهر تا دو کیلومتری شمال غربی هفشجان امتداد داشت پنج پروفیل، و در مسیر بررسی چلگرد که از بازفت در جنوب زردکوه تا شهریاری و چشمه دیمه در شمال شرقی زردکوه امتداد داشت شش پروفیل شاهد انتخاب گردید، و از افق‌های ژنتیکی آنها نمونه‌برداری انجام شد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

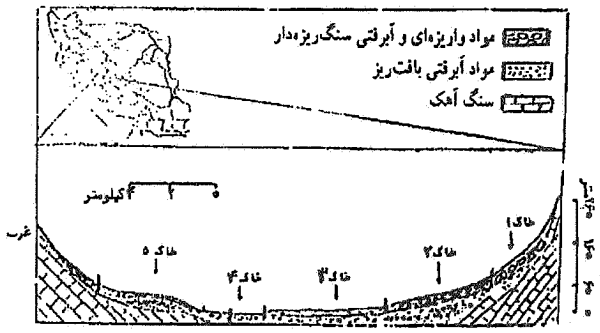
در آزمایش‌های فیزیکی- شیمیایی، افزون بر انجام آزمایش‌های متداول، آهن پدوژنیک با دو نوع محلول عصاره‌گیر، یکی سیترات-بیکربنات-دیتیونات (Fe_d) که آهن بی‌شکل+ آهن بلوری+ آهن در ترکیبات آلی را استخراج می‌نماید (۱۲)، و دیگری اکسالات آمونیوم اسیدی (Fe_o) که آهن بی‌شکل+ آهن در ترکیبات آلی را عصاره‌گیری می‌نماید (۱۷)، اندازه‌گیری شد. برای آزمایش میکرومورفولوژی، کلوخه‌های دست‌نخورده از افق‌ها تهیه گردید. برخی با رزین پتروپاکسی ۱٥٤ (نمونه را ابتدا در دمای ۷۰-٦۰ درجه در آون خشک کرده، آن را گرم نموده، سپس رزین و ماده سخت کننده را به نسبت۱:۱۰ مخلوط و کلوخه را با آن اشباع نموده و بعد در دمای ۱۳۵ °C به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده تا سخت گردد. با استفاده از کانادا بالزام جامد، نمونه را در سطح لام چسبانده و با پودر کوراندوم با مش‌های ٦۰۰ تا ۱۰۰ عمل سایش را انجام تا ضخامت مقطع به ۳۰ میکرون برسد) و تعدادی بارزین‌های معمولی اشباع شده، سپس تفسیر میکروسکوپی مقاطع نازک بر پایهٔ روش برووِر (۵) صورت گرفت.

برای کانی‌شناسی رس، با استفاده از روش کیتریک و هوپ (۱۳) مراحل زیر انجام شد:

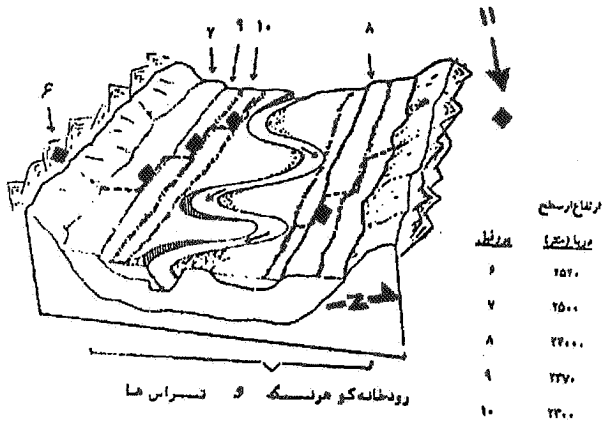
مراحل جداسازی : برای کربنات‌زدایی ۲۰ گرم خاک، استات سدیم در pH= ۵ و دمای ۸۰ °C، و برای اکسیداسیون مواد آلی، آب اکسیژنه ۳۰٪ در چند مرحله استفاده شد. به نمونه فوق ۱۰۰ میلی‌متر بافر سیترات، چهار گرم دی‌تیونات در دمای ۸۰ °C

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

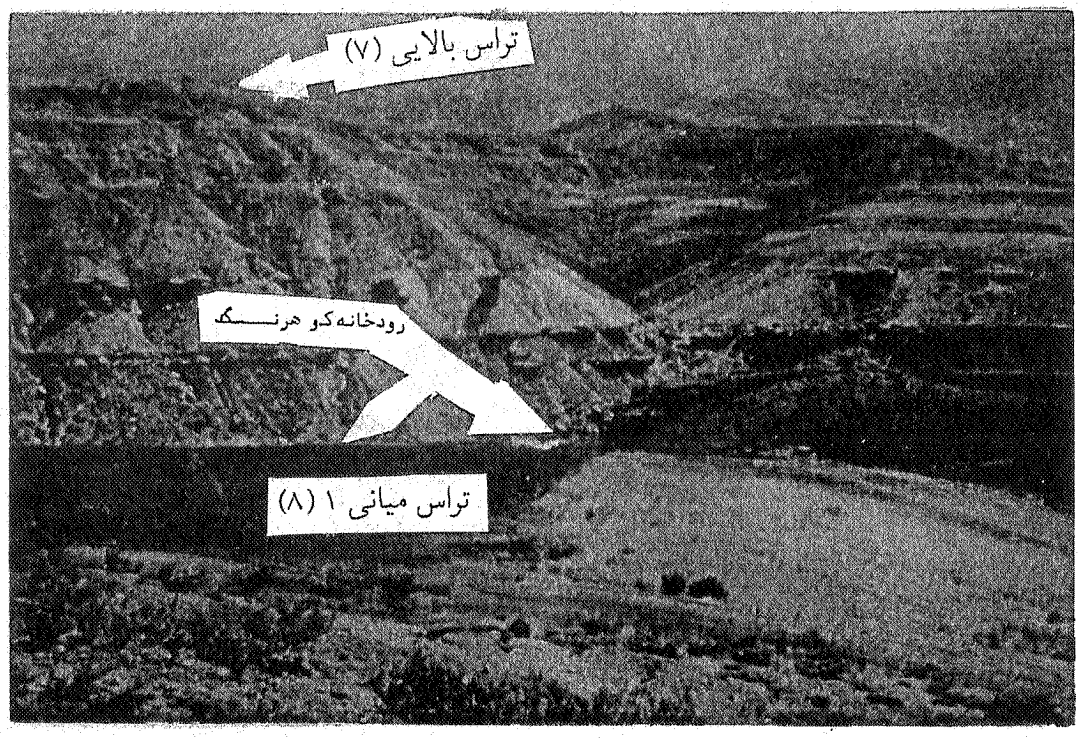
[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]



شکل ۱. نمایش شماتیکی محل حفر پروفیل‌ها (۱ تا ۵) در ناحیه اقلیمی شهرکرد



شکل ۲. نمایش شماتیکی محل حفر پروفیل‌ها (٦ تا ۱۱) در ناحیه اقلیمی چلگرد



شکل ۳. نمایی از وضع زمین‌نمای تراس‌ها در اطراف رود کوهرنگ (ناحیه اقلیمی چلگرد)

افزوده شد. پس از سانتریفوژ کردن و شست‌وشو با ۵۰ میلی‌لیتر بافر سیترات و سانتریفوژ، اکسید آهن آزاد در محلول رویی جمع‌آوری گردید. آن گاه به نمونه آب مقطر افزوده شده، رس ریز (کمتر از ۰/۲ میکرون) در ۲۷۰۰ دور در دقیقه به مدت ٤۱/۲ دقیقه و پنج مرتبه تکرار، و رس درشت (۰/۲-۲ میکرون) در ۷۵۰ دور در دقیقه به مدت ۵/۳ دقیقه و سه مرتبه تکرار جدا گردید.

مراحل آماده‌سازی: به ۵۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون نمونه، چند قطره کلرور منیزیم نرمال افزوده شد و به مدت پنج دقیقه با دور زیاد سانتریفوژ گردید. سپس دوباره ۵۰ میلی‌لیتر کلرور منیزیم نرمال افزوده شد و پس از تکان مکانیکی به مدت ۱۰ دقیقه و سانتریفوژ کردن، مایع رویی دور ریخته شد و پس از سه بار تکرار و انجام شست‌وشو با الکل یا آب، عمل سانتریفوژ صورت گرفت. اسلاید نمونه اشباع با منیزیم پس از تجزیه با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

اشعه ایکس به مدت یک روز در دسیکاتور حاوی اتیلن گلیکول در دمای C ۷۰° گذاشته شد. اشباع نمونه‌ها با کلرور پتاسیم یک نرمال نیز همانند اشباع با منیزیم بوده، و پس از تجزیه با اشعه ایکس، در دمای مختلف کوره الکتریکی به مدت دو ساعت قرار گرفت، و هر بار نیز عمل تجزیه انجام گردید. نمونه‌ها از زاویه صفر تا ۳۰ درجه۲θ در معرض اشعه ایکس دستگاه پراش‌سنج نوع شیمادزو مدل XD-610 و جریان ٤٠ میلی‌آمپر و ولتاژ ٤٠ کیلووات قرار گرفت.

نتایج و بحث

ناحیه اقلیمی شهرکرد

از آن‌جا که شیب در واحد فیزیوگرافی کوه زیاد است، سطوح ژئومورفیک آن پایدار نبوده، و به دلیل مواد مادری آهکی، خاک‌ها تکامل ندارند (جدول ۱). در واحد واریزه‌های بادبزنی شکل، خاک بدون تکامل (Xerorthents) روی خاک تکامل یافته‌ای با ساختمان بلوکی و افق‌های کلسیک و آرجیلیک قرار گرفته است (جدول ۱). به تدریج که شیب واحدها کمتر می‌شود (پروفیل ۳ و ٤) میزان سیلت و رس به دلیل خرد شدن و حل شدن سنگ‌ریزه‌های آهکی، بیشتر شده (۷ و ۲٦)، و زه‌کشی خاک ضعیف‌تر می‌گردد، به گونه‌ای که ساختمان بلوکی(تجمع رس) در افق زیرین، تجمع مواد آلی در سطح، و رنگین دانه‌ها در عمق را می‌توان مشاهده نمود.

در اراضی پست، کم بودن عمق آب زیرزمینی، تشکیل افق کلسیک را تحت تأثیر قرار داده، به طوری که بخشی از کربنات کلسیم ثانویه انتقال یافته از سطح (Illuvial) دارای منشأ از افق رویی است. ولی بخشی از کربنات کلسیم دارای منشأ آب زیرزمینی است، و با تبخیر آب در شرایط گرم و یا کاهش فشارCO_2 در اطراف شکاف سطحی (جدول ۱)، واکنش به سمت چپ تمایل یافته (رابطه ۱)، کربنات کلسیم به صورت رسوب در حاشیه شکاف انباشته می‌شود.

$$CaCO_3+CO_2+H_2O \rightarrow Ca^{2+}+2HCO^-_3 \qquad [۱]$$

پژوهش رابین‌هورست و همکاران (۱۸) نیز گویای این است که رسوب کربنات کلسیم ثانویه در نقاطی مانند شکاف داخل خاک، که تبادل گازی سریع‌تر است، می‌تواند انجام گیرد. در حالی که سوبکی و وایلدینگ (۲٤)، تشکیل افق کلسیک و تجمع آهک ثانویه در خاک‌های کلسی‌اکوالز (Calciaquolls) را نتیجه رسوب کربنات و بیکربنات محلول، از طریق حرکت رو به بالای جریان آب زیرزمینی تا نزدیک سطح خاک می‌دانند.

شرایط قلیایی و زه‌کشی ضعیف میزان هیدرولیز و تخریب کانی‌ها را محدود می‌نماید (۲٦). با این حال، تجمع اسیدهای آلی و تناوب اکسید و احیا موجب تغییر در کانی‌شناسی افق سطحی خاک پروفیل۳ و ٤ شده، به گونه‌ای که کاهش کلریت در بخش رس ریز، با افزایش اسمکتیت همراه بوده است. مورفولوژی پروفیل ٤ (جدول ۱) حضور رس انبساط‌پذیر (ایجاد شکاف)را تأیید می‌کند. با افزایش شیب از واحد اراضی پست به طرف فلات قدیمی،زه‌کشی بهتر می‌شود و رنگ خاک‌ها روشن‌تر می‌گردد. با پیدایش افق‌های آرجیلیک (شکل ۷) و پتروکلسیک (شکل ۸) در فلات قدیمی، خاک‌های تکامل یافته‌تر تشکیل می‌شود. کاهش نسبت $\frac{Fe_d}{رس}$ در عمق زیرین و توزیع نامنظم آن (شکل٤) در خاک‌های با زه‌کشی بهتر، دلیل بر این است که حرکت رس، مستقل از Fe_d بوده و هم‌بستگی میان آنها ضعیف است (٤ و ۱۲). به سخن دیگر، افزایش رس در آرجیلیک، موجب کاهش این نسبت می‌گردد، در حالی که ثابت شدن این نسبت در عمق زیرین (پروفیل ٤) به دلیل نوسان آب (شکل ٤)، نشان می‌دهد که زمان لازم برای تشکیل آهن بلوری فراهم نبوده ($\frac{Fe_o}{Fe_d}$ در پروفیل ٤ نسبتاً بیشتر از پروفیل ٥ می‌باشد) و مهاجرت هم‌زمان رس و آهن به وسیله نوسان آب زیرزمینی صورت می‌گیرد (٤).

شواهد زیر نشان می‌دهد که اقلیم گذشته در ناحیه اقلیمی شهرکرد، مرطوب‌تر از زمان حال بوده است:

الف) وجود افق مدفونBtkb2 در پروفیل ۲. در این حالت واریزه‌ها از نقاط پرشیب بالادست کوه به سمت پایین کوه و اراضی بادبزنی شکل سرازیر شده، و به دلایل زیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مورفولوژیک و طبقه‌بندی نیم‌رخ خاک‌های شاهد (ناحیه اقلیمی شهرکرد)

واحد فیزیوگرافی	نیم‌رخ (پروفیل) خاک	افق	عمق (سانتی‌متر)	رنگ مرطوب	ساختمان	کربنات ثانویه	کربنات کلسیم معادل (٪)	رس (٪)
کوه دارای سنگ‌های آهکی	۱	A	۰-۱۲	10YR 4/4	m	—	۲۷	٦٦
		C1	۱۲-٤۰	7.5YR 4/4	m	—	۳۳	٥۹
		C2	٤۰-٦۰	7.5YR 4/4	m	—	٤۱	٦۷
		C3	٦۰-۱۱۰	7.5YR 6/4	m	—	٦۳	٦٤
واریزه‌های بادبزنی شکل با شیب ۵-۸٪	۲	A	۰-۱۵	10YR 4/3	1fgr-m	—	۲۳	۲۷
		C1	۱۵-٤٥	10YR 4/4	m	—	۳۸	۳۲
		C2	٤٥-٦٥	10YR 4/4	m	—	٤۸	۳۸
		2Btkb	٦٥-۱۰۰	7.5YR 4/4	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٥۳	٦۲
		2BCkb	۱۰۰-۱٤۰	7.5YR 4/4	1fsbk-m	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٥۳	۳۹
دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای با شیب ۰-۱٪	۳	Ap	۰-۱۸	10YR 4/3	1fgr-m	—	۳۱	٥۷
		Btk1	۱۸-٤٦	10YR 5/3	1fsbk	آهک پودری به مقدار کم	٤۷	٦٦
		Btk2	٤٦-۸٥	10YR 5/3	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٥۱	٥۹
		Btkg1	۸٥-۱۲٥	10YR 5/2	3mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٤۱	٦۱
		Btkg2	۱۲٥-۱٥۰	10YR 5/2	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٤۷	٦۱
اراضی پست[۱]	٤	A	۰-۲٥	10YR 4/2	1mgr	—	٤۱	٦۷
		BK	۲٥-٥۰	10YR 4/2	1fsbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٤٥	٥۹
		Bkg1	٥۰-۷۲	10YR 5/2	1mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٤۲	٦۰
		Bkg2	۷۲-۹٥	10YR 5/2	1msbk	دارای آهک ثانویه زیر میکروسکوپ	٥۲	٦۰
		Bkg3	۹٥-۱٥۰	10YR 5/1	1fsbk	دارای آهک ثانویه زیر میکروسکوپ	٥۷	٦٥
فلات‌های قدیمی فرسایش یافته	٥	Ap	۰-۲٤	7.5YR 5/4	1fgr	—	۱۱	٤۷
		Btk1	۲٤-٥۲	7.5YR 4/4	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۳٥	٥٦
		Btk2	٥۲-٦۷	7.5YR 4/5	2msbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	٤۲	٤۹
		Btk3	٦۷-۹۰	7.5YR 5/5	2csbk-abk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۳٥	٥۰
		2bkm	>۹۰	—	m	آهک سخت شده با پوشش لامینار	۹۰	—

۱. سطح ایستابی گاهی نزدیک به سطح، دارای زه‌کشی ضعیف، رنگین دانه‌های اکسید و احیایی و شکاف در تابستان است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

ادامه جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مورفولوژیک و طبقه‌بندی نیم‌رخ خاک‌های شاهد (ناحیه اقلیمی شهرکرد)

واحد فیزیوگرافی	نیم‌رخ (پروفیل) خاک	کربن آلی (٪)	Fe_d-Fe_0 (٪)	pH گل اشباع	CEC cmol (+)kg^{-1}	رس ریز / کل رس	سیستم طبقه‌بندی ۱۹۹۸ (۲۵)
کوه دارای سنگ‌های آهکی	۱	۰/۶۹	۰/۷	۷/۹	۲۸/۵	—	Typic Xerorthents
		۰/۴۵	۰/۵۳	۷/۹	۲۹/۹	—	
		۰/۳۵	۰/۵۴	۸	۲۶/۸	—	
		۰/۲۳	۰/۲۶	۸/۲	۱۶/۶	—	
واریزه‌های بادبزنی شکل با شیب ۵-۸٪	۲	۰/۸۸	۰/۶۳	۷/۸	۲۱	۰/۳۱	Typic Xerorthents
		۰/۵۷	۰/۵۷	۷/۷	۱۹	۰/۳۴	
		۰/۳۴	۰/۴۹	۷/۸	۱۸	۰/۴۵	
		۰/۲۳	۰/۴۶	۷/۸	۱۷/۷	۰/۴۱	
		۰/۲۹	۰/۶۴	۷/۶	۱۷/۶	۰/۳۴	
دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای با شیب ۰-۱٪	۳	۱/۴۵	۰/۴۲	۸	۲۷/۹	۰/۳	Calcic Haploxeralfs
		۱	۰/۲۲	۸/۱	۲۴	۰/۴۱	
		۰/۳۷	۰/۱۵	۸/۲	۲۰	۰/۳۷	
		۰/۳	۰/۳۳	۷/۸	۲۲	۰/۳۹	
		۰/۱۸	۰/۴۲	۷/۹	۱۹	۰/۵۷	
اراضی پست[1]	۴	۲/۷۳	۰/۲۳	۷/۸	۳۰/۹	۰/۶۱	Aeric Calciaquolls
		۰/۵۹	۰/۲۵	۷/۸	۲۲/۶	۰/۵۱	
		۰/۵	۰/۳۵	۸	۲۴/۸	۰/۶۲	
		۰/۳۵	۰/۳۵	۷/۸	۲۱/۹	۰/۶۳	
		۰/۲	۰/۴	۸	۱۸/۴	۰/۶۹	
فلات‌های قدیمی فرسایش یافته	۵	۰/۵۲	۰/۷۶	۷/۷	۲۴	۰/۲۹	Petrocalcic Palexeralfs
		۰/۴۳	۰/۶۳	۷/۴	۲۴/۵	۰/۵۳	
		۰/۳۱	۰/۶۸	۷/۷	۲۳	۰/۵۵	
		۰/۲۸	۰/۷۳	۷/۶	۲۵	۰/۵۹	
		—	—	۷/۹	—	—	

۱. سطح ایستابی گاهی نزدیک به سطح، دارای زه‌کشی ضعیف، رنگین دانه‌های اکسید و احیایی و شکاف در تابستان است.

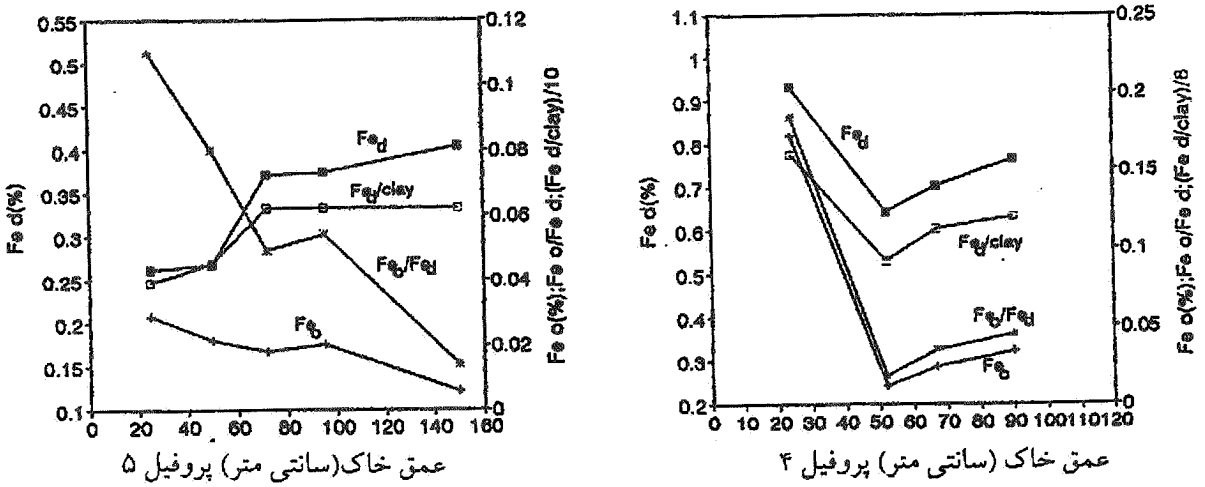
خاک‌های تکامل یافته زیرین را به وجود می‌آورد:

۱. شواهد مورفولوژی، شامل تغییر هیوی رنگ از 10YR در افق C2 به 7.5YR در افق 2Btkb و نیز مشاهده پوسته رسی مجزا و پیوسته در صحرا در افق 2Btkb.

۲. شواهد فیزیکی، شامل افزایش رس از ۳۷٪ در افق C2 به ۶۱٪ در افق 2Btkb.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]



شکل ٤. توزیع آهن پدوژنیک (Fed, FeO) و کل رس / Fed با عمق

۳. شواهد میکرومورفولوژی، شامل ساختمان توده‌ای در افق C2، ساختمان بلوکی، و نیز کلسیت سوزنی شکل پدوژنیک در افق 2Btkb.

مک‌فادن و ولدون (١٤)، افزایش ناگهانی رس و اکسید آهن را به تغییر اقلیم نسبت دادند. جساپ (١١) نیز خاک‌های مدفون را در اثر تشکیل خاک با دوره‌های متناوب رسوب‌گذاری-فرسایش و اقلیم مرطوب‌تر گذشته می‌داند.

ب) میزان بارندگی فعلی (٣١٤ میلی‌متر) به حدی نیست که آب‌شویی کربنات‌ها از افق سطحی و تشکیل افق پتروکلسیک در عمق زیرین را موجب گردد. هم‌چنین، حضور آرجیلان در افق Btk1 (شکل ٧)، و تجمع کانی‌های گروه اسمکتیت (شکل ٥)، و افزایش نسبت رس ریز به کل رس (جدول ١) در افق Btk3 از خاک‌های فلات قدیمی، دلیل بر این است که آب‌شویی بیشتر در اقلیم گذشته این شرایط را فراهم آورده است.

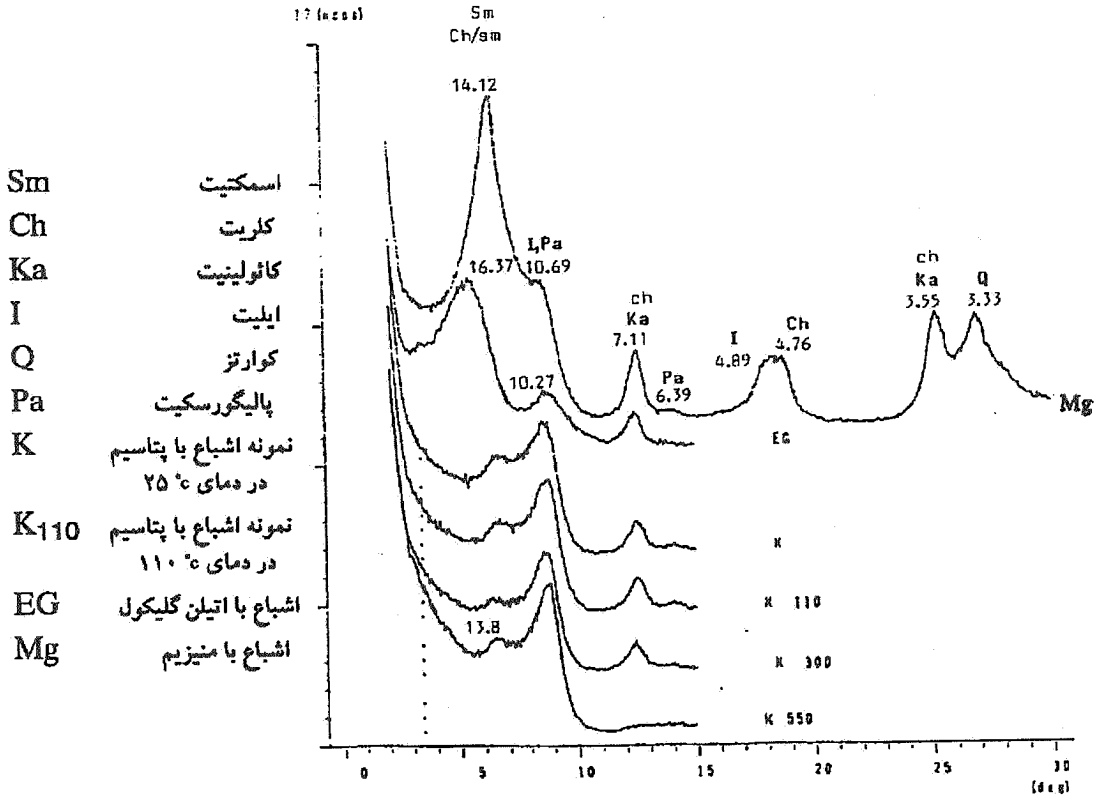
عدم مشاهده میکروسکوپی پوسته رسی (آرجیلان) در برخی خاک‌های این مناطق به دلیل آن است که بخشی از افزایش رس در اثر هوادیدگی در جا می‌باشد (٢٦)؛ و یا این که کربناته شدن و یا رشد بلورهای کلسیت ثانویه (٩)، یا فشار ناشی از انبساط کانی‌های اسمکتیت موجب شده است تا پوسته رسی جهت‌دار تخریب گردد (٩)؛ و یا مخلوط شدن کربنات‌ها با رس انتقال یافته از سطح ممکن است موجب شود تا در زیر میکروسکوپ، پوسته رسی از نظر پنهان شود(٩).

ج) تشکیل افق پتروکلسیک همراه با پوشش لایه‌های مطبق (Laminar capping) و خطی (شکل ٨)، نشان دهنده آب‌شویی و رسوب‌گذاری متناوب در اقلیم مرطوب‌تر گذشته است(٨).

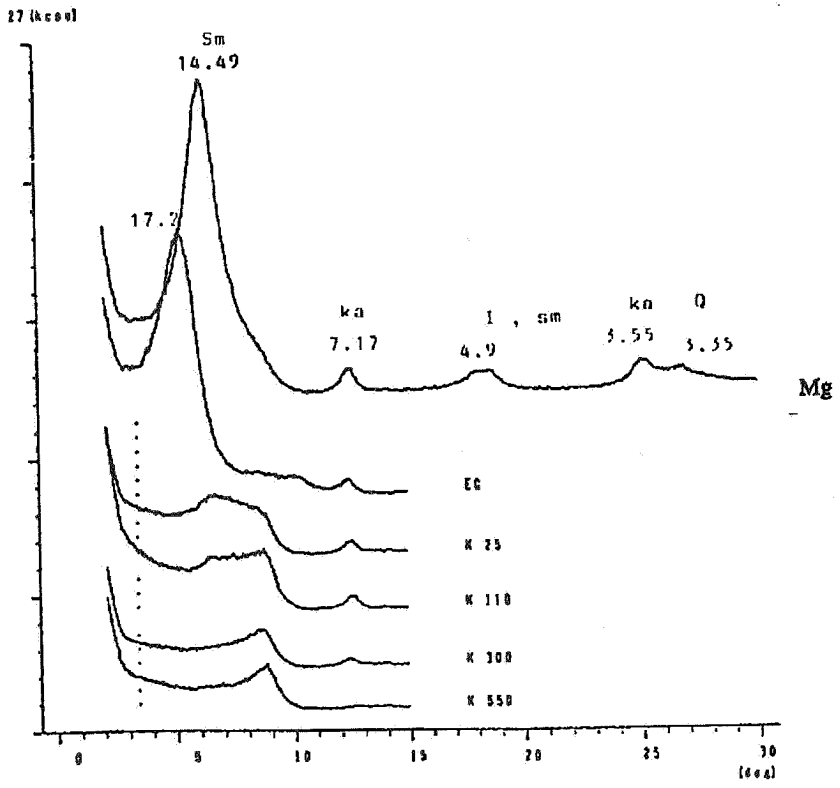
بررسی‌های مقطع نازک نشان داد که بخش لایه‌های مطبق خطی (شکل ٨) دارای مخلوطی از صور پدوژنیک کریستالاریا و نئوکلسیتان از کربنات خالص بوده، که عمدتاً در اندازه‌های اسپاریت (بزرگ‌تر از ٥٠ میکرون) است. گرچه برخی از گزارش‌ها، عامل بیولوژیک را در تشکیل قسمت مطبق (لامینار) مسئول دانسته‌اند (١٦)، ولی به طور کلی، پوشش‌های لامینار، آخرین مرحله تشکیل افق پتروکلسیک است، و چون بلورهای اندازه اسپاریت، رسوب مرحله‌ای و تدریجی کلسیت را نشان می‌دهد (٧ و ١٦)، از این رو، تشکیل لامینار، محصول فرایند افزایش متوالی کربنات‌ها است، که با تغییر رژیم رطوبتی، حرارتی و محلول شیمیایی در زمان طولانی‌تر شکل گرفته است، و خود معرف تغییر شرایط اقلیمی است (٧ و ١٦).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]



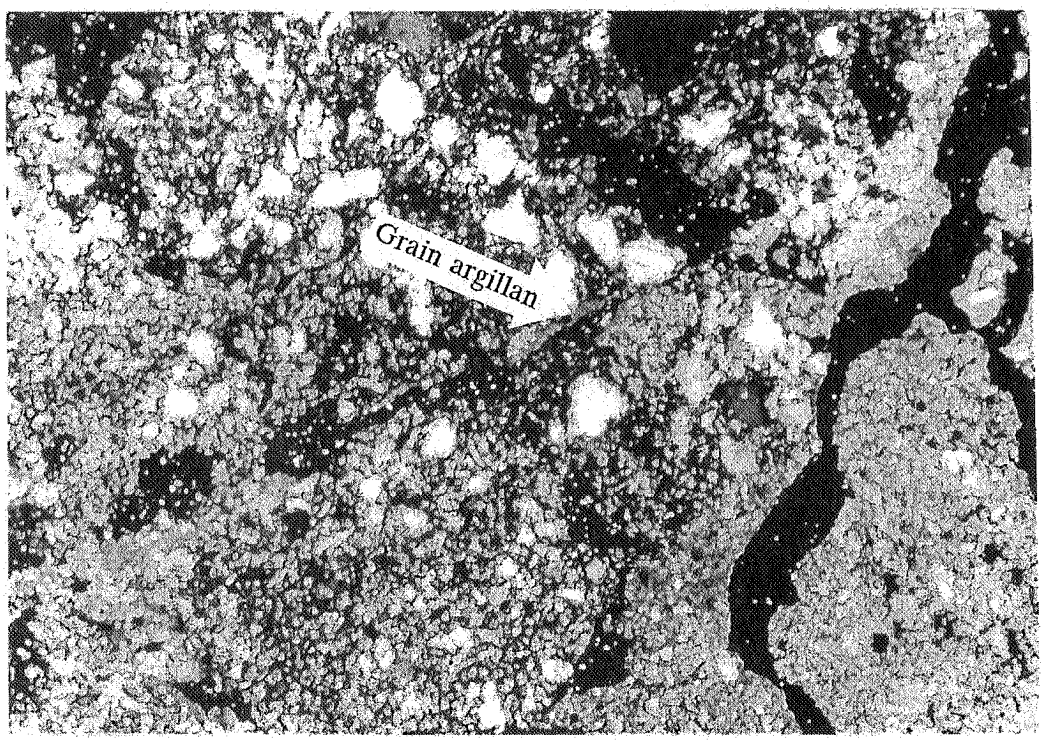
شکل ۵. دیفراکتوگرام اشعه ایکس رس ریز افق Btk3 پروفیل ۵ (اعداد روی نقاط فراز به آنگستروم)



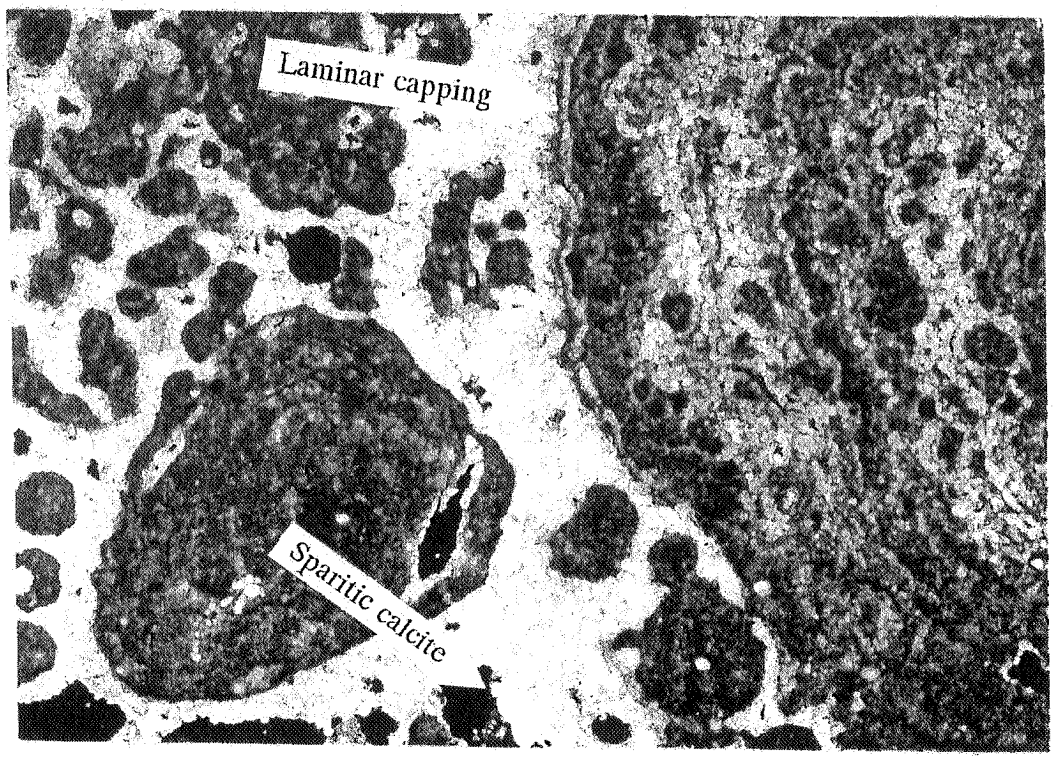
شکل ٦. دیفراکتوگرام اشعه ایکس رس ریز افق Bk2 پروفیل ۱۱ (اعداد به آنگستروم)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]



شکل ۷. مقطع میکروسکوپی افق **Btk1** پروفیل ۵، نور پلاریزه، طول عکس برابر ۲/۵ میلی‌متر
(شکاف داخل ماسه سنگ از تخریب پوسته رسی یا آرجیلان جلوگیری نموده است.)



شکل ۸ مقطع میکروسکوپی بخش مطبق (لامینار) افق **Bkm** پروفیل ۵ ، نور پلاریزه، طول عکس برابر ۲/۵ میلی‌متر
[بخش لامینار (سمت راست)، توده‌های قهوه‌ای کروی و کلسیت اسپاریت با فابریک اسفرولیتیک را نشان می‌دهد.]

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

ناحیه اقلیمی چلگرد

خاک‌ها در واحد کوه (پروفیل ٦) دارای افق آرجیلیک بوده، از تکامل خوبی برخوردارند (جدول ۲)، و به دلیل آب‌شویی زیاد، امکان تخریب کانی‌های کلریت و ایلیت و تشکیل کانی‌های مخلوط کلریت-اسمکتیت و ایلیت-اسمکتیت فراهم شده، موجب افزایش رس‌های گروه اسمکتیت و گنجایش تبادل کاتیونی خاک شده است. خاک‌های تراس بالایی(پروفیل ۷)، به دلیل آهک زیاد، از تکامل ضعیف‌تر برخوردارند. گرچه وجود کربنات‌های ثانویه سوزنی شکل و کانی‌های رسی مخلوط در بخش رس، دلیل بر هوادیدگی این خاک‌ها است.

به تدریج که ارتفاع از تراس‌ها به سمت رودخانه کوهرنگ کمتر می‌شود، تجمع اسمکتیت بیشتر آشکار می‌شود، به گونه‌ای که در تراس میانی ۱، خاک ورتی‌سول تشکیل شده، و در تراس میانی ۲، پوسته رسی انتقال یافته از افق‌های رویی در سطح خاک‌دانه‌ها و به صورت پخش شده در متن (زمینه) خاک (Soil matrix) دیده می‌شود، و بیشتر به صورت پوسته‌های فشاری وجود دارد. در افق‌های مدفون زیرین، بقایای پوسته رسی، که منشأ رسوبی و انتقال یافته از محل دیگر را دارد، به صورت پاپیول (Papule) است (شکل ۱۰). با افزایش فاصله از رودخانه کوهرنگ، در فلات قدیمی به دلیل تجمع رس‌های گروه اسمکتیت (شکل ٦)، خاک‌های ورتی‌سول تشکیل می‌شود (جدول ۲).

بررسی‌های مقطع نازک، نشان می‌دهد که پوسته‌های رسی اغلب تخریب یافته‌اند (در اثر رشد بلورهای کلسیت یا انقباض و انبساط رس‌ها)، به گونه‌ای که بقایای پوسته رسی به صورت پاپیول ظاهر می‌گردد (شکل‌های ۹ و ۱۰). در این خاک‌ها، آرجیلان عمدتاً به دلایل زیر دارای منشأ فشاری بوده و کمتر ایلوویال (انتقال یافته از سطح) هستند:

۱. ضخامت رس‌های انتقال یافته از سطح و جهت‌دار (آرجیلان ایلوویال) روی دیواره منافذ، کم بوده و یا در متن خاک پخش هستند (فابریک ماسپیک)، و یا به صورت لایه‌ای نازک، سطح ذرات درشت را احاطه کرده‌اند (فابریک اسکل‌سپیک).

۲. نسبت‌های رس ریز به کل رس در افق‌های رویی و زیرین، چندان اختلافی ندارند (جدول ۲).

۳. وقتی رس‌های انبساط‌پذیر در خاک زیاد است، در اثر خشک و مرطوب شدن، ذرات درشت چرخش نموده و کانی‌های رسی در اطراف ذرات درشت، جهت‌دار می‌شوند(۸).

بر پایهٔ اطلاعات موجود، می‌توان گفت که احتمالاً تغییرات اقلیمی، زمان طولانی و پدیده بالاروی زمین‌نما در اثر فعالیت تکتونیک، بر تغییر خواص خاک تأثیر بسزایی داشته است. به عنوان مثال، وجود افق مدفون 2Btkb در پروفیل ۹ (تراس میانی ۲) می‌تواند این آثار را منعکس کند. زیرا از یک سو، تغییر ناگهانی رنگ به سمت قرمزشدن (از 7.5YR به 2.5YR، و از سوی دیگر، افزایش میزان رس و آهن پدوژنیک (جدول۲)، وجود کانی‌های رسی جهت‌دار با فابریک دایره‌ای و تغییر شکل یافته، که در متن خاک پخش می‌باشند، و وجود بقایای آرجیلان بنام پاپیول (شکل ۱۰)، از شواهدی هستند که افق 2Btkb را مدفون نشان می‌دهند.

اسمک و همکاران (۲۳) در بررسی خاک‌های پالی زرالف (Palexeralf) اسپانیا، وجود افق دارای هیوی قرمزتر از 10YR را در بخش زیرین سولوم خاک به هماتیت و منشأ پلی‌ژنتیک خاک‌ها نسبت دادند. این پژوهشگران، بخش زیرین را با دوره مرطوب‌تر پلئیستوسن و بخش فوقانی را با اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک زمان حاضر مرتبط دانستند. ری‌تالاک(۲۰) معتقد است که در خاک مدفون در پالئوسول‌ها، در اثر آب‌زدایی، فری‌هیدرات به گوتیت، و سپس به هماتیت تغییر می‌یابد. میکسنر و سینگر(۱۵) نیز در بررسی خاک‌های پالئوسول در کالیفرنیا با رژیم رطوبتی زریک، نتیجه گرفته‌اند که در افق2B21t، تغییر ناگهانی رنگ از 7.5YR به 2.5YR وجود داشته است، و نقش رسوب‌گذاری هم‌زمان را در این حالت مردود دانسته، ولی تغییر اقلیم را عامل مؤثر می‌دانند.

حال با توجه به این که اثر دراز مدت تشکیل خاک (زمان طولانی‌تر) نیز می‌تواند همانند نتایج پدولوژیک تغییر اقلیم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مورفولوژیک و طبقه‌بندی نیم‌رخ خاک‌های شاهد (ناحیه اقلیمی چلگرد)

واحد فیزیوگرافی	نیم‌رخ خاک	افق	عمق (سانتی‌متر)	رنگ مرطوب	ساختمان	کربنات ثانویه	کربنات کلسیم معادل (٪)	رس (٪)
کوه	۶	A	۰-۲۲	10YR 3/3	2fgr	—	۳	۵۸
		Bw	۲۲-۴۰	10YR 4/3	2mabk	—	۱۲	۶۵
		B1	۴۰-۸۰	10YR 4/4	1(f-m)abk	—	۴	۷۳
		C	۸۰-۱۳۰	2.5YR 4/4	m	—	۲۰	۴۷
تراس بالایی	۷	Ap	۰-۱۸	7.5YR ¾	1fgr	—	۲۱	۴۳
		Bk1	۱۸-۴۴	7.5YR 4/4	1fsbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۵۲	۳۸
		Bk2	۴۴-۷۶	10YR 5/6	1fsbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۶۰	۴۹
		Bk3	۷۶-۹۳	10YR 5.5/6	1fsbk-sbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۵۸	۲۵
		2Bk4	۹۳-۱۰۱	7.5YR 5.5/6	1fsbk-m	آهک پودری و رشته‌ای به مقدار نسبتاً زیاد	۶۸	۹
		2BCk	۱۰۱-۱۳۰	10YR 5.5/4	1fsbk-m	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۶۵	۱۷
		2C	۱۳۰-۱۵۰	10YR 7/3	m	—	۷۵	۴
تراس میانی[1]	۸	Ap	۰-۲۴	10YR 3/3	2fgr-sbk	—	۴	۵۳
		Bk	۲۴-۵۱	10YR 3/3	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۱۵	۴۹
		Btk	۵۱-۸۰	10YR 4/3	3mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۲۳	۴۲
		B'k	۸۰-۱۳۰	10YR 4/4	3mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۲۱	۴۵
تراس میانی	۹	Ap	۰-۱۸	10YR ¾	1fgr-m	—	۳	۵۳
		Btk1	۱۸-۳۸	10YR ¾	1(f-m)abk	آهک پودری خیلی کم	۱۸	۵۳
		Btk2	۳۸-۷۲	10YR 4/4	2mabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۲۵	۴۱
		Btk3	۷۲-۹۵	7.5YR 4/4	2mabk	آهک پودری و رشته‌ای به مقدار نسبتاً زیاد	۲۲	۴۵
		Btk4	۹۵-۱۲۴	7.5YR 4/4	2mabk	آهک پودری و رشته‌ای به مقدار نسبتاً زیاد	۲۴	۴۷
		2Btkb	۱۲۴-۱۵۰	2.5YR 3.5/6	2fabk-sbk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۲۶	۶۱
تراس پایینی	۱۰	A	۰-۲۵	10YR ¾	1fsbk-m	—	۵۱	۲۲
		C1	۲۵-۷۴	10YR 5/4	m	—	۷۰	۹
		C2	۷۴-۱۰۰	10YR 5/4	m	—	۷۵	۱۰
فلات‌های قدیمی	۱۱	Ap	۰-۱۵	7.5YR ¾	1vfgr	—	۱۲	۴۹
		Bk1	۱۵-۴۵	10YR 4/3.5	2fabk	آهک پودری به مقدار نسبتاً زیاد	۱۵	۴۷
		Bk2	۴۵-۸۵	10YR 3.5/4	2fabk	آهک پودری به مقدار زیاد	۲۰	۴۸
		Bk3	۸۵-۱۳۰	10YR 3.5/3	1vfabk	آهک پودری به مقدار زیاد	۲۰	۴۹
		Bk4	۱۳۰-۱۷۰	10YR 3.5/5	1vfabk	آهک پودری به مقدار زیاد	۲۱	۵۱/۵

۱. اسلیکنساید و خاک دانه‌های گوه‌ای شکل در عمق‌های ۴۰-۹۰ سانتی‌متری دیده شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

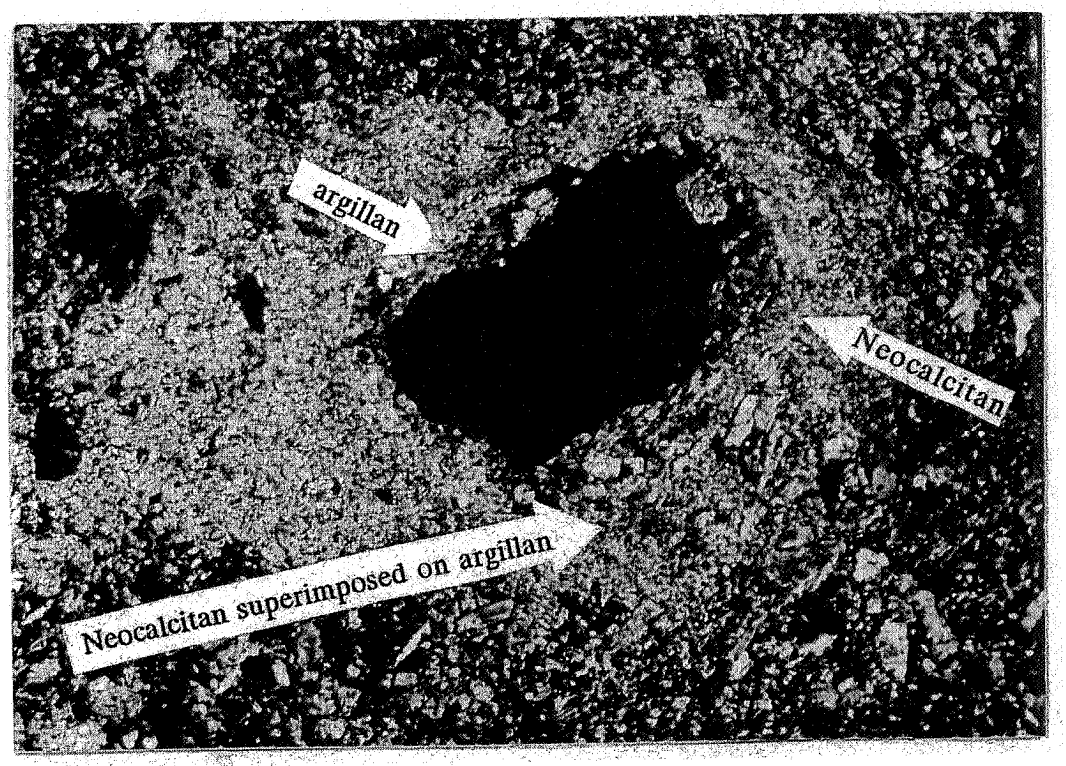
ادامه جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مورفولوژیک و طبقه‌بندی نیم‌رخ خاک‌های شاهد (ناحیه اقلیمی چلگرد)

واحد فیزیوگرافی	نیم‌رخ خاک	کربن آلی (٪)	Fe_d-Fe_0 (٪)	pH گل اشباع	CEC cmol (+)kg^{-1}	رس ریز / کل رس	سیستم طبقه‌بندی ۱۹۹۸ (۲۵)
کوه	٦	۳/۳	۲/۱۳	۷/۱	٤٦/٤	۰/٥٤	Mollic Haploxeralfs
		۱/۲	۱/۹	۷/۳	٤٥/۱	۰/٥٤	
		۱/۱٥	۱/۷٥	۷/۳	٤۹/۲	۰/٦	
		۰/٦٥	۱/٤۹	۷/٦	٤۳/٦	—	
تراس بالایی	۷	۱/٥	۱/۱٦	۷/٥	٤٥/٤	—	Typic Calcixerepts
		۰/۸۸	۰/۷۷	۷/٦	۳۲/۷	—	
		۰/٥٦	۰/٤٥	۷/۹	۱۹/۳	—	
		۰/۳۸	۰/٤۳	۷/۸	۲۲/۲	—	
		۰/۰۷	۰/٤۳	۷/۹	۱۱/٦	—	
		۰/۰٦	۰/٤۲	۷/۹	۱٥/۸	—	
		۰/۰٦	۰/۳٤	۸	۸/٤	—	
تراس میانی[1]	۸	۱/٥۱	۱/۱	۷/٦	٤٥/۲	—	Chromic Calcixererts
		۱/٥۱	۰/۸۲	۷/٦	٤۱/۷	—	
		۰/۳۹	۰/٦۱	۷/۷	۳۸/٦	—	
		۰/۳٤	۰/٤٤	۷/٦	۳۷/٦		
تراس میانی	۹	۱/۳۹	۰/۹۳	۷/٦	٤٥/۳	۰/٦٤	Calcic Haploxeralfs
		۰/٦	۰/۸٤	۷/٦	٤۱/۸	۰/٦۸	
		۰/٤۱	۰/۷۹	۷/۷	۳٦/۱	۰/٦٥	
		۰/۲۸	۰/۷۹	۷/٤	٤۲/۸	۰/٦٦	
		۰/۲٥	۰/۷٦	۷/٦	٤۰/٤	۰/٦۸	
		۰/٤۹	۱/٤۹	۷/٤	٥۱/۱	۰/٦۹	
تراس پایینی	۱۰	۰/۷۸	۰/٦۲	۷/٤	۲۲/۹	—	Typic Xerorthents
		۰/۲۷	۰/۱٥	۷/۷	۱۲/۲	—	
		۰/۲٦	۰/۱٥	۷/۷	۱۳/۸	—	
فلات‌های قدیمی	۱۱	۰/۷	۰/۷٤	۷/٤	٤۳	—	Chromic Calcixererts
		۰/۳۲	۰/٦۸	۷/٥	٤۲	—	
		۰/۲٦	۰/٦٦	۷/٥	٤۱/٥	—	
		۰/۲	۰/٦۱	۷/۸	٤۲	—	
		۰/۱۲	۰/٥۹	۷/۷	٤٦/٥	—	

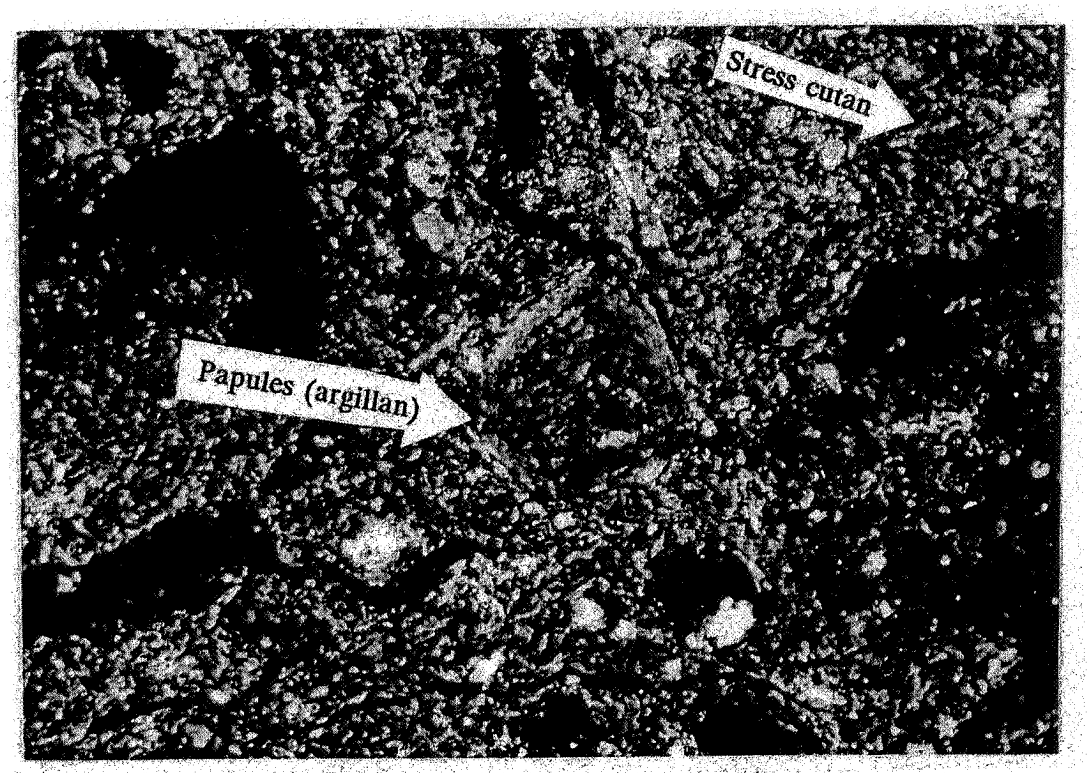
۱. اسلیکنساید و خاک دانه‌های گوه‌ای شکل در عمق‌های ٤۰-۹۰ سانتی‌متری دیده شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]



شکل ۹. مقطع میکروسکوپی افق Btk پروفیل ۸، نور پلاریزه، طول عکس برابر ۰/۵ میلی‌متر
(نئوکلسیتان روی آرجیلان و تخریب بخشی از آرجیلان را نشان می‌دهد.)



شکل ۱۰. مقطع میکروسکوپی افق 2Btkb پروفیل ۹، نور پلاریزه، طول عکس برابر ۰/۵ میلی‌متر
[آرجیلان با منشأ رسوبی (پاپیول) و کوتان فشاری به صورت غالب را نشان می‌دهد.]

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

باشد، این پرسش مطرح می‌شود کـه آیـا تغییـرات قرمـزی افـق 2Btkb در پروفیل ۹،در اثر زمان طولانی‌تر انجام شده، یا در اثـر اقلیم، و یا هر دو؟ به نظر می‌رسد که هر دو عامل اقلیم و زمـان در این‌جا نقش دارند. میزان Fe_o-Fe_d (جدول ۲) در افق مدفـون برابر ۱/٤۹، ولی برای افق‌های Btk4 و Ap به ترتیب برابـر ۰/۷٦ و ۰/۹۳ می‌باشـد. مقـدار Fe_o-Fe_d، آهـن بلـوری آزاد را نشـان می‌دهد، و چون هرچه اکسید آهن بلوری در یـک خـاک بیشـتر باشد سن آن خاک بیشتر است (۲۷)، می‌توان گفت کـه 2Btkb قدیمی‌تر است.

وجـود تراس‌هـای رودخانـه‌ای می‌توانـد نظریـه پیدایـش خاک‌های پالئوسول در ناحیـه اقلیمـی چلگـرد (تغییـر اقلیـم) و منشأ پلی‌ژنتیـک خاک‌هـا را تقویـت نمـاید. وجـود تراس‌هـا و بریدگی عمیـق اطـراف رودخانـه و پیدایـش گسـل در اطـراف زردکوه، نشان می‌دهد که این منطقه از نظر تکتونیک فعال بـوده است (۱۰). چون اختلاف ارتفاع تراس‌های بالایی و میانی، بیش از پنج متر است، تشکیل این تراس‌هـا می‌توانـد در اثـر فعـالیت تکتونیک نیز صورت گیرد (۱۰). گرچه بول (٦) معتقد است کـه گسل‌های موضعی ممکن است تراس‌هایی ایجـاد نمـایند کـه از نظر سن و خـواص پدولـوژیـک مشـابه، ولـی از نظـر خـواص توپوگرافی متفاوت باشند، بـا وجـود ایـن، جـرارد (۱۰) وجـود خاک‌های پالئوسول را در مناطق فعال تکتونیک ممکن می‌دانـد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً تراس‌های منطقه مورد بررسی در ناحیه چلگرد، در اثر فعالیت تکتونیک و اقلیم گذشته مرطوب‌تر شکل گرفته، و با تغییـر شـیب از طریـق فرسـایش و رسوب‌گذاری، ویژگی‌های خاک‌ها تغییر نموده است.

منابع مورد استفاده

۱. درویش‌زاده، ع. ۱۳۷۰. *زمین‌شناسی ایران*. نشر دانش‌آموز وابسته به مؤسسه انتشارات امیرکبیر، تهران.

۲. مهندسی مشاور یکم. ۱۳٦۷. مطالعات جامع احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی حوزه آبخیز شمالی رود کارون. جلدهای دوم، ششم، هشتم و چهارم. وزارت کشاورزی، معاونت طرح و برنامه، تهران.

3. Birkland, P. W. 1984. Soils and Geomorphology. Oxford Univerity Press, New York.

4. Blume, H. P. and U. Schwertmann. 1969. Genetic evaluation of profile distribution of Al, Fe and Mn oxides. Soil Sci. Am. Proc. 33: 438-444.

5. Brewer, R. 1976. Fabric and Mineral Analysis of Soils. Krieger Publ. Co. , Huntington, New York.

6. Bull, W. B. 1991. Geomorphic Response to Climatic Change. Oxford University Press, New York.

7. Buol, S. W. and S. B. Weed. 1991. Saprolite soil transformations in the piedmont and montains of North Carolina. Geoderma 51: 15-28.

8. Drees, L. R. and L. D. Wilcing. 1987. Micromorphic record and interpretations of carbonate forms in the rolling plains of Texas. Geoderma 40: 157-175.

9. Ducloux, J. , J. P. Delhoume, S. Petit and A. Decarreau. 1995. Clay differentiation in Aridisols of northern Mexico. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 269-276.

10. Gerrard, J. 1992. Soil Geomorphology. An integration of pedology and gemorphology. Chapman and Hall, London.

11. Jessup, R. W. 1960. Identification and significance of buried soils of Quaternary age in the southeastern portion of the Australian arid zone. J. Soil Sci. 11: 197-205.

12. Khan, F. A. and T. E. Fenton. 1996. Secondary iron and manganese distributions and aquic conditions in a Mollisol catena of central Iowa. Soil Sci. Scc. Am. J. 60: 546-551.

13. Kittrick, J. A. and E. W. Hope. 1971. A procedure for particle size separations of soil for X-ray diffraction. Soil Sci. Am. J. 35: 621-626.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]

14. McFadden, L. D. and R. J. Weldon. 1987. Rates and processes of soil development on Quaternary terraces in Cajon Pass, California. Geol. Soc. Am. Bull. 98: 280-293.
15. Meixner, R. E. and M. J. Singer. 1981. Use of a field morphology rating system to evaluate soil formation and discontinuities. Soil Sci. 131: 114-123.
16. Monger, H. C. and H. P. Adams. 1996. Micromorphology of calcite-silica deposits, Yucca Mountain, Nevada. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 519-530.
17. Moore, T. R. 1973. The distribution of Fe, Mn, and Al in some soils from northeast Scotland. J. Soil Sci. 24: 162-171.
18. Rabenhorst, M. C., L. T. West and L. P. Wilding. 1991. Genesis of calcic and petrocalcic horizons in soils over carbonate rocks. *In:* Occurrence, Characteristics, and Genesis of Carbonate, Gypsum, and Silica Accumulations in Soils. SSSA. Special Pub. N. 26, Madisson, WI.
19. Reheis, M. C., J. M. Sowers, E. M. Taylor, L. D. McFadden and J. W. Harden. 1992. Morphology and genesis of carbonate soils on the Kyle canyou fan. Geoderma 52: 303-342.
20. Rettalack, G. J. 1990. Soils of the Past. An introduction to paleopedology. Boston, Unwin Hyman, London.
21. Rhodes, E. R. and P. M. Sutton. 1987. Active iron ratio of some soils from three physiographic units in Sierraleone. Soil Sci. 125: 326-327.
22. Ruhe, R. V. 1956. Geomorphic surfaces and the mature of soils. Soil Sci. 84: 441-455.
23. Smeck, N. E., J. Torrent and V. Barron. 1994. Interactions and weathering losses of iron and phosphorus in Palexeralfs of southern Spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 1723-1729.
24. Sobecki, T. M. and L. P. Willding. 1982. Calcic horizon distribution and soil classification in selected soils of the Texas Coast Prairie. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 1222-1227.
25. Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th ed., USDA-NRCS, Washington, DC.
26. Timpson, M. E., S. Y. Lee, J. T. Ammons and J. E. Foss. 1996. Mineralogical investigation of soils formed in calcareous gravelly alluvium, Eastern Crete, Greece. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 299-308.
27. Walker, A. L. 1983. The effects of magnetite on oxalate and dithionite extractable iron. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 1022-1026.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1381.6.1.4.1]