بررسی ویژگی‌های میکرومورفولوژی خاک‌ها در یک ردیف زهکشی در دشت شهرکرد

نجمه عسگری هفشجانی [۱]، فریبا جعفری [۱]، رضوان رضایی‌نژاد [۱]، بهروز عظیم‌زاده [۱]، مریم یوسفی‌فرد [۲]، شمس الله ایوبی [۳]
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استادیار دانشگاه پیام نور اصفهان، ۳- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
این مطالعه با هدف بررسی ارتباط ویژگی‌های میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌ها با تغییر پستی و بلندی و شرایط زهکشی خاک در یک ردیف زهکشی انجام شد. به این منظور از سه خاکرخ در یک ردیف زهکشی در دشت شهرکرد نمونه‌های دست‌نخورده سطحی (عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری) برداشت و پس از تهیه مقاطع نازک خصوصیات میکرومورفولوژی آن‌ها بررسی شد. مشاهدات میکرومورفولوژیکی نشان‌دهنده‌ی تأثیر توپوگرافی و به تبع آن شرایط زهکشی در تشکیل عوارض خاکسازی است. ذرات و میکروکریستال‌های آهک در تمام خاکرخ‌ها پراکنده و بی‌فابریک کریستالیتیک تشکیل داده است. فراوانی ذرات درشت نسبت به ذرات ریز در خاکرخ بالادستی، بیش از خاکرخ‌های پایین‌دستی بود. نادول‌ها و اکسیدهای آهن در خاکرخ‌های با شرایط نامطلوب زهکشی مشاهده می‌شود که نشان از تناوب فرآیند اکسیداسیون و احیا و نوسان سطح آب زیرزمینی است. وجود پرشدگی و نادول آهک در اراضی پست نشان‌دهنده فرآیند کریستالیزاسیون مجدد آهک ناشی از فرایند خشک و تر شدن متوالی در اراضی با زهکشی ضعیف است.

واژه های کلیدی: ردیف زهکشی، میکروموفولوژی خاک، نادول

مقدمه
تشکیل و تکامل خاک‌ها متأثر از عوامل پنج‌گانه تشکیل‌دهنده خاک شامل اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان است. پستی و بلندی با تأثیرگذاری بر عواملی همچون میزان، جهت و شکل شیب، میزان فرسایش و شرایط زهکشی می‌تواند بر تکامل خاک‌ها اثرگذار باشد. بر این اساس ردیفی از خاک‌های پیوسته با سن و مواد مادری یکسان که تفاوت آن‌ها ناشی از پستی و بلندی و زهکشی است کاتنا[۲۶۰] یا ردیف زهکشی نامیده می‌شود. مطالعه خاک‌های واقع بر یک کاتنا از بهترین روش‌ها برای تعیین ارتباط مکانی خصوصیات خاک و پستی و بلندی است. زهکشی و عمق آب زیرزمینی از جمله عواملی است که در عامل پستی و بلندی مطالعه می‌شود. مشکلات زهکشی و نوسانات آب زیرزمینی موجب پدیده گلی شدن در نیم‌رخ خاک شده و می‌تواند منجر به تشکیل خاک‌های گلی (حالت اشباع دائم خاک) و سودوگلی (حالت اشباع موقت خاک) شود (بای‌بوردی، ۱۳۸۷).
شرایط زهکشی به دلیل تأثیر بر فرآیندهای اکسایش-کاهش خاک، بر شکل‌های شیمیایی و ترکیبات آهن و منگنز از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عناصر و توزیع آن‌ها در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارد (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸).
امروزه تجمعات آهن نه‌تنها در مطالعات پیدایش خاک، بلکه از دیدگاه زیست‌محیطی نیز مورد توجه است. از دیدگاه پیدایش و تحول خاک‌ها این تجمعات در خاک‌های دارای زهکشی ضعیف یافت می‌شوند و می‌توانند به عنوان شاخصی برای شرایط هیدرومورفی خاک تلقی شوند. علاوه بر این خصوصیات تجمعات به فرآیندهای هوادیدگی بستگی داشته و این امر می‌تواند نحوه پیدایش خاک را به خوبی نشان دهد.
در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، شستشو و تجمع آهک از مهم‌ترین فرآیندهای خاکساختی محسوب می‌شوند. در این مناطق در اثر انحلال، انتقال و رسوب مجدد، معمولاً کربنات‌هایی حضور دارند که یا در مواد مادری خاک‌ها موجود بوده و یا منتقل شده از سایر واحدها هستند. تشخیص تجمعات کربناته در خاك محتوی اینگونه عوارض، ملاك معتبری جهت تشخیص برخی فرآیندهای خاکسازی و در نتیجه شناسایی افق‌های مشخصه کلسیک و پتروکلسیک است که در رده‌بندی جامع خاك آمریکایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رانسوم و بیدول، ۱۹۹۰).
بالا بودن سطح ایستابی در بخش عمده سال در بخش‌های میانی دشت شهرکرد، منجر به ایجاد رژیم رطوبتی اکوئیک و افق فولیستیک در سطح خاک شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی ارتباط بین ویژگی‌های میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌ها در ارتباط با تغییر پستی و بلندی و شرایط زهکشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه واقع در دشت شهرکرد در مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع ۲۰۵۸ متر از سطح دریا واقع شده است. جهت انجام پژوهش، از یک ترانسکت با شرایط زهکشی متفاوت نمونه‌برداری سطحی خاک از سه خاکرخ صورت گرفت. نمونه‌ها هواخشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. تعیین بافت

[۲۶۰] Catena

خاک به روش هیدرومتری (جی و بادر، ۱۹۸۶) و قابلیت رسانایی الکتریکی در عصاره اشباع خاک (رودز، ۱۹۹۶) انجام گرفت. کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون برگشتی (نلسون، ۱۹۸۲) و کربن آلی به روش والکی- بلک (۱۹۳۴) تعیین گردید.
به منظور مشاهدات میکرومورفولوژی در طول ترانسکت مورد نظر، از سه خاکرخ، نمونه‌های سطحی دست‌نخورده از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری به صورت کلوخه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، توسط رزین پلی‌استر اشباع و سخت گردید. پس از طی فرآیند خشک شدن، ضخامت مقاطع نازک به وسیله دستگاه برش و سپس به کمک دستگاه سایش و در نهایت با استفاده از پودر کرندوم به ۲۰ تا ۳۰ میکرومتر کاهش داده شد. مقاطع تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان در دو حالت نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) بررسی شده و تشریح مقاطع نازک براساس روش و تعاریف استوپس (۲۰۰۳) صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۱ میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. همچنین تشریح این خاک‌ها طبق روش تاکسونومی خاک آمریکایی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) صورت گرفت.

جدول ۱. میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مورد مطالعه

خاکرخ	بافت خاک	رسانایی الکتریکی (dS/m)	کربنات کلسیم معادل(%)	ماده آلی(%)	رده‌بندی
۱ (Wd[1])	SL	۲/۰	۵/۲۸	۰۶/۱	Typic Calcixerepts
Md۲) [2])	L	۸/۰	۲۵/۲۸	۶۸/۱	Typic Calcixerepts
۳(Pd[3])	CL	۷۵/۱	۷۵/۲۲	۳۴/۱۲	Typic Ustifolist

۱. Well drainage ۲. Moderately drainage ۳. Poor drainage

بافت خاک در خاکرخ ۱ با شرایط مطلوب زهکشی که در قسمت شیب پشتی ترانسکت قرار گرفته و زیر کشت محصولات کشاورزی می‌باشد، درشت دانه تر از دو خاکرخ دیگر است. زیر و رو شدن خاک بر اثر عملیات خاک‌ورزی موجب توزیع آهک در پروفیل خاک زراعی شده است. همچنین این عملیات موجب انتقال کربنات کلسیم از عمق‌های پایین‌تر به سطح خاک شده، بنابراین کربنات کلسیم خاک سطحی اراضی کشاورزی، بیشتر از سایر خاکرخ‌هاست. رسانایی الکترکی بسیار کم خاک خاکرخ ۱ و افزایش آن در سایر خاکرخ‌ها می‌تواند در نتیجه‌ی شستشوی نمک‌های محلول در اثر آبیاری مداوم اراضی و خروج آن‌ها از این خاکرخ به‌واسطه شرایط مطلوب زهکشی و تجمع آن در مناطق پایین‌دست باشد.
در منطقه مورد مطالعه بی‌فابریک غالب از نوع کلسیتیک کریستالیتیک می‌باشد (جدول ۲). مواد مادری آهکی و شرایط متناوب خشکی و رطوبت در منطقه باعث تشکیل این نوع بی‌فابریک می‌گردد. همچنین فرآیندهای آبشویی افق‌های فوقانی در بروز این بی‌فابریک در عمق‌های پایین‌تر موثر است (استوپس، ۲۰۰۳). نادول‌ها، پرشدگی‌ها و هیپوکوتینگ‌های آهک در منافذ و متن خاک، نتیجه رسوب مجدد کربنات‌های ثانویه‌ای است که از قسمت‌های فوقانی آبشویی شده‌اند)کمپ و زارات، ۲۰۰۰).
فراوانی ذرات درشت نسبت به ذرات ریز (c/f) در خاکرخ‌های بالادست بزرگ‌تر از نسبت آن در خاکرخ‌های پایین‌دست است که می‌تواند مربوط به شستشوی ذرات ریز از قسمت‌های بالادست و انتقال و رسوب آن‌ها در قسمت‌های پایین‌دست باشد. وجود ریزساختار مکعبی در خاکرخ‌های پایین دست نسبت به خاکرخ‌های بالادست شاهدی بر الگوی پراکنش ائولیک در بالادست و پورفیریک در پایین‌دست است. قرقره‌چی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که در افق‌های با شرایط نامطلوب زهکشی، مقدار منافذ کاهش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در این ناحیه با تضعیف شرایط زهکشی خاک‌ها میزان خاکدانه‌ها کاهش یافته است، به‌طوری که در بالادست و در شرایط مطلوب زهکشی خاکدانه‌ها کروی و در قسمت‌های پایین‌دست با شرایط نامطلوب زهکشی خاکدانه‌های مکعبی غالب هستند.

جدول ۲. ویژگی‌های میکرومورفولوژیک خاکرخ‌ها

خاکرخ	ساختمان/حفرات	c/f	b-fabric	پدوفیچر
Wd	دانه‌ای[1]	ائولیک باز[2]	-	-
Md	مکعبی لبه مدور[3]/ حجره‌ای[4]، تصادفی[5]	پورفیریک بسته[6]	کلسیت کریستالیتیک[7]	کوتینگ و نادول آهن[8]
Pd	مکعبی زاویه‌دار[9]/ کانال[10]-صفحه‌ای[11]	پورفیریک بسته	کلسیت کریستالیتیک	نادول و پرشدگی[12] آهک در حفرات، بقایای گیاهی

۱. Granular ۲.Open enaulic ۳.subangular blocky ۴.Chamber ۵.Vughs ۶.close porphyric ۷. Calcitic Crystallitic ۸.Iron coating and nodule ۹. Angular blocky
۱۰.Chanell ۱۱.Planes ۱۲.infilling

خاکرخ ۱ واقع در قسمت شیب پشتی با شرایط زهکشی مطلوب ((Wd، دارای خاکدانه‌های کروی بوده و پدوفیچر خاصی یافت نشد (شکل ۱ -الف). وجود این نوع ساختمان می‌تواند بیان کننده حضور ریشه و مواد آلی ناشی از تجزیه بقایای گیاهی باشد. فعالیت‌های کشاورزی در این قسمت، می‌تواند منجر به افزوده شدن بقایای گیاهی به خاک شده و در تشکیل این نوع ساختمان مؤثر باشد. رضائی و همکاران (۱۳۹۲) نیز حضور مواد آلی در خاک‌های سطحی را در توسعه خاکدانه‌های کروی مؤثر دانستند.

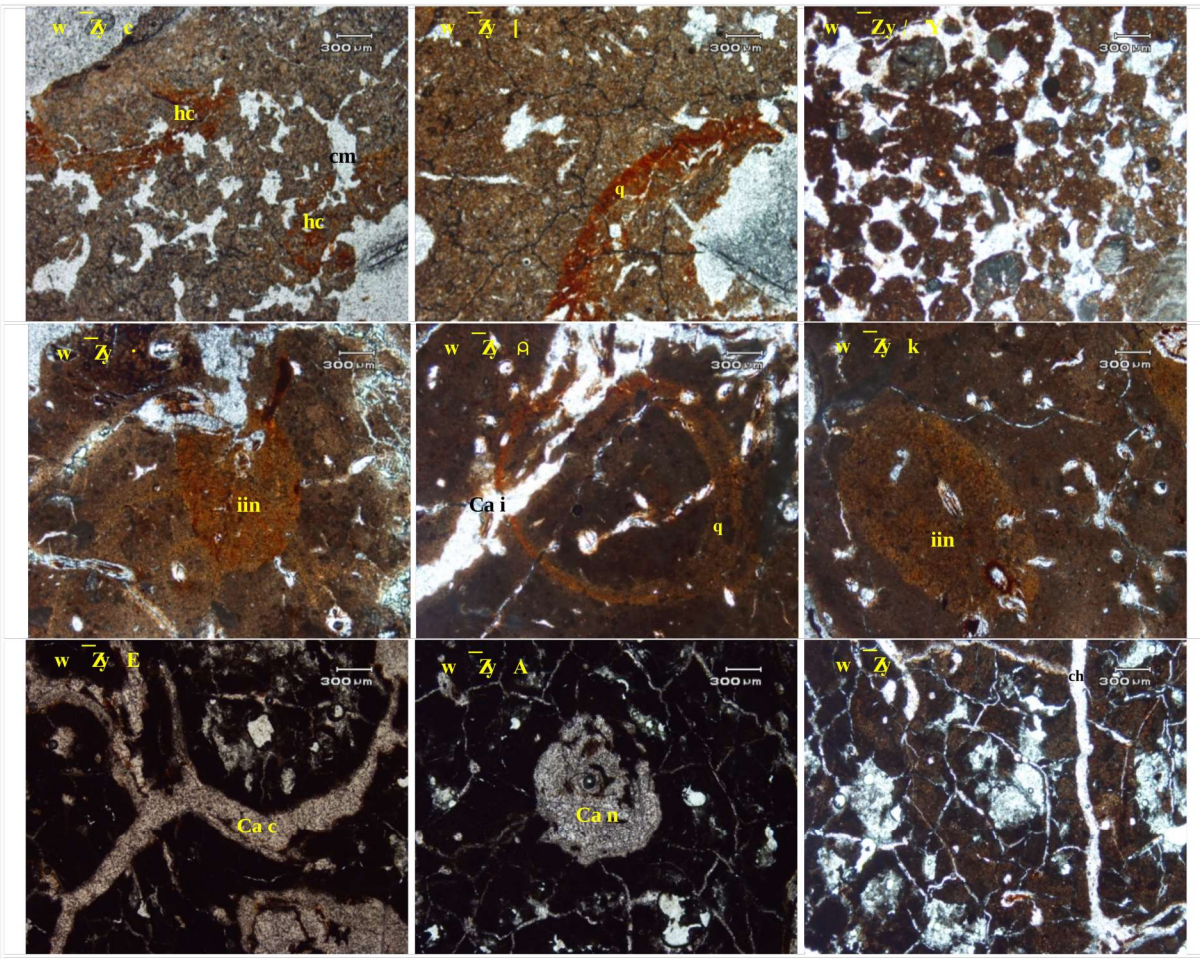
شرایط زهکشی نامطلوب در خاکرخ ۲ با شرایط زهکشی متوسط (Md)، منجر به کاهش میزان منافذ شده و ایجاد الگوی پراکنش پورفیریک را در این خاکرخ در پی داشته است. وجود نادول و کوتینگ اکسید آهن (شکل ۱-ب، ت، ج، ر و ز) در فاصله کمی از حفرات، می‌تواند بیان‌گر این باشد که نوسانات آب زیرزمینی موجب بروز شرایط احیایی در خلل و فرج شده، اکسیدهای آهن به صورت محلول درآمده و با حرکت به سمت زمینه خاک در برخورد با شرایط اکسیدی به صورت نادول، رسوب نموده‌اند. این شواهد نشان می‌دهند که خاک‌های این بخش در طول سال به طور متناوب با حالت اشباع و غیراشباع مواجه بوده‌اند که با نتایج سنجری و همکاران (۱۳۹۰) مبنی بر اثر تناوب اکسیداسیون و احیا در تشکیل نادول‌های آهن همخوانی دارد.

مقادیر قابل‌توجه مواد آلی (با متوسط ۳۴/۱۲ درصد)، همچنین رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه خاک خاکرخ ۳ با شرایط زهکشی نامناسب (Pd)، نشان‌دهنده‌ی فراهم بودن شرایط برای تجمع مواد آلی است (شکل ۱- ه، و، ی). در این خاکرخ که در پست‌ترین نقطه ترانسکت مورد مطالعه قرار دارد، سطح آب زیرزمینی در بیشتر طول سال بالا بوده و بنابراین بروز حالت احیای خاک و فقدان اکسیژن مانع از تجزیه بقایای گیاهی و در نتیجه تجمع این ترکیبات در خاک می‌شود. منافذ غالب در این خاکرخ از نوع کانال (شکل ۱-ه) می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه رضائی و همکاران (۱۳۹۲) وجود این منافذ سازمان‌یافته نشان‌دهنده رشد و نفوذ ریشه در خاک و فعالیت‌های بیولوژیکی موجودات زنده است.

وجود آهک در اراضی کم‌شیب نشان‌دهنده فرآیند کریستالیزاسیون مجدد آهک ناشی از فرایند خشک و تر شدن متوالی در اراضی با زهکشی ضعیف است. خرمالی و همکاران (۲۰۰۶) فرآیندهای پیچیده‌ای مانند انحلال و انتقال رسوب را در تشکیل کربنات‌های خاك مؤثر دانسته و اظهار مي‌دارند، در شرایط مرطوب و فشار بالای گاز کربن‌دی‌اکسید، کربنات لیتوژنیك حل شده و انتقال پیدا می‌کنند .در این ارتباط، نقش گیاهان و موجودات زنده به واسطه تولید گاز کربن‌دی‌اکسید طی تنفس و ایجاد شرایط مناسب برای انحلال آهک حائز اهمیت است. از سوی دیگر بروز دوره‌های خشکی پس از انحلال آهک می‌تواند منجر به رسوب آهک محلول و تجمع آن به صورت آهک ثانویه شود.

بلانک و فسبرگ(۱۹۹۰) گزارش نمودند که نمودهای خاکساختی کلسیت سیتومورفیک (شکل ۱-ی) در اثر تجزیه مواد آلی موجود در حفرات و باقیمانده ترکیبات کلسیم موجود در دیواره سلولی بوجود آمده‌اند، بطوری که کربنات کلسیم در ماتریکس خاک، توسط ترشح اسیدهای آلی از ریشه، حل شده و با جذب یون کلسیم توسط سلول‌های ریشه، در داخل واکوئل‌ها به صورت کربنات کلسیم تجمع مي‌یابد. خرمالی و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که شرایط محیطی خاصی برای تشکیل این کلسیت (کلسیت سیتومورفیک) نیاز است، از جمله بارش نسبتاً زیاد (رطوبت)، دمای مناسب و پوشش گیاهی متراکم که سبب افزایش فعالیت بیولوژیک مي‌شوند و به نظر می‌رسد که تمامی شرایط مذکور برای تشکیل این نوع کلسیت در خاکرخ ۳ فراهم بوده است.

با توجه به نتایج و شواهد میکرومورفولوژیک، نوسانات آب زیرزمینی در نتیجه تغییرات توپوگرافی را می‌توان به عنوان عاملی مؤثر در تغییر و تکامل خاک‌ها و تشکیل رده‌های متفاوت خاک در طول یک ترانسکت تحت شرایط اقلیمی یکسان در نظر گرفت.



منابع

اولیایی، ح .ر. دحمی، ا. جعفری، س. قاسمی، ر .و رجایی، م. ۱۳۸۸ .توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاك‌های انتخابی استان فارس. پژوهش های خاك(علوم خاك و آب) جلد ۲۳(۲): ۲۰۴-۱۹۱.

بای‌بوردی، م. ۱۳۸۷. خاک پیدایش و رده‌بندی، رده‌بندی خاک‌های ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

سنجری، ص. م. ه. فرپور، ع. اسفندیارپور بروجنی. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۹۰. مقایسه میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقه جیرفت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۵۸: ۱۸۵-۱۷۳.

رضائی، ح. ع. ا. جعفرزاده. و شهبازی، ف. ۱۳۹۲ .تأثیر پوشش گیاهی بر خواص میکرومورفولوژیک خاک(مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی کرکج). نشریه دانش آب و خاک. ۲۳(۱): ۹۴-۸۳.

قرقره‌چی، ش. ف. خرمالی و ایوبی، ش. ۱۳۸۹. پیدایش و میکرومورفولوژی تحول گچ در خاک‌های لسی شمال ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۵۱: ۱۰۱-۸۷.

Blank RR and Fosberg A, ۱۹۹۰. Micromorpholoy and classification of secondary calcium carbonate accumulations that surround or occur on the underside of coarse fragments in Idaho (U.S.A). Developments in Soil Science ۱۹: ۳۴۱-۳۴۶.

Kemp RA, Zarat MA, ۲۰۰۰. Pliocene pedosedimentary cycles in the southern pampas, Argentina. Sedimentology ۴۷:۳-۱۴.

Khormali, F., Abtahi, A., and Stoops, G. ۲۰۰۶. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran. Geoderma, ۱۳۲: ۳۱-۴۶.

Gee G. and Bauder W. ۱۹۸۶. Particle Size Analysis. P. ۳۸۸-۴۰۹. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲ nd ed., Agron. Monger, No. ۹. ASA and SSSA. Madison, WI.

Nelson R.E. ۱۹۸۲. Carbonate and Gypsum. P. ۱۸۱-۱۹۶. In: A. L. Page et al.(ed), Methods of Soil Analisis. Part II.۲nd ed., Agron. Monogar. No: ۹. ASA and SSSA. Madison, WI.

Ransom M.D. and Bidwell O, ۱۹۹۰. Clay movement and carbonate accumulation in Ustolls of central Kansas, USA Development in Soil Science ۱۹: ۴۱۷-۴۲۳.

Rhoads J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. PP. ۴۱۷-۴۳۶. In: D. L. Sparks. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part . ۳rd Ed. AM. Soc. Agron., Medison. WI.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy, ۱۲th ed., U. S. Department of Agriculture.

Stoops G. ۲۰۰۳. Guidelines for the analysis and description of soil and regolith thin sections. SSSA, Madison, WI. ۱۸۲p.

Walkely A., and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science ۳۷: ۲۹-۳۸.

Abstract

This study was conducted to investigate micromorphological features of soils developed along a toposequence in Sharkeord plain and their relationships with soil evolutional processes. For this purpose, three soil profiles were selected in three drainage classes and undisturbed soil samples were collected from ۰-۴۰ cm depth. Soil samples were impregnated and soil thin section were described and interpreted after grinding. icromorphological observations showed that the studied soils have been affected by topography and subsequently by drainage condition. Microcrystalitic particles of calcite were distributed within the whole matrix and leaded to crystallitic b-fabric. Coarse factions were observed higher in profile located in the upper position. Presence of nodules of iron oxides in poor drained soils indicating of fluctuations in water tables surface and reduction-oxidation processes. Existence of calcitic nodules and infillings in low land position might be attributed to recrystallization process under wet-drying environment in poor drained soils.