

مطالعه‌ی ژنتیکی و میکرومورفولوژیکی خاک‌های یک کاتنا در منطقه‌ی یاسوج

(مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی دشت‌روم)

حمیدرضا اولیایی^۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۳

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر پستی و بلندی و آب زیرزمینی بر تشکیل و تکامل خاک یک کاتنا در منطقه‌ی یاسوج صورت گرفت. خاک‌ها در دامنه‌ای از زهکشی خوب در بالای شیب تا زهکشی بسیار ضعیف همراه با سطح ایستابی بالا در پایین شیب قرار داشتند. شش خاکرخ در واحدهای مختلف فیزیوگرافی حفر، تشریح و نمونه‌برداری گردیدند. نمونه‌های دست‌نخورده به منظور تهیه مقاطع نازک و مشاهدات میکروسکوپ الکترونی تهیه گردیدند. نتایج نشان دادند که انحلال و انتقال کربنات‌ها و تشکیل کربنات کلسیم ثانویه؛ خروج اکسیدهای آهن و منگنز از کانی‌ها و توزیع آنها؛ آبشویی و انتقال رس در خاکرخ، مهمترین فرایندهای ژنتیکی صورت گرفته در این کاتنا بوده است. بیشترین میزان تخلیه کربنات از سطح خاک در فیزیوگرافی - های اراضی پست و دشت مرتفع صورت گرفت. کربنات‌های ثانویه در انواع میکربیت و اسپاریت، کریستال‌های سوزنی شکل، نودول و اشکال سیتومورفیک مشاهده شدند. انبساط و انقباض خاک در نتیجه‌ی دوره‌های تر و خشک ممکن است دلیل تخریب پوشش‌های رسی در برخی از افق‌های آرجیلیک باشد. پدیده‌های متفاوتی مرتبط با اکسایش و کاهش آهن و منگنز در طول کاتنا در نتیجه‌ی اختلاف در پستی و بلندی و سطح بالای آب زیرزمینی مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: اکسید آهن و منگنز، کاتنا، کربنات کلسیم ثانویه، میکرومورفولوژی

مقدمه

منطقه‌ی مورد مطالعه به میزان زیادی تحت تأثیر حضور کربنات کلسیم است. حضور کربنات کلسیم در این خاک‌ها با توجه به ممانعت از پراکنش رس مانعی برای انتقال رس و تشکیل افق آرجیلیک است. میزان کربنات کلسیم موجود در این خاک‌ها متأثر از نوع ماده‌ی مادری، وضعیت پستی و بلندی، میزان و پراکنش بارندگی، پوشش گیاهی و خصوصیات فیزیکی خاک به ویژه بافت است (۲۶). کربنات‌های لیتوژنیک در شرایط رطوبتی موجود خاک و فشار جزئی نسبتاً زیاد دی‌اکسید کربن خاک حل گردیده و یون‌های کلسیم، منیزیم و کربنات، همراه با آب نفوذی به سمت پایین حرکت نموده و با کاهش رطوبت خاک رسوب می‌نمایند. تشکیل کربنات کلسیم پدوژنیک شامل فرایندهای پیچیده انحلال، انتقال و رسوب می‌باشد (۲۵). تفکیک کربنات‌های پدوژنیک و لیتوژنیک همواره مورد توجه محققان ژنتیک خاک بوده است. یکی از روش‌های مهم و حتی در برخی موارد ضروری در مطالعه‌ی ژنتیک خاک، از جمله بررسی روند تحولی کربنات کلسیم در خاک‌ها، مطالعات میکرومورفولوژیکی می‌باشد. در مناطق نیمه‌خشک با بارندگی بیشتر (از جمله شرق و جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد) آبشویی کربنات کلسیم به اندازه‌ای صورت

تکامل خاک‌ها متأثر از عوامل پنج‌گانه تشکیل‌دهنده خاک شامل اقلیم، ماده‌ی مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان است. پستی و بلندی با تأثیرگذاری بر عواملی از جمله میزان، جهت و شکل شیب، میزان دریافت نزولات و نفوذ در خاک، میزان روان‌آب، میزان فرسایش و انتقال مواد و همچنین اختلاف در شرایط زهکشی بر تکامل خاک اثرگذار می‌باشد (۱۷). بر این اساس گستره‌ای از سری خاک‌های پیوسته که در یک ردیف پستی و بلندی قرار می‌گیرد کاتنا و یا اصطلاحاً ردیف زهکشی^۲ نامیده می‌شوند. مطالعه‌ی خاک‌های واقع بر روی یک شیب یکی از ساده‌ترین و در عین حال بهترین روش‌ها برای تعیین ارتباط مکانی بین خصوصیات خاک و پستی و بلندی است (۱۸).

تکامل و تحول خاک‌های مناطق جنوبی ایران از جمله خاک‌های

۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

Email: h_owliaie@yahoo.com
2-Drainage sequence

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی دشت روم، دشتی مرتفع با ارتفاع متوسط ۲۰۸۰ متر از سطح دریا در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب یاسوج قرار گرفته‌است (شکل ۱). متوسط بارندگی و درجه حرارت سالانه منطقه به ترتیب ۱۰۲۰ میلی‌متر و ۱۲/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک منطقه نیز به ترتیب زیریک (در بخش مرکزی دشت، رژیم اکوئیک) و مزیک می‌باشند. سازندهای تشکیل‌دهنده تپه‌های اطراف شامل سازندهای پایده‌گورپی (متشکل از مارن و شیل با نوارهای آهک رس‌دار) در تپه‌ها، آسماری‌چهرم (متشکل از آهک و دولومیت) در کوه‌ها و سازند سروک در بخش کوچکی از ارتفاعات شمال غرب منطقه (متشکل از سنگ آهک لایه‌ای ضخیم تا توده‌ای چرت‌دار) است.

مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

۶ خاک‌رخ بر روی یک ردیف پستی و بلندی با فاصله تقریبی ۳/۳ کیلومتری، دارای اختلاف در وضعیت زهکشی، در منطقه‌ی دشت روم حفر گردید (شکل ۲). پس از تشریح خاک‌رخ‌ها بر اساس راهنمای تشریح خاک‌رخ خاک (۲۰) از افق‌های مشخصه به مقدار لازم نمونه‌ی خاک برداشته شد. توزیع اندازه‌ای ذرات با روش پی‌پت (۳) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش چاپمن (۲) اندازه‌گیری شدند. تعیین میزان کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی انجام یافت (۱۶). کربن آلی از طریق اکسایش با اسید کرومیک به روش جکسون (۶) اندازه‌گیری شد.

گرفته‌است که حرکت فیزیکی ذرات رس و متعاقب آن تشکیل افق آرجیلیک (به ویژه در سطوح پایدارتر) پدیده‌ای متداول است. اقلیم‌های مرطوب‌تر گذشته نیز می‌تواند عاملی برای کمک به تشکیل این افق باشد (۱۴). مشاهده مقاطع نازک و تشخیص پوسته‌های رسی به تأیید این امر کمک می‌نماید. شاخص میکرومورفولوژیکی ارائه شده توسط خرمالی و همکاران (۱۰) درجه تکامل افق آرجیلیک را شامل مواردی چون ریزساختمان، بی‌فابریک، پوشش رس، مناطق تخلیه شده از آهک، هیدرکسیدهای آهن-منگنز و درجه هواپدگی ذرات معدنی می‌داند.

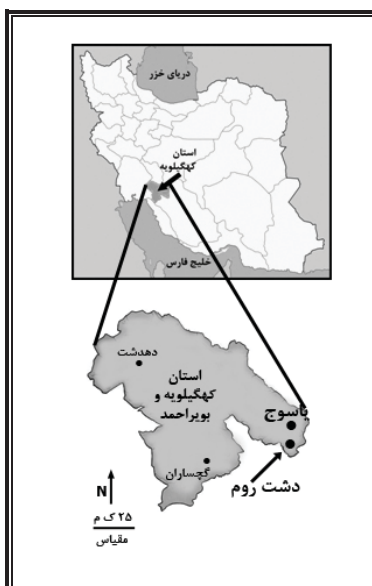
بالا بودن سطح ایستابی در بخش عمده‌ی سال در بخش مرکزی منطقه‌ی دشت روم در جنوب غرب شهر یاسوج، رژیم رطوبتی اکوئیک را در خاک ایجاد نموده‌است. در خاک‌هایی که در زمان‌هایی حداقل به صورت دوره‌ای اشباع از آب بوده و دارای حداقل مقادیری از آهن و منگنز می‌باشند، نودول‌های آهن-منگنز در منطقه‌ی نوسان سطح ایستابی تشکیل می‌شوند. اندازه و فراوانی این سخت‌دانه‌ها با دوره اشباع، همخوانی دارد (۲۴). شباهت نسبی مواد مادری، تنوع واحدهای فیزیوگرافی و اختلاف زیاد در شرایط زهکشی منطقه‌ی دشت روم، آنرا به مکانی مناسب برای مطالعه اثر این عوامل بر زنتیک خاک تبدیل نموده که مطالعات میکروسکوپی الکترونی و میکرومورفولوژی به این امر کمک می‌نماید. بنابراین هدف از انجام این مطالعه عبارت است از: ۱) بررسی ارتباط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه‌ی مورد مطالعه در ارتباط با تغییر پستی و بلندی و شرایط زهکشی و ۲) تعیین ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی خاک‌ها و استفاده از آنها برای بررسی تکامل خاک‌ها.

جدول ۱- مشخصات عمومی خاک‌رخ‌های خاک مطالعه شده در منطقه‌ی دشت روم

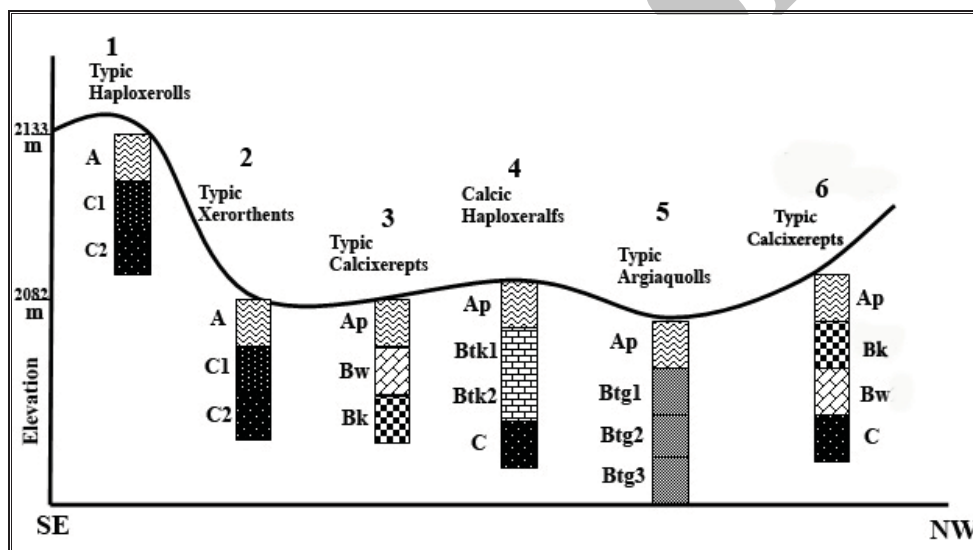
ردیف	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	فیزیوگرافی	شیب (%)	زهکشی	کاربری	طبقه‌بندی طبقه‌بندی (2010)	طبقه‌بندی طبقه‌بندی (2006)
۱	۳۰° ۳۳' ۲۸"	۵۱° ۳۲' ۵۰"	۲۱۳۳	مخروط‌افکنه آبرفتی	۷	نسبتاً مناسب	مرتع	Typic Haploxerolls	Haplic Kastanozems
۲	۳۰° ۳۳' ۲۷"	۵۱° ۳۲' ۴۰"	۲۱۱۰	دشت دامنه‌ای آبرفتی	۵	مناسب	مرتع	Typic Xerorthents	Haplic Regosols
۳	۳۰° ۳۳' ۱۹"	۵۱° ۳۲' ۲۲"	۲۰۹۳	دشت دامنه‌ای آبرفتی	۱-۲	مناسب	کشت دیم	Typic Calcixerepts	Haplic Calcisols
۴	۳۰° ۳۳' ۳۹"	۵۱° ۳۱' ۲۰"	۲۰۸۴	دشت مرتفع	۱-۲	نسبتاً مناسب	کشت دیم	Calcic Haploxeralfs	Calcic Luvisols
۵	۳۰° ۳۳' ۱۷"	۵۱° ۳۱' ۰۳"	۲۰۸۲	اراضی پست	۰/۵	بسیار ضعیف	مرتع	Typic Argiaquolls	Mollic Gleysols
۶	۳۰° ۳۳' ۲۵"	۵۱° ۳۰' ۴۷"	۲۰۸۸	دشت دامنه‌ای آبرفتی	۲-۳	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	Typic Calcixerepts	Haplic Calcisols

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک‌های مطالعه شده در منطقه‌ی دست روم

هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	ظرفیت اشباع	رطوبت اشباع	رطوبت معادل	کربنات کلسیم	کربن آلی	اسیدینه کربن (اشباع)	بافت	رس	سیلت	شن	عمق	افق
dSm^{-1}	$cmol.kg^{-1}$	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	(cm)	
۱/۰۷	۴۷/۸	۵۱/۲	۲۴/۶	۳/۲۱	۷/۳	۲۰/۹	۳۳/۴	۲۵/۷	۲۵/۷	۲۵/۷	۳۳/۴	۰-۲۵	A
۰/۸۳	۱۱/۵	۴۴/۵	۶۹/۳	۰/۴۳	۷/۷	۲۵/۵	۳۹/۰	۲۵/۵	۲۵/۵	۲۵/۵	۳۹/۰	۲۵-۷۰	C1
۰/۸۹	۹/۶	۴۱/۲	۷۸/۱	۰/۱۶	۷/۹	۲۴/۳	۳۸/۹	۳۶/۸	۳۶/۸	۳۶/۸	۳۸/۹	۷۰-۱۲۰	C2
۱/۵۲	۱۵/۶	۴۰/۲	۳۰/۶	۰/۸۳	۷/۷	۴۷/۹	۲۱/۴	۳۰/۷	۳۰/۷	۳۰/۷	۲۱/۴	۰-۲۵	A
۰/۷۴	۱۳/۳	۴۳/۱	۴۸/۳	۰/۳۱	۸/۰	۳۴/۶	۳۴/۸	۴۰/۶	۴۰/۶	۴۰/۶	۳۴/۸	۲۵-۵۰	C1
۰/۶۳	۱۳/۷	۳۹/۶	۵۵/۶	۰/۱۳	۷/۹	۳۸/۵	۲۵/۰	۳۶/۵	۳۶/۵	۳۶/۵	۲۵/۰	۵۰-۱۰۰	C2
۰/۸۴	۱۸/۴	۴۴/۰	۳۵/۲	۰/۸۷	۷/۳	۲۶/۹	۳۰/۹	۴۳/۲	۴۳/۲	۴۳/۲	۳۰/۹	۰-۲۰	A
۰/۷۳	۱۹/۳	۴۱/۲	۳۶/۱	۰/۳۱	۷/۵	۳۴/۵	۲۵/۲	۴۰/۳	۴۰/۳	۴۰/۳	۲۵/۲	۲۰-۷۵	Bw
۰/۹۱	۱۶/۵	۴۰/۶	۳۸/۱	۰/۱۰	۷/۵	۳۳/۱	۲۶/۳	۴۰/۶	۴۰/۶	۴۰/۶	۲۶/۳	۷۵-۱۲۵	Bk
۰/۷۱	۲۳/۰	۳۳/۸	۲۰/۵	۱/۱۱	۷/۴	۳۰/۲	۲۵/۸	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۲۵/۸	۰-۲۵	Ap
۰/۵۴	۳۷/۸	۳۱/۰	۲۸/۰	۰/۷۲	۷/۶	۴۳/۰	۲۰/۰	۳۷/۰	۳۷/۰	۳۷/۰	۲۰/۰	۲۵-۸۵	Btk1
۰/۳۷	۲۴/۳	۳۳/۷	۲۷/۰	۰/۳۱	۷/۶	۴۰/۰	۳۰/۶	۲۹/۴	۲۹/۴	۲۹/۴	۳۰/۶	۸۵-۱۲۵	Btk2
۰/۳۹	۱۷/۵	۲۸/۹	۴۸/۰	۰/۲۹	۷/۷	۲۶/۷	۴۹/۳	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۴۹/۳	۱۳۵-۱۶۵	C
۰/۱۶	۵۴/۰	۴۷/۲	۱۷/۳	۳/۸۵	۷/۱	۶۴/۵	۸/۵	۲۸/۰	۲۸/۰	۲۸/۰	۸/۵	۰-۳۰	Ap
۰/۳۵	۴۵/۴	۴۲/۰	۱۰/۰	۰/۸۹	۷/۵	۶۹/۸	۶/۲	۳۴/۰	۳۴/۰	۳۴/۰	۶/۲	۳۰-۷۵	Btg1
۰/۳۵	۴۰/۸	۳۹/۳	۱۵/۵	۰/۸۳	۷/۶	۶۵/۱	۶/۹	۲۸/۰	۲۸/۰	۲۸/۰	۶/۹	۷۵-۱۰۰	Btg2
۰/۲۹	۳۷/۷	۳۸/۰	۱۸/۰	۰/۲۶	۷/۶	۵۹/۶	۱۴/۰	۲۶/۴	۲۶/۴	۲۶/۴	۱۴/۰	۱۰۰-۱۳۵	Btg3
۰/۸۳	۲۸/۶	۳۹/۶	۲۷/۸	۱/۲۷	۷/۳	۳۶/۶	۲۳/۳	۴۰/۱	۴۰/۱	۴۰/۱	۲۳/۳	۰-۲۵	Ap
۰/۷۷	۲۵/۵	۳۵/۷	۳۹/۳	۰/۸۳	۷/۵	۳۸/۶	۲۴/۴	۳۷/۰	۳۷/۰	۳۷/۰	۲۴/۴	۲۵-۵۰	Bk
۰/۵۹	۲۱/۲	۳۳/۴	۴۲/۸	۰/۴۴	۷/۶	۳۳/۷	۳۹/۱	۳۸/۲	۳۸/۲	۳۸/۲	۳۹/۱	۵۰-۸۵	Bw
۰/۵۷	۱۹/۹	۳۰/۳	۶۷/۷	۰/۳۷	۷/۹	۲۸/۴	۳۱/۶	۴۰/۰	۴۰/۰	۴۰/۰	۳۱/۶	۸۵-۱۲۵	C



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی دشت روم در ارتباط با استان کهگیلویه و بویراحمد و کشور



شکل ۲- مقطع خاکرخ‌های مطالعه شده در ارتباط با پستی و بلندی در منطقه‌ی مطالعاتی

نتایج

جدول ۱ مشخصات عمومی خاکرخ‌های مطالعه شده و طبقه‌بندی آنها را در دو سیستم رده‌بندی تاکسونومی و WRB نشان می‌دهد. کربنات کلسیم ثانویه در تشریح خاکرخ‌های دارای افق کلسیک به صورت رشته‌ای^۱، توده‌های نرم^۲ و سخت‌دانه^۳ مشاهده شد. سایر پدیده‌های پدوژنیک مشاهده شده شامل اکسیدهای آهن و منگنز و

نمونه‌های تلقیح‌شده توسط رزین پس از سخت شدن توسط دستگاه برش بریده و پس از سایش و صیقلی نمودن بر روی شیشه به ضخامت ۲۵ تا ۳۰ میکرون رسانده شدند. مقاطع توسط میکروسکوپ پولاریزان مدل Lite بر اساس تعاریف و واژگان استوپس (۱۹) تفسیر و از بخش‌های مورد نظر عکسبرداری گردید. برای مشاهدات میکروسکوپ الکترونی روبشی نمونه‌های دست‌نخورده‌ی کوچک را بر روی پایه‌های آلومینیومی چسبانده و پس از پوشش توسط میکروسکوپ الکترونی مدل کمبریج بررسی شدند. همچنین برخی نمونه‌ها با میکروسکوپ دیجیتال دینولایت مشاهده و از بخش‌های مورد نظر با بزرگ‌نمایی ۶۰ تا ۲۳۰ برابر عکسبرداری شد.

- 1- Mycellium
- 2- Soft mass
- 3- Concretion

ماده‌ی مادری خاک‌رخ‌های ۱، ۲ و ۶ (با شیب نسبتاً زیاد) دارای ۵۵ تا ۷۸ درصد کربنات کلسیم معادل بوده‌است (جدول ۲). حداقل میزان کربنات کلسیم در افق‌های سطحی به میزان حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد مشاهده گردید. در نتیجه می‌توان اظهار نمود که عامل پستی و بلندی و آبشویی زیاد موجب آبشویی حدود ۵۰ تا ۶۰ درصدی کربنات کلسیم در افق‌های سطحی سطوح پایدارتر و با شیب کمتر شده است. حداکثر میزان آبشویی به ترتیب در فیزیوگرافی‌های اراضی پست و دشت مرتفع در نتیجه‌ی شیب کمتر و پایداری بیشتر صورت گرفته‌است. عبور حجم زیادی از آب از خاک‌رخ در طی زمان طولانی به رغم بافت سنگین و نفوذپذیری کم خاک در اراضی پست احتمالاً موجب کاهش کربنات کلسیم در افق سطحی آن شده‌است. در این خاک‌رخ علاوه بر انتقال رو به پایین کربنات کلسیم، احتمال حرکت رو به بالای کربنات کلسیم از طریق آب زیرزمینی نیز وجود دارد که البته در مطالعه‌ی صحرائی شواهدی از این امر مشاهده نگردید. در تشریح خاک‌رخ‌های مطالعه شده، کربنات کلسیم ثانویه به شکل‌های رشته‌ای (شکل ۵ ج)، توده‌های نرم و سخت‌دانه مشاهده گردید. شکل مورفولوژیک رشته‌ای فرم غالب مشاهده‌شده در افق‌های سطحی تر و یا در خاک‌های با تکامل کمتر بود؛ این در حالی است که اشکال توده‌ای نرم و سخت دانه به طور عمده در اعماق بیشتر و در خاک‌رخ‌های با تکامل خاخرخی بیشتر (خاک‌رخ‌های ۳ و ۴) مشاهده شد. تخلیه‌ی بیشتر کربنات کلسیم از افق‌های سطحی در خاک‌رخ‌های واقع بر فیزیوگرافی‌های پایدارتر (خاک‌رخ ۴) موجب قرمزتر شدن ماتریکس خاک مقاطع نازک آنها (شکل ۳ ج) در مقایسه با سایر خاک‌رخ‌ها شده است (شکل ۳ ب). همچنین تخلیه غیریکسان از مناطق مختلف ماتریکس از کربنات کلسیم موجب ایجاد بی‌فابریک لکه‌ای در این خاک‌ها شده‌است (شکل ۳ ب). نتایج مشاهدات میکرومورفولوژیکی همچنین نشان داد که مناطقی از ماتریکس خاک که در مجاورت کانال‌ها و حفرات می‌باشند بیشتر در معرض تخلیه کربنات کلسیم قرار گرفته‌اند که تداوم این امر بی‌فابریک لکه‌ای را ایجاد نموده‌است. این مورد در تحقیقات اولیایی (۱۵) نیز گزارش شد. نودول‌های پدوژنیک مشاهده شده در مقاطع نازک در دامنه‌ی گسترده‌ای از نظر اندازه (۲۰ تا ۲۰۰ میکرون) قرار داشتند. نودول‌های پدوژنیک اغلب دارای فابریک نرم بوده و از نظر اندازه‌ی کوچک‌تر و به طور معمول دارای مرز پخشیده هستند. نودول‌های لیتوژنیک برعکس دارای فابریک سخت‌تر و مرز واضح با ماتریکس خاک می‌باشند (شکل ۳ ب). با افزایش تکامل خاک درصد نسبی نودول‌های پدوژنیک نسبت به لیتوژنیک افزایش یافته است. این امر به طور معمول با کوچک‌تر شدن اندازه نودول‌ها و غیرواضح‌تر شدن نودول‌ها در زمینه‌ی خاک مشخص می‌شود.

پوسته‌های رسی بودند. جدول ۲ خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک‌رخ‌های مطالعه شده را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات به دست آمده میزان رس خاک‌ها در دامنه‌ی ۲۳/۱ تا ۶۹/۸ درصد، میزان pH بین ۷/۱ تا ۸/۰، کربنات کلسیم معادل در دامنه‌ی ۱۰ تا ۷۸/۱ درصد، میزان کربن آلی بین ۰/۱ تا ۳/۲۱ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی در دامنه‌ی ۹/۱ تا ۵۴ سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک و هدایت الکتریکی گل اشباع بین مقادیر ۰/۱۶ تا ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. تغییرات این خصوصیات در ارتباط با مکان خاک‌رخ در طول کاتنا در جدول ۲ ارائه شده‌است. جدول ۳ خصوصیات میکرومورفولوژیکی مقاطع نازک تشریح شده را نشان می‌دهد. توزیع نسبی اجزاء به صورت پورفیری در دامنه‌ی باز تا بسته و نسبت اجزای درشت به ریز، c/f ($10 \mu m$)، نیز از ۱ به ۹ در افق Btg3 خاک‌رخ ۵ تا ۶ به ۴ در افق-Bw های خاک‌رخ‌های ۱ و ۶ متغیر بوده‌است. ذرات درشت عمدتاً شامل قطعات کوارتز و سنگ آهک بوده‌است. بی‌فابریک افق‌های دارای کلسیت به صورت بلورین^۱ و در افق‌های حاوی پوسته‌های رسی، که حاوی مناطق تخلیه‌شده از آهک بود، بی‌فابریک لکه‌ای^۲ و بلورین به صورت توأم مشاهده گردید. افق کلسیت خاک‌رخ ۳ دارای نودول‌های خاکساز و موروثی کلسیت اسپاریت^۳ و میکریت^۴، کوتینگ کلسیت میکریتی در دیواره کانال‌ها و درون حفرات به صورت متراکم و نیمه‌متراکم بوده است. در افق‌های Btk خاک‌رخ ۴ علاوه بر کربنات-کلسیم ثانویه پوسته‌های رسی در مقادیر اندک تا متوسط به صورت پراکنده به همراه مناطق تخلیه شده از آهک مشاهده شد. در نهایت در افق‌های Btg خاک‌رخ ۵ علاوه بر نودول‌های آهن و منگنز، کوتینگ، هیپوکوتینگ و کوازی کوتینگ اکسیدهای آهن و منگنز در دیواره حفرات و کانال‌های کوچک مشاهده گردید.

بحث

همانگونه که ذکر گردید عامل پستی و بلندی به دلایل ذکر شده در مقدمه، نقش مهمی در تشکیل و تکامل خاک‌های این دشت داشته است. تشکیل چهار راسته‌ی خاک در یک مسافت حدود ۳ کیلومتری به خوبی بیانگر این مسئله می‌باشد. فرایندهای انحلال و آبشویی آهک و رسوب به شکل کربنات کلسیم ثانویه، پراکنش ذرات رس، انتقال آنها و ایجاد پوسته‌های رسی و تشکیل افق آرچیلیک و در نهایت آزادسازی اکسیدهای آهن و منگنز و توزیع آنها در زمینه‌ی خاک از مهمترین فرایندهای پدوژنیک صورت گرفته در این کاتنا است که در زیر به نقش آنها پرداخته می‌شود:

- 1- Crystallitic b-fabric
- 2- Speckled b-fabri
- 3- Sparite
- 4- Micrite

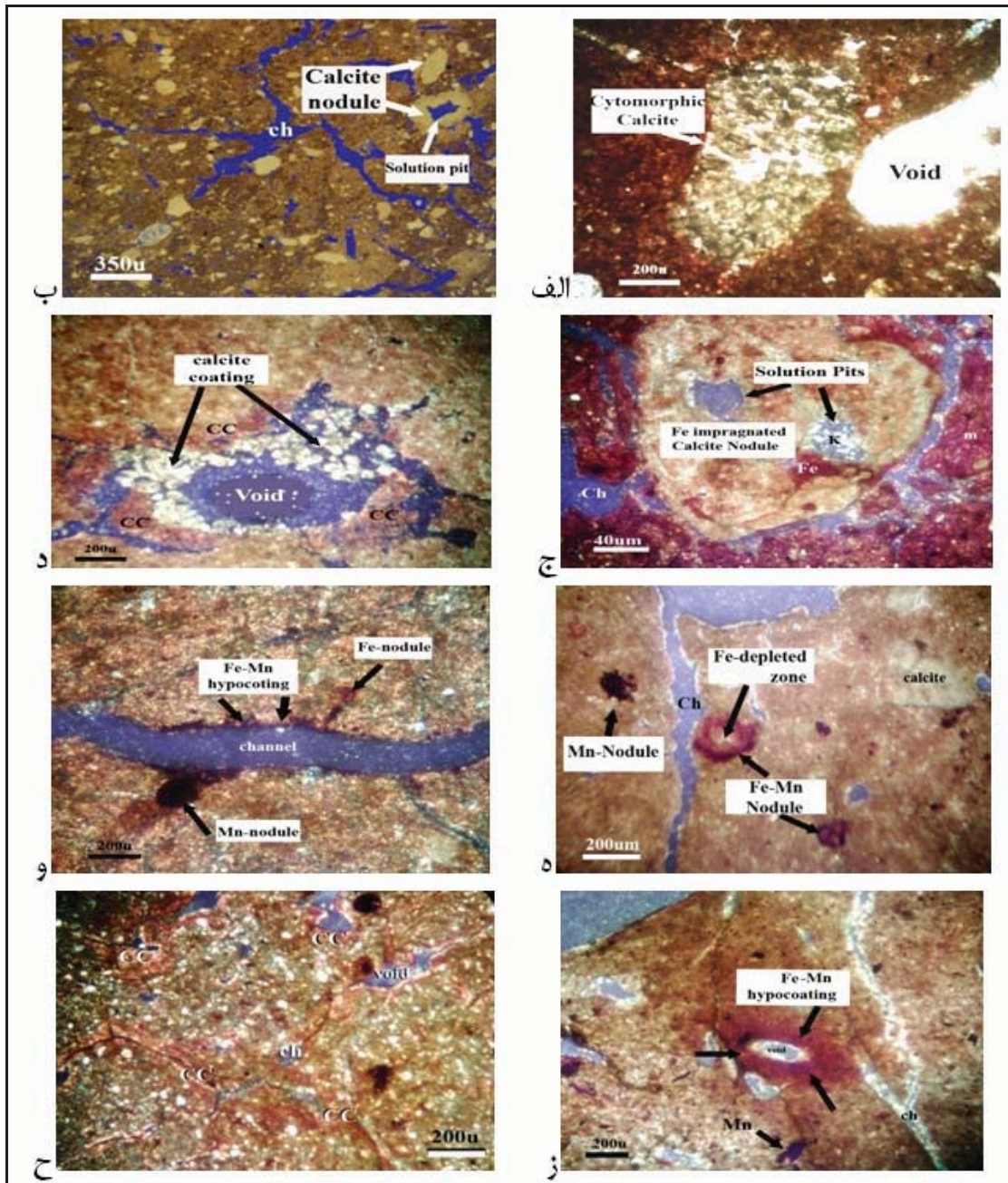
جدول ۳- تشریح میکرومورفولوژیکی مقاطع نازک در افق های مطالعه شده

شماره نیمرخ، افق	ریزساختمان و الگوی تخلخل	گر اندمس و میکرووس	بدوفیچرها
3-Bw	مکمی زاویه دار و نیم زاویه دار، اندازه متوسط، تخلخل حدود ۲۰ درصد، حفرات شامل Interpedal channels and vesicles	توزیع نسبی پورفیریک باز، ذرات $c/f(10\ \mu m)=6/4$ درشت شامل قطعات کوارتز و سنگ آهک، بی فابریک	حدود ۲ درصد نودول های آهن و منگنز به صورت تیپیک، مقدار کمی کوتینگ آهنی در دیواره کانال ها
3-Bk	مکمی زاویه دار، اندازه متوسط، تخلخل حدود ۱۵ درصد، حفرات شامل Interpedal channels, vughs and vesicles	توزیع نسبی پورفیریک، بسته تا باز، $c/f(10\ \mu m)=5/5$ ذرات درشت شامل قطعات کوارتز و سنگ آهک، بی فابریک بلورین	حدود ۳ درصد نودول های آهن و منگنز به صورت تیپیک و اندرتیپیک، نودول های خاکساز و موروثی کلسیت اسپاریت و میکریت، کوتینگ کلسیت میکرتی در دیواره کانال ها و درون حفرات به صورت متراکم و نیمه متراکم، کلسیت سیتومورفیک
4-Bk1	مکمی زاویه دار، اندازه بزرگ، تخلخل حدود ۱۰ درصد، حفرات شامل accommodated planes, interpedal channels	توزیع نسبی پورفیریک بسته تا باز، $c/f(10\ \mu m)=4/6$ ذرات درشت شامل قطعات سنگ آهک، بی فابریک بلورین و لکه ای	حدود ۵ درصد نودول های آهن و منگنز به صورت تیپیک و اندرتیپیک، نودول های خاکساز و موروثی کلسیت اسپاریت و میکریت، کوتینگ کلسیت میکرتی در دیواره کانال ها، پوسته رسی به صورت هیپو کوتینگ در اطراف کانال ها (۱ تا ۲ درصد)، مناطق تخلیه شده از آهک
4-Bk2	مکمی زاویه دار، اندازه متوسط تا بزرگ، تخلخل حدود ۱۵ درصد، حفرات شامل accommodated planes, interpedal channels and vesicles	توزیع نسبی پورفیریک یک فاصله- $c/f(10\ \mu m)=5/5$ ای تا باز، ذرات درشت شامل سنگ آهک، بی فابریک بلورین، لکه ای و اندکی شیاری	مانند بالا با آهک و اکسیدهای آهن و منگنز بیشتر، کوازی کوتینگ اکسیدهای آهن و منگنز
5-Btg1	فاقد ساختمان، تخلخل حدود ۵ تا ۷ درصد، حفرات شامل vesicles و اندکی channels	توزیع نسبی پورفیریک بسته تا باز، $c/f(10\ \mu m)=2/8$ بقایای گیاهی نیمه تجزیه شده، بی فابریک بلورین	۲ تا ۳ درصد نودول های آهن و منگنز از نوع تیپیک، هیپو کوتینگ و کوازی کوتینگ اکسیدهای آهن و منگنز در اطراف کانال ها و وزیکل ها
5-Btg3	فاقد ساختمان، تخلخل حدود ۵ تا ۵ درصد، حفرات شامل vesicles	توزیع نسبی پورفیریک بسته تا باز، $c/f(10\ \mu m)=1/9$ بقایای گیاهی نیمه تجزیه شده، بی فابریک بلورین	مانند بالا، مقادیر کمتری از نودول های آهن و منگنز
6-Bw	مکمی زاویه دار و نیم زاویه دار، اندازه متوسط، تخلخل حدود ۱۰ درصد، حفرات شامل: planes, interpedal channels and vesicles	توزیع نسبی پورفیریک بسته تا باز، $c/f(10\ \mu m)=6/4$ ذرات درشت شامل قطعات کوارتز و سنگ آهک، بی فابریک بلورین	حدود ۱ تا ۲ درصد نودول های آهن و منگنز به صورت تیپیک، مقدار کمی کوتینگ آهنی در دیواره کانال - ها و حفرات،

تشکیل اشکال رشته‌ای کلسیت احتمالاً به این امر نسبت داده می‌شود (۱۵). اشکال مشاهده شده مانند آنچه در شکل (۵-۵) مشاهده گردید به رسوب کربنات‌های محلول بر روی ریشه‌های قارچی و یا ریشه‌های مویینه نسبت داده می‌شود. میکروسکوپ الکترونی روبشی همچنین حضور کریستال‌های سوزنی شکل کلسیت را نشان داد. گرچه عمده‌ی این سوزن‌ها در افق‌های نزدیک به سطح مشاهده گردیدند اما ارتباط خاصی میان حضور این شکل از کربنات کلسیم و فیزیوگرافی مشاهده نشد. این سوزن‌ها به طور عمده دارای طول ۲۰ تا ۴۰ میکرومتر و عرض حدود ۱ میکرومتر و برخی به صورت توخالی با دیواره‌های عرضی مشاهده شدند. در برخی موارد دو سوزن از انتها (معمولاً با زاویه ۹۰ درجه) توسط ماده‌ی سیمانی به یکدیگر جوش خورده‌اند (شکل ۳ ح). در مواردی دستجات انبوه از سوزن‌ها بدون آرایش خاص با میانگین طول ۵۰ تا ۸۰ میکرون در بخش بالایی افق B خاکرخ مشاهده گردید. گاهی به ندرت دستجات ۱۰ تا ۲۰ عددی از سوزن‌های طولی که از طول به یکدیگر متصل شده‌اند نیز مشاهده گردید. در ارتباط با منشاء این سوزن‌های کلسیتی نظرات متعددی در منابع ارائه شده است. استرانگ و همکاران (۲۲) شرایط مطلوب برای تشکیل و بقای اشکال سوزنی کلسیت را بارندگی زیاد با زهکشی خوب خاک و فعالیت زیستی زیاد می‌دانند. این عقیده توسط خرمالی و همکاران (۱۰) و اولیایی (۱۴ و ۱۵) نیز تأیید گردید.

در ارتباط با مکانیسم انتقال فیزیکی ذرات رس در نتیجه‌ی آبشویی از افق‌های سطحی به افق‌های زیرین در منابع به تفصیل بحث گردیده است (۱، ۱۰ و ۱۲). بر اساس منابع یاد شده عوامل اصلی مؤثر بر تشکیل افق آرجیلیک به عوامل محیطی (از جمله میزان آبشویی مؤثر، پایداری ژئومورفیک) و عوامل خاکی (از جمله بافت خاک، میزان کربنات کلسیم و حضور سایر ترکیبات هم‌آوری کننده رس، خصوصیات شیمیایی خاک از جمله اسیدیته و نوع رس) بستگی دارد. بر اساس خصوصیات برشمرده شده در کلید تاکسونومی (۲۱) از میان شش خاکرخ مطالعه شده دو خاکرخ ۴ و ۵ دارای شرایط لازم برای تشکیل افق آرجیلیک بوده‌اند. این دو خاکرخ به ویژه خاکرخ ۴ دارای شاخص‌های تکاملی بیشتری نسبت به سایر خاکرخ‌ها بوده است (به دلائلی از جمله پایداری سطح، نفوذ مؤثر و بیشتر آب در خاک). مشاهدات صحرایی پوسته‌های رسی را بر روی سطوح واحدهای ساختمانی خاک خاکرخ ۴ و تا حدودی کمتر در خاکرخ ۵ نشان داد. مطالعات کانی‌شناسی رس انجام شده قبلی توسط اولیایی (۱۴) رس‌های عمده‌ی خاک‌های مناطق مرکزی دشت‌روم را به ترتیب اسمکتیت، کلریت، ورمیکولیت، ایلیت و رس‌های مخلوط‌لایه نشان داد.

عواملی مانند رطوبت قابل استفاده خاک، دمای خاک، بافت خاک، پوشش گیاهی و در دسترس بودن کربنات کلسیم از مهمترین عوامل تعیین کننده نوع و مورفولوژی تجمعات کلسیت می‌باشد (۱۱). بسیاری از نودول‌های آهکی به ویژه در خاکرخ ۴ توسط اکسیدهای آهن و منگنز آزاد شده از کانی‌های خاک در نتیجه‌ی هوادیدگی تلقیح شده‌اند (شکل ۳ ج). به نظر می‌رسد که با افزایش درجه تکامل در خاک‌های این منطقه میزان تلقیح نودول‌های آهکی از اکسیدهای آهن و منگنز افزایش می‌یابد. ون‌بینن و همکاران (۲۳) معتقدند که کلسیت یک جاذب طبیعی برای برخی ناخالصی‌ها مانند اکسیدهای آهن و منگنز، مواد آلی و غیره می‌باشد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی و مقاطع نازک و میکروسکوپ دیجیتالی، کریستال‌های میکریت و اسپاریت کربنات کلسیم به طور عمده در ابعاد ۱ تا ۵۰ میکرون نشان داد. موقعیت این کریستال‌ها در خاک در داخل نودول‌ها (شکل‌های ۴-ب؛ ۴-و؛ ۴-ز؛ ۵-ح)، در دیواره حفرات (شکل‌های ۴-ز و ۵-الف)، در دیواره کانال‌ها (شکل‌های ۵-ب؛ ۵-و) و گاهی به صورت سیتومورفیک (شکل ۵-د و ۳-الف) و در مواردی به صورت پراکنده و بدون توزیع خاصی مشاهده شد. بر اساس تحقیقات صورت گرفته اندازه و نوع کریستال کلسیت تشکیل شده در محیط خاک به عوامل متعددی بستگی دارد. بر اساس نظر چادویک و همکاران (۱) وجود منبع پایداری از یون‌ها و رسوب آهسته منجر به ایجاد کریستال‌های بزرگ اسپاریت می‌شود، در مقابل رسوب سریع کربنات‌ها و کمبود منابع یونی لازم منجر به تشکیل کریستال‌های ریز میکریت می‌شود. مشاهدات صورت گرفته با میکروسکوپ دیجیتالی، همچنین مقاطع نازک، حضور کلسیت سیتومورفیک را در برخی نمونه‌ها به ویژه افق Bk خاکرخ ۶ در فیزیوگرافی دشت دامنه‌ای آبرفتی نشان داد. بر اساس نظر جیلارد (۷) مکانیسم تشکیل کلسیت سیتومورفیک بدین صورت است که کربنات کلسیم موجود در ماتریکس خاک در نتیجه‌ی اسیدهای آلی ترشح شده از ریشه حل شده و با جذب یون کلسیم توسط سلول‌های ریشه در داخل واکوئل‌ها به صورت کربنات کلسیم رسوب می‌نماید. همچنین بر اساس نظر نامبرده، معدنی شدن زیستی ریشه‌ها به ویژه در خاک‌های به شدت آهکی صورت می‌گیرد. کربنات کلسیم در ماتریکس خاک در نتیجه‌ی تبادل H^+ و HCO_3^- و ترشح اسیدهای آلی حل می‌شود. کلسیم آزاد شده توسط سلول‌های ریشه جذب می‌شود. مشاهده‌ی بیشتر اشکال سیتومورفیک آهکی در افق‌های نزدیک به سطح در منطقه‌ی مطالعاتی احتمالاً در ارتباط با تجمع بیشتر بافت گیاهی به ویژه ریشه‌ها و بیشتر بودن ترشح اسیدهای آلی است. ریشه‌های قارچی و ریشه‌های مویینه نیز توانایی جذب کربنات کلسیم محلول و رسوب بر روی دیواره خود را داشته و در نتیجه‌ی



شکل ۳- تصاویر مقاطع نازک افق‌های مطالعه شده (الف) تشکیل کلسیت سیتومورفیک در سلول‌های گیاهی، افق Bk خاکرخ ۶؛ (ب) توزیع نودول‌های آهکی اسپاریت و میکریت در ماتریکس دارای بی‌فابریک بلورین و لکه‌ای، افق Bk خاکرخ ۳، (ch) کانال؛ (ج) تلقیح نودول‌های لیتوژنیک توسط اکسیدهای آهن و منگنز و تشکیل حفرات انحلالی در نتیجه هوازدگی افق Btk1 خاکرخ ۴؛ (د) کوتینگ غیرمترکم کریستال‌های میکریت کربنات کلسیم در دیواره حفره به همراه پوسته‌های رسی (cc) به صورت هیپوکوتینگ، افق Btk2 خاکرخ ۴؛ (ه) نودول‌های اکسید آهن با فابریک‌های ستاره‌ای (پایین) و کانستریک با منطقه‌ی تخلیه شده از آهن (مرکز تصویر) و اکسید منگنز با فابریک شاخه‌ای، افق Btk1 خاکرخ ۴؛ (و) هیپوکوتینگ اکسید آهن و منگنز در دیواره یک کانال به همراه نودول‌های اکسید آهن و منگنز افق Btk1 خاکرخ ۶؛ (ز) هیپوکوتینگ اکسید آهن و منگنز در اطراف یک حفره، افق Btg1 خاکرخ ۵؛ (ح) پوسته‌ی رسی (cc) در اطراف حفرات و کانال‌ها و ایجاد بی‌فابریک شیاری، افق Btk2 خاکرخ ۴.

توجه به پایداری ژئومورفیک خاکرخ و بارندگی زیاد منطقه و تخلیه نسبی زیاد کربنات کلسیم از افق‌های سطحی انتظار مشاهده پوسته‌های رسی به میزان بیشتری می‌رفت. این در حالی است که هیچ

مشاهدات میکرومورفولوژیکی مقاطع نازک افق‌های Btk1 و Btk2 خاکرخ ۴ پوسته‌های رسی را به صورت پراکنده و عمدتاً در دیواره کانال‌ها و یا حفرات نشان داد (شکل‌های ۳-د؛ ۳-ح و ۴-د). با

نوسانی آب زیرزمینی، توزیع اکسیدهای فلزی آهن و منگنز از اهمیت زیادی برخوردار است. تمامی مقاطع نازک مشاهده شده کم و بیش دارای این پدیده بودند. اکسیدهای منگنز علاوه بر حضور ترکیبی با اکسیدهای آهن در بسیاری موارد به صورت سخت‌دانه‌های مجزای سیاه‌رنگ با جلای فلزی و عمدتاً با فابریک خارجی شاخه‌ای و در بخش خارجی واحدهای کوچک ساختمانی خاک مشاهده شد. توزیع مجدد اکسیدهای آهن و منگنز در مواردی منجر به اختلاف غلظت این ترکیبات در ماتریکس خاک و ایجاد یک الگوی کروی با دوایر متحدالمرکز می‌گردد (شکل ۳-۵). اندازه و فراوانی نودول‌های آهن و منگنز با دوره زمانی اشباع همخوانی دارد. آهن موجود در این تجمعات معمولاً دارای تبلور اندکی است (۲۳). در افق‌های Btg خاکرخ ۵ پوشش‌های اکسید آهن و منگنز به طور عمده به صورت هیپوکوتینگ و در برخی موارد کوازی کوتینگ در اطراف حفرات و کانال‌ها است (شکل ۳-۳ و ۳-۳). الگوی مشاهده شده به این صورت است که با دور شدن از سطح حفرات از غلظت این اکسیدها کاسته می‌شود. الگوی حضور این ترکیبات در ماتریکس خاک همچنین می‌تواند به مدت زمان اشباع بودن خاک و نحوه تناوب دوره‌های اکسایش و کاهش بستگی داشته باشد. همچنین تیره‌تر بودن پوشش در مجاورت حفرات بیانگر غلظت بیشتر ترکیبات منگنز نسبت به ترکیبات آهن در این محدوده می‌باشد. این امر به تحرک بیشتر اکسید منگنز نسبت داده می‌شود (۵) که در پوشش‌های ترکیبی آهن و منگنز در دیداره کانال‌ها مشاهده گردید. در مجموع خاکرخ ۵ با داشتن شرایط کاهش الگوی کاملاً متفاوتی را از نظر توزیع این ترکیبات در ماتریکس خاک نسبت به سایر خاکرخ‌ها نشان داد.

نتیجه‌گیری

مطالعات ژنتیکی و میکرومورفولوژیکی انجام گرفته در منطقه‌ی مطالعاتی دشت‌روم نشان داد که عوامل پستی و بلندی و سطح ایستایی بر تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه نقش مهمی داشته‌است. فرایندهای انحلال آهک، انتقال و رسوب به شکل کربنات کلسیم ثانویه، انتقال رس، ایجاد پوسته‌های رسی و تشکیل افق آرجیلیک و آزادسازی اکسیدهای آهن و منگنز از کانی‌ها و توزیع آنها در ماتریکس خاک از مهمترین فرایندهای پدوژنیک صورت گرفته در خاک‌های این منطقه است. مشاهدات میکرومورفولوژیکی همچنین نشان داد که مناطقی از ماتریکس خاک که در مجاورت کانال‌ها و حفرات می‌باشند بیشتر در معرض تخلیه کربنات کلسیم قرار گرفته‌اند و در نتیجه بی‌فابریک لکه‌ای را ایجاد نموده‌است. مشاهدات میکروسکوپ الکترونی نشان داد که کریستال‌های میکریت و اسپاریت کربنات کلسیم به طور عمده در ابعاد ۱ تا ۵۰ میکرون می‌باشند. موقعیت این کریستال‌ها در خاک در نودول، در دیواره حفرات و

پوسته‌ی رسی در مقاطع نازک افق‌های آرجیلیک خاکرخ ۵ مشاهده نگردید. در ارتباط با دلایل این امر نظریات زیادی از جمله انبساط و انقباض خاک (۱۳)، تخریب پوسته‌های رسی در نتیجه‌ی رشد کریستال‌ها از جمله کلسیت و گچ (۹) و پوشش توسط کربنات‌ها (۴) ارائه گردیده است.

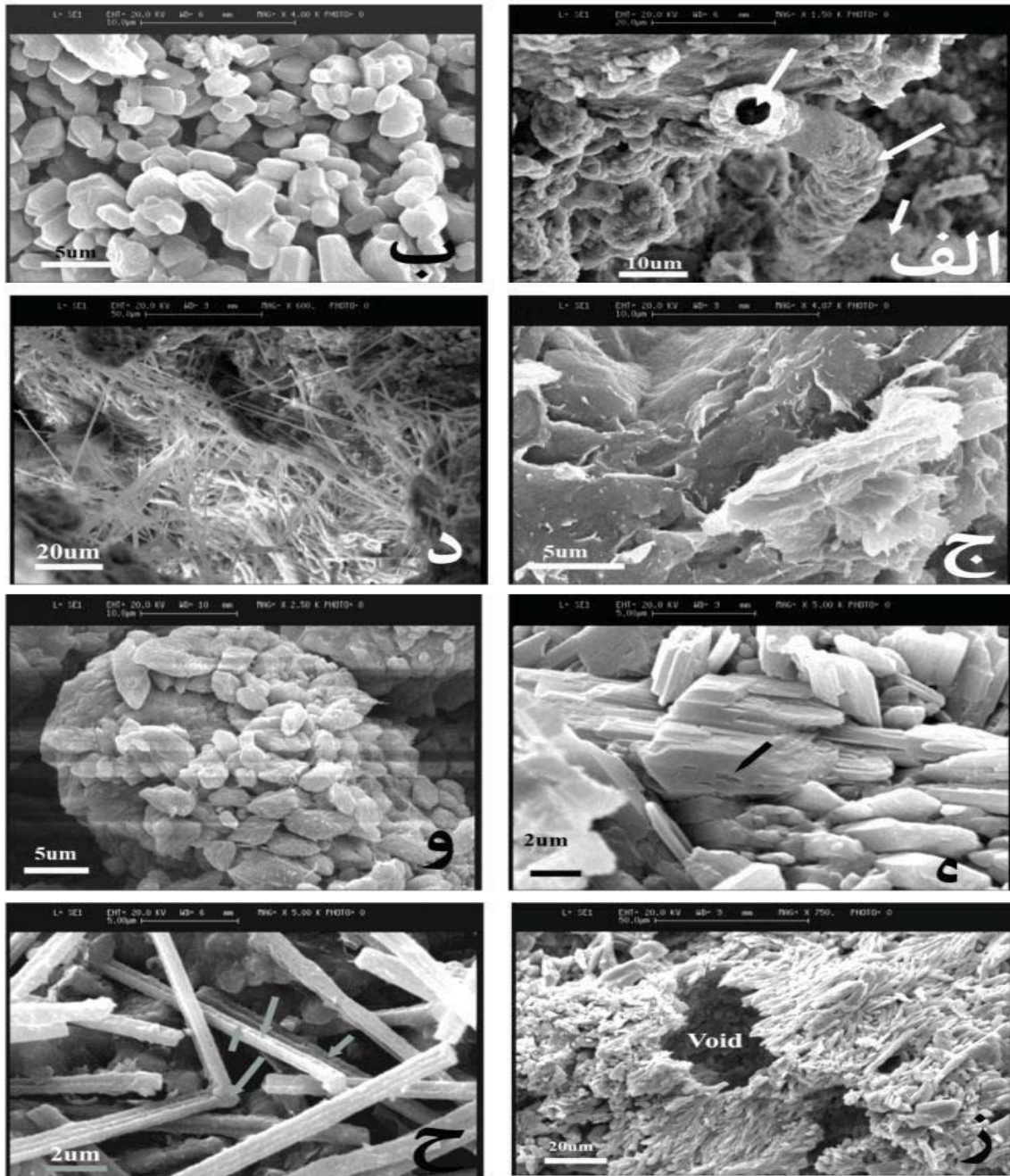
در خاکرخ ۴ بی‌فابریک مشاهده شده در مقطع نازک افق Btk1 از نوع بلورین و لکه‌ای و در افق Btk2 در بخش‌هایی که پوسته‌های رسی در مجاورت کانال‌ها تشکیل شده بود، بی‌فابریک شیاری^۱ نیز مشاهده شد (شکل ۳-۳). بر اساس نظر کمپ و زاراته (۸) عامل اصلی برای عدم حضور و یا حضور ضعیف پوسته‌ی رسی در افق آرجیلیک تخریب فیزیکی این پوسته‌ها به دلیل انبساط و انقباض زیاد در نتیجه‌ی حضور مقدار زیاد رس اسمکتیت در خاک است. همانگونه که ذکر شد کانی انبساط‌پذیر اسمکتیت کانی اصلی گزارش شده در این خاک‌ها بوده و از این رو منطقی است که دلیل اصلی عدم مشاهده و یا حضور ضعیف پوسته‌ی رسی را انبساط و انقباض خاک در طی دوره‌های تری و خشکی و تخریب و جدا شدن پوسته‌های تشکیل شده بدانیم. در افق‌های Btk خاکرخ ۴ حضور توأم پوسته‌های رسی و کربنات کلسیم مشاهده گردید. در این افق پوشش‌های رس و کربنات کلسیم در مجاورت یکدیگر حضور داشتند و در برخی بخش‌ها پوشش‌های آهک به صورت جزیی بر روی پوشش رس قرار گرفته که می‌تواند نشان‌دهنده تخلیه مجدد افق‌های فوقانی از آهک و قرارگیری آن بر روی پوشش‌های رسی باشد.

مقدار و توزیع اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز در خاک-ها به عواملی چون مقدار و نوع ترکیبات اولیه این اکسیدها در کانی-های خاک، شرایط محیطی از جمله میزان هوازدگی (متأثر از دما و رطوبت)، اسیدیته، وضعیت زهکشی خاک (پتانسیل رداکس)، بافت خاک، مقدار ماده‌ی آلی و تراکم و نوع پوشش گیاهی بستگی داد. در خاک این اکسیدها به صورت کوتینگ در امتداد کانال‌ها و حفرات^۲، هیپوکوتینگ، کوازی کوتینگ، توده‌های نرم^۳ و نودول‌های سخت^۴ حضور دارند. این عوارض در مشاهدات صحرایی خاکرخ‌های با نوسان سطح ایستایی، به صورت رنگین‌دانه مشاهده می‌شوند. توزیع این عوارض منجر به ایجاد دو منطقه‌ی کاهش تخلیه شده^۵ و تجمع یافته^۶ از اکسیدهای آهن و منگنز در ماتریکس خاک می‌شوند. در منطقه‌ی دشت‌روم به دلیل بارش زیاد و وجود خاک‌هایی با سطح

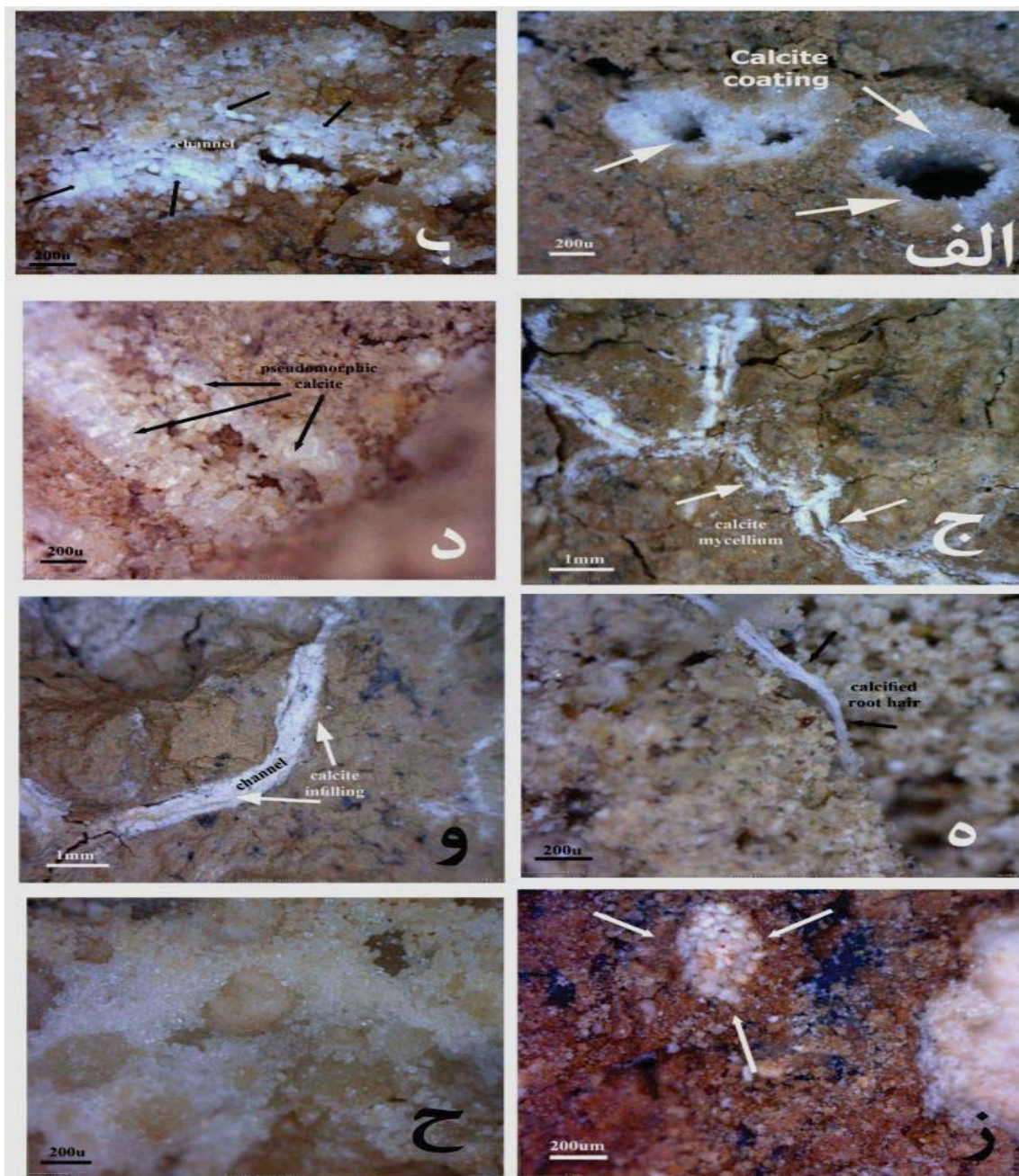
- 1- Striated
- 2- Pore lining
- 3- Soft bodies
- 4- Hard bodies
- 5- Redox Depletion
- 6- Redox Concentration

میکرون مشاهده گردید. با توجه به گسترش بیشتر کلسیت‌های سوزنی شکل در بخش‌های نزدیک به سطح خاک با فعالیت زیستی بیشتر فرضیه منشاء زیستی این سوزن‌ها قوت می‌گیرد.

کانال‌ها، گاهی در سلول‌های گیاهی به صورت سیتومورفیک و در مواردی به صورت پراکنده و بدون توزیع خاصی مشاهده گردید. کلسیت سوزنی شکل با طول ۲۰ تا ۸۰ میکرون و عرض تقریبی ۱



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نمونه خاک‌های مطالعه شده؛ (الف) تشکیل اشکال لوله‌مانند آهکی در نتیجه رسوب کربنات کلسیم بر روی ریشه‌های مویین و یا ریشه‌های قارچی افق Bw خاک ۳، (ب) کریستال‌های یوهدرال کلسیت میکریتی تشکیل شده در یک نودول افق Bk خاک ۳؛ (ج) پوسته‌های رسی تشکیل شده در سطح واحدهای خاک افق Btk1 خاک ۴؛ (د) کلسیت‌های سوزنی شکل، افق Bk خاک ۶؛ (ه) تجمع کریستال‌های یوهدرال و ساب‌هدرال میکریتی کلسیت به همراه حفرات انحلالی (پیکان) افق Btk2 خاک ۴؛ (و) تجمع کریستال‌های میکریتی کلسیت در یک نودول آهکی افق Bk خاک ۳؛ (ز) کوتینگ کریستال‌های یوهدرال در اطراف یک حفره، افق Btk2 خاک ۴؛ (ح) کریستال‌های منفرد سوزنی شکل توخالی با دیواره‌های عرضی اتصال یافته توسط سیمان آهکی به یکدیگر افق Bk خاک ۶.



شکل ۵- تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ دیجیتال Dino-Lite. (الف) کوتینگ کریستال‌های کلسیت در اطراف چند کانال افق Bk خاکرخ ۳؛ (ب) کریستال‌های اسپاریت کلسیت تشکیل شده در اطراف یک کانال افق Bk خاکرخ ۳؛ (ج) اشکال رشته‌ای (میلیوم) کربنات کلسیم در اطراف یک کانال ریز، افق Btk1 خاکرخ ۴؛ (د) کلسیت سیتومورفیک تشکیل شده در بقایای سلول‌های گیاهی افق Bk خاکرخ ۶؛ (ه) رسوب کربنات کلسیم بر روی ریشه‌های مویینه افق Bk خاکرخ ۳؛ (و) پرشدگی کانال از کربنات کلسیم به همراه اکسید منگنز سیاه‌رنگ در ماتریکس خاک افق Bk خاکرخ ۶؛ (ز) پرشدگی یک حفره از کریستال‌های اسپاریت کلسیت، افق Btk1 خاکرخ ۴؛ (ح) تبلور مجدد کریستال‌های ریز کلسیت بر روی کریستال‌های درشت‌تر، افق Bk خاکرخ ۶

آهن و منگنز با توجه به واکنش نسبتاً زیاد به شرایط محیطی و خاکی به ویژه شرایط اکسایش و کاهش، توزیع متفاوتی را در خاکرخ‌های مطالعه شده نشان دادند. در خاکرخ ۵ با شرایط زهکشی بسیار ضعیف و رژیم رطوبتی اکوتیک پوشش‌های اکسید آهن و منگنز به طور عمده

پوسته‌های رسی به صورت ضعیفی در مقاطع نازک مشاهده گردید. وفور کانی رسی اسمکتیت در خاک‌های منطقه، احتمالاً به ناپایداری پوسته‌های رسی کمک می‌نماید. در برخی مقاطع حضور توأم پوسته‌های رسی و کربنات کلسیم مشاهده گردید. اکسیدهای

صورت موضعی و غیر وابسته به آرایش حفرات مشاهده گردید که بیانگر تحرک کمتر این اکسیدها در شرایط اکسایشی است.

به صورت هیپوکوتینگ و در برخی موارد کوازی کوتینگ در اطراف حفرات و کانال‌ها با مرز پخشیده مشاهده گردید. این در حالی است که توزیع این اکسیدها در سایر خاک‌ها بسیار محدودتر و عمدتاً به

منابع

- 1- Chadwick O.A., Sower J.M., and Amundson R.C. 1989. Morphology of calcite crystals in cluster coating from four soils in Mojave desert regions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 219-221.
- 2- Chapman H.D. 1965. Cation exchange capacity. pp. 891-901. In: Black, C. A. (ed.), *Methods of soil analysis*, part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- 3- Day P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black, C. A. (ed.), *Methods of Soil Analysis*, part 1. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 545-567.
- 4- Gile L.H., and Grossman R.B. 1968. Morphology of the argillic horizon in desert soils of southern New Mexico. *Soil Sci.* 106: 6-15.
- 5- Huang L., Hong J., Tan W.F., Hu H.Q., Liu F., and Wang M.K. 2008. Characteristics of micromorphology and element distribution of iron-manganese cutans in typical soils of subtropical China. *Geoderma*, 146: 40-47.
- 6- Jackson M.L. 1975. *Soil chemical analysis-advanced course*. Univ. of Wisconsin, College of Agric. Dept. of Soil Sci., Madison, WI.
- 7- Jaillard B. 1987. Les structures rhizomorphes calcaires: modele de reorganisation des micropores du sol par les racines. Ph.D. thesis INRA, Montpellier, 219 p. (In French).
- 8- Kemp R.A., and Zárate M.A. 2000. Pliocene pedosedimentary cycles in the southern Pampas, Argentina. *Sedimentology*, 47: 3-14.
- 9- Khademi H., and Mermut A.R. 2003. Micromorphology and classification of Argids and associated gypsiferous Aridisols from central Iran. *Catena*, 54(3): 439-455.
- 10- Khormali F., Abtahi A., Mahmoodi S., and Stoops G. 2003. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi-arid regions of Southern Iran. *Catena*, 776: 1-29.
- 11- Khormali F., Abtahi A., and Stoops G. 2005. Micromorphology of calcic pedofeatures in highly calcareous soils of Fars province, Southern Iran. *Geoderma*, 776: 1-29.
- 12- McKeague J.A., Wang C., Ross G.J., Acton C.J., Smith R.E., Anderson D.W., Petapiece W.W., and Lord T.M. 1981. Evaluation of criteria for argillic horizons (Bt) of soils in Canada. *Geoderma*, 25: 63-74.
- 13- Nettleton W.D., and Peterson F.F. 1983. Aridisols. In: Wilding, L. P. et al. *Pedogenesis and Soil Taxonomy: II. The Soil Order*, Elsevier, Amsterdam, pp. 165-215.
- 14- Owliaie H.R. 2005. Clay mineralogy, micromorphology and genesis of soils of Kohgilouye Province, Southwestern Iran. Ph.D. dissertation. Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University.
- 15- Owliaie H.R. 2012. Micromorphology of calcitic features in calcareous soils of Kohgilouye Province, Southwestern Iran. *JAST*, 14:225-239.
- 16- Richards L.A. (ed.). 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Handb. No. 60. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- 17- Schaetzl R., and Anderson S. 2005. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press, NY, 817 p.
- 18- Sommer M., and Schlichting E. 1997. Archetypes of catenas in respect to matter – a concept for structuring and grouping catenas. *Geoderma*, 76: 1-33.
- 19- Stoops G. 2003. *Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. SSSA. Madison, WI.
- 20- Soil Survey Staff. 1993. *Soil Survey Manual, Handbook*, vol. 18, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- 21- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- 22- Strong G.E., Giles J.R.A., and Wright V.P. 1992. A Holocene calcrete from North Yorkshire, England: implications for interpreting palaeoclimates using calcretes. *Sedimentology*, 39: 333-347.
- 23- Van Beynen P., Bourbonniere R., Ford D., and Schwarcz H. 2001. Causes of colour and fluorescence in speleothems. *Chem. Geol.* 175: 319- 341.
- 24- Vepraskas M.J., and Wilding L.P. 1983. Albic neoskeletons in argillic horizons as indices of seasonal saturation and iron reduction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 1202-1208.
- 25- Wang D., and Anderson D.W. 1998. Stable carbon isotopes of carbonate pendants from Chernozemic soils of Saskatchewan, Canada, *Geoderma*, 84: 309-322.
- 26- Wright V.P. 1987. A micromorphological classification of fossil and recent calcic and petrocalcic microstructures, Fedoroff N., Bresson, L. M. and Courty, M. A. (Ed.) *Soil Micromorphology*, AFES, Paris. PP. 401-407.

Study of Genesis and Micromorphology of Soils along a Catena in Yasouj Region (Case Study: Dasht-e-roum Plain)

H.R. Owliaie¹

Received:13-8-2011

Accepted:4-12-2011

Abstract

This study was conducted in order to investigate the effect of topography and groundwater on soil genesis along a catena, in Yasouj region. Soils ranged from well drained at the top of the slope to poorly drained with a high water table, at the base of the slope. Six soil profiles in different soil physiographic units were dug, described and sampled. Undisturbed soil samples were collected for micromorphological and electron microscopy studies. The results exhibited that carbonate dissolution, translocation and formation of secondary carbonates; removal of Fe-Mn oxides from mineral and their distribution in soil matrix as well as clay eluviation were the main soil genesis processes along the catena. The highest amount of carbonate depletion from soil surface was noticed in lowland and plateau physiographic units. Secondary calcium carbonates were observed as micrite and sparite crystals, needle shaped nodules and cytomorphic types. The shrink/swell characteristics on wetting and drying cycles may be the main factor explaining destruction of the clay coatings in some argillic horizons. Fe-Mn oxides exhibited different redoximorphic features along the catena as affected by topography and groundwater level.

Keywords: Fe-Mn oxides, Catena, Secondary calcium carbonate, Micromorphology

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University
Email: h_owliaie@yahoo.com