مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

بررسی پیدایش و روند تکاملی خاک‌های تشکیل شده از لس در یک گرادیان اقلیمی، مطالعه موردی: شرق استان گلستان

مجتبی زراعت‌پیشه[1]* و فرهاد خرمالی[2]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[2] دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اقلیم بر پیدایش، تکامل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مشتق شده از لس در یک گرادیان اقلیمی در شرق استان گلستان یک توالی اقلیمی انتخاب گردید. این توالی شامل رژیم‌های رطوبتی یودیک، زریک و اریدیک و رژیم‌های حرارتی مزیک و ترمیک می‌باشد. تعداد ۷ خاک‌رخ در کاربری مرتع حفر و مطالعه شدند. نتایج نشان داد که در منطقه با رژیم رطوبتی یودیک و رژیم حرارتی مزیک خاک‌های مالی‌سولز با افق‌های زیر سطحی آرجیلیک و کلسیک تکامل‌یافته به‌وجود آمده، در حالی‌که در منطقه با رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک خاک‌های مالی‌سولز تنها دارای افق کمبیک می‌باشند و خاک‌های اینسپتی‌سولز با افق‌های سطحی اکریک و زیرسطحی کمبیک و کلسیک به‌وجود آمده‌اند. در ضمن در رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک اریدی‌سولز با افق‌های سطحی اکریک و زیرسطحی کمبیک و کلسیک و خاک‌های جوان انتی‌سولز که بدون تکامل خاک‌رخی می‌باشد، تشکیل گردیده است. مطالعات میکرومورفولوژی نشان داد که با کاهش بارندگی و افزایش دما میکروساختمان خاک از مکعبی زاویه‌دار و بدون زاویه با جداشدگی خوب به ساختمان توده‌ای و مکعبی با جداشدگی ضعیف تبدیل شده است. بی‌فابریک لکه‌ای در

* مسئول مکاتبه: zeraatpishem@yahoo.com

www.SID.ir
Archive of SID

مناطق با بارندگی بالا به بی‌فابریک کریستالیتیک در مناطق با بارندگی کم‌تر تبدیل شده است. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تفاوت‌های قابل‌توجهی در نوع بافت، میزان و عمق شستشوی آهک، میزان مواد آلی، pH، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی دارا می‌باشد. در مناطق با بارندگی بیش‌تر، شرایط برای هوادیدگی مقداری از سیلت مهیا بوده و به رس تبدیل شده است.

واژه‌های کلیدی: تکامل خاک، اقلیم، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکرومورفولوژی

مقدمه

خاک‌ها توده طبیعی با مورفولوژی واحد هستند که در نتیجه اثر برهم‌کنش اقلیم، موجودات زنده، مواد مادری، پستی و بلندی در طول زمان تشکیل گردیده‌اند (مولدرز، ۱۹۸۷). مونتگن و همکاران (۲۰۰۹) تکامل خاک را نتیجه این دو فرآیند می‌دانند: ۱- انتقال شیمیایی محلول خاک در طول خاک‌رخ منجر به رسوب مواد معدنی و هدرروی عناصر در طی فرآیند آب‌شویی می‌شود، ۲- انتقال ذارات خاک به‌صورت فیزیکی (فرسایش) یا جابه‌جایی در افق‌های زیرسطحی. از بین ۵ عامل اصلی خاک‌ساز، اقلیم عامل اساسی در تشکیل و تحول خاک می‌باشد. اقلیم از دو جزء عمده رطوبت و حرارت تشکیل شده است. باران هر منطقه رطوبت خاک را برای واکنش‌های شیمیایی و آب‌شویی املاح تأمین کرده و دما نیز سرعت واکنش‌ها را کنترل می‌کند (بای‌بوردی، ۱۹۹۳). گوناگونی ویژگی‌های خاک در درجه بعد تحت‌تأثیر مواد مادری می‌باشد که به مرور زمان به‌وسیله پوشش گیاهی، توپوگرافی و ریزجانداران تعدیل می‌گردد (نویدی و ابطحی، ۲۰۰۱).

بارندگی بسیار زیاد و دمای متوسط همراه با مواد مادری مستعد به هوادیدگی، به سرعت منجر به هوادیدگی عمیق خاک‌رخ‌ها می‌شود (دانیلز و همکاران، ۱۹۸۷). مطالعه تحول و تکامل خاک‌ها به‌علت بررسی فرآیندهای خاکی دارای اهمیت به‌سزایی است و ترکیب پیچیده و ناهمگن عناصر خاکی و شرایط مختلف محیطی حاکم بر آن باعث ایجاد واکنش‌های گوناگونی می‌گردد (باقری و ابطحی، ۲۰۰۳). در بررسی تأثیر اقلیم در تشکیل و تکامل خاک، رامشنی و ابطحی (۱۹۹۵) در خاک‌های کهکیلویه نتیجه گرفتند که با افزایش بارندگی و کاهش دما، خاک‌ها از تکامل پروفیلی و تنوع افق‌های بیش‌تری برخوردار می‌شوند، به‌طوری‌که در منطقه با حداقل بارندگی و حداکثر دما تنها افق کلسیک با

www.SID.ir

ساختمان ضعیف، با بارندگی و حرارت متوسط، افق‌های کلسیک و کمبیک قوی و در منطقه با حداکثر بارندگی افق‌های کلسیک و کمبیک به نسبت قوی تا قوی، آرجیلیک و افق سطحی مالیک نمایان‌گر می‌شود. دانکین و فی (۱۹۹۳) در پژوهش‌های انجام گرفته در منطقه ناتال واقع در جنوب قاره آفریقا ارتباط نزدیکی بین خصوصیات خاک و وضعیت اقلیمی به‌ویژه میانگین بارندگی مؤثر سالانه یافتند. آن‌ها اعلام نمودند که با افزایش مقدار بارندگی از ۲۰۰ میلی‌متر به ۱۲۰۰ میلی‌متر، نسبت رس از ۵ درصد در مواد مادری به ۳۰ درصد در افق B افزایش یافته است. همچنین رابطه بین خواص خاک و اقلیم، وابستگی قابل‌ملاحظه‌ای به نوع مواد مادری خاک‌های موردنظر در مناطق پرباران ندارد. به این معنی که درجه هوادیدگی بیش‌تر این خاک‌ها تأثیر مواد مادری را در تشکیل خاک به‌طور محسوس نشان نمی‌دهد. اما در مورد بارندگی و ظرفیت تبادلی کاتیونی مؤثر رابطه‌ای معکوس بین این دو فاکتور مشاهده نمودند.

امینی‌جهرمی و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند عواملی که منجر به تفاوت بافت در افق‌های بسیاری از مالی‌سولزها و خاک‌های مشابه آن‌ها می‌شود را می‌توان به آب‌شویی کربنات‌ها، تشکیل رس، دگرگونی شیمیایی رس و حرکت و انتقال رس نسبت داد. نیکولز (۱۹۸۱) در پژوهشی به ارتباط مستقیمی بین کربن آلی و میزان رس خاک با میانگین بارندگی سالانه دست یافت.

فرانزلوبرز (۲۰۰۲) نشان داد که کربن آلی خاک تحت اقلیم مرطوب و سرد نسبت به اقلیم خشک‌تر در یک توالی اقلیمی[1] بیش‌تر تجمع می‌یابد. اقلیم به‌ویژه بارندگی و دما تعیین‌کننده میزان کربن آلی افق‌های سطحی می‌باشد که تعیین‌کننده نوع افق سطحی است. در این رابطه آلوارز و لاوادو (۱۹۹۸) در خاک‌های تشکیل شده از لس، که در محدوده بارندگی ۱۲۵۰-۲۵۰ میلی‌متر بود همبستگی معنی‌داری بین میانگین بارندگی سالانه و کربن آلی خاک پیدا کردند (r=۰/۷٤، P<۰/۰۰۱). در مطالعه مشابه براوو و همکاران (۲۰۰۷) در محدوده بارندگی ۵۸۵-۲٦۲ میلی‌متر به همبستگی کم‌تری دست یافتند (r=۰/٦۳، P<۰/۰۰۱) که تا حدی مربوط به میزان بارندگی کم‌تر می‌باشد.

از بررسی نیمه‌کمی و کمی مشخصه‌های میکرومورفولوژی می‌توان در تشخیص افق‌های مشخصه مانند کلسیک[2] و آرجیلیک[3]، تشخیص افق‌های مدفون شده، شبیه‌سازی رسوب‌گذاری لس‌ها، پیش‌بینی

1- Climosequence
2- Calcic Horizon
3- Argillic Horizon

www.SID.ir

تغییرات اقلیم و دوره‌های خشک و تر گذشته، علت به‌هم‌خوردگی و در نتیجه درجه تحول خاک‌ها بهره گرفت (استوپس، ۲۰۰۳). خادمی و مرموت (۲۰۰۳) افزایش مقدار رس و نسبت رس ریز به رس کل در خاک زیرین نسبت به افق(های) بالایی و مشاهده پوشش‌های رسی در مقاطع نازک خاک را شواهدی دال بر تجمع رس معرفی کرده و بیان می‌کنند بارندگی کافی در شرایط اقلیمی مرطوب‌تر گذشته موجب حرکت کربنات‌ها از خاک سطحی، شستشوی متعاقب رس و تشکیل افق آرجیلیک در خاک شده است.

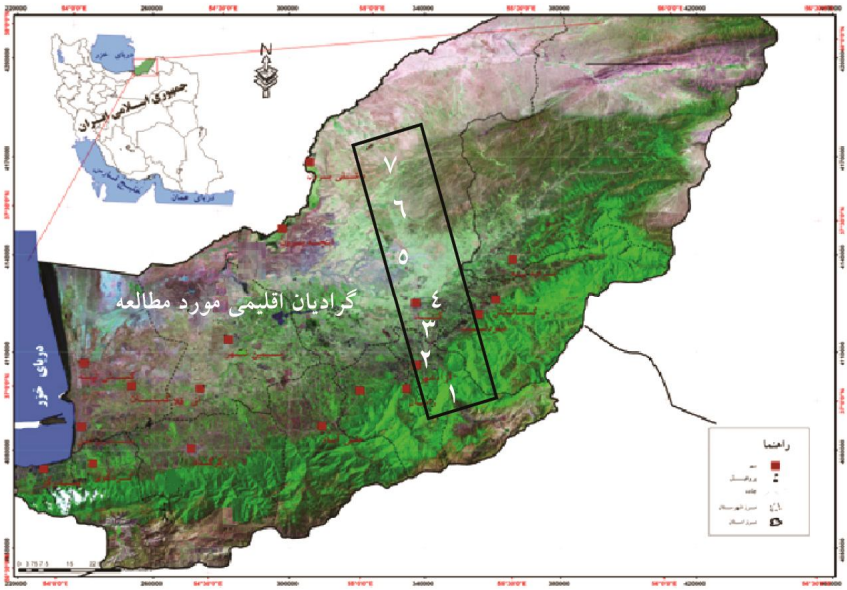
روبن‌هونست و ویلدینگ (۱۹۸٦) در مطالعه خاک‌های تکامل‌یافته در یک ردیف اقلیمی بر روی سنگ‌های آهکی کرتاسه در تگزاس نشان دادند که در مناطق خشک، خاک‌ها دارای افق مشخصه زیرسطحی کلسیک و پتروکلسیک هستند در حالی‌که در منطقه مرطوب‌تر افق تجمع رس تشکیل شده است. بهمنیار و ابطحی (۲۰۰۲) در مطالعه تأثیر اقلیم بر خصوصیات مورفولوژیک و خاک‌های تشکیل شده بر روی سنگ آهک نشان دادند که در ناحیه اقلیمی یودیک- ترمیک به‌دلیل وجود حرارت و رطوبت مناسب آهک شسته شده و به قسمت‌های عمیق خاک‌رخ انتقال یافته است و رس‌ها نیز پس از انتقال در افق زیرسطحی تجمع یافته‌اند و خاک‌های تکامل‌یافته از نوع آلفی‌سولز می‌باشند. در ناحیه اقلیمی یودیک- مزیک خاک‌های عمیق با اپی‌پدون مالیک بوده و مقدار کمی پوشش رسی در سطح دیواره‌های حفره‌ها تجمع‌یافته و خاک‌هایی از نوع مالی‌سولز تکامل یافته‌اند، در حالی‌که در ناحیه اقلیمی زریک- مزیک خاک‌ها عمیق، میزان ماده آلی در افق سطحی کم و مقدار آهک به‌صورت کریستال‌های ریز در دیواره حفره‌ها تجمع‌یافته است.

با توجه به پراکندگی اقلیمی در استان گلستان و زیر تأثیر قرار گرفتن خاک‌های تشکیل شده بر روی مواد مادری لسی در شرق استان، بررسی خصوصیات مختلف این خاک‌ها با نگرش علمی، کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو این پژوهش با نیل به اهداف زیر صورت گرفته است:
۱- تعیین نقش فاکتورهای اقلیمی (بارندگی و دما) در یک گرادیان اقلیمی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، ۲- بررسی اثر اقلیم بر ویژگی‌های افق‌های تکاملی و فرآیندهای رخ داده در این افق‌ها و ۳- انجام مطالعات میکرومورفولوژی به‌منظور مشخص شدن فرآیندهای تکاملی رخ داده در خاک‌های مورد مطالعه.

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

ابتدا با استفاده از مطالعه خاک‌شناسی نیمه‌تفضیلی (۱۹۷۳) موقعیت تقریبی منطقه مورد مطالعه مشخص شد و سپس با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی یکسان بودن مواد مادری آن‌ها کنترل و پس از بازدیدهای صحرایی موقعیت دقیق هر خاک‌رخ مشخص گردید. منطقه مورد مطالعه، یک گرادیان اقلیمی (بارندگی- دما) در شرق استان گلستان، در حوالی آزادشهر تا شمال گنبد قابوس واقع شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت گرادیان اقلیمی و خاک‌رخ‌های حفر شده در منطقه مورد مطالعه.

ویژگی‌های اقلیمی و مشخصات عمومی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارایه شده است. میانگین بارندگی سالانه منطقه بین ۸٦۲-۲٦٤ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه بین ۱۸/٤-۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

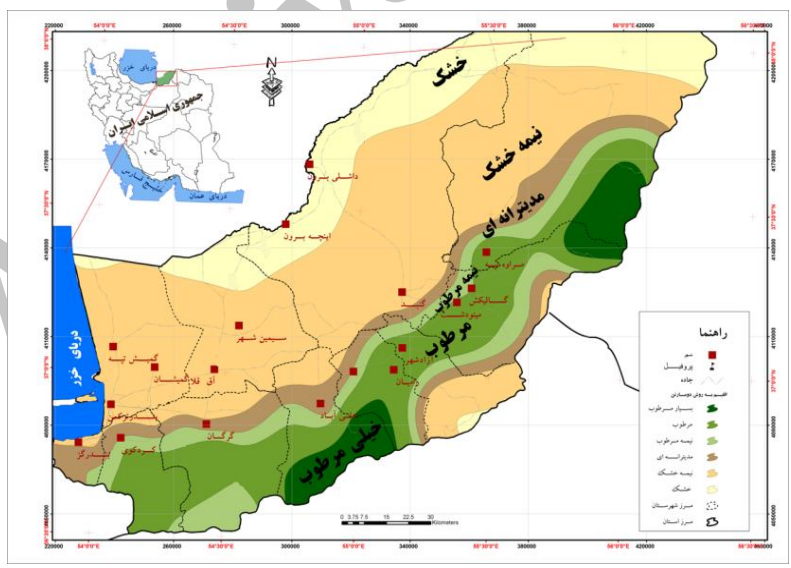
www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و عمومی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه.

خاک‌رخ	میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	تبخیر و تعرق میانگین سالانه (میلی‌متر)	اقلیم حاکم*	واحد فیزیوگرافی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	رژیم رطوبتی- حرارتی	**P/ET*
۱	۸۶۲	۱۵/۰	۱۰۷۷	مرطوب	تپه	۲۵۱	یودیک- مزیک	۰/۸
۲	۷۳۵	۱۷/۵	۱۱۳۰	نیمه‌مرطوب	دشت‌دامنه‌ای	۱۲۰	زریک- ترمیک	۰/۶۵
۳	۵۷۲	۱۸/۴	۱۱۴۴	مدیترانه‌ای	دشت‌رسوبی	۷۹	زریک- ترمیک	۰/۵
٤	٤۲۷	۱۸/۴	۱۰۶۷	نیمه‌خشک	دشت‌رسوبی	۷۵	زریک- ترمیک	۰/٤
۵	۳۸۶	۱۸/۴	۱۲۸۶	نیمه‌خشک	دشت‌رسوبی	٤۱	اریدیک-ترمیک	۰/۳
۶	۲۹٤	۱۷/۹	۱۱۷۶	نیمه‌خشک	دشت	۵۱	اریدیک-ترمیک	۰/۲۵
۷	۲۶٤	۱۷/۹	۱۳۲۰	خشک	دشت	٤۰	اریدیک-ترمیک	۰/۲

*اقلیم به روش دومارتن محاسبه شده است. **P/ET: نسبت بارندگی میانگین سالانه به تبخیر و تعرق میانگین سالانه گیاه مرجع. میانگین دما و بارش سالانه در بازه زمانی ۲۰ ساله می‌باشد. داده‌ها مربوط به نزدیک‌ترین ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک به محل‌های نمونه‌گیری می‌باشد.

شکل ۲ پراکنش اقلیم در سطح استان را نشان می‌دهد که اقلیم در محدوده مورد مطالعه شامل اقلیم مرطوب، نیمه‌مرطوب، مدیترانه‌ای و نیمه‌خشک می‌باشد.



شکل ۲- اقلیم‌بندی در محدوده مورد مطالعه براساس روش دومارتن.

www.SID.ir

با توجه به هدف پژوهش که بررسی پیدایش و روند تکامل پروفیلی خاک‌های تشکیل شده از مواد مادری لس در یک گرادیان اقلیمی می‌باشد، تعداد ۷ خاک‌رخ در جهت جنوب- شمال در مسیری به طول ۸۰ کیلومتر با کاربری یکسان (مرتع) در سه رژیم رطوبتی یودیک، زریک و اریدیک و رژیم حرارتی مزیک و ترمیک حفر شده است. طی مطالعات صحرایی همه خاک‌رخ‌ها با استفاده از راهنمای استاندارد خاک تشریح شدند. از افق‌های مختلف هر خاک‌رخ یک نمونه دست‌نخورده به‌وسیله جعبه کوبینا[1] برای مطالعات میکرومورفولوژی و یک نمونه دست‌خورده برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک تهیه گردید. خاک‌ها در سیستم آمریکایی (راهنمای استاندارد تشریح) (کارکنان نقشه‌برداری خاک، ۲۰۱۰) و WRB[2] (۲۰۰۶) طبقه‌بندی شده است. در سیستم آمریکایی طبقه‌بندی تا سطح خانواده انجام شد. منطقه مطالعه شده از لحاظ پوشش گیاهی به‌طور عمده شامل گیاهان خودرو، مرتعی و بوته می‌باشد.

همه نمونه‌ها برای آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی هوا خشک گردیده و از الک ۲ میلی‌متری (شماره ۱۰) عبور داده شدند و همچنین نمونه‌های مربوط به مطالعات میکرومورفولوژی بعد از خشک شدن توسط رزین اشباع شده و مقاطع نازک تهیه گردید. مقاطع نازک براساس روش بولاک و همکاران (۱۹۸۵) و تعریف‌های ارایه شده توسط استوپس (۲۰۰۳) مطالعه شدند.

بافت خاک پس از اکسایش مواد آلی (دی، ۱۹۵۵)، به روش هیدرومتری (بویوکوس، ۱۹۶۲) اندازه‌گیری و تعیین گردید. pH خاک در گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر دارای الکترود شیشه‌ای اندازه‌گیری شده است. هدایت الکتریکی[3] با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی انجام شد (پیج و همکاران، ۱۹۸۲). کربن آلی به روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید (نلسون، ۱۹۸۲). میزان آهک به روش خنثی کردن مواد خنثی‌شونده با اسید کلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود صورت پذیرفت (پیج و همکاران، ۱۹۸۲). ظرفیت تبادل کاتیونی[4] از روش جانشین کردن یون سدیم به‌جای همه کاتیون‌های قابل تبادل با استفاده از محلول استات سدیم (pH=۸/۲) و جدا نمودن یون‌های سدیم جانشین شده توسط محلول استات آمونیوم (pH=۷) و اندازه‌گیری میزان سدیم جمع‌آوری شده با دستگاه فلیم فتومتر تعیین گردید (چاپمن، ۱۹۶۵).

1- Kubiena Box
2- World Reference Base for Soil Resources
3- Electrical Conductivity
4- Cation Exchangeable Capacity

www.SID.ir

نتایج و بحث

بررسی رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه: همه خاک‌رخ‌ها براساس دو سیستم جامع آمریکایی (کارکنان نقشه‌برداری خاک، ۲۰۱۰) و WRB (۲۰۰۶) رده‌بندی شده‌اند، نتایج رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارایه شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌گردد خاک‌رخ‌های مورد مطالعه شامل راسته‌های مالی‌سولز، اینسپتی‌سولز، اریدی‌سولز و انتی‌سولز می‌باشند.

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه: نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارایه شده است.

بافت خاک: بافت خاک، فراوانی نسبی ذرات شن، رس و سیلت را در نمونه خاک نشان می‌دهد. بافت خاک‌های مورد مطالعه به‌طور عموم لوم سیلتی تا لوم رسی سیلتی می‌باشد. به‌طورکلی ذرات سیلت در همه افق‌ها دارای بیش‌ترین مقدار است که با توجه به منشأ مواد مادری توجیه‌پذیر می‌باشد. با کاهش بارندگی و افزایش دما به‌دلیل نامناسب شدن شرایط هوادیدگی بر میزان سیلت افزوده شده است. ترکیب نسبی اجزاء خاک در این مناطق با نتایج پژوهش پاشایی (۱۹۹۷) بر روی لس‌های منطقه گرگان و دشت هماهنگی دارد.

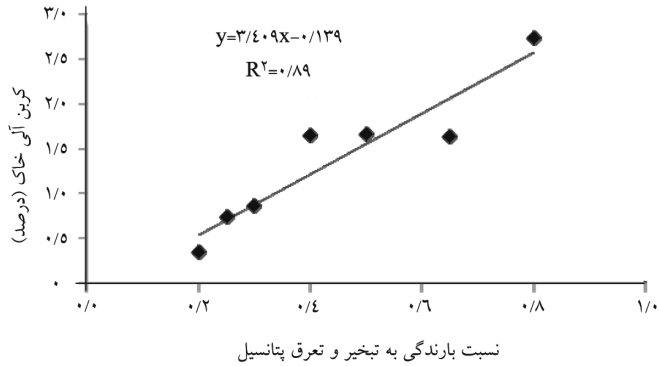
میزان رس در خاک‌رخ‌های موجود در مناطق با رطوبت مناسب برای هوادیدگی (خاک‌رخ‌های ۱، ۲ و ٤) بیش‌تر از میزان میانگین رس در کل منطقه مطالعاتی می‌باشند که می‌توان گفت فرآیندهای خاک‌سازی در این خاک‌رخ‌ها به‌شدت عمل نموده و حتی مقداری از سیلت نیز به رس تبدیل شده است. همچنین میزان شن در همه خاک‌رخ‌ها با افزایش عمق افزایش یافته که نشان‌دهنده کاهش تأثیر عوامل هوادیدگی می‌باشد. به‌طورکلی عواملی که منجر به تفاوت بافت در افق‌های بسیاری از مالی‌سولزها و خاک‌های مشابه آن‌ها می‌شود را می‌توان به آب‌شویی کربنات‌ها، تشکیل رس، دگرگونی شیمیایی رس و حرکت و انتقال رس نسبت داد (امینی‌جهرمی و همکاران، ۲۰۰۹).

کربن آلی[1]: به‌طورکلی میزان کربن آلی در خاک‌رخ‌های مورد مطالعه، توسط عوامل اقلیمی (بارندگی و دما) تعیین می‌شود. نتایج نشان داد که میزان تجمع ماده آلی با میانگین بارندگی و دمای سالانه رابطه مستقیمی دارد به‌طوری‌که با افزایش بارندگی و کاهش دما، افزایش تجمع ماده آلی در افق‌های سطحی رخ داده است. در بررسی رابطه کربن آلی با فاکتور اقلیمی رابطه مثبتی بین کاهش بارندگی، افزایش دما و میزان تجمع کربن آلی وجود دارد (شکل ۳). مطالعات فرانزلوبرز (۲۰۰۲) نشان داد که کربن آلی خاک برای خاک‌های تحت اقلیم مرطوب و سرد نسبت به خاک‌های تحت اقلیم خشک‌تر که در یک

1- Soil Organic Carbon (SOC)

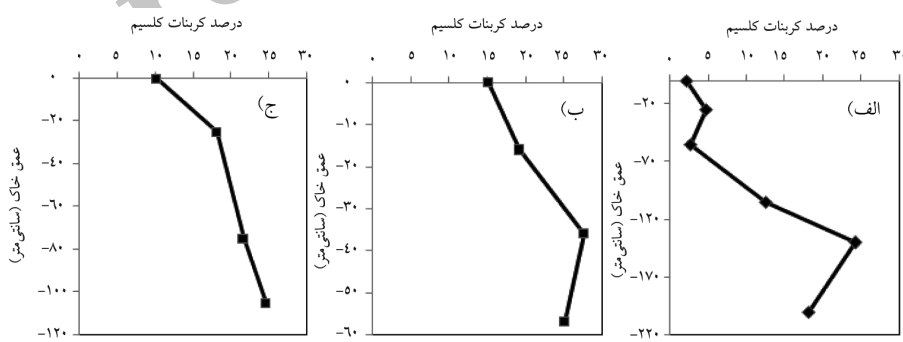
www.SID.ir

توالی اقلیمی بودند بیش‌تر تجمع یافته بود. به‌طورکلی با افزایش دما، کاهش بارندگی و درشت‌تر شدن بافت خاک میزان ماده آلی خاک کاهش می‌یابد. نیکولز (۱۹۸۱) در پژوهشی پیرامون رابطه میان مقدار کربن آلی و همچنین میزان رس خاک با میانگین بارندگی سالانه اعلام نمود که میان این عوامل ارتباط مستقیمی وجود دارد.



شکل ۳- رابطه کربن آلی خاک و شاخص اقلیمی در منطقه مورد مطالعه.

کربنات کلسیم (آهک): میزان کربنات کلسیم در خاک نشان‌دهنده درجه تکامل خاک، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است (ملکوتی و همایی، ۱۹۹٤). لس‌ها دارای درصد آهک بالایی می‌باشند. عمق شستشوی آهک در خاک‌رخ‌های مختلف در شرایط رطوبتی مختلف متغیر می‌باشد. شکل ٤ تغییرات میزان آهک با عمق، میزان شستشو و تجمع آهک در افق‌های زیرین را در برخی از خاک‌رخ‌ها را نشان می‌دهند.



شکل ٤- تغییرات مقادیر کربنات کلسیم با عمق الف: خاک‌رخ ۱، ب: خاک‌رخ ٤ و ج: خاک‌رخ ۵.

www.SID.ir

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه. سیستم آمریکایی (۲۰۱۰) و WRB (۲۰۰۶).

خاک‌رخ	افق	عمق (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش خاک	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	ماده آلی (درصد)	CEC ($Cmol_{(+)}kg$)	آهک (درصد)
Fine, mixed, superactive, mesic, Typic Argiudolls								Luvic Chernozems (Siltic)		
۱	A	۰-۲۵	۰/۸۰	۶/۹	۳۲/۵	۶۰/۰	۷/۵	۲/۷۴	۲۷/۸	۲/۱
	Bt_1	۲۵-۵۵	۱/۲۱	۷/۱	۳۹/۲	۵۱/۶	۹/۲	۰/۹۸	۲۸/۴	۴/۶
	Bt_2	۵۵-۱۰۵	۱/۱۴	۷/۴	۴۲/۵	۴۸/۳	۹/۲	۰/۵۰	۳۵/۷	۲/۶
	Bt_k	۱۰۵-۱۴۰	۰/۸۹	۷/۶	۴۲/۵	۴۶/۷	۱۰/۸	۰/۲۸	۳۳/۲	۱۲/۴
	Bk	۱۴۰-۲۰۰	۰/۸۹	۷/۷	۳۵/۸	۴۷/۵	۱۶/۷	۰/۱۱	۲۵/۹	۲۴/۱
	Ck	۲۰۰<	۱/۱۳	۷/۷	۳۴/۲	۴۶/۶	۱۹/۲	۰/۲۸	۳۰/۳	۱۸/۱
Fine-silty, mixed, superactive, thermic, Typic Haploxerolls								Haplic Chernozems (Siltic)		
۲	A	۰-۲۵	۰/۸۹	۷/۵	۴۰/۸	۴۸/۴	۱۰/۸	۱/۶۳	۳۴/۸	۲/۶
	AB	۲۵-۴۵	۱/۰۰	۷/۴	۴۵/۸	۴۳/۴	۱۰/۸	۰/۶۱	۳۱/۷	۱/۱
	Bw_1	۴۵-۷۰	۰/۷۴	۷/۸	۳۵/۸	۵۰/۰	۱۴/۲	۰/۵۶	۲۶/۳	۱۳/۱
	Bw_2	۷۰-۱۲۰	۰/۹۵	۸/۰	۲۲/۵	۴۶/۷	۳۰/۸	۰/۲۲	۱۸/۲	۲۱/۱
Fine-silty, mixed, active, calcareous, thermic, Typic Haploxerepts								Haplic Cambisols (Calcaric)		
۳	A	۰-۱۵	۱/۴۰	۷/۵	۲۲/۵	۴۵/۰	۳۲/۵	۱/۶۶	۱۷/۶	۷/۶
	Bw	۱۵-۴۰	۰/۶۵	۷/۹	۲۲/۵	۵۰/۰	۲۷/۵	۰/۹۰	۱۹/۱	۷/۱
	C_1	۴۰-۶۰	۰/۵۶	۷/۷	۳۳/۰	۳۵/۰	۳۲/۰	۰/۶۰	۱۳/۱	۹/۶
	C_2	۶۰-۱۱۰	۰/۶۸	۷/۹	۳۲/۵	۳۳/۳	۳۴/۲	۰/۶۵	۱۳	۱۵/۱
Fine-silty, mixed, active, thermic, Typic Calcixerepts								Haplic Calcisols (Siltic)		
۴	A	۰-۱۶	۱/۴۲	۷/۵	۳۲/۵	۵۰/۰	۱۷/۵	۱/۶۴	۲۲/۲	۱۵/۱
	Bw	۱۶-۳۶	۰/۶۲	۸/۰	۲۹/۲	۵۶/۶	۱۴/۲	۰/۷۰	۱۶/۶	۱۹/۱
	Bk_1	۳۶-۵۷	۰/۵۳	۷/۹	۲۷/۵	۶۵/۰	۷/۵	۰/۱۳	۱۷/۳	۲۷/۶
	Bk_2	۵۷-۱۱۰	۰/۵۷	۷/۹	۲۹/۱	۵۶/۷	۱۴/۲	۰/۲۵	۱۲/۲	۲۵/۱
Fine-silty, mixed, superactive, thermic, Typic Haplocalcids								Haplic Calcisols (Aridic, Siltic)		
۵	A	۰-۲۵	۱/۶۰	۷/۵	۲۵/۹	۶۳/۳	۱۰/۹	۰/۸۵	۱۸/۶	۱۰/۱
	Bw	۲۵-۷۵	۴/۴۷	۷/۷	۲۵/۹	۶۳/۳	۱۰/۹	۰/۲	۱۷/۹	۱۸/۱
	Bk	۷۵-۱۰۵	۱۵/۲۳	۷/۹	۲۹/۲	۵۸/۳	۱۲/۵	۰/۰۳	۱۵/۸	۲۱/۶
	C	۱۰۵-۱۳۰	۱۴/۳۲	۸/۱	۲۹/۲	۵۶/۶	۱۴/۲	۰/۰۳	۱۲/۶	۲۴/۶
Fine-silty, mixed, active, calcareous, thermic, Typic Haplocambids								Haplic Cambisols (Aridic, Siltic)		
۶	A	۰-۱۵	۳/۲۸	۷/۶	۲۰/۸	۶۵/۹	۱۳/۳	۰/۷۳	۱۲/۸	۱۷/۶
	Bw	۱۵-۶۰	۱۲/۴۷	۷/۸	۲۵/۳	۶۰/۵	۱۴/۲	۰/۲۲	۱۰/۷	۲۴/۶
	Bc	۶۰-۹۰	۱۷/۴۲	۷/۸	۲۴/۲	۶۸/۳	۷/۵	۰/۰۱	۱۰/۵	۱۸/۶
	C	۹۰-۱۳۰	۱۹/۶۳	۷/۹	۱۴/۲	۶۲/۵	۲۳/۳	۰/۰۳	۱۰/۸	۱۹/۱
Coarse-silty, mixed, active, calcareous, thermic, Typic Torriorthents								Haplic Regosols (Calcaric, Aridic)		
۷	A	۰-۲۵	۳/۱۳	۷/۶	۳۲/۵	۶۳/۳	۴/۲	۰/۳۴	۹/۶	۱۹/۶
	C_1	۲۵-۶۰	۱۴/۷۶	۷/۸	۱۵/۸	۶۳/۴	۲۰/۸	۰/۰۳	۸/۸	۲۰/۶
	C_2	۶۰-۱۳۰	۲۳/۶۲	۸/۳	۱۹/۲	۶۶/۶	۱۴/۲	۰/۰۳	۷/۱	۱۵/۶

Archive of SID

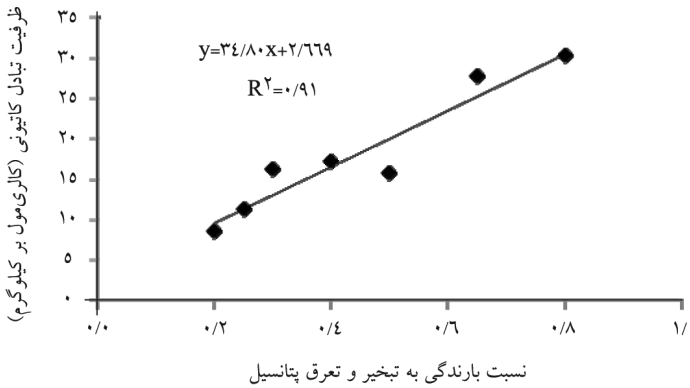
www.SID.ir

در منطقه رطوبتی یودیک (خاک‌رخ ۱) به‌دلیل میزان بارندگی بالا و ماده آلی بالا، که تامین‌کننده CO_2، برای انحلال آهک می‌باشد آهک از افق سطحی و همچنین افق‌های زیرسطحی (Bt_1 و Bt_2) تقریباً به‌طور کامل تخلیه شده است به‌طوری‌که با اسید کلریدریک واکنش نشان نمی‌دهد. همچنین این شرایط بر خاک‌رخ‌های ۲ و۳ در رژیم رطوبتی زریک حاکم می‌باشد. در منطقه رطوبتی اریدیک کاهش بارندگی و نبودن CO_2 کافی برای انحلال آهک باعث تجمع آهک در افق سطحی شده و تغییرات میزان آهک در طول خاک‌رخ دارای نوسانات زیادی نمی‌باشد.

سایر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی: از میزان هدایت الکتریکی خاک با افزایش بارندگی و کاهش دما به‌دلیل آب‌شویی املاح از سطح خاک کاسته شده است و افزایش عمق به‌دلیل تجمع مواد، به‌خصوص آهک، موجب افزایش این فاکتور شده است. همچنین کاهش بارندگی و نبود آب‌شویی املاح در سطح خاک موجب افزایش هدایت الکتریکی نسبت به خاک‌رخ‌های موجود در مناطق مرطوب شده است. pH گل اشباع در محدوده خنثی تا قلیایی ضعیف (۸/۳-۶/۹) می‌باشد. در واقع از نظر درصد بالای کربنات کلسیم در مواد مادری و نداشتن تعادل آن با فشار CO_2 محیط، pH این خاک‌ها به‌طور عمده بالاتر از ۷/۵ بوده است. تغییرات pH همانند تغییرات هدایت الکتریکی می‌باشد. میزان pH با افزایش عمق افزایش می‌یابد. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک‌ها بیش‌تر تابع نوع و مقدار رس و مواد آلی است. میزان ظرفیت تبادل کاتیونی رابطه تنگاتنگی با افزایش شاخص اقلیمی (P/ET°) دارد (شکل ۵) به‌طوری‌که با افزایش بارندگی از ۲٦٤ میلی‌متر به ۸٦۲ میلی‌متر میزان ۲۱/۸ واحد بر میزان میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی برای خاک‌رخ افزوده شده است. دلیل این افزایش شدید تأثیر بارندگی بر میزان مواد آلی، افزایش میزان رس با بارندگی و تشکیل کانی‌های رسی با ظرفیت تبادل کاتیونی بالا در شرایط مرطوب می‌باشد. این نتایج با نتایج امینی‌جهرمی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد و دلایل این امر را این‌گونه بیان کردند خاک‌ها به‌طور عمده در مراحل ابتدایی تکامل بوده و افزایش بارندگی، موجب زیاد شدن تجزیه و تخریب، افزایش میزان رس‌های سیلیکاتی، ماده آلی و در نهایت افزایش در میزان ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- رابطه ظرفیت تبادل کاتیونی و شاخص اقلیمی در منطقه مورد مطالعه.

تحول و تکامل پروفیلی براساس رژیم رطوبتی

رژیم رطوبتی یودیک: این منطقه از نظر میزان بارندگی سالانه بالا و دمای مناسب، آب‌شویی و تجمع مواد در افق‌های زیرین صورت گرفته است به همین دلیل تمایز افقی به شکل خوبی نمایان شده به‌طوری‌که افق ضخیم سطحی مالیک و افق‌های زیرسطحی آرجیلیک (Bt_1، Bt_2 و Bt_k) و کلسیک (Bk) را به‌وجود آمده است. به همین دلایل تکامل‌یافته‌ترین خاک‌رخ ردیف اقلیمی این خاک‌رخ می‌باشد (جدول ۲، خاک‌رخ ۱). در همین رابطه رامشنی و ابطحی (۱۹۹۵) بیان می‌کنند که با افزایش بارندگی و کاهش دما، خاک‌ها از تکامل پروفیلی و تنوع افق‌های بیش‌تری برخوردار می‌شوند، به‌طوری‌که در منطقه‌ای با حداکثر بارندگی، کلسیک و کمبیک تا حدودی قوی تا قوی، آرجیلیک و افق سطحی مالیک نمایان‌گر می‌شود.

رژیم رطوبتی زریک: با کاهش بارندگی و افزایش دما به‌دلیل نامناسب شدن شرایط برای صورت گرفتن فعل و انفعالات در درون خاک تکامل پروفیلی نسبت به رژیم یودیک کم‌تر شده است. چنان‌چه مالی‌سولز موجود در این منطقه افق زیرسطحی کلسیک یا آرجیلیک ندارد و دارای افق حد واسط AB و افق‌های زیرسطحی کمبیک می‌باشد (جدول ۲، خاک‌رخ ۲). خاک‌رخ دیگر در این رژیم خاک‌رخ ۳ و ٤ است که در راسته اینسپتی‌سولز قرار می‌گیرند. خاک‌رخ ۳ دارای افق سطحی اکریک و تنها افق زیرسطحی مشخصه‌ای که دارد افق کمبیک است اما خاک‌رخ ٤ یک خاک اینسپتی‌سولز با افق‌های سطحی اکریک زیرسطحی کلسیک (Bk_1 و Bk_2) و کمبیک است. در این خاک‌رخ به‌دلیل شرایط

www.SID.ir

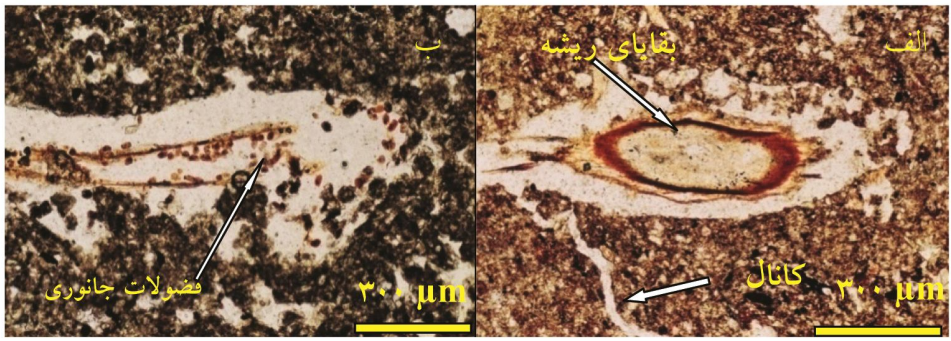
بارندگی و دما و چرخه متناوب خیس شدن و خشک شدن شرایط مناسب برای شستشویی کربنات‌ها فراهم شده و در افق‌های زیرسطحی تجمع‌یافته و باعث شده که افق تکامل‌یافته کلسیک در این خاک‌رخ به‌وجود آید.

رژیم رطوبتی اریدیک: در این رژیم رطوبتی شرایط خشک و کم‌رطوبتی، حاکم می‌باشد. خاک‌رخ‌های موجود در این شرایط اقلیمی بیش‌تر تحت‌تأثیر مواد مادری است. خاک‌های موجود در این منطقه خاک‌های جوانی می‌باشند که در راسته‌های اریدی‌سولز و انتی‌سولز قرار گرفته‌اند. خاک‌رخ‌های ۵ و ٦ خاک‌های اریدی‌سولز این منطقه هستند (جدول ۲) خاک‌رخ ۵ دارای افق کلسیک و کمبیک می‌باشد ولی افق کلسیک این خاک‌رخ به‌دلیل شرایط خشک‌تر و دمای بیش‌تر نسبت به خاک‌رخ ٤ دارای تکامل کم‌تر و میزان کم‌تری از کربنات‌های ثانویه می‌باشد. خاک‌رخ ٦ دارای افق سطحی اکریک و افق مشخصه زیرسطحی کمبیک و افق حد واسط BC است. در این خاک‌رخ با وجود میزان بالای کربنات کلسیم حضور افق کلسیک مشاهده نشده که به‌دلیل نبود اشکال ثانویه کربنات کلسیم می‌باشد. در نهایت خاک‌رخ ۷ یک خاک انتی‌سولز جوانی است که افق A بر روی C می‌باشد. در مناطق خشک تبخیر بیش از بارندگی است و در نتیجه املاح خاک انتقال نمی‌یابد و سرعت واکنش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در این مناطق طبق شرایط متعارف خاک‌های جوان و تکامل‌نیافته جنس سنگ مادر بر خصوصیات خاک تأثیر قابل‌توجهی دارد (بای‌بوردی، ۱۹۹۳). روبن‌هونست و ویلدینگ (۱۹۸٦) در مطالعه خاک‌های تکامل‌یافته در یک ردیف اقلیمی بر روی سنگ‌های آهکی کرتاسه در تگزاس نشان دادند که در مناطق خشک خاک‌ها دارای افق شناسایی زیرسطحی کلسیک و پتروکلسیک می‌باشند در حالی‌که در منطقه مرطوب‌تر افق تجمع رس تشکیل شده است.

مطالعات میکرومورفولوژی: برای شناسایی فرآیندهای تشکیل‌دهنده خاک که موجب فرآیندهای تخلیه، تجمع و تشکیل ساختمان می‌شود، از تکنیک‌های میکرومورفولوژی استفاده می‌شود. برخی از این پارامترها عبارتند از: مقدار و نحوه توزیع مواد آلی خاک، خلل و فرج خاک، ساختمان خاک. تشریح مقاطع نازک در جدول ۳ ارایه شده است.

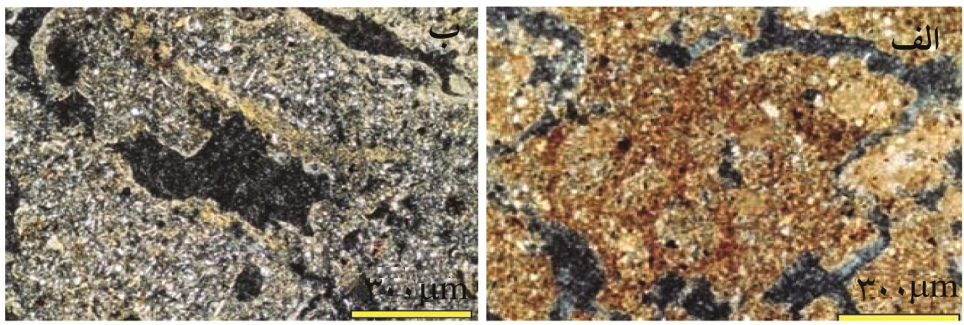
خاک‌رخ ۱: با توجه به این‌که این خاک‌رخ از نظر شرایط رطوبتی و حرارتی در شرایط مطلوبی به سر می‌برد، شرایط برای تجمع مواد آلی، تشکیل ساختمان دانه‌ای تا مکعبی و حفرات کانالی، رنگ تیره و قهوه‌ای در افق سطحی مهیا شده است (شکل ٦).

www.SID.ir



شکل ٦- الف و ب: حفرات نوع کانالی و میکروساختمان دانه‌ای افق A.

این خاک‌رخ از تکامل قابل‌توجهی برخوردار می‌باشد به‌طوری‌که شستشوی آهک و انتقال آن به اعماق پروفیل خاک و مهاجرت متعاقب آن رس موجب تشکیل افق آرجیلیک شده است. حضور افق آرجیلیک، گواهی بر تجمع رس در پروفیل خاک می‌باشد. وجود افق کلسیک در اعماق خاک نیز بیانگر آهک‌زدایی و شستشوی شدید آهک در پروفیل خاک است. شستشوی آهک از سطح خاک به اعماق پروفیل موجب ایجاد بی‌فابریک از نوع غالب لکه‌ای در افق آرجیلیک و کریستالی در افق کلسیک خاک شده است (شکل ۷).

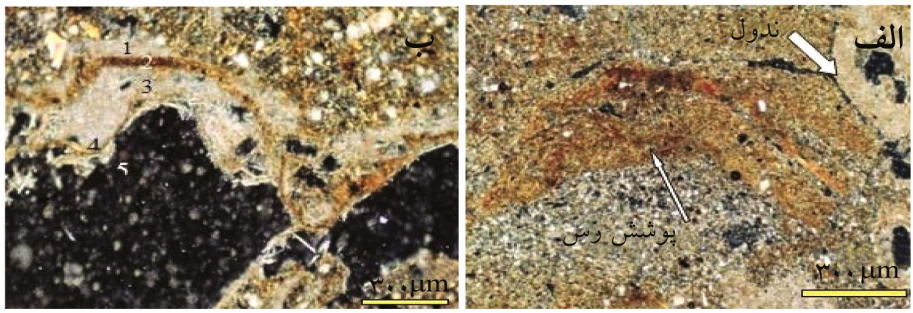


شکل ۷- الف: بی‌فابریک لکه‌ای افق Bt_1 نور معمولی (PPL).

ب: بی‌فابریک کریستالیتیک افق Bt_k نور متقاطع (XPL).

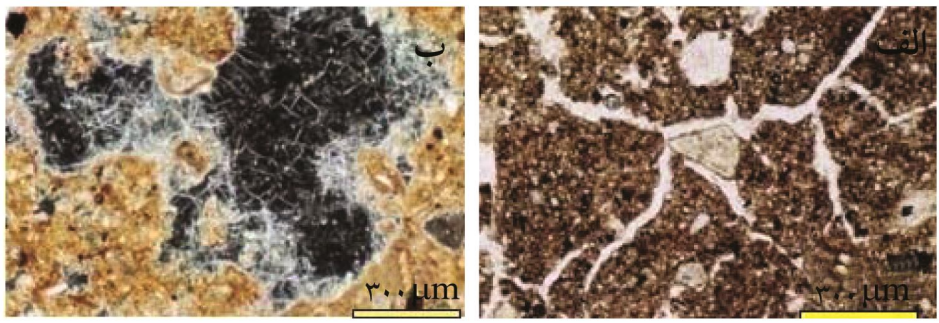
کوتینگ‌ها و ندول‌های آهک نیز در افق کلسیک بیانگر تجمع آهک و تخلیه آهک از افق‌های سطحی می‌باشد. پوشش‌های رس تأییدکننده تجمع رس و انتقال رس است (شکل ۸).

www.SID.ir



شکل ۸- الف: پوشش رس و ندول کلسیت افق Bk نور معمولی (PPL).
ب: فرم خاص پوشش رس و کلسیت افق Bk نور متقاطع (XPL).

خاک‌رخ ۲، ۳ و ٤: نوع غالب حفرات در این خاک‌رخ‌ها از نوع کانال (خاک‌رخ‌های ۲ و ٤) بی‌شکل و کروی[1] (خاک‌رخ ۳) می‌باشد (شکل ۹). میکروساختمان‌های[2] مشاهده شده در این خاک‌رخ‌ها، دانه‌ای تا مکعبی همچنین میکروساختمان توده‌ای[3] در افق‌های Bw_2 و C_1 خاک‌رخ ۲ و ۳ را مشاهده شده است (شکل ۹). بی‌فابریک غالب مشاهده شده کریستالیتیک و لکه‌ای می‌باشد که بیان‌کننده آب‌شویی کربنات‌ها و تجمع رس و به‌وجود آمدن پوشش رسی است. پدوفیچرهای[4] غالبکثر آ از نوع پوشش سیلتی رسی، هیپوکوتینگ کربنات کلسیم، ندول کربنات کلسیم، کلسیت سوزنی[5] و فضولات جانوری می‌باشد.



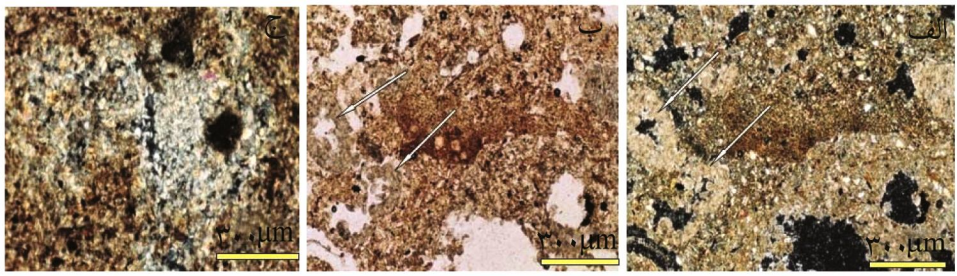
شکل ۹- الف: حفره نوع کانال و میکروساختمان مکعبی زاویه‌دار افق A خاک‌رخ ۲.
ب: کلسیت سوزنی افق BK_1 خاک‌رخ ٤.

1- Vesicule
2- Microstructure
3- Massive
4- Pedofeatures
5- Needle Calcite

www.SID.ir

خاک‌رخ‌های ۵، ٦ و ۷: نوع غالب حفرات در این خاک‌رخ‌ها از نوع بی‌شکل و کروی (خاک‌رخ ۵ و ٦)، کانال و صفحه‌ای (خاک‌رخ ۷) می‌باشد. میکروساختمان‌های مشاهده شده در این خاک‌رخ‌ها، توده‌ای (در بیش‌تر افق‌ها) و در بعضی موارد اسفنجی و مکعبی است. بی‌فابریک غالب مشاهده شده کریستالیتیک بوده و بر خلاف خاک‌رخ‌های قبل که بی‌فابریک لکه‌ای سهم زیادی را در بر می‌گرفت در این سری تنها در چند افق ظاهر شده است که می‌تواند دلیلی بر نبود آب‌شویی کریستال‌های آهک بوده باشد و بازتاب نور از میکریت‌های آهک بر ناحیه‌های رسی غلبه کرده و بی‌فابریک غالب کریستالیتیک نمایان گردد.

پدوفیچرهای غالب بیش‌تر از هیپوکوتینگ کربنات کلسیم و ندول کربنات کلسیم (کم‌تر از خاک‌رخ‌های قبل)، گچ عدسی شکل (خاک‌رخ ۷)، پرشدگی حفرات توسط گچ، آهک سیتومورفیک (افق Bk خاک‌رخ ۵) و فضولات جانوری می‌باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- الف و ب: کلسیت سیتومورفیک افق Bk خاک‌رخ ۵ الف: نور معمولی (PPL)، ب: نور متقاطع (XPL). ج: پرشدگی به‌وسیله گچ افق C_1 خاک‌رخ ۷ نور متقاطع (XPL).

نتیجه‌گیری

از جمله فرآیندهای مهم خاک‌ساز رخ داده در خاک‌های مورد مطالعه انتقال کربنات‌ها از سطح خاک و تجمع در افق‌های زیرین، انتقال و تجمع رس، تجمع ماده آلی در افق‌های سطحی و تشکیل درجای گچ در خاک‌رخ ۷ می‌باشد. عامل بارندگی و دما نقش اصلی را در تکامل خاک‌های مورد مطالعه داشته به‌طوری‌که با افزایش بارندگی و کاهش دما تنوع افق‌ها، میزان تجمع ماده آلی، تجمع مواد در افق‌های زیرین افزایش یافته است. همچنین تغییرات اقلیم باعث تغییرات گسترده‌ای در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شده است. تجمع و آب‌شویی مواد از نیم‌رخ خاک باعث تنوع ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی شده چنان‌چه انواع ساختمان‌ها، حفرات و پدوفیچرها به‌وجود آمده است.

www.SID.ir

جدول ۳- تشریح مقاطع نازک خاک‌رخ‌های مورد مطالعه.

خاک‌رخ	افق	حفرات- ساختمان	نسبت ذرات درشت به ریز	بی‌فابریک	پدوفیچر
۱	A	کانال- دانه‌ای	۳/۷، پورفیریک دو فاصله	لکه‌ای (۷۰ درصد) کریستالیتیک (۳۰ درصد)	تخلیه و تجمع مواد
	Bt_1	کانال- مکعبی بدون زاویه- خوب	۲/۸، پورفیریک تک‌فاصله	لکه‌ای	کوتینگ رس
	Bt_2	کانال- مکعبی بدون زاویه	۲/۸، پورفیریک تک‌فاصله	کریستالیتیک (۶۰ درصد) لکه‌ای (۴۰ درصد)	کوتینگ رس، کوتینگ و ندول آهک
	Bt_k	واگ- مکعبی زاویه‌دار- خوب	۱/۹، پورفیریک بسته	لکه‌ای	پرشدگی با آهک، کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
	Bk	کانال- مکعبی بدون زاویه- خوب	۲/۸، پورفیریک تک‌فاصله	کریستالیتیک (۵۰ درصد) لکه‌ای (۵۰ درصد)	کوتینگ رس، کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
	Ck	کانال- توده‌ای- ضعیف	۲/۸، پورفیریک باز- دو فاصله	کریستالیتیک (۴۰ درصد) لکه‌ای (۶۰ درصد)	کوتینگ رس، کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
۲	A	کانال- مکعبی بدون زاویه- خوب	۳/۷، پورفیریک دو فاصله	لکه‌ای (۷۰ درصد) کریستالیتیک (۳۰ درصد)	کوتینگ رس، کوتینگ آهک
	Bw_1	کانال- مکعبی بدون زاویه- خوب	۲/۸، پورفیریک باز	لکه‌ای (۶۰ درصد) کریستالیتیک (۴۰ درصد)	کوتینگ رس، کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
	Bw_2	واگ- توده‌ای- ضعیف	۴/۶، پورفیریک بسته	کریستالیتیک (۸۰ درصد) لکه‌ای (۲۰ درصد)	کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
۳	A	واگ- دانه‌ای-م توسط	۴/۶، پورفیریک بسته- کتونیک ≥ ۲۰ درصد	کریستالیتیک (۸۰ درصد) لکه‌ای (۲۰ درصد)	کوتینگ مواد آلی
	Bw	وزیکول- دانه‌ای- ضعیف	۴/۶، پورفیریک تک‌فاصله- بسته	کریستالیتیک (۷۰ درصد) لکه‌ای (۳۰ درصد)	ندول و کوتینگ آهک
	C_1	واگ- توده‌ای- ضعیف	۴/۶، پورفیریک بسته- کتونیک ≥ ۱۰ درصد	کریستالیتیک	ندول و کوتینگ آهک
۴	A	کانال- مکعبی بدون زاویه، زاویه‌دار- خوب	۴/۶، پورفیریک تک‌فاصله	کریستالیتیک (۸۰ درصد) لکه‌ای (۲۰ درصد)	ندول آهک
	Bk_1	کانال- دانه‌ای و بدون زاویه- ضعیف	۳/۷، پورفیریک باز	لکه‌ای (۶۰ درصد) کریستالیتیک (۴۰ درصد)	کوتینگ، ندول و آهک سوزنی
۵	A	واگ- توده‌ای- ضعیف	۴/۶، پورفیریک بسته	کریستالیتیک (۷۰ درصد) لکه‌ای (۳۰ درصد)	کوتینگ رس و ندول آهک
	Bk	واگ- اسفنجی- خوب	۲/۸، پورفیریک تک‌فاصله	کریستالیتیک (۷۰ درصد) لکه‌ای (۳۰ درصد)	کوتینگ رس، ندول و آهک سوزنی وسیتومورفیک
۶	A	واگ- توده‌ای- متوسط	۵/۵، پورفیریک بسته	کریستالیتیک	پرشدگی با مواد آلی
	Bw	واگ- دانه‌ای- خوب	۳/۷، پورفیریک تک‌فاصله	کریستالیتیک	کوتینگ رس و آهک سوزنی
۷	A	صفحه‌ای- توده‌ای و مکعبی زاویه‌دار- متوسط	۱/۹، پورفیریک بسته	کریستالیتیک (۷۰ درصد) لکه‌ای (۳۰ درصد)	گچ عدسی‌شکل، پرشدگی توسط گچ
	C_1	کانال- توده‌ای و مکعبی بدون زاویه- ضعیف	۲/۸، پورفیریک بسته	کریستالیتیک	گچ عدسی‌شکل

www.SID.ir

منابع

1.Alvarez, R., and Lavado, R.S. 1998. Climate, organic matter and clay content relationships in the Pampa and Chaco soils, Argentina. Geoderma, 83: 127-141.

2.Amini Jahromi, H., Naseri, M.Y., Khormali, F., and Movahedi Naeini, S.A. 2009. Variations in properties of the loess derived soils as affected by geomorphic positions in two different climatic regions of Golestan province. J. of Water and Soil Conservation, 16: 1. 1-17. (In Persian)

3.Bagheri, K., and Abtahi, A. 2003. Genesis, evolution and classification Mollisols of Dehno plain in Fars province, influenced by underground water and topography. 8th Iranian Soil Sci. Cong. University of Gilan, (In Persian)

4.Bahmanyar, M., and Abtahi, A. 2002. Climate effects on morphological properties and mineralogy of some soils formed from calcareous parent materials in northern forest regions of Iran. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 11: 3. 79-90. (In Persian)

5.Bai Bordi, M. 1993. Soil Physics. Thehran University Press, 671p. (In Persian)

6.Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54: 464-465.

7.Bravo, O., Balanco, M.D.C., and Amiotti, N. 2007. Control factors in the segregation of Mollisols and Aridisols of the semiarid-arid transition of Argentina. Catena, 70: 220-228.

8.Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., Stoops, G., Tursina, T., and Babel, U. 1985. Handbook for soil thin section description. Waine Research Publications, Wolverhampton, UK.

9.Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In: Methods of Soil Analysis. Part 2. Black, C.A. (ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

10.Daniels, W.L., Everett, C.J., and Zelanyz, L.W. 1987. Virgin hardwood forest soils of the southern Appalachian mountains. I. Soils morphology and geomorphology. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 722-729.

11.Day, P.R. 1955. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black, C. A. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Agronomy 9, Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI. Pp: 545-567.

12.Donkin, M.J., and Fey, M.V. 1993. Relationships between soil properties and climatic indices in southern Natal. Geoderma, 59: 197-212.

13.Franzluebbers, A.J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Soil Tillage Res. 66: 95-106.

14.Khademi, H., and Mermut, A.R. 2003. Micromorphology and classification of Argids and associated gypsifrous Aridisols from central Iran. Catena, 54: 439-455.

15.Malekooti, M.J., and Homayi, M. 1994. Soil fertility in arid regions. Tarbiat Modarres Univ. Press, 494p. (In Persian)

16.Ministry of Agriculture and Natural Resources, Institute of Soil Science and Soil Fertility. 1973. Report soil science, lands classification and irrigation capability Gorgan River southern region. Tec. J. 368: 1-225. (In Persian)

www.SID.ir

17.Montagne, D., Cornu, S., Le Forestier, L., and Cousin, I. 2009. Soil drainage as an active agent of recent soil evolution: A review. Pedosphere, 19: 1. 1-13.
18.Mulders, M.A. 1987. Remote sensing in soil science. Agriculture University of Wageningen, Elsevier Publication, 325p.
19.Navidi, N., and Abtahi, A. 2001. Effects of climate and topography in forest soils genesis Khirrod Kenar of Nowshahr in Mazandaran province. J. Soil and Water Sci. 15: 299-316. (In Persian)
20.Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Methods of Soil Analysis. Part II. Page, A.L. (ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, Pp: 181-198.
21.Nichols, J.D. 1981. Relationship of soil organic to other soil properties and climate in southern Great Plain. In Agron. Abst. ASA. Masion, WI, 202p.
22.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, the Second edition. Agronomy Monographs, 9. ASA-SSA, Madison. Parton, WI, 184p.
23.Pashaei, A. 1997. Physicochemical properties of loess deposits in Gorgan area. Geo. Sci. J. 23-24: 67-78.
24.Rameshni, Kh., and Abtahi, A. 1995. Effect of climate and topography on the formation of the soils of Kuhgiluye area. The Fourth Congress of Soil Science. Isfahan University of Technology, 88p. (In Persian)
25.Robenhonst, M.C., and Wilding, L.P. 1986. Pedogenesis on Edward plateau, Texas formation and occurance of diagnostics subsurface horizon all horizon in a climosequence. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 648-692.
26.Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th edition. U.S. Department of Agriculture, 346p.
27.Stoops, G. 2003. Guidelines for the analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI, 184p.
28.World Reference Base for Soil Resources (WRB). 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 88p.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

The investigation of soil formation and evolution of losses derived soils in a climosequence, case study: eastern of Golestan province

***M. Zeraat Pishe[1] and F. Khormali[2]**

[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Soil Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Soil Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2010/11/06; Accepted: 2011/10/02

Abstract

A climatic gradient was selected in order to evaluate the effects of the climatic factors on soil genesis, evolution, physical and chemical properties of loess derived soils in eastern Golestan Province. This gradient includes udic, xeric and aridic moisture regimes and mesic and thermic temperature regimes. Seven soil profiles were located under pasture land use were studied. Results showed that Mollisols with argillic and calcic subsurface horizons were present in the region with udic moisture regime and mesic temperature regime, while in the regions with xeric moisture and thermic temperature regimes, Mollisols have only cambic horizon and Inceptisols have ochric epidedons and calcic and cambic subsurface horizons. Meanwhile Aridisols and Entisols were eventually formed in aridic moisture regime and thermic temperature regime and Entisols did not show any evolution. Micromorphological studies showed that with reduction of rainfall and increase in temperature, soil microstructure changed from angular blocky and sub-angular blocky with strong separation to massive and blocky microstructure with weakly separation. Moreover speckled b-fabric changed to crystallitic b-fabric followed by the decrease in rainfall. Soil physico-chemical properties showed significant differences in soil texture, amount and depth of lime leaching, the amount of organic matter, pH, electrical conductivity of saturated extract, and cation exchange capacity. In areas with higher rainfall, the clay content as the weathering product of the silt particles has increased.

Keywords: Soil evolution, Climate, Physico-Chemical properties, Micromorphology

* Corresponding Author; Email: zeraatpishem@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID