مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱
http://jwfst.gau.ac.ir

خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکرومورفولوژی پوسته‌های زیستی (گل‌سنگ) در تپه‌های لسی آلاگل استان گلستان

*سعیده کسلخه[۱]، فرهاد خرمالی[۲]، فرشاد کیانی[۳] و مجتبی بارانی‌مطلق[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی، میکرومورفولوژی خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش گل‌سنگ در منطقه آلاگل در استان گلستان می‌باشد. در ۳ نقطه مراتع آلاگل نمونه‌برداری جفتی از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری با ۸ تکرار انجام و هم‌چنین نمونه دست‌نخورده برای مطالعات میکروموفولوژی برداشت شد. این نقاط به‌طور تصادفی و به گونه‌ای انتخاب شدند که یک خاک دارای پوشش گل‌سنگ در مجاورت یک خاک بدون پوشش گل‌سنگ قرار گرفته باشد. به‌منظور کسب اطمینان از تشابه جفت خاک‌های مورد نمونه‌برداری برخی از ویژگی‌های خاک از جمله بافت، مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه اندازه‌گیری شدند. افزون بر این مطالعه میکرومورفولوژی با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان برای تعدادی از جفت نمونه‌ها انجام گردید. نتایج به‌دست آمده از آنالیز نشان داد که مقدار کربن آلی در خاک‌های دارای پوشش به مقدار قابل‌توجهی نسبت به خاک‌های بدون پوشش افزایش یافته است. همگام با این وضعیت، پایداری خاک‌دانه‌ها نیز در این خاک‌ها بهبودیافته و مقدار آن نزدیک به ۳ برابر افزایش پیدا کرده است. مطالعه میکرومورفولوژی مقاطع نازک خاک نشان داد خاک بدون پوشش دارای ساختمان ضعیف و متراکم بوده اما خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ ساختمان متخلخل قوی گرانوله و بلوکی زاویه‌دار دارند که از درجه تکامل خوبی برخوردار است. خاک‌های دارای پوشش

* مسئول مکاتبه: saidehkesalkhah@yahoo.com

گل‌سنگ دارای دو نوع بی‌فابریک کریستالیتیک و لکه‌ای هستند در حالی‌که در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ بی‌فابریک به‌طور عمده کریستالیتیک است. در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ لایه‌های مختلفی از انباشتگی آهک دیده می‌شوند که به‌صورت میکریتی می‌باشند و ترکیبات الی پلی‌ساکاریدی تراویده از گل‌سنگ موجب پیوند بین ذرات خاک و ایجاد خاک‌دانه پایدار می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: پوسته‌های زیستی، پوشش گل‌سنگ، میکرومورفولوژی خاک، پایداری خاک

مقدمه

تقریباً ۸ درصد از سطح خاکی زمین به‌وسیله گل‌سنگ‌ها پوشیده شده است. گل‌سنگ‌ها نقش مهمی در اکولوژی گیاهان و چرخه نیتروژن، کربن و فسفر دارند (ناش، ۱۹۹۶). به‌دلیل اهمیت زیاد پوشش‌های زیستی سطح خاک[1]، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، در طول چند دهه اخیر توجه ویژه‌ای به این دسته از گیاهان معطوف گردیده و پژوهش‌های متعددی در نقاط مختلف دنیا تأثیرگذاری آن‌ها را بر خاک و فرآیندهای اکولوژیکی مورد بررسی قرار داده‌اند (سنت‌کلر و جانسن، ۱۹۹۳). پوسته‌های زیستی در نتیجه ارتباط ذاتی بین ذرات خاک و سیانوباکتری‌ها، جلبک‌های سبز، قارچ‌های کوچک، باکتری‌ها، گل‌سنگ‌ها، خزه‌ها، جگرواش‌ها که در درون خاک یا بر روی چند میلی‌متر بالایی خاک زندگی می‌کنند، ایجاد می‌شوند این موجودات و مواد پلی‌ساکاریدی برون‌سلولی مربوط به آن‌ها، ذرات خاک را به یکدیگر پیوند داده و یک پوسته زنده چسبناکی را ایجاد می‌کنند که سطح برخی از مناطق خشک و نیمه‌خشک را می‌پوشاند و به‌خصوص در مناطقی که گیاهان آوندی حضور کم‌تری دارند، پوشش زنده چیره سطح خاک به‌شمار می‌رود (الدریج، ۱۹۹۳؛ بلناپ و گاردنر، ۱۹۹۳). بافت خاک می‌تواند تعیین‌کننده رشد گیاهان، میزان تولید محصول و حتی نوع درختانی باشد که در یک منطقه می‌رویند (محمودی و حکیمیان، ۱۹۹۷) به‌طورکلی خاک‌های لوم سیلتی یکی از انواع ایده‌آل برای رشد گل‌سنگ است. این در حالی است که خاک‌های درشت‌بافت پوشش بیولوژیکی محدودی در سطح خود ایجاد می‌کنند (کلینر و هارپر، ۱۹۷۷).

مواد آلی از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقش کلیدی در خصوصیات خاک ایفا می‌کند (والن و چانگ، ۲۰۰۲). پژوهش‌های انجام شده توسط بایمر و کلوپاتک (۱۹۹۱)، دنین و

1- Biological Soil Crusts

گانور (۱۹۹۱)، فیلیپ و بلناپ (۱۹۹۸) و کلاینر و هارپر (۱۹۷۲) نشان داده است که حضور پوشش‌های زیستی سبب افزایش مقدار کربن آلی نسبت به خاک‌های بدون پوشش زیستی می‌شود.

بر طبق نظر کارکنان حفظ منابع طبیعی[1] (۱۹۹٦) پایداری خاک‌دانه‌ها به عواملی مانند بافت خاک، نوع رس، کاتیون‌ها، مقدار و نوع مواد آلی و همچنین نوع و اندازه جمعیت میکروبی خاک وابسته است. به گونه‌ای که وجود مواد آلی در خاک نقش اساسی در پایداری خاک‌دانه‌ها ایفا می‌کنند (کاودیر و همکاران، ۲۰۰٤). این در حالی است که رشته‌های هیف بخش قارچی در بخش زیرین گل‌سنگ باعث اتصال ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاک‌دانه‌های پایدار می‌شوند. این نتایج با یافته بسیاری از پژوهش‌گران از جمله بار- اور و دنین (۱۹۸۹)، الدریج و گرین (۱۹۹٤) و رولدان و همکاران (۱۹۹٤) مطابقت دارد.

یکی از روش‌های مهم و حتی شاید ضروری برای مطالعه خاک در سطح میکرو که توسط بیش‌تر پژوهش‌گران به‌کار می‌رود، مطالعات میکرومورفولوژی است. میکرومورفولوژی عبارت از روش مطالعه نمونه‌های دست‌نخورده خاک و سنگ با استفاده از تکنیک‌های میکروسکوپی و فوق‌میکروسکوپی به‌منظور تشخیص اجزای سازنده مختلف آن و تعیین روابط متقابل آن از نقطه نظر زمانی و مکانی می‌باشد (استوپس، ۲۰۰۳).

طبق نظر کمپ و همکاران (۲۰۰٤) حضور جانوران خاک‌زی نقش مهمی در ایجاد و تغییر ساختمان خاک‌بازی می‌کنند. همچنین خرمالی و همکاران (۲۰۰٦) اظهار داشتند وجود کلسیت سوزنی شکل در مناطق با بارندگی و دمای بالا اتفاق می‌افتد و وجود کلسیت سوزنی شکل را بیان‌کننده رطوبت کافی در خاک و حضور مواد آلی تجزیه‌پذیر می‌دانند (بک‌زدیک و همکاران، ۱۹۹۷).

با توجه به نقش پوسته‌های زیستی سطحی خاک‌ها در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها و نبود اطلاعات کافی در خصوص ویژگی‌های میکروسکوپی آن‌ها، این پژوهش می‌تواند در راستای درک مکانیسم مؤثر این پوسته‌ها مفید باشد. هدف از این پژوهش، بررسی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و زیستی خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و مقایسه آن با خاک بدون پوشش گل‌سنگ و مطالعه ویژگی‌های میکرومورفولوژی در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش گل‌سنگ در منطقه آلاگل استان گلستان می‌باشد.

1- NRCS

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه: منطقه مورد مطالعه، حوزه آبخیز اترک مرزی، با مساحت تقریبی ۸۵٦۰ هکتار در محدوده عرض شمالی ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه و طول شرقی ٥٤ درجه و ۳٤ دقیقه و در حدود ۸۰ کیلومتری گرگان در شمال استان گلستان و حواشی تالاب بین‌المللی آلاگل واقع شده است (شکل ۱). به‌طورکلی منطقه مورد مطالعاتی از اقلیم خشک برخوردار بوده و میانگین بارندگی سالانه آن ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. میانگین روزانه دمای منطقه ۱۷/٤ درجه سانتی‌گراد و مقادیر مطلق حداکثر و حداقل آن به‌ترتیب ٤۲/۸ و ۵/۳٦- درجه سانتی‌گراد است. رژیم رطوبتی خاک منطقه اریدیک و رژیم حرارتی آن ترمیک می‌باشد. از نظر ژئوموفورلوژی، منطقه شامل تیپ تپه‌ماهورهای لسی است. دامنه ارتفاعی منطقه بین ٤۷-۱۵ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. اراضی مورد مطالعه در برخی نقاط دارای پوشش‌های زیستی متراکم از جمله گل‌سنگ‌های سفیدرنگ بوده و در مقابل برخی نقاط بدون پوشش می‌باشد به‌طورکلی این پوشش‌ها به‌صورت لکه‌ای در منطقه پراکنده هستند.

شکل ۱- عکس ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه.

مطالعات اندازه‌گیری صحرایی و نمونه‌برداری خاک: نمونه‌برداری خاک لایه سطحی از ۳ نقطه در مراتع آلاگل به‌صورت جفتی از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری با ۸ تکرار از هر نمونه، در مجموع ٤۸ نمونه صورت گرفت. این نقاط به‌طور تصادفی و به گونه‌ای انتخاب شدند که یک خاک دارای پوشش گل‌سنگ

در مجاورت یک خاک بدون پوشش گل‌سنگ قرار گرفته باشد. که به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک صورت پذیرفت. با استفاده از قوطی کوبینا نمونه دست‌نخورده جهت تهیه مقاطع نازک میکرومورفولوژی از لایه سطحی خاک از دو ناحیه با پوشش بیولوژیک و بدون پوشش برداشت شد. برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک نیز شماری کلوخه از خاک با پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه مقداری نمونه تازه مربوط به لایه سطحی خاک به‌منظور تعیین تنفس میکروبی در یخچال نگهداری شد.

روش آزمایشگاهی: بخشی از نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی هوا خشک گردیده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متری (شماره ۱۰) عبور داده شدند و بخشی دیگر برای تعیین پایداری خاک‌دانه‌ها قبل از کوبیدن از الک ٤/٦ میلی‌متری عبور داده شد. نمونه‌های دست‌نخورده برای خشک شدن، در هوای آزاد قرار داده شده تا هوا خشک گردند. برای اشباع نمونه‌ها ٦٠ درصد رزین پلی‌استر، ٤٠ درصد استون به‌عنوان رقیق‌کننده، ١٤ قطره کاتالیست متیل‌اتیل کتون و ۷ قطره کبالت به‌عنوان سخت‌کننده استفاده گردید. اشباع‌سازی نمونه‌ها در شرایط خلاء و طی چند مرحله با افزودن تدریجی رزین انجام گردید و زمان سخت شدن نمونه‌ها حدود ٤ هفته به‌طول انجامید. سپس برش و تهیه مقاطع نازک انجام گردید و بررسی مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان با بزرگ‌نمایی × ۲/۵ انجام گرفت.

بافت خاک پس از انحلال کربنات به‌وسیله اسید کلریدریک ۲ نرمال و حذف آن و تجزیه مواد آلی با آب اکسیژنه ۳۰ درصد به روش هیدرومتری (بویوکوس، ١٩٦٢) تعیین گردید. پایداری خاک‌دانه‌ها به روش الک مرطوب اندازه‌گیری و کمیت آن به‌عنوان میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD)[1]، محاسبه شد. اسیدیته خاک در حالت گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر دارای الکترود شیشه‌ای اندازه‌گیری شد. آهک به روش خنثی کردن مواد خنثی شده با اسید کلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود صورت پذیرفت (پیج و همکاران، ۱۹۸۷). اکسایش کربن آلی توسط دی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ صورت گرفته، سپس به‌وسیله آمونیوم فروسولفات ۰/۵ نرمال در مجاورت معرف فنانترولین با روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید (نلسون، ۱۹۸۲). تنفس میکروبی خاک با استفاده از ظروف سربسته و به روش تیتراسیون سود باقی‌مانده با اسید اندازه‌گیری شد. (استوتزکی، ١٩٦٥). مطالعات میکرومورفولوژیک براساس روش استوپس (۲۰۰۳) و بولاک و همکاران (۱۹۸۵) با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان صورت گرفت.

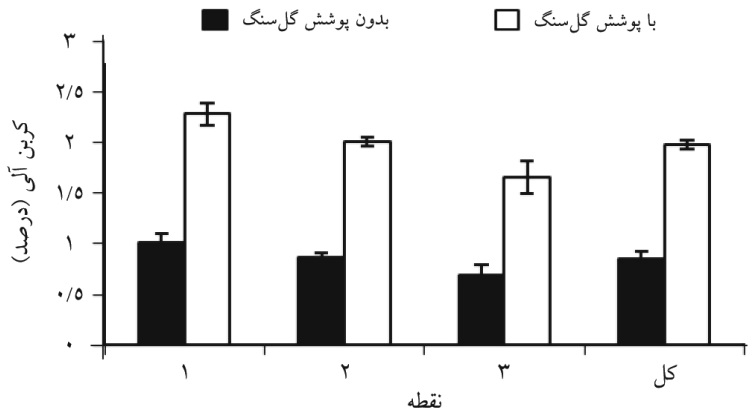
1- Mean Weight Diameter (MWD)

آنالیز آماری داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین پارامترهای کیفیت بین دو نمونه خاک دارای پوشش و بدون پوشش گل‌سنگ توسط آزمون T-test صورت گرفت.

نتایج و بحث

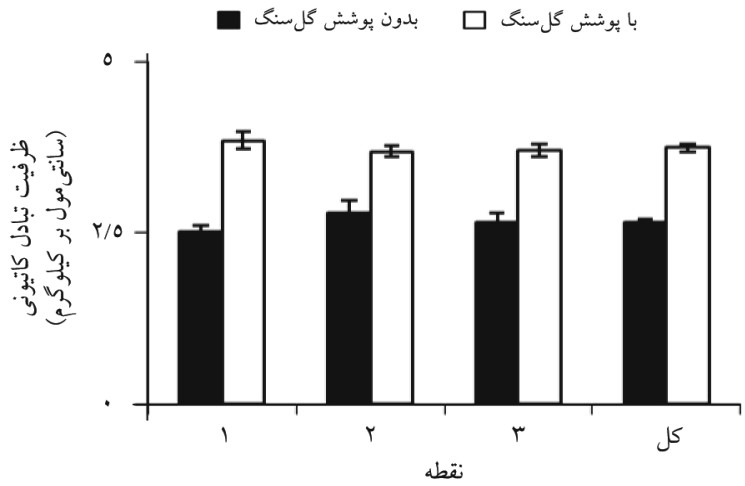
خصوصیات شیمیایی خاک

کربن آلی خاک: کربن آلی خاک به‌خاطر اثرات تعیین‌کننده بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک مانند قدرت نگهداری آب و در دسترس قرار دادن آن، چرخه عناصر غذایی، رشد ریشه گیاه، شدت جریان گازها و حفاظت خاک نقش تعیین‌کننده‌ای بر پایداری کیفیت خاک، تولید محصول و کیفیت محیط زیست دارد (والن و چانگ، ۲۰۰۲). چنان‌چه مشاهده می‌شود مقدار کربن آلی خاک در اراضی دارای پوشش گل‌سنگ به‌میزان معنی‌دار و قابل‌توجهی در مقایسه با خاک بدون پوشش گل‌سنگ افزایش یافته به‌طوری‌که مقدار آن از ۰/۸۵ درصد در خاک بدون پوشش گل‌سنگ به ۱/۹۷ درصد در خاک با پوشش گل‌سنگ رسیده است که از نظر آماری بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. پوسته‌های بیولوژیکی خاک نقش به‌سزایی در تولید کربن آلی از طریق تثبیت کربن (بایمر و کلوپاتک، ۱۹۹۱) و تجزیه مواد آلی (دنین و گانور، ۱۹۹۱) در خاک‌های خشک دارند. فیلیپ و بلناپ (۱۹۹۸) عنوان می‌کنند که تثبیت کربن در حضور گل‌سنگ و خزه افزایش می‌یابد. کلاینر و هارپر (۱۹۷۲) نیز مشاهده کردند خاک‌های بدون پوشش بیولوژیک از میزان مواد آلی کم‌تری برخوردارند (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین کربن آلی خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش.

ظرفیت تبادل کاتیونی[1]: شاید مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها، توانایی آن‌ها در ابقا و تبادل یون‌های مثبت در سطح کلوئیدهاست. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک‌ها بیش‌تر تابع نوع و مقدار رس و مواد آلی است. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های منطقه اصولاً به‌دلیل پایین بودن مقدار ماده آلی خاک و ذرات رس، کم می‌باشد. مطالعه خاک نشان می‌دهد که مقدار این پارامتر شیمیایی خاک از ۲/٦ سانتی‌مول بر کیلوگرم در خاک بدون پوشش به ۳/۷ سانتی‌مول بر کیلوگرم در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ رسیده است. هر چند ظرفیت تبادل کاتیونی رقم مطلق بیش‌تری را در ناحیه دارای پوشش‌دار نشان می‌دهد اما اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیست (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین CEC خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش.

خصوصیات زیستی خاک: عکس‌العمل سریع موجودات زنده خاک در برابر تغییرات محیطی، سبب شده بررسی وضعیت زیستی خاک در برآورد کیفیت خاک نسبت به خصوصیات شیمیایی و فیزیکی اهمیت بیش‌تری پیدا کند. ترکو و همکاران (۱۹۹٤) بیان کردند که بخش بیولوژیک خاک شامل موجودات زنده و بقایایی می‌باشد که از این جانداران به‌جا می‌ماند. موجودات زنده خاک از طریق تجزیه بقایای گیاهی و جانوری، گردش عناصر، ساختمان‌سازی در خاک، هوموس‌سازی و بسیاری از

1- Cation Exchangeable Capacity (CEC)

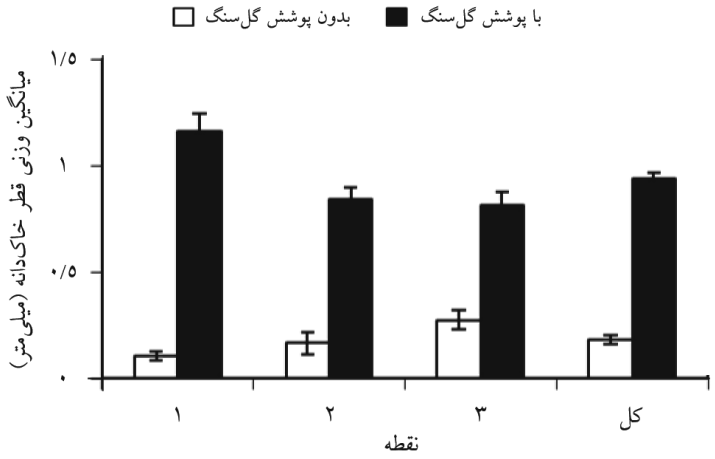
فرایندها که در تغذیه گیاه و سلامت اکوسیستم مؤثرند، در حفظ کیفیت خاک نقش دارند که از جمله شاخص‌های زیستی خاک می‌توان به تنفس میکروبی خاک اشاره کرد. تنفس میکروبی برای برآورد فعالیت میکروبی در خاک اجرا شده و با تعیین میزان دی‌اکسیدکربن تصعید شده گواهی از فعالیت میکروبی در خاک و اپبات زنده بودن آن می‌باشد. مطابق با جدول ۱ میزان تنفس خاک از ۱ میلی‌گرم دی‌اکسیدکربن بر گرم خاک در روز در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ به ۰/۰۷ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ کاهش یافته است آزمون مقایسه میانگین نشان داد که بین این دو نمونه خاک دارای تفاوت معنی‌داری است. که این مقدار بالای تنفس در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ مربوط به مقدار زیادتر مواد آلی در این نوع ازخاک‌ها می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی خاک

بافت خاک: بافت خاک فراوانی نسبی ذرات شن، رس و سیلت را در نمونه خاک نشان می‌دهد. بافت خاک به‌ویژه با تأثیر خود روی وضعیت رطوبت خاک می‌تواند تعیین‌کننده رشد گیاهان، میزان تولید محصول و حتی نوع درختانی باشد که در یک منطقه می‌رویند (محمودی و حکیمیان، ۱۹۹۷) بافت خاک در ترکیب و توزیع گونه‌هایی از اجتماع پوسته‌های بیولوژیک تأثیر می‌گذارد به‌طورکلی خاک‌هایی با بافت لوم سیلتی به‌میزان بیش‌تری جمعیت‌های مختلفی از سیانوباکترها، گل‌سنگ‌ها و خزه‌ها را درمقایسه با خاک‌های با بافت شنی نرم و رسی ریز نگه می‌دارند (کلینر و هارپر، ۱۹۷۷). بافت خاک‌ها در این مطالعه به‌طور عموم سبک تا متوسط بوده و به کلاس بافتی لوم و لوم سیلتی تعلق دارد. بررسی دانه‌بندی خاک منطقه نشان می‌دهد که پوشش گل‌سنگ تأثیر قابل‌توجهی بر مقدار ذرات خاک نگذاشته است.

پایداری خاک‌دانه‌ها: پایداری خاک‌دانه‌ها، میزان مقاومت آن‌ها در برابر گسیخته شدن توسط نیروهای خارجی، به‌ویژه نیروهای مرتبط با آب است که عواملی مانند بافت خاک، نوع رس، کاتیون‌ها، مقدار و نوع مواد آلی خاک و همچنین نوع و اندازه جمعیت میکروبی خاک بر پایداری خاک‌دانه‌ها مؤثرند (NRCS، ۱۹۹۶). به‌منظور ارزیابی پایداری خاک‌دانه‌ها پارامتری با عنوان "میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها" معرفی شده است که به اختصار به‌صورت MWD بیان می‌شود. هرچه کمیت MWD بزرگ‌تر باشد، پایداری نسبی خاک‌دانه‌ها نیز بیش‌تر است (بای‌بوردی، ۱۹۹۳). در بررسی شاخص پایداری خاک‌دانه‌ها (میانگین وزنی قطری خاک‌دانه‌ها) مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین خاک با پوشش گل‌سنگ و خاک بدون پوشش گل‌سنگ وجود دارد و مقدار آن از ۰/۱۸

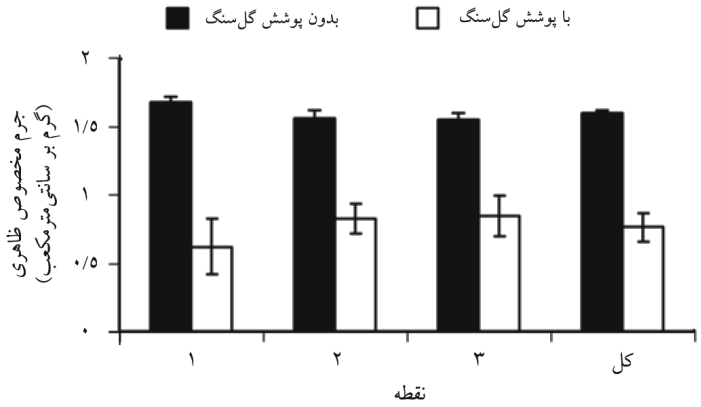
میلی‌متر در ناحیه بدون پوشش گل‌سنگ به ۰/۹٤ میلی‌متر در خاک با پوشش گل‌سنگ افزایش پیدا کرده است (جدول ۱ و شکل ٤). که دلیل اصلی این افزایش را به‌طور عمده باید به حضور مواد آلی بیش‌تر در نواحی پوشیده از پوشش‌های گل‌سنگی نسبت داد به عقیده بسیاری از پژوهش‌گران مواد آلی در تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌ها نقش کلیدی دارند. کاودیر و همکاران (۲۰۰٤) میزان پایداری خاک‌دانه‌ها را بیش از هر عامل دیگر با ماده آلی خاک در ارتباط می‌دانند. بار- اور و دنین (۱۹۸۹) اتصال فیزیکی ذرات خاک به‌وسیله رشته‌های هیف بخش قارچ را عامل مهم در پیوند دادن ذرات و تشکیل خاک‌دانه‌های پایدار عنوان می‌کنند. الدریج و گرین (۱۹۹٤) بیان می‌دارند هیف‌های قارچی مستقر در بخش زیرین گل‌سنگ ذرات خاک را محاصره کرده و آن‌ها را به هم پیوند می‌دهد از سوی دیگر وجود ماده آلی در خاک به‌صورت هیف‌های قارچی و ریشه‌ها موجب قرار دادن ذرات در کنار یکدیگر به‌صورت فیزیکی می‌شوند.



شکل ٤- نمودار مقایسه میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش.

جرم مخصوص ظاهری: اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ نشان داد که جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ از ۱/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب به ۰/۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ رسیده است که اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۱ و شکل ۵). افزایش جرم مخصوص ظاهری در

خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ به‌دلیل کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و پایین بودن مواد آلی در این‌گونه خاک‌ها می‌باشد. بنابراین کاهش میزان تنفس خاک به‌عنوان شاخصی از فعالیت بیولوژیکی خاک را شاید بتوان از علل مؤثر بر افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در منطقه بر شمرد.



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و بدون پوشش گل‌سنگ.

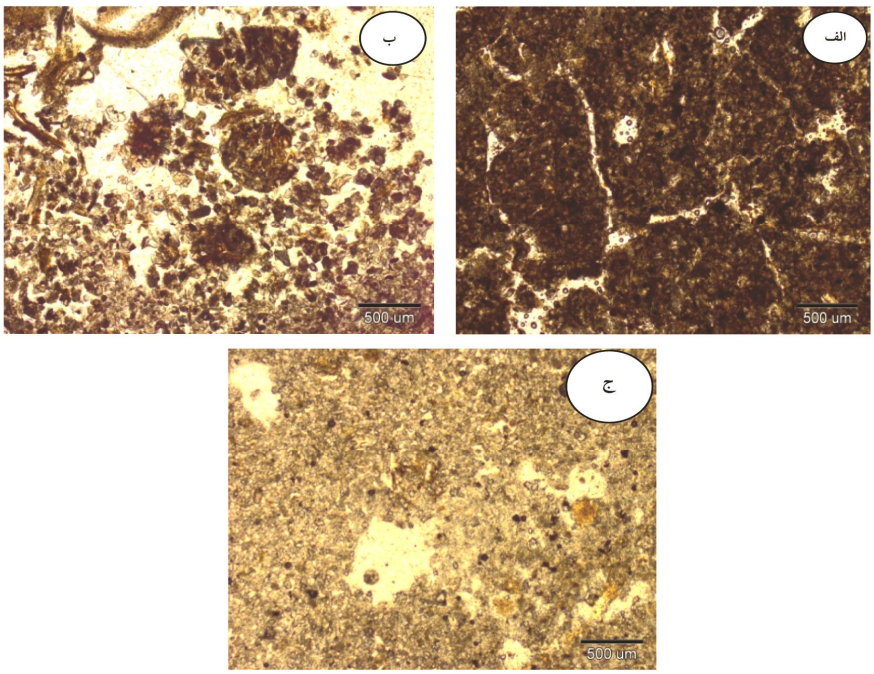
جدول ۱- مقایسه میانگین برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی- بیولوژی خاک در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ ۱ و خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ ۲ (حروف مشابه بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار پارامتر موردنظر می‌باشد).

نمونه خاک	رس (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بر کیلوگرم)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	میانگین وزنی قطر خاک‌دانه (میلی‌متر)	واکنش خاک	تنفس میکروبی (میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز)	کربن آلی (درصد)
۱	۱۵/۶^{a}	۳۳/۵^{a}	۵۰/۶^{a}	۲/۶^{a}	۱/۵^{a}	۰/۱۸^{b}	۷/۴^{a}	۰/۰۷^{a}	۰/۸^{b}
۲	۱۴/۵^{a}	۳۴/۸^{a}	۵۱/۵^{a}	۳/۷^{a}	۰/۷^{b}	۰/۹۴^{a}	۷/۳^{a}	۱^{b}	۱/۹^{a}

مطالعات میکرومورفولوژی: به‌منظور شناسایی فرایندهای تشکیل خاک و مطالعه پارامترهای خاک که زیر تأثیر مدیریت قرار می‌گیرند، از تکنیک‌های میکرومورفولوژی استفاده می‌شود. برخی از این پارامترها عبارتند از: مقدار و چگونگی توزیع مواد آلی خاک، خلل و فرج خاک، ساختمان خاک و.... با توجه به اهمیت مطالعات میکروسکوپی در بررسی هرچه دقیق‌تر تغییر و تحولات، در این بخش چند

پارامتر مهم میکرومورفولوژیکی میکروساختمان، تخلخل، بی‌فابریک و عوارض خاک‌زایی را مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهیم داد (جدول ۲).

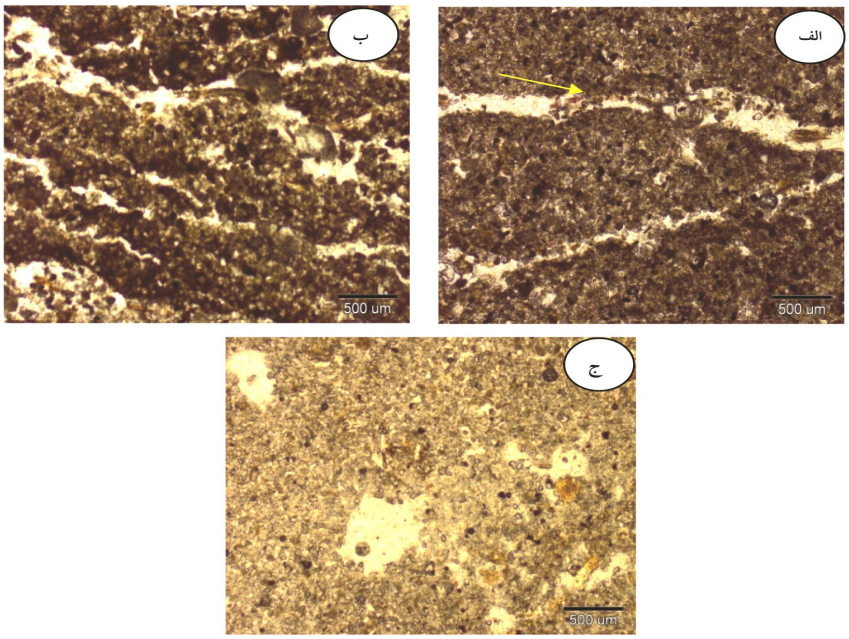
میکروساختمان: مطالعه مقاطع نشان داد که خاک بدون پوشش گل‌سنگ دارای ساختمان ضعیف و متراکم و واگی می‌باشد این امر به‌طور عمده ناشی از نبود مواد آلی قابل‌ملاحظه در این ناحیه از اراضی است. در حالی‌که خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ دارای ساختمان متخلخل قوی گرانوله‌ای[1] و مکعبی زاویه‌دار با درجه تکامل قوی[2] است. ساختمان خوب به توزیع ذرات خاک، مواد آلی، فرایندهای انتقال و میکروارگانیزم‌ها وابسته است. استوپس (۲۰۰۳) وجود ساختمان‌های گرانوله را در خاک با فعالیت‌های زیستی مرتبط می‌داند (شکل ٦). پس می‌توان نتیجه گرفت که پوشش گل‌سنگ باعث تغییر میکروساختمان خاک شده است و سبب ایجاد ساختمان‌های پایدار در سطح خاک می‌شود.



شکل ٦- الف- میکروساختمان مکعبی زاویه‌دار در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ، ب- میکروساختمان متخلخل در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ و ج- میکروساختمان توده‌ای در خاک‌های بدون پوشش (نور ppL).

1- Granular
2- Strongly Developed

حفرات: نوع حفرات موجود در مقاطع نازک خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ توسط میکروسکوپ پلاریزان بررسی شدند. حفرات موجود بیش‌تر از نوع کانال[1]، واگ[2] و درصد کمی صحفه‌ای[3] بود. حفرات کانالی در نتیجه فعالیت‌های زیستی گیاهان و جانوران خاک، همچنین نفوذ ریشه گیاه و بقایای آن و یا حرکت جانوران در خاک به‌وجود می‌آیند (کمپ و همکاران، ۲۰۰٤). وجود این حفرات را می‌توان به این شکل توجیه نمود که در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ به‌دلیل ماده آلی زیاد و بقایای ریشه، فعالیت جانوری بیش‌تر، فشردگی خاک کم‌تر، حفرات از نوع کانال بوده و این امر در تهویه خاک که در بحث تنفس میکروبی خاک هم به اثبات رسید اثر خود را نشان داده است که همگی بیانگر کیفیت مناسب خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ می‌باشد. و وجود حفرات صفحه‌ای می‌تواند نشان‌دهنده تخریب خاک و فشردگی آن باشد (شکل ۷).



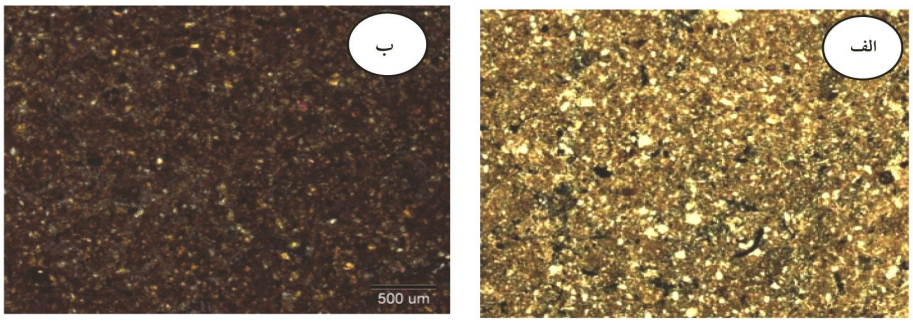
شکل ۷- الف- حفرات نوع کانالی در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ به همراه فضولات جانوری، ب- حفرات صفحه‌ای در خاک دارای پوشش و ج- حفرات واگ در خاک دارای پوشش (نور pplL).

1- Channel
2- Vugh
3- Plane

جدول ۲- تشریح میکرومورفولوژیکی خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ ۱ و دارای پوشش گل‌سنگ ۲.

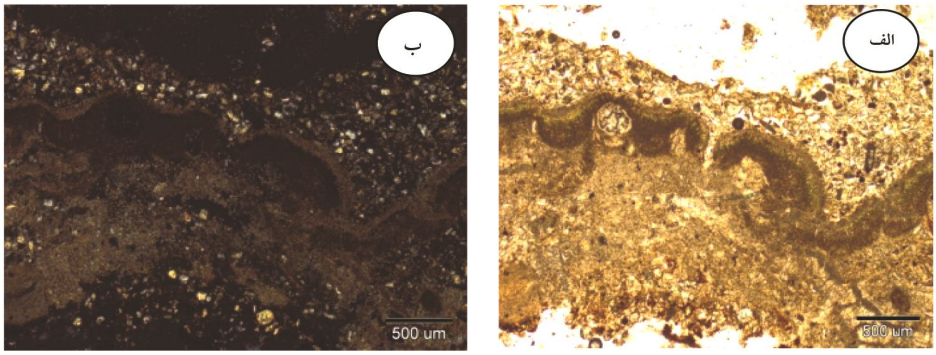
نمونه خاک	حفرات- ساختمان	بی- فابریک	نسبت c/f	پدوفیچر	کانی‌های درشت
۱	واگ- توده‌ای	کریستالیتیک	پورفریک تک‌فاصله	-	کوارتز- کلسیت
۲	کانال- واگ- صفحه‌ای مکعبی‌زاویه‌دار با درجه تکامل قوی- متخلخل	کریستالیتیک - لکه‌ای	پورفریک تک‌فاصله	فضولات جانوری- مواد بلورین از نوع آهک سوزنی‌شکل	کوارتز- کلسیت

بی‌فابریک: در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ بی‌فابریک به‌طور کامل کریستالیتیک است و مناطق تجمع آهک‌دیده نمی‌شود ولی نگاه میکروسکوپی دقیق‌تر به لایه نازک پوشش گل‌سنگ در سطح خاک‌های منطقه بیانگر ایجاد دو نوع بی‌فابریک متفاوت در زمینه خاک است به‌طوری‌که در ضخامت حدود ۲-۱/۵ میلی‌متری لایه فوقانی خاک بی‌فابریک کریستالیتیک[1] و در بخش زیرین آن بی‌فابریک لکه‌ای[2] شکل گرفته است. بی‌فابریک کریستالیتیک پدید آمده در سطح ناشی از حضور قابل‌توجه ترکیبات آهکی می‌باشد که توسط گل‌سنگ به‌صورت یک لایه نازک متراکم تجمع‌یافته است. این لایه می‌تواند ابزار محافظتی مناسبی در جهت جلوگیری از فرسایش خاک در منطقه فراهم آورده و به پایداری خاک کمک شایانی نماید (شکل‌های ۸ و ۹). پیدایش بی‌فابریک لکه‌ای در نواحی ریسه قارچ بیانگر حرکت رو به بالای آهک و تجمع آن بوده و نتیجه‌ای از بایرفرنژنسی رس می‌باشد. ایجاد چنین شرایطی نیز درست در لایه‌های نزدیک به سطح خاک نیز می‌تواند با قوی‌تر نمودن نقش چسبندگی ذرات رس در اتصال هرچه بیش‌تر ذرات خاک به یکدیگر از تلفات خاک به‌نحو قابل‌توجهی ممانعت به‌عمل آورد.



شکل ۸- تصاویر میکروسکوپی از بی‌فابریک کریستالیتیک در خاک بدون پوشش گل‌سنگ در دو نور الف) ساده و ب) متقاطع.

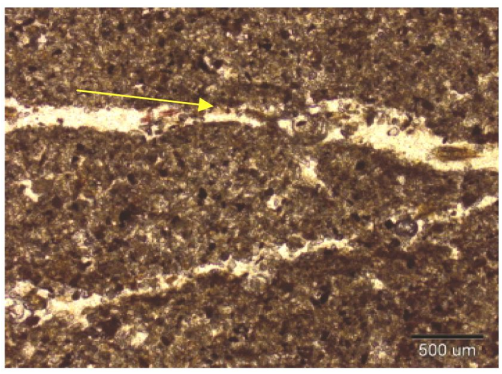
1- Crystallitic
2- Speckled



شکل ۹- تصاویر میکروسکوپی از بی‌فابریک کریتالیتیک و لکه‌ای در خاک دارای پوشش گل‌سنگ دو نور الف- ساده و ب- متقاطع.

عوارض خاک‌زایی[1]

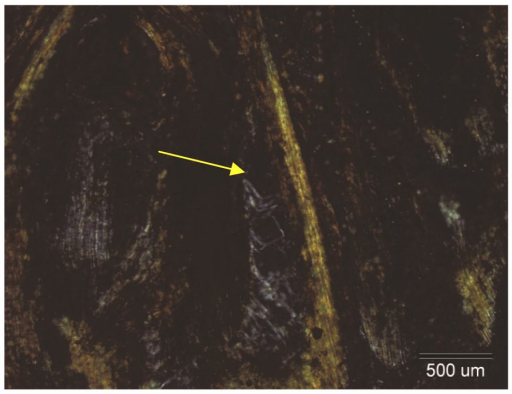
عوارض خاک‌زایی ناشی از فعالیت زیستی: در خاک‌های بدون پوشش گل‌سنگ هیچ‌گونه عوارض خاک‌زایی زیستی در مطالعات میکرومورفوزیکی مشاهده نشد. ولی در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ بقایا و فضولات موجودات خاک‌زی[2] مشاهده شدند که بیانگر فعال بودن خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ از نظر بیولوژیکی است (شکل ۱۰). وجود میکروساختمان‌های اسفنجی، فضولات جانوری و بقایای ریشه‌های گیاهی در داخل حفرات نشانه‌های وجود فعالیت بیولوژیکی و جانوری در خاک‌های مرتعی می‌باشد (کمپ و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل ۱۰- پدوفیچرهای بقایای جانوری.

1- Pedofeatur
2- Excremental Pedofeaturs

عوارض خاک‌زایی کربنات کلسیم (کلسیت سوزنی‌شکل[1]): کلسیت سوزنی‌شکل در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ دیده شده است (شکل ۱۱). خرمالی و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که کلسیت سوزنی‌شکل در مناطقی با بارندگی و دمای خاک به‌نسبت بالا و رشد گیاهی متراکم یافت می‌شوند که این فاکتورها سبب تقویت منشأ بیولوژیکی کلسیت سوزنی‌شکل می‌شود. بک‌زدیک و همکاران (۱۹۹۷) وجود این فرم را بیان‌کننده رطوبت کافی در خاک و حضور مواد آلی تجزیه‌پذیر دانسته‌اند و همچنین اظهار داشتند که تشکیل این فرم به زیست معدنی شدن[2] در درون میسیلیوم قارچ‌ها ارتباط دارد که پس از تجزیه مواد آلی دیواره‌های سلولی قارچ‌ها آزاد می‌شوند و اشباع بودن محلول خاک با کاتیون Ca^{+2} در حفظ این فرم در خاک مؤثر است بنابراین به‌دلیل فعالیت قارچ‌ها و ریسه‌ها وجود کلسیت سوزنی‌شکل توجیه می‌شود.

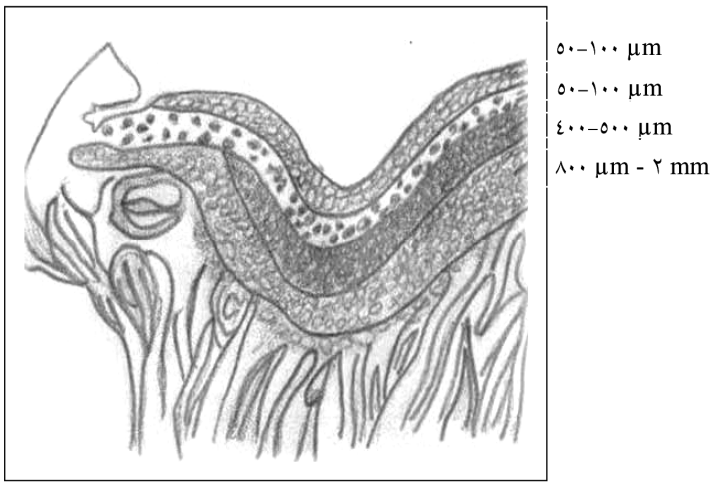


شکل ۱۱- کلسیت سوزنی‌شکل در خاک‌های دارای پوشش گل‌سنگ در نور متقاطع.

میکرومورفولوژی پوسته‌های گل‌سنگ: پوسته گل‌سنگی از چند لایه تشکیل شده است لایه اول به ضخامت حدود ۱۰۰-۵۰ میکرومتر شامل میکریت‌های آهک با تراکم متوسط می‌باشد و بافتی حمایتی محسوب می‌شود چرا که گل‌سنگ بدون کوتیکول است و احتمالاً ترشحات خود گل‌سنگ‌ها بر روی سطح رسوب می‌کند تا پوسته را از نور و گرمای بیش از حد محافظت کنند. لایه دوم نیز به ضخامت ۱۰۰-۵۰ میکرومتر است که در زیر نور پلاریزان معمولی سبزرنگ و در زیر نور متقاطع به رنگ زرد دیده می‌شود که لایه جلبکی می‌باشد و در صورت وجود رطوبت فتوسنتز در این لایه انجام می‌گیرد.

1- Needle-Like Calcite
2- Biomineralization

لایه سوم به ضخامت ۵۰۰-۴۰۰ میکرومتر بوده که متراکم‌ترین لایه از میکریت‌های آهک است و به رنگ خاکستری می‌باشد. لایه چهارم به ضخامت حدود ۲ میلی‌متر تا ۸۰۰ میکرومتر با تراکم متوسط شامل آهک خالص روشن است هیف‌های قارچی که در تمام زمینه خاک پراکنده شده‌اند که گاهی ذرات خاک را احاطه کرده‌اند. به‌نظر می‌رسد لایه میکریتی در سطح در اثر تغلیظ محلول خاک به سبب تبخیر ایجاد گردیده است و در لایه پایینی انحلال کربنات‌ها به‌وسیله هیف‌های قارچی صورت می‌گیرد. اندام‌های تولیدمثلی گل‌سنگ‌ها که آپوتسیوم نام دارد و آسک‌ها در داخل آن‌ها که بخش‌های زایایی بر روی ریسه هستند، تولید می‌شوند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- شکل شماتیک از لایه‌های مختلف گل‌سنگ در زیر میکروسکوپ.

منابع

1.Bar-Or, Y., and Danin, A. 1989 . Mechanisms of cyanobacterial crust formations and soilstabilization in the northwestern Negev. Israel Society of Microbiology, 13: 55-64.
2.Baybordy, M. 1993. Soil Physics. Tehran University Press, 671p. (In Persian)
3.Becze-Deak, J., Langhor, R., and Verrechia, E.P. 1997. Small scale secondary CaCO3 accmulations in selected section of the European loess belt. Geoderma, 76: 221-252.
4.Belnap, J., and Gardner, J.S. 1993. Soil microstructure in soils of the Colorado Plateau: the role of the cyanobacterium Microcoleus vaginatus. Great Basin Naturalist, 53: 1. 40-47.

5.Belnap, J., and Harper, K.T. 1995. Influence of cryptobiotic soil crusts on elemental content of tissue oftwo desert plants. Arid Soils Research and Rehabilitation, 9: 107-115.
6.Beymer, R.J., and Klopatek, J.M. 1991. Potential contribution of carbon by microphytic crusts in pinyon-juniper woodlands. Arid soil Research and Rehabilitation, 5: 187-98.
7.Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54: 464-465.
8.Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., Stoops, G., and Tursina, T. 1985. Hand Book for Soil Thin Section Description, 152p.
9.Dainin, A., and Ganor, E. 1991. Trapping of airborn dust by mosses in the Negev Desert Earth Surf process Landforms, 16: 153-162.
10.Eldridge, D.J. 1993. Cryptogams, vascular plants, and soil hydrological relations: some preliminary resultsfrom the semiarid woodlands of eastern Australia. Great Basin Naturalist, 53: 48-58.
11.Eldridge, D.J., and Greene, R.S.B. 1994. Microbiotic soil crusts: a review of their roles in soil and ecological processes in the rangelands of Australia. Austr. J. Soil Res. 32: 389-415.
12.Kavdir, Y., Ozcan, H., Kinci, H., and Yigini, Y. 2004. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile strength. Turk. J. Agron. 28: 155-162.
13.Kemp, R.A., Toms, P.S., Sayago, J.M., Derbyshire, E., King, M., and Wagoner, L. 2003. Micromorphology and OSL dating of the basal part of the loess-paleosol sequence at La Mesada in Tucuman province, Northwest Argentina. Quaternary international, 106-107: 111-117.
14.Kemp, R.A., Toms, P.S., King, M., and Krohling, D.M. 2004. The pedosedimentary evolution and chronology of Tortugas, a late Quaternary Type- site of northen Pampa, Argentina. Tucuman. Quaternary international, 114: 101-112.
15.Khormali, F., Abtahi, A., and Stoops, G. 2006. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran. Geoderma, 132: 31-46. (In Persian)
16.Kleiner, E.F., and Harper, K.T. 1972. Environment and community organization in grasslands on Canyonlands National Park. Ecology, 53: 2. 299-309.
17.Kleiner, E.F., and Harper, K.T. 1977. Soil properties in relation to cryptogamic ground cover in Canyonlands National Park. J. Range. Manage. 30: 203-205.
18.Mahmoody, SH., and Hakimian, M. 1997. Fundumentals of soil science. Tehran University Press, 701p. (In Persian)
19.Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA. 1996. Soil Quality Information Sheet. Indicators for Soil Quality Evaluation.
20.Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA. 2001. Soil Quality Information Sheet. Soil Quality Introduction.

21.Nash, T.H. 1996. Lichen Biology. Cambridge University Press, UK, 303p.
22.Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Method of Soil Analysis. Part II. Page, A.L. (Ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, Pp: 149-158.
23.Page, M.C., Sparks, D.L., Noll, M.R., and Hendricks, G.J. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic Coastal Plain Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 1460-1465.
24.Phillips, S.L., and Belnap, J. 1998. Shifting carbon dynamics due to the effects of Bromus tectorum invasion on biological soil crusts. Ecological Bulletin, 79: 205.
25.Roldan, A., Garcia, F., and Lax, A. 1994. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuses, Soil Biochem. 26: 1699-1707.
26.St Clair, L.L., and Johansen, J.R. 1993. Introduction tothe symposium on soil crust communities. Great Basin Naturalis, 53: 1-4.
27.Stoops, G. 2003. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section. SSSA. Inc. Madison, Winsconsin, 182p.
28.Stotzky, G. 1965. Microbial respiration. In: Black, C.A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part II. Am. Soc. Agron. 1550-1572. Inc, Madison, WI. Pp: 1550-1572.
29.Turco, R.F., Kennedy, A.C., and Jawson, M.D. 1994. Microbial indicators of soil quality, In: Doran, J.W., Coleman, D.F., and Stewart, B.A. (Eds.), Defining Soil Quqlity for a Sustainable Environment, Soil Sci. Soc. Am. Special Publication, Madison, WI, USA, 35: 73-90.
30.Whalen, J.K., and Chang, C. 2002. Macroaggregate characteristics for sustainable land use in Danangou catchment of the Loess Plateau, China, Catena, 54: 17-29.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(1), 2012
http://jwfst.gau.ac.ir

Physico-chemical properties and micromorphology of the microbiotic crusts (lichen) on loess hills in Alagol area, Golestan Province

***S. Kesalkheh[1], F. Khormali[2], F. Kiani[3] and M. Barani Motlagh[3]**

[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2011/01/09; Accepted: 2011/09/25

Abstract

The aim of this study was to investigate the physico-chemical, biological properties and micromorphology of the soils covered by lichen (biologic crust) in Alagol area of Golestan Province. In-three points, pairwise samples were collected from 0-10 cm depth with eight replications and also undisturbed samples for micromorphological studies in Alagol pastures. These were selected randomly and were the common borders of the uncovered and lichen covered soils. Soils samples were analyzed and some properties such as texture, organic matter, CEC, bulk density and mean weight diameter were determined. In addition the micromorphological study of some pairs of soil samples were determined by polarized microscope. Results of analysis indicated that soil organic carbon content increased markedly in the covered soils compared to the uncovered one. Aggregate stability also increased about three folds in soils covered with lichen. Micromorphological studies showed that uncovered soil had a weak and massive microstructure but soils covered by biocrusts showed strongly developed blocky microstructure. The soils covered with lichen showed two types of b-fabric, crystallitic and speckled. While the uncovered soils was dominant with crystallitic b-fabric. The soils covered with lichen showed various layers of the accumulation of carbonate the form of micritic Polysaccharide excretions of lichen bind soil particles together and increased aggregate stability.

Keywords: Microbiotic crust, Coverd lichen, Soil micromorphology, Soil stability

* Corresponding Author; Email: saidehkesalkhah@yahoo.com