نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن –اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۵۴۱-۱۵۳۳

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1533-1541

بررسی تأثیر پوسته‌های زیستی بر برخی از خصوصیات زیستی خاک (مطالعه موردی، مراتع قره‌قیر استان گلستان)

جلیل کاکه[1*]- منوچهر گرجی[2]- احمد علی پوربابائی[3]- علی طویلی[4]- محمد سهرابی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۶

چکیده

پوسته‌های زیستی خاک، اجتماعی تنگاتنگ بین ذرات خاک و موجودات زنده‌ای از قبیل سیانوباکتری، جلبک، قارچ، گلسنگ‌ها و خزه‌ها در نسبت-های مختلف هستند که بر روی سطح خاک یا در داخل چند میلی‌متر فوقانی آن مستقر می‌گردند. این پوسته‌ها فرایندهای ابتدائی اکوسیستم از جمله تثبیت کربن و نیتروژن اتمسفری، و وضعیت آبی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر پوسته‌های زیستی بر برخی از خصوصیات زیستی خاک در مراتع قره‌قیر استان گلستان انجام شد. بدین منظور خصوصیاتی چون جمعیت میکروبی خاک، تنفس میکروبی، کربن و نیتروژن زیتوده میکروبی و دیگر خصوصیات موثر بر آنها از قبیل کربن آلی، نیتروژن کل، قابلیت هدایت الکتریکی، درصد رطوبت قابل دسترس، در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری دو تیمار پوسته‌دار و بدون پوسته در چهار ناحیه، اندازه‌گیری شدند. سپس داده‌ها در قالب طرح آشیانه‌ای مورد تجزیه و تحلیل و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان دادند که جمعیت میکروبی، تنفس، کربن و نیتروژن زیتوده میکروبی و همچنین کربن آلی، نیتروژن کل و رطوبت قابل دسترس خاک در هر دو عمق مذکور به ویژه عمق سطحی در تیمار پوسته‌دار نسبت به تیمار بدون پوسته به طور معنی‌داری بیشتر است اما قابلیت هدایت الکتریکی در تیمار پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته در هر دو عمق به طور معنی‌داری کمتر است. در کل می‌توان نتیجه گرفت که پوسته‌های زیستی موجب بهبود وضعیت خاک و فراهم نمودن زیستگاهی مناسب برای ریزجانداران هتروتروف خاک و افزایش فعالیت آنها می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: جمعیت میکروبی، ، تنفس میکروبی، کربن زیتوده میکروبی، نیتروژن زیتوده میکروبی

مقدمه

ریزجانداران خاک یکی از اجزای اصلی در فرایندهای زیستی خاک و چرخه عناصر غذایی می‌باشند. به سبب درک اهمیت نقش ریزجانداران در نگهداری و آزادسازی انرژی و عناصر غذایی درخاک، در سال‌های اخیر توجه روز افزونی به برآورد زیتوده میکروبی در خاک شده است چرا که نقش زیتوده میکروبی خاک در تغییر شاخص مهمی هم چون مواد آلی خاک، امری مسلم است (۲۸). روابط قوی و معنی‌داری بین خصوصیات اقلیمی و وضعیت زیستی خاک وجود دارد به طوری که با تشدید خشکی و کاهش بارندگی مقدار زیتوده گیاهی و کربن آلی خاک و در نتیجه فعالیت میکروبی آن کاهش می‌یابد که در نتیجه می‌توان انتظار داشت که در زیست‌بوم-های خشک و نیمه‌خشک، حاصلخیزی و فعالیت‌های زیستی خاک، به شدت کاهش یابد اما برخلاف انتظار، در چنین محیطی جوامع ریزجانداران خاصی از قبیل جلبک، قارچ، سیانوباکتری، گلسنگ و خزه وجود دارند که قادر به سازگاری با شرایط سخت چنین زیستگاه‌هایی هستند (۱۶). مجموعه این ریزجاندان در نسبت‌های مختلف بر روی سطح خاک یا در داخل چند میلی‌متر فوقانی خاک زندگی می‌کنند که ذرات پراکنده خاک بواسطه حضور و فعالیت این موجودات زنده به همدیگر متصل می‌شوند و در نتیجه به صورت یک لایه منسجم سطح زمین را می‌پوشانند (۴). موجودات زنده تشکیل دهنده پوسته-های زیستی خاک توزیع بسیار گسترده‌ای دارند. آنها تقریباً در اکثر خاک‌ها و در همه جوامع رویشی که نور خورشید می‌تواند به سطح خاک برسد، ظاهر می‌گردند. آن‌ها نیاز آبی کم و تحمل بالا در برابر

۱- ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیاران گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: Jalil.Kaka@ut.ac.ir)
۴- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۵- استادیار گروه زیست فناوری، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران

دما و نور شدید را دارند و بنابراین قادر هستند تحت شرایطی که رشد گیاهان آوندی محدود است به حیات خود ادامه دهند. این ریزجانداران به دلیل این ویژگی‌ها اغلب در محیط‌های با حاصلخیزی پایین از قبیل مناطق خیلی خشک، خشک، و نیمه‌خشک که بیش از ۴۰ درصد زمین‌های خاکی جهان را تشکیل می‌دهند، پوشش غالب هستند (۷). پوسته‌های زیستی جزئی کلیدی و حیاتی از زیست‌بوم‌های خشک جهان بخصوص در زیست‌بوم‌های مرتعی و بیابانی می‌باشند (۱۰) و از نظر تأثیراتشان بر محیط پیرامون خود جایگاه ویژه‌ای دارند. اکثر مطالعات انجام شده بر روی پوسته‌های زیستی تقریباً به طور انحصاری بر روی اجزاء اصلی آنها از قبیل سیانوباکتری، جلبک، گلسنگ و خزه تمرکز نموده‌اند و باکتری (از جمله اکتینومایست)، قارچ، پروتوزوا و جانوران بی‌مهره میکروسکوپی کمتر مورد توجه بوده‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت هتروتروف‌های بخش پوسته‌های زیستی خاک چندان واضح نیست (۹) در حالی‌که پوسته‌های زیستی به عنوان زیستگاهی برای بندپایان، قارچ‌ها، باکتری‌ها و سایر موجودات زنده خاک عمل می‌کنند (۱۵) که می‌توانند زمینه رشد هر چه بیشتر این موجودات زنده را فراهم نمایند. پوسته‌های زیستی تحت شرایط خشک آب خود را از دست می دهند و به حالت زندگی نهفته (کُمون) وارد می‌شوند و با سپری کردن دوره‌های خشکی و دمای خیلی پایین یا بالا قادر به ادامه حیات در شرایط محیطی دشوار هستند (۵ و ۲۷) و سپس از لحاظ متابولیکی در ۸ تا ۱۰ ساعت پس از رطوبت مجدد فعال می‌شوند و با آبگیری از مه، شبنم یا فشار بخار بالا، فتوسنتز و تنفس ناشی از آنها می‌تواند دوباره پدیدار شود (۴). اگر پوشش گسترده‌ای از یک لایه نازک پوسته‌های زیستی فعال در سطح خاک وجود داشته باشد، فتوسنتز آنها می‌تواند منبع مهمی برای تثبیت کربن در محیط‌های بیابانی باشد (۳۰). پوسته‌های زیستی نسبت به سطوح فاقد آن مستقیماً با تولید متابولیت‌های برون سلولی قادر به تأمین مواد غذائی مورد نیاز هتروتروف‌های خاک هستند و همچنین به طور غیرمستقیم با تثبیت کربن و نیتروژن و ترشح آن در خاک میزان کربن آلی و سایر مواد غذایی را افزایش می‌دهند که این عوامل باعث می‌شود که پوشش گیاهی در این نواحی نسبت به سطوح بدون پوسته بیشتر توسعه یابد که با برگشت بقایای آن به خاک بیش از پیش مواد غذائی مورد نیاز هتروتروف‌های خاک تأمین گردد و باعث افزایش جمعیت آنها و در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی این گروه از ریزجانداران شود (۴). پلی‌ساکاریدهای برون‌سلولی ناشی از سیانوباکتری در بسیاری موارد لایه‌های لزج در اطراف سلول‌ها تشکیل می‌دهند که می‌توانند آب را جذب و از هدر رفت آن در خاک‌ها جلوگیری کنند. این حفظ رطوبت و فراهم نمودن آب قابل در دسترس، در ایجاد زیستگاه مناسب برای حیات جوامع میکروبی خاک نقش بسزائی دارند (۳۰ و ۲۹). همچنین پوسته‌های زیستی با تحت تاثیر قرار دادن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، به طور غیرمستقیم خصوصیات زیستی خاک را نیز متاثر می‌سازند. در این راستا سوو و همکاران (۲۳) در بیابان گوربانتونگوت[1] چین نشان دادند که در عمق ۳-۰ سانتی‌متر تحت پوسته‌های خزه، سیانوباکتری-گلسنگ و خاک بایر بترتیب ماده آلی ۴/۲، ۳/۳ و ۲/۱ گرم بر گیلوگرم، نیتروژن کل ۲/۳، ۲ و ۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کربن زیتوده میکروبی ۴۲۰، ۹۰۵ و ۶/۱۲ میکروگرم بر گرم خاک است. چوون و همکاران (۱۸)، به این نتیجه رسیدند که در قسمت‌های پوشیده از پوسته‌های زیستی نسبت به خاک بایر، میزان تنفس بالاتر است که این می‌تواند به دلیل مقدار کربن آلی، وجود رطوبت بالاتر و در نتیجه افزایش فعالیت باکتری‌های هتروتروف در پوسته‌های زیستی باشد بطوریکه با افزایش عمق و کاهش رطوبت، تنفس کاهش می‌یابد. توماس و همکاران (۲۵) طی تحقیقی در کالاهاری دریافتند که با افزایش رطوبت و دما، میزان تنفس تحت پوشش پوسته‌های زیستی، افزایش می‌یابد اما با وجود جانداران اتوتروف پوسته‌های زیستی که فتوسنتز می‌کنند هدر رفت کربن خاک کاهش می‌یابد. ویلیامز (۲۷) گزارش نمود که در ۵ سانتی‌متری خاک سطحی نسبت به ۵-۱۵ سانتی‌متری خاک زیر سطحی تحت پوسته‌های زیستی، کربن و نیتروژن زیتوده، تنفس خاک، و فعالیت دهیدروژناز خاک ۲ تا ۱۵ برابر بیشتر است. با توجه به مطالعات اندک صورت گرفته در زمینه نقش پوسته های زیستی بر کیفیت خاک به ویژه خصوصیات زیستی آن، این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر پوسته‌های زیستی بر خصوصیات زیستی خاک در مراتع قره قیر استان گلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در مراتع قره‌قیر واقع در شمال شهرستان آق‌قلا، استان گلستان انجام شده است. مختصات جغرافیایی منطقه عبارتست از ۵۴ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، ۳۷ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی. مراتع قره قیر از مجموعه‌ای از تپه‌های لسی به مساحت تقریبی ۸۵۶۰ هکتار تشکیل یافته است و وجه تمایز این مراتع از مناطق شوره زار اطراف وجود پوسته‌های زیستی همراه با گیاهان آوندی می‌باشد. بر اساس آمار ۱۰ سال اخیر (۹۰-۱۳۸۰) ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه (ایستگاه‌های کلیماتولوژی مزرعه نمونه ارتش و دشت گلستان) میزان متوسط بارش سالانه ۲۷۳ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین مقدار بارندگی در ماههای بهمن و اسفند و کمترین آن در تیر و مرداد است. بر اساس تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه، منطقه دارای اقلیم خشک و سرد است (۲۴).

1- Gurbantunggut

نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه

به منظور بررسی تاثیر پوسته‌های زیستی بر خصوصیات زیستی خاک، از کل منطقه مورد نظر چهار ناحیه که گویای شرایط کلی منطقه بوده و از لحاظ اقلیم، زمین شناسی و توپوگرافی یکسان بودند، جهت انجام نمونه‌برداری انتخاب گردید. در هر یک از این نواحی چهارگانه در قسمت‌های دارای پوسته و فاقد آن در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری و در هر عمق در ۴ تکرار نمونه‌برداری صورت گرفت و در مجموع ۶۴ نمونه جهت اندازه گیری خصوصیات زیستی خاک تهیه شد و در دمای ۴ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه انتقال یافتند و بلافاصله مورد آزمایش قرار گرفتند.

اقدامات آزمایشگاهی

در این تحقیق خصوصیات زیستی همچون جمعیت میکروبی خاک از طریق بیشترین تعداد احتمالی[1] در محیط کشت نوترینت براث[2] (۱)، تنفس میکروبی با استفاده از ظروف سربسته و به روش خنثی سازی با سود و تیتراسیون با اسیدکلریدریک (۲)، کربن زیتوده میکروبی به روش انکوباسیون نمونه تدخین شده با کلروفرم و اندازه-گیری تنفس خاک تدخین شده با کلروفرم و تدخین نشده در طی دوره انکوباسیون (۱۴)، نیتروژن زیتوده میکروبی با برآورد از روی نسبت C/N باکتریایی و دیگر خصوصیات مثل کربن آلی به روش والکلی ــ بلک[3] (۱۷)، نیتروژن کل خاک با روش کجلدال[4] (۸)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع به روش هدایت سنجی (۱۹)، درصد رطوبت قابل دسترس با دستگاه صفحات فشاری تحت فشار یک سوم و ۱۵ بار (۱۱) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

در این تحقیق، برای تجزیه و تحلیل داده‌های کسب شده، نرم افزار SAS و طرح آماری آشیانه‌ای[5] مورد استفاده قرار گرفت. به منظور مقایسه‌ی خصوصیات مورد مطالعه در دو تیمار از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس خصوصیات زیستی و سایر خصوصیات فیزیکوشیمیایی موثر بر آنها را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول، وجود پوسته‌های زیستی، بر همه خصوصیات خاک در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری داشته است. برای ارزیابی دقیق‌تر اثر این پوسته‌ها بر خصوصیات مورد بررسی در دو عمق، مقایسات میانگین با آزمون دانکن صورت گرفت.

جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی موثر بر خصوصیات زیستی را نشان می‌دهد. درصد کربن آلی و رطوبت قابل دسترس در هر دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری، در تیمار سطوح دارای پوشش پوسته نسبت به سطوح بدون پوسته به طور معنی داری بیشتر هستند در حالی‌که درصد نیتروژن کل تنها در عمق ۵-۰ سانتی متری در تیمار پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته اختلاف معنی‌داری دارد و در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. قابلیت هدایت الکتریکی در هر دو عمق در تیمار پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته به طور چشمگیر و معنی‌داری کمتر است. همچنین این چهار خصوصیت در دو عمق مختلف تیمار پوسته‌دار تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهند که بیانگر بیشترین تاثیر پوسته‌ها بر عمق اولیه (۵-۰) است.

شکل ۱ وضعیت خصوصیات زیستی خاک در دو تیمار دارای پوشش پوسته و بدون پوشش پوسته را نشان می‌دهد. چهار ویژگیِ جمعیت کل باکتری‌ها، تنفس، کربن، و نیتروژن میکروبی در هر دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر خاک تحت پوشش پوسته‌های زیستی نسبت به خاک بدون پوشش به طور معنی‌داری بالاتر هستند. با مقایسه دو عمق می‌توان دریافت که مقدار خصوصیات مذکور در خاک تحت پوسته زیستی در عمق ۵-۰ نسبت به ۱۵-۵ سانتی‌متر به طور معنی‌داری بیشتر است و پوسته‌ها بیشترین تأثیر را بر عمق اولیه داشته‌اند، اما در تیمار بدون پوسته در دو عمق تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد.

بصورت موضعی در یک منطقه وضعیت میکروبی توسط توزیع رطوبت و دمای خاک و ماده آلی و فراهمی عناصر غذایی کنترل می-شود که همه این عوامل تحت تأثیر وجود پوسته‌های زیستی قرار می‌گیرند به عنوان مثال در خاک‌های بیابانی توزیع جمعیت میکروبی خاک با توزیع ماده آلی همبستگی مثبتی دارد (۶). درکل خاک سطحی تحت پوسته‌های زیستی نسبت به زیر سطحی (۶-۴سانتی-متر) فعالیت باکتری و قارچی بیشتری دارند و در توالی‌های اولیه (سیانوباکتری و جلبک) نسبت به توالی‌های انتهایی (گلسنگ و خزه) پوسته‌های زیستی، جمعیت میکروبی کمتر است (۶) و با افزایش عمق جمعیت میکروبی کاهش می‌یابد که متناسب با کاهش غلظت مواد غذایی و شرایط مناسب برای رشد آنها می‌باشد.

تنفس میکروبی فرایند تولید دی‌اکسیدکربن یا مصرف اکسیژن در نتیجه متابولیسم موجوداتی مانند باکتری‌هاست. در این فرایند اکسیژن به عنوان گیرنده الکترون عمل می‌کند و محصول نهایی تنفس، تولید دی‌اکسیدکربن است. تنفس خاک یکی از عمده‌ترین فرایندهای هدر رفت کربن از خاک‌های مناطق خشک می‌باشد. با وجود محدودیت ذخایرکربن آلی در خاک‌های مناطق خشک، کوچکترین تغییرات در ورود و خروج دی‌اکسیدکربن می‌تواند تأثیر زیادی بر ذخیره کربن

1- Most Probable Number (MPN)
2 -Nutrient Broth (NB)
3- Walkly Black
4- Kjeldal
5- Nested Design

خاک بگذارد (۲۶). اکثر مطالعات انجام شده تا به امروز بر روی جریان کربن در زیست‌بوم‌های خشک و نیمه خشک از قبیل تنفس خاک و فتوسنتز، پوسته‌های زیستی را نادیده گرفته‌اند (۱۰). دو گروه اتوتروف و هتروتروف تشکیل دهنده پوسته‌های زیستی خاک در چرخه کربن مشارکت دارند و هنگامی که شرایط محیطی مناسب است میزان فتوسنتزشان از ۰/۱ تا ۱۱/۵میکرومول بر متر مربع در ثانیه در حال تغییر است و تنفس پوسته‌های زیستی ۶۱ درصد مقدار کل کربن تثبیت شده است بنابراین این پوسته‌ها نقش دو جانبه‌ای را در جریانات کربن خاک بازی می‌کنند (۲۲). به عنوان نمونه اوانس و لانگ (۱۲)، دریافتند که گونه گلسنگ *Collema Cristatum* در طی یک دوره ۱۱۶ روزه ۲۲/۴۸ گرم کربن بر مترمربع تثبیت نموده و ۶۱ درصد این مقدار (۱۳/۷۷ گرم کربن بر مترمربع) را از طریق تنفس از دست می‌دهد. مقدار تنفس همانند جمعیت میکروبی به مقدار ماده آلی، رطوبت، دما، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و ساختمان خاک بستگی دارد و با افزایش عمق میزان تنفس کاهش می‌یابد. بلنپ و همکاران (۶) تخمین زدند که حدود ۵۰ درصد کربن تثبیت شده در طی فتوسنتز بلافاصله به عنوان فراورده‌های پلی‌مری برون سلولی به محیط خارج ترشح می‌شوند و با توجه به اینکه کربن آلی به عنوان محیط رشد برای ریزجانداران عمل می‌کند، افزایش کربن آلی تحت پوشش پوسته‌های زیستی، افزایش فعالیت میکروبی و در نهایت افزایش تنفس میکروبی را به دنبال دارد. میرالس و همکاران (۱۶) نشان دادند که با افزایش رطوبت تحت پوشش گلسنگ‌های *Diploschistes* نسبت به سیانوباکتریها، تنفس و کربن زیتوده نیز افزایش معنی‌داری نشان می‌دهند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های زیستی و فیزیکوشیمیایی خاک

Table 1- Analysis of variance of physicochemical and biological soil properties

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		رطوبت قابل دسترس available water content	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	نیتروژن کل total nitrogen	کربن آلی organic carbon	نیتروژن زیتوده میکروبی microbial biomass nitrogen	کربن زیتوده میکروبی microbial biomass carbon	جمعیت میکروبی microbial population	تنفس میکروبی microbial respiration
پوسته Crust	1	266.61**	1.29**	0.058**	0.093**	0.0062**	0.13**	0.94**	0.045**
پوسته × عمق Crust×depth	2	16.71**	0.034**	0.040**	0.0029*	0.011**	0.024**	0.32*	0.14**
خطا Erorr	60	0.58	0.0064	0.0006	0.0007	0.0012	0.0026	0.0070	0.0016
ضریب تغییرات CV(%)	-	9.90	8.46	6.05	3.50	14.57	14.33	6.98	6.12

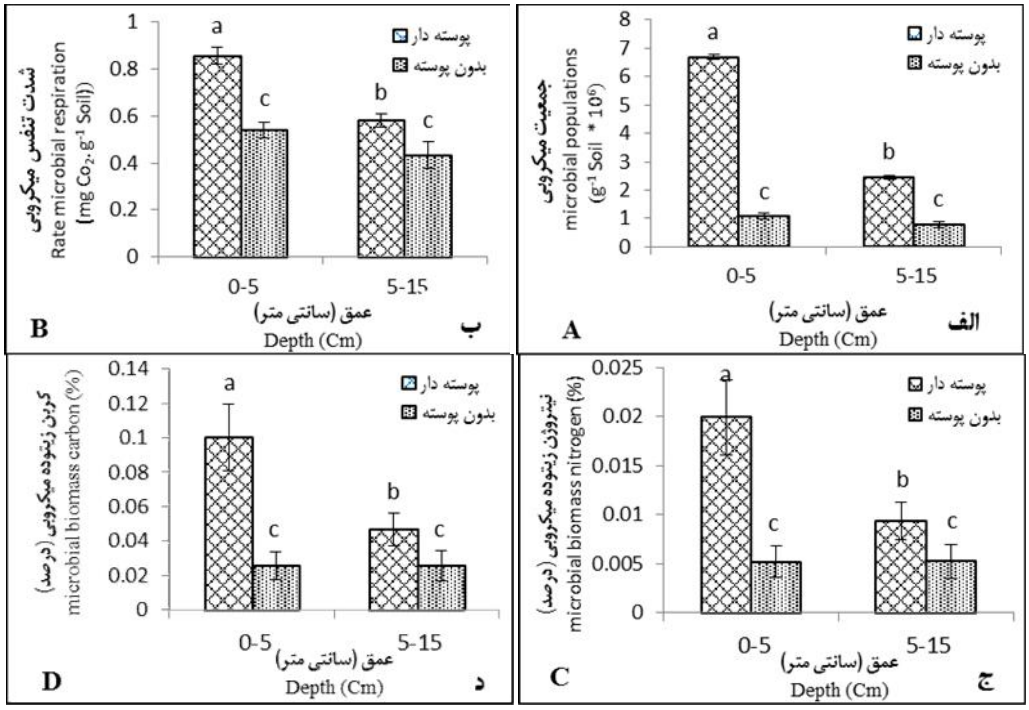
**: تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ ، *: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪

significantly differents (P<0.01) :** significantly differents (P<0.05) :*

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی موثر بر خصوصیات زیستی بین دو تیمار در دو عمق

Table 2- Means comparison to evaluate the effects of physicochemical properties on biological properties for BSCs and non-BSCs surface at two depths

تیمار Treatment	عمق Depth (cm)	رطوبت قابل دسترس Available Water Content (%)	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS/m)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)
پوسته دار (BSCs)	0-5	10.41±0.83a	2.19±0.10d	0.15±0.025 a	2.19±0.22 a
پوسته دار (BSCs)	5-15	8.61±0.37b	3.42±0.11c	0.06±0.008b	1.72±0.17 b
بدون پوسته (non-BSCs)	0-5	5.95±1.09c	17.15±0.01b	0.064±0.021b	1.07±0.18 c
بدون پوسته (non-BSCs)	5-15	5.84±0.53c	45.88±0.03a	0.047±0.014b	0.96±0.16 c



شکل ۱- مقایسه میانگین خصوصیات زیستی در خاک تحت پوشش پوسته‌های زیستی و فاقد آن؛
الف) جمعیت میکروبی، ب) تنفس میکروبی، ج) نیتروژن زیتوده، د) کربن زیتوده

Figure 1- Means comparison on biological properties for BSCs and non-BSCs surface
A) microbial populations, B) microbial respiration, C) microbial biomass nitrogen,D) microbial biomass carbon

کربن زیتوده میکروبی قسمتی از کربن آلی خاک است که مربوط به کربن موجود در بدن و دیواره سلولی ریز جانداران خاک به ویژه باکتری‌هاست. در شرایط طبیعی کربن زیتوده میکروبی ۵-۱ درصد کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهد (۲). با تعیین درصد کربن زیتوده نسبت به کربن آلی مشاهده می‌شود که در عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر تحت پوشش پوسته بترتیب این نسبت ۴/۵۶ و ۲/۶۷ و در خاک بدون پوسته ۲/۳۳ و ۲/۶۳ است که مطابق با گفته آندرسون می‌باشد. فرایند تبدیل نیتروژن معدنی (نیترات و آمونیوم) به نیتروژن آلی را غیر متحرک شدن نیتروژن می‌نامند که توسط ریزجانداران زنده تجزیه کننده مواد آلی صورت می‌گیرد که سرعت آن به نسبت C/N بقایای گیاهی و میکروب‌ها بستگی دارد. این فرایند بستگی به مقدار کربن آلی خاک دارد که به شکل کربن زیتوده در می‌آید زیرا نسبت C/N در ساختمان سلولی همه ریز جانداران تقریباً ثابت است. برای نمونه این نسبت در باکتری برابر با ۵ و در قارچ ۱۰ می‌باشد (۲۱) بنابراین از روی این نسبت و با توجه به مقدار کربن زیتوده، مقدار نیتروژن زیتوده میکروبی را می‌توان برآورد نمود.

مطابق نتایج حاصله پوسته‌های زیستی نسبت به سطوح فاقد آن با تثبیت کربن و نیتروژن و ترشح آن در خاک، همچنین با تولید سایر متابولیت‌های برون سلولی قادر به تأمین مواد غذائی مورد نیاز هتروتروف‌های خاک هستند. همچنین به دلیل ساختار فیزیکی خزه و گلسنگ و پلی‌ساکاریدهای مترشحه، میزان حفظ آب لایه فوقانی نسبت به عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر بیشتر شده و مقدار آب قابل دسترس افزایش می یابد که این عوامل باعث می‌شوند که پوشش گیاهی در این نواحی نسبت به سطوح بدون پوسته بیشتر توسعه یابد که با برگشت بقایای آن به خاک بیش از پیش مواد غذائی مورد نیاز هتروتروف‌های خاک تأمین گردد و باعث افزایش جمعیت آنها و در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی این گروه از ریزجانداران شود. از طرف دیگر افزایش نفوذپذیری ناشی از پوسته‌های زیستی و خاصیت زیست انباشتگی این جانداران باعث کاهش قابلیت هدایت الکتریکی و غلظت املاح در خاک شده که این مسئله نیز می‌تواند باعث فراهم شدن شرایط برای زیست ریزجانداران شود بطوریکه فروغی‌فر و همکاران (۱۳) اظهار داشتند که به دلیل شوری و سدیمی بالا و پوشش گیاهی کم مقدار تنفس میکروبی در سرتاسر منطقه دشت تبریز به نسبت کم می‌باشد. در کل مجموعه این عوامل موجب بهبود شرایط برای هتروتروف‌های خاک شده که منجر به افزایش جمعیت، تنفس، کربن و نیتروژن زیتوده میکروبی و سایر ویژگی‌های زیستی خاک می‌گردد که بیشترین تاثیر را بر چند سانتی‌متر اولیه دارد.

سپاس‌گزاری

این پژوهش با حمایت قطب علمی بهبود کیفیت خاک برای تغذیه متعادل گیاه دانشگاه تهران انجام شد. از مسولان محترم قطب علمی کمال تشکر را داریم و به ویژه استاد گرامی مرحوم دکتر غلامرضا ثواقبی که برای ایشان غفران الهی آرزو می‌کنیم.

منابع

1- Alexander M. 1982. Most probable number method for microbial populations. In: Page AL., Miller RH., Keeney DR. (Eds.), Methods of Soil Analysis Part2. Amer. Soc. for Agron, Madison USA: 815–820.
2- Anderson E., and John P. 1982. Soil respiration. Methods of Soil Analysis Part2. Amer. Soc. for Agron, Madison USA: 831–870.
3- Anderson T.H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to asses soil quality. Agriculture, Ecosystems & Environment 98:285-93.
4- Belnap J., Kaltenecker J.H., Rosentreter R., Williams J., Leonard S., and Eldridge D. 2001. Biological soil crusts: ecology and management. pp 110. United States Department of the Interior Bureau of Land Management,National Science and Technology Center.
5- Belnap J. 2003. Comparative Structur of Physical and Biological soil crusts. In Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management, ed. J Belnap, O Lange:177-91: Springer-Verlag:Berlin. Number of 177-91 pp.
6- Belnap J. 2003. Microbes and Microfauna Associated with Biological Soil Crusts. In Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management, ed. J Belnap, O Lange:167-74: Springer-Verlag:Berlin. Number of 167-74 pp.
7- Belnap J. 2006. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. Hydrological Processes 20:3159-78.
8- Bremner J., and Mulvaney C. 1982. Nitrogen-total. In Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties: 595-624: American Society of Agronomy-Soil Science Society of America. Number of 595-624 pp.
9- Büdel B. 2005. Microorganisms of Biological Crusts on Soil Surfaces: In Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions, ed. A Varma, F Buscot, 3:307-23: Springer Berlin Heidelberg. Number of 307-23 pp.
10- Castillo-Monroy A., Maestre F., Rey A., Soliveres S., and García-Palacios P. 2011. Biological Soil Crust Microsites Are the Main Contributor to Soil Respiration in a Semiarid Ecosystem. Ecosystems 14:835-47.
11- Dane J.H., and Hopmans J.W. 1986. Water retention and storage: Pressure plate extractor. In Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling.: American Society of Agronomy-Soil Science Society of America.
12- Evans R., and Lange O. 2003. Biological soil crusts and ecosystem nitrogen and carbon dynamics. In Biological soil crusts: structure, function, and management, pp. 263-79.
13- Froughifar H., Jafarzadah AA., Torabi Gelsefidi H., and Aliasgharzadah N. 2010. Effect of Different Landforms on Spatial Variability and Frequency Distribution of Soil Biological Properties in Tabriz Plain. Water and soil science. Volume 21, Issue 4, Winter 2011, Page 35-52 (in Persian with English abstract).
14- Horwath W.R., and Paul E.A. 1984. Microbial biomass. In: Buxton DR(Ed). Methods of Soil Analysis, Part 2: Microbiological and Biochemical Properties. Soil Sci Soc Am. No. 5. Pp. 753-773.
15-Maestre F.T., Bowker M.A., Cantón Y., Castillo-Monroy A.P., and Cortina J. 2011. Ecology and functional roles of biological soil crusts in semi-arid ecosystems of Spain. J Arid Environ 75:1282-91.
16- Miralles I., Trasar-Cepeda C., Leirós M.C., and Gil-Sotres F. 2012. Labile carbon in biological soil crusts in the Tabernas desert, SE Spain. Soil Biology and Biochemistry, 5:1-8.
17- Nelson B.W., and Sommers L.E. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Soil Sci Soc of Am, Madison WI. Pp: 539 - 577.
18- Qi Y.C., Dong Y.S., Jin Z., Peng Q., Xiao S.S., and He Y.T. 2010. Spatial heterogeneity of soil nutrients and respiration in the desertified grasslands of Inner Mongolia, China. Pedosphere 20:655-65.
19- Rhoades J. 1982. Soluble salts. In Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, pp. 167-79: American Society of Agronomy-Soil Science Society of America.
20- Rossi F., Potrafka R.M., Pichel F.G., and De Philippis R. 2012. The role of the exopolysaccharides in enhancing hydraulic conductivity of biological soil crusts. Soil Biology and Biochemistry 46:33-40.
21- Safari sinegani A.L. 2003. Soil Biology and Biochemistry.
22- Su Y., WU L., and Zhang Y. 2012. Characteristics of carbon flux in two biologically crusted soils in the Gurbantunggut Desert, Northwestern China. Catena 96:41-8.
23- Su Y.g., Zhao X., Li A.x., Li X.r., and Huang G. 2011. Nitrogen fixation in biological soil crusts from the Tengger desert, northern China. European Journal of Soil Biology 47:182-7.
24- Tavili A. 2005. Study of some moss and lichen species effects on range soil and plants properties, case study: Qara

Qir ranges, Golestan province, Iran. Natural Resources Faculty, University of Tehran, Ph.D thesis (in Persian with English abstract).

25- Thomas A.D., Hoon S.R., and Dougill A.J. 2011. Soil respiration at five sites along the Kalahari Transect: Effects of temperature, precipitation pulses and biological soil crust cover. Geoderma. 167:284-94.

26- Thomas A.D., Hoon S.R., and Linton P.E. 2008. Carbon dioxide fluxes from cyanobacteria crusted soils in the Kalahari. Applied Soil Ecology 39:254-63.

27- Williams J.D. 1994. Microbiotic Crusts: A Review.

28- Wright A.L., Hons F.M., and Matocha J.r JE. 2005. Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. Applied Soil Ecology 29:85-92.

29- Xu Y., Rossi F., Colica G., Deng S., Philippis R., and Chen L. 2012. Use of cyanobacterial polysaccharides to promote shrub performances in desert soils: a potential approach for the restoration of desertified areas. Biology and Fertility of Soils: 1-10.

30- Zaady E., Kuhn U., Wilske B., Sandoval-Soto L., and Kesselmeier J. 2000. Patterns of CO2 exchange in biological soil crusts of successional age. Soil Biology and Biochemistry 32:959-66.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1533-1541

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۶، بهمن –اسفند ۱۳۹۴، ص. ۱۵۴۱-۱۵۳۳

Investigating the Effect of Biological Crusts on Some Biological Properties of Soil (Case Study: Qare Qir Rangelands of Golestan Province)

J. Kakeh[1G]- M. Gorji[2]- A. A. Pourbabaei[3]- A. Tavili[4]- M. Sohrabi[5]

Received: 29-01-2014
Accepted: 17-08-2015

Introduction: Physical and biological soil crusts are the principal types of soil crusts. Physical and biological soil crusts are distributed in arid, semi-arid and sub-humid regions which constitute over 40% of the earth terrestrial surface. Biological soil crusts (BSCs) result from an intimate association between soil particles and cyanobacteria, algae, fungi, lichens and mosses in different proportions which live on the surface, or in the immediately uppermost millimeters of soil. Some of the functions that BSCs influences include: water absorption and retention, nutrient retention, Carbon and nitrogen fixation, biological activate and hydrologic Status. BSCs are important from the ecological view point and their effects on the environment, especially in rangeland, and desert ecosystems and this caused which researchers have a special attention to this component of the ecosystems more than before.

Materials and Methods: This study carried out in the Qara Qir rangelands of Golestan province, northeast of Iran (37º15′ - 37º23′ N &54º33′ -54º39′ E), to investigate the effects of BSCs on some of soil biological properties. Four sites including with and without BSCs cover were selected. Soil biological properties such as microbial populations, soil respiration, microbial biomass carbon and nitrogen, as well as, other effective properties such asorganic carbon percent, total nitrogen, electrical conductivity, and available water content were measured in depths of 0-5 and 5-15 cm of soil with four replications. The gathered data were analyzed by nested plot, and the mean values were compared by Duncan test.

Results and Discussion: The results showed that organic carbon and water content were higher at the surface under BSCs, followed by 5-15 cm soils under BSCs. Both soil depths of uncrusted soils showed substantially lower organic carbon and water content than the BSC-covered soils. Total nitrogen was far higher in BSC-encrusted surface soils than uncrusted surface soils or BSC sub-surface soils. All Electrical conductivities were lower in surface soils covered with BSCs than sub-surface soils. The values for non-BSC covered soils were far higher than values for soils covered with BSCs. The values of soil biological properties such as microbial populations, soil respiration, microbial biomass carbon and nitrogen were higher at the surface under BSCs, followed by 5-15 cm soils under BSCs. The values for non-BSC covered soils were far lower than values for soils covered with BSCs at 0-5 cm depth but these properties in the uncrusted soils did not differ with BSCs covered surface at 5-15 cm depth. The amount of organic carbon was higher in BSC-covered surface soils at both measured depths, likely due to the ability of BSCs to fix atmospheric carbon. This leads to enhanced BSCs biomass and thus organic carbon especially in the soil surface layer (0-5 cm). An extensive cover of even a thin layer of photosynthetically active organisms can be an important basis for carbon input into the soil. BSCs also produce and secrete extracellular polysaccharides into surrounding soils, increasing the soil carbon and nitrogen pool. In general, there is a positive correlation between C and N fixation by BSCs. Also distribution of soil microbial population is positively correlated with the distribution of organic carbon and nitrogen. Microbial population is reduced following increase at depth, which is proportional to reduce of the concentration of nutrient and suitable conditions such as water content for growing them. Therefore proportionate to Microbial population, the properties such as soil respiration and microbial biomass carbon and nitrogen were reduced following increase at depth, because it did not provide the conditions for living organisms. These conditions were more inappropriate for non-BSC covered soils due to lower water content, organic carbon, total nitrogen and much higher electrical conductivity at both depths especially at 5-15 cm depth.

Conclusion: Biological soil crusts can play a key role in the biological properties of soil. Our data showed that organic carbon percent, total nitrogen, and available water content and biological properties such as

1, 2 and 3- Ph.D Student and Associate professors of Soil Sciences Department, University of Tehran, Tehran, Iran, Respectively (*- Corresponding Author Email: jalil.kaka@ut.ac.ir)
4- Associate Professor of Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran
5- Associate Professor Department of Biotechnology, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST)

microbial populations, soil respiration and microbial biomass carbon and nitrogen were increased significantly in two mentioned depths especially in 0-5 cm depth on sites covered with BSCs, relative to without BSCs. Electrical Conductivity had a reverse trend. In general, it can be concluded that BSCs improve soil conditions and provide suitable habitats for heterotrophic microorganisms and increase soil microbial activity. As the presence of BSCs generally increased the positive qualities of the soil, it is suggested that they can be used as a qualitative indicator of soil quality in rangelands.

Keywords: Biological Soil Crusts, Microbial Biomass Carbon, Microbial Biomass Nitrogen, Microbial Population, Soil Respiration