نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۳، ص. ۲۳۸-۲۳۰

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 1, Mar.-Apr. 2014, p. 230-238

# مطالعه تأثیر پوسته‌های زیستی بر خصوصیات شوری و سدیمی خاک (مراتع قره‌قیر استان گلستان)

جلیل کاکه[۱*]- منوچهر گرجی[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۸/۱۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۱۶

## چکیده

پوسته‌های زیستی خاک، اجتماعی تنگاتنگ بین ذرات خاک و موجودات زنده‌ای از قبیل سیانوباکتری، جلبک، قارچ، گلسنگ و خزه در نسبت‌های مختلف هستند که بر روی سطح زمین یا در داخل چند میلی‌متر فوقانی خاک زندگی می‌کنند. پوسته‌های زیستی خاک از نقطه نظر بوم‌شناسی و تأثیراتشان بر محیط پیرامون خود جایگاه ویژه‌ای به خصوص در زیست‌بوم‌های مرتعی و بیابانی دارند و همین امر باعث شده که محققان بیش از پیش نگرشی ویژه به این اجزاء زیست‌بوم داشته باشند. در این مقاله نتایج بررسی نقش پوسته‌های زیستی بر خصوصیات شوری و سدیمی خاک، در مراتع قره‌قیر استان گلستان ارائه می‌گردد. در منطقه‌ی مورد مطالعه چهار ناحیه که شامل بخش‌های پوشیده از پوسته‌های زیستی خاک و فاقد آن باشند، انتخاب شد و در هر بخش، از اعماق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر، در چهار تکرار نمونه‌برداری صورت گرفت و سپس داده‌ها در قالب طرح آشیانه‌ای مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان دادند که درصد کربنات کلسیم معادل، اسیدیته و ویژگی‌های شوری و سدیمی خاک از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی، عناصر کلسیم، منیزیم و سدیم و در نتیجه نسبت جذب سدیم و درصد سدیم قابل تبادل در هر دو عمق در خاک دارای پوشش پوسته نسبت به خاک بدون پوسته به طور چشمگیر و معنی‌داری کمتر است. همچنین غلظت پتاسیم بین دو سطح پوششی تفاوت معنی‌داری ندارد اما درصد رطوبت قابل دسترس خاک در دو عمق مذکور و سرعت نفوذپذیری در سطح پوششی پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته به طور معنی‌داری بیشتر است. در کل می‌توان نتیجه گرفت که افزایش نفوذپذیری و رطوبت قابل دسترس خاک و خاصیت زیست انباشتگی پوسته‌های زیستی منجر به کاهش وضعیت شوری و سدیمی خاک می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** پوسته‌های زیستی خاک، نفوذپذیری، زیست انباشتگی، گلسنگ، خزه

## مقدمه

مناطق خشک و نیمه‌خشک سراسر جهان اغلب پوشش گیاهی پراکنده دارند یا فاقد پوشش گیاهی هستند. با این وجود در فضای آزاد بین گیاهان، سطح خاک به طور کلی بدون زندگی اتوتروفی نیست بلکه این فضاها به وسیله جامعه‌ای از موجودات زنده بسیار خاص پوشیده شده‌اند که این جوامع به عنوان پوسته‌های زیستی خاک شناخته شده‌اند (۸). پوسته‌های زیستی خاک اجتماعی تنگاتنگ بین ذرات خاک و موجودات زنده‌ای از قبیل سیانوباکتری، جلبک، قارچ، گلسنگ و بریوفیت‌ها[۳] (خزه و جگرواش) در نسبت‌های مختلف هستند که بر روی سطح خاک یا در داخل چند میلی‌متر فوقانی آن زندگی می‌کنند، ذرات پراکنده خاک بواسطه حضور و فعالیت این موجودات زنده به همدیگر متصل می‌شوند و در نتیجه پوشش پوسته‌های زیستی به عنوان یک لایه منسجم سطح زمین را می‌پوشانند (۸). در واقع پوسته‌های زیستی به وسیله‌ی موجودات زنده و ترشحات آنها ایجاد شده‌اند در حالی که پوسته‌های شیمیایی و فیزیکی دارای خصوصیات غیر آلی می‌باشند (۹). به طوری که پوسته‌های شیمیایی بیشتر در مناطق خشک که میزان تبخیر بسیار بیشتر از مقدار بارش است، تشکیل می‌گردند و عبارتند از پوسته‌های سفید رنگی که در خاک‌های با مقادیر زیاد نمک ایجاد شده‌اند. این پوسته‌ها اغلب نسبت به پوسته‌های ایجاد شده بوسیله اثرات قطرات باران یا تراکم (پوسته‌های فیزیکی) سخت‌تر هستند زیرا ترکیباتی از قبیل نمک‌ها، آهک و سیلیس طی تبخیر آب در سطح خاک ته‌نشین می‌شوند. بر خلاف پوسته‌های زیستی، پوسته‌های شیمیایی و فیزیکی هر دو باعث

۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران
(* نویسنده مسئول: (Email: Jalil.Kaka@ut.ac.ir

3 - Bryophytes

کاهش نفوذپذیری و موجب آب ماندگی در سطح خاک می‌شوند بطوریکه با تبخیر این آب تشکیل پوسته شیمیایی تشدید می‌گردد و در این شرایط وجود مقادیر سدیم و کربنات کلسیم زیاد نیز تشکیل آن را تشدید می‌کند (۹). در مقیاس کوچک کلیه پوسته‌های خاک بعنوان مرزهای بوم‌شناختی در نظر گرفته می‌شوند زیرا جریان مواد و انرژی در فضای بین اتمسفر و سطح خاک و بین توده خاک و ریشه‌های گیاه را کنترل می‌کنند (۹). به عنوان مثال پوسته‌های زیستی به طور قابل توجهی فرایندهای ابتدائی زیست‌بوم را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با وجود اینکه بخش ناچیزی از پروفیل خاک را شامل می‌شوند (کمتر از یک تا چند میلی‌متر ضخامت) (۱۷)، نقش اساسی در نفوذپذیری و کاهش رواناب، تبخیر و رطوبت خاک به عهده دارند (۱۰). پوسته‌های زیستی علاوه بر نفوذپذیری بر مقدار آب قابل دسترس گیاه در خاک نیز تأثیر بسزائی دارند به طوری که همه موجودات زنده آنها با درجات مختلف می‌توانند با جذب آب از ایجاد رواناب جلوگیری کنند و شرایط را برای رشد دیگر گیاهان بهبود بخشند (۱۵ و ۱۶). پوسته‌های زیستی همچنین با ترشح پلی-ساکاریدهای برون‌سلولی و افزودن کربن آلی خاک، باعث تشدید خاکدانه‌سازی و به وجود آمدن منافذ و در نتیجه افزایش نفوذ آب در خاک می‌شوند (۱۰).

پوسته‌های زیستی علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، باعث تغییراتی در خصوصیات شیمیایی در طول پروفیل خاک نیز می‌شوند. به عنوان مثال بلنپ (۱۰) از لادیمن و همکاران (۱۹۹۳) نقل قول نمود که در خاک‌های آهکی بیابان، نفوذپذیری بیشتر پوسته‌های زیستی باعث انتقال کربنات کلسیم بیشتری به اعماق می-شود و با استفاده از تغییرات pH بین خاک‌های سطحی و زیر سطحی این مسئله را به اثبات رساندند. همچنین چامیزو و همکاران (۱۱)، در اسپانیا نفوذپذیری کل را در دو بافت ریز و درشت در انواع پوسته‌ها مقایسه نمودند، پوسته‌های فیزیکی حداقل (۱۳/۳ میلی‌متر بر ساعت) وپوسته‌های خزه‌ای حداکثر (۴۴/۴ میلی‌متر بر ساعت) میزان نفوذپذیری را نشان دادند، همچنین نفوذپذیری در پوسته‌های گلسنگی با بافت درشت ۳۳/۵ و در بافت ریز ۱۳/۷، سیانوباکتری در بافت درشت ۲۰/۱ و در بافت ریز ۲۳/۲ میلی‌متر بر ساعت گزارش شد. این محققین همچنین دریافتند که با توسعه پوسته (از توالی‌های اولیه مانند سیانوباکتری‌های ابتدائی به سمت توالی‌های انتهائی مانند خزه و گلسنگ) مقدار کربنات کلسیم و pH کاهش یافت و مقدار هدایت الکتریکی و گچ در خاک‌های زیر پوسته‌های فیزیکی و همچنین لایه‌های عمقی نسبت به لایه‌های فوقانی، نسبت به خاک‌های زیر پوسته‌های سیانوباکتری ابتدائی و به خوبی توسعه یافته بالاتر بود. پوسته‌های زیستی به ویژه گلسنگ‌ها دارای خاصیت زیست انباشتگی[1] هستند، به عبارت دیگر به خاطر نوع ساختاری که دارند از توانایی بالایی برای جذب عناصر از خاک، آب و همچنین هوا برخوردار بوده و به دلیل فرایندهای متابولیکی، مقدار عناصر جذب شده در آنان نسبت به محیط افزایش می‌یابد، در نتیجه در اثر مرطوب شدن یا عوامل دیگر همچون خشک و مرطوب شدن پی در پی، عناصر را به خاک بر می‌گردانند به طوری که آبپوشی مجدد منجر به آزادسازی عناصر غذایی از گلسنگ‌های خشک شده به محیط اطراف می‌شود که در این حالت شماری از عناصر از جمله کلسیم، مس، سدیم و به مقدار کمتر منگنز و روی که به دیواره سلولی خارجی گلسنگ‌ها متصل هستند، از گلسنگ شسته شده و در خاک قابل دسترس می‌شوند و بدین ترتیب مرطوب شدن گلسنگ خشک باعث انتشار مواد شیمیایی محلول داخل سلولی می‌گردد (۲۱).

با توجه به مطالب بیان شده، پوسته‌های زیستی بسیاری از خصوصیات شوری و سدیمی خاک را تغییر می‌دهند و از این لحاظ دارای اهمیت می باشند. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر پوسته‌های زیستی بر خصوصیات مذکور در مراتع قره‌قیر استان گلستان انجام شد.

## مواد و روش‌ها

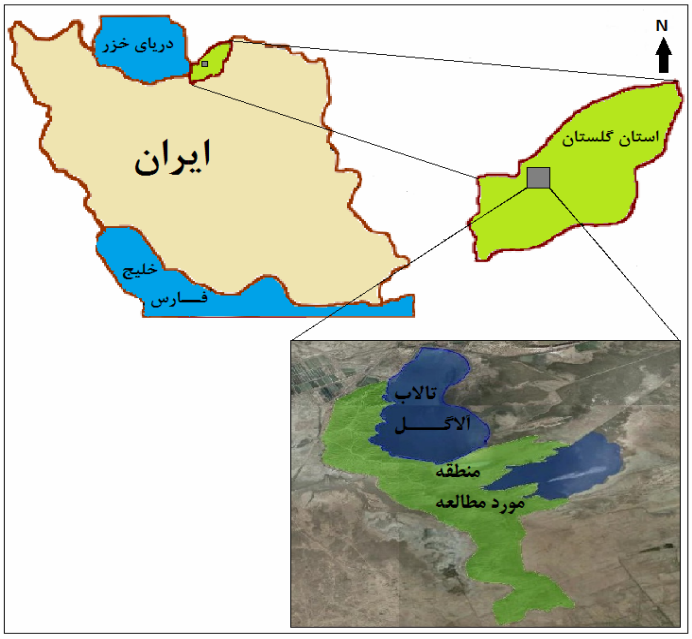
### منطقه مورد مطالعه

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 (شکل ۱). مراتع قره‌قیر از مجموعه‌ای از تپه‌های لسی به مساحت تقریبی ۸۵۶۰ هکتار با دامنه ارتفاعی ۱۵ تا ۴۷ متر بالاتر از سطح دریا تشکیل یافته است.

بر اساس آمار ۱۰ سال اخیر ایستگاه‌های هواشناسی (۹۰-۱۳۸۰)، میزان متوسط بارش سالانه منطقه ۲۷۳ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین مقدار بارندگی در ماه‌های بهمن و اسفند و کمترین آن در تیر و مرداد است. میانگین روزانه دمای منطقه ۱۷/۴ درجه سانتی‌گراد و مقادیر مطلق حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۴۲/۸ و ۵/۳۶- درجه سانتی‌گراد است (۵). بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک است (۴). رژیم رطوبتی خاک در منطقه اریدیک و رژیم حرارتی آن ترمیک می‌باشد و خاکهای منطقه مورد مطالعه با توجه به مشخصات افق‌ها و رژیم رطوبتی، مطابق طبقه‌بندی آمریکایی، به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند (۳ و ۲۰).

Coarse loam, mixed, superactive, thermic sodic haplogypsides

1 -Bioaccumulation




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان گلستان**

وجه تمایز این مراتع از مناطق شورهزار اطراف وجود پوسته‌های زیستی همراه با گیاهان آوندی می‌باشد که در جدول ۱ فهرست برخی از آنها ذکر شده است.

## نمونه‌برداری و تجزیه‌های آزمایشگاهی

به منظور بررسی تاثیر پوسته‌های زیستی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، چهار ناحیه که گویای شرایط کلی منطقه بوده و از لحاظ اقلیم، زمین‌شناسی 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 سانتی-متری و در هر عمق در ۴ تکرار نمونه‌برداری صورت گرفت و در مجموع از ۴ ناحیه ۶۴ نمونه تهیه شد.

**جدول ۱- فهرست گیاهان آوندی، گلسنگ و خزه‌های شناسائی شده در مراتع قره‌قیر**

| گیاهان آوندی | گلسنگ | خزه |
|---|---|---|
| *Artemisia herba-alba* | *Aspicilia aff. mansourii Sohrabi* | *Barbula trifaria* |
| *Artemisia scoparia* | *Buellia irostii ined (aff. Buellia zoharyi Galun)* | *Barbula hourschuchiana* |
| *Poa bulbosa* | *Caloplaca tominii Savicz* | *Fumaria hygrometria* |
| *Bromus sp.* | *Collema tenax (Sw.) Ach* | *Hyophila sp.* |
| *Erodium cicutarium* | *Diploschistes diacapsis (Ach.) Lumbsch* | *Tortula revolvens* |
| *Veronica sp.* | *Diploschistes muscorum (Scop.) R. Sant* | |
| *Astragalus tribuloides* | *Endocarpon pusillum Hedw* | |
| *Helianthemum ledifolium* | *Fulgensia desertorum (Tomin) Poelt* | |
| *Schismus barbatus* | *Fulgensia fulgida (Nyl.) Szatala* | |
| *Plantago sp.* | *Fulgensia subbracteata (Nyl.) Poelt* | |
| *Filago sp.* | *Psora decipiens (Hedw.) Hoffm* | |
| *Cymbolena sp.* | *Squamarina cartilaginea (With.) P. James* | |
| *Trigonella monspeliara* | *Squamarina lentigera (Weber) Poelt* | |
| *Scorzanera sp.* | *Toninia sedifolia (Scop.) Timdal* | |

*- گیاهان آوندی و خزه (۴)

در آزمایشگاه نمونه‌ها پس از خشک کردن در هوای آزاد و کوبیدن آن‌ها، از الک دو میلی‌متر عبور داده شدند و برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آنها به صورت زیر تعیین شد: قابلیت هدایت الکتریکی خاک و اسیدیته خاک در عصاره گِل اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج و سنجش اسیدیته خاک (۱۹)، یون‌های محلول کلسیم و منیزیم با روش کمپلکسومتری این یون‌ها به وسیله EDTA، مقدار سدیم و پتاسیم در عصاره اشباع خاک به روش شعله سنجی با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و مقدار کربنات کلسیم به روش حجم سنجی (گازومتری). همچنین به منظور بررسی میزان نفوذپذیری خاک‌ها، از روش استوانه‌های مضاعف استفاده شد. آزمایشات نفوذپذیری در هر ۴ ناحیه و در خاک‌های پوشیده از پوسته‌های زیستی و فاقد آن در ۳ تکرار در شرایط رطوبتی ظرفیت مزرعه‌ای انجام گردید. قرائت‌ها با فواصل زمانی ۱، ۲، ۵ و ۱۰ دقیقه، جمعاً ۱۰۰ دقیقه (زمان ثابت شدن مقدار نفوذ)، صورت گرفت در این آزمایش از آب با هدایت الکتریکی ۰/۴۱ دسی زیمنس بر متر استفاده گردید. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح آزمایشی آشیانه‌ای و مقایسه میانگینها به روش آزمون دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود وجود یا عدم وجود پوسته‌های زیستی تاثیر معنی‌داری بر همه خصوصیات به جز پتاسیم دارد. برای بررسی دقیق تاثیر پوسته‌های زیستی بر ویژگی‌های مذکور در دو عمق، مقایسه میانگین با آزمون دانکن انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه گردیده است. همان طور که از جدول ۳ ملاحضه می‌شود درصد کربنات کلسیم معادل و اسیدیته خاک در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر زیر پوسته‌های زیستی نسبت به سطوح بدون پوسته کمتر بوده و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند. با مقایسه دو عمق در هر یک از سطوح پوششی دارای پوسته و فاقد آن مشاهده می‌شود که بین دو عمق در هیچ کدام از سطوح پوششی درصد کربنات کلسیم معادل تفاوت معنی‌داری ندارد اما اسیدیته خاک زیر پوشش پوسته‌ی زیستی در عمق ۵-۰ نسبت به ۱۵-۵ سانتی‌متر کمتر است و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارد اما در سطوح بدون پوسته در دو عمق تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. همچنین ویژگی‌های شوری و سدیمی خاک از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی، عناصر کلسیم، منیزیم و سدیم و در نتیجه نسبت جذب سدیم و درصد سدیم قابل تبادل در هر دو عمق در سطوح پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته به طور چشمگیر و معنی‌داری کمتر است. رطوبت قابل دسترس در سطوح پوسته‌دار در مقایسه با بدون پوسته در دو عمق مذکور به طور معنی‌داری بیشتر می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

| منابع تغییرات | درجه آزادی | کربنات کلسیم معادل | اسیدیته خاک | قابلیت هدایت الکتریکی | پتاسیم | کلسیم | منیزیم | سدیم | نسبت جذب سدیم | درصد سدیم قابل تبادل | رطوبت قابل دسترس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پوسته | ۱ | ۵۰۹/۶۶* | ۵/۶۴** | ۱/۲۹** | ns۲۴۶۳/۶۳ | ۰/۹۱۹** | ۰/۶۵** | ۳/۴۷** | ۰/۳۴** | ۰/۰۲۳** | ۲۶۶/۶۱** |
| پوسته در داخل عمق | ۲ | ۱۲/۲۶* | ۰/۳۸** | ۰/۰۳۴** | ns۷۴۸/۹۸ | ۰/۰۷۳** | ۰/۰۴* | ۰/۲۰۹** | ۰/۰۲۶** | ۰/۰۱۹* | ۱۶/۷۱** |
| خطا | ۶۰ | ۳/۵۰ | ۰/۰۷۱ | ۰/۰۰۶۴ | ۲۷۳۱/۵۶ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۹۹ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۰۵۷ | ۰/۰۰۴۱ | ۰/۵۸ |
| ضریب تغییرات (٪) | - | ۱۳/۴۶ | ۳/۴۲ | ۸/۴۶ | ۲۱/۱۹ | ۱۰/۲۱ | ۱۰/۰۹ | ۱۲/۱۲ | ۷/۵۲ | ۶/۲۳ | ۹/۹۰ |

ns - تفاوت غیرمعنی دار، ** - تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ ، * - تفاوت معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک بین دو تیمار در دو عمق

| تیمار | عمق (cm) | کربنات کلسیم معادل (٪) | اسیدیته خاک | قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m) | پتاسیم (meq/lit) | کلسیم (meq/lit) | منیزیم (meq/lit) | سدیم (meq/lit) | نسبت جذب سدیم | درصد سدیم قابل تبادل | رطوبت قابل دسترس (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پوسته‌دار | ۰–۵ | b۱/۰۱±۱۰/۲۷ | c۰/۰۷±۷/۳۶ | d۰/۱۰±۲/۱۹ | a۲۰±۲۴۸/۶۴ | d۰/۰۸±۲/۶ | d۰/۱±۳/۹ | d۲/۲±۱۶/۴۹ | d۰/۱±۵/۶ | d۰/۹±۷/۲ | a۰/۸۳±۱۰/۴۱ |
| | ۵–۱۵ | b۱/۸۰±۱۱/۸۷ | b۰/۱۶±۷/۶۵ | c۰/۱۱±۳/۴۲ | a۳۱±۲۵۶/۸۵ | c۰/۱۳±۴/۹ | c۰/۰۹±۵/۵ | c۲/۱±۳۶/۷۵ | c۰/۰۸±۱۰/۶ | c۰/۰۷±۱۲/۸ | b۰/۳۷±۸/۶۱ |
| بدون | ۰–۵ | a۱/۹۴±۱۶/۲۶ | a۰/۱±۸/۱۵ | b۰/۰۲±۱۷/۱۵ | a۱۹±۲۴۵/۸۱ | b۰/۰۷±۱۹/۳ | b۰/۱±۲۲/۹ | b۲/۰±۱۶۶/۴ | b۰/۵±۲۴/۸ | b۰/۰۴±۲۶/۳ | c۱/۰۹±۵/۹۸ |
| بوسته | ۵–۱۵ | a۲/۴±۱۷/۰۷ | a۰/۱۶±۸/۰۵ | a۰/۰۳±۴۵/۹ | a۳۰±۲۳۴/۸۶ | a۰/۱±۱۲۴/۳ | a۰/۰۹±۷۵/۹ | a۲/۰±۳۳۴/۳ | a۰/۰۴±۳۱/۹ | a۰/۰۳±۲۸/۴ | c۰/۵۳±۵/۸۴ |

علاوه بر این با توجه به جدول ۴ نفوذپذیری در خاک دارای پوسته زیستی نسبت به بدون پوسته در دقایق اولیه بیش از دو برابر و از دقایق انتهائی (از دقیقه ۷۰ به بعد) که روند نفوذپذیری در هر دو ثابت شده، حدود دو برابر است.

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که پوسته‌های زیستی در مقایسه با سطوح بدون پوسته نفوذپذیری اولیه را افزایش می‌دهند که این امر می‌تواند به دلیل وجود زبری ناشی از پوسته‌ها باشد اما علاوه بر این پوسته‌های زیستی بر نفوذپذیری نهایی نیز موثر هستند به طوری که نسبت به سطوح بدون پوسته دو برابر سرعت نفوذپذیری دارند که متاثر از دیگر اثرات پوسته‌های زیستی بر خصوصیات خاک از قبیل ماده آلی و خاکدانه‌سازی است. پوسته‌های زیستی علاوه بر نفوذپذیری باعث افزایش مقدار آب قابل دسترس در خاک شده است که این امر می‌تواند به دلیل زبری ناشی از پوسته‌های زیستی باشد که زمان نگهداری آب را تا حد زیادی افزایش می‌دهند و موجب افزایش فرصت نفوذ و کاهش رواناب می‌گردد (۱۰). همچنین ریزجانداران پوسته‌ها می‌توانند چندین برابر حجم و وزن خود آب جذب نمایند و مانند مالچ زنده عمل کنند (۱۰) و بعد از بارش باران بسرعت عمل آبپوشی در آنها صورت می‌گیرد و حجم قابل توجهی از آب را در خود ذخیره می‌کنند (۱۳ و ۱۴) که به مرور زمان به داخل خاک ترشح شده و بر بسیاری از خصوصیات خاک از جمله وضعیت شوری و سدیمی خاک تاثیر می‌گذارد. با توجه به افزایش نفوذپذیری و مقدار بیشتر آب قابل دسترس در سطوح پوسته‌دار نسبت به بدون پوسته می‌توان انتظار داشت که در سطوح پوسته‌دار آبشوئی صورت گرفته و به تدریج نمک‌های محلول، کانی‌های محلول‌تر خاک و کاتیون‌های بازی (کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) از افق‌های سطحی خاک خارج گشته و در نتیجه واکنش شیمیایی خاک سطحی به میزان کمی کاهش یابد (۶) و بدین ترتیب آبشوئی از غلظت املاح در افق‌های فوقانی می‌کاهد که یکی از مهم‌ترین گروه املاح خاک کربنات‌ها هستند که باعث افزایش قلیایت خاک می‌شوند که غلظت این املاح تحت پوسته‌های زیستی کمتر است و می‌تواند بیش از پیش باعث کاهش اسیدیته خاک در این افق شود. همچنین به دلیل فعالیت میکروبی بیشتر در خاک دارای پوسته‌های زیستی، منطقی است که اسیدیته خاک پایین‌تر باشد چرا که جمعیت میکروبی و در نتیجه فعالیت‌های سوخت و ساز از جمله تنفس تحت پوسته‌ها بیشتر بوده و منجر به تولید دی‌اکسیدکربن بیشتر می‌شود که در ترکیب با آب تولید اسید کربنیک، بیکربنات و $H^+$ می‌کند (۶). میرالس و همکاران (۱۸) در مقایسه خاک بایر با خاک زیرپوسته‌های سیانوباکتری و گلسنگی دریافتند که pH برای خاک بدون پوسته ۸/۱۵، در لایه فوقانی و عمقی سیانوباکتری ۷/۶۸ و ۸/۱۲ و برای لایه‌های فوقانی، میانی و عمقی پوسته‌های گلسنگی به ترتیب ۶/۷۱، ۸/۴۱ و ۸/۶۶ بود که بیانگر کاهش pH در حضور و توسعه پوسته‌های زیستی است.

**جدول ٤- سرعت متوسط نفوذپذیری در خاک‌های دارای پوسته زیستی و فاقد آن**

| نفوذپذیری در زمان / تیمار | زمان ابتدائی ( یک دقیقه) برحسب سانتی‌متر بر ساعت | زمان پایانی (۹۰ دقیقه) برحسب سانتی‌متر بر ساعت |
|---|---|---|
| پوسته‌دار | ۳۱/۷۵ | ۹/۷۵ |
| بدون پوسته | ۱۳/۲ | ۴/۸۸ |

در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از عواملی که منجر به خاک‌های متاثر از نمک می‌شود، پتانسیل تبخیر و تعرق بالا در این مناطق است که باعث افزایش غلظت نمک در خاک و آب‌های سطحی می‌گردد (۱). با توجه به مجاورت منطقه مورد مطالعه به مراتع شوره‌زار و بالا بودن سطح ایستابی آب در آن نواحی، وقوع پدیده خشک‌سالی در منطقه در طی چندین سال گذشته و پتانسیل تبخیر و تعرق بالا قابل انتظار هست که مقدار املاح و قابلیت هدایت الکتریکی زیاد باشد. ضمناً کاتیون‌های قلیایی و قلیایی خاکی پتانسل یونی (نسبت شعاع به بار الکتریکی) بالایی دارند و کاملاً محلول هستند و به سهولت تخریب پذیرند و در اولین مرحله تخریب مقدار زیادی از این یون‌ها هدر رفته و در اثر عمل آبشوئی از خاک خارج می‌شوند (۶). لذا با توجه به نفوذپذیری بیشتر در پوسته‌های زیستی می‌توان نتیجه گرفت که آبشوئی این یون‌ها و سایر املاح در طی وقوع بارندگی موجب کاهش مقادیر آنها تحت پوسته‌های زیستی شده است و سدیم به علت بار الکتریکی کمتر نسبت به کلسیم و منیزیم سریع‌تر آبشوئی می‌شود که این از لحاظ سدیمی شدن خاک دارای اهمیت می‌باشد. البته عوامل زیادی از جمله درصد رس زیاد، تراکم و فشردگی خاک، درصد سدیم تبادلی زیاد و بالا بودن سطح آب زیرزمینی مانع آبشوئی می‌شود و در اثر پدیده موئینگی، املاح در سطح خاک تجمع پیدا می‌کنند (۲). با وجود تراکم پذیری کمتر و خاکدانه‌سازی، در نتیجه افزایش منافذ درشت در خاک های پوسته‌دار، طی فرایند تبخیر با حرکت مویینگی مقدار املاح کمتری مجددا بالا می‌آیند و از آنجایی که در این خاک‌ها سدیم تبادلی مشکل ساز نیست، معمولاً خاک حالت هماور داشته و گذرپذیری نسبت به آب در آنها مناسب است (۱). برخلاف نواحی فاقد پوسته، وجود پوشش گیاهی فراون در نواحی پوشیده از پوسته‌های زیستی گویای همین امر است که در این قسمت‌ها از لحاظ شوری و وجود املاح به اندازه کافی، شرایط برای رشد گیاهان فراهم است (شکل ۲) و وجود خود این گیاهان آوندی نیز عاملی بر گیاه‌پالائی و کاهش شوری و سدیمی می‌شود. برخلاف سطوح پوششی پوسته‌دار در سطوح بدون پوسته با وجود نفوذپذیری کمتر این املاح در افق اولیه (۵-۰ سانتی‌متری) آن تا حدودی آبشوئی شده و در افق پایین‌تر تجمع پیدا نموده است. به علت عدم پوشش گیاهی در سطوحبدون پوسته و در نتیجه تراکم پذیری بیشتر در اثر چرای دام و نفوذپذیری کمتر، املاح به ویژه سدیم امکان آبشوئی پیدا نکرده و در نتیجه باعث سدیمی شدن خاک و پراکندگی ذرات شده و بیش از پیش نفوذپذیری را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به وقوع فرسایش در قسمت‌های بدون پوسته می‌توان گفت که هر سال مقداری از خاک سطحی شسته شده و افق‌های زیرین که حاوی مقدار زیادی املاح ناشی از تخریب کانی‌های خاک یا آبشوئی املاح در طی سالیان گذشته هستند، در سطح خاک ظاهر می‌شوند.

**شکل ۲- وضعیت نقاط پوشیده از پوسته های زیستی و فاقد آن در مجاورت یک‌دیگر (الف)، وجود پوشش گیاهی در کنار پوسته های زیستی (ب)، و حضور نمک در سطح خاک در اثر عدم وجود پوشش در تیمار بدون پوسته (ج)**

عابد و همکاران (۷) در بیابان‌های عمان دریافتند که در پوسته‌های سیانوباکتری و گلسنگی نسبت به سطوح بدون پوسته قابلیت هدایت الکتریکی پایین‌تر است. پوسته‌های زیستی به ویژه گلسنگ‌ها دارای خاصیت زیست انباشتگی هستند و به خاطر ساختار ریخت شناسی که دارند از توانایی بالایی برای جذب عناصر از خاک، آب و هوا برخوردار بوده و به دلیل فرایندهای سوخت و ساز، مقدار عناصر جذب شده در آنان نسبت به محیط افزایش می‌یابد. به خاطر این ویژگی، احتمالا در خاک‌های زیر پوشش پوسته‌ها، مقادیری از عناصر از قبیل سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، و فلزات سنگین در بافت‌های گلسنگ‌ها ذخیره شده‌اند که باعث کاهش این عناصر در این خاک‌ها نسبت به سطوح فاقد پوسته گردیده است.

سازی، منجر به افزایش نفوذپذیری و مقدار رطوبت قابل دسترس خاک می‌گردند که این امر علاوه بر بهبود وضعیت فیزیکی خاک و رشد گیاهان آوندی، باعث آبشوئی املاح از جمله کاتیون‌های قلیایی و قلیایی خاکی به افق‌های پائین‌تر و کاهش شوری و سدیمی بودن خاک سطحی می‌شود. همچنین موجودات تشکیل دهنده پوسته‌های زیستی از جمله گلسنگ‌ها خاصیت زیست انباشتگی دارند و بسیاری از عناصر و املاح را در بافت‌های خود ذخیره می‌نمایند. بنابراین عوامل مذکور موجب بهبود شرایط خاک تحت پوسته‌های زیستی گردیده و زمینه رشد گیاهان آوندی در این پوشش را بر خلاف سطوح بدون پوسته فراهم می‌نمایند که گیاهان آوندی نیز به نوبه خود در اصلاح وضعیت شوری و سدیمی خاک موثر هستند.

## نتیجه‌گیری

پوسته‌های زیستی با ترشح مواد پلی‌ساکاریدی و افزایش خاکدانه-

## منابع


۱- اوستان ش. ۱۳۸۳. شیمی خاک با نگرش زیست محیطی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز. ۴۵۴ صفحه

۲- برزگر ع.ر. ۱۳۸۹. مبانی فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه شهید چمران. چاپ اول ۳۴۶ صفحه.

۳- سرمدیان ف. ۱۳۷۶. بررسی ژنز و رده‌بندی خاک‌ها و تناسب اراضی در سه اقلیم خشک و نیمه خشک و مرطوب منطقه شرق مازندران (گرگان و گنبد). رساله دکتری. گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران.

۴- طویلی ع. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر برخی گونه‌های خزه و گلسنگ بر خصوصیات خاک و گیاهان مرتعی (مطالعه موردی مراتع قره قیر استان گلستان). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵- کسلخه س.، خرمالی ف.، کیانی ف.، و بارانی مطلق م. ۱۳۹۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکرومورفولوژی پوسته‌های زیستی (گل سنگ) در تپه‌های لسی آلاگل استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد نوزدهم، شماره اول.

۶- مجللی ح. ۱۳۸۴. شیمی خاک. تالیف بوهن، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. چاپ سوم. ۳۴۳ صفحه.

7- Abed R.M.M., Al-sadi A.M., Al-shehi M., Al-hinai S., and Robinson M.D. 2013. Soil Biology and Biochemistry Diversity of free-living and lichenized fungal communities in bl soil crusts of the Sultanate of Oman and their role in improving soil properties. Soil Biology and Biochemistry, 57, 695-705. Elsevier Ltd.

8- Belnap J., Laxalt M., and Peterson P. 2001. Biological soil crusts: ecology and management: Bureau of Land Management, National Science and Technology Center.

9- Belnap J. 2003. Comparative Sturcture of Physical and Biological Soil Crusts. In: J. Belnap and O.L. Lange (eds). Biological Soil Crust: Structure, Function, and management. Springer-Verlag Berlin Hildberg. 2nd edition.

10- Belnap J. 2006. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. Hydrological Processes, 20(15): 3159-3178.

11- Chamizo S., Cantón Y., Lázaro R., Solé-Benet A., and Domingo F. 2012a. Crust composition and disturbance drive infiltration through biological soil crusts in semiarid ecosystems. Ecosystems, 15(1): 148-161.

12- Chamizo S., Cantón Y., Miralles I., and Domingo F. 2012b. Biological soil crust development affects physicochemical characteristics of soil surface in semiarid ecosystems. Soil Biology and Biochemistry, 49(0): 96-105.

13- Coppola A., Basile A., Wang X., Comegna V., Tedeschi A., Mele G., and Comegna A. 2011. Hydrological behaviour of microbiotic crusts on sand dunes: Example from NW China comparing infiltration in crusted and crust-removed soil. Soil and Tillage Research, 117(0): 34-43.

14- Eldridge D., Bowker M., Maestre F., Alonso P., Mau R., Papadopoulos J., and Escudero A. 2010. Interactive Effects of Three Ecosystem Engineers on Infiltration in a Semi-Arid Mediterranean Grassland. Ecosystems, 13(4):

499-510.
15- Fischer T., Veste M., Wiehe W., and Lange P. 2010. Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena, 80(1): 47-52.
16-Lichner L., Hallett P.D., Drongová Z., Czachor H., Kovacik L., Mataix-Solera J., and Homolák M. 2012. Algae influence the hydrophysical parameters of a sandy soil. CATENA, In Press, Corrected Proof, Available online 13 March 2012.
17- Maestre F.T., Bowker M.A., Cantón Y., Castillo-Monroy A.P., Cortina J., Escolar C., Escudero A., Lázaro R., and Martínez I. 2011. Ecology and functional roles of biological soil crusts in semi-arid ecosystems of Spain. Journal of Arid Environments, 75(12): 1282-1291.
18- Miralles I., Domingo F., García-Campos E., Trasar-Cepeda C., Leirós M.C., and Gil-Sotres F. 2012. Biological and microbial activity in biological soil crusts from the Tabernas desert, a sub-arid zone in SE Spain. Soil Biology and Biochemistry, 55(0): 113-121.
19- 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. Amer. J. 51: 1460-1465.
20- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11 th ed., U. S. Department of Agriculture.
21- Williams J.D. 1994. Microbiotic Crusts: A Review.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 1, Mar.-Apr. 2014, p. 230-238

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۳، ص. ۲۳۸-۲۳۰

# Studying The Effects of Biological Soil Crusts on Soil Saline-Sodic Properties (Rangeland of Qare Qir, Golestan Province)

**J. Kakeh[1*] - M. Gorji[2]**
Received: 09-11-2013
Accepted: 06-01-2014

## Abstract

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 immediately in the uppermost millimeters of soil. Biological soil crusts, are important from the ecological view point and their effects on the environment, especially in rangeland, and desert ecosystems. These effects have encouraged researchers to have a special attention to this components of the ecosystems. The present study carried out in Qara Qir rangeland of Golestan province, Iran, to investigate the effects of BSCs on Soil saline-sodic properties. In the study area, four sites were selected which included sections with and without BSCs. Soil sampling was carried out in each section for depths of 0-5 and 5-15 cm, with four replication. The gathered data from soil samples were analyzed by nested plot. Results showed that BSCs than non-BSCs, significantly decrease the amount of soil acidity, calcium carbonate and soil saline-sodic properties such as electrical conductivity, sodium, calcium and magnesium concentration, sodium adsorption ratio, and exchangeable sodium percentage at both depths. In general, it can be concluded that BSCs enhance soil infiltration rate and available water content, that together their bioaccumulation properties, leads to decreasing soil saline-sodic properties. Potassium concentration did not differ among areas covered by BSCs and without BSCs. But infiltration rate and available water content were increased significantly in two mentioned depths on sites covered with BSCs than without BSCs. In general, it can be concluded that BSCs enhance soil infiltration rate and available water content, that together their bioaccumulation properties, leads to decreasing soil saline-sodic properties.

**Keywords**: Biological soil crusts, Infiltration rate, Bioaccumulation, Lichen, Moss

1 - MSc Student and Associate Professor of Soil Sciences Department, University of Tehran
(*- Corresponding Author Email: Jalil.Kaka@ut.ac.ir)