سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال دوازدهم / شماره دوم) تابستان ۱۴۰۰
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقاله پژوهشی

تحلیل توزیع مکانی پوسته‌های زیستی خاک بر اساس شاخص Biological Soil Crust (BSCI)

لیلا کاشی زنوزی، سید حسن کابلی، کاظم خاوازی، محمد سهرابی، محمد خسروشاهی

دریافت: ۲۸ آبان ۱۳۹۹/ پذیرش: ۳ بهمن ۱۳۹۹
دسترسی اینترنتی: ۳۰ تیر ۱۴۰۰

چکیده

پیشینه و هدف پوسته‌های زیستی خاک مجموعه‌ای از گلسنگ‌ها، خزه‌ها، قارچ‌ها، سیانوباکتری‌ها و غیره هستند که بخش از اکوسیستم خاک را تشکیل داده‌اند. برآورد تراکم و نحوه توزیع پوسته‌های زیستی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور ایران که موضوع فرسایش و هدر رفت خاک از اهم مسائل است، اهمیت بسزایی دارد. روش‌های مبتنی بر تکنیک سنجش‌ازدور به لحاظ هزینه و زمان کمتر روش‌هایی کارآمد برای دستیابی به این هدف مهم می‌باشند. دشت سگزی یکی از نقاط بحرانی فرسایش بادی در ایران است و شناسایی و تعیین نحوه توزیع پوسته‌های زیستی خاک به‌عنوان عامل اصلاح‌کننده خاک گامی مؤثر در کاهش فرسایش بادی منطقه است.

در این تحقیق شاخص BSCI (Biological Soil Crust) برای تهیه نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی خاک با غالبیت گلسنگ به کار گرفته‌شده است.

مواد و روش‌ها محدوده موردمطالعه بخشی از بیابان سگزی (بیابان‌های مرکزی ایران) است که در استان اصفهان از کشور ایران واقع‌شده است. محدوده موردمطالعه با مساحت ۱۹۹/۵ هکتار بین طول‌های شرقی"۳۲ ´۵۲ °۵۱ تا "۴۱ ´۲۷ °۵۲ و عرض‌های شمالی "۳۱ ´۳۳ °۳۲ تا "۰۱ ´۵۵ °۳۲ گسترده شده است. شیب متوسط دشت سگزی ۱/۰۸ درصد و ارتفاع متوسط آن ۱۶۸۰ متر است. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی شرق اصفهان (ایستگاه شهید بهشتی) متوسط بارش سالیانه منطقه ۱۰۶ میلی‌متر است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه از نوع خشک و براساس طبقه‌بندی آمبرژه از نوع خشک سرد است. شاخص BSCI شاخصی ترکیبی از روابط مورداستفاده برای برآورد پوشش گیاهی و سطح خاک لخت است و رابطه ریاضی آن شیب‌خط خاک لحاظ شده است. برای محاسبه خط خاک در یک منطقه، نخست باید پیکسل‌هایی که دارای خاک لخت بوده و هیچ پوشش گیاهی ندارند جدا شوند. به‌منظور محاسبه معادله خط خاک، در چهارفصل سال تصاویر ماهواره Landsat OLI 8 مربوط به سال ۱۳۹۷ز سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا دانلود شده و تعداد ۲۰ الی ۳۰ پیکسل خالص خاک لخت استخراج و با ترسیم مقادیر بازتاب این پیکسل‌ها در محدوده باند قرمز و مادون‌قرمز نزدیک ضرایب خط خاک برای هر یک از

لیلا کاشی زنوزی [۱]، سید حسن کابلی(✉) [۲]، کاظم خاوازی [۳]، محمد سهرابی [۴]، محمد خسروشاهی [۵]

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران
۲. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران
۳. استاد، بخش تحقیقات بیولوژی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۴. استادیار، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران
۵. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: hkaboli@semnan.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.2.1.4

فصل‌های سال در دشت سگزی محاسبه شد. بر اساس این شاخص، شناسایی پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ، با استفاده از انعکاس طیفی حداقل VIS-NIR و شیب بین باند قرمز و سبز در مقایسه با خاک لخت و پوشش گیاهی خشک صورت می‌گیرد. با استفاده از نرم‌افزار ENVI نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ در چهارفصل از سال ۱۳۹۷ در دشت سگزی تهیه شدند. سپس نقشه‌های تهیه‌شده براساس نقاط زمینی اعتبارسنجی شده و میزان صحت کل و شاخص کاپا در هر چهارفصل محاسبه شدند. نمونه‌های گلسنگ جمع‌آوری‌شده بر اساس خصوصیات مرفولوژیکی آن‌ها و با استفاده از استریومیکروسکوپ، میکروسکوپ معمولی و معرف‌های رنگی متداول از قبیل هیدروکسید پتاسیم (KOH) شناسایی شدند. پس از اعمال شاخص BSCI بر روی تصویر ماهواره لندست ۸، با استفاده از نرم‌افزار ENVI پروفیل طیفی مربوط به ٤ نقطه از دشت سگزی در چهارفصل از سال تهیه شد و میزان بازتابش طیفی در چهارفصل از سال در نقاط مختلف بررسی شدند.

نتایج و بحث شیب‌خط خاک در فصل بارش که هم‌زمان با رشد گیاهان علفی و یک‌ساله است در مقایسه با فصل تابستان که حداقل میزان بارش را داشته و همچنین گیاهان یک‌ساله خشک‌شده و از بین رفته‌اند، کمتر است. در اردیبهشت‌ماه شیب‌خط خاک حداقل بوده (۰/۳۹) و در اواخر تابستان حداکثر مقدار خود را دارد (۰/۷۸). در حقیقت شیب‌خط خاک از اسفندماه تا اردیبهشت رو به کاهش نهاده و سپس با از بین رفتن پوشش گیاهی یک‌ساله و افزایش سطح خاک لخت بیشتر شده است. نقشه‌های پراکنش پوسته‌های زیستی در هر چهارفصل سال طی بازدیدهای میدانی اعتبار سنجی شدند و سال معلوم شد که بیشترین میزان صحت نقشه مربوط به نقشه تولیدشده از تصویر لندست ۸ مربوط به فصل تابستان با میزان صحت کل ۹٤ درصد و شاخص کاپا برابر با ۰/۷٤۱۲ بوده است. تفسیر پروفیل طیفی شاخص BSCI نشان دادن که بازتابش طیف مربوط به زفره و فشارک که بر روی نقاط با پراکنش گلسنگ‌ها تهیه‌شده است بسیار نزدیک به هم بوده و همچنین پروفیل طیف مربوط به اواسط پاییز و اوایل بهار کاملاً منطبق بر هم است. درحالی‌که در فساران که فاقد پوشش پوسته‌های زیستی بود مقدار بازتابش بیشتر است و اختلافی جزئی بین نمودار بازتابش پاییز و بهار وجود داشت.

هرچند مقادیر بازتابش طیفی از اراضی کشاورزی و نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی بسیار نزدیک به هم است لیکن نمودار طیفی هر چهارفصل اختلاف زیادی با یکدیگر دارند. لیکن در همه فصول از سال و در همه نقاط کمترین بازتابش در اول زمستان و بیشترین بازتابش در فصل تابستان اتفاق افتاده است. اقلیم دشت سگزی مدیترانه‌ای بوده و بارش در فصل سرد سال انجام می‌شود هم‌زمان با افزایش بارش‌ها از اواسط پاییز گیاهان یک‌ساله و خزه‌ها در پای بوته‌ها شروع به رشد نموده و در اوایل زمستان به اوج خود رسیده‌اند و دوباره در آغاز بهار هم‌زمان با کاهش بارندگی‌ها رو تراکم آن‌ها کاهش‌یافته است. چنانچه طیف مربوط به زمستان در همه نقاط کمترین بازتابش را داشته است. درحالی‌که در اواخر فصل تابستان که گیاهان یک‌ساله و خزه‌ها خشک‌شده‌اند بیشترین بازتابش طیفی را داشته است. در فساران که منطقه‌ای لم‌یزرع و محل دپوی زباله‌هاست، حداکثر میزان بازتابش را نشان داده است. بنابراین شاخص BSCI نسبت به درصد ماده آلی خطای فاحشی در تشخیص پوسته‌های زیستی خاک دارد و درجایی که ماده آلی بالا باشد ممکن است تشخیص درستی از پوسته‌های زیستی خاک ارائه ندهد. البته ازآنجاکه شاخص BSCI برای تشخیص ترکیبات گلوگان در بافت‌های گلسنگ تعریف‌شده است. میزان خطای در خصوص ماده آلی به حداقل کاهش می‌یابد. همان‌طور که مشاهده‌شده است در نقشه نهایی در فساران پوشش پوسته‌های زیستی وجود ندارد و تنها در نواحی اطراف فساران در مناطق زراعی پوسته‌های زیستی خاک مشاهده می‌شوند. در مناطق زراعی با توجه به دخالت انسان و کشت و زرع میزان گیاهان یک‌ساله متفاوت با عرصه منابع طبیعی در فصول مختلف سال است و به همین دلیل بااینکه بازتابش طیفی تقریباً نزدیک به زفره و فشارک است لیکن نمودار طیفی پاییز و زمستان کاملاً از یکدیگر تفکیک‌شده‌اند.

نتیجه‌گیری شباهت طیفی مهم‌ترین پوشش سطحی خاک ازجمله پوشش گیاهی، دخالت عوامل انسانی در افزایش یا کاهش ماده آلی خاک، خاک لخت و غیره میزان کارایی شاخص BSCI را محدود می‌کند و ازاین‌رو در بازه زمانی تصاویر ماهواره‌ای و شرایط منطقه‌ای تأثیر زیادی در میزان دقت شاخص BSCI دارد.

واژه‌های کلیدی: سیانوگلسنگ، شیب‌خط خاک، دشت سگزی

لطفاً به این مقاله استناد کنید: کاشی زنوزی، ل.، کابلی س. ح.، خاوازی ک.، سهرابی م.، خسروشاهی، م. ۱٤۰۰. تحلیل توزیع مکانی پوسته‌های زیستی خاک بر اساس شاخص Biological Soil Crust (BSCI)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۲): ۱۵-۱.

مقدمه

پوسته‌های زیستی خاک مجموعه‌ای از گلسنگ‌ها، خزه‌ها، جلبک‌ها، سیانوباکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های موجود در لایه چند میلی‌متری سطح خاک هستند (۲۹) که تأثیر بسزایی در اصلاح ساختمان خاک و افزایش تخلخل مفید (۹ و ۱۷)، افزایش پایداری خاک (۳۰)، افزایش آب قابل‌دسترس برای گیاهان آوندی (٦)، کنترل سیلاب (۲۳) و افزایش چسبندگی خاک (۲٦) و کنترل فرسایش بادی (٤، ٥ و ۳۰) دارند. به عبارتی حضور پوسته‌های زیستی به‌عنوان شاخص سلامت اکوسیستم تلقی می‌شود. این موضوع به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با محدودیت‌های زیادی از قبیل کمبود منابع غذایی، رطوبت و اشعه فرابنفش و شوری خاک روبروست، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳). شناسایی نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی و همچنین شناسایی گونه‌های بومی و سازگار در مناطق خشک و بیابانی به‌منظور گسترش آن‌ها در سطح منطقه و احیای خاک ازدست‌رفته نقش مؤثری دارد (۲۷). می‌توان مکان پراکنش پوسته‌های زیستی در سطح خاک منطقه مطالعاتی،را بر اساس خصوصیات انعکاس طیفی از سطوح آن‌ها تعیین نمود (۲٦ و ۲۹). همچنین برخی محققان بر اساس شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی ازجمله شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) (۲٤)، شاخص پیشرفته گیاهی (EVI, Enhanced Vegetation Index) (۱۱)، یا شاخص آبی (WI, Water Index) (۲۱)، بیومس و تولید اولیه (۲۰) و شاخص سطح برگ (۱۰) نقشه‌های پراکنش پوسته‌های زیستی تهیه نموده‌اند. البته بر اساس مطالعات انجام‌شده پوسته‌های زیستی در دو ناحیه اصلی جذب طیفی ٥۱٦ و ٦۷۹ نانومتر که مربوط به ناحیه جذبی کلروفیل و کاروتنوییدها است، قابل‌تشخیص هستند (۲۸) و خصوصیات فنولوژیکی پوسته‌های زیستی در طول‌موج ۰/٥ تا ۲/٥ میکرومتر از طیف مادون‌قرمز نزدیک مشخص می‌شود (۱۲). مناسب‌ترین روش برای تعیین نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی، استفاده از اختلاف انعکاس‌های طیفی از پوشش گیاهی و سطح خاک لخت است (۷، ۱۲ و ۱۸). همان‌طور که شاخص پوسته خاک (CI, Crust Index) توسط کارنیلی و همکاران (۱۲) و همچنین شاخص پوسته‌های زیستی خاک (BSCI, Biological Soil Crust Index) توسط چن و همکاران (۷) با استفاده از انعکاس طیفی تصاویر ماهواره لندست ETM^{+} برای تعیین نقاط پوشیده شده از پوسته‌های زیستی در ماسه‌زارهای بیابانی بکار گرفته‌شده است. شاخص CI نشان‌دهنده مناطق تجمع فیکوبیلین‌ها در پیکره سیانوباکتری‌هاست و در ناحیه باند آبی نمایان می‌شوند و شاخص BSCI با محاسبه اختلاف انعکاس باند قرمز و سبز تعیین‌کننده نقاط پراکنش گلسنگ‌هاست. به‌کارگیری این شاخص‌ها در مناطق بیابانی که ترکیب متنوعی از خاک لخت، ماسه‌زارها، ریگزارها و پوشش گیاهی تنک است به‌خوبی نمایانگر پراکنش پوسته‌های زیستی است (۲۸ و ۲۹). برخی از محققان روش‌هایی برای کالیبراسیون الگوریتم‌های مورداستفاده برای فرمول شاخص‌های BSCI و CI پیشنهاد نموده‌اند که شیب‌خط خاک ازجمله آن‌ها است (۲) و بر اساس اختلاف انعکاس طیفی از سطح پوشش گیاهی و سطح خاک لخت محاسبه می‌شود.

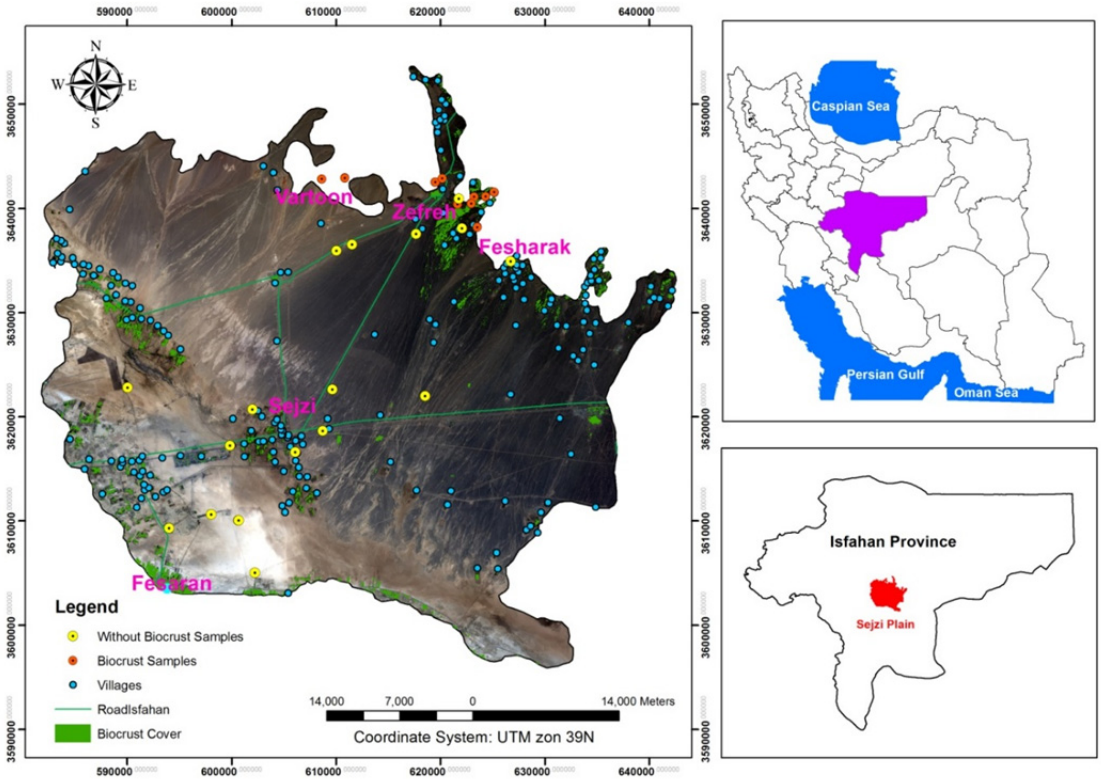
این تحقیق باهدف تعیین نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی خاک با غالبیت گلسنگ، در بخشی از بیابان دشت سگزی اصفهان که از نقاط بحرانی کشور بوده و روند بیابان‌زایی در آن رو به گسترش است، انجام‌یافته است تا در مراحل بعد، با تهیه نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی و شناسایی گونه‌های موجود راهکاری برای کنترل روند بیابان‌زایی ارائه شود.

روش تحقیق

منطقه موردمطالعه

محدوده موردمطالعه بخشی از بیابان سگزی (بیابان‌های مرکزی ایران) است که در استان اصفهان از کشور ایران واقع‌شده است. محدوده موردمطالعه با مساحت ۱۹۹/٥ هکتار بین طول‌های شرقی "۳۲'٥۲°٥۱ تا "٤۱'۲۷°٥۲ و عرض‌های شمالی "۳۱'۳۳°۳۲ تا "۰۱'٥٥°۳۲ گسترده شده است (شکل ۱). شیب متوسط دشت سگزی ۱/۰۸ درصد و ارتفاع متوسط آن

۱۶۸۰ متر است. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی شرق اصفهان (ایستگاه شهید بهشتی) متوسط بارش سالیانه منطقه ۱۰۶ میلی‌متر است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه از نوع خشک و براساس طبقه‌بندی آمبرژه از نوع خشک سرد است. تیپ رویشی غالب منطقه *Artemisia siberi-Noea mucronata-Scariola orientalis* و *Salsola tomentosa-Artemisia siberi* و *Alhagi persarum-tamarix sp-Anabasis haussknechtii* است (۱۴).



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی در ایران و استان اصفهان به همراه نقاط نمونه برداری

Fig. 1. Location of case study in Iran and Isfahan province with sampling pionts

محاسبه شیب خط خاک

شاخص BSCI شاخصی ترکیبی از روابط مورداستفاده برای برآورد پوشش گیاهی و سطح خاک لخت است و رابطه ریاضی آن شیب‌خط خاک لحاظ شده است. برای محاسبه خط خاک در یک منطقه، نخست باید پیکسل‌هایی که دارای خاک لخت بوده و هیچ پوشش گیاهی ندارند جدا شوند. سپس ارزش پیکسل‌های جداشده در باند قرمز و مادون‌قرمز استخراج و معادله رگرسیونی بین ارزش پیکسل‌ها در این دو باند محاسبه می‌شود. ضرایب معادله رگرسیون بیان‌کننده ضرایب خط خاک و شیب‌خط ترسیمی همان شیب‌خط خاک است.

به‌منظور محاسبه معادله خط خاک، در چهارفصل سال تصاویر ماهواره Landsat OLI 8 مربوط به سال ۱۳۹۷از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا دانلود شده و تعداد ۲۰ الی ۳۰ پیکسل خالص خاک لخت استخراج و با ترسیم مقادیر بازتاب این پیکسل‌ها در محدوده باند قرمز و مادون‌قرمز نزدیک ضرایب خط خاک برای هر یک از فصل‌های سال در دشت سگزی محاسبه شد.

تهیه نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی

برای استخراج پراکنش پوسته‌های زیستی در سطح خاک بیابان سگزی از شاخص BSCI (Biological Soil Crust Index) استفاده‌شده است. شاخص BSCI از اختلاف باندهای قرمز و سبز و انعکاس طیفی باند مادون‌قرمز نزدیک (باند ۵- NIR) و نور مرئی (باند ۳- سبز، باند ٤- قرمز و باند ۲- آبی) به دست می‌آید. بر اساس این شاخص، شناسایی پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ، با استفاده از انعکاس طیفی حداقل VIS-NIR و شیب بین باند قرمز و سبز در مقایسه با خاک لخت و پوشش گیاهی خشک صورت می‌گیرد (۲۳). بر اساس رابطه ۱ در نرم‌افزار EVVI اجرا شد و نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی تعیین گردید (شکل ۱).

$$\mathrm{BSCI}=\frac{1-(LX|R_{red}-R_{green}|)}{R_{greenredNIR}} \qquad [۱]$$

در این رابطه؛ BSCI شاخص پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ، LX شیب‌خط خاک، R_{red} میانگین انعکاس طیفی از باند قرمز، R_{green} میانگین انعکاس طیفی از باند سبز و $R_{greenredNIR}$ میانگین انعکاس طیفی از هر سه باند سبز، قرمز و مادون‌قرمز نزدیک است.

بدین ترتیب نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ در چهارفصل از سال ۱۳۹۷ در دشت سگزی تهیه شدند.

پس از تهیه نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی در هر یک از فصول سال از منطقه مطالعاتی بازدید به‌عمل‌آمده و مناطق بدون پوسته‌های زیستی و دارای پوسته‌های زیستی طبق نقشه تهیه‌شده بر اساس شاخص BSCI به روش تصادفی طبقه‌بندی‌شده (Stratified Random Sampling) برداشت شدند. سپس نقشه تهیه‌شده براساس نقاط زمینی اعتبارسنجی شده و میزان صحت کل و شاخص کاپا در هر چهارفصل محاسبه شدند.

شناسایی گونه‌های گلسنگ

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده طی دو سال متوالی (۲۰۱۹-۲۰۱۸) شماره‌گذاری شده و در پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند. شناسایی نمونه‌های گلسنگ بر اساس خصوصیات مرفولوژیکی آن‌ها و با استفاده از استریومیکروسکوپ، میکروسکوپ معمولی و معرف‌های رنگی متداول از قبیل هیدروکسید پتاسیم (KOH) انجام‌یافته است. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در موزه گلسنگ‌شناسی در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران نگهداری می‌شوند.

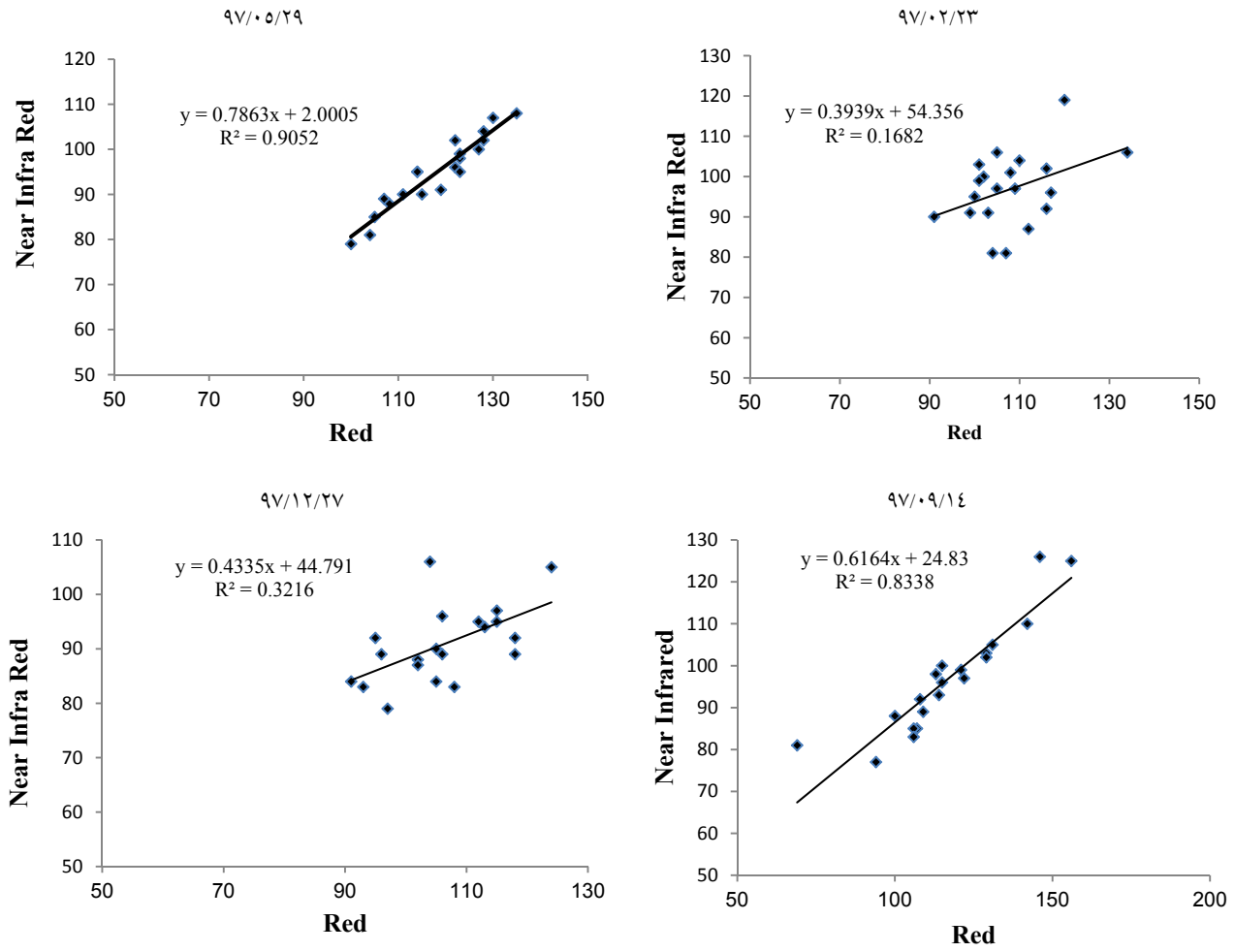
تجزیه‌وتحلیل پروفیل طیفی حاصل از شاخص BSCI

پس از اعمال شاخص BSCI بر روی تصویر ماهواره لندست ۸، با استفاده از نرم‌افزار ENVI پروفیل طیفی مربوط به ٤ نقطه از دشت سگزی در چهارفصل از سال تهیه شد و میزان بازتابش طیفی در چهارفصل از سال در نقاط مختلف بررسی شدند.

نتایج

نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی

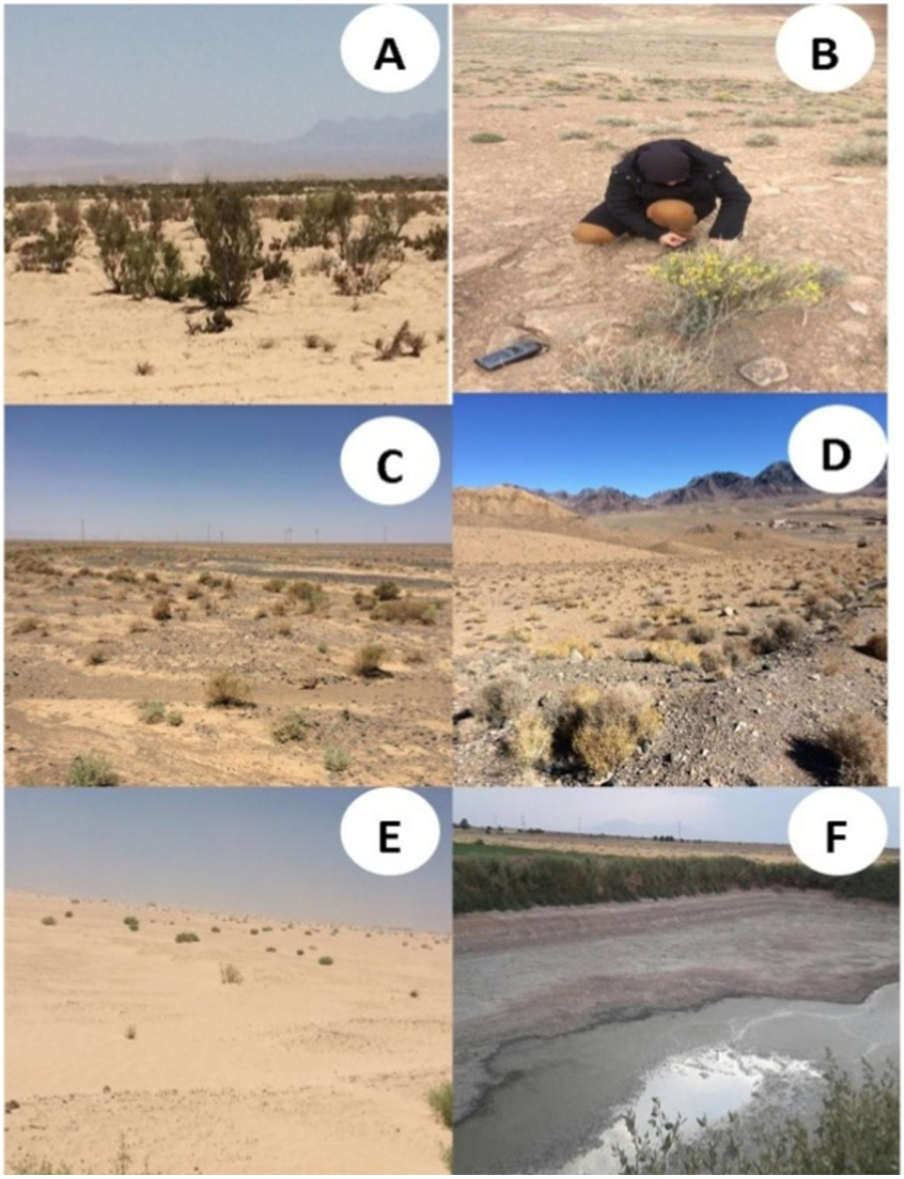
بر اساس رابطه شاخص BSCI شیب‌خط خاک در چهارفصل محاسبه شد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده‌شده است. شیب‌خط خاک در فصل بارش که هم‌زمان با رشد گیاهان علفی و یک‌ساله است. در مقایسه با فصل تابستان که حداقل میزان بارش را داشته و همچنین گیاهان یک‌ساله خشک‌شده و از بین رفته‌اند، کمتر است. در اردیبهشت‌ماه شیب‌خط خاک حداقل بوده (۰/۳۹) و در اواخر تابستان حداکثر مقدار خود را دارد (۰/۷۸). در حقیقت شیب‌خط خاک از اسفندماه تا اردیبهشت رو به کاهش نهاده و سپس با از بین رفتن پوشش گیاهی یک‌ساله و افزایش سطح خاک لخت بیشتر شده است.



شکل۲. منحنی شیب‌خط خاک تهیه‌شده از تصاویر ماهواره لندست OLI 8 در چهارفصل از سال

Fig. 2. Soil line index provided using Landsat OLI 8 for all seasons in a year

نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی در هر چهارفصل از سال طی بازدید میدانی اعتبار سنجی شده و میزان صحت و شاخص کاپا در هر یک از آن‌ها محاسبه شدند. طی بازدید میدانی معلوم شد برخی از نقاط در نقشه تهیه‌شده بر اساس شاخص BSCI اراضی کشاورزی هستند که در نهرها و جوی‌های آبیاری آن‌ها جلبک‌های سبز پراکنده‌شده‌اند. همچنین مرداب‌هایی در پهنه دشت سگزی به مخزنی از جلبک‌های سبز تبدیل‌شده بودند نیز ایجاد خطانموده و دقت و صحت نقشه تهیه‌شده را کاهش دادند (شکل ۳).



شکل۳. نقاط برداشت زمینی در عرصه مطالعاتی؛ A: ایستگاه منابع طبیعی دشت سگزی، B: فشارک، C ورتون، D: زفره، E- فساران، F: مرداب اطراف روستای علی‌آباد

Fig. 3. Sampling points in the field; A: Natural resources station, B: Fesharak, C: Vartoon, D- Zefreh, E: Fesaran, F: Aliabad village

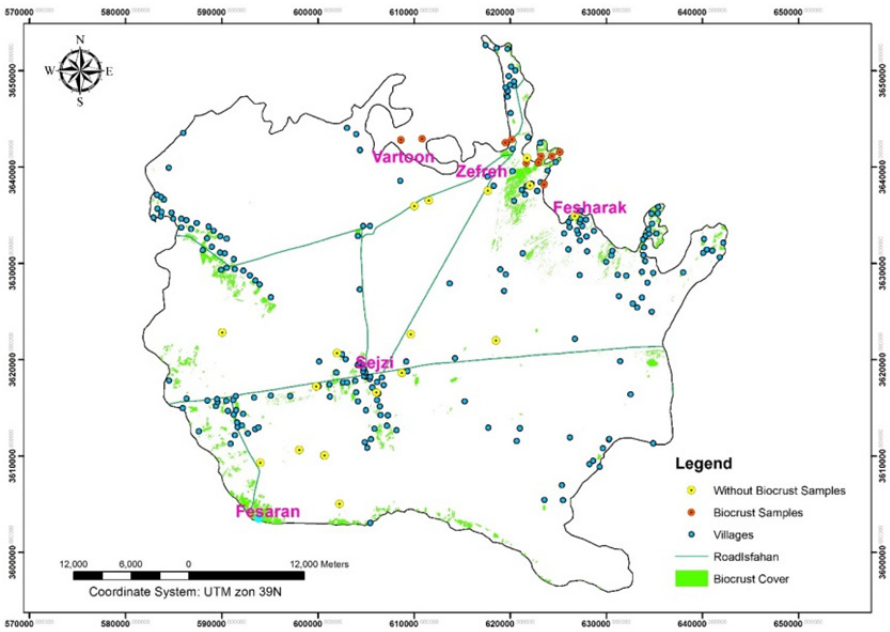
البته در بسیاری از نقاط برداشت‌شده پوشش پوسته‌های زیستی مورد تأیید قرار گرفت و بیشترین میزان صحت نقشه مربوط به نقشه تولیدشده از تصویر لندست ۸ مربوط به فصل تابستان با میزان صحت کل ۹٤ درصد و شاخص کاپا برابر با ۰/۷٤۱۲ بود (جدول ۱). در نقاط فاقد پوسته‌های زیستی همه نقاط برداشت‌شده کاملاً صحیح بودند لیکن در نقاط دارای پوسته‌های زیستی با توجه به نوع پوسته‌های زیستی، برخی نقاط برداشت‌شده نقاط با پراکنش گلسنگ نبودند.

درنهایت نقشه مربوط به تابستان به‌عنوان نقشه نهایی پراکنش پوسته‌های زیستی در دشت سگزی انتخاب گردید (شکل ٤).

جدول۱. نتایج اعتبارسنجی نقشه‌های تولیدشده بر اساس روش آماری نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی‌شده

Table 1. The results of stratified random sampling method used in order to validate produced maps

فصل Season	Class Name نام طبقه	Characteristics مشخصات	Producers Accuracy دقت مولد نقشه	Users Accuracy دقت کاربر
Spring بهار	Class 1-کلاس ۱	Without Biocrust- بدون پوسته‌های زیستی	٪۱۰۰	٪۱۰۰
	Class 2-کلاس ۲	Biocrust Covered- با پوشش پوسته‌های زیستی	٪۸۱/۹٤	٪۷۳/٤۲
		Overall Classification Accuracy = ٪۷۹ -دقت کل طبقات		
		Overall Kappa Statistics=۰/۷٤۱۲ - شاخص کاپای کل		
Summer تابستان	Class 1-کلاس ۱	Without Biocrust- بدون پوسته‌های زیستی	٪۱۰۰	٪۱۰۰
	Class 2-کلاس ۲	Biocrust Covered- با پوشش پوسته‌های زیستی	٪۹۵/٦۵	٪۸۸
		Overall Classification Accuracy = ٪۹٤ - دقت کل طبقات		
		Overall Kappa Statistics =۰/۹۳۱۲ - شاخص کاپای کل		
Fall پاییز	Class 1-کلاس ۱	Without Biocrust- بدون پوسته‌های زیستی	٪۱۰۰	٪۱۰۰
	Class 2-کلاس ۲	Biocrust Covered- با پوشش پوسته‌های زیستی	٪۸٦/٤۸	۸۱/۹۱
		Overall Classification Accuracy=٪۸٤ - دقت کل طبقات		
		Overall Kappa Statistics =۰/۸۲۱۷ - شاخص کاپای کل		
Winter زمستان	Class 1-کلاس ۱	Without Biocrust- بدون پوسته‌های زیستی	٪۱۰۰	٪۱۰۰
	Class 2-کلاس ۲	Biocrust Covered- با پوشش پوسته‌های زیستی	٪۸۷/۳٦	٪۷۷/۱۱
		Overall Classification Accuracy = ٪۸۵ -دقت کل طبقات		
		Overall Kappa Statistics =۰/۸۱۳۷ -شاخص کاپای کل		

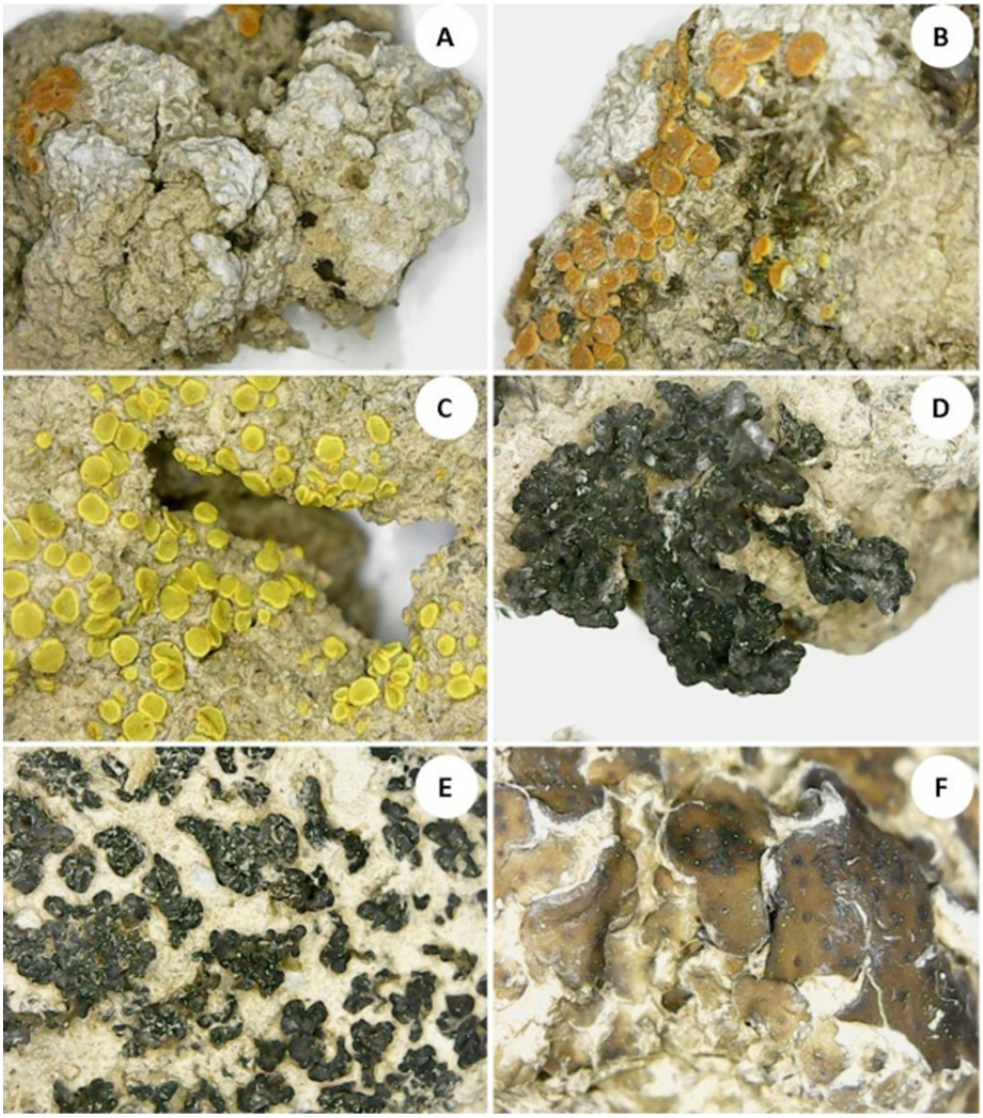


شکل۴. نقشه پراکنش پوسته‌های زیستی در دشت سگزی

Fig. 4. The maps of distribution of Biological soil crust in Sejzi plain

گونه‌های گلسنگ دشت سگزی

پس از جمع‌آوری گونه‌های گلسنگ‌های خاکزی از دشت سگزی بر اساس خصوصیات مرفولوژی آن‌ها تعداد ۳۲ گونه شناسایی شدند (جدول ۲). برخی از گونه‌ها که بیشترین فراوانی در عرصه مطالعاتی داشتند در شکل ۵ نشان داده‌شده‌اند. اغلب گونه‌های گلسنگی از دسته سیانوگلسنگ‌ها و کلروگلسنگ‌ها بودند. از مهم‌ترین گونه‌های سیانوگلسنگ می‌توان به *Collema tenax, Collema cocophorum, Peccania torricola* و از گونه‌های کلروگلسنگ نیز *Candelariella* sp اشاره نمود.



شکل۵. برخی از گونه‌های گلسنگ شناسایی‌شده در دشت سگزی؛ A: *Circinaria mansour*i، B: *Caloplaca raesaenenii*، C: Candelariella sp، D: *Collema tenax*، E: *Peccania terricola*، F: *Placidium squamulosum*

Fig. 5. Some of indentified lichen species in Sejzi plain- A :*Circinaria mansouri*، B :*Caloplaca raesaenenii*، C : Candelariella sp, D :*Collema tenax*, E :*Peccania terricola*, F : *Placidium squamulosum*

جدول۲. لیست اسامی گلسنگ‌های خاکزی شناسایی‌شده در دشت سگزی

Table 2. The list of teresterial identified lichensin Sejzi plain

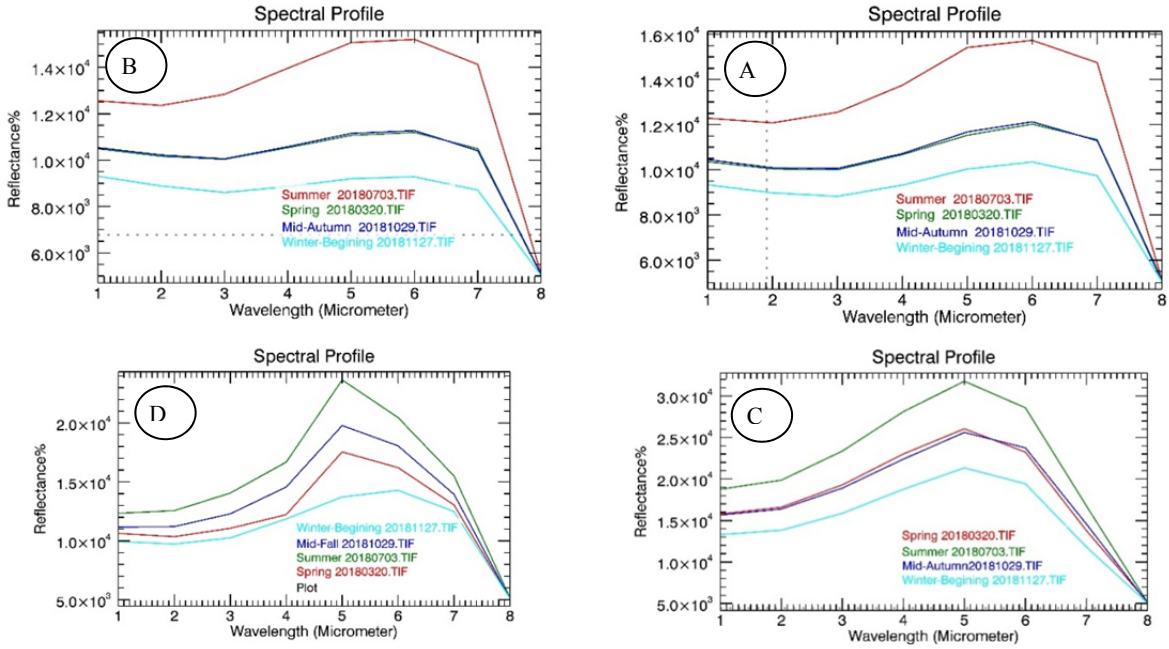
ردیف Num	کد آزمایشگاه Code	طول جغرافیایی X LL	عرض جغرافیایی YLL	نام گلسنگ Lichen
۱	٥٦٢	٥٢٢٠١٩	٣٢٥٤١٨/٥	Moss, Algae
۲	٥٦٣	٥٢٩٤٣/١	٣٢٥٥٥/٨	Moss, Algae *Collema coccophorum*
۳	٥٦٤	٥٢١٨٣/٨	٣٢٥٢٤٣/٤	Moss, Algae *Collema coccophorum*
٤	٥٦٥	٥٢٩٤٣/٦	٣٢٥٥٥/٤	*Peccania arizonica*
٥	٥٦٦	٥٢١٨٥٣/١	٣٢٥٣٤٤/٨	Moss
٦	٥٦٧	٥٢١٩١٥/٣	٣٢٥٢٣١/٨	Moss, *Collema coccophorum*
٧	٥٦٨	٥٢٢٠١٩/٧	٣٢٥٤١٧/٩	Moss
٨	٥٦٩	٥٢١١٨/٣	٣٢٥٥٨/٧	*Collema tenax*, Moss
٩	٥٧٠	٥٢١٨٥٣/٧	٣٢٥٣٤٢/٢	*Collema tenax, Endocarpon pocilum, Candelariella sp, Moss*
١٠	٥٧١	٥٢١٦٤١/٩	٣٢٥٤٨١/٨	*Candelariella sp, Caloplaca roselans, Megaspora rimisorediata, Caloplaca raesaenenii, Moss*
١١	٥٧٢	٥٢٩٤٣/١	٣٢٥٥٥/٩	*Endocarpon pocilum*
١٢	٥٧٣	٥٢١١٨/٥	٣٢٥٥٨/١	*Collema coccophorum, Circinaria mansourii, Placidium squamulosum*, Moss
١٣	٥٧٤	٥٢١٩١٤/٦	٣٢٥٢٢٩/١	*Collema tenax, Collema coccophorum, Placidium squamulosum*
١٤	٥٧٥	٥٢١٦٤٣/٣	٣٢٥٤٢١/٨	*Peccania terricola, Collema tenax, Collema coccophorum*
١٥	٥٧٦	٥٢١٩٤٧/٨	٣٢٥٤٤/٦	Moss, *Collema coccophorum*
١٦	٥٧٧	٥٢٢٠١٩	٣٢٥٤١٨/٤	Moss, *Collema coccophorum*
١٧	٥٧٨	٥٢١٩٤٧/٥	٣٢٥٤٥/٢	Moss, *Collema coccophorum, Collema tenax*
١٨	٥٧٩	٥٢١٩٤/٤	٣٢٥٤٥/١	*Collema coccophorum, Peccania terricola*
١٩	٥٨٠	٥٢١٨٥٣/٥	٣٢٥٣٤١/١	Candelariella sp
٢٠	٥٨١	٥٢١٦٤٢/٢	٣٢٥٤٥١/٧	*Circinaria mansourii, Circinaria elmorei, Collema tenax, Candelariella sp*

انعکاس طیفی در فصول مختلف سال

پس از اعمال رابطه ریاضی شاخص BSCI و استخراج الگوی توزیع پوسته‌های زیستی با غالبیت گلسنگ در محدوده موردمطالعه پروفیل طیفی در تصویر پردازش‌شده در چهارفصل از سال تهیه شد. در حوالی روستای زفره و فشارک پراکنش گلسنگ‌های خاکزی غالبیت بیشتری داشت. در سایر نقاط دشت سگزی ازجمله اراضی کشاورزی نیز شاخص BSCI پراکنش پوسته‌های زیستی را نمایان کرد که طی بازدیدهای میدانی این نقاط به‌عنوان نقاط خطای پردازش کنار گذاشته شدند.

در شکل ٦ مشاهده می‌شود که پروفیل طیفی مربوط به زفره (شکل ٦-A) و فشارک (شکل ٦-B) که بر روی نقاط با پراکنش گلسنگ‌ها تهیه‌شده است بسیار نزدیک به هم بوده و همچنین پروفیل طیف مربوط به اواسط پاییز و اوایل بهار کاملاً منطبق بر هم است. درحالی‌که در فساران (شکل ٦-C) که فاقد پوشش پوسته‌های زیستی بود مقدار بازتابش بیشتر است و اختلافی جزئی بین نمودار بازتابش پاییز و بهار وجود داشت. هرچند مقادیر بازتابش طیفی از اراضی کشاورزی (شکل ٦-D) و نقاط پراکنش پوسته‌های زیستی بسیار نزدیک به هم است لیکن نمودار طیفی هر چهارفصل اختلاف زیادی با یکدیگر دارند. لیکن در همه فصول از سال و در همه نقاط کمترین

بازتابش در اول زمستان و بیشترین بازتابش در فصل تابستان اتفاق افتاده است.



شکل۶. انعکاس طیفی شاخص BSCI در فصول مختلف سال؛ A: زفره، B: فشارک، C: فساران، D: روستای علی‌آباد

Fig. 6. Spectral profile of BSCI in all seasons in a year-A: Zefreh, B: Fesharak, C: Fesaran, D: Aliabad village

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که شاخص پوسته‌های زیستی (BSCI, Biological Soil Crust Index) با نقشه‌های قابل‌اطمینانی از توزیع پوسته‌های زیستی خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که موضوع فرسایش و هدر رفت خاک از اهم مسائل است ارائه می‌دهد. زیرا در مناطق خشک با توجه به محدودیت‌های موجود از قبیل تنش خشکی، تابش شدید اشعه فرابنفش، عوامل انسانی از قبیل تغییر کاربری اراضی و احداث جاده‌ها و غیره شدت فرسایش و هدر رفت خاک بسیار زیاد است و مکان‌یابی و شناسایی پوسته‌های زیستی خاک برای طراحی و اجرای اقدامات لازم گامی بسیار باارزش در جهت احیاء و اصلاح خاک‌های ازدست‌رفته است (۲۳). البته در کشور آمار و ارقام دقیقی از میزان فرسایش آبی و بادی در دست نیست. لیکن طبق برآوردهای انجام‌شده بر اساس مدل‌های تجربی تخمین‌هایی از فرسایش آبی (۸ و ۱۲) و بادی (۱ و ۱۹) انجام‌گرفته است. طبق نقشه تهیه‌شده و بازدیدهای میدانی در بیابان سگزی ۳۲ گونه گلسنگ خاکزی شناسایی شد که اغلب آن‌ها از دسته سیانوگلسنک‌ها بودند. در حقیقت بخش فتوبیونت گلسنگ یک اتوتروف بوده و مولد موکوس‌ها از نوع ترکیبات پلی‌ساکارید هستند که به‌نوبه خود در افزایش چسبندگی خاک و تشکیل خاکدانه تأثیر بسزایی داشته و تخلخل مفید خاک را افزایش می‌دهند (۱۵). بنابراین جداسازی بخش فتوبیونت سیانوگسنگ‌ها، تکثیر و استقرار آن‌ها در سطح خاک اقدامی مؤثر در جهت تثبیت خاک و کنترل فرسایش بادی است. لیکن با توجه به داده‌های مندرج در جدول ۱ و همچنین نمودارهای طیفی در چهارفصل از سال (شکل ٦) شاخص BSCI در فصل تابستان نقشه پوسته‌های زیستی خاک را دقیق‌تر ارائه نموده است. طی بازدیدهای میدانی معلوم شد صحت کل نقشه تولیدشده در تابستان ۹٤ درصد و شاخص کاپا ۰/۹۳۱۲ است که در مقایسه با سایر نقشه‌های تولیدشده بالاترین میزان دقت و شاخص کاپا را دارد. با توجه به تفسیر طیفی و انطباق طیف استخراج‌شده در زفره و فشارک در پاییز و بهار می‌توان گفت خطای شاخص BSCI به دلیل تداخل آن بارویش گیاهان یک‌ساله علفی در منطقه بوده است. اقلیم دشت

سگزی مدیترانه‌ای بوده و بارش در فصل سرد سال انجام می‌شود هم‌زمان با افزایش بارش‌ها از اواسط پاییز گیاهان یک‌ساله و خزه‌ها در پای بوته‌ها شروع به رشد نموده و در اوایل زمستان به اوج خود رسیده‌اند و دوباره در آغاز بهار هم‌زمان با کاهش بارندگی‌ها تراکم آن‌ها کاهش‌یافته است. چنانچه طیف مربوط به زمستان در همه نقاط کمترین بازتابش را داشته است. درحالی‌که در اواخر فصل تابستان که گیاهان یک‌ساله و خزه‌ها خشک‌شده‌اند بیشترین بازتابش طیفی را داشته است. در فساران که منطقه‌ای لم‌یزرع و محل دپوی زباله‌هاست (شکل ٦-D) حداکثر میزان بازتابش را نشان داده است. بنابراین شاخص BSCI نسبت به درصد ماده آلی خطای فاحشی در تشخیص پوسته‌های زیستی خاک دارد و درجایی که ماده آلی بالا باشد ممکن است تشخیص درستی از پوسته‌های زیستی خاک ارائه ندهد. البته ازآنجاکه شاخص BSCI برای تشخیص ترکیبات گلوگان در بافت‌های گلسنگ تعریف‌شده است (١٦ و ٢٥) میزان خطا در خصوص ماده آلی به حداقل کاهش می‌یابد. همان‌طور که مشاهده‌شده است در نقشه نهایی در فساران پوشش پوسته‌های زیستی وجود ندارد و تنها در نواحی اطراف فساران در مناطق زراعی پوسته‌های زیستی خاک مشاهده می‌شوند. در مناطق زراعی با توجه به دخالت انسان و کشت و زرع میزان گیاهان یک‌ساله متفاوت با عرصه منابع طبیعی در فصول مختلف سال است و به همین دلیل بااینکه بازتابش طیفی تقریباً نزدیک به زفره و فشارک است لیکن نمودار طیفی پاییز و زمستان کاملاً از یکدیگر تفکیک‌شده‌اند. بنابراین شباهت طیفی مهم‌ترین پوشش سطحی خاک ازجمله پوشش گیاهی، دخالت عوامل انسانی در افزایش یا کاهش ماده آلی خاک، خاک لخت و غیره میزان کارایی شاخص BSCI را محدود می‌کند (١٩ و ٢٢) و ازاین‌رو در بازه زمانی تصاویر ماهواره‌ای و شرایط منطقه‌ای تأثیر زیادی در میزان دقت شاخص BSCI دارد و طبق نتایج تحقیق بهترین و مؤثرترین زمان آن اواخر تابستان بوده و در عرصه منابع طبیعی بالاترین کارایی را دارد.

References

1. Alipour H, Hasheminasab sH, Hatefi AH, Gholamnia A, Shahnavaz Y. 2014. Estimation of the potential of wind erosion and deposition using IRIFR method in Miandasht Esfarayen region. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, 1(2): 77-92. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-71-2455-en.html. (In Persian).
2. Alonso M, Rodríguez-Caballero E, Chamizo S, Escribano P, Cantón Y. 2014. Evaluación de los diferentes índices para cartografiar biocostras a partir de información espectral. Revista española de teledetección: 79-98. doi:https://doi.org/10.4995/raet.2014.2317.
3. Belnap J. 2006. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. Hydrological Processes: An International Journal, 20(15): 3159-3178. doi:https://doi.org/10.1002/hyp.6325.
4. Belnap J, Beau JW, Seth MM, Richard AG. 2014. Controls on sediment production in two U.S. deserts. Aeolian Research, 14: 15-24. doi:https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2014.03.007.
5. Chamizo S, Cantón Y, Lázaro R, Solé-Benet A, Domingo F. 2012. Crust Composition and Disturbance Drive Infiltration Through Biological Soil Crusts in Semiarid Ecosystems. Ecosystems, 15(1): 148-161. doi:https://doi.org/10.1007/s10021-011-9499-6.
6. Chamizo S, Cantón Y, Rodríguez-Caballero E, Domingo F. 2016. Biocrusts positively affect the soil water balance in semiarid ecosystems. Ecohydrology, 9(7): 1208-1221. doi:https://doi.org/10.1002/eco.1719.
7. Chen J, Yuan Zhang M, Wang L, Shimazaki H, Tamura M. 2005. A new index for mapping lichen-dominated biological soil crusts in desert areas. Remote Sensing of Environment, 96(2): 165-175. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.02.011.
8. Esmali A, Ahmadi H, Tahmoures M. 2014. Quantity assessment of water erosion intensity using regional model of erosion and sediment yield (Case study: Nir watershed, Ardebil). Journal of Range and Watershed Managment, 67(3): 407-417. doi:https://doi.org/10.22059/JRWM.2014.52830.
9. Felde VJMNL, Peth S, Uteau-Puschmann D, Drahorad S, Felix-Henningsen P. 2014. Soil microstructure as an under-explored feature of biological soil crust hydrological properties: case study from the NW Negev Desert. Biodiversity and Conservation, 23(7): 1687-1708. doi:https://doi.org/10.1007/s10531-014-0693-7.
10. Gong P, Pu R, Biging GS, Larrieu MR. 2003. Estimation of forest leaf area index using vegetation indices derived from Hyperion hyperspectral data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41(6): 1355-1362. doi:https://doi.org/10.1109/TGRS.2003.812910.
11. Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. 2002. Overview of the radiometric and

biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83(1): 195-213. doi:https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
12. Karnieli A. 1997. Development and implementation of spectral crust index over dune sands. International Journal of Remote Sensing, 18(6): 1207-1220. doi:https://doi.org/10.1080/014311697218368.
13. Kashi Zenouzi L, Ahmadi H, Nazari Samani A. 2016. Using Statistical Hydrogeomorphology Method for Estimating Sediment Yield of Watersheds (Case study: Zonouz Chay and Zilber Chay watersheds). Journal of Watershed Management Research, 6(12): 166-174. http://jwmr.sanru.ac.ir/article-161-567-en.html. (In Persian).
14. Khodagholi M, Feyzi M, Jaberolansar Z, Shirani K, Alijan V. 2017. Plan for recognizing the ecological regions of the country, plant types of Isfahan province. Research Institute of Forests and Rangelands, Iran, 290 p.
15. Li Z, Jianmin X, Chaowen C, Lina Z, Zhengyan W, Lichao L, Dongqing C. 2020. Promoting desert biocrust formation using aquatic cyanobacteria with the aid of MOF-based nanocomposite. Science of The Total Environment, 708: 134824. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134824.
16. Miralles I, Lázaro R, Sánchez-Marañón M, Soriano M, Ortega R. 2020. Biocrust cover and successional stages influence soil bacterial composition and diversity in semiarid ecosystems. Science of The Total Environment, 709: 134654. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134654.
17. Miralles-Mellado I, Cantón Y, Solé-Benet A. 2011. Two-dimensional porosity of crusted silty soils: Indicators of soil quality in semiarid rangelands? Soil Science Society of America Journal, 75(4): 1330-1342. doi:https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0283.
18. Mojeddifar S, Fereydooni H. 2017. A directed matched filtering algorithm (DMF) for discriminating hydrothermal alteration zones using the ASTER remote sensing data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 61: 1-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.04.010.
19. Nazari Samani AA, Ehsani AH, Golivari A, Abdolshahnejad M. 2015. Comparing the results of RWEQ and IRIFR models for determining of land management effects on wind erosion. Desert Management, 3(6): 39-53. http://www.jdmal.ir/article_21671.html?lang=en. (In Persian).
20. Paruelo JM, Piñeiro G, Escribano P, Oyonarte C, Alcaraz D, Cabello J. 2005. Temporal and spatial patterns of ecosystem functioning in protected arid areas in southeastern Spain. Applied Vegetation Science, 8(1): 93-102. doi: https://doi.org/10.1111/j.1654109X.2005.tb00633.x.
21. Peñuelas J, Pinol J, Ogaya R, Filella I. 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance water index WI (R900/R970). International Journal of Remote Sensing, 18(13): 2869-2875. doi:https://doi.org/10.1080/014311697217396.
22. Rodríguez-Caballero E, Cantón Y, Chamizo S, Lázaro R, Escudero A. 2013. Soil Loss and Runoff in Semiarid Ecosystems: A Complex Interaction Between Biological Soil Crusts, Micro-topography, and Hydrological Drivers. Ecosystems, 16(4): 529-546. doi:10.1007/s10021-012-9626-z.
23. Rodríguez-Caballero E, Escribano P, Olehowski C, Chamizo S, Hill J, Cantón Y, Weber B. 2017. Transferability of multi- and hyperspectral optical biocrust indices. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 126: 94-107. doi:https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.02.007.
24. Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA special publication, 351(1974): 309-317. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614.
25. Rozenstein O, Karnieli A. 2015. Identification and characterization of Biological Soil Crusts in a sand dune desert environment across Israel–Egypt border using LWIR emittance spectroscopy. Journal of Arid Environments, 112: 75-86. doi:https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.01.017.
26. Thomas A, Dougill A. 2007. Spatial and temporal distribution of cyanobacterial soil crusts in the Kalahari: Implications for soil surface properties. Geomorphology, 85(1): 17-29. doi:https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.03.029.
27. Ustin LS, Phillip GV, Shawn CK, Maria JS, Jeff FZ, Stanley DS. 2009. Remote sensing of biological soil crust under simulated climate change manipulations in the Mojave Desert. Remote Sensing of Environment, 113(2): 317-328. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.09.013.
28. Weber B, Hill J. 2016. Remote sensing of biological soil crusts at different scales. In: Biological soil crusts: an organizing principle in drylands. Springer, pp 215-234. https://doi.org/210.1007/1978-1003-1319-30214-30210_30212.
29. Weber B, Olehowski C, Knerr T, Hill J, Deutschewitz K, Wessels DCJ, Eitel B, Büdel B. 2008. A new approach for mapping of Biological Soil Crusts in semidesert areas with hyperspectral imagery. Remote Sensing of Environment, 112(5): 2187-2201. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.09.014.
30. Zhao Y, Qin N, Weber B, Xu M. 2014. Response of biological soil crusts to raindrop erosivity and underlying influences in the hilly Loess Plateau region, China. Biodiversity and Conservation, 23(7): 1669-1686. doi:https://doi.org/10.1007/s10531-014-0680-z.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 12/ Issue 2) Summer 2021

Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar

journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Original paper

Spatial analysis of biological soil crust based on Biological Soil Crust (BSCI) index

Leila Kashi Zenouzi, Seyed Hasan Kaboli, Kazem Khavazi, Mohammad Sohrabi, Mohammad Khosroshahi

Received: 18 November 2020 / Accepted: 22 January 2021
Available online 21 July 2021

Abstract

Background and Objective Biological soil crusts are a collection of lichens, mosses, fungi, cyanobacteria, etc. that are part of the soil ecosystem. Estimation of density and distribution of biological soil crusts in arid and semi-arid regions of Iran, which is the subject of soil erosion and wastage is very important. Methods based on remote sensing techniques are important in terms of cost and time less efficient methods to achieve this goal. Segzi plain is one of the critical points of wind erosion in Iran and identifying and determining the distribution of biological soil crusts as a soil modifier is an effective step in reducing wind erosion in the region.

In this research, BSCI (Biological Soil Crust) index has been used to prepare the distribution map of lichen-dominated biological soil crusts.

Materials and Methods The study area is part of the Sajzi Desert (Central Deserts of Iran) which is located in Isfahan province of Iran. The study area with an area of 199.5 hectares is spread between the eastern lengths of 51°52'32" to 52°27'41" and the northern widths of 32°33'31" to 32°55'01". The average slope of Segzi plain is 1.08 percent and its average height is 1680 meters. According to the statistics of East Isfahan Meteorological Station (Shahid Beheshti Station), the average annual rainfall in the region is 106 mm. According to the Dumarten climatic classification, the climate of the region is dry and according to the Amberge classification it is cold. The BSCI index is a combination of the relationships used to estimate vegetation and bare soil surface, and its mathematical relationship is the slope of the soil line. To calculate the soil line in an area, one must first separate the pixels that have bare soil and no vegetation. In order to calculate the soil line equation, in four seasons of a year, images of Landsat OLI 8 satellite related to 2018 were downloaded from the site of the US Geological Survey and 20 to 30 pixels of pure bare soil were extracted by drawing the reflection values of these pixels in the red and infrared band. Red near soil line coefficients were calculated for each season in the Segzi Plain.

L. Kashi Zenouzi [1], S. H. Kaboli(✉) [2], K. Khavazi [3], M. Sohrabi [4], M. Khosroshahi [5]

1. PhD Candidate in Combat to Desertification Department, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Iran
2. Assistant Professor of Combat to Desertification Department, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Iran
3. Professor, Department of Soil Biology Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4. Assistant Professor, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran
5. Associate Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

e-mail: hkaboli@semnan.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.2.1.4

Based on BSCI index, lichen-dominated biological soil crust are identified using at least VIS-NIR spectral reflection and the slope between the red and green bands compared to bare soil and dry vegetation. Using ENVI software, the distribution shells of biological shells with lichen dominance were prepared in four seasons since 2018 in Segzi plain. Then, the prepared maps were validated based on land points and the total accuracy and kappa index were calculated in all four seasons. The collected lichen samples were identified based on their morphological characteristics and using a stereomicroscope, conventional microscope and common color reagents such as potassium hydroxide (KOH). After applying the BSCI index on the Landsat OLI 8 satellite image, using ENVI software, spectral profiles related to 4 points of Segzi plain in four seasons of the year were prepared and the spectral reflection in four seasons of the year in different points were examined.

Results and Discussion The slope of the soil line is lower in the rainy season, which coincides with the growth of herbaceous and annual plants, compared to the summer season, which has the least amount of rainfall, and the annual plants have dried up and become extinct. In May, the slope of the soil line was minimal (0.39) and in late summer it has its maximum value (0.78). In fact, the slope of the soil line has decreased from mid-August to May, and then has increased with the loss of annual vegetation and the increase of bare soil surface. The distribution maps of bio-shells in all four seasons of the year were validated during field visits and the year it was found that the highest accuracy of the map related to the map produced from Landsat 8 image is related to summer with 94% total accuracy and Kappa index equal to 0.7412. Interpretation of the spectral profiles of the BSCI index shows that the reflections of the spectra related to the zephyr and strain prepared on the lichen dispersion points are very close to each other and also the spectral profiles of the mid-autumn and early spring are quite consistent. Whereas in the faults, which did not cover the biological crust, the amount of reflection was higher and there was a slight difference between the reflection diagrams of autumn and spring. Although the reflectance values of a range of agricultural lands and the distribution points of biological crusts are very close to each other, the spectral diagrams of all four seasons are very different from each other. But in all seasons of the year and in all places, the least reflection has occurred in the beginning of winter and the most reflection has occurred in summer. The climate of Segzi plain is Mediterranean and precipitation occurs in the cold season of the year. Simultaneously with the increase of precipitation from the middle of autumn, annual plants and mosses at the base of shrubs begin to grow and reach their peak in early winter and again at the beginning of spring. Decreases in rainfall have reduced their density. If the winter spectrum has the least reflection in all places. While in late summer, when the annuals and mosses have dried up, it has had the greatest spectral reflection. In Fasaran, which is a barren area and a landfill, it has shown its maximum reflection. Therefore, the BSCI index relative to the percentage of organic matter has a significant error in the detection of biological soil crust and where the organic matter is high may not provide accurate diagnosis of soil bioshells. Of course, since the BSCI index is defined for the detection of throat compounds in lichen tissues. The error rate for organic matter is reduced to a minimum. As it has been observed in the final map, there is no cover of biological soil crusts in Fasaran and only soil biological crusts are observed in the areas around Fasaran in the agricultural areas. In agricultural areas, due to human intervention and cultivation, the amount of annual plants is different from the field of natural resources in different seasons of a year have become.

Conclusion Spectral similarity of the most important soil surface, including vegetation, the involvement of human factors in increasing or decreasing soil organic matter, bare soil, etc. limits the efficiency of the BSCI index and therefore in the time period of satellite images and regional conditions have a great impact on It has the accuracy of BSCI index.

Keywords: Cyanolichen, Soil line index, Sejzi plain

Please cite this article as: Kashi Zenouzi L, Kaboli SH, Khavazi K, Sohrabi M, Khosroshahi M. 2021. Spatial analysis of biological soil crust based on Biological Soil Crust (BSCI) index. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 12(2): 1-15. http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.2.1.4