



انجمن مهندسان کشاورزی و منابع طبیعی ایران

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هفتم، شماره ششم، ۱۳۹۹

۲۰۱-۲۱۴

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2021.18202.3383

مقاله کامل علمی - پژوهشی

مدل‌سازی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی در کاربری‌های مرتع و جنگل

جواد خنیفر^۱، *عطاله خادم‌الرسول^۲ و هادی عامری‌خواه^۳

^۱ کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، آستادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ^۲ مربی گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک، پایداری خاکدانه‌ها است چرا که به‌عنوان شاخصی از فرسایش‌پذیری خاک‌ها محسوب می‌شود. آگاهی از پایداری خاکدانه‌ها می‌تواند ابزاری کارآمد جهت مدیریت خاک در برابر عوامل تخریب خاک باشد. بنابراین، مدل‌سازی پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از ویژگی‌های زودیافت مانند شاخص‌های پوشش گیاهی در مدیریت منابع خاک ارزش زیادی دارد. مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط شاخص‌های پوشش گیاهی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در دو کاربری اراضی جنگل و مرتع انجام شده است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در حوضه آبریز دهدز در شمال‌شرق استان خوزستان انجام گردید. برای استخراج شاخص‌های پوشش گیاهی، ابتدا تصاویر لندست ۸ دریافت و سپس تصحیحات رادیومتری به کمک نرم‌افزار ENVI 5.1 بر روی تصویر اعمال شدند. شاخص‌های پوشش گیاهی مورد بررسی شامل RVI، TVI، YVI، SAVI، PVI، NDVI، NDI، RI، NDGI، DVI، SBL می‌باشند. خصوصیات ۵۰ نمونه خاک جمع‌آوری شده از دو کاربری اراضی شامل درصد کربن آلی، درصد شن، سیلت، رس و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) طبق روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین شد. برای بررسی ارتباط شاخص‌های پوشش گیاهی با شاخص MWD از آنالیزهای همبستگی پیرسون و اسپیلین رگرسیون تطبیقی چندمتغیره (MARS) استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که در کاربری مرتع، بین شاخص‌های SAVI، RVI، MSAVI، TVI، VIN، PVI و NDVI، TSAVI با شاخص MWD همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. حال آن‌که در کاربری جنگل بین شاخص‌های موردبررسی هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری برقرار نبود. هم‌چنین مدل‌سازی MARS نشان داد که مدل برازش یافته بر اساس شاخص‌های پوشش گیاهی در کاربری مرتع ($RMSE=0/16$)، $Adjusted\ R-Sq.=0/55$ دارای قدرت و دقت پیش‌بینی بسیار بالاتری نسبت به مدل برازش یافته برای کاربری جنگلی ($Adjusted\ R-Sq.=0/35$ ، $RMSE=0/36$) است.

* مسئول مکاتبه: a.khademalrasoul@scu.ac.ir

نتیجه‌گیری: در مجموع یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که عوامل کنترل‌کننده پایداری خاکدانه‌ها در کاربری مرتع و جنگل متفاوت می‌باشد. همین امر سبب تفاوت همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی و MWD و به تبع آن نتایج مدل‌سازی شده است. سنجش‌ازدور، می‌تواند زمینه‌ای را جهت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین به منظور مدیریت پایدار منابع خاک و آب فراهم سازد. بدین ترتیب استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند بستر ساز عملیاتی شدن سناریوهای مدیریتی پایدار محور باشد که ماحصل آن صیانت از منابع طبیعی است.

واژه‌های کلیدی: سنجش‌ازدور، شاخص‌های پوشش گیاهی (VIS)، کاربری اراضی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)

مقدمه

کاربری و شرایط مدیریتی حاکم بر یک خاک، دارای تأثیرات قابل توجهی بر روی پتانسیل تخریب آن خاک است به نحوی که می‌توان با اتخاذ و اعمال شیوه‌های مدیریتی مناسب به شکل چشمگیری، از تخریب خاک^۱ جلوگیری نمود. فرسایش خاک به‌عنوان غالب‌ترین و بارزترین فرایند ژئومورفیک مخرب سطح زمین، سبب کاهش باروری خاک، افزایش بار رسوب و سایر آلاینده‌ها در منابع آبی می‌شود (۸). خاکدانه‌ها به‌عنوان واحدهای ساختمان خاک محسوب می‌شوند که مشخصه پایداری آن‌ها به‌عنوان معیاری مهم جهت ارزیابی ساختمان خاک و فرسایش‌پذیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها فرایندی پویا بوده و به عوامل مختلفی همچون بافت خاک، نوع کانی‌های رسی و مواد آلی وابسته است و با مکانیسم‌های متعددی ساختمان خاک تشکیل می‌گردد (۲۴ و ۳۱). وضعیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی موجود در سطح زمین از عوامل تأثیرگذار بر پتانسیل تولید رواناب و فرسایش خاک محسوب می‌شود. پوشش گیاهی، خاک را در برابر نیروی فرساینده قطره‌های باران حفظ می‌کند و منجر به کاهش سرعت رواناب سطحی و افزایش میزان نفوذپذیری آب در خاک می‌گردد (۱۳).

گیاهان از طریق بقایای خود ترکیبات مختلفی مانند فنول‌ها، پروتئین‌ها، ساکاریدها، لیگنین‌ها و اسید فنولیک به خاک رهاسازی می‌کنند و بدین ترتیب بر پایداری خاکدانه‌ها مؤثر می‌باشند. ریشه گیاهان و ریزوسفر آن‌ها نیز بر فرایند خاکدانه‌سازی تأثیر بسیاری می‌گذارند. ریشه‌ها، خاکدانه‌ها را به صورت فیزیکی کنار یکدیگر نگاه می‌دارند و مواد آلی قابل تجزیه را به خاک اضافه می‌کنند (۱۰). مقدار کربن آلی آزاد شده از ریشه متناسب با مورفولوژی آن است. ریشه‌ها با افزایش دوره‌های تر و خشک در خاک اطراف خود می‌توانند باتوجه به نوع رس موجب پایداری خاکدانه‌ها شوند (۴ و ۵). پایداری خاکدانه‌ها تابع مقدار رس، کربن آلی و املاح محلول در آب است، علاوه بر این عوامل، نوع کاربری اراضی و مدیریت مزرعه نیز از تأثیرات معنی‌داری بر روی پایداری خاکدانه‌ها برخوردار است (۳۰). بررسی رابطه پایداری خاکدانه‌ها و کاربری اراضی نشان داد که پایداری خاکدانه‌ها در کاربری‌های مختلف به ترتیب جنگلی بیش‌تر از باغی و کاربری باغ بیش‌تر از زراعی است (۱۰ و ۳۴) بدین ترتیب شایان ذکر است که فعالیت‌های انسانی و کشت و کار تأثیر معنی‌داری بر پایداری خاکدانه‌ها دارد. در پژوهش دیگری آن و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که

1- Soil degradation

خاک و نوع بافت خاک می‌تواند متغیر باشد. باتوجه‌به ارتباطات موجود بین ویژگی‌های پوشش گیاهی و پایداری خاکدانه‌ها و نیز محدودیت‌های موجود در اندازه‌گیری شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها، در این پژوهش از تکنیک سنجش‌ازدور جهت بررسی ارتباط بین انواع شاخص‌های پوشش گیاهی^۲ مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به‌عنوان شاخصی از پایداری خاکدانه‌ها در دو کاربری اراضی شامل مرتع و جنگل پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی و نمونه‌برداری خاک:
محدوده مطالعاتی با مساحتی معادل ۲۰ هزار هکتار در شمال‌شرق استان خوزستان و در مختصات طول جغرافیایی $۵۰^{\circ} ۰۸'$ تا $۵۰^{\circ} ۲۰'$ شرقی و عرض جغرافیایی $۳۱^{\circ} ۳۹'$ تا $۳۱^{\circ} ۵۰'$ شمالی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا حدود ۱۹۰۰ متر می‌باشد و متوسط بارندگی سالانه منطقه و میانگین دمای سالانه آن بر اساس آمارهای ایستگاه دهدز (سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۲) به‌ترتیب ۵۶۰ میلی‌متر و ۱۹ درجه سانتی‌گراد است. هم‌چنین از لحاظ زمین‌شناسی در این منطقه واحدهای سنگ - چینه‌ای متعلق به دوران سوم در قالب سازندهای چهارم - آسماری به چشم می‌خورند. برای انجام این پژوهش، دو سایت مطالعاتی با کاربری‌های جنگل و مرتع انتخاب شد. تقریباً تمامی منطقه موردبررسی را کاربری‌های مرتع و جنگل تشکیل می‌دهند. غالبیت کاربری موجود در منطقه مطالعاتی کاربری جنگل است و فقط منطقه کوچکی دارای کاربری اراضی کشاورزی است. پوشش گیاهی تپیک در مناطق جنگلی را درختان بلوط غالباً با زیراشکوب گونه‌های مرتعی و کاربری مرتع را انواع گون‌ها و گراس‌های

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها^۱ در مراتع بیش‌تر از مناطق جنگلی است که دلیل اصلی آن بیش‌تر بودن مواد آلی خاک مراتع نسبت به خاک جنگل‌ها است که این ماده آلی منجر به افزایش فرایند خاکدانه‌سازی و پیوند بین ذرات خاک می‌گردد که به‌نوعی بیانگر اختلاف در عوامل تعیین‌کننده پایداری خاکدانه‌ها در کاربری جنگل و مرتع است (۲). طی پژوهشی نیوفلت و همکاران (۱۹۹۹) نیز بیان نمودند که در کاربری مرتع پایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها حاصل سیستم ریشه‌ای قوی و تولید بیش‌تر مواد پلی‌ساکاریدی از ریشه‌ها به درون خاک است (۲۳). نتایج پژوهش‌های کاراواکا و همکاران (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که تفاوت پایداری خاکدانه‌ها در کاربری‌های اراضی مختلف ناشی از اختلاف در کمیّت و کیفیت مواد آلی بین خاک‌های آن کاربری‌ها می‌باشد (۶).

پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بیوفیزیکی در مدل‌سازی ویژگی‌های خاک است که گردآوری اطلاعات پیرامون تغییرات پیوسته آن توسط روش‌های معمولی مشکل و پرهزینه است، در چنین شرایطی استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، امکان بررسی گسترده‌تر تأثیرات پوشش گیاهی را در قالب شاخص‌های پوشش گیاهی فراهم نموده است (۱ و ۳۵). اساس کار این شاخص‌ها بر روی اختلاف باندهای قرمز و مادون‌قرمز نزدیک تصاویر ماهواره‌ای است که دلیل آن خاصیت جذب نور قرمز توسط رنگ‌دانه‌های موجود در کلروفیل می‌باشد که باعث می‌شود گیاهان انعکاس کم‌تری در این باند داشته باشند و انعکاس شدید در باند مادون‌قرمز نزدیک حاصل گردد (۱ و ۱۴). میزان بازتاب پوشش گیاهی در طول‌موج‌های مختلف باتوجه‌به نوع و ویژگی‌های پوشش گیاهی و نوع خاک زمینه از لحاظ درصد ماده آلی، درصد رطوبت

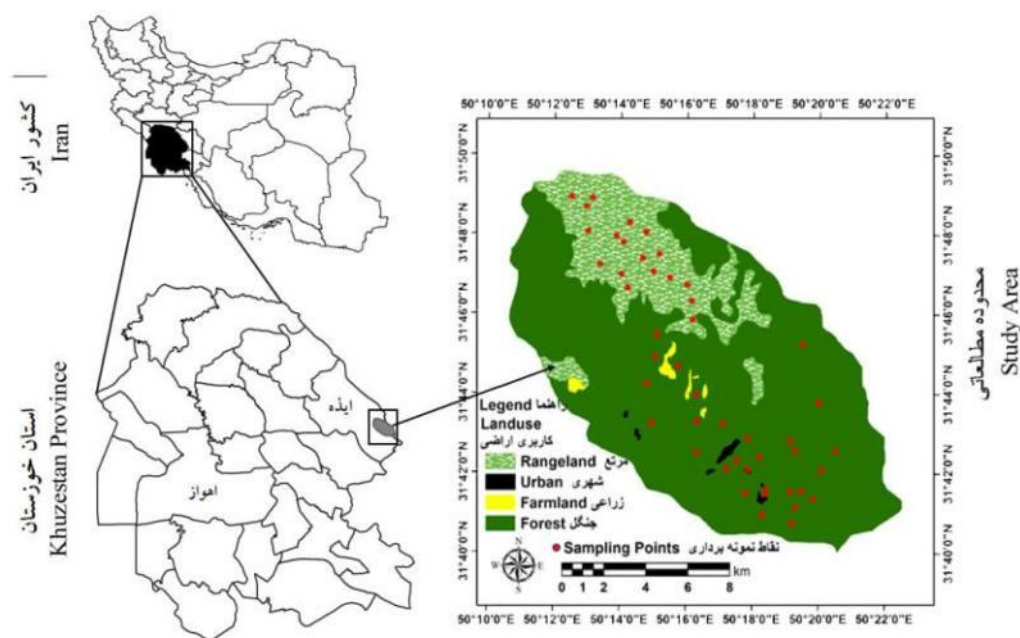
2- Vegetation indices (VIs)

1- Mean weight diameter

شایان ذکر است که به منظور پوشش دادن تغییرات و تأثیرات پوشش گیاهی تصاویر سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۸ و در فصول مختلف استخراج و تلفیق شد. این ماهواره دارای یک حسگر عملیاتی تصویرساز زمین (OLI) و حسگر مادون قرمز حرارتی (TIRS) است. این دو حسگر به ترتیب، اطلاعات تصویر برای ۹ باند موج کوتاه و ۲ باند طول موج حرارتی را جمع‌آوری می‌کنند (۳۵). تصاویر لندست ۸ منطقه مطالعاتی از سایت ارث اکسپلورر (Earth Explorer) با فرمت GeoTIFF دریافت و هم‌چنین به منظور رفع خطاهای احتمالی موجود در داده‌ها و تصاویر اولیه و خام ماهواره‌ای، فرایند پیش‌پردازش و تصحیحات رادیومتری به روش Dark subtraction در محیط نرم‌افزار ENVI 5.1 صورت گرفت.

یک‌ساله تشکیل داده‌اند. نمونه‌برداری در این کاربری‌ها به صورت سیستماتیک انجام شد و مختصات جغرافیایی نقاط توسط دستگاه GPS مدل Garmin-76CSX ثبت گردید. از هر کاربری تعداد ۲۵ نمونه تصادفی (۳۰-۰ سانتی‌متری) به‌گونه‌ای برداشت شد که نماینده خاک منطقه مورد مطالعه باشد و تمامی ویژگی‌های مربوط به کاربری‌های حاکم بر آن را پوشش بدهد. برای نمونه‌های خاک برداشت شده پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده‌سازی اولیه، درصد کربن آلی (۳۲)، درصد اجزاء متشکله بافت خاک به روش هیدرومتری و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر (۲۰) اندازه‌گیری شد.

تصویر ماهواره‌ای و پیش‌پردازش تصویر: در این پژوهش جهت تهیه نقشه شاخص‌های پوشش گیاهی از تصویر سال ۲۰۱۸ ماهواره لندست ۸ (LDCM) به شماره گذر ۱۶۴ و ردیف ۳۸ استفاده گردید.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و کاربری اراضی منطقه مطالعاتی.

Figure 1. Geographical location and land use of study area.

متقابل (درجه تعامل) بین متغیرها می‌باشد. مدل‌سازی به روش مارس در دو گام انجام می‌شود. در گام اول، تمامی توابع پایه ممکن به طور پی‌درپی به مدل اضافه می‌شوند که در نتیجه این عمل مدلی تولید می‌گردد که دارای پیچیدگی بالا و موجب بیش‌برازش خواهد شد. در گام دوم، توابع پایه‌ای که دارای تأثیر کمی در نیکویی برازش (کوچک‌ترین مربعات) مدل هستند را بر اساس شاخصی معروف به اعتبارسنجی تقاطعی تعمیم یافته GCV^3 شناسایی و حذف می‌کند (۳۳). شاخص GCV معیاری از نیکویی برازش است که نه تنها خطای باقیمانده بلکه پیچیدگی مدل را نیز در نظر می‌گیرد. در این پژوهش، به منظور توسعه یک مدل بهینه که برآورد دقیق‌تری از شرایط حاکم در منطقه مطالعاتی داشته باشد، مدل‌سازی با روش MARS با تنظیمات متفاوتی در مدل‌سازی انجام گردید که این تنظیمات شامل حداکثر تابع پایه در گام اول، حداکثر درجه اثرات متقابل بین متغیرهای مستقل و پارامتر جریمه است. ارزیابی دقت پیش‌بینی مدل مارس بهینه با استفاده از شاخص جذر میانگین مربعات خطا $(RMSE)^4$ انجام گردید (۳۰ درصد داده‌ها توسط نرم‌افزار برای اعتبارسنجی انتخاب می‌گردد که در این پژوهش نیز این عملیات انجام شد).

شاخص‌های پوشش گیاهی: شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و با توجه به ارتباط با خط خاک (Soil line) به دودسته کلی تقسیم می‌شوند، دسته اول شاخص‌های مبتنی بر نسبت^۵ که در آن‌ها خطوط هم‌مقدار پوشش گیاهی در یک منطقه تقارب پیدا

تجزیه و تحلیل آماری: جهت بررسی ارتباط پایداری خاکدانه‌ها و شاخص‌های پوشش گیاهی از همبستگی پیرسون و اسپلاین رگرسیون تطبیقی چندمتغیره^۱ (MARS) استفاده گردید. روش مارس (MARS) یک تکنیک مدل‌سازی غیرپارامتریک می‌باشد که توسط فریدمن (۱۹۹۱) توسعه داده شده است (۱۱) و می‌توان آن را تعمیمی از رگرسیون خطی گام‌به‌گام و یا اصلاحی از روش درخت رگرسیون دانست (۱۲). این تکنیک روابط غیرخطی بین این متغیرها را توسط یک مجموعه از پاره‌خط‌های تکه‌ای (اسپلاین) شیب‌های مختلف مدل‌سازی می‌کند. به بیانی دیگر، این روش فضای متغیرهای تبیینی را به بازه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کند و در هر بازه اقدام به برازش یک تابع اسپلاین می‌نماید که نقاط شکست بین بازه‌ها را گره و این توابع را توابع پایه^۲ (BF) می‌گویند (۲۱). روش MARS از بسط توابع پایه خطی تکه‌ای موسوم به توابع اسپلاین استفاده می‌کند که برای هر متغیر تبیینی به صورت $\max(0, x - t)$ یا $\max(0, t - x)$ تعریف می‌شوند. در این روابط، t یکی از مشاهدات متغیر تبیینی x است که گره نامیده می‌شود. شکل کلی مدل مارس به صورت زیر است (رابطه ۱):

$$y = f(x) = \beta_0 + \sum_{m=1}^M \beta_m h_m(x) \quad (1)$$

که در آن، $h_m(x)$ یک تابع پایه که ممکن است به صورت یک تابع خطی اسپلاین و یا حاصل ضرب دو یا چند تابع خطی اسپلاین باشد که بیانگر اثرات

3- Generalized Cross Validation (GCV)
4- Root mean square error
5- Ratio-based indices

1- Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)
2- Basic Function

تعریف، فرمول و نویسنده آن‌ها ذکر شده است (جدول ۱). برخی از این شاخص‌های پوشش گیاهی دارای فرمول‌های بسیار ساده‌ای هستند که نمونه آن RVI، VIN و DVI هستند ولی برخی از این شاخص‌های کاربردی در سنجش‌ازدور دارای فرمول‌های پیچیده‌ای می‌باشند که از آن جمله می‌توان MSAVI را نام برد. شاخص SAVI به‌عنوان یک اصلاحیه از شاخص NDVI است که به‌منظور تصحیح روشنایی خاک در زمانی که پوشش گیاهی کم می‌باشد، استفاده می‌گردد. مقدار فاکتور تصحیح روشنایی خاک (L) از ۰ برای منطقه با پوشش گیاهی بالا تا ۱ برای منطقه فاقد پوشش گیاهی سبز تغییر می‌کند و برای منطقه دارای پوشش گیاهی متوسط ۰/۵ است (۱۷).

می‌کنند و شیب خط وصل‌کننده مبدأ به نقطه پیکسل موردنظر را اندازه‌گیری می‌نمایند که از آن جمله می‌توان به شاخص نسبت پوشش گیاهی (RVI)، شاخص نرمال‌شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص خاک اصلاح‌شده پوشش گیاهی (SAVI) اشاره نمود (۴ و ۱۵).

دسته دوم شاخص‌های متعامد هستند که در آن‌ها خطوط هم مقدار پوشش گیاهی موازی با خط خاک (Soil line) هستند و فاصله عمودی پیکسل (Pixel) از خط خاک را اندازه‌گیری می‌نمایند (۲۹ و ۱۸). خط خاک عبارت از رابطه خطی بین بازتاب قرمز و مادون‌قرمز نزدیک از یک خاک برهنه است که در توصیف شاخص‌های پوشش گیاهی مؤثر است. در همین راستا چنانچه برای خاک رابطه بازتاب‌های مادون‌قرمز نزدیک در برابر بازتاب‌های قرمز ترسیم گردد؛ رابطه حاصله یک خط راست خواهد شد که دارای شیب صعودی یکنواخت است. همچنین مقدار شاخص‌های گیاهی، برابر با فاصله عدد هر پیکسل تا خط خاک خواهد بود. از جمله شاخص‌های متعامد می‌توان شاخص‌های متعامد پوشش گیاهی (PVI) و تفاوت پوشش گیاهی (DVI) را نام برد. انواع شاخص‌های پوشش گیاهی مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۱ ارائه شده‌اند. همان‌گونه که در جدول ۱ نشان داده شده است تعداد ۱۵ شاخص پوشش گیاهی شامل RVI، VIN، TVI، YVI، SBL، DVI، NDGI، NDI، RI، NDVI، PVI، SAVI، TSAVI، ARVI و MSAVI می‌باشند که

- 1- Ratio vegetation index
- 2- Normalized difference vegetation index
- 3- Soil adjusted vegetation index
- 4- Perpendicular indices
- 5- Differenced vegetation index

جدول ۱- اطلاعات مربوط به شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده در این مطالعه.

Table 1. Information of vegetation indices utilized in the study.

Index/شاخص	مخفف/ Abbreviation	فرمول/ Formula	منبع/ Reference
Ratio Vegetation Index	RVI	$\frac{R}{NIR}$	پیرسون و میلر، ۱۹۷۲ (۲۵)
Vegetation Index Number	VIN	$\frac{NIR}{R}$	پیرسون و میلر، ۱۹۷۲ (۲۵)
Transformed Vegetation Index	TVI	$\sqrt{NDVI + 0.5}$	رز و همکاران، ۱۹۷۴ (۲۸)
Yellow Vegetation Index	YVI	$(-0.899MSS40.428MSS50.076MSS6-0.041MSS7)$	کاث و توماس، ۱۹۷۶ (۱۹)
Soil Background Line	SBL	$(MSS7-2.4MSS5)$	ریچاردسون و ویگانند، ۱۹۷۷ (۲۷)
Differenced Vegetation Index	DVI	$(NIR-R)$	ریچاردسون و ویگانند، ۱۹۷۷ (۲۷)
Normalized Difference Greenness Index	NDGI	$\frac{(G - R)}{(G + R)}$	چامارد و همکاران، ۱۹۹۱ (۷)
Redness Index	RI	$\frac{(R - G)}{(R + G)}$	اسکادافال و هیت، ۱۹۹۱ (۹)
Normalized Difference Index	NDI	$\frac{(NIR - MIR)}{(NIR + MIR)}$	مک نایرن و پروتز، ۱۹۹۳ (۲۲)
Normalized Difference Vegetation Index	NDVI	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$	رز و همکاران، ۱۹۷۴ (۲۸)
Perpendicular Vegetation Index	PVI	$\frac{(NIR - aR - b)}{\sqrt{a^2 + 1}}$	جکسون و همکاران، ۱۹۸۰ (۱۶)
Soil Adjusted Vegetation Index	SAVI	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)}(1 + L)$	هیت، ۱۹۸۸ (۱۵)
Transformed SAVI	TSAVI	$\frac{[a(NIR - aR - b)]}{(R + aNIR - ab)}$	بارت و همکاران، ۱۹۸۹ (۳)
Atmospherically Resistant Vegetation Index	ARVI	$\frac{NIR - RB}{NIR + RB}$ $RB=R-\gamma(B-R)$	کافمن و تانه، ۱۹۹۲ (۱۸)
Modified SAVI	MSAVI	$\frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - R)}}{2}$	چی و همکاران، ۱۹۹۴ (۲۶)

نتایج و بحث

آمار توصیفی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه بر اساس کاربری‌های مطالعاتی یعنی مرتع و جنگل ارائه شده است (جدول ۲). همان‌گونه که نتایج مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد، برای کاربری مرتع میانگین درصد رس ۲۸/۷ درصد، میانگین درصد سیلت ۵۳/۹ درصد و میانگین درصد کربن آلی ۲/۲۱ درصد است. هم‌چنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به‌عنوان شاخص پایداری خاکدانه در کاربری مرتع ۱/۹۵ میلی‌متر است. درحالی‌که برای کاربری جنگل میانگین درصد رس ۲۷/۴۵ درصد، میانگین درصد سیلت ۵۰/۷۳ درصد و میانگین درصد کربن آلی ۲/۰۵ است. هم‌چنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۱/۹۷ میلی‌متر است که حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری‌های مرتع و جنگل است. به‌هرحال شاخص پایداری خاکدانه‌ها از عوامل متعددی تأثیر می‌پذیرد و به‌نوعی خصوصیتی پویا (دینامیک) است که در بستر زمان تغییر می‌نماید (۲). البته عدم وجود اختلاف در شاخص پایداری خاکدانه‌ها نمی‌تواند به مفهوم عدم وجود اختلاف بین

شاخص‌های پوشش گیاهی بین این دو نوع کاربری یعنی جنگل و مرتع باشد (۲۳ و ۲۴). در ادامه نتایج مربوط به ارتباطات شاخص‌های پوشش گیاهی با پارامترهای فیزیکی خاک ارائه گردیده است که بیانگر وجود اختلاف بین این شاخص‌ها در کاربری مرتع و جنگل است. بدین‌ترتیب می‌توان این‌گونه بیان کرد که عوامل و پارامترهای تعیین‌کننده پایداری خاکدانه‌ها در قالب شاخص MWD در کاربری‌های مرتع و جنگل با همدیگر متفاوت است. این نتایج به‌خوبی تأثیرات عامل کاربری اراضی را نشان می‌دهد و این‌که رفتارهای اجزاء متشکله یک خاک و نیز کربن آلی تحت شرایط کاربری‌های گوناگون، متفاوت است. بدین‌ترتیب جهت اعمال شیوه‌های مدیریتی اثربخش، ملحوظ نمودن کاربری اراضی از اهمیت شایانی برخوردار است (۳۴). ضرایب همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی با درصد کربن آلی، اجزاء متشکله بافت خاک (درصد رس، سیلت و شن) و هم‌چنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها برای کاربری مرتع و کاربری جنگل در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲- آمار توصیفی ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مرتع و جنگل.

Table 2. Descriptive statistics of soil properties in rangeland and forest land uses.

مرتع/Rangeland					
پارامتر/Parameter	محدوده /Range	حداقل /Min.	حداکثر /Max.	میانگین /Ave.	انحراف معیار /STDE
رس /Clay	26.00	19.50	45.50	28.70	5.71
سیلت /Silt	31.50	36.00	67.50	53.90	7.26
شن /Sand	32.00	8.00	40.00	17.40	8.55
OC /کربن آلی	3.22	0.67	3.89	2.21	0.90
MWD	1.67	0.80	2.47	1.95	0.38
جنگل /Forest					
پارامتر/Parameter	محدوده /Range	حداقل /Min.	حداکثر /Max.	میانگین /Ave.	انحراف معیار /STDE
رس /Clay	22.25	20.25	42.50	27.45	6.55
سیلت /Silt	27.50	40.00	67.50	50.73	6.51
شن /Sand	30.25	7.75	38.00	21.80	8.58
OC /کربن آلی	4.99	0.67	5.66	2.05	1.26
MWD	1.73	0.92	2.65	1.97	0.39

جدول ۳- ضرایب همبستگی پیرسون شاخص‌های پوشش گیاهی با درصد کربن آلی، اجزاء متشکله خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) برای کاربری مرتع و جنگل.

Table 3. The Pearson's correlation coefficients of vegetation indices with OC, soil texture and MWD for forest and rangeland land use.

	مرتع /Rangeland					جنگل /Forest				
	Clay	Silt	Sand	OC	MWD	Clay	Silt	Sand	OC	MWD
YVI	0.48*	-0.21	-0.15	0.03	-0.33	-0.04	0.23	-0.15	0.25	0.14
VIN	-0.38	-0.09	0.33	-0.01	0.56**	-0.06	-0.22	0.21	0.47*	0.15
ARVI	-0.04	-0.17	0.17	0.02	0.07	0.06	-0.11	0.04	0.49*	-0.03
DVI	-0.42*	0.16	0.15	0.03	0.37	-0.12	-0.14	0.2	-0.27	0.16
TVI	-0.38	-0.08	0.33	-0.01	0.56**	-0.06	-0.22	0.22	0.46*	0.15
MSAVI	-0.38	-0.09	0.33	-0.02	0.56**	-0.06	-0.23	0.22	0.46*	0.15
RVI	0.39	0.08	-0.33	0.01	-0.57**	0.06	0.23	-0.22	-0.46*	-0.15
RI	-0.04	0.04	-0.01	-0.02	0.07	-0.12	0.1	0.01	-0.41*	0.05
SAVI	-0.38	-0.08	0.33	-0.01	0.56**	-0.06	-0.22	0.22	0.47*	0.15
NDGI	0.04	-0.04	0.01	0.02	-0.07	0.12	-0.1	-0.01	0.41*	-0.05
NDVI	-0.38	-0.08	0.33	-0.01	0.56**	-0.06	-0.22	0.22	0.47*	0.15
NDI	-0.05	-0.51**	0.46*	-0.19	0.07	0.11	-0.05	-0.04	-0.14	-0.17
SBL	0.05	-0.25	0.18	-0.08	0.23	-0.05	-0.06	0.08	0.41*	0.08
TSAVI	-0.39	-0.08	0.33	-0.01	0.57**	-0.06	-0.23	0.22	0.46*	0.15
PVI	-0.47	-0.02	0.33	-0.02	0.63**	-0.07	-0.27	0.26	0.39	0.18
MWD	-0.57**	-0.17	0.52**	0.16	1.00	0.04	0.16	-0.16	0.50*	1.00

* همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

** همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.

شاخص‌هاست. بهترین روابط در کاربری جنگل بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و شاخص‌های VIN، TSAVI و PVI حاصل گردید که حتی در سطح ۰۵ درصد معنی دار نیست. اختلاف مقادیر همبستگی شاخص‌های MWD و پوشش گیاهی دو کاربری احتمالاً ناشی از تفاوت نوع تأثیرگذاری پوشش گیاهی بر خصوصیات خاک دو منطقه است (۱۳). پوشش گیاهی در سایت مرتع عمدتاً به‌طور مستقیم و از طریق سیستم ریشه‌ای خود بر پایداری خاکدانه‌ها تأثیر می‌گذارد ولی در سایت جنگل عمده همبستگی پوشش گیاهی با پایداری خاکدانه‌ها به‌صورت

همان‌گونه که نتایج مربوط به آزمون همبستگی پیرسون نشان می‌دهد، در کاربری مرتع، بین شاخص‌های VIN، TVI، MSAVI، RVI، SAVI، TSAVI، NDVI و PVI با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ارتباط معنی دار وجود دارد (در سطح معنی داری ۰/۰۱) و بیش‌ترین ضریب همبستگی پیرسون ($r = 0.63^{**}$) بین شاخص PVI (Perpendicular vegetation index) با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها می‌باشد. نتایج مربوط به همبستگی پیرسون برای کاربری جنگل بیانگر معنی دار نبودن رابطه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با همه

رابطه‌ای وجود ندارد، درحالی‌که در کاربری مرتع بین اجزاء متشکله بافت (درصد رس و شن) با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ارتباط معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). هم‌چنین برای کربن آلی (OC) در کاربری جنگل، کربن آلی با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در سطح ۱ درصد ارتباط دارد (جدول ۳) درحالی‌که در کاربری مرتع هیچ‌گونه همبستگی‌ای بین درصد OC با شاخص پایداری خاکدانه (MWD) وجود ندارد (جدول ۳).

غیرمستقیم و به‌واسطه بقایای آلی زیاد و تأثیر آن بر مقدار مواد آلی خاک است (۲۰ و ۳۰). همبستگی معنی‌دار بین مواد آلی خاک با شاخص‌های پوشش گیاهی و MWD در سایت جنگلی می‌تواند بیانگر این مطلب باشد این در حالی است که در کاربری مرتع اصلاً بین مواد آلی با شاخص‌های پوشش گیاهی و MWD رابطه‌ای مشاهده نشده است. همان‌گونه که نتایج مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد در کاربری جنگل بین اجزاء متشکله بافت خاک (درصد رس، سیلت و شن) با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

جدول ۴- معادلات MARS استخراج شده برای کاربری‌های مطالعاتی.

Table 4. Generated MARS models for the studied land uses.

کاربری اراضی Land use	مرتع/Rangeland	جنگل/Forest
توابع پایه Basic function	$BF1 = \max(0, RVI - 0.75);$ $BF2 = \max(0, SAVI - 0.13) \times BF1;$ $BF3 = \max(0, SAVI - 0.18);$ $BF4 = \max(0, 0.18 - SAVI);$ $BF5 = \max(0, NDI + 0.16) \times BF4;$ $BF6 = \max(0, SBL + 11574.4) \times BF4;$	$BF1 = \max(0, PVI - 183.15);$ $BF4 = \max(0, DVI - 26286.4);$ $BF8 = \max(0, ARVI + 0.99);$ $BF10 = \max(0, ARVI + 0.99);$
مدل بهینه Optimal model	$MWD = 0.37 - 12.61 \times BF1 + 1366.64 \times BF2$ $+ 62.53 \times BF3 + 957.59$ $\times BF5 + 0.01 \times BF6$	$MWD = 1.80 + 0.00049 \times BF1 - 2.37e - 005$ $\times BF4 - 67780.3 \times BF8$ $+ 74822.4 \times BF10$
R-Sq. Adjusted	0.55	0.35
RMSE	0.16	0.36

فوق‌الذکر می‌باشند. باتوجه‌به نتایج مندرج در جدول ۴، در کاربری مرتع زمانی که شاخص RVI بزرگ‌تر از ۰/۷۵ باشد، مقدار پایداری خاکدانه‌ها ۱۲/۶۱ برابر بیش‌ازحد آستانه کاهش می‌یابد (BF1). برخلاف کاربری جنگل، در کاربری مرتع تقابل بین توابع مشاهده می‌شود و برخی از توابع پایه حاصل ضرب دو تابع پایه هستند. یکی از مزیت‌های الگوریتم MARS تقابل و تعیین مقادیر آستانه‌ها است که بیانگر روابط غیرخطی بین متغیرها می‌باشد که در یک

نتایج مدل‌سازی شاخص پایداری خاکدانه بر اساس شاخص‌های پوشش گیاهی در دو کاربری مرتع و جنگل با استفاده از مارس در جدول ۴ ارائه شده است. در گام دوم فرایند مدل‌سازی، الگوریتم مارس (MARS) شش تابع پایه (BF) بر اساس شاخص‌های RVI، SAVI، NDI و SBL در کاربری مرتع و چهار تابع پایه بر اساس شاخص‌های PVI، DVI و ARVI در کاربری جنگل نگه‌داشته است که مبنای استخراج مدل‌های بهینه برای دو کاربری

داد که در یک حوضه آبریز کوهستانی (با توپوگرافی پیچیده)، امکان مدل‌سازی ویژگی‌های خاک فقط بر اساس داده‌های سنجش‌ازدور در تمامی واحدهای حوضه وجود ندارد و قطعاً نیازمند به‌کارگیری هم‌زمان دیگر تکنیک‌ها همانند ژئومورفومتری است. در مجموع باتوجه به اهمیت مدیریت حوزه‌های آبخیز و نیز تأثیرات آن‌ها بر روی نواحی پایین‌دستی بنابراین ضرورت دارد از فناوری‌های موجود هم‌چون سنجش‌ازدور جهت شناسایی هرچه بهتر و دقیق‌تر ویژگی‌های خاک منطقه و تأثیرات عامل کاربری اراضی بر روی رفتارهای خاک استفاده نمود. بهره‌گیری اصولی از شیوه‌های شناسایی منجر به اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب می‌شود که نتیجه نهایی آن صیانت از منابع خاک و آب است.

تقدیر و تشکر

در اینجا جا دارد تا از همکاری‌های اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان تشکر نمایم.

داده‌ها و اطلاعات

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد است. هم‌چنین زمان انجام این پژوهش سال ۱۳۹۷ و مکان آن حوزه مطالعاتی شهر دهدز واقع در شمال شرقی استان خوزستان است. لازم به ذکر است که داده‌های مورد استفاده در این مقاله حاصل اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط نویسندگان مقاله در آزمایشگاه گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

سیستم طبیعی مورد انتظار می‌باشد (۱۱ و ۱۲). مدل‌های نهایی MARS در کاربری مرتع و جنگل به‌ترتیب توانستند ۵۵ و ۳۵ درصد از تغییرپذیری پایداری خاکدانه‌ها را در محدوده مطالعاتی توجیه نمایند. دقت این مدل‌ها ۰/۱۶ (در کاربری مرتع) و ۰/۳۶ (در کاربری جنگل) است. نتایج مربوط به عملکرد مدل‌ها کاملاً در راستای مشاهدات اشاره‌شده در فوق مبنی بر تفاوت مکانیسم تشکیل و پایداری خاکدانه در دو کاربری است که این موضوع به‌خوبی اثربخشی کاربری اراضی را بر روی ویژگی‌های ساختمانی و در نتیجه پایداری خاکدانه‌ای نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، از فن‌های سنجش‌ازدور به‌منظور ارزیابی ارتباطات بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و ویژگی‌های پوشش گیاهی در دو کاربری جنگل و مرتع استفاده شد. نتایج آشکار نمود که عوامل تعیین‌کننده میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و در نتیجه پایداری خاکدانه‌ها در کاربری‌های مرتع و جنگل متفاوت است. عامل کاربری اراضی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است به‌گونه‌ای که منجر به تفاوت ارتباط شاخص‌های پوشش گیاهی با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری جنگل و مرتع علی‌رغم اینکه در یک حوضه آبریز و یک اقلیم مشابه قرار دارند، شده است. با بهره‌گیری از تکنیک‌های سنجش‌ازدور می‌توان در ارتباط با یکی از مهم‌ترین پویاترین عوامل موجود در حوضه‌های آبریز که از تأثیرگذاری بالایی بر روی فرسایش‌پذیری خاک منطقه برخوردار است، یعنی تغییرپذیری پوشش گیاهی به اطلاعات ارزشمندی دست یافت. اگرچه این موضوع هم‌چنان نیازمند بررسی‌های بیشتر است. شایان‌ذکر است که نتایج حاصله از این پژوهش نشان

منابع

1. Alavi Panah, K. 2003. Application of remote sensing in GeoScience (Soil Science). Tehran University Press, 478p. (In Persian)
2. An, S.S., Darboux, F., and Cheng, M. 2013. Revegetation as an efficient means of increasing soil aggregate stability on the Loess Plateau (China). *Geoderma*, 209: 75-85.
3. Baret, E., Guyot, G., Begue, A., Morel, P., and Podaire, A. 1986. Etude de la complémentarité du moyen infrarouge avec le visible et le proche infrarouge pour le suivi de la végétation. *Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing*. Pp: 409-412.
4. Boranam, S.L., and Yadav, S.K. 2018. NDVI-based vegetation changes and Seasonal variation In Semi-Arid region, Esri India User Conference, India.
5. Bronick, C.J., and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124: 1. 3-22.
6. Caravaca, F., Lax, A., and Albaladejo, J. 2004. Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain. *Soil and Tillage Research*, 78: 1. 83-90.
7. Chamard, P., Courel, M.F., Ducouso, M., Guénégo, M.C., Le Rhun, J., Levasseur, J.E., and Togola, M. 1991. Utilisation des bandes spectrales du vert et du rouge pour une meilleure évaluation des formations végétales actives. *Télédétection et Cartographie*, Pp: 203-209.
8. Deng, Z.Q., de Lima, J.L., and Jung, H.S. 2008. Sediment transport rate-based model for rainfall-induced soil erosion. *Catena*, 76: 1. 54-62.
9. Escadafal, R., and Huete, A.R. 1991. Étude des propriétés spectrales des sols arides appliquée à l'amélioration des indices de végétation obtenus par télédétection. *CR Acad. Sci. Paris*, 312: 2. 1385-1391.
10. Fahmideh, S., Davari, M., Mosaddeghi, M.R., and Sharifi, Z. 2019. Performance evaluation of reflectance spectroscopy for estimation of soil organic carbon content in Zrebar lake watershed, Kurdistan province. *Water Soil Cons. Res. J.* 26: 6. 59-78. (In Persian)
11. Friedman, J.H. 1991. Multivariate adaptive regression splines. *The annals of statistics*, Pp: 1-67.
12. Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J. 2009. *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*. Springer Science & Business Media.
13. Hematzadeh, E., Barani, H., and Kabi, A. 2009. The role of vegetation management on surface runoff (Case study: Kechik catchment in north-east of Golestan Province). *Water Soil Cons. Res. J.* 16: 2. 19-33. (In Persian)
14. Hossieni Chamani, F., Farrokhan Firuzi, A., and Amerikhah, H. 2019. Pedotransfer Function (PTF) for Estimation Soil moisture using NDVI, land surface temperature (LST) and normalized moisture (NDMI) indices. *Water and Soil Conservation Researches J.* 26: 4. 239-254. (In Persian)
15. Huete, A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25: 295-309.
16. Jackson, R.D., Pinter, P.J., Paul, J., Reginato, R.J., Robert, J., and Idso, S.B. 1980. *Hand-held radiometry. Agricultural Reviews and Manuals ARM-W-19*. Oakland, California: U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration.
17. Jannat Alipour, M., Kiani, F., Alipour, K. 2016. Study the relation between crop management factor in USLE and vegetation indices in loss slope lands (Case study: Wheat land in Tushen watershed). *Soil and Water Conservation Researches J.* 23: 1. 307-311. (In Persian)
18. Kaufman, Y.J., and Tanre, D. 1992. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30: 2. 261-270.
19. Kauth, R.J., and Thomas, G.S. 1976. The tasselled cap--a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. In *LARS symposia*. (159p).

20. Kember, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. P 425-441. In: A. Klute (ed) *Methods of Soil Analysis. Part 1.* American Society of Agronomy Monograph 9. Madison, WI.
21. Khanifar, J., and Khademalrasoul, A. 2020. The relationship between Bedrock geometry and soil solum at a regional scale. *Geomorphometry 2020*, Pp: 135-138.
22. McNairn, H., and Protz, R. 1993. Mapping corn residue cover on agricultural fields in Oxford County, Ontario, using Thematic Mapper. *Canadian J. Rem. Sens.* 19: 2. 152-159.
23. Neufeldt, H., Ayarza, M.A., Resck, D.V., and Zech, W. 1999. Distribution of water-stable aggregates and aggregating agents in Cerrado Oxisols. *Geoderma*, 93: 1-2. 85-99.
24. Nunes, A.N., De Almeida, A.C., and Coelho, C.O. 2011. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. *Applied Geography*, 31: 2. 687-699.
25. Pearson, R.L., and Miller, L.D. 1972. Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of the shortgrass prairie. In *Remote sensing of environment*, VIII (1355p).
26. Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A.R., Kerr, Y.H., and Sorooshian, S. 1994. A modified soil adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*. 47: 1-25.
27. Richardson, A.J., and Wiegand, C.L. 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 43: 12. 1541-1552.
28. Rouse, J.W., Haas, R.W., Schell, J.A., Deering, D.W., and Harlan, J.C. 1974. Monitoring the vernal advancement and retro gradation (green ware effect) of natural vegetation, Greenbelt, MD, USA, NASA/GSFCT, Type 3, Final Report.
29. Sruthi, S., and Aslam, M.M. 2015. Agricultural drought analysis using the NDVI and land surface temperature data; a case study of Raichur district. *Aquatic Procedia*, 4: 1258-1264.
30. Ternan, J.L., Elmes, A., Williams, A.G., and Hartley, R. 1996. Aggregate stability of soils in central Spain and the role of land management. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 2. 181-193.
31. Tisdall, J.M., and Oades, J. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Europ. J. Soil Sci.* 33: 2. 141-163.
32. Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 1. 29-38.
33. Zhang, W., and Goh, A.T. 2016. Multivariate adaptive regression splines and neural network models for prediction of pile drivability. *Geoscience Frontiers*, 7: 1. 45-52.
34. Zhang, Z., Wei, C., Xie, D., Gao, M., and Zeng, X. 2008. Effects of land use patterns on soil aggregate stability in Sichuan Basin, China. *Particuology*, 6: 3. 157-166.
35. Zanter, K. 2016. Landsat 8 (L8) data users handbook. Survey, Department of the Interior US Geological.

Modeling mean weight-diameter of soil aggregates based on vegetation indices in rangeland and forest land uses

J. Khanifar¹, *A. Khademalrasoul² and H. Amerikhah³

¹M.Sc. of Soil Science, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz,

²Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz,

³Scientific Member, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 07.27.2020; Accepted: 12.15.2020

Abstract

Background and Objectives: One of the most important soil physical properties is the aggregate stability, because it is considered as an indicator of soil erodibility. Aggregate stability index can be utilized as a useful tool to manage and control the soil against destructive factors. Therefore, modeling aggregate stability using easily accessible parameters like vegetation indices is valuable in soil management. The aim of this study was to investigate the relationship between vegetation indices and mean weight diameter (MWD) as an index of soil aggregate stability in forest and rangeland land uses.

Materials and Methods: This research was conducted in Dehdez watershed located in the southeast of Khuzestan province. To extract vegetation indices, Landsat 8 images were first provided and then radiometric corrections were applied to the images using the ENVI 5.1 software. The evaluated vegetation indices, including, RVI, VIN, TVI, YVI, SBL, DVI, NDGI, RI, NDI, NDVI, PVI, SAVI, TSAVI, ARVI, and MSAVI. The properties of 50 soil samples collected from two land uses, including percentage of organic carbon, percentage of sand, silt, and clay and mean weight-diameter of aggregates (MWD) were determined according to standard laboratory methods. Pearson's correlation analysis and multivariate adaptive regression spline (MARS) applied to investigate the relation between vegetation indices and MWD.

Results: The results illustrated that in the rangeland, MWD had a significant correlation with VIN, TVI, MSAVI, RVI, SAVI, TSAVI, NDVI, and PVI indices at the level of 0.01. However, in the forest, there was no significant relation between the studied indices. Also, MARS modeling showed that the fitted model based on vegetation indices in rangeland (Adjusted R-Sq. = 0.55, RMSE = 0.16) has much higher predictive power and accuracy than the fitted model for forest (Adjusted R-Sq. = 0.35, RMSE= 0.36).

Conclusion: In general, the results of this study revealed that the controlling factors of soil aggregate stability are different for rangeland and forest land uses. This has led to differences in correlation coefficient between vegetation indices and MWD, and consequently modeling results. Also, remote sensing can provide convenient technology for providing the sustainable management purposes of soil and water resources. Thus, the use of new technologies can pave the way for the implementation of sustainable management scenarios, which pre se results in the protection of natural resources.

Keywords: Land use, Mean weight diameter (MWD), Remote sensing (RS), Vegetation indices (VIs)

* Corresponding Author; Email: a.khademalrasoul@scu.ac.ir