



دانشگاه گوارز و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هفتم، شماره پنجم، ۱۳۹۹

۲۳۲-۲۱۷

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

DOI: 10.22069/jwsc.2021.18005.3362

مقاله کامل علمی - پژوهشی

## کاربرد داده‌های چرخه فصلی پوشش گیاهی، رسوب‌دهی و فرساینده‌گی باران برای مدیریت بهره‌برداری اراضی

محمود عرب‌خدری<sup>۱</sup>، \* حسین اسدی<sup>۲</sup>، فاطمه اسلامی<sup>۳</sup>، زهرا گرامی<sup>۴</sup> و مجید وظیفه‌دوست<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک،

دانشگاه تهران، <sup>۲</sup>دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان، <sup>۳</sup>استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲

### چکیده

**سابقه و هدف:** فرسایش خاک و رسوب‌دهی حوضه‌ها و برخی از عوامل مؤثر بر آن مانند فرساینده‌گی و پوشش گیاهی چرخه فصلی دارند. در سطح حوضه‌ها، اصولاً بیش‌ترین رسوب‌دهی زمانی رخ می‌دهد که فرساینده‌گی بالا و پوشش خاک ضعیف باشد؛ بنابراین، در انتخاب برنامه‌های زمانی مدیریت زراعی و پوشش گیاهی در سطح حوضه‌ها، آگاهی از تغییرات زمانی فرساینده‌گی و تولید رسوب ضروری است.

**مواد و روش‌ها:** دو حوضه کسلیان و لتیان به‌ترتیب در البرز شمالی و جنوبی انتخاب و نقشه کاربری اراضی آن‌ها تهیه شد. سپس منحنی تغییرات شاخص گیاهی NDVI آن‌ها در سه سال آبی خشک، مرطوب و متوسط با بررسی ۱۳۸ تصویر MODIS استخراج گردید. براساس منحنی سنجه رسوب حد وسط دسته‌ها و با اتکا به دبی روزانه، رسوب‌دهی روزانه محاسبه شد. عامل فرساینده‌گی باران (EI<sub>30</sub>) نیز از داده‌های رگبار یک‌دقیقه‌ای نزدیک‌ترین ایستگاه باران‌نگار هر حوضه برآورد شد. درنهایت، رسوب‌دهی و فرساینده‌گی هم برای سه سال منتخب و هم برای طول دوره آماری برآورد گردید. براساس نمودارهای ترسیم‌شده و ضریب همبستگی رسوب‌دهی با فرساینده‌گی و پوشش گیاهی، روابط تحلیل شد و در انتها، زمان مناسب بهره‌برداری برای جنگل، مرتع و گیاهان زراعی مناسب که بتواند بهترین پوشش سطح زمین در دوره‌های اوج خطر فرسایش را ایجاد کند پیشنهاد گردید.

**یافته‌ها:** در کسلیان، چهار کاربری جنگل (۹۷٪)، باغ، زراعت و مرتع و در لتیان، دو کاربری مرتع (۹۴٪) و باغ غالب هستند. متوسط NDVI کسلیان ۰/۶۷ و لتیان ۰/۱۳ به‌دست آمد. در کاربری‌های مشابه، میانگین NDVI لتیان در مقایسه با کسلیان تقریباً نصف و کم‌تر اندازه‌گیری شد. در هر دو حوضه، برای تمام کاربری‌ها، NDVI در ماه‌های سرد سال به کم‌ترین حد خود می‌رسد. فرساینده‌گی، چرخه فصلی روشن و مشخصی نشان نداد که احتمالاً به‌دلیل وقوع رگبارهای فرساینده حتی در دوره‌های خشک سال است. از نظر رسوب‌دهی در حوضه کسلیان، زمان اوج سه

\* مسئول مکاتبه: ho.asadi@ut.ac.ir

سال باهم یکسان نبود. درحالی‌که اوج رسوب‌دهی هر سه سال در حوضه لتیان بدون تفاوت بارز زمانی در محدوده اوایل اسفند تا اوایل اردیبهشت هم‌زمان با ذوب برف و بارش‌های بهاری رخ داد. در حوضه کسلیان، بین مقادیر شاخص گیاهی و رسوب تولیدی، همبستگی منفی بالایی در هر سه سال آبی خشک (۰/۵۴-)، متوسط (۰/۴۵-) و مرطوب (۰/۸۵-) مشاهده شد. در مقابل در حوضه لتیان، بین شاخص گیاهی و مقدار رسوب تولیدی در هیچ‌یک از سه سال، همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین، هیچ‌گونه رابطه‌ای بین فرساینده‌ها و رسوب‌دهی خروجی حوضه‌ها مشاهده نشد. درنهایت، بر اساس چرخه زمانی رسوب‌دهی، بهترین زمان چرای مراتع و بهره‌برداری از جنگل در حوضه کسلیان، ماه‌های خرداد و تیر و در حوضه لتیان، اواسط خرداد تا اواخر شهریورماه پیشنهاد شد تا کم‌ترین خطر فرسایش خاک را در پی داشته باشد. در حوضه لتیان به دلیل رسوب‌زایی بالا، باید بر تعداد دام ورودی به منطقه و رعایت ظرفیت چرا نظارت بیش‌تری بشود. از دیدگاه خطر فرسایش و با توجه به مراحل رشد گیاهان زراعی، سویا تابستانه، کلزا و گندم و جو گیاهانی مناسب منطقه و سویا بهاره محصولی نامناسب معرفی شد.

**نتیجه‌گیری:** برای مدیریت و حفاظت خاک و جلوگیری از تولید رسوب در هر منطقه و حوضه آبخیز، ضروری است برنامه کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی و زمان بهره‌برداری از مرتع و جنگل بر مبنای چرخه فرساینده‌ها و رسوب‌دهی و به‌گونه‌ای انتخاب شود که کم‌ترین فرسایش خاک رخ دهد.

**واژه‌های کلیدی:** برنامه مدیریتی، تولید رسوب، سنجش‌ازدور، شاخص گیاهی، فرسایش خاک

## مقدمه

فرسایش خاک مهم‌ترین عامل تخریب سرزمین در سطح جهان شناخته شده است (۸). به‌منظور مدیریت صحیح حوضه‌ها و مهار فرسایش خاک و رسوب حاصله، آگاهی از میزان و تغییرات زمانی و عوامل مؤثر بر آن‌ها ضرورت دارد که متأسفانه اندازه‌گیری طولانی‌مدت از تغییرات تلفات خاک در کرت‌های فرسایش در ایران به‌ندرت انجام شده است (۴). وجود آمار طولانی‌مدت رسوب معلق حوضه‌های آبخیز که منعکس‌کننده وضعیت فرسایش خاک بالادست است، می‌تواند تا حدی این نقص را جبران کند (۳).

از میان عوامل مؤثر بر فرسایش، اثر دو عامل پوشش گیاهی و فرساینده‌ها باران به دلیل وجود تغییرات فصلی (۱۱ و ۲۰)، پیچیده‌تر است. به‌طورکلی، چنانچه در دوره‌ای از سال که فرساینده‌ها بالا است، سطوح فاقد پوشش و لخت زیاد باشد، خطر فرسایش

افزایش می‌یابد (۱۵). در مدل‌های خانواده USLE<sup>۱</sup>، روش‌هایی برای تعیین دو عامل فوق ارائه شده است. در این مدل، عامل C برای انواع پوشش گیاهی و زمان‌های مختلف طی دوره رشد از صفر برای مناطق چمنی و جنگلی با پوشش ۱۰۰ درصد تا یک برای خاک لخت، در شرایط آیش و اراضی شخم‌خورده تفاوت می‌کند (۲۰). برای ارزیابی پوشش گیاهی حوضه‌های آبخیز، محاسبه شاخص NDVI<sup>۲</sup> با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای توصیه شده است (۶ و ۲).

عامل فرساینده‌ها باران مدل USLE که با استفاده از شاخص EI<sub>30</sub> قابل‌محاسبه است، همبستگی بالایی با فرسایش خاک دارد (۱۸). اگرچه این شاخص دارای مقبولیت جهانی است، اما محاسبه آن به دلیل نیاز به داده‌های بارندگی با فاصله زمانی بسیار کوتاه، محدودیت دارد (۱۱). انتظار می‌رود در دوره‌هایی با

1- Universal Soil Loss Equation

2- Normalized Difference Vegetation Index

و سرد با متوسط دمای سالانه  $11^{\circ}\text{C}$  و متوسط بارندگی سالانه ۷۹۱ میلی‌متر است. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع حوضه به‌ترتیب ۳۱۵۸ و ۲۱۹ متر است (۷).

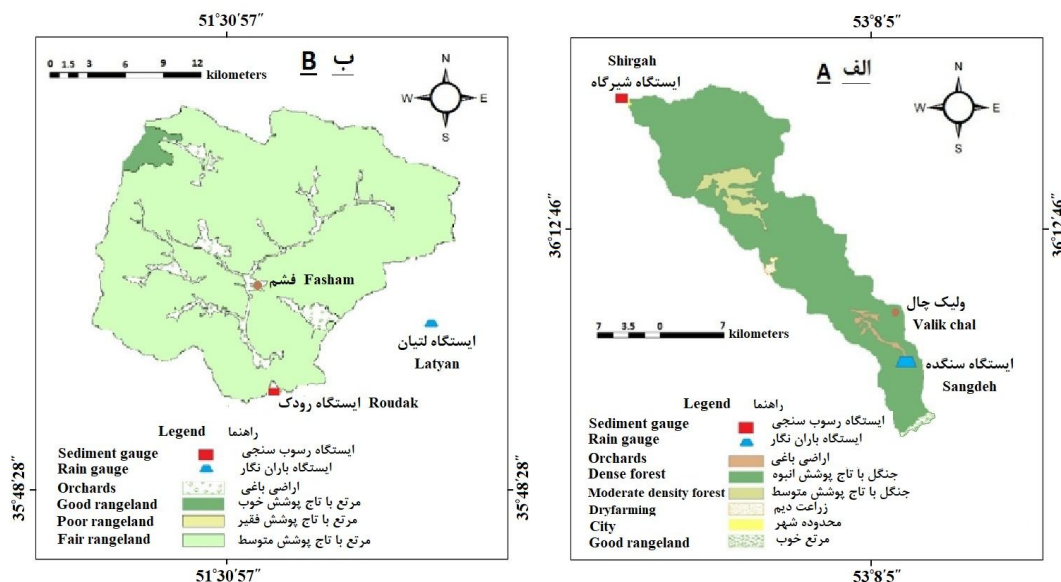
حوزه آبخیز لتیان (شکل ۱-ب) با مساحت حوضه ۴۳۲ کیلومترمربع و شیب متوسط حوضه و شیب متوسط طولانی‌ترین آبراهه به‌ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۴۴ متر در متر در دامنه جنوبی البرز قرار داد. اقلیم آن نیمه‌خشک سرد تا نیمه‌مرطوب سرد با متوسط دما و بارندگی سالانه به‌ترتیب  $10^{\circ}\text{C}$  و ۳۴۰ میلی‌متر است. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع حوضه به‌ترتیب ۴۲۷۹ متر و ۱۷۳۱ متر است (۱۶ و ۱۷).

با توجه به تفاوت پوشش گیاهی از سالی به سال دیگر و تأثیرپذیری آن از خشک‌سالی و ترسالی، با تکیه به آمار دبی سالانه در خروجی حوضه‌ها (۱۲)، سه سال خشک، مرطوب و متوسط مطابق جدول ۱ انتخاب شدند.

فرساینده‌گی بالا، چنان‌چه پوشش گیاهی نتواند به مقدار کافی خاک را حفاظت کند، رسوب‌دهی نرخ بالایی داشته باشد. بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر تغییرات زمانی پوشش گیاهی و تغییرات فصلی فرساینده‌گی در دو حوضه انتخابی در البرز شمالی و البرز جنوبی در میزان تولید رسوب و ارائه برنامه مدیریت اراضی برای کاربری‌ها و محصولات زراعی متفاوت در حفاظت خاک این دو حوزه آبخیز است.

### مواد و روش‌ها

دو حوضه کسلیان و لتیان به‌ترتیب از دامنه شمالی و جنوبی البرز که شرایط متفاوتی از نظر اقلیم، کاربری و فرسایش و رسوب دارند، انتخاب شدند. حوزه آبخیز کسلیان (شکل ۱-الف) با مساحت ۳۴۳ کیلومترمربع و شیب متوسط حوضه و شیب متوسط طولانی‌ترین آبراهه به‌ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۰۵ متر در متر در دامنه شمالی البرز واقع است. اقلیم آن نیمه‌مرطوب



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی، ایستگاه‌های رسوب‌سنجی و باران‌نگار و نقشه کاربری دو حوضه کسلیان (الف) و لتیان (ب).

Figure 1. Geographical locations, sediment and rain gauging sites, and landuse maps of Kasilian (A) and Latyan (B).

جدول ۱- سال‌های آبی منتخب و دبی آن‌ها برای اندازه‌گیری NDVI در دو حوضه کسلیان و لتیان.

**Table 1. Selected hydrological years for determining the NDVI in Kasilian and Latyan watersheds.**

سال آبی مرطوب Wet hydrological year	سال آبی متوسط Normal hydrological year	سال آبی خشک Dry hydrological year	حوضه Watershed
۸۴-۱۳۸۳ 2004-05	۸۰-۱۳۷۹ 2000-01	۸۷-۱۳۸۶ 2007-08	کسلیان Kasilian
4.03	3.81	0.93	دبی متوسط (مترمکعب بر ثانیه) Discharge (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
۸۲-۱۳۸۱ 2003-04	۸۸-۱۳۸۷ 2008-09	۸۰-۱۳۷۹ 2000-01	لتیان Latyan
11.62	6.25	3.08	دبی متوسط (مترمکعب بر ثانیه) Discharge (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )

تصویر با تناوب ۱۶ روزه دریافت و مقادیر رقومی (DN) هر تصویر استخراج شد (جمعاً ۱۳۸ تصویر برای دو حوضه). ارزش‌های استخراج‌شده در نرم‌افزار اکسل جدول‌بندی و از داده‌های خروجی میانگین‌گیری و در نهایت NDVI کل حوضه تعیین شد.

بعد از تهیه نقشه کاربری با استفاده از تصاویر لندست<sup>۲</sup>، تغییرات سالانه پوشش در هر سه سال انتخابی و در هر کاربری نیز به صورت جداگانه بررسی شد. به این منظور، با نرم‌افزار ArcGIS9.3، نقشه رستری<sup>۳</sup> کاربری اراضی به لایه پلی‌گون<sup>۴</sup> تبدیل و سپس با دستور Clip، هر کاربری را برش داده و با تطبیق روی تصاویر NDVI مودیس در زمان‌های مختلف در طول یک سال آبی، مقادیر رقومی هر پیکسل موجود در کاربری موردنظر استخراج گردید.

برای برآورد رسوب‌دهی از تلفیق منحنی سنجه حد وسط دسته‌ها و دبی روزانه جریان که کارایی آن در کشور مشخص شده بود (۴) استفاده شد. ابتدا آمار غلظت رسوب معلق لحظه‌ای و دبی جریان متناظر آن

نقشه کاربری هر دو منطقه با استفاده از تصویر سنجنده TM سال ۲۰۱۰ از روش ترکیبی طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده تهیه شد. در روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده، الگوریتم Isodata به کار رفت که در آن پیکسل‌ها بر اساس میزان روشنایی باندهای مختلف، در چند طبقه (حوضه کسلیان شش طبقه و حوضه لتیان چهار طبقه) قرار گرفتند. سپس با شناختی که از منطقه وجود داشت و با طبقه‌بندی نظارت‌شده با استفاده از الگوریتم Maximum Likelihood، طبقات شناسایی شده و صحت جداسازی واحدهای موردنظر بررسی شد (۱۳). شاخص گیاهی (NDVI) از محصولات MOD13Q1 تصاویر مودیس<sup>۱</sup> با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متری به دست آمد (۲۲). شایان‌ذکر است که از برداشت روزانه این سنجنده، تصویر کاملی تولید نمی‌شود و برای تهیه تصویر کامل هر محل، لازم است برداشت‌های پی‌درپی ۱۶ روزه در دست باشد. به همین دلیل، محصول نهایی تولیدشده را تصاویر ۱۶ روزه می‌گویند (۲۱). متناسب با اصل بیان‌شده برای هر دو حوضه مورد مطالعه، در هر یک از سه سال انتخابی (متوسط، خشک و مرطوب)، ۲۳

2- Landsat images  
3- Raster maps  
4- Polygone layer

1- Moddis images

نداشتند که احتمالاً مربوط به ضعف داده‌ها است. بنابراین تصمیم گرفته شد از ایستگاه لتیان که حداقل معرف بهتری برای ارتفاع متوسط حوضه است، استفاده شود.

درنهایت، با ترسیم منحنی تغییرات زمانی مقادیر ۱۶ روزه متغیرهای فرساینده‌گی، پوشش گیاهی و رسوب‌دهی در سه سال موردبررسی، وجود ارتباط بین چرخه فصلی آن‌ها به صورت بصری تفسیر و سپس همبستگی دو متغیره بین رسوب‌دهی با شاخص گیاهی NDVI و فرساینده‌گی به تفکیک سه سال (در سال‌های واجد آمار) بررسی شد. علاوه بر آن، چرخه زمانی میانگین پوشش گیاهی (سه سال خشک، متوسط و مرطوب) و میانگین فرساینده‌گی در نزدیک‌ترین ایستگاه (دوره آماری موجود) با میانگین رسوب‌دهی (دوره آماری موجود) در مقیاس نیم‌ماهه ترسیم و همبستگی‌ها مطالعه شد. توضیح آن‌که با توجه به دامنه متفاوت ارقام، داده‌های رسوب‌دهی و فرساینده‌گی نرمال‌سازی (بین صفر و یک) و بدون واحد شدند.

در مرحله بعد، متناسب با دوره‌ها و نقاط اوج رسوب‌دهی و فرساینده‌گی باران، برنامه مدیریتی از نظر زمان مناسب بهره‌برداری برای کاربری‌های اصلی ارائه شد. اطلاعات موردنیاز در مورد زمان بهره‌برداری از کاربری‌های مرتع و جنگل و نوع محصولات منتخب زراعی و مراحل رشد آن‌ها از کارشناسان محلی به دست آمد. شایان‌ذکر است که برای گیاهان زراعی شش مرحله رشد شامل ۱- آیش (شخم)، ۲- بستر بذر (بستر بذر تا ۱۰٪ پوشش گیاهی)، ۳- استقرار گیاه (از ۱۰٪ تا ۵۰٪ پوشش)، ۴- توسعه گیاه (از ۵۰٪ تا ۷۵٪ پوشش)، ۵- رسیدن (از ۷۵٪ پوشش تا برداشت) و ۶- کاه و کلش (از زمان برداشت تا شخم) تعیین شده است (۲۰). مرحله‌های شخم و بستر بذر، دو دوره بسیار حساس به فرسایش

از وزارت نیرو اخذ و در صورتی که نقصی در داده‌های غلظت متوسط (CM) وجود داشت، با برقراری رابطه رگرسیونی با غلظت نقطه‌ای رسوب معلق (CF) برطرف گردید. به طوری که درنهایت، تعداد داده‌های مناسب غلظت رسوب معلق و دبی جریان در ایستگاه شیرگاه (حوضه کسلیان) ۵۴۷ جفت و در ایستگاه رودک (حوضه لتیان) ۱۰۸۲ جفت به دست آمد. از این داده‌ها برای ترسیم منحنی سنجه رسوب و توسعه معادله رگرسیونی مربوطه استفاده شد که در ادامه بر اساس این معادله و آمار دبی روزانه جریان، رسوب‌دهی بازه‌های زمانی کوتاه موردنظر برآورد شد. برای محاسبه عامل فرساینده‌گی باران دو حوضه کسلیان و لتیان، از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه باران‌نگار (به ترتیب سنگده و لتیان) استفاده شد. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، ایستگاه سنگده داخل حوضه و ایستگاه لتیان خارج حوضه قرار دارند. در ایستگاه سنگده، ۶۹ و در ایستگاه لتیان، ۷۰ رویداد ثبت شده به ترتیب در مدت ۸ و ۱۱ سال در اختیار قرار گرفت که با استفاده از دستورالعمل RUSLE (۲۰)، فرساینده‌گی هر رویداد محاسبه و سپس توزیع زمانی آن در بازه‌های زمانی کوتاه تعیین شد. شایان ذکر است که داده‌های فرساینده‌گی موجود، فقط سال متوسط لتیان و سال‌های مرطوب و خشک کسلیان را پوشش داد و در سه سال دیگر داده‌ای در دسترس قرار نگرفت.

لازم به توضیح است که در این پژوهش، آمار همه ایستگاه‌های باران‌نگار داخل و مجاور حوضه‌ها (به عنوان مثال در حوضه لتیان آمار ایستگاه‌های امامه، لتیان و رندان) اخذ و بررسی شد. ایستگاه‌های باران‌نگار امامه و لتیان هر دو نه سال داده داشتند و هر دو ایستگاه در سال آبی متوسط انتخابی (یعنی ۱۳۸۷-۸۸) فاقد داده بودند. به علاوه رگبارهای ثبت شده برای ایستگاه‌های مذکور هماهنگی لازم را

هستند زیرا سطح لخت خاک در معرض برخورد مستقیم قطرات باران قرار می‌گیرد؛ بنابراین در انتخاب محصول، باید گیاهانی انتخاب شوند که در این دوره، خطر فرسایش کم باشد.

### نتایج و بحث

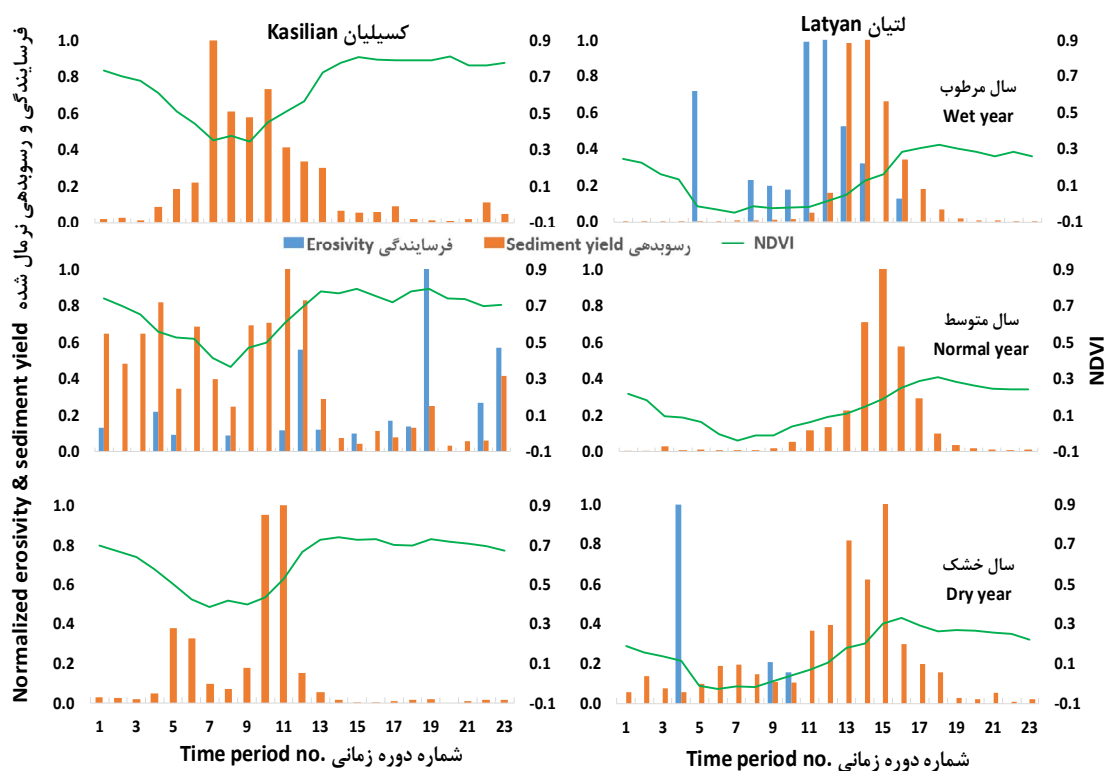
مطابق شکل ۱، کاربری اصلی در حوضه‌های کسپلیان و لتیان به ترتیب جنگل و مرتع است. دو کاربری در حوضه‌های مذکور به تنهایی بالغ بر ۹۷ و ۹۴ درصد از سطح حوضه را تحت پوشش دارند. در حوضه کسپلیان، بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص پوشش گیاهی به ترتیب مربوط به جنگل (۰/۶۴) و مرتع (۰/۲۳) است و کاربری‌های باغ (۰/۵۰) و زراعت دیم (۰/۵۷) بین این دو قرار می‌گیرد. در حوضه لتیان، میانگین NDVI دو کاربری مرتع و باغ به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۲۱ و تقریباً نصف و کم‌تر از کاربری‌های متناظر در کسپلیان است. میانگین NDVI حوضه‌های کسپلیان و لتیان به ترتیب ۰/۶۷ و ۰/۱۳ به دست آمد که فراوانی سطوح لخت و فاقد پوشش گیاهی در حوضه لتیان را مشخص می‌کند.

حداکثر فرسایش‌دهی برای یک رویداد در ایستگاه‌های سنگده و لتیان به ترتیب ۸۸/۲ (رخ داده در نیمه اول تیر) و ۸۰/۴ (رخ داده در نیمه اول آبان)  $\text{MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}$  و میانگین فرسایش‌دهی رویدادهای فرسایش‌دهنده این دو ایستگاه به ترتیب ۱۳/۶ و ۱۳/۰  $\text{MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}$  محاسبه شد که نشان می‌دهد رگبارهای دو منطقه از نظر قدرت فرسایشی مشابه هستند.

متوسط رسوب‌دهی معلق سالانه و رسوب‌دهی معلق ویژه برای حوضه کسپلیان به ترتیب ۸۰,۹۴۴ تن

در سال و ۲۳۷ تن بر کیلومتر مربع در سال و برای حوضه لتیان به ترتیب ۴۶۶,۴۱۳ تن در سال و ۱۰۸۲ تن بر کیلومتر مربع به دست آمد. ثبت حداکثر غلظت رسوب معلق در تاریخ ۱۳۵۱/۲/۲۰، به مقدار ۵۱/۴۲ گرم در لیتر در ایستگاه شیرگاه (خروجی کسپلیان) در مقابل ۳۰۰/۴۸ گرم در لیتر در ایستگاه رودک (خروجی لتیان) در تاریخ ۱۳۵۴/۲/۲۳، نکته جالب توجهی است. با توجه به شباهت فرسایش‌دهی رگبارهای دو منطقه، غلظت رسوب حدود شش برابری لتیان در مقایسه با کسپلیان با بیش از پنج برابر بودن میانگین وزنی NDVI کسپلیان نسبت به لتیان هماهنگی دارد.

در شکل ۲، منحنی تغییرات زمانی میانگین NDVI، رسوب‌دهی و فرسایش‌دهی ۱۶ روزه دو حوضه در سه سال منتخب، ارائه شده است. دامنه تغییرات NDVI در کسپلیان از ۰/۳۵ تا ۰/۸ و در لتیان از ۰/۰۵- تا ۰/۳ تغییر می‌کند. به طوری که با کاهش دما و آغاز فصل سرد، NDVI کاهش و با افزایش دما و ورود به فصل گرم افزایشی بوده است. اخوان و همکاران (۲۰۱۸) نیز سری زمانی NDVI را ابزاری مناسب برای نشان دادن مراحل فنولوژی و فصل رویش گیاهان معرفی کرده‌اند (۲). دوره سرد در کسپلیان، از آذر تا اسفند و در لتیان، از اواخر آبان تا اواسط فروردین طول می‌کشد. در کسپلیان، NDVI در اردیبهشت به اوج می‌رسد. (۰/۸) که این وضعیت تا مهر کم‌ویش ادامه دارد و کم‌ترین مقدار شاخص (۰/۳۵) در ماه‌های بهمن و دی رخ می‌دهد. در هر سه سال، نقاط اوج و نقاط افت شاخص به دلیل کاربری غالب منطقه (جنگل)، تقریباً یکسان است.



شکل ۲- تغییرات زمانی شاخص گیاهی، رسوب‌دهی و فرساینده‌گی در سه سال آبی خشک، مرطوب و متوسط در حوضه‌های کسلیان و لتیان.

Figure 2. Temporal changes of vegetation index, sediment yield and erosivity in dry, wet and normal water years in Kasilian and Latyan watersheds.

در هر سه سال مورد مطالعه، زمان اوج رسوب‌دهی تقریباً یکسان در اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت رخ داده است که عمدتاً مربوط به زمان ذوب برف است. در این دوره، شاخص پوشش گیاهی هنوز به حد اوج خود در خردادماه نرسیده است. در سال خشک حوضه لتیان مقدار رسوب منتقل شده نسبت به سال‌های مرطوب و متوسط کم‌تر بوده ولی نوسانات بسیار زیادی مشاهده می‌شود. این نوسانات می‌تواند به این دلیل باشد که در سال خشک، مقدار دبی هم کم بوده و با رخداد یک دبی زیاد در هر دوره، رسوب نیز نوسانات شدیدی را نشان می‌دهد که در پژوهش آذرخشی و همکاران (۲۰۱۷) نیز مشاهده شده است (۵).

در حوضه لتیان (شکل ۲) نیز افزایش NDVI با شروع فصل رویش در بهار مشاهده می‌شود که در خرداد به حداکثر می‌رسد. سپس تا شهریور با شیب کم و پس‌از آن با شیب تندتر تقلیل می‌یابد تا در آذر و دی به حداقل خود برسد. زمانی که شاخص مذکور به کمینه خود می‌رسد، با دوره یخبندان انطباق دارد.

توزیع زمانی رسوب‌دهی در حوزه آبخیز کسلیان (شکل ۲، سمت چپ) در سه سال مورد بررسی یکسان نیست. دوره اوج رسوب‌دهی از اواخر پاییز تا اواخر زمستان تفاوت دارد و عمدتاً بر دوره‌ای با کم‌ترین شاخص پوشش گیاهی منطبق است. رسوب‌دهی کسلیان از اردیبهشت تا اواخر پاییز مقداری حداقل و کم‌وبیش ثابت دارد. در حوضه لتیان

همان‌طور که قبلاً بیان شد، داده‌های فرساینده‌گی برای سال متوسط در ایستگاه سنگده (حوضه کسپلیان) و سال‌های مرطوب و خشک در ایستگاه لتیان (حوضه لتیان) در دسترس بود که در شکل ۲ دیده می‌شود. بررسی هر سه منحنی نشان می‌دهد که هماهنگی بین فرساینده‌گی و رسوب‌دهی وجود ندارد. دلیل احتمالی این عدم هماهنگی، نقطه‌ای بودن داده‌های فرساینده‌گی و معرف نبودن یک ایستگاه برای کل حوضه است. شایان‌ذکر است که در بخشی از پژوهش مرتبط دیگر (۹ و ۱۰)، ثابت شده بود که بین میانگین درازمدت رسوب‌دهی ماهانه و میانگین درازمدت فرساینده‌گی ماهانه حوضه‌های کسپلیان و لتیان همبستگی وجود ندارد. بررسی مجموعه داده‌های فرساینده‌گی موجود دو ایستگاه سنگده و لتیان (حدود ۱۰ سال) چرخه فصلی مشخص و ثابتی را نشان نداد. به نظر می‌رسد احتمال وقوع رگبارهای موضعی حتی در دوره‌های خشک سال وجود دارد. متأسفانه، علاوه بر تعداد کم ایستگاه‌های باران‌نگار در مناطق کوهستانی و کافی نبودن دوره آماری آن‌ها، روش مناسبی نیز برای تعمیم داده‌های فرساینده‌گی رگبارهای یک ایستگاه به سطح حوضه‌هایی مثل کسپلیان و لتیان با ۳۰۰۰ متر اختلاف ارتفاع وجود ندارد؛ زیرا علاوه بر تفاوت در مقدار بارش، نوع بارش نیز تغییر می‌کند.

جدول ۲، نتایج بررسی همبستگی بین NDVI و فرساینده‌گی با رسوب‌دهی ۱۶ روزه در سه سال آبی موردبررسی در دو حوضه کسپلیان و لتیان را نشان می‌دهد. مقدار همبستگی در حوضه کسپلیان بسیار

بالاتر از حوضه لتیان است. از نظر آماری، ضریب همبستگی دو سال خشک و مرطوب حوضه کسپلیان به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند. ضریب همبستگی سال متوسط این حوضه نیز کمی از سطح معنی‌داری در سطح ۵٪ (۰/۴۹۵) کوچک‌تر است. در مقابل ضریب همبستگی هر سه سال مورد مطالعه در حوضه لتیان غیرمعنی‌دار شده است. علامت منفی، نشانه اثر حفاظتی پوشش گیاهی در کاهش مقدار رسوب است که در هر سه سال موردبررسی در کسپلیان و سال مرطوب لتیان انعکاس یافته است. همبستگی منفی NDVI با تولید رسوب بیانگر این موضوع است که با وجود پوشش گیاهی مطلوب، مقدار هدررفت خاک از حوضه کاهش می‌یابد. مقصودی و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأثیر پوشش گیاهی پرتراکم‌تر مانند اراضی جنگلی، باغی و آبی بر کاهش میزان فرسایش آبی را در حوضه رزین کرمانشاه نشان دادند. به‌گونه‌ای که با حذف فاکتور C در مدل RUSLE، شدت فرسایش به مقدار ۳۵/۴ درصد افزایش یافت (۱۴). در دو سال خشک و متوسط لتیان، برخلاف انتظار، همبستگی مثبت بین رسوب‌دهی و شاخص پوشش گیاهی مشاهده می‌شود. پنهان ماندن اثر کاهنده پوشش گیاهی احتمالاً ناشی از تنک بودن زیاد پوشش گیاهی در اکثر ماه‌ها و تحت تأثیر دیگر عوامل مؤثر بر فرسایش است. مطابق جدول ۳، همبستگی فرساینده‌گی با رسوب‌دهی معنی‌دار نیست که تأییدی بر معرف نبودن ایستگاه‌ها برای مساحت کل حوضه و طبقات ارتفاعی آن است.



جدول ۲- ضریب همبستگی بین NDVI و فرساینده‌گی با میزان تولید رسوب حوضه‌های مورد مطالعه در سه سال آبی خشک، متوسط و مرطوب.

**Table 2. The correlation coefficient between NDVI and sediment yield in studied watersheds for dry, normal and wet hydrological years.**

لتیان (Latyan)		کسیلیان (Kasilian)		سال آبی
Erosivity	NDVI	Erosivity	NDVI	Hydrological year
-0.17 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	-	-0.54*	خشک (Dry)
-	0.21 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	-0.45 <sup>ns</sup>	متوسط (Normal)
0.20 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-	-0.85**	مرطوب (Wet)

\* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (Significant difference at 5% level)

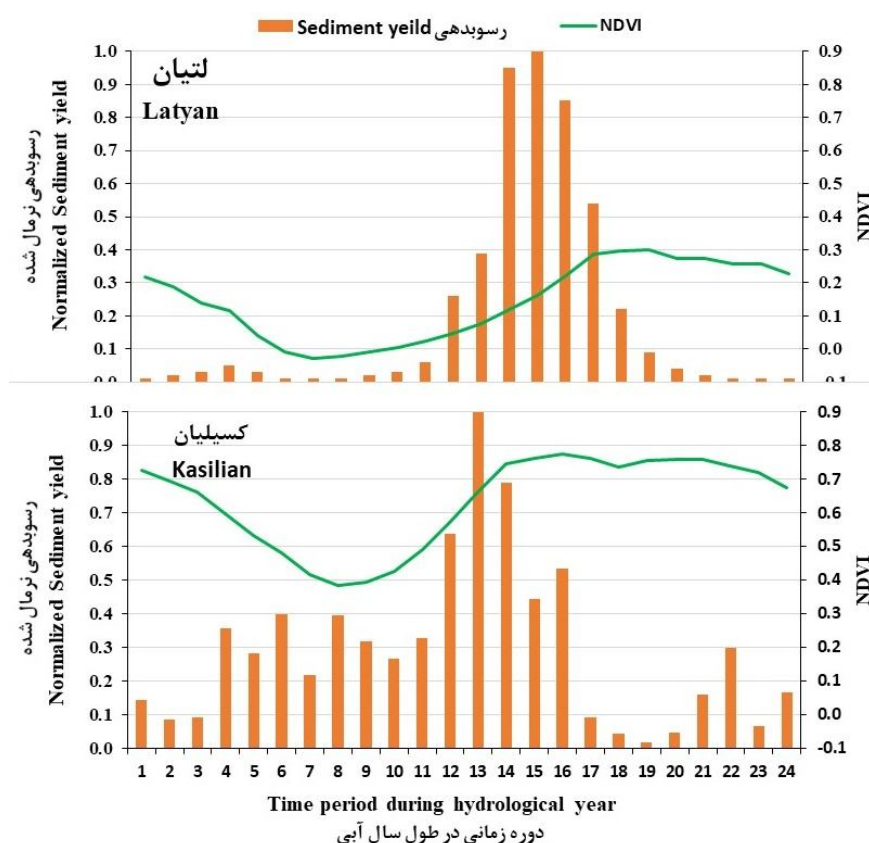
\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (Significant difference at 1% level)

<sup>ns</sup> غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (Non significant at 5% level)

بارش در طول سال، فصول دیگر نیز سهم قابل توجهی در انتقال رسوب دارند. همبستگی متوسط رسوب‌دهی و NDVI در حوضه‌های کسیلیان و لتیان به ترتیب ۰/۱۴- و ۰/۱۴ و غیرمعنی‌دار به دست آمد. علامت منفی در مورد کسیلیان معرف اثر کاهش پوشش در فرسایش و تولید رسوب است. در حالی که همبستگی مثبت بین میانگین رسوب‌دهی و شاخص پوشش گیاهی در لتیان همانند آن‌چه در بخش قبلی برای سه سال آبی ذکر شد، به احتمال زیاد نشانه پنهان ماندن اثر کاهش پوشش گیاهی به دلیل سایر عوامل مؤثرتر بر فرسایش است.

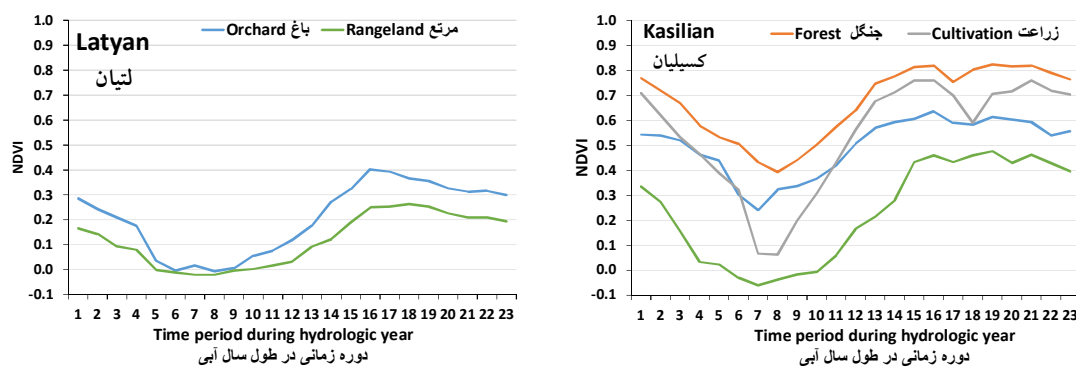
منحنی تغییرات زمانی میانگین NDVI به تفکیک کاربری‌های منابع طبیعی و کشاورزی در شکل ۴ ترسیم شده است. بیش‌ترین دامنه اختلاف NDVI در طول سال در حوضه کسیلیان به کاربری زراعت (۰/۷۰) تعلق دارد و پس از آن مرتع (۰/۵۴)، جنگل و باغ (۰/۴) قرار گرفته‌اند. در حوضه لتیان، دامنه اختلاف NDVI کاربری‌های باغ و مرتع به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۲۸ است.

با توجه به نتایج ضعیف رابطه فرساینده‌گی با رسوب‌دهی، در ادامه ارتباط توزیع زمانی پوشش گیاهی و رسوب‌دهی با میانگین‌گیری از کل داده‌های جمع‌آوری شده بررسی شد که نتایج آن در شکل ۳ آمده است. در این شکل، داده‌های پوشش از میانگین سه سال خشک، متوسط و مرطوب مورد مطالعه و داده‌های رسوب‌دهی از کل داده‌های موجود برای دو حوضه (تشریح شده در قسمت مواد و روش‌ها) به دست آمده است. ملاحظه می‌شود در هر دو حوضه، بیش‌ترین مقدار رسوب‌دهی در دوره‌هایی قبل از رسیدن پوشش گیاهی به بالاترین تراکم اتفاق می‌افتد. در کسیلیان، ۳۴ درصد از رسوب در نیمه دوم اسفند و فروردین‌ماه و در لتیان، ۶۰ درصد از رسوب در نیمه دوم فروردین و اردیبهشت‌ماه خارج شده است. به بیان دیگر، در حوضه لتیان ۴۰ درصد باقیمانده رسوب و در حوضه کسیلیان ۶۶ درصد باقیمانده رسوب در ۲۱ دوره نیم ماهه دیگر انتقال می‌یابد. همان‌طور که بیان شد، عمده رسوب حوضه لتیان مربوط به بارش‌های بهاره هم‌زمان با دوره ذوب برف است ولی در حوضه کسیلیان، به دلیل آب‌وهوای شبه‌مدیترانه‌ای و وقوع



شکل ۳- تغییرات زمانی متوسط شاخص گیاهی و رسوبدهی در حوضه‌های کسلیان و لتیان.

Figure 3. Temporal changes of average vegetation index and sediment yield in Kasilian and Latyan watersheds.



شکل ۴- تغییرات زمانی متوسط شاخص گیاهی به تفکیک کاربری‌ها در حوضه‌های کسلیان و لتیان.

Figure 4. Temporal changes of average vegetation index for different landuses in Kasilian and Latyan watersheds.

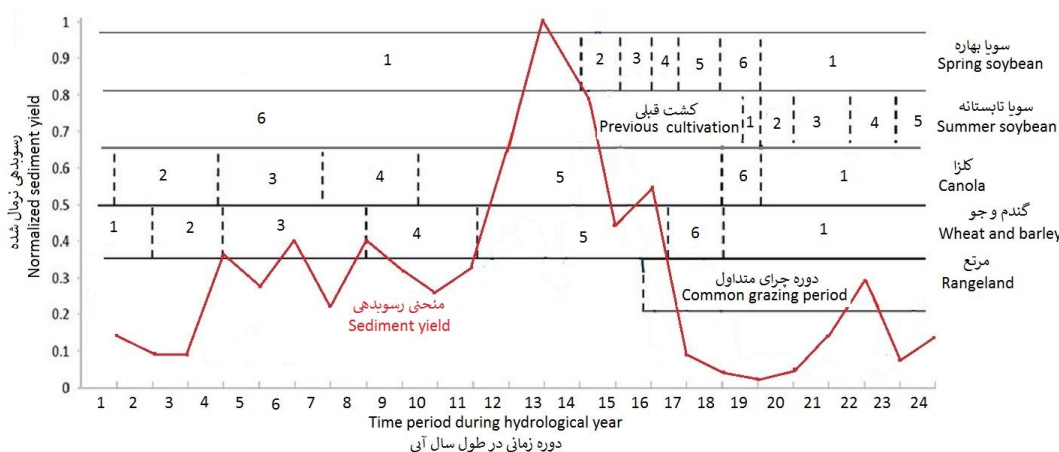
حوضه کسلیان، کاربری جنگل نزدیک به ۹۷ درصد از حوضه را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر بهره‌برداری از جنگل‌ها ممنوع است (۱۵). ولی در صورت ضرورت، کم‌خطرترین زمان برای

برای ارائه برنامه مدیریتی، از نظر زمان مناسب بهره‌برداری از جنگل و مرتع و انتخاب محصولات زراعی متناسب با دوره‌ای کم‌خطر از نظر تولید رسوب از مجموعه داده‌های موجود استفاده شد. در

جو گیاهانی مناسب منطقه و سویا بهاره محصولی نامناسب به شمار می‌رود. به‌طورکلی گیاهان پوششی نظیر گندم و جو که سبب حفاظت بهتر خاک می‌شوند و بر خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک نیز تأثیر بیش‌تری دارند (۱) با ارزش‌تر از گیاهان ردیفی مانند سویا هستند. تراکم کشت و فاصله ردیف‌ها نیز رسیدن به حد بهینه عامل پوشش گیاهی مؤثر هستند (۱۹). یکی دیگر از محصولات زراعی متداول حوضه، برنج است که در زمین‌های مسطح و در داخل کرت‌ها کشت می‌شود. اگرچه، مقداری فرسایش پاشمانی در این مزارع رخ می‌دهد، هدررفت خاک در این مزارع بسیار ناچیز است. مطابق گزارش کارشناسان، زمان بهره‌برداری مرتع در کسلیان از اواخر اردیبهشت تا اواخر شهریور است. با توجه به وضعیت رسوب‌دهی، به‌نظر می‌رسد ماه‌های خرداد و تیر کم‌خطرترین دوره بهره‌برداری از نظر فرسایش باشد.

بهره‌برداری جنگل با توجه به چرخه زمانی رسوب‌دهی طولانی‌مدت، ماه‌های خرداد و تیر و نیمه دوم مهر و نیمه اول آبان پیشنهاد می‌شود. البته، چون زمان کافی برای تجدید پوشش در پاییز وجود ندارد، ماه‌های خرداد و تیر تنها زمان مناسب خواهند بود.

شکل ۵، مراحل شش‌گانه رشد برای چهار محصول زراعی متداول در حوضه کسلیان و دوره بهره‌برداری مرتع در این حوضه را بر اساس اطلاعات کسب‌شده از کارشناسان محلی نشان می‌دهد. در زمان اوج رسوب‌دهی حوضه، محصولات کلزا و گندم و جو پاییزه در مرحله پنجم رشد یعنی مرحله رسیدن هستند که در آن محصول بیش از ۷۵٪ پوشش دارد. در مقابل، به هنگام اوج رسوب‌دهی، سویا بهاره مرحله اول رشد یعنی مرحله شخم را می‌گذراند که از شخم اولیه (بعد از برداشت محصول) تا شخم ثانویه (قبل از کشت) را شامل می‌شود؛ بنابراین، از دیدگاه ایجاد خطر فرسایش، سویا تابستانه، کلزا و گندم و



شکل ۵- مرحله‌های رشد چهار محصول زراعی و دوره بهره‌برداری مرتع در حوضه کسلیان.

Figure 5. Growth stages of four crops and the period of rangeland exploitation in the Kasilian basin.

می‌رسد برای اثربخش‌تر شدن نقش پوشش گیاهی در کاهش رسوب‌دهی حوضه‌ها در البرز جنوبی، باید مقدار پوشش گیاهی افزایش یابد به طوری که علاوه بر حفاظت مستقیم، با اثر بر ماده آلی خاک در طولانی‌مدت سبب افزایش نفوذ و کاهش رواناب شود. برنامه بهره‌برداری کاربری‌های مرتع و جنگل هر دو حوضه از دیدگاه کاهش خطر فرسایش در ایام کم‌رسوب پیشنهاد شد. همچنین، گیاهان زراعی مناسب براساس بررسی مراحل رشد طوری انتخاب شدند که در دوره‌های بالابود خطر فرسایش و رسوب‌دهی، سطح زمین بیش‌ترین پوشش را داشته باشد. یکی از محدودیت‌های این پژوهش، عدم امکان تعمیم اطلاعات فرساینده‌گی یک ایستگاه به کل طبقات ارتفاعی حدود ۳۰۰۰ متری دو حوضه کوهستانی مورد مطالعه بود. پیشنهاد می‌شود در خصوص روش‌های تعمیم اطلاعات زمانی تغییرات فرساینده‌گی از یک (چند) ایستگاه به طبقات ارتفاعی حوضه، پژوهش شود.

### تقدیر و تشکر

از سرکار خانم دکتر بهجت تاج‌الدین برای ویراستاری مقاله سپاسگزاری می‌شود.

### داده‌ها و اطلاعات

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد و بر مبنای داده‌ها و اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی، رسوب‌سنجی و تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد.

### تعارض منافع

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

طبق شکل ۱، کاربری مرتع بیش‌ترین مساحت را در حوضه لتیان دارد. زمان بهره‌برداری از مراتع در حوضه لتیان از اواسط خرداد تا اواخر شهریورماه است و قبل از شروع سرمای منطقه، دام‌ها از مراتع خارج می‌شوند؛ بنابراین، زمان بهره‌برداری از مراتع با دوره اوج رسوب‌دهی تداخلی ندارد. در هر حال، به دلیل رسوب‌زایی بالای حوضه توصیه می‌شود که بر تعداد دام ورودی به منطقه و رعایت ظرفیت چرا، دقت بیشتری اعمال شود.

شخم سالانه باغ‌ها که در فصل بهار به منظور از بین بردن علف‌های هرز و تهویه بهتر خاک اجرا می‌شود، معمولاً در اواخر اسفند و اوایل فروردین قبل از بیدار شدن درختان صورت می‌گیرد که با دوره شروع افزایش رسوب‌دهی هر دو حوضه انطباق دارد. توجه بیش‌تر به تحکیم پشته‌ها و سکوها برای حفظ رواناب و نفوذ آن در محل ضرورت دارد. به دلیل ناچیز بودن سطح کشت محصولات زراعی در حوضه لتیان، در این خصوص توصیه‌ای ارائه نشد.

### نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی تلاش شد تا بر اساس تغییرات فصلی پوشش گیاهی، نوسانات رسوب‌دهی و فرساینده‌گی باران در البرز شمالی و جنوبی، برنامه مناسب بهره‌برداری پوشش گیاهی و زراعی برای کاهش خطر فرسایش ارائه شود. تنها رابطه معنی‌دار مشاهده شده مربوط به تغییرات زمانی پوشش گیاهی و تولید رسوب در حوضه کسلیان بود. فقدان همبستگی تغییرات زمانی پوشش گیاهی و تولید رسوب در حوضه لتیان به دلیل تنگ بودن پوشش گیاهی و عدم مشاهده رابطه بین فرساینده‌گی و رسوب‌دهی در هر دو حوضه به علت نقطه‌ای بودن داده‌های فرساینده‌گی و معرف نبودن آن برای کل حوضه است. به نظر

منابع

1. Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., and Ghavidel, A. 2020. Investigating the short time effect of cover crops on biophysical properties of soil. *J. Water Soil Cons.* 26: 6. 277-290. DOI: 10.22069/jwsc.2019.16172.3145.
2. Akhavan, H., Amoushahi, S., and Setudeh, A. 2018. An investigation on the same type of vegetation NDVI changes in different temperature levels of the mountain (Case study: ShirKouh mountains). *Human & Environment.* 16: 1. 37-50. (In Persian)
3. Arabkhedri, M. 2005. A study on the suspended sediment yield in river basins of Iran. *Iran. J. Water Resour. Res.* 1: 2. 51-60. (In Persian)
4. Arabkhedri, M., Hakimkhani, S., and Varvani, J. 2004. The validity of extrapolation methods in estimation of annual mean suspended sediment yield (17 Hydrometric stations). *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 11: 3. 123-131. (In Persian)
5. Azarakhshi, M., Mosaedi, A., Bashiri, M., and Ojaghloo Shahabi, R. 2017. Effects of precipitation and landuse changes on sediment yield (case study: Senobar watershed- Torbat Heydarieh). *Iran-Watershed Management Science & Engineering.* 11: 37. 25-33. (In Persian)
6. Bagherzadeh, A., Vosugh Hoseini, A., and Homami Totmaj, L. 2020. The effects of climate change on normalized difference vegetation index (NDVI) in the Northeast of Iran. *Modeling Earth Systems and Environment.* 6: 671-683. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00724-x>.
7. Chidaz, A., Mohseni Saravi, M., and Vafakhah, M. 2009. Evaluating the HEC\_HMS model for estimating flood hydrograph in Kasilian basin. *Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi).* 84: 59-71. (In Persian)
8. Duan, X., Bai, Z., Rong, L., Li, Y., Ding, J., Tao, Y., Li, J., Li, J., and Wang, W. 2020. Investigation method for regional soil erosion based on the Chinese Soil Loss Equation and high-resolution spatial data: Case study on the mountainous Yunnan Province, China. *Catena.* 184p.
9. Gerami, Z. 2014. The effect of seasonal cycle of rainfall erosivity on temporal variation of suspended sediment load. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Guilan University. (In Persian)
10. Gerami, Z., Arabkhedri, M., Asadi, H., and Bayat, R. 2015. The influence of rainfall erosivity temporal variation on suspended sediment load seasonality (Case study: Kasilian basin). *J. Water. Manage. Res.* 7: 14. 167-176. (In Persian)
11. Gu, Z., Feng, D., Duan, X., Gong, K., Li, Y., and Yue, T. 2020. Spatial and temporal patterns of rainfall erosivity in the Tibetan Plateau. *Water,* 12: 200. 1-19.
12. Hakimkhani, Sh. 1998. Developing a multivariate regression model based on the factors affecting suspended sediment yield of Lake Urmia watersheds, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University. (In Persian)
13. Hayes, D.J., and Sader, S.A. 2001. Change detection techniques for monitoring tropical forest clearing and vegetation regrowth in a time series. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* 67: 1067-1088.
14. Maghsoudi, M., Goorabi, A., and Darabi shahmari, S. 2013. The study of effect of vegetation cover factor on the water erosion case study: Rasin basin. *Quar. J. Environ. Eros. Res.* 12: 43-57.
15. Mehrnews.com/xHdb2
16. Ravanbakhsh, H., Marvi Mohajer, M.R., Zahedi, Gh., and Shirvani, A. 2010. Forest typology in relation with altitude gradient on southern slopes of central Alborz Mountains (Latyan dam watershed). *J. For. Wood Prod. Iran. J. Natur. Resour.* 64: 1. 9-22. (In Persian)
17. Razmjoo, P., Biroodian, N., and Charkhabi, A.M. 2004. Appointing efficiency of MPSIAC model for determination of sediment yield in southern region of Alborz Range. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 11: 2. 137-146. (In Persian)

18. Rosewell, C. 1996. A robust estimator of the R factor for the universal Soil Loss Equation. Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers. 39: 2. 559-561.
19. Vaezi, A.R., Bagheri, M., and Khanjani Safdar, A.R. 2020. Effect of seed density and row spacing of rainfed wheat on the USLE C-factor in a semi-arid region, Zanjan province. J. Water Soil Cons. 26: 6. 263-276. DOI: 10.22069/jwsc.2020.14850.2991
20. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook, No. 537. US Department of Agriculture, Washington DC.
21. [www.daac.ornl.gov](http://www.daac.ornl.gov)
22. [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)



## Application of vegetation cover seasonality, temporal variation of rainfall erosivity and sediment yield for land utilization planning

M. Arabkhedri<sup>1</sup>, \*H. Asadi<sup>2</sup>, F. Eslami<sup>3</sup>, Z. Gerami<sup>3</sup> and M. Vazifehdoost<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization,

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, University of Tehran,

<sup>3</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Guilan,

<sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Guilan

Received: 05.10.2020; Accepted: 11.02.2020

### Abstract

**Background and Objectives:** Erosion, sediment yield (SY) as well as rainfall erosivity and vegetation cover show seasonality during a year. Basically, most SY occurs during high erosivity and poor soil cover periods. Therefore, in selecting crop and vegetation management programs at the basin level, it is necessary to understand the temporal changes of erosivity and SY.

**Materials and Methods:** Two watersheds, Kasilian in Northern Alborz and Latyan in Southern Alborz were selected and their landuse maps were extracted. Then, spatiotemporal variations of NDVI for three hydrological years including dry, normal and wet years, were derived bimonthly from MODIS data. For estimating suspended sediment, a combination of sediment rating curve and average daily discharge records was used. Erosivity factor,  $EI_{30}$ , was calculated in the nearest gauging sites for both basins based on 1-minute interval rain records. Simultaneous to the NDVI, suspended SY and rainfall erosivity were computed. Then, based on the correlation of SY with erosivity and vegetation, the relationship was analyzed and finally, the appropriate time of exploitation for forests, rangelands and suitable crops with best ground cover during the erosion risk peaks was proposed.

**Results:** In Kasilian, four main landuses were forest (97%), orchards, croplands and rangeland, and in Latyan, two landuses of rangeland (94%) and orchards were dominant. The average NDVI of Kasilian and Latyan were 0.67 and 0.13, respectively. However, the NDVI of similar landuses was measured to be about half and less in Latyan than Kasilian. For all landuses, NDVI reaches its lowest value in the colder months. Erosivity did not indicate a clear seasonal cycle, possibly due to occurring erosive storms even during the dry periods. The peaks of the SY did not occur at the same period of time in the studied years in Kasilian basin; while, for Latyan basin, the peaks were concurrent with snow melting and precipitation in the beginning of spring in all three years. In studied dry, normal and wet years, high negative correlations (-0.54, -0.45 and -0.85 respectively) were found between the NDVIs and SYs in Kasilian basin. In contrast, no significant correlation was observed between the two aforementioned factors in the studied years of Latyan basin. There was also no correlation between erosivities and basin SYs. Finally, according to the SY cycle, June and July were proposed as the best time for grazing of rangelands and exploiting the forests in Kasilian basin, and early June to September were proposed in the Latyan basin to minimize the risk of erosion.

\* Corresponding Author; Email: ho.asadi@ut.ac.ir

Due to the high sediment production in the Latyan basin, the number of livestock entering the area and the capacity of the grazing should be more closely monitored. From the point of view of erosion risk, summer Soybeans, Canola and Wheat and Barley, were introduced as suitable and spring Soybeans as unsuitable crops for Kasilian based on to their growth stages.

**Conclusion:** For soil conservation and management and sediment yield prevention, it is essential agricultural products and the time of exploitation of rangelands and forests be planned and managed based on the erosivity and sediment yield cycles in a way to limit soil erosion.

**Keywords:** Management plan, Remote sensing, Seasonality, Sediment yield, Vegetation index