

## مقدمه

امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع می‌گردد و از این راه خسارت زیاد و جبران‌ناپذیری به جا می‌گذارد، بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سد‌ها، بنادر و کاهش ظرفیت آب‌گیری آن‌ها نیز زیان‌های فراوانی را سبب می‌گردد [۱۴]. با توجه به مسائل ذکر شده، جلوگیری از وقوع فرسایش، یکی از مهم‌ترین عوامل جهت حفاظت از منابع طبیعی به شمار می‌رود [۱۵]. معروف‌ترین مدل برآورد فرسایش آبی مدل جهانی تلفات یا هدر رفت خاک<sup>۵</sup> (USLE) می‌باشد. آخرین و بهترین فرمول برای تخمین فرسایش خاک فرمول ویشمایر و اسمیت است که پس از حدود ۳۰ سال مطالعه در مورد فرسایش آبی در ۴۶ ایستگاه تحقیقاتی در ۲۶ ایالت مختلف آمریکا با شرایط مختلف جغرافیایی و آب و هوایی و با در نظر گرفتن نتایج بررسی‌های دیگران به دست آمده است [۱۴]. مدل USLE، فرسایش خاک را به صورت ترکیبی از شش عامل فرساینده گیاهی باران، فرسایش پذیری خاک، طول و درجه شیب، سیستم کشت و عوامل مدیریتی پیش‌بینی و در اراضی کشاورزی به کار می‌رود [۲۵]. مطالعات بعدی نشان داد که این مدل نارسائی‌هایی دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها عدم استفاده از آن در سطح حوزه آبخیز می‌باشد. این تحقیقات در سال‌های بعد منجر به توسعه این مدل با نام مدل توسعه یافته جهانی فرسایش خاک<sup>۶</sup> (RUSLE) گردید [۱۶]. مدل RUSLE برای ارزیابی فرسایش خاک در حوضه‌های وسیع و در کاربری‌های مختلف از جمله جنگل، مرتع و دیگر نواحی کاربرد دارد [۲۲]. در این مدل توسعه یافته امکان برآورد دقیق‌تری از عوامل فرساینده گیاهی باران (R)، فرسایش‌پذیری خاک (K)، طول و درجه شیب (LS)، پوشش گیاهی (C)، و عوامل حفاظتی (P) و در نهایت فرسایش خاک انجام می‌پذیرد [۲۴]. یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در فرسایش، پوشش گیاهی می‌باشد. پوشش گیاهی مانع برخورد مستقیم قطرات باران به زمین می‌شود و با ایجاد مانع روی زمین از جاری شدن آب حاصل از بارندگی جلوگیری می‌کند و از طرف دیگر نیز هوموس و مواد آلی حاصل از بقایای پوشش گیاهی با جذب رطوبت بیش‌تر در خود مانع فرسایش خاک می‌شود. با

## بررسی اثر پوشش گیاهی بر فرسایش آبی با استفاده از مدل اصلاح شده جهانی هدررفت خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مادیان رود لرستان)

احسان سهرابی<sup>۱</sup>، ناصر طهماسبی پور<sup>۲</sup>، علی حقی زاده<sup>۳</sup> و حسین زینی وند<sup>۴</sup>  
 تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۱۲/۱۵  
 DOR: 20.1001.1.26454777.1401.10.39.2.2

## چکیده

خاک هنگامی که دارای پوشش گیاهی است کم‌تر در معرض فرسایش قرار می‌گیرد. پوشش گیاهی یکی از عوامل مهم جلوگیری از وقوع فرسایش آبی به شمار می‌رود. مدل جهانی اصلاح شده، هدررفت خاک را به صورت ترکیبی از شش عامل فرساینده گیاهی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، پوشش گیاهی و عوامل مدیریتی تخمین می‌زند که یکی از اثرگذارترین عوامل دخیل در آن پوشش گیاهی است. در این مطالعه اثر عامل پوشش گیاهی بر فرسایش آبی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی هدررفت خاک در حوزه آبخیز مادیان رود لرستان بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کم‌ترین، بیش‌ترین و میانگین مقادیر خطر فرسایش به ترتیب، صفر، ۵۲۰۲ و ۶۹/۱۴ تن در سال در هکتار می‌باشد که با حذف اثر پوشش گیاهی به ترتیب به صفر، ۷۶۳۱ و ۱۰۸ تن در هکتار در سال می‌رسد. با بررسی و دقت در نقشه‌های استخراج شده نشان داد که مناطق مرکزی حوضه و قسمت‌هایی از جنوب غرب و شمال غرب حوضه از میانگین فرسایش سالانه کم‌تری برخوردار هستند که منطبق بر مناطق با پوشش گیاهی بیش‌تر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: فرسایش‌پذیری، فرساینده گیاهی باران، طول شیب، درجه شیب.

5-Universal Soil Loss Equation

6-Revised Universal Soil Loss Equation

۱- کارشناس ارشد آبخیزداری گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان و نویسنده مسئول: Email: ehsansohrabi20@yahoo.com

۲- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان

۳- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان

۴- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان

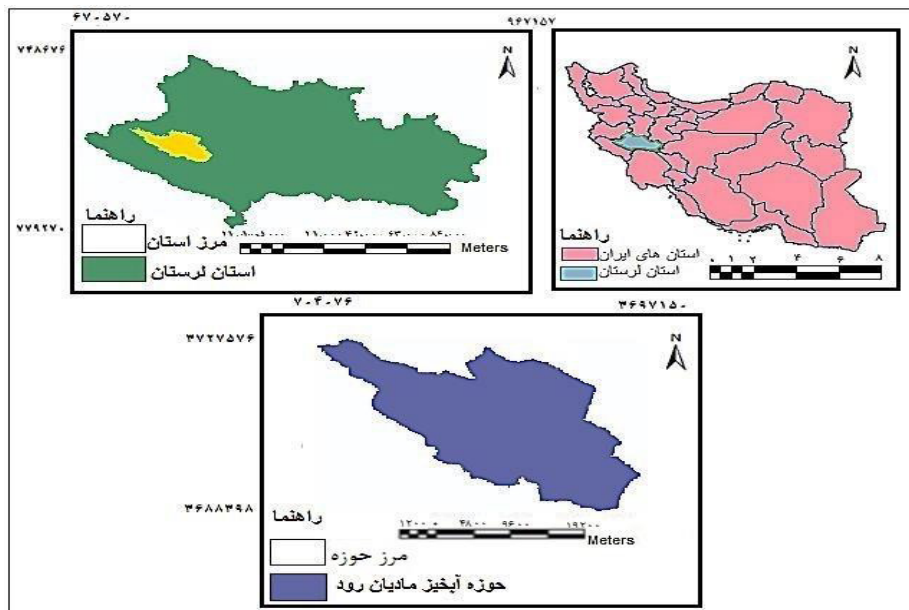
افزایش پوشش گیاهی، فرسایش آبی به صورت نمایی کاهش می‌یابد [۷]. تاکنون در داخل و خارج از کشور محققانی فرسایش خاک را با استفاده از مدل RUSLE برآورد و ارزیابی نموده‌اند. اسدی و همکاران [۴]، در حوزه آبخیز ناورود، پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک را با مدل اصلاح‌شده جهانی فرسایش بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که با حذف پوشش گیاهی در حوضه مورد مطالعه، مقادیر فرسایش خاک از صفر تا بیش از ۸۰۰ تن در هکتار در سال به صفر تا بیش از ۱۶۰۰ تن در هکتار در سال افزایش یافته است. علی دوست و همکاران [۳]، در تحقیقی با عنوان نقش پوشش گیاهی در کاهش رواناب و جلوگیری از فرسایش خاک در حوزه آبخیز پلرود به این نتیجه رسیدند که در زیر حوضه جنگلی مورد مطالعه به علت پوشش مناسب گیاهی، مقدار رواناب حاصل از بارندگی  $6/8$  درصد و در زیر حوضه زراعی به علت عدم وجود پوشش گیاهی رواناب حاصل از بارندگی برابر با  $85/6$  درصد می‌باشد. رحیمی و مزبانی [۱۳] تغییرات فرسایش حوزه آبخیز سیوند را طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ با استفاده از مدل RUSLE و با کمک GIS بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که میزان فرسایش طی مدت مورد مطالعه  $1/87$  تن افزایش یافته که عامل اصلی آن کاهش پوشش گیاهی بوده است. مقصودی و همکاران [۹]، اثر پوشش گیاهی را بر فرسایش آبی با استفاده از مدل RUSLE و مدل هیدروفیزیکی در حوزه آبخیز رزین بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که با حذف عامل پوشش گیاهی در مدل RUSLE میزان فرسایش از  $480$  تن در هکتار در سال به  $650$  تن در هکتار در سال و در مدل هیدروفیزیکی نیز پتانسیل رسوب‌دهی از  $834/64$  تن در کیلومتر مربع در سال به  $1900/56$  تن در کیلومتر مربع در سال رسیده است. فنلی و همکاران [۶]، در منطقه جنگلی زیولینگ به بررسی اثر پوشش گیاهی بر فرسایش پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در زمین جنگلی تبدیل‌شده به زراعت برنج میزان فرسایش خاک بین  $787$  تا  $1682$  برابر شد که نشان از نقش پراهمیت پوشش گیاهی در کنترل فرسایش خاک است. جمیل بات و همکاران [۸] در تحقیقی به مطالعه اثر پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بر فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد مانگلا در کشور پاکستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در همه سال‌های مورد مطالعه به جز  $1992$ ، با افزایش پوشش گیاهی بار رسوب روند کاهشی دارد. هم‌چنین مشخص شد حداکثر پوشش گیاهی در سال  $2002$  بوده که در همین سال حداقل رسوب مشاهده شد. ایبات و همکاران [۱]، در پژوهشی با عنوان بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر هدررفت خاک حوضه باغملک با استفاده از مدل جهانی اصلاح‌شده هدررفت خاک و شبکه هوش مصنوعی به این نتیجه رسیدند که تخریب پوشش گیاهی و افزایش مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و دیم و نواحی بایر ارتباط معناداری با میزان هدررفت خاک دارد. کیوان و همکاران [۱۳]، در تحقیقی به منظور بررسی اثر پوشش گیاهی بر هدررفت خاک در حوضه‌های اصلی آسیای مرکزی به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین همبستگی بین عوامل

اقلیمی و هدررفت خاک وجود دارد و از طرفی بیش‌ترین ارتباط نیز بین عوامل اقلیمی و پوشش گیاهی وجود دارد و هر جا پوشش گیاهی تضعیف‌شده باشد، هدررفت خاک نیز بیش‌تر است. بالاسمه و همکاران [۵]، در تحقیقی با عنوان بررسی و مدل‌سازی تجربی هدررفت خاک ناشی از بارندگی در مناطق نیمه‌خشک در شرایط آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که پوشش‌های مختلف گیاهی در سطح زمین، رواناب سطحی را از  $60$  میلی‌متر در ثانیه به  $20$  تا  $40$  میلی‌متر کاهش می‌دهد، هم‌چنین تا  $85$  درصد هدررفت خاک را کاهش می‌دهد. در بسیاری از مطالعات انجام‌شده برای بررسی هدررفت خاک در دستگاه‌های اجرایی مرتبط، عوامل مختلف دخیل در وقوع فرسایش باهم مطالعه می‌گردد و معمولاً وزن هر کدام از این عوامل به صورت جداگانه بررسی نمی‌گردد و همین موضوع باعث می‌شود تا در اجرای روش‌های مقابله با هدررفت خاک ترتیب اهمیت عوامل نادیده گرفته شود، به همین منظور هدف از این مطالعه بررسی اثر عامل پوشش گیاهی بر فرسایش آبی با استفاده از معادله اصلاح‌شده جهانی هدررفت خاک در حوزه آبخیز مادیان رود لرستان و نشان دادن اهمیت عامل پوشش گیاهی در وقوع هدررفت خاک می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز مادیان رود با مساحت  $111440/5$  هکتار از زیر حوضه‌های  $28$  گانه حوزه آبخیز کرخه می‌باشد. حوزه آبخیز مادیان رود بین  $58$  تا  $25$  طول شرقی و  $33$  تا  $40$  عرض شمالی واقع شده است. رودخانه مادیان رود از ارتفاعات گاوچال در شمال غربی حوضه سرچشمه گرفته و پس از طی مسافت  $80/25$  کیلومتری در ارتفاع  $700$  متری از حوضه خارج و به کشکان که از شمال می‌آید می‌ریزد. مرتفع‌ترین نقطه حوضه مربوط به قله کوه تنگ قلعه با ارتفاع  $1910$  متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه آن واقع در خروجی حوضه،  $906$  متر ارتفاع دارد. میانگین بارش سالانه این حوزه  $390$  میلی‌متر می‌باشد. حوزه آبخیز مادیان رود از نظر از ژئومورفولوژی به چهار واحد کوهستان، تپه‌ماهور تپه، دشت و رودخانه تقسیم شده است. این حوضه از جمله حوضه‌هایی است که در آن مخلوط مناطق و رویشگاه‌های جنگلی و مرتعی و مرتع مشجر وجود دارد. حدود  $6/4$  درصد از سطح حوزه آبخیز مادیان رود به مناطق جنگلی، مرتعی و مرتع مشجر و بیش از  $55$  درصد آن به اراضی زراعی، مناطق مسکونی و غیره اختصاص دارد [۱۹]. شکل (۱)، موقعیت حوزه آبخیز مادیان رود را در استان لرستان نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت حوزه آبخیز مادیان رود در استان لرستان و ایران

حاصل ضرب مجموع انرژی یک رگبار خاص در ماکزیمم شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای می‌باشد [۲۵]. ضریب فرسایندهگی متوسط سالیانه باران در هر ایستگاه از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\sum_{k=1}^m (EI_{30})^k) \quad (3)$$

که در آن، R متوسط فاکتور فرسایندهگی باران در کل دوره آماری برحسب تن میلی‌متر بر هکتار ساعت سال، n برابر تعداد سال‌های دوره آماری مورد استفاده، m برابر تعداد رگبارهای فرساینده در سال Zام و  $EI_{30}$  شاخص فرسایندهگی باران برای هر رگبار اتفاق افتاده (k) است. با توجه به تعداد کم ایستگاه‌های ثبات بارندگی در کشور و عدم کافی بودن اطلاعات این ایستگاه‌ها برای پهنه‌بندی عامل فرسایندهگی باران، در سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی غیر ثبات، اغلب از ایجاد یک رابطه رگرسیون بین شاخص فرسایندهگی باران و عامل دیگری از بارندگی که به‌سادگی آمار آن‌ها قابل دسترسی است استفاده و شاخص فرسایندهگی برای همه ایستگاه‌های باران‌سنجی محاسبه می‌شود. در منطقه مورد مطالعه، ابتدا شاخص فرسایندهگی باران با توجه به آمار داده‌های باران‌نگارهای ثبات ایستگاه‌های کوه‌دشت، خرم‌آباد، بروجرد، پلدختر، الشتر، نورآباد، الیگودرز، ازن، دورود، ایمان‌آباد و ریمله در دوره آماری مشترک ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴، به روش شرح داده‌شده محاسبه گردید. یکی از بهترین شاخص‌ها برای رگرسیون‌گیری شاخص فورنیه اصلاح‌شده است که توسط آرنولدز [۳] ارائه و عبارت است از:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^p p^2}{p} \quad (4)$$

که در آن F شاخص فورنیه اصلاح‌شده، p میانگین بارندگی ماهانه و P میانگین بارندگی سالانه می‌باشد. سپس شاخص فورنیه اصلاح‌شده بر اساس رابطه فوق برای سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی محاسبه و از طریق ایجاد رابطه رگرسیون بین شاخص فرسایندهگی باران در ایستگاه‌های دارای باران‌نگار و شاخص فورنیه اصلاح‌شده،

### تعیین عوامل مدل RUSLE

معادله جهانی فرسایش خاک اصلاح‌شده (RUSLE)، به صورت یک مدل شش فاکتوره است [۱۶].

$$A = RKLSCP \quad (1)$$

که در آن میانگین سالانه تلفات خاک (A) برحسب تن در هکتار در سال را برآورد می‌کند که شامل فاکتورهای فرسایندهگی باران (R) برحسب مگا ژول میلی‌متر در هکتار ساعت سال، فرسایش‌پذیری خاک (K) برحسب تن ساعت بر مگا ژول میلی‌متر، طول و تندی شیب (LS)، پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) می‌باشد. برای برآورد هر کدام از فاکتورهای مدل مراحل به شرح ذیل انجام می‌شود.

### فاکتور فرسایندهگی باران (R)

تأثیر باران و خصوصیات آن در فرسایش خاک در فرمول جهانی فرسایش با ضریب فرسایندهگی باران مشخص شده است. این ضریب شاخصی از قدرت فرسایندهگی باران است که به انرژی سینتیک باران بستگی دارد. انرژی سینتیک باران با استفاده از معادلات تجربی به‌شدت باران مرتبط می‌گردد [۱۸]. ویشمایر و اسمیت، در بررسی و تجزیه و تحلیل ۳۵ ایستگاه حفاظت خاک به این نتیجه رسیدند که از ترکیب انرژی سینتیک باران و بیش‌ترین شدت بارندگی در مدت‌زمان ۳۰ دقیقه، توانایی هر باران را در جداسازی ذرات خاک و انتقال آن نشان می‌دهد. رابطه محاسبه فاکتور فرسایندهگی باران به‌صورت زیر می‌باشد:

$$R = EI_{30} \quad (2)$$

که در آن R متوسط سالیانه شاخص فرسایندهگی باران می‌باشد که از حاصل مجموع  $EI_{30}$  رگبارهای جداگانه برای یک سال که خود از متوسط طول دوره آماری به دست می‌آید، حاصل می‌شود.  $EI_{30}$

$$D_g = \exp(0.01 \sum_{i=1}^n f_i \ln m_i) \quad \text{رابطه (۷)}$$

که در آن  $f_i$  درصد فراوانی هر یک از اجزای بافت خاک و  $m_i$  میانگین عددی قطر هر جزء است که این مقدار برای شن برابر با ۱/۰۲۵ میلی‌متر، برای سیلت برابر با ۰/۰۲۶ میلی‌متر و برای رس برابر با ۰/۰۰۱ میلی‌متر می‌باشد [۵].

#### فاکتور طول و درجه شیب (LS)

ترکیب فاکتورهای طول شیب و درجه شیب را با هم تحت عنوان عامل توپوگرافی و اثر آن در فرسایش خاک در مدل RUSLE یاد می‌کنند. در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی آبخیزها، شکل دامنه مهم‌ترین معرف شدت فرسایش با توجه به طول و تندی شیب است. هر چه طول و درجه شیب بیشتر باشد، مقدار فرسایش بیشتر و هر چه ترکیب این دو عامل کم‌تر باشد، مقدار فرسایش تخمینی کم‌تر خواهد شد [۴]. برای محاسبه این فاکتور از روابط ذیل استفاده گردید [۱۶].

$$L = 1.4 \left( \frac{As}{22.13} \right)^{0.4} \quad \text{رابطه (۸)}$$

که در آن،  $As$  برابر سطح ویژه حوضه که مساحت در واحد عرض متوسط در جهت جریان قلمداد می‌شود.

$$S = \left( \frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^{1.3} \quad \text{رابطه (۹)}$$

که در آن  $\beta$  زاویه شیب بر حسب درجه می‌باشد. برای تهیه فاکتور طول و درجه شیب، اقدام به تهیه نقشه راقومی ارتفاع (DEM) منطقه با قدرت تفکیک ۵۰ متر گردید و با توجه به این نقشه، عامل مذکور محاسبه گردید.

#### فاکتور پوشش گیاهی (C)

پوشش گیاهی به وسیله کاهش انرژی قطرات باران، قبل از رسیدن به سطح خاک از فرسایش و هدر رفت خاک جلوگیری می‌کند. به این ترتیب می‌توان به طور مؤثری با مدیریت مناسب پوشش گیاهی از فرسایش خاک جلوگیری نمود. گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است. در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌کند. در گیاهان سالم میزان انرژی انعکاسی در طیف قرمز امواج الکترومغناطیس با رشد و توسعه گیاه کاهش می‌یابد که به علت جذب آن توسط کلروفیل موجود در برگ گیاه می‌باشد. از طرف دیگر میزان انرژی انعکاسی در طیف مادون قرمز نزدیک، تحت تأثیر مزوفیل موجود در برگ افزایش می‌یابد [۲]. از همین خاصیت گیاهان برای شکل‌گیری شاخص‌های گیاهی استفاده گردیده است. این شاخص‌ها تبدیل‌های ریاضی هستند که بر اساس ترکیب مناسب باندهای سنجنده تعریف می‌شوند. در مطالعه حاضر از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی، به شرح فرمول ذیل استفاده شده است:

شاخص فرساینده‌گی باران برای سایر ایستگاه‌ها محاسبه گردید. برای پهنه‌بندی فرساینده‌گی باران از نرم‌افزار تخصصی زمین‌آمار (plus GS) استفاده گردید. در محیط این نرم‌افزار اقدام به رسم نیم تغییر نما گردید که اساس تعدادی از تخمین گره‌های زمین‌آمار از جمله کریجینگ بر تعریف آن استوار است. واریانس متغیر بین نقاطی به فاصله  $h$  می‌تواند همبستگی متقابل مقدار متغیر تصادفی را بین این نقاط نشان دهد. در صورت وجود ساختار مکانی، همبستگی در نقاط نزدیک به هم بیش‌تر از نقاط دور از هم است. اگر واریانس بین نقاطی به فاصله  $h$  کوچک باشد، نشانه همبستگی بیش‌تر بین آن نقاط است. این واریانس وابسته به فاصله را نیم تغییر نما می‌نامند. هدف از برقراری تابع نیم تغییر نما آن است که بتوان ساختار تغییرپذیری متغیر را نسبت به فاصله مکانی شناسایی نمود [۵]. تابع نیم تغییر نما (Semivariogram) تغییرات یک پارامتر را با در نظر گرفتن فاصله به صورت رابطه زیر نشان می‌دهد [۲۶]:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (۵)$$

که در رابطه بالا  $\gamma^*(h)$ : مقدار نیم تغییر نما در فاصله  $h$ ،  $N(h)$ : تعداد جفت نمونه‌های به کاررفته در محاسبه به ازای هر فاصله مانند  $Z(X_i)$  و  $Z(X_i+h)$ : مقدار متغیر در نقطه  $X_i$  و  $X_i+h$  می‌باشد.

#### عامل فرسایش‌پذیری خاک (K)

برای اندازه‌گیری عامل فرسایش‌پذیری خاک به طور معمول از روش نمودارگر برآورد فرسایش‌پذیری استفاده می‌شود [۲۵]. در این روش با دخیل نمودن ۵ فاکتور شامل درصد سیلت بعلاوه درصد شن خیلی ریز، درصد مواد آلی، ساختمان خاک و نفوذپذیری خاک در رابطه مربوطه، مقادیر فرسایش‌پذیری خاک به دست می‌آید. در منطقه مورد مطالعه، بر اساس واحدهای خاک تعداد ۱۲۸ نمونه خاک از عمق ۲۰ - ۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انتقال گردید. سپس بافت خاک نمونه‌های جمع‌آوری شده به روش هیدرومتر تعیین گردید. در این مطالعه برای تعیین فرسایش‌پذیری خاک، از فرمول رومنس [۱۹] که یک رابطه برای به دست آوردن فرسایش‌پذیری خاک بر اساس بافت خاک می‌باشد استفاده گردید.

$$k = 7.594 \left[ 0.0034 + 0.0405 \left( -\frac{1}{2} \left( \frac{\log D_g + 1.659}{0.7101} \right)^2 \right) \right] \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن  $D_g$  میانگین هندسی قطر ذرات است، که در این ارتباط رومنس و همکاران [۱۷]، با انتخاب ۲۲۵ نمونه از انواع خاک‌ها در سراسر دنیا و ۱۳۸ نمونه خاک از ایلات متحده آمریکا به این نتیجه رسیدند که بین لگاریتم میانگین هندسی قطر ذرات یک نمونه خاک و ضریب فرسایش‌پذیری خاک به دست آمده از همان نمونه خاک رابطه قوی با  $R^2$  به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۵ به صورت تابع‌نمایی برقرار می‌باشد. میانگین هندسی قطر ذرات از رابطه شیرازی و بروسما [۲۱] به شرح فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$VDVI = \frac{IR-R}{IR+R}$$

این مطالعه ترکیب این شش لایه در محیط GIS و با استفاده از ابزار محاسباتی Raster calculator انجام شد و با توجه به اینکه معادله جهانی اصلاح شده هدررفت خاک (A=RKLSLSCP) به صورت یک ترکیب ریاضی با عمل ضرب می‌باشد، با استفاده از این ابزار اقدام به ضرب شش لایه گردید و در نهایت نقشه فرسایش‌پذیری خاک استخراج گردید.

### نتایج

نقشه‌های موردنیاز مدل RUSLE حوزه آبخیز مادیان رود لرستان با روش‌های شرح داده شده در مواد و روش‌ها، تهیه گردیدند که به ترتیب در ادامه خواهند آمد.

#### تهیه نقشه فرسایش‌پذیری باران حوزه آبخیز مادیان رود

در جدول (۲) ایستگاه‌های دارای باران‌نگار در استان لرستان به همراه مقادیر فرسایش‌پذیری باران (R) و هم‌چنین شاخص فورنیه اصلاح شده برای این ایستگاه‌ها نشان داده شده است. برای محاسبه شاخص فرسایش‌پذیری سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی معمولی در سطح استان لرستان از رابطه رگرسیون ایجاد شده بین شاخص فورنیه اصلاح شده و فرسایش‌پذیری باران در ایستگاه‌های دارای باران‌نگار استفاده گردید که مشخصات سایر ایستگاه‌ها و فاکتور فرسایش‌پذیری باران برای هر ایستگاه در جدول شماره (۳) آورده شده است. در نهایت برای پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری باران، بهترین روش، روش کریجینگ و بهترین مدل برازش داده شده بر آن مدل گوسین از طریق نرم‌افزار GS plus مشخص و در محیط نرم‌افزار GIS این لایه تهیه و به اندازه مرز حوزه آبخیز مادیان رود لرستان از آن جدا گردید که در شکل (۲) نشان داده شده است. مطابق نقشه مقادیر فرسایش‌پذیری باران بین ۸۵/۴۴ تا ۱۰۸/۰۲ تن میلی‌متر بر هکتار سال متغیر است. هم‌چنین میانگین و انحراف معیار فرسایش‌پذیری باران به ترتیب

که در آن IR مقادیر بازتاب انرژی در باند قرمز و R مقادیر بازتاب انرژی در باند مادون قرمز نزدیک می‌باشد. مقدار این شاخص بین -۱ تا +۱ در نوسان است. مقادیر بیش‌تر به سمت +۱ نشان‌دهنده پوشش گیاهی بیش‌تر می‌باشد. در این شاخص مناطق با پوشش کم و یا عاری از پوشش مقادیر +۰/۱ تا -۰/۱ و منابع آبی مقادیر منفی را به خود می‌گیرد. در این تحقیق برای به دست آوردن شاخص NDVI از تصاویر ماهواره لندست با سنجنده ETM مربوط به سال ۲۰۱۱ استفاده گردید. پس از به دست آوردن شاخص NDVI، در این مطالعه فاکتور C از رابطه ارائه شده توسط واندرفیلد و همکاران [۲۳] به شرح فرمول ذیل به دست آمد:

$$C = \exp\left(-\alpha \frac{NDVI}{\beta - NDVI}\right) \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

که در آن  $\alpha$  و  $\beta$  مقادیر بدون واحدی هستند که به ترتیب برابر ۲ و ۱ می‌باشد.

#### فاکتور عملیات حفاظتی (P)

عملیات کشاورزی بر روی خاک نیازمند مدیریت اصولی برای حفظ خاک و آب می‌باشد. عامل حفاظت خاک بیش‌تر شامل کشت روی خطوط تراز، کشت نواری و ترانس‌بندی است که با توجه به اینکه در حوزه مورد مطالعه هیچ‌کدام از این روش‌ها اجرا نگردیده است، نقشه فاکتور عملیات حفاظتی بر اساس عامل شیب و بر اساس جدول شماره (۱) استخراج شد [۲۰].

#### تهیه نقشه نهایی فرسایش خاک حوضه

برای تهیه نقشه فرسایش خاک در سطح حوضه، شش لایه تهیه شده فرسایش‌پذیری باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، پوشش گیاهی و عملیات حفاظتی باهم ترکیب می‌شوند. در

جدول ۱: فاکتور عملیات حفاظتی

فاکتور P شیب (%)	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹
	۰-۲	۲/۱-۵	۵/۱-۸	۸/۱-۱۲	۱۲/۱-۱۶	۱۶/۱-۲۰	۲۰/۱-۲۵

جدول ۲: مقادیر فرسایش‌پذیری باران در ایستگاه‌های دارای باران‌نگار در استان لرستان

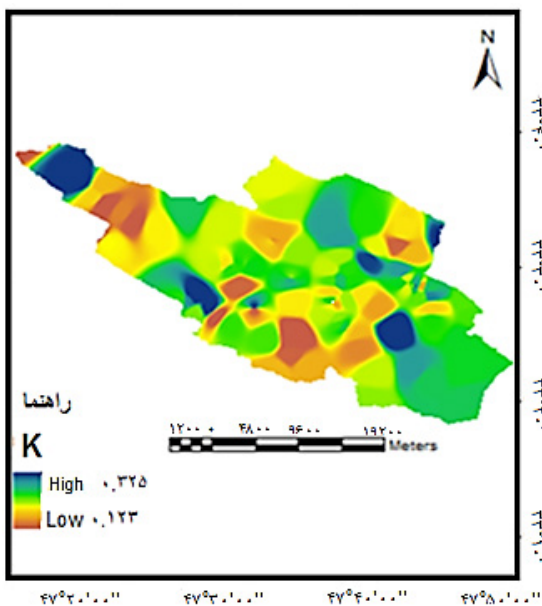
نام ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع (متر)	فاکتور فرسایش‌پذیری باران (تن میلی‌متر بر هکتار سال ساعت)	شاخص فورنیه اصلاح شده
کوه‌دشت	۷۴۶۱۳۳/۵	۳۷۱۱۷۱۱/۳	۱۱۹۷/۸۵	۹۱/۴۸	۵۲/۴
خرم‌آباد	۲۴۷۴۳۰/۹	۳۷۰۲۶۲۸/۵	۱۱۴۸	۱۰۷/۸۶	۶۸/۵۶
بروجرد	۲۹۱۹۴۴/۳	۳۷۵۵۱۹۵/۸	۱۶۲۹	۱۰۲/۰۲	۶۲
پلدختر	۷۵۳۳۸۷/۸	۳۶۷۱۲۰۲/۵	۷۱۳/۴۵	۹۶/۹۸	۵۳/۹
الشتر	۲۴۵۶۴۱/۷	۳۷۴۵۲۲۹/۸	۱۵۶۷/۱۵	۱۰۱/۸۹	۸۹/۴
نورآباد	۲۲۳۰۷۱/۳	۳۷۷۱۷۶۱/۴	۱۸۵۹/۰۵	۱۰۵/۲۴	۶۶/۶
الیگودرز	۳۷۹۱۰۶/۲	۳۶۹۶۳۸۷/۲	۲۰۲۲	۹۵/۳۳	۵۳/۵
دورود	۳۱۴۲۵۰	۳۷۱۰۳۵۷/۶	۱۵۲۲/۲۵	۱۴۵/۱۲	۶۲/۳
ازنا	۳۵۲۸۳۹/۵	۳۷۰۲۲۹۶/۷	۱۸۷۱/۸۵	۱۲۸/۱۷	۵۷/۶
ایمان‌آباد	۲۵۵۰۸۶/۷	۳۶۹۸۷۳۱/۹	۱۵۹۵	۱۰۸/۲۸	۵۱/۸
سیلاخور	۳۰۱۹۷۸/۶	۳۷۱۶۱۴۹/۳	۱۵۹۵	۸۹/۹۸	۶۲/۹
ریمله	۲۶۰۴۲۹/۲	۳۷۲۶۳۴۳/۷	۱۷۱۰	۱۰۹/۲۸	۶۷/۸



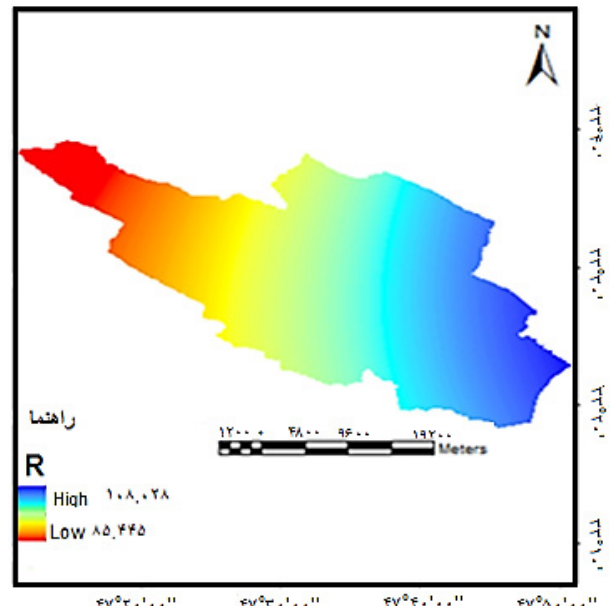
جدول ۳: ایستگاه‌های باران‌سنجی معمولی و فاکتور فرساینده‌گی باران برای آن‌ها در سطح استان لرستان

نام ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع (متر)	میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)	فاکتور فرساینده‌گی باران (تن میلی‌متر بر هکتار سال ساعت)
تنگ سیاب	۷۰۴۶۴۹	۳۶۹۵۵۷۷	۹۴۰	۳۸۳/۳۹	۱۱۰/۵۹
چم انجیر	۲۴۱۱۳۵	۳۷۰۲۴۱۹	۱۳۶۴	۴۶۸/۵۲	۱۰۴/۸
دهنو	۲۹۱۰۹۰	۳۷۰۸۹۸۰	۱۸۰۰	۴۵۵/۱۶	۱۰۲/۵۹
سراب صید علی	۲۴۰۷۲۲	۳۷۴۱۲۸۸	۱۵۳۰	۴۹۷/۵۷	۱۱۲/۲۳
کاکارضا	۲۴۵۱۴۶	۳۷۳۳۳۹۸	۱۵۵۰	۴۸۵/۵	۱۱۲/۹۴
کشکان افرینه	۷۶۷۰۲۶	۳۶۸۹۳۲۸	۸۰۰	۱۲۵/۸۷	۷۷/۶
کشکان پلدختر	۷۵۸۱۸۲	۳۶۷۱۳۲۸	۷۰۰	۱۱۵/۵۶	۶۰/۳۱
کهمان دره تنگ	۲۴۵۸۴۲	۳۷۵۵۵۰۸۰	۱۷۲۰	۱۲۲/۷۴	۷۵/۶۷
نورآباد آب منطقه	۷۷۲۳۸۲	۳۷۷۲۷۴۰	۱۸۰۰	۱۰۹/۶۶	۶۷/۶۱
ازنا چم زمان	۳۵۱۲۰۵	۳۶۹۶۷۷۶	۱۸۳۰	۱۰۵/۶۹	۶۵/۱۶
تیره دورود	۳۱۸۱۷۶	۳۷۰۳۹۸۵	۱۴۵۰	۱۴۶/۳۲	۹۰/۲۱
تیره مروک	۳۱۹۱۷۳	۳۷۲۵۰۵۵	۱۵۶۰	۸۵/۶۴	۳۶/۵۷
دره تخت	۳۴۸۱۶۴	۳۶۹۲۳۸۷	۱۸۹۰	۱۵۷/۸۲	۹۷/۳
سازمان آب بروجرد	۲۹۱۹۵۴	۳۷۵۳۳۴۷	۱۵۴۰	۱۰۳/۴۲	۶۳/۷۶
سرخاب کشور	۲۷۷۷۹۰	۲۳۳۸۹۲۴	۷۷۰	۲۳۳/۸۹	۱۴۴/۲
سکانه	۳۶۹۴۳۴	۳۶۶۱۰۲۶	۱۷۵۰	۱۶۶/۲۱	۱۰۲/۴۷
کاظم آباد	۳۷۷۹۸۳	۳۶۶۸۶۴۷	۲۰۰۰	۱۲۹/۵۳	۷۹/۸۶
کمندان	۳۵۲۷۱۶	۳۶۸۵۶۶۲	۱۹۳۰	۱۵۶/۶۷	۹۶/۵۹

۹۹/۳۴ و ۴/۹۹ می‌باشد. مقدار فرساینده‌گی در شرق حوضه زیاد و به تدریج به غرب حوضه کاهش می‌یابد. مادیان‌رود نشان داده شده است.



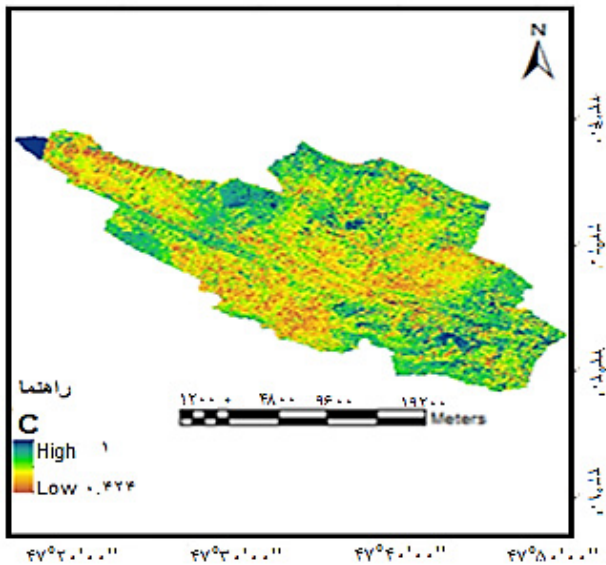
شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری خاک حوزه آبخیز مادیان‌رود



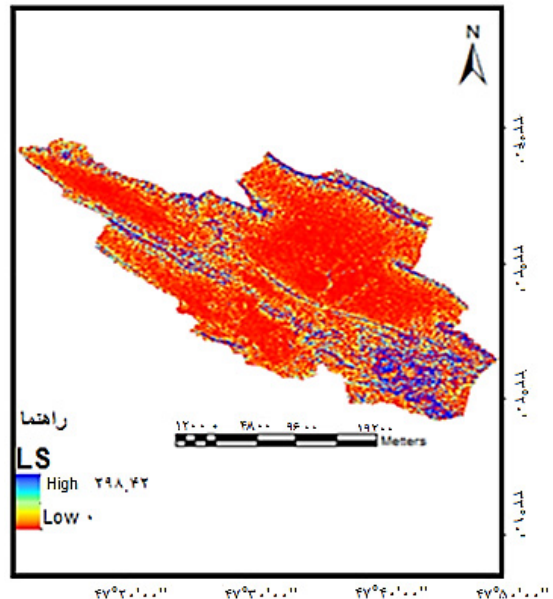
شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی فرساینده‌گی باران حوزه آبخیز مادیان‌رود

تهیه نقشه طول و درجه شیب حوزه آبخیز مادیان‌رود نقشه طول و درجه شیب حوزه مادیان‌رود از روی نقشه DEM منطقه با قدرت تفکیک ۵۰ متر تهیه و در شکل (۴) نشان داده شده است.

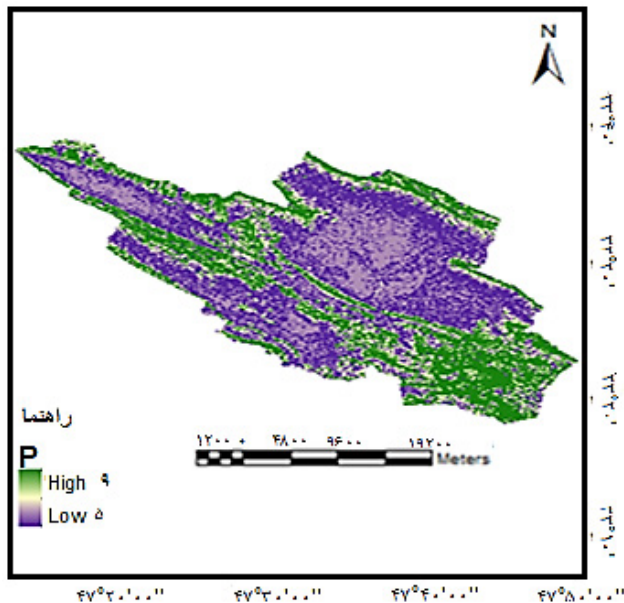
تهیه نقشه فرسایش‌پذیری خاک حوزه آبخیز مادیان‌رود شکل شماره (۳) نقشه پهنه‌بندی فرسایش‌پذیری خاک بر اساس روش حداقل معکوس فاصله‌ها با مدل توان ششم که بهترین روش و مدل مشخص شده به وسیله نرم‌افزار GS پلاس بوده، برای حوزه



شکل ۵: نقشه عامل پوشش گیاهی حوزه آبخیز مادیانرود



شکل ۴: نقشه پهنه‌بندی طول و درجه شیب حوزه آبخیز مادیانرود



شکل ۶: نقشه عوامل حفاظتی حوزه آبخیز مادیانرود

#### تهیه نقشه عامل پوشش گیاهی حوزه آبخیز مادیانرود

نقشه عامل پوشش گیاهی حوزه، با استفاده از شاخص NDVI و از روی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، با سنجنده ETM که در تاریخ ۲۹/۵/۲۰۱۱ گرفته شده بود، تهیه و در شکل شماره (۵) نشان داده شده است. کم‌ترین، بیش‌ترین و میانگین مقادیر پوشش زمین به ترتیب ۰/۴۲۴، ۱ و ۰/۶۰۵ می‌باشد. در این نقشه عامل پوشش گیاهی با شاخص NDVI نسبت عکس دارد. همان‌طوری که در نقشه مشخص است، قسمت‌های مرکزی و بخش‌هایی از شمال غرب حوزه پوشش گیاهی بیش‌تری دارد که مربوط به اراضی با پوشش کشاورزی می‌باشد. هم‌چنین قسمت‌هایی از حوزه شامل جنوب، جنوب شرق و شمال حوزه به صورت پراکنده، پوشش کم‌تری دارند که مربوط به جنگل‌های ضعیف بلوط و مراتع با وضعیت فقیر می‌باشند. در این مراتع تعداد دام وابسته به مرتع حدود ۳ برابر ظرفیت مرتع می‌باشد [۱۵].

#### تهیه نقشه عوامل حفاظتی حوزه آبخیز مادیانرود

با توجه به اینکه در حوزه مورد مطالعه هیچ‌گونه عملیات حفاظتی انجام نگرفته است، نقشه عوامل حفاظتی تنها بر اساس شیب [۲۰]، تهیه و در شکل شماره (۵) آورده شده است. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار فاکتور عوامل حفاظتی به ترتیب برابر ۰/۵ و ۰/۹ می‌باشد. هم‌چنین مقادیر میانگین و انحراف معیار این فاکتور به ترتیب ۰/۶۶۳۷ و ۰/۱۲۸۹ می‌باشد.

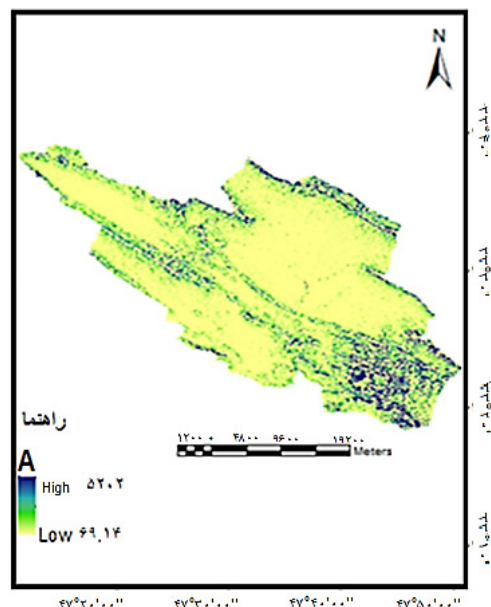
#### تهیه نقشه نهایی فرسایش خاک حوزه آبخیز مادیانرود

برای تهیه نقشه نهایی فرسایش خاک حوزه آبخیز مادیانرود لرستان بر اساس معادله اصلاح‌شده جهانی فرسایش خاک در محیط GIS تهیه گردید که نقشه حاصل شده در شکل شماره (۷) نشان داده شده است. همان‌طوری که از نقشه معلوم است کم‌ترین، بیش‌ترین و میانگین فرسایش سالانه خاک در این حوزه به ترتیب برابر صفر، ۵۲۰۲ و ۶۹/۱۴ می‌باشد.

## نتیجه گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر پوشش گیاهی بر فرسایش آبی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی هدررفت خاک در حوضه مادیان رود لرستان انجام گرفته است. با بررسی نقشه های پهنه بندی خطر فرسایش خاک و پتانسیل خطر فرسایش خاک که برای حوضه آبخیز مادیان رود لرستان استخراج گردیدند، مشخص می شود که میزان فرسایش سالانه خاک در این حوضه به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این موضوع اهمیت پوشش گیاهی به عنوان عاملی اثرگذار در فرسایش سالانه خاک را آشکار می سازد. با بررسی بیش تر در این نقشه ها و مقایسه آن با نقشه پهنه بندی پوشش گیاهی حوضه مورد مطالعه معلوم می شود که مناطق مرکزی حوضه و قسمت هایی از جنوب غرب و شمال غرب حوضه از میانگین فرسایش سالانه کمتری برخوردار هستند که منطبق بر مناطق با پوشش گیاهی بیش تر می باشند. هم چنین قسمت های شرق و جنوب شرق و حاشیه شمالی حوضه از میانگین فرسایش سالانه کمتری برخوردار است که منطبق بر مناطق با پوشش گیاهی کم تر است. به عبارت دیگر هر منطقه از حوضه مورد مطالعه که از پوشش گیاهی بیش تری برخوردار باشد، فرسایش سالانه آن کم تر و مناطق با پوشش گیاهی کم از فرسایش سالانه بیش تری برخوردار می باشند. مناطق با پوشش کم که باعث فرسایش بیش تری در حوضه می شود مربوط به ارتفاعات صخره ای با پوشش گیاهی ناچیز و جنگل های تنک بلوط و مراتع با وضعیت ضعیف می باشد. در جدول (۴) مساحت و درصد مساحت برای هر کدام از طبقات پوشش گیاهی در سطح حوضه آبخیز مادیان رود لرستان نشان داده شده است.

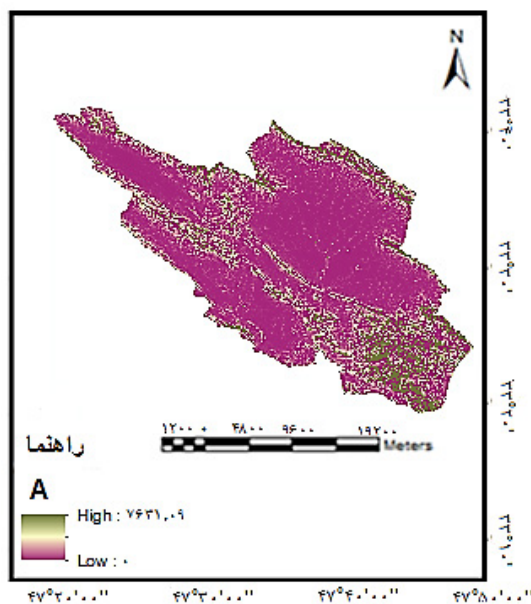
با توجه به این جدول معلوم می شود که بیش ترین درصد مساحت پوشش زمین مربوط به طبقات ۱ و ۲ یعنی ۰/۵ تا ۰/۷ است که با توجه به اینکه ارقام این عامل نسبت عکس با مقدار پوشش گیاهی دارد، بنابراین پوشش سطح حوضه مورد مطالعه نسبتاً ضعیف ارزیابی می گردد. هم چنین طبقه ۱ یعنی ۰ تا ۰/۵ دارای ۱۱/۸۷ درصد کل مساحت حوضه می باشد که نشان از این است که درصد پوشش گیاهی بالا در این حوضه سطح کمی از کل حوضه را پوشانده است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق مقصودی و همکاران [۹] درباره بررسی تأثیر عامل پوشش گیاهی بر فرسایش آبی در حوضه آبخیز رزین و اسفندیاری و همکاران [۲] درباره بررسی تأثیر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر اشکال فرسایش و میزان تولید رسوب در حوضه آبخیز رود ورس استان قزوین مطابقت نشان داد. برای کنترل فرسایش فزاینده این حوضه بایستی برنامه های احیاء و تقویت پوشش گیاهی و به خصوص در جنگل ها و مراتع این منطقه در دستور کار قرار بگیرد. یکی از مهم ترین علل فقر پوشش مراتع این منطقه تعداد دام وابسته به مرتع می باشد که حدود ۳ برابر ظرفیت مرتع می باشند، از طرفی دام های این منطقه نیز به شدت وابسته به جنگل های بلوط واقع در حوضه می باشند، از سوی دیگر بخش عمده ای از عوامل کاهش پوشش گیاهی و در نتیجه افزایش



شکل ۷: نقشه پهنه بندی فرسایش خاک حوضه آبخیز مادیان رود

## تهیه نقشه پتانسیل فرسایش خاک بدون اثر عامل پوشش گیاهی حوضه آبخیز مادیان رود

برای بررسی اثر پوشش گیاهی در فرسایش خاک اقدام به حذف لایه پوشش گیاهی شد، به این ترتیب نقشه پتانسیل فرسایش خاک با ۵ عامل فرساینده گی باران، فرسایش پذیری خاک، طول و درجه شیب و عوامل مدیریتی تهیه و در شکل (۸) نشان داده شده است. مطابق این نقشه معلوم می شود که با حذف اثر پوشش گیاهی مقادیر کم ترین، بیش ترین و میانگین فرسایش سالانه خاک به ترتیب صفر، ۷۶۳۱ و ۱۰۸/۶۴ تن در هکتار در سال خواهد شد.



شکل ۸: نقشه پهنه بندی پتانسیل فرسایش خاک حوضه آبخیز مادیان رود



جدول ۴: مساحت و درصد آن برای هر طبقه پوشش زمین در حوزه آبخیز مادیان رود

طبقه	پوشش گیاهی	درصد مساحت از کل حوزه	مساحت طبقه (هکتار)
۱	۰ - ۰/۵	۱۱/۸۷	۱۳۲۴۷/۲۵
۲	۰/۵ - ۰/۶	۳۹/۴۷	۴۳۹۸۴/۵
۳	۰/۶ - ۰/۷	۳۴/۸۳	۳۸۸۲۳/۵
۴	۰/۷ - ۰/۸۵	۱۲/۶۶	۱۴۱۰۹/۲۵
۵	۰/۸۵ - ۱	۱/۱۷	۱۳۱۱

7- Ebrahimi Khosefi, Z., Vali, A., Ghazavi, R., and Haghparast, H. 2013. Effect of Soil Texture and Geometric Mean Particle Diameter of the Components of the Spectral Response of the Soil Surface (A Case Study of Desert Seal, Yazd). *Journal of Quantitative Geomorphology*, 3: 128-115.

8- Fenli, Zheng. Keli, Tang. Chenge, Zhang. and Xiubin, He. 2002. Vegetation Destruction and Restoriation Effects on Soil Erosion Process on the Loess Plateau. 12<sup>th</sup> ISCO Conference.

9- Gyssels, G. Poesen, J. Bochet, E. and Li, Y. Impact of Plant Roors on the Resistance of Soil to Erosion by Water. 2013. *Journal Citation Reports*

10- Jamil Butt, Mohsin. Wagas, Amad. and Mahmood, Rashed. 2010. The CombinedEffect of Vegetation and Soil Erosion in the Water Resource Management. *Water Resources Management*, Volume 24, Issue 13, 3701-3714pp.

11- Maghsoudi. M., Goorabi. A., Darabi shahmari .S. 2013. The Study of Effect of Vegetation Cover Factor on the Water Erosion Case Study: Rasin Basin, *Quarterly Journal of Environmental Erosion Researches*, 12:43-57.

12- Minwer Akkharabsheh, M. Alexandridis, T.K. Bilas, G. Mosopolinos, N. and Silleos, N. 2013. Impact of Land Cover Change on Soil Erosion Hazard in Northern Jordan UsingRemote Sensing and GIS. *Procedia Environmental Science*, Volume 19, 912-921pp.

13- Moore, I.D. and Wilson, J.P. 1993. Lenght-slope factors for the Revise Universal Soil Loss Equation: Simplified method of estimation. *J. Soil and Water Conservation*, 47: 423 - 428.

14- Morgan, R.P.C. 1995. *Soil Erosion and Conservation*. Longman, London, 23 - 37P.

15- Qian, K. Ma, X. Wang, Y. Yuan, X. Yan, W. Liu, Y. Yang,X. Li,J. 2022. Effects of Vegetation Change on Soil

هدررفت خاک مربوط به عوامل انسانی است. اقتصاد بیش تر ساکنین این منطقه دامداری و کشاورزی است. روش های نادرست کشاورزی و تخریب مراتع و قطع درختان جنگلی به منظور تهیه ذغال و تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی کم بازده و هم چنین رعایت نکردن فصل چرای دام از مهم ترین عوامل مخرب در منطقه هستند [۱۵].

#### منابع

1- Abyat, M. Abyat, M. Abyat,M. 2021. Investigation of Land-Use Changes and their Impacts on Soil Erosion in Baghmalek Basin using Artificial Neural Network and RUSLE Model. *Journal of Environmental Studies*, University of Tehran.47(1).

2- Alavipanah, S.K. 2007. Application of Remote Sensing in Geosciences. The Second Edition, Tehran University Press, 780 P.

3- Alidost, M., Sobheazadi., S., and Pournasrolah., M. 2005. The role of vegetation in reducing runoff and preventing soil erosion in the Pelroud watershed, The second national conference on watershed management and water and soil resources management.

4- Arnolds, H.M.J. 1977. Predicting Soil Losses due to sheet anmd Rill Erosion. *FAO Conservation Guide*, 1: 99-124.

5- Asadi, H., Vazifedost, M., Mousavi, S.A., and Honarmand, M. 2011. Soil Erosion Risk Assessment and Zoning Equation Using the Modified Uuniversal Soil loss, GIS and Remote Sensing in Watershed Navroud. Gains of Gilan Regional Water Authority. (In Persian).

6- Balasmeh,O. Karmaker,T. Babbar,T.2023. Experimental investigation and modelling of rainfall-induced erosion of semi-arid region soil under various vegetative land covers. *Journal of Hydroinformatics*, 213(6).

- 24- Shirazi, M.A. and Boersma, L. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. *Soil Sci. Soc. of Am. J* 48(1): 142 -147.
- 25- Terranova, O. Antronico, L. Coscorelli, L. Iaquina, P. 2009. Soil Erosion Risk Scenarios in the Mediterranean Environment Using of RUSLE and GIS: AN Application Model for Calabria (Southern Italy). *Geomorphology*, 112: 228-245.
- 26- Van der Knihff, M. Jones, R.J.A. and Montanarella, L. 1999. Soil erosion risk in Italy. EUR 19022 EN. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 54P.
- 27- Van Remortel, R.D. Maichle, R.W. and Hickey, R.J. 2004. Computing the LS factor for the Revised Universal Soil Loss Equation through array-based slope processing of digital elevation data using C executable. *Computers and Geoscience*, 30: 1043-1053.
- 28- Whishmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion Losses: a guide to soil conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- 29- Zamani, R., Akhonal, A., Solaimani, K., Ansari, F., and Allahbakhshian, P, 2012. Application of Geostatistics in Zone Classification of Drought Severities (Case Study: Fars Province). *Watershed Management Research Journal*, 3(6):15-29.
- Erosion by Water in Major Basins, Central Asia. *Remote Sensing*, 14(21).
- 16- Rahimi, K., Mazbani, M. 2014. Evaluate changes Bkhyzsyvnd Erosion Areas During 1998 and 2009 By Using RUSLE. Chapter a Study of Environmental Degradation. 9, 33-16. Hormozgan University. (In Persian).
- 17- Refahi, H., 2011. Water Erosion and its Control. Tehran University Publications. 671 p. (In Persian)
- 18- Report on the status of Range Management in Kohdasht. 2011. City of the natural resources department of Kohdasht city.
- 19- Renard, K.G. Foster, G.R. Weesies, G.A. Mccool, D.K. and Yoder, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703, USDA, Washington, DC, USA. 404 P.
- 20- Romkens, M.J.M. Prased S.N. and Poesen, J.W.A. 1986. Soil erodibility and properties In: Proceeding 13th Congress of the International Society of Soil, Homburg, Germany 5: 492 - 504.
- 21- Sadeghifard, D., Jabari, E., Ghiasian, H. 2005. Zoning Factor in the Rain Erosion. Engineering Congress. Sharif University of Technology. Tehran (In Persian).
- 22- Saiedi, S., Parezkar, M., and Tahmasebipour, N. 2011. Assessment MPSIAC Model of Study Erosion and Sediment (A Case Study: Madyanrood River Watershed in the Lorestan Province). MA thesis Soil Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Khozestan, 129 P. (In Persian).
- 23- Shinde, V. Tiwari, K.N. Singh, M. 2010. Prizitization of micro watershedon the basis of soil erosion hazard using remote sensing and geographic information system. *International journal of water resources and environmental engineering*, 2(3): 130 - 136.



## Abstract

**Effect of Vegetation on Water Erosion using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Case study: Madyanrood River watershed, Lorestan, Iran**E.Sohrabi<sup>1</sup>, N.Tahmasebipour<sup>2</sup>, A.Haghizadeh<sup>3</sup> and H.Zeinivand<sup>4</sup>

Received: 2022/12/24 Accepted: 2023/03/06

Soil is less exposed to erosion when is covered by vegetation. Vegetation is considered as one of the main factors preventing water erosion. The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) estimates soil loss as a combination of six factors including rainfall erosivity, soil erodibility, slope length and degree, vegetation and management factors. Vegetation is one of the most effective factors in the mentioned equation. In the present study, the effect of vegetation on water erosion using Revised Universal Soil Loss Equation has been investigated in Madyanrood watershed. The results of this research showed that the minimum, maximum and average values of erosion risk are zero, 5202 and 69.14 tons per year per hectare, respectively, which becomes zero, 7631 and 108 tons per hectare per year, respectively by removing the effect of vegetation. Investigating the extracted maps, showed that the central areas of the basin and some southwest and northwest parts of the basin have a lower average annual erosion, which corresponds to the areas with more vegetation.

**Keywords: : Erodibility, Rain erosivity, Slope length, Slope degree**

1. Msc in Watershed Management, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Lorestan and Corresponding Author Email: ehsansohrabi20@yahoo.com

2. Associate Professor Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Lorestan

3. Associate Professor Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Lorestan

4. Associate Professor Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Lorestan