



دانشگاه گواران، منابع طبیعی

نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی

جلد هفتم، شماره اول، ۱۳۹۷

۱۷۳-۱۸۹

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

DOI: 10.22069/ejang.2019.10366.1290

## برآورد میزان فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف از طریق مدل RUSLE در حوزه آبخیز روضه‌چای ارومیه

خدیجه حاجی<sup>۱</sup>، اباندر اسمعیلی عوری<sup>۲</sup>، \* رؤف مصطفی‌زاده<sup>۳</sup> و حبیب نظرنژاد<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، <sup>۲</sup> دانشیار گروه آموزشی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، <sup>۳</sup> استادیار گروه آموزشی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، <sup>۴</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۷

### چکیده

**سابقه و هدف:** فرسایش خاک یکی از مشکلات محیطی است که تهدیدی برای منابع طبیعی، کشاورزی و محیط‌زیست به‌شمار می‌رود و در این راستا، اطلاعات زمانی و مکانی از فرسایش خاک در اقدامات مدیریتی، کنترل فرسایش و مدیریت حوزه‌های آبخیز نقش مؤثری دارد. امروزه عدم استفاده صحیح از اراضی و تغییرات کاربری اراضی مانند تبدیل جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی، چرای مفرط، شخم روی شیب‌های تند، باعث افزایش میزان فرسایش خاک و رسوب شده است. کاربری‌های مختلف اراضی مقادیر مختلف فرسایش را ایجاد می‌کنند و مدیریت اراضی نقش به‌سزایی در جلوگیری از فرسایش دارد. در مطالعه حاضر، هدف برآورد و مقایسه میزان فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف حوزه آبخیز روضه‌چای واقع در غرب شهرستان ارومیه با استفاده از مدل RUSLE می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** برای پیش‌بینی موارد ذکرشده، معادله تجدیدنظرشده جهانی هدررفت خاک در چارچوب سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌کار رفته شده است. پس از تهیه عوامل مدل RUSLE شامل  $C$ ،  $LS$ ،  $K$ ،  $R$  و  $P$  مدل اجرا شد و مقادیر متوسط هر کدام از فاکتورها محاسبه و از حاصل ضرب آن‌ها نقشه فرسایش خاک تهیه گردید.

**یافته‌ها:** براساس نتایج، مقدار متوسط فرسایش خاک حوزه برابر  $۱۳/۱$  تن در هکتار در سال برآورد گردید. هم‌چنین بیش‌ترین میزان متوسط فرسایش خاک به‌ترتیب در کاربری‌های مرتع با پوشش متوسط و مرتع متراکم برابر  $۱۶/۷۳$  و  $۱۴/۵۳$  برآورد شد. قابل ذکر است که میزان فرسایش و رسوب بالا در کاربری مرتعی را می‌توان با موقعیت و پراکنش مکانی این مناطق در اراضی پرشیب و نیز مساحت قابل‌توجه آن در منطقه مورد مطالعه توجیه نمود.

\* مسئول مکاتبه: [raoofmostafazadeh@uma.ac.ir](mailto:raoofmostafazadeh@uma.ac.ir)

**نتیجه‌گیری:** افزایش استفاده از اراضی مرتعی پرشیب حساسیت به فرسایش را در این مناطق بالا برده است و این امر مهم‌ترین دلیل افزایش فرسایش در اراضی مرتعی نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. نقشه فرسایش تهیه شده، امکان تعیین شدت تغییرات مکانی فرسایش را فراهم نموده است که می‌تواند در برنامه‌ریزی و مدیریت فرسایش مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** حوزه آبخیز روضه‌چای، شدت فرسایش، فرسایش خاک، کاربری اراضی، مدل RUSLE

### مقدمه

کاربری اراضی عامل ارتباط انسان و محیط‌زیست و ایجاد موازنه میان اقتصاد، هیدرولوژی و اکولوژی کاربری اراضی است و هم‌چنین، واکنش رواناب و رسوب خروجی حوزه آبخیز به ویژگی‌های فیزیوگرافی، الگوی پراکنش کاربری اراضی، نوع خاک، شدت و مدت وقوع بارندگی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد که در میان آن‌ها نقش کاربری اراضی دارای اهمیت بیشتری است (۱۸ و ۳۳). از طرفی نوع کاربری اراضی نیز به‌صورت مستقیم با فعالیت‌های انسانی از طریق تامین رسوبات لازم برای حمل رسوب و ترسیب در ارتباط است (۱۹ و ۲۹). نرخ فرسایش خاک شاخصی جامع برای ارزیابی درجه توسعه‌یافتگی و پایداری برنامه‌های مدیریتی سرزمینی کشورها است و از طرفی داشتن اطلاعات مکانی در ارتباط با پدیده‌ها این امکان را فراهم می‌کند که همبستگی بین پدیده‌ها و الگوی فضایی بین آن‌ها شناسایی شود در نتیجه شناخت الگوی فضایی فرسایش خاک، یک کلید برای درک دینامیک و شناسایی دلایل زیستی و غیرزیستی فرسایش خاک هست و تعیین الگوی پراکنش شدت فرسایش و رسوب می‌تواند به ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش و مقابله با فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز کمک کند (۱۳). بنابراین، تعیین عوامل مؤثر بر

فرسایش و پیش‌بینی مقدار فرسایش خاک و رسوب در حوزه‌های آبخیز به‌منظور اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک و تعیین روش‌های مبارزه با فرسایش و کاهش تولید رسوب ضروری و نخستین گام در ارائه راهکارهای حفاظت از خاک می‌باشد (۱۱ و ۱۵). در زمینه مطالعات فرسایش و رسوب دامنه وسیعی از مدل‌ها وجود دارد که بر اساس درجه پیچیدگی، فرآیندهای قابل شبیه‌سازی و ماهیت دارای تنوع هستند، که از مهم‌ترین آن مدل‌ها می‌توان به معادله جهانی فرسایش خاک<sup>۱</sup> (USLE) اشاره نمود. یکی از جنبه‌های مهم در بحث مدل‌ها، تعداد متغیرهای ورودی آن‌ها است که هرچه کم‌تر باشد کار با مدل آسان‌تر و سریع‌تر خواهد بود، سپس زیاد بودن تعداد متغیرهای ورودی می‌تواند شناخت مدل از طبیعت منطقه را افزایش دهد و دقت شبیه‌سازی را نیز بالاتر ببرد، ولی تجمع خطاهای مربوط به تعداد پارمترها و فرآیندهای مورد شبیه‌سازی باعث پیچیده‌تر شدن کار خواهد شد و در نتیجه زمان بیشتری برای انجام شبیه‌سازی و واسنجی مدل نیاز خواهد بود (۴). مدل USLE در سال ۱۹۴۷ به‌وسیله ویشمایر به‌کار گرفته شد و تکامل یافت و به‌کارگیری آن در سطوح کوچک برای انواع کاربری‌های مختلف در عرصه‌های طبیعی نتایج مناسبی را به‌دست خواهد داد (۸). فرسایش

1- Universal Soil Loss Equation (USLE)

فرسایش در چهار کاربری اراضی، شامل مرتع با پوشش گیاهی تقریباً خوب، ضعیف، دیمزار و دیمزارهای رها شده واقع در منطقه چشمه علی در استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند. نتایج ایشان نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار فرسایش و رسوب در کاربری دیمزار رها شده و دیمزار و کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب مشاهده شد (۳۶). پژوهش و همکاران (۲۰۱۱)، اثر کاربری اراضی مختلف در تولید رسوب با استفاده از GIS را در حوضه سد زاینده رود علیا مطالعه نمودند. نتایج حاصل از پژوهش ایشان نشان داد که بیشترین مقدار فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک در حوضه مورد مطالعه، در کاربری‌های مرتع متراکم و بوته‌زارها صورت گرفته است. این افزایش تولید رسوب در این دو نوع کاربری، ناشی از تأثیر متقابل دو عامل، شیب و چرای بی‌رویه دام در اوایل فصل بهار است (۲۳). مقصودی و همکاران (۲۰۱۳)، با هدف بررسی تأثیر عامل پوشش گیاهی بر فرسایش آبی در حوزه آبخیز رزین در شمال استان کرمانشاه، به این نتیجه رسیدند که تغییر فاکتور C در مدل RUSLE باعث تغییرات قابل ملاحظه‌ای در میزان فرسایش شده و تأکید نمودند که تأثیر مثبت پوشش گیاهی بر میزان فرسایش آبی، قابل توجه است (۱۶). جواندوست و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهش خود، تحلیل فضایی تیپ و شدت خطر فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز روضه‌چای را بررسی نمودند. ایشان با استفاده از مدل فرسایشی WaTEM/SEDEM نقشه شدت فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز روضه‌چای را تهیه و در پنج کلاس طبقه‌بندی کرد و در ادامه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سطح واحدهای کاری نقشه تیپ

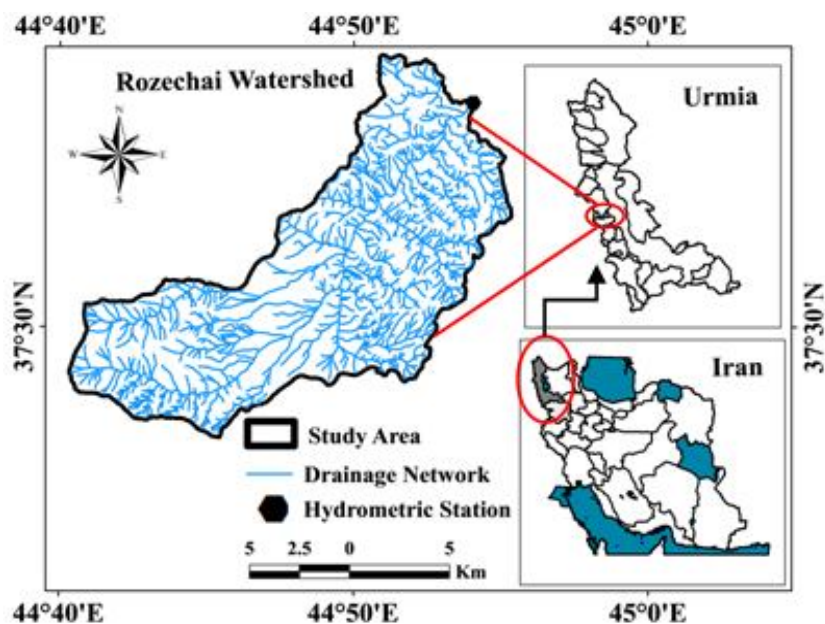
خاک در مدل USLE ترکیبی از شش عامل که نشان‌دهنده نیروی فرساینده باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، عملیات مدیریتی و حفاظتی است، جهت پیش‌بینی تلفات خاک به کار می‌رود (۳۵). رابطه جهانی فرسایش خاک اصلاح شده (RUSLE)، که روش مورد استفاده در پژوهش حاضر می‌باشد، به‌عنوان مدل توسعه‌یافته USLE برای پیش‌بینی فرسایش خاک سالانه به‌شمار می‌آید (۲۷). مدل RUSLE قابلیت پردازش اطلاعات جغرافیایی برای ورود به مدل را دارد. هم‌چنین بعد از شبیه‌سازی نرم‌افزار ArcGIS خروجی‌های مدل را پردازش نموده و اطلاعات خروجی را به‌صورت گرافیکی یا جدول نمایش می‌دهد. سپس بار رسوب سالانه می‌تواند با استفاده از رسوبات معلق اندازه‌گیری شده در طول سیلاب‌ها پیش‌بینی شود. هم‌چنین حلقه‌های سنجه‌رسوب نیز ابزاری مناسب برای درک نقش کنترل‌کنندگی دبی در تولید رسوب محسوب می‌شود و بنابراین الگوی تغییرات رسوب معلق در طول وقایع سیلاب در شرایط مختلف بیانگر تغییرات شدید رابطه بین دبی و غلظت رسوب معلق تحت تأثیر عوامل متعدد می‌باشد (۲۰). پژوهش‌ها و بررسی‌های گسترده‌ای در زمینه علت و برآورد فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف حوزه‌های آبخیز در سراسر جهان صورت گرفته است. آقاراضی و قدوسی (۲۰۰۱)، با بررسی کاربری اراضی و شیب با فرسایش خاک و تولید رسوب در ایستگاه تحقیقات خسیججان به این نتیجه رسیده‌اند که در هر کلاس شیب، کاربری مرتع کم‌ترین فرسایش و کاربری شخم رها شده بیش‌ترین فرسایش و کاربری زراعت حد واسط فرسایش را به خود اختصاص داده‌اند (۲). یوسفی‌فرد و همکاران (۲۰۰۷)، مطالعه‌ای را با هدف برآورد رسوب و

توان طبیعی و اکولوژیکی آن نبوده که در نتیجه باعث فرسایش، تخریب و کاهش تولید این اراضی شده است. به‌طور مثال اکثر کشاورزان منطقه محصولات خود را (به‌خصوص گندم دیم) در شیب‌های نامناسب یعنی بالاتر از ۱۲ درصد کشت می‌کنند و عدم توجه به پتانسیل‌های موجود موجب نابودی این اراضی شده است. هم‌چنین توسعه بی‌رویه باغ‌ها و تخریب اراضی ملی موجب از بین رفتن پوشش گیاهی و افزایش فرسایش خاک می‌شود که علتی برای کاهش آب‌های زیرزمینی و در نهایت هدررفت حقایق دریاچه ارومیه می‌شود. معضل فرسایش خاک در آذربایجان غربی موجب شده تا عمر مفید سدهای این منطقه از صد به سی سال کاهش پیدا کند. هدف از این پژوهش برآورد فرسایش خاک سالانه در حوزه آبخیز روضه‌چای ارومیه با استفاده از مدل RUSLE و ارزیابی کاربری‌های مختلف اراضی از نظر میزان فرسایش و رسوب و هم‌چنین مشخص کردن حساس‌ترین کاربری اراضی و اولویت‌بندی آن‌ها برای انجام عملیات حفاظتی است.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** پژوهش حاضر در حوزه آبخیز روضه‌چای از زیر حوزه‌های دریاچه ارومیه با مساحت ۱۸۶/۴۱ کیلومتر مربع، در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان ارومیه و در محدوده جغرافیایی ۲۷° ۳۷' الی ۳۶° ۳۷' عرض شمالی و ۴۰° ۴۴' الی ۵۵° ۴۴' طول شرقی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۳۵۴۵ متر و حداقل ارتفاع در خروجی برابر ۱۴۷۱ متر از سطح دریا می‌باشد. طول رودخانه اصلی آن ۳۱/۵ کیلومتر است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است.

فرسایشی حوضه تهیه و در نهایت با استفاده از روش‌های نزدیک‌ترین همسایه، شاخص موران، K راپیلی، شاخص G، روش کوادرات الگوی فضایی نقشه تیپ و خطر فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز روضه‌چای تعیین شد و نتایج حاصل از پژوهش ایشان نشان داد که پراکنش تیپ‌های فرسایشی و کلاس‌های خطر فرسایش و رسوب حوزه آبخیز روضه‌چای دارای الگوی خوشه‌ای هستند و از نظم فضایی خاصی پیروی می‌کنند و بین پراکنش فضایی تیپ و کلاس خطر فرسایش و رسوب تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۱۳). هنگ‌مینگ و همکاران (۲۰۰۶)، برآورد کمی فرسایش خاک با GIS و مدل RUSLE را تحت چهار سناریوی جنگلکاری در کشور چین مورد مطالعه قرار دادند و چهار سناریو با نسبت‌های مختلف خاک فرسایش‌یافته ۰/۵٪، ۱/۰٪، ۲/۰٪ و ۳/۰٪ حاصل از شیوه‌های مدیریت جنگل را برای ارزیابی خطر فرسایش مقایسه نمودند، نتایج نشان داد که میزان فرسایش به مقدار خاک فرسایش یافته در اثر عملیات مدیریتی بستگی دارد (۱۲). پلانگن و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه خود اثرات احتمالی اقلیم و کاربری اراضی و اثر متقابل آن‌ها بر فرسایش و رسوب در تایلد را شبیه‌سازی نمودند. نتایج، پژوهش مذکور نشان داد که برنامه‌ریزی مناسب برای کاربری‌های اراضی به‌منظور کاهش فرسایش خاک و رسوب در آینده می‌تواند تحت‌تأثیر مستقیم تغییرات اقلیمی پیش‌بینی شود (۲۴). استان آذربایجان غربی یکی از مناطق مستعد کشاورزی (زراعت آبی و دیم) در ایران است، در این مناطق مشاهده عینی و رجوع به گذشته نشان می‌دهد که زراعت آبی و دیم از گذشته مرسوم بوده است. اما این استفاده‌ها در اکثر مناطق بر اساس خصوصیات اکوسیستم و توجه به



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز روزه‌چای در ایران و استان آذربایجان غربی.

Figure 1. Location map of the study area in the West-Azərbayaijan Province, Iran.

عامل فرساینده‌گی باران (R): فرساینده‌گی باران در معادله جهانی فرسایش به‌عنوان یک شاخص کمی از توان باران در فرسایش خاک استفاده می‌شود و در ایجاد فرسایش به انرژی سینتیکی باران بستگی دارد (۱۴). به‌دلیل عدم وجود ایستگاه باران‌نگاری در حوزه، از معادله‌ای که توسط رنارد و فریموند در سال ۱۹۹۴ ارائه شده عامل فرساینده‌گی باران محاسبه گردید. ابتدا ۸ ایستگاه مناسب از اطراف و داخل مرز حوزه مورد مطالعه را با توجه به دوره آماری مشخص که در جدول ۱ ارائه شد، انتخاب و سپس مقدار عامل (R) را برای ایستگاه‌های شاخص براساس شاخص اصلاح‌شده فورنیه (MFI) که از رابطه ۲ به‌دست آمده، برآورد گردید.

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \quad (2)$$

که در آن،  $P_i$  متوسط بارندگی (میلی‌متر) در ماه  $i$  ام و  $P$  متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر) است. در این روش برای هر سال یک شاخص محاسبه شده و

مدل جهانی فرسایش خاک اصلاح‌شده<sup>۱</sup> (RUSLE): مدل RUSLE پس از مطالعات فرسایش آبی در ایالات مختلف آمریکا با شرایط مختلف جغرافیایی و آب و هوایی، به‌دست آمده است و به‌صورت (رابطه ۱) نمایش داده شد (۲۵ و ۳۵).

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

که در آن،  $A$  مقدار خاک فرسایش‌یافته به‌وسیله فرسایش ورقه‌ای و شیب (تن در هکتار در سال)،  $R$  فرساینده‌گی باران (مگاژول میلی‌متر در هکتار ساعت سال)،  $K$  فرسایش‌پذیری خاک و حساسیت ذاتی خاک را مشخص می‌کند (تن ساعت بر مگاژول بر میلی‌متر)،  $L$  طول شیب (بدون واحد)،  $S$  درجه شیب زمین (بدون واحد)،  $C$  پوشش گیاهی (بدون واحد) و  $P$  حفاظت خاک (بدون واحد)، می‌باشد.

1- Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)

که در آن، R عامل فرساینده‌گی باران (مگاژول میلی‌متر در هکتار ساعت سال) است (۲۷ و ۳۲). سپس بر اساس مقادیر به‌دست آمده، معنی‌داری رابطه رگرسیونی مورد استفاده در پژوهش با استفاده از تحلیل آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تأیید قرار گرفت (شکل ۲).

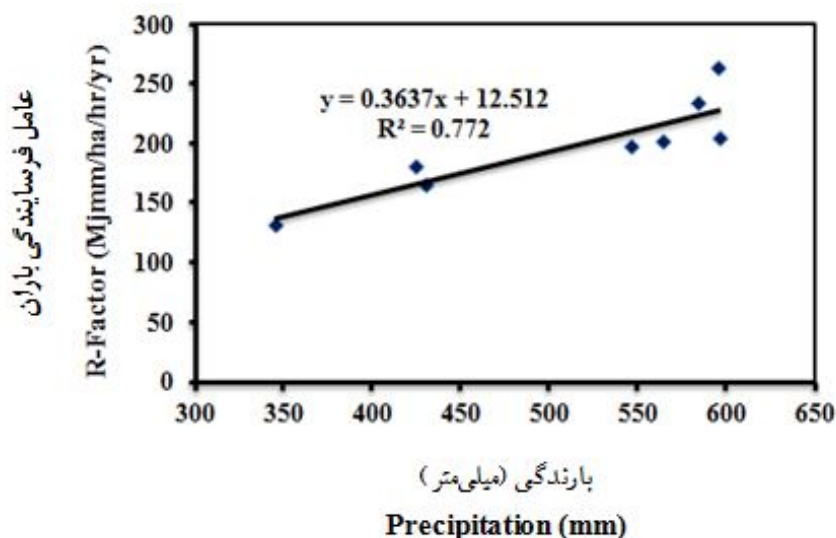
سپس از آن‌ها متوسط‌گیری شده است. به این نحو که مجذور بارندگی هر ماه در هر سال محاسبه شده و با تقسیم مجموع آن‌ها به بارندگی همان سال، مقدار شاخص اصلاح شده فورنیه در سال مذکور و سپس میانگین کل دوره به‌دست آمده است.

$$R - \text{Factor} = 0.264\text{MFI}^{1.5} \quad (۳)$$

جدول ۱- محاسبه و برآورد MFI و R برای ایستگاه‌های بارندگی حوزه آبخیز روضه‌چای.

**Table 1. Calculation and estimation of MFI and R for precipitation stations in the Rozechai watershed.**

R	MFI	بارندگی سالانه Annual precipitation	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ایستگاه Station	ردیف Row
166	73	428	37.53	45.03	کمپ ارومیه (Camp Urmia)	1
132	63	343	37.66	44.9	تپیک (Tepic)	2
181	77	423	37.6	44.88	کلهور (Kalhur)	3
263	99	594	37.61	44.8	رزین (Resin)	4
197	82	545	37.43	44.86	شهرچای (Shahr chai)	5
234	92	583	37.58	44.63	مارمیشو (Marmishu)	6
201	83	563	37.55	44.85	تالین (Tallinn)	7
204	84	595	37.48	44.78	چمان (Choman)	8



شکل ۲- رابطه بین بارندگی و عامل فرساینده‌گی باران در ایستگاه‌های اطراف حوضه روضه‌چای.

**Figure 2. R-factor estimation relation based on average annual precipitation in hydrometric station Rozechai watershed.**

متغیر است (۲۸). عامل فرسایش پذیری در مدل RUSLE را می‌توان از طریق نمودار تعیین کرد. مورگان برای فاکتور فرسایش پذیری (K) خاک‌های مختلف اعدادی را پیشنهاد کرده است که در جدول ۲ نشان داده شده است (۳). اطلاعات مورد نیاز از گزارش تفصیلی حوزه آبخیز روضه‌چای استخراج و پس از آن نقشه عامل K در GIS تهیه گردید.

عامل فرسایش پذیری خاک (K): فرسایش پذیری خاک، به مقاومت خاک در برابر جدا شدن و مقاومت ذرات در برابر انتقال اطلاق می‌شود (۳۰). بر اساس دستورالعمل ارائه شده توسط فائو (۱۹۹۶)، مقدار عامل فرسایش پذیری خاک بر اساس میزان مواد آلی، ترکیب خاک و نفوذپذیری بین ۰/۷۰ برای خاک‌های ضعیف (شکننده) تا ۰/۰۱ برای خاک‌های بسیار پایدار

جدول ۲- فرسایش پذیری خاک بر اساس ۱ درصد ماده آلی خاک (۳، ۷ و ۲۲).

Table 2. The Soil erodibility factor (ton hr/MJ/mm) based on 1% soil organic matter (3, 7, 22).					
شن ریز لومی	لومی رسی	شنی لومی	شنی	خاک سطحی با پوشش سنگریزه‌ای	وضعیت خاک
Loamy fine sand	Clay loam	Loamy sand	Sandy	Surface soil with gravel cover	Soil type
0.24	0.28	0.12	0.05	0.5	فرسایش پذیری خاک K (ton hr/MJ/mm)

$$S = 10.8 \sin B + 0.03 \tan B < 0.09 \quad (5)$$

$$S = 16.8 \sin B - 0.5 \tan B > 0.09$$

که در آن،  $\lambda$  نقشه تجمعی جریان آب، L طول شیب بر حسب متر و S درجه شیب زمین می‌باشد.

عامل مدیریت پوشش (C): عامل C نشان‌دهنده تأثیرات شیوه‌های برداشت و مدیریت کشاورزی و نیز تأثیر زمین، درخت و پوشش علفی بر روی کاهش از دست رفتن خاک در وضعیت غیرکشاورزی است. در مدل RUSLE فاکتور پوشش گیاهی معمولاً بر اساس معادله‌های تجربی تعیین می‌شود (۳۵). که این عامل با توجه به نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه تعیین می‌گردد.

عامل شیب و طول شیب (LS): با استفاده از DEM ۱۰ متری در محیط ArcGIS 10.1 و ابزار Extension Arc Hydro تحلیل‌های مربوط به ویژگی‌های فیزیکی از جمله طول شیب حوزه به‌دست آمد. هم‌چنین درجه شیب حوزه از روی DEM منطقه استخراج گردید. در نتیجه طول و درجه شیب هر دو با مقدار فرسایش رابطه مستقیم دارند (۱۷). مقدار LS با استفاده از رابطه‌های ۴ و ۵ محاسبه می‌شود (۱۰، ۲۱ و ۳۷).

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.1}\right)^m \quad (4)$$

$$m = \frac{F}{1+F}$$

$$F = \frac{\sin B / 0.0896}{3(\sin B)^{0.8} + 0.56}$$

جدول ۳- عامل مدیریت زراعی (C) در کاربری‌های مختلف حوزه آبخیز روضه‌چای (۲۳ و ۲۸).

**Table 3. The crop/vegetation and management factor (C) in different land use types for the Rozechai watershed (23, 28).**

عامل مدیریت زراعی (C) C-Factor	مساحت (هکتار) Area (ha)	کاربری اراضی Land use
0.15	164	مناطق مسکونی (Residential areas)
0.2	1881	باغ (Garden)
0.19	472	زراعت آبی (Irrigated farming)
0.32	3948	زراعت دیم (Dry farming)
0.1	7075	مراتع با پوشش متوسط (Sparse and moderate rangelands)
0.03	5099	مراتع متراکم (Dense rangelands)

تعیین مقادیر مشاهده‌ای میزان رسوب با استفاده از ایستگاه رسوب‌سنجی: در این پژوهش از ۸ سال آمار ایستگاه رسوب‌سنجی کلهور استفاده گردید. یکی از روش‌های متداول محاسبه تولید رسوب معلق رودخانه‌ها استفاده از روش منحنی سنجه‌رسوب-دبی روزانه جریان است. برای رسم منحنی سنجه‌رسوب، دبی جریان و دبی رسوب متناظر با آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. با داشتن دبی مشاهده‌ای و دبی رسوب مشاهده‌ای، منحنی سنجه‌رسوب رسم گردید. در نهایت، نمودار دبی آب-دبی رسوب به همراه معادله مربوطه و ضریب همبستگی آن برای حوزه آبخیز روضه‌چای به صورت شکل ۳ به دست آمد و سپس با استفاده از رابطه SDR که توسط (USDA (1971)، (Larence (1996)، (USDA (1979) ارائه شده است و مقادیر SDR به دست آمده با هم مشابه بودند (۱، ۵ و ۳۴). متوسط فرسایش حوزه با لحاظ کردن SDR حاصل از روش (USDA (1971)، ۶/۶ تن در هکتار در سال برآورد شد (جدول ۴).

**عامل حفاظت خاک (P):** عامل حفاظت خاک عبارت است از نسبت مقدار خاک از بین رفته در واحد سطح یک زمین حفاظت‌شده، به زمینی که لخت بوده و در جهت تندترین شیب، شخم زده شود. منظور از کارهای حفاظتی، بیشتر کشت در روی خطوط تراز، کشت نواری و ترانس‌بندی، درختکاری، جلوگیری از قطع بی‌رویه درختان و جلوگیری از چرای بی‌رویه دام است. به دلیل عدم هیچ‌گونه عملیات حفاظتی، P برابر با یک خواهد بود. مقدار P را می‌توان بر اساس شیب منطقه هم به دست آورد هرچه شیب کم‌تر باشد نیاز به عملیات حفاظتی کم‌تر خواهد بود. (۲۶ و ۳۵).

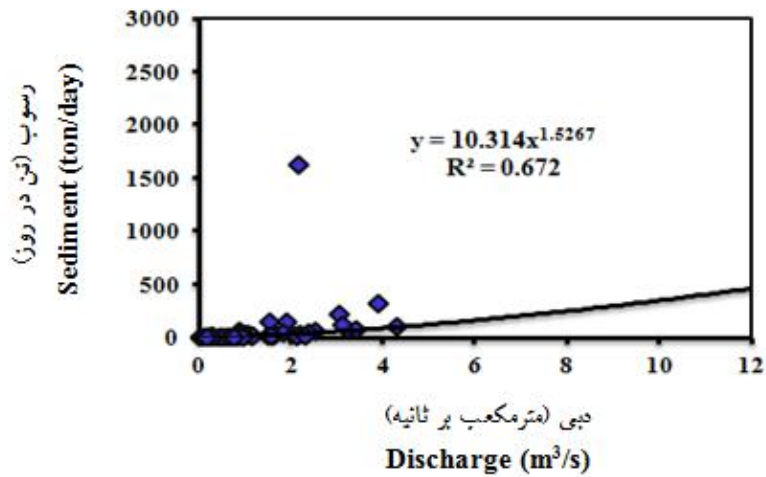
**تلفیق لایه‌ها و تهیه نقشه فرسایش:** پس از تهیه لایه‌ها و طبقه‌بندی هر کدام از آن‌ها مطابق شرایط منطقه و دامنه اعداد به دست آمده، نقشه نهایی فرسایش خاک با روی هم‌گذاری لایه‌های مذکور تهیه و به کلاس‌های مختلف فرسایش طبقه‌بندی شد.

جدول ۴- مقادیر رسوب و فرسایش اندازه‌گیری شده در ایستگاه کلهور حوزه آبخیز روضه‌چای.

**Table 4. Measured sediment and soil erosion values (ton/ha/yr) in the Kalhor hydrometric station in Rozechai watershed.**

متوسط رسوب سالانه (تن در هکتار در سال) Annual sediment average (ton/ha/yr)	نسبت تحویل رسوب Sediment delivery ratio (SDR)	مساحت Area (Km <sup>2</sup> )	متوسط فرسایش خاک سالانه (تن در هکتار در سال) Soil erosion average (ton/ha/yr)
0.687	0.1	186.41	6.6





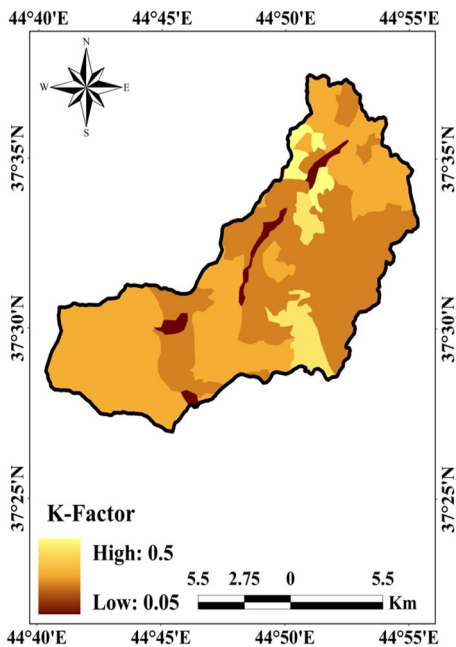
شکل ۳- منحنی سنج رسوب ایستگاه کلهور حوزه آبخیز روضه‌چای در سال ۱۳۸۷-۱۳۹۲.

Figure 3. The sediment rating curves of Kalhor hydrometric station in Rozechai watershed (2006-2013).

شرایط منطقه مورد مطالعه طبقه‌بندی صورت گرفت و نقشه آن‌ها از طریق روی هم‌گذاری بر حسب تن در هکتار در سال در محیط ArcGIS تهیه گردید.

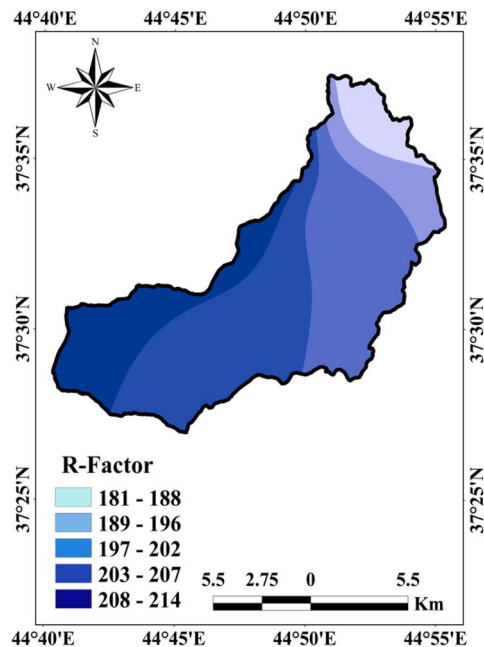
### نتایج

بر اساس مراحل ذکر شده در روش پژوهش و با توجه به اطلاعات موجود عوامل مؤثر بر برآورد فرسایش خاک در مدل RUSLE برآورد و مطابق با



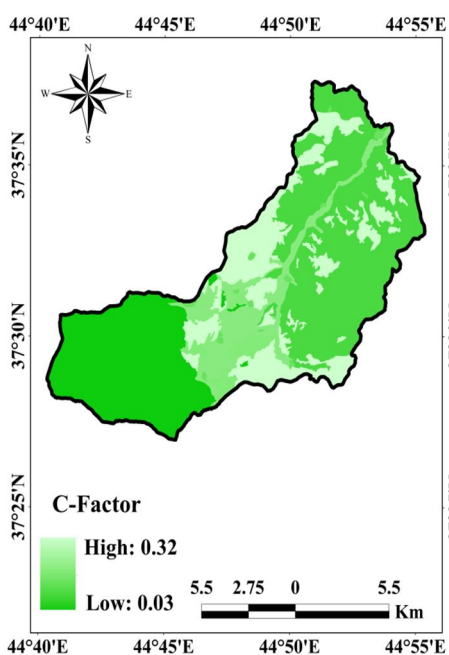
شکل ۵- نقشه عامل K حوزه آبخیز روضه‌چای.

Figure 5. The map of K-Factor in Rozechai watershed.

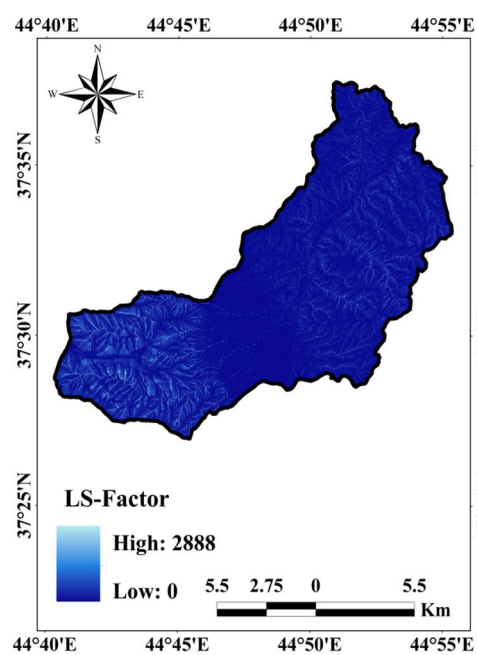


شکل ۴- نقشه عامل R حوزه آبخیز روضه‌چای.

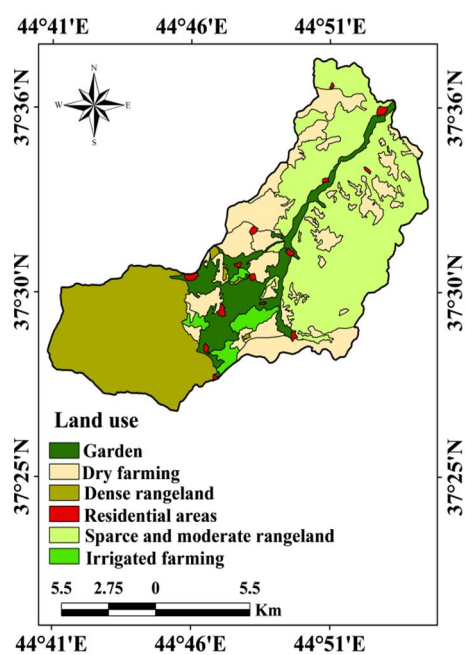
Figure 4. The map of R-Factor in Rozechai watershed.



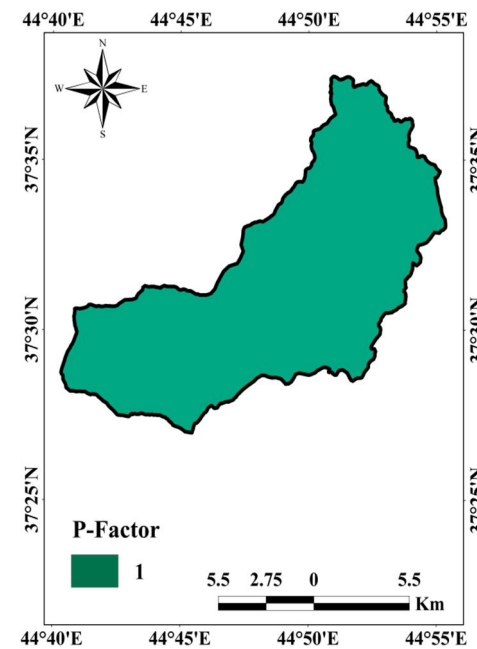
شکل ۷- نقشه عامل C حوزه آبخیز روضه‌چای.  
Figure 7. The map of C-Factor in Rozechai watershed.



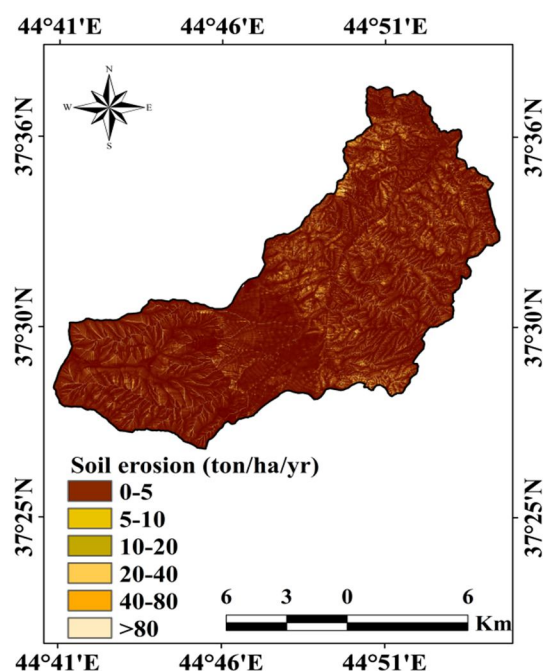
شکل ۶- نقشه عامل LS حوزه آبخیز روضه‌چای.  
Figure 6. The map of LS-Factor in Rozechai watershed.



شکل ۹- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای.  
Figure 9. The map of land use in Rozechai watershed.



شکل ۸- نقشه عامل P حوزه آبخیز روضه‌چای.  
Figure 8. The map of P-Factor in Rozechai watershed.



شکل ۱۰- نقشه متوسط فرسایش خاک سالانه حوزه آبخیز روضه‌چای.

Figure 10. The map of soil erosion (ton/ha/yr) in Rozechai watershed.

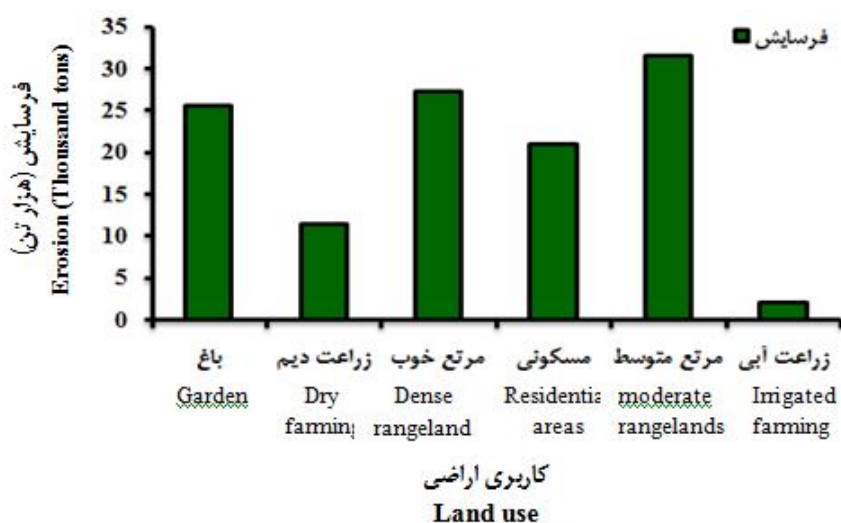
جدول ۵- کلاس‌های طبقه‌بندی‌شده فرسایش خاک سالانه (۳۱).

Table 5. Classified classes of annual soil erosion (31).

مساحت (%)	مساحت (هکتار)	میزان فرسایش خاک (تن در هکتار در سال)	کلاس
Area (%)	Area (ha)	Soil erosion values (ton/ha/yr)	Class
46.4	8653.2	0-5	کم (Low)
22.3	4167	5-10	متوسط (Medium)
19.1	3573.6	10-20	زیاد (High)
7.93	1479.2	20-40	خیلی زیاد (Very high)
2.33	434.8	40-80	شدید (Severe)
1.74	324.4	>80	خیلی شدید (Very severe)

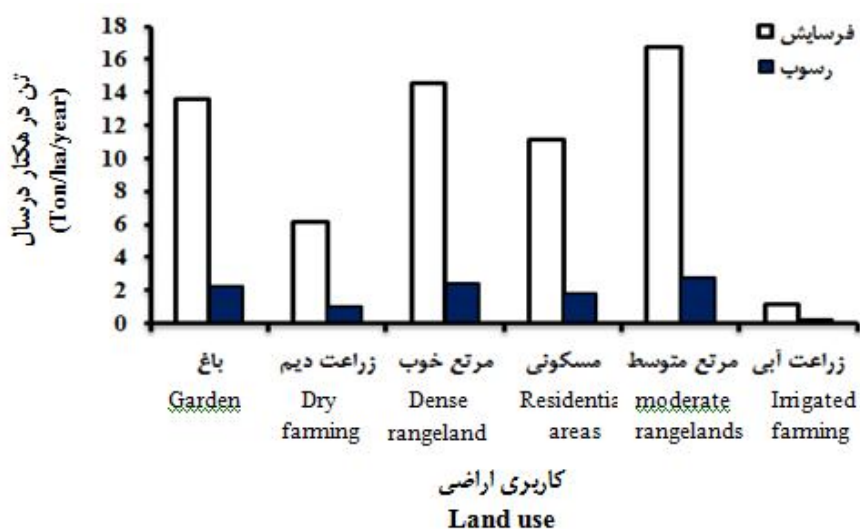
هم‌چنین با کاهش کاربری‌های باغ و مناطق مسکونی فرسایش در آن‌ها افزایش پیدا کرده است. اما این رابطه در زراعت دیم یک رابطه معکوس است. در این کاربری هرچه مساحت آن افزایش پیدا می‌کند فرسایش در آن کم می‌شود. سپس زراعت آبی هم با کم‌ترین مساحت کم‌ترین میزان فرسایش را دارد. در نتیجه بر اساس شکل ۱۲ مقدار فرسایش و رسوب به‌ترتیب در مرتع متوسط و متراکم افزایش پیدا کرده است.

در شکل‌های ۱۱ و ۱۲، میزان فرسایش و رسوب در سطح کاربری‌های مختلف نشان داده شده است. با در نظر گرفتن تغییرات مساحت کاربری‌ها و تغییرات فرسایش می‌توان گفت که تنها در کاربری مرتع با پوشش متوسط و مرتع متراکم رابطه افزایش مساحت کاربری و افزایش فرسایش و رسوب در آن یک رابطه مستقیم دارد و نشان‌دهنده این است، که هرچه مراتع (متوسط و متراکم) افزایش پیدا کند میزان فرسایش و رسوب هم در آن افزایش پیدا کرده است.



شکل ۱۱- مقادیر فرسایش (هزار تن) در کاربری اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای.

Figure 11. Erosion values (Thousand tons) in the land use of the Rozechai watershed.



شکل ۱۲- مقادیر فرسایش و رسوب (تن در هکتار در سال) در کاربری اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای.

Figure 12. Erosion and sediment values (ton/ha/yr) in the land use of the Rozechai watershed.

است و مطابق نقشه فرسایش خاک تهیه شده و با توجه به جدول ۵، مناطق با خطر فرسایش متوسط تا زیاد، عمدتاً در قسمت‌های ناهموار منطقه قرار دارند و همچنین مناطق با خطر فرسایش خیلی زیاد نیز شامل مناطقی است که پوشش اندک (مرتعی) دارند. همچنین برای محاسبه مقدار رسوب کل (تن در هکتار در سال) حوزه نیاز به تعیین نسبت تحویل رسوب و مقدار فرسایش است که با استفاده از رابطه

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه بررسی فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE در چارچوب سیستم اطلاعات جغرافیایی به کار گرفته شد. با توجه به این که این مدل نیز برای زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شود، در قالب کاربری کشاورزی و غیرکشاورزی بررسی شد. بررسی نقشه فرسایش خاک نشان می‌دهد که مقدار متوسط آن در سطح حوزه ۱۳/۱ تن در هکتار در سال

استفاده از اراضی مرتعی پرشیب حساسیت به فرسایش را در این مناطق بالا برده است و این امر مهم‌ترین دلیل افزایش فرسایش در اراضی مرتعی نسبت به سایر کاربری‌ها می‌باشد. نقشه فرسایش تهیه شده، امکان تعیین شدت تغییرات مکانی فرسایش را فراهم نموده است که می‌تواند در برنامه‌ریزی و مدیریت فرسایش مورد استفاده قرار گیرد.

### رهیافت‌های ترویجی

تعیین تغییرات مکانی فرسایش در کاربری‌های مختلف، امکان اولویت‌بندی انجام اقدامات مدیریتی به‌منظور کنترل فرسایش را فراهم می‌نماید. در این راستا تعیین شدت فرسایش از ملزومات اجرای طرح‌های بیومکانیکی در آبخیزها است. بر اساس نتایج یافته‌های پژوهش، می‌توان پیامدهای تغییرات میزان فرسایش را بر اساس تغییرات در کاربری اراضی متناسب با محدودیت‌های محیط‌زیستی منطقه را پیش‌بینی نمود. از آنجایی‌که تنظیم مشخصه‌های بارش مؤثر در تولید رواناب و رسوب مانند شدت و مدت بارش، در اختیار انسان نمی‌باشند، بنابراین مدیریت اراضی و طراحی و اجرای سیستم‌های حفاظتی و مدیریتی مناسب می‌تواند به کاهش تولید رسوب و فرسایش در حوزه‌های آبخیز کمک کند. کاربری‌های مناسب، ضمن افزایش درآمد ساکنان محل، حفظ منابع آب و خاک حوزه، و هم‌چنین مورد پذیرش آبخیزنشینان حوزه، انتخاب گردد. بر اساس نتایج پژوهش و با توجه به بالا بودن میزان فرسایش در اراضی مرتعی می‌توان نسبت به اجرای دقیق برنامه‌های مدیریت دام در مرتع و نیز رعایت فصل استفاده از مرتع با توجه به آمادگی خاک و گیاهان منطقه برای چرا اقدام نمود.

مشخص‌شده در جدول ۴ روش تعیین نسبت تحویل رسوب برای کاربری‌ها محاسبه شد. در نتیجه با تهیه نقشه کاربری اراضی میزان فرسایش برای تمام کاربری‌ها مشخص شد و نتایج حاصل از فرسایش در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد که در اکثر کاربری‌ها میزان فرسایش افزایش یافته است. اما بیش‌ترین مقدار فرسایش و رسوب آن به‌ترتیب در مرتع متوسط و متراکم می‌باشد. این نتایج با یافته‌های آقاراضی و قدوسی (۲۰۰۱) در خسبیجان، یوسفی‌فرد و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه چشمه‌علی در استان چهارمحال و بختیاری، که کم‌ترین میزان فرسایش و رسوب را برای کاربری مرتع برآورد کردند مطابقت ندارد (۲ و ۳۶). اما با نتایج پژوهش و همکاران (۲۰۱۱) در سد زاینده‌رود علیا که بیش‌ترین مقدار فرسایش و رسوب را برای کاربری مرتع برآورد کرده همخوانی دارد (۲۳)، که به چند دلیل اراضی مرتعی نسبت به سایر اراضی به فرسایش حساس‌تر هستند، اول این‌که این اراضی در ارتفاعات و شیب‌های بالاتری قرار دارند و بارندگی در این مناطق نسبت به سایر کاربری‌ها بیش‌تر است و به‌همین دلیل قدرت و عامل فرساینده‌گی باران بسیار بیش‌تر از سایر کاربری‌ها می‌باشد. دلیل دوم این‌که شیب این اراضی بسیار تندتر و بیش‌تر از سایر کاربری‌ها می‌باشد، و به‌همین علت پس از بارش سریع رواناب جاری می‌شود و چون این کاربری‌ها مهم‌ترین منبع استفاده دام‌های روستاییان منطقه می‌باشند و جهت چرای دام مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارای سطح اراضی بسیار شکننده و حساس می‌شود و همین امر باعث می‌شود که با شروع بارش، رواناب با سرعت بیش‌تری تشکیل شود و خاک‌های حاصل از تخریب توسط دام‌ها و فعالیت‌های انسانی به‌وسیله رواناب سریع‌تر انتقال پیدا می‌کنند. افزایش

منابع

1. Afsari, R., and Ghodoosi, J. 2012. Assessment of different methods to estimate sediment delivery ratio (SDR) under various weather conditions Case study catchments in Central Province, Natural Geography, 4: 12. 107-118. (In Persian)
2. Agarazi, H.A., and Ghoddousi, J. 2001. The study of relation between land use and slope with producing sediment. National conference of lands management, Soil Erosion and Sustainable Development, Arak, Iran, Pp: 362-368. (In Persian)
3. Ahmadi, H. 2009. Applied Geomorphology (Water Erosion), University of Tehran Press, Sixth Edition, 1: 507. (In Persian)
4. Akbari-Mejdar, H., and Bahremand, A.R. 2013. Comparison of erosion and sediment simulation method in SWAT and WetSpa models, J. Cons. Util. Natur. Resour. 1: 4. 63-77. (In Persian)
5. Asadi-Nalivan, O., Mohseni-Saravi, M., Sour, A., Dastranj, A., and Taei, S. 2013. Determine the most appropriate experimental method to estimate the SDR using EPM and physical properties basin; Case study Watershed Ghurchay, Golestan province, Iranian of Irrigation and Water Engineering, 3: 10. 19-28. (In Persian)
6. Bakker, M.M., Govers, G., Van Doorn, A., Quetier, F., Chouvardas, D., and Rounsevell, M. 2008. The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: the importance of landscape pattern. Geomorphology, 98: 213-226.
7. Bani-Neameh, J. 2003. Land evaluation for land use planning with special attention to sustainable fodder production in the Rouzeh Chai catchment of Orumiye area - Iran. M.Sc. Thesis, ITC, 85p.
8. Esmali-Ouri, A., and Abdollahi, Kh. 2011. Watershed and soil conservation, University of Mohaghegh Ardabili Press, Second Edition, 574p. (In Persian)
9. FAO Soil Bulletin 70 - Land husbandry - Components and strategy, Rome 1996, ISBN: 92-5-103451-6.
10. Foster, G.R., Ymeyer, L.D., and Yonstad, C.A. 1977. A Runoff Erosivity Factor for Variable Slope Length Exponents for Soil Loss Estimates. Trans. American Society Agricultural Engineers, 20: 4. 683-687.
11. Haji, Kh., Esmali-Ouri, A., Mostafazadeh, R., and Nazarnejad, H. 2016. Soil erosion mapping and assessment in Rozechai Watershed Using GIS and RUSLE, 2<sup>nd</sup> Nat Conf. on Conservation of Natural Resources and Environment, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, 2-3 March, Pp: 1-6. (In Persian)
12. Hengming, Z., Qingli, W., Limin, D., Shao, G., Lina, T., Shunzhong, W., and Huiyan, G. 2006. Quantifying soil erosion with GIS-based RUSLE under different forest management options in Jianchang Forest Farm, Series E Technological Sciences, 49: 160-166.
13. Javandoost, H., Ownagh, M., Hasanalizadeh, M., and Sokouti, R. 2014. Estimating rainfall erosivity using geostatistical algorithms to estimate Erosion model WaTEM/SEDEM in Rozechai Watershed, 15<sup>th</sup> students Conference on Civil Engineering. Urmia University, Pp: 1-11. (In Persian)
14. Javandoost, H., Ownagh, M., Hasanalizadeh, M., and Sokouti, R. 2014. Spatial analysis of type and intensity of erosion hazard and sediment yield in Rozechai Watershed, M.Sc Thesis Department of Natural Resources-Watershed Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 110p. (In Persian)
15. Jozi, S.A., and Moradi-Majd, N. 2015. Evaluation of main factors affecting soil erosion in FAO method using TOPSIS technique. J. Cons. Util. Natur. Resour. 4: 1. 79-100. (In Persian)
16. Maghsoudi, M., Goorabi, A., and Darabi Shahmari, S. 2014. The Study of effect of vegetation cover on the water erosion Case study: Razin Basin. Environmental Erosion Research, 3: 4. 43-57. (In Persian)
17. Mhangara, P., Kakembo, V., and Lim, K.J. 2011. Soil erosion risk assessment of the Keiskamma catchment, South

- Africa using GIS and Remote Sensing. Environmental Earth Sciences, Pp: 1-16.
18. Mostafazadeh, R. 2014. Effects of different management scenarios of landscape metrics on storm runoff and sediment variations, Ph.D. Dissertation in Watershed Management Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, 122p. (In Persian)
  19. Mostafazadeh, R., Haji, Kh., Esmali-Ouri, A., and Nazarnejad, H. 2017. Prioritization the Critical Sub-Watersheds based on Soil Erosion and Sediment using Watershed Erosion Response Model (WERM) and Morphometric Analysis, (Case study: Rozechai Watershed, West Azerbaijan Province), J. Water. Manage. Res. 8: 16. 142-156. (In Persian)
  20. Mostafazadeh, R., Sadeghi, S.H.R., and Sadoddin, A. 2015. Analysis of storm-wise sedimentgraphs and rating loops in Galazchai Watershed, West-Azarbaijan, J. Water Soil Cons. 21: 5. 175-191. (In Persian)
  21. Oliveira, P.T.S., Rodrigues, D.B.B., Sobrinho, T.A., Panachuki, E., and Wendland, E. 2013. Use of SRTM data to calculate the (R)USLE topographic factor. Acta Scientiarum. Technology, 35: 3. 507-513.
  22. Parveen, R., and Kumar, U. 2012. Integrated approach of universal soil loss equation (USLE) and geographical information system (GIS) for soil loss risk assessment in upper South Koel basin, Jharkhand. J. Geograph. Inf. Syst. 4: 588-596.
  23. Pazhouhesh, M., Gorji, M., Taheri, M., Sarmadian, F., mohammadi, J., and Samadi-Boroujeni, H. The effect of various land use types in Zayandehrud Olya drainage Basian Dam on soil erosion and sediment yield using GIS. Iran. Water Res. J. 5: 8. 143-152. (In Persian)
  24. Plangoen, Ph., Singh Babel, M., Clemente, R., Shrestha, S., and Kumar Tripathi, N. 2013. Simulating the impact of future land use and climate change on soil erosion and deposition in the Mae Nam Nan Sub-Catchment, Thailand. Sustainability, 5: 3244-3274.
  25. Rafahi, H.Gh. 2003. Water erosion and conservation, University of Tehran Press, Fourth Edition, 671p. (In Persian)
  26. Rahimi, Kh., and Mezbani, M. 2013. Evaluation of Sivand Basin Erosion by RUSLE Model During 1998 to 2009. Quar. J. Environ. Eros. Res. 9: 1-18. (In Persian)
  27. Renard, K.G., and Freimund, J.R. 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the RUSLE, National Agricultural Library. J. Hydrol. 157: 287-306.
  28. Rokhbin, M., Nohegar, A., Kamali, A.R., and Habibollahiyan, M. 2014. Evaluating the amount of erosion and sediment in Lavarefin Watershed (Hormozgan Province) by using Remote Sensing (RS), Geographic Information System (GIS) and Empirical Model (RUSLE). Geographical Research, 29: 3. 89-104. (In Persian)
  29. Sadeghi, S.H.R., Mostafazadeh, R., and Sadoddin, A. 2015. Response of Sedimentgraphs and Sediment Rating Loops to Land Use Type and Spatial Pattern. J. Water. Engin. Manage. 7: 1. 15-26. (In Persian)
  30. Shi, Z.H. 2002. Assessment of erosion risk with the RUSLE and GIS in the Middle and lower reaches of Hanjiang River. 12<sup>th</sup> ISCO Conference Beijing.
  31. Singh, G., Babu, R., Narain, P., Bhushan, L.S., and Abrol, I.P. 1992. Soil erosion rates in India. J. Soil Water Cons. 47: 1. 97-99.
  32. Szilassi, P., Jordan, G., Van Rompaey, A., and Csillag, G. 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. Catena, 68: 96-108.
  33. Talebikhiavi, H., Zabihi, M., and Mostafazadeh, R. 2017. Effects of land-use management scenarios on soil erosion rate using GIS and USLE model in Yamchi Dam Watershed, Ardabil. Soil and Water Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 21: 2. 221-234. (In Persian)

34. USDA-SCS. 1971. Sediment source, yields and delivery ratio. National Engineering hand book section (3) sedimentation.
35. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion, losses: a guide to conservation planning, United States Department of Agriculture - Handbook, Washington DC. 537: 13-27.
36. Yousefi-Fard, M., Jalalian, A., and Khademi, H. 2007. Estimating nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11: 40. 93-107. (In Persian)
37. Zhao, W.W., Fu, B.J., and Chen, L.D. 2012. A comparison between soil loss evaluation index and the C-factor of RUSLE: a case study in the Loess Plateau of China, Hydrology and Earth System Sciences, 16: 2739-2748.





## **Determining Soil Erosion Rate in Different Landuses Using RUSLE Model in the Rozechai Watershed, Urmia, Iran**

**Kh. Haji<sup>1</sup>, A. Esmali-Ouri<sup>2</sup>, \*R. Mostafazadeh<sup>3</sup> and H. Nazarnejad<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student of Watershed Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Natural Resources, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Natural Resources, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty Natural Resources, Urmia University

Received: 12.31.2015; Accepted: 05.27.2016

### **Abstract**

**Background and Objectives:** Soil erosion is one of the environmental problems which can be considered as a threat for natural resources, agriculture and the environment. Thus, determining the temporal and spatial data of soil erosion is an effective way for management of soil erosion, sediment control and watershed management. The misuse of lands and landuse changes such as converting forests and grasslands into agricultural land, overgrazing and tillage on steep slopes leads to an increase in soil erosion and sediment yield. Different landuses cause different amount of erosion and land management has an important role in erosion prevention. The objective of this study was to estimate and compare the rate of soil erosion in different landuses of Rozechai Watershed in North West Urmia using RUSLE model.

**Materials and Methods:** Towards this attempt, the revised universal soil loss equation was used in a GIS framework. After providing the necessary input parameters of RUSLE model including R, K, LS, C and P maps the model was implemented and then the average amount of each factor was calculated and erosion map of the study area has been prepared through overlaying the input layers.

**Results:** Results showed that the average amount of soil erosion rate in the studied watershed is estimated to be 13.1 (ton/ha/yr). The results also showed that the highest average erosion rate is assigned to moderate and dense rangeland landuse with 16.73 and 14.53 (ton/ha/yr), respectively. As a concluding remark, the high amount of erosion and sediment yield in rangeland landuse can be attributed to location and spatial distribution of these land use category in steep parts of the watershed and considerable amount of area.

**Conclusion:** Increased use of steep rangelands has increased the sensitivity to erosion in these areas and this is the main reason for the increase in erosion in the rangelands in comparison to other land uses. The erosion map provides an opportunity to determine the severity of spatial erosion changes that can be used in erosion planning and management.

**Keywords:** Erosion Rate, Land Use, Rozechai Watershed, RUSLE Model, Soil Erosion

---

\* Corresponding author: raofmostafazadeh@uma.ac.ir

