



مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی فارس

پژوهش‌های آبخیزداری

شاپا: ۲۰۳۸-۲۹۸۱



مادان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

استفاده از مدل CORINE در ارزیابی کیفی خطر فرسایش خاک آبخیز قرناوه استان گلستان

سید پدram نی‌نیوا^{۱*}، مائده پریچهره^۲، حبیب نظرنژاد^۳

- ۱ - دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲ - دکتری علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳ - دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف

فرسایش خاک یکی از تهدیدها و مخاطره‌های زیست‌محیطی مناطق نیمه‌خشک و خشک است و سالانه موجب کاهش کیفیت و یا از بین رفتن حجم زیادی از خاک‌های حاصل‌خیز در سراسر دنیا می‌شود و بر مسائل زیست‌محیطی، کشاورزی و امنیت غذایی تأثیرگذار است. رشد و توسعه فعالیت‌های انسانی همراه با تغییر کاربری زمین‌ها و نابودی منابع از جمله عامل‌های مؤثر بر شدت فرسایش است. در سال‌های اخیر فرسایش خاک در ایران به دلیل نابودی منابع طبیعی تشدید شده است و تغییر کاربری زمین‌ها نقش به‌سزایی در این روند داشته است؛ بنابراین شناسایی مناطق مستعد فرسایش و تولید رسوب در آبخیزهای داخلی ایران که هر ساله منجر به از دست رفتن هزاران تن خاک حاصل‌خیز می‌شود، ضرورتی است که نیاز به ارزیابی دقیق و تعیین فعالیت‌های مهندسی قابل‌انطباق با شرایط آنان را دارد. از این رو، هدف این پژوهش توصیف توزیع مکانی خطر فرسایش خاک در آبخیز قرناوه استان گلستان با استفاده از مدل CORINE همگام با سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور بود. نتایج ارزیابی به‌دست آمده از این پژوهش می‌تواند در اولویت‌بندی مناطق بحرانی برای تصمیم‌های مدیریتی و انجام اقدام‌های مناسب در پیشگیری از فرسایش خاک استفاده شود.

مواد و روش‌ها

مدل CORINE، برای برآورد و ارزیابی خطر فرسایش خاک استفاده می‌شود. این مدل، برای محاسبه فرسایش واقعی خاک به عامل‌های فرسایش‌پذیری، فرساینده‌گی، شیب و پوشش گیاهی یا کاربری زمین نیازمند است. به این منظور بر اساس شاخص

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Pedram.nainava@gmail.com

استناد: نی‌نیوا، س.پ.، پریچهره، م.، نظرنژاد، ح. ۱۴۰۳. استفاده از مدل CORINE در ارزیابی کیفی خطر فرسایش خاک آبخیز قرناوه استان گلستان. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۷ (۳): ۱۸-۲.

شناسه دیجیتال: 10.22092/WMRJ.2024.364047.1553

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸، تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۳، دوره ۳۷، شماره ۳، شماره پیاپی ۱۴۴، پاییز ۱۴۰۳، صفحه‌های ۲ تا ۱۸.

© نویسندگان

ناشر: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس



فورنیه و شاخص خشکی، فرساینده‌ی منطقه پژوهشی محاسبه شد. همچنین، فرسایش‌پذیری خاک نیز براساس بافت، اندازه سنگ‌ریزه و ژرفا برآورد شد. سپس، نقشه‌های فرساینده‌ی و فرسایش‌پذیری با نقشه‌ی ظرفیت فرسایش به‌دست آمده از شیب منطقه و تراکم پوشش گیاهی تلفیق شد. سرانجام نقشه‌ی خطر فرسایش واقعی خاک در منطقه پژوهشی به‌دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که وضعیت واقعی فرسایش در ۳/۸۲ و ۹۶/۱۷٪ از مساحت کل آبخیز قرناوه به‌ترتیب کم‌خطر و با خطر متوسط بود و مناطق کم‌خطر فرسایش بیشتر در شرق آبخیز بودند. نتایج این پژوهش بر اساس عامل‌های مدل کورین بیانگر ظرفیت متوسط فرسایش و هدررفت خاک در آبخیز قرناوه بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت فرسایش و همچنین موقعیت آبخیز در تأمین آب سدهای پایین‌دست پیشنهاد می‌شود، الگوهای ارزیابی، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری مدیریتی، ترویج، آموزش و اجرای طرح‌های سودمند در ارتباط با کاهش اندازه‌ی جابه‌جایی و هدررفت خاک در سطح آبخیز مزبور با جدیت پیگیری شود تا گام کوچکی در راستای کاهش اندازه فرسایش و هدررفت خاک باشد.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، مدل کیفی کورین، وضعیت فرسایش، هدررفت خاک

مقدمه

سنجش‌ازدور (RS) یکپارچه‌شده باشد (ژو ۲۰۱۲). مدل‌های فرسایش، زمانی بیشترین ارزش را دارند که بتوان از آن‌ها برای پیشنهاد شیوه‌های مدیریتی که هدررفت خاک را به حداقل می‌رسانند و بهره‌وری خاک را حفظ می‌کنند، استفاده کرد. در دهه‌های گذشته، مدل‌های پرشماری برای پیش‌بینی فرسایش خاک پیشنهاد شده‌اند (اکسوی و کاواس ۲۰۰۵، ونت و پوسن ۲۰۰۵). بر اساس دسته‌بندی مدل‌ها، یک محدودیت مهم در استفاده از مدل‌های فرسایش‌محور، نیازمندی این مدل‌ها به تعداد زیادی سنجه و ورودی همراه با جمع‌آوری گسترده داده‌های میدانی است. بنابراین، مدل‌های تجربی، از جمله مدل‌های امتیازدهی فاکتوریل و دیگر روش‌های نیمه کمی، به دلیل ساختار ساده و سهولت کاربرد، در ارزیابی خطر زیست‌محیطی نقش مهمی دارند. در پژوهش‌های جداگانه مسعودی و همکاران (۲۰۰۶) و سالیوان (۲۰۱۱) به‌ترتیب از یک مدل امتیازدهی فاکتوریل برای ارزیابی خطر فرسایش آبی در ایران و برای کمی کردن آسیب‌پذیری آب در آفریقای جنوبی استفاده کردند. در سال ۱۹۸۵ اتحادیه اروپا برنامه نظارت بر پوشش زمین CORINE^۱ را برای هماهنگی اطلاعات محیط زیستی، آغاز کرد. هم‌اکنون تحت نظارت آژانس محیط‌زیست اروپا، یکی از اولین برنامه‌های نظارتی عملیاتی در جهان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، مدل CORINE است (کول ۲۰۱۸). مدل هماهنگی اطلاعات محیط‌زیستی (مدل CORINE)، یک مدل تجربی است و یک روش نقشه برداری نیمه کیفی است که با طراحی و هم‌پوشانی چندین نقشه موضوعی، ناهمگونی مکانی خطر فرسایش خاک را در یک محیط GIS

بررسی فرسایش خاک به‌منظور برآورد دقیق بهره‌وری خاک در آینده و از سوی دیگر نگرانی اساسی برای ایجاد تعادل میان استفاده منابع طبیعی در برابر نیاز به حفاظت از بوم‌نظام، در مقیاس میدانی و منطقه‌ای تا سطح ملی اهمیت دارد (بایرامین ۲۰۰۶). یکی از مشکلات جدی در سراسر جهان، اثرات نامطلوب اقتصادی و زیست‌محیطی فرسایش خاک است که به دلیل از بین رفتن منابع زمین و کاهش بهره‌وری زمین، به‌ویژه از راه تحویل رسوب غنی از مواد مغذی، منجر به اوتریفیکاسیون می‌شود و ظرفیت ذخیره‌سازی کلی و طول عمر آبیگرها را کاهش می‌دهد (اروغلو و همکاران ۲۰۱۰). گل‌ولای آبیگرها پیامدهای منفی اقتصادی و زیست‌محیطی دارند، زیرا حجم کمی از آب برای تأمین آب، آبیاری و مهار سیلاب در دسترس است. همچنین، اقدام‌های مدیریتی که شرایط فرسایش خاک را به حداقل می‌رسانند، در شرایطی که شدت و توزیع مکانی فرسایش خاک مشخص باشد، می‌توانند به‌طور مؤثر اجرا شوند. این در حالی است که ارزیابی دقیق فرایندهای پیچیده فرسایش خاک به‌وسیله کنش و واکنش‌های چندعاملی طبیعی و انسانی در طولانی‌مدت، دشوار است (آناندا و هرات ۲۰۰۳، لو و همکاران ۲۰۰۴). روش‌های مرسوم پژوهش فرسایش، مانند آزمایش‌های مزرعه‌ای منظم یا پایش طولانی‌مدت، به بودجه، زمان و نیروی انسانی قابل‌توجهی نیاز دارند؛ از این‌رو، ارزیابی دقیق و به‌موقع اندازه فرسایش خاک و توزیع مکانی برای برنامه‌ریزی حفاظتی، ضروری است. یک مدل شبیه‌سازی ممکن است راهی مؤثر در پژوهش‌های فرسایش باشد، به‌ویژه زمانی که مدل با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و

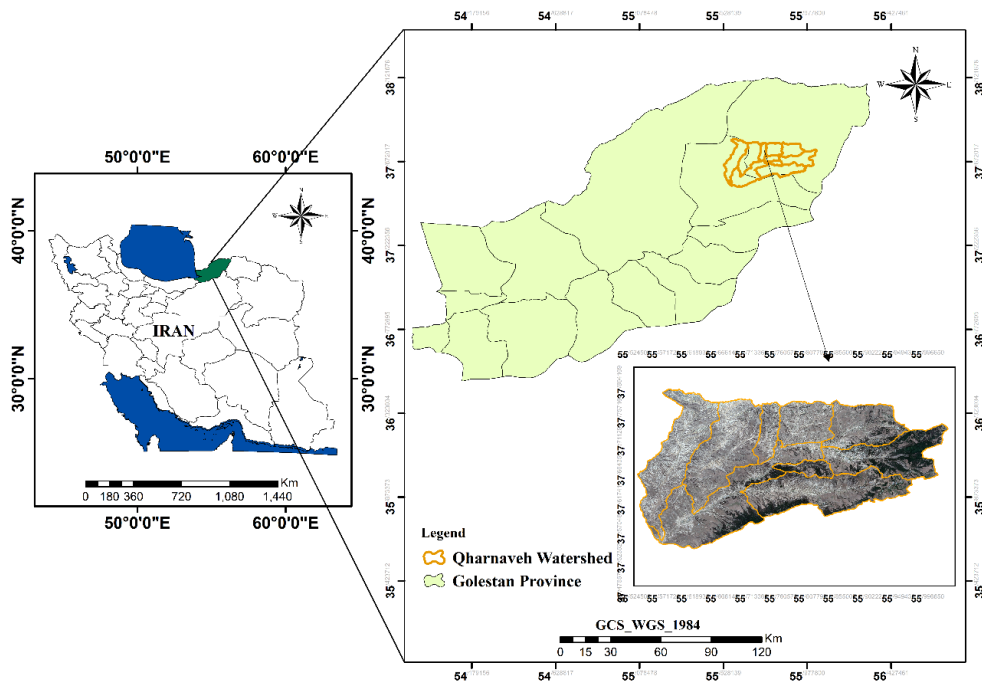
شدت و توزیع مکانی فرسایش خاک مشخص باشد، بنابراین، این پژوهش با هدف توصیف توزیع مکانی خطر فرسایش خاک در آبخیز قرناوه استان گلستان با استفاده از مدل CORINE و همگام با سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور انجام شد. نتایج ارزیابی به‌دست آمده از این پژوهش می‌تواند در اولویت‌بندی مناطق بحرانی برای تصمیم‌گیری و انجام اقدام‌های مناسب در پیشگیری از فرسایش خاک استفاده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه شده

آبخیز قرناوه بزرگ با مساحت ۷۹۰۰۰ هکتار در شرق استان گلستان است. موقعیت جغرافیایی این آبخیز میان $30^{\circ}37'$ تا $45^{\circ}37'$ عرض شمالی و $30^{\circ}55'$ تا $00^{\circ}56'$ طول شرقی است (حافظ‌مقدس و همکاران ۲۰۱۱). آبخیز قرناوه روی سرشاخه‌های گرگان‌رود است و مهم‌ترین رودهای آن، قرناوه و شوردره هستند که پس از اتصال این انشعاب‌ها و پیوستن رودهای مادر سو و چهل‌چای در پایین‌دست آبخیز، گرگان‌رود را تشکیل داده‌اند و سرانجام این رود به دریاچه کاسپین (خزر) تخلیه می‌شود (صابرچناری و همکاران ۲۰۱۶). آبخیز قرناوه بزرگ شامل هشت آبخیز مستقل و یک آبخیز غیر آب‌شناختی با نام‌های کال‌شور، شوردره، آق‌امام یک، آق‌امام دو، چنارلی، قرناوه، پارچقلی، گیلداغ و قرناوه است. شش ایستگاه هواشناسی (پیشکمر، کریم‌ایشان، قرناق، گلی‌داغ، قویجیق، تمر) و یک ایستگاه آب‌سنجی (تمر) در نزدیکی محدوده مطالعه شده است (تاجیکی و همکاران ۲۰۲۲). آبخیز قرناوه بزرگ از نظر ساختمانی، بخشی از منطقه گرگان-رشت است که قسمت گسترده‌ای از آن پوشیده از نهشته‌های لسی و آبرفتی است (حافظ‌مقدس و همکاران ۲۰۱۱). میانگین بلندی آبخیز ۵۹۰ متر و میانگین شیب آبخیز ۲۶٪ است و به سمت پایین‌دست آبخیز از اندازه آن کاسته می‌شود و به ۲ تا ۳٪ می‌رسد. کاربری مهم آبخیز شامل مرتع و زراعت است (صابرچناری و همکاران ۲۰۱۶). موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه شده در شکل ۱ نشان‌داده شده است.

ارائه می‌دهد. این مدل مزیت ساختاری ساده‌ای دارد. مدل CORINE به‌درستی مناطق مدیترانه را که بیشترین خطر فرسایش را داشتند، شناسایی کرد (ژو ۲۰۱۲) و سپس به‌طور گسترده به‌وسیله کشورهای اروپایی و مدیترانه‌ای برای ارزیابی خطر فرسایش خاک استفاده شد (آیدین و تچیمن ۲۰۱۰، بایرامین و همکاران ۲۰۰۶، هوسن‌جاک و همکاران ۲۰۰۸، پارلاک و همکاران ۲۰۰۷، یوکسل و همکاران ۲۰۰۸). سازوکار GIS با ویژگی‌های پیشرفته برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تغییر و نمایش داده‌های مکانی، یک ابزار قدرتمند در ارزیابی محیط‌زیست است (ژو ۲۰۱۲) و از سوی دیگر سازوکار RS برای ارائه اطلاعات پوشش زمین با استفاده از روش‌های پردازش تصویر دیجیتال استفاده شده است (یوکسل و همکاران ۲۰۰۸). از این‌رو، ترکیب‌شدن مدل CORINE با ساختار اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور، می‌تواند فرسایش خاک و توزیع مکانی آن را در مناطق بزرگ‌تر با دقت بیشتر و هزینه‌های قابل انتظار، ارزیابی می‌کند. در این راستا، در ترکیه، یوکسل و همکاران (۲۰۰۸) و آیدین و تچیمن (۲۰۱۰) خطر فرسایش خاک را به‌ترتیب با استفاده از مدل CORINE مبتنی بر RS و GIS ارزیابی کردند. همچنین، در غرب سوریه، ال‌روبای و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از مدل کورین خطر فرسایش آبی خاک را در سد الحویز بررسی کردند. در کرکوک عراق، نوری و عزیز (۲۰۲۳) خطر فرسایش خاک را با استفاده از مدل کورین در زیرآبخیز شوان، ارزیابی کردند و گزارش کردند که مدل کورین برای تهیه نقشه خطر فرسایش آبی خاک بسیار مؤثر و مقرون‌به‌صرفه بود. در استان فارس، تازی‌پناه و همکاران (۲۰۲۲) خطر فرسایش خاک را با استفاده از مدل کورین در آبخیز خارستان ارزیابی کردند. در غرب استان گلستان، اکبری و همکاران (۲۰۱۶) خطر فرسایش را با استفاده از مدل کورین ارزیابی کردند. در آبخیز تنگ‌سرخ شیراز، انتظاری و غلام‌حیدری (۲۰۱۴) مدل‌های SLEMSA و CORINE را با یکدیگر مقایسه کردند. از آنجایی که درک توزیع مکانی فرسایش خاک مبنایی برای مدیریت مؤثر کاربری زمین‌های منطقه‌ای و پیشگیری از فرسایش خاک است (ایروم و همکاران ۲۰۰۷) و چون اقدام‌های مدیریتی زمانی می‌تواند مؤثر باشد که



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه شده.

Figure 1 - Geographical location of the studied area.

مرحله دوم

گام پنجم: تهیه نقشه شاخص خشکی
گام ششم: تهیه نقشه فرساینده باران (روش فورنیه)
گام هفتم: تهیه نقشه فرساینده (ترکیب نقشه فرساینده باران و شاخص خشکی)

مرحله سوم

گام هشتم: تهیه نقشه شیب
گام نهم: تهیه نقشه ظرفیت فرسایش خاک (ترکیب نقشه فرسایش پذیری، فرساینده و شیب)

مرحله چهارم

گام دهم: تهیه نقشه پوشش گیاهی
گام یازدهم: تهیه نقشه فرسایش واقعی خاک (ترکیب نقشه پوشش گیاهی و نقشه ظرفیت فرسایش خاک)
بر اساس راهنمای مدل برای تهیه نقشه خطر فرسایش واقعی خاک، نقشه های به دست آمده از هر گام باید ارزش گذاری و طبقه بندی شود. راهنمای طبقه بندی هر نقشه در جدول های ۱ تا ۴ آورده شده است.

نقشه فرسایش پذیری

فرسایش پذیری خاک، آسیب پذیری خاک در برابر قطرات باران و رواناب و جدا شدن و انتقال آن به وسیله این دو را توصیف می کند. این توانایی مربوط به بافت خاک، ساختار، محتوای مواد آلی، نفوذپذیری، خصوصیات مواد مادری و دیگر عواملها است (کرکی و همکاران ۲۰۰۰). در بسیاری از پژوهشها گزارش شده است که از نظر بافت خاک، سیلت، ماسه بسیار ریز

داده ها و اطلاعات لازم

این پژوهش با هدف توصیف توزیع مکانی خطر فرسایش خاک در آبخیز قرناوه استان گلستان با بهره گیری از مدل CORINE همگام با سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور انجام شد. داده ها و اطلاعات لازم برای اجرای این مدل شامل نقشه بافت خاک، ژرفای خاک، سنگی بودن، شیب، پوشش گیاهی و اطلاعات بارندگی بود که با بهره گیری از اطلاعات نقشه ای، کتابخانه ای و بایگانی شده، جمع آوری و استفاده شد.

مدل فرسایش CORINE

مدل CORINE در سال ۱۹۹۲ براساس مدل USLE (معادله جهانی هدررفت خاک) (ریس و همکاران ۲۰۱۶)، به وسیله کمیسیون اتحادیه اروپا به عنوان مدل ارزیابی خطر فرسایش خاک، برای پژوهش های فرسایش خاک در کشورهای جنوبی اروپا توسعه یافت (روبیو و راکاتالا ۲۰۰۶). ساختار اجرایی مدل شامل چهار مرحله اصلی و یازده گام به شرح زیر است و روندنمای آن در شکل ۲ نشان داده شده است.

مرحله اول

گام اول: تهیه نقشه بافت خاک
گام دوم: تهیه نقشه ژرفای خاک
گام سوم: تهیه نقشه وضعیت درصد سنگ ریزه
گام چهارم: تهیه نقشه فرسایش پذیری (ترکیب نقشه بافت خاک، ژرفای خاک و سنگ ریزه)

توانایی فرسایش‌پذیری خاک به‌عنوان تابعی از بافت خاک، ژرفا و سنگی‌بودن محاسبه می‌شود. بر اساس طبقه‌بندی بافت خاک USDA و بر پایه داده‌های جدول ۱ بافت خاک به سه دسته تقسیم شد (ژو ۲۰۱۲). به‌طور مشابه، ژرفای خاک نیز با در نظر گرفتن ژرفا از سطح خاک تا پایه نیمرخ خاک طبقه‌بندی شد که در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین، سنگی‌بودن درصد پوشش سطح سنگ‌ها (< ۲۰ میلی‌متر) است و طبقه‌بندی آن در جدول ۱ ارائه شده است. سپس، شاخص فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (کورین ۱۹۹۲) و طبقه‌بندی آن در جدول ۱ ارائه شده است.

$$SEI = T \times D \times S \quad (1)$$

SEI: شاخص فرسایش‌پذیری خاک، T طبقه‌بندی بافت و D و S طبقه‌بندی ژرفا و طبقه‌بندی سنگی بودن است.

و خاک‌های رسی در مقایسه با خاک‌های شنی، لومی شنی و لومی، فرسایش‌پذیری کمتری دارند (کورین ۱۹۹۲). افزایش ژرفای خاک می‌تواند سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب شود و احتمالاً با جذب اندازه‌های بیشتری از بارندگی از جریان سطحی جلوگیری می‌کند (کورین ۱۹۹۲). نیمرخ‌های خاک با فرسایش فزاینده سبب نفوذ و ذخیره‌سازی کمتری از بارندگی می‌شوند و این فرایند به‌طور منطقی فرسایش را افزایش می‌دهد (تریمبل و کراسون ۲۰۰۰). سنگ‌ریزه‌ها در سطح خاک می‌توانند اثرات منفی و مثبتی بر عملکرد رسوب داشته باشند. این اثرات شامل محافظت از سطح خاک از جداسدن به‌وسیله قطرات باران و رواناب است (پوسن و همکاران ۱۹۹۴). با این حال، پس از شروع رواناب سطحی، سنگ‌ریزه‌ها ممکن است فرسایش شیارها را با ایجاد تلاطم‌های آب افزایش داده و موجب اثرات نامطلوبی شوند (یوکسل و همکاران ۲۰۰۸). در مدل CORINE،

جدول ۱- راهنمای ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی گام‌های تهیه نقشه فرسایش‌پذیری خاک.

Table 1 - Guide for valuation and classification of steps in preparing the soil erodibility map.

| Value | Type | Index |
|------------|---|------------------|
| 1 | Clay, sandy-clay, silty-clay | Soil Texture |
| 2 | Sandy-clay, clay-loamy, silty, clay-loamy, sandy, loamy-sandy | |
| 3 | Sandy-loamy, silty, silty-loamy, loamy | |
| 1 | 75 cm < | Soil Depth |
| 2 | 25-75 | |
| 3 | <25 cm | |
| 1 | <10 % | Stoniness |
| 2 | 75 % < | |
| 0 | 0 | Soil Erodibility |
| 1 (Low) | <3 | |
| 2 (Medium) | 3 - 6 | |
| 3 (High) | 6 < | |

تقسیم شد (جدول ۲). اگرچه MFI اندازه‌گیری قابل‌قبولی از تغییرپذیری بارندگی است، اما نمی‌تواند تنش رطوبتی را که ممکن است عامل افزایش فرسایش خاک به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی باشد، را در نظر بگیرد. بر این اساس شاخص فائو-یونپ^۲ از نظر نسبت بارندگی و تبخیر و تعرق به‌عنوان دومین شاخص اقلیمی در ارزیابی فرسایش‌پذیری در نظر گرفته شد. در این پژوهش این شاخص با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد.

$$A.I = \frac{P}{EPT} \quad (3)$$

A.I: شاخص خشکی، P: میانگین سالانه بارندگی و EPT: میانگین سالانه تبخیر و تعرق است (اسکوردو ۲۰۰۹). در این پژوهش، شاخص فائو-یونپ به چهار طبقه تقسیم شد

نقشه فرسایش‌پذیری

فرسایش‌پذیری، اثر بارندگی را کمی می‌کند و اندازه و اندازه رواناب را که احتمالاً با رویدادهای بارندگی مرتبط است، بازتاب می‌کند. در این پژوهش، فرسایش‌پذیری با ترکیب دو شاخص اقلیمی شامل شاخص رطوبتی فورنیه اصلاح‌شده (MFI) و شاخص خشکی باگنولز-گاوسن (BGI) در مدل CORINE با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (ژو ۲۰۱۲).

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

MFI: شاخص رطوبتی فورنیه اصلاح‌شده، P_i میانگین بارندگی ماه i ام و P: میانگین سالانه بارندگی در دوره آماری است. در این پژوهش در مدل CORINE، MFI به پنج طبقه

(جدول ۲). در نهایت، شاخص فرساینده‌گی با ترکیب این دو شاخص اقلیمی با استفاده از معادله ۴ محاسبه و سپس طبقه‌بندی شد (جدول ۲).
 EI: شاخص فرساینده‌گی، A.I: شاخص خشکی و MFI: شاخص رطوبتی است.

جدول ۲- راهنمای ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی گام‌های تهیه نقشه فرساینده‌گی.

Table 2 - Guide for valuation and classification of steps in preparing the erosivity map.

| Value | Type | Index |
|---------------|------------|-----------|
| 1 (Very Low) | <60 | Fournier |
| 2 (Low) | 60 - 90 | |
| 3 (Medium) | 90 - 120 | |
| 4 (High) | 120 - 160 | |
| 5 (Very High) | 160 < | |
| ultra-dry (1) | <0.05 | Aridity |
| Dry (2) | 0.05 - 0.2 | |
| semi-arid (3) | 0.2 - 0.5 | |
| Sub-humid (4) | 0.5 - 0.65 | |
| Humid (5) | 0.65 < | |
| 1 (Low) | <4 | Erosivity |
| 2 (Medium) | 4-10 | |
| 3 (High) | 10< | |

پوشش و کاربری زمین بسیار مهم هستند (ژو ۲۰۱۲). در این پژوهش، خطر واقعی فرسایش خاک با استفاده از مدل CORINE و با در نظر گرفتن نتیجه‌های توانایی فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از معادله ۶ برآورد شد. ارزیابی خطر در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول خطر فرسایش بالقوه با همپوشانی توانایی فرسایش‌پذیری خاک، فرساینده‌گی و شاخص شیب محاسبه شد و در مرحله دوم نتیجه با شاخص پوشش گیاهی ترکیب شد و سپس برای تعیین خطر واقعی فرسایش خاک CORINE دوباره طبقه‌بندی انجام شد (ژو ۲۰۱۲).

$$ASER = PSER \times L \quad (۶)$$

$$PSER = SEI \times S \times EI \quad (۵)$$

PSER: ظرفیت خطر فرسایش خاک، EI: شاخص فرساینده‌گی، SEI: شاخص فرسایش‌پذیری خاک و S: شیب است.

نقشه خطر واقعی فرسایش

خطر واقعی فرسایش خاک بازتاب‌کننده تأثیر حافظتی پوشش فعلی زمین و خطرات ذاتی در تغییرات شیوه‌های کاربری زمین است (کورین ۱۹۹۲). پوشش گیاهی متغیری است که فعالیت فرسایش خاک را مهار می‌کند و بیشتر تحت تأثیر دخالت‌های انسان است. از این رو، جزء مهمی از هر مدل پیش‌بینی‌کننده است. بنابراین، در مدل‌های فرسایش خاک داده‌های قابل اعتماد

جدول ۳- راهنمای ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی گام‌های تهیه نقشه ظرفیت خطر فرسایش خاک.

Table 3 - Guide for valuation and classification of steps in preparing the soil erosion hazard capacity map.

| Value | Type | Index |
|---------------|------|-----------------------------|
| 1 (Low) | 1-4 | Slope |
| 2 (Medium) | 4-8 | |
| 3 (High) | 8-16 | |
| 4 (Very High) | 16%< | |
| 1 (Low) | 0-5 | Potential Soil Erosion Risk |
| 2 (Medium) | 5-11 | |
| 3 (High) | 11< | |

جدول ۴- راهنمای ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی گام‌های تهیه نقشه ظرفیت خطر فرسایش خاک.

Table 4 - Guide for valuation and classification of steps in preparing the soil erosion hazard capacity map.

| Value | Type | Index |
|------------|---------------------|--------------------------|
| 1 (Low) | Fully Protected | |
| 2 (Medium) | Not Fully Protected | Land Cover |
| 3 (High) | Not Protected | |
| 1 (Low) | | |
| 2 (Medium) | | Actual Soil Erosion Risk |
| 3 (High) | | |

روش پژوهش

مرحله اول

در این پژوهش، در این مرحله ابتدا با استفاده از نقشه خاک‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰۰ فائو، نقشه بافت خاک آبخیز مشخص شد و بر پایه دستورالعمل مدل طبقه‌بندی انجام شد (گام اول). سپس، با استفاده از محصول Soil texture classes (USDA system) در سامانه Google Earth Engine ژرفای خاک منطقه متناسب با نوع بافت مشخص شد (گام دوم). با بازدید از محل و استفاده از تصویرهای نرم‌افزار Google Earth اندازه سنگی بودن منطقه تعیین شد (گام سوم). سرانجام با ضرب نقشه‌های طبقه‌بندی شده بافت خاک، ژرفای خاک و سنگی بودن در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه طبقه‌بندی شده فرسایش‌پذیری تهیه شد (گام چهارم).

مرحله دوم

نقشه شاخص فرسایش‌پذیری باران آبخیز (با استفاده از محصولات

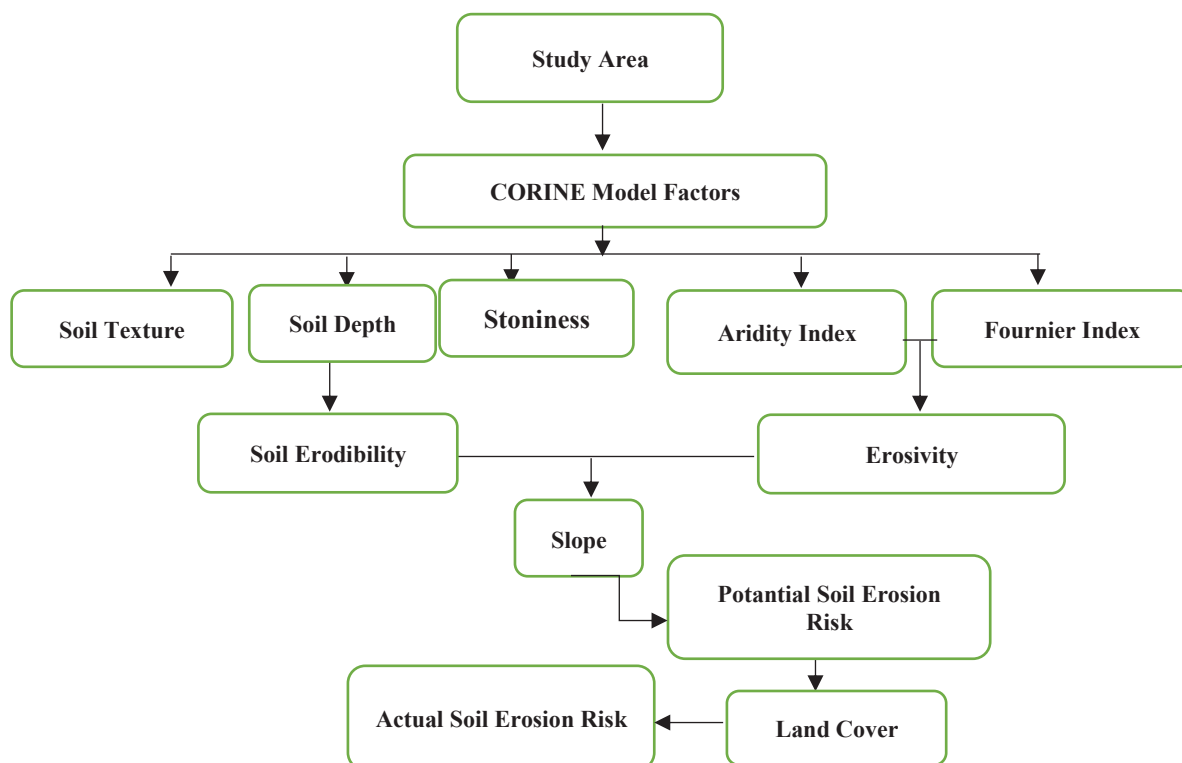
بارندگی CHIRPS^۳) و نقشه شاخص خشکی (بر اساس بررسی و ارزیابی آبخیز بالادست سد وشمگیر) تهیه شد (گام پنجم و ششم). پس از طبقه‌بندی بر اساس راهنمای مدل، این نقشه‌ها با یکدیگر ضرب و از نتیجه ضرب آنان نقشه فرسایش‌پذیری تهیه شد (گام هفتم).

مرحله سوم

با استفاده از مدل رقمی ارتفاع ۳۰ متری، نقشه شیب آبخیز تهیه شد و براساس دستورالعمل مدل طبقه‌بندی شد (گام هشتم). سرانجام، با ضرب نقشه شیب، فرسایش‌پذیری و فرسایش‌پذیری، نقشه ظرفیت فرسایش خاک تهیه شد (گام نهم).

مرحله چهارم

پوشش گیاهی منطقه با استفاده از شاخص NDVI به دست آمده از تصویرهای ماهواره لندست ۸ در بازه زمانی مرداد ۱۴۰۲ تهیه شد (گام دهم). با ضرب نقشه پوشش گیاهی و نقشه ظرفیت فرسایش خاک، نقشه ظرفیت واقعی فرسایش آبخیز تهیه شد.



شکل ۲- روندنمای انجام پژوهش.

Figure 2 - Flowchart of the research process.

شاخص خشکی آبخیز

نقشه شاخص خشکی آبخیز قرناوه، نشان داد که کمترین، بیشترین و میانگین این شاخص به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۵۸ و ۰/۳۹ بود. نقشه دسته‌بندی خشکی در شکل ۶ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، ۶۵۶/۰۷ و ۱۲۷/۸۲ کیلومترمربع از مساحت کل آبخیز قرناوه، به ترتیب نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب بود.

شیب آبخیز

نقشه طبقه‌بندی شیب آبخیز قرناوه در شکل ۷ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، کمترین، بیشترین و میانگین شیب آبخیز قرناوه به ترتیب صفر، ۱۳۵/۶ و ۲۴/۲٪ بود. بر پایه این نقشه و بر اساس دستورالعمل دسته‌بندی مدل، ۱۹/۴، ۵۲/۹، ۱۵۹/۰ و ۵۴۸/۹ کیلومترمربع از مساحت کل این آبخیز تحت تأثیر شیب کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بود.

پوشش گیاهی آبخیز

نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی آبخیز قرناوه در شکل ۸ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه و بر اساس دستورالعمل دسته‌بندی مدل، ۶۳۳/۷۵، ۱۳۲/۰۳ و ۲۰/۷۵ کیلومترمربع از مساحت کل این آبخیز به ترتیب پوشش گیاهی کم، متوسط و زیاد بود.

نتایج و بحث

بافت خاک آبخیز

نقشه دسته‌بندی بافت خاک آبخیز قرناوه در شکل ۳ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، بافت خاک کل آبخیز از دو نوع بافت لوم و رسی-لومی بود که بافت لوم (با طبقه تأثیر زیاد) در کمترین مساحت از آبخیز قرناوه (۲۹۶/۱۹ کیلومترمربع) مشاهده شد و بافت رسی-لومی (با طبقه تأثیر متوسط) در بیشترین مساحت از این آبخیز (۴۸۷/۸۷ کیلومترمربع) مشاهده شد.

ژرفای خاک آبخیز

نقشه دسته‌بندی ژرفای خاک در شکل ۴ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، ژرفای خاک در کل مساحت آبخیز قرناوه، بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر بود.

شاخص رطوبتی فورنیه

نقشه شاخص رطوبتی فورنیه آبخیز قرناوه، نشان داد که کمترین، بیشترین و میانگین این شاخص به ترتیب ۴/۵۷، ۶/۲۰ و ۵/۳۳ بود. نقشه دسته‌بندی شاخص رطوبتی فورنیه در شکل ۵ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه و بر اساس دستورالعمل دسته‌بندی مدل، از مساحت کل این آبخیز طبقه تأثیر خیلی کم را کسب کرد.

فرسایندهی آبخیز

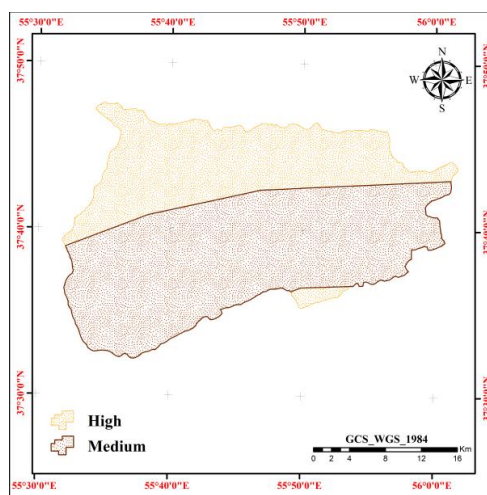
نقشه فرسایندهی آبخیز قرناوه بر اساس جدول ۲ و دستورالعمل مدل، ارزش گذاری و دسته بندی شد. نقشه طبقه بندی فرسایندهی آبخیز قرناوه در شکل ۱۰ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، فرسایندهی ۶۵۸/۲۳ و ۱۲۷/۳۹ کیلومترمربع از مساحت کل این آبخیز، به ترتیب کم و متوسط بود.



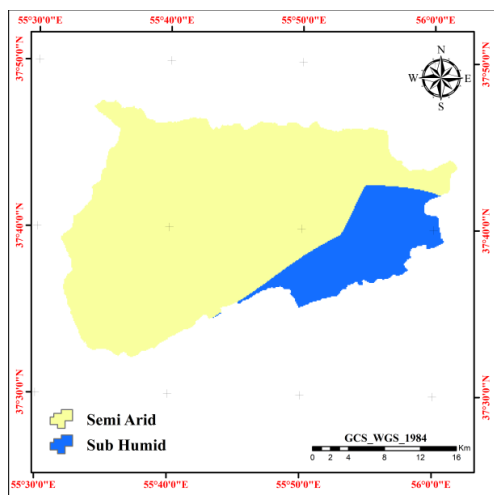
شکل ۴- نقشه دسته بندی ژرفای خاک آبخیز قرناوه.
Figure 4 - Soil depth classification map of the Qharnaveh watershed.

فرسایش پذیری آبخیز

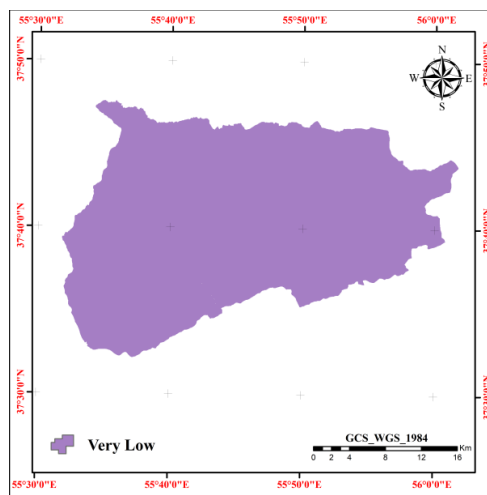
نقشه فرسایش پذیری آبخیز قرناوه بر اساس جدول ۱ و دستورالعمل مدل، ارزش گذاری و دسته بندی شد. نقشه طبقه بندی فرسایش پذیری آبخیز قرناوه در شکل ۹ نشان داده شده است. بر پایه این نقشه، فرسایش پذیری ۴۸۹/۷۸ و ۲۹۵/۵۴ کیلومترمربع از مساحت کل این آبخیز، به ترتیب کم و متوسط بود.



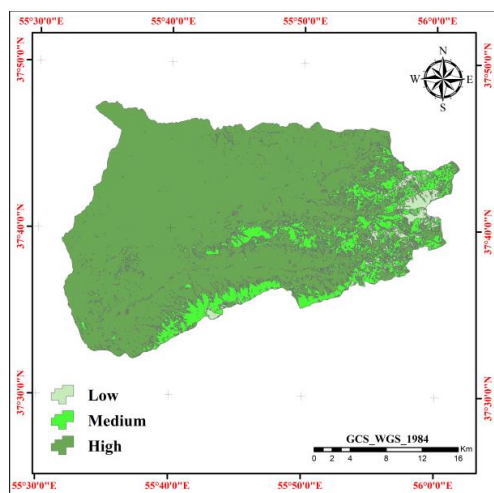
شکل ۳- نقشه دسته بندی بافت خاک آبخیز قرناوه.
Figure 3 - Soil texture classification map of Qharnaveh watershed.



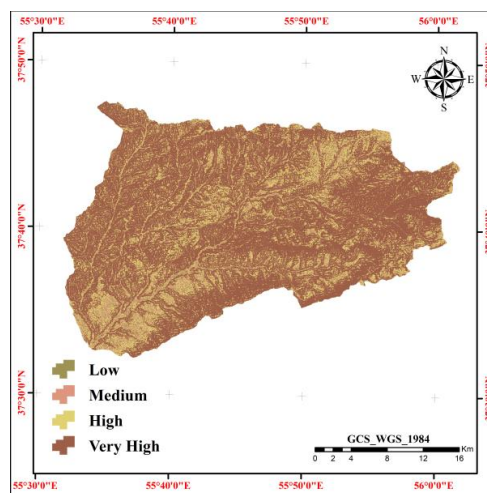
شکل ۶- نقشه دسته بندی شاخص خشکی آبخیز قرناوه.
Figure 6 - Dryness index classification map of the Qharnaveh watershed.



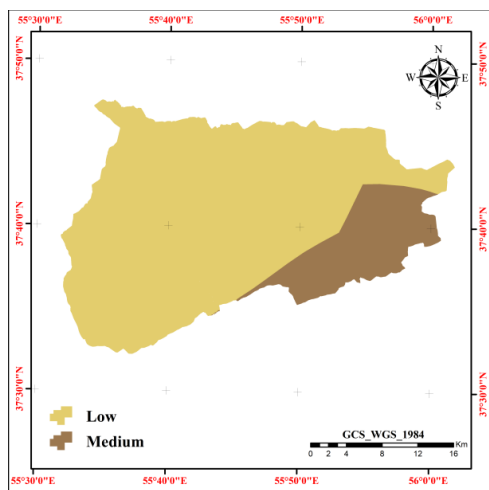
شکل ۵- نقشه دسته بندی شاخص رطوبتی آبخیز قرناوه.
Figure 5 - Wetness index classification map of the Qharnaveh watershed.



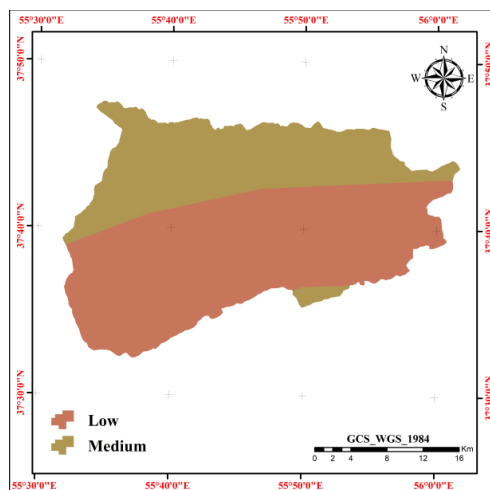
شکل ۸- نقشه‌ی دسته‌بندی پوشش گیاهی آبخیز قرناوه.
Figure 8 - Vegetation cover classification map of the Qharnaveh watershed.



شکل ۷- نقشه‌ی دسته‌بندی شیب آبخیز قرناوه.
Figure 7 - Slope classification map of the Qharnaveh watershed.



شکل ۱۰- نقشه‌ی فرساینده‌ی آبخیز قرناوه.
Figure 10 - Erosivity map of the Qharnaveh watershed.



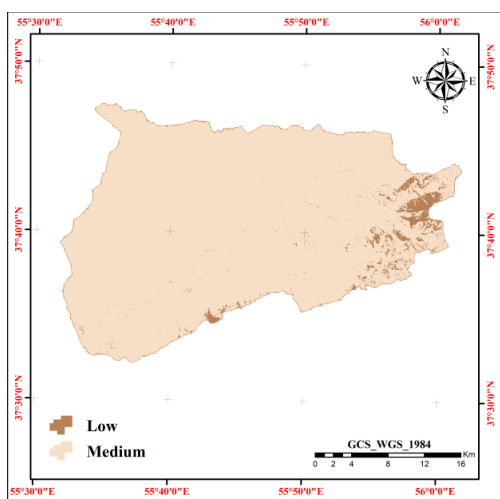
شکل ۹- نقشه‌ی فرسایش‌پذیری خاک آبخیز قرناوه.
Figure 9 - Soil erodibility map of the Qharnaveh watershed.

فرسایش واقعی خاک آبخیز

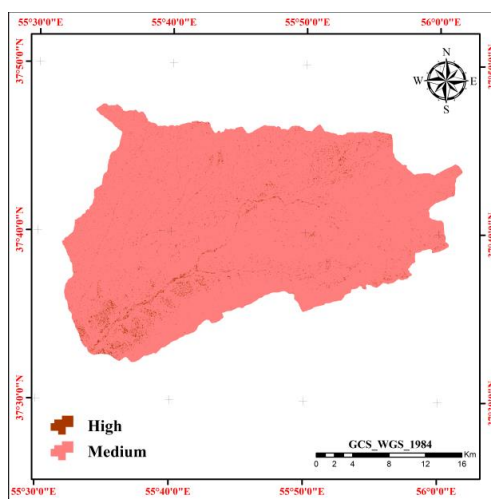
نقشه‌ی طبقه‌بندی فرسایش واقعی خاک آبخیز قرناوه در شکل ۱۲ نشان‌دهنده شده است. بر پایه‌ی این نقشه، فرسایش واقعی خاک در ۲۵/۹۱ و ۷۶۰/۲۸ کیلومتر مربع از مساحت کل این آبخیز، به ترتیب کم و متوسط بود.

ظرفیت فرسایش خاک آبخیز

نقشه‌ی طبقه‌بندی ظرفیت فرسایش خاک آبخیز قرناوه در شکل ۱۱ نشان‌دهنده شده است. بر پایه‌ی این نقشه، ظرفیت فرسایش خاک در ۳۰/۱۱ و ۷۵۷/۳۸ کیلومتر مربع از مساحت کل این آبخیز، به ترتیب کم و متوسط بود.



شکل ۱۲- نقشه فرسایش واقعی آبخیز قرناوه.
Figure 12 - Actual erosion map of the Qharnaveh watershed.



شکل ۱۱- نقشه ظرفیت فرسایش خاک آبخیز قرناوه.
Figure 11 - Soil erosion capacity map of the Qharnaveh watershed.

نشان داد که مدل کورین به دلیل پردازش جزئیات بیشتر، دقت بیشتری هم داشت. عامل شیب مهم‌ترین ویژگی در افزایش اندازه فرسایش در آبخیز است. شاخص‌های استفاده‌شده در مدل کورین، از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی خطر فرسایش خاک در اروپا به‌شمار می‌آید (روبیو و بوچت ۱۹۹۸). از مدل کورین برای ارزیابی خطر فرسایش خاک در مناطق کم داده به‌خوبی می‌توان استفاده کرد (دنگیز و آنگول ۲۰۰۵، روبیو و بوچت ۱۹۹۸، دوگان و همکاران ۲۰۰۵). در این پژوهش، نتایج مدل نشان‌دهنده برآورد قابل قبول بود. اما مقایسه نتایج مدل‌های دیگر با این مدل می‌تواند در تصمیم‌های مدیریتی منطقه مؤثر باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که خطر فرسایش خاک در منطقه مطالعه‌شده در حد متوسط است. یافته‌های این پژوهش نتایج می‌تواند برای پژوهشگران و برنامه‌ریزان در مهار کردن فرسایش مفید باشد؛ ولی به دلیل بررسی‌های محدود در منطقه، باید برای کسب اطمینان بیشتر بررسی‌های دیگری نیز در منطقه انجام شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش با هدف توصیف توزیع مکانی خطر فرسایش خاک در آبخیز قرناوه استان گلستان با استفاده از مدل CORINE همگام با ساختار اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور انجام شد. استفاده از مدل کورین به دلیل تلفیق ویژگی‌های فرسایش‌پذیری خاک و فرساینده‌ی باران به‌همراه عامل شیب و پوشش سطحی زمین در تهیه نقشه خطر فرسایش ظرفیت و خطر فرسایش واقعی منطقه، به‌خوبی توانست مناطق خطرپذیر از نظر فرسایش خاک را مشخص کند. نتایج این پژوهش بر اساس عامل‌های مدل کورین بیانگر ظرفیت متوسط آبخیز در فرسایش و هدررفت خاک بود. از این‌رو، با توجه به اهمیت فرسایش و همچنین

بررسی نتایج مدل کورین

نتایج مطالعه توصیف توزیع مکانی خطر فرسایش خاک در آبخیز قرناوه استان گلستان با استفاده از مدل CORINE و همگام با سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور نشان داد که وضعیت واقعی فرسایش در ۳/۸۲٪ و ۹۶/۱۷٪ از مساحت کل این آبخیز به ترتیب کم‌خطر و با خطر متوسط بود. مکان‌هایی که در نقشه خطر فرسایش وضعیت کم‌خطر را داشتند پوشش گیاهی زیاد بود و مکان‌هایی که در نقشه مزبور وضعیت پرخطر را داشتند بیشترین کاربری زمین، زراعی بود.

در منطقه نیمه بیابانی غرب استان گلستان، اکبری و همکاران (۲۰۱۶) خطر فرسایش خاک را با استفاده از مدل کورین بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که از نظر ظرفیت خطر، ۲۳٪ منطقه کم‌پتانسیل، ۵۴٪ منطقه با ظرفیت متوسط و ۷٪ منطقه با ظرفیت زیاد بود و از نظر فرسایش واقعی ۵۴٪ کم‌خطر، ۲۵٪ با خطر متوسط و ۲٪ نیز پرخطر بود. که نتایج آنان با این پژوهش گویا برآورد بیشتر این مطالعه در وضعیت متوسط است. همچنین، در استان گلستان فرج‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از مدل پسیاک نقشه فرسایش را تهیه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۳۹/۲۳٪ از استان از نظر فرسایشی در پهنه خطر متوسط بود که نتایج آنان حدود ۳۸٪ تشابه با نتایج این پژوهش در وضعیت متوسط را بیان می‌دارد.

در جنوب آنکارا، دنگیز و آنگل (۲۰۰۵) خطر فرسایش خاک را در منطقه گلباشی، با استفاده از مدل کورین برآورد کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۷۲/۹٪ از منطقه کم‌خطر، ۲۳/۸٪ از منطقه با خطر متوسط و فقط ۱٪ منطقه خیلی پرخطر بود. انتظاری و حیدری (۲۰۱۴) مدل‌های CORINE و SLEMSA برای برآورد فرسایش خاک در آبخیز تنگ سرخ شیراز را با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج مقایسه این دو مدل

باشد. هرچند که مدل کورین نتوانست اندازه تولید رسوبات را برآورد کند، اما با تهیه نقشه خطر فرسایش واقعی خاک، امکان تجزیه، تحلیل و اجرای طرح‌های حفاظت محیطی را افزایش داد و درک دقیق‌تری از وضعیت منطقه فراهم خواهد ساخت.

موقعیت آبخیز در تأمین آب سدهای پایین دست (بوستان، گلستان و وشمگیر) پیشنهاد می‌شود، الگوهای ارزیابی و برنامه‌ریزی، تصمیم‌های مدیریتی، ترویج، آموزش و اجرای طرح‌های سودمند در ارتباط با کاهش جابه‌جایی و هدررفت خاک در سطح آبخیز با جدیت پیگیری شود تا گام کوچکی در راستای کاهش اندازه فرسایش و هدررفت خاک

فهرست منابع

- Akbari M, Ownegh M, Asgari H, sadoddin A, Khosravi H. 2016. Soil erosion risk assessment using the CORINE Model (Case study: Semi-arid region in Golestan Province). *Desert Ecosystem Engineering*, 5(12): 63-78. (In Persian).
- Aksoy H, Kavvas ML. 2005. A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models. *Catena*, 64(2-3): 247-271. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.08.008>.
- Al-Rubaye A, Baraka M, Mahmood AB. 2021. Spatial distribution of soil water erosion at Al-Hawiz Dam in Western Syria using CORINE Model. *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 35(1): 1-12. <https://doi.org/10.58629/mjms.v35i1.25>.
- Ananda J, Herath G. 2003. Soil erosion in developing countries: A socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Management*, 68(4): 343-353. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(03\)00082-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(03)00082-3).
- Aydın A, Tecimen HB. 2010. Temporal soil erosion risk evaluation: A CORINE methodology application at Elmalı Dam Watershed, İstanbul. *Environmental Earth Sciences*, 61(7): 1457-1466. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0461-2>.
- Bayramin İ, Erpul G, ERDOĞAN HE. 2006. Use of CORINE methodology to assess soil erosion risk in the semi-arid area of Beypazari, Ankara. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(2): 81-10.
- Chenari K, Bahremand A, Sheikh VB, Komaki CB. 2016. Gully erosion hazard zoning using of dempster-shafer model in the Gharnaveh Watershed, Golestan Province. *Echhydrology*, 3(2): 219-231. (In persian). <https://doi.org/10.22059/IJE.2016.59663>.
- Cole B, Smith G, Balzter H. 2018. Acceleration and fragmentation of CORINE land cover changes in the United Kingdom from 2006–2012 detected by Copernicus IMAGE2012 satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information*, 73(1): 107-122. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.003>.
- CORINE. 1992. CORINE: Soil erosion risk and important land resources in the South-eastern regions of the European community. EUR 13233, Luxembourg, Belgium. pp. 32–48.
- Dengiz O, Akgül S. 2005. Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı environmental protection area and its vicinity using the CORINE Model. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(6): 439-448.
- De Vente J, Poesen J. 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models. *Earth-science Reviews*, 71(1-2): 95-125. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2005.02.002>.
- Doğan, O., Özel, M. E., Yıldırım, H., & Küçükçakar, N. (2000). Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in Mediterranean Region using CORINE method. In *Proceedings of International Symposium on Desertification (ISD)*: 13-17.
- Dong P, Chen H. 2000. A simple life-cycle method for predicting extreme shoreline erosion. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 14(2): 79-89. <https://doi.org/10.1007/s004770000029>.
- Entezari M, Gholam Heydari H. 2014. Comparing the two models SLEMSA and CORINE in the assessment of soil erosion. *The Journal of Spatial Planning and Geomatics*, 18 (3): 1-28. (In Persian).

- Eroğlu H, Çakır G, Sivrikaya, Akay AE. 2010. Using high resolution images and elevation data in classifying erosion risks of bare soil areas in the Hatila Valley Natural Protected Area, Turkey. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 24(4): 699-704. <https://doi.org/10.1007/s00477-009-0356-5>.
- Farajzadeh M, Servati Mr, Taheri V. 2011. Analysis and zonation of geomorphologic hazards of Golestan province, *Journal of Physical Geography*, 4(11): 45-62. (In Persian).
- Hafezi Moghaddas N, Nikudel M, Bahrami K. 2011. Evaluation of collapsibility of loess deposits of Gharnaveh Catchment in north of Kalale, Golestan Province. *Iranian Association of Engineering Geology*, 4(1-2): 39-46. (In Persian).
- Husnjak S, Simunic I, Tursic I. 2008. Soil erosion risk in Croatia. *Cereal Research Communications*, 36(2): 939-942.
- Irvem A, Topaloğlu F, Uygur V. 2007. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. *Journal of Hydrology*, 336(1-2): 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.12.009>.
- Kirkby M, Le Bissonais Y, Coulthard T, Daroussin J, McMahon M. 2000. The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81(2): 125-135. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00186-9).
- Lu D, Li G, Valladares GS, Batiŕtella M. 2004. Mapping soil erosion risk in Rondônia, Brazilian Amazonia: using RUSLE, remote sensing and GIS. *Land degradation and development*, 15(5): 499-512. <https://doi.org/10.1002/ldr.634>.
- Masoudi M, Patwardhan A, Gore S. 2006. Risk assessment of water erosion for the Qareh Aghaj sub-basin, southern Iran. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 21(1): 15-24. <https://doi.org/10.1007/s00477-006-0040-y>
- Noori NE, Azeez DR. 2023. Soil erosion risk assessment using CORINE Model: A case study in Shwan Sub-basin, Kirkuk, Iraq. *InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1252, No. 1, 16 pp. id. 012068. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012068>
- Parlak M, Dincsoy Y, Seyrek K. 2007. Determination of erosion risk according to CORINE methodology (A case study: Kurtbogazi Dam). *International Congress River Basin Management*, 1:844-859.
- Poesen J, Torri D, Bunte K. 1994. Effects of rock fragments on soil erosion by water at different spatial scales: A review. *Catena*, 23(1-2): 141-166. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(94\)90058-2](https://doi.org/10.1016/0341-8162(94)90058-2).
- Reis M, Akay AE, Savaci G. 2016. Erosion risk mapping using CORINE Methodology for Goz Watershed in Kahramanmaraş Region, Turkey. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(3): 695-706.
- Rubio JL, Bochet E. 1998. Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe. *Journal of Arid Environments*, 39(2): 113-120. <https://doi.org/10.1006/jare.1998.0402>.
- Rubio JL, Recatalá L. 2006. The relevance and consequences of Mediterranean desertification including security aspects. In *desertification in the Mediterranean region. A security issue*, Springer, pp. 133-165. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3760-0-05>.
- Scordo A, Maltese A, Ciralo G, La Loggia G. 2009. Estimation of the time lag occurring between vegetation indices and aridity indices in a Sicilian semi-arid catch-

- ment. Italian Journal of Remote Sensing, 41(2): 33-46. <https://doi.org/10.5721/ItJRS20094123>.
- Sullivan CA. 2011. Quantifying water vulnerability: A multi-dimensional approach. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 25(4): 627-640. <https://doi.org/10.1007/s00477-010-0426-8>.
- Tajiki M, Najafinejad A, Gholipour M, Siroosi H, Sadodin A, Sheikh VB, et al. 2022. Efficiency of watershed management measures on erosion and sedimentation of Qarnaveh Watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research. 13(26), 163-177. (In Persian). <https://doi.org/10.52547/jwmr.13.26.163>.
- Taripannah F, Ranjbar Fordoei A, Vali A, Mokarram M. 2022. Soil erosion risk assessment using CORINE Model in Kharestan Watershed, Fars Province. Desert Ecosystem Engineering, 9(29): 59-74. (In Persian).
- Trimble SW, Crosson P. 2000. US soil erosion rates--myth and reality. Science, 289(5477): 248-250. <https://doi.org/10.1126/science.289.5477.248>.
- Yuksel A, Gundogan R, Akay AE. 2008. Using the remote sensing and GIS technology for erosion risk mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sensors, 8(8): 4851-4865. <https://doi.org/10.3390/s8084851>
- Zhu, M. (2012). Soil erosion risk assessment with CORINE model: case study in the Danjiangkou Reservoir region, China. Stochastic environmental research and risk assessment, 26, 813-822. <https://doi.org/10.1007/s00477-011-0511-7>.



Use of the CORINE Model in the Qualitative Assessment of Soil Erosion Risk in the Qharnaveh Watershed, Golestan Province

Seyed Pedram Nainiva^{*1}, Maedeh Parichere², Habib Nazarnejad³

1- Ph.D. Student of Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources,
Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2-Ph.D. in Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Sari University of Agricultural Sciences
and Natural Resources, Sari, Iran

3-Associate Professor, Department of Watershed Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences
and Natural Resources, Gorgan, Iran

Extended Abstract

Introduction and Goal

Soil erosion is one of the threats and environmental hazards of semi-arid and arid regions, which causes the loss of quality or the loss of a large amount of fertile soils all over the world every year, and it affects environmental, agricultural, and food security issues. The intensity of erosion is influenced by the growth and development of human activities along with land use change and resource destruction. In recent years, soil erosion in Iran has intensified due to the destruction of natural resources, and land use change has played a significant role in this process; Therefore, it is necessary to identify the areas prone to erosion and sediment yield in the internal watershed of Iran, which leads to the loss of thousands of tons of fertile soil every year, and to determine the control activities that can be adapted in these conditions. Therefore, the purpose of this study is to describe the spatial distribution of the risk of soil erosion in the Qharnaveh Watershed of Golestan Province using the CORINE model along with the geographic information system and remote sensing. The evaluation results will help prioritize critical areas adopt appropriate measures to prevent soil erosion.

Materials and Methods

The CORINE model is used to estimate and evaluate soil erosion risk. The actual soil erosion is

Article Type: Research Article

*Corresponding Author E-mail: Pedram.nainava@gmail.com

Citation: Nainiva, S.P., Parichere, M., Nazarnejad, H. 2024. Use of the CORINE Model Qualitative Assessment of Soil Erosion Risk in the Qarnaveh Watershed of Golestan Province. *Watershed Management Research*. 37(3):2-18.

DOI: 10.22092/WMRJ.2024.364047.1553

Received: 16 November 2023, **Received in revised form:** 15 January 2024, **Accepted:** 18 March 2024

Published online: 22 September 2024

Watershed Management Research, VOL. 37, No.3, Ser. No: 144, Autumn 2024, pp. 2-18.

Publisher: Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center ©Author(s)



calculated using the erodibility, erosivity, slope, vegetation cover, or land use factors in this model. The erosion of the study area was calculated using the Fournier index and dryness index for this purpose. Also, soil erodibility was estimated based on soil texture, stoniness and soil depth. Then, the erosion and erodibility maps were combined with the erosion capacity map obtained from the slope of the area and vegetation density. Finally, the real soil erosion risk map was obtained in the research area.

Results and Discussion

The results of this study indicated that 3.82% and 96.17% of the watershed were under low and moderate erosion risk, respectively, and the areas with low erosion risk were mainly located in the east of the watershed. The research findings indicated that this watershed had moderate soil loss and soil erosion potential, based on the CORINE model factors.

Conclusion and Suggestions

Therefore, according to the importance of erosion and also the location of the watershed in supplying the water of the downstream dams, it is suggested to seriously consider evaluating and planning models, make management decisions, promote, educate, and implement beneficial projects related to reducing the rate of soil movement and surface soil loss, to be a small step in reducing the rate of soil erosion and soil loss.

Keywords: CORINE model, qualitative model, remote sensing, soil loss