مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره سیزدهم، پاییز ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۶/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۲/۰۳

صفحات: ۴۸ - ۳۱

ارزیابی خطر فرسایش آبی حوضه آبخیز طالقان‌رود با استفاده از مدل ICONA

مژگان انتظاری[1*]، فاطمه خدادادی[2]

چکیده

فرسایش خاک یکی از مهم ترین مسایل زیست محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان محسوب می شود و تأثیرات مخربی به تمام اکوسیستم های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد لذا یافتن راه حل های سریع و به موقع الزامی به نظر می رسد. از جمله این راه حل‌ها کاربرد مدل ICONA می باشد که توسط انجمن علمی حفاظت از طبیعت اسپانیا ارایه شده است. در میان بسیاری از روش ها برای پیش بینی فرسایش با استفاده از GIS و RS، نتایج شبیه سازی این مدل به صورت همگانی پذیرفته شده است. این تحقیق سیمای فرسایش آبی حوضه آبخیز طالقان‌رود را به شکل موردی بررسی قرار داده و وضعیت فرسایش خاک و پهنه بندی آن را نشان میدهد. این مدل دارای هفت مرحله می باشد که در ابتدا نقشه شیب و نقشه زمین شناسی و در ادامه از همپوشانی لایه شیب و زمین شناسی، لایه فرسایش پذیری خاک تهیه می‌شود. در مراحل بعدی، نقشه کاربری با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و نقشه پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI تهیه شده است. در ادامه، با همپوشانی لایه کاربری اراضی و پوشش گیاهی نقشه حفاظت خاک بدست میآید. در گام آخر؛ لایه فرسایش پذیری خاک و لایه حفاظت خاک همپوشانی شده و نقشه خطر فرسایش پذیری را می سازند. نتایج این پژوهش نشان داد که از کل سطح حوضه، ۹,۳٪ کلاس خطر فرسایش خیلی کم، ۱۲,۷٪ کلاس خطر فرسایش کم، ۲۲,۴٪ کلاس خطر فرسایش متوسط، ۱۸,۹٪ کلاس خطر فرسایش زیاد و ۳۶,۷٪ کلاس خطر فرسایش بسیار زیاد را به خود اختصاص داده اند.

واژگان کلیدی: خطر فرسایش، پهنه بندی، سنجش از دور، ICONA، طالقان‌رود.

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان(نویسنده مسئول) m.entezari@geo.ui.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری مخاطرات ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان

مقدمه

فرسایش کنده شدن و جا به جا شدن تدریجی خاکدانه ها و مواد موجود در سطح زمین در اثر عواملی نظیر آب باد نیروی ثقل و... است. فرسایش خاک یکی از عوامل زیست محیطی کشاورزی و تولید غذا در جهان محسوب می‌شود و تاثیرات مخربی بر تمام اکوسیستم های منابع طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد(عنبرانی، ۱۳۷۷). بنابراین ارزیابی خطرات فرسایش خاک امری مهم و ضروری برای توسعه ی روشهای ممانعت از فرسایش به منظور مدیریت پایدار اراضی و منابع آب است(ورلینگ و همکاران، ۲۰۰۲). به منظور تخمین فرسایش اولین معادله ای که پیشنهاد شد معادله زینگ بود که در آن تنها دو عامل درجه و طول شیب در نظر گرفته شده بود. بعدها ماسگریو عامل پوشش گیاهی و آب و هوا را در آن دخالت داد. سپس به تدریج فرمول هایی تهیه شد و پیش بینی فرسایش را بر اساس داده‌های مکانی امکان پذیر ساخت.

لازم به ذکر است که در قرن اخیرپدیده فرسایش خاک و انتقال رسوبات برای جامعه بشری مسایل و مشکلات زیادی را بوجود آورده است به طوری که تجزیه و تحلیل آن و پیدا کردن را ه حل های سریع و به موقع مستلزم تحقیقات دامنه داری در سطح جهانی است. فرسایش، نتیجه و حاصل اثر متقابل مجموعه ای از عوامل طبیعی و انسانی است که بر حسب شرایط خاص منطقه، یک یا چند عامل، به عنوان عوامل اصلی و تعیین کننده عمل می‌نمایند. با توسعه و پیشرفت بشر شدت فرسایش خاک فزونی یافته، به طوری که شدت فرسایش خاک در آسیا، آفریقا و امریکای جنوبی با ۳۰ تا ۴۰ تن در هکتار در سال بیشترین و در اروپا و امریکای شمالی با ۱۳ تن در هکتار در سال کمترین مقدار را دارا می باشد(برایان، ۲۰۰۰ و بایرامین، ۲۰۰۳:). فرسایش خاک یکی از عوامل زیست محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان محسوب می شود و تأثیرات مخربی بر تمام اکوسیستم های منابع طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد(بای بوردی،۱۳۷۲). رشد روز افزون جمعیت ایران در ۴۰ سال اخیر و نیاز روز افزون به توسعه منابع غذایی، موجب استفاده بی رویه و بیش از توان اکولوژیکی منابع طبیعی کشور شده است. این روند به تشدید فرآیند تخریب منابع آب و خاک منجر شده است. امروزه پدیده فرسایش با کاهش حاصلخیزی خاک، باعث تخریب اکوسیستم های طبیعی نظیر مراتع، جنگل ها و اکوسیستم های کشاورزی می گردد(بایرامین، ۲۰۰۳). نرخ سالانه فرسایش خاک در ایران تا ۳۳ تن در هکتار گزارش شده که ۵ تا ۶ برابر حد مجاز است ومیانگین سالانه فرسایش خاک نیز به حدود ۱۵ تن در هکتار رسیده که سه برابر متوسط قاره آسیاست(نشریه تخصصی فرسایش انجمن علوم خاک ایران، ۱۳۹۰). فرسایش توسط آب، خاک سطحی و مواد غذایی را خارج می کند، حاصلخیزی خاک را در معرض خطر قرار می دهد، ظرفیت نگهداری آب قابل استفاده را کاهش می دهد، پایداری ساختمان خاک را کاهش می دهد و باعث انسداد سطحی می شود(روتن و تیلر، ۱۹۹۰). تأثیرات فرسایش در منطقه شامل از دست رفتن خاک از منطقه، شکستن ساختمان خاک، کاهش مواد آلی و مواد غذایی، حرکت به سمت کاهش حاصلخیزی خاک و در آخر کاهش منابع غذایی و کاهش پوشش گیاهی می باشد(کروسن، ۱۹۹۷، واستیگن، ۲۰۰۱). تأثیرات فرسایش در خارج از منطقه شامل مشکل رسوب گذاری در مسیر رودخانه، افزایش به خطر افتادن مواد غذایی و کاهش طول عمر منابع می‌باشد(هارگوین و همکاران، ۲۰۰۶ و کلارک، ۱۹۸۵). فرسایش پذیری خاک، قابلیت ذاتی خاک برای از دست رفتن توسط عوامل فرسایش می‌باشد. پدیده فرسایش خاک تابعی از قابلیت جدا شدن ذرات تشکیل دهنده قشر سطحی

خاک همزمان با تغییر مکان آنها توسط عوامل انتقال دهنده است(حسین و همکاران، ۲۰۰۷). عوامل تشدید فرسایش خاک معمولاً به چهار پارامتر اقلیم، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و خاک و نیز اثر متقابل آنها بستگی دارد(لافلان، ۱۹۹۸). مدل حاضر این موارد را به خوبی در بطن خود بررسی می نماید و نتایج حاصل از درجه اعتبار بالایی برخوردار است. تهیه نقشه صحیح خطر فرسایش در سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تعیین مناطقی که خطر فرسایش بالایی دارند و برای توسعی مناسب تکنیک های پیشگیری از فرسایش، بسیار مهم می باشد(میتاسواو همکاران، ۱۹۹۶). مطالعات زیادی روی مدل سازی فرسایش خاک با به کارگیری تکنیک های RS و GIS انجام شده است(رود و فرد، ۱۹۹۷)، این مدل نیز در بطن خود به خوبی از توانمندی و توانایی سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی در برآورد پارامترها و پهنه بندی خطر فرسایش استفاده می کند(بایرامین، ۲۰۰۳).

احسانی و غفاری‌شیروان (۱۳۹۲)، پهنه بندی خطرفرسایش آبی را با استفاده از داده های ماهواره ای و GIS و مدل ICONA[1] در حوضه آبخیز حبله رود استان سمنان انجام دادند نقشه نهایی تحقیقات آنان نشان داد که ۴۸ درصد از سطح حوضه دارای کلاس خطر فرسایش خیلی کم، ۳۶ درصد کلاس خطر فرسایش کم، ۱۲ درصد کلاس خطر فرسایش متوسط و ۴ درصد کلاس خطر فرسایش زیاد را شامل می شوند. بایرامین و همکاران (۲۰۰۳) در منطقه بی پازاری ترکیه با استفاده از مدل ICONA پژوهشی را انجام دادند. مطالعات آنان نشان داد که مراتع و زمین های بایر به ویژه در دامنه های شیب‌دار و پر از تپه و مناطق کوهستانی با خطرات فرسایش بالایی مواجه است و نوع کاربری، پوشش گیاهی، سنگ مادر، شرایط توپوگرافی، بارندگی و خصوصیات خاک عواملی است که بر فرسایش خاک تاثیر دارد. بنابراین فرسایش فرآیندی طبیعی بوده که در تمام نقاط زمین در حال تکوین است و در تغییر و تحول سطح زمین اهمیت فراوان دارد.

ویلسون ولورانگ (۲۰۰۰) کاربردهای GIS را جهت بر آورد فرسایش خاک و محدودیت های مطالعات بررسی کرده و در نهایت ثابت نمودند که سیستم اطلاعات جغرافیایی قابلیت فوق العاده ای جهت بهبود و برآورد فرسایش خاک فراهم می نماید. اوزل و همکاران (۱۹۹۹) تحقیقی را بر حوضه آبخیز دالامان در کشور ترکیه با استفاده از مدل ICONA انجام دادند و موقعیت خطر فرسایش پذیری حوضه را تعیین کردند. میلوارد و مرسئی (۱۹۹۹) مطالعه ای بر روی سد یوسوفلی ترکیه انجام دادند وکلاس فرسایش پذیری منطقه مورد مطالعه را با به کار گیری مدل ICONA و تصاویر لندست و شاخص NDVI[2]، تعیین و بر آورد نمودند.

رئوفی (۲۰۰۴)، نقشه فرسایش حوضه طالقان رابا استفاده از تکنیک پردازش تصاویر را تهیه نمود. حاجی قلی‌زاده (۲۰۰۵)، از سنجده ETM به اضافه روش تفسیر عکس های ماهواره ای برای تهیه ی نقشه فرسایش برای پنج حوضه در استان تهران استفاده کرد. نتایج تحقیق نشان وی داد که تشخیص فرسایش سطحی و شیاری به دلیل وضوح تصاویر بسیار مشکل است.

---

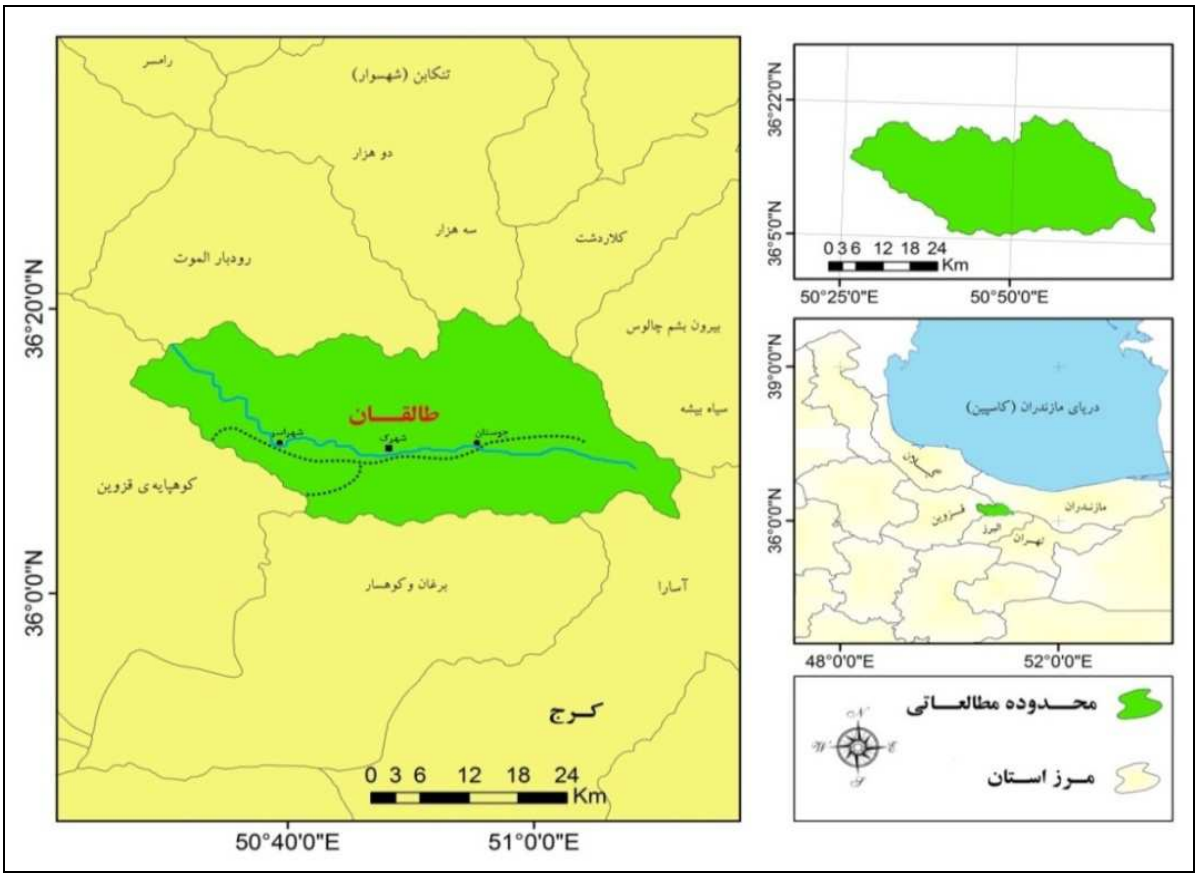
[1]- Institute Conservation Of Nature
[2]- Normalized Difference Vegetation Index

مدل های تجربی مختلفی برای برآورد میزان فرسایش بصورت تجربی وجود دارد که از آن جمله می توان به روشهای USLE، MUSLE، F.A.O، جعبه سیاه، MUSGRAVE، E.P.M، فورنیه، SDR، پسیاک، B.L.M، استلیک و WEEP اشاره کرد که هر کدام از آنها دارای معایب و محاسن خاص خودشان هستند که شاید مهمترین ایراد آنها منطقه ای بودن آنها است و اگر در غیر از آن منطقه بکار گرفته شود دارای دقت پایینی است. ولی مدل ICONA تا حد زیادی این عیب را بر طرف نموده است. چرا که پارامترهای مورد استفاده آن دارای عمومیت کلی می باشند و با دقت قابل قبولی می توان با کمترین وابستگی اقلیمی و جغرافیایی از آن در اکثر حوضه های کوچک اقلیم مدیترانه ای و نیمه مدیترانه ای استفاده نمود.

عمل فرسایش آب‌های جاری به همراهی ساختمان زمین ساخت، به ویژه نوسانات آب و هوایی کواترنر، اشکال فرسایشی و ساختمانی جالبی به حوضه طالقان رود بخشیده‌اند. در این میان جالب توجه‌ترین آن‌ها را در دره‌ی طالقان می‌توان یافت. دامنه‌های تند، همراه با لغزش‌های قدیم و جدید، مئاندرهای پرشمار در مسیر رود، مخروط افکنه های آبرفتی در محل پیوستن دره های فرعی به بستر اصلی و پادگانه های آبرفتی مطبق در دو طرف دره، از چشم اندازهای پیکرشناسی جالب توجه دره‌ی طالقان‌رود می‌باشند. با توجه به مطالب ذکر شده و وجود نرخ بالای فرسایش در منطقه که شواهد متعددی دارند اهمیت مطالعه و بررسی میزان فرسایش در منطقه را یادآور می نماید. شاید یکی از دلایل بالا بودن میزان فرسایش در منطقه وجود لغزش های زیاد در منطقه باشد که از تراکم بالایی دارند. در این پژوهش با کمک مدل ICONA به پهنه‌بندی خطر فرسایش آبی در حوضه‌ی آبخیز طالقان‌رود پرداخته شده است.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

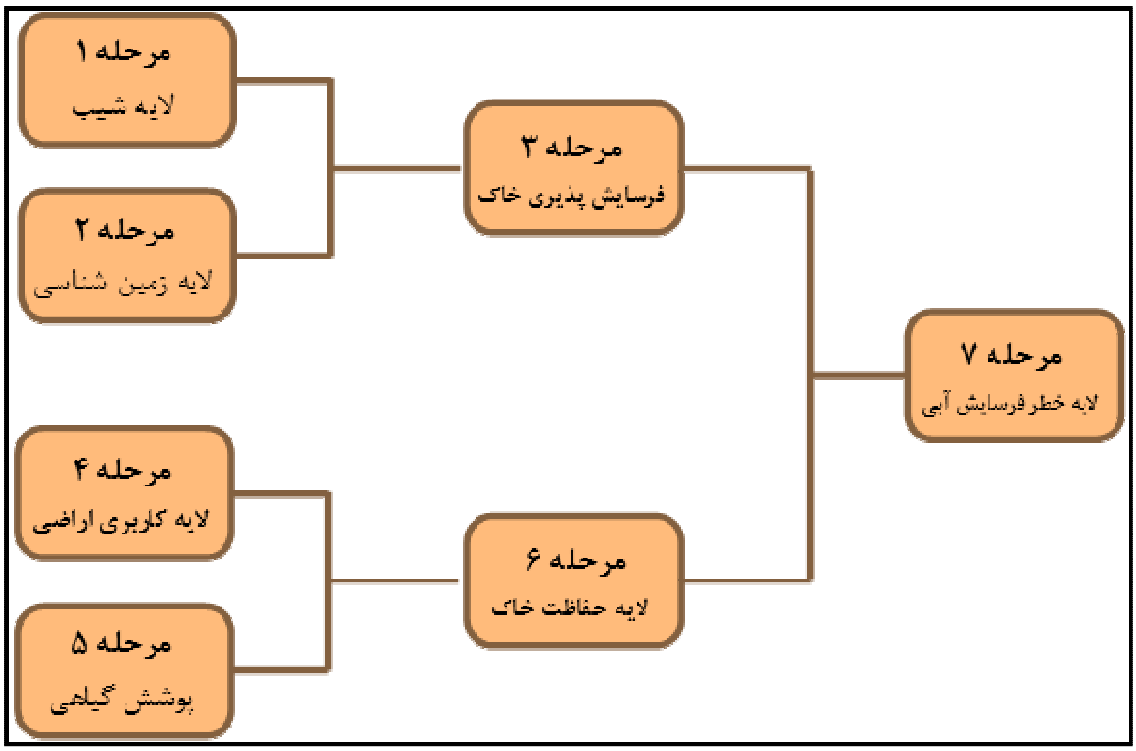
حوضه آبخیز طالقان‌رود بین طول شرقی ´۲۵ °۵۰ تا ´۱۱ °۵۱ و عرض شمالی ´۰۵ °۳۶ تا ´۲۱ °۳۶، در شمال استان البرز جای گرفته است. میانگین بارش سالانه این حوضه ۶۰۹ میلیمتر می باشد، این حوضه طبق روش اقلیم نمای دومارتن اصلاح شده، دارای اقلیم مدیترانه ای سرد می باشد و مساحت آن ۱۲۴۲/۶۵ کیلومتر مربع می باشد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه را نشان می‌دهد.



شکل۱: نقشه موقعیت حوضه آبخیز طالقان‌رود

روش تحقیق

مدل ICONA توسط انجمن علمی حفاظت از طبیعت اسپانیا ارائه شده است. این مدل در کشورهای اروپایی و بسیاری از مناطق مدیترانه ای قابل استفاده بوده و در میان بسیاری از راه های موثر بر پیش بینی فرسایش با استفاده از RS و GIS، شبیه سازی این مدل در کشورهای اروپایی، مناطق مدیترانه ای و سایر مناطق با شرایط اقلیمی مشابه پذیرفته شده شده است(ICONA،۱۹۹۱). مدل ICONA شامل ۷ مرحله می باشد. شکل ۲ مراحل تهیه نقشه های خطر فرسایش آبی را نشان می‌دهد. بر اساس این مدل در ابتدا نقشه شیب و نقشه زمین شناسی تهیه می گردد و در ادامه از همپوشانی لایه شیب و زمین شناسی، لایه فرسایش پذیری خاک تهیه می‌شود. در مراحل بعدی، نقشه کاربری و نقشه پوشش گیاهی تهیه می شود و با همپوشانی لایه کاربری اراضی و پوشش گیاهی نقشه حفاظت خاک بدست میآید. در گام آخر، لایه فرسایش پذیری خاک و لایه حفاظت خاک همپوشانی شده و نقشه خطر فرسایش پذیری را می سازند.



شکل۲: چارت مراحل مختلف مدل ICONA

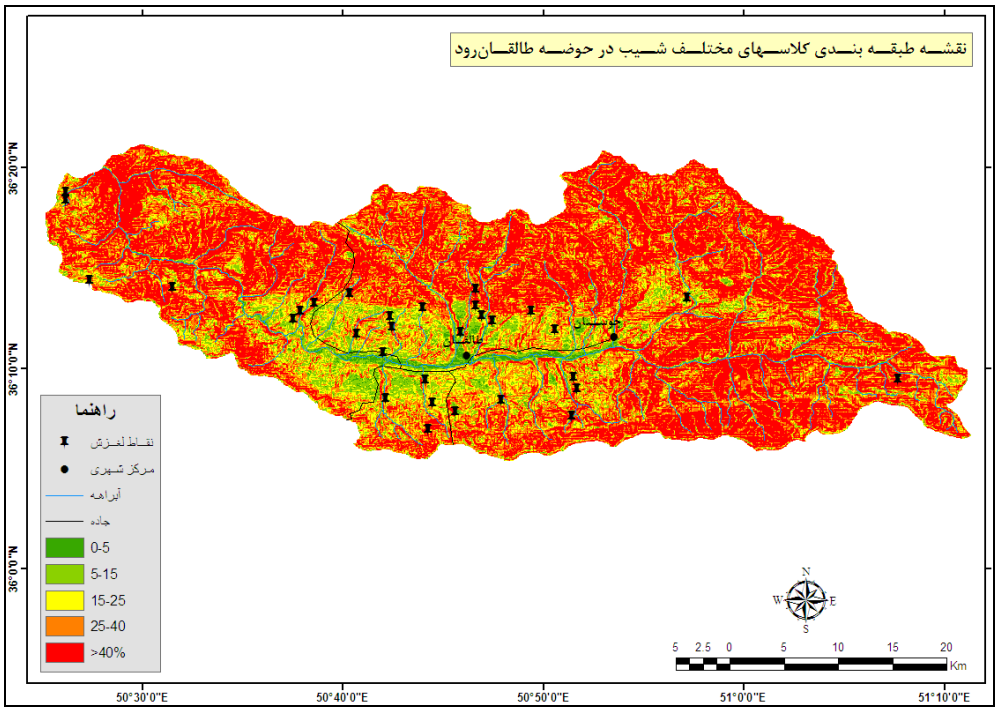
نتایج و یافته های تحقیق

مرحله ۱- تهیه لایه شیب منطقه

در این مرحله ابتدا لایه شیب تهیه می شود. برای بدست آوردن کلاس شیب منطقه از اطلاعات نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری استفاده شده است. لایه شیب از اطلاعات نقشه DEM بدست می آید. نقشه DEM با الگوریتم TPSS و با اندازه پیکسل ۱۰ متری تهیه شده و در پنج گروه طبقه بندی گردید که شکل ۳ نقشه شیب حوضه را نمایش می‌دهد. کلاس بندی شیب منطقه نیز در جدول ۱ آمده است.

جدول۱: طبقات شیب منطقه

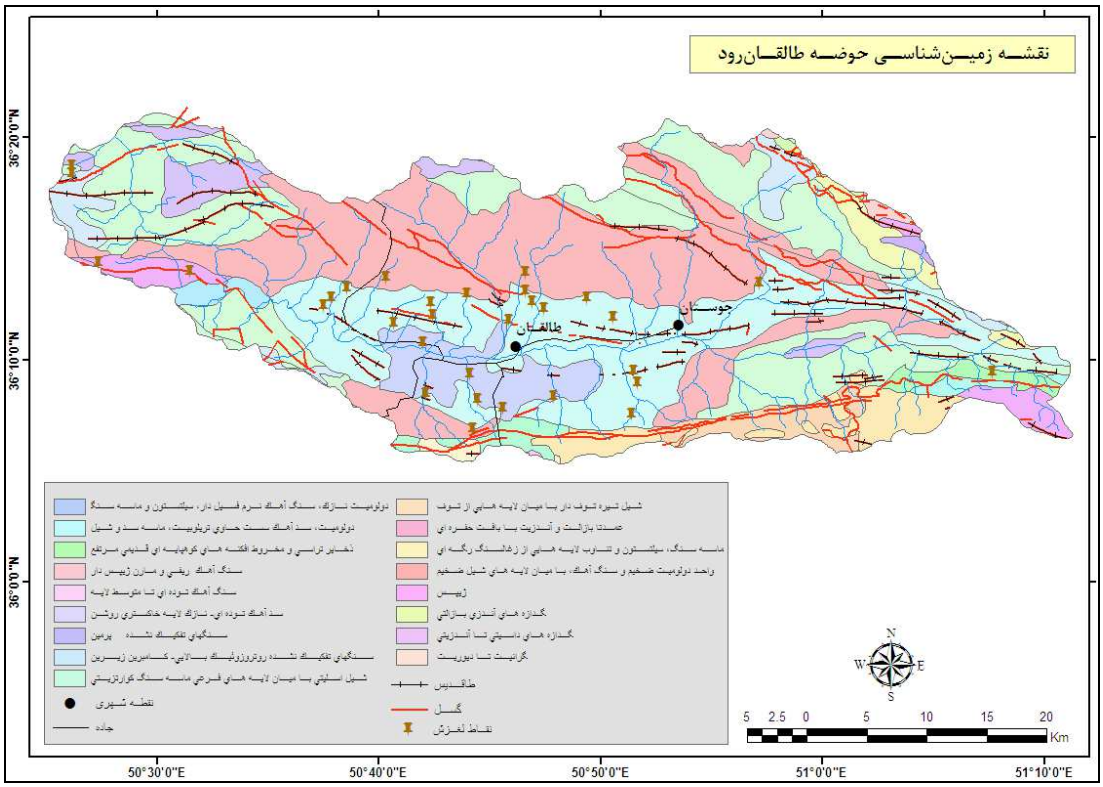
عنوان	دامنه درصد شیب	کلاس
شیب خیلی کم	۰ –۵	۱
شیب کم	۵–۱۵	۲
شیب متوسط	۱۵–۲۵	۳
شیب تند	۲۵–۴۰	۴
شیب خیلی تند	>۴۰	۵



شکل۳: نقشه طبقات شیب حوضه آبخیز طالقان‌رود

مرحله ۲- تهیه لایه سطوح سنگی (زمین شناسی)

در این مرحله برای طبقه بندی لایه سطوح سنگی از نقشه زمین شناسی رقومی شده با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شد و سازنده زمین شناسی بر طبق مقاومت به هوازدگی در ۵ گروه طبقه بندی شد که جزئیات آن در جدول ۲ نشان داده شده است. نقشه سطوح سنگی نشان دهنده نوع سنگ، مواد مادری یا رسوب سطحی یا خاک با تأکید بر مقاومت نسبت به فرسایش شیمیایی و مکانیکی می باشد. شکل ۴ پراکندگی سطوح سنگی را در حوزه آبخیز طالقان‌رود نشان می دهد.



شکل۴: نقشه لایه سطوح سنگی حوضه ی آبخیز طالقان‌رود

جدول۲: لایه های سطوح سنگی

کلاس / نوع	نوع مواد تشکیل دهنده
۱	ماسه سنگ و کوارتز روشن- سنگ آهک- ماسه سنگهای قرمز- گدازه های بازی شکل
۲	توفهای اسیدی- سنگ آهک ترشیاری- گدازه های آندزیتی- ماسه سنگ های سیاه
۳	کنگلومرا-ماسه سنگ های درشت- توف های بازی با منشا داخلی- آگلومرا
۴	توف های تیره – تراس های قدیمی- سیلت تیره- کنگلومرا ریزدانه
۵	گدازه های کواترنری- نهشته های آبرفتی- ژیپس- سیلت- دشت ها ی سیلابی- مارن – تراس های آبرفتی- تالوس

مرحله ۳- نقشه فرسایش پذیری خاک

برای مشخص کردن نقشه فرسایش پذیری خاک، لایه شیب و سطوح سنگی همپوشانی می شوند و نقشه پتانسیل خطر فرسایش و سطح فرسایش پذیری از ترکیب این دو بدست می آید. زمینه و سطح فرسایش پذیری در جداول زیر آورده شده است. برای مثال، کلاس فرسایش پذیری سنگ بستر و سازندهای کوارتزی دارای کلاس (1a) و شیب کمتر از ۵ درصد، مینیمم یا (EN) می باشد یا مارن و سازندهای رسوبی با شیب بیشتر از ۳۵ درصد، دارای کلاس

فرسایش پذیری ماکسیمم یا (EX) می باشد. زمینه فرسایش پذیری در جدول ۳ و شاخص فرسایش پذیری در جدول ۴ آورده شده است.

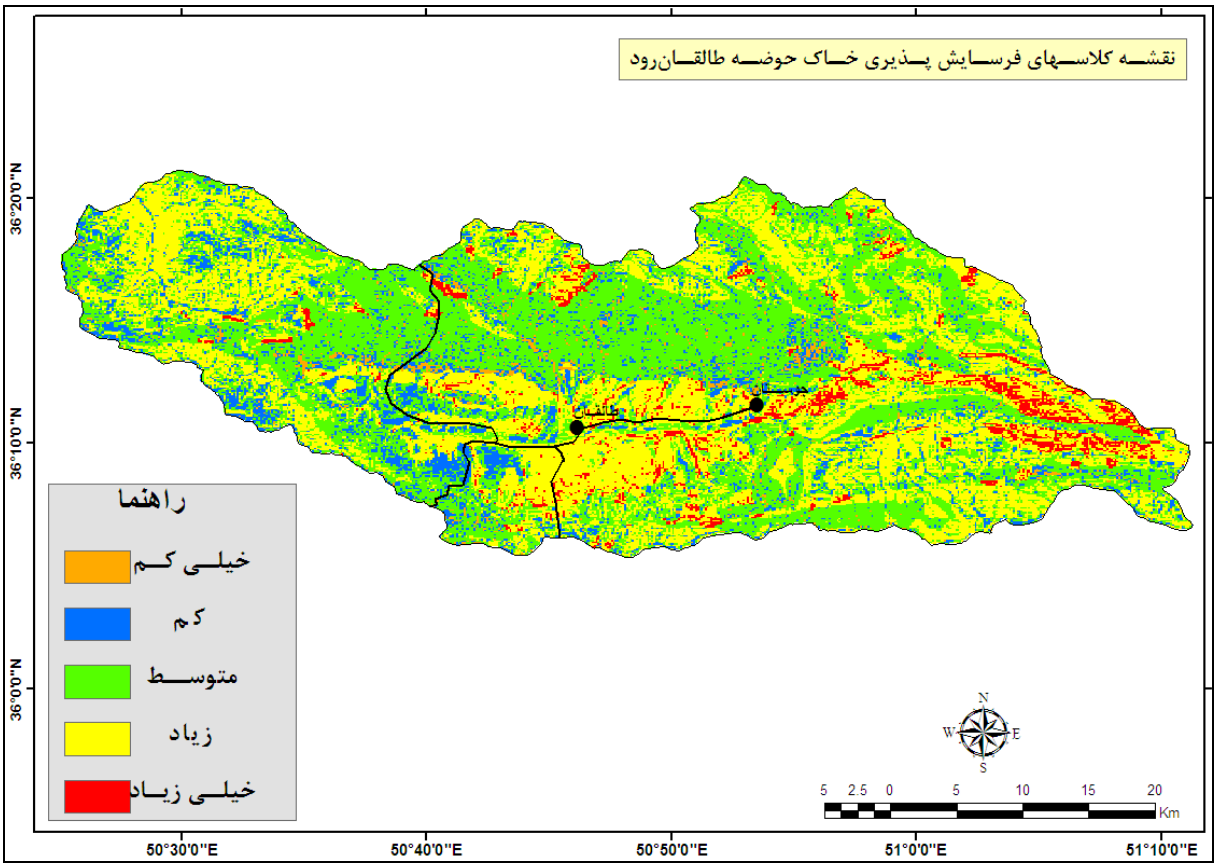
جدول۳: زمینه و سطح فرسایش پذیری

فرسایش پذیری	کلاس لایه های سطوح سنگی				
طبقه شیب	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱(EN)	۱(EN)	۱(EN)	۱(EN)	۲(EB)
۲	۱(EN)	۱(EN)	۲(EB)	۳(EM)	۳(EM)
۳	۲(EB)	۲(EB)	۳(EM)	۴(EA)	۴(EA)
۴	۳(EM)	۳(EM)	۴(EA)	۵(EX)	۵(EX)
۵	۴(EA)	۴(EA)	۵(EX)	۵(EX)	۵(EX)

جدول۴: شاخص فرسایش پذیری

کلاس	نشانه	توضیح	مساحت %
۱	EN	خیلی کم	۱/۳
۲	EB	کم	۵/۷
۳	EM	متوسط	۵۸/۴
۴	EA	زیاد	۳۰/۷
۵	EX	خیلی زیاد	۳/۹

با توجه به مطالب بالا نقشه فرسایش پذیری خاک در شکل ۵ نشان داده شده است.



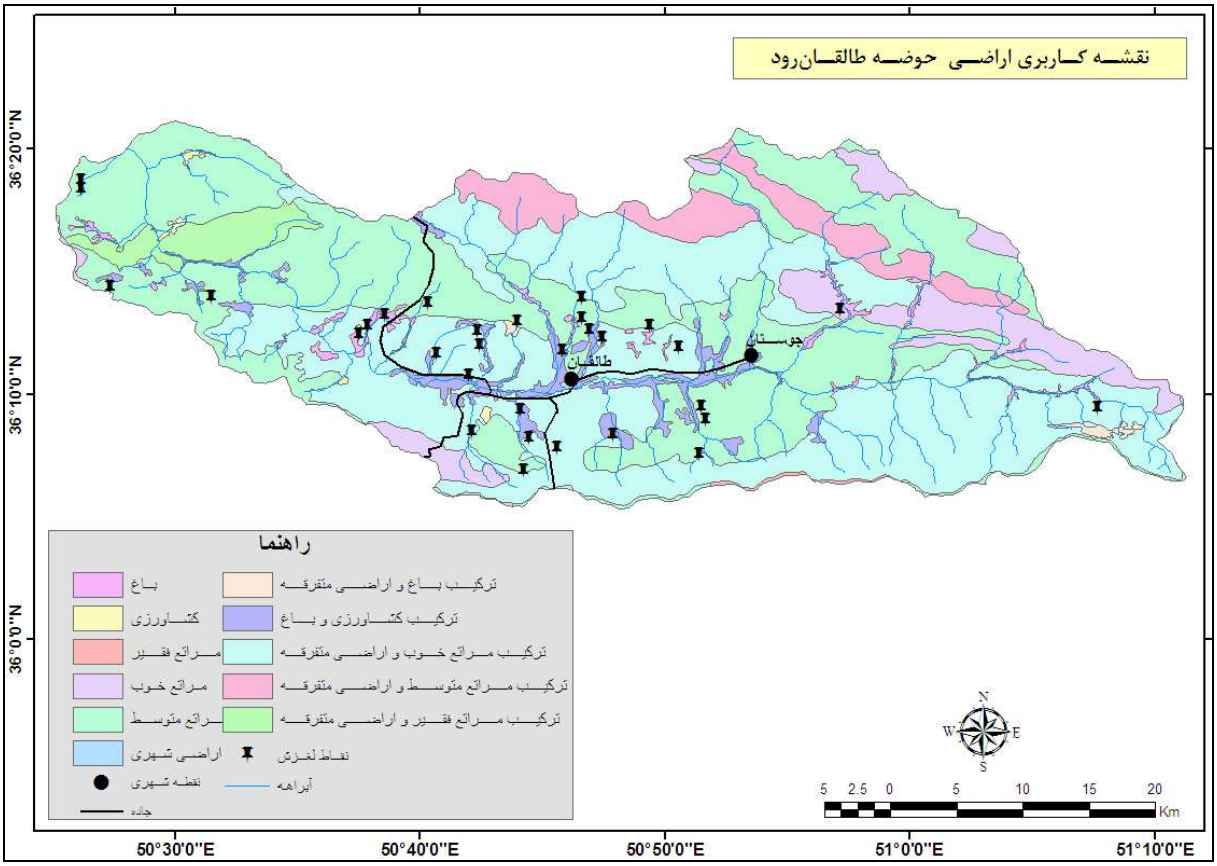
شکل۵: نقشه فرسایش پذیری خاک حوضه آبخیز طالقان‌رود

مرحله ۴- تعیین کاربری منطقه

برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه از تصاویر ماهواره ای و تکنکیک های سنجش از دور استفاده شده است. تصاویر مورد استفاده در این پژوهش تصاویر ماهواره لندست ۸، تاریخ ۳۰ May سال ۲۰۱۳ می باشد. در این تحقیق جهت عملیات تصحیح هندسی تصاویر اقدام به استخراج شبکه آبراهه ها و راه ها از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری و تطابق آنها با تصاویر دریافتی فوق شد. سپس نقاط کنترل به صورت تصادفی از سر تا سر حوضه برداشت گردید. به دلیل ژئورفرنس بودن تصویر خطای هندسی بسیار کمی در پیکسل ها مشاهده شد. خطای RMSE در این باند معادل ۰/۱۹ بدست آمد. در این مرحله از روش تبدیل چند جمله ای و روش نزدیک ترین همسایه برای نمونه برداری مجدد استفاده گردید. یازده کاربری مختلف به وسیله این نمونه گیری ها در منطقه ی مورد مطالعه از هم تفکیک شدند که این کاربری ها در ۵ کلاس طبقه بندی شدند. جدول ۵ و شکل ۶ کاربری های موجود در منطقه را نشان می‌دهند.

جدول**۵:** طبقات کاربری اراضی

نوع کاربری	کلاس
کشت دیم	۱
کشت آبی	۲
جنگل (باغ)	۳
مرتع	۴
صخره	۵



شکل۶: نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان‌رود

مرحله ۵- تعیین پوشش گیاهی

گیاهان سبز در تصاویر ماهواره ای معمولاً در محدوده مرئی (۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر) و بخصوص محدوده قرمز تیره هستند که این پدیده ناشی از جذب نور توسط رنگدانه های موجود در گیاهان سبز (کلروفیل، پرتوکلروفیل، زانتوفیل و...) می باشند. در این محدوده یک فزایش ناگهانی ولی کوچک انعکاس در طول موج حدود ۵۵۰ نانومتر دارند(نور

سبز) به همین دلیل آنها به رنگ سبز دیده می شوند. اما در محدوده بین ۷۰۰ الی ۱۳۰۰ نانومتر (مادون قرمز نزدیک) گیاهان روشن می باشند، زیرا در این محدوده دارای انعکاس بسیار بالایی هستند و بر اساس این خصوصیت انعکاس طیف گیاهان سبز برای استخراج نقشه پوشش گیاهی از فر آیند تقسیم یا نسبت باندی مادون قرمز نزدیک به باند قرمز نظیر برای هر پیکسل تصاویر ماهواره ای استفاده می گردد. برای بدست آوردن نقشه پوشش گیاهی، از شاخص NDVI و تصاویر لندست TM استفاده شد. فرمول شاخص NDVI به صورت رابطه ۱ می باشد.

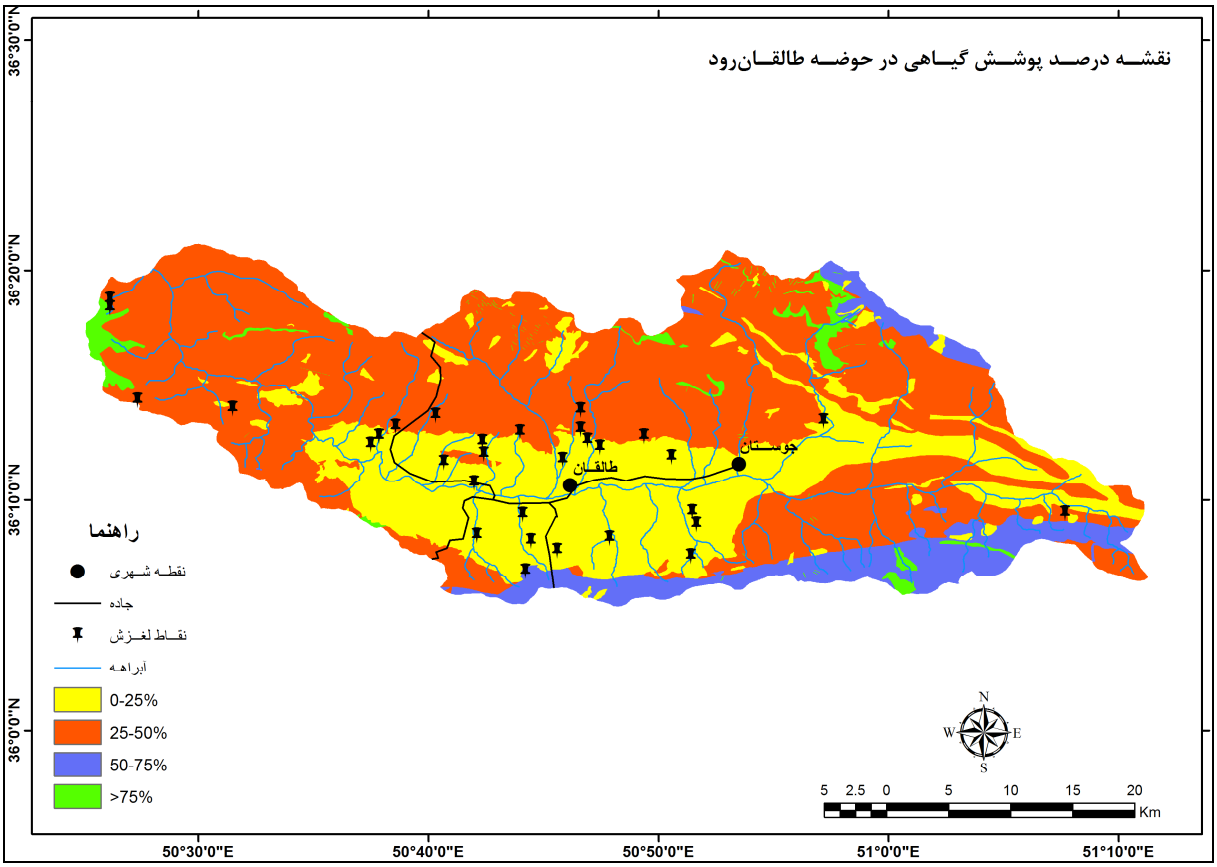
$$NDVI = NIR\ Band - R\ Band / NIR\ Band + R\ band \quad (1)$$

لایه NDVI در ۴ گروه طبقه بندی می شود و لایه پوشش گیاهی را تولید می کند. این شاخص نشان دهنده میزان انرژی انعکاس از زمین مربوط به تفاوت در شرایط نوع پوشش گیاهی می باشد. محدوده شاخص NDVI، بین ۱+ تا ۱- می باشد. اگر انعکاس طیفی اندازه گیری شده از سطح زمین خیلی شبیه به هر دو باند باشد، مربوط به زمانی است که شاخص نزدیک به صفر است. نتیجه تفاوت بین هر دو باند این است که مقدار NDVI دارای محدوده اطلاعاتی زیادی می باشد. فعالیت فتوسنتز گیاهی یک بازتاب بسیار زیاد را در بخش IR طیف، در مقایسه با بخش مرئی نشان می دهد. بنابراین، مقدار NDVI برای فعالیت فتوسنتز گیاهی مثبت خواهد بود. مناطق فاقد پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی کم (مثل خاک های لخت، حومه شهرها)، همانند فعالیت غیر فتوسنتزی گیاهی (گیاهان دچار تنش یا مسن)، مقدار صفر یا منفی را نشان می دهند.

کلاس بندی درصد پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و نقش پوشش گیاهی به ترتیب در جدول ۶ و شکل ۷ آورده شده است.

جدول۶: طبقات درصد پوشش گیاهی

درصد پوشش گیاهی	طبقه
درصد پوشش گیاهی کمتر از ۲۵ درصد	۱
درصد پوشش گیاهی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد	۲
درصد پوشش گیاهی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد	۳
درصد پوشش گیاهی بالاتر از ۷۵ درصد	۴



شکل ۷: نقشه پوشش گیاهی حوضه آبخیز طالقان‌رود

مرحله ۶ - تعیین وضعیت حفاظت خاک

در این مرحله، برای به دست آوردن نقشه حفاظت خاک، لایه کاربری و لایه پوشش گیاهی همپوشانی می‌شوند. کلاس وضعیت حفاظت خاک با توجه به نوع کاربری و میزان پوشش گیاهی در جدول ۷ نشان داده شده است.

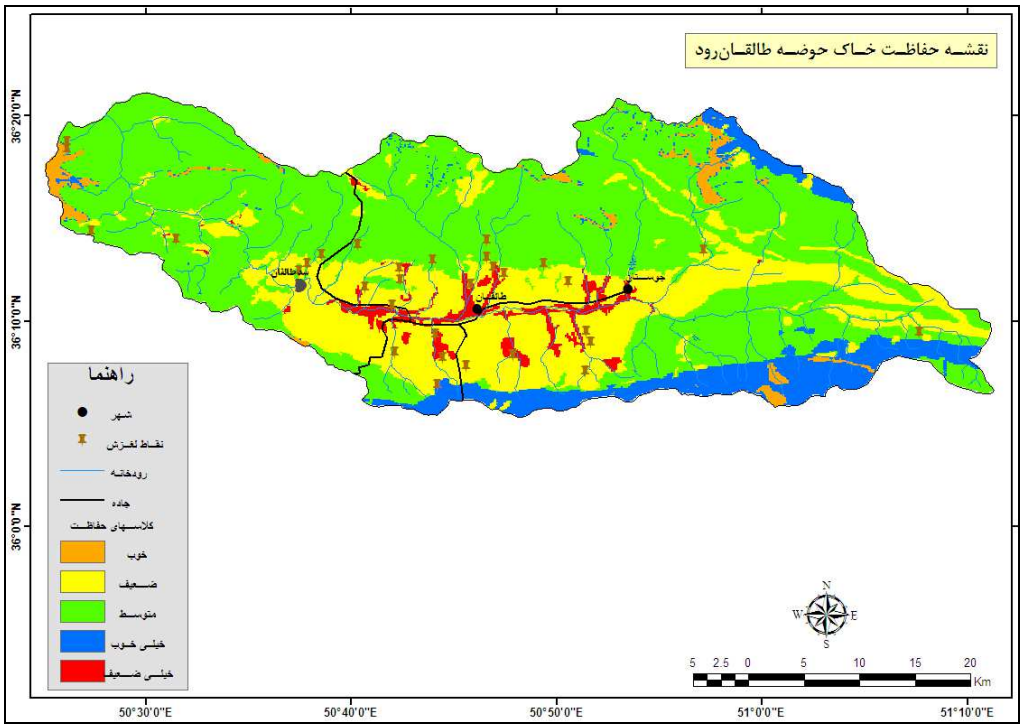
جدول ۷: وضعیت حفاظت خاک

طبقه پوشش گیاهی				حفاظت خاک
۴	۳	۲	۱	کلاس کاربری اراضی
(ضعیف) ۴	(ضعیف) ۴	(خیلی ضعیف) ۵	(خیلی ضعیف) ۵	۱
(متوسط) ۳	(ضعیف) ۴	(خیلی ضعیف) ۵	(خیلی ضعیف) ۵	۲
(خیلی خوب) ۱	(خیلی خوب) ۱	(خوب) ۲	(متوسط) ۳	۳
(خیلی خوب) ۱	(خوب) ۲	(متوسط) ۳	(ضعیف) ۴	۴
(خوب) ۲	(متوسط) ۳	(ضعیف) ۴	(خیلی ضعیف) ۵	۵

نقشه حفاظت از خاک، با توجه به کلاس های ارایه شده، به صورت شکل ۸ می باشد.

مرحله ۷- نقشه خطر فرسایش خاک ICONA

سر انجام در مرحله آخر، نقشه حفاظت خاک و نقشه فرسایش پذیری خاک برای بوجود آوردن نقشه خطر فرسایش خاک ICONA ترکیب می شوند. میزان خطر فرسایش خاک حوضه آبخیز طالقان‌رود، در جداول ۸ و ۹ آورده شده است و شکل ۹ نیز نقشه پراکندگی خطر فرسایش خاک حوضه طالقان‌رود را نشان می دهد.



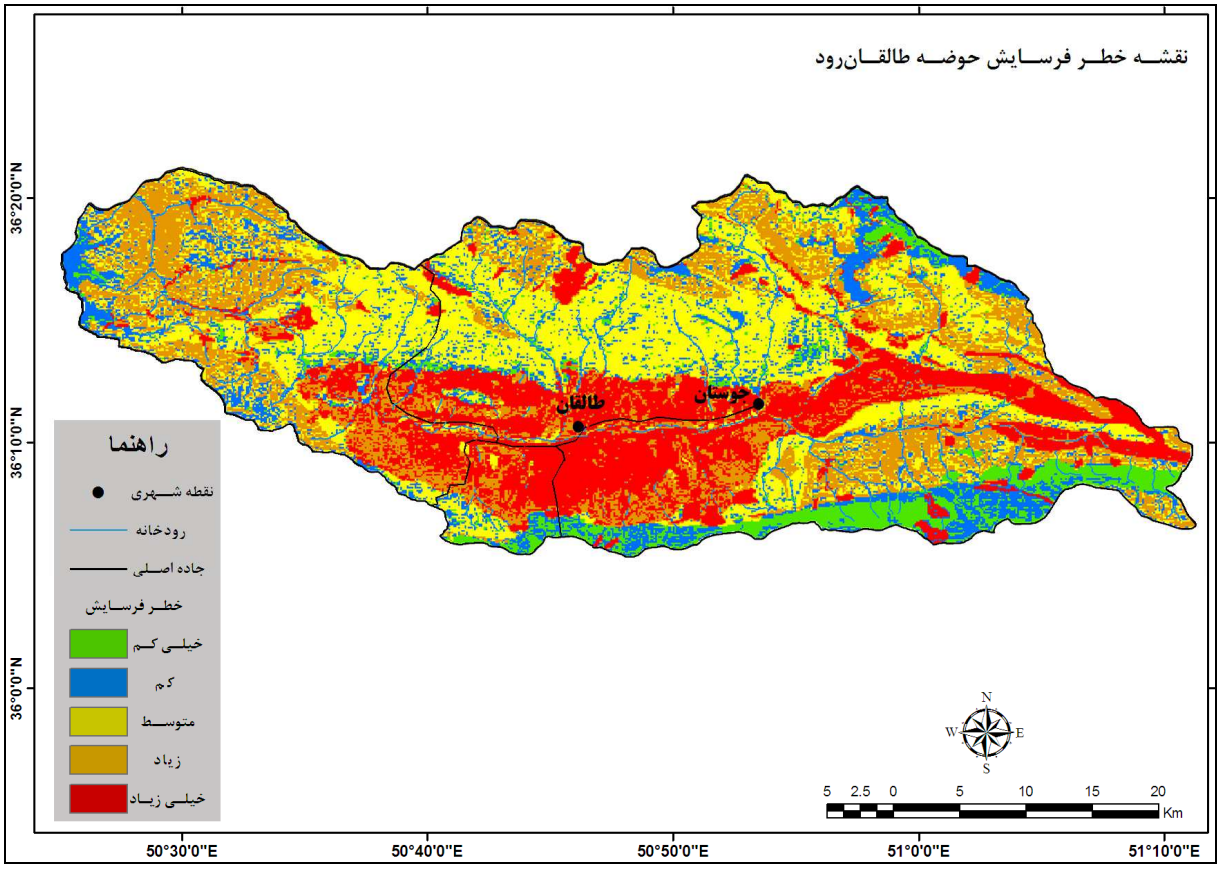
شکل۸: نقشه حفاظت خاک حوضه آبخیز طالقان‌رود

جدول۸: طبقات خطر فرسایش خاک

خطر فرسایش		شاخص فرسایش پذیری				
		خیلی کم (EN)	کم (EB)	متوسط (EM)	زیاد(EA)	خیلی زیاد(EX)
وضعیت حفاظت خاک	(خیلی خوب) ۱	۱	۱	۱	۲	۲
	(خوب) ۲	۱	۱	۲	۳	۴
	(متوسط) ۳	۱	۲	۳	۴	۴
	(ضعیف) ۴	۲	۳	۳	۵	۵
	(خیلی ضعیف) ۵	۲	۳	۴	۵	۵

جدول۹: کلاس های خطر فرسایش

کلاس	میزان	درصد مساحت
۱	خیلی کم	۴/۱
۲	کم	۷/۳
۳	متوسط	۲۸/۱
۴	زیاد	۲۰/۷
۵	خیلی زیاد	۳۹/۸



شکل۹: نقشه خطر فرسایش حوضه آبخیز طالقان‌رود

نتیجه گیری

این مدل به دلیل استفاده از تکنیک های خاص به ویژه در مناطقی که مساحت زیادی دارند و مناطقی که اطلاعات کافی در مورد آنها وجود ندارد و همچنین دسترسی به این مناطق به دلایلی از جمله صعب العبور بودن ممکن نمی‌باشد، بسیار موثر است. اجرای این مدل فرسایشی، می تواند به شناسایی مکان هایی که تحت تاثیر فرسایش

هستند کمک کند و با شناسایی این مکان ها مدیریت لازم جهت کنترل و کاهش فرسایش خاک اعمال شود. مدل مذکور قادر به ارایه پتانسیل فرسایش پذیری خاک و همچنین خطر فرسایش آبی می باشد.

در منطقه مورد مطالعه به طور معناداری بسیاری از خواص فیزیکی سطح خاک از جمله درجه خاکدانه سازی، درصد سنگریزه درشت، ضخامت موثر پروفایل خاک، ظرفیت نگهداری آب و عمق سطح ایستایی آب را تحت تاثیر قرار می دهد که مدل مذکور شیب را با دقت بالا و الگوریتم جدیدی در امر فرسایش وارد می کند. توجه به این نکته الزامی است که طول و جهت شیب در جذب نور تأثیر فراوانی دارد و تبخیر مسلماً در دامنه جنوبی بالاتر است و لذا پوشش گیاهی و مواد آلی کمتر و میزان فرسایش خاک بیشتر است. این مهم مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک جلوه می کند. این پارامتر در مدل گنجانده نشده، لذا این مدل برای مناطق مدیترانه ای و نیمه مدیترانه‌ای کاربرد دارد. نقش کاربری اراضی و پوشش گیاهی در فرسایش کاملاً روشن است و این مدل این پارامترها را با دقت بالا در بطن خود استفاده می کند.

توجه به این نکته الزامی است که این مدل مختص مناطق مدیترانه ای و نیمه مدیترانه ای می باشد و کاربرد آن برای مناطق دیگر، از جمله مناطق نیمه خشک محدود است. از جمله این محدودیت ها لحاظ نکردن جهت شیب می‌باشد که یکی از عوامل تاثیر گذار بر میزان فرسایش مخصوصاً در مناطق گرم و خشک می باشد؛ لذا توصیه می‌گردد، این مدل برای مناطق تعریف شده و با کاربرد روش های دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی صورت پذیرد. در پایان می توان خاطر نشان نمود که کاربرد تصاویر ماهوارهای در مدل ICONA ضمن توانایی کاهش محسوس هزینه تهیه اطلاعات جغرافیایی ترتیب منظم بازنگری و بروز در آوردن اطلاعات را نیز بهبود می بخشد.

داشتن آمار و اطلاعات بهنگام لازمه مدیریت صحیح عرصه های طبیعی می باشد. با عطف به هزینه بالا و بهنگام نبودن تهیه این نقشه ها به وسیله عملیات زمینی در سالهای اخیر از تصاویر ماهواره ای به عنوان روشی برای این کار مطرح شده است. مطالعه فوق به منظور کاربرد مدل ICONA برای پهنه بندی فرسایش پذیری خاک و خطر فرسایش آبی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد، وسعت مناطق دارای خطر فرسایش بسیار زیاد بیشترین سطح از حوضه را به خود اختصاص داده که این مناطق دارای پوشش قابل توجهی نمی باشند. صرفه جویی در وقت و هزینه ها از مزایای کاربرد این مدل می باشد. همچنین کم کردن قضاوت کارشناسی و استفاده از روش ها و الگوریتم های نوین در تهیه لایه های اطلاعاتی موثر بر فرسایش که بر دقت و صحت مطالعه می انجامد از دیگر مزایای این مدل است.

نقشه نهایی خطر فرسایش در این پژوهش نشان می دهد که از کل مساحت حوضه آبخیز، ۹/۳٪ دارای کلاس خطر فرسایش خیلی کم، ۱۲/۷٪ کلاس خطر فرسایش کم، ۲۲/۴٪ کلاس خطر فرسایش متوسط، ۱۸/۹٪ کلاس خطر فرسایش زیاد و ۳۶/۷٪ کلاس خطر فرسایش بسیار زیاد را به خود اختصاص داده اند.

نقشه پتانسیل فرسایش پذیری (مرحله ۳) که از همپوشانی لایه شیب (مرحله ۱) و لایه زمین شناسی (مرحله ۲) به دست آمد، نشان می دهد که ۱/۳٪ از منطقه دارای پتانسیل فرسایش پذیری خیلی کم، ۵/۷٪ پتانسیل فرسایش

پذیری کم،۵۸/۴٪ پتانسیل فرسایش پذیری متوسط، ۳۰/۷٪ ازمنطقه پتانسیل فرسایش پذیری زیاد و ۳/۹٪ از حوضه مطالعاتی دارای کلاس فرسایش پذیری بسیار زیاد می باشد.

لایه کاربری (مرحله ۴) و لایه پوشش گیاهی (مرحله ۵) به دست آمده از تصاویر ماهواره ای طبقه بندی شده و ترکیب می شوند تا نقشه حفاظت خاک (مرحله ۶) را تولید کنند. نتیجه این فرآیند نشان می دهد که ۴/۱٪ از منطقه مطالعاتی دارای کلاس خیلی کم، ۷/۳٪ کلاس کم، ۲۸/۴٪ کلاس متوسط، ۲۰/۷٪ کلاس زیاد و ۳۹/۵٪ کلاس بسیار زیاد حفاظت خاک را شامل می شوند. در مرحله آخر فاز پیشگویی (مرحله ۷) لایه فرسایش پذیری خاک و لایه حفاظت خاک ترکیب شده و نقشه پتانسیل خطر فرسایش خاک ICONA را تشکیل می دهند.

حوضه آبخیز طالقان‌رود با توجه به خصوصیات مورفولوژی و توپوگرافی، حوضه ای است با تراکم شدید و کشیده با درصد شیب زیاد (۳۰٪<) حساس به فرسایش آبی و سیل خیز، بارندگی های شدید در حوضه که بیشتر در فصل بهار اتفاق می افتد منجر به پدیده سیل و فرسایش خاک در سطح وسیع از اراضی حوضه می گردد. شیب زیاد حوضه و تبدیلات غیر مجاز پوشش گیاهی به دلیل استفاده نادرست و بیش از حد از اراضی از عوامل اصلی بروز پدیده فرسایش و سیل است گرچه وقوع بارندگی های کوتاه مدت نیز یکی از فاکتورهای اصلی می باشد. از آنجایی که گروه هیدرولوژیکی خاک حوضه گروه D و C می باشد و شیب حوضه نیز با توجه به نقشه های بدست آمده نسبتاً شدید می باشد، فرسایش در نقاط زیادی از حوضه پیش بینی و مشاهده می شود. که این نتایج با نتایج تحقیقات (اکان، ۱۳۸۱) که بیان نمود: سطوحی که باعث سیل خیزی در حوضه های آبخیز می شود عموما اراضی با شیب بالا خاک های سنگین و با گروه هیدرولوژیکی C، D و اراضی با پوشش گیاهی کمتر می باشد که قابلیت نگهداری رطوبت و نفوذ پذیری آن به مراتب پایین‌تر از اراضی طبیعی با میزان تاج پوشش بالا و دست نخورده می‌باشد، مطابقت دارد.

به نظر می رسد یکی از دلایل وجود خطر فرسایش زیاد در منطقه پراکندگی و تراکم بالای لغزش های منطقه است که می تواند خطر فرسایش پذیری منطقه را بالا ببرد. لغزش های رخ داده در منطقه مورد مطالعه یکی از کانونهای اصلی فرسایندگی حوضه مورد مطالعه می‌باشند.

منابع

احسانی، امیر هوشنگ و غفاری شیروان مژده (۱۳۹۱)؛ مدل ICONA جهت پهنه بندی خطر فرسایش آبی با استفاده از داده های ماهواره و GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز حبله رود)، اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه پایدار)، مرکز تحقیقات بین المللی بیابان دانشگاه تهران، صفحه ۱ و ۱۱.

احمدی، حسن (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی، فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تهران. جلد اول. چاپ اول

اکان، عثمان (۱۳۸۱). هیدرولوژی رگبار در حوضه های شهری. ترجمه سعید برومند نسب، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. چاپ اول. ۳۱۳ صفحه، صفحه ۲۷۸.

بای بوردی، محمد (۱۳۷۲)، فیزیک خاک، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۶۷۲. چاپ ششم.

جمشید نژاد عنبرانی، جعفر، (۱۳۷۷)؛ تخمین رواناب در حوضه های آبخیز دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دکتر سعید سعید اسلامیان، دکتر سید فرهاد موسوی، اصفهان، دانشکده کشاورزی، دانشکده صنعتی اصفهان، ۱۰۹ صفحه.

کاوسی کلاشمی، حمیده، خیرخواه زرکش، میرمسعود و المدرسی، سید علی؛ (۱۳۹۲)؛ مدل ICONA جهت پهنه بندی خطر فرسایش آبی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و GIS؛ اولین همایش ملی جغرافیا؛ تهران

کریمی، لیلا و امین، سیف الله (۱۳۹۱)؛ پهنه بندی خطر فرسایش حوضه سد سیوند در مدل ICONA بوسیله تکنیک RS شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۱۳۹۱، صفحه ۸.

نوحه گر، احمد و کاظمی محمد؛ (۱۳۹۲)؛ ارزیابی خطر فرسایش آبی با استفاده از مدل ICONA- مطالعه موردی: حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز؛ فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره زمستان، سال ۲۸

Bayramin, I. O, Dengiz. O. Baskan and M. Parlak. (2003). Soil erosion assessment with ICONA model: a Case study, Beypazariarea, Turk. J. Agric. For., 27: 105-116.

Bryan, R. B. (2000). Soil edibility and processes of water erosion on hill slope Geomorph., 32: 385-415.

Crosson, P. (1997), Will erosion threaten agricultural productivity. Environment 39 (8), 431.

Hajigholizadeh M. (2005). Capability using high-resolution satellite images in distinguishes some erosion features in Tehran province, Iran. Proc. 3rd Erosion and Sediment National Conference, September (2005), Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran (in Iranian).

Hussein, HH. HT, Kariem and A. K, Othman. (2007). Soil erodibility in northern Iraq using natural runoff plot data, journal Soil and Tillage Research. 94-220-228

ICONA, (1991). Plan National de Restauracion hidrologico-forest alpara el Control de la Erosion. Ministries deAgriculture, Pescay Alimentacion, Madrid

Laflan, J. M. and E. J. Rose. (1998). Methodologies for assessment of soil degradation due to water erosion, IniL al, R, W. E. H., Blum, C. V Valentine and B A.Stewart (eds), Methods for assessment of soil degradation, CRC Press Boca Raton pp: 31-56.

Millward, A. A. and J. E. Mersey (1999). Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountain oustropical watershed. Catena, 38: 109-129.

Mitasova, H. Hofierka, J. Zlocha, M. Iverson, R. L. (1996)."Modeling topographic potential for erosion and deposition usingGIS. “International Journal of Geographical Information Science, 10, 5,629-641.

Raoofi, M. Refahi H. GH. Jalali, N. and Sarmadian F. (2004). A study of the efficiency of digital processing methods of satellite images to map and locate soil erosion. Iranian Journal of Agriculture Sciences.Vol.35, No. 4, pp. 797-807 (in Iranian).

Rode, M. and H. G. Frede. (1997). Modification of AGNPS for agricultural and climate condition since natural Germany. Journal of Environmental Quality, 26: 165-172.

Rhoton, F. E. Tyler, D. D. (1990). Erosion induced changes in soil properties of a fragipan soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 54, 223-228.

Steegen, A. Govers, G. Takken, I. Nachtergaele, J. Poesen, J. Merckx, R. (2001). Factors controlling sediment and phosphorus export from two Belgian agricultural catchments, Journal of Environmental Quality. 30 (4), 1249-1258.

Taleghanrood Watershed Soil Erosion Risk Assessment Model ICONA

Mojgan Entezari*[1], Fatemeh Khodadadi[2]

1- Associate Professor of Geomorphology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Email: m.entezari@geo.ui.ac.ir

2- PhD Student of Geomorphology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 2016-08-31 Accepted: 2017-04-23

Abstract

Soil erosion is one of the most important environmental issues, agriculture and food production in the world's natural and managed ecosystems and effects to all humans, therefore, quick and timely solutions required appearing. Among these solutions is the ICONA model that is provided by the Society for Conservation of Nature Spain. Among the many methods to predict erosion using GIS and RS, the model simulation results for all accepted. This research landscape water erosion and watershed Taleghanrood examined in the form of soil erosion and Zoning shows. This model has seven steps that slope maps, geological maps and then overlay the layer of the slope and geology, soil erosion layer is prepared. In later stages, use map using remote sensing techniques and vegetation map was produced using NDVI index. Then, with overlapping layers of soil conservation, land use and vegetation map have been achieved. In the final step, layers of soil erosion and overlapping layers of soil conservation and erosion risk map of the formations. Results this study showed that the total level watershed risk class too low 9.3%, 12.7% risk classes low, 22.4% moderate risk class, 18.9% and 36.7% risk class to have high-risk class.

Keywords: erosion, mapping, remote sensing, ICONA, Taleghanrood