

مطالعه و برآورد کیفی فرسایش در رخصاره های ژئومرفولوژی با روش FAO در حوضه آبخیز ناورود

طاهره فتح الله زاده^۱، دکتر محمدرضا ثروتی^۲

۱- دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده

فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک از جمله مسائلی است که دستیابی به توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست را با مشکل روبرو می سازد. مطالعه کمی و کیفی فرسایش در حوضه های آبخیز کشور و جلوگیری از به هدر رفتن یکی از غنی ترین و با ارزش ترین منابع طبیعی کشور یعنی خاک و مبارزه با این فرایند کمال اهمیت را دارد. هدف از این تحقیق بررسی انواع فرسایش، شدت فرسایش، تولید رسوب و عوامل موثر در این رابطه است در این خصوص ویژگی های فیزیوگرافی، توپوگرافی، اقلیمی، زمین شناسی، ژئومرفولوژی، خاک، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، خاک، فرسایش و تولید رسوب به طور کلی بررسی شد. این حوضه دارای مساحتی در حدود ۲۶۵/۴۶ کیلومتر مربع است. بررسی شدت فرسایش و تولید رسوب در هر زیر حوضه با استفاده از روش تجربی FAO (کیفی) صورت گرفت. نتایج بدست آمده از به کارگیری روش FAO در منطقه تحقیق نشان می دهد که از کل مساحت حوضه آبخیز ۰/۰۰۲ درصد سطح حوضه در کلاس فرسایش III، ۱۰/۵۹۲ درصد از سطح حوضه در کلاس فرسایش III، ۷۸/۸۱۱ درصد از حوضه در کلاس فرسایش IV و ۱۰/۵۹۵ درصد سطح حوضه در کلاس فرسایش V می باشد. از دلایل آن می توان به شیب زیاد و تغییر کاربری، تخریب جنگل و مراتع، جاده سازی و سازند حساس به فرسایش است. به طور کلی نتایج این بررسی نشان می دهد که در هر زیر حوضه شیب مهمترین عامل فرسایش بوده و این مورد تقریباً در بیشتر زیر حوضه ها صادق است. عمده ترین عامل ایجاد فرسایش در حوضه تغییر کاربری و تخریب جنگل و مراتع و جاده سازی و شیب بسیار زیاد می باشد.

واژگان کلیدی: رخصاره های ژئومرفولوژی، فرسایش، روش تجربی FAO، حوضه آبخیز ناورود

مقدمه:

فرسایش، پدیده ای طبیعی است که از بدو شکل گیری زمین همواره با آن همراه بوده است. ولی طی قرون اخیر به دلیل افزایش جمعیت، محدودیت منابع، توسعه صنعتی و افزایش دخالت انسان در اکوسیستم های طبیعی روندی صعودی داشته است (قدسی پور، ۱۳۷۹: ۱۴۳). بنابراین فرسایش پیوسته در حال وقوع بوده است و در آینده نیز این پدیده مخرب همچنان ادامه خواهد داشت. امروزه کمتر منطقه ای را در سطح زمین می توان یافت که در معرض تخریب فرسایش قرار نگرفته باشد (مخدوم، ۱۳۸۱: ۲۸۹).

همواره انتظار این بوده است که با به کارگیری روش های پیشرفته کشاورزی، تولید محصولات افزایش یابد ولی این افزایش متاسفانه با کاهش حاصلخیزی خاک در اثر فرسایش همراه بوده است (قدیری، ۱۳۶۸: ۶۶۹). امروزه حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش از ضروری ترین اقدامات زیر بنایی در هر کشور می باشد. اما برای مبارزه و به تبع آن موفقیت در مهار فرسایش خاک ضرورت دارد اقدام به شناخت و آگاهی از عوامل موثر بر فرسایش، دامنه و شدت تاثیر آنها و بالاخره الویت بندی مناطق از نظر شدت فرسایش و تولید رسوب شود اولین تحقیقات علمی در زمینه فرسایش در بین سالهای ۱۸۷۷-۱۸۹۵ توسط ولنی دانشمندان آلمانی انجام گرفت (ولنی^۱، ۱۹۳۸: ۲۵۵). آگاهی از میزان شدت فرسایش حوضه های آبخیز امکان مقایسه آنها و شناسایی حوضه های بحرانی و الویت بندی اجرای طرح های آبخیزداری را فراهم می کند. اغلب روشهایی که در مطالعات فرسایش خاک به کار می روند، مدل های تجربی هستند. اساس این مدل ها، در نظر گرفتن تعدادی از عوامل مهم که در فرسایش خاک موثرند و بر مبنای روشهای مشاهده ای و اندازه گیری تجربی مدل را ارائه می دهند. در روشهای تجربی، براساس روابطی که بین عوامل موثر در فرسایش و رسوب شناخته شده اند پیش بینی هایی صورت می گیرد (احمدی، ۱۳۷۸: ۵۰۴). در ایران توجه به این مسئله سابقه ایی ۴۰ ساله دارد. در طی این مدت همواره روشهای وارداتی برای برآورد میزان فرسایش بکار برده شده است. عمده این تحقیقات براساس روشها و مدل های بدست آمده در شرایط کشورهای دیگر بوده و به صورت اقتباسی در ایران انجام شده است (قدسی پور، ۱۳۷۹: ۱۴۳). برای اندازه گیری شدت فرسایش در حوضه های آبخیز از روشهای تجربی و یانمونه برداری رسوب استفاده می شود (لال^۲، ۱۹۸۸: ۲۴۴). به طوری کلی عوامل مختلفی در بروز و تشدید فرسایش نقش دارد که برخی از آنها جنبه مدیریتی داشته و می توان با اتخاذ و اجرای سیاست ها و راهبردهای علمی و عملی از بروز فرسایش جلوگیری نمود. بنابراین لازم است برای کنترل فرسایش آبی ابتدا اقدام به شناخت عوامل مدیریتی همراه با عوامل محیطی شود و با بررسی میزان نقش هریک از آنها در بروز فرسایش راه حل های مناسب ارائه گردد (مورگان^۳، ۱۹۹۵: ۱۹۸).

فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک از جمله مسائلی است که دستیابی به توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست را با مشکل روبرو می سازد. مطالعه کمی و کیفی فرسایش در حوضه آبخیز کشور و جلوگیری از به هدر رفتن یکی از غنی ترین و با ارزش ترین منابع طبیعی کشور یعنی خاک و مبارزه با این فرایند کمال اهمیت را دارد (ثروتی، ۱۳۸۱: ۱۲۹). با توجه به وجود دو گروه از مدل های برآورد فرسایش و رسوب شامل مدل های کمی و مدل های کیفی، آنچه که مهم است چگونگی تبدیل مقادیر کیفی فرسایش و رسوب به مقادیر کمی است. به طوری که هرچه عوامل در نظر گرفته شده در مدل های کمی پذیرتر باشند کمی کردن آنها با دقت زیاد ممکن و میسر می باشد (هان^۴، ۱۹۸۲: ۵۳۳). رخساره، کوچکترین قسمت یک واحد ژئومورفولوژی است که در اثر عوامل به وجود آمده است. با توجه به این که در ایران در شرایط کنونی که منابع طبیعی با سرعت غیر قابل تصویری در

Wollny.^۱Lal.^۲Morgan.^۳Hann.^۴

جهت تخریب پیش می رود، مطالعات باید به گونه ای باشد تا بتوان عامل تخریب و نوع آن را شناخت و در جهت کنترل و جلوگیری آن اقدام نمود. در طرح های آبخیزداری و حفاظت خاک، با توجه به نقشه ژئومورفولوژی نقشه فرسایش تهیه می گردد. روش تهیه نقشه های ژئومورفولوژی در آب و هوای مختلف متفاوت است هر منطقه، شکل ناهمواری ها، شرایط آب و هوایی، عامل فرسایش و نوع فرسایش متفاوت است (احمدی، ۱۳۸۵: ۳۷۰). (ثروتی، ۱۳۹) یافته های خود را در خصوص استفاده از مدل های تجربی و روش های چند متغیره در ارزیابی شدت فرسایش آبی در حوضه آبخیز باغره را مبین این می داند که با توجه به دقت طبقه بندی های انجام شده، مدل MPSIAC برای تعیین شدت فرسایش در منطقه از دقت بیشتر برخوردار است. یافته های پژوهش (فتح الله زاده، ۱۳۸۲) به بررسی فرسایش در حوضه آبخیز ماسوله رودخان، به نتایج مهم دست یافت که در گستره هر واحدکاری سرشت سنگ از نظر مقاومت در مقابل فرسایش بارزترین عامل بوده است و این مورد تقریباً در کلیه رخصاره ها صادق است.

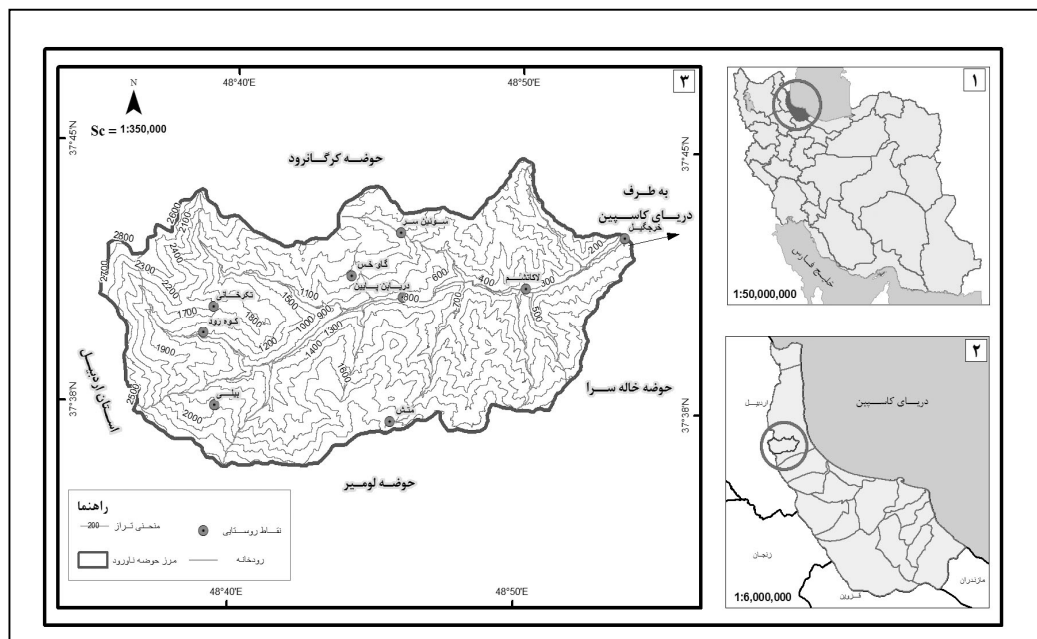
ویژگی های منطقه مورد مطالعه:

حوضه مورد مطالعه در دامنه های شرقی سلسله جبال البرز (رشته کوههای تالش) واقع گردیده است و از سمت شمال به حوضه آبریز کرگانرود، از جنوب به حوضه آبریز خاله سرا و دیناچال و از غرب به حوضه آبریز آریاچای و از شرق به دریا متصل گردیده است. حوضه آبخیز ناورود با مساحت حدود ۲۶۵/۴۶ کیلومترمربع، در منطقه غرب گیلان و در محدوده شهرستان تالش، بین طول های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این حوضه به طور عمده کوهستانی می باشد که حداکثر و حداقل ارتفاع در آن به ترتیب ۳۰۱۶ و ۱۱۸ متر از سطح دریا می باشد. ارتفاع متوسط منطقه نیز ۱۵۶۷/۴۵ متر از سطح دریا است. طول رودخانه تا محل ایستگاه خرجگیل حدود ۳۳/۲۸ کیلومتر است. منطقه تحقیق برای بررسی دقیق به ۱۱ زیرحوضه تقسیم شده است. از نظر سنگ شناسی حوضه مورد مطالعه از واحد های مربوط به دوران پالئوزوئیک و مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل شده است. این حوضه از دو تیپ اراضی کوهستانی و تیپ جلگه ای فوقانی تشکیل شده است. حوضه مورد مطالعه به لحاظ پوشش گیاهی جزئی جنگل های مرطوب ایران است و در ارتفاعات دارای پوششی مرتعی (بیلاقی) است. کلاس بافت خاک این حوضه عمدتاً لوم ماسه دار، لوم، لوم رس دار، لوم رس دار سیلتی، رس سیلت دار، رس است.

در حوضه مورد مطالعه شاهد بروز انواع فرسایش می باشیم که نمایانگر تاثیر فاکتورهای متفاوت با شدت و ضعف های گوناگون در کنار تاثیر عوامل انسانی می باشد، از میان فاکتورها و عوامل طبیعی خاک، اقلیم و توپوگرافی و در مرحله بعد زمین شناسی و پوشش بیشترین تاثیر را در شدت فرسایش و تولید رسوب دارد. عوامل غیر طبیعی یا عامل تشدیدکننده، قطع بی رویه درختان جنگلی برای مصارف متنوع، تعلیف دام و در مواردی قاچاق چوب، تبدیل اراضی جنگلی به مناطق مسکونی و اراضی زراعی و در مواردی توسعه راه های روستایی، دامداری آزاد و سنتی در جنگل و مراتع منطقه، تغییر کاربری و تبدیل اراضی می باشد.

حوضه آبخیز ناورود شکل کشیده و نزدیک مستطیل دارد و شاخه اصلی تقریباً در بخش های مرکزی حوضه در جهت جنوبشرقی به شمالشرقی جریان دارد. رژیم رودخانه برفی - بارانی است و دارای دو دوره پربابی با طول

مدت و شدت کم و بیش مساوی است. شیب متوسط وزنی کل حوضه ۴۷/۲۰ می باشد. میانگین بارش سالانه در کل حوضه طی دوره آماری پانزده ساله، ۹۸۳ میلیمتر بوده و اقلیم منطقه از روش دمارتن^۱ اصلاح شده در ارتفاعات مرطوب و سرد و در پایین دست خیلی مرطوب، از روش آمبرژه^۲ در ارتفاعات فوقانی مرطوب و در سطوح پایین خیلی مرطوب است.



شکل ۱: نقشه موقعیت حوضه آبخیز ناورود

روش تحقیق:

گذر از جنبه های نظری به تجربی در فرایند مدل سازی، اصولاً مستلزم استفاده از آمار و ارقام تجربی می باشد که خود به عنوان یک نتیجه منطقی، از دقت و صحت مدل می باشد. به طور کلی کاربرد یک مدل یا عملکرد آن می تواند براساس چگونگی دقت و صحت محصول آن در دنیای واقعی مورد قضاوت واقع شود (آسایش و مشیری، ۱۳۸۱: ۲۷۰). فراوانی مدل های موجود این سوال را ایجاد می کند که کدام مدل، کجا و چه موقع استفاده شود؟ عامل تعیین کننده اصلی برای اختصاص دادن مدل برای کشف وضع فرسایش و انتقال رسوب در یک آبخیز کوشش برای تناسب مدل با منطقه است (مریت^۳، ۲۰۰۳: ۷۶۱-۷۹۹). روند مطالعه حوضه آبخیز ناورود به روش FAO به شرح زیر انجام گرفته است:

- مطالعه و تفسیر عکس های هوایی و شناسایی کلیه عوارض موجود در منطقه مورد مطالعه.
- تهیه نقشه زمین شناسی و تفکیک سنگ ها براساس مقاومت آنها به فرسایش، تهیه نقشه های توپوگرافی و استخراج نقشه شیب و هیپسومتری، تهیه نقشه کاربری اراضی و تفکیک واحدها، تهیه نقشه خاک و

^۱ . Demartonne

^۲ . Emberger

^۳ . Merrit

تفکیک واحدها براساس جنس و تهیه نقشه پوشش گیاهی و طبقه بندی و تفکیک آن براساس تراکم و درصد پوشش.

- بررسی ژئومرفولوژی منطقه با استفاده از نقشه توپوگرافی، زمین شناسی و تفسیر عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ایی، نقشه مقدماتی ژئومرفولوژی تهیه شد و سپس با بررسی های میدانی، نقشه ژئومرفولوژی تکمیل است.
- بررسی هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی و تطبیق آن با نقشه کاربری اراضی و تهیه اشکال مختلف فرسایشی.
- بررسی و مطالعه میدانی انواع فرسایش در حوضه آبخیز ناورود و اصلاح نقشه، استنتاج کلی و طبقه بندی فرسایش و ارائه نقشه فرسایش به روش FAO برای هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی حوضه آبخیز ناورود.

مواد و روشها:

در روش FAO، برآورد فرسایش خاک به صورت کیفی و بر اساس ارزیابی ۶ عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در یک حوضه آبخیز انجام می گیرد. در این روش هر یک عوامل فوق بر حسب اینکه چگونه و با چه شدتی در فرسایش خاک و تولید رسوب در هر یک واحد هیدرولوژی و یا واحد اراضی از حوضه آبخیز مورد مطالعه تاثیر دارند، توسط کارشناس ارزیابی و نمره گذاری می شوند. و حداکثر مجموع نمرات ۱۰۰ می باشد. پس از جمع بندی امتیازات عوامل ششگانه با استفاده از جدول طبقه بندی فرسایش در روش FAO انجام می گیرد (احمدی، ۱۳۸۵: ۵۴۵). با استفاده از جدول شماره (۱) میزان امتیاز کلاس فرسایش مشخص می گردد.

جدول شماره ۱: عوامل و دامنه امتیازات در روش FAO

عامل	دامنه امتیازات
۱- پوشش سطح خاک	۱ - ۲۰
۲- سنگ شناسی (نوع سازند)	۱ - ۱۸
۳- شیب	۱ - ۱۶
۴- ساختمان خاک	۱ - ۱۶
۵- استفاده از اراضی	۰ - ۱۵
۶- وضعیت فعلی فرسایش	۰ - ۱۵
دامنه امتیازات	۴ - ۱۰۰

منبع: احمدی، ۱۳۷۸: ۵۱۱

محاسبه ضریب شدت فرسایش FAO:

برای محاسبه ضریب شدت فرسایش FAO از معادله زیر استفاده می شود:

$$S = A+B+C+D+E+F$$

S: فرسایش خاک شدت، A: سنگ شناسی (نوع سازند)، B: خاک (ساختمان و دانه بندی)، C: عوامل توپوگرافی و بویژه شیب، D: پوشش خاک شامل: پوشش گیاهی زنده، مرده و پوشش سنگی، E: چگونگی استفاده از اراضی حوضه آبخیز، F: وضعیت فرسایش در حوضه آبخیز است. برای محاسبه ضرایب به شرح زیر اقدام می شود:

• تعیین ضریب حساسیت سنگ به فرسایش (A)

سنگها متشکل از کانیها می باشند اما فرسایش یک سنگ ارتباط کاملا مستقیمی با فرسایش یکایک کانیها بطور مجزا ندارد (جرارد، ۱۹۸۸: ۳۱۹). هوازگی به طور کلی تغییر شکل سنگها در نتیجه عوامل آب و هوایی موثر بر روی آنهاست (الیر، ۱۹۷۹: ۳۰۴). سختی یا مقاومت سنگ نشان دهنده مقاومت سنگ نسبت به سایش، خرد شدن و ضربه دیدن است. سختی سنگ به وسیله ترکیب کانی شناسی آن مشخص می شود. هوازگی شیمیایی اثر مهم بر روی سختی دارد چون هوازگی شیمیایی اغلب باعث ایجاد مواد نرم تر می شود (کولمن و دیتیر، ۱۹۹۰). خصوصیات سنگ شناسی مشخص کننده این است که تا چه حد حوضه آبخیز از نظر سنگ شناسی تنوع دارد و سنگهای موجود در مقابل یکی از عوامل مهم فرسایش دهنده سنگ ها یعنی عامل هوازگی چگونه مقاومت می نمایند.

با مطالعه سنگ شناسی، سرشت طبیعت و ساختار سنگ شناسی مقاومت سنگ ها، نسبت به عوامل تخریب و فرسایش مشخص شد. بر همین اساس حوضه ناورود از نظر سنگ شناسی به سه کلاس (X, Y, Z) طبقه بندی شده است. با توجه به مطالعات زمین شناسی، سنگ شناسی منطقه که ذکر شد ضریب حساسیت سنگ به فرسایش در هر زیرحوضه آبخیز تعیین شد (فیض نیا، ۱۳۷۴: ۹۵ - ۱۱۶).

• تعیین ضریب حساسیت خاک به فرسایش (B)

با توجه به مطالعات خاک شناسی منطقه، ضریب حساسیت خاک به فرسایش با توجه به ساختمان و دانه بندی خاک به فرسایش برای حوضه آبخیز منطقه مورد مطالعه تعیین شد.

• تعیین ضریب شیب حوضه آبخیز (C)

شیب از عوامل مهم در مطالعات ژئومورفولوژی است به طوری که پس از تعیین رخساره با دخالت دادن شیب واحد کاری که پایه مطالعات محسوب می شود به دست می آید. با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی شده منطقه، نقشه شیب منطقه تهیه شد و ضرایب مربوط به آن مشخص گردید.

• تعیین ضریب پوشش سطح خاک حوضه آبخیز (D)

برای تعیین ضریب D از نقشه های پوشش سطح خاک استفاده شده است. ابتدا محدوده های تراکم جنگلی (جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه، تنک و مرتع) بروی نقشه پوششی مشخص شد و ضرایب مربوط به آن تعیین گردید.

• تعیین ضریب استفاده از زمین (E)

تعیین ضریب استفاده از زمین در حوضه آبخیز ناورود، ابتدا نقشه پوشش کاربری اراضی منطقه تهیه گردید و حوضه مورد مطالعه بر روی آن مشخص شد و در نهایت مقادیر ضرایب داده شده است.

Gerrard.^۱

Ollier.^۲

Colman & Dethier.^۳

• تعیین وضعیت فرسایش در حوضه آبخیز (F)

شناخت ویژگی های زمین شناسی سطحی، حوضه آبخیز برای ارزیابی فرسایش و تولید رسوب دارای اهمیت ویژه ای می باشد (مقیم و محمودی، ۱۳۸۳ : ۱۶۹). با تفسیر عکس های هوایی، کلیه عوارض موجود در هر واحد سنگ مشخص و ناهموای ها براساس علائم استاندارد ترسیم گردید. به طوری که در هر واحد سنگ بر اساس شکل ناهموای، شکل تخریب و نوع فرسایش به تیپ هایی تقسیم و هر تیپ بر مبنای تغییراتی که در آن وجود دارد به محدوده های کوچکتری به نام رخساره تفکیک شد. بهترین و دقیق ترین روش جهت تعیین ضرایب فرسایش، تهیه نقشه ژئومورفولوژی حوضه آبخیز و مشخص کردن واحدهای همگن به عنوان رخساره یا واحد کاری است. نقشه ژئومورفولوژی نتیجه تلفیق نقشه های سنگ شناسی، رخساره و شیب است که محدوده واحدهای همگن را مشخص می کند. در منطقه تحقیق با استفاده از نقشه های توپوگرافی، نقشه زمین شناسی و عکس های هوایی نقشه ژئومورفولوژی تهیه گردید. همچنین طبقه بندی منطقه براساس رخساره انجام شده است. سپس با استفاده از جدول مربوطه ضرایب فرسایش آبخیز را به دست آمد.

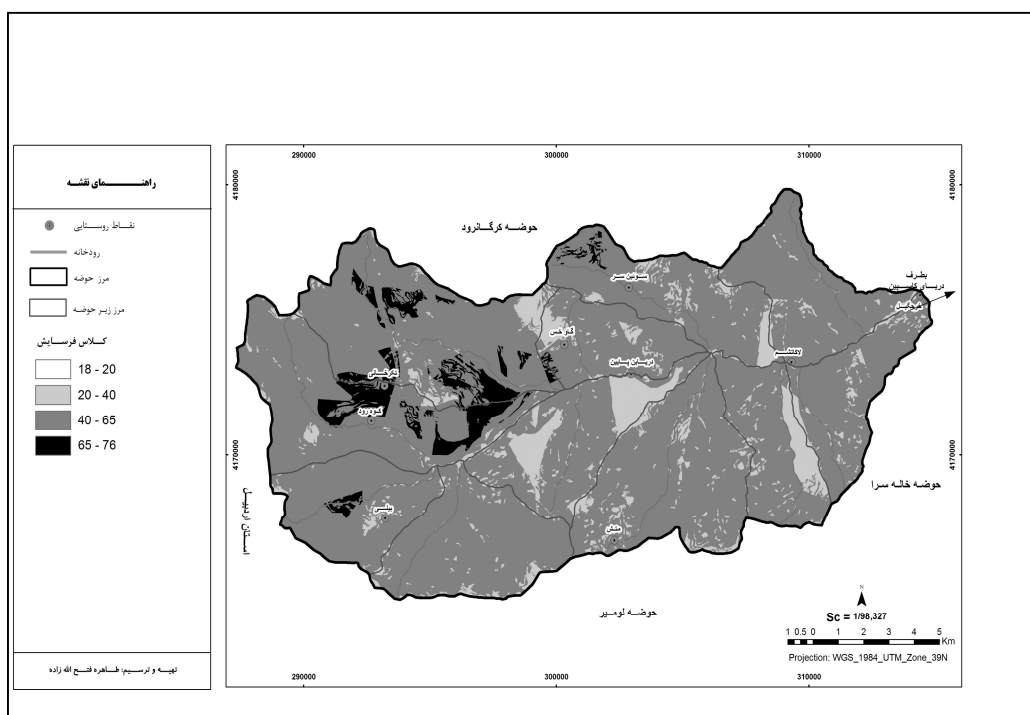
تهیه نقشه فرسایش خاک به روش FAO:

با بررسی های اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف در رابطه با آب و هوای منطقه، وضعیت سنگ شناسی، خاک، شیب، پوشش گیاهی، چگونگی استفاده از اراضی و وضعیت فرسایش در حوضه آبخیز در هر زیر حوضه تعیین گردید. با توجه به وضعیت فرسایش در هر سطح، کل منطقه در قالب شش تیپ فرسایش از یکدیگر تفکیک شد جدول (۲). پس از مشخص شدن وضعیت فرسایش در هر سطح، واحدهایی که در یک تیپ فرسایش واقع شده بودند، ادغام شده و نقشه فرسایش منطقه به روش FAO تهیه شد شکل (۲).

جدول ۲: طبقه بندی فرسایش با روش FAO

عملیات اصلاحی	میزان امتیاز بدست آمده	کلاس فرسایش
مدیریتی که در حوضه انجام می شود مورد قبول است.	۰ - ۸	I
در مدیریت کشاورزی و منابع طبیعی منطقه تجدید نظر شود.	۹ - ۲۰	II
در مدیریت کشاورزی تجدید نظر شود، به کارهای اجرایی حفاظت خاک و آبخیزداری توجه بیشتری شود.	۲۱ - ۴۰	III
تغییرات اساسی در بخش کشاورزی صورت گرفته و عملیات بیولوژی حفاظت خاک افزایش یابد. در مدیریت مرتع تجدید نظر شود.	۴۱ - ۶۵	IV
کشاورزی در اراضی مناسب انجام گیرد؛ مالکیت اراضی مشخص شود؛ دولت به عنوان ناظر عمل نماید؛ در مناطق حساس در کوتاه مدت علاوه بر مبارزه بیولوژی، سازه ها نیز ساخته شود.	۶۶ - ۸۵	V
استفاده از اراضی براساس استعداد آنها، استفاده از سازه ها در کوتاه مدت مدیریت مرتع به عنوان یک اصل در نظر گرفته شود.	+۸۶	VI

منبع: (احمدی، ۱۳۷۸: ۵۱۴)



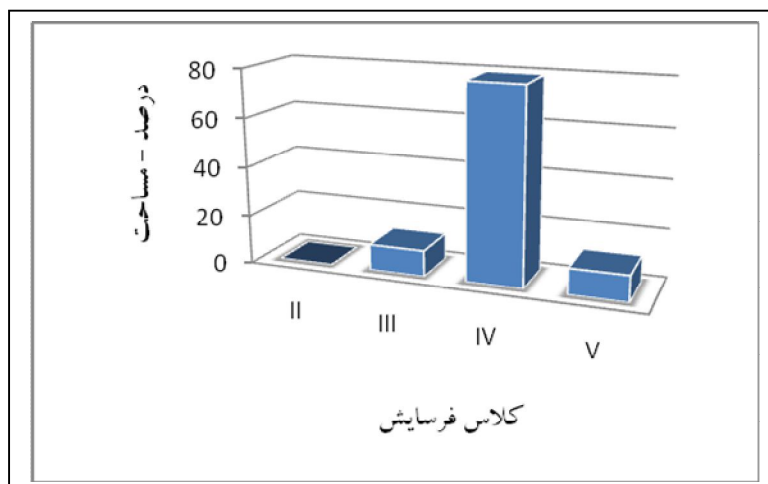
شکل ۲: نقشه فرسایش حوضه آبخیز ناورد به روش FAO

نتایج حاصل از روش FAO:

نتایج بدست آمده از به کار گیری روش FAO در منطقه تحقیق نشان می دهد که از کل مساحت حوضه آبخیز ۰/۰۰۲ درصد سطح حوضه در کلاس فرسایش II، ۱۰/۵۹۲ درصد از سطح حوضه در کلاس فرسایش III، ۷۸/۸۱ درصد از حوضه در کلاس فرسایش IV و ۱۰/۵۹۵ درصد سطح حوضه در کلاس فرسایش V می باشد (شکل ۱ و جدول ۳).

جدول ۳: مساحت و درصد هر یک از طبقات شدت فرسایش حوضه آبخیز ناورد با استفاده از روش FAO

کلاس فرسایش FAO	طبقات فرسایش	مساحت - هکتار	درصد مساحت
II	۹ - ۲۰	0/6250	0/002
III	۲۱ - ۴۰	385/281	10/592
IV	۴۱ - ۶۵	2262/8175	78/811
V	۶۵ - ۸۵	1102/3475	10/595



شکل ۳: نمودار مساحت و درصد هر یک از طبقات شدت فرسایش حوضه آبخیز ناورود با استفاده از روش FAO

نتیجه گیری:

در حوضه ناورود شاهد ظهور و بروز انواع خاص از فرسایش می باشیم که نمایانگر تأثیر فاکتورهای متفاوت با شدت و ضعف های گوناگون درکنار تأثیر عوامل انسانی می باشد. از میان فاکتورها و عوامل طبیعی عامل خاک، اقلیم و توپوگرافی و درجات بعدی عامل زمین شناسی و پوشش بیشترین تأثیر را در شدت فرسایش و تولید رسوب دارد و این در شرایطی قابل تأکید است که سایر عوامل غیر طبیعی شرایط فرسایش در حوضه را فراهم نماید این عوامل در حوضه آبخیز ناورود شامل نحوه بهره برداری از اراضی، تغییر کاربری و تبدیل اراضی، دامداری آزاد و سستی در جنگل ها و مراتع منطقه، قطع بی رویه درختان جنگلی برای مصارف متنوع، تعلیف دام و در مواردی قاچاق چوب، تبدیل اراضی جنگلی به مناطق مسکونی و اراضی زراعی و در مواردی توسعه راههای ارتباطی روستایی و بهره برداری در جنگل می باشد. چون فرسایش عمدتاً در مناطق پر شیب مشاهده می شود؛ تخریب جنگل و مرتع هم در آنجا صورت گرفته است، لذا توصیه می شود با آگاهی دادن به مردم نظارت و کنترل بیشتر از تخریب جنگل به ویژه در مناطق پر شیب جلوگیری بعمل آید. یکی از عوامل موثر در فرسایش منطقه، شبکه جاده سازی است، لذا باید از جاده سازی غیر اصولی در مناطق پر شیب جلوگیری کرد و مناطق فرسایش یافته کنونی نیز تحت کنترل و حفاظت و بهسازی قرارگیرد. از تغییر کاربری اراضی جنگلی و تبدیل به اراضی کشاورزی خودداری نمود.

منابع:

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۸۵): ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی)، چاپ دوم، تهران. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- آسایش، حسین و سیدرحیم مشیری (۱۳۸۱): روش شناسی و تکنیک های تحقیق علمی در علوم انسانی با تأکید بر جغرافیا، نشر قومس.
- ۳- ثروتی، محمدرضا (۱۳۸۱): ژئومورفولوژی منطقه ای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی.

- ۴ - ثروتی، محمدرضا و طاهره فتح الله زاده (۱۳۸۲): بررسی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان (استان گیلان)، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۳.
- ۵ - ثروتی، محمدرضا و علی اکبر نظری سامانی و علی محمد نورمحمدی (۱۳۹۰): به کارگیری مدل های تجربی و روش های آماری چند متغیره در ارزیابی شدت فرسایش آبی بررسی موردی: حوضه باغره خراسان رضوی) مجله منابع طبیعی ایران نشریه مرتع و آبخیزداری دوره ۶۴، شماره ۲.
- ۶ - درویش زاده، علی (۱۳۸۲): زمین شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر.
- ۷ - رفاهی، حسینقلی (۱۳۸۶): فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه تهران .
- ۸ - علیجانی، بهلول و محمدرضا کاویانی (۱۳۷۳): مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت.
- ۹ - فیض نیا، سادات (۱۳۷۴): مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران، مجله منابع طبیعی ایران ، شماره ۱۰- قدسی پور، حسن (۱۳۸۷): فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- ۱۱ - قدیری، حسین (۱۳۸۲): حفاظت خاک، چاپ دوم اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز .
- ۱۲ - گزارش زمین شناسی (۱۳۷۱): نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰: اشیت خلخال - رضوانشهر، - سازمان زمین شناسی کشور.
- ۱۳ - مخدوم، مجید (۱۳۸۱) : شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴ - مقیمی، ابراهیم و فرج الله محمودی (۱۳۸۷): روش تحقیق در جغرافیای طبیعی، نشر قومس.

15 - Colman, S.M.&D.P.Dethier, 1990, Rates of chemical weathering of rocks and minerals.

16 - Gerrard, A.j., 1988, Rocks and Lanforms, Unwin Hyman Pub. Co., 319 pp.

17 - Hann.C.T& Others, 1982, Hydrologic Modeling of small watersheds, American society of Agriculture. Engin. . 533 p.

18 - Lal, R., 1988, Soil erosion research methods, Soil and Water Conservatoin Society, 244pp.

19 - Merrit, W.S., Letcher, R.A.,Jakeman, A.J., 2003, A review of erotion and sediment transport models. Journal of Environmental Modelling & Ssoftwar. 18:761- 799.

20 - Morgan. R.P.C, 1995, Soil Erotion and Conservetion. john Willey and Sons. Now York.198P.

21- Ollier, C.D., 1979, Weathering, Longman Group Limited, 304 pp.

22 - Wollny, Ewold, Baver, L.D, 1938, Apioneer in Soil and Water Conservation research. soilsci. Soc. Am. Proc. 3:330-333.