

بررسی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان (استان گیلان)^۱

محمد رضا ثروتی^۲

ظاهره فتح‌آ... زاده^۳

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان، بررسی شدت فرسایش، تولید رسوب و عوامل موثر در این رابطه است. در این رابطه ویژگی‌های فیزیوگرافی، توپوگرافی، اقلیمی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی، خاک، فرسایش و تولید رسوب به طور کامل بررسی شد. این حوزه دارای مساحتی در حدود ۲۲۷/۷۲ کیلومتر مربع است. در رابطه با ژئومورفولوژی منطقه، از سه واحد، ۱۸ نوع رخساره و ۲۲۹ واحد کاری اولیه تشکیل شده است. سپس با ادغام این واحدهای کاری اولیه با ساختار سنگ‌شناسی و مقاومت آنها در برابر فرسایش و تلفیق شیب به آنها، ۱۰۲ واحد کاری به دست آمد. بررسی شدت فرسایش و تولید رسوب در هر واحد کاری با استفاده از روش واحدهای ژئومورفولوژی (کیفی) و نیز روش تجربی E.P.M (کمی) صورت گرفت. براساس نتایج به دست آمده، زیرحوزه شماره چهار از نظر شدت فرسایش بیشترین فرسایش را دارا می‌باشد (ضریب فرسایش ۲/۱). همچنین بیشترین مقدار رسوب‌زایی را نسبت به سایر زیرحوزه‌ها به خود اختصاص داده است؛ که در حدود ۹۴۰۸۰/۸ مترمکعب در سال است. از دلایل آن می‌توان به شیب زیاد و ساختار سنگ‌شناسی حساس به فرسایش که عمدتاً شیل، رس، سیلت است و نیز به تغییر کاربری که عمدتاً تخریب جنگل است، اشاره کرد. زیرحوزه شماره هشت از نظر شدت فرسایش و مقدار رسوب، کمترین مقدار، را نسبت به دیگر حوزه‌ها دارا است؛ زیرا دارای سازند مقاوم به فرسایش است که عمدتاً از دیوریت، گنایس و گابرو می‌باشد. (ضریب شدت فرسایش ۰/۶۹ و مقدار رسوب‌زایی کل، ۱۲۲۹۷/۵ مترمکعب در سال). به طور کلی نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در گستره هر واحدکاری سرشت سنگ از نظر مقاومت در مقابل فرسایش بارزترین عامل بوده است و این مورد تقریباً در کلیه رخساره‌ها صادق می‌باشد. عمده‌ترین عامل ایجاد فرسایش در حوزه تغییر کاربری و تخریب جنگل می‌باشد. در ضمن ارتباط منطقی مابین واحدهای ژئومورفولوژی و شدت فرسایش واحدهای مذکور وجود دارد. بنابراین مدل پیشنهادی برای منطقه مورد تایید قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: انواع فرسایش، شدت فرسایش، تولید رسوب، واحدهای ژئومورفولوژی و روش تجربی E.P.M.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۸/۷، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۱۲/۵

^۲ - دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی

^۳ - کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

مقدمه

امروزه با فرسایش و سیر قهقرایی خاک و رخداد وقوع سیل‌های ویرانگر روبه‌رو هستیم. زمین‌لغزش و سیل هر ساله خسارت‌های جانی و مالی فراوانی را به همراه دارند. در کشور ما نیز به دلیل داشتن شرایط خاص زمین‌شناسی، فیزیوگرافی و آب و هوایی، مستعد این گونه بلایای طبیعی است که هر ساله رویداد آن در مناطق کوهستانی و مرتفع به ویژه در دو ناحیه البرز و زاگرس خسارت‌های فراوانی را به بار می‌آورد.

امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی، زمینه‌های مناسبی برای شناخت و کاهش این خطرهای طبیعی فراهم شده است؛ ولی به دلیل رشد بیش از حد جمعیت و در نتیجه افزایش تراکم و دست‌اندازی به طبیعت از جمله مناطق کوهستانی، خسارت‌های وارده همچنان بالا است؛ لذا نیاز به برنامه‌ریزی مناسب برای استفاده از زمین بیش از پیش احساس می‌شود. خبری که در روز چهارشنبه ۲۴ مهرماه ۱۳۸۱ در روزنامه آفرینش تحت عنوان "ایران تا پنج دهه دیگر جنگل خزری نخواهد داشت" درج شده است. گوشه‌ای از تخریبی را نشان می‌دهد که متأسفانه درباره حوزه مورد مطالعه ماسوله نیز مصداق دارد. در این خبر آمده است که براساس آمار، طی سال‌های ۷۳ تا ۸۰، ۲۰۳ هزارهکتار از جنگل‌های شمال کشور از بین رفته و با ادامه این روند، طی ۵۰ سال آینده، کلیه جنگل‌های خزری ایران نیز نابود خواهد شد.

مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز ماسوله رودخان در غرب استان گیلان و در بین حوزه‌های پلنگور، گشت رودخان و دشت فومنات و استان زنجان و بین مختصات جغرافیایی عرض شمالی $37^{\circ} 03'$ تا $37^{\circ} 13'$ و طول شرقی $48^{\circ} 54'$ تا $49^{\circ} 09'$ واقع شده است.

مساحت حوزه حدود $227/72$ کیلومتر مربع است. شیب متوسط حوزه مورد مطالعه $43/45$ درصد، ارتفاع متوسط از سطح دریا 1436 متر و میانگین بارندگی 20 ساله برابر با 1067 میلی‌متر در سال تعیین شده است. اقلیم منطقه در

روش‌های آمبرژه و دمارتن به ترتیب خیلی مرطوب و بسیار مرطوب می‌باشد. شکل حوزه براساس ضریب گراولیوس، کشیده است.

بیشترین حجم و ارتفاع رواناب در فروردین ($49/08$ میلیون مترمکعب، ارتفاع $0/22$ متر) و کمترین آن در مردادماه می‌باشد ($2/08$ میلیون مترمکعب، ارتفاع $0/04$ متر).

از نظر سنگ‌شناسی حوزه مورد مطالعه از واحدهای مربوط به دوران‌های زمین‌شناسی پرکامبرین، پالئوزوئیک و مزوزوئیک و بخشی از دوره کواترنر تشکیل شده است (جدول ۱).

خاک این حوزه در بالادست عمدتاً شنی لومی و در قسمت‌های میانی، لومی می‌باشد و به طور کلی سه گروه عمده خاک در حوزه مورد مطالعه وجود دارد که عبارتند از خاک‌های لیتوسل، قهوه‌ای جنگلی و آبرفتی. از نظر رده‌بندی جدید می‌توان خاک‌های آنتی‌سل، اینسپتی سل و آلفی سل را نام برد.

حوزه مورد مطالعه به لحاظ پوشش گیاهی جزء جنگل‌های مرطوب ایران است و در ارتفاعات دارای پوششی مرتعی (بیلاقی) است.

مواد و روش‌ها

روند مطالعه به شرح زیر انجام گرفته است: مطالعه عکس‌های هوایی و نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه توپوگرافی، نقشه کاربری اراضی.

با بررسی ژئومورفولوژی منطقه با استفاده از نقشه توپوگرافی، زمین‌شناسی و تفسیر عکس‌های هوایی، نقشه مقدماتی ژئومورفولوژی تهیه شد و سپس با بررسی‌های میدانی، نقشه ژئومورفولوژی تکمیل است.

بررسی هر یک از رخساره‌های ژئومورفولوژی و تطبیق آن با نقشه کاربری اراضی و تهیه اشکال مختلفی فرسایشی. بررسی و مطالعه میدانی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان و اصلاح نقشه.

استنتاج کلی و طبقه‌بندی فرسایش و ارائه نقش فرسایش ویژه به روش EPM.

فرسایش مشخص شد. بر همین اساس حوزه ماسوله رودخان از نظر سنگ‌شناسی به سه کلاس (X,Y,Z) طبقه‌بندی شده است که با حروف Z,Y,X نشان داده می‌شوند (به جدول ۱ مراجعه شود).

نتایج

مطالعات سنگ‌شناسی

با مطالعه سنگ‌شناسی، سرشت، طبیعت و ساختار سنگ‌شناسی مقاومت سنگ‌ها، نسبت به عوامل تخریب و

جدول ۱- واحدهای سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه

ردیف	واحد سنگ‌شناسی	علامت
۱	سنگ آهک، سنگ کربنات کلسیم‌دار، سنگ لوح با رسوبات آتشفشانی	x
۲	شیل، ماسه‌سنگ، کنگلومرا، سیلت، آبرفت	y
۳	شیست، میکاشیست، فیلیت، گرانیت، دیوریت، گابرو	z

واحدکاری که پایه مطالعات محسوب می‌شود به دست می‌آید. براساس نقشه توپوگرافی حوزه مورد مطالعه، شیب حوزه تعیین شد که در جدول ۲ نشان داده شده است.

بررسی شیب

شیب از عوامل مهم در مطالعات ژئومورفولوژی است به طوری که پس از تعیین رخساره با دخالت دادن شیب

جدول ۲- کلاس شیب منطقه مورد مطالعه

طبقات شیب به درصد	کلاس شیب
۰-۲۰	I
۲۰-۳۰	II
۳۰-۴۰	III
۴۰>	IV

ناهمواری، شکل تخریب و نوع فرسایش به تیپ‌هایی تقسیم و هر تیپ بر مبنای تغییراتی که در آن وجود دارد به محدوده‌های کوچکتری به نام رخساره تفکیک شد که نتیجه آن در جدول ۳ آرایه شده است.

ژئومورفولوژی

با تقسیم عکس‌های هوایی، کلیه عوارض موجود در هر واحد سنگ مشخص و ناهمواری براساس علایم استاندارد ترسیم شد. به طوری که در هر واحد سنگ بر اساس شکل

جدول ۳- رخصاره‌های ژئومرفولوژی منطقه مورد مطالعه

ردیف	رخصاره ژئومرفولوژی	علامت
۱	فرسایش ابراهه‌ای	A
۲	دامنه منظم	M
۳	فرسایش سطحی بدون پوشش گیاهی	F1
۴	فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه‌متراکم	F2
۵	فرسایش سطحی لکه‌ای	F3
۶	فرسایش رودخانه‌ای	R
۷	لغزش	L
۸	فرسایش انحلالی	K
۹	فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه‌متراکم و فرسایش انحلالی	F2K
۱۰	فرسایش سطحی بدون پوشش گیاهی و فرسایش ابراهه‌ای	FIK
۱۱	فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه‌متراکم و فرسایش ابراهه‌ای	F1A
۱۲	فرسایش سطحی بدون پوشش گیاهی و فرسایش انحلالی	F2A
۱۳	فرسایش سطحی لکه‌ای و فرسایش ابراهه‌ای	FIK
۱۴	فرسایش سطحی لکه‌ای و فرسایش ابراهه‌ای	F3A
۱۵	فرسایش انحلالی و فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه‌متراکم	KF2
۱۶	فرسایش انحلالی و فرسایش سطحی لکه‌ای	KF3
۱۷	فرسایش ابراهه‌ای و فرسایش سطحی لکه‌ای	AF3
۱۸	فرسایش ابراهه‌ای و فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه‌متراکم	AF2

بررسی جهت

جهت‌های جغرافیایی از نظر جذب نور آفتاب عامل اصلی در مقدار رطوبت، تحول خاک و استقرار پوشش گیاهی، وضعیت تخریب و فرسایش دامنه موثر است. در این رابطه، نقشه جهت دامنه‌های حوزه ماسوله رودخان تعیین گردید (شکل ۱).

بررسی شدت فرسایش حوزه آبخیز ماسوله رودخان با استفاده از روش E.P.M

در این روش چهارعامل، ضریب فرسایش، ضریب استفاده از زمین، ضریب حساسیت خاک به فرسایش و شیب متوسط حوزه مشخص می‌شود.

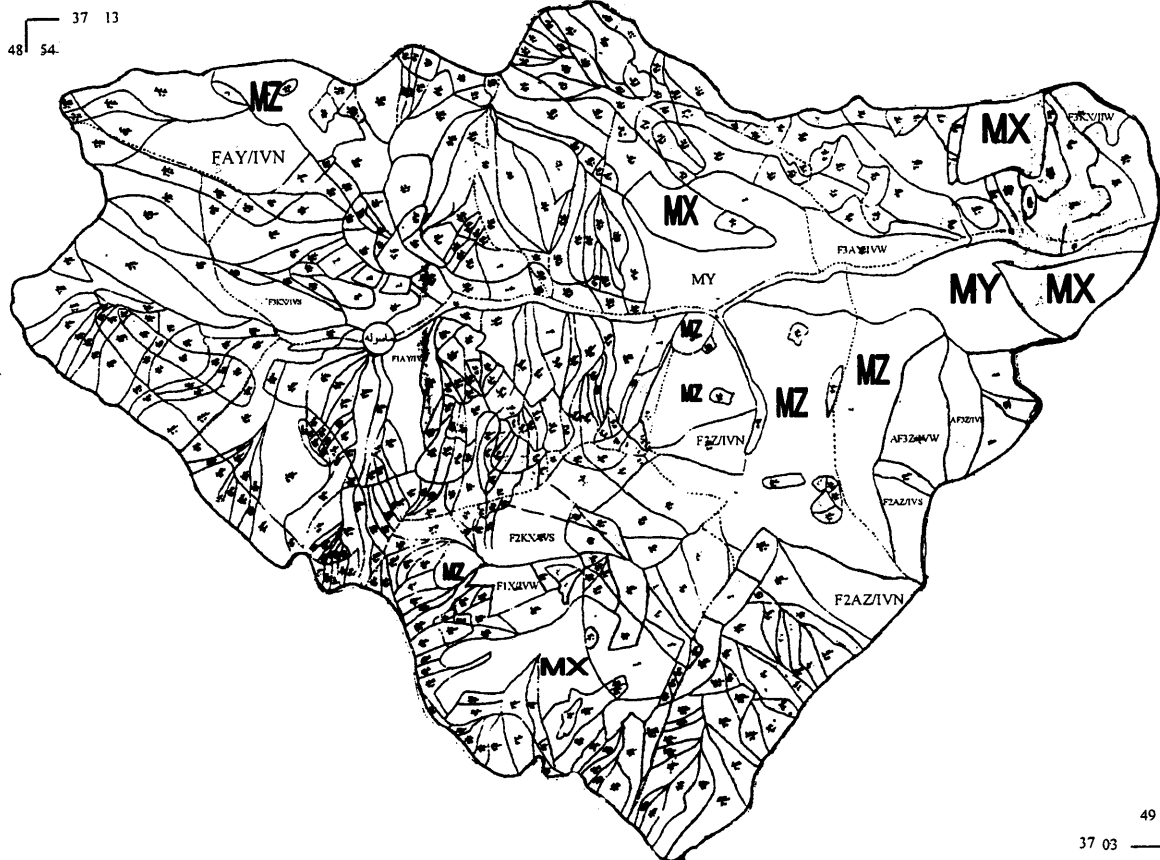
شدت فرسایش در حوزه مورد مطالعه با استفاده از

فرمول $Z = xa.y(\phi + I)^{\frac{1}{2}}$ تعیین شد. در این روش چهارعامل: ضریب شدت فرسایش (Z)، ضریب کاربری زمین (xa)، ضریب حساسیت خاک به فرسایش (y)، ضریب فرسایش (φ) و شیب متوسط حوزه (I) هستند.

سپس محاسبه (شدت فرسایش) صورت گرفته و نقشه فرسایش تهیه شد. برآورد ضریب شدت فرسایش در هر زیرحوزه در جدول ۴ نشان داده شده است. (شکل ۲).

جدول ۴- شدت فرسایش و عوامل موثر در آن در منطقه مورد مطالعه

شماره زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شدت فرسایش	شدید	شدید	خیلی شدید	خیلی شدید	شدید	شدید	شدید	متوسط
ضریب شدت فرسایش	۰/۸۷	۰/۷۱	۱/۳	۱/۲	۰/۹۵	۰/۷۶	۰/۸۴	۰/۶۹
عوامل موثر در فرسایش	۱- تغییر کاربری و تخریب جنگل ۲- خاک حساس به فرسایش	۱- خاک حساس به فرسایش ۲- شیب زیاد	۱- شیب زیاد ۲- خاک حساس به فرسایش ۳- تغییر کاربری	۱- شیب زیاد ۲- خاک حساس به فرسایش ۳- تغییر کاربری	۱- شیب زیاد ۲- خاک حساس به فرسایش	۱- شیب زیاد ۲- تغییر کاربری	۱- شیب زیاد ۲- تغییر کاربری و تخریب جنگل	۱- تغییر کاربری و تخریب جنگل ۲- خاک حساس به فرسایش



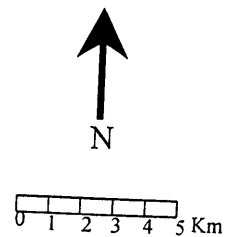
راهنامه‌ی نقشه واحدهای کاری (ژئومرفولوژی) حوزه آبخیز ماسوله رودخان	
M	۱- دامنه منظم
A	۲- فرسایش آبراهه ایی
F ₁	۳- فرسایش سطحی بودن پوشش گیاهی
F ₂	۴- فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه متراکم
F ₃	۵- فرسایش سطحی لکه ایی
R	۶- فرسایش رودخانه ایی
L	۷- لغزش
K	۸- فرسایش انحلالی
F _{1k}	۹- فرسایش سطحی بودن پوشش گیاهی و فرسایش انحلالی
F _{2k}	۱۰- فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه متراکم و فرسایش انحلالی
F _{3k}	۱۱- فرسایش سطحی لکه ایی و فرسایش انحلالی
F _{1A}	۱۲- فرسایش سطحی بودن پوشش گیاهی و فرسایش آبراهه ایی
F _{2A}	۱۳- فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه متراکم و فرسایش آبراهه ایی
F _{3A}	۱۴- فرسایش سطحی لکه ایی و فرسایش آبراهه ایی
KF ₂	۱۵- فرسایش انحلالی و فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه متراکم
KF ₃	۱۶- فرسایش انحلالی و فرسایش سطحی لکه ایی
AF ₂	۱۷- فرسایش آبراهه ایی و فرسایش سطحی با پوشش گیاهی نیمه متراکم
AF ₃	۱۸- فرسایش آبراهه ایی و فرسایش سطحی لکه ایی

راهنامه‌ی شیب	
I	نسب ۰-۱۰٪
II	۱۰-۲۰٪
III	۲۰-۳۰٪
IV	۳۰-۴۰٪

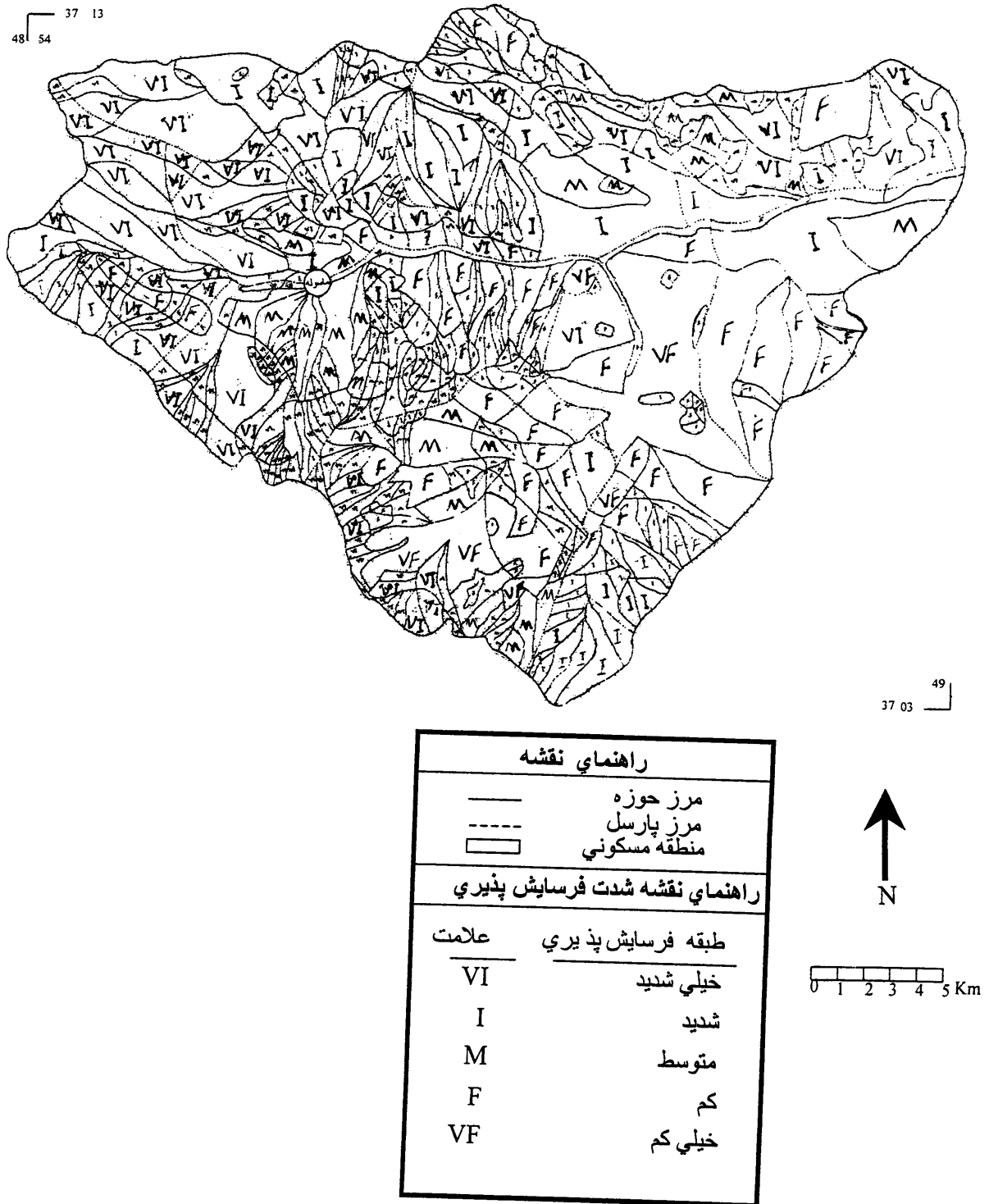
راهنامه‌ی جهت	
N	شمال
S	جنوب
E	شرق
W	غرب

راهنامه‌ی واحد سنگ شناسی براساس مقاومت سنگ آتشفشان، سنگ گریزات کلسیم دار و سنگ لوح با رسوبات آتشفشانی	
X	سنگ لوح با رسوبات آتشفشانی
Y	شیل، سبزه سنگ، کنگلومرا، آبرفت
Z	شیل، میکاشیت، پیوریت، گابرو، گنایس بیوریت، هلیت، پریدولیت، گرانیت، سنگ آتشفشانی توف

راهنامه‌ی نقشه	
—	مرز حوزه
.....	مرز پارامتل
□	مستطیله سکویی



شکل ۱- نقشه واحدهای کاری (ژئومرفولوژی) حوزه آبخیز ماسوله رودخان



شکل ۲- نقشه فرسایش پذیری حوزه آبخیز ماسوله رودخان

فرسایش ویژه

رابطه‌هایی مقدار فرسایش ویژه زیرحوزه مشخص شد که درجدول شماره ۵ ارائه شده است (شکل ۳).

فرسایش ویژه، مقدار فرسایش ویژه سالانه برحسب متر مکعب در کیلومتر مربع درسال است. با استفاده از

جدول ۵- فرسایش ویژه در منطقه مورد مطالعه

زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
فرسایش ویژه	۳۵۴۰/۳	۲۶۲۷/۷	۷۱۹۱/۷	۱۴۱۱۵/۷	۴۰۳۲/۹	۲۸۸۵/۷	۲۳۷۷/۵	۲۵۲۹

برآورد رسوب

سنگ‌شناسی حساس به فرسایش که عمدتاً شیل، رس، سیلیت است و نیز تغییر کاربری و تخریب جنگل است. زیرحوزه شماره هشت، کمترین مقدار فرسایش از نظر شدت و کمترین مقدار رسوب را نسبت به سایر زیرحوزه‌ها به خود اختصاص داده است. در این زیرحوزه، ضریب شدت فرسایش ۰/۶۹ و مقدار رسوب‌زایی کل در سال ۱۲۲۹۷/۵ مترمکعب است.

نظر به اینکه در حوزه ماسوله رودخان دستگاه اندازه‌گیری رسوب موجود بوده است، بنابراین با توجه به روش ژئومورفولوژی، رسوب به‌دست آمده از روش E.P.M ۱/۳۵۴/۳۳۶ تن در سال بوده و رقم به‌دست آمده از آمار رسوب ایستگاه کمادل ۱/۳۷۴/۵۳۶ تن در سال است. از طریق آزمون آماری، کنترل نهایی صورت گرفت، لذا عدد به‌دست آمده از نمونه‌گیری‌ها با عدد به‌دست آمده از مدل E.P.M از نظر آماری در سطح ۰/۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

۱- چون فرسایش عمدتاً در مناطق پرشیب و حساس از نظر زمین‌شناسی مشاهده می‌شود؛ تخریب جنگل هم در آنجا صورت گرفته است، لذا توصیه می‌شود با آگاهی دادن به مردم نظارت و کنترل بیشتر از تخریب جنگل به‌ویژه در مناطق حساس جلوگیری به‌عمل آید.

براساس مطالعه انجام شده در حوزه آبخیز ماسوله رودخان نتایج زیر به‌دست آمد.

۲- یکی از عوامل موثر در فرسایش منطقه، شبکه جاده‌سازی است، لذا باید از جاده‌سازی غیراصولی در مناطق حساس جلوگیری کرد و مناطق فرسایش یافته کنونی نیز تحت کنترل و حفاظت و بهسازی قرار گیرند.

۳- از تغییر کاربری اراضی جنگل و تبدیل به اراضی کشاورزی خودداری نمود.

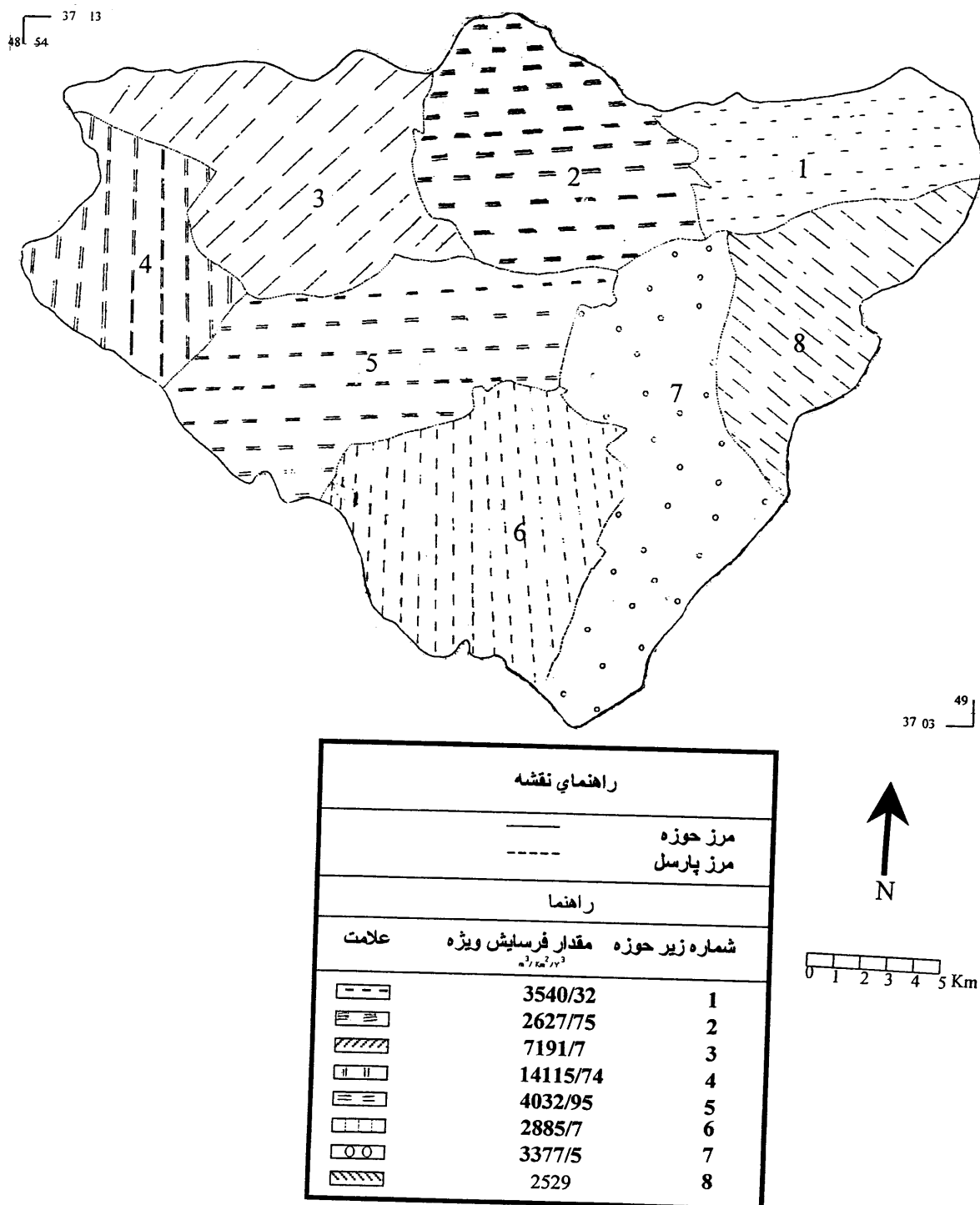
۱- تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگل از دلایل عمده فرسایش منطقه می‌باشد.

۲- بررسی نقاط مشخص شده حساس به فرسایش در حوزه نشان می‌دهد که این نقاط عمدتاً در مناطق پرشیب که تخریب جنگل در آنها صورت گرفته است، مشاهده می‌شود.

۳- نتایج به‌دست آمده از روش ژئومورفولوژی برای تعیین مقدار رسوب با استفاده از مدل E.P.M نشان می‌دهد که زیرحوزه شماره چهار بیشترین مقدار فرسایش از نظر شدت و بیشترین مقدار رسوب را نسبت به سایر زیرحوزه‌ها به خود اختصاص داده است. در این زیرحوزه ضریب فرسایش ۲/۱ مقدار رسوب‌زایی کل سالانه ۹۴۰۸۰/۸ مترمکعب است. از دلایل آن شیب زیاد، ساختار

سپاسگزاری

به این وسیله از جناب آقای دکتر احمدی استاد محترم دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران به‌خاطر کمک‌های بی‌دریغ و مقدور ساختن استفاده از آزمایشگاه ژئومورفولوژی این دانشکده صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.



شکل ۲- نقشه فرسایش ویژه به روش E.P.M حوزه آبخیز ماسوله رودخان

منابع

- ۱- احمدی حسن، ۱۳۷۸. ژئومرفولوژی کاربری، جلد ۱، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- بوبک ه، ترجمه شهسواری، ع. ۱۳۷۳. جنگل‌های طبیعی و گیاهان چوبی ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۳- رنجبر م.، ۱۳۸۰. ژئومرفولوژی حوزه آبخیز ماسوله رودخان-رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات .
- ۴- سازمان آب منطقه‌ای گیلان. آمار هواشناسی کلیماتولوژی ایستگاه کمادل.
- ۵- سازمان جغرافیایی کشور. نقشه‌های توپوگرافی شیت ماسوله و شولم به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰.
- ۶- سازمان جهاد سازندگی استان گیلان، ۱۳۷۲. طرح توجیهی حفاظت خاک و آبخیزداری، مدیریت آبخیزداری، مدیریت آبخیزداری و امور زیربنایی حوزه ماسوله.
- ۷- سازمان زمین‌شناسی، نقشه زمین‌شناسی بندرانزلی، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۸- سازمان نقشه‌برداری، عکس‌های هوایی ماسوله به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰.
- ۹- فیض‌نیا سادات، ۱۳۷۴. مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷.
- ۱۰- گروهی ک، ب.، ریچاردا، ج، ترجمه ابن‌شهر آشوب، م.، میکائیل، ف.، ۱۳۶۴. مفاهیم روش‌های آماری، جلد ۱، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.

Investigation on Various Erosion Types in Masouleh-Rudkhan Drainage Basin (Gilan Province)

M.R. Sarvati¹

T. Fathollahzadeh²

Abstract

The objective of this study was to define different erosions types in the drainage basin of Masouleh Rudkhan and to determine the rate of erosion and production of sediments. The factors affecting erosion such as phsiography, topography, climatic condition, hydrology, geology, geomorphology and vegetation were investigated. This drainage basin has an area of about 227.72 km². Based on the geomorphological survey, 3 joints, 18 geomorphological faces and 229 primitive joints could be determined. The rate of erosion and sediment production of every work-joint were studied, employing geomorphological units (qualitative) and E.P.M. method (quantitative).

The sub-drainage basin number 4 showed the highest erosion rate (2.1) and the largest sediment productions (94081 m³). This is due to the effects of slope and low resident of shale, clay and silt as well as the change of land use and. The sub-drainage basin number 8 showed the lowest rate of erosion (0.69) and sediment production (12297.5 m³) owing to the natural resistance of such stones as diorite, gneiss and gabbro. The results showed that in every geomorphic unit, the resistance of stone against erosion was the most important parameter and that the most important eroding factor was the change of land use and forest destruction. Furthermore, there was a logic relation between the geomorphological units and the rate of erosion. Thus, the use of E.P.M. model in this case was found to be appropriate and logical.

Keywords: Masouleh, Erosion, Geomorphologic units, Work unit, Geomorphological faces, E.P.M.

¹ -Assoc. Prof., Shahid Beheshti University

² - Senior Expert in Geography