بهینه سازی روش‌های حفاظت خاک از طریق ترکیب عوامل موثر در فرایند فرسایش آبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز فرحزاد)

محمد همتی*[۱] ، محبوبه قاسمی[۲]

چکیده

طی دهه‌های اخیر، میزان فرسایش‌خاک در ایران افزایش چشم‌گیری یافته است به طوری که در بازه زمانی سال ۱۳۳۰ تا کنون با روند رشدی معادل ۴۲۰ درصد همراه بوده است، در حال حاضر این معضل اساسی سبب شده است تا حفاظت خاک و مدیریت صحیح اراضی به یکی از دغدغه‌های مهم تبدیل شود. گستره وسیع اکثر حوزه‌های آبخیز کشور و محدودیت منابع مالی و اجرایی، سبب شده‌اند تا مدیران حوزه‌های آبخیز به دنبال برنامه‌ریزی بهتری برای شناسایی عرصه‌های الویت‌دار برای حفاظت خاک باشند، از سوی دیگر مدل‌ها و روش‌هایی که در این زمینه مطرح هستند گاها به دلیل تنوع عوامل و دشواری محاسبه آنها، از کارایی مناسب برخوردار نبوده، لذا استفاده از یک روش ساده‌تر از مقبولیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش به منظور شناسایی نقاط بحرانی تحت خط فرسایش خاک در حوزه آبخیز فرحزاد، از روش اندیس تجمعی فرسایش (CEI) استفاده شد. در این روش سه عامل شیب اراضی، زمین‌شناسی و نیز کاربری اراضی به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر در بروز فرسایش آبی مد نظر قرار گرفتند و بر اساس ترکیب آنها در محیط GIS، شاخص تجمعی فرسایش برآورد و بعد از طبقه‌بندی آن، عرصه‌های مختلف حوزه فرحزاد جهت الویت گذاری برای اجرای شیوه‌های مختلف حفاظت خاک شناسایی و طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: بحران‌های محیطی، فرسایش آبی، شدت فرسایش، سیستم اطلاعات جغرافیایی

[۱]– استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره)، شهرری، تهران، ایران
نویسنده مسئول: Moh_hemmati2051@yahoo.com

[۲]– دانشجوی دوره کارشناسی ارشد کاربرد ژئومرفولوژی در علوم محیطی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره)، شهرری، تهران، ایران

مقدمه

امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود. خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته و حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند، این مساله در شرایط بحرانی سبب شور شدن خاک‌ها ، عدم زاد آوری مراتع و گونه‌های درختی و در یک کلام تخریب اراضی و بیابانی شدن را بدنبال خواهد داشت. در بسیاری از موارد به دلیل گستره وسیع آبخیزها و نیز نبود امکانات مالی کافی، امکان تعیین دقیق مقدار فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز فرایندی دشوار محسوب می‌گردد، به شکلی که بسیاری از حوزه‌های کشور فاقد ایستگاه‌های اندازه‌گیری فرسایش و بار رسوب رودخانه‌ای هستند و از طرف دیگر در صورت تامین منابع مالی لازم برای این کار لاجرم باید از مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب استفاده کنند، که این مدل‌ها خود دارای نتایج متفاوتی هستند و دامنه نتایج حاصل از آنها تفاوت‌های فراوانی دارد، در چنین شرایطی روش‌های ساده‌تر برآورد فرسایش می‌توانند با تاکید بر میزان شدت فرسایش، الگویی را ارائه نمایند تا بر اساس آن با کمترین اطلاعات محیطی بتوان نسبت به اتخاذ تصمیمات درست اقدام نمود. این مقاله نیز به دنبال یافتن چنین دستاوردی طراحی و تعریف شده است، تا بر اساس یک روش نوین بتوان در خصوص شدت فرسایش آبی حوزه آبخیز فرحزاد نظرات مفیدی را ارائه نمود و بتوان راهکارهای مبارزه با فرسایش را بر اساس الگوی نقشه شدت فرسایش شناسایی نمود. Uri و Lewis (۱۹۹۸)، بیان داشته‌اند که فرسایش سالانه هزینه‌ای معادل ۳۰ بیلیون دلار و Pimental و همکاران (۱۹۹۳) نیز معتقدند که خسارات سالانه فرسایش رقم ۴۴ بیلیون دلار در سال می‌باشد.[۸].

Atawoo (۲۰۰۵)، بیان داشت که فرسایش‌خاک به عنوان یکی از مشکلات جدی منابع طبیعی، از طریق هدر رفت فیزیکی خاک، کاهش عمق ریشه، آب قابل دسترس و ذخایر غذایی موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود. وی معتقد است که عملیات کنترل فرسایش خاک زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که بدانیم چه نوع خاکی در معرض فرسایش بوده و چه فاکتورهایی در ایجاد حساسیت موثرتر هستند [۳].

Cochrane و همکاران (۲۰۰۱)، جهت تعیین مناطق پرخطر و پهنه‌بندی فرسایش در حوزه آبخیز سد ایتایپو که با ۱۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع در حد فاصل دو کشور برزیل و پاراگوئه قرار گرفته است، از مدل RUSLE استفاده کرده و بیان داشتند که جهت مدیریت حوزه آبخیز بالادست این سد در ابتدا با توجه به وسعت بالای حوزه، ضروری است تا با پهنه‌بندی خطر فرسایش در ابتدا مناطق با فرسایش شدید و خیلی شدید شناسایی شده و سپس در فاز تفصیلی نسبت به مطالعات با مقیاس بزرگ‌تر اقدام گردد. آنان فاکتور R را با استفاده از تحلیل

رگبارهای ۳۰۰ ایستگاه هواشناسی برآورد کردند و سپس با درون‌یابی آن را به کل حوزه تعمیم دادند [۲]. Davison و همکاران (۲۰۰۵)، بیان داشته‌اند که جهت توسعه پایدار یک حوزه آبخیز و کمک به اجرای سیاست‌های ملی کاهش واردات مواد غذایی مورد نیاز، یک تخمین مکانی از برآوردهای فرسایش ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. جهت تحقق این مساله آنان روشی را جهت برآورد فرسایندگی ناشی از بارش، نظیر تعیین مقدار انرژی جنبشی رگبارها به کمک سایر پارامترهای سهل‌الوصول ارائه کردند. [۵]. Bhattarai و همکار (۲۰۰۶)، در برآورد میزان فرسایش خاک در حوزه آبخیز Mun River با استفاده از GIS، تاکید نمودند که استخراج پارامترهای موثر در فرسایش خاک تا حدود زیادی به نوع روش و تکنیک کاربرد نرم افزار GIS بستگی دارد و انتخاب روش مناسب اثر چشمگیری در نتیجه نهایی دارد، بطور مثال آنان روی میزان اندازه سلول‌های نقشه مدل رقومی ارتفاع تاکید ویژه‌ای داشته‌اند [۴]. شادفر و صبح زاهدی (۱۳۹۱)، علل توسعه فرسایش خندقی در حوزه آبخیز علی آباد استان گیلان را مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که واحد های سنگ شناسی Ng2 و Qf1 و کاربری مرتع فقیر (۱۰۰ درصد) دارای بیشترین گسترش مناطق تحت تأثیر فرسایش خندقی در حوزه آبخیز مورد مطالعه می باشند[۱۱]. در کنفرانس توسعه و محیط زیست سازمان ملل متحد که در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیروی برزیل برگزار گردید، مفهوم توسعه پایدار به روشنی تبیین شده است، در میان اسناد مختلف سیاست گذاری‌های مدیریت منابع طبیعی، این کنفرانس پیوستی را در قالب مشکلات عمده حوزه‌های آبخیز به انتشار می‌رساند، که در یک بخش آن توسعه پایدار عرصه‌های کوهستانی تاکید شده است، این عنوان در برگیرنده برنامه‌های مختلف و یکپارچه آبخیزداری در حوزه بالادست بوده است که یکی از موارد ویژه آن شناسایی عرصه‌های تحت خطر فرسایش آبی و سپس طراحی صحیح کاربری اراضی به منظور کاهش فرسایش خاک بوده است [۶]. انق و همکار (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ای در حوزه آبخیز کاشیدر به این نتیجه رسدند که استفاده از واحدهای ژئومرفولوژی به عنوان واحد کاری، در مقایسه با واحد شکل زمین به عنوان واحد کاری، محققان را از نتایج بهتر و دقیق‌تری برخوردار خواهد کرد.[۹]. محمدخان و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای که در محدوده سد لتیان انجام دادند اشاره داشتند که فرسایش، به علت اثرات فراوان اقتصادی و زیست محیطی همواره دغدغه بزرگی برای کشاورزان، مهندسان و سیاست‌گذاران منابع طبیعی در سال‌های اخیر به شمار می‌آید. بنابراین 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 اما این کار به دلیل

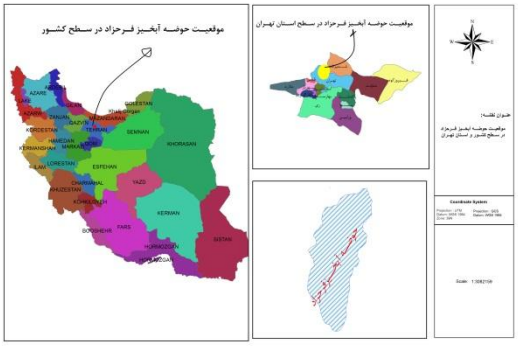
پیچیدگی فرسایش، تعدد شاخص‌ها و معیارهای دخیل در آن و همچنین عدم کارایی مدل‌های وارداتی که اکنون در کشور استفاده می‌گردد، کار بسیار دشوار، پیچیده، وقت گیر و هزینه‌بری است. بدین ترتیب ارائه نشانگری که بتواند با سرعت و دقت بالا مناطق مختلف را از نظر خطر فرسایش زون بندی کند بسیار با اهمیت می‌باشد. شیب یکی از شاخص‌های مهم در فرسایش است که می‌توان از آن برای طبقه بندی خطر فرسایش با دقت و سرعت بالایی استفاده کرد. در تحقیق اخیر سعی شده است رابطه شدت فرسایش و رخساره‌های فرسایشی با درصد شیب در حوزه آبخیز سد لتیان بدست آید. به عبارت دیگر طبقات مختلف شیب از نظر خطر فرسایش مورد بررسی قرار گرفتند تا پرخطرترین شیب‌ها از نظر فرسایش مشخص گردد. برای تسهیل کار از GIS و آزمون آماری مربع کای برای نتیجه گیری‌های نهایی استفاده شد. نتیجه حاصل شده مبین این بوده است که شیب های بین ۲۰ تا ۴۰ درصد با احتمال ۹۹ درصد دارای حداکثر شدت فرسایش در منطقه می‌باشند و این شیب‌ها بیشترین تاثیر را در امر فرسایش دارا می‌باشند. در شیب‌های کمتر کم بودن شیب باعث کم شدن فرسایش و در شیب‌های بالاتر وجود توده‌های سنگی و عدم وجود خاک از عوامل اصلی کم شدن فرسایش به شمار می‌روند. به این ترتیب مشخص گردید با بالارفتن شیب ابتدا میزان فرسایش افزایش و سپس کاهش می‌یابد. همچنین رابطه بین شیب، اوزان نسبت داده شده به طبقات مختلف آن با شدت فرسایش به روش کمی ژئومرفولوژی، دبی رسوب ویژه، رخساره‌های فرسایش در سطح ۰.۰۱ دارای رابطه معنی دار می‌باشد. بنابراین از آن می‌توان در طبقه بندی اجمالی و انتزاعی خطر فرسایش در مناطق بدون آمار البرز جنوبی استفاده کرد [۱۲].

مواد و روش‌ها:

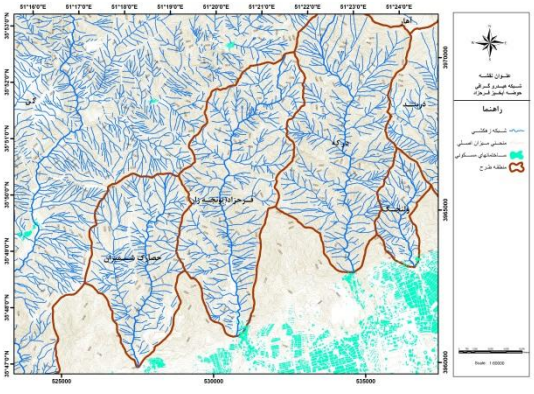
معرفی منطقه مورد مطالعه:

محدوده تحقیق در این پژوهش شامل حوزه آبخیز فرحزاد واقع در اراضی شمالی مشرف به منطقه ۲ شهرداری تهران می‌باشد. جهت مشخص کردن محدوده فیزیکی این حوزه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارت و نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ موجود، مرز این حوزه شناسایی و بسته شد. وضعیت موجود نشان داد که رواناب خروجی این حوزه از اراضی شمالی منطقه ۲ شهرداری تهران عبور می‌نماید. در بخش شرقی این حوزه آبخیز، حوزه آبخیز درکه و در بخش غربی آن حوزه آبخیز حصارک واقع شده‌اند. حوزه آبخیز فرحزاد در موقعیت نسبی جغرافیایی ″ ۶ ′۱۹ °۵۱ تا ″۲۰ ′۲۲ °۵۱ طول شرقی و ″۱۶ ′۴۷ °۳۵ تا ″۳۰ ′۵۲ °۳۵ عرض شمالی واقع شده، حداقل ارتفاع این حوزه ۱۵۷۹ متر و حداکثر ارتفاع ۳۴۲۰ متر می‌باشد. از ارتفاعات مهم حوزه آبخیز فرحزاد می‌توان در سرچشمه به کوه‌های سرو و بند حمامک اشاره نمود.

در این حوزه، شدت عوارض کوهستانی با کاهش ارتفاع از شمال به جنوب کاسته می‌شود. وجود بافت شهری و تاسیسات مختلف در پایین دست این حوزه، ضرورت توجه به مقوله آبخیزداری و ساماندهی اراضی بالا دست را به امری اجتناب ناپذیر تبدیل نموده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز فرحزاد و شکل ۲ نمایی از حوزه آبخیز فرحزاد را همراه به مناطق هم‌جوار و اراضی پایین دست آن نمایش می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز فرحزاد در تقسیمات سیاسی ـ اداری کشور (منبع: نگارنده)



شکل ۲- نقشه شبکه آبراهه‌ای حوزه آبخیز فرحزاد (منبع: نگارنده)

بررسی شیب اراضی در این حوزه نشان می‌دهد، که نما یا مد کلاس‌های شیب موجود، کلاس ۵۰-۲۵ درصد می‌باشد. که این مساله بیانگر شرایط تقریبا متوسطی از توپوگرافی موجود است، زیرا که فراوانی شیب‌های بالای ۵۰٪ معادل ۴۷/۶۸ درصد است. لذا یک حالت تعادل بیان کلاس‌های شیب وجود دارد.

بررسی‌های هواشناسی نشان داد که میانگین بارش سالانه این حوزه آبخیز معادل ۶۴۵ میلیمتر در سال و میانگین دمای سالانه نیز ۸/۵ درجه سلسیوس می‌باشند. بررسی زمین‌شناسی حوزه آبخیز فرحزاد نشان داد که در این حوزه سازندهای موجود مشتمل بر سازندهای سازند کرج از دوران سوم (سنوزوئیک)زمین شناسی و بالاخره نهشته‌ها و رسوبات کوارترنری شامل تراس‌های قدیمی آبرفتی و جدید حاشیه رودخانه‌ها که غالباً بر روی آنها باغات و اراضی کشاورزی قرار گرفته همراه با ریزش‌ها و لغزش‌ها و رسوبات کوهرفتی و آبرفتی بستر رودخانه‌ها که مربوط به دوران حاضر زمین شناسی می‌باشند. از نظر سنگ‌شناسی نیز همانطور که در واحدهای مختلف چینه شناسی منطقه دیده می‌شود، گستره طرح بیشتر از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده است. سنگ‌های منطقه در سه گروه سنگ‌های آذرین، رسوبی و آذر آواری قرار می‌گیرند. در این حوزه به لحاظ ژئومرفولوژیکی، هر سه واحد کوهستان، تپه ماهور و دشت حضور دارند، اما به نسبت مساحت محدوده تحت اشغال کوهستان بیشتر از بقیه است. به لحاظ کاربری اراضی در حوزه آبخیز فرحزاد انواع کاربری‌های مرتع، درختکاری،

بیرون‌زدگی سنگی و اراضی صخره‌ای، گورستان، بوته‌زار، منطقه مسکونی شهری و باغات حضور دارند که در این بین کاربری بیرون‌زدگی سنگی و اراضی صخره‌ای با ۵۰/۹۵ ٪، بیشترین فراوانی را دارند.

روش تحقیق:

جهت تعیین پتانسیل و توان فرسایش پذیری اراضی یک حوزه آبخیز روش‌های مختلفی وجود دارد، برخی از این روش‌ها در واقع روش‌هایی هستند که در قالب مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب ارائه شده‌اند، دو مدل معروف برآورد فرسایش و رسوب MPSIAC و EPM از جمله این مدل‌ها هستند. در این تحقیق روش کار بر مبنای برآوردی از اندیس تجمعی فرسایش (Cumulative Erosin Index) صورت پذیرفت. در واقع یکی از مسائلی که در زمان استفاده از مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب مطرح می‌گردد، مساله تعیین و برآورد پارامترهای مختلفی است که در مدل مطرح هستند، این مورد مستلزم صرف وقت، هزینه و زمان قابل توجهی است، در چنین مواردی برای کاهش هزینه‌ها و زمان انجام کار معمولا از روش‌های ساده‌تری که مبتنی بر استفاده از یکسری از اطلاعات محیطی موثر در فرسایش هستند استفاده می‌گردد.

در روش اندیس تجمعی فرسایش (CEI) پارامترهای شیب اراضی، زمین‌شناسی و نیز کاربری اراضی به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر در بروز فرسایش آبی مد نظر قرار می‌گیرند.[۱].

در این روش بعد از تهیه هر یک از سه نقشه یاد شده برای منطقه مورد مطالعه، هر یک از نقشه‌ها به کلاس‌های مختلفی تقسیم شده و به هر وضعیت از کلاس شیب، نوع واحد سنگ‌شناسی و نیز نوع کاربری اراضی امتیازاتی از ۱ تا ۷ داده می‌شود، نقشه شیب ماهیتا در محیط رستری تولید شده، اما دو نقشه زمین شناسی و کاربری اراضی در محیط وکتوری تولید می‌شوند، البته جهت رویهم‌گذاری این سه نقشه باید فرمت آنها یکسان سازی شود که برای این منظور ترجیح داده شد تا نقشه شیب به فرمت وکتوری تبدیل شده تا توانایی رویهم‌گذاری بر روی دو نقشه دیگر را پیدا کند. در این روش CEI، معادل مجموع امتیاز نقشه شیب، زمین‌شناسی و کاربری اراضی است. بعد از رویهم‌گذاری این سه نقشه، امتیاز نهایی عرصه‌های موجود مشخص می‌گردد. در مرحله آخر این روش امتیازات نهایی موجود مجددا کلاسه‌بندی شده و بر اساس دامنه‌های تعریف شده زون‌ها یا مناطق مختلفی از نقشه حوزه استخراج می‌گردد که بیان کننده کلاس‌های مختلف فرسایش‌پذیری خاک و اراضی هستند.

در همین راستا بعد از تهیه لایه رقومی یا دیجیتالی خطوط میزان (Contour Line) محدوده شمال تهران، ابتدا نقشه مدل رقومی ارتفاع حوزه آبخیز فرحزاد (DEM) تهیه گردید و سپس در محیط نرم افزار ARC GIS، نقشه شیب اراضی این حوزه با پیکسل‌های ۱۰ متری تهیه شد و سپس جهت امکان رویهم‌گذاری

نقشه‌ها، نقشه شیب تولید شده مطابق جدول شماره ۱ در هفت کلاس تقسیم‌بندی شد.

جدول ۱- طبقه بندی شیب اراضی و امتیاز هر طبقه

کلاس شیب (٪)	مساحت (هکتار)	امتیاز عامل شیب
کمتر از ۵	۳/۱۴	۱
۵-۱۲	۱۷/۰۲	۲
۱۲-۲۰	۴۹/۹۳	۳
۲۰-۳۰	۱۱۱/۵۷	۴
۳۰-۶۰	۱۱۴۱/۵۲	۵
۶۰-۱۰۰	۹۲۹/۵۹	۶
بیشتر از ۱۰۰	۱/۳۹	۷

با بررسی نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه و استفاده از مرز حوزه آبخیز فرحزاد، کلیه واحدهای سنگ شناسی موجود در این حوزه برش داده شد و با استناد به جدول دیاکانوف و الگوی مورد استفاده در روش Mpsiac در خصوص ارتباط سختی سنگ‌ها و میزان حساسیت آنها به فرسایش، به هر یک از واحدهای سنگی، امتیازی بین ۱ تا ۱۰ داده شد، به طوری که هر چه میزان سختی و مقاومت سنگ بالاتر بوده، امتیاز فرسایشی آن کمتر بوده است. جدول شماره ۲، این موضوع را نشان می‌دهد.

جدول ۲- طبقه بندی لیتولوژیکی سنگ‌های موجود و امتیاز هر یک

کد واحد سنگ شناسی	نوع لیتولوژی غالب	مساحت (هکتار)	امتیازفرسایش پذیری
*Etsv*1	توف سبز توده‌ای و شیل با گدازه‌های داسیتی	۳۲۳/۰۳	۸
Qal	رسوبات آبرفتی	۲۸/۴۶	۹
PLC	آبرفت‌های دوران چهارم	۸	۱۰
Qf	رسوبات آبرفتی	۱۷/۷۱	۹
Ed	دایک‌های ائوسن	۵/۷۶	۵
Edg	توده نفوذی نیمه عمیق به شکل سیل و دایک	۸۵/۷۵	۴
*ESH*3	ماسه سنگ توفی	۱۸/۸۹	۶
*Etc*3	توفیت، کنگلومرا و مواد رسوبی توربیدتی	۱۲/۷۵	۷
*ES*6	توف	۹۸/۵۶	۶
*Qt*2	آبرفت جوان و رسوبات رودخانه‌ای	۱۳/۸۵	۱۰

کد واحد سنگ شناسی	نوع لیتولوژی غالب	مساحت (هکتار)	امتیازفرسایش پذیری
$Et2$	توف سبز ستبرلایه تا توده‌ای با شیل	۱۰۱۰/۹۵	۳
$Er1$	توف‌های ریولیتی و گدازه‌های مقاوم به	۱۷۲/۵۵	۲
H	ماسه سنگ و سیلتستون	۴۴/۱۹	۶
Ebt	باتولیت‌های ائوسن	۶۲/۸۷	۴
$Etsh1$	توف سبز و شیل	۱۳۲/۹۱	۶
$Esht1$	توف و شیل	۹۰/۵۰	۷
$Esc3$	ماسه سنگ	۵۸/۹۷	۵
$Esc4$	ماسه سنگ، کنگلومرا و توف سبز صخره ساز	۶۸/۰۴	۴
$Est4$	ماسه سنگ روشن ضخیم لایه و توفیت	۴/۳۲	۷

اصطلاحا به نوع فعالیت‌هایی که در حال حاضر در یک محدوده انجام می‌گردد، کاربری اراضی گفته می‌شود، این کاربری‌ها می‌تواند دامنه گسترده‌ای از فعالیت‌ها را شامل شده و یا در حد یک یا دو کاربری محدود گنجانده شود. در این پژوهش نیز با بررسی عکس‌های هوایی و نیز تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارت موجود ابتدا یک نقشه کاربری اراضی اولیه تهیه شد و سپس با بازدید میدانی، نقشه اولیه تدقیق و نهایتا نقشه تدقیق شده کاربری اراضی تهیه شد. بر اساس نوع کاربری اراضی و تاثیر آن در وضعیت هیدرولوژیکی زمین به لحاظ پتانسیل نفوذپذیری و نیز پتانسیل تولید رواناب، به هر یک از کاربری‌ها امتیازات مربوطه در طیفی بین ۱ تا ۷ داده شد. جدول ۳- امتیاز فرسایش پذیری هر یک از کاربری‌های اراضی مختلف موجود در حوزه آبخیز فرحزاد را نشان می‌دهد.

جدول ۳- امتیازات عامل کاربری اراضی برای کاربری‌های موجود

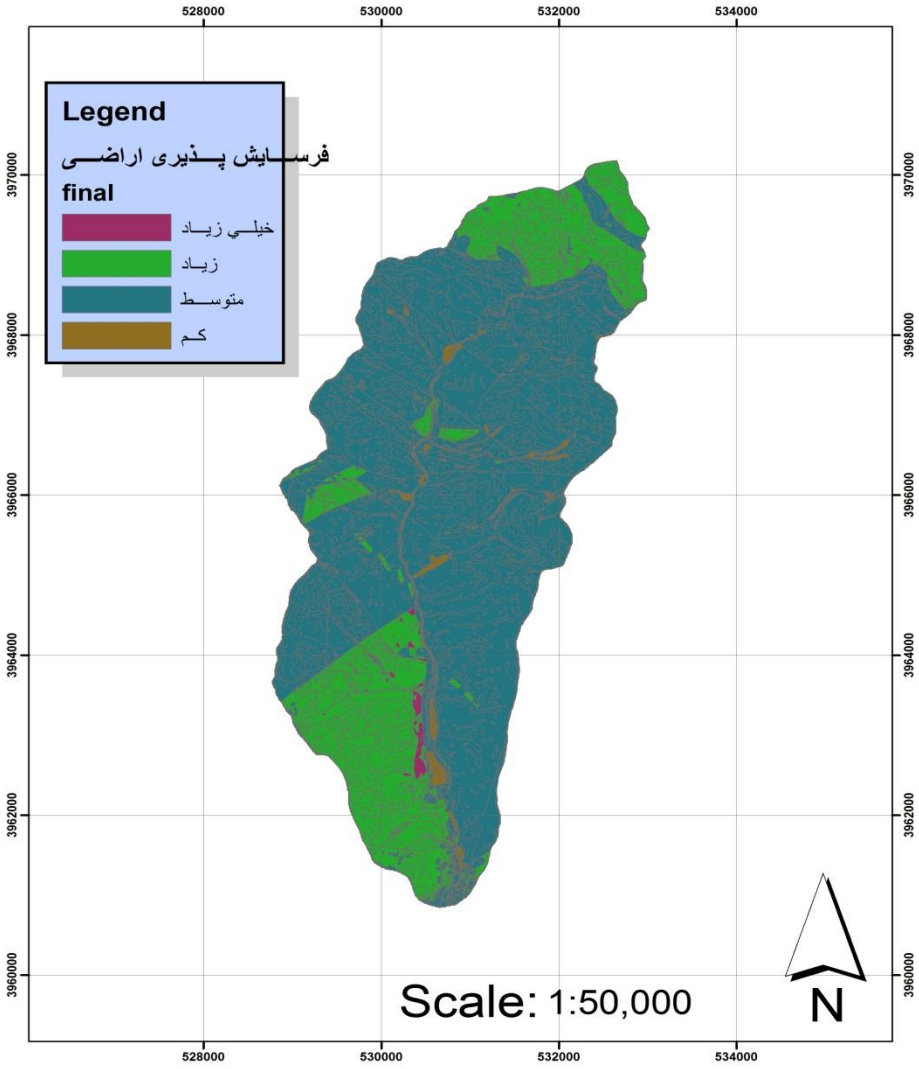
نوع کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	امتیاز عامل کاربری اراضی
مرتع	۱۰۳۹/۶۷	**۴**
درختکاری	۵/۲۴	**۲**
بیرون‌زدگی سنگی و اراضی صخره‌ای	۱۱۴۸/۶۷	**۷**
بلوک ساختمانی	۴/۷۹	**۲**
منطقه مسکونی شهری	۱/۴۲	**۱**
باغ)	۵۳/۴۱	**۱**
قبرستان	۰/۰۹	**۲**
بوته‌زار	۰/۸۴	**۶**

تلفیق و روی‌هم‌گذاری لایه‌های شیب، زمین شناسی و کاربری اراضی

جهت برآورد شاخص CEI، لازم بود تا نقشه‌های سه گانه روی‌هم گذاری شوند، برای این منظور در محیط نرم افزار Arc GIS در ابتدا نقشه‌های شیب اراضی، زمین شناسی و کاربری اراضی کلاسه بندی شدند تا امکان اعمال کد جهت برآورد شاخص CEI، میسر شود، یعنی هر یک از پلی‌گون‌های مشابه امتیازات یکسانی پیدا کنند. سپس با استفاده از دستور Intersect نقشه‌های سه گانه رویهم گذاری شده و سپس با دستور Field Calculator، سه لایه با هم نظیر به نظیر جمع شدند و امتیاز نهایی بدست آمد. در گام آخر مجدد نقشه نهایی کلاسه‌بندی مجدد گردید و طیف اعداد موجود در ۵ کلاس خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی شد. جدول ۴، نتایج نهایی زون بندی انجام شده بر اساس شاخص CEI را نمایش می‌دهد. نقشه ۳ نیز پراکنش زون بندی حساسیت به فرسایش آبی در سطح حوزه آبخیز فرحزاد را نشان می‌دهد.

جدول ۴- کلاسه بندی فرسایش پذیری اراضی بر اساس امتیاز نهایی اندیس تجمعی فرسایش خاک (CEI)

ردیف	دامنه امتیاز	کلاس فرسایش پذیری اراضی	مساحت (هکتار)
۱	<۵	خیلی کم	-
۲	۵-۱۰	کم	۳۱/۱۰
۳	۱۰-۱۷	متوسط	۱۶۳۱/۹۲
۴	۱۷-۲۱	زیاد	۵۷۶/۰۴
۵	۲۱-۲۴	خیلی زیاد	۱۱/۶۲



شکل ۳- پراکنش کلاس‌های فرسایش پذیری اراضی بر طبق امتیاز نهایی اندیس تجمعی فرسایش خاک (CEI)

بحث و نتیجه‌گیری

منابع فیزیکی جزء مهم‌ترین پارامترهای هر حوزه بوده که نشان دهنده پتانسیل آن سرزمین برای کاربری‌های مختلف می‌باشد، توسعه پایدار حوزه‌های آبخیز نیازمند شناسایی وضعیت فرسایشی آن است، این مساله توسط سایر محققین نیز مورد توجه بوده است، به طور مثال، Gupta و همکاران (۲۰۰۵)، جهت تعیین استراتژی‌های مناسب حفاظت خاک و کنترل فرسایش آبی به بررسی خطر فرسایش آبی در حوزه آبخیز لونی در ایالت الله‌آباد هندوستان با استفاده از مدل USLE و در محیط GIS پرداختند.[۷]. استفاده از سیستم اطلاعات

جغرافیایی دستاوردی موثر در پایش مطالعات خاک می‌باشد، که در این تحقیق نیز به منظور ساده سازی مطالعات از آن استفاده شد، در همین راستا Sanjay (۲۰۰۱)، نیز در مطالعه خود در خصوص تخمین فرسایش خاک در یک حوزه آبخیز از منطقه هیمالیا در مقایسه استفاده از دو مدل مورگان و مدل USLE در بستر GIS بیان نمودند که چارچوب GIS یک روش سریع‌تر و بهتر را برای بررسی مدل مکانی فرسایش آبی فراهم کرده است[۱۰]. یکی از این مشکلات عمده بحث فرسایش پذیری بالای خاک‌های موجود در حوزه آبخیز فرحزاد است که بر روی سایر قابلیت‌های طبیعی این حوزه اثرات متفاوتی را داشته است.

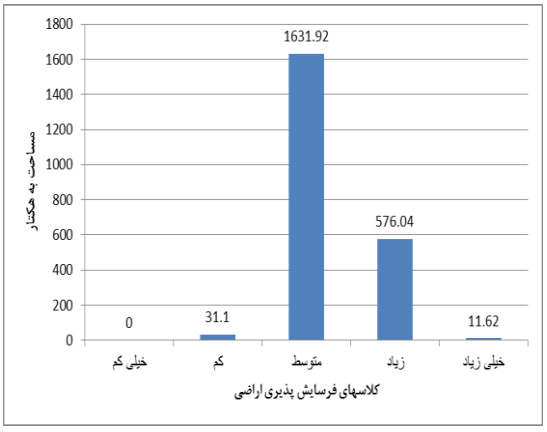
بر اساس شواهد موجود، رودخانه فرحزاد بعد از خروج از بافت کوهستانی خود از طریق یک خط القعر واقع در آبرفت تهران، از شمال به جنوب تا میدان صادقیه به صورت روباز در جریان می‌باشد، این بخش از منطقه خارج از حوزه آبخیز کوهستانی آن توسط دو بزرگراه به نام‌های اشرفی اصفهانی (واقع در غرب رودخانه) و یادگار امام (واقع در شرق رودخانه) بریده شده است، به طوری که بزرگ‌راههای ذکر شده به صورت دو زهکش در شرق و غرب رودخانه اصلی عمل می‌کنند. بنابراین در صورت کنترل رسوبات منتقل شده از این حوزه آبخیز، هزینه‌های مصرفی جهت لایروبی انهار پایین دست و خصوصا کانال انحرافی که جریان سیلاب‌های این رودخانه را به سمت رودخانه کن هدایت می‌کند، کاهش خواهد یافت.

همان طور که در ابتدای تحقیق نیز بیان شد، یکی از راه های کاهش میزان فرسایش نامتعارف و نیز کاهش رسوبات حاصله، شناسایی عرصه‌های با پتانسیل بالاتر فرسایش پذیری و نیز اجرای عملیات حفاظت خاک مناسب و متناسب آن است.

حوزه مطالعاتی دارای دو اجزاء واحد اراضی است که کوه‌ها دارای بیشترین سطح بوده که ۹۳/۹۳ درصد از حوزه را شامل می‌شوند و محدودیت بسیار زیادی برای اجرای برنامه‌های عمرانی دارند.

بررسی انجام شده نشان داد که شاخص تجمعی فرسایش آبی در بخش‌های مختلف این حوزه دارای مقادیر متفاوتی است، بر این اساس کلاس متوسط توان فرسایش پذیری با مساحتی معادل ۱۶۳۱/۹۲ هکتار، مساحتی معادل ۷۲/۵۱ هکتار را اشغال نموده است و در پی این طیف، کلاس زیاد توان فرسایش پذیری با مساحتی معادل ۵۷۶/۰۴ هکتار، درصدی معادل ۲۵/۵۹ هکتار را اشغال نموده است. کلاس شدت خیلی کم وجود نداشته و کلاس کم شدت فرسایش با ۳۱/۱ هکتار، ۱/۳۸ درصد از کل حوزه را اشغال نموده است. این وضعیت بیان می‌دارد که کلاس‌های متوسط تا زیاد، مد یا نمای وضعیت فرسایش پذیری حوزه آبخیز فرحزاد را تشکیل می‌دهند. شکل ۴ موید این مساله است. لذا می‌توان استدلال نمود که در گام اول الویت اجرای

طرح‌های حفاظت خاک و کنترل فرسایش و رسوب باید در دو لکه با فرسایش پذیری زیاد که در شمال و جنوب غربی حوزه آبخیز فرحزاد واقع هستند، انجام گیرد و در گام بعدی جهت تکمیل دامنه اقدامت اوایه باید تمرکز فعالیت‌های حفاظت خاک و آبخیزداری در این دو منطقه که عمدتا در بخش‌های میانی حوزه واقع هستند، صورت گیرد. این مهم از طریق اجرای عملیات بیولوژیکی بر روی دامنه‌ها و نیز عملیات مکانیکی بر روی آبراهه‌ها باید صورت گیرد. با توجه به اینکه هدف اصلی از انجام این تحقیق و پژوهش ارائه یک روش ساده و سهل‌الوصل جهت ارزیابی وضعیت فرسایشی یک حوزه آبخیز می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد تا علاوه بر زون بندی یک حوزه بر اساس روش CEI، یک نقشه از توان فرسایندگی باران تهیه شود، به عبارت دیگر با داشتن نقشه همفرسای باران، از حوزه آبخیز مورد مطالعه می‌توان در انتهای کار، نتیجه نقشه زون بندی حساسیت فرسایش آبی را که بر مبنای عوامل استاتیکی حوزه تهیه شده‌اند، را با نقشه فرسایندگی باران همپوشانی نمود و بدین طریق عرصه‌هایی را شناسایی و معرفی نمود که علاوه بر واقع شدن در کلاس‌های زیاد و خیلی زیاد فرسایش پذیری حوزه، در کلاس‌های زیاد و خیلی زیاد خطر فرسایندگی باران واقع شده‌اند، این عرصه‌ها با ویژگی‌های مورد اشاره پر خطرترین عرصه‌های موجود در یک حوزه به لحاظ توان فرسایشی مطرح هستند. در واقع با این رویکرد هم اثر عوامل زمینی مهم و هم تاثیر عامل ایجاد فرسایش آبی تواما لحاظ خواهند شد و از سوی دیگر همه این موارد با زمان و زحمت کمتری قابل تهیه و ارائه می‌باشند.



شکل ۴- توزیع فراوانی کلاس‌های حساسیت به فرسایش آبی در حوزه آبخیز فرحزاد

References:

1- Abdi, P., Priority and erosion potential zoning in Zanjanrod areas by using GIS, 2003, Geomatics congress, National Cartographic Center, Tehran, Iran.

2- A.Cochrane., Thomas, Filho, Celso Castro., Caviglione, João Henrique., Norton, Darrell., and Frederigi Benassi ,Simone., 2001, Identification of high risk erosion areas within the Itaipu basin by watershed modeling through RUSLE.

3- Atawoo, M, A., Heerasing . J. M., 1999, Estimation of soil erodibility and erosivity of rainfall patterns in Maurittus, agricultural research and extension unit of Australia.

4- Bhattarai, rabin., Dutta, Dushmata., 2007, Estimation of Soil Erosion and Sediment Yield Using GISat Catchment Scale, Water Resour Manage (2007) 21:1635–1647
DOI 10.1007/s11269-006-9118-z

5- Davison, P., M.G.Hutchins, S.G.Anthony, M. Betson, C.Johnson, E.I.Lord, The relationship between potentially erosive energy and daily rainfall quantity in England and Wales, Science of the Total environment 344 (2005) P 15-25.

6- FAO Farestery paper, 2006., The new generation of watershed management programs and projects, European Observatory of Mountain Forests (EOMF), International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH) World Agroforestry Centre (ICRAF).

7- Gupta1, R.D., Agarwal, V.C., & Hari Kishan, G. S., 2005, Implementation of USLE Model Under GIS Environment for Soil Erosion Assessment: A Case Study of LONI River Watershed, Motilal Nehru National Institute of Technology (MNNIT), Allahabad-211004, India.

8- Morgan, R. P.C., 2005, Soil erosion and conservation, national soil resources institute, Cranfield university, Blackwell publishing, third edition, 2005, 304 Pages.

9- Ownegh., M, Nohtani, M., 2004, relathionship between geomorphology units and erosion and sediment yield in KAashidar watershed, Golestan province., IRAN.

10- SANJAY K. JAIN, SUDHIR KUMAR and JOSE VARGHESE, 2001., Estimation of Soil Erosion for a Himalayan, Watershed Using GIS Technique, Water Resources Management 15: 41–54, 2001.

11- Shadfar, S., Sobh zahedi., Sh., 2007., The investigation of Gully erosion development causes in Aliabad Gilan Basin., fourth science and watershed engineering congress, Natural resources faculty. Tehran University. Iran.

12- Studies and watersheds evaluation office in Jihad ministry, proceeding of second national congress on erosion and sediment, Ionesco national central commission in Iran, 2000, 302 p.