

بررسی اثربخشی بیولوژیک (نهالکاری) در کاهش فرسایش خاک (مطالعه موردی: جنگل های منطقه ی حسلک ورازان شهرستان نور)

علی اصغر نعمت داد¹، هادی کیادلیری²، محمد رسول رجبی³

تاریخ دریافت: 93/8/27 تاریخ پذیرش: 93/11/5

چکیده:

این پژوهش با هدف ارزیابی تاثیر اقدامات بیولوژیک (نهالکاری) در کاهش فرسایش خاک در محدوده روستای ورازان بخش بلده شهرستان نور صورت گرفته است. عرصه مورد تحقیق در سال 1385 تحت عملیات بیولوژیک (نهالکاری) قرار گرفته است. جهت انجام این تحقیق میزان تلفات خاک در دو حالت قبل و بعد از عملیات بیولوژیک (پس از طی زمان هفت ساله) با استفاده از مدل ارتقاء یافته معادله جهانی فرسایش خاک (RUSLE) برآورد و با هم مقایسه گردید در این راستا ضمن تفکیک عرصه مورد تحقیق به چهارده واحدکاری بر حسب طول دامنه ها، هر یک از عوامل ششگانه دخیل در مدل یادشده نیز به صورت نقشه های رستری در هر دو حالت قبل و بعد تهیه گردید و سپس با ضرب لایه ها نقشه نهایی فرسایش ویژه بر حسب تن در هکتار در سال برای هر دو حالت ذکر شده برآورد گردید. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش درصد تاج پوشش با گذشت دوره زمانی هفت ساله مقادیر متوسط فرسایش از 5,8 تن در هکتار به 4,3 تن در هکتار در سال کاهش یافته است از این رو با توجه به مقادیر یکپارچه به دست آمده جهت هر یک از واحدهای کاری اختلاف معنی دار با مقادیر فرسایش قبل از عملیات بیولوژیک داشته است. لذا توصیه می گردد که در عملیات اجرایی حفاظت خاک اقدامات بیولوژیکی در اولویت قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آبخیزداری، بیولوژیک، پوشش گیاهی، فرسایش خاک، ورازان

1- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

2- عضو هیات علمی و رییس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران

3- رییس اداره مطالعات آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران-نوشهر

۱. مقدمه

جمله چرای بی‌رویه دام، ساختمان خاک از هم پاشیده و ذرات آن در اثر کمترین نیرو، فرسایش را دنبال خواهد داشت.

تخریب اراضی عبارت است از کاهش مداوم قابلیت تولید آن‌ها در نتیجه فقیرشدن و از بین رفتن پوشش گیاهی، فرسایش آبی، در معرض باد قرارگرفتن، کاهش میزان مواد آلی و عناصر معدنی خاک و از بین رفتن ساختمان آن و کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک. بخشی از این کاهش را می‌توان به سرعت زیاد رشد جمعیت، خشکی‌های دوره‌ای و سامانه‌های نامناسب کشاورزی و بازاریابی نسبت داد. بخش عمده‌ی آن نتیجه زوال اراضی کشاورزی بر اثر فرسایش خاک و تخلیه‌ی عناصر غذایی و افت بعدی قابلیت تولید آن است (FAO, 1986).

نقش پوشش گیاهی در حفاظت خاک بسیار با اهمیت است و به روش‌های مختلف در حفظ و پایداری سطحی یا توده‌ای خاک و کاهش انواع فرسایش کمک می‌کند. استفاده از پوشش گیاهی به منظور مهار یا کاهش شدت و مقدار فرسایش و تثبیت شیب‌ها از دوران باستان مرسوم و به طور عمده مبتنی بر تجارب گذشتگان یا روش‌های تجربی بوده است. بررسی تجدیدحیات این پدیده به صورت علمی و تخصصی و توسعه‌ی آن به صورت کنونی در دهه‌ی 1930، در کشورهای آلمانی زبان (اتریش، آلمان و سوئیس) شروع شده است و در این زمینه انجام تحقیقات بیشتر در دهه‌های 1970 و 1980، در آمریکا، کانادا و دیگر نقاط جهان گسترش یافته و سرانجام در دهه‌ی 1990، به دنبال افزایش آگاهی‌های علمی پیرامون

یکی از مسایل مهم در دنیای امروز حفاظت از ثروت‌های طبیعی است که خداوند به رایگان در اختیار جوامع بشری قرار داده است. در این میان آب و خاک دو عامل مهم و حیاتی به‌شمار می‌روند که زندگی و حیات جوامع بشری به آن وابسته است. امروزه حفاظت از خاک که به‌عنوان پشتوانه‌ای جهت تامین غذا و مایحتاج انسان می‌باشد امری اجتناب‌ناپذیر است. خاک از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است. تخریب و زوال خاک، رفاه انسان و حتی حیات او را تهدید می‌کند. با افزایش جمعیت و تقاضا، از سوی بهره‌برداری از زمین افزایش یافته و از سوی دیگر، کشاورزان به دلیل کمبود زمین‌های زراعی، زمین‌های حساس به فرسایش را که پوشش گیاهی مناسبی دارند، به زیر کشت می‌برند. ادامه‌ی این کار موجب تخریب منابع طبیعی تجدیدشونده می‌شود، به گونه‌ای که تخریب منابع طبیعی یکی از معضلات قرن بیست و یکم به‌شمار می‌رود (رفاهی، 1378). از آن‌جا که بین عوامل مختلف در طبیعت ارتباط نزدیک و قوی وجود دارد، استفاده از منابع طبیعی تجدیدشونده باید به گونه‌ای صورت گیرد که در موازنه محیط مشکلی ایجاد نکند (احمدی، 1378). مهمترین عامل در حفظ و پایداری خاک، پوشش گیاهی است. خاک وقتی پوشش گیاهی خود را از دست می‌دهد در معرض مستقیم عوامل محیطی قرار گرفته و به دلیل از بین رفتن مواد آلی خود ذرات آن فاقد چسبندگی بوده و به همین دلیل در اثر عواملی چون باد و باران و یا عامل انسانی از

2- مواد و روش‌ها

2-1- موقعیت جغرافیایی محل مورد تحقیق

به منظور بررسی اوضاع طبیعی ابتدا محل مورد بررسی بر روی نقشه توپوگرافی 1:25000 مشخص، سپس مبادرت به رقوم‌سازی مرز منطقه، خطوط منحنی میزان، شبکه آبراهه‌ها و ... در محیط نرم‌افزاری Arc GIS گردید. سپس پارامترهای فیزیکی منطقه نظیر مساحت، محیط، تهیه گردید. آنگاه جهت بررسی خصوصیات توپوگرافی منطقه مبادرت به تهیه مدل رقومی ارتفاع¹ گردید و از روی آن نقشه‌های هیپسومتریک، شیب و جهت تهیه گردید. در محدوده مورد مطالعه در 14 واحد به طور مجزا پروفیل شاهد انتخاب و پس از نمونه‌برداری و ارسال به آزمایشگاه خصوصیات شیمیایی به صورت جدول پیوستی گزارش شد. خصوصیات ذکر شده به شرح ذیل می‌باشد:

- 1- درصد ذرات معدنی (رس، سیلت، شن)
- 2- بافت خاک 3- اسیدیته خاک 4- هدایت الکتریکی 5- درصد مواد خنثی شونده و 6% اشباع
- 7- ماده آلی 8- ازت کل 9- نسبت کربن به ازت
- 10- فسفر و پتاسیم قابل جذب عرصه مورد تحقیق با وسعتی معادل 99,6 هکتار در ارتفاعات روستای ورازان بخش بلده شهرستان نور در منطقه موسوم به حصلک بر روی یال با شیب ملایم مشرف به دامنه‌های غربی منتهی به روستای نیتل و شرقی منتهی به روستاهای ورازان و شاه ناچر واقع گردیده است که به لحاظ تقسیمات سیاسی در قسمت غرب استان مازندران، و در

موضوعات منابع طبیعی، محیط‌زیست و پوشش گیاهی، استفاده‌ی سازه‌ای از آن در طرح‌ها و پروژه‌های مهار و کاهش کنترل فرسایش، آبخیزداری، جاده‌سازی و محیط‌زیست مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (FAO, 1986).

در این راستا از جمله اقدامات اجرایی- دستگاه‌های متولی امر اجرای پروژه‌های بیولوژیک آبخیزداری (جنگلکاری و مرتعکاری) با هدف حفاظت خاک و کنترل روان آب‌های سطحی و هدایت آن به عمق خاک و به تبع آن جلوگیری از فرسایش آبی می‌باشد که آثار مثبتی همچون تقویت خاکدانه‌ها و متعاقب آن تقویت پوشش گیاهی را در پی خواهد داشت. این اقدامات که به منظور حصول نتیجه مطلوبتر گاه‌ها از چند نوع عملیات به طور توأم استفاده می‌گردد که از آن جمله می‌توان به عملیات تثبیت بیولوژیک به همراه عملیات مکانیکی را نام برد؛ تاثیر شگرفی بر روند کاهش فرسایش خاک خواهد داشت. بررسی میزان تاثیر اجرای پروژه‌های بیولوژیک از موارد مهمی است که می‌تواند ما را در رسیدن به اهداف حفاظت خاک کمک نماید. این تحقیق که در منطقه حصلک ورازان بخش بلده شهرستان نور انجام شده است به بررسی میزان تاثیر اجرای پروژه‌های بیولوژیک در کاهش فرسایش اشاره دارد. که نتایج آن می‌تواند در اجرای سایر پروژه‌های آبخیزداری در سال‌های آتی و میزان اثر بخشی پوشش گیاهی در روند کاهش فرسایش استفاده شود.

1. DEM (

کرج) پس از انشعاب (دو راهی حسن آباد یا دوآب) به سمت بخش کجور و امتداد آن به سمت روستاهای صالحان، شاه ناچر و ورازان می‌باشد. همچنین جاده دسترسی دیگر انشعاب از جاده بلده - نور به ارتفاعات جنوبی منطقه ورازان و از آنجا به روستای یاد شده می‌باشد.

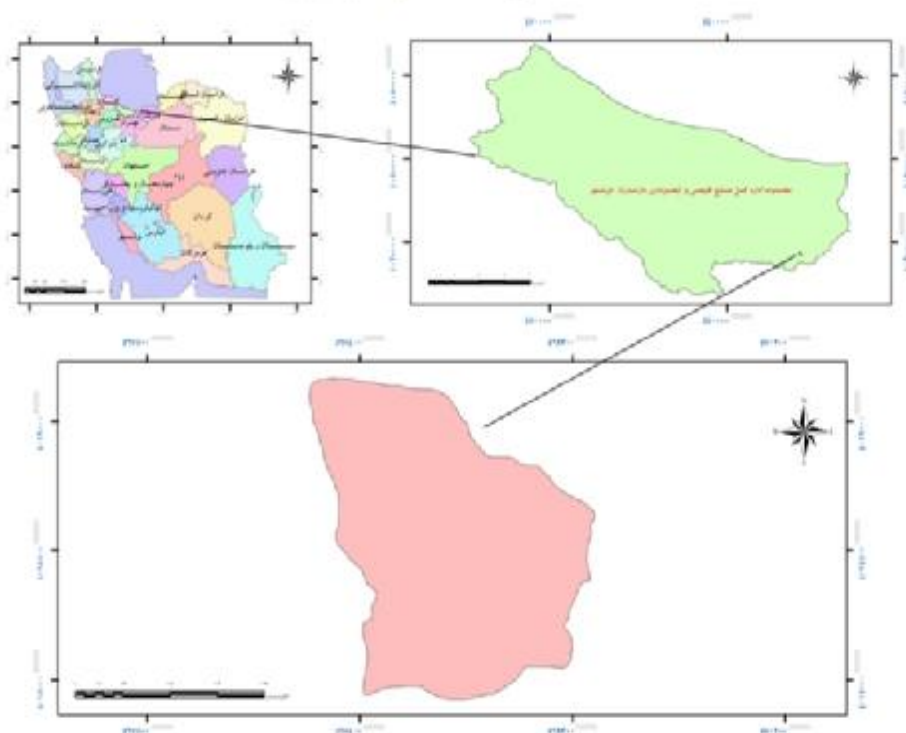
همچنین بررسی سابقه عملیات اجرایی در منطقه نشان داد که کل عرصه مورد تحقیق طی سالهای ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۶ تحت عملیات نهالکاری با گونه‌های کاج سیاه، ون، شیردار، بلوط (اوری) و... قرار گرفته‌است و در طول سال‌های پس از اجرا نیز محصور و تحت قرق کامل قرار داشته‌- است.

فاصله حدود ۷۵ کیلومتری جنوب شهرستان نور و بخش بلده می‌باشد. این محدوده از نظر موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی $23/7''$ تا $51^{\circ} 28' 15/7''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 15' 3/9''$ تا $36^{\circ} 22' 12/7''$ شمالی واقع گردیده است شکل ۱ نقشه موقعیت عرصه مورد تحقیق در کشور و استان مازندران را نشان می‌دهد.

به لحاظ ارتفاعی کمترین ارتفاع منطقه ۲۱۴۰ متر از سطح دریا و مرتفع‌ترین نقطه آن ۲۳۴۰ متر واقع در ارتفاعات جنوبی منطقه می‌باشد.

راه اصلی دسترسی به منطقه در کیلومتر ۲۰ جاده چالوس به مرزن آباد (محور چالوس -

نقشه موقعیت مکانی حوزه ورازان



شکل ۱- نقشه موقعیت عرصه مورد تحقیق در کشور و استان مازندران

2-2 - روش‌ها

به روش‌های مختلف می‌توان تلفات خاک از دست رفته را برآورد نمود که یکی از این روش‌ها استفاده از مدل معادله جهانی فرسایش خاک (USLE)¹ می‌باشد (رفاهی 1378) که با در نظر داشتن عوامل متعددی (ششگانه مورد اشاره) می‌توان میزان تلفات خاک را برآورد نمود و در این تحقیق در نظر است با استفاده از مدل یاد شده با برآورد فرسایش قبل از اجرای عملیات بیولوژیک و مقایسه آن با شرایط بعد از احیاء (با گذشت دوره زمانی هفت ساله) به میزان اثر بخشی اقدامات بیولوژیک پی برد.

فرمول اولیه این مدل جهت تخمین فرسایش خاک در راستای برنامه‌ریزی کشاورزی به منظور حفظ منابع آب و خاک با اعمال مدیریت زراعی و عملیاتی کنترل فرسایش با در نظر داشتن عوامل ششگانه مؤثر در فرسایش آبی به صورت رابطه شماره (1) ارایه گردید. در این فرمول تاثیر هر کدام از عوامل مؤثر در فرسایش خاک را با یک عدد مشخص می‌کنند. میزان فرسایش از حاصل ضرب این اعداد به دست آمد.

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

(رفاهی 1378) که در آن:

A : مقدار خاک فرسایش یافته به وسیله فرسایش سطحی و شیاربری بر حسب جرم در واحد سطح و در واحد زمان است که در سیستم انگلیسی بر حسب تن در ایکر در سال و در سیستم متریک بر حسب تن در هکتار در سال می‌باشد.

R : عامل بارندگی است که قدرت فرسایندهگی باران را نشان می‌دهد.

K : ضریب فرسایش‌پذیری خاک است. عددی است که حساسیت ذاتی خاک را مشخص می‌کند. و با استفاده از پنج خصوصیات فیزیکی خاک (شن، سیلت و شن خیلی ریز، ماده آلی، ساختمان و نفوذپذیری) برآورد می‌شود.

L : عامل طول شیب است و عبارت است از نسبت فرسایش در طول شیب به فرسایش در همان زمین و همان شیب ولی با طول 72,6 فوت یا 22,1 متر.

S : عامل شیب زمین است و عبارت است از نسبت فرسایش در شیب موجود در زمین به مقدار فرسایش در همان زمین و همان طول ولی با شیب 9 درصد (یا 5 درجه).

C : عامل پوشش گیاهی است و عبارت است از فرسایش حاصل شده در زمینی با پوشش گیاهی مشخص نسبت به مقدار فرسایش در شرایط پوشش و مدیریت کرت استاندارد که در جهت شیب شخم خورده است. (کرت استاندارد یا مینا و یا شاهد؛ کرتی است فاقد پوشش، که در جهت شیب شخم خورده و به صورت آیش دائمی می‌باشد. مساحت این کرت 0,01 ایکر، شیب آن 9 درصد و عرض آن 6 فوت یا 1,83 متر بوده و طول آن 72,6 فوت یا 22,13 متر می‌باشد).

P : عامل حفاظت خاک بوده و عبارت است از نسبت فرسایش یک زمین حفاظت شده به مقدار فرسایش همان زمین که هیچ‌گونه عملیات حفاظتی در آن انجام نگرفته است یعنی کشت و کار در امتداد ردیف‌های شیب است.

علیرغم ایرادات وارده بر این روش محققین مختلف تاکنون سعی بر اصلاح روش اولیه و ارایه نسخه‌های اصلاح شده آن را داشته‌اند از جمله نسخه‌های اصلاح شده بعدی نسخه

1. Universal soil loss equation

از نرم افزار ArcGIS، Arc Hydro و Erdas (به منظور بررسی نقشه‌های رستری و وکتوری و همچنین لایه‌های رقومی) برای هر دو حالت قبل و بعد از عملیات احیایی به صورت لایه‌های رقومی رستری تهیه و سپس به منظور برآورد فرسایش به روش RUSLE از حاصلضرب این شش لایه برای هر پیکسل فرسایش ویژه برآورد و پس از کلاس‌بندی پیکسل‌ها با توجه به دامنه اعداد نقشه نهایی با عنوان نقشه فرسایش ویژه (تن درهکتار در سال) برای هر دو حالت تهیه گردید. سپس با هم مقایسه گردید. بدیهی است که عامل‌های قدرت فرساینده باران، فرسایش-پذیری خاک، طول و درجه شیب در حالت قبل و بعد از عملیات بیولوژیک یکسان می‌باشند و تغییرات جزئی ناشی از بهبود ساختمان و مواد آلی خاک در اثر گذشت زمان اجرای بیولوژیکی (دوره زمانی هفت سال) منظور نگردیده است همچنین کاهش طول شیب ناشی از گودال‌ها و تشتک‌های احداث شده جهت استقرار و غرس نهال‌ها نیز لحاظ نگردیده است و عامل بارندگی نیز کاملاً مستقل از تغییرات در سطح عرصه مورد تحقیق است. از این‌رو چهار عامل اول ذکر شده در حالت قبل و بعد از عملیات بیولوژیکی یکسان در نظر گرفته شده است و تنها عامل‌های مورد بررسی مربوط به پوشش گیاهی و حفاظت خاک می‌باشد که در منطقه مورد تحقیق این عامل‌ها قبل از شروع عملیات بیولوژیک از مطالعات طرح جامع تفصیلی - اجرایی آبخیزداری استخراج گردید و برای بعد از عملیات بیولوژیک با استفاده از شبکه آمار برداری با فواصل 150×150 و به روش نمونه برداری سیستماتیک تصادفی (منظم تصادفی) و با استفاده از روش ترانسکت خطی در طبیعت (نمونه فرم آمار برداری در جدول شماره 2 آمده است) و با-

(RUSLE)¹ که بستگی به نوع استفاده از اراضی دارد یعنی هم در اراضی کشاورزی و هم در اراضی منابع طبیعی قابلیت استفاده دارد که به آن Land Use Dependent و این مدل Single Event است و می‌تواند مقدار فرسایش را برای هر رخداد حساب کند (رفاهی 1378). در مدل RUSLE فاکتورهای R و K مشابه نسخه اولیه می‌باشد اما عامل‌های L و S با توجه به معادلات جدید براساس نسبت فرسایش شیاری به بین شیاری بهبود یافته و برای استفاده در شیب‌های مرکب تطابق یافته است. همچنین عامل‌های C و P نیز بر اساس جداول استاندارد جدید تعیین می‌شوند.

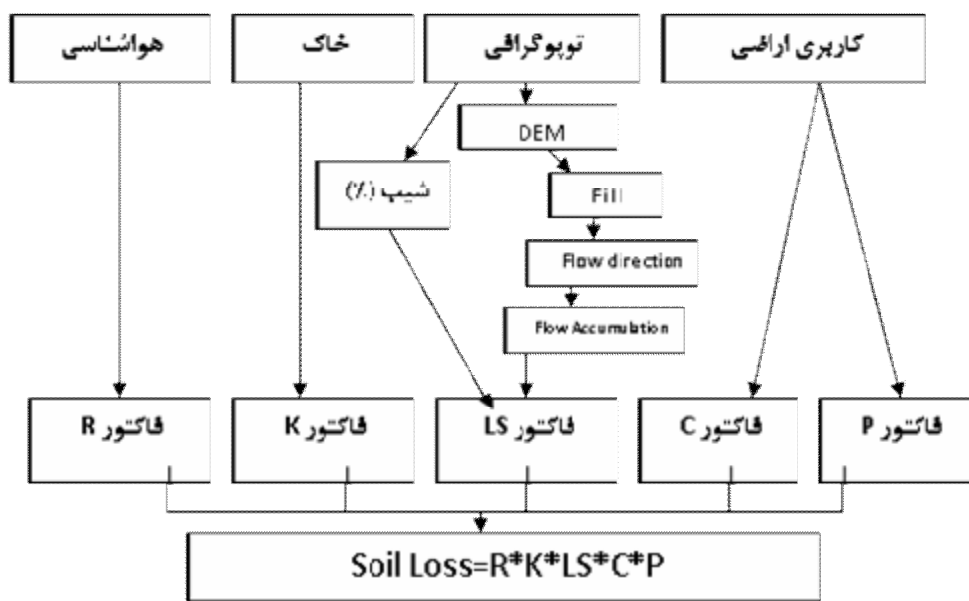
در راستای بکارگیری این مدل ضرورت دارد قبل از هر اقدامی کل منطقه مورد تحقیق با توجه به نیازهای مدل یعنی با در نظر داشتن طول دامنه‌ها، واحدهای کاری تفکیک گردد. در این خصوص سعی شده است از نقشه جهت جغرافیایی که به نوعی مبین تفکیک دامنه‌ها می‌باشد استفاده گردد. چرا که با تفکیک شدن دامنه‌ها به عنوان واحد کاری طول دامنه‌ها نیز مشخص می‌گردد. طول دامنه‌ها نیز نقش اصلی در بروز آستانه رواناب و متعاقب آن افزایش فرسایش پذیری را خواهد داشت.

در این تحقیق که در نظر است نقش پوشش گیاهی و اثر اقدامات بیولوژیک در کاهش فرسایش خاک مشخص شود به مقایسه فرسایش برآوردی در قبل و بعد از عملیات احیایی پرداخته است از این‌رو کلیه عامل‌های ششگانه دخیل در معادله یادشده (نسخه RUSLE) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، داده‌های اقلیمی، خاک، کاربری و عملیات صحرائی و با بکارگیری

یک از واحدهای کاری به صورت یکپارچه مقادیر حداقل، متوسط و حداکثر فرسایش ویژه برآورد گردید و سپس با استفاده از داده‌های مقادیر متوسط فرسایش هر واحد کاری میزان اختلاف فرسایش در هر دو حالت قبل و بعد محاسبه گردید و جهت بررسی معنی‌دار بودن نقش عملیات بیولوژیک باتوجه این‌که نمونه‌ها از دو گروه وابسته (مکان ثابت و در دو زمان مختلف) بوده‌اند از آزمون آماری T-Test جفتی هم به روش دستی و هم با استفاده از روش نرم‌افزاری (نرم افزار spss) استفاده شده است.

توجه به فواصل درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها، گیاهان علفی، سطح خاک لخت، بقایای گیاهی و سنگ و سنگریزه سطح پوشش و گسترش پوششی هر کدام یک از کاربری‌ها مورد نظر اندازه‌گیری گردید. آن‌گاه با در دست داشتن اطلاعات پوشش سطحی منطقه و جداول استاندارد مرتبط عامل‌های C و P تعیین گردید. شکل شماره 2 شماتیک روند اجرای مدل و نحوه رویهم‌گذاری را نشان می‌دهد.

باتوجه به نقشه‌های رستری فرسایش ویژه به‌دست آمد. در هر دو حالت قبل و بعد برای هر



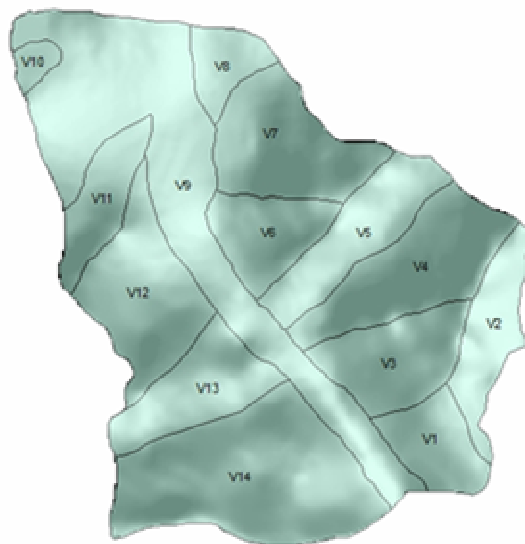
تصویر بالا روند اجرای آماربرداری صحرايي را نشان می‌دهد.

- نتایج

باشد که نتایج حاصل از آنها به صورت نقشه‌های رستری جهت هر عامل بطور جداگانه ارائه شده است.

همچنین نتیجه نهایی که با ضریب شش لایه ذکر شده بر ای هر دو حالت قبل و بعد از عملیات احیایی به دست آمده است به صورت نقشه‌های رستری و وکتوری ارائه شده است. شکل‌های شماره 4 و 5 نقشه‌های به دست آمده را نشان می‌دهد.

همان‌طوری که در مواد و روش‌ها اشاره شده است ابتدا منطقه مورد تحقیق به واحدهای کاری تفکیک گردید. که شکل 3 نقشه واحدهای کاری منطقه مورد تحقیق را نشان داد. و همچنین در جدول شماره 1 خصوصیات واحدهای کاری منطقه نیز درج گردیده است. چهار لایه رستری از عوامل شش‌گانه موثر در این روش نظیر بارندگی، عامل فرسایش‌پذیری خاک، درجه و طول شیب قبل و بعد از عملیات احیایی ثابت می‌باشد و عواملی که بعد از اجرای اقدامات بیولوژیک تغییر می‌یابند عامل کاربری و عامل حفاظت خاک می‌-



شکل 3- نقشه واحدهای کاری منطقه مورد تحقیق

جدول شماره 1- خصوصیات واحدهای کاری

جدول مشخصات واحد های کاری منطقه ورازان						
لیتولوژی منطقه	شیب دامنه (درصد)	طول بزرگترین دامنه در جهت شیب (متر)	محیط (متر)	مساحت		واحد کاری
				درصد	هکتار	
آهک توده ای، و دولومیت -کوارتز، سنگ آهک و آتشفشانی	20-40	254	830.3	3.9%	3.9065	V1
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	20-30	148	1279.3	4.7%	4.6541	V2
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا-آهک توده ای، و دولومیت	12-30	355	1045.5	6.0%	5.9897	V3
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	8-30	345	1408.5	8.5%	8.4650	V4
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	12-30	485	1269.7	6.1%	6.1334	V5
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	12-30	298	902.2	4.6%	4.5441	V6
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	2-30	395	1224.0	8.0%	7.9663	V7
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	2-8	222	704.4	2.6%	2.5992	V8
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا-آهک توده ای، و دولومیت	2-30	335	3885.2	21.7%	21.6240	V9
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا	0-2	105	377.7	0.9%	0.8845	V10
شیل خاکستری، سیلت استون، ماسه سنگ و کنگلومرا -آهک توده ای، و دولومیت	2-40	98	999.3	3.8%	3.8253	V11
آهک توده ای، و دولومیت	5-60	239	1449.1	8.2%	8.1991	V12
آهک توده ای، و دولومیت	2-40	160	1123.8	5.7%	5.7255	V13
کوارتز، سنگ آهک و آتشفشانی	12-40	530	1706.0	15.4%	15.3512	V14
			18205.1570	100%	99.8680	جمع

در سال به 6 تن در هکتار در سال کاهش یافته- است. و کمترین مقدار فرسایش در واحد کاری V10 می باشد که از 0/2 تن در هکتار در سال به 0/1 تن در هکتار در سال کاهش یافته است.

و در جدول 2 مقادیر اختلاف حداقل، متوسط و حداکثر فرسایش ویژه در هر دو حالت قبل و بعد منظور گردیده است. همچنین نتایج حاصل از آزمون آماری T-Test جفتی باتوجه به مقدار sig. به دست آمده که صفر بوده و از 0,05 کوچکتر است در نتیجه تفاوت معنی داری بین مقادیر فرسایش در قبل و بعد از انجام عملیات بیولوژیک وجود دارد.

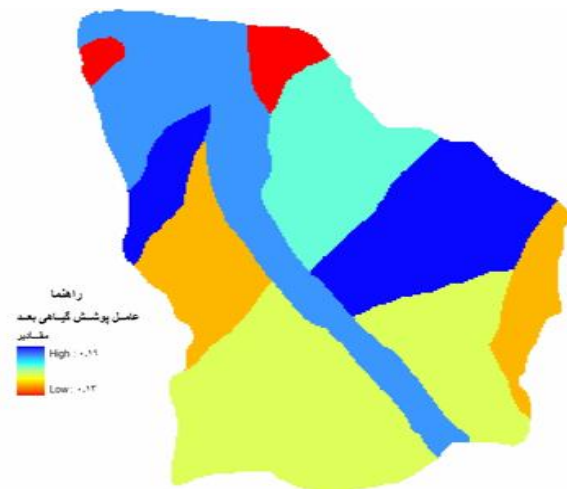
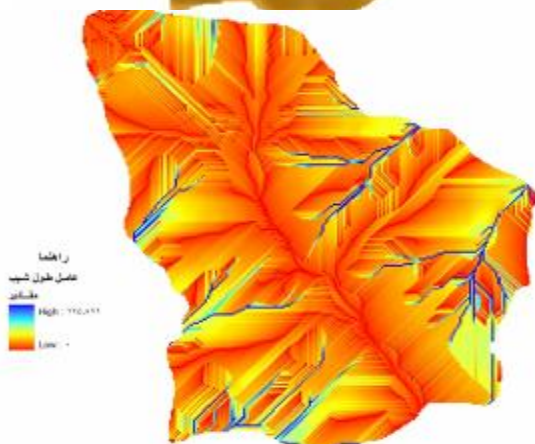
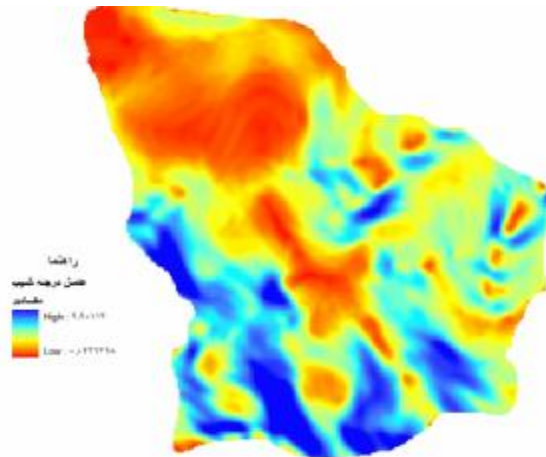
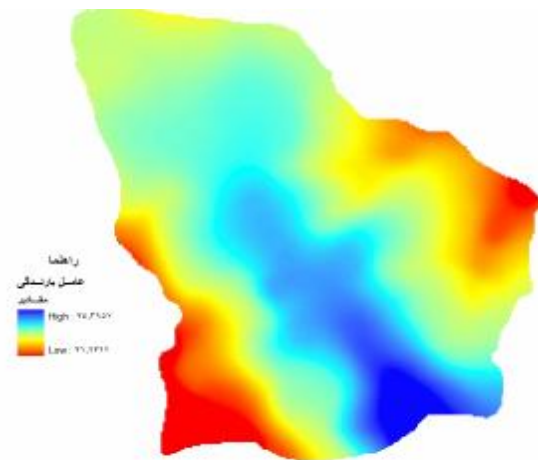
مقادیر متوسط فرسایش ویژه در کل عرصه مورد تحقیق از 5,8 تن در هکتار در سال به 4,3 تن در هکتار در سال کاهش یافته است همچنین مقادیر متوسط فرسایش ویژه در واحدهای کاری نیز متنوع می باشد بیشترین آن واحد کاری V3 می باشد که مقدار فرسایش از 8/7 تن در هکتار

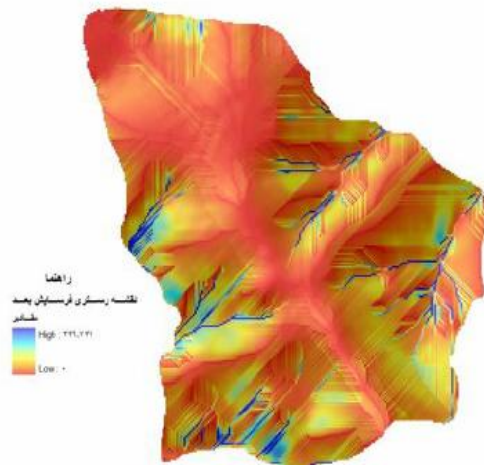
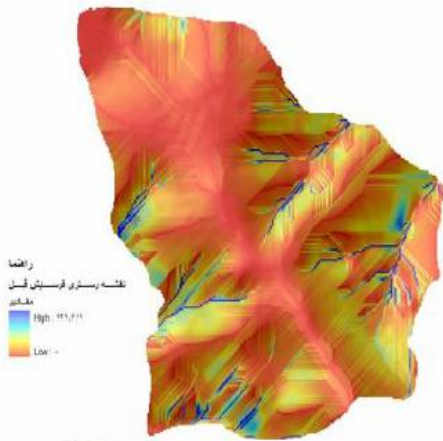
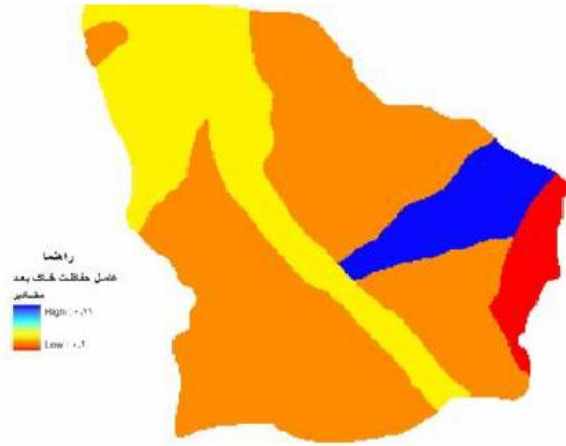
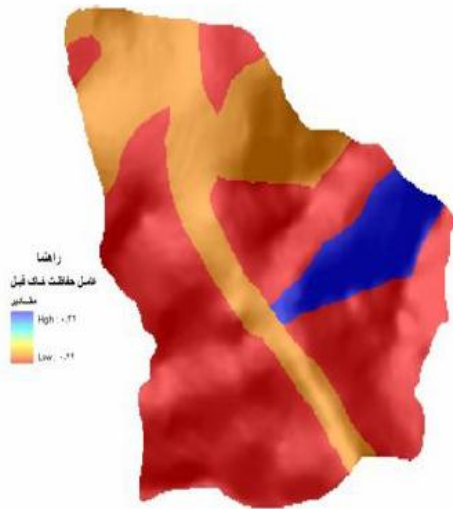
نمونه فرم آماربرداری صحرایی بروش ترانسکت جهت ارزیابی عملیات بیولوژیک منطقه ورازان کجور استان مازندران							
شماره ترانسکت: 44 طول ترانسکت: 40 متر مختصات: 4015001-568551UTM							
جهت دامنه: جنوبی شیب نسبی منطقه: 25 درصد							
ارتفاع از سطح دریا: 2162 متر واحد کاری: 14v تاریخ برداشت: 24/6/1392							
جمع	درصد نوع پوشش			تجمعی (متر)	سطح پوشش (متر)	نوع پوشش	ردیف
	خاک لخت	لاشبرگ	گیاهی				

(جدول نمونه فرم آماربرداری صحرایی)

شکل 4- نقشه‌های رستری عامل‌های بارندگی، خاک، طول و درجه شیب و پوشش گیاهی قبل و بعد عملیات بیولوژیک را نشان می‌دهد.

شکل 5- نقشه‌های رستری عامل حفاظت خاک و نقشه رستری وکتوری فرسایش ویژه قبل و بعد عملیات بیولوژیک را نشان می‌دهد.





جدول 2- مقایسه مقادیر فرسایش ویژه بر حسب تن در هکتار در سال قبل و بعد از اجرای عملیات

بیولوژیکی به تفکیک هر یک از واحدهای کاری

واحد کاری	مقادیر حداقل فرسایش ویژه		مقادیر حداکثر فرسایش ویژه		مقادیر میانگین فرسایش ویژه		انحراف از معیار
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	
V1	0	0	22.1	28.9	7.6	5.8	3.5
V2	0	0	264.2	310	7.1	6.1	18.3
V3	0	0	293.1	422.2	8.7	6	20.4
V4	0	0	349.7	629.7	8.4	4.6	23.3
V5	0	0	125.4	214.3	6.8	4	10.3
V6	0	0	47	55	3.9	3.3	6.1
V7	0	0	86.5	150.5	5.4	3.1	10.3
V8	0	0	3.6	4.9	1.3	1	1.1
V9	0	0	24.8	25.9	1.7	1.6	2.3
V10	0	0	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1
V11	0	0	228.7	264.9	5.8	5	21.3
V12	0	0	139.9	156.4	7.7	6.9	9.8
V13	0	0	115.8	151.7	8.7	6.7	15.5
V14	0	0	104.8	130.4	7.2	5.8	10
متوسط	0	0	129	181.8	5.8	4.3	10.9

4 - بحث و نتیجه گیری

کاغذ مازندران و سفارود، آذین و همکاران - (1388)، پوتوین و هاریسون (عملیات بیولوژیک - 1994)، برگ و همکاران (نقش لاشبرگ - 1997)، روبرتسون (بررسی عملیات بیولوژیک و قرق منطقه، بهبود وضعیت خاک و کاهش فرسایش - 1971)، کوپین و ریچارد (افزایش درصد پوشش تاجی نسبت هدر رفت خاک - 1990 لندن) و سایر محققین... همسو و موید تحقیق نامبردگان می باشد. این در حالی است که در این تحقیق از عوامل شش گانه موثر در فرسایش خاک عامل های بارندگی، فرسایش پذیری خاک، طول دامنه و درجه شیب در قبل و بعد از اجرای عملیات بیولوژیک یکسان فرض شده است و نقش گذشت

نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی داری در میزان فرسایش ویژه در قبل و بعد از اجرای عملیات بیولوژیک با گذشت فاصله زمانی هفت ساله داشته است از این رو نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات مورد اشاره در سوابق مورد اشاره (اقطاعی - 1387 و باقریان و همکاران - 1384 و بهرامی و همکاران - 1386، تیموری و عمرانی - 1389)، نظامی - 2012، صادقی و کارشناسان (1375-1377 و 1378-1380)، پناهی و همکاران در برآورد ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک جنگل های خزری که به مطالعات موردی طرح های جنگلداری خیرود کنار چوب و

گیری دقیق گرفته شده پیشنهاد می‌گردد که با ایجاد بانکت و یا فارو و سایر روش‌های اصلاحی نسبت به کاهش شیب و طول دامنه اقدام نمود تا نقش عوامل LS نیز به‌طور دقیق روشن و آشکار شود.

2-ارایه برنامه‌های مرتبط با کاربری اراضی کشاورزی، جنگلی، مرتعی و آبراهه‌های اصلی و فرعی برای کنترل وضعیت اکولوژیکی و حفظ توان منطقه و ایجاد شرایط مناسب به منظور فراهم ساختن زمینه بهبود فعلی و اعمال سیاست صحیح بهره‌برداری از اراضی همراه با مسائل حفاظتی.

3-بعد از اجرای عملیات خصوصاً نهالکاری اجرای عملیات مراقبت، آبیاری (در نقاطی که نیاز می‌باشد) و حفاظت و قرق با اهمیت بوده و حتماً مورد توجه قرار گیرد. مرمت و واکاری‌های بعد از عملیات مهم بوده و مورد توجه قرار گیرد.

4- اولویت‌بندی اجرا درحوزه‌های آبخیز به ترتیب عملیات صورت پذیرد.

5-اجرای عملیات بیولوژیک مطابق کتابچه‌های طرح صورت پذیرد.

6-انتخاب نوع پوشش اولویت گونه‌های گیاهی و میزان رבایش بارندگی گونه‌ها (سوزنی‌برگان نسبت به پهن‌برگان میزان رבایش بیشتری دارند) مهم می‌باشد.

7- اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی، اقدامات اجتماعی و اقتصادی در حوزه‌ها.

زمان و احیای پوشش گیاهی در تکامل خاک و بهبود ساختمان خاک و خاکدانه‌ها و همچنین شکست طول دامنه و درجه شیب در اثر چاله‌های احداث شده در غرس نهال نیز در نظر گرفته نشده‌است که در صورت لحاظ آن مقدار کاهش فرسایش بعد از اجرای عملیات بیولوژیک ملموس‌تر خواهد بود. لذا باتوجه به موضوع تحقیق فقط بر عامل‌های پوشش گیاهی C و حفاظت خاک P تاکید شده است. این تحقیق نقش و ضرورت پوشش گیاهی و به‌طور کلی عملیات بیولوژیک را در مسئله فرسایش آشکار ساخته و به‌عنوان یک روش مطلوب و نسبتاً ارزان را در اقدامات اجرایی آبخیزداری پیشنهاد می‌نماید. و در این راستا نیز تاکید می‌نماید که در صورت اجرای هر نوع عملیات بیولوژیکی اعم از جنگلکاری و مرتعکاری احداث بانکت و فارو نیز مقادیر کاهش فرسایش نیز چشمگیرتر خواهد بود همچنین انتخاب نوع پوشش و میزان رבایش بارندگی گونه‌ها باتوجه به این‌که سوزنی‌برگان نسبت به پهن‌برگان میزان رבایش بیشتری دارند مهم می‌باشد و مورد تاکید قرار می‌گیرد. نظر به این‌که سالانه مبالغ زیادی از بودجه‌های عمرانی و اعتبارات ملی و استانی در سطح کشور به این امر اختصاص می‌یابد و میزان تاثیر اجرای پروژه‌های بیولوژیک در مناطق مختلف نیز متفاوت است لذا لازم است به‌منظور اثر بخشی پروژه‌ها در عرصه‌های طبیعی حوزه‌های آبخیز در اجرای عملیات با دقت خوبی عمل نموده و در جهت بهبود روند کار و حصول به مطلوبترین روش انجام پروژه‌های بیولوژیک اقدام گردد. برای هرچه بهتر اجرا نمودن عملیات بیولوژیک پیشنهادات ذیل ارایه می‌گردد:

1- در این تحقیق نقش عوامل C , P , باتوجه به تغییرات پوشش گیاهی با گذشت زمان و اندازه-

منابع

- 1) احمدی، ح، رفاهی، ح، طهماسبی بیرگانی و اختصاصی، پتانسیل رسوبدهی فرسایش آبی با استفاده از مدل MPSIAC و روش مستقیم در مناطق بیابانی ایران مطالعه موردی حوزه آبخیز آب بخشاء بردسیر کرمان، نشریه desert، 1388.
- 2) احمدی، ح. (1374) - ژئومورفولوژی کاربردی (جلد 1) - انتشارات دانشگاه تهران - 614 صفحه.
- 3) احمدی، حسن و فیض‌نیا، سادات، (1378)، "سازندهای دوره کواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، 557 صفحه.
- 4) آقاجانلو، خ، 1384، بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوبدهی در بخشی از حوزه آبخیز زنجانرود در محیط GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران.
- 5) باقرزاده، کریمی، 1372، بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک‌های سنجش ازدور و GIS در مطالعات فرسایش خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- 6) بهنیا، ح. 1380 - اصول مهندسی آبخیزداری. انتشارات آستان قدس رضوی.
- 7) حسنلو، م، عبدی، تعیین شدت فرسایش و رسوبزایی اراضی حوزه آبخیز سد تهم با استفاده از مدل PSIAC و GIS، اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، 1382.
- 8) حیدری، رنگزن و زراسوندی، پهنه‌بندی فرسایش و برآورد رسوب حوزه پگاه سرخ گتوند، همایش ژئوماتیک، 1385.
- 9) حسن‌زاده، ر. بیدخوری، ع. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS - مبانی و آموزش نرم افزار Arc GIS. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد - 1387 (296- صفحه)
- 10) خدا رحیمی، ر. 1384 - بررسی کارایی روش‌های تجربی EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز خارستان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران
- 11) داوری، بهرامی، و قدوسی، ج، بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM در حوزه نوزیان خرم آباد، اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، 1383.
- 12) راستگو، قهرمانی، ثنایی‌نژاد، داوری، و خداشناس، برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت در شمال شهر کرمانشاه با مدل‌های تجربی EPM و MPSIAC به کمک GIS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، 1385.
- 13) رحمانی، هادیان امری، ملا آقاجان‌زاده، بکارگیری داده‌های ماهواری ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی در برآورد فرسایش رسوب با استفاده از مدل MPSIAC (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شرفخانه - شبستر)، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، 1384.

- 14) رفاهی، ح. (1375) - فرسایش آبی و کنترل آن - انتشارات دانشگاه تهران - 551 صفحه.
- 15) روی، س. (1377). تعیین حساسیت اراضی به فرسایش خاک حوزه دماوند با استفاده از مدل GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- 16) سازمان زمین شناسی کشور، نقشه‌های زمین شناسی 1:100000 شیت‌های (6163، 6263، 6262 و 6162)
- 17) سازمان نقشه برداری، عکس‌های هوایی: 1:40000 منطقه مطالعاتی سال 1372
- 18) طرح‌های مرتعداری سامانه های عرفی موجود در حوزه آبخیز آزاد رود، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری نوشهر، 1381-1383
- 19) طهماسبی پور، محمد، (1373). کاربرد و ارزیابی مدل MPSIAC برای تهیه نقشه فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز جاجرود با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- 20) کریمی آذر، س.، بررسی و ارزیابی مدل EPM در برآورد میزان فرسایش و رسوب حوزه‌های مهران رود و آب شور استان آذربایجان شرقی، اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور، 1382.
- 21) مخدوم، م. (1380) - ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) - انتشارات دانشگاه تهران - چاپ اول - 304 صفحه
- 22) مقصودی، م.، استفاده از GIS در آبخیزداری و فرسایش خاک در الجزایر، مجله نقشه برداری، 1377، شماره 26.
- 23) مطالعات طرح جامع جنگلداری حوزه 36 آزاد رود و کاظم رود - اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری نوشهر، 1380
- 24) مهدوی، م. هیدرولوژی کاربردی (جلد دوم) انتشارات دانشگاه تهران، سال 1386، 437 صفحه
- 25) Adinaryana, J. and N. Ramakrishna (1995) - an approach to land use planning in a hilly watershed using GIS- Journal of land degradation rehabilitation- Vol. 6- Pages 171-178.
- 26) Anonymus (1974) - Dez watershed resource management plan, Iran- 241 pages.
- 27) Bayramin, I. (2003) - Soil erosion risk assessment with ICONA model; case study: Bepazari area. Turk journal agric- Number 27- Pages 105-116.
- 28) Burrough, P.A. (1996)-Principles of Geographic Information Systems for land resources assessment. Clarendon Press. Oxford. 193 pages.
- 29) Capon, D. (1992) - A dynamic model for environmental studies. Intern. J. Environmental Studies. 42:95-105