مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲

ص۶۰۷-۶۲۴

ارزیابی اثر طرح آبخیزداری حوضهٔ آبخیز کن بر میزان فرسایش و رسوب

❖ **گلاله غفاری***، دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
❖ **حسن احمدی؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
❖ **امید بهمنی؛** استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرمسار
❖ **علی‌اکبر نظری سامانی؛** استادیار دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران

Archive of SID

چکیده

در ایران به دلیل فقدان سابقهٔ طولانی در اجرای طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری، این اقدامات به صورت کمّی ارزیابی نشده و روش‌های مشخصی بدین منظور ارائه نشده است. در این تحقیق تلاش شده است اثر عملیاتِ آبخیزداری اجراشده در سال ۱۳۷۹ در حوضهٔ آبخیز کن بر میزان فرسایش و رسوب بررسی و موفقیت یا شکست طرح و علل آن روشن شود. بدین منظور، پس از تهیهٔ آمار و اطلاعات مورد نیاز، متوسط بار معلق در دورهٔ قبل (۱۳٤۷ ـ ۱۳۷۹) و بعد از اجرای طرح (۱۳۸۰ ـ ۱۳۸۷) با روش منحنی سنجهٔ رسوب به طریق روش حد وسط دسته‌ها محاسبه شد. همچنین، فرسایش و رسوب‌دهی حوضه با استفاده از مدل MPSIAC محاسبه شد و نقشهٔ فرسایش و رسوب‌دهی ویژه برای دورهٔ بعد از اجرای عملیات با استفاده از نرم‌افزار Arc Map تهیه شد و در نهایت، دربارهٔ میزان کارایی و تأثیر این عملیات بر میزان فرسایش و رسوب‌دهی حوضه داوری شد. نتایج مطالعات نشان داد که بر اثر اجرای این طرح، متوسط بار معلق از ٤۷۸۹۲ تن در سال در طول دورهٔ آماری قبل از اجرای طرح به ۲۲۳٦۵ تن در سال در طول دورهٔ آماری هشت‌ساله بعد از اجرای طرح و فرسایش و رسوب‌دهی از ٦٦۷۵۸ تن به ۵۰۵٤۹ تن رسیده است؛ این امر حاکی از اثر مثبت طرح بر کاهش میزان بار معلق و عدم ایفای نقش مؤثر در کاهش میزان فرسایش بوده است؛ به‌گونه‌ای که میزان فرسایش در سطح حوضه تغییر چشمگیری نداشته است. دلایل عمدهٔ کارایی پایین طرح بر کاهش میزان فرسایش عبارت‌اند از: عدم اجرای عملیات بیولوژیک مناسب در سطح حوضه (اجرای کمتر از ۲۵ درصد از حجم عملیات پیشنهادشده)؛ تمرکز عملیات بر اجرای عملیات مکانیکی؛ ضعف در نظارت و ارزیابی پروژه در طی همهٔ مراحل اجرای آن؛ رعایت‌نکردن استانداردها و نکات فنی مانند منطبق‌نبودنِ مکان سازه‌های ساخته‌شده و مکان‌های پیشنهادشده؛ رعایت‌نکردنِ استانداردهای لازم در ساخت سازه‌ها و نامناسب‌بودنِ ابعاد سازه‌ها؛ و تخریب کف بند در سازه‌های سنگی ملاتی.

واژگان کلیدی: بار معلق، طرح آبخیزداری، فرسایش و رسوب‌دهی، GIS.

* . نویسندهٔ مسئول: تلفن تماس: ۰۹۳۷۵۲۵۶۹۱۲
Email: golale.ghafari@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

یکی از ارزشمندترین سرمایه‌های ملی هر کشور منابع طبیعی از جمله آب، خاک و گیاه است. این منابع طبیعی عناصر اصلی و بستر تولید و حیات به‌شمار می‌روند [۱۷]. فرسایش خاک فرایندی است که سالانه باعث هدررفت میلیون‌ها تن خاک از عرصه‌های طبیعی و زراعی می‌شود. این فرایند، از طرفی، باعث از دست رفتن عناصر غذایی خاک می‌شود و از سوی دیگر، موجب پُرشدن مخازن سدها، رسوب‌گیری کانال‌ها، تشدید وقوع سیلاب‌های مخرب، آلودگی محیط زیست و غیره می‌شود [۸]. در ایران، سابقهٔ حفاظت خاک به سال ۱۳۴۰ بازمی‌گردد. در طی این مدت همواره تحقیقات متنوعی در این زمینه انجام شده است؛ مهم‌ترین آن‌ها طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری است که عمدتاً شامل عملیات مکانیکی و بیولوژیکی است [۳]. این طرح‌ها عمدتاً با هدف کنترل فرسایش خاک، سیل و کاهش پیامدهای مخرب ناشی از آن‌ها تهیه و اجرا می‌شود [۲۳]. در ایران، به دلیل فقدان سابقهٔ طولانی در اجرای این طرح‌ها، این اقدامات به صورت کمّی ارزیابی نشده و روش‌های مشخصی بدین منظور ارائه نشده است [۲۰]. متأسفانه، با وجود چهار دهه تحقیق و کارهای اجرایی و هزینه‌های سنگین ناشی از اجرای این طرح‌ها، هنوز هم پسرفت و تخریب این منابع ادامه دارد و این طرح‌ها و تلاش‌ها در مجموع کم‌اثر به‌نظر می‌رسد [۱].

محققان طی تحقیقی به ارائهٔ مدلی برای ارزیابی طرح‌های آبخیزداری اجراشده در زیرحوضهٔ مندرجان اقدام کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد وضعیت تهیهٔ طرح و عدم ارزیابی اقتصادی دو عاملِ مهم عملکرد طرح قلمداد می‌شوند [۱]. در تحقیقی، در سال ۱۳۸۵، به بررسی آثار اقدامات آبخیزداری بر کاهش فرسایش و رسوب در دو حوضهٔ منگاوی و قلی‌کندی همدان پرداخته شد. نتایج نشان داد مقدار فرسایش و رسوب به طور متوسط در حوضهٔ منگاوی ۳۵٫۱ درصد و در حوضهٔ قلی‌کندی ۳۵٫۲ درصد کاهش یافته است [۱۰]. در تحقیقی به ارزیابی تأثیر اقدامات انجام‌شده در حوضهٔ آبخیز بالادست سد برنجستانک بر میزان فرسایش با استفاده از روش تجربی EPM پرداخته شد. بر اساس نتایج این تحقیق، اجرای این عملیات در کاهش رسوب مؤثر است [۲۵]. در حوضهٔ بنادک سادات از توابع مهریز استان یزد تحقیقی انجام شد. بر اساس نتایج این تحقیق، تأثیر اقدامات آبخیزداری در میزان فرسایش و رسوب ناچیز است [۱۱]. محققان، در مطالعه‌ای، در سال ۲۰۰۱، ارزیابی عملکرد سیستم‌های منابع طبیعی را ارائه و بیان کردند که چنین سیستم‌هایی بسیار پیچیده و دارای ابعاد مختلف‌اند [۶]. برای بررسی نقش عملیات بیومکانیکی و بیولوژیکی در حفاظت خاک، تحقیقی در کشور فرانسه انجام شد. بر اساس نتایج این تحقیق کاربردِ روش‌های مناسب بیولوژیکی و بیومکانیکی و اجرای صحیح آن‌ها نقش مؤثری در مهار فرسایش و حفاظت خاک دارد [۲۴]. پژوهشگران به بررسی اثر چکدم‌های احداثی بر ساختار مورفولوژی و تأثیر آن‌ها بر میزان فرسایش خاک در یکی از حوضه‌های آبخیز مدیترانه پرداختند. مطالعات نشان داد شیب در قسمت بالای آبراهه‌ها به دلیل احداث این سدها کاهش یافته است [۷]. در

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیقی، در ارزیابی اثر ایجاد دیواره‌های خاکی در طول رودخانهٔ Drôme در فرانسه، بیان شد که کناره‌هایی با شیب بیشتر، دانه‌بندی درشت‌تر و زهکشی بهتر ایجاد شده‌اند [۹]. در تحقیقی دیگر محققان به این نتیجه رسیدند که سدها در مناطق نیمه‌خشک به‌سرعت از رسوب پُر شده‌اند، زیرا در این مناطق بار رسوب بسیار زیاد است. آنان بیان کردند که خسارات حاصل از سیل‌های بزرگ در بیشتر موارد مربوط به بار رسوبی فراوانِ آن‌هاست و بیشترین حجم بار رسوب تولیدی مربوط به مناطق مرتفع بالادست است [۲۲]. همچنین، در تحقیقی مبتنی بر ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری اجرایی در هندوستان، محققان به این نتیجه دست یافتند که اجرای این طرح‌ها باعث افزایش فرصت‌های شغلی، حفاظت خاک، کاهش فرسایش، حفظ آبراهه‌ها و تغییر در میزان تولید محصولات کشاورزی می‌شود [۱۷]. محققان به بررسی تأثیر عملیات حفاظتی بر رژیم جریان رودخانه‌ها در حوضه‌های فلات لسی چین پرداختند. آنان داده‌های رواناب چهار حوضه را پیش و پس از پروژه بررسی کردند. آزمون Mann-Kendall روند کاهشی معنی‌داری را در رواناب سه حوضه پس از اجرای پروژه نشان داد و آزمون Pettit نقطهٔ عطف را در سال ۱۹۷۸، یعنی درست پس از اجرای پروژه، نشان می‌داد؛ این در حالی بود که هیچ روند معنی‌داری در بارندگی این سه حوضه دیده نشده بود [۲۸]. در تحقیقی به بررسی آثار هیدرولوژیکی اقدامات انجام‌شده دربارهٔ حفاظت آب و خاک در حوضهٔ آبخیز Merguellil در تونس- که در سال‌های ۱۹۹۰ برای کاهش فرسایش خاک و جلوگیری از ته‌نشینی رسوبات در پایاب سدها اجرا شده بودند- پرداخته شد. در این تحقیق، نخست تغییرپذیری فاصلهٔ زمانی بارش- رواناب بررسی شد و آزمون‌های غیر پارامتری بر اساس روش‌های نمونه‌گیری دوباره برای شبیه‌سازی رواناب زیرحوضه‌های پایینی به‌کار برده شد. نتایج نشان داد که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ تولیدات رواناب به وسیلهٔ بارش در زیرحوضهٔ پایینی کمتر از ۴۰ میلی‌متر بود که به میزان ۷۱ ـ ۷۵ درصدکاهش پیدا کرد؛ این میزان در فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود [۱۸]. با توجه به مباحث فوق، چنانچه عملکرد این طرح‌ها با روش‌های مناسب و از جنبه‌های مختلف فنی و مهندسی ارزیابی شود، نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به یافتن علل شکست عملیات پیشنهادی و ارائهٔ راهکارهای مناسب در جهت رفع آن‌ها منجر شود [۲۵]. این عمل، از یک سو، سبب ارتقای کیفیت اجرای طرح‌ها و از سوی دیگر، افزایش بازدهی عملیات خواهد شد و در پروژه‌های بعدی از همهٔ مسائلی که در طرح دیده شده یا باید در طرح دیده می‌شد ترسیم درستی نمایان خواهد ساخت [۵]. در این تحقیق فرض بر این است که اجرای عملیات آبخیزداری در حوضهٔ آبخیز کن در کاهش فرسایش و رسوب تأثیر مثبتی گذاشته است و تلاش شده تا اثر عملیات آبخیزداری اجراشده در حوضهٔ آبخیز کن در دورهٔ آماری هشت‌ساله بعد از اجرای طرح آبخیزداری (از سال ۱۳۷۹ به بعد) بر میزان فرسایش و رسوب بررسی شود و میزان کارایی طرح و علل آن روشن گردد و راهکارهایی برای بهبود اجرای پروژه‌های آبخیزداری ارائه شود.

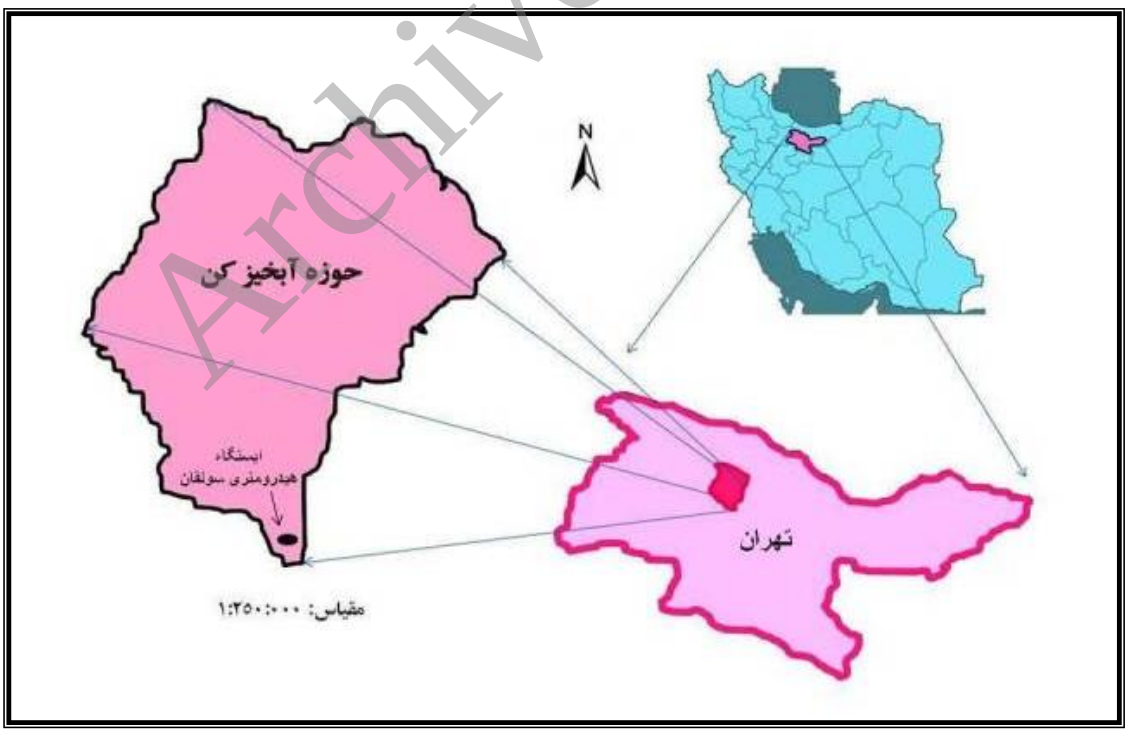
Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

حوضهٔ آبخیز کن به مساحت ۲۰۵۷۱ هکتار در فاصلهٔ بین طول‌های جغرافیایی '۱۰ °۵۱ تا '۲۳ °۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی '۴۶ °۳۵ و '۵۸ °۳۵ شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط حوضه ۲۴۲۸ متر از سطح دریاست. شیب متوسط کل حوضه ۴۳٫۴ درصد و مهم‌ترین رودخانهٔ این منطقهٔ کوهستانی رود کن است. گسترهٔ مورد مطالعه، به لحاظ وضعیت زمین‌شناسی، در حاشیهٔ جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. جوان‌ترین سازند موجود نهشته‌های کواترنری است که به صور مختلف است. ناهمواری‌های فعلی منطقه حاصل فعالیت‌های تکتونیکی دوران سوم و چهارم است و اشکال مختلفی در البرز جنوبی به‌وجود آورده است. عمده‌ترین گونه‌های غالب حوضه انواع *Ferula*، *Astragalus*، برخی گراس‌ها مانند *Agropyron*، *Bromus*، *Stipa* و برخی از لگوم‌هاست. متوسط بارندگی سالانهٔ حوضه در دورهٔ آماری سی‌ساله ۴۱۴٫۱۳ میلی‌متر است. باغداری اصلی‌ترین فعالیت مردم و دامداری نیز همانند کشاورزی به صورت سنتی است و از مراتع برای تغذیهٔ دام استفاده می‌شود. عملیات آبخیزداری در حوضهٔ آبخیز کن مشتمل بر عملیات مکانیکی و بیولوژیکی در سال ۱۳۷۹ اجرا شد. شکل ۱ موقعیت منطقه را نشان می‌دهد [۲۷].



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبخیز کن

Archive of SID
www.SID.ir

روش تحقیق

برای اجرای این تحقیق مراحلی که در پی می‌آید انجام شد: گردآوری مقالات و متون تحقیقی دربارهٔ موضوع مورد مطالعه؛ جمع‌آوری گزارش‌ها، نقشه‌ها، عکس‌ها و اطلاعات مربوط به حوضهٔ آبخیز کن (زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی و سایر اطلاعات مربوطه)؛ تهیهٔ آمار ایستگاه‌های هواشناسی داخل و اطراف حوضه شامل آمار ایستگاه‌های سازمان هواشناسی و وزارت نیرو؛ تهیهٔ آمار دبی روزانه و دبی و رسوب هم‌زمان ایستگاه هیدرومتری کن سولقان در خروجی حوضهٔ آبخیز کن در دو دورهٔ قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری؛ جمع‌آوری اطلاعات طرح آبخیزداری اجراشده در منطقه از نظر نوع عملیات، سال اجرا، مشخصات طرح پیشنهادشده و اجراشده در حوضه از طریق بررسی مطالعات تلفیق و سنتز و مطالعات پیشنهادی، تطابق مکانی و فنی از نظر کمّی و حجم عملیات و درصد انطباق عملیات پیش‌بینی‌شده با اجراشده با بررسی میدانی سازه‌ها از طریق حضور در محل پروژهٔ اجراشده، بازدید سازه‌ها از نظر نحوه و محل احداث، وضعیت پایداری، میزان تخریب؛ بررسی عملیات بیولوژی و درستی احداث سازه‌ها؛ بررسی نوع مصالح به‌کاررفته، میزان تخریب و علل احتمالی آن؛ بررسی میزان پایداری عملیات بیولوژیک و احیای پوشش گیاهی. پس از بررسی صحت و همگنی آمار از طریق روش توالی و اطمینان از صحت و دقت آمار، میزان بار معلق در دورهٔ قبل از اجرای طرح (۱۳۴۷ ـ ۱۳۷۹) و بعد از اجرای طرح (۱۳۸۰ ـ ۱۳۸۷) با استفاده از روش منحنی سنجهٔ رسوب به طریق روش حد وسط دسته‌ها و به‌کارگیری دبی روزانه به‌دست آمد. سپس، با توجه به اینکه قبل از اجرای طرح آبخیزداری فرسایش و رسوب‌دهی حوضهٔ مورد مطالعه با استفاده از مدل MPSIAC محاسبه شده بود، در مطالعات میزان فرسایش بعد از اجرای طرح برای بالابردن صحت و دقت کار، روش کار دقیقاً مشابهِ روش کار قبل از اجرای طرح بود؛ به گونه‌ای که برای برآورد هر یک از فاکتورهای مورد نیاز در هر یک از عوامل از همان روشی استفاده شد که در مطالعات فرسایش و رسوب قبل از اجرای طرح از آن استفاده شده بود. در این مدل نُه عامل مؤثر در فرسایش مد نظر قرار گرفت که هر یک از این عوامل نُه‌گانه بسته به شدت و ضعف خود امتیازی را به خود اختصاص می‌دهند و در نهایت، با در نظر گرفتن این امتیازها میزان رسوب‌دهی در حوضهٔ مد نظر مشخص خواهد شد. روش محاسبهٔ مقدار عددی هر یک از عوامل مؤثر بر فرسایش در روش اصلاح‌شدهٔ PSIAC به شرح جدول ۱ است.

در پایان، پس از محاسبهٔ هر یک از فاکتورهای فوق، پس از اجرای عملیات آبخیزداری در سطح حوضهٔ مورد مطالعه، لایه‌های اطلاعاتیِ عوامل نُه‌گانهٔ مؤثر بر فرسایش با استفاده از نرم‌افزار Arc Map تهیه و روی هم قرار داده شد و مجموع امتیازها برای هر پیکسل محاسبه شد. هر لایه به گونه‌ای طراحی شد که در محدودهٔ مورد مطالعه به ازای آن عامل خاص کلیهٔ پیکسل‌های واقع در صفحه دارای ارزش باشند. این مراحل برای نُه لایهٔ اطلاعاتی در نرم‌افزار Arc Map انجام شد و مجموع امتیاز (R) برای هر نقطه با جمع‌نمودن امتیاز نُه لایه مشخص شد و برای محاسبهٔ رسوب‌دهی بر حسب تن در هکتار از رابطه ۱ استفاده شد:

Archive of SID

www.SID.ir

$$Q_s = 0.253e^{(0.036R)} \quad (۱)$$

که در آن، Q_s میزان تولید رسوب بر حسب تن در هکتار، e پایهٔ لگاریتم طبیعی و R مجموع امتیاز به‌دست‌آمده از روش MPSIAC است. در نهایت، با تهیهٔ نقشهٔ فرسایش و رسوب‌دهی ویژه و مقایسهٔ آن قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، دربارهٔ میزان کارایی و تأثیر این عملیات بر فرسایش و رسوب‌دهی حوضه داوری شد و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده دربارهٔ دلایل کارایی و ناکارایی طرح بحث و بررسی شد.

نتایج

جدول‌های ۲ تا ۴ تلفیق نتایج حاصل از بررسی مطالعات پایه، تلفیق و سنتز و مطالعهٔ گزارش‌های موجود و همچنین خلاصهٔ عملکرد پروژه‌های مدیریت آبخیزداریِ سازمان جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران و حضور در حوضه و بررسی نوع و حجم عملیات اجرایی را نشان می‌دهد [۱۵].

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که در اجرای این طرح به عملیات مکانیکی بیش از عملیات بیولوژی ارزش نهاده شده است و عمدهٔ عملیات اجراشده در حوضه از نوع عملیات مکانیکی است.

جدول ۱. شیوهٔ محاسبهٔ امتیاز هر یک از عوامل در روش MPSIAC

عامل	عامل مؤثر بر فرسایش و علامت آن	معادله و شرح آن
۱	زمین‌شناسی سطحی Y_1	$Y_1=X_1$ که در آن X_1 شاخص فرسایش زمین‌شناسی است و بر اساس ویژگی‌هایی از قبیل جنس سنگ، سختی، ترک و شکاف و هوادیدگی مقدار آن تعیین می‌شود.
۲	خاک Y_2	$Y_2 = 16/67X_2$ که در آن X_2 معادل عامل K معادلهٔ جهانی تلفات خاک است.
۳	آب و هوا Y_3	$Y_3 = 0/2X_3$ که در آن X_3 ارتفاع بارش ۶ ساعته (برحسب mm) با دورهٔ بازگشت دوساله است.
۴	رواناب Y_4	$Y_4 = 0/2X_4$ که در آن X_4 معادل مجموع حاصل‌ضرب حجم رواناب سالیانه بر حسب میلی‌متر و ۰/۰۳ و حاصل‌ضرب دبی ویژهٔ اوج جریان سالیانه بر حسب $km^2 .m^3 . s$ و ۵۰ است.
۵	پستی و بلندی Y_5	$Y_5 = 0/33X_5$ که در آن X_5 شیب دامنه‌ها بر حسب درصد است.
۶	پوشش زمین Y_6	$Y_6 = 0/2X_6$ که در آن X_6 درصد اراضی لخت و فاقد پوشش است.
۷	شیوهٔ استفاده از زمین Y_7	$Y_7 = 20- 0/2X_7$ که در آن X_7 درصد تاج پوشش است.
۸	وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه Y_8	$Y_8 = 0/25\ X_8$ که در آن X_8 امتیاز عامل سطح خاک (S.S.F) است و بر اساس دستورالعمل دفتر مدیریت اراضی (B.L.M) آمریکا تعیین می‌شود.
۹	فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب Y_9	$Y_9 = 1/67X_9$ که در آن X_9 امتیاز به‌دست‌آمده توسط خندق‌ها در دستورالعمل اشاره‌شده در بند قبلی است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تلفیق نتایج حاصل از بررسی عملیات مکانیکی و بیولوژی و مقایسهٔ نتایج بر حسب نوع عملیات در حوضهٔ آبخیز کن

مقایسهٔ حجم یا وسعت عملیات مکانیکی پیش‌بینی‌شده در طرح پیشنهادی و اجرایی						
نوع عملیات بر اساس پارامتر مورد مقایسه	سیل بند (متر مکعب)	خشکه‌چین (متر مکعب)	سنگی گابیونی (متر مکعب)	سنگی ملاتی (متر مکعب)	خاکریزی (متر مکعب)	خاک‌برداری (متر مکعب)
پیش‌بینی شده	۱۱۲	۲۳۳۸	۳۰۳۲۷	۸۵۶	۱۲۰۰	۷۹۹۳
اجرا شده	۱۱۲	۱۷۰۵	۲۱۹۸۸	۱۸۰	۱۲۰۰	۶۵۱۳
درصد اجرا	۱۰۰	۷۳	۷۳	۲۱	۱۰۰	۸۱
مقایسهٔ حجم یا وسعت عملیات بیولوژی پیش‌بینی‌شده در طرح پیشنهادی و اجرایی						
نوع عملیات بر اساس پارامتر مورد مقایسه	کپه‌کاری (هکتار)	بذرپاشی (هکتار)	نهال‌کاری (هکتار)	کودپاشی (هکتار)	قرق (هکتار)	بذرکاری و علوفه‌کاری (هکتار)
پیش‌بینی‌شده	۱۱۶۸	۱۲۰۲	۲۰۰۰	۸۴۹	۱۴۰۰	۲۵
اجراشده	۱۸۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۰	۰
درصد اجرا	۱۵	۲۵	۱۵	۱۸	۰	۰

مأخذ: ادارهٔ کل منابع طبیعی استان تهران

جدول ۳. نتایج حاصل از بررسی نوع مشکل مشاهده‌شدهٔ عملیات بیولوژیکی اجراشده در حوضهٔ آبخیز کن

مشکل مشاهده‌شده	میزان مشکل در سطح حوضه (درصد)
نامناسب‌بودن نوع عملیات پیشنهادی	۰ ـ ۲۵
کلیشه‌ای‌بودن مطالعات بیولوژی پیشنهادی	۰ ـ ۲۵
مشخص‌نکردن نوع گونه‌های مورد استفاده	۰ ـ ۲۵

مأخذ: ادارهٔ کل منابع طبیعی استان تهران

جدول ۴. نتایج حاصل از بررسی نوع مشکل مشاهده‌شدهٔ عملیات مکانیکی اجراشده در حوضهٔ آبخیز کن

مشکل مشاهده‌شده	میزان مشکل در سطح حوضه (درصد)	مشکل مشاهده‌شده	میزان مشکل در سطح حوضه (درصد)
نامناسب‌بودن مکان پیشنهادی	۰ ـ ۲۵	تخریب کف‌بند سازه‌های سنگی ملاتی	۵۰ ـ ۷۵
منطبق‌نبودن مکان سازه‌های ساخته‌شده و مکان‌های پیشنهادشده	۰ ـ ۲۵	عدم ایجاد اتصال مناسب در بدنه سازه‌های گابیونی	۰ ـ ۲۵
رعایت‌نکردنِ فاصلهٔ مناسب بین بندهای	۰ ـ ۲۵	هوازدگی و خردشدن سنگ‌های استفاده شده	۷۵ ـ ۱۰۰
رعایت‌نکردن استانداردهای لازم در ساخت سازه‌ها و نامناسب‌بودن ابعاد سازه‌ها	۵۰ ـ ۷۵	عدم ایجاد پی مناسب در اکثریت سازه‌ها و نداشتن سرریز یا نامناسب بودن ابعاد سرریز	۰ ـ ۲۵
پُرشدن سازه‌ها از رسوبات	۷۵ ـ ۱۰۰	عدم ایجاد آنکراژ مناسب در دیواره	۰ ـ ۲۵

مأخذ: ادارهٔ کل منابع طبیعی استان تهران

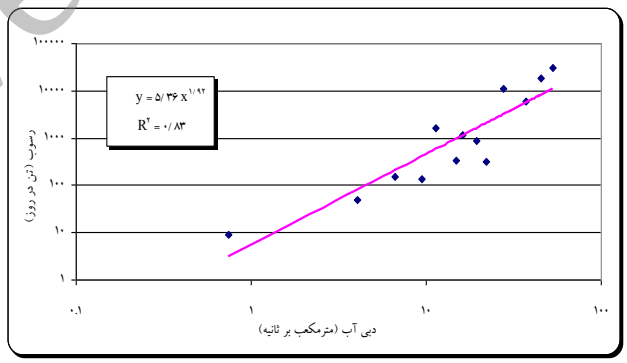
Archive of SID

www.SID.ir

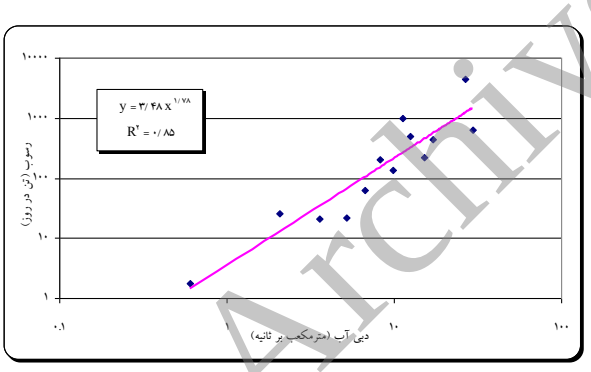
همچنین، جدول ۵ و شکل‌های ۲ و ۳ نتایج حاصل از رسم منحنی سنجهٔ رسوب با روش حد وسط دسته‌ها با استفاده از آمار دبی روزانهٔ ایستگاه سولقان و محاسبهٔ میزان رسوب قبل و بعد از اجرای طرح را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از ترسیم منحنی سنجهٔ رسوب و محاسبهٔ میزان رسوب معلق قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری نشان می‌دهد که بر اثر اجرای این عملیات شیب منحنی کاهش یافته و رسوب معلق به میزان چشمگیری کاهش یافته است.

همچنین، شکل‌های ۳ تا ۲۲ لایه‌های اطلاعاتی مربوط به نُه عامل مؤثر در مدل MPSIAC برای محاسبهٔ فرسایش و رسوب قبل و بعد از اجرای عملیات را نشان می‌دهد. شکل‌های ۴ و ۵ نقشه‌های لایهٔ زمین‌شناسی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری و امتیازات آن‌ها را نشان می‌دهد. بررسی امتیازات هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی قبل و بعد از اجرای عملیات نشان می‌دهد که این امتیازات (۱ تا ۹) تغییری نکرده و ثابت بوده است، زیرا این عامل در مدل MPSIAC وابسته به نوع سنگ، سختی، شکستگی، هوازدگی و مقاومت واحدهای سنگی نسبت به فرسایش در منطقه است و اجرای عملیات تأثیر خاصی بر آن‌ها نگذاشته است. شکل‌های ۶ و ۷ نیز نقشهٔ لایه‌های خاک‌شناسی قبل و بعد از اجرای عملیات را نشان می‌دهد.



شکل ۲. منحنی سنجهٔ رسوب حد وسط دسته‌ها در ایستگاه سولقان قبل از اجرای طرح

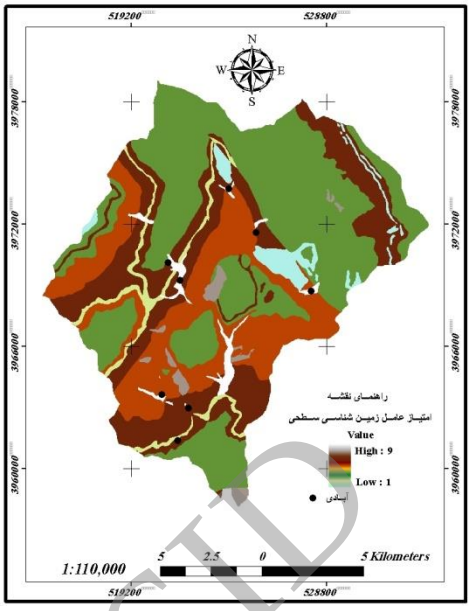


شکل ۳. منحنی سنجهٔ رسوب حد وسط دسته‌ها در ایستگاه سولقان بعد از اجرای طرح

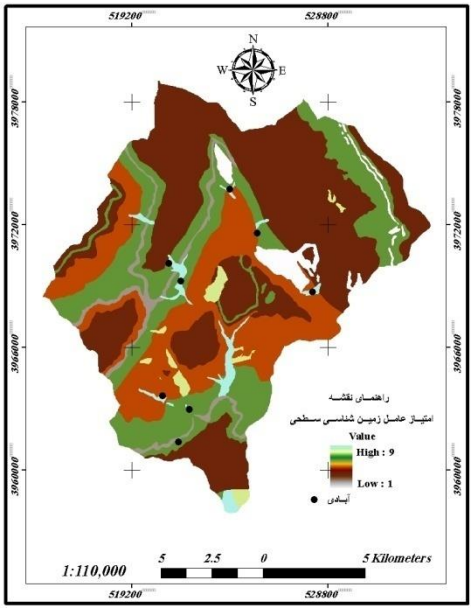
جدول ۵. نتایج حاصل از رسم منحنی سنجهٔ رسوب با روش حد وسط دسته‌ها با استفاده از آمار دبی روزانه در ایستگاه سولقان

دورهٔ مورد بررسی	معادلهٔ منحنی سنجهٔ رسوب	ضریب همبستگی	متوسط میزان رسوب (تن در سال)
قبل از اجرای طرح	$Q_S = 5/36 Q_w^{1/92}$	۰/۹۱	۴۷۸۹۲
بعد از اجرای طرح	$Q_S = 3/48 Q_w^{1/78}$	۰/۹۲	۲۲۳۶۵

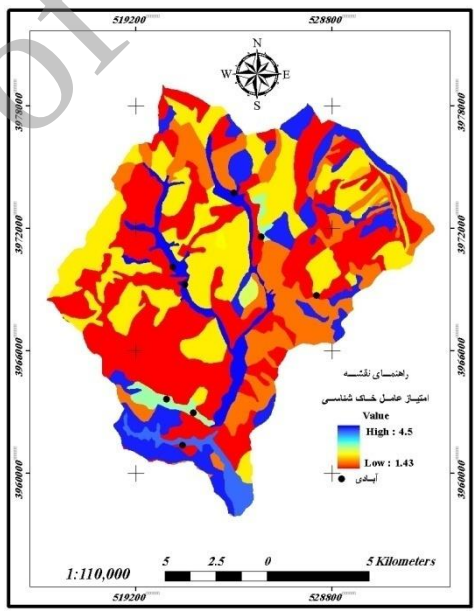
Archive of SID
www.SID.ir



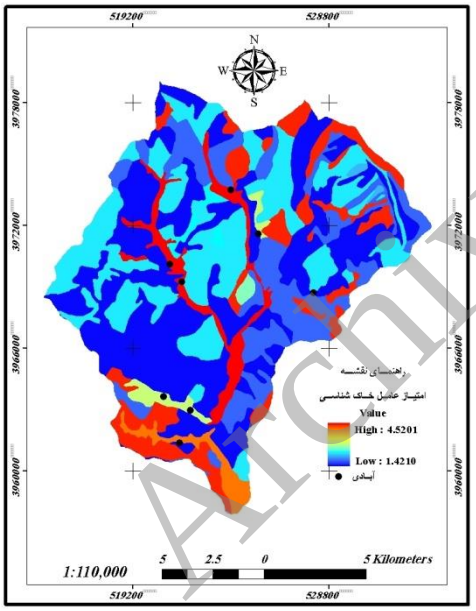
شکل ۴. نقشهٔ امتیاز عامل زمین‌شناسی قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۵. نقشهٔ امتیاز عامل زمین‌شناسی بعد از اجرای عملیات آبخیزداری



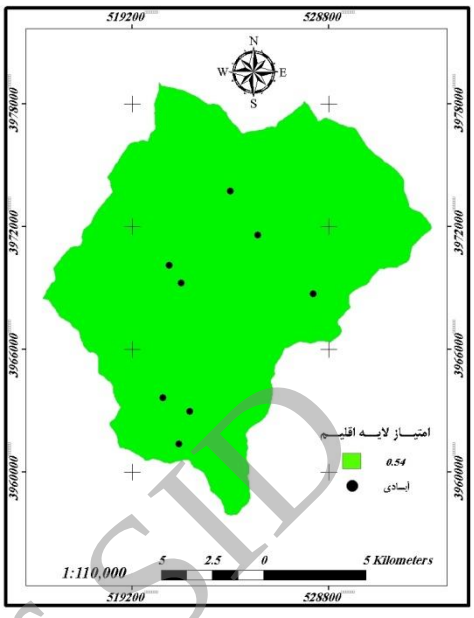
شکل ۶. نقشهٔ امتیاز عامل خاک‌شناسی قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



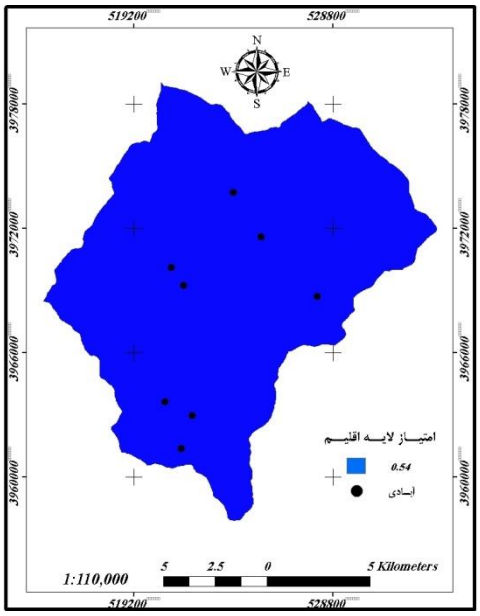
شکل ۷. نقشهٔ امتیاز عامل خاک‌شناسی بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

همان گونه که از مجموعهٔ امتیازات عامل خاک‌شناسی نیز پیداست، امتیازات این عامل قبل و بعد از اجرای عملیات تغییر خاصی نکرده است؛ به‌گونه‌ای که در هر دو مرحله دامنهٔ امتیاز این عامل بین ۱ تا ۴٫۵ بوده است، زیرا این عامل نیز به خصوصیات ذاتی و فرسایش‌پذیری خاک بستگی دارد. شکل‌های ۸ و ۹ نیز نقشهٔ امتیاز عامل آب و هوا قبل و بعد از اجرای عملیات را نشان می‌دهد؛ با توجه به بی‌تأثیر بودنِ این عملیات بر اقلیم و بارش منطقه، این عامل نیز ثابت در نظر گرفته شد و در طی اجرای عملیات این عامل تغییری نکرد.

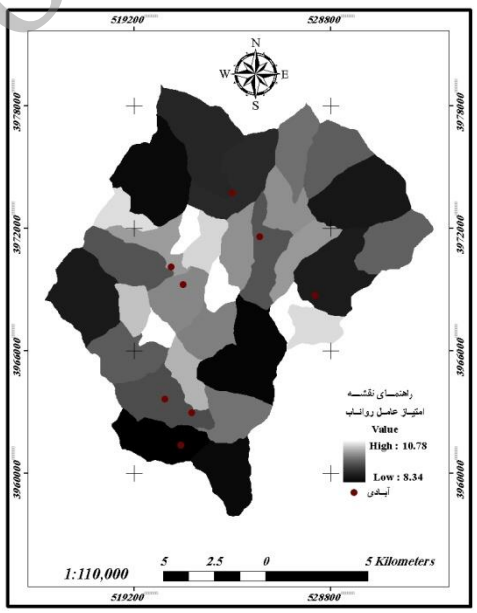
Archive of SID
www.SID.ir



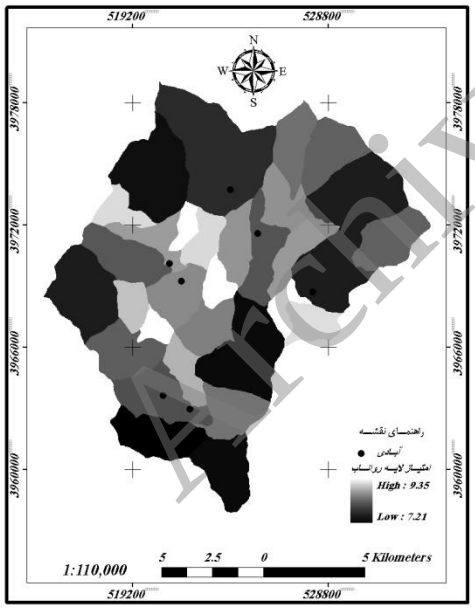
شکل ۸. نقشهٔ امتیاز عامل آب و هوا قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۹. نقشهٔ امتیاز عامل آب و هوا بعد از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۱۰. نقشهٔ امتیاز عامل رواناب قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



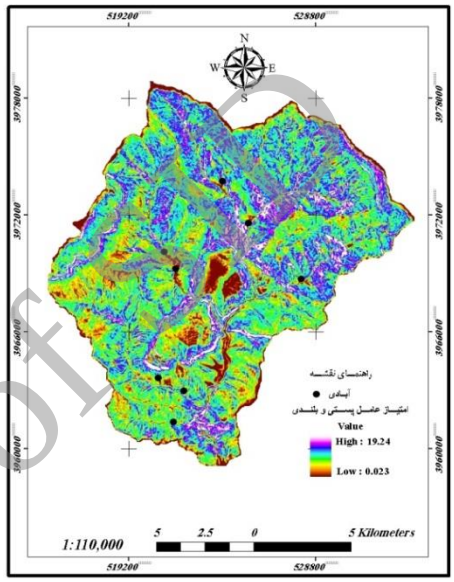
شکل ۱۱. نقشهٔ امتیاز عامل رواناب بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

چهارمین عامل مؤثر در مدل MPSIAC عامل رواناب است؛ این عامل با ارتفاع رواناب و دبی ویژهٔ پیک مرتبط است و اجرای عملیات آبخیزداری در این حوضه توانسته است تا حدودی از میزان آن‌ها بکاهد و متوسط امتیاز آن را قبل از اجرای عملیات از ۹٫۱۷ به ۷٫۹۶ برساند.

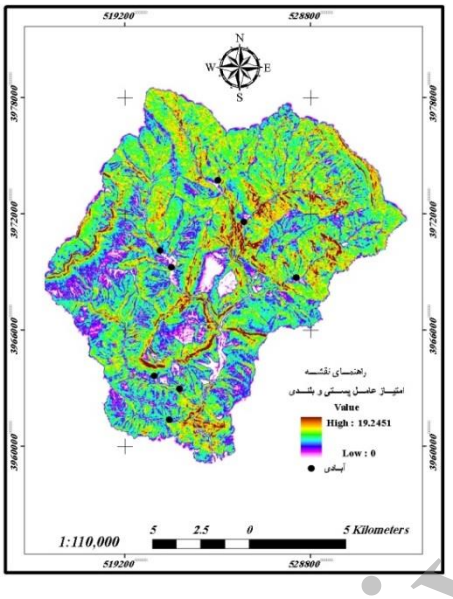
Archive of SID
www.SID.ir

شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نیز نقشهٔ امتیاز لایه‌های پستی و بلندی قبل و بعد از اجرای عملیات را نشان می‌دهد. بر اساس شکل‌های ۱۲ و ۱۳، اجرای عملیات بر این عامل تأثیری نگذاشته است، زیرا این عامل نیز با توپوگرافی زمین و شیب منطقه مرتبط است.

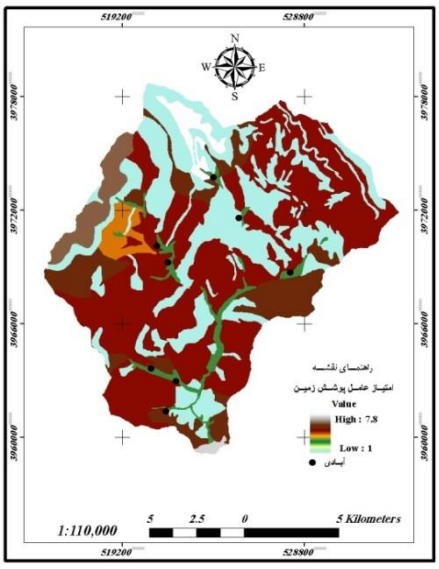
شکل‌های ۱۴ تا ۱۷ نیز نقشهٔ امتیاز لایه‌های پوشش زمین و استفاده از زمین قبل و بعد از اجرای عملیات را نشان می‌دهد. با توجه به امتیازات قبل و بعد از اجرای عملیات و تأثیرگذاری میزان و درصد تاج پوشش بر این عوامل، در این عوامل تغییراتی مشاهده می‌کنیم.



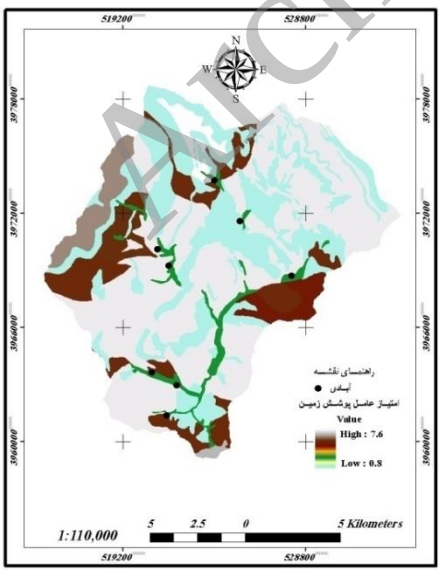
شکل ۱۲. نقشهٔ امتیاز عامل پستی و بلندی قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۱۳. نقشهٔ امتیاز عامل پستی و بلندی بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

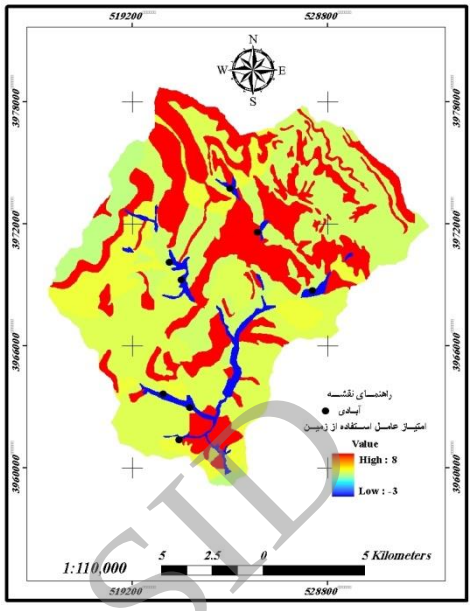


شکل ۱۴. نقشهٔ امتیاز عامل پوشش زمین قبل از اجرای عملیات آبخیزداری

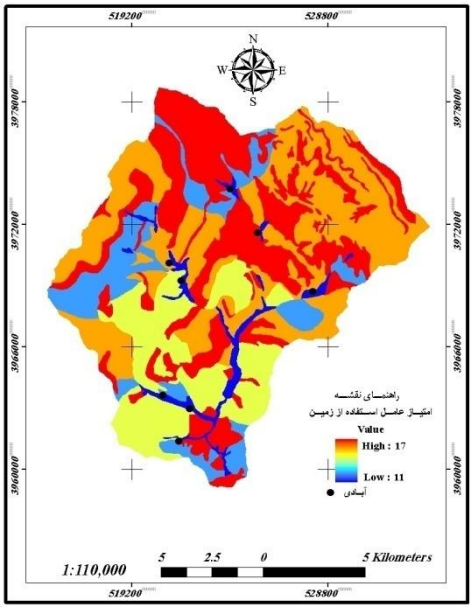


شکل ۱۵. نقشهٔ امتیاز عامل پوشش زمین بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

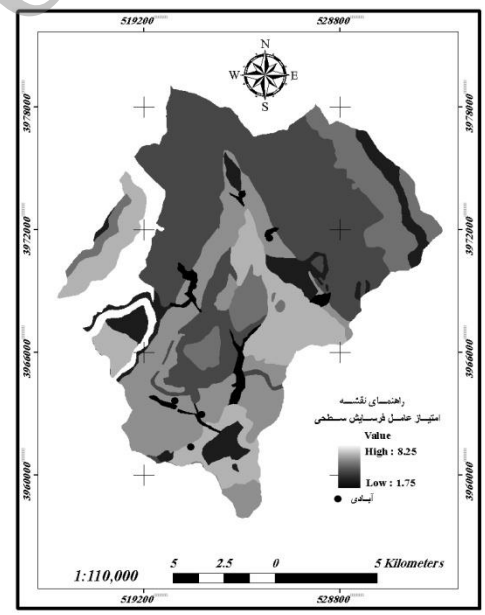
Archive of SID
www.SID.ir



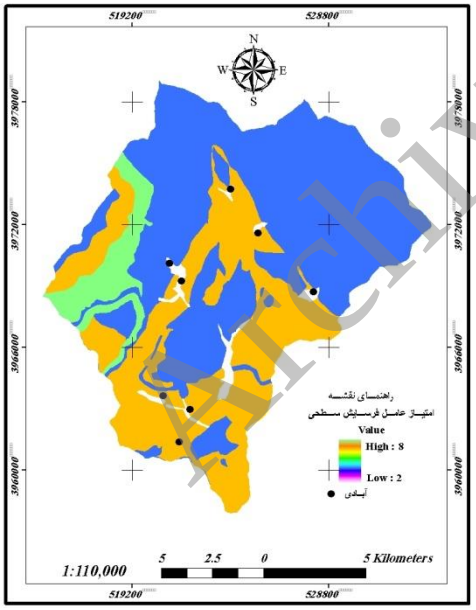
شکل ۱۶. نقشهٔ امتیاز عامل شیوهٔ استفاده از زمین قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۱۷. نقشهٔ امتیاز عامل شیوهٔ استفاده از زمین بعد از اجرای عملیات آبخیزداری



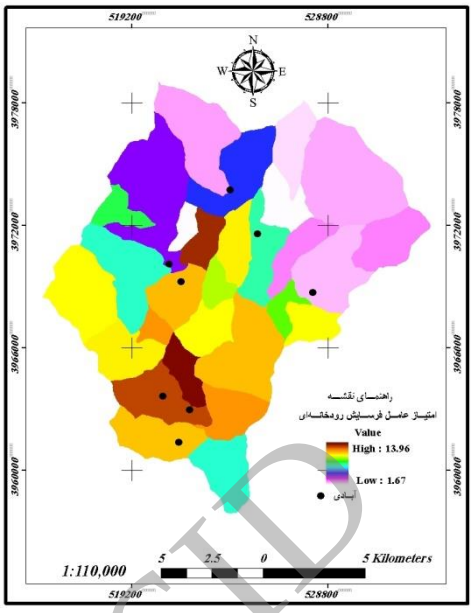
شکل ۱۸. نقشهٔ امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه قبل از اجرای عملیات



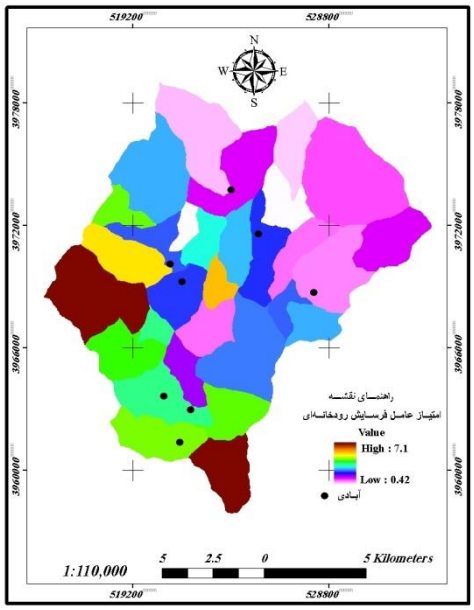
شکل ۱۹. نقشهٔ امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه بعد از اجرای عملیات

شکل‌های ۱۸ تا ۲۱ نقشهٔ امتیاز عوامل وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه و فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب را قبل و بعد از اجرای عملیات نشان می‌دهد. امتیازات این عوامل نیز قبل و بعد از اجرای عملیات تغییر کرده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲۰. نقشهٔ امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب قبل از اجرای عملیات



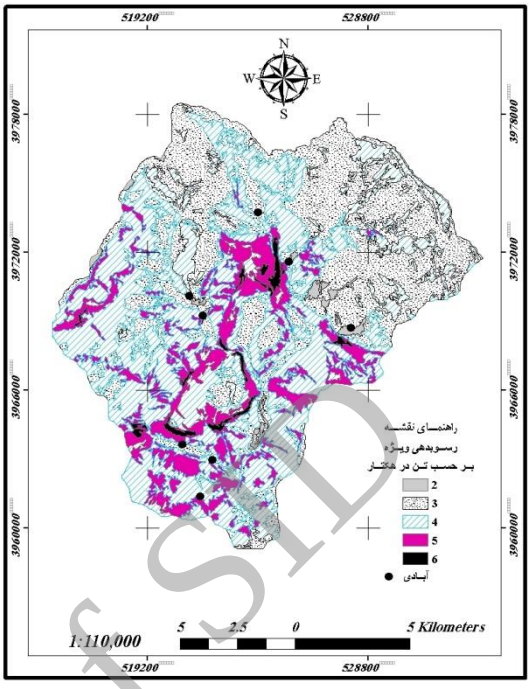
شکل ۲۱. نقشهٔ امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب بعد از اجرای عملیات

جدول ۶. مساحت و درصد مساحت کلاس‌های رسوب‌دهی ویژه قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در حوضهٔ آبخیز کن

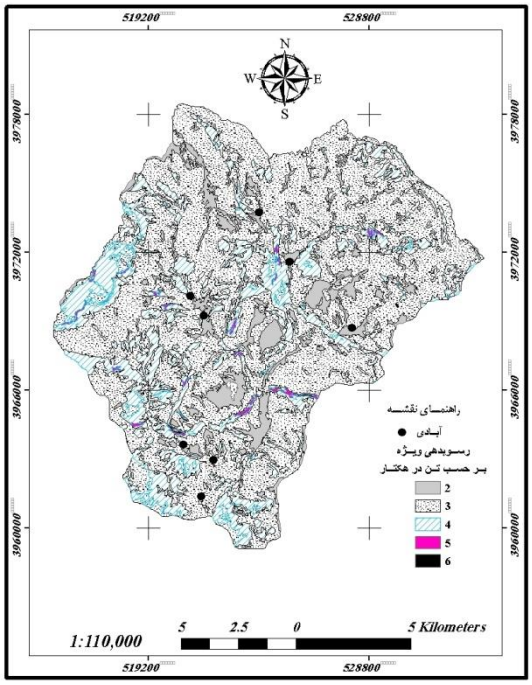
رسوب‌دهی ویژه (تن در هکتار)	قبل از اجرای عملیات		بعد از اجرای عملیات	
	مساحت (هکتار)	درصد مساحت تحت پوشش	مساحت (هکتار)	درصد مساحت تحت پوشش
۲	۲۲۸٫۰۱	۱٫۱۲	۱۷۰۴٫۳۰	۸٫۴
۳	۷۵۹۴٫۷۴	۳۷٫۳	۱۳۸۳۵٫۶۱	۶۸٫۴
۴	۹۱۹۶٫۷۴	۴۵٫۱۳	۴۵۰۸٫۷۳	۲۲٫۳۰
۵	۳۱۰۸٫۵۸	۱۵٫۳	۱۱۹٫۵۳	۰٫۶۰
۶	۲۵۱٫۶۰	۱٫۲	۲۶٫۴۳	۰٫۱۰

در نهایت، پس از تهیهٔ نقشهٔ نُه لایهٔ مؤثر در امتیازدهی در روش MPSIAC قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری و با توجه به نقشه‌های پایهٔ در دسترس قبل از اجرای عملیات آبخیزداری و جمع‌کردن لایه‌ها و اعمال عملیات مورد نظر، نقشهٔ رسوب‌دهی ویژه قبل و بعد از اجرای عملیات تهیه و میزان رسوب و رسوب‌دهی ویژه قبل و بعد از اجرای عملیات (شکل‌های ۲۲ و ۲۳) مشخص شد. شکل‌های ۲۲ و ۲۳ و جدول ۶ نشان می‌دهد که بر اثر اجرای عملیات آبخیزداری متوسط رسوب‌دهی ویژهٔ حوضه از ۴٫۷۸ تن در هکتار به ۳٫۴۳ تن در هکتار رسیده است. در اثر اجرای عملیات، متوسط رسوب‌دهی ویژه در سطح حوضه کاهش یافته و مساحت تحت پوشش کلاس‌های بالای رسوب‌دهی ویژه کاهش یافته و از مساحت مناطق با کلاس رسوب‌دهی ویژهٔ بالا کاسته شده است. مثلاً، قبل از اجرای عملیات، مناطق با رسوب‌دهی ویژهٔ ۴ تن در هکتار، ۴۵٫۱۳ درصد سطح حوضه را پوشش داده بود؛ این عدد بعد از اجرای عملیات به ۲۲٫۳۰ درصد رسیده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲۲. نقشهٔ رسوب‌دهی ویژه قبل از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۲۳. نقشهٔ رسوب‌دهی ویژه بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

جدول ۷. درصد کاهش عوامل مؤثر در مدل با روش پسیاک اصلاح‌شده بعد از اجرای طرح

عامل مؤثر در مدل MPSIAC	متوسط امتیاز قبل از اجرای طرح	متوسط امتیاز بعد از اجرای طرح	درصد کاهش
زمین‌شناسی سطحی	۵٫۶۸	۵٫۶۸	۰٫۰۰
خاک‌شناسی	۲٫۲۸	۲٫۲۸	۰٫۰۰
آب و هوا	۰٫۵۴	۰٫۵۴	۰٫۰۰
رواناب	۹٫۱۷	۷٫۹۶	۱۳٫۲۳
پستی و بلندی	۶٫۲۹	۶٫۲۹	۰٫۰۰
پوشش زمین	۴٫۱۴	۳٫۶۵	۱۱٫۵۷
شیوهٔ استفاده از زمین	۱۶٫۶۴	۱۵٫۶۵	۵٫۹۳
وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه	۶٫۱۱	۵٫۸۱	۴٫۹۰
فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب	۷٫۱۰	۴٫۴۲	۳۷٫۷۴

نتایج حاصل از بررسی نقشه‌های فوق نشان می‌دهد که میزان رسوب‌دهی کل حوضه قبل از اجرای عملیات از ۶۶۷۵۸ تن به ۵۰۵۴۹ تن بعد از اجرای عملیات رسیده است؛ و حاکی از کاهش میزان رسوب‌دهی بر اثر اجرای عملیات است. پس از تهیهٔ هر یک از نُه لایهٔ مؤثر در مدل پسیاک اصلاح‌شده به

Archive of SID
www.SID.ir

صورت لایه‌های رستری و محاسبهٔ متوسط امتیاز کل حوضه برای هر یک از لایه‌ها قبل و بعد از اجرای عملیات در نرم‌افزار Arc Map درصد کاهش امتیاز هر یک از عواملی که در اثر اجرای عملیات تغییر خاصی در آن‌ها رخ داده است محاسبه شد (جدول ۷).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات نشان داد که بر اثر اجرای این طرح متوسط بار معلق از ۴۷۸۹۲ تن در سال در طول دورهٔ آماری قبل از اجرای طرح به ۲۲۳۶۵ تن در سال در طول دورهٔ آماری هشت‌ساله بعد از اجرای طرح و فرسایش و رسوب‌دهی از ۶۶۷۵۸ تن به ۵۰۵۴۹ تن رسید. این امر حاکی از کاهش میزان بار معلق و عدم ایفای نقش مؤثر در کاهش میزان فرسایش است؛ به گونه‌ای که میزان فرسایش در سطح حوضه تغییر چشمگیری نداشت و تا حدودی توانست فرسایش و رسوب‌دهی را در سطح حوضه همگن‌تر کند. ولی مشکل فرسایش زیاد حوضه طی اجرای این عملیات حل نشد. در کل، می‌توان اظهار کرد- با توجه به اینکه هدف از احداث سازه‌های آبخیزداری تثبیت خاک و فراهم‌کردن شرایط مناسب برای رشد گیاهان است نه انباشت رسوبات در پشت این سازه‌ها- اجرای این عملیات در حوضه تأثیر مثبتی در میزان فرسایش و رسوب‌دهی حوضه نداشت و نتوانست از جداشدن ذرات خاک از محل خود جلوگیری کند؛ به طوری که ذرات خاک از محل خود جدا شدند و پس از طی مسیری، نهایتاً، در داخل آبراهه‌ها در پشت بندهای احداث‌شده جمع شدند و با انباشت رسوبات در پشت سازه‌های احداث‌شده توانست از انتقال آن به داخل آبراهه‌ها و افزایش بار معلق آن‌ها جلوگیری کند و بار معلق ثبت‌شده در محل ایستگاه هیدرومتری را کاهش دهد. در صورتی که برای حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش نخستین کار جلوگیری از جداشدن ذرات خاک است؛ بنابراین، پس از محقق‌شدن این هدف، بار معلق نیز کاهش خواهد یافت، زیرا یکی از اهداف مهم آبخیزداری کاهش میزان فرسایش و متعاقب آن کاهش میزان رسوب و بار معلق است نه انباشت رسوبات در پشت سازه‌های ایجادشده.

از دلایل عمدهٔ کارایی کم طرح آبخیزداری اجراشده با کاهش میزان فرسایش اجرایِ نامناسبِ عملیات بیولوژیک در سطح حوضه است؛ به‌گونه‌ای که کمتر از ۲۵ درصد از حجم عملیات پیشنهادشده در سطح حوضه اجرا شد و تمرکز عملیات بر اجرای عملیات مکانیکی بود. با توجه به اینکه مهم‌ترین راه‌حل کاهش فرسایش مهار آن در محل و کاهش انرژی قطرات باران است، بهترین راه برای کاهش فرسایش محافظت از خاک با پوشش سطح خاک در مقابل عوامل تخریب‌کننده به وسیلهٔ افزایش سطح تاج پوشش گیاهی است؛ این مهم با اجرای عملیات بیولوژیک و اقدامات مدیریتی در سطح حوضه امکان‌پذیر است؛ به‌گونه‌ای که عملیات مکانیکی یک استراتژی بازگرداننده برای مقابله با فرسایش است و در بسیاری از موارد نقش مُسکن را بازی می‌کند. برای درمان قطعی مشکل باید از استراتژی‌های بازدارنده استفاده کرد و با اجرای عملیات بیولوژیک و اقدامات مدیریتی به مبارزه با فرسایش پرداخت.

طبق بررسیِ کارهای انجام‌گرفته در حوضه، مشخص شد که کارهای اجرایی در حوضه بر اساس طرح‌های ارائه‌شده در تلفیق نبوده است. به طور کلی،

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان گفت طرح اجراشده بر اساس کارهای مرسوم در ادارهٔ آبخیزداری انجام گرفته است؛ بر همین اساس، مشاهده شد که عملیات مکانیکی به منزلهٔ نخستین اولویت مطرح بوده؛ این مسئله به دلیل دیدگاه سنتی و عرفی در روند اجرایی آبخیزداری در کل کشور است که باعث شده عملاً طرح‌های مطالعاتی، به‌ویژه تلفیق، حالت نمادی داشته باشد و قابلیت اجرا به خود نگیرد. همچنین، به علت ضعف در نظارت و ارزیابی پروژه در طی همهٔ مراحل اجرای آن و سپردن کار احداث سازه‌ها به افراد غیرمتخصص، شاهد رعایت‌نکردنِ استانداردها و نکات فنی بودیم، مانندِ منطبق‌نبودنِ مکان سازه‌های ساخته‌شده و مکان‌های پیشنهادشده، رعایت‌نکردنِ استانداردهای لازم در ساخت سازه‌ها و نامناسب‌بودنِ ابعاد سازه‌ها، تخریب کف بند در سازه‌های سنگی ملاتی به علت نامناسب‌بودن مصالح مورد استفاده، ایجاد نامناسبِ اتصال در بدنهٔ سازه‌های گابیونی، ایجادنکردنِ آنکراژ مناسب در دیواره. نتایج این تحقیق به دلیل ناکارایی اثر این اقدامات بر میزان فرسایش با نتایج تحقیقات پژوهشگران [۲، ۶، ۱۱، ۲۴، ۲۶] مطابقت دارد. همچنین، این نتایج با تحقیقات برخی از محققان، به دلیل اثر مثبت این عملیات بر میزان کاهش رسوب و بار معلق در حوضه [۷، ۱۲، ۲۱]، و با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران [۱، ۱۳، ۱۴، ۲۰]، به دلیل ناکارآمدی طرح و عدم مطابقت بین عملیات پیشنهادی و اجرایی، مطابقت دارد، ولی با نتایج برخی تحقیقات [۱۰، ۱۷، ۱۹، ۲۵]، که عملیات آبخیزداری اجراشده در حوضه را مثبت ارزیابی کردند، مطابقت ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1] Ahmadi, H., Nazari Samani, A., Ghoddousi, J. and Ekhtesasi, M. (2003). E model for evaluation of watershed management project, *Journal of Natural Resources*, 56, 337-349.

[2] Alastair, M. and Shelley, M. (2005). Assessing the effectiveness of enhancement activities in urban streams: I. Habitat responses, *River Research and Applications*, 21 (4), 381-401.

[3] Arman Gostar Atieh Consulting Engineers (2007). Volume 1, *Assessment and evaluation studies review reports to study Kond watersheds (Shemiranat)*.

[4] Bahmani, O. (2007). Watershed Management position in urban management (case study: urban watersheds), Ph.D thesis, Islamic Azad University, Science and Research, 388 pp.

[5] Brooks, N., Kenneth, N. and Eckman, K. (1991). *Hydrology and the management, Watersheds, Iowa state university press*, 75 pp.

[6] Campbell, B., Sayer, J,. Frost, P., Vermeulen, S., Ruiz Pérez, M., Cunningham, A. and Prabhu, R. (2001). Assessing the performance of natural resource systems, *Conservation Ecology*, 5.22.

[7] Castillo, W.M., Mosch, W.M. García, C., Barbera, G.G. and Navarro Cano, J.A. (2007). Effectiveness and geomorphologic impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean catchment: El Cárcavo (Murcia, Spain), *Catena,* 70, 416-427.

[8] Davari, M., Bahrami, H.A. and Ghoddousi, J. (2004). Comparison of sediment production estimated results using two models MPSIAC and EPM (A case study in Nojian watershed), *The first National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management*, University of Kerman.

[9] Dufour, S., Barsoum, N., Muller, E. and Piégay, H. (2007). Effects of channel confinement on pioneer woody vegetation structure, composition and diversity along the River Drôme (SE France), *Earth Surface Processes and Landforms*, 32. 1244-1256.

[10] Eiledmi, A., Norri, H. and Falahi, B. (2006). Evaluate the effect of Watershed Management projects to reduce erosion and sedimentation in Magnavy and Gholi Kandi of Hamadan, *The first regional conference exploitation of water resources in Karoun and Zayandehrood basin.*

[11] Ekhtesasi, M.R., Taze, M. and Kavsari, M.R. (2007). Quantitative and qualitative evaluation of the effects of Watershed Management projects in reducing erosion and sedimentation (Case Study: Benadak Sadat basin), *4th National Conference of Watershed Management Engineering, Management Science and watershed basins*, Tehran University.

[12] Ghoddousi, j., Tavakoli, M.R., KhalkhalI, A. and SoltanI, M. (2006). Assessing effect of rangeland exclusion on control and reduction of soil erosion rate and sediment yield, *Journal of Research and Reconstruction*, 73, 136-142.

[13] Ghodrati, A.R. (2004). Assessment Watershed Management project behind of Seifd rood dam, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 83/553.

[14] Hosseini, S.H. (2003). Evaluate technical and economical operation of Watershed Management (Case study: watershed Ramian, Golestan Province), MSc thesis, Department of Natural Resources of Tehran University, 156 pp.

[15] Jihad Engineering services company (1999). *Studies basis by Kan watershed*, 7 Vols.

[16] Kerr, J., and Chung, K. (2006). *Environment and Production Technology Division International Food Policy*, Research Institute, Washington, D.C.

Archive of SID

www.SID.ir

[17] Kerr, J., Pangare, G., Lokur Pangare, V. and George, P.J. (2000). An evaluation of dry land watershed development projects in India, *Eptd discussion paper*, 68 pp.

[18] Lacombe, G., Cappelaere, B. and Leduc, C. (2008). Hydrological impact of water and soil conservation works in the Merguellil catchment of central Tunisia, *Journal of Hydrology*, 359, 210-224.

[19] Mutreja, K.N. (1990). *Applied hydrology*, Tata Mc Graw-Hill publishing company limited, 959 pp.

[20] Nazari Samani, A.A. (2001). *Evaluation of watershed management project in Zayanderod Watershed (sub basin: B2)*, MSc thesis, Department of Natural Resources of Tehran University, 156 pp.

[21] Nyssen, J., Veyret-Picot, M. and Poesen, J. (2004). The effectiveness of loose rock check dams for gully control in Tigray, northern Ethiopia, *Soil Use and Management*, 20.1-10.

[22] Poesen, J.W. and Hooke, J.M. (1997). Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe, *Progress in Physical Geography,* 21(2), 157-199.

[23] Pradeep, K. (2008). Integrated Impact Assessment for Explaining Differential Impact of Watershed Development Projects, *Conference Proceedings, The Art and Science of Impact Assessment 28th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, Perth Convention Exhibition Centre, Perth, Australia*.

[24] Rey, F. (2004). The role of passive protection played by vegetation and Bioengineering works: an efficient and optimal mean for soil conservation, *13th International Soil Conservation Organization Conference – Brisbane.*

[25] Rohanyzade, S., Kelarestaghi, A., Lajvardi, M. and Servati, M.R. (2007). Effect of watershed management operation in soil conservation in Drainage of Basin of Berenjestanak Dem (Ghaemshahr, Iran), *4th National Conference of Watershed Management Engineering, Management Science and watershed basins,* Tehran University.

[26] Sheng, J. and Zhong Liao, A. (1997). Erosion control in south China, *Catena*, 29, 211-221.

[27] Water and energy company JTS. (2000). *Studies Kan watershed basis*, 15 Vols.

[28] Xingmin, M., Zhang, L., Vicar, M.C., Chille, B. and Gau, P. (2007). Analysis of the impact of conservation measures on stream flow regime in catchments of the Loess Plateau, China, *Hydrological Processes,* 21(16), 2124-2134.

Archive of SID

www.SID.ir