Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

نقش پروژه‌های آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز

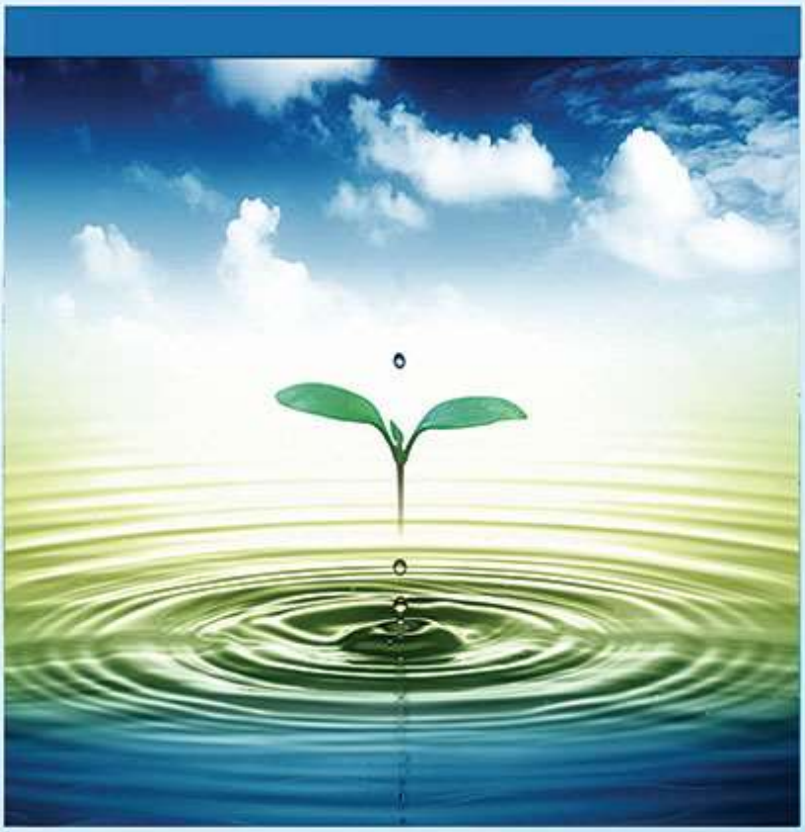
حسین خالدیان و رضا بیات

دوره ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۲۱۳-۲۰۰

Vol. 3(3), Autumn 2017, 200 – 213

The Role of Watershed Management Projects in Reducing Erosion and Sediment of Watersheds

Khaledian H. and Bayat R.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع: خالدیان ح. و بیات ر. (۱۳۹۶). نقش پروژه‌های آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز. محیط‌زیست و مهندسی آب، جلد۳، شماره ۳، صفحات: ۲۱۳ –۲۰۰

Citing this paper: Khaledian H. and Bayat R. (2017). The Role of Watershed Management Projects in Reducing Erosion and Sediment of Watersheds. J. Environ. Water Eng., 3(3), 200 – 213.

نقش پروژه‌های آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز

حسین خالدیان[۱*] و رضا بیات[۲]

[۱]مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

[۲]مربی پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: **hkhaledian@yahoo.com**

نوع مقاله: **اصلی**

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۷/۰۷] **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۶/۰۳/۳۰]**

چکیده

فرسایش خاک پدیده‌ای است که به‌ویژه در شرایط تشدید شونده منجر به تخریب و از بین رفتن خاک می‌شود. ازآنجاکه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود آب و خاک است، برای جلوگیری از فرسایش خاک و هدر رفتن آب، عملیات مختلف بیولوژیکی و مکانیکی برای کاهش فرسایش، کنترل رواناب و بهبود شرایط پوشش گیاهی اجرا می‌شوند. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری (بیولوژیکی و مکانیکی) بر فرسایش و رسوب حوضه چهل‌گزی سنندج، پس از شناسایی عملیات اجراشده، فرسایش و رسوب حوضه با بهره‌گیری از پارامترهای مدل پسیاک، تعیین شد. سپس تأثیر عملیات آبخیزداری با محاسبه مجدد فرسایش و رسوب و از طریق آزمون‌های آماری بررسی شد. نتایج نشان داد رسوب‌دهی ویژه حوضه از ۲/۷ به ۲/۵ تن در هکتار کاهش‌یافته است. همچنین از سطح کلاس‌های با رسوب‌دهی بالا، کاسته شده و سطح کلاس‌های با رسوب‌دهی پایین، افزایش پیداکرده است. تحلیل آماری نشان داد که بین رسوب‌دهی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: آبخیزداری؛ چهل‌گزی؛ حفاظت خاک؛ رسوب؛ فرسایش

۱ – مقدمه

آبخیزداری یکی از فعالیت‌های عمده و زیربنایی می‌باشد که به مدیریت جامع منابع و حفظ آب و خاک و پوشش گیاهی، بهره‌برداری بهینه از این منابع و حفظ سرمایه اصلی می‌پردازد (Nabaei 2004). همچنین با قرار گرفتن فعالیت‌های آبخیزداری در بطن اقدامات منابع طبیعی، به نظر می‌رسد لازم است متخصصان و طراحان سیاست‌های کلان ملی در بخش کشاورزی به‌طور عمیقی بر مفاهیم و اصول آبخیزداری و نگرش آن بر توسعه پایدار و اقتصادی اجتماعی توجه نموده و با بررسی چالش‌های مهم آبخیزداری راه را برای یک برنامه ملی و کلان در مدیریت آبخیزها هموار نمایند (Kazemi 2007). بهره‌برداری بی‌رویه از منابع بدون توجه به حفظ این منابع برای بلندمدت باعث وارد آمدن صدمات جبران‌ناپذیری از قبیل فرسایش این منابع می‌شود. حدود ۹۰ درصد از کل اراضی قابل‌استفاده جهان فرسایش یافته که به‌تبع آن تولید تا سطح بسیار نگران‌کننده‌ای کاهش پیداکرده است (UNEP 2012). میزان تخریب خاک و هدررفت آب به‌شدت با استفاده انسان از طبیعت رابطه مستقیم دارد. فرسایش خاک در ایران از سال ۱۳۳۰ تاکنون افزایشی حدود ۵۰ درصد داشته است. این میزان فرسایش به معنی از دست دادن ۸۰ کیلوگرم ازت و ۲۵ کیلوگرم فسفر در هر هکتار در سال می‌باشد (Milton et al. 1994). یکی از راه‌های جلوگیری از هدر رفت آب و خاک از سطح حوزه‌های آبخیز، انجام عملیات آبخیزداری منطبق با دانش بومی می‌باشد. با توجه به گستره وسیع مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، بیشتر مراتع و همچنین بخش اعظم تولیدات کشاورزی در اثر بروز فرسایش خاک و کمبود رطوبت خاک در طول دوره رشد گیاهان اعم از پوشش گیاهی مراتع و تولیدات کشاورزی که به‌صورت دیم کشت می‌شوند، تأثیر قابل‌توجهی در کاهش تولیدات و همچنین کاهش تدریجی پوشش گیاهی در سطح مراتع خواهد داشت که این امر لزوم مهار فرسایش خاک و تأمین آب را امری اجتناب‌ناپذیر نموده است (Halabian and Manafi 2013). شناخت اهمیت بالای منابع اراضی امری است که بایستی با ترویج و توسعه کاربری اراضی بهینه برای نگهداشت و افزایش حاصلخیزی منابع خاک صورت پذیرد. پیامد این شناخت متقابل از منابع آب و خاک، و بها دادن به آن، افزایش رفاه مردم و عدم وابستگی اقتصادی کشورها را به دنبال دارد (Pandey et al. 2009). در این میان تشدید فرآیند فرسایش خاک و فزونی رسوبات، به‌عنوان دو محرک تنش‌زا، مهم‌ترین تهدید برای این منابع به‌حساب می‌آیند. فرسایش خاک به‌عنوان یک خطر مرسوم و مرتبط با کشاورزی، اثرات طولانی‌مدتی بر بهره‌وری خاک و کشاورزی پایدار دارد (Shi et al. 2012). امروزه اجرای عملیات یکپارچه در کلیه سطوح حوضه و فقط با یک هدف مشخص، امری نادرست شمرده می‌شود. ازاین‌رو، چنانچه هدف از اجرای عملیات سازه‌ای، ذخیره رواناب‌ها باشد، در این صورت توزیع گسترده عملیات یادشده در سطوح مختلف حوضه، از توجیه مناسب علمی برخوردار نمی‌باشد. این امر بیانگر اهمیت مدنظر قرار دادن مدیریت همه‌جانبه در حوضه می‌باشد به‌طوریکه Reiner et al. (2002) و Dutilly-Diane et al. (2007) هم به آن اشاره‌کرده‌اند و پایش دائمی چنین طرح‌هایی را برای موفقیت صددرصدی ضروری دانسته‌اند. در مورد اثرات عملیات آبخیزداری و ارزیابی نقش و تأثیر آنها در حفظ آب و خاک Bagherian (2005)، نقل می‌کند که در ایالات‌متحده آمریکا ارزیابی کارایی و عملکرد اقدامات فنی و مکانیکی سازه‌های حفاظت خاک و آب با نظارت سرویس حفاظت خاک این کشور در سال ۱۹۳۲ برای اولین بار توسط Benet صورت گرفته و Gustafson در سال ۱۹۳۷ با ادامه بررسی‌های Benet نتیجه گرفته‌است که درصد موفقیت در مهار و مبارزه با فرسایش در حوزه‌های آبخیز به انتخاب سازه‌های مناسب

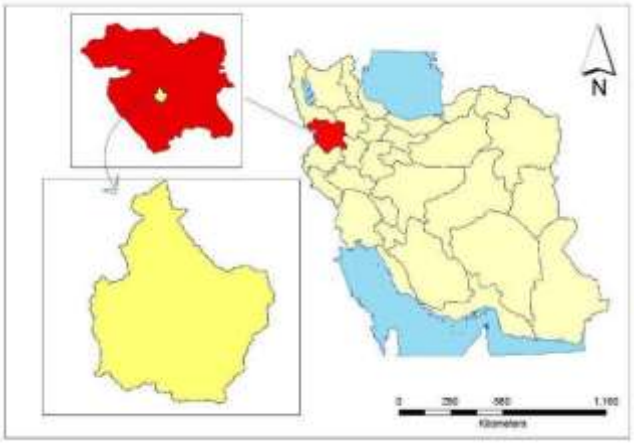
و درعین‌حال مشخصات فنی و سهولت اجرائی آنها بستگی دارد. Ellison در سال ۱۹۴۹ در قالب مطالعات خود درزمینه حفاظت از اراضی در مقابل فرسایش پاشمانی، عملکرد عملیات اجرایی انجام‌شده را که به‌طور عمده اقدامات بیولوژیکی توأم با احداث شیار و خراش سطحی خاک بود، مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفته‌است که موفقیت اقدامات انجام‌شده بستگی کامل به سازگاری نوع اقدامات مکانیکی با شرایط حاکم بر عرصه‌ها و تأثیر آنها در ذخیره نزولات جوی و کنترل رواناب‌های سطحی در اولین مراحل تشکیل دارد. در پژوهشی دیگر Nittin Johnson et al. (2013)، اثر اقدامات آبخیزداری را بر روی پتانسیل آبیاری و تغییرات سطح آب زیرزمینی دریکی از ایالات هند بررسی کردند نتایج این تحقیق نشان داد که سطح آب زیرزمینی در چاه‌های باز از ۰/۶ تا ۷/۴ و به‌طور متوسط ۳/۹ متر بالا آمده‌است. در تحقیقی، روابطی بین رواناب و بارندگی به‌دست‌آمده و مجریان تحقیق اعلام داشتند که با استفاده از این روابط می‌توان تا حد قابل قبولی میزان رواناب را پیش‌بینی نمود (Ranade 1996). در ایران نیز تحقیقات متعددی صورت گرفته ازجمله، Bayat et al. (2012) در تحقیقی بررسی اثر تاج پوشش را بر رسوب موردبررسی قرار داده‌اند، نتایج نشان داده که با افزایش ۲۵ درصد به میزان پوشش گیاهی، ۲۹ درصد از مقدار تولید رسوب کاسته شده و با کاهش ۲۵ درصد از پوشش گیاهی ۲۶/۸ درصد رسوب تولیدشده در حوضه بیش‌تر می‌شود. Moatamadwaziri et al. (2012) به بررسی اثر اجرای پروژه‌های آبخیزداری در تغییرات پوشش گیاهی و پایدارسازی حرکت‌های توده‌ای در حوزه آبخیز طالقان پرداختند. نتایج برآورد رسوب به روش PSIAC نشان‌دهنده کاهش میزان فرسایش از ۱۸/۳ تن در هکتار در سال به ۱۲/۱۵ تن در هکتار در سال بوده است. Halabian and Manafi (2013) راهکارهای بیولوژیکی و بیومکانیکی ازجمله قرق، کپه‌کاری همراه با ایجاد چاله‌های فلسی، اجرای عملیات پیتینگ توأم با بذرکاری، اجرای سکوبندی همراه با ارائه برنامه اجرایی در یک دوره ده‌ساله را مناسب جهت حفاظت آب و خاک در حوزه آبریز مشکان نی‌ریز معرفی کردند. همچنین نتایج ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری انجام‌شده در حوزه آبخیز بارده توسط Parekar et al. (2013) نشان داد که میزان رسوب ویژه بعد از عملیات اجرایی در تمامی زیرحوضه‌هایی که عملیات انجام‌شده بود، به‌طور متوسط ۶/۳ درصد و حداکثر ۸/۵ درصد کاهش‌یافته است. Nabipour et al. (2014) تأثیر عملیات آبخیزداری را بر خصوصیات سیل موردبررسی قراردادند و دریافتند که فاکتورهایی مانند زمان تداوم، زمان فروکش، زمان اوج و دبی اوج تحت تأثیر عملیات اجراشده از ۰/۵ تا ۷۰ درصد کاهش‌یافته‌اند. Gaffari et al. (2015) اثر طرح آبخیزداری حوزه آبخیزکن بر میزان فرسایش و رسوب را بررسی نموده و نتیجه گرفته که متوسط بار معلق از ۴۷۸۹۲ تن در طول دوره آماری قبل از اجرای طرح به ۲۲۳۶۵ تن در سال در طول دوره آماری هشت‌ساله بعد از اجرای طرح و فرسایش از ۶۶۷۵۸ تن به ۵۰۵۴۹ تن ر سیده است. هدف از این تحقیق ارزیابی اقدامات حفاظتی برای کنترل رواناب و رسوب در حوضه سد قشلاق در استان کردستان می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

حوزه آبخیز چهل‌گزی با مساحت ۲۷۲/۳ کیلومترمربع یکی از سه زیر حوضه اصلی سد قشلاق در شمال شهرستان سنندج و در محدوده ° ۴۵ ′۴۶ تا ° ۵۷ ′۴۶ طول شرقی و ° ۲۵ ′۳۵ تا ° ۲۸ ′۳۵ عرض شمالی واقع گردیده است (شکل ۱). با توجه به مدل رقومی ارتفاع، در حدود ۳۰ درصد از سطح حوضه در کلاس شیب ۳۰-۲۰ درصد و حدود ۲۶ درصد نیز در طبقه ۴۵-۳۰ درصد قرارگرفته است. حدود ۹۴ درصد از حوضه که عمدتاً شامل قسمت‌های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی می‌شود، کوهستانی است. با توجه به داده‌های ایستگاه

سینوپتیک سنندج (۱۹۶۰ تا ۲۰۱۲)، متوسط بارش سالانه برابر ۴۴۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه برابر ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن اصلاح‌شده، حوزه آبخیز چهل‌گزی در طبقه اقلیمی مرطوب فراسرد تا نیمه‌خشک فراسرد قرار می‌گیرد (Consulting Zarkesht Paidar, 2005) خلاصه وضعیت فیزیوگرافی حوضه در جدول (۱) آورده شده است.



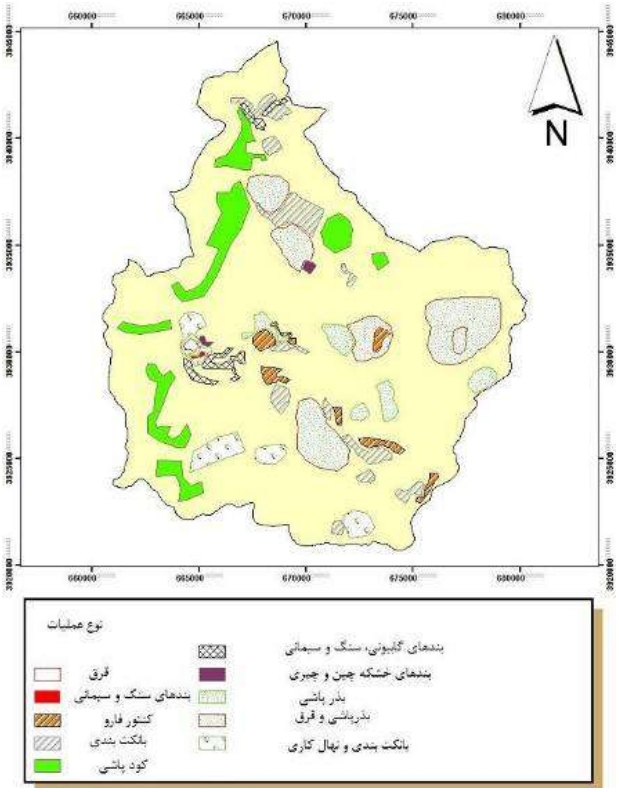
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز چهل‌گزی

جدول ۱- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز چهل‌گزی

ردیف	پارامتر	واحد	حوزه آبخیز چهل‌گزی
۱	مساحت	کیلومترمربع	۲۷۲/۳
۲	محیط	کیلومتر	۸۳/۸
۳	طول رودخانه اصلی	کیلومتر	۲۴/۴
۴	ارتفاع بیشینه	متر	۲۷۹۰
۵	ارتفاع کمینه	متر	۱۵۵۵
۶	ارتفاع متوسط	متر	۱۹۸۲
۷	شیب متوسط حوضه	درصد	۲۴/۵
۸	شیب متوسط رودخانه	درصد	۲/۴

۲-۲- روش کار

برای اجرای این تحقیق، مطالعات انجام‌شده و گزارش‌ها و متون و نقشه‌های مربوط به حوضه چهل‌گزی جمع‌آوری شد. اهداف، گزینه‌های پیش‌بینی‌شده اجرایی، نوع اقدامات، حجم و یا مساحت هر یک از آنها و موقعیت مکانی، نوع اقدامات و عملیات پیش‌بینی‌شده، سال اجرا، حجم و یا وسعت هر یک از عملیات مشخص شد(شکل۲). در بازدید صحرایی و با استفاده از GPS موقعیت عملیات اجرایی و مشخصات آنها ثبت و نقشه توزیع عملیات اجراشده ترسیم شد.



شکل ۲- توزیع عملیات آبخیزداری در حوزه آبخیز چهل‌گزی

در ادامه ضمن مطابقت عملیات آبخیزداری پیشنهادی در مطالعات حوضه با عملیات اجراشده، مشخصات فنی سازه‌های مکانیکی اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی تأثیر عملیات آبخیزداری (بیولوژیکی، مکانیکی، بیومکانیکی و مدیریتی) بر تغییرات فرسایش و رسوب‌دهی، از مدل تجربی پسیاک استفاده شد. بدین‌صورت که با تعیین امتیاز عوامل نه‌گانه مدل در مرحله بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، فرسایش و رسوب حوضه برآورد گردید و با نتایج به‌دست‌آمده مطالعات محل تحقیق که مشاور طرح، قبل از اجرای عملیات صورت گرفته، مقایسه شد.

بر مبنای داده‌های حاصل از سنجنده TM ماهواره لندست ۵ مربوط به سال ۲۰۱۰، بازدید میدانی و کنترل حدود ۹۰ نقطه، نقشه پوشش گیاهی تهیه شد. سپس برای ارزش‌گذاری عوامل نه‌گانه مدل تجربی پسیاک و برآورد فرسایش و رسوب از نرم‌افزار Arc Gis 10 استفاده شد. در این راستا، امتیاز زمین‌شناسی از جدول اصلاح‌شده (Payrovan and Sheriat ,(2013, استفاده شد. از روش ویشمایر برای تعیین فاکتور فرسایش‌پذیری خاک در سطح هر زیرحوضه استفاده و بر اساس مطالعات پایه، امتیاز خاک مشخص شد. برای امتیاز اقلیم نیز از منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی و محاسبه بارندگی شش‌ساعته با دوره بازگشت دوساله، استفاده شد و از داده‌های شماره منحنی هر زیرحوضه مستند به مطالعات پایه برای امتیاز رواناب استفاده بعمل آمد. امتیاز توپوگرافی از طریق نقشه شیب تهیه‌شده از مدل رقومی ارتفاع محاسبه شد. برای تعیین امتیاز پوشش زمین با استناد به نتایج بررسی پوشش گیاهی، درصد اراضی لخت و فاقد پوشش بدست آمد و امتیاز کاربری اراضی نیز با استناد به نتایج بررسی پوشش گیاهی و محاسبه درصد تاج پوشش گیاهی تعیین شد. همچنین از امتیاز عوامل هفت‌گانه روش BLM مستند به مطالعات پایه، امتیاز فرسایش سطحی لحاظ شد و امتیاز فرسایش رودخانه‌ای نیز از طریق نمره نهایی فرسایش خندقی عامل سطحی خاک در روش BLM و برمبنای مطالعات پایه به دست آمد. پس از روی‌هم‌گذاری لایه‌های نه‌گانه مدل پسیاک، نقشه رسوب‌دهی

حوضه از طریق محاسبه درجه رسوب‌دهی هر پیکسل طبق رابطه (۱) تهیه شد.

$$Q_S = 0.253e^{0.036R} \quad (۱)$$

در این معادله Qs مقدار رسوب‌دهی حوضه برحسب تن بر هکتار، e عدد نپرین و R جمع عوامل نه‌گانه مدل یا درجه رسوب‌دهی می‌باشد. همچنین مقدار مشاهده‌ای رسوب‌دهی بر اساس تجزیه‌وتحلیل داده‌های دبی-رسوب ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی تونل چهل‌گزی در بازه زمانی (سال ۱۳۶۱ لغایت ۱۳۸۸) محاسبه و نتایج مقایسه گردید.

داده‌های بعد از سال ۱۳۸۸ در دسترس نبودند. پس از آماده‌سازی نقشه رسوب‌دهی کل حوضه، با قرار دادن نقشه کاربری اراضی بر روی آن، میزان رسوب‌دهی تعیین و با استفاده از رابطه (۲) نسبت تحویل رسوب از روش SCS، مقادیر رسوب‌دهی به مقادیر فرسایش تبدیل گردید.

$$SDR = 0.51A^{-0.11} \quad (۲)$$

که A برابر مساحت کاربری‌ها برحسب مایل مربع است. ضریب تحویل رسوب حوزه آبخیز گاودره به‌منظور تبدیل مقدار فرسایش و رسوب به هم از طریق رابطه اصلی مدل مورداستفاده محاسبه و درنهایت با استفاده از آزمون T-test زوجی، نتایج به‌دست‌آمده فرسایش و رسوب قبل از اجرای عملیات و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، تجزیه‌وتحلیل شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- عملیات اجراشده

بر طبق بررسی‌های انجام‌شده عملیات مکانیکی ازجمله: بانکت بندی، بند رسوب‌گیر، بند خاکی، تراس‌بندی و دیوار حاشیه رودخانه بر طبق جدول (۲) در حوضه پیش‌بینی و اجراشده است.

همچنین در جدول (۳) عملیات بیولوژیکی از جمله کپه کاری و بذرکاری، بذرپاشی، قرق، کودپاشی و نهال کاری که در حوضه اجرا شده، ملاحظه می‌شود.

جدول ۲- مقایسه حجم یا وسعت عملیات مکانیکی پیش‌بینی‌شده و اجراشده

نوع عملیات مورد مقایسه	بانکت بندی (هکتار)	بند رسوب‌گیر خشکه‌چین (مترمکعب)	بند رسوب‌گیر گابیونی (مترمکعب)	بند خاک (مترمکعب)	دیوار حاشیه رودخانه (مترمکعب)	بند سنگ و سیمانی (مترمکعب)	تراس‌بندی (هکتار)
پیش‌بینی‌شده	۱۴۷	۲۵۰۰	۱۸۷۰	۱۳۱۵۰	۷۶۰	۳۸۵۰	۸۳
اجراشده	۵۴	۲۵۵	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۸۰	۴۳۶۰	۸۲
میزان تفاوت	-۹۳	-۲۲۴۵	-۶۷۰	-۱۱۹۵۰	-۶۸۰	+۵۱۰	-۱
تفاوت (درصد)	۶۳	۸۹	۳۵	۹۰	۸۹	۱۳	۱

جدول ۳- مقایسه حجم یا وسعت عملیات بیولوژیکی پیش‌بینی‌شده و اجراشده

نوع عملیات مورد مقایسه	کپه کاری و بذرکاری (هکتار)	قرق (هکتار)	کودپاشی (هکتار)	بذرپاشی (هکتار)	نهال‌کاری (هکتار)
پیش‌بینی‌شده	۱۸۰۰	۴۲۰۰	۳۵۰۰	۲۷۹۰	۱۸۵
اجراشده	۲۸۶۵	۱۴۶۰	۰	۴۳۲	۱۷۲
میزان تفاوت	+۱۰۶۵	-۲۷۰۴	۰	-۲۳۵۸	-۱۳
تفاوت (درصد)	۵۹	۶۵	-	۸۴	۷

در شکل (۳) تصویری از بند رسوبگیر گابیونی احداث شده را نشان می‌دهد. این بند نمونه‌ای از عملیات مکانیکی آبخیزداری می‌باشد که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل (۴) دو تصویر از اجرای عملیات بیولوژیکی مشاهده می‌شود. تصویر سمت راست محل کاشت جاشیر هنگام بذرپاشی و در تصویر سمت چپ، جوانه گیاه جاشیر نشان داده شده است.

شکل ۳- نمایی از بند رسوب‌گیر گابیونی

شکل ۴- عملیات بیولوژیک و کاشت بذر جاشیر

۳-۲- تغییرات پوشش گیاهی

در وضعیت فاکتورهای پوشش گیاهی مربوط به زمان قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری حوضه، تغییرات مطلوبی حاصل‌شده و پوشش گیاهی حوضه از ۴۹ درصد به ۵۷ درصد افزایش‌یافته است. در جدول (۴) تأثیر عملیات اجراشده بر روی وضعیت، تراکم و گرایش پوشش گیاهی ملاحظه می‌شود. در شکل (۵) عملیات نهال‌کاری بر روی تراس‌بندی مشاهده می‌شود.

جدول ۴- مقایسه وضعیت مرتع، تراکم پوشش گیاهی مرتع، گرایش مرتع قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

نوع کاربری	وضعیت قبل از اجرای طرح	وضعیت بعد از اجرای طرح	تراکم قبل از اجرای طرح	تراکم بعد از اجرای طرح	گرایش قبل از اجرای طرح	گرایش بعد از اجرای طرح
مرتع	خوب	خوب	۶۲	۶۳	ثابت	ثابت
	متوسط	متوسط	۵۲	۵۵	منفی	ثابت
	فقیر	فقیر	۳۵	۳۵	منفی	منفی

در مورد تأثیر عملیات آبخیزداری اجراشده بر پوشش گیاهی، باگذشت چندین سال از شروع اجرای عملیات، تغییرات اندکی در وضعیت، تراکم و گرایش پوشش گیاهی حاصل‌شده است. این روند ممکن است در سال‌های آینده ادامه داشته باشد. همچنان که Milton (1994) و Albaladejo et al. (1998) و Zhang et al. (2002) معتقدند صدمات وارده به پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌راحتی قابل جبران نیست و زمان زیادی برای این کار لازم است تا اثرات اقدامات اصلاحی ظاهر شوند.

همچنین

شکل ۵- عملیات توأم علوفه کاری و کاشت درخت بر روی تراس‌بندی

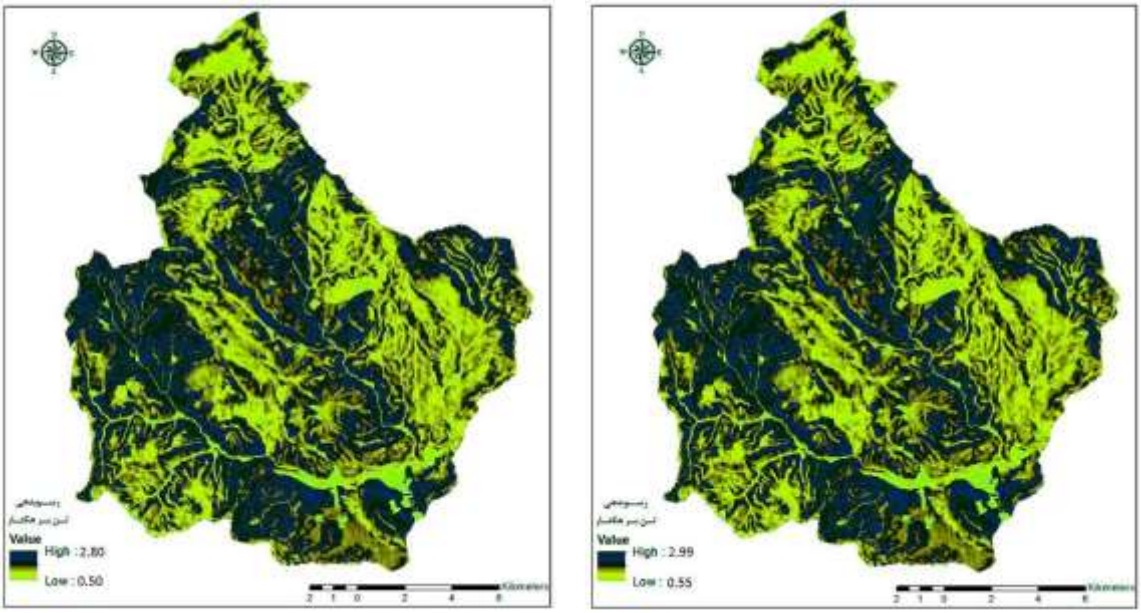
۳-۳- تغییرات فرسایش و رسوب

نتایج بررسی وضعیت فرسایش و رسوب با استفاده از مدل پسیاک نشان می‌دهد که با اجرای عملیات آبخیزداری، امتیاز عامل‌های رواناب، پوشش زمین و کاربری اراضی در مدل پسیاک تغییر کرد. امتیاز عوامل نه‌گانه مدل در جدول (۵) مشاهده می‌شوند. در توزیع فرسایش در سطح حوضه و مساحت کلاس‌های شدت فرسایش تغییرات جزئی وجود دارد.

جدول ۵- میانگین امتیاز عامل‌های مدل پسیاک در گزینه‌های مختلف

عوامل مدل پسیاک	وضعیت		درصد تغییرات
	قبل از عملیات	بعد از عملیات	
زمین‌شناسی	۳/۶	۳/۶	۰
خاک	۵/۹	۵/۹	۰
اقلیم	۳/۸	۳/۸	۰
رواناب	۶/۵	۲/۱	۶۷
توپوگرافی	۸/۱	۸/۱	۰
پوشش زمین	۹/۲	۷/۲	۲۱/۷
کاربری اراضی	۳/۲	۷/۲	۱۲۵
فرسایش سطحی	۱۳/۹	۱۳/۹	۰
فرسایش رودخانه‌ای	۱۲/۲	۱۲/۲	۰
درجه رسوب‌دهی	۶۶/۴	۶۴	۳/۶

همچنین در شکل (۶) نقشه رسوب‌دهی حوضه در شرایط قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری برای حوضه محل تحقیق نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در میزان فرسایش تغییر قابل ملاحظه‌ای دیده نمی‌شود. این وضعیت می‌تواند به دلیل تخریب اراضی مرتعی و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی باشد، به‌طوری‌که سطح اراضی دیم در فاصله حدود ۱۰ سال از ۲۱۱۱ هکتار به ۲۷۷۴ هکتار و اراضی آبی از ۵۰ هکتار به ۴۵۰ هکتار و وسعت باغات به ۲۹۳ هکتار افزایش‌یافته است. این روند با شخم زدن مراتع و تبدیل آنها به اراضی زراعی (عمدتاً دیم) صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه میزان رسوب‌خیزی در اراضی تخریب‌شده بیشتر از مراتع است. فرسایش اراضی دیم در حوضه محل تحقیق و مناطق مشابه بیشتر از ۱۵ تن در هکتار و فرسایش اراضی مرتعی حدود ۷ تن در هکتار است و لذا اراضی زراعی دیم نقش بیشتری در رسوب‌خیزی داشته‌اند.



الف- قبل از عملیات آبخیزداری ب- بعد از عملیات آبخیزداری

شکل ۶- امتیاز رسوب‌دهی بر اساس مدل پسیاک الف- قبل و ب- بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

همانطور که در جدول (۶) ملاحظه می‌شود؛ قبل از اجرای عملیات، شدت فرسایش در طبقه کم و بسیار کم جمعاً حدود ۱۸ درصد مساحت کل حوضه را تشکیل می‌دهند، درحالی‌که بعد از اجرای عملیات، شدت فرسایش بسیار کم جای خود را به فرسایش کم داده و وسعت فرسایش کلاس کم به حدود ۱۸ درصد مساحت کل حوضه رسیده است که با جمع دو کلاس کم و بسیار کم در مطالعات اولیه تفاوتی ندارد. اما فرسایش در کلاس شدید به‌صورت موضعی در ۰/۳ درصد حوضه وجود داشته که در حال حاضر این کلاس به فرسایش متوسط تغییر پیداکرده است. بطور کلی کلاس شدت فرسایش حوضه در اثر عملیات آبخیزداری به سمت کلاس‌های میانی تغییر کرده است و باوجود جابه‌جائی‌های ظاهری، تغییرات زیادی مشاهده نمی‌شود.

جدول ۶- تغییرات طبقات مختلف شدت فرسایش

شدت فرسایش	درصد مساحت قبل از اجرای طرح	درصد مساحت بعد از اجرای طرح	نوع تغییرات
شدید	۰/۳	۰	کاهش
متوسط	۸۱	۸۲	ثابت
کم	۱۳	۱۸	افزایش
بسیار کم	۶	۰	کاهش

نتایج نشان داد که مقدار متوسط فرسایش خاک حوضه از ۸/۹ تن در هکتار به ۸/۲ تن در هکتار کاهش پیداکرده و مقدار رسوب‌دهی ویژه نیز با ۹/۴ درصد کاهش از ۲/۷ تن در هکتار به ۲/۵ تن در هکتار رسیده است. رسوب‌دهی کل حوضه نیز ۸/۲ درصد کاهش‌یافته است. نتایج برای مقادیر حد و میانگین رسوب‌دهی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در جدول (۷) ارائه‌شده است.

جدول ۷- مقادیر حد و میانگین رسوب‌دهی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

رسوب‌دهی	قبل از عملیات آبخیزداری	بعد از عملیات آبخیزداری	درصد تغییرات
حداقل رسوب‌دهی ویژه (تن در هکتار)	۲/۶۵	۲/۴	-۹/۴
حداکثر رسوب‌دهی ویژه (تن در هکتار)	۳/۰۰	۲/۸۰	-۶/۶
رسوب‌دهی ویژه (تن در هکتار)	۲/۷	۲/۵	-۷/۴
رسوب‌دهی کل (تن)	۷۴۵۸۶	۶۸۴۳۰	-۸/۲

همچنین اندازه فرسایش ویژه قبل از اجرای عملیات آبخیزداری ۸/۹ تن در هکتار بوده و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری به ۸/۲ تن در هکتار کاهش‌یافته و مقدار تله اندازی رسوب ۳۰ درصد به دست آمد. نتیجه آزمون T-test نشان داد که اختلاف مقادیر فرسایش و رسوب در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد(جدول ۸).

جدول ۸- عوامل چهارگانه فرسایش و رسوب و معنی‌داری آنها قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

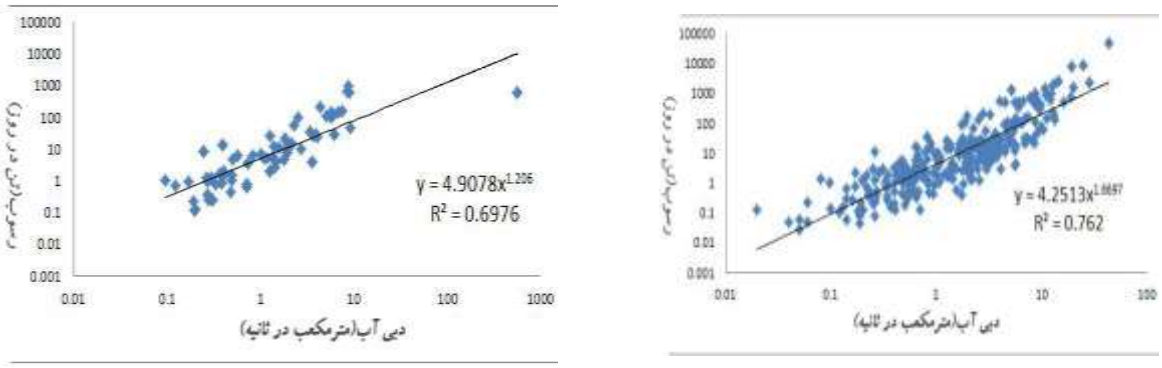
ردیف	عوامل فرسایش و رسوب	واحد	قبل از عملیات آبخیزداری	بعد از عملیات آبخیزداری
۱	فرسایش ویژه	تن در هکتار	۸/۹	۸/۲
۲	رسوب‌دهی ویژه	تن در هکتار	۲/۷	۲/۵
۳	تله اندازی رسوب ویژه از عملیات آبخیزداری	تن در هکتار	۰	۰/۳۰
۴	تله اندازی رسوب از عملیات آبخیزداری	درصد	۰	۰/۳۰
۵	معنی‌داری مقادیر قبل و بعد از عملیات آبخیزداری	سطح ۵ درصد		۰/۳۹۱

نتایج آزمون T-test زوجی نشان می‌دهد که بین مقادیر رسوب‌دهی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج این تحقیق با تحقیقاتی که، Gaffari et al.(2015)؛ Shi et al. (2012) و Moatamadwaziri انجام داده‌اند، با توجه به مشابهت در روش کار و مدل مورد استفاده، نتایج کم‌وبیش یکسانی در برداشته و همخوانی دارند. در خصوص تغییرات فرسایش، عواملی مانند حجم

عملیات و اصول فنی که بایستی در اجرای عملیات آبخیزداری کاملاً رعایت شود، مدت‌زمان سپری‌شده از اجرای عملیات آبخیزداری نیز مهم است، چون پتانسیل اکولوژیک مناطق نیمه‌خشک کم است و همان‌طور که Farage et al. (2003) et اظهار کرده‌اند، مدت زمان بیشتری نیاز است تا خاک بتواند تجدید حیات کند.

۳-۴- تغییرات رسوب بر اساس منحنی سنجه رسوب

با رسم منحنی‌های سنجه رسوب حد وسط دسته‌ها برای آمار دراز مدت دبی- رسوب در ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی تونل چهل‌گزی(خروجی حوضه محل تحقیق) مشاهده می‌شود. در شکل(۷) منحنی سنجه رسوب برای قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری نشان داده شده است.



الف- قبل از اجرای طرح ب- بعد از اجرای طرح

شکل ۷ - منحنی سنجه رسوب ایستگاه تونل چهل‌گزی الف- قبل و ب- بعد از اجرای طرح

بر طبق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های دبی- رسوب، متوسط رسوب خروجی بارکف و بار معلق در خروجی حوضه چهل گزی قبل از اجرای عملیات آبخیزداری ۲۷۸۷۵ تن در سال بوده که بعد از اجرای عملیات به ۳۱۰۲۵ تن در سال رسیده است. علی‌رغم انجام اقدامات آبخیزداری و بهبود نسبی در برخی شاخص‌ها (ازجمله پوشش گیاهی و فرسایش و رسوب برآورد شده با مدل پسیاک، میزان رسوب مشاهده‌ای اندازه‌گیری شده در ایستگاه رسوب سنجی حدود ۱۰ درصد بیشتر شده است. این مقدار از ۲۷۸۷۵ به ۳۱۰۲۵ تن در سال رسیده است.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده بر طبق روش تحقیق و نتایج به‌دست‌آمده، نتیجه‌گیری از این تحقیق در بندهای زیر خلاصه می‌شود:

۱- در مقدار فرسایش سالیانه حوضه در نتیجه اجرای عملیات آبخیزداری کاهش حدود ۷/۸ درصد اتفاق افتاده است. میزان فرسایش حوضه قبل از اجرای عملیات آبخیزداری از ۸/۸ تا ۱۰ تن در هکتار متغیر و میانگین سالانه فرسایش ویژه تقریباً ۹ تن در هکتار بوده است. میزان فرسایش بعد از اجرای عملیات آبخیزداری از ۸ تا ۹/۳ تن در هکتار متغیر بوده و میانگین سالانه فرسایش ۸/۳ تن در هکتار است.

۲- مقدار رسوب‌دهی حوضه قبل از اجرای عملیات آبخیزداری در محدوده ۲/۶۵ تا ۳/۰۰ تن در هکتار

و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در محدوده ۲/۴ تا ۲/۸ تن در هکتار متغیر است و میانگین سالانه رسوب‌دهی تقریباً ۲/۵ تن در هکتار بدست آمد.

۳- در مورد تأثیر عملیات آبخیزداری اجراشده بر پوشش گیاهی، باگذشت چندین سال از شروع اجرای عملیات، پوشش گیاهی حوضه از ۴۹ درصد به ۵۷ درصد افزایش‌یافته و تغییرات اندکی نیز در وضعیت، تراکم و گرایش پوشش گیاهی حاصل‌شده است.

۵- سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به دلیل تأمین منابع مالی، امکانات عملیات صحرایی و مشاوره‌های علمی قدردانی می‌شود.

Reference

Albaladejo J., Martinez-Mena M., Roldan A. and Castillo V. (1998). Soil degradation and desertification induced by vegetation removal in a semiarid environment. Soil Use Manag., 14: 1–5.

Bagherian A. (2005). Evaluation of technical performance of watershed management plan, Kakhak watershed in Khorasan province. Final report of agriculture and natural resources research center of Khorasan.120 pp. [In Persian].

Bayat R., Ghermezcheshmeh B. and Refahi H. (2012). The role of the canopy cover in sediment. J. Watershed Manag. Eng., 3(4):187-195. [In Persian].

Consulting engineers sustainable Zarkesht Paidar. (2005). Detailed studies of Chehel Gazi watershed of Gheshlag Dam. Executive watershed basin. Volume IX, composed and suggestions. Watershed management organization of Kurdistan.255 p. [In Persian].

Dutilly-Diane C., McCarthy N., Turkelboom F., Burggeman A., Tiedemann J., Street K. and Serra G. (2007). Could Payments for Environmental Services Improve Rangeland Management in Central Asia, West Asia and North Africa CAPRI Working Paper.62, 42 pp.

Farage P., Pretty J. and Ball A. (2003). Biophysical aspects of carbon sequestration in dry lands. University of Essex, UK.

Gaffari G., Ahmadi H., Bahmani A. and Nazarisamani A. A. (2015). Evaluation the effect of watershed plan on the Erosion and Sediment. Iranian J. Nat. Resour. (Rangeland Watershed). 68(3):607-624. [In Persian].

Halabian A. H. and Manafi S. (2013). Evaluation the biological and biomechanical operations for soil and water conservation in the Meshkani Watershed in Neyriz. The First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Development. 8 pp. [In Persian].

Hudson N. W. (1991). A Study of the reasons for success or failure of soil conservation projects. FAO soils Bull., Bedford, U.K..

Kazemi W. (2007). Articles and research on water engineering, watershed management, agriculture and natural resources. Available at: http://www.vahidvaka.blogfa.com/8603.aspx. [In Persian]

Milton S. J., Dean W. R. J., Duplessis M. A. and Siegfried W. R. (1994). A conceptual model of arid rangeland degradation. BioSci., 44: 70–76.

MoatamadWaziri B., Mirzai M., Sharifi F. and Mohebbi A. (2012). The effect of watershed management projects on vegetation changes and landslides stability. J. Remote Sens. Appl. GIS Plan. Syst., 2(3):45-53. [In Persian].

Nabipour J., Wafakhah M. and Moradi H. R. (2014). The effects of watershed manage practices on floods. J. Sci. Technol. Agri. Nat. Resour, Water Soil Sci., 18:199-212. [In Persian].

Nittin Johnson J., Govindaradjane S. and Sundararajan T. (2013). Impact of watershed manage on the groundwater and irrigation potential: A case study. Int. J. Eng. Innov. Technol. (IJEIT), 2(8):42-45.

Pandey A., Chowdary V. M. and Mal B. C. (2009). Sediment yield modeling of an agricultural watershed using MUSLE, Remote Sensing and GIS. Paddy Water Environs. 7:105-113.

Parekar M., Moravej S. M., Reza B., Hosseini M., Soltani M. J. and Shadmani A. (2013). Evaluation the effects of watershed manage practices in the Bardeh watershed. Final report of soil conservation and watershed manage research institute (SCWMRI). [In Persian].

Ranade Ramk. (1996). Predicting runoff from Vertisols of Malwa region (India). Crop Res.1:9- 6

Reiner R., Underwood E. and O'Niles J. (2002). Monitoring conservation success in a large oak woodland landscape. USDA Forest Service, Technical Report PSW-GTR-184.12 pp.

Shi Z. H., Ai L., Fang B., N. F. and Zhu H. D. (2012). Modeling the impacts of integrated small watershed manage on soil erosion and sediment delivery: A case study in the three gorges area. China J. Hydrol., 438–439:156–167.

UNEP (United Nations environmental programme). (2012). The UN-Water Status. Report on the Application of Integrated Approaches to Water Resources Management.106 pp.

Zhang J., Tian G., Li Y. and Lindstrom M. (2002). Requirements for success of reforestation projects in a semiarid low-mountain region of the Jinsha river basin, southwestern China. Land Degrad. Develop., 13: 395-401.

The Role of Watershed Management Projects in Reducing Erosion and Sediment of Watersheds

Hossein Khaledian[1*] and Reza Bayat[2]

[1] Researcher, Kurdistan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran

[2] Researchers, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute AREEO, Tehran, Iran

***Corresponding author:** hkhaledian@yahoo.com

Type of paper: **Original**

Received: September 28, 2016 Accepted**:** June 20, 2017

ABSTRACT

Soil erosion is a phenomenon that leads to destruction and loss of valuable soil, especially under accelerated conditions. As the life of human societies requires water and soil, variety of biological and mechanical operations are practiced in order to prevent soil erosion and water loss, runoff control, and to improve the soil vegetative coverage. In order to evaluate the role of biological and mechanical watershed management projects on the erosion and sediments of Chehel Gazi Watershed, Sanandaj, the erosion and sediment of the watershed was determined using MPSIAC Model after identifying the performed operations. Then using paired T-test method, the impact of watershed practices on decreasing erosion and sediment was investigated. The results showed that specific sediment of watershed has decreased from 2.7 to 2.5 ton/hectare. Moreover, the level of higher sediment classes decreased and level of lower sediment classes increased. The statistical analyses showed that there is a significant difference between sedimentation before and after the watershed management project.

Keywords: Watershed Management; Chehel Gazi; Soil Conservation; Sediment; Erosion.