

عملیات آبخیزداری و تأثیر آن بر فرسایش و رسوب حوضه‌های مناطق نیمه خشک

پیمان معدنچی*^۱، علیجان آبرکار^۲



۱: مربی پژوهشی، گروه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

۲: استادیار، پژوهشی، گروه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران

E.mail: *peymanmadanchi@gmail.com

چکیده

طی دهه‌های اخیر تلفات منابع آب و خاک در حوزه‌های آبخیز در اثر بهره‌برداری غیر اصولی از آن‌ها شدت فزاینده‌ای پیدا کرده، این موضوع باعث کاهش تولید و عمر مفید مخازن و افزایش میزان تولید رسوب شده است. در جهت اصلاح این روند مدیریت آبخیزداری استان‌های مختلف کشور اقدام به اجرای عملیات آبخیزداری در حوضه‌های مختلف محل مأموریت خود کرده‌اند که شامل بندهای سنگ و سیمانی، خاکی، چپری و غیره می‌باشد و همین امر دلیل انجام این پروژه بوده که اثر بخشی عملیات اجرا شده در استان‌های مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. انجام عملیات بیولوژیک و مکانیکی آبخیزداری در سطح حوضه باعث تغییر امتیاز عوامل نه گانه روش تجربی MPSIAC می‌شود، در همین راستا این تحقیق در حوزه آبخیز دره مرید شهرستان بافت در استان کرمان انجام گرفت و تأثیر عملیات آبخیزداری اجرا شده بر روی تغییر رفتار حوضه در کاهش رسوب ارزیابی شد. طبق بررسی‌های بعمل آمده از رسوبات به تله افتاده در مخزن سدها، وزن رسوبات، ۶۶۰۹/۹۸ تن در سال می‌باشد. با اطلاعات بدست آمده در حوضه ۲۶۰۰ هکتار کار بیولوژیک صورت گرفته است که از هدر رفتن ۶۴۶۲/۶ تن خاک در سال جلوگیری کرده است. نتایج نشان داد که بین رسوبدهی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در هر زیر حوضه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد و این سری کارهای حفاظتی و اصلاحی باعث شد رسوب کمتری از حوضه دره مرید خارج شود.

واژگان کلیدی: عملیات مکانیکی، عملیات بیولوژیک، فرسایش، رسوب، حوضه آبخیز

بیان مسئله

فرسایش خاک از جمله فرآیندهایی است که منابع آب و خاک کشور ما را به صورت مستقیم و غیر مستقیم شدیداً تهدید می‌کند. هر چند این پدیده طبیعی بوده و جلوگیری از آن امکان‌پذیر نمی‌باشد، لیکن شناخت تمام فرآیندهای فرسایش و عواملی که در تولید رسوب و میزان فرسایش حوزه‌های آبخیز دخیل هستند بسیار مهم می‌باشد مانند: نزولات جوی، سنگ

مادر، خاک، عامل توپوگرافی، پوشش گیاهی و غیره. بهره‌برداری غیر علمی از منابع خاک حوضه باعث کاهش تولید محصول در واحد سطح به دلیل فرسایش و از دست رفتن خاک حاصلخیز می‌گردد، این امر سبب کاهش عمر مفید مخازن سدها از طریق پر شدن مخازن آن‌ها از رسوب شده است. از طرف دیگر اجرای عملیات آبخیزداری مستلزم صرف مبالغ قابل توجهی است. در هر حوضه پس از اجرای عملیات مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی، ارزیابی آن‌ها امری ضروری می‌باشد، که می‌تواند درک دقیقی از اثرات اجرای آن‌ها در حوضه‌های مشابه از نظر عوامل زمینی و اقلیمی به مجریان طرح‌های آبخیزداری بدهد. در ادامه به طور مختصر عملیاتی که در حوزه آبخیز دره مرید انجام گرفته است آورده شده. البته گفتنی است که در این تحقیق از روش تجربی *MPSIAC* برای محاسبه میزان فرسایش و رسوب حال حاضر حوضه استفاده شد و همین‌طور برای اطلاعات قبل از اجرای عملیات آبخیزداری، مطالعات این حوضه که توسط سازمان جهاد سازندگی وقت تهیه شده بود و از روش مشابه استفاده کرده بودند مورد تدقیق قرار گرفت. حوزه آبخیز دره مرید با مساحتی برابر ۵۴۲۹ هکتار در شهرستان بافت، بخش مرکزی دهستان کسبیکان روستای دره مرید در استان کرمان واقع شده است. این حوضه دارای مختصات جغرافیایی برابر با "۳۱°، ۵۴' تا "۲۸°، ۳۷' طول شرقی و "۲۰°، ۲۹' تا "۴۱°، ۲۵' عرض شمالی می‌باشد. مساحت و محیط حوضه بترتیب برابر با ۵۴/۲۹ کیلومترمربع و ۳۰ کیلومتر می‌باشد، ارتفاع بلندترین نقطه حوضه ۳۰۶۵ متر و پایین‌ترین نقطه حوضه ۲۵۰۰ متر می‌باشد.

مهمترین انواع فرسایش درحوضه عبارت از فرسایش گالی-آبراه‌های، شیاری-لغزش و فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه‌ای هستند. در جدول ۱ میزان رسوب ویژه، فرسایش ویژه، رسوب کل و مساحت هر پارسل آورده شده است، همان‌طور که توضیح داده شد در این تحقیق از روش *MPSIAC* استفاده و اطلاعات قبل از اجرای عملیات آبخیزداری از مطالعات جهاد سازندگی وقت استفاده شده است. (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان)

جدول ۱- میزان رسوب و فرسایش ویژه زیرحوضه‌های حوضه دره مرید بافت

شماره	مساحت	رسوب ویژه	فرسایش ویژه	مقدار رسوب کل
زیرحوضه	(هکتار)	(تن درهکتار)	(تن درهکتار)	زیرحوضه (تن)
۱	۱۶۰	۱۵/۳۱	۲۶،۳۲	۲۴۵۵
۲	۵۲۹	۹/۷۶	۱۹/۱۸	۵۱۸۶/۹
۳	۳۹۷۰	۹/۳۸	۲۵،۸۷	۳۷۵۱۶/۵
۴	۷۷۰	۸/۰۷	۲۱/۵۳	۶۲۲۰/۰۶

حوضه دره مرید براساس حساسیت سنگ به فرسایش و شدت فرسایش به ۴ پارسل تفکیک شده است بر این اساس ۵۱۳۷۸/۴۶ تن رسوب از کل حوضه سالیانه خارج می‌شود که معادل ۹/۴۶ تن رسوب در هکتار می‌باشد (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان).

معرفی دستاورد

روش‌های مبارزه با فرسایش و تولید رسوب که در حوضه دره مرید به مرحله اجرا گذاشته شده است را می‌توان به سه دسته کلی، مدیریتی، بیولوژیکی و مکانیکی تقسیم بندی کرد (مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت، مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان).

۱- روش‌های مدیریتی: در این بخش با کاهش تعداد دام (رعایت بین ظرفیت مراتع و تعادل دام) و همچنین زمان مناسب چرای مراتع (به تعویق انداختن ورود دام به مراتع) و سیستم‌های چرای متناوب استراحتی و تاخیری و در بعضی از مناطق که نقاط بسیار حساس به فرسایش هستند (قسمت‌های مرکزی حوضه) قرق مراتع انجام شده است که این امر باعث شده است مراتع از تجدید حیات خوبی برخوردار شوند.

۲- روش‌های بیولوژیکی: در بعضی از مناطق حوضه که تنها با عملیات مدیریتی امکان اصلاح مراتع نبوده است، اقدامات بیولوژیکی برای احیا مراتع صورت گرفته که عبارتند از: کشت نباتات علوفه‌ای نظیر *Onobrychis sp* و *Bromus Spp.* همراه با احداث بانکت. در بالا دست حوضه که خاک کم عمق می‌باشد کپه کاری گونه‌های *Ferula oopoda* و *Artemisia cieberi* و کشت گونه‌های درختچه‌ای نظیر *Amygdales lycioides* و *Amygdales communis* در قسمت‌های بالا دست زیرحوضه شماره (۱) و (۲) بوسیله احداث تشتک انجام شده است.



شکل ۱- نمایی از عملیات بیولوژیکی اجرا شده در حوضه دره مرید

۳- روش‌های مکانیکی: یکی دیگر از روش‌های مبارزه با فرسایش و تولید رسوب حوضه اقدامات مکانیکی است که به صورت بندهای خاکی، گابیونی، سنگ و سیمانی، چپری، خشکه چین و کیسه بتونی انجام شده است که باعث کنترل رواناب، تداوم جریان و رسوب‌گیری در حوضه شده است. در قسمت‌هایی از حوضه که نزدیک آبادی‌ها بوده و درختان سپیدار نیاز چوبی بندهای چپری را مرتفع می‌ساختند در آبراهه‌های درجه یک شمال زیر حوضه (۱) این نوع بندها احداث شده است و در قسمت‌های جنوب و غرب زیر حوضه شماره (۲) که منابع سنگ موجود بوده بندهای خشکه چین احداث شده است و در قسمت‌های شرقی حوضه که سنگ جهت خشکه چین وجود نداشته در آبراهه‌های درجه یک و دو بندهای کیسه بتونی جهت

تثبیت و تعدیل شیب احداث شده است. همانطور که گفته شد به منظور کنترل رواناب، جلوگیری از فرسایش سطحی و شیاری، هدایت آب به مناطق مطمئن و احیا مراتع، بانکت به همراه کشت نباتات علوفه ای احداث شده است.



شکل ۲- نمایی از عملیات بیومکانیکی اجرا شده در حوضه دره مرید

در این مطالعه جهت ارزیابی اثرات عملیات آبخیزداری اجرا شده اعم از مکانیکی و بیولوژیکی بر کاهش فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز دره مرید بافت استان کرمان، از محاسبه مجدد پارامترهای مدل *MPSIAC* مانند: عامل رواناب سطحی، عامل پوشش زمین، عامل کاربری اراضی، عامل وضعیت فعلی فرسایش و عامل فرسایش رودخانه‌ای و اندازه‌گیری رسوبات پشت بندهای اصلاحی در حوضه استفاده شد، میزان رسوب حوضه $3653/38$ تن در سال برآورد شد و با مقدار $51378/46$ تن در سال که در مطالعات اولیه برآورد شده بود با استفاده از آزمون T جفت نمونه ای در محیط نرم افزار *SPSS* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، و بر طبق نتایج آزمون‌های آماری مشخص شد که اختلاف معنی داری بین رسوب ویژه و فرسایش ویژه در هر یک از پارسل های حوضه آبخیز دره مرید وجود دارد. در شکل شماره ۳ نمایی از بند سنگ و سیمانی و در شکل ۴ نمایی از مخزن یک بند خاکی احداث شده در حوضه به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۳- نمایی از بند سیمانی اجرا شده در حوضه



شکل ۴- نمایی از بند خاکی اجرا شده در حوضه

همان‌طور که در چکیده گفته شد اجرای عملیات بیولوژیکی و مکانیکی در حوضه باعث تغییر در امتیاز بعضی از عوامل روش MPSIAC برای تعیین درجه رسوبدهی پارسل‌های مختلف حوضه شد، از این رو جهت ارزیابی تأثیر مثبت یا منفی عملیات اجرا شده ناگزیر از امتیاز دهی مجدد بعضی از عوامل فرمول تجربی جهت محاسبه درجه رسوبدهی پارسل‌های مختلف هستیم. همان‌طور که گفته شد عامل رواناب سطحی، عامل پوشش گیاهی، عامل نحوه استفاده از زمین، عامل وضعیت فعلی فرسایش و عامل فرسایش رودخانه‌ای جهت ارزیابی مجدد امتیاز آن‌ها مورد تحقیق قرار گرفتند و نتایج حاصل از تعیین میزان رسوب حوضه بعد از انجام عملیات تلفیقی بیولوژیکی و مکانیکی از روش آماری t جفت نمونه‌ای با میزان رسوب قبل از عملیات در حوزه مورد آزمون قرار گرفت.

جدول ۲- امتیازهای عوامل پسیاک پیشرفته در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در پارسل‌ها

عوامل	پارسل ۱		پارسل ۲		پارسل ۳		پارسل ۴	
	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد	امتیاز قبل	امتیاز بعد
زمین‌شناسی	۸	۸	۶/۱۵	۶/۱۵	۸	۸	۵/۶۳	۵/۶۳
خاک	۶/۱	۶/۱	۵/۶۸	۵/۶۸	۵/۵۷	۵/۵۷	۲/۵	۲/۵
آب و هوا	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱	۵/۰۱
رواناب	۳/۶۴	۳/۱۱	۳/۱۲	۲/۸۲	۲/۹۹	۲/۷۸	۶/۴۲	۵/۳۲
توپوگرافی	۰/۸۲	۰/۸۲	۴/۹۵	۴/۹۵	۲/۴۷	۲/۴۷	۹/۹	۹/۹
پوشش گیاهی	۱۸	۱۶/۴	۱۶	۱۴	۱۸	۱۶	۱۶	۱۴/۸
کاربری زمین	۱۸	۱۶/۴	۱۶	۱۴	۱۸	۱۶	۱۶	۱۴/۸
فرسایش فعلی	۲۰	۱۲/۵	۱۵	۹/۲	۱۲/۵	۷/۶۵	۱۰	۶/۱۲
فرسایش خندقی	۱۵/۰۳	۵/۰۳	۱۰/۰۲	۳/۳۴	۸/۳۵	۲/۶۷	۵/۰۱	۵/۰۱
جمع کل	۹۴/۶	۷۳/۳۷	۸۱/۹۳	۶۵/۱۵	۸۰/۸۹	۶۶/۱۵	۷۶/۴۷	۶۹/۰۹

وزن مخصوص ظاهری با روش کلوخه برداری ۱/۴۳ اندازه گیری شد ولی با توجه به عدد آن (۱/۴) که در مطالعه شناخت حوضه استفاده شده بود و اختلاف کمی که داشتند، برای جلوگیری از خطا در اندازه گیری وزن رسوبات همان عدد ۱/۴ استفاده شد و میزان رسوب ویژه و فرسایش ویژه قبل و بعد از عملیات در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- فرسایش ناخالص و ویژه قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

زیر حوضه ها و کل حوضه	رسوب ویژه Ton/ha		فرسایش ویژه Ton/ha	
	قبل	بعد	قبل	بعد
۱	۱۵,۳۱	۷,۲۳	۲۶,۳۲	۱۲/۴۳
۲	۹,۷۶	۵,۴۱	۱۹/۱۸	۱۰/۶۱
۳	۹,۳۸	۴	۲۵/۸۷	۱۵/۳۸
۴	۸,۰۷	۶,۲	۲۱/۵۳	۱۶/۶
کل حوضه	۱۳,۰۵	۹,۳	۳۸/۰۸	۲۷/۰۹

جهت حجم سنجی مخازن، شبکه بندی گمانه‌ها در مخازن صورت گرفت. به این صورت که فواصل گمانه‌ها ۳ متر در نظر گرفته شده و پس از احداث آن‌ها در پشت هر بند و تعیین عمق رسوب، میانگین عمق رسوبات مشخص شد. نقشه برداری از مخازن ۳۳ بند خاکی با فواصل خطوط تراز یک متر صورت گرفت، سطح آبخیز که همان حجم کلی مخزن سد می‌باشد و سطح مخزن که همان سطح رسوب به تله افتاده است، مشخص گردید و حجم رسوبات پشت هر بند مشخص شد. میزان رسوب به تله افتاده در بندهای خاکی و سیمانی حوضه دره مرید ۹۹۱۴۹/۸۱ تن می‌باشد و از آنجائیکه طرح اصلاح حوضه دره مرید ۱۳۷۹ به پایان رسیده است این میزان رسوب در ۱۲ سال از احداث بندها به تله افتاده است (زمان اجرای مطالعه) که تقریباً برای هر سال ۸۲۶۲/۴۸ تن می‌باشد و با احتساب ۶۴۶۲/۶ تن رسوبی که در نتیجه انجام عملیات بیولوژیکی از میزان کل رسوب پارسل‌ها کم می‌شود، مجموعاً ۱۴۷۲۵/۰۸ تن رسوب در سال در حوزه آبخیز طی عملیات بیولوژیکی و مکانیکی به تله افتاده است.

توصیه ترویجی:

منظور از بهره‌برداران در این مطالعه کارشناسان منابع طبیعی و آبخیزداری هستند. با توجه به مطالعه فوق یکی از روش‌هایی که بهره‌برداران برای اندازه‌گیری رسوبات پشت بندهای خاکی می‌توانند استفاده کنند نقشه برداری است که البته باید توجه داشته باشند که جهت حجم سنجی مخازن، برای سازه‌ها با طول کمتر از ۱۰ متر فواصل گمانه‌ها یک متری و برای سازه‌های با طول ۱۰ تا ۲۵ متر فواصل گمانه‌ها ۲ تا ۳ متری و برای سازه‌های با طول بیشتر از ۲۵ متر فواصل گمانه‌ها ۵ متری در نظر گرفته شود. در حوضه دره مرید اغلب سازه‌ها با طول حدوداً ۲۵ متر بودند و فواصل نقطه‌های شبکه گمانه ۳ متر در نظر گرفته شد و پس از احداث گمانه‌ها در پشت هر بند و تعیین عمق رسوب میانگین عمق رسوبات مشخص شد. موضوع مورد توجه دیگر برای بهره‌برداران این است که اگر حوضه‌ای به دلیل عدم رعایت قرق، چرای بی‌رویه یا کندن بوته‌ها و اشجار توسط آبخیزنشینان به سمت تخریب میل کند اهالی از آنجا کوچ کرده و به شهرها هجوم آورده و به کارهای واسطه‌گری روی می‌آورند. وظیفه کارشناس در محل این است که از هر سه روش مدیریتی که گفته شد به اصلاح عرصه

اقدام کند بعد از اصلاح اهالی به عرصه بر می‌گردند و بعد از آن می‌توان مدیریت نگهداری را با احداث تعاونی محلی به خود آبخیز نشینان واگذار کرد، در حوزه آبخیز دره‌مرید در اثر استفاده آبخیز نشینان از پوشش گیاهی حوضه در طی سالیان متمادی، سطح این حوضه به صورت غیر قابل استفاده برای کشاورزی در آمده بود و هیچ نوع از ادوات کشاورزی نمی‌توانستند شیارها و خندق‌های موجود را از بین ببرند. به سبب تخریب اراضی، اهالی از حوضه کوچ کرده بودند اما پس از انجام عملیات آبخیزداری مانند احداث بندها در شیارهای موجود آن‌ها تقریباً اصلاح شدند و با بازگشت اهالی به منطقه و ایجاد تعاونی روستایی روبرو شدیم و همین مسئله باعث شد تا عملیات بیولوژیک توسط خود آن‌ها انجام شده و اقدامات قرق نیز بسیار جدی از طرف اهالی پیگیری شود.

فهرست منابع:

- ۱- بروشکه، ا. (۱۳۸۹). بررسی روشهای رسوب سنجی مخازن بندها و سدهای خشک. مجموعه مقالات ارائه شده در سومین گردهمایی مجریان طرحهای تحقیقاتی در زمینه رسوب سنجی مخازن و بندها و سدها و مدل‌های رسوبدهی. ۲۹-۲۵.
- ۲- بروشکه، ا، عرب‌خدیری، م. (۱۳۹۳). ارزیابی مدل‌های تجربی *MPSIAC* و *EPM* از طریق رسوب-سنجی سدهای کوچک در استان آذربایجان غربی. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز. ۳۰۷: ۲۷۳-۲۶۵.
- ۳- مطالعات حوزه آبخیز دره مرید بافت. (۱۳۷۹). مدیریت آبخیزداری، سازمان جهاد سازندگی استان کرمان.
- ۴- معدنچی، پ، عرب‌خدیری، م، حبیب‌نژاد. ر. (۱۳۹۷). تعیین مدل مناسب رسوبدهی در مراتع نیمه خشک با استفاده از رسوب سنجی مخازن کوچک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دره مرید استان کرمان). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ۱۸: ۲۳۳-۲۴۰.

- 5- Ghazavi, R. (2012). Comparison of EPM, MPSIAC and PSIAC models for estimating sediment and erosion by using GIS (case study: Ghaleh- Ghaph catchment, Golestan province). *Geography and development*. 27:30-32.
- 6- Hashemi, A. A., M, Arabkheldir. (2007). Evaluation of EPM model by sediment measurement in reservoirs of small dams. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 42: 345-355.
- 7- Johnson, C. W., and Gebhardt, K. A. (1982). Predicting sediment yield from sagebrush rangelands. *Proceeding of workshop on estimating erosion and sediment yield on rangelands, Tucson, Arizona, US Department of Agriculture, Agricultural Reviews and Manuals, Western Series*, 26: 145-156.
- 8- Madanchi, P., Bayat, R., and Shahedi, K. (2018). Effect of Watershed management practices hn reducing the erosion and sedimentation in semi- arid range land (case study: Daremorid Basin in Kerman Province), *Iranian Journal of Range and Desert research*, 24 (4): 757-767.
- 9- Porehkar, A., Behnam, N., Shokrabadi, M. (2013). An investigation survey on MPSIAC model to predict sediment yield in Iran. *Research journal of Environmental and earth sciences*. 5 (6): 342-349.
- 10- PSIAC. (1968). Factors affecting sediment yield and selection and evaluation of measures for the reduction of erosion and sediment yield. *Pacific Southwest Inter-Agency Committee (PSIAC) report of the water management subcommittee*, 27pp.
- 11- Refahi, H.G.H. (2005). *Water Erosion and Controlling*, 5ed Edition, University of Tehran press, Tehran, Iran, 550pp.
- 12- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. *USDA. Agriculture Research Service. Handbook 537*.