کارایی رسوب‌گیری بندهای کوتاه در آبراهه‌ها (مطالعه موردی در استان کرمانشاه)

یحیی پرویزی*[۱]، کامبیز رستمی[۲] و محمود عرب‌خدری[۳]

۱. *دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۲. محقق بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

۳. دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

بندهای کوتاه رسوب‌گیر سازه‌های اصلاحی و کلیدی برای کنترل جریان رسوب و اصلاح مسیر آبراهه‌ها در حوزه‌های آبخیز هستند. در استان کرمانشاه کارآمدی این سازه‌ها در انباشت رسوب کمتر مورد مطالعه وارزیابی قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارآیی این سازه‌ها در نگهداشت رسوب و کنترل سیلاب‌ها در سه حوزه آبخیز استان انجام شد. برای این کار، ضمن انتخاب سه حوضه مطالعاتی در شرق (حوضه حاجی‌آباد)، شمال (حوضه رزین) و جنوب استان (حوضه مرگ)، بندهای هدف برای مطالعه مشخص شدند. از این بندها در مجموع ۳۰، ۱۴ و ۴ بند به ترتیب گابیونی، خشکه‌چین و سنگی و ملاتی انتخاب و بررسی شدند. سپس رسوبات انباشت شده در مخزن پشت بندها با کمک مساحی و برداشت نمونه از مقاطع مختلف حجم‌سنجی شد. بررسی نتایج در حوضه حاجی آباد در شرق استان که عامل اصلی فرسایش، مرتبط با فرسایش کناره‌ای بود، نشان داد که عملیات احداث گابیون و خشکه‌چین به صورت متراکم توانسته است فرسایش خاک و رسوبدهی را به میزان ۱۳ درصد تقلیل دهد. در حوزه آبخیز رزین در شمال استان، بندهای سنگی ملاتی و گابیون موفق به دام انداختن حدود ۸۸۶ تن رسوب شده بودند. در حوزه آبخیز مرگ نتایج نشان داد بندهای بالادست آبراهه با ۹۲۴۵ کیلوگرم بر هکتار بیشترین و بندهای پایین‌دست با ۳۵۷۵ کیلوگرم بر هکتار کمترین عملکرد کنترل رسوب را داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد در حوضه‌های با ظرفیت رسوب‌دهی بالا، بندهای خشکه‌چین یکی از مهم‌ترین سازه‌های کم‌هزینه در حوزه آبخیز برای جلوگیری از انتقال رسوب به ویژه ذرات درشت‌دانه هستند. درحالی که، احداث بندهایی با زهکشی کم جهت جلوگیری از انتقال ذرات ریز نیز کارآمد است.

واژه‌های کلیدی: بند گابیونی، بند خشکه چین، تله اندازی رسوب، فرسایش.

مقدمه

مهمترین عاملی که منابع آب و خاک را، به عنوان کلیدی‌ترین عناصر منابع طبیعی، مورد تهدید جدی قرار می‌دهد، فرسایش خاک و رسوب‌زایی ناشی از آن می‌باشد. بندهای اصلاحی یا بندهای رسوبگیر، سازه‌های کوچکی هستند که با کاهش شیب آبراهه‌ها و کاستن سرعت جریان آب منجر به مهار رسوب و کاهش فرسایش در آبراهه می‌شوند (Boix-Fayos et al., 2007). این سازه‌ها یکی از روش‌های مکانیکی آبخیزداری به‌منظور حفظ آب و خاک به شمار رفته که در سال‌های اخیر در سطح گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و بخش عمده‌ای از هزینه ها را به خود اختصاص داده‌اند (دبیری و همکاران، ۱۳۹۲). در ایران مناطق اقلیمی نیمه‌خشک که حدود ۶۷/۴ درصد مساحت کشور (معادل ۱۰۵ میلیون هکتار) را می‌پوشانند نسبت به سایر مناطق فرسایش‌پذیرتر می‌باشند (عربخدری، ۱۳۸۴ و Arabkhedri, 2014). از میان روش‌های مختلف زیستی و مکانیکی برای حفظ خاک، اگر چه روش‌های مکانیکی حفاظت خاک بسیار هزینه‌بر بوده اما گاهی اجرای آنها برای تکمیل

نویسنده مسئول: یحیی پرویزی *yparvizi1360@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

عملیات حفاظت خاک اجتناب‌ناپذیر است. بندهای کوتاه یا بندهای اصلاحی[1] در آبراهه‌های کوچک برای کنترل و نگهداشت جریان‌های سیلابی، حفظ منابع آب و خاک و کاهش انتقال رسوب بکار می‌روند. از جمله این بندهای اصلاحی، بندهای گابیونی[2]، بندهای سنگی ملاتی و بندهای خشکه‌چین[3] هستند. یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین بندهای اصلاحی بندهای خشکه‌چین هستند. این بندها از چیدن تخته سنگ‌ها روی هم و در عرض آبراهه‌ها و معمولاً در سرشاخه‌ها ساخته می‌شوند (Nichols & Polyakov, 2019).

بندهای اصلاحی با حفاظت از منابع خاک و آب در حوزه‌های آبخیز نقش مهمی در ترسیب کربن و کاهش گازهای گلخانه‌ای داشته (Addisu & Mekonnen, 2019) و نیز در جهت کنترل رسوب و احیای اراضی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ramos-Diez et al., 2017). نصری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی با کمک بررسی آماری و تحلیل تغییرات بار رسوب معلق در حوضه مندرجان زاینده رود به این نتیجه رسیدند که اعمال عملیات آبخیزداری و حفاظت خاک به‌ویژه احداث ۱۷۴ مورد سازه‌های کنترل فرسایش، منجر به ترسیب بیش از ۲۷۵ هزار مترمکعب رسوب در پشت مخازن این سازه ها گردیده است. با این وجود، در مواردی به دلیل نقص در طراحی، اجرا و یا نگهداری این نوع بندها عملکرد ضعیفی از آنها گزارش شده است (Esmaili Nameghi & Hassanli, 2007). مقدار رسوب تجمع یافته در پشت بندهای خشکه‌چین تحت تأثیر مساحت زهکشی بند و شیب حوزه قرار دارد (Nazari Samani et al., 2020).

یکی از مصادیق این بندهای اصلاحی، بندهای خشکه‌چین یا اسکله‌ریزی است. که به آنها چکدم نیز اطلاق می‌گردد. احداث چکدم خشکه‌چین با سنگ‌های بزرگ باعث تثبیت پروفیل طولی آبراهه شده و از اینرو سبب کاهش سرعت حرکت رواناب و در نتیجه سبب کاهش فرسایش، رسوب، زمان تمرکز حوضه و سبب کاهش سیلاب می‌گردد (Abedini et al., 2012). هدف اصلی این بندها کنترل فرسایش و تثبیت شیب آبراهه می‌باشد. (Sougnez et al., 2011). این بندها با کاهش سرعت و شدت جریان رواناب و ترسیب رسوبات حمل شده در پشت خود سبب کاهش توسعه جانبی آبراهه‌ها شده و همچنین میزان رطوبت خاک بستر آبراهه را افزایش می‌دهند (Polyakov et al., 2014; Nichols et al., 2016).

استان کرمانشاه به دلیل شرایط اقلیمی، ادافیکی و مدیریتی حاکم بر عرصه منابع اراضی از جمله استان‌های با فرسایش زیاد است و دارای عرصه‌های بحرانی و دارای رسوب‌دهی بالا است که به‌طور مشخص منبع تولید رسوب برای سدهای مخزنی بزرگ کشور در حوضه کرخه و نیز حوزه‌های آبریز خروجی کشور نظیر رودخانه‌های سیروان، لیله و زمکان است. جهت کنترل این رسوبات خروجی و تله اندازی آنها عملیات حفاظتی و آبخیزداری بصورت بندهای کوتاه اصلاحی در مسیر آبراهه‌ها به وفور احداث گردیده است. کارایی انواع مختلف این بندهای اصلاحی در کنترل رسوبدهی حوضه و نیز رسوب‌گیری در عرصه کم‌تر مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر نوع و توالی این بندهای اصلاحی از جمله بندهای سنگی ملاتی، گابیونی و خشکه‌چین و نقش عوامل مؤثر بر کنترل رسوب خروجی و رسوب‌گیری در استان کرمانشاه بوده است.

مواد روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

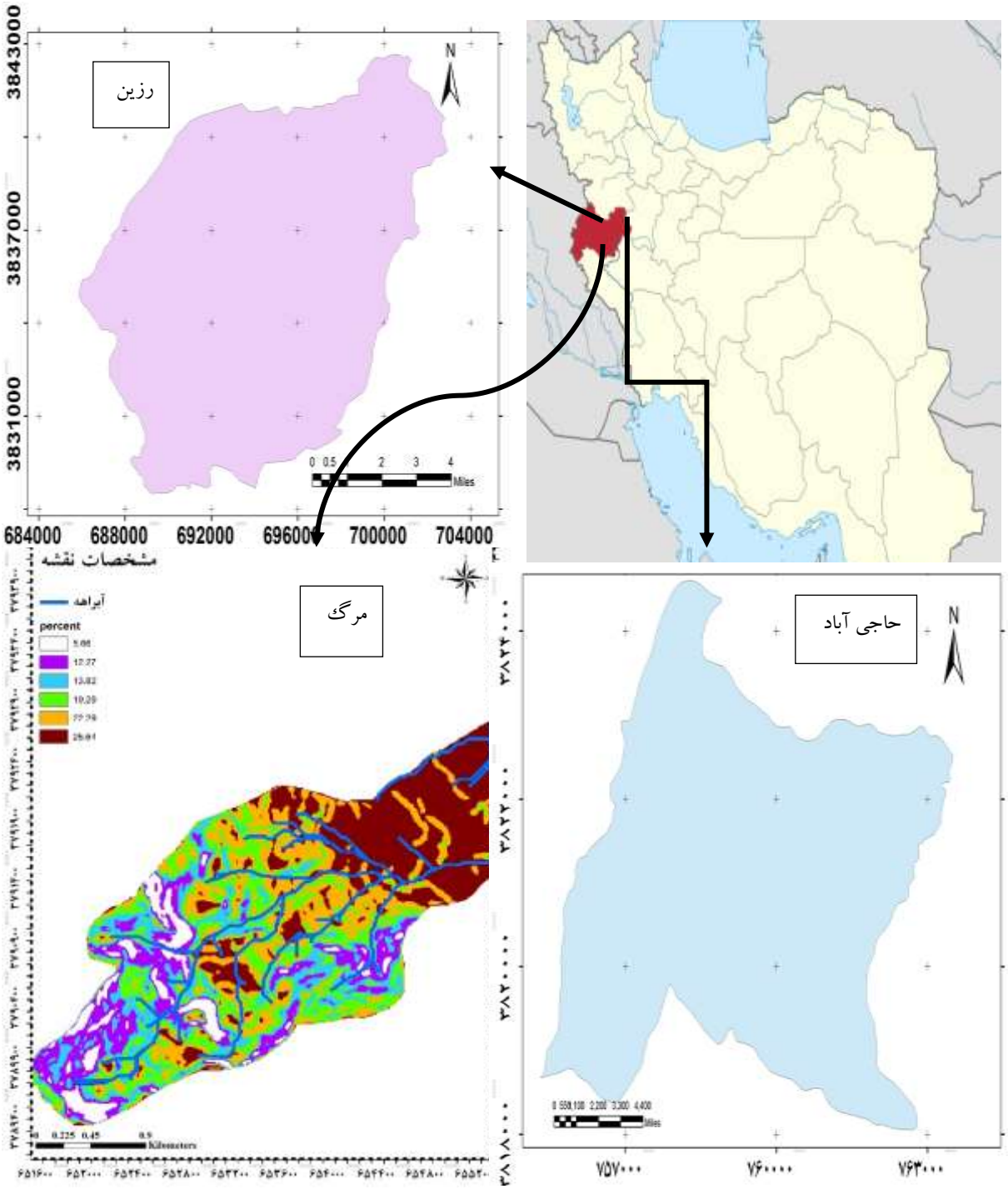
برای تحقیق حاضر سه محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شد. یکی از مناطق مورد مطالعه حوزه آبخیز مرگ در فاصله ۸۳ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمانشاه واقع شده و متوسط بارندگی ۴۳۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد است. متوسط ارتفاع وزنی این حوضه از سطح دریا ۱۶۶۰ متر با شیب متوسط ۱۰/۸ درصد و اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دمارتن نیمه‌خشک سرد تا نیمه‌مرطوب سرد می‌باشد. محدوده مورد مطالعه دارای کاربری جنگل بلوط است و در پایین‌دست زیرحوزه اراضی کشاورزی دیم واقع گردیده‌اند. منطقه دوم برای مطالعه حوزه آبخیز رزین در شمال استان کرمانشاه با میانگین دمای سالیانه هوا ۱۱/۴ درجه سانتیگراد و میزان بارندگی سالیانه به‌طور متوسط ۵۸۸/۵ میلیمتر است. نوع اقلیم

1. Check Dams
2. Gabion
3. Loose Stone Check Dams

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن اصلاح شده خیلی مرطوب و براساس طبقه‌بندی آمبرژه، نیمه‌مرطوب سرد تشخیص داده شده است. شیب متوسط حوزه ۷/۰۹ درصد و ارتفاع متوسط وزنی حوزه ۱۷۰۷ متر است (خلیلی و همکاران ۱۳۹۵).

منطقه سوم حوزه آبخیز حاجی‌آباد کنگاور در شرق استان و در ۹۵ کیلومتری شرق کرمانشاه قرار دارد. کاربری عمده اراضی حوضه مورد مطالعه مرتعی و بارندگی متوسط سالانه حوضه ۵۰۶ میلی‌متر است. در روش آمبرژه حوضه مطالعاتی دارای اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌خشک سرد و بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن اقلیم حوزه مدیترانه ای و نیمه‌مرطوب طبقه‌بندی می‌شود. ارتفاع متوسط حوضه ۱۹۱۱ متر و شیب متوسط آن ۲۵/۱ درصد است. مهمترین سازندهای تشکیل دهنده هر سه منطقه مورد مطالعه عمدتاً شامل سنگ آهک ضخیم و نهشته‌های آبرفتی می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت حوضه‌های مورد مطالعه در استان و کشور و موقعیت مکانی بندهای کوتاه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

عملیات مورد ارزیابی

در این مطالعه سه دسته سازه که بیشترین فراوانی از نظر پراکنش و فراوانی را دارند مورد ارزیابی قرار گرفت. سازه‌های اسکله‌ریزی یا بند خشکه‌چین با استفاده از قطعات سنگ بزرگ موجود در حاشیه آبراهه است. اسکله اصلی این سازه را سنگ-های نسبتا بزرگ تشکیل می‌دهد و برای رگلاژ و کاهش نفوذپذیری این بندها از قطعات سنگ کوچک‌تر استفاده می‌شود. نسبت آبگیری دریاچه این بندها به حجم رواناب با دوره برگشت ۱۰ ساله حوضه مبنای برآورد اثرات سازه مورد نظر بوده است. دو دسته سازه مهم دیگر که در این مطالعه ارزیابی شد، بندهای گابیونی و بندهای سنگی ملاتی است. طراحی و محاسبات ابعاد و پایداری بندهای سنگی ملاتی و گابیونی در این مناطق، بر اساس دبی پیک با دوره برگشت ۲۵ ساله انجام شده است. این نوع بندها با هدف کاهش سرعت حرکت رواناب و در نتیجه افزایش نفوذ رواناب، ته‌نشین شدن رسوبات، کاهش فرسایش خندقی، افزایش زمان تمرکز و کاهش سیلاب و در نهایت کاهش سیل و رسوب و افزایش تغذیه آب‌های زیرزمینی اجراء شده است.

در حوضه مرگ در مجموع ۲۰ بند خشکه‌چین بررسی شد. تعداد هشت بند از این بندها، فاقد رسوب بود. اما، دو بند که در انتهای آبراهه و در اراضی کشاورزی دیم احداث شده بودند، از رسوب انباشته بود. تعداد ۱۱ قطعه بند در یک آبراهه و در توالی هم دارای ظرفیت رسوب‌گیری بود و در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند که تصاویری از آنها در شکل (۲) نشان داده شده است. متوسط طول بندهای خشکه چین هفت متر، عرض آنها ۱/۵ متر و ارتفاع آنها یک متر، متوسط شیب آبراهه مورد نظر ۷/۴ درصد بود. بندهای مورد ارزیابی در حوزه آبخیز حاجی‌آباد عبارت بودند از: تعداد ۴ بند گابیونی و ۱۰ بند خشکه‌چین بود (شکل ۳). ابعاد سازه‌های گابیون در حوضه حاجی‌آباد متغیر و به طول بین ۵ تا ۲۷ متر و عرض متوسط ۴ متر احداث گردیده‌اند. ارتفاع این گابیون‌ها بین ۴/۲ تا ۴/۵ متر می‌باشد همچنین عرض پائین دست این سازه‌ها بین ۶/۲ تا ۸ متر و طول این بخش از سازه بین ۱۳ تا ۱۶/۵ متر متغیر است. همچنین، ابعاد سازه‌های چکدم خشکه‌چین احداثی متغیر و با طول بین ۱/۵ تا ۳۰ متر و عرض ۰/۸ تا ۳/۶ متر و همچنین ارتفاع این چکدم‌ها از ۰/۲۵ تا ۳ متر متغیر است. بیشتر این چکدم‌ها در پائین دست نیز جهت ممانعت از شستشوی خاک زیر بند و افزایش ماندگاری و استحکام بند، سنگ‌چین شده است و ابعاد این بخش با طول ۱/۵ تا ۱۹/۲ متر و عرض ۰/۸ تا ۳ متر متغیر می باشد (شکل ۲و ۳).

شکل (۲):a) نمایی از رسوب پشت بند و b) موقعیت بند در آبراهه در حوضه مرگ

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

شکل (۳): تصویری از سازه‌های چکدم (بالا) و گابیونی (پائین) حوزه آبخیز حاجی اباد کنگاور

مصادیق بندهایی که در این مطالعه در حوضه رزین و درمحدوده روستای قشلاق ارزیابی شدند تعداد ۱۰ بند رسوب‌گیر گابیونی و ۴ بند رسوب‌گیر سنگی ملاتی بود. مشخصات و ابعاد فنی سازه‌های احداث شده در دسترس نبود و در شکل (۴) چند نمونه از بندهای یاد شده نشان داده شده است. از مجموع بندهای ارزیابی شده فقط رسوبات قابل اندازه‌گیری در پشت سه بند وجود داشت و در بقیه رسوب قابل اندازه‌گیری نبود. زمان مطالعه حاضر در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ بود و از عمر استقرار بندها ۷ تا ۱۰ سال گذشته بود

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

شکل (۴): نمونه بندهای رسوب‌گیر سنگی ملاتی و گابیونی در محدوده آبراهه‌های روستای قشلاق حوضه رزین

حجم‌سنجی رسوب مخازن سازه

ابعاد و مشخصات فنی مخزن و سرریز سازه‌های مورد ارزیابی در حوضه، با عملیات میدانی اندازه‌گیری و تعیین شد. برای محاسبه حجم رسوبات انباشت شده، طول و مسافت منطقه رسوب‌گذاری به وسیله متر اندازه‌گیری شد. برای این کار، طول رسوب و عرض رسوب از سه منطقه ابتدا، وسط و انتهای مکان رسوب‌گذاری (پشت بند) اندازه‌گیری و سپس مساحت رسوب‌گذاری بدست آمد. ارتفاع بندها در قسمت پایین و بالای بند ازکف تا سرریز اندازه‌گیری شد و از تفاضل ارتفاع اندازه-گیری شده ارتفاع رسوبات در مجاورت بند محاسبه گردید (Vaezi et al., 2017). حجم رسوب جمع شده در پشت هر بند اصلاحی از معادله (۱) محاسبه شد (Castillo et al., 2007).

$$V = \frac{1}{2} W_{mean} DH \quad (۱)$$

$$Wmean = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3} \quad (۲)$$

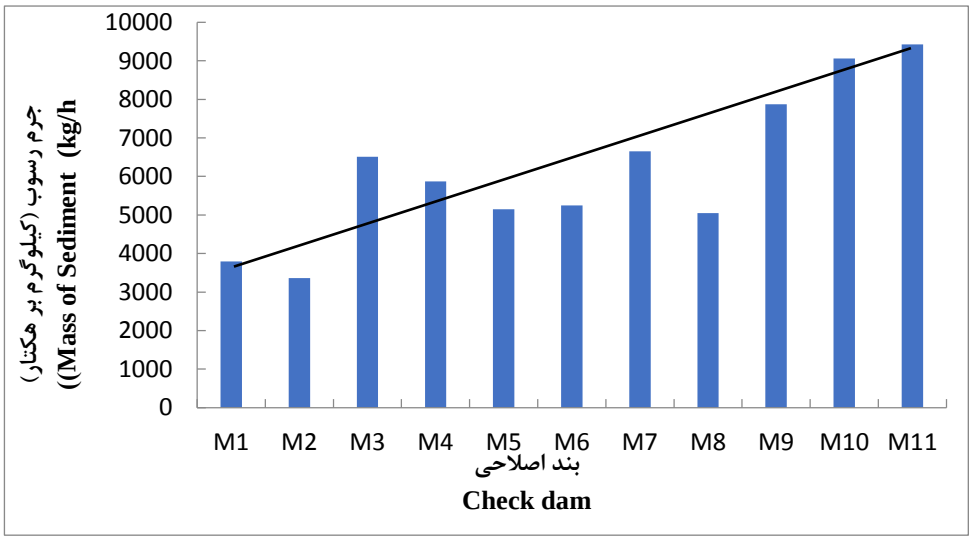
که در آن: V برابر است با حجم رسوب جمع شده در پشت هر بند بر حسب متر مکعب، D برابر است با طول رسوب جمع شده در پشت هر بند بر حسب متر و H ارتفاع رسوبات در مجاورت بند بر حسب متر است. Wmean عرض متوسط رسوبات بر حسب متر از رابطه (۲) و با اندازه‌گیری مقادیر W_1، W_2 و W_3 عرض رسوبگذاری در فواصل مختلف از بند بر حسب متر تعیین شد.

محاسبه وزن رسوب، با داشتن حجم محاسبه شده از رابطه (۱) و چگالی ظاهری رسوب تعیین شد. چگالی ظاهری نمونه-های رسوب پشت بندها از طریق سیلندرهای نمونه‌گیری با قطر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (Blake & Hartge, 1986). سپس مقدار وزنی رسوب از حاصل‌ضرب حجم رسوب در چگالی ظاهری آن محاسبه گردید. با اندازه‌گیری مساحت حوزه آبخیز بالادست هر بند از طریق پیمایش زمینی و استفاده از تصاویر گوگل ارث مقدار رسوب بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

نتایج و بحث

در حوضه مرگ، حجم‌سنجی رسوبات کل در پشت بندهای ارزیابی شده نشان از انباشت ۷۹ تن رسوب در پشت آنها بود. از این مقدار رسوب انباشت شده، بندهای بالادست، میانه و پایین دست آبراهه به ترتیب مقدار ۴۸/۹۸، ۳۲/۰۹ و ۱۸/۹۳ درصد آن را در پشت خود انباشت نموده‌اند. به‌طوری‌که هر یک از بندهای بالادست آبراهه ۱۳/۵۹ درصد از کل رسوب را انباشت نموده و هر یک از بندهای میانه و پایین دست آبراهه به ترتیب با انباشت ۸/۸۹ و ۵/۲۵ درصد از کل رسوب در مراتب بعدی قرار دارند. به‌طور کلی، عملکرد رسوب از بالاترین بند تا پایین‌ترین بند خشکه‌چین که به‌طور متوالی در آبراهه ساخته شده‌اند از روند کاهشی پیروی می‌کند (شکل ۵). بنابراین بندهای بالادست آبراهه نقش بیشتری در انباشت ذرات رسوب دارند که این نتیجه با نتایج اسماعیلی نامقی و حسن‌لی (Esmaili Nameghi & Hassanli, 2007) مطابق بود. آنها نیز نشان دادند که انباشت ذرات رسوب در بندهای بالاتر بیشتر از بندهای پائین‌دست ابراهه است.



شکل (۵): جرم رسوب در بندهای مختلف

بررسی های انجام گرفته بر روی سازه‌هائی که در حوضه حاجی‌آباد احداث گردیده‌اند نشان می دهد که ۶ مورد از سازه‌های احداثی رسوب قابل اندازه‌گیری در پشت آنها وجود داشت. جدول مشخصات سازه‌های یاد شده به همراه حجم رسوب جمع شده در پشت آنها در جدول (۱) ارائه گردیده است. نکته آسیب‌شناسی احداث این سازه‌ها ریزش‌های مکرر دیواره در اطراف این سازه‌ها بود که در مواردی حتی منجر به زمین لغزش‌های کوچکی نیز شده بود. این پدیده منجر به تخریب خاک در محدوده شانه سازه و همچنین صدمه به اراضی حاشیه شده بود بعلاوه باعث کاهش ظرفیت ذخیره سازی مخزن بند گردیده بود. ناپایداری این سازه ها به دلیل نوع خاکی بود که عمدتا حاوی رس‌های انبساط‌پذیر از نوع اسمکتیت نظیر مونتموریلونیت بود که در مواقع جذب آب پس از بارندگی سنگین شده و به دلیل شیب زمین شروع به ریزش و لغزش می‌کرد. در برخی از آنها که در زمین‌های شیب‌دار احداث شده بودند این پدیده رایج‌تر بود. شایان ذکر است پدیده لغزش در بیش از نیمی از سازه‌های احداثی به چشم می‌خورد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

جدول (۱): تاثیر بندهای اصلاحی در جمع‌آوری رسوب حوضه حاجی آباد

نوع سازه	طول (متر)	ارتفاع (متر)	عرض (متر)	طول متوسط رسوب (متر)	عرض متوسط رسوب (متر)	عمق متوسط رسوب (متر)	حجم رسوب (مترمکعب)	وزن رسوب (تن)
گابیون	۱۵	۲/۲۰		۱/۵	۱	۰/۱	۰/۱۵	
گابیون	۲۰	۲		۱/۵	۱	۰/۱	۰/۱۵	
گابیون	۱۷	۱/۹		۴	۳	۰/۱	۱/۲	
گابیون	۳۴	۲		۱/۵	۱/۵	۰/۱	۰/۲۲۵	
گابیون	۵۲۰	۲/۵		۳	۲	۰/۱	۰/۶	
گابیون	۸	۴/۵		۱	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	
خشکه چین	۱۰	۰/۹	۲	۰/۵	۰/۵	۰/۰۵	۰/۰۱۲۵	
				جمع کل			۲/۳۸۷	۲/۸۸

احداث عملیات مکانیکی شامل ۱۵۲ چکدم، ۶ گابیون در سطح حوزه، توانسته در مدت ۳ سال، فقط حدود ۲/۴ مترمکعب رسوب را مهار کند. با احتساب وزن مخصوص متوسط ۱/۲تن در متر مکعب، وزن رسوب به تله افتاده ۲/۸۸ تن است که با توجه به وسعت حوضه بالادست بند، نشان از نرخ سالانه مهار رسوب ۰/۸ تن در سال است. این رقم نسبت به رقم رسوبدهی حوضه محاسبه شده حوضه توسط پرویزی و همکاران (۱۳۹۷)، یعنی ۱۷۲ تن در سال ناچیز است. این نتایج در تضاد با یافته‌های دهدشتی‌زاده و شجاعی (۱۳۸۵) است که نشان دادند که اقدامات مکانیکی و بیومکانیکی آبخیزداری در یکی ازسرشاخه‌های سدزاینده رود پس از سه سال از حمل حدود ۱۳۳۰۰۰ تن رسوب بطرف دریاچه سد جلوگیری نموده است. همچنین تحقیق ایلدرمی و همکاران (۱۳۸۵) در دو حوضه منگاوی و قلی‌کندی همدان نشان داد که مقدار فرسایش و رسوب در حوضه منگاوی ۳۵/۱ درصد و در حوضه قلی‌کندی ۳۵/۲ درصد با اجرای پروژه‌های مکانیکی و بیولوژیکی کاهش یافته است.

در حوضه رزین بطور مشخص، شرایط حادی از نظر فرسایش و تخریب خاک نسبت به دیگر مناطق مطالعه شده وجود داشت. بررسی نشان از کنترل جریان روانآب و سیل‌های ایجاد شده در سال ارزیابی توسط بندها و به دام انداختن حدود ۸۹۰ تن رسوب در پشت سه بند خط مقدم سازه‌های یاد شده بود (جدول ۲). اما در بالادست کماکان اشکال متنوعی از فرسایش از جمله فرسایش بین شیاری، شیاری و خندقی و نیز وفور و پراکنش آرمور و پاشمان سطحی مشهود بود و نشان از حجم قابل توجه جابجائی خاک داشت. در جدول (۲) ابعاد هندسی رسوبات پشت هر سه بند و در نتیجه کل رسوب جمع شده نشان داده شده است.

جدول (۲): مشخصات هندسی و میزان رسوبات پشت بندها در روستای قشلاق حوضه رزین

شماره بند	مساحت رسوب(m^2)	عمق متوسط (m)	حجم رسوب (m^3)	وزن رسوب (تن)
۱	۱۰۲	۰/۴۲	۴۲/۸۴	۷۷/۱۱
۲	۵۰۰	۰/۸	۴۰۰	۷۲۰
۳	۱۷۴	۰/۳	۵۲/۲	۸۸/۷۴
مجموع			۴۹۵/۰۴	۸۸۵/۸۵

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

درشکل (۶) سیمایی از رسوبات جمع شده در پشت بندهای احداثی ونحوه ترسیم حجم و ابعاد آنها نشان داده شده است.

شکل (۶): تصویری از رسوبات جمع شده پشت ۳ بند مورد ارزیابی در حوضه رزین

برای بررسی دانه‌بندی رسوبات جمع شده پشت بندها و قیاس آنها با خاک بالادست، رسوبات جمع شده پشت بندهای حوضه رزین مورد مطالعه قرار گرفت. در این حوضه، مقایسه ذرات شن رسوب یافته در پشت بندهای توری‌سنگی نسبت به خاک دامنه در جدول (۳) آورده شده است. نتایج نشان داد مقدار ذرات در دامنه قطر ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۱ میلی‌متر در رسوبات پشت بندهای توری‌سنگی به ترتیب ۶۶،۸۰، ۳۵ و ۶۵ درصد بیش‌تر از مقدار آنها در خاک دامنه است. ذرات در دامنه قطر ۰/۰۵۳ و ۰/۰۷۵ میلی‌متر از سویی ذرات در دامنه قطر ۰/۰۵۳ و ۰/۰۷۵ میلی‌متر مقدار ذرات در رسوب به ترتیب ۲/۵ و ۲/۱ برابر کم‌تر از مقدار این ذرات در خاک دامنه بود.

جدول (۳): مقایسه مقدار ذرات رسوب یافته در محدوده شن در پشت بندهای توری سنگی نسبت به خاک دامنه.

قطر ذرات (mm)	۲-۱	۱-۰/۵	۰/۵-۰/۲۵	۰/۲۵-۰/۱	۰/۱-۰/۰۷۵	۰/۰۷۵-۰/۰۵۳
نمونه	(درصد)					
خاک دامنه	۱۸/۷۳	۱۵/۷۶	۱۱/۶۹	۴/۳۵	۱/۹۱	۱/۷۳
رسوب پشت بند	۳۳/۶۳	۲۶/۱۹	۱۵/۷۷	۷/۱۸	۰/۷۷	۰/۸۲
نسبت ذره در رسوب به خاک	۱/۷۹	۱/۶۶	۱/۳۵	۱/۶۵	۰/۴۰	۰/۴۷

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

ذرات سنگریزه و قلوه سنگ مقدار قابل توجهی از رسوبات را در پشت بندهای توری‌سنگی بخود اختصاص می‌دهند. این ذرات شامل ذراتی با قطر ۱۲/۵، ۹/۳۷، ۶/۲۵، ۴/۷۵ و ۲ میلی‌متر می‌باشد. مقدار این ذرات در خاک دامنه ۴۳/۹۱ درصد از رسوبات را تشکیل می‌دهد و در رسوبات انباشت شده در پشت بندهای توری‌سنگی ۳۷/۳۴ درصد از کل رسوبات را شامل می‌شود. نتایج نشان داد مقدار این ذرات در خاک دامنه بیش‌تر از مقدار تجمع یافته در پشت بندها است. به ترتیب ۷۸، ۷۴ ، ۹۶ ، ۹۷ و ۸۵ درصد ذرات با قطر ۱۲/۵، ۹/۳۷، ۶/۲۵، ۴/۷۵ و ۲ میلی‌متر از خاک دامنه انتقال و در رسوب پشت بندهای توری‌سنگی انباشته شده‌اند. بیش‌ترین مقدار این ذرات در رسوب، مربوط به ذرات در دامنه قطر ۲ تا ۴/۷۵ میلی‌متر بود که با میزان نسبی این ذرات در خاک بالادست تناسب داشت. همچنین، ذرات قلوه سنگ با قطر ۹/۳۷ تا ۱۲/۵ میلی‌متر نسبت به سایر ذرات کم‌تر بود که نشان دهنده مقدار کم‌تر این ذرات در خاک بالادست بود (جدول ۴). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های اسدزاده و صمدی (۱۳۹۵) مبنی بر دانه‌بندی درشت‌تر ذرات رسوب در پشت بندهای اصلاحی نسبت به خاک بالادست مطابقت داشت. بنابراین مقدار و نوع ذره رسوب یافته در پشت بندهای خشکه‌چین بیشتر به نوع آن ذره در خاک بالادست بستگی دارد که مطابق نظر Rienzi و همکاران (2013) مبنی بر تأثیر خصوصیات ذرات انتقالی بر میزان انتقال و رسوب آنها در پشت بندها بود.

جدول (۴): مقایسه مقدار ذرات رسوب یافته در محدوده سنگریزه و قلوه‌سنگ در پشت بندهای سنگی‌توری نسبت به خاک دامنه

قطر ذرات (mm)	<۱۲/۵	۹/۳۷-۱۲/۵	۶۹/۲۵-۹/۳۷	۴/۷۵-۶/۲۵	۲-۴/۷۵
نمونه			(درصد)		
خاک بالادست	۹/۶۳	۵/۵۶	۶/۳۹	۵/۲۰	۱۷/۱۳
رسوب پشت بند	۷/۵۴	۴/۰۹	۶/۱۷	۵/۰۶	۱۴/۴۸
نسبت ذره در رسوب به خاک	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۸۵

وزن و اندازه این ذرات و همچنین شرایط هیدرولیکی جریان رواناب می‌تواند دلیلی بر تفاوت مقدار این ذرات در خاک دامنه نسبت به رسوبات پشت بندها باشد (Wang & Shi, 2015). بنابراین می‌توان گفت بندهای توری‌سنگی تنها در مورد بار کف آبراهه تأثیر داشته و برای کاهش بار معلق آبراهه کارایی زیادی ندارند. به طوری که در نگه‌داشت ذرات درشت دانه و در محدوده شن و قلوه‌سنگ نقش مهمی دارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در حوضه‌هایی که فرسایش فعال نیست و جنس سازند از نوع لایه‌های سنگ آهک ضخیم است و خاک سطحی نیز از نوع خاک سنگین و رسی و با کربن آلی بالا بویژه در نواحی سردسیری است، رسوبدهی حوضه اندک و لذا احداث بندهای اصلاحی بویژه بندهای خشکه‌چین توجیه ندارد و با توجه با ناچیز بودن رسوبات درشت دانه هیچ نوع رسوبی در پشت این بندها به تله نخواهد افتاد. اما در صورت بالا بودن رسوبدهی حوضه، بندهای خشکه‌چین نقش مهمی در انباشت رسوبات دارند؛ به‌طوری‌که بندهای بالادست آبراهه دارای عملکرد بیشتری در انباشت ذرات رسوب دارند و به ترتیب بندهای میانه و پایین دست آبراهه دارای عملکرد کمتری هستند.

از بین عوامل مختلف، عملکرد بندها در انباشت ذرات رسوب تحت تأثیر جنس تشکیلات زمین‌شناسی بالادست و در نتیجه وضعیت فرسایش آن محدوده، مساحت زهکشی هر بند و شیب حوزه آبخیز قرار دارد و با افزایش مساحت زهکشی هر بند و شیب مقدار رسوب افزایش می‌یابد. مقدار ذرات شن رسوب یافته در پشت همه بندهای خشکه‌چین بیشتر از مقدار این ذره در خاک بالادست بندها بود بیشترین مقدار ذرات شن در دورترین فاصله از بند رسوب کرده و با نزدیک شدن به بند از مقدار شن کاسته می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد احداث این بندها در آبخیزهای جنگلی از انتقال ذرات رسوب درشت دانه به مقدار زیادی می‌کاهد. با توجه به نقش انتخابی این بندها در انباشت ذرات درشت، می‌توان گفت در حوزه‌های با بافت متوسط و ریز این بندها کارایی چندانی در جلوگیری از انتقال ذرات خاک نداشته و بخش قابل توجهی از رسوبات ریز در

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

محدوده رس از منطقه خارج می‌شوند. بنابراین برای رسوب دادن ذرات ریزتر و جلوگیری از آلودگی منابع آب سطحی، احداث بندهایی با تخلخل کمتر در پایین‌دست آبراهه و بعد از بندهای خشکه‌چین لازم است.

در حوضه رزین شرایط فرسایش و رسوبدهی حوضه حادتر از دیگر مناطق مطالعه شده بود. به گونه‌ای که بندهای احداثی حدود ۹۰۰ تن رسوب از نوع رسوبات واریزه‌ای دانه درشت در خود انباشته بودند. بررسی ظاهری رسوب انباشته شده نشان داد که به دلیل تراوا بودن و نیز سیلابی بودن جریان، بخش عمده رسوبات معلق از حوضه خارج شده بودند. چرا که رسوبات باقیمانده بسیار درشت دانه بودند. با احتساب ضریب ۳۰ درصد نسبت بار کف به بار معلق میتوان استنباط کرد که وزن رسوب کل تولیدی بالادست بندها بیش از ۳۰۰۰ تن بوده است. لذا، توسعه عملیات بیولوژیک نظیر کپه‌کاری، بذرپاشی و نیز عملیات بیومکانیکی نظیر پیتینگ، بانکت‌بندی و حتی تراس‌بندی توام با کشت گونه‌های سازگار درختی و علفی برای فرادست سازه‌های احداث شده جهت کنترل فرسایش درجا on-site ضروری است.

منابع

۱. اسدزاده، ف. و ا. صمدی (۱۳۹۵). تحلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در رسوبات پشت بندهای اصلاحی متوالی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷(۲):۲۹۳-۳۰۶.

۲. ایلدرمی، ع.، ح. نوری و ب. فتاحی (۱۳۸۵). ارزیابی میزان تأثیر عملیات آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب در حوضه‌های منگاوی و قلی‌کندی همدان. اولین همایش منطقه ای بهره برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها)، دانشگاه شهرکرد، شهریور ۱۳۸۵.

۳. پرویزی، ی.، ر. بیات، م. حشمتی، و م. قیطوری (۱۳۹۷). مقایسه کمّی اثر عملیات مکانیکی و زیستی آبخیزداری در مهار فرسایش و رسوب حوزه آبخیز حاجی‌آباد کرمانشاه. علوم و مهندسی آبخیزداری. ۱۲(۴۲):۵۲-۵۹.

۴. دبیری س.، م. صوفی و ن. طالب بیدختی (۱۳۹۲). بررسی عملکرد سدهای اصلاحی آبخیزداری در مهار کردن رسوب (مطالعه موردی: حوضه‌های آبخیز شهرستان‌های اقلید، مرودشت و ممسنی استان فارس). ۶(۱۸):۱-۲۱.

۵. دهدشتی‌زاده، م. و م. شجاعی (۱۳۸۵). نقش اقدامات مکانیکی و بیومکانیکی آبخیزداری در کاهش و کنترل سیلابهای حوضه B2 (سد زاینده رود). اولین همایش منطقه‌ای بهره برداری از منابع آب حوزه‌های کارون و زاینده‌رود (فرصت‌ها و چالش‌ها)، دانشگاه شهرکرد، شهریور ۱۳۸۵.

۶. خلیلی ک.، م. ناظری تهرودی و ا. احمدی (۱۳۹۵). تحلیل روند تغییرات ایستگاهی و منطقه‌ای بارش نیم قرن اخیر کشور ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۳(۲): ۶۴۳-۶۵۴.

۷. عربخدری م. (۱۳۸۴). بررسی رسوبدهی معلق حوزه‌های آبخیز ایران. تحقیقات منابع آب ایران. ۱(۲):۵۱-۶۰.

۸. نصری م.، س. فیض نیا، م. جعفری، ح. احمدی و س. سلطانی (۱۳۹۰). بررسی آماری تغییرات رسوب معلق و تحلیل عوامل موثر (مطالعه موردی: ایستگاه مندرجان). مرتع و آبخیزداری. ۶۴(۱): ۹۵-۱۰۶.

9. Abedini M., Said M.A.M. and Ahmad F. *(2012). Effectiveness of check dam to control soil erosion in a tropical catchment (The Ulu Kinta Basin).* Catena *97: 63–70*.
10. Addisu S. and Mekonnen M. *(2019). Check dams and storages beyond trapping sediment, carbon sequestration for climate change mitigation, Northwest Ethiopia.* Geoenvironmental Disasters. *6(4):1-8.*
11. Arabkhedri M. *(2014). A Review on Major Water Erosion Factors in Iran*. Extension and Development of Watershed Management. *2(4): 23-30.*
12. Boix-Fayos C., Barbera´ G.G., Lo´pez-Bermu´dez F. and Castillo V.M. *(2007). Effects of check dams, reforestation and land-use changes on river channel morphology: case study of the Rogativa catchment (Murcia, Spain).* Geomorphology *91: 103–123.*
13. Blake G.R. and Hartge K.H. *(1986). Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed*., Agronomy *9: 363-382.*
14. Castillo V.M., Conesa Garcia W.M., Barbera C., Navarro Cano G.G. and Lopez- Bermudez F.J.A. *(2007). Effectiveness and geomorphological impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean catchment: El Carcavo (Murcia, Spain).* Catena *70: 416–427.*
15. Esmaili Nameghi A. and Hassanli. A. *(2007). Peformance Evaluation of Checkdams Location across Some Streams in the Fine Sediment Retention (Case Study: Droudzan Watershed).* JWSS. *11 (1): 13-24.*

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]

16. Nazari Samani A., Ahmadi H., Salajegheh A., Guy Boggs, and Pishyar R. *(2010). Factors Controlling Gully Advancement and Models Evaluation (Hableh Rood Basin, Iran)*. WATER RESOURCES MANAGEMENT, *24(8), 1531-1549.*
17. Nichols M. H. and Polyakov V.O. *(2019). The impacts of porous rock check dams on a semiarid alluvial fan*. Science of the Total Environment, *664: 576–582.*
18. Polyakov V.O., Nilchos M.H., McClaran M.P. and Nearing M.A. *(2014). Effect of check dams on runoff, sediment yield, and retention on small semiarid watersheds.* Journal of Soil and Water Conservation. *69(5):414-42.*
19. Ramos-Diez I., Navarro-Hevia J., San Martín Fernandez R., Díaz-Gutiérrez V. and Mongil-Manso J. *(2017). Evaluating methods to quantify sediment volume strapped behind check dams, Saldaña badlands (Spain).* International Journal of Sediment Research. *32: 1–11*.
20. Rienzi E.A., Fox J.F., Grove J.H. and Matocha C.J. *(2013). Interrill erosion in soils with different land uses: the kinetic energy wetting effect on temporal particle size distribution*. Catena, *107: 130–138.*
21. Sougnez N., van Wesemael B. and Vanacker V. *(2011). Low erosion rates measured for steep, parsely vegetated catchments in southeast Spain.* Catena, *84(1-2):1-11.*
22. Vaezi A.R., Abbasi M., Keesstra S. and Cerdà A. *(2017). Assessment of soil particle erodibility and sediment trapping using check dams in small semi-arid catchments*. Catena *157: 227–240.*
23. Wang L. and Shi Z.H. *(2015). Size selectivity of eroded sediment associated with soil texture on steep slopes.* Soil Science Society of America Journal *79: 917–929.*

Sedimentation efficiency of small dams in channels (Case study: Kermanshah province)

Yahya Parvizi *[1], Kambiz Rostami [2], Mahmood Arabkhedri [3]

1. *Associate prof. soil conservation and watershed management department, agriculture and natural resource research and education center, AREEO. Kermanshah, Iran
2. Researcher, soil and water research department, agriculture and natural resource research and education center, AREEO. Kermanshah, Iran
3. Associate prof. soil conservation and watershed management research institute, AREEO, Iran

Received: 2020/12
Accepted: 2021/02

Abstract

Small sediment dams are the key structures for controlling sediment flow and improving the course of waterways in watersheds. In Kermanshah province, the efficiency of these structures in sediment accumulation has been less studied and evaluated. This study aimed to investigate the efficiency of these structures in sediment retention and flood control in three watersheds of the province. For this purpose, while selecting three study basins in the East (Hajiabad basin), North (Razin basin), and South of the province (Mereg basin), the target dams for the study were identified. A total of 30, 14, and four dams were gabion, dry-stone wall, cement-masonry, respectively. Then, the accumulated sediments in the tank behind the dams were examined with the help of surveying and sampling from different sections. Examination of the results in the Hajiabad basin in the East of the province, which was the main cause of erosion showed that gabion and dry-stone wall construction have been able to reduce soil erosion and sedimentation by 13%. In the Razin watershed in the North of the province, cement-masonry and gabion dams had managed to trap about 886 tons of sediment. In the Mereg watershed, the results showed that the upstream dams with 9245 kg/ha had the highest and the downstream dams with 3575 kg/ha had the lowest sediment control performance. The results of this study showed that in basins with high sedimentation capacity, dry-stone wall dams are one of the most important low-cost structures to prevent sediment transport, especially coarse particles. However, the construction of dams with low drainage to prevent the transfer of fine particles is also effective.

Keywords: Gabion dam, Check dam, sediment trapping, Erosion.

[1] . * yparvizi1360@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1399.8.4.4.5]