نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۵، شماره ۱، ۱۴۰۲، صفحات ۱۳-۲۶

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 15, Issue 1, 2023, Pages 13-26
DOI: 10.22092/IJWMSE.2022.358177.1968

ارزیابی و شبیه‌سازی عملکرد هیدرولیکی بندهای رسوبگیر، مطالعه موردی: حوزه آبخیز دویرج شهرستان آبدانان

سیداحمد حسینی[1*]

[1] استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۹

چکیده

بندهای رسوب‌گیر، با اهداف چند منظوره مشتمل بر کنترل سیلاب، فرسایش، رسوب و تغذیه آبخوان احداث می‌شوند. این بندها، با هدف کنترل رسوب از انتقال بخشی از آن به مخازن سدها در پایین‌دست جلوگیری و با ایجاد تاخیر در رواناب سطحی، بخشی از سیل را کنترل و آبخوان منطقه را نیز تغذیه می‌کنند. طراحی نامناسب و یا عدم اجرای بهینه این سازه‌ها، سبب کاهش عمر مفید و گاهی تخریب زودهنگام این سازه‌ها می‌شود. ارزیابی کارکرد و عملکرد فنی چنین طرح‌هایی با هدف اصلاح و مدیریت سامانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل، در این مقاله، تعدادی از بندهای رسوب‌گیر اجرا شده در شهرستان آبدانان استان ایلام مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. این پژوهش، در قالب مقایسه و شبیه‌سازی هیدرولیکی وضع موجود با شرایط قبل از اجرای طرح، در بازه‌ای از آبراهه به طول حدود هفت کیلومتر انجام شد. گفتنی است در این بازه، تعداد شش بند سنگ و ملاتی طی یک دهه گذشته احداث شده است. نتایج شبیه‌سازی هیدرولیکی سیلاب آبراهه و سازه‌های احداث شده نشان داد، با استناد به دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، به‌طور متوسط عرض سرریز بندهای احداثی حدود ۲۵ درصد بزرگتر از مقدار مورد نیاز و طول حوضچه‌های آرامش حدود ۴۰ درصد کمتر از مقدار مورد نیاز اجرا شده است. به‌طورکلی، در تمامی بندهای احداثی طول حوضچه آرامش به‌درستی انتخاب نشده است، به‌طوری‌که کم بودن طول حوضچه آرامش باعث شده است، پرش هیدرولیکی از حوضچه خارج شود و یا در قسمت پایانی آن تشکیل شود. به‌واسطه بالا بودن سرعت جریان در محدوده پرش هیدرولیکی، فرسایش و تخریب در ناحیه انتهایی حوضچه آرامش تشدید شده، که به مرور تخریب‌ها به سمت بالادست و سازه اصلی بند رسوب‌گیر کشیده شده است. با استناد به شبیه‌سازی هیدرولیکی سیلاب و مقایسه نسبی نتایج در شرایط قبل و پس از احداث بندها، مشخص شد که بندهای احداثی به‌طور متوسط بر روی پارامترهای سرعت جریان، قدرت جریان و تنش برشی جریان که همگی از عوامل تشدید فرسایش در آبراهه هستند، تاثیر مثبت داشته‌اند. به‌طوری‌که برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله پارامترهای سرعت، قدرت و تنش برشی جریان در طول بازه مورد پژوهش، به‌ترتیب حدود ۲۳، ۲۹ و ۲۷ درصد کاهش پیدا کرده است. لذا، میزان متوسط کاهش این پارامترها به‌صورت موضعی و در محل احداث بندهای شش‌گانه، به‌ترتیب برابر با ۷۳، ۸۵ و ۸۲ درصد برآورد شد. به طورکلی، با توجه به بازدیدهای میدانی و بررسی‌های به‌عمل آمده، اجرای طرح در کنترل سیل و رسوب موثر بوده است و در صورت حفاظت و ترمیم سالانه، تاثیرات آن مضاعف خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: بند اصلاحی، تنش برشی، حوضچه آرامش، سرریز، قدرت جریان

* مسئول مکاتبات: sahosseini@yahoo.com

مقدمه

احداث بندهای رسوب‌گیر، مدیریت آبخیز را به اهداف چندمنظوره خود که شامل کنترل سیلاب و فرسایش و رسوب، تغذیه آبخوان و احیای پوشش گیاهی است، نائل می‌کند. اتخاذ راهبردی مناسب برای ارزیابی وضع موجود و گذشته حوزه‌های آبخیز، اقدامی ضروری است تا بتوان پس از مشخص کردن نقاط ضعف و قوت، زیربناهای اساسی را بر پایه مدیریتی بنیان نهاد تا در آینده با کمینه هزینه و خسارات همراه باشد. رمز موفقیت نیز داشتن دیدگاهی تحقیقاتی بر پایه واقعیات موجود است. این بندها، از یک طرف با کنترل رسوب از انتقال آن به پشت سدها و مخازن پایین‌دست جلوگیری می‌کنند و از طرف دیگر، با ایجاد تاخیر در رواناب سطحی تا زمانی که پر نشده‌اند، بخشی از سیل را کنترل و با ایجاد فرصت نفوذ، منابع آب‌های زیرزمینی منطقه را تغذیه می‌کنند.

تحقیقات انجام شده در خصوص عملکرد سدهای اصلاحی نشان می‌دهد، سدهای اصلاحی یکی از موثرترین راه‌کارهای کاهش فرسایش، مهار رسوب (به خصوص رسوبات درشت دانه) در حوزه‌های آبخیز است. Shakeri و Sadatkia (2002)، به بررسی عملکرد سدهای اصلاحی در زیرحوزه‌های آبخیز سد زاینده‌رود در استان اصفهان پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها گویای این مساله بود که سدهای اصلاحی یکی از موثرترین روش‌های کاهش فرسایش و همچنین مهار رسوبات دانه‌درشت است، به‌طوری‌که در منطقه مورد مطالعه میزان رسوب‌دهی ویژه در حدود چهار برابر تقلیل یافته و اجرای عملیات آبخیزداری در این زیرحوضه ارزش افزوده‌ای بیش از ۴۰۰ درصد داشته است.

در آب و هوای خشک و خاک بی‌حاصل دشت بادرفتی در چین، سامانه سدهای اصلاحی در آبکندها از موثرترین راه‌های حفاظت از خاک شناخته شد (Xiangzhou و همکاران، 2004). سدهای اصلاحی موثرترین روش برای کاهش سریع رسوبات درشت‌دانه وارد شده به رود زرد هستند (Ran و همکاران، 2008). در طول دو سال، شش سازه احداث شده در حوضه بونگاه در هند، حدود ۵۰ درصد از ظرفیت‌شان را به علت رسوبگذاری از دست داده‌اند و ۲۳۰۰ متر مکعب رسوب در نهر آن‌ها به‌جای مانده است که در غیر این‌صورت، رسوبات باعث کاهش ظرفیت ذخیره سد مخزنی پایین دست می‌شدند (Goel و همکاران، 1996). بیشتر سدهای اصلاحی احداث شده در حوضه روگاتیو اسپانیا در سال ۱۹۸۰، به‌دلیل عدم اجرای طرح‌های زیستی، مقدار زیادی از کارایی خود را در به دام انداختن رسوب از دست داده‌اند و در بالادست سدها فرسایش دیواره‌ای شروع شده است. به این ترتیب، ساختار آن‌ها به‌تدریج از بین رفته است و رسوبات باقی‌مانده در طی ۳۰ سال گذشته در حال جابه‌جایی هستند (Boix-Fayos و همکاران، 2007).

به‌طورکلی، سدهای اصلاحی در شرایط مختلف، عملکرد متفاوتی دارند. از این‌رو، نمی‌توان به‌صرف تاثیر مثبت اجرای سدهای اصلاحی در یک منطقه، تاثیر آن را برای مناطق دیگر یکسان فرض کرد (Dabiri و همکاران، 2013). Ahmadi و همکاران (2003)، در یک پژوهش به این نتیجه رسیدند که بررسی عملکرد و اثرات سدهای اصلاحی اجرا شده در حوزه‌های آبخیز به‌منظور شناسایی نقاط قوت و ضعف آن‌ها و استخراج مناسب‌ترین روش های آبخیزداری برای حفاظت و اصلاح حوزه‌های آبخیز مشابه ضروری است. Ghodrati و همکاران (2004)، با ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری در حوضه سد سفیدرود به این نتیجه رسیدند که سدهای گابیونی ۷۶ درصد، سدهای خشکه‌چین ۵۷ درصد، سدهای چپری ۱۰۰ درصد، بندهای خاکی ۲۶ درصد و بانکت‌بندی ۱۰۰ درصد در کنترل و جلوگیری از وارد شدن رسوبات به دریاچه سد سفیدرود کارایی داشته است.

Hosseini و همکاران (2003)، با هدف بررسی تاثیر آبشکن‌های احداث شده در حفاظت و احیای اراضی حاشیه زنجان‌رود، ضمن محاسبه ارزش احداث هر آبشکن و نرخ تنزیل اجتماعی و تعیین نسبت فایده به هزینه، میزان بازدهی طرح را محاسبه کردند و نرخ بازده داخلی آن نسبت به نرخ تنزیل اولیه را مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها با محاسبه ارزش فعلی خالص اولیه

(NPV1[1]) و ثانویه (NPV2[2]) و نرخ بازده داخلی (IRR[3]) و نسبت فایده به هزینه (BCR[4])، مشخص کردند با وجود عدم همخوانی برخی از مشخصات هندسی آبشکن های اجرا شده با اصول فنی و معیارهای طراحی، پروژه یاد شده به اهداف اصلی اقتصادی خود دست یافته است.

Sadeghi و همکاران (2004)، در ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری در زیرحوضه کشار حوزه آبخیز کن با استفاده از روش‌های منحنی جرم مضاعف، میانگین متحرک، منحنی تداوم جریان و بررسی رژیم هیدرولوژیک، در مجموع، اقدامات آبخیزداری در کنترل رواناب منطقه مورد مطالعه را مثبت بیان کردند و استفاده از روش‌های یاد شده را به‌صورت کمی مورد تایید قرار دادند. Roghani و همکاران (2010)، ارزیابی عملیات آبخیزداری و معرفی روشی در تعیین سازه‌های کنترل سیل را در حوزه آبخیز بارده انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که مخزن سازه‌ای احداث شده با حجمی حدود ۴۷۱ متر مکعب، ضمن ذخیره رواناب و تاثیر بر نفوذ عمقی جریان رواناب، قادر به کنترل سیلابی با دوره بازگشت حدود ۲۵ سال است. Rahimi و همکاران (2012)، اقدامات آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز دژکرد استان فارس را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. نتایج پژوهش، گویای این قضیه است که پروژه آبخیزداری انجام شده از موفقیت قابل قبولی برخوردار بوده است. اولین سند این ادعا، کاهش قابل ملاحظه رواناب سطحی و فرسایش خاک و همچنین معکوس شدن روند مهاجرت بوده است.

Abdali و همکاران (2012)، سازه‌های گابیونی و عملکرد آن‌ها در کنترل فرسایش و رسوب زیرحوضه کوثر و ارائه راهکار مناسب به‌منظور بهبود عملکرد این سازه‌ها در دیگر زیرحوضه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، میزان حجم رسوبگیری سازه‌ها، علل تخریب برخی از سازه‌های اجرا شده، اثر جاده‌های دسترسی و استفاده از منابع قرضه بر روی رسوبات بررسی شد و راهکار مناسب به‌منظور بهبود عملکرد این سازه‌ها در دیگر زیرحوضه‌ها، تعیین شد. Ghoochi و همکاران (2014)، در ارزیابی تاثیر سازه‌های کنترل فرسایش و رسوب (گابیون و خشکه‌چین) در حوزه آبخیز لعل‌آباد ماهی‌دشت به این نتیجه رسید که از مهمترین عوامل افزایش فرسایش در منطقه، می‌توان به ارتفاع نامناسب سازه‌ها (خشکه‌چین)، تخریب کناره‌ها، عدم مرمت سالانه، پر شدن از رسوبات، تفاوت حجم کار انجام شده با حجم کار پیش‌بینی شده در کتابچه طرح، بهره برداری‌های غیراصولی و تبدیل مراتع به دیم‌زارهای کم بازده اشاره کرد.

Zare و Ghanbari (2015)، کارایی بندهای اصلاحی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق، عملکرد بندهای اصلاحی با توجه به هفت معیار، شامل فاصله بندها بر اساس شیب حد رسوبات، انتخاب نوع بند، استفاده از مصالح موجود، کمینه تخریب در منطقه، تثبیت ارتفاعی آبراهه، تناسب حجم پشت بندها با رسوب قابل ترسیب و کمینه غرقاب کردن عرصه، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد، با توجه به امتیاز هر یک از گزینه‌ها در معیارهای مذکور و با کمک یک مدل بهینه شده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، معیارهای رعایت فاصله بندها بر اساس شیب حد رسوبات با وزن ۰/۲۹۷ و انتخاب نوع بند با وزن ۰/۱۶۸، بیشترین تاثیر را در کارایی گروهی بندها دارند. Azizi و همکاران (2008)، با بررسی تاثیر تخلخل مصالح مورد استفاده بر افت انرژی جریان در سرریزهای پلکانی گابیونی به این نتیجه رسیدند که تخلخل، بیشتر از شیب پایین‌دست بر افت انرژی جریان تاثیر می‌گذارد و با کاهش تخلخل، افت انرژی افزایش می‌یابد. همچنین، مشخص شد که از تخلخل ۳۸ درصد به بالا، افت انرژی به‌شدت کاهش می یابد. این تحقیق با هدف بررسی عملکرد فنی و هیدرولیکی تعدادی از بندهای رسوب‌گیر شهرستان آبدانان و اصلاح و به‌کارگیری نتایج آن‌ها در پروژه‌های توسعه‌ای، با انجام مقایسه و شبیه‌سازی هیدرولیکی وضع

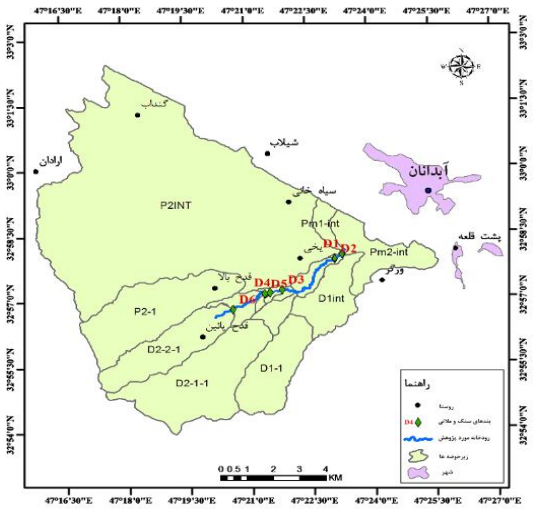
[1] Net Present Value 1
[2] Net Present Value 2
[3] Internal Rate of Return
[4] Benefit Cost Ratio

موجود با شرایط قبل از اجرای طرح کنترل فرسایش و سیل، به مورد اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: ارزیابی طرح‌های اجرا شده کنترل فرسایش و سیل به‌دلیل خسارات سالانه ناشی از سیل و هزینه قابل توجه اجرایی چنین طرح‌هایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل، تعدادی از طرح های آبخیزداری اجرا شده در شهرستان آبدانان واقع در استان ایلام مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. موقعیت بندهای سنگ و ملاتی احداث شده روی نقشه زیرحوضه مورد پژوهش، در شکل ۱، نشان داده شده است.

مختصات جغرافیایی بندهای مذکور در جدول ۱، ارائه شده است. این پژوهش در سه مرحله شامل بررسی نقشه‌ها و مطالعات پایه (نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰)، ارزیابی وضع موجود در قالب بازدید میدانی و مقایسه وضع موجود با شرایط قبل از اجرای طرح‌ها انجام شد.



شکل ۱- موقعیت بندهای سنگ و ملاتی احداث شده در زیرحوضه مورد پژوهش

جدول ۱- مشخصات هندسی بندهای سنگ و ملاتی و حوضچه آرامش

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
سال ساخت	۱۳۹۶	۱۳۹۰	۱۳۹۸	۱۳۹۲	۱۳۹۶	۱۳۹۸
طول جغرافیایی (UTM)	۷۲۳۲۰۷	۷۲۲۹۱۳	۷۲۰۹۲۸	۷۲۰۴۵۵	۷۲۰۲۵۷	۷۱۹۰۴۸
عرض جغرافیایی(UTM)	۳۶۵۰۱۷۱	۳۶۴۹۹۶۲	۳۶۴۸۶۱۷	۳۶۴۸۴۸۸	۳۶۴۸۴۴۹	۳۶۴۷۷۸۷
ارتفاع جغرافیایی (متر)	۸۷۹	۸۸۴	۱۰۰۷	۱۰۲۹	۱۰۴۳	۱۱۲۶
ارتفاع بند (متر)	۷	۹/۵	۷/۵	۸/۸	۸	۷/۳
عرض سرریز (متر)	۸	۱۴	۹	۸	۵	۶
ارتفاع سرریز (متر)	۵/۵	۸/۲	۶	۶/۸	۶/۵	۵/۴
پهنای سرریز (متر)	۱	۱/۵	۳	۱/۵	۱/۴	۲
ارتفاع سرریز تا لبه دستک (متر)	۱/۵	۱/۳	۱/۵	۲	۱/۵	۱/۹
شیب جداره پایین‌دست سرریز (درصد)	۱۶۰	۳۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۰۰
عرض دستک چپ سرریز (متر)	۵	۷	۱۰	۶	۱۰	۶
عرض دستک راست سرریز (متر)	۳	۱۶	۱۱	۶	۸	۴
عرض متوسط رودخانه در بالادست بند (متر)	۳۵	۳۵	۳۰	۲۰	۲۰	۲۰
طول حوضچه آرامش (متر)	۱۰	-	۱۵	۸	۷	۸
عرض حوضچه آرامش (متر)	۱۰	-	۹	۵	۴	۶
ارتفاع دیواره حوضچه آرامش (متر)	۱	-	۱/۴	۰	۱/۷	۱/۴
عرض دیواره حوضچه آرامش (متر)	۰/۵	-	۰/۸	۰	۱	۰/۶
ضخامت کف حوضچه آرامش (متر)	۰/۶	-	۰/۶	۱/۲	۰/۸	۰/۷

در رابطه با ارزیابی سازه‌ای بندهای احداث شده در زیرحوضه شماره ۳ از حوضه مورد پژوهش، بازه‌ای از آبراهه به طول حدود هفت کیلومتر و با شیب طولی متوسط ۳/۴ درصد، مورد بازدید میدانی قرار گرفت. در بازه مورد پژوهش، مشخص شد تعداد شش بند سنگ و ملاتی طی یک دهه گذشته احداث شده است که در ادامه مشخصات و ویژگی‌های هرکدام از آن‌ها تشریح خواهد شد. موقعیت عمومی بندهای احداثی در تصویر گوگل ارث در شکل ۲، نشان داده شده است.

مشخصات بندهای سنگ و ملاتی احداث شده: تمامی بندهای سنگ و ملاتی، دارای سرریز مستطیلی لبه‌پهن و مشخصات هندسی مندرج در جدول ۱، هستند.

با توجه به بازدیدها و اندازه‌گیری‌های میدانی و محاسبات دفتری انجام شده، حجم‌های مربوط به سازه، حوضچه آرامش و همچنین، حجم‌های تخریب شده در سازه و حوضچه آرامش هر کدام از این بندها، در جدول ۲، ارائه شده است.

شکل ۲- موقعیت عمومی بندهای سنگ و ملاتی در آبراهه مورد پژوهش در تصویر گوگل ارث

جدول ۲- حجم سازه بندها، حوضچه‌های آرامش و حجم تخریب شده در هر بند (متر مکعب)

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
حجم کل سازه بند	۲۳۵	۷۶۷	۹۹۲	۵۳۹	۵۴۰	۴۰۴
حجم تخریب شده در سازه بند	۰	۶۴	۰	۱	۲	۰
حجم کل سازه حوضچه آرامش	۸۰	به‌طور کامل تخریب شده	۲۲۵	۴۸	۶۷	۵۸
حجم تخریب شده در حوضچه آرامش	۰	۱۰۰	۱۴۴	۱۱	۳	۰
حجم کل سنگ و ملات اجرا شده	۳۱۵	۷۶۷	۱۱۳۶	۵۸۷	۶۰۷	۴۶۲
حجم کل تخریب	۰	۱۶۴	۱۴۴	۱۳	۶	۰

نمایی از موقعیت سازه و حوضچه آرامش، وضعیت تخریب و رسوبگذاری در برخی از مخازن بندها در شکل ۳ (الف تا خ) نشان داده شده است.

محل اتصال جداره پایین‌دست سرریز به حوضچه آرامش در بند شماره ۲، در تمامی عرض سرریز، به ارتفاع حدود چهار متر دچار زیرشویی و تخریب شده است. همچنین، حوضچه آرامش آن به‌طور کامل تخریب شده است. از بین رفتن کامل حوضچه آرامش، منجر به زیرشویی سرریز و تخریب گسترده در خود سازه شده است، به‌طوری‌که سازه در آستانه ریزش قرار گرفته است.

مخزن این بند گنجایش تقریبی ۳۵ هزار متر مکعب دارد که با رسوبات درشت دانه، کاملا پر شده است و ظرفیت مفید چندانی برای رسوبگیری مجدد در این بند وجود ندارد.

عدم اجرای پوشش سنگریزه‌ای[1] با قطعات درشت دانه و یا اجرای گابیون در پایین‌دست حوضچه آرامش بند شماره ۵، که قابلیت انعطاف دارند، از مشکلات این بند است. به‌طوری‌که عبور سیلاب از روی سازه، سبب کف‌کنی و زیرشویی شده و درحال حاضر اختلاف ارتفاعی ۰/۵ متری بین بستر آبراهه و لایه سیمانی

[1] RIPRAP

انتهای حوضچه ایجاد کرده است که این مساله می‌تواند مشابه سایر بندها، سبب شکستگی لایه سیمانی و به مرور تخریب و پسروی فرسایش به سمت بالادست حوضچه شود. گفتنی است، با توجه به قدرت بالای جریان در این آبراهه، ایجاد پوشش سنگریزه‌ای نیز نمی تواند موثر باشد و بهترین راهکار استفاده از گابیون در پایین‌دست حوضچه است.

شکل ۳- نمایی از موقعیت سازه و حوضچه آرامش بند شماره ۱ (الف)، عبور سیلاب از روی سرریز بند ۲ (ب)، وضعیت تخریب در محل اتصال جداره پایین‌دست سرریز به حوضچه آرامش در بند ۲ (پ و ت)، وقوع تخریب در حوضچه‌های آرامش سایر بندها (ث و ج) رسوبگذاری (چ و ح) و عدم اجرای پوشش سنگریزه‌ای در پایین‌دست حوضچه آرامش (خ) در برخی از مخازن بندها

اطلاعات مربوط به مشخصات رسوبات شامل طول و حجم رسوبگذاری در پشت بندهای مربوطه با استناد به پروفیل طولی آبراهه و همچنین، بررسی‌های میدانی در جدول ۳، ارائه شده است. بررسی این جدول نشان می‌دهد، پتانسیل تله‌اندازی حدود ۱۰۰ هزار متر مکعب رسوب، در مخازن شش بند احداثی در منطقه مورد پژوهش وجود دارد که تاکنون بخش اعظم این رسوبات در مخازن مربوطه، ترسیب شده‌اند.

جدول ۳- وضعیت و مشخصات رسوبات در پشت بندهای سنگ و ملاتی مورد بررسی

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
طول یا پتانسیل رسوبگذاری در پشت بند (متر)	۲۱۶	۲۴۹	۱۴۷	۲۱۳	۱۴۰	۱۰۶
پتانسیل حجم رسوبگذاری در پشت بند (متر مکعب)	۲۰۷۹۰	۳۵۷۳۱	۱۳۲۳۰	۱۴۴۸۴	۹۱۰۰	۵۷۲۴
قطر متوسط رسوبات پشت بند (سانتی‌متر)	عمدتاً شن و ماسه	۲۰	خالی	۱۵	۳۰	خالی
وضعیت رسوب در پشت بند	تا لبه سرریز از رسوب پر شده	تا لبه سرریز از رسوب پر شده	۹۰ درصد مخزن خالی از رسوب	تا لبه سرریز از رسوب پر شده	تا لبه سرریز از رسوب پر شده	خالی از رسوب
شیب حد (درصد)	۱	۲	خالی	۳/۳	۳/۵	خالی

نتایج و بحث

ارزیابی ابعاد هندسی سرریزها: سرریز، یکی از اجزا مهم هر بند است و بخش مهمی از هزینه‌های احداث بند، مربوط به سرریز آن است. بزرگ شدن بیش از اندازه سرریز، موجب افزایش عرض حوضچه آرامش نیز می‌شود و در نتیجه موجب افزایش هزینه‌های کلی احداث سد می‌شود. همچنین، کوچک شدن بیش از اندازه سرریز می‌تواند موجب کاهش عرض حوضچه آرامش و در نتیجه کاهش هزینه‌ها شود. اما این امر از سوی دیگر، موجب افزایش ارتفاع دیواره‌های حوضچه آرامش و ارتفاع کلی بند می‌شود که به نوبه خود افزایش هزینه‌ها را در پی خواهد داشت. همچنین، افزایش بیش از اندازه ارتفاع آب در این حالت عملکرد هیدرولیکی سرریز (میزان تخلیه از سرریز) را نامناسب می‌کند. بنابراین، لازم است ابعاد سرریز به نحوی تعیین شود که هم از نظر هیدرولیکی و هم از نظر اقتصادی مناسب باشد.

اولین گام در طراحی سد، تعیین عرض سرریز سد است که بر اساس نتایج هیدرولوژی، مقادیر سیل ورودی در محل ساخت هر یک از بندها تعیین شد. به این منظور، با در نظرگیری سیلاب ۱۰۰ ساله، به‌عنوان دبی طراحی، مقدار پیک سیلاب انتخاب شد تا بر اساس آن عرض سرریز تعیین شود. معمولا عرض سرریز به شکلی انتخاب می‌شود که از مقطع رودخانه بیشینه استفاده به عمل آید. در رابطه با تعیین عرض سرریز رابطه‌های مختلفی وجود دارد که رابطه Smith، از جمله رابطه‌های ذکر شده است که مقادیر کمینه و بیشینه عرض اقتصادی سرریز (W) را با توجه به مقادیر دبی طراحی (Q_{design}) به‌ترتیب بر اساس رابطه‌های (۱) و (۲) محاسبه می‌کند (U.S.B.R، 1987).

$$W_{Min}=1.2\sqrt{Q_{design}} \quad (۱)$$

$$W_{Max}=1.8\sqrt{Q_{design}} \quad (۲)$$

نتایج به‌دست آمده از طراحی سرریز برای هر یک از بندها در جدول ۴، آمده است که با استناد به دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در محل هر یک از بندها و با مقایسه مقادیر محاسبه شده و مقادیر اندازه‌گیری شده، مشخص شد که به‌طور متوسط عرض سرریز بندهای احداثی حدود ۲۵ درصد بزرگ‌تر از رابطه‌های U.S.B.R اجرا شده‌اند.

ارزیابی ابعاد هندسی حوضچه آرامش: طراحی مجدد حوضچه آرامش با توجه به توصیه‌های U.S.B.R ارائه شده در مرجع Hydraulic design of stilling basin and energy dissipaters صورت گرفت. با استفاده از اطلاعات حاصل از طراحی سرریز و به‌کارگیری رابطه‌های U.S.B.R (رابطه‌های ۳ تا ۱۴)، طرح هیدرولیکی حوضچه‌های آرامش هر یک از بندها محاسبه و مقادیر عمق ثانویه پرش هیدرولیکی، طول پرش، طول حوضچه آرامش و سایر مشخصات هیدرولیکی مورد نیاز تعیین شد. خلاصه نتایج به‌دست آمده در جدول ۵، ارائه شده است.

$$q=\frac{Q}{L_W} \quad (۳)$$

$$V_t=\sqrt{2g\left(P+\frac{y}{z}\right)} \quad (۴)$$

$$y_t=\frac{q}{V_t} \quad (۵)$$

$$(F_r)_t=\frac{V_t}{\sqrt{gy_t}} \quad (۶)$$

$$(F_r)_a=\frac{(Fr)_t}{0.98+0.02(Fr)_t} \quad (۷)$$

$$y_a=(\frac{q^2}{g*Fr_a^2})^{\frac{1}{3}} \quad (۸)$$

$$y_2=\frac{y_1}{2}\sqrt{(1+8F_{r1}{}^2)-1} \quad (۹)$$

$$L_j=5*(y_2-y_1) \quad (۱۰)$$

$$L_d=V_0*t \quad (۱۱)$$

$$t=\frac{2P}{g} \quad (۱۲)$$

$$V_0=\frac{Q}{by_b} \quad (۱۳)$$

$$y_b=0.715*y_c \quad (۱۴)$$

که در آن، V_t سرعت تئوری جریان در مقطع اولیه پرش، y_t عمق تئوری جریان در مقطع اولیه پرش، y_a عمق واقعی جریان در مقطع اولیه پرش، $(F_r)_t$ عدد فرود تئوری، $(F_r)_a$ عدد فرود واقعی در مقطع اولیه پرش، L_d طول قبل از پرش، V_0 سرعت جریان روی سرریز، t زمان سقوط جریان، Lw عرض سرریز، P ارتفاع بند، y_b عمق جریان روی سرریز و y_c عمق بحرانی جریان روی سرریز است.

با استناد به دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در محل هر یک از بندهای مورد پژوهش و با مقایسه مقادیر محاسبه شده و مقادیر اندازه‌گیری شده (ارائه شده در جدول ۱)، مشخص شد به‌طور متوسط طول حوضچه‌های آرامش، حدود ۴۰ درصد کمتر از مقدار مورد نیاز اجرا شده است.

جدول ۴- خلاصه نتایج به‌دست آمده از طراحی سرریز در هر یک از بندهای سنگ و ملاتی

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
دبی طراحی (متر مکعب بر ثانیه)	۲۳	۲۳	۱۱/۵	۱۱/۲	۱۱	۱۰
کمینه عرض سرریز بر اساس رابطه Smith (متر)	۸/۵	۵/۸	۴/۱	۴	۴	۳/۸
بیشینه عرض سرریز بر اساس رابطه Smith (متر)	۶/۸	۸/۶	۶/۱	۶	۶	۵/۷
عرض خالص انتخابی سرریز (متر)	۸	۸	۶	۶	۶	۶
عرض اجرا شده سرریز (متر)	۸	۱۴	۹	۸	۵	۶
ارتفاع سرریز (متر)	۵/۵	۸/۲	۸/۲	۶/۸	۶/۵	۵/۴
ارتفاع جریان روی سرریز (متر)	/۳۷/۱	۰/۹۴	۰/۸	۰/۸۵	۱/۱۴	۰/۹۵
دبی در واحد عرض (مترمربع بر ثانیه)	۸۸/۲	۲/۸۸	۱/۹۲	۱/۸۷	۱/۸۳	۱/۶۷
سرعت واقعی جریان روی سرریز (متر بر ثانیه)	۴۲	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۶

ارزیابی عمق جریان روی سرریزها پس از شبیه‌سازی هیدرولیکی: با استناد به نتایج مدل HEC RAS در شرایط پس از اجرای بندها، عمق جریان روی سرریزها تا لبه دستک مورد ارزیابی قرار گرفت. در این خصوص، برای سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف دو، پنج، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله کفایت ارتفاع سرریز تا لبه دستک‌های احداث شده در تمامی بندهای احداثی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج مربوطه در جدول ۶، ارائه شده است. نتایج ارزیابی ارتفاع دستک سرریزها نشان داد با احتساب ۰/۵ متر به عنوان عمق آزاد جریان[۱]، تمامی سرریزهای احداث شده، قابلیت انتقال سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله را دارا هستند و هیچ یک از سرریزها مستغرق نخواهند شد.

تعیین اثربخشی بندها در کنترل سیل و فرسایش پس از شبیه‌سازی هیدرولیکی: به‌منظور تعیین اثربخشی سازه‌ها، جریان سیلاب در بازه آبراهه مورد پژوهش با استفاده از مدل HEC RAS شبیه‌سازی هیدرولیکی شد و نتایج مربوطه در شرایط قبل و پس از اجرای بندها، برای سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف

[۱] Freeboard

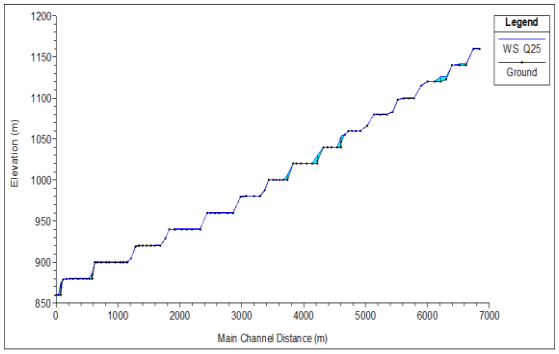
دو، پنج، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت. نمایی از پروفیل طولی آبراهه در شرایط پس از اجرای بندهای اصلاحی، در بازه منتهی به شهرستان آبدانان در شکل ۴، نشان داده شده است. شایان ذکر است که تمامی بندها با فرض خالی بودن از رسوب، به عنوان شرایط قبل از احداث بندها، به مدل معرفی شد.

جدول ۵- خلاصه نتایج به‌دست آمده از طراحی حوضچه آرامش در در هر یک از بندهای سنگ و ملاتی

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
سرعت تئوری جریان در مقطع اولیه پرش (متر بر ثانیه)	۱۱/۰۱	۱۳/۰۴	۱۱/۲	۱۱/۹	۱۱/۷۸	۱۰/۷۴
عمق تئوری جریان در مقطع اولیه پرش (متر)	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
عدد فرود تئوری	۶/۸۸	۸/۸۷	۸/۶۵	۹/۶	۹/۵۳	۸/۷
عدد فرود واقعی	۶/۱۶	۷/۶۶	۷/۵	۸/۱۹	۸/۱۴	۷/۵۴
عمق واقعی جریان (متر)	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۵
محاسبه عمق ثانویه پرش هیدرولیکی (متر)	۲/۳	۲/۵	۲/۵	۲/۶	۲/۶	۲/۵
طول پرش هیدرولیکی (متر)	۱۰/۲	۱۱/۴	۱۱/۲	۱۱/۷	۱۱/۷	۱۱/۳
زمان سقوط جریان (ثانیه)	۱/۰۶	۱/۲۹	۱/۱۱	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۰۵
عمق بحرانی جریان روی سرریز (متر)	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۷	۰/۶۶
عمق جریان در روی سرریز (متر)	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۵	۰/۴۷
سرعت جریان روی سرریز (متر بر ثانیه)	۴/۲۶	۴/۲۶	۳/۷۲	۳/۶۹	۳/۶۶	۳/۵۵
طول قبل از پرش (متر)	۲/۴	۲/۷	۲/۷	۲/۸	۲/۸	۲/۷
طول نهایی حوضچه آرامش (متر)	۱۲/۶	۱۴/۱	۱۳/۹	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۴

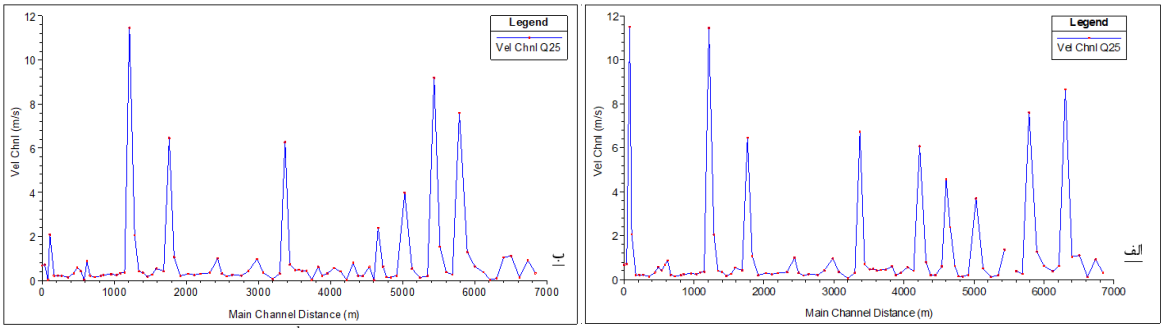
جدول ۶- نتایج بررسی عمق حداکثر جریان روی سرریز هر یک از بندها در دوره بازگشت‌های مختلف (متر)

شماره بند	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Q2	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۹
Q5	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۵	۰/۴۵
Q10	۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۶۵
Q25	۱/۰۳	۰/۸۲	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۸۸	۰/۸۱
Q50	۱/۲۵	۱	۰/۸۴	۰/۸۹	۱/۰۸	۰/۹۹
Q100	۱/۳۹	۱/۱۱	۰/۹۴	۱	۱/۲	۱/۱

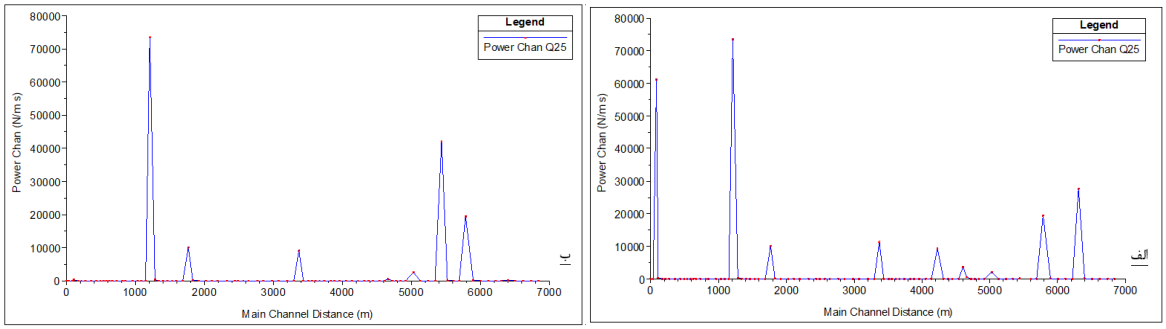


شکل ۴- پروفیل طولی آبراهه در شرایط پس از اجرای بندهای اصلاحی در بازه مورد پژوهش

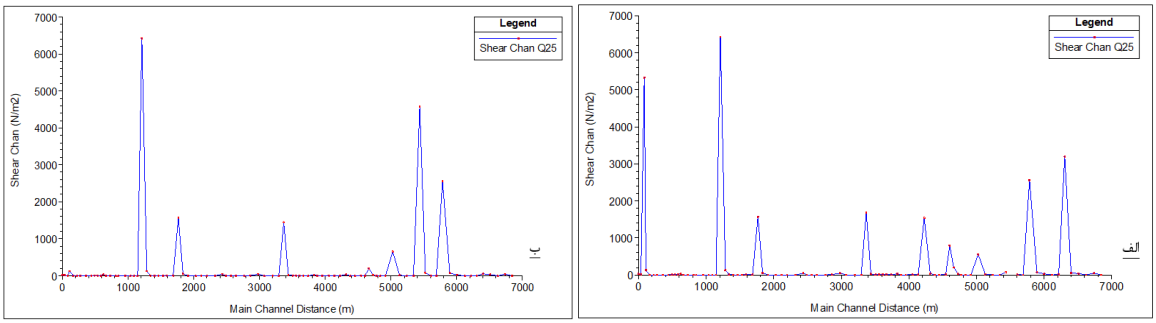
در نهایت، با برخی از پارامترهای مهم هیدرولیکی نظیر سرعت جریان، تنش‌برشی و قدرت جریان، تاثیر بندهای احداث شده مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نمودار تغییرات سرعت جریان، قدرت جریان و تنش برشی جریان در طول بازه مورد پژوهش در شرایط قبل و پس از احداث بندها در وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در شکل‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است.



شکل ۵- روند تغییرات سرعت جریان در طول بازه مورد مطالعه در شرایط قبل (الف) و پس از احداث سازه (ب) با دوره بازگشت ۲۵ ساله



شکل ۶- روند تغییرات قدرت جریان در طول بازه مورد مطالعه در شرایط قبل (الف) و پس از احداث سازه (ب) با دوره بازگشت ۲۵ ساله



شکل ۷- روند تغییرات تنش برشی جریان در بازه مورد مطالعه در شرایط قبل (الف) و پس از احداث سازه (ب) با دوره بازگشت ۲۵ ساله

همان‌گونه که از شکل‌های ۵ تا ۷ مشخص است، مقادیر کاهش پارامترهای مربوط به سرعت، قدرت و تنش برشی جریان در موقعیت شش بند احداث شده D1، D2، D3، D4، D5 و D6 که در فواصل ۸۳، ۵۸۴، ۳۷۴۰، ۴۲۲۵، ۴۶۰۴ و ۶۲۱۵ متری نسبت به پایین‌دست بازه مورد پژوهش قرار دارند، به‌خوبی قابل ملاحظه است.

جمع‌بندی مباحث شبیه‌سازی هیدرولیکی: به‌طور کلی، نتایج مربوط به ارزیابی میزان کاهش پارامترهای مهم هیدرولیکی نظیر سرعت جریان، تنش برشی و قدرت جریان در شرایط قبل و پس از اجرای بندها در دوره بازگشت‌های مختلف در جدول ۷، ارائه شده است. نتایج شبیه‌سازی هیدرولیکی سیلاب در محدوده مورد پژوهش، مشخص کرد که بندهای احداثی به‌طور متوسط حدود ۳۸ درصد بر روی کاهش سرعت جریان، ۵۷ درصد بر روی کاهش قدرت جریان و ۵۳ درصد بر روی کاهش پارامتر تنش برشی جریان که همگی از عوامل تشدید فرسایش در آبراهه هستند، تاثیر مثبت داشته‌اند.

جدول ۷- میزان اثربخشی و کاهش پارامترهای مهم هیدرولیکی در شرایط قبل و پس از اجرای بندها در طول بازه مورد پژوهش (درصد)

دوره بازگشت سیلاب (سال)	شیب خط انرژی	سرعت جریان	قدرت جریان در کانال	قدرت کل جریان	تنش‌برشی در کانال	تنش‌برشی کل
Q2	۳۳	۴۱	۵/۴	۱۱	۱۴/۲	۱۷/۴
Q5	۴۲/۶	۵۳/۹	۱۰/۸	۱۲/۸	۱۸/۸	۲۰/۳
Q10	۸۳/۹	۷۲/۳	۷۹/۵	۸۰/۸	۷۵/۷	۷۶/۷
Q25	۹۸/۶	۷۰/۹	۵۹/۸	۶۱/۳	۶۳/۹	۶۵
Q50	۸۹/۴	۶۹/۲	۵۹/۲	۶۰/۷	۵۷/۶	۵۸/۷
Q100	۷۷/۷	۶۴/۹	۲۸/۵	۳۰/۴	۴۰/۶	۴۱/۸
متوسط میزان کاهش (درصد)	۷۰/۹	۶۲	۴۰/۵	۴۲/۸	۴۵/۱	۴۶/۷

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، با توجه به بررسی پروفیل طولی آبراهه، مکان‌یابی بیشتر بندها از لحاظ دارا بودن بیشینه گنجایش مخزن و از لحاظ وجود تکیه‌گاه‌های مناسب در دره طبیعی، به‌خوبی انتخاب شده است و جداره‌های سنگی دره به‌وسیله این بندها به یکدیگر دوخته شده‌اند. لذا، عدم رعایت استانداردهای طراحی هیدرولیکی و یا عدم برآورد دقیق سیلاب طراحی و در بخش‌هایی از این سازه‌ها، عدم رعایت نکات اجرایی مشهود است. به‌طوری که هرچند بندهای احداثی در ظاهر کارکرد خود را دارند، به‌دلیل عدم رعایت دقیق اصول طراحی هیدرولیکی نظیر عدم تعیین دقیق ابعاد حوضچه آرامش و یا عدم رعایت نکات اجرایی نظیر حفاظت و ترمیم سالانه بندها، عمر مفید این سازه‌ها کاهش یافته و زودتر از موعد در مرحله تخریب قرار گرفته‌اند.

همانطوری‌که گفته شد، مناسب‌ترین پروفیل بدنه سرریز، در سرریزهای اوجی وزنی به‌دست می‌آید. به‌طوری‌که در این شرایط سرریز دچار کاویتاسیون نشده و انرژی زیادی به حوضچه وارد نمی‌شود. لذا، بنابر بازدیدهای میدانی صورت گرفته پروفیل طولی بدنه سرریز تمامی بندهای احداث شده به‌صورت ذوزنقه‌ای بوده و سرریزها از نوع لبه پهن در نظر گرفته شده‌اند. همچنین، عدم رعایت شیب مناسب در پایین‌دست بند، سبب تخریب در پایاب سرریز و محل اتصال به حوضچه آرامش شده است.

با استناد به شبیه‌سازی هیدرولیکی سیلاب و مقایسه نسبی نتایج در شرایط قبل و پس از احداث بندها، مشخص شد بندهای احداثی به‌طور متوسط بر روی پارامترهای سرعت جریان، قدرت جریان و تنش برشی جریان، تاثیر مثبت داشته‌اند. به‌طوری‌که پارامترهای سرعت، قدرت و تنش برشی جریان پس از احداث بندها، در شرایط وقوع دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در طول بازه مورد پژوهش، به‌ترتیب حدود ۲۳، ۲۹ و ۲۷ درصد کاهش پیدا کرده است، لذا، میزان متوسط کاهش این پارامترها به‌صورت موضعی و در محل احداث بندهای شش‌گانه، به‌ترتیب برابر با ۷۳، ۸۵ و ۸۲ درصد برآورد شد.

شایان ذکر است به‌طور معمول، در طراحی این قبیل سازه‌ها لازم است تا تراز ارتفاعی نقطه پایاب سازه حوضچه آرامش پایین‌تر از رقوم شیب طبیعی آبراهه قرارگیرد تا شاهد فرسایش و آبشستگی نباشیم، ولی این نکته در هیچ یک از بندها رعایت نشده است. این مساله عمدتا به‌دلیل کمبود پی‌کنی و حفاری به‌میزان لازم در احداث سازه اصلی و حوضچه آرامش اتفاق می‌افتد. از آنجایی که آبراهه مورد پژوهش نسبتا دارای شیب تندی است و عملیات پیکنی با افزایش هزینه اجرایی مواجه خواهد شد، به‌منظور قرارگیری تراز نقطه پایاب سازه حوضچه آرامش در زیر رقوم شیب طبیعی آبراهه، به ناچار طول حوضچه آرامش کاهش داده شده است که این مسئله باعث بروز مشکل تخریب حوضچه‌های آرامش شده است. به‌طورکلی، در تمامی بندهای احداثی طول

حوضچه آرامش به درستی انتخاب یا اجرا نشده است. به‌طوری‌که کم بودن طول حوضچه آرامش باعث شده است تا پرش هیدرولیکی از حوضچه خارج شود و یا در قسمت پایانی حوضچه تشکیل شود. به‌واسطه بالا بودن سرعت جریان در محدوده پرش هیدرولیکی، فرسایش و تخریب در ناحیه انتهایی حوضچه آرامش تشدید شده است که به مرور تخریب‌ها به سمت بالادست و سازه اصلی بند، کشیده شده است. بدین منظور، و با هدف استهلاک انرژی در داخل حوضچه آرامش، لازم بود از دیگر تیپ‌های حوضچه استفاده شود و یا طول حوضچه آرامش تیپ یک افزایش می‌یافت. همچنین، لازم بود تا در انتهای تمامی حوضچه‌های آرامش، دیواره انتهایی و یا گابیون تعبیه می‌شد.

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد، عدم حفاظت و ترمیم سالانه از مهمترین مشکلات طرح اجرا شده کنترل فرسایش و سیل است. به‌طوری‌که تداوم تخریب‌های موضعی، تخلیه نخاله ساختمانی در پشت برخی از بندها و عدم لایروبی رسوبات و مرمت سالانه، ممکن است به تشدید سیلاب‌های آتی و کاهش اثرات موثر طرح‌ها منجر شود. بدین منظور، می‌توان با لایروبی رسوبات پشت سدهای رسوب‌گیر و استفاده از مصالح آن در امور باغبانی و کشاورزی و همچنین، ممانعت از تغییر کاربری اراضی اطراف آبراهه و جلوگیری از شخم در جهت شیب اراضی حاشیه آبراهه‌ها، به کاهش رسوب ورودی به مخزن بندهای رسوبگیر و افزایش کارایی این بندها کمک کرد. در این خصوص، توصیه می‌شود، بندهای سنگ و ملاتی کوچک در آبراهه‌های فرعی، به‌منظور کنترل و کاهش بار رسوب ورودی به آبراهه اصلی احداث شود.

نتایج شبیه‌سازی و بررسی پروفیل طولی آبراهه در بازه مورد پژوهش نشان داد، در صورت اجرای حداقل ۱۴ بند دیگر در حد فاصل بندهای موجود به فواصل ۵۰۰ متر از یکدیگر، شاهد ایجاد و برقراری جریان نرمال در این بازه هفت کیلومتری از آبراهه خواهیم بود که در نتیجه باعث کاهش موثر و دائمی‌تر پارامترهای هیدرولیکی جریان نظیر سرعت و تنش برشی در طول مسیر جریان خواهند شد.

شایان ذکر است در مواردی که مخازن بندهای اصلاحی با رسوبات پر شده باشد، در صورتی‌که شرایط لازم و استحکام کافی در دستک بندها و همچنین پایداری سازه مورد تایید قرار گیرد، می‌توان با افزایش ارتفاع سازه‌ای بند، نسبت به افزایش گنجایش ظرفیت مخزن اقدام کرد. به‌منظور بهبود عملکرد و افزایش طول عمر مفید بندهای رسوبگیر، توصیه می‌شود تا ضمن ایجاد متولی مشخص برای حفاظت و ترمیم سالانه بندها، با اعمال مدیریت و نظارت دائمی بر سطح حوضه‌ها، از تخلیه نخاله در درون آبراهه جلوگیری به‌عمل آید.

منابع مورد استفاده

1. Abdali, R., M. Parekar, A. Gholami and E. Panahpour. 2012. Investigation of stability of mechanical structures against overturning in watersheds, Kosar Andimeshk Watershed. Proceedings of the First National Conference on Optimal Utilization of Water Resources, Dezfoul (in Persian).
2. Ahmadi, H., A. Nazari Samani and J. Qudusi. 2003. Presenting a model for evaluating watershed management plans. Iranian Journal of Natural Resources, 56(4): 337-350 (in Persian).
3. Azizi, A., M. Miftah Halaghi, M. Ziyatbarahmadi and SH. Golmai. 2008. Investigating the impact of the porosity of the materials used on the loss of flow energy in stepped gabion spillways. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(1): 150-158 (in Persian).
4. Boix-Fayos, C., G.G. Barberá, F. López-Bermúdez and V.M. Castillo. 2007. Effects of check dams, reforestation and land-use changes on river channel morphology: a case study of the Rogativa Catchment (Murcia, Spain). Geomorphology, 91(1–2): 103-123.
5. Dabiri, S., M. Sufi and N. Talib Bidokhti. 2013. Investigation of the performance of watershed management dams in sediment control, case study: watersheds of Eghlid, Marvdasht, and Mamasani cities of Fars Province. Journal of Water Resources Engineering, Islamic Azad University, Arsanjan, 6(18): 1-21 (in Persian).

6. Design of small dams. 1987. A water resources technical publication. US Government Printing Office (USBR), Washington, 816 page.
7. Ghodrati, A.R., J. Qudusi and M.A. Dadashi. 2004. Evaluation of watershed management performance results behind Sefidrood Dam. Proceedings of the First Kerman Watershed Management and Soil Management Conference (in Persian).
8. Ghoochi, P., M. Heshmati and A.R. Ildromi. 2014. Evaluation of the impact of erosion and sediment control structures (gabion, dryland) in the Lael abad Mahidasht Watershed. MSc Thesis, Malayer University, 153 pages (in Persian).
9. Goel, P.K., J.S. Samra and R.C. Bansal. 1996. Sediment retention by gabion structures in Bunga Watershed. Indian Journal of Soil Conservation, 24: 107–110.
10. Hosseini, S.A., M. Habibi and E. Saberi. 2003. A technical and economic evaluation of epics constructed in Zanjanrood River. The Final Report of the Research Project of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 96 pages (in Persian).
11. Peterka, A.J. 1978. Hydraulic design of stilling basins and energy dissipators. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Washington, USA, 222 pages.
12. Rahimi, M., M. Sufi and H. Ahmadi. 2012. Evaluation of watershed management measures using WOCAT program in Dejkord Watershed of Fars Province. Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Industries), 26(1): 1-10 (in Persian).
13. Ran, D., Q. Lou, Z. Zhou, G. Wang and X. Zhang. 2008. Sediment retention by check dams in the Hekouzhen-Longmen section of the Yellow River. International Journal of Sediment Research, 23: 159-166.
14. Roghani, M., S.M.R. Tabatabai and S. Shadfar. 2010. Evaluation of watershed management operations and introduction of a method in determining flood control structures. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 4(13): 51-60 (in Persian).
15. Sadeghi, H.R., F. Sharifi, E. Froutan and M. Rezaei. 2004. Quantitative evaluation of watershed management measures, case study: Kashar Watershed. Journal of Research and Construction, 3(65): 96 – 104 (in Persian).
16. Shakeri, Sh. and F. Sadatkia. 2002. Erosion and sedimentation in the watershed of Zayandrud Dam, the effects of evaluation, and the need to pay attention to watershed management operations to increase the life of dams. Proceedings of the First Conference on Soil Erosion and Protection (in Persian).
17. Xiangzhou, X., Z. Hongwu and S.Z. Ouyang. 2004. Development of check-dam systems in gullies on the Loess Plateau, China. Environmental Science and Policy, 7: 79-86.
18. Zare, B. and R. Ghanbari. 2015. Evaluation of group efficiency of correctional clauses using hierarchical analysis process. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 9(28): 1-10 (in Persian).

DOI: 10.22092/IJWMSE.2022.358177.1968

Evaluation and simulation of hydraulic performance of sediment dams, case study: Doveirej Watershed

Seyed Ahmad Hosseini[1*]

[1] Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)

Received: 27 April 2022 Accepted: 01 October 2022

Abstract

Sediment dams are built with multi-purpose goals including flood control, erosion, sedimentation and aquifer feeding. These dams, with the aim of controlling the sediment from transferring part of it to the reservoirs of the dams in the downstream, and by causing a delay in the surface runoff, they control a part of the flood and feed the aquifer of the area. Improper design or lack of optimal implementation of these structures causes the reduction of useful life and sometimes premature destruction of these structures. Evaluating the function and technical performance of such plans with the aim of improving and managing the system is of special importance. For this reason, in this article, a number of sediment dams implemented in Abdanan City of Ilam Province were investigated and evaluated. This research was conducted in the form of hydraulic simulation and comparison of the current situation with the conditions before the implementation of the project, in a section of the waterway about seven kilometers long. It should be mentioned that six stone and mortar dams have been built during the last decade. The results of the hydraulic simulation of the flooding of waterways and constructed structures showed that, based on the discharge with a return period of 100 years, the average overflow width of the construction dams is about 25% larger than the required value and the length of the stilling basin is about 40% less than the required value. In general, in all construction dams, the length of the stilling pond is not chosen correctly, so that the short length of the stilling pond has caused the hydraulic jump to leave the pond or to form at its end. Due to the high flow speed in the area of the hydraulic jump, erosion and destruction in the end zone of the calm pond has intensified, which has been extended to the upstream side and the main structure of the sediment dam. Based on the hydraulic simulation of the flood and the relative comparison of the results in the conditions before and after the construction of the dams, it was found that the constructed dams have a positive effect on the parameters of flow speed, flow strength and flow shear stress, which are all factors that aggravate erosion in the waterway. So that for discharge with a return period of 25 years, the speed, power and shear stress parameters of the flow have decreased by 23, 29 and 27%, respectively, during the research period. Therefore, the average reduction of these parameters locally and at the construction site of the six dams was estimated as 73, 85 and 82%, respectively. In general, according to the field visits and investigations, the implementation of the plan has been effective in controlling floods and sediments, and in case of annual protection and repair, its effects will be doubled.

Keywords: Flow strength, Sediment dam, Shear stress, Stilling basin, Wier

[*] Corresponding author: sahosseini@yahoo.com