

نقش بندهای خشکه‌چین متوالی در مهار رسوب در حوزه آبخیز جنگلی بلوط در غرب ایران

علی‌رضا واعظی^۱، کامبیز رستمی^{۲*}، سید حمیدرضا صادقی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۵)

(تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸)

چکیده

بندهای خشکه‌چین از جمله بندهای اصلاحی کم‌هزینه در حوزه‌های آبخیز هستند که در آبراهه‌های کوچک برای حفظ منابع خاک و کاهش انتقال رسوب بکار می‌روند. کارایی این بندها در رسوبگیری ذرات در عرصه جنگلی کم‌تر مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر توالی بندهای خشکه‌چین و نقش عوامل مؤثر بر مقدار رسوبگیری در عرصه جنگلی بود. همچنین دانه‌بندی رسوبات در بندهای متوالی و در فواصل مختلف از هر بند بررسی و با توزیع اندازه ذرات خاک بالادست بندها مقایسه شد. در این پژوهش یازده بند متوالی خشکه‌چین در حوزه آبخیز مرگ واقع در جنوب غربی شهر کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفت. این بندها در آبراهه با درجه دو طی سال ۱۳۹۵ احداث شده‌اند. نتایج نشان داد بندهای بالادست آبراهه با ۹۲۴۵ کیلوگرم بر هکتار بیشترین و بندهای پایین‌دست با ۳۵۷۵ کیلوگرم بر هکتار کمترین عملکرد رسوب را داشتند. مقدار رسوب پشت بندها تحت تأثیر شیب و مساحت سطح زهکشی آنها قرار داشت. مقدار شن رسوب ۱/۵ برابر بیشتر از خاک بالادست بندها بود در حالی که مقدار سیلت و رس رسوب کمتر و به ترتیب ۷۵/۵ و ۲۳/۸ درصد خاک بالادست بود. در طول سطح رسوبگذاری با دور شدن از ساختمان بند، درصد شن افزایش ولی درصد سیلت و رس کاهش یافت. این پژوهش نشان داد بندهای خشکه‌چین یکی از مهم‌ترین سازه‌های کم‌هزینه در حوزه آبخیز برای جلوگیری از انتقال رسوب به ویژه ذرات درشت‌دانه هستند. هر چند، احداث بندهایی با زهکشی کم جهت جلوگیری از انتقال ذرات ریز ضروری است.

واژه‌های کلیدی: خاک، دانه‌بندی ذرات، رسوبات درشت‌دانه، مساحت سطح زهکشی، شیب

واعظی ع. ر.، رستمی ک.، صادقی س. ح. ر. ۱۴۰۰. بررسی نقش بندهای خشکه‌چین متوالی در مهار رسوب در حوزه آبخیز جنگلی بلوط در غرب ایران. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۹، شماره ۴. صفحه: ۲۷-۳۷.

۱-استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی زنجان

۲- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳-استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

* پست الکترونیک: krostami_mh@yahoo.com

مقدمه

امروزه فرسایش آبی مهمترین عامل تهدید تخریب زمین در سراسر جهان به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک است (Wang *et al.*, 2016). در این مناطق خاک‌ها معمولاً کم عمق، دارای ماده آلی کم و با ساختمانی ضعیف هستند. ضعف پوشش گیاهی عاملی مهم در تخریب خاک در این مناطق به ویژه در فصول پر باران است (Vaezi *et al.*, 2017a). در ایران مناطق اقلیمی نیمه‌خشک که حدود ۶۷/۴ درصد مساحت کشور (معادل ۱۰۵ میلیون هکتار) را می‌پوشانند نسبت به سایر مناطق فرسایش‌پذیرتر می‌باشند (Arabkhedri, 2014). زیست‌بوم زاگرس دومین پهنه جنگلی ایران و یکی از گسترده‌ترین رویشگاه‌های گیاهی کشور در منطقه نیمه‌خشک قرار گرفته است. این جنگل‌ها نقش مهمی در حفظ محیط زیست و بقا حیات در منطقه را دارند. مساحت کل این جنگل‌ها در منابع مختلف از ۴ تا ۵/۶ میلیون هکتار گزارش گردیده است (Fatahi, 2000). گونه‌های مختلف درختی مانند بلوط و بنه نقش مهمی در حفاظت از منابع آب و خاک در این رویشگاه‌ها دارند. تخریب پهنه‌های جنگلی، پیامدهای نامناسبی در حوزه آبخیز بالادست مانند افزایش سیل‌خیزی، تخریب خاک و تولید رسوب دارد (Ghazavi *et al.*, 2012). وجود باران‌های سیل‌آسا در مناطق زاگرس سبب تخریب منابع خاک و انتقال ذرات خاک از بالادست حوزه به سمت پایین می‌شود. کاهش عمق خاک در اثر فرسایش آبی و در نتیجه افت باروری خاک منجر به خشکیدگی و مرگ و میر گونه‌های گیاهی از جمله درختان در این رویشگاه‌ها می‌شود (Hossieni & Hossieni, 2016). کاهش فرسایش خاک در این عرصه‌ها و نیز جلوگیری از انتقال رسوبات، راه‌کاری مهم برای حفظ منابع خاک و کاهش خطرات انتقال رسوب به پایین دست است.

روش‌های مختلف زیستی و مکانیکی برای حفظ خاک در عرصه‌های جنگلی قابل اجرا هستند. اگر چه روش‌های مکانیکی حفاظت خاک بسیار هزینه‌بر بوده اما گاهی اجرای آنها برای تکمیل عملیات حفاظت خاک اجتناب‌ناپذیر است. احداث بندهای اصلاحی^۱ در عرصه آبخیز نقش مهمی در کاهش و مهار فرسایش و جلوگیری از

انتقال رسوب دارند. یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین بندهای اصلاحی بندهای خشکه‌چین^۲ هستند. این بندها از چیدن تخته سنگ‌ها روی هم و در عرض آبراهه‌ها و معمولاً در سرشاخه‌ها ساخته می‌شوند. هدف اصلی این بندها کنترل فرسایش و تثبیت شیب آبراهه می‌باشد. بندهای خشکه‌چین در مناطق خشک و نیمه‌خشک کوهستانی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند (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). بندهای خشکه‌چینی که از رسوب پر نشده و فعال هستند نسبت به بندهای پر شده از رسوب نقش مهمی در کاهش دبی اوج و حجم سیلاب دارند. این بندها می‌توانند تعداد وقایع رواناب در پایین دست حوزه آبخیز را کاهش دهند و مقدار قابل توجهی از رسوبات را طی سالیان مختلف در پشت خود انباشت کنند (Polyakov *et al.*, 2014). این بندها با حفظ منابع خاک و با افزایش رطوبت در بستر کانال به‌طور غیر مستقیم سبب افزایش تنوع و گسترش پوشش گیاهی می‌شوند و در ایجاد زیستگاه مناسب گونه‌های گیاهی نقش دارند (Bombino *et al.*, 2006; Nichols & Polyakov, 2019). بنابراین بندهای خشکه‌چین 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 جنگل‌ها بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ramos-Diez *et al.*, 2017). نوع رسوبات ته نشین شده در پشت بندهای خشکه‌چین تحت تأثیر عواملی مانند شدت بارندگی، وضعیت پوشش گیاهی، شیب و نوع خاک زمین‌های بالادست است که همه بر سرعت جریان رواناب و نوع رسوباتی که با جریان حمل می‌شوند، اثر می‌گذارند. تخلخل بدنه بند نیز در میزان نگهداشت ذرات، حجم رسوبگذاری و دانه‌بندی آن نقش دارد. چنانچه بند اصلاحی ایجاد شده نفوذپذیر باشد، ذراتی که ریزتر از خلل و فرج سد باشد می‌توانند از آن عبور نمایند ولی به مرور زمان و با پر شدن بند از رسوبات ریز و درشت، تخلخل موجود در بدنه بند به وسیله

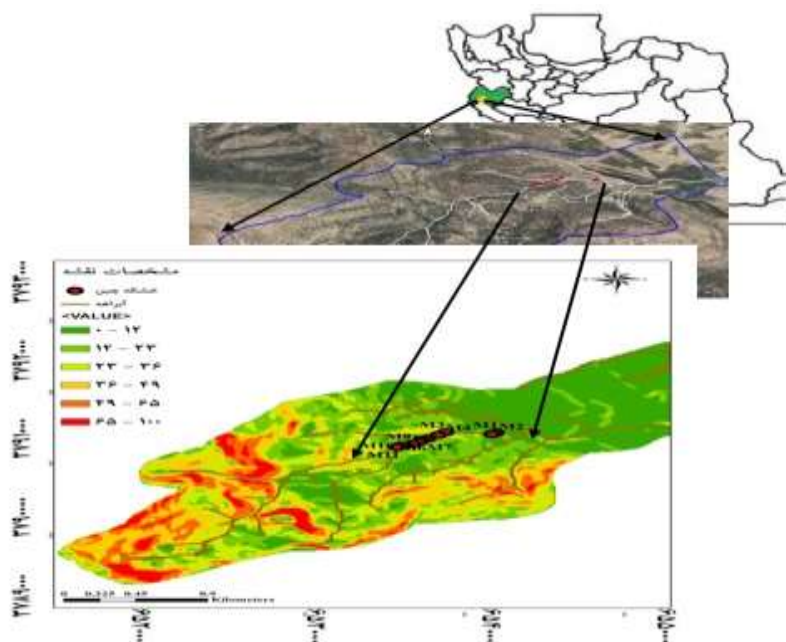
رسوب پی برد (Yanhong *et al.*, 2017). در مواردی به دلیل نقص در طراحی، اجرا و یا نگهداری این نوع سدها عملکرد ضعیفی از آنها گزارش شده است (Esmaili Nameghi & Hassanli, 2007). اطلاعات کمی در مورد کارایی بندهای خشک‌چین در رسوب‌گیری ذرات خاک در حوزه‌های جنگلی منطقه نیمه‌خشک به ویژه در ایران وجود دارد. اهمیت این موضوع در حوزه‌های آبخیز جنگلی زاگرس که اجرای چنین بندهایی در آن‌جا رایج است، بیشتر نمایان می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی کارایی بندهای خشک‌چین و نقش توالی آنها در ترسیب رسوبات و تأثیر عوامل مختلف بر میزان رسوب در پشت این بندها در حوزه‌های آبخیز جنگلی زاگرس بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

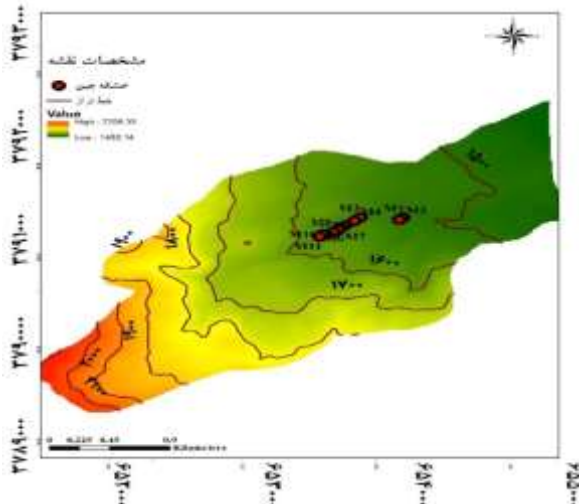
منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی شهر کرمانشاه به فاصله ۸۳ کیلومتر از شهر کرمانشاه واقع شده است (شکل ۱).

رسوبات پر شده و نفوذ پذیری بند احداث شده کاهش می‌یابد و عملاً بند نفوذ‌پذیر به یک بند تقریباً غیر قابل نفوذ تبدیل می‌شود (Ghazavi *et al.*, 2012). تعداد بندهایی که در توالی هم در یک آبراهه احداث می‌شوند نیز بر مقدار رسوب و دانه‌بندی آن اثر می‌گذارد. مقایسه منحنی دانه‌بندی رسوبات در پشت این بندها نشان می‌دهد که بندهای انتهایی از عملکرد نسبی بهتری بخصوص در رسوب دادن ذرات رس و سیلت نسبت به بندهای اولیه برخوردار هستند (Esmaili Nameghi & Hassanli, 2007). بندهای اصلاحی ابزاری مناسب برای مطالعات رسوب (حجم و دانه‌بندی) و عوامل مؤثر بر آن هستند (Vaezi *et al.*, 2017). بندهای خشک‌چین که از قطعات سنگی آزاد ساخته می‌شوند، از بندهای کم‌هزینه و آسان در برنامه‌های آبخیزداری هستند که معمولاً در آبراهه‌های کوچک و در سرشاخه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حوزه‌های آبخیز کوچک با اندازه‌گیری و بررسی رسوبات پشت بندهای خشک‌چین می‌توان به حجم رسوب فرسایش یافته و در نتیجه میزان فرسایش خاک و کیفیت



شکل ۱- نمایی از شیب منطقه مطالعاتی و موقعیت بندهای خشک‌چین

Figure 1. View of the slope of study area and the location of the loose Stone dams.



شکل ۲- وضعیت توپوگرافی منطقه مطالعاتی

Figure 2. The topographic position of the study area



شکل ۳- نمایی از رسوب پشت بند و موقعیت بند در آبراهه

Figure 3. View of Sediment the back of the dam and the position of the dam in the waterway

مکان رسوبگذاری) و یک سوم فاصله دور از بند (انتهای مکان رسوبگذاری) جدا شد (شکل ۳).

نمونه رسوب از هر سه قسمت از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری برداشت شد (Wang, et al., 2007 & Asadzadeh, F. & Samadi, 2016). همچنین نمونه برداری از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری دو طرف و بالادست هر بند به عنوان نمونه خاک بالادست برداشت گردید (Vaezi et al., 2017b). در نمونه‌های رسوب و خاک دامنه ذرات معدنی (شن سیلت و رس) به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962) تعیین شد. دانه‌بندی

مساحت آن ۶۲۹ هکتار بوده و در طول و عرض جغرافیایی $34^{\circ} 15' 09''$ شرقی و $46^{\circ} 40' 13''$ شمالی با متوسط ارتفاع ۱۶۸۷ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی ۱۰ ساله منطقه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی ماهیدشت، ۳۸۷ میلی‌متر با متوسط دمای سالیانه $13/5$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بیش‌ترین میزان بارندگی مربوط به آبان ماه با متوسط $87/7$ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دمارتن نیمه-خشک می‌باشد. زیر حوزه مورد مطالعه دارای کاربری جنگل بلوط است و در پایین‌دست زیر حوزه اراضی کشاورزی دیم واقع شده‌اند. این سازه‌ها از سال ۱۳۹۵ توسط معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه به‌منظور کاهش دبی جریان رواناب و حفظ منابع خاک حوزه احداث شده‌اند.

انتخاب بندها

از مجموع ۲۰ بند خشک‌چین احداث شده در منطقه مورد مطالعه تعداد هفت بند فاقد رسوب بود. دو بند واقع در انتهای آبراهه که در اراضی کشاورزی احداث گردیده بود از رسوب انباشته بود. بنابراین در این پژوهش یازده بند باقی مانده که در توالی هم احداث و دارای ظرفیت رسوب‌گیری بودند مورد بررسی قرار گرفتند. این بندها به ترتیب با علائم M1 (در پایین‌ترین قسمت آبراهه) تا M11 (در بالاترین قسمت آبراهه) نشان داده شدند. متوسط طول بندهای خشک چین هفت متر، عرض آنها $1/5$ متر و ارتفاع آنها یک متر بود. متوسط شیب آبراهه مورد نظر $7/4$ درصد بود. حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه مطالعاتی به ترتیب ۱۵۰۰ و ۲۲۰۰ متر از سطح دریا بود که بندهای مورد مطالعه بین خطوط تراز ۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰ متر احداث شده بودند. از طریق تصویر مدل رقومی ارتفاعی^۱ و پردازش با نرم افزار Arcgis 10.3 شیب منطقه و خطوط تراز ترسیم و سپس موقعیت بندها مشخص گردید (شکل ۲).

نمونه‌برداری از رسوبات پشت بندها و خاک بالادست بندها

مکان رسوب‌گذاری پشت هر بند به سه بخش شامل یک سوم فاصله نزدیک به بند (ابتدای مکان رسوبگذاری)، یک سوم وسط مکان رسوبگذاری (میانه

1. Digital elevation model (Dem)

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 زهکشی هر بند از طریق پیمایش زمینی و استفاده از تصاویر گوگل ارث مقدار رسوب بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. برای بررسی تفاوت دانه‌بندی ذرات در پشت بندهای خشکه چین نسبت به خاک بالادست آبخیز از آزمون t استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد بندها در انباشت رسوب

نتایج نشان داد مقدار قابل توجهی از رسوب در پشت بندهای مورد مطالعه انباشت شده است. بندهای بالادست، میانه و پایین دست آبراهه به ترتیب مقدار ۴۸/۹۸، ۳۲/۰۹ و ۱۸/۹۳ درصد از مقدار رسوب 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 ۴).

ذرات شن از قطر ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱، ۰/۰۷۵ و ۰/۰۵۳ میلی‌متر با استفاده از شستشوی نمونه با الک‌های مربوطه، خشک کردن و توزین آن‌ها تعیین شد. منحنی دانه‌بندی ذرات رسوب پشت بندهای خشکه‌چین رسم و با هم مقایسه شد. همچنین دانه‌بندی ذرات با دانه‌بندی ذرات خاک بالادست آبخیز مورد مقایسه قرار گرفت.

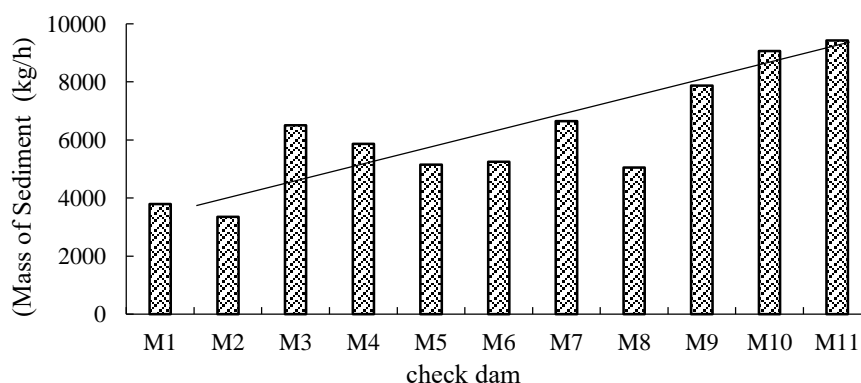
تعیین مقدار رسوبگذاری

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 از کف تا سرریز اندازه‌گیری شد و از تفاضل ارتفاع اندازه‌گیری شده ارتفاع رسوبات در مجاورت بند محاسبه گردید. حجم رسوب جمع شده در پشت هر بند ا صلاحی از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (Castillo *et al.*, 2007):

$$V = \frac{1}{2} W_{\text{mean}} D H \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$W_{\text{mean}} = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه‌های ۱ و ۲، 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، W_{mean} عرض متوسط رسوبات بر حسب متر، W_1 ، W_2 و W_3 عرض رسوبگذاری در فواصل مختلف از بند بر حسب متر و H ارتفاع رسوبات در مجاورت بند بر حسب متر است. چگالی ظاهری نمونه‌های رسوب پشت بندها



شکل ۴- جرم رسوب در بندهای مختلف

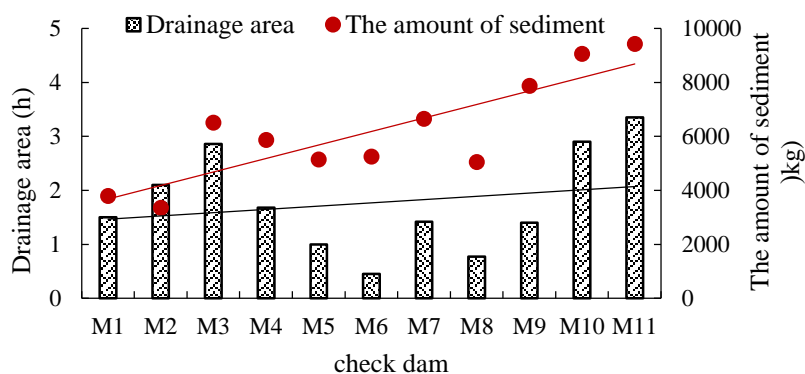
Figure 4. Mass of sediment in different dams

داشت. به طوری که بندهایی که دارای سطح زهکشی بیشتری بودند مقدار رسوب تجمع یافته در پشت آنها بیشتر بود. بندهای M10 و M11 که در بالادست آبراهه احداث شده‌اند نسبت به بندهای M1 و M2 که در پایین‌دست آبراهه قرار دارند دارای سطح زهکشی بیشتری بوده، بنابراین مقدار رسوب حاصل از آنها بیشتر بود (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) مبنی بر انباشت بیشتر ذرات رسوب در بندهای بالاتر مطابق بود.

عوامل مؤثر بر رسوبگذاری

مقدار رسوب تجمع یافته در پشت بندهای خشک‌چین تحت تأثیر مساحت زهکشی بند و شیب حوزه قرار

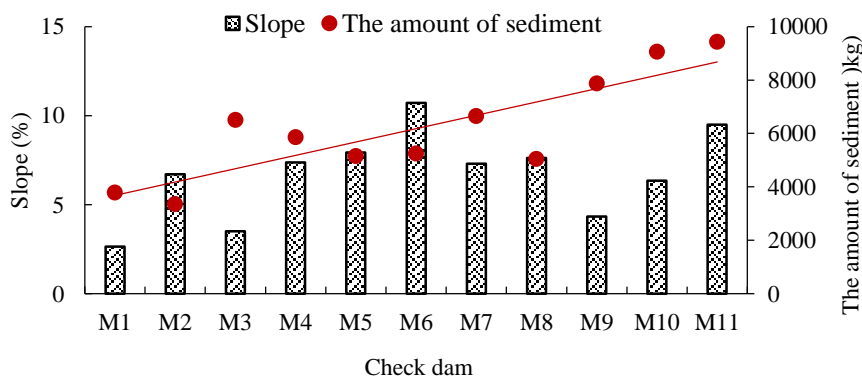


شکل ۵- رابطه مقدار رسوب با مساحت زهکشی هر بند

Figure 5. The relationship between the amount of sediment and the drainage area of each dam

انباشت شده در پشت بندها داشت. بندهای M4، M5، M6، M7، M8 و M9 هر چند نسبت به بندهای M1 و M2 دارای سطح زهکشی کمتری بودند ولی به دلیل شیب بیشتر سطح زهکشی، مقدار رسوب انباشت شده در پشت آنها بیشتر بود (شکل ۶).

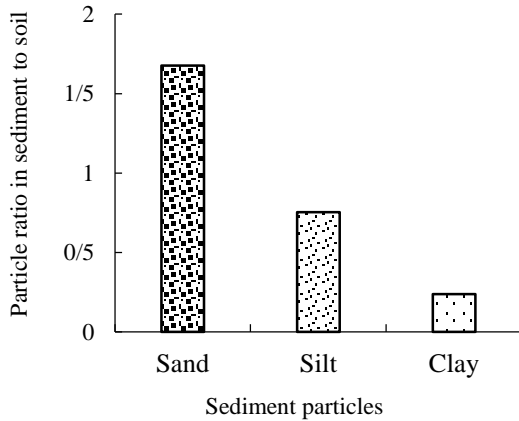
از این جهت نتایج به دست آمده با یافته‌های عرب خدري (Arabkhedri, 2005) و نظری‌سامانی و همکاران (Nazari Samani *et al.*, 2010) مبنی بر تأثیر مساحت حوزه بر افزایش رسوب تولیدی مطابق بود. متوسط شیب حوزه ۷/۴ درصد بود که تأثیر مستقیمی بر مقدار رسوب



شکل ۶- رابطه مقدار رسوب با شیب عرصه زهکشی هر بند

Figure 6. The relationship between the amount of sediment and the slop of each dam

در ساختمان بند می‌شود. بنابراین بندهای خشکه‌چین در عبور ذرات رسوب نقش انتخابی دارند.



شکل ۷- نسبت ذرات در رسوب به خاک

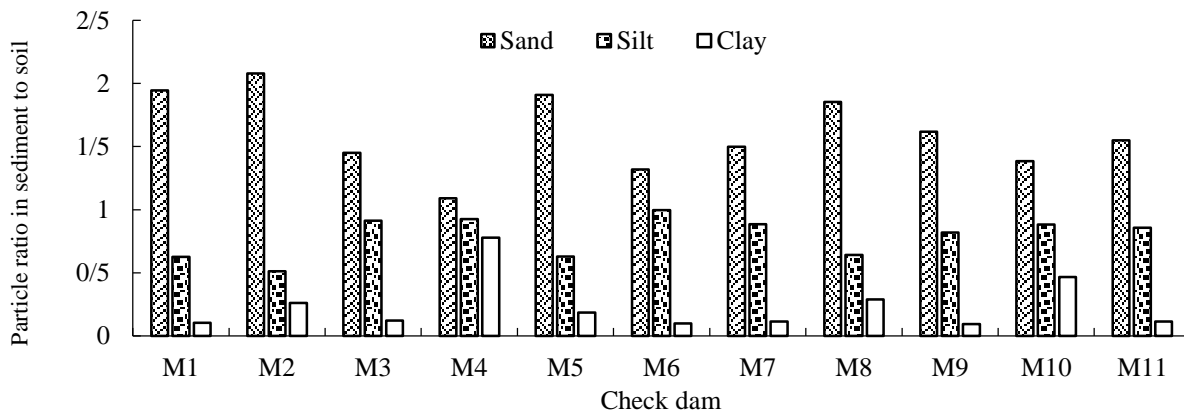
Figure 7. The ratio of particles in sediment to soil

به طوری که ذرات ریز قادر به عبور از منافذ بند شده ولی ذرات درشت در پشت بند رسوب می‌کنند. ذرات شن با توجه به اندازه و چگالی بیشتر، توانایی کمتری در عبور از منافذ این بندها را داشته و در فواصل مختلف از بند ته‌نشین می‌گردند. ذرات ریزتر مانند سیلت و رس به دلیل چگالی کمتر قادرند همراه با جریان رواناب از این منافذ عبور کنند. نتایج به دست آمده نشان داد در رسوب پشت بندها مقدار شن بیشتر از سیلت و میزان سیلت انباشت شده بیشتر از رس بود (شکل ۸).

نتایج منگستو و همکاران (Mengistu, *et al.*, 2012) مبنی بر اثر شیب بر میزان رسوب تولیدی نیز تأییدی بر نتایج به دست آمده بود.

دانه‌بندی رسوب و خاک

نتایج نشان داد بافت خاک بالادست حوزه آبخیز لوم سیلتی با ۳۲/۹، ۵۵/۷۷ و ۱۱/۳۳ درصد ذرات شن، سیلت و رس بود. میانگین ذرات شن، سیلت و رس انباشت شده در پشت بندهای خشکه‌چین به ترتیب ۵۵/۱۹، ۴۲/۱۱ و ۲/۷۰ درصد بود. نمودار دانه‌بندی ذرات رسوب شامل شن، سیلت و رس نسبت به خاک بالادست آبخیز نشان داد مقدار شن در رسوب بیش از ۱/۵ برابر خاک بالادست بود، در حالی که به ترتیب ۷۵/۵ و ۲۳/۸ درصد از مقدار سیلت و رس خاک بالادست در پشت بندها تجمع یافته بود (شکل ۷). نتایج به دست آمده با یافته‌های اسدزاده و صمدی (Asadzadeh & Samadi, 2016) 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 ریزی و همکاران (Rienzi *et al.*, 2013) مبنی بر تأثیر خصوصیات ذرات انتقالی بر میزان انتقال و رسوب آنها در پشت بندها بود. کاربرد مصالح سنگی با اندازه‌های مختلف در ساختار بندهای خشکه‌چین سبب ایجاد منافذ درشت

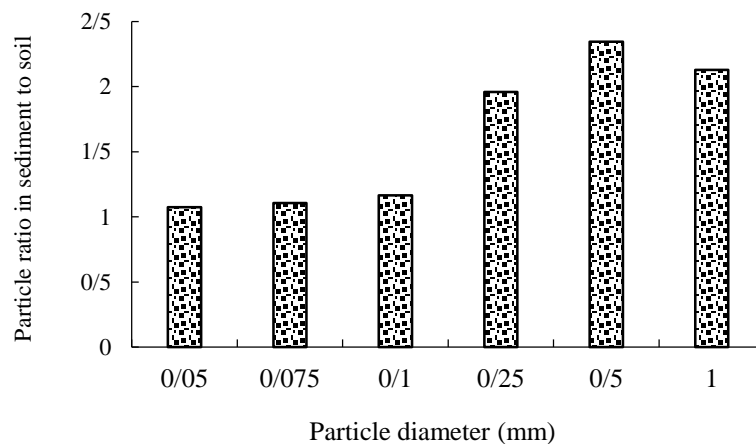


شکل ۸- مقایسه مقدار ذرات رسوب یافته در پشت بندهای خشکه‌چین نسبت به خاک

Figure 8. Comparison of the amount of particles deposited in the back of loose Stone dams compared to the soil

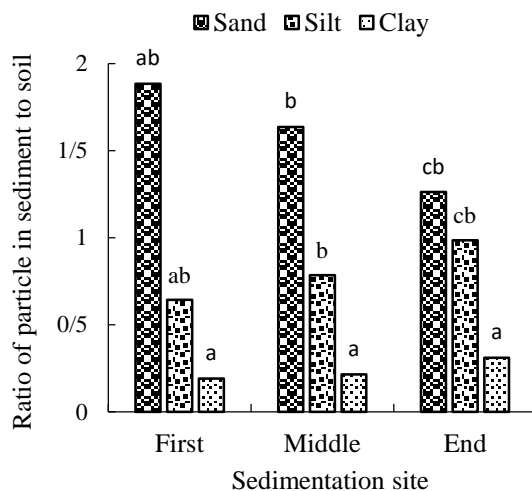
شن خاک بالادست بود. ذرات رسوب در محدوده قطر ۱ تا ۲ میلی‌متر و ذرات در محدوده قطر ۰/۰۵۳ تا ۰/۰۷۵ میلی‌متر به ترتیب با ۱۲/۹۴ و ۵/۲۶ درصد بیشترین و کمترین مقدار ذرات شن موجود در رسوب را شامل می‌شدند. نتایج توزیع ذرات نشان داد تمامی ذرات در محدوده شن انباشت شده در پشت بندهای خشک‌چین بیشتر از مقدار آن ذرات در خاک بالادست بود که نشان دهنده کارایی بیشتر بندهای خشک‌چین در رسوب انواع ذرات شن است (شکل ۹).

مقایسه مقدار ذرات رسوب نسبت به خاک بالادست نشان داد شن انباشت شده در پشت بندهای خشک‌چین بیشتر ولی مقدار سیلت و رس کمتر از خاک بالادست بود. این یافته‌ها مطابق با نتایج پولیاکو و همکاران (Polyakov *et al.*, 2014) مبنی بر ته نشست ذرات درشت‌تر رسوب در پشت بندهای اصلاحی بود. در بین ذرات شن موجود در خاک بالادست بندها، ذرات با قطر ۱ تا ۲ میلی‌متر با ۶/۰۸ درصد بیشتر از سایر ذرات شن بود. همچنین ذرات با قطر ۰/۰۷۵ تا ۰/۱ میلی‌متر با ۴/۷۷ درصد کمتر از سایر ذرات



شکل ۹- مقایسه نسبت ذرات شن در رسوب بندهای خشک‌چین به خاک

Figure 9. Comparison of the sand particles deposited in the loose Stone dams to soil



شکل ۱۰- نسبت ذرات در رسوب به خاک در فواصل مختلف از بند
Figure 10. the ratio of each particle in sediment to soil at different distances of the dam

در بندهای خشک‌چین مقدار ذرات شن در ابتدا، میانه و انتهای منطقه رسوبگذاری به ترتیب ۱/۶۴، ۱/۸۸ و ۱/۲۶ برابر آن در خاک بالادست بود. مقدار ذرات سیلت در

مقایسه ذرات شن رسوب یافته نسبت به خاک بالادست نشان داد مقدار ذرات شن درشت بیشتر از شن ریز بوده که بیانگر عبور بیشتر ذرات شن ریز از منافذ بندهای خشک‌چین است. بنابراین علاوه بر چگالی کمتر ذرات درشت ریز، ساختار ویژه بندهای خشک‌چین عاملی در کاهش انباشت ذرات کوچک شن است که مطابق با نتایج عابدینی و همکاران (Abedini *et al.*, 2012) مبنی بر بیش‌ترین تأثیر بندهای اصلاحی در مهار رسوبات درشت دانه است.

نحوه انباشت رسوبات در فواصل مختلف از بندها

نتایج بررسی تفاوت دانه‌بندی نمونه‌های رسوب در فواصل مختلف از بندهای خشک‌چین نشان داد مقدار شن و سیلت در فواصل مختلف از بند دارای اختلاف معنی‌داری است ولی مقدار رس در فواصل مختلف از بند معنی‌دار نبود (شکل ۱۰).

با افزایش مساحت زهکشی هر بند و شیب مقدار رسوب افزایش می‌یابد. در تمامی بندهای متوالی به دلیل ساختار بندهای خشکه‌چین ترسیب ذرات رسوب در پشت آنها به صورت انتخابی انجام می‌گیرد؛ به طوری که مقدار ذرات شن رسوب یافته در پشت همه بندهای خشکه‌چین بیشتر از مقدار این ذره در خاک بالادست بندها بود ولی به ترتیب مقدار ذرات سیلت و رس در رسوب پشت بندها کمتر از خاک بالادست بود. نوع ذرات رسوب پشت بندها در فواصل مختلف از بند متفاوت است؛ به طوری که بیشترین مقدار ذرات شن در دورترین فاصله از بند رسوب کرده و با نزدیک شدن به بند از مقدار شن کاسته می‌شود ولی مقدار ذرات ریزتر (سیلت و رس) با نزدیک شدن به بند افزایش می‌یابد. 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 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 پایین دست آبراهه و بعد از بندهای خشکه‌چین لازم است.

ابتدا، میانه و انتهای منطقه رسوبگذاری به ترتیب ۶۴، ۷۸ و ۹۸ درصد از مقدار سیلت خاک بالادست را شامل می‌شد. همچنین مقدار ذرات رس در ابتدا، میانه و انتهای منطقه رسوبگذاری به ترتیب ۱۹، ۲۲ و ۳۱ درصد از خاک بالادست را به خود اختصاص می‌داد. با رسیدن جریان رواناب به بند و کاهش انرژی جریان ذرات موجود در رواناب شروع به رسوب می‌کنند. به طوری که ذرات سنگین‌تر زودتر و در ابتدای منطقه رسوبگذاری انباشت شده و ذرات ریزتر در نزدیک بند شروع به ته‌نشست می‌کنند. بنابراین می‌توان گفت احداث بندهای خشکه‌چین در آبراهه‌ها علاوه بر کاهش جریان رواناب می‌توانند انتقال ذرات رسوب در عرصه حوزه آبخیز را به مقدار زیادی کاهش دهند که مطابق نتایج باکس فایوس و همکاران (Boix-Fayos *et al.*, 2007) مبنی بر تأثیر بندهای اصلاحی بر کاهش رسوب انتقالی در آبراهه‌ها بود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد بندهای خشکه‌چین نقش مهمی در انباشت رسوبات دارند؛ به طوری که 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 مساحت زهکشی هر بند و شیب حوزه آبخیز قرار دارد و

References

- 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). *Caten*, 97: 63–70.
- 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.
- Arabkhedri M. 2014. A Review on Major Water Erosion Factors in Iran. *Extension and Development of Watershed Management*. 2(4): 23-30.
- Arabkhedri, M. 2005. A Study on the Suspended Sediment Yield in River Basins of Iran. *Iran-Water Resources Research*. 1(2): 51-60.
- Asadzadeh F., and Samadi A. 2016. Analysis of Physicochemical Properties of Sediments Trapped in Successive Check Dams. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 47(2), 293-306.
- Boix-Fayos C., Barbera G.G., Lopez-Bermudez 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.
- 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.
- Bombino G., Tamburino V., and Zimbone S.M. 2006. Assessment of the effects of check-dams on riparian vegetation in the mediterranean environment: A methodological approach and example application. *Ecological Engineering*, 27(2):134-144.

- Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. *Gron* 54: 464–465.
- 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.
- Esmaili Nameghi A., and Hassanli. A. 2007. Performance Evaluation of Checkdams Location across Some Streams in the Fine Sediment Retention (Case Study: Droudzan Watershed). *Journal of Water and Soil Science* , 11 (1): 13-24.
- Fatahi M. 2000. Zagross forests management. Research Institute of Forests and Rangelands. 471.
- Ghazavi R., Vali A., and Mohamadesmaili M. 2012. The effectiveness of check dams in stream morphology and sediment deposition (A case study: abjovan watershed, Fars province). *Iranian Water Research Journal*. 5(9): 229-232.
- Hossieni. A., and Hossieni M. 2016. The Role of Topographic and Edaphic Factors in Mortality of Trees in Middle Zagros Persian Oak (*Quercus brantii*) Forests. *journal of Zagros Forests Researches*. 3 (1): 47-58.
- Mengistu B., Defersha M., and Assefa M. 2012. Effect of rainfall intensity, slop and antecedent moisture content on sediment concentration and sediment enrichment ratio, *Catena*, 90: 47-52.
- Nazari Samani A.A., Ahmadi H., Jafari M., and Ghodduji J. 2010. Sediment Sourcing of Gully Erosion and Factors Affecting it in Small Catchments. *Physical geography research quarterly*, 41(69): 19-34.
- 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.
- Nichols M.H., Polyakov V.O., Nearing M.A., and Hernandez M. 2016. Semiarid watershed response to low-tech porous rock check dams. *Soil Science* ,181 (7):275–282.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Vaezi A.R., Abbasi M., Keesstra S., and Cerdà A. 2017a. Assessment of soil particle erodibility and sediment trapping using check dams in small semi-arid catchments. *Catena*, 157: 227–240.
- Vaezi A.R., Abbasi M., Bussi G. and Keesstra S. 2017b. Modeling sediment yield in semi-arid pasture micro-catchments, NW Iran. *Land Degradation Development*. 28: 1274–1286.
- 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.
- Wang, X.L. Guo, S.L. Ma, Y.H. Huang, D.Y. and Wu, J.S. 2007. Effects of land use type on soil organic C and total N in a small watershed in loess hilly-gully region. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 18: 1281–1285.
- Yanhong W., Zhong H., Yujin J., Guangju Z., and Xingmin M. 2017. Sediment yield deduction from check-dams deposition in the weathered sandstone watershed on the north loess plateau, china. *land degradation and development*. 28(1): 217-231.

Investigating the Role of Loose Stone Dams in Controlling the Sedimentation of Oak Forest Area in the West of Iran

Ali Reza Vaezi¹, Kambiz Rostami^{2*}, Seyed Hamid Reza Sadeghi³

(Received: August 2020

Accepted: April 2021)

Abstract

Loose stone check dams are among the least expensive structures in watersheds and are usually used to protect soil resources and reduce sediment transfer in small waterways. The effectiveness of these dams has received less attention from researchers in particle deposition in the forest area. The purpose of this study was investigating the effect of loose stone check dams and the role of the factors affecting on the amount of sedimentation in the forest area. Also, grading of sediments were studied at consecutive dams and different distances from each dam and compared with the soil particle size distribution of upstream soil. In this research the eleven loose stone check dams follow each other were investigated in the Marg watershed located in the southwest of Kermanshah. These dams have been constructed in the second order waterways during the year 2016. The results showed the upper dams of the waterway had the highest amount (9245 kg h^{-1}) and the lower dams had the lowest amount of sediment (3575 kg h^{-1}). The sediment amount of the back dams was directly affected by the slope and area of the dam drainage area. The amount of sand was 1.5 higher than the upstream soil, while the amount of silt and clay in the sediment samples was lower of the upstream soil, 75.5% and 23.8%, respectively. The amount of sand particles increases but the silt and clay particles had a declining trend with distance from the dam during the sedimentation surface. This study showed that loose Stone dams play an important role in sedimentation of coarse particles and they are one of the important structures in the watershed to prevent sediment transfer due to the low cost of their construction. Although, the construction of low drainage dams is necessary to prevent the transfer of fine particles.

Keywords: Soil, particle aggregation, Coarse particles sediment, Drainage surface area, Slope

Vaezi A.R., Rostami K. and Sadeghi S.H.R. 2022. Investigating the role of loose stone dams in controlling the sedimentation of Oak forest area in the west of Iran. *Applied Soil Research*. 9(4):27-37.

1. Professor, Department of Soil Sciences, University of Zanjan

2. PhD Candidate, Department of Soil Sciences, University of Zanjan

3. Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares

*.Corresponding Author Email: krostami_mh@yahoo.com