نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره ششم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

اثر قرق بر رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های فرسایش در حوزه آبخیز معرف خامسان در استان کردستان

***عبدالواحد خالدی‌درویشان[۱]، جبار هادی‌قورقی[۲]، آزاده کاتبی‌کرد[۳]، هیرو محمدامینی[۴]، لیلا غلامی[۵]، اسدالله کرم‌زاده[۲]، عارف بهمنی[۶] و فرهنگ سعیدی[۶]**

[۱]استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، [۲]کارشناس اداره منابع طبیعی شهرستان دهگلان، دهگلان، ایران، [۳]دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، [۴]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، [۵]استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، [۶]کارشناس اداره کل منابع طبیعی استان کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: امروزه انجام طرح‌های مدیریتی آبخیزداری و مرتع‌داری نقش مهمی در مدیریت منابع آب و خاک در سرتاسر جهان ایفا می‌کنند. اگرچه پروژه‌های آبخیزداری و مرتع‌داری به‌عنوان یک رویکرد برای توسعه بخش‌های روستایی و مدیریت منابع طبیعی از اهمیت قابل‌توجهی برخوردارند، اما بیش‌تر مطالعات به بررسی اثر آن‌ها بر رسوب پرداخته‌اند و اثر آن‌ها بر فرسایش خاک کم‌تر مورد توجه بوده است. این در حالی است که مطالعه اثربخشی همه‌جانبه این طرح‌ها برای تجزیه و تحلیل عمل‌کرد آن‌ها در دست‌یابی به اهداف طرح ضروری می‌باشد. بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر عملیات قرق بر متغیرهای رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های فرسایش و در مقیاس رگبار انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر در زیرحوزه‌های نمونه و شاهد به‌ترتیب دارای و بدون عملیات قرق با مساحت‌های ۱۰۷/۵۴ و ۱۱۰/۱۵ هکتار در جنوب‌غربی در حوزه معرف خامسان در جنوب استان کردستان در کشور ایران با مساحت ۴۳۳۷/۲۷ هکتار انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر رواناب و هدررفت خاک تعداد سه کرت با ابعاد ۲۲/۱۳ در ۱/۸۳ متر در هر یک از دامنه‌های غربی، شمالی و شرقی نصب شدند. تیمار قرق در کرت‌های مستقر در زیرحوزه نمونه از سال ۱۳۸۶ اجرا شد. سپس داده‌های حجم و ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک برای ۵۲ رگبار مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ در حوزه آبخیز معرف خامسان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملیات قرق بر حجم رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های فرسایش و در مقیاس رگبار اثر کاهنده و معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) داشت. در نهایت کاهش متغیرهای حجم و ضریب رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی رگبار پس از اعمال قرق به‌ترتیب برابر ۱۵/۶۸، ۶/۱۳،

* مسئول مکاتبه: a.khaledi@modares.ac.ir

۱٦/٦۷، ۲٤/۳۷ و ۲۱/٤۳ درصد مشاهده شد. متغیرهای حجم رواناب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی در کرت‌های فرسایش مستقر در دو زیرحوزه نمونه (قرق) و شاهد (غیرقرق) دارای اختلاف معنی‌دار (P≤۰/۰۵) بودند. متغیر غلظت رسوب نیز مقدار آماره P برابر با ۰/۰۵۸ داشت و بنابراین تغییرات آن نیز در اثر قرق در سطح اعتماد نزدیک به ۹۵ درصد معنی‌دار ارزیابی گردید. به‌عبارت دیگر مقادیر مربوط به متغیرهای مذکور در حوزه نمونه که تحت شرایط قرق بوده و پوشش گیاهی آن غنی‌تر بود به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که تیمار قرق با افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب افزایش نفوذ و کاهش رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در مقیاس کرت گردید.

واژه‌های کلیدی: مدیریت پوشش گیاهی، حفاظت خاک، حوزه آبخیز خامسان، مدیریت حوزه آبخیز

مقدمه

منظور از عملیات آبخیزداری نیز اعمال مجموعه تمهیدات و تغیراتی در کاربری، پوشش گیاهی و سایر عملیات سازه‌ای و غیرسازه‌ای است که در یک حوزه آبخیز با هدف مدیریت آبخیز انجام می‌شود. افزایش روزافزون جمعیت، افت سطح آب سفره‌های زیرزمینی، کمبود آب آشامیدنی و مورد نیاز بخش کشاورزی، کمبود نزولات جوی، کاهش حاصل‌خیزی و افزایش هدررفت خاک، آلودگی و کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها و در نهایت کاهش تولیدات کشاورزی نیاز به اجرای طرح‌های آبخیزداری را ضروری کرده است. چرای مفرط و بهره‌برداری غلط از مراتع، تردد مداوم دام و به دنبال آن فشرده شدن خاک و پیامدهای حاصل از آن سبب شده است که سال‌های اخیر نقش پوشش گیاهی در کنترل رواناب کم‌تر شده و وقوع جریان‌های طغیانی شدت بیش‌تری پیدا کند. بنابراین باید توجه داشت که کاهش میزان و شدت رواناب و مدیریت منابع طبیعی از نظر آبخیزداری و حفاظت خاک مهم است (۳، ٦ و ۱۳). بدین‌منظور در سال‌های اخیر اقدامات گسترده‌ای در زمینه حفاظت خاک و مهار فرسایش خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف طرح‌های آبخیزداری انجام شده است. یکی از اساسی و بنیادی‌ترین مسائل در این رابطه ارزیابی اثر طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. ارزیابی تأثیر طرح‌های آبخیزداری منجر به دست یافتن به دیدگاه روشنی در مورد بازدهی چنین اقداماتی در حوزه‌های آبخیز، تعیین راندمان عملیات آبخیزداری به‌منظور اجرای طرح‌های مشابه در حوزه‌های دیگر، بهبود روش‌ها، بازنگری سیاست‌های کلان و خرد، ابداع شیوه‌های نوین و تدوین راه‌کارهای اصولی می‌گردد (٤). پژوهش‌های مختلفی به ارزیابی اثرات اقدامات مدیریتی آبخیزداری در داخل و خارج کشور پرداخته‌اند. در این راستا به‌منظور مهار رواناب و هدررفت خاک یکی از اقدامات مدیریتی در پروژه‌های آبخیزداری عملیات قرق می‌باشد (۸). قرق یکی از اقدامات مدیریتی در حوزه‌های آبخیز است که باعث افزایش گونه‌های مرغوب (۱۷ و ۳۵)، افزایش تراکم لاشبرگ و پوشش تاجی گیاهی (۱٤ و ۳۹)، پایداری خاک و درصد کربن و مواد آلی (۲۸ و ۳۰)، کاهش میزان تولید رسوب و فرسایش خاک و نیز کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (۸، ۲۰ و ۳۸)، کاهش اسیدیته و هدایت الکتریکی و نیز افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در خاک (۳۲)، افزایش و اصلاح نفوذ آب (٦ و ۲۳) و افزایش حاصل‌خیزی خاک (۲٦ و ۳۲) می‌گردد.

قرق مرتع از نظر علمی به مفهوم جلوگیری از ورود (دام‌های اهلی و در برخی از موارد دام‌های وحشی) به مرتع با هدف ایجاد تغییرات مورد نظر کمی و کیفی در پوشش گیاهی، استفاده بهینه از ذخیره نزولات آسمانی، حفاظت خاک و کاهش تولید رسوب می‌باشد (۳). قرق یکی از روش‌های مدیریتی است که از دیرباز مورد توجه پژوهش‌گران بوده است. به‌عنوان مثال مؤسسه تحقیقات جهانی (۱۹۷۸) گزارش کرد که چرای بیش از حد مهم‌ترین دلیل تخریب مراتع در افریقا و استرالیا است. هم‌چنین چرای دام سبب تخریب مراتع به مقدار ٤۹ تا ۸۰ درصد و افزایش میزان رواناب سطح در مناطق نیمه‌خشک و خشک جهان است. بنابراین با اعمال روش‌های مدیریتی در مراتع از جمله قرق می‌توان میزان رواناب و رسوب را کاهش داد و از تخریب آن‌ها جلوگیری کرد (۱۵). هوفمن و استنلی (۱۹۷۸) به ارزیابی اثر قرق در اطراف دریاچه اواهه و ساکاکاوی پرداختند و بیان نمودند که افزایش بیوماس در داخل قرق‌های مطالعاتی و کاهش بیوماس در مراتع چرا شده را گزارش نمودند و تأثیر مثبت این روش مدیریتی را تأکید کردند (۱۵). وهابی (۱۹۸۹) بیان کرد که اجرای تیمار قرق باعث تغییراتی در جایگزین گونه‌های علوفه‌ای مرغوب می‌شود. به‌نحوی‌که با افزایش تراکم پوشش گیاهی در اثر حفظ خاک، از هدررفت رواناب‌های سطحی نیز جلوگیری می‌شود (۳٤). قره‌داغی (۱۹۹۷) با بررسی اثر قرق مرتع بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک و کاهش هدررفت خاک نشان داد که مدیریت قرق افزون بر تأثیر مستقیم بر افزایش سرعت نفوذپذیری آب در خاک (۵۲ درصد) مانع فشرده شدن خاک و در نتیجه موجب کاهش قابل‌توجه در هدررفت خاک می‌گردد (٦). محمدپور و همکاران (۲۰۰۰) در کرت‌های کوچک مستقر در مرتع قرق کوتاه‌مدت برای مراتع ییلاقی کدیر نوشهر نشان دادند که اعمال قرق توانست مقدار رواناب تولیدی را کاهش دهد (۲۳). توکلی و قدوسی (۲۰۰۱) به بررسی به بررسی اثرات مدیریت قرق و احیای حوزه آبخیز سد رسالی دلاوری در استان بوشهر پرداختند و ایشان اثر مثبت تیمار قرق را بر کاهش رواناب و رسوب در این حوزه آبخیز بیان نمودند (۳۳). قدوسی و همکاران (۲۰۰٦) با ارزیابی اثرات قرق بر رواناب و هدرفت خاک نشان دادند که قرق مراتع به‌عنوان یک اقدام مدیریتی در کاهش میزان فرسایش و هدررفت خاک از یک‌سو و بهینه‌سازی استفاده از آب‌های قابل دسترسی در سطح مراتع از سوی دیگر در حوزه‌های آبخیز است (۸). محمدپور و همکاران (۲۰۰۰) در کرت‌های کوچک مستقر در مرتع قرق کوتاه‌مدت برای مراتع ییلاقی کدیر نوشهر نشان دادند که اعمال قرق توانست مقدار رواناب تولیدی را کاهش دهد (۲۳). حیدریان آقاخانی و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خصوصیات شیمیایی خاک در مراتع سیساب بجنورد را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که قرق باعث افزایش میزان کربن، نیتروژن، ماده آلی و هدایت الکتریکی خاک شده اما مقدار اسیدیته خاک کاهش یافت. نتایج حاصل از بررسی پوشش گیاهی نیز نشان داد که کل پوشش گیاهی گونه‌ها در داخل قرق به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بیرون قرق بود (۱۲). سالاریان و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات پوشش گیاهی در شرایط قرق و چرای دام در مراتع چهارباغ استان گلستان را بررسی نمودند. حذف چرای دام به‌طور معنی‌داری افزایش درصد تاج پوشش همی‌کریپتوفیت‌ها، گندمیان، پهن‌برگان علفی و گیاهان چندساله را در پی داشت. شاخص تنوع سیمپسون و هم‌چنین تعداد گونه به‌طور معنی‌داری در منطقه قرق افزایش یافتند. به‌طوری‌که قرق موجب افزایش معنی‌دار در تولید گندمیان و میزان تولید کل گردید. ایشان هم‌چنین بیان کردند که

انجام قرق مرتع در حدود یک دهه برخی تغییرات در پوشش گیاهی در این ناحیه رویشی در پی داشت (۲۸). آریاپور و همکاران (۲۰۱٤) پیش‌بینی تأثیر تغییر وضعیت مرتع در میزان رواناب با تلفیق مدل HEC-HMS با استفاده از GIS در حوزه آبخیز سراب بروجرد را انجام دادند. نتایج نشان داد که این مدل برای پیش‌بینی و شبیه‌سازی رواناب در این حوزه با دقت قابل‌قبول مناسب بوده و به‌دلیل کم شدن شماره منحنی در اثر افزایش پوشش گیاهی به‌ترتیب بهترین سناریو برای کاهش رواناب در شرایط قرق، مدیریت حال حاضر، آتش‌سوزی و چرای شدید است. بنابراین جهت کاهش رواناب بهتر است که نسبت افزایش پوشش گیاهی با هر ابزار مدیریتی حتی قرق که آخرین راه است اقدام نمود تا از بروز فاجعه و تخریب اراضی، باغات و اماکن احداث شده در حاشیه رودخانه و در کنار شهر بروجرد جلوگیری کرد (٤). شهید و همکاران (۲۰۱٤) به ارزیابی توسعه و تغییرات کاربری اراضی بر روی روابط بارش- رواناب و رواناب- رسوب در یک حوزه آبخیز در پاکستان پرداختند. ایشان بیان نمودند که تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی به‌عنوان عامل اصلی برای افزایش رواناب و رسوب تلقی می‌شود. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که با توجه به تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی رابطه بارش- رواناب و ارتباط رسوب- رواناب دچار تغییر شد (۲۹). بنابراین می‌توان استنباط نمود که هر گونه عملیاتی که منجر به تغییر معنی‌دار در پوشش گیاهی شود (از جمله قرق)، بر رابطه بارش- رواناب و رسوب- رواناب اثرگذار خواهد بود. جوادی و همکاران (۲۰۱٦) به بررسی اثر قرق بلندمدت بر خاک اکوسیستم مرتعی با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز در مراتع سارال استان کردستان پرداختند. ایشان با استفاده از پلات‌های تصادفی به‌عنوان یک روش کنترلی، درصد پوشش گیاهی خالص، سنگ و سنگ‌ریزه و لاشبرگ را اندازه‌گیری کردند. نتایج ایشان نشان داد که منطقه قرق‌شده سارال از لحاظ شاخص‌های عملکردی وضعیت بهتری نسبت به مناطق خارج قرق داشته و از جمله مهم‌ترین فرایندی که باعث ایجاد این وضعیت شده است می‌توان به عدم چرای دام برای مدت زمان طولانی اشاره کرد (۱٦).

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که قرق با تغییر گونه‌های علفی و افزایش تراکم پوشش گیاهی در اثر حفظ خاک باعث کاهش رواناب سطحی و هدررفت خاک می‌شود به‌طوری‌که مدیریت چرا در قالب قرق حتی در کوتاه‌مدت نیز تأثیر قابل‌توجهی در کاهش رواناب و هدررفت خاک مراتع داشته است (۸ و ۳۱). از این‌رو تعیین اثر قرق مرتع در کاهش رواناب و هدررفت خاک و هم‌چنین لزوم اجرای عملیات مدیریتی در حوزه‌های آبخیز ضروری می‌باشد. قرق در صورت انتخاب مکان مناسب و مدیریت صحیح علاوه بر این‌که می‌تواند برنامه‌های ارزیابی توان مراتع مورد استفاده قرار گیرد در فرآیند حفاظت منابع آب و خاک نیز می‌تواند مفید واقع شده و هدررفت رواناب و فرسایش خاک را کاهش دهد. به‌همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر عملیات قرق بر رواناب و هدررفت خاک به‌عنوان یکی از اقدامات آبخیزداری بر تغییرات رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های استاندارد مستقر در حوزه معرف زوجی خامسان در استان کردستان برای ۵۲ رگبار در طول سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳، اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: پژوهش حاضر در حوزه‌های زوجی نمونه و شاهد حوزه معرف زوجی

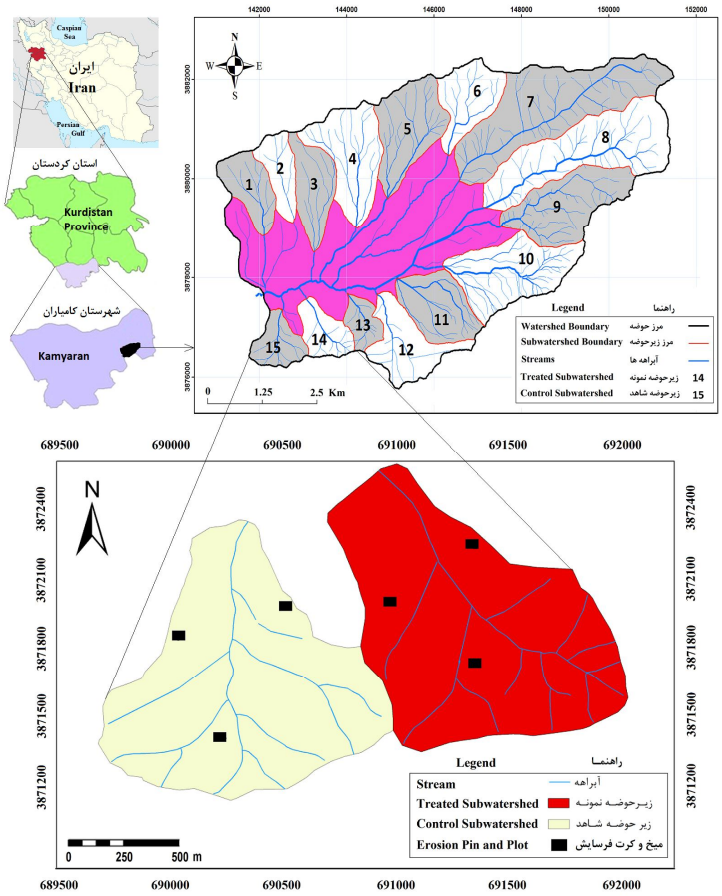
خامسان در جنوب استان کردستان انجام گرفت. حوزه آبخیز معرف خامسان با مساحت ٤٣٣٧/٢٧ هکتار در ٢٥ کیلومتری شمال شهرستان کامیاران در استان کردستان و در حد واسط "٥ '٤ °٤٧ تا "٤٤ '١٠ °٤٧ طول شرقی و "٥١ '٥٧ °٣٤ تا "٢٩ '١ °٣٥ عرض شمالی قرار دارد. زیرحوزه‌های نمونه و شاهد با مساحت‌های به‌ترتیب ١٠٧/٥٤ و ١١٠/١٥ هکتار در جنوب‌غربی حوزه آبخیز معرف خامسان قرار گرفته‌اند. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالانه به‌ترتیب ٦٠٥ میلی‌متر و ١٣/٥ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. در جدول ١ مشخصات فیزیوگرافی زیرحوزه‌های نمونه و شاهد در حوزه آبخیز خامسان را نشان داده شده است.

زیرحوزه آبخیز نمونه تحت شرایط قرق و انجام دیگر اقدامات آبخیزداری در دامنه‌ها (بانکت‌بندی) و آبراهه‌ها (بندهای اصلاحی و رسوب‌گیر) بوده در حالی‌که زیرحوزه آبخیز شاهد هیچ‌گونه عملیات حفاظت آب و خاک انجام نشده و صرفاً برای مقایسه اثر اقدامات آبخیزداری با زیرحوزه نمونه مورد توجه قرار گرفته است. موقعیت کرت‌های استاندارد مورد بررسی در دو زیرحوزه نمونه و شاهد در شکل ١ و موقعیت کرت‌های استاندارد معادله جهانی هدررفت خاک در زیرحوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد در شکل ٢ ارائه شده است. زمان اعمال قرق در کرت‌های زیرحوزه نمونه و عدم اعمال آن در کرت‌های زیرحوزه شاهد از سال ١٣٨٦ بوده است.

جدول ١- مشخصات فیزیوگرافی زیرحوزه‌های نمونه و شاهد.

Table 1. Physiographic characteristics of treated and control sub-watersheds.

زیرحوزه شاهد (غیرقرق) Control sub-watershed (Under grazing)	زیرحوزه نمونه (قرق) Treated sub-watershed (Exclosure)	حوزه معرف خامسان Khamsan representative watershed	ویژگی‌های فیزیوگرافی Physiographic characteristics
1.10	1.08	43.37	مساحت (km^2) Area (km^2)
4.56	4.06	30.25	محیط (km) Perimeter (km)
0.83	1.11	5.18	طول رودخانه اصلی (km) Main River Length (km)
5.98	5.02	198.85	مجموع طول آبراهه‌ها (km) Total river length (km)
40.09	48.23	42.95	شیب حوزه (%) Slope (%)
1820	1817	2378	ارتفاع حداکثر (m) Maximum elevation (m)
1610	1618	1580	ارتفاع حداقل (m) Minimum elevation (m)
1695.03	1698.73	1936.27	ارتفاع متوسط (m) Average elevation (m)



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز معرف خامسان و موقعیت کرت‌های استاندارد در زیرحوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد.

Figure 1. Location of Khamsan representative watershed and location of standard plots in treated and control sub-watersheds.

روش انجام پژوهش: در این پژوهش به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر رواناب و رسوب حاصل از هر رگبار از کرت‌های مستقر شده در زیرحوزه‌ها استفاده شد. در هر زیرحوزه ۹ کرت فرسایشی به تفکیک در سه ایستگاه در دامنه‌های غربی، شمالی و شرقی نصب شده‌اند. در هر کدام از این ایستگاه‌ها سه کرت فرسایش نصب شده که جریان ناشی از رواناب سطحی و ذرات خاک شسته شده همراه آن در جهت شیب حرکت نموده و در مخازن آن ذخیره می‌گردد. طول کرت‌ها ۲۲/۱۳ متر و عرض آن‌ها ۱/۸۳ متر است که برابر با ابعاد کرت‌های استاندارد معادله جهانی هدررفت خاک می‌باشد (۳۷). ابعاد مخازن تعبیه شده در خروجی کرت‌ها برای جمع‌آوری رواناب و رسوب ۱/۵ متر طول، ۱ متر عرض و ۰/۵ متر ارتفاع می‌باشد و حجم کل هر مخزن ۷۵۰ لیتر است (شکل ۲).

در این پژوهش برای بررسی اثر عامل مدیریتی قرق حوزه بر مقدار رواناب و هدررفت خاک، نمونه‌های رواناب و رسوب حاصل از ۵۲ رگبار در طول سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ در خروجی هر کرت نمونه‌برداری گردید. بنابراین برای هر رگبار، مجموعاً تعداد ۱۸ کرت داده برداشت شد و سپس داده‌های جمع‌آوری‌شده برای هر رگبار مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. پس از خاتمه بارندگی ارتفاع رواناب هر رگبار، با اندازه‌گیری ارتفاع رواناب حاصل در مخزن هر کرت محاسبه و سپس حجم آن محاسبه شد. در

ادامه به‌منظور برآورد مقادیر غلظت رسوب، اقدام به هم‌زدن رواناب و رسوب درون مخازن گردید سپس با استفاده از بطری به حجم ۳۵۰ سانتی‌مترمکعب نمونه رواناب و رسوب برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده از هر کرت به آزمایشگاه انتقال داده شد و به‌مدت ۲٤ ساعت در حال سکون قرار داده شدند. سپس با استفاده از روش تخلیه، آب اضافی از نمونه‌های رسوب جداسازی شد. سپس نمونه‌های رسوب به‌مدت ۲٤ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن رسوبات خشک شده با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه شد (۱۱، ۱۳ و ۱۸).

A (الف)

B (ب)

شکل ۲- نمایی از کرت‌های استاندارد فرسایش (الف) و نمایی از رواناب و رسوب در مخزن کرت (ب).

Figure 2. A view of standard erosion plots (A) and a view of sediment and runoff in plot reservoir (B).

به‌منظور تشکیل بانک اطلاعاتی لازم برای انجام آزمون آماری، متغیرهای حجم رواناب (لیتر)، ضریب رواناب (درصد)، غلظت رسوب (گرم در لیتر) و هدررفت خاک (گرم) برای هر کرت محاسبه و سپس با در نظر گرفتن تناسب خطی بین مساحت کرت و سطح زیرحوزه، رسوب‌دهی رگبار (تن در هکتار) محاسبه شد. با توجه به تعداد رگبارها (۵۲ رگبار) و تعداد کرت‌ها (۱۸ کرت)، در مجموع برای هر متغیر مورد بررسی ۹۳٦ داده ثبت شد.

به‌منظور بررسی اثر قرق بر متغیرهای حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های مستقر در زیرحوزه‌های شاهد و نمونه در مقیاس رگبار، از آزمون t مستقل (غیرجفتی) استفاده گردید. ابتدا طبقه‌بندی شدت بارندگی برای رگبارها انجام شد تا اثر قرار در طبقات مختلف شدت بارندگی بررسی شود. اما متاسفانه تفکیک رگبارها بر اساس شدت بارندگی و حتی طبقه‌بندی شدت رگبار موجب کاهش تعداد داده‌ها برای برخی طبقات شدت بارندگی و در نتیجه کاهش اعتبار نتایج برای آن طبقات گردید. اما در مورد طبقاتی از شدت بارندگی که دارای تعداد رگبار کافی برای انجام آزمون‌های آماری بودند اثر قرق بر متغیرهای مورد بررسی با حالتی که همه رگبارها با هم بررسی شوند هم‌سو بود و معنی‌داری آن بر متغیرهای مورد بررسی تغییر محسوسی نداشت.

نتایج و بحث

آماره‌های میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد میانگین برای متغیرهای حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی رگبار به تفکیک زیرحوزه‌های نمونه و شاهد و نیز درصد تغییرات در تیمار قرق در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲- شاخص‌های آماری متغیرهای حجم و ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در زیرحوزه‌های نمونه و شاهد.

Table 2. Statistical indicators of runoff volume and coefficient, sediment concentration and soil loss in treated and control sub-watersheds.

متغیر Variable	زیرحوزه Sub-watershed	میانگین Mean	خطای استاندارد میانگین Mean standard error	درصد تغییرات در قرق (%) Variation coefficient in exclosure (%)
حجم رواناب کرت (L) Runoff volume (L)	نمونه Treated	34.78	1.05	15.68
	شاهد Control	41.25	1.18	---
ضریب رواناب کرت (%) Runoff coefficient (%)	نمونه Treated	3.52	0.18	6.13
	شاهد Control	3.75	0.21	---
غلظت رسوب ($g\ L^{-1}$) Sediment concentration ($g\ L^{-1}$)	نمونه Treated	0.65	0.05	16.67
	شاهد Control	0.78	0.06	---
هدررفت خاک از کرت (g) Soil loss (g)	نمونه Treated	24.15	2.02	24.37
	شاهد Control	31.93	2.67	---

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد با توجه به مقادیر میانگین ۵۲ رگبار بعد از انجام قرق در زیرحوزه نمونه این اقدام آبخیزداری باعث شد تا حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی رگبار کاهش قابل‌ملاحظه‌ای یابد. این نشان می‌دهد که انجام عملیات قرق به‌عنوان یک اقدام مدیریتی می‌تواند روشی کارآمدی برای جلوگیری از هدررفت آب و خاک باشد (۸ و ١٦). نتایج ارائه شده هم‌چنین نشان داد که در زیرحوزه نمونه نسبت به زیرحوزه شاهد پس از اجرای عملیات قرق در طی رگبارهای مورد نظر متغیرهای بررسی شده تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای داشته‌اند (جدول ۲). به‌طوری‌که متغیرهای حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی رگبار پس از قرق به‌ترتیب ۱۵/٦۸، ٦/۱۳، ١٦/٦۷، ۲٤/۳۷ و ۲۱/٤۳ درصد کاهش داشته است. در نهایت با توجه به هدف پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و اجرای آزمون t مستقل (غیرجفتی)، مقایسه متغیرهای مورد بررسی در کرت‌های تحت مدیریت قرق (زیرحوزه نمونه) و چرای آزاد (زیرحوزه شاهد) در جدول ۳ ارائه شد.

جدول ۳- نتایج آزمون t مستقل (غیرجفتی) حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک در زیرحوزه‌های شاهد و نمونه.

Table 3. The results of independed-Test of runoff volume and coefficent, sediment concentration and soil loss in treated and control sub-watersheds.

منابع تغییر Sources of variations	درجه آزادی Degree of freedom	سطح معنی‌داری Significant level
حجم رواناب کرت (L) Runoff volume (L)	887.754	0.028*
ضریب رواناب کرت (%) Runoff coefficient (%)	916.385	0.166^{ns}
غلظت رسوب ($g\ L^{-1}$) Sediment concentration ($g\ L^{-1}$)	903	0.058^{ns}
هدررفت خاک از کرت (g) Soil loss (g)	903	0.020*

^{ns} و * به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

^{ns}, * not significant and significant at P<0.05, respectively.

جدول ۳ نشان می‌دهد که متغیرهای حجم رواناب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی رگبار در دو زیرحوزه نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بودند. در مورد متغیر غلظت رسوب نیز مقدار آماره P برابر با ۰/۰۵۸ می باشد و می‌توان تغییرات آن را نیز در اثر قرق معنی‌دار توصیف نمود. به‌عبارت دیگر مقادیر مربوط متغیرهای مذکور در حوزه نمونه که تحت شرایط قرق بوده و پوشش گیاهی آن غنی‌تر است به‌طور معنی‌داری از مقادیر متغیرها در زیرحوزه شاهد کم‌تر بوده است (۳، ۵، ۸، ۱۳، ۱۵، ۳۱، ۳٤ و ۳٦). همت‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند در دو زیرحوزه به‌عنوان شاهد و قرق بین داده‌های رواناب اختلاف معنی‌دار وجود داشت (۱۳). قرق می‌تواند بر روند تغییرات پوشش تاجی و علوفه در مراتع تأثیر گذاشته و یکی از روش‌های مؤثر در احیا مراتع باشد و به دنبال آن در کاهش رواناب سطحی است که با نتایج غلامی (۱۹۹۵)، صادقی (۱۹۹٦)، توکلی و قدوسی (۲۰۰۱) و علی‌دوست و همکاران (۲۰۰٦) هم‌خوانی دارد (۲، ۱۰، ۲۵ و ۳۱) و با کاهش رواناب، مقدار هدررفت خاک نیز کاهش می‌یابد (۱۳). محمدپور و همکاران (۲۰۰۰) هم‌چنین بیان نمودند که در کرت‌های کوچک مستقر در مراتع قرق میزان رواناب به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت (۲۱).

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌توان گفت که تیمار قرق می‌تواند روش مدیریتی مناسبی در حفاظت آب و خاک باشد. قرق با افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب افزایش میزان نفوذ و کاهش میزان رواناب و در نتیجه کاهش هدررفت خاک می‌شود. قرق با توجه به تأثیر قابل‌ملاحظه در کاهش رواناب سطحی و هدررفت خاک در سطح مراتع از طریق افزایش تراکم پوشش گیاهی، لاشبرگ و بقایای گیاهی و شدت نفوذپذیری خاک باعث ذخیره مقادیر زیادی از نزولات جوی در پروفیل خاک می‌گردد، در نتیجه یکی از اقدامات مدیریتی کارآمد از بین روش‌های مرتعداری و آبخیزداری برای جلوگیری از هدررفت آب و خاک می‌باشد (۱، ۵، ۸، ۹، ۱۲، ۱٦، ۱۹، ۲٤، ۲۹، ۳۱، ۳۲ و ۳٤).

نقش و تأثیر پوشش گیاهی در افزایش نفوذ آب باران به خاک و کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک یکی از مباحث اساسی حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد. فرسایش پاشمانی و فرسایش ورقه‌ای دو نوع فرسایش آبی هستند که پوشش گیاهی تأثیر زیادی بر کاهش شدت آن‌ها دارد. برای جلوگیری از وقوع این دو نوع فرسایش باید اولاً از برخورد مستقیم قطرات باران به خاک جلوگیری نمود و سپس با افزایش نفوذ آب باران به خاک از ایجاد رواناب سطحی جلوگیری شود و برای رسیدن به این هدف مناسب‌ترین و کاراترین راه‌حل ایجاد و تقویت پوشش گیاهی برروی سطح زمین می‌باشد (۸، ۱۳، ۱۵، ۱٦، ۲۲، ۲۳، ۲۹ و ۳۲).

از این‌رو ضروری به‌نظر می‌رسد که تیمار قرق به‌عنوان یکی از برنامه‌های اصلی در طرح‌های منابع طبیعی تجدیدشونده به‌ویژه طرح‌های آبخیزداری مدنظر قرار گیرد. اما باید توجه داشت اعمال تیمار قرق به‌دلیل برخورد و تقابل مستقیم با منافع معیشتی ساکنین آبخیزها و بهره‌برداران از مراتع نمی‌تواند فاقد پیآمدهای منفی اجتماعی و اقتصادی باشد. بنابراین، باید از سایر منابع معیشتی برای ساکنین آبخیزها و بهره‌برداران مستقیم در مقابل اجرای برنامه قرق در چارچوب طرح‌های منابع طبیعی تجدیدشونده به‌ویژه طرح‌های آبخیزداری پیش‌بینی‌های لازم مدنظر قرار گیرد (٤، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱٦، ۱۷، ۲۷، ۳۱، ۳۳ و ۳٤).

نتیجه‌گیری کلی

از پژوهش حاضر می‌توان جمع‌بندی نمود که قرق می‌تواند تأثیر معنی‌داری در کاهش رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک داشته باشد. به‌طورکلی با مقایسه تغییرات به‌وجود آمده در مقادیر رواناب و فرسایش خاک در منطقه قرق و شاهد مشخص گردید که قرق باعث تغییراتی در این تیمارها شده است که بالطبع می‌تواند روی پوشش گیاهی منطقه قرق‌شده نیز تأثیرات مثبتی داشته باشد. هم‌چنین استفاده از قرق می‌تواند به افزایش گونه‌های مرغوب در منطقه نیز منجر شود (۲۹). با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده در سال‌های گذشته در مورد مطالعات قرق در برنامه‌های مدیریت پایدار منابع طبیعی و هم‌چنین دست‌یابی دقیق‌تر به نتایج اثر قرق در فرآیند فرسایش، استمرار پژوهش‌های بیش‌تر به‌خصوص در جهت تعیین سهم اعمال قرق در تغییرات زمانی رسوب و دانه‌بندی آن پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1.Akbarzadeh, M. 1996. The Study of Vegitation Changes, Condition and Trend in Polor Roodshoor Enclousures. Research Insituite of Forest and Rengelands press, 55p. (In Persian)

2.Alidoost, M., Sobeh Zahedi, Sh., and Poornasrollah, M.R. 2006. The vegitation effect on reducing runoff and soil loss in Polrood watershed. 2th Soil and water Resources Management and Watershed Management National Conference, 19-23 Feb. Kerman, Iran, Pp: 1-7. (In Persian)

3.Andreasen, J.K., O'Neill, R.V., Noss, R., and Slosser, N.C. 2001. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. Ecological Indicators. 1: 21-35.

4.Ariapour, A., Ghermezcheshmeh, B., Nasaji, M., and Piroozi, N. 2014. Effect prediction of rangeland condition changes on runoff by HEC-HMS model in Sarab-Sefid basin of Borujerd. RS and GIS for Natural Resources. 4: 4. 61-78. (In Persian)

5.Busby, R.E., and Gifford, G.E. 1981. Effects of livestock grazing on infilteration and erosion rates measured on chained and unchained pinygon-junipersites in Southeastern Utah. J. Range Mange. 34: 400-405.

6.Eskandari, M., Dastorani, M.T., Fatahi, A., and Nasri, M. 2014. The assesment of watershed management practices effect on flow discharge in Zaiandehrood watershed: Case of study: Mandarjan sub-watershed. The 3th Integrated Water Resource Management, 10 and 11 September 2014, University of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari. (In Persian)

7.Gharehdaghi, H. 1997. The Overgrazing Effcet on Vegitation Combination in Roodshore Region. Rengland M.Sc. Thesis, Tarbiat modares Univ. 100p. (In Persian)

8.Ghoddousi, J., Tavakoli, M., Khalkhali, S.A., and Soltani, M.J. 2006. Assessing effect of rangeland exclusion on control and reduction of soil erosion rate and sediment yield. Pajouhesh and Sazandegi. 73: 136-142. (In Persian)

9.Goff, K.M., and Gentry, R.W. 2006. The Influence of watershed and development characteristics on the cumulative impacts of stormwater detention ponds. J. Water Resour. Manage. 20: 829-860.

10.Gholami, S.A. 1995. The effect of cover management (Jungle and Rengeland) on Hydrograph Shape (reducing flood risks). Renge. Jungle J. 14: 71-85. (In Persian)

11.Gholami, L., Sadeghi, S.H.R., and Homaii, M. 2014. The effect of raice straw mulch on time to runoff and runoff coefficient from rainfall. J. Iran Water Res. 8: 15. 33-40. (In Persian)

12.Haidarian, M., Aghakhani, A., Naghipour Borj, A., and Nasri, M. 2011. The effects of exclosure on vegetation and soil chemical properties in Sisab rangelands, Bojnord, Iran. J. Ren. Natur. Resour. Res. 1: 2. 14-27. (In Persian)

13. Hematzadeh, Y., Barani, H., and Kabir, A. 2009. The role of vegetation management on surface runoff (Case study: Kechik catchment in north-east of Golestan province). J. Water Soil Cons. 16: 2. 19-33. (In Persian)
14. Hayashi, S., Murakami, S., Xu, K., and Watanabe, M. 2008. Effect of the Three Gorges Dam Project on flood control in Dongting lake area. China, in a 1998-type flood. J. Hydro-Environ. Res. 2: 148-163.
15. Hoffman, G.R., and Stanley, L.D. 1978. Effect of cattle grazing on shorre vegetation of fluctuation water level reservoirs. J. Range Manage. 31: 412-416.
16. Javadi, S.J., Baneh, Kh., Arzani, H., and Saedi, K. 2016. Effects of long-term exclosure on soil in rangeland ecosystem using the LFA method Case study: Saral rangelands of Kurdistan province. Iran. J. Range Des. Res. 22: 4. 821-829. (In Persian)
17. Kraaij, S., and Milton, J. 2006. Vegetation changes (1995-2004) in semiarid Karoo shurbland, South African. J. Arid Environ. 64: 174-192.
18. Khaledi Darvishan, A., Sadeghi, S.H.R., Homaee, M., and Arabkhedri, M. 2014. Measuring sheet erosion using synthetic color-contrast aggregates. Hydrological Processes. 28: 15. 4463-4471.
19. Kerr, J., and Chung, K. 2002. Evaluating watershed management projects. J. Water Policy. 3: 6. 537-554.
20. Kohnke, H. 1968. Soil Physics. McGraw-Hill publications in the agricultural sciences New York, USA, 224p.
21. Lang, R. 1962. Range Seeding and Pitting Study in the Teton National Forest, Wyoming Agric. EXPT. Sta. Mimeo. Cir, 173p.
22. Mekuria, W., Veldkamp, E., Mitiku, H., Nyssena, J., Muysd, B., and Gebrehiwota, K. 2007. Effectiveness of exclosures to restore degraded soils as a result of overgrazing in Tigray, Ethiopia. J. Arid Environ. 69: 270-284.
23. Mohammadpoor, K., Sadeghi, S.H.R., and Dianati Tilaki, Gh.A. 2000. The comparison of infiltration amounts, runoff and micro topography in small plots in two rengeland treatments of free grazing and enclosure. Soil and Water J. (Agricultural Industrial and Sciences). 24: 6. 1109-1118. (In Persian)
24. Radwan, A. 1999. Flood analysis and mitigation for an area. J. Water Resour. Manage. 5: 3. 170-177.
25. Rahmati, M., Arabkhedri, M., Jafari Ardakani, E., and Khalkhali, S.E. 2004. The effect of grazing rate and slope on runoff and soil loss. Pajouhesh and Sazandegi. 62: 32-37. (In Persian)
26. Sadeghi, S.H.R. 1996. The effect study of effectivness factors on flood and asesment of control factors. Range. For. J. 43: 108-114. (In Persian)
27. Sadeghi, S.H.R., Sharifi F., Forootan, E., and Rezaee, M. 2004. Quantitative performance evaluation of watershed management measures (Case study: Keshar Sub-Watershed). Pajouhesh and Sazandegi. 65: 96-102. (In Persian)
28. Salarian, F., Ghorbani, J., and Safaeian, N.A. 2013. Vegetation changes under exclosure and livestock grazing in Chahar Bagh rangelands in Golestan province. Iran. J. Range Des. Res. 20: 1. 115-129. (In Persian)
29. Shahid, M., Gabriel, H.F., Nabi, A., Haider, S., Ali Khan, A., and Ali Shah, S.M. 2014. Evaluation of development and land use change effects on rainfall-runoff and runoff-sediment relations of catchment area of Simly lake Pakistan. Life Sci. J. 11: 3. 10-15.
30. Shahrivar, A., and Molaii, A. 2006. The study of biological and mechanical methods in reducing sediment and runoff for rengeland (Kohgilolieh and Boirahmad). J. Water. Manage. Soil Cons. Ins. 2: 2. 63-70. (In Persian)
31. Slayback, R.D., and Cable, D.R. 1970. Larger pits aid reseeding of semi –desert rangeland. J. Range Manage. 23: 5. 333-335.

32. Shifang, P., Hua, F., and Changgui, W. 2008. Changes in properties and vegetation following exclosure and grazing in degraded Alxa desert steppe of Inner Mongolia, China. Agriculture, Ecosystems and Environment. 124: 33-39.
33. Tavakoli, M., and Ghodoosi, J. 2001. The effect of protection management and revival in part of "Sade Raeesali Delavari" watershed, Boosher province. Proceeding of Rangelands and Deserts Congress of Iran, 20p. (In Persian)
34. Vallentine, J.F. 1971. Range Development and Improvements. Brigham Young University Press, Provo, UT, 516p.
35. Vahabi, M.R. 1989. The study and comparison of vegitation changes, vegitation combination, vegitation production and infiltration velocity in enclosure and grazing conditions for Feridon Esfahan region. Rengelan M.Sc. Thesis Esfahan Industrial University, 100p. (In Persian)
36. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses- A Guied to Conservation Planning. Agriculture Handbook No.537, US Dept. of Agric., Washington, D.C. 537p.
37. Wood, M., and Blackburn, E.H. 1981. Grazing systems: Their influence on infiltration in the Rolling Plains of Texas. J. Range Manage. 34: 331-335.
38. Yong-Zhong, S., Yu-Lin, L., Jian-Yuan, C., and Wen-Zhi, Z. 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena. 59: 267-278.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(6), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

Effect of exclosure on runoff, sediment concentration and soil loss in erosion plots in Khamsan representative watershed of Kurdistan province

***A. Khaledi Darvishan[1], J. Hadi Ghorghi[2], A. Katebikord[3], H. Mohammad Amini[4], L. Gholami[5], A. Karamzadeh[2], A. Bahmani[6] and F. Saeidi[6]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, [2]Expert, Natural Resources Office of Dehgolan, Dehgolan, Iran, [3]Ph.D. Student, Dept. of Watershed Management, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, [4]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Manasgement, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, [5]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, [6]Expert, Natural Resources General Office of Kurdistan Province, Sanandaj, Iran

Received: 06/19/2016; Accepted: 12/30/2017

Abstract

Background and Objectives: Nowadays performing the watershed and rangeland management projects play the important role in water resources and soil management worldwide. Although watershed and rangeland management projects have the considerable importance as approaches to rural areas development and natural resources management, more studies have been focused on their effects on sediment and their effects on soil erosion have rarely been considered. While, knowing the integrated effectiveness of watershed and rangeland management projects is necessary for their performance analysis to achieve the project goals. The present research was therefore conducted to study the effect of exclosure on runoff volume and coefficient, sediment concentration and soil loss in erosion plots at the scale of individual rainfall events.

Materials and Methods: The present study was conducted in two treated and control sub-watersheds with exclosure treatment and under grazing with area of 107.54 and 110.15 ha in southwest respectively, in Khamsan representative watershed with an area of 4337.27 ha in south of Kurdistan Province, Iran. Three plots with dimension of 22.13×1.83 m were installed in each western, northern and eastern slopes for the runoff volume and coefficient, sediment concentration and soil loss measurement. The exclosure treatment was operated for installed plots in treated sub-watershed from 2007. Then, all the data of runoff volume and coefficient, sediment concentration and soil loss from USLE standard plots in both control and treated sub-watersheds for 52 rainfall events over the years 2009 to 2014 were measured.

Results: The results showed the significant ($P\leq0.05$) decreasing effect of exclosure treatment on runoff volume, sediment concentration and soil loss in erosion plots at the scale of individual rainfall events. Finally, decreasing rates of 15.68, 6.13, 16.67, 24.37 and 21.43% due to exclosure respectively for runoff volume and coefficient, sediment concentration, soil loss and sediment yield were observed. The variables of runoff volume, soil loss and sediment yield had statistically significant differences ($P\leq0.05$) in treated and control sub-watersheds. The sediment concentration variable had p value of 0.058 and therefore the effect of exclosure treatment on sediment concentration was also significant ($P\leq0.06$). In other words, the variables of runoff volume, sediment concentration, soil loss and sediment yield were significantly decreased in treated plots and sub-watershed due to exclosure.

Conclusion: Based on the results, it can be revealed that the exclosure treatment, because of increasing vegetation density, caused the increasing infiltration and the decreasing runoff, sediment concentration and soil loss at plot scale.

Keywords: Khamsan watershed, Soil conservation, Soil loss, Vegetation cover, Watershed management

* Corresponding Author; Email: a.khaledi@modares.ac.ir