نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۹۲۹-۹۲۰

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 920-929

مقایسه تولید رواناب سطحی، هدررفت خاک و عناصر غذایی در آبخیزهای نمونه و شاهد کاخک، استان خراسان رضوی

داود داودی مقدم[۱] – سیدحمیدرضا صادقی[۲*] – محمود اعظمی‌راد[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۵

چکیده

مهار تخریب اراضی به‌منظور حفظ ثروت‌های ارزشمند طبیعی، امری حیاتی به‌شمار می‌رود. در همین راستا، یکی از موارد مدیریت‌های علمی و بهینه کشاورزی و منابع طبیعی به عنوان اصولی‌ترین مؤلفه‌های مهم توسعه پایدار، کمّی‌سازی رواناب تولیدی، هدرفت خاک و عناصر غذایی از عرصه‌های منابع طبیعی و در شرایط سخت مدیریتی است. با این وجود، پژوهش‌های جامع و مقایسه‌ای ارزیابی میزان تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک و نیز عناصر غذایی در اثر الگوهای مختلف مدیریتی بسیار محدود مورد توجه قرار گرفته است. لذا پژوهش حاضر با هدف مقایسه تولید روان‌آب سطحی، هدررفت خاک و عناصر غذایی در دو آبخیز حفاظت شده (نمونه) و حفاظت نشده (شاهد) در حوزه آبخیز کاخک گناباد برنامه‌ریزی شد. بدین منظور پژوهش حاضر در کرت‌هایی با ابعاد استاندارد ۲۲/۱× ۱/۸ متر در هر یک از آبخیزهای نمونه و شاهد، در سه دامنه شرقی، غربی و شمالی و با سه تکرار و در مقیاس رگبارهای طبیعی اتفاق افتاده از سال ۱۳۹۰ تا اوایل سال ۱۳۹۳ صورت پذیرفت. نتایج پژوهش صورت گرفته نشان داد که اختلاف هدررفت خاک، غلظت نیتروژن، غلظت پتاسیم و غلظت رسوب در آبخیزهای نمونه و شاهد معنی‌دار ($p<0/05$) بوده، بدین صورت که مقادیر هدررفت خاک، غلظت نیتروژن، غلظت پتاسیم و غلظت رسوب در آبخیز شاهد به‌ترتیب ۱/۳۵، ۰/۲۳، ۲۵۷/۲۵ و ۷/۹ و در آبخیز نمونه به‌ترتیب ۰/۱۷، ۰/۱۷، ۴۰۲/۹ و ۴/۴۱ بود. علاوه بر آن، نتایج به‌دست آمده نشان داد که اختلاف حجم رواناب و غلظت فسفر در دو آبخیز نمونه و شاهد معنی‌دار ($p>0/05$) نبود، بدین صورت که مقادیر آن‌ها در آبخیز شاهد به‌ترتیب ۲۳۸/۶ و ۲۰/۲۸ و در آبخیز نمونه به‌ترتیب ۱۶۹/۶ و ۱۵/۰۴ بوده است. مطالعه صورت گرفته نشان داد که تداوم الگوی حفاظتی برای حفظ کمیت و کیفیت منابع آب و خاک ضروری است.

واژه‌های کلیدی: افت کیفیت خاک، کرت فرسایشی، عناصر غذایی خاک، رسوب، فرسایش خاک

مقدمه

خاک، از مهم‌ترین اجزای منابع طبیعی و یکی از عناصر چهارگانه حیات محسوب می‌شود. با توجه به رشد جمعیت انسانی و استفاده‌های مفرط از منابع طبیعی، سطح کره زمین دچار تحوّلات غیرمطلوبی شده؛ به‌طوری که منابع آب و خاک در جهت تأمین غذا بیش از سایر منابع، مورد تهاجم واقع شده است (۱۹). در همین راستا فرسایش خاک از مهم‌ترین معضلات محیط‌زیست، کشاورزی و تولید غذا در جهان است که تأثیرات مخربی بر تمام اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد (۲۴). فرسایش خاک پدیده‌ای طبیعی است، ولی عواملی در تسریع و تشدید فرآیند آن دخالت دارند که نتیجه فعالیت‌های غیراصولی انسان در جریان تولید و استفاده از زمین می‌باشد. فرسایش خاک یک مشکل جهانی است که به‌طور جدی منابع آب و خاک را تهدید می‌کند و میزان سالانه آن در کشور بیش از حد قابل تحمل و در کم‌ترین تخمین‌های مستند و مبتنی بر آمار رسوب سدها، بالای ۸ تن در هکتار گزارش شده است (۱). از این رو جلوگیری از فرسایش خاک به‌منظور حفظ ثروت‌های ارزشمند طبیعی، امری حیاتی به‌شمار می‌رود (۱۶). این پدیده نتیجه فرآیندهای پیچیده‌ای است که دربرگیرنده تعداد زیادی از متغیرها مانند بارش، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و اقدامات مدیریت کاربری اراضی می‌باشد (۲۰). در بین عوامل مؤثر بر فرسایش خاک، حفظ و تقویت پوشش گیاهی یکی از مؤثرترین و ارزان‌ترین راه‌کارهای کاهش فرسایش و تولید رسوب است.

هم‌چنین نوع بهره‌برداری از اراضی عامل بسیار مهمی در فرسایش و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز به‌شمار می‌رود (۸). استفاده نامناسب از اراضی باعث فرسوده و شسته شدن تدریجی افق سطحی

۱ و ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: Email: sadeghi@modares.ac.ir)
۳- کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی خراسان رضوی

خاک،افت عملکرد در واحد سطح محصولات کشاورزی و کاهش میزان سودآوری اراضی مرتعی و کشاورزی می‌شود (۲۳). امروزه افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی موجب شده تا پوشش‌های طبیعی زمین به‌ویژه جنگل‌ها و مراتع با سرعت هشدار دهنده‌ای توسط انسان تخریب و به اراضی کشاورزی تبدیل شوند (۷). از مهم‌ترین پیامدهای فرسایش خاک می‌توان به انتقال و ورود عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم و مواد آلی به آب‌های سطحی و آلایندگی منابع آبی را نام برد (۹). در ایران به‌دلیل عدم توجه به مسئله قابلیت و تناسب کاربری زمین، بیش‌تر اراضی به‌صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شوند که فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز را به‌شدت افزایش داده است. در این بین حتی اراضی مرتعی نیز با وجود داشتن خاک با مواد آلی و ساختمان مناسب از تخریب مصون نبوده و در معرض تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است (۵). بر همین اساس، یکی از موارد مهم در مدیریت علمی و اثربخش کشاورزی و منابع طبیعی، کمّی‌سازی رواناب تولیدی، هدررفت خاک و عناصر غذایی از عرصه‌های منابع طبیعی است (۵).

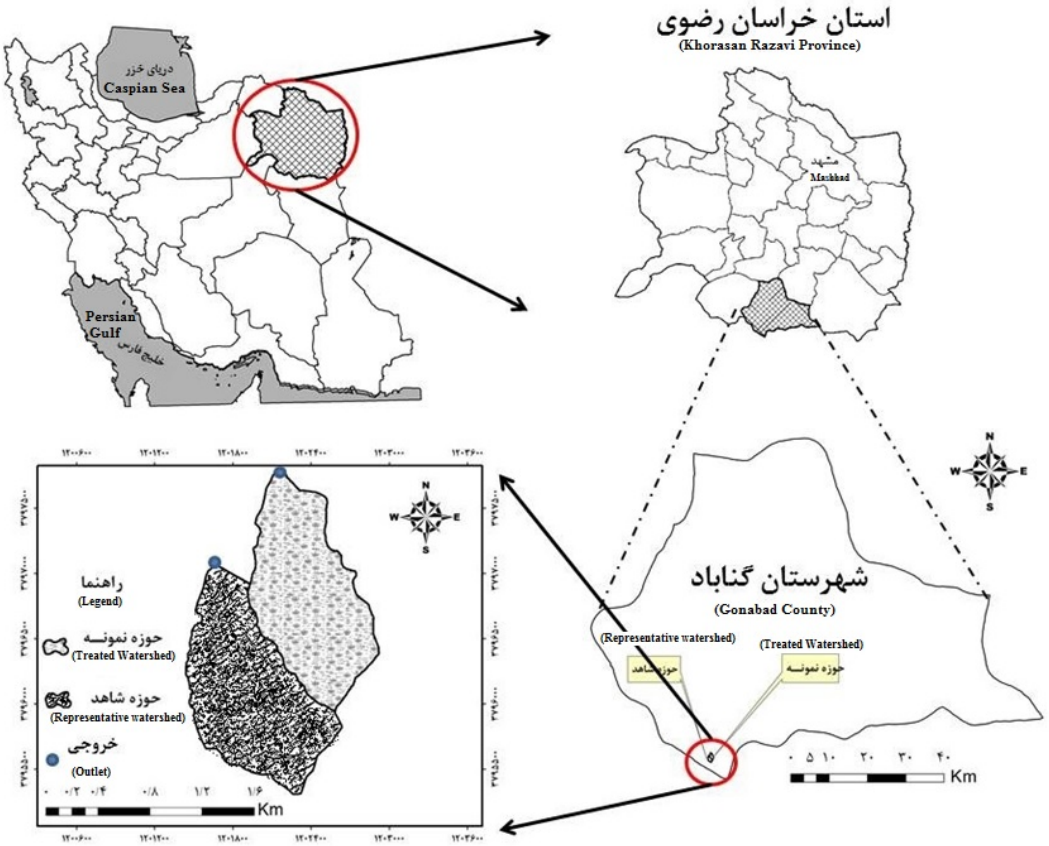
طی سالیان اخیر در سراسر دنیا پژوهش‌های زیادی به بررسی تولید رواناب و رسوب و انتقال عناصر غذایی پرداخته‌اند. مارتینز–منا و همکاران (۱۴) با بررسی هدررفت عناصر غذایی تحت تأثیر برداشت پوشش‌گیاهی در اسپانیا در کرت‌های فرسایشی به این نتیجه رسیدند که اثر برداشت پوشش، منجر به کاهش سریع مقدار عناصر غذایی و مواد آلی ذخیره شده در خاک شده است. مارکوس و همکاران (۱۳) نیز با بررسی اثر پوشش گیاهی بر رواناب و فرسایش خاک تحت رگبارهای شدید در کرت‌های استاندارد ویشمایر در اسپانیا به این نتیجه رسیدند که در کرت‌های دارای پوشش، میزان رواناب و رسوب قابل چشم‌پوشی است، در صورتی‌که در کرت‌های لخت، ضریب رواناب به ۳۵ درصد رسید. پنساک و همکاران (۱۷) نیز در شمال شرق تایلند با استقرار کرت‌های دو در ۱۸ متری در دو منطقه با اقدامات حفاظتی مختلف به بررسی رابطه بین هدررفت خاک و عناصر غذایی در مدت سه سال پرداختند. آن‌ها دریافتند که رواناب، هدررفت خاک و نیتروژن در کرت‌های تحت اقدامات حفاظتی، به‌ترتیب ۷۲، ۹۸ و ۴۰ درصد کاهش داشته است. هم‌چنین، گیرمی و همکاران (۳) میزان تولید رواناب، ضریب رواناب، رسوب و عناصر غذایی منتقل شده در کاربری‌های مختلف زراعی، مرتع و مزرعه اکالیپتوس را در اتیوپی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که میزان تولید رواناب، ضریب رواناب، رسوب و انتقال عناصر غذایی در کاربری زراعی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر کاربری‌ها بوده است. ژانگ و همکاران (۳۰) نیز به مطالعه میزان فرسایش خاک و هدررفت نیتروژن در دامنه‌هایی با شیب ۱۵ درجه و درصد پوشش‌های متفاوت کم (۳۰ درصد)، زیاد (۸۰ درصد) و خاک لخت در چین پرداختند. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی به‌طور معنی‌داری میزان رواناب و فرسایش خاک را کاهش داده است. چارتی‌یر و همکاران (۲) نیز میزان تولید رسوب و نسبت غنی‌شدگی رس، کربن آلی و نیتروژن کل را با استفاده از شبیه‌سازی باران در کرت‌های رواناب در سه جامعه گیاهی متفاوت در کشور آرژانتین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییرات ترکیب گیاهی و خصوصیات سطح خاک موجب تغییرپذیری مکانی میزان تولید رسوب و نسبت‌های غنی‌شدگی شد. در ایران نیز یوسفی‌فرد و همکاران (۲۷) با بررسی هدررفت عناصر غذایی در کاربری‌های مختلف در استان چهارمحال بختیاری با استفاده از باران‌ساز به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری از عرصه‌های منابع طبیعی به کاربری‌های دیگر باعث افزایش فرسایش، هدررفت تشدیدی خاک و انتقال عناصر غذایی همراه با آن می‌شود. خزایی و همکاران (۱۰) نیز به بررسی اثر تخریب جنگل بر هدررفت عناصر غذایی خاک و رسوب در حوزه آبخیز جنگلی کجور پرداختند. نتایج نشان داد که میزان هدررفت کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در جنگل تخریب شده نسبت به جنگل دست نخورده به‌ترتیب ۵، ۱۰، ۱۶ و ۸ برابر بیش‌تر شده است. هم‌چنین غلظت عناصر غذایی مذکور در منطقه دست نخورده نسبت به تخریب شده به‌ترتیب ۳، ۲، ۱/۱ و ۱/۴ برابر بیش‌تر بوده است. با این وجود پژوهش‌های جامع و مقایسه‌ای کم‌تری، میزان تولید رواناب سطحی، هدررفت خاک و نیز عناصر غذایی را در اثر فرسایش در دو منطقه حفاظت نشده (شاهد) و قرق (نمونه) مورد توجه قرار داده‌اند. در همین راستا، پژوهش حاضر در حوزه آبخیز شهید نوری کاخک گناباد به‌دلیل وجود یک آبخیز زوجی شامل یک حوزه آبخیز نمونه با برخی اقدامات حفاظت خاک از جمله روش‌های مهندسی، زیست مهندسی، زیستی و هم‌چنین قرق و آبخیز شاهد بدون هیچ نوع عملیات حفاظتی و قرق و نیز وجود اطلاعات پایه برنامه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

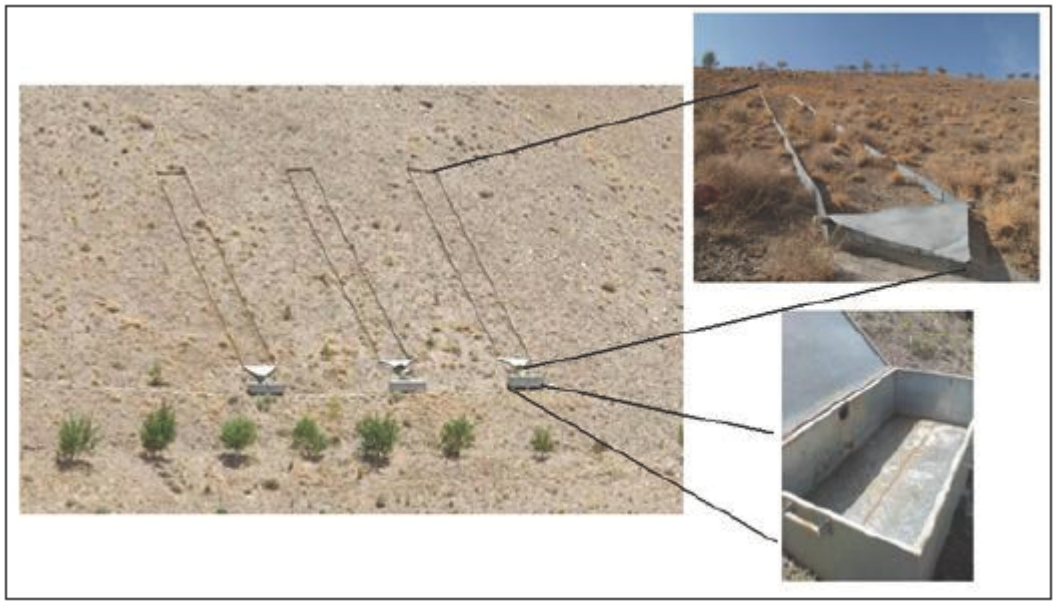
پژوهش حاضر در حوزه آبخیز شهید نوری کاخک واقع در جنوب غربی شهرستان گناباد واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. این حوزه با مساحت ۲۲۲ هکتار بین طول‌های "۳۷ '۳۵ °۵۸ الی "۴۱ '۳۶ °۵۸ شرقی و عرض‌های "۰۱ '۰۴ °۳۴ الی "۰۷ '۰۵ °۳۴ شمالی قرار دارد. در سرشاخه‌های بخش شرقی آبخیز مذکور یک حوزه آبخیز زوجی با مشخصات فیزیوگرافی، زمین‌شناسی (شیلی) و خاکی همگن برای امور تحقیقاتی تجهیز شده است. از ابتدای تاسیس زیر حوزه‌های آبخیز مذکور در یکی از آن‌ها برخی اقدامات آبخیزداری و حفاظت خاک شامل احداث سازه‌های گابیونی (۱۹ عدد) و خشکه‌چین (هفت عدد) و اجرای عملیات بانکت‌بندی همراه با نهال‌کاری (۴/۲ هکتار)،

کپه‌کاری و بذرپاشی (۱۰۶/۵ هکتار) و قـرق (۱۰۶/۵ هکتـار) صـورت نگرفته است.
گرفته و در آبخیز شاهد هـیچ نـوع عملیـات حفـاظتی و قـرق انجـام



شکل ۱- نمای کلی منطقه مورد مطالعه به همراه آبخیزهای نمونه و شاهد شهید نوری کاخک در خراسان رضوی

Figure 1- General view of study area and Kakhk treated and representative watersheds in Khorasan Razavi



شکل ۲- نمونه‌ای از کرت‌های فرسایشی

Figure 2- An example of erosion plots

متوسط بارش سالانه منطقه ۲۴۳ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۱۴/۲۴ درجه سانتی‌گراد، متوسط تاج پوشش گیاهی حوزه نمونه ۴۱/۳ درصد و حوزه شاهد ۱۶/۸ درصد می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع خشک و نیمه خشک تعیین شده است (۱۱). شکل‌های ۱و ۲ به‌ترتیب نمای کلی منطقه مورد مطالعه به همراه آبخیزهای نمونه و شاهد شهید نوری کاخک واقع در استان خراسان رضوی و نمونه‌ای از کرت‌های فرسایشی را نشان می‌دهد.

روش انجام تحقیق

پژوهش حاضر در مجموع شامل جمع‌آوری آمار مربوط به کلیه رگبارهای اتفاق افتاده و ثبت شده در منطقه، نمونه‌برداری رواناب و رسوب و اندازه‌گیری آزمایشگاهی حجم رواناب، غلظت رسوب و غلظت عناصر غذایی متصّل بر رسوبات از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود. در راستای انجام پژوهش فعلی، آمار مربوط به کلیه رگبارهای اتفاق افتاده در حوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد کاخک از اسفند ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ۱۳۹۲ و واجد اطلاعات مورد نیاز پژوهش و منجر به رواناب از اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان گناباد تهیه شد. سپس جمع‌آوری رواناب مربوط به کلیه رگبارهای اتفاق افتاده طی دوره پژوهش فعلی و از تاریخ اردیبهشت ۱۳۹۲ تا فروردین ۱۳۹۳ ادامه یافت. به‌منظور بررسی میزان تولید رواناب، هدررفت خاک و عناصر غذایی، از کرت‌های احداث‌شده با ابعاد استاندارد ۲۲/۱×۱/۸ متر (۲۱) در هر یک از حوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد، در سه دامنه شرقی، غربی و شمالی به‌ترتیب با شیب‌های ۵۵، ۴۰ و۴۰ درصد و با سه تکرار استفاده شد. در انتهای هر کرت لوله خروجی تعبیه و رواناب و رسوب تولید شده در هر رگبار به مخازن جمع‌آوری کننده به ابعاد ۱×۱×۰/۵ متر هدایت شد (۴). برای تعیین حجم رواناب، پس از هر نوبت بارندگی ارتفاع رواناب جمع‌آوری‌شده در مخزن هرکرت درپنج نقطه (چهارگوشه و مرکز) به وسیله خط‌کش استاندارد اندازه‌گیری و درفرم‌های ازپیش تهیه شده یادداشت و سپس حجم رواناب بر حسب لیتر برای هر کرت تعیین شد (۱۸). جهت تعیین غلظت رسوب نیز پس از هر نوبت بارندگی، از هر مخزن نصب‌شده در انتهای کرت‌ها پس از هم‌زدن کامل رواناب و رسوب، با یک ظرف به حجم دو لیتر نمونه گرفته و برای تعیین غلظت رسوب، از روش تخلیه آب استفاده شد (۲۵). سپس مقدار کل رسوب، از طریق ضرب حجم رواناب در غلظت رسوب برآورد شد. سپس مقدار هدررفت خاک، از طریق ضرب حجم رواناب در غلظت رسوب برآورد شد. برای اندازه‌گیری عناصر غذایی ذره‌ای یا متصل به رسوب، در هر بار نمونه‌برداری پس از مخلوط کردن آب و رسوب در مخازن، هم‌زمان با برداشت نمونه برای اندازه‌گیری غلظت رسوبات، یک نمونه دو لیتری و در صورت ناچیز بودن میزان رسوب برای آنالیز آزمایشگاهی عناصر غذایی، کل حجم رواناب جمع شده در ظرف‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. سپس رسوبات را در هوای آزاد خشک نموده و پس از آن عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن طبق دستورالعمل‌های آزمایشگاهی (۳) برای قرائت آماده شدند. در نهایت نمونه‌های آماده شده به‌ترتیب توسط دستگاه جذب اتمی، روش اولسن و روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۲۹).

پس از جمع‌آوری داده‌ها از حوزه آبخیز مورد مطالعه، نتایج به دست‌آمده به‌صورت بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار Excel2010 ذخیره و برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی به نرم‌افزار SPSS19.0 منتقل شد. قبل از انجام هر گونه آنالیز آماری، نرمال بودن داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov (۲۲) آزمایش شد. داده‌های غیرنرمال، از طریق یکی از روش‌های متداول تبدیل داده (لگاریتم‌گیری، جذر و لگاریتم طبیعی) تبدیل و مجدداً آزمون شدند. در نهایت بررسی اختلاف معنی‌دار مقادیر رواناب، هدررفت خاک، غلظت رسوب و عناصر غذایی بین دو حوزه در صورت نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و در صورت عدم تأیید نرمال بودن با استفاده از آزمون ناپارامتری Kruskal Wallis انجام شد (۲۸).

نتایج

خصوصیات و مقادیر داده‌های بارش ثبت شده در منطقه مورد مطالعه و مربوط به شش رگبار اتفاق افتاده در جدول ۱ ارائه شده است. ضمناً ویژگی‌های آماری مقادیر اندازه‌گیری‌شده متغیرهای حجم رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در آبخیزهای نمونه و شاهد در جدول ۲ نشان داده شده است. هم‌چنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه شامل حجم رواناب، هدررفت خاک، غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم ذره‌ای در آبخیزهای نمونه و شاهد با استفاده از تجزیه واریانس با توجه به نرمال بودن و یا شدن داده‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. به‌طوری که ملاحظه می‌شود تفاوت معنی‌داری بین هدررفت خاک، غلظت نیتروژن ذره‌ای و پتاسیم ذره‌ای در دو منطقه وجود دارد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات در دو منطقه به‌ترتیب مربوط به عنصر نیتروژن در آبخیز نمونه و حجم رواناب در آبخیز شاهد می‌باشد.

مقایسه میانگین متغیر غلظت رسوب به سبب نرمال نشدن داده‌های مربوطه با استفاده از آزمون ناپارامتریک Kruskal Wallis صورت گرفت که نتایج مربوطه در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می‌دهد که غلظت رسوب نیز در آبخیزهای نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده و مندرج در جدول ۳ مشاهده شد

که میزان تولید رواناب در آبخیزهـای نمونـه و شـاهد دارای اخـتلاف معنی‌دار نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

جدول ۱- خصوصیات رگبارهای مطالعاتی در بررسی تولید رواناب، هدررفت خاک و عناصر غذایی در حوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد کاخک

Table 1- Rainfall characteristics in assessment of runoff generation, and soil and nutrient loss in Kakhk treated and representative watersheds

ردیف Row	تاریخ وقوع رگبار Date	مدت رگبار (h) Duration	مقدار بارندگی (mm) Amount	حداکثرشدت بارندگی (mm/h) Maximum intensity	میانگین شدت بارندگی (mm/h) Mean intensity
1	2011/05/02	4.0	14.0	38.4	3.7
2	2012/02/26	18.0	60.1	33.3	3.3
3	2012/04/17	5.0	14.3	30.0	2.9
4	2013/02/01	10.0	40.5	15.7	13.3
5	2014/03/16	19.0	22.8	6.1	3.7
6	2014/04/03	15.0	21.7	9.2	2.9

جدول ۲-ویژگی‌های آماری مقادیر اندازه‌گیری‌شده حجم رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کرت‌های مستقر در آبخیزهای نمونه و شاهد

Table 2- Statistics characteristics of measured amount of runoff volume, sediment concentration, soil loss and nitrogen, phosphorus and potassium concentration in plots of Kakhk treated and representative watersheds

متغیر Variable	تیمار Treatment	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات Coefficient of variations (%)
حجم رواناب (lit) Runoff volume	نمونه Treated watershed	169.66	41.45	76.26
	شاهد Representative watershed	238.60	40.16	87.6
غلظت رسوب (gr/lit) Sediment concentration	نمونه Treated watershed	4.41	55.1	07.35
	شاهد Representative watershed	7.81	11.4	64.52
هدررفت خاک (kg) Soil loss	نمونه Treated watershed	0.17	12.0	68.63
	شاهد Representative watershed	1.35	61.1	119.68
غلظت نیتروژن (mg/kg) Nitrogen concentration	نمونه Treated watershed	0.17	16.1	667.33
	شاهد Representative watershed	0.23	05.0	21.65
غلظت فسفر (mg/kg) Phosphorus concentration	نمونه Treated watershed	15.04	72.2	18.07
	شاهد Representative watershed	20.28	50.25	125.75
غلظت پتاسیم (mg/kg) Potassium concentration	نمونه Treated watershed	402.91	96.49	12.40
	شاهد Representative watershed	25.257	74.85	33.33

دلیل این امر را می‌توان به حساسیت‌پذیری کم حجم رواناب از تغییرات حاصل از اجرای اقدامات حفاظت خاک موثر بر سطح ارزیابی علی‌رغم تغییر نسبی پوشش گیاهی در آبخیزهای نمونه و شاهد نسبت داد. هم‌چنین، تحلیل و بررسی نتایج حاصل از آزمون آماری Kruskal Wallis و نتایج مندرج در جدول ۴ نشان داد که مقادیر غلظت رسوب در آبخیزهای نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) و میزان آن در آبخیز شاهد ۱/۸ برابر بیش‌تر از آبخیز نمونه بود. درصد پوشش گیاهی بالاتر و اقدامات آبخیزداری در آبخیز نمونه و احتمالاً اثر نسبی بیش‌تر آن در مهار مولفه‌های تعیین کننده غلظت رسوب را می‌توان به عنوان یکی از دلایل نتیجه حاصل محسوب نمود. حیدریان آقاخانی و همکاران (۶) نیز بر افزایش معنی‌دار پوشش گیاهی بر اثر قرق تاکید نمودند. در رابطه با متغیر هدررفت خاک نتایج ارائه شده در جدول ۳ نشان داد که میزان هدررفت خاک در آبخیزهای نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری که میزان آن در آبخیز شاهد حدوداً ۷/۹ برابر بیش‌تر از آبخیز نمونه بوده است. این نتیجه با نتایج خزایی و همکاران (۱۰) مبنی بر افزایش میزان هدررفت خاک در اراضی حفاظت نشده نسبت به حفاظت شده هم‌سو بوده است. تحلیل نتایج مربوط به متغیر غلظت نیتروژن و نتایج به‌دست آمده و مندرج در جدول ۳ نشان داد که غلظت نیتروژن نیز در آبخیزهای نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری که میزان آن در آبخیز شاهد ۱/۳ برابر بیش از آبخیز نمونه می‌باشد. وجود دام در آبخیز شاهد علاوه بر خرد و مدفون شدن بقایای گیاهی و افزودن فضولات دامی به خاک سطحی موجب افزایش نیتروژن خاک می‌شود (۱۲). منزس و همکاران (۱۵) در تحقیقات خود بر افزایش نیتروژن خاک بر اثر چرای دام تاکید نمودند. این نتیجه بر خلاف نتیجه حیدریان آقاخانی و همکاران (۶) مبنی بر افزایش نیتروژن خاک در اثر قرق می‌باشد. از سوی دیگر نتایج ارائه شده در جدول ۳ و بررسی نتایج مربوط به متغیر غلظت فسفر نشان داد که غلظت فسفر در آبخیزهای نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد ($p>۰/۰۵$). علت عدم اختلاف معنی‌دار مقادیر فسفردر آبخیزهای نمونه و شاهد را می‌توان به‌دلیل توزیع یکنواخت آن در نیمرخ خاک و طبعاً عدم تاثیرپذیری سیستم از دخالت‌های انسان و یا شیوه‌های مدیریت حاکم بر سطح حوزه‌های آبخیز نسبت داد (۲۶). بررسی نتایج مربوط به متغیر غلظت پتاسیم و نتایج ارائه شده در جدول ۳ نیز نشان داد که غلظت پتاسیم در حوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری که غلظت آن در آبخیز نمونه ۱/۵ برابر بیش‌تر از آبخیز شاهد می‌باشد. با توجه به این‌که چرای دام در آبخیز شاهد موجب تخریب پوشش گیاهی می‌شود، بنابراین بازگشت پتاسیم از طریق تجزیه بقایای گیاهی به خاک در آبخیز شاهد کاهش می‌یابد (۱۰).

جدول ۳- ویژگی‌های آماری مربوط به تجزیه واریانس حجم رواناب، هدررفت خاک، غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کرت‌های مستقر در آبخیزهای نمونه و شاهد

Table 3- Statistics characteristics of ANOVA for runoff volume, soil loss and nitrogen, phosphorus and potassium concentration in plots of Kakhk treated and representative watersheds

متغیر Variable	منبع اختلاف Difference source	مجموع مربعات Sum of squares	درجه‌آزادی Df	میانگین مربعات Mean squares	آماره F	سطح معنی‌داری Sig.
لگاریتم حجم رواناب (lit) Log Runoff volume	بین گروه‌ها	0.37	1.00	0.37	1.37	0.24
	داخل گروه‌ها	28.41	106.00	0.27		
	کل	28.78	107.00			
لگاریتم هدررفت خاک (kg) Log Soil loss	بین گروه‌ها	4.54	1.00	4.54	9.03	0.00
	داخل گروه‌ها	53.32	106.00	0.50		
	کل	57.86	107.00			
غلظت نیتروژن (mg/kg) Nitrogen concentration	بین گروه‌ها	0.03	1.00	0.03	4.45	0.04
	داخل گروه‌ها	0.23	34.00	0.01		
	کل	0.26	35.00			
غلظت فسفر (mg/kg) Phosphorus concentration	بین گروه‌ها	247.17	1.00	247.17	3.00	0.09
	داخل گروه‌ها	2804.77	34.00	82.49		
	کل	3051.94	35.00			
لگاریتم غلظت پتاسیم (mg/kg) Log Potassium concentration	بین گروه‌ها	0.28	1.00	0.28	8.62	0.01
	داخل گروه‌ها	1.12	34.00	0.03		
	کل	1.40	35.00			

جدول ٤- نتایج آزمونKruskal Wallis برای شناسایی اثر تیمار آبخیزهای نمونه و شاهد بر غلظت رسوب

Table 4- Results of Kruskal Wallis test to identify the effect of treated and representative watersheds on sediment concentration

تیمار Treatment	آماره Statistic / متغیر Variable	مربع کای Chi-square	درجه آزادی df	سطح معنی‌داری Sig.
آبخیز Watershed	غلظت رسوب (gr/lit) Sediment concentration	7.24	1.00	0.01

نتیجه مذکور با نتایج خزایی و همکاران (۱۰) مبنی بر افزایش ۱/۴ برابری میزان پتاسیم در مناطق تخریب نشده نسبت به مناطق تخریب شده هم‌سو می‌باشد. نهایتاً نتایج پژوهش صورت گرفته نشان داد که اختلاف هدررفت خاک، غلظت نیتروژن، غلظت پتاسیم و غلظت رسوب در آبخیزهای نمونه و شاهد معنی‌دار بوده است ($p<0/05$). بدین صورت که مقادیر هدررفت خاک، غلظت نیتروژن و غلظت رسوب در آبخیز شاهد نسبت به آبخیز نمونه به‌ترتیب ۷/۹، ۱/۳و ۱/۸ برابر بیش‌تر بوده و مقادیر غلظت پتاسیم در آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد ۱/۵ برابر بیش‌تر بوده است. علاوه بر آن، نتایج به‌دست آمده نشان داد که بین دو آبخیز نمونه و شاهد، حجم رواناب و غلظت فسفر اختلاف معنی‌دار ($p>0/05$) نداشته است.

از نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان جمع‌بندی نمود که علی‌رغم تاثیرپذیری متفاوت مؤلفه‌های مختلف هیدرولوژی و هدررفت خاک از نوع مدیریت کاربری اراضی در حوزه‌های آبخیز نمونه و شاهد کاخک در استان خراسان رضوی، اغلب متغیرهای مطالعاتی از الگوی مدیریتی حفاظت و فرق تاثیر معنی‌دار پذیرفته و لذا تداوم الگوی حفاظتی برای حفظ کمیت و کیفیت منابع آب و خاک ضروری است. اگرچه تدوین و جمع‌بندی‌های نهایی و توسعه آن در سایر مناطق کشور نیازمند انجام مطالعات جامع و لحاظ سایر متغیرهای موثر در فرآیند هیدرولوژیک در مقیاس حوزه‌های آبخیز است.

منابع

1- Arabkhedri M. 2005. Assessment of suspended sedimentation in watersheds of Iran. Journal of Iran water resources research, 1(2): 51-60. (in Persian)

2- Chartier M.P., Rostagno C.M. and Videla L.S. 2013. Selective erosion of clay, organic carbon and total nitrogen in grazed semiarid rangelands of northeastern Patagonia, Argentina. Journal of Arid Environments, 88: 43-49.

3- Girmay G., Singh B.R., Nyssen J. and Borrosen T. 2009. Runoff and sediment associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Norther Ethiopia. Journal of Hydrology, 376 (2): 70-80.

4- Golkarian A., Davoudi Moghaddam D., Naghibi S.A. and Eshghi Zadeh M. 2013. Assessment of rangeland hydrology and erosion model for estimating sediment yield on rangeland's slopes in dry regions (A Case study: Shahid Noori watershed- khorasan Razavi). Journal of Rangeland and Watershed, 66(3): 457-467. (in Persian with English abstract)

5- Hajabbasi M., Jalalian A., Khajedin J. and Karimzadeh H. 2002. Depasturation effects on physical characteristics, fertility, and tilth Index of soil: A Case Study of Boroojen. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Journal of Water and Soil Science, 6 (1):149-161. (in Persian with English abstract)

6- Heydarian Aghakhani M., Naghipour Borj A.A. and Nasri M. 2011. The effects of exclosure on vegetation and soil chemical properties in Sisab rangelands, Bojnord, Iran. Journal of Renewable Natural Resources Research, 1 (2):14-27. (in Persian with English abstract)

7- Izquierdo A.E., and Grau H.R. 2009. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in northwestern Argentina. Journal of Environmental Management, 90(2): 858-865.

8- Kassas M. 1983. The global biosphere: Conservation for survival. Journal of Mazingira, 7(2): 2-13.

9- Kauffman J.B., Sanford R.L., Cummings D.L., Salcedo I.H., and Sampaio E.V., 1993. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. Journal of Ecology, 74 (1): 140-151.

10- Khazaee M., Sadghi S.H.R., Mirnia S.Kh. and Yazdanimoghaddam Y. 2012. The effect of deforestation on soil nutrient loss and sedimentation in the Kojour forest watershed (Case study: Educational and Research Forest Watershed of Tarbiat Modares University). Iranian Journal of Natural Ecosystems, 3 (2): 1-12. (in Persian)

11- Khorasan Razavi Administration for Natural Resources and Watershed Management., 2007. Evaluation studies of Kakhk watershed in Gonabad. (in Persian)

12- Kohandel A., Arzani H. and Hosseini T. 2009. Grazing intensity effects on organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium soil. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 3(6): 59-65. (in Persian with English abstract)

13- Marques M.J., Jiménez L., Pérez-Rodriguez R., Garcia-Ormaechea S., and Bienes R.. 2005. Reducing water erosion

in a gypsic Soil by combined use of organic amendment and shrub revegetation. Journal of Land Degradation and Development, 16 (4): 339-350.
14- Martinez-Mena M., Castillo V and Albadalejo J. 2001. Hydrological and erosional response to natural rainfall in semi-arid area of south-east Spain. Hydrological Processes, 15 (4): 557-571.
15- Menezes R.S.C., Elliott E.T., Valentine D.W., Williams S.A. 2001. Carbon and nitrogen dynamics in elk winter ranges. Journal of Range Management, 54(1):400-408.
16- Morgan R.P.C., 2005. Soil Erosion and Conservation. 3rd edition, Oxford.
17- Pansak W., Hilger T.H., Dercon G., Kongkaew T. and Cadisch G. 2008. Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of northeast Thailand. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment, 128 (3): 167–176.
18- Sadeghi S.H.R., Bashari Seghale M. and Rangavar A. 2008. Comparison of changes in sediment with slope aspect and plot length in estimation of soil erosion caused by storms. Journal of Water and Soil, 22(2): 230-239. (in Persian with English abstract)
19- Sadeghi S.H.R., Safaeiyan N.A. and Ghanbari S.A. 2005. Assessment the role of land use on the type and severity of soil erosion (Case Study: Kasilian watershed). Journal of Agricultural Engineering Research, 26(1): 85-98. (in Persian with English abstract)
20- Sadeghi S.H.R. and Singh J.K. 2005. Development of a synthetic sediment graph using hydrological data. Journal of Agricultural Science and Technology, 7 (1-2): 69-77.
21- Sadeghi S.H.R., BashariSeghaleh M. and Rangavar A.S. 2013. Plot sizes dependency of runoff and sediment yield estimates from a small watershed. Catena, 102:55-61.
22- Sarkar D., Datta R. and Hannigan R. 2007. Concepts and applications in environmental geochemistry, developments in environmental Science. Elsevier Ltd, Amsterdam.
23- Shabani M. 2010. Effects of land use optimization on the rate of soil erosion and watershed profitability (Case Study: Zakherd Fars watershed). Journal of Natural Geography, 3(8): 83-98. (in Persian with English abstract)
24- Sheklabadi M., Khademi H. and Charkhabi A. 2003. Runoff generation in soils with different parent materials in Golabad watershed, Ardestan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 7(2): 85-101. (in Persian with English abstract)
25- Walling D.E., Collins A.L., Sichingabula H.A. and Leek G.J.L. 2001. Integrated assessment of catchment suspended sediment budgets: A Zambian example. Journal of Land Degradation and Development, 12 (5): 387–415.
26- Yaghmaee H., Sadeghi S.H.R. and Ghasempouri S.M. 2012. Controlling effects of discharge on water quality variables. Iranian Journal of Water Resources Research, 8(2): 87-92. (in Persian with English abstract)
27- Yousefi Fard M., Jalaliyan A. and Khademi H. 2007. Estimates of soil and nutrient loss due to range land use changes using rainfall simulator. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(40): 93-106. (in Persian with English abstract)
28- Zar J.H. 1996. Bio statistical Analysis. 3rd Ed, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
29- Zarinkafsh M. 1993. Applied Soil, evaluation, morphology and quantitative analysis of soil, water and plant. Tehran University Press.
30- Zhang G.H., Liu G.B., and Wang G.L. 2010. Effects of Caragana Korshinskiikom, cover on runoff, sediment yield and nitrogen loss. International Journal of Sediment Research, 25: 245-257.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 920-929

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۹۲۹-۹۲۰

Comparison of Surface Runoff Generation, and Soil and Nutrient Loss in Kakhk Treated and Representative Watersheds, Khorasan Razavi Province

D. Davoudi Moghaddam[1] – S. H.R. Sadeghi[2]* – M. Azamy Rad[3]

Received: 24-11-2014
Accepted: 26-05-2015

Introduction: It is vital to control land degradation, for conserving precious natural treasures. Quantification of runoff production and soil and nutrient loss from wild lands under different managerial systems is one of the scientific and optimal management in agriculture and natural resources, as a major component of sustainable development. Many researches have been conducted to assess the effects of different land uses on soil erosion and runoff generation throughout the globe. Most of which, mainly verified the detrimental effects of human intervention on land degradation. However, limited comprehensive and comparative studies have been conducted to consider the amount of surface runoff generation, and soil and nutrient loss from watersheds with different management patterns viz. untreated and treated small watersheds.

Materials and Methods: The present study aimed to compare surface runoff generation,soil and nutrient loss in Kakhk treated and untreated watersheds with an area ca. 222 ha and precipitation of some 243 mm per annum. Other physical and geological characteristics of the paired watersheds were also similar to allow assessing the effects of study measures on soil, water and nutrient losses. The area under consideration has been located in Khorasan Razavi Province in northeastern Iran. The present study was performed in plots with standard size of 22.1 × 1.8 m in treating and representative areas, with three replicates and on the storm basis occurred during early 2011 and mid-2014. The treated plots were covered by biological measures viz. seeding, bunching and exclusre. The study plots have been situated on eastern,western and northern aspects with respective slope of 55, 40 and 40 %. The entire runoff from study plots were collected in a container in 0.5×1×1 m. The sediment concentration was also measured in 2-liter samples taken from the container after a complete mixing of the entire collected runoff. The sample was treated by decantation technique, oven dried and weighted by high precision scale. The transported elements, i.e. potassium, phosphorous and nitrogen were also measured in solute and particulate forms. Ultimately, the data bank was developed in Excel 2010 and got ready to be processed in SPSS 19.0 software package and statistically compared with the help of analysis of variance (ANOVA) test.

Results and Discussion: The results showed that the soil loss, nitrogen concentration, potassium concentration and sediment concentration had significant difference ($p<0.05$) in treating and representative watersheds. So that, the amount of soil loss, nitrogen concentration and sediment concentration in representative sub-watershed were 7.9, 1.3 and 1.8 times more than those measured in treating sub-watershed, respectively. The amount of potassium concentration in treated sub-watershed was 1.5 times more than that measured in a representative sub-watershed. In addition, the results showed that runoff volume and phosphorus concentration of 95% of confidence level were not significant in treating and representative sub-watershed. It therefore showed that there was no significant effect of watershed management measures on runoff in treating plots compared to that recorded for untreated plots. However, the difference between sediment concentrations was statistically significant which clearly verified more effectiveness of the controlling measures on the study variable. So that, the sediment concentration was almost 1.8 times more in plots located in representative sub-watershed in comparison with that measured in a treated sub-watershed. It ultimately led to differences in the study chemical elements, mainly transported in particulate. Whilst, the nitrogen concentration in un-treated plots were almost 1.3 times more than that obtained for treated plots. It was incorporated to more breakage and crashing of plants residues by cattle and also more animal disposals containing high level of nitrogen into top soil. Likewise, significant positive effect of soil erosion treatments on potassium content was proved in treating plots led to an incremental rate of 1.5. No difference could be distinguished between phosphorous contents in treated and un-treated plots, since the phosphorous is almost evenly distributed in the soil profile and therefore was not controlled by anthropogenic activities.

1, 2-Former MSc Student and Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University
(*- Corresponding Author Email: sadeghi@modares.ac.ir)
3- Master Expert, Natural Resources General Office of Razavi Khorasan Province

Conclusion: The results of the study verified that, despite of different effects of soil and water conservation measures on the study variables, they were often got influenced from the measures. It therefore proved that the governing conservation approach should be continued in the study area in order to preserve the quality and quantity of soil and water resources in the study area. Though further insight studies with longer periods of data collection, more hydrological variables, other temporal and spatial scales and even broad extension in different parts of the country are recommended to allow drawing final conclusion.

Keywords: Erosion Plot, Sediment, Soil Depletion, Soil Erosion, Soil Nutrient