



ارزیابی عملکرد طرح‌های آبخیزداری بر وضعیت سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز

سد سیوند، استان فارس

مراد دارابی^۱، حسین ملکی‌نژاد^۲، علی طالبی^{۳*}، معصومه حیدری^۴

۱- دانشجوی دکتری منابع طبیعی/ حفاظت آب و خاک، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۴- دانشجوی دکتری منابع طبیعی/ حفاظت آب و خاک، دانشگاه یزد، ایران

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۱۰

وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۱۰

چکیده

در ایران با وجود پنج دهه از اجرای طرح‌های آبخیزداری و حفاظت خاک، همچنان روش ارزیابی کمی و کیفی مناسبی جهت بررسی این اقدامات ارائه نشده است. تغییر کاربری، چرای مفرط دام، فرسایش خاک، تغییر هندسه‌ی آبراهه‌ها از جمله عوامل هستند که در اکوسیستم موجب به هم خوردن تعادل هیدرولوژیک آبخیز می‌شوند. عدم تعادل سیستمی در حوضه‌ی آبریز شهری خرمبید سبب تشدید سیلاب‌های شهری، افزایش فرسایش و رسوب‌گذاری خاک در پشت سدهای مخزنی و تخریب اراضی کشاورزی و جاده‌ها و روستاها و در ادامه کاهش توان تولید، منابع تولیدی شده است. این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد پروژه‌های (مدیریتی، بیولوژیک و سازه‌ای) بر رواناب خروجی و سیل‌خیزی در آبخیز خرمبید در استان فارس انجام شده است. در این تحقیق ابتدا به منظور تعیین طول مسیر حرکت جدید آب ارتفاع چکدم‌ها، طول مخزن و شیب آبراهه‌ها در زیر حوضه‌هایی که پروژه‌های سازه‌ای انجام شده است اندازه‌گیری شد. سپس زمان تمرکز جدید با استفاده از روش برانسی-ویلیامز محاسبه شد. در گام بعدی اطلاعات لایه‌ی پوششی خاک از قبیل درصد تاج پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک و وضعیت پوشش گیاهی برای تعیین شماره منحنی و حداکثر توان نگهداری و نفوذ در خاک بدست آمد. با استفاده از روش SCS و تحلیل منطقه‌ای حجم رواناب برای زیرحوضه‌های مختلف بعد از اجرای عملیات آبخیزداری استخراج گردید. نتایج نشان داد که پروژه‌های آبخیزداری منجر به افزایش متغیرهایی از جمله زمان تمرکز و طول آبراهه‌ی اصلی و کاهش ۴۱ و ۷۲ درصدی در حجم سیلاب سالانه به ترتیب در زیرحوضه‌های A و C شده است. همچنین در صورت وجود بارش ۲۴ ساعته، به علت افزایش در کاربری‌های اراضی مرتعی (از وضعیت ضعیف به خوب) و احداث سازه‌های آبخیزداری، سیل‌خیزی منطقه کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: پروژه‌های آبخیزداری، ارزیابی، سیلاب، زمان تمرکز، سد سیوند، فارس

۱- مقدمه

سیلاب‌ها در طول تاریخ رایج‌ترین، مرگبارترین و پرهزینه‌ترین خطر در میان مخاطرات طبیعی بوده‌اند. خطر وقوع سیل در طی زمان افزایش یافته است (کوسکی^۱، ۲۰۰۸: ۶۱)، به ویژه از زمانی که کشورها اجازه تغییر در کاربری‌ها و پوشش‌های زمینی را در حوضه‌ها و دشت‌های سیلابی صادر کرده‌اند. در ایران نیز مانند سایر مناطق سیل‌خیز دنیا در دهه‌های اخیر، شدت وقوع سیلاب‌ها و میزان خسارت‌های ناشی از آن در حد چشمگیری افزایش یافته است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۰: ۶-۷). ویژگی‌های اولیه حوضه‌ها با توجه به خصوصیات خاک و پوشش اراضی و توپوگرافی در شکل فرایندهای بارش - رواناب و فرسایش، باعث تغییرات هیدرولوژیکی حوضه‌ها می‌شوند. (میلر و همکاران^۲، ۲۰۰۲: ۹۱۶) و این امر ممکن است باعث تغییر در فراوانی و شدت سیلاب، جریان پایه و میانگین دبی سالانه شود (لی و همکاران^۳، ۲۰۰۹: ۳۵). تحقیقاتی که در خصوص تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی ویژگی‌های هیدرولوژیک رودخانه‌ها انجام گرفته است، تأثیر آشکار آنها را در تغییر میزان رواناب و جریان رودخانه‌ها به اثبات رسانده است. از بین تحقیقات انجام شده در این مورد می‌توان به پژوهش‌های (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۱)، (طالبی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱-۹)، بیکت و استرک (۲۰۰۵)، گیو و همکاران (۲۰۰۸)، بای و همکاران (۲۰۰۹)، نای و همکاران (۲۰۱۱)، آیسپک و همکاران (۲۰۱۳)، کیو و همکاران (۲۰۱۳)، چین و همکاران (۲۰۱۴)، کستیلو و گونرالپ (۲۰۱۴) و (راتنا ردی^۴ و همکاران، ۲۰۱۷: ۴-۱۳) به عنوان نمونه اشاره کرد که هر کدام به نوعی با استفاده از روش‌های هیدرولوژیک و آماری تأثیر تغییرات کاربری و پوشش زمین را بر رواناب، الگوی جریان رودخانه و تعادل آب حوضه اثبات کرده است. مدیریت آبخیزداری به دلیل مناسب بودن در شرایط آب و هوایی مختلف یکی از راهکارهای مناسب جهت جلوگیری و یا

1- Kusky

2- Miller et al.,

3- Li et al.,

4- Ratna Raddy et al.,

کاهش تخریب در این اراضی به شمار می‌رود از طرف دیگر یکی دیگر از مزایای فعالیت‌های آبخیزداری حفاظت و ارتقای حاصلخیزی خاک جهت جلوگیری از تخریب خاک است (کراف و استینمن^۱، ۲۰۱۸: ۱۹۷-۲۰۷). در تحقیقی با ارزیابی اقدامات بیولوژیکی و مکانیکی آبخیزداری در حوضه‌ی آبریز سد سیوند از امتیازدهی عامل‌های مدل تجربی MPSIAC اصلاح شده به کمک نرم‌افزار GIS برای شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری بر روی دامنه و برداشت مستقیم رسوب پشت سازه‌ها استفاده نمود و نتایج نشان داد امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و فرسایش سطحی به ترتیب ۳۰/۷۷ و ۳۰/۵۱ بیشترین تاثیر و عامل پوشش زمین با ۱۵/۰۵ درصد کمترین تأثیر را در کاهش ۲۱/۹۷ درصدی رسوبدهی داشته است. و با توجه به معنادار بودن تغییرات رسوبدهی زیرحوضه‌ها در سطح ۰/۰۵. نتایج حاکی از کارا بودن پروژه‌های آبخیزداری در کاهش رسوبدهی است. به منظور مدیریت منابع آب و خاک و اثرگذاری بیشتر عملیات آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب و افزایش لایه‌ی پوششی زمین در حوضه‌ی آبخیز خرمبید، از تلفیق برنامه‌های بیولوژیک و سازه‌ای و علاج بخشی عملیات سازه‌ای اجرا شده در حوضه را پیشنهاد کردند (دارابی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۹۹-۲۱۸). از آنجایی که حوضه‌های آبخیز در واقع به‌عنوان سامانه طبیعی- انسانی، واحد برنامه‌ریزی و کار محسوب می‌شوند، مدیریت جامع این آبخیزها برای نیل به اهداف توسعه پایدار ضروری است (جیون و همکاران^۲، ۲۰۱۸: ۷۳-۸۳). در تحقیقی با ارزیابی اقدامات بیولوژیکی و مکانیکی آبخیزداری اطلاعات مورد نیاز شامل موقعیت و مشخصات سازه‌ها در آبراهه‌های اصلی و مقاطع روندیابی و اطلاعات پایه، با انجام بازدیدهای میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای جمع‌آوری گردیده سپس برای کمی کردن تأثیر این اقدامات از شبیه‌سازی جریان با مدل HEC-HMS استفاده شد. نتایج نشان داد که انجام عملیات بیولوژیکی و مکانیکی باعث کاهش مقدار دبی اوج سیلاب تا ۳۶/۲۱ درصد و کاهش حجم سیلاب تا ۳۴/۷۸ درصد در دوره‌ی بازگشت‌های مختلف می‌شوند و همچنین با افزایش دوره‌ی بازگشت، تأثیر اقدامات آبخیزداری بر دبی اوج و

1- Kraff and steinman

2- jeon et al.,

حجم سیلاب کاهش می‌یابد. با انجام این تحقیق تأثیر اقدامات آبخیزداری بر دبی اوج و حجم سیلاب حوضه‌ی آبخیز گوش و بهره مثبت ارزیابی شد (نورعلی و قهرمان، ۲۰۱۶: ۶۰-۷۱). استفاده از روش‌های آماری برای تحلیل آمار رسوبدهی حوضه‌های آبخیز یکی از رهیافت‌های مهم بررسی روند رسوب‌زایی در حوضه‌های آبخیز است. در این مطالعه آمار رسوبدهی ایستگاه مندرجان در دوره‌ی زمانی ۱۳۵۸-۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفت. آمار توصیفی و روند تغییرات آن نشان داد سری مشاهداتی (با میانگین و انحراف معیار به ترتیب ۵۹,۶۶ و ۳۴۸,۴۷ میلی‌گرم بر لیتر) دارای روند کاهشی است و در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. سه آزمون مقایسه میانگین‌ها، واریانس‌ها و تابع توزیع احتمال با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری نشان داد بین سه سری مشاهداتی اختلاف معنی‌داری از لحاظ میانگین، انحراف معیار و تابع توزیع فراوانی وجود دارد. این موضوع، به ویژه تفاوت واریانس گروه دوم و سوم نشان‌دهنده‌ی تغییرات رسوبدهی و کاهش آن در دوره سوم به دلیل عملیات آبخیزداری انجام شده در سطح ۷۱۳۵ هکتار به همراه احداث ۱۷۴ مورد سازه‌های کنترل فرسایش و سیل با حجم اجرایی ۳۸۱۵ مترمکعب در حوضه‌ی آبخیز مندرجان بوده است. باتوجه به انباشت و ذخیره ۲۷۵۲۳۲,۳ مترمکعب رسوب در نتیجه وجود سازه‌ها و عملیات آبخیزداری، اهمیت اجرای این طرح‌ها در سطح حوضه‌های آبخیز در اولویت می‌باشد (نصری و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۵-۱۰۶). چمن پیرا (۲۰۱۶) در ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری در استحصال و جمع‌آوری رواناب حوضه‌ی دادآباد، نتایج حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه‌ی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده نشان داد، مدل از کارآیی لازم برای شبیه‌سازی حوضه‌ی دادآباد برخوردار بوده و به پارامترهای شماره‌ی منحنی و تلفات اولیه حساسیت زیادی دارد. با محاسبه‌ی حجم مخازن، قابلیت آن‌ها در ذخیره‌سازی رواناب مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین پاسخ حوضه در مقابل رگبارهای طرح، با اعمال تغییرات ایجاد شده در ورودی‌های مدل، اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای دوره‌ی بازگشت‌های مختلف گردید. نتایج نشان داد، حوضه‌های ذخیره‌ی آب قادرند، بیش از ۸۰ درصد از رواناب حاصل از بارندگی‌های با دوره‌ی بازگشت ۲ و ۵ سال را جمع‌آوری و ذخیره نمایند. در دوره‌ی بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب ۶۳,۴، ۵۴,۳، ۳۸,۸ و ۲۸,۶

درصد از رواناب ایجاد شده در مخزن حوضچه‌ها ذخیره شده و مابقی از خروجی حوضه خارج می‌شود. در مجموع سامانه‌های استحصال آب حوضه‌ی دادآباد قادرند ۲۳۶۶۴۵ مترمکعب رواناب را ذخیره نمایند. دهدشتی‌زاده و شجاعی (۲۰۰۶)، در تحقیقی به ارزیابی اقدامات مکانیکی و بیومکانیکی آبخیزداری در مهار سیل و فرسایش خاک در یکی از سرشاخه‌های سد زاینده‌رود پرداختند. نتایج ارزیابی‌های آن‌ها نشان داد که در طی سه سال حدود ۱۰۶ هزار مترمکعب رسوب توسط آن طرح‌ها مهار شده و از حمل آن‌ها به طرف دریاچه سد جلوگیری شده است. کمپل و همکاران^۱ (۲۰۰۱)، در تحقیقی به ارزیابی عملکرد سیستم‌های منابع طبیعی پرداختند و بیان داشتند که چنین سیستم‌های بسیار پیچیده و دارای ابعاد مختلف‌اند. (ری^۲، ۲۰۰۴: ۲۳-۳۴) برای بررسی تعیین میزان تأثیر پروژه‌های آبخیزداری در رواناب می‌توان از روش SCS^۳ استفاده کرد و همچنین برای توزیع آن از نرم‌افزار خدماتی GIS^۴ بهره برد. سازمان حفاظت خاک آمریکا (۱۹۷۳: ۱۷) روشی را برای تخمین رواناب از اطلاعات بارندگی، نوع کاربری و پوشش زمین و بافت خاک پیشنهاد کرده است. از بین روش‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی و هیدروگراف واحد، روش SCS پرکاربردترین و همچنین انعطاف‌پذیرترین روش شناخته شده است. و همبستگی خوبی بین مقادیر مشاهده شده و تخمین زده شده در این روش وجود دارد (نایاک و جیساوا^۵، ۲۰۰۳: ۴۷). این روش در حوضه‌های فاقد آمار دبی و رواناب، به کار می‌رود (ملسی و شیخ^۶، ۲۰۰۲: ۱۷۵؛ گنتت و همکاران^۷، ۲۰۱۴: ۱۰۸). در تحقیق حاضر بررسی و ارزشیابی پروژه‌های آبخیزداری (مدیریتی، بیولوژیک و سازه‌ای) بر روی وضعیت رواناب و سیلاب خروجی از شبکه‌های هیدروگرافی در حوضه‌ی آبریز سد سیوند در استان فارس انجام گرفته است.

1- cambell et al.,

2- Ray

3- Soil conservation servise

4- Geographic Information systems

5- Nayak and Jaiswal

6- Melesse and shih

7- Getnet et al.,

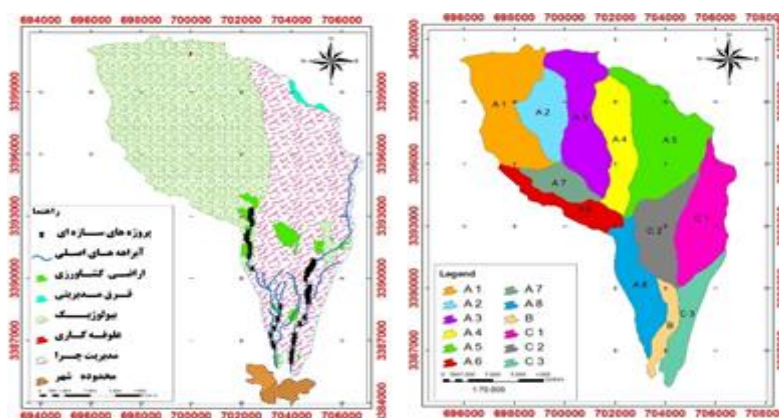
۲- مواد و روش

حوضه‌ی آبریز خرمبید به مساحت ۸۸/۷ کیلومترمربع در فاصله بین طول‌های جغرافیایی ۴۴' ۸" و ۳۰° ۳۵' ۰۰" شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۵۳° ۱۰' ۵۶" و ۵۳° ۲' ۵۸" شمالی واقع شده و بخشی از حوضه‌ی آبریز سد سیوند است. متوسط بارندگی این حوضه ۲۲۸ میلی‌متر بوده و از نظر اقلیم نمای دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک است. حوضه‌ی شهری خرمبید به ۱۲ زیرحوضه‌ی کوچک‌تر که در محدوده مورد مطالعه ۳ آبراهه اصلی بنام‌های A، B و C وجود دارد که در بالادست شهر خرمبید به یکدیگر پیوسته و از میان شهر عبور می‌نمایند. کلیه‌ی مطالعات آبخیزداری صورت گرفته برای مهار حوضه‌ی آبریز این سه آبراهه بوده است. از بین این سه آبراهه، حوضه‌ی B دارای مساحت کم بوده و عملاً تثبیت شده است. لذا عملیات اجرایی، بر روی آبراهه‌ی A و C (A₈، C₁ و C₃) صورت پذیرفته است. این اقدامات عبارت‌اند: ۴۳۶۸ هکتار قرق، ۳۰۰ هکتار بذرپاشی، ۳۶۰ هکتار کپه‌کاری، ۶ هکتار علوفه‌کاری (همگی در حوضه‌ی A). ۲۴ عدد چکدم در آبراهه‌ی محمودآباد (حوضه‌ی A₈) و ۳۴ عدد چکدم در آبراهه‌ی هرمزآباد و ظهرآباد (۲۱ عدد در حوضه‌ی C₃ و ۱۳ عدد در حوضه‌ی C₁) و دو بند خاکی بنام‌های محمودآباد علیا و سفلی (در حوضه‌ی A₈) و یک بند خاکی بنام باغ ملا (در حوضه‌ی C₃).



شکل (۱): موقعیت حوضه در استان و کشور

Fig(1): The position of the constituency in the province and the country



شکل (۲ و ۳): به ترتیب نقشه‌ی زیرحوضه‌ها و پروژه‌های اجرایی

Fig (2,3): Respectively, maps of sub- basins and executive projects

روش کار

در این مقاله به بررسی و ارزیابی و تحلیل نهایی طرح، هدف و میزان کارایی بر میزان سیلاب و رواناب خروجی از شبکه‌ی هیدروگرافی پرداخته شده است. مجموعه کارهای مدیریتی، بیولوژیک و سازه‌ای انجام شده در حوضه‌ی شهری خرمیید از سرشاخه‌های سد

سیوند عبارت‌اند از: قرق مدیریتی، کپه‌کاری، بذرپاشی، علوفه‌کاری دیم، سازه‌های خشکه‌چین، توری سنگی و ^۱PVC (سازه‌های پلاستیکی)، سنگی و ملاتی و سدهای خاکی. مطالعات تفصیلی و اجرای حوضه‌ی آبریز شهری خرمبید در سال ۱۳۷۸ تهیه شده است و عملیات اجرای پروژه‌های آبخیزداری از سال ۱۳۸۱ شروع و تا آخر سال ۱۳۸۹ حدود ۳۳ درصد از پروژه‌های پیش‌بینی شده در فاز مطالعات اجرا شده بودند. در همین زمان کار ارزیابی اثرات اجرای این پروژه‌ها بر کنترل سیلاب و رواناب خروجی صورت گرفته است. در مرحله‌ی نخست نقشه‌ی تیپ‌بندی پوشش گیاهی تهیه شد و اندازه‌گیری در تیپ‌های مختلف با پلات اندازه‌ی و ترانسکت به روش تصادفی - سیستماتیک انجام گرفت. سپس اطلاعات اولیه در فرم‌ها یادداشت و ثبت گردید و محاسبات و تهیه اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی و وضعیت درصد تاج پوشش استخراج گردید. از طرف دیگر نقشه‌ی گروه‌های هیدرولوژیک تهیه و از تلفیق نقشه‌ی تیپ‌بندی و گروه‌های هیدرولوژیک با استفاده از نرم‌افزار خدماتی ArcGis9 نقشه‌ی شماره‌ی منحنی استخراج و از روی این نقشه‌ی متوسط وزنی شماره‌ی منحنی برای کلاس II رطوبت پیشین خاک محاسبه گردیده است. در مرحله‌ی بعدی با بازدیدهای میدانی مکرر اطلاعات سازه‌ای ۶۱ مورد از پروژه‌های آبخیزداری اجرا شده در منطقه برداشت شد و با استفاده از اطلاعات میدانی به دست آمده مقدار افزایش طول مسیر پیمایش آب در آبراهه‌ی اصلی با استفاده از:

$$\text{رابطه‌ی (۱)} \quad (a+b) - \sqrt{a^2 + b^2}$$

محاسبه گردیده است. چنانچه ارتفاع چکدم را b و طول مخزن را a و شیب آبراهه را α بنامیم، در حالتی که α به درصد بیان شود، طول مخزن عبارت است از:

$$\text{رابطه‌ی (۲)} \quad a = \frac{b}{\alpha} \times 100$$

و افزایش طول مسیر در اثر اجرای چکدم عبارت است از:

رابطه‌ی (۳)

$$(a+b) - \sqrt{a^2 + b^2}$$

در گام بعدی با داشتن اطلاعات برای محاسبه زمان تمرکز حوضه‌ها از روش برانس بای - ویلیامز استفاده شده است. با توجه به اینکه اکثر چکده‌های احداث شده از رسوب پر شده‌اند لذا، در رابطه‌ی برانس بای - ویلیامز تنها فاکتوری که در اثر انجام عملیات آبخیزداری در حوضه تغییر نموده است طول مسیر حرکت آب است.

رابطه‌ی (۴)

$$T_c = \left(\frac{L_r}{D_a} \right) \left(\frac{A^2}{IB} \right)^{0.2} \times 0.827$$

T_c = زمان تمرکز - ساعت

A = مساحت حوضه - کیلومتر مربع

D_a = قطر دایره هم‌سطح - کیلومتر IB = شیب متوسط حوضه - درصد L_r = طول آبراهه اصلی - کیلومتر

در آخر با در دست داشتن اطلاعات جدید بعد از اجرای پروژه‌های آبخیزداری با استفاده از روش SCSIII (تیپ III) به کمک نرم‌افزار Hyfa سیلاب بعد از اجرای کارهای آبخیزداری محاسبه گردیده است.

۳- یافته‌ها و بحث

- تغییر در طول آبراهه‌ی اصلی یا مسیر پیمایش آب

در محدوده‌ی طرح، با داشتن ارتفاع سرریز چکده‌ها و شیب آبراهه، محاسبات فوق برای تک‌تک چکده‌ها انجام گردیده و نهایتاً افزایش طول مسیر حرکت آب برای زیرحوضه‌های C_1 ، C_3 ، A_8 به ترتیب برابر ۱۷۷۸، ۲۲۹۴ و ۹۳۸ متر به دست آمده است (جدول ۲ و ۱).

جدول (۱): افزایش طول مسیر حرکت آب بعد از احداث چکدم‌ها A8

Table(1): Increasing the length of the path of the water after the construction of A8 Check dams

زیر حوضه	شماره چکدم	ارتفاع سر	شیب آبراهه	طول مخزن	افزایش طول مسیر	جمع
		ریز (b)	درصد	(a)	حرکت آب (s)	
		متر		متر	متر	متر
A8	۱	۱/۲	۱/۳۱	۹۲	۷۹	۱۷۷۸
	۲	۱/۳	۱/۳۱	۹۹	۸۶	
	۳	۱/۸	۱/۳۱	۱۳۷	۱۲۳	
	۴	۲	۱/۳۱	۱۵۳	۱۳۷	
	۵	۵	۱/۳۱	۳۸۲	۳۵۹	
	۶	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۷	/۸	۱/۳۱	۶۱	۵۱	
	۸	/۸	۱/۳۱	۶۱	۵۱	
	۹	/۸	۱/۳۱	۶۱	۵۱	
	۱۰	۱	۱/۳۱	۷۶	۶۵	
	۱۱	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۲	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۳	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۴	/۹	۱/۳۱	۶۱	۵۱	
	۱۵	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۶	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۷	/۶	۱/۳۱	۴۶	۳۷	
	۱۸	/۹	۱/۳۱	۶۹	۵۸	
	۱۹	۱	۱/۳۱	۷۶	۶۵	
	۲۰	۱	۱/۳۱	۷۶	۶۵	
	۲۱	/۵	۱/۳۱	۳۸	۳۰	
	۲۲	/۵	۱/۳۱	۳۸	۳۰	
	۲۳	/۵	۱/۳۱	۳۸	۳۰	
	۲۴	۱	۱/۳۱	۷۶	۶۵	

جدول (۲): افزایش طول مسیر حرکت آب بعد از احداث چکدم‌ها C3 و C1
 Table (2): lengthening the path of the water after the construction of C3, C1 check dams

شماره چکدم	ارتفاع سر ریز (b) متر	شیب آبراهه درصد	طول مخزن (a) متر	افزایش طول مسیر حرکت آب (s) متر		جمع متر
				زیر حوضه	متر	
C3	۱	۳	۱/۰۵	۲۸۶	۲۶۵	۲۲۹۴
	۲	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۳	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۴	۱/۹	۱/۰۵	۸۶	۷۳	
	۵	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۶	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۷	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۸	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۹	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۱۰	۱/۷	۱/۰۵	۱۶۲	۱۴۶	
	۱۱	۱/۲	۱/۰۵	۱۱۴	۱۰۰	
	۱۲	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۱۳	۱/۲	۱/۰۵	۱۱۴	۱۰۰	
	۱۴	۱/۲	۱/۰۵	۱۱۴	۱۰۰	
	۱۵	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲	
	۱۶	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲	
	۱۷	۱/۳	۱/۰۵	۱۲۴	۱۰۹	
	۱۸	۱/۸۵	۱/۰۵	۸۱	۶۹	
	۱۹	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲	
	۲۰	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲	
	۲۱	۱/۵	۱/۰۵	۱۴۳	۱۲۷	
C1	۲۲	۱/۷	۱/۰۵	۶۷	۵۶	۹۳۸
	۲۳	۱/۷	۱/۰۵	۶۷	۵۶	
	۲۴	۱/۷	۱/۰۵	۶۷	۵۶	
	۲۵	۱/۷	۱/۰۵	۶۷	۵۶	

ادامه‌ی جدول (۲): افزایش طول مسیر حرکت آب بعد از احداث چکدم‌ها C3 و C1
Continue Table (2): lengthening the path of the water after the construction of C3, C1 check dams

شماره چکدم زیر حوضه	ارتفاع سر ریز (b) متر	شیب آبراهه درصد	طول مخزن (a)		افزایش طول مسیر حرکت آب (s) متر		جمع متر
			متر	متر	متر	متر	
۲۶	۱۷	۱/۰۵	۶۷	۵۶			
۲۷	۱۹	۱/۰۵	۸۶	۷۳			
۲۸	۱۹	۱/۰۵	۸۶	۷۳			
۲۹	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲			
۳۰	۱۹	۱/۰۵	۸۶	۷۳			
۳۱	۱۹	۱/۰۵	۸۶	۷۳			
۳۲	۱	۱/۰۵	۹۵	۸۲			
۳۳	۱/۲	۱/۰۵	۱۱۴	۱۰۰			
۳۴	۱/۲	۱/۰۵	۱۱۴	۱۰۰			

-تغییر پارامترهای پوشش گیاهی حوضه

مطالعات پوشش گیاهی مقادیر درصد خاک لخت را قبل و پس از انجام عملیات آبخیزداری به شرح زیر نشان داده است (جدول ۳).

جدول (۳): درصد خاک لخت در هر تیپ قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری
Table (3): Percentage of bare soil in each type before and after watershed management operations

تیپ	درصد خاک لخت		درصد افزایش یا کاهش	مساحت در حوضه (کیلومتر مربع)		متوسط درصد افزایش یا کاهش	
	قبل	بعد		C	A	C	A
۱	۶۵	۶۶/۵۱	+۱/۵۱	۰	۲/۹۴		
۲	۶۸	۶۲/۹۸	-۵/۰۲	۴/۶۵	۸/۱۴		
۳	۵۶	۵۱/۹	-۴/۲	۳/۱۹	۶/۴۵	-۹	-۴/۸
۴	۴۲	۳۲/۳۷	-۹/۶۳	۵۶/۲۴	۲/۹		
۵	۸۵	۷۳/۰۵	-۱۱/۹۵	۰/۸۱	۰/۹۸		

با توجه به جدول فوق مشخص می‌گردد که با انجام عملیات بیولوژیکی در حوضه‌ی A به‌طور متوسط مقدار نه درصد خاک لخت کاهش یافته است. از طرفی در حوضه C که فاقد عملیات بیولوژیکی بوده است. در تیپ ۱ که در نزدیکی خروجی حوضه واقع است درصد خاک لخت افزایش یافته است که به دلیل تعلیف دام‌های روستایی محدوده خرمبید بوده است. اما در مجموع مقدار ۴/۸ درصد خاک لخت کاهش پیدا کرده است. با توجه به این شکل مشخص می‌گردد که با افزایش و یا کاهش ۱۰ درصد در پوشش گیاهی در گروه هیدرولوژیک A، شاهد افزایش یا کاهش پنج درجه در مقدار CN خواهیم بود. همچنین با افزایش و کاهش ۱۰ درصدی در گروه‌های B، C و D به ترتیب شاهد افزایش یا کاهش دو، سه و چهار درجه در شماره‌ی منحنی (CN) هستیم. لذا با استفاده از تغییرات پوشش گیاهی مقادیر افزایش و یا کاهش مقادیر CN قابل محاسبه بود. (جدول ۴) شکل (۴) درصد خاک لخت قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۴): مقادیر افزایش و یا کاهش CN با توجه به تغییر درصد خاک لخت

Table (4): Values of increase or decrease of CN due to change in the percentage of bare soil

گروه‌های هیدرولوژیک خاک				تیپ گیاهی
A	B	C	D	
+۱	+۰/۸	+۰/۶	+۰/۴	۱
-۲/۵	-۲	-۱/۵	-۱	۲
-۲	-۱/۶	-۱/۲	-۰/۸	۳
-۵	-۴	-۳	-۲	۴
-۶	-۴/۸	-۳/۶	-۲/۴	۵

بنابراین با داشتن مساحت گروه‌های هیدرولوژیک خاک در حوضه‌ی A و C مساحت تیپ‌های پوشش گیاهی در حوضه‌های مذکور و مقادیر CN اختصاص داده شده به هر واحد همگن قبل از انجام عملیات آبخیزداری و میزان افزایش و یا کاهش CN بعد از انجام عملیات مذکور، با تشکیل یک ماتریس دو بعدی مقادیر CN متوسط حوضه‌ها به دست آمد. با توجه به جداول مذکور مشخص می‌گردد که مقدار CN در حوضه‌ی A قبل از انجام

عملیات آبخیزداری ۷۵/۱۷ و بعد از انجام عملیات مذکور ۷۱/۶۸ است. لذا مقدار ۳/۴۹ درجه کاهش نشان می‌دهد. در حوضه C که فعالیت‌های مدیریتی و بیولوژیکی کمتری صورت گرفته است مقدار CN از ۷۰/۴۷ به ۶۸/۴۹ رسیده که مقدار ۱/۹۸ درجه کاهش نشان می‌دهد. در مرحله بعد با استفاده از رابطه برانس بای-ویلیامز و اطلاعات جدول (۱) طول جدید آبراهه‌ها، زمان تمرکز برای قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری برای حوضه‌های A و C محاسبه گردیده است (جدول ۵). با توجه به جدول (۵) مشخص است که در حوضه C که تعداد چکدم‌های بیشتری اجرا گردیده ۲۹ درصد زمان تمرکز افزایش یافته است. مقادیر دبی و حجم پیک سیلاب با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف و میزان کاهش آن بعد از انجام عملیات آبخیزداری به دست آمده است. (جدول ۶) شکل شماره ۵ مقادیر زمان تمرکز را در قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها نشان می‌دهد.

جدول (۵): محاسبه‌ی زمان تمرکز به روش برانس بای - ویلیامز

Table (5): Calculate the focus time using the Brans-Williams method

نام حوضه	زمان تمرکز (ساعت)		افزایش	
	قبل	بعد	مقدار	درصد
A	۶/۵۹	۷/۱۷	۰/۵۸	۸/۸
C	۵/۰۷	۶/۵۵	۱/۴۸	۲۹

جدول (۶): دبی و حجم سیلاب با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف و میزان کاهش آن بعد از انجام پروژه‌ها

Table (6): Discharge and the volume of floods with different return periods and the rate of decrease after the completion of projects

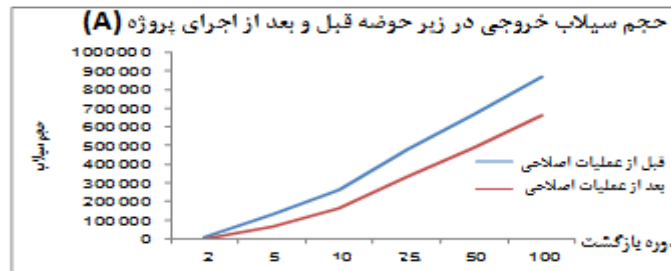
نام حوضه	دوره بازگشت	دبی (m ³ /s)		حجم (m ³)		میزان کاهش
		قبل	بعد	قبل	بعد	
A	۲	۰/۴۵	۰/۰۰۲۷۵	۹۷۱۱	۶۲	۹۶۴۹
	۵	۵/۶۱	۲/۷۸	۱۳۱۱۰۳	۶۷۴۹۱	۶۳۶۱۲
	۱۰	۱۱/۲۲	۶/۷۲	۲۶۵۸۱۳	۱۶۶۳۶۱	۹۹۴۵۲
	۲۵	۱۹/۹۷	۱۳/۳۸	۴۸۱۴۲۶	۳۳۷۵۴۶	۱۴۳۸۸۰
	۵۰	۲۷/۴	۱۹/۲۲	۶۶۸۰۲۲	۴۹۴۱۳۵	۱۷۵۸۸۷
	۱۰۰	۳۵/۴۱	۲۵/۸۷	۸۷۲۴۷۰	۶۶۵۷۱۰	۲۰۶۷۶۰

ادامه‌ی جدول (۶) دبی و حجم سیلاب با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف و میزان کاهش آن بعد از انجام پروژه‌ها

Continue Table (6) Discharge and the volume of floods with different return periods and the rate of decrease after the completion of projects

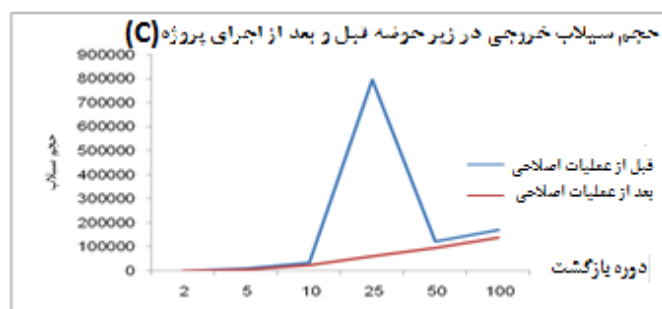
نام حوضه	دوره بازگشت	دبی (m ³ /s)		حجم (m ³)		میزان کاهش	
		قبل	بعد	قبل	بعد	دبی m ³ /s	حجم m ³
C	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۵	۰/۶۱	۰/۲۶	۱۱۳۶۵	۵۵۹۶	۰/۳۵	۵۷۶۹
	۱۰	۱/۷۹	۱/۰۵	۳۵۰۹۲	۲۳۵۱۰	۰/۷۴	۱۱۵۸۲
	۲۵	۳/۹۶	۲/۶۱	۷۹۴۹۸	۶۰۳۶۱	۱/۳۵	۱۹۱۳۷
	۵۰	۵/۹۲	۴/۱۴	۱۲۱۱۹۶	۹۶۳۸۰	۱/۷۸	۲۴۸۱۶
	۱۰۰	۸/۱۰	۵/۸۹	۱۶۸۸۷۶	۱۳۸۴۱۹	۲/۲۱	۳۰۴۵۷

از طرفی در حوضه‌ی A دو بند خاکی با حجم نرمال حدود ۳۰۰۰۰۰ مترمکعب و در حوضه‌ی C یک بند خاکی با حجم نرمال ۱۵۰۰۰۰ مترمکعب احداث گردیده است.



شکل (۶): حجم سیلاب خروجی در زیرحوضه‌ی A قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها

Fig (6): Volume of outflow floods A subbasin before and after the implementation of projects



شکل (۷): حجم سیلاب خروجی در زیر حوضه C قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها

Fig (7): Volume of outflow floods C subbasin before and after project implementation

با مقایسه‌ی مقادیر دبی پیک سیلاب با حجم نرمال بندهای مربوطه، مدت زمان پر شدن مخزن بندها به دست می‌آید (جدول ۷).

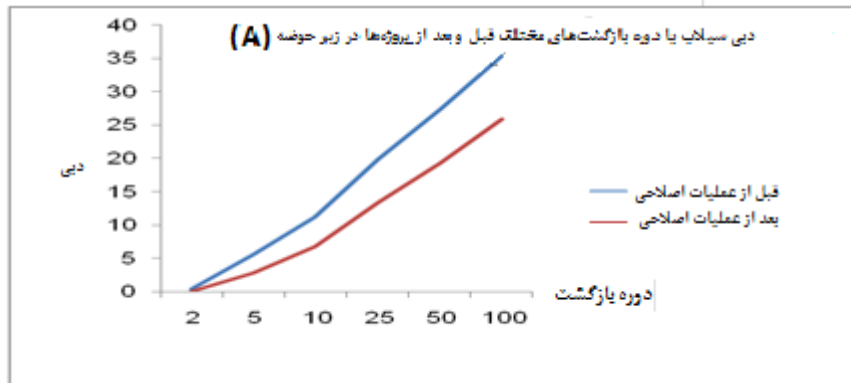
جدول (۷): مقادیر دبی پیک سیلاب و مدت زمان پر شدن سدهای مخزنی

Table (7): Discharge peak peak values and reservoir dam filling time

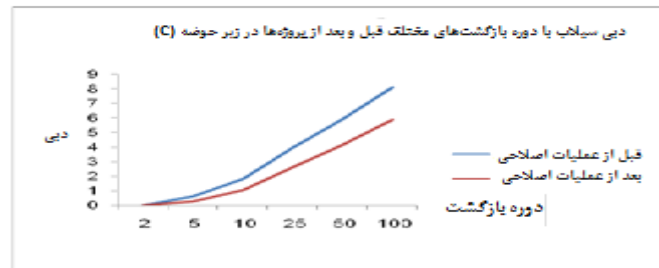
دوره بازگشت	نام حوضه					
	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲
دبی پیک (m ³ /s)	۳۵/۴۱۱	۲۷/۳۹۷	۱۹/۹۶۶	۱۱/۲۲۳	۵/۶۱۴	۰/۴۴۸
زمان (ساعت)	۲	۳	۴	۷	۱۵	۱۸۶
دبی پیک (m ³ /s)	۸/۰۹۹	۵/۹۲۳	۳/۹۶۱	۱/۷۹۲	۰/۶۱۴	۰
زمان (ساعت)	۵	۷	۱۰	۲۳	۲۵	-

چنانچه مدت زمان تداوم بارش‌ها را شش ساعت در نظر بگیریم مشاهده می‌شود که در حوضه‌ی C تنها سیلاب ۱۰۰ ساله سرریز دارد و در حوضه‌ی A سیلاب‌های ۲۵ ساله به بالا سرریز خواهند داشت. با توجه به مقدار میانگین سیلاب سالانه حوضه‌های مورد مطالعه، می‌توان گفت که چنانچه این بندهای خاکی در سال یک‌بار عمل نماید، حدود ۴۱ درصد میانگین رواناب سالانه حوضه‌ی A و ۷۲ درصد میانگین رواناب سالانه حوضه‌ی C را می‌توانند کنترل نمایند. بنابراین در مجموع از دیدگاه سیلاب سالانه، حجم سیلاب سالانه با دوره‌ی بازگشت ۵۰ ساله و از دیدگاه تک‌واقعه‌های سیل، در حوضه‌ی A سیل ۲۰ ساله و

در حوضه‌ی C سیل ۱۰۰ ساله کنترل می‌گردد. تأثیر این عملیات بر منابع آب زیرزمینی ۲۷/۷ لیتر بر ثانیه که معادل $۸۷۳۵۴۷/۲$ مترمکعب در سال حجم آب قنات‌های پایین‌دست افزایش داشته است.



شکل (۸): دبی سیلاب با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف قبل و بعد از پروژه‌ها در زیرحوضه‌ی A
Fig (8): Discharge flood with different return periods before and after projects A subbasin



شکل (۹): دبی سیلاب با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف قبل و بعد از پروژه‌ها در زیرحوضه‌ی C
Fig (9): Discharge Flood with different return periods before and after projects C subbasin

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق این بود که مشخص شود تأثیر پروژه‌های آبخیزداری بر سیل‌خیزی چگونه می‌باشد. که برای ارزیابی و بررسی این موضوع ابتدا برداشت مستقیم از

ابعاد و مشخصات کامل سازه‌های احداثی و از طرف دیگر تغییراتی که در پوشش اراضی و تغییر کاربری در لایه‌ی زمین که یکی از با اهمیت‌ترین لایه‌های زمین هست انجام دادیم. با بررسی نتایج حاصل از تحلیل آماری تغییرات می‌توان گفت تغییرات زیادی در همه کاربری و پوشش اراضی و همچنین اجرایی پروژه‌های سازه‌ای و بیومکانیک در منطقه‌ی مورد مطالعه صورت گرفته است. برای بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی و سازه‌ای بر رژیم هیدروولوژیکی حوضه‌ی مورد مطالعه، از روش SCS استفاده کردیم. با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی این مدل فرمول نویسی شد. نتایج نشان می‌دهد در صورت وجود بارش ۲۴ ساعته، به علت افزایش در کاربری‌های اراضی مرتعی (از وضعیت ضعیف به خوب) و احداث سازه‌های آبخیزداری، سیل خیزی منطقه کاهش یافته است. این مقدار کاهش رواناب در حوضه‌های A و C به ترتیب ۴۱ و ۷۲ درصد می‌باشد. این نتایج با مطالعات محققانی مانند طالبی و همکاران (۱۳۹۴) در حوضه‌ی آبریز شور و شیرین شیراز، نورعلی و قهرمان (۲۰۱۶) در آبخیز مندرجان زاینده رود، نصری و همکاران (۲۰۱۱) در منطقه دادآباد، دارابی و همکاران (۱۳۹۷) در حوضه آبخیز سد سیوند، حشمتی و همکاران (۱۳۹۷) در حوضه‌ی آبریز زرین دشت کرمانشاه، حاجی‌بیگلو و همکاران (۱۳۹۶) در حوضه‌ی آبریز بالادست سد وشمگیر استان گلستان، مصفایی و همکاران (۱۳۹۹) در حوضه‌ی آبریز آکوجان، چمن پیرا (۲۰۱۶) و جیون و همکاران (۲۰۱۸) به نتایج مشابه دست یافته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد روش‌های بیولوژیکی و بیومکانیکی و اجرای صحیح آن‌ها نقش مؤثری در مهار فرسایش و کاهش رسوب و به تبع آن حفاظت خاک دارد. همچنین در اثر عملیات آبخیزداری اجرایی به این نتیجه رسیدیم که اجرای این طرح‌ها باعث افزایش فرصت‌های شغلی، حفاظت خاک، کاهش فرسایش، حفظ آبراهه‌ها، مسائل اجتماعی و تغییر در میزان تولید محصولات کشاورزی می‌شود که این نتایج با مطالعات ری (۲۰۰۴) در کشور فرانسه و کر و همکاران (۲۰۰۰) در کشور هندوستان مشابهت دارند. پیشنهاد می‌شود با بررسی مباحث ارزیابی پروژه‌ها چنانچه عملکرد این طرح‌ها با روش‌های مناسب و از جنبه‌های مختلف فنی و مهندسی ارزیابی شود، نتایج به دست آمده می‌تواند به یافتن علل شکست عملیات پیشنهادی و ارائه‌ی راهکارهای مناسب در جهت رفع آن‌ها

منجر شود. این عمل از یک‌سو سبب افزایش کیفیت اجرای اقدامات آبخیزداری شده و از دیگر سو منجر به افزایش کارایی عملکردی خواهد شد و یادگیری‌های ایجاد شده منجر به ارتقاء طرح‌های آتی خواهد شد. از طرف دیگر توصیه می‌شود از آنجایی که حوضه‌های آبخیز در واقع به‌عنوان سامانه طبیعی - انسانی، واحد برنامه‌ریزی و کار محسوب می‌شوند، مدیریت جامع این آبخیزها برای نیل به اهداف توسعه پایدار ضروری است. مدیریت جامع آبخیز فرآیندی پیچیده است که اهداف عملی آن باید در راستای ارتقاء منافع ذینفعان و مشارکت جوامع آبخیز در تمامی سطوح برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری باشد. مدیریت جامع آبخیز نیازمند فرآیندی انعطاف‌پذیر است که با در نظر گرفتن چالش‌ها و محدودیت‌های موجود در سامانه‌ی آبخیز، از فرصت‌ها و شرایط بالقوه آن به‌خوبی استفاده نماید تا رفاه اجتماعی و اقتصادی ذینفعان با حفظ امنیت آب، غذا و محیط‌زیست در راستای تحقق اهداف توسعه‌ی پایدار فراهم گردد.

۵-منابع

- Bi, H., Liu, B., Wu, J., Yun, L., Chen, Z., & Cui, Z. (2009). Effects of Precipitation and land Use on Runoff during the Past 50 Years in a Typical Watershed in Loess Plateau, China, *International Journal of Sediment Research*, 24(3), 352-364.
- Bewket, W., & Sterk, G. (2005). Dynamics in land Cover and its Effect on Stream Flow in the Chemoga Watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia, *Hydrological Processes*, *Hydrol. Process.* Vol. 19, 445-458.
- Castillo, C.R., & Guneralp, I., Guneralp, B. (2014). Influence of Changes in Developed land and Precipitation on Hydrology of a Coastal Texas Watershed, *Applied Geography*, Vol. 47, 154-167.
- Chamanpira G. (2016). Evaluate the effects of watershed management operations in water harvesting and collecting runoff in Dadabad Watershed. *Journal of Rainwater Catchment Systems*. 4 (1): 35-46. (In Persian)
- Campbell, B., Sayer, J., Frost, P., Vermeulen, S., Ruiz Pérez, M., Cunningham, A. & Prabhu, R. (2001). Assessing the performance of natural resource systems, *Conservation Ecology*, 5.22.
- Chen, J., Wu, X., Finlayson, B.L., Webber, M., Wei, T., Li, M & Chen, Z. (2014). Variability and Trend in the Hydrology of the Yangtze River, China: *Annual Precipitation and Runoff*, *Hydrology*, Vol. 513, pp. 403-412.
- Country Management and Planning Organization, Technical Office and Criteria Development (2001). *River Flood Control Guide*, (Structural Methods), Issue 242.
- Darabi, M., Gharehdaghi, H., & Najabat, M. (2018). Investigation of Watershed Management Project on Erosion and Sediment Transport in Sivand Dam Watershed, Fars Province, *Journal of Hydrogeomorphology*, No. 14, Spring 2018, 199-218.
- Dehdashti zadeh, M., & Shojaee, M. (2006). Effects of mechanical and biomechanical watershed management operations in flood control of B2 watershed (Zayande rood dam). 1th regional conference of water resource of Karoon and Zayande rood (Opportunities and challenges) Shahre kurd, Iran. (In Persian)

- Getnet, M., Hengsdijk, H., & Ittersuma, M.V. (2014). Disentangling the Impacts of Climate Change, Land use Change and Irrigation on the Central Rift Valley Water System of Ethiopia, *Agricultural Water Management*, Vol. 137, 104-115.
- Guo, H., Hu, Q., & Jiang, T. (2008). Annual and Seasonal Streamflow Responses to Climate and land-Cover Changes in the Poyang Lake Basin, *China, Hydrology*, Vol. 355, 106-122.
- Haji Biglou, M., Rashidi, M., & Mohebbi, A. (2017). Hydrological evaluation of watershed management performance on flood characteristics in the watershed upstream of Vashmgir Dam in Golestan Province, *Iranian Natural Ecosystems Quarterly*, Year 8, Issue 2, 67-82.
- Heshmati, M., Gheytoori, M., & Shadfar, S. (1397). Technical Evaluation of Watershed Management Projects in Kermanshah Resin Watershed, *Research Journal of Watershed Management*, Year 9, No. 18, Fall and Winter 1397.
- Isik, S., Kalin, L., Schoonover, J.E., Srivastava, P., & Lockaby, B.G. (2013). Modeling Effects of Changing Land Use/Cover on Daily Streamflow: An Artificial Neural Network and Curve Number Based Hybrid Approach, *Hydrology*, Vol. 485, 103-112.
- Jeon, D.J., Ki, S.J., Cha, Y., Park, Y. & Kim, J.H. (2018). New methodology of evaluation of best management practices performances for an agricultural watershed according to the climate change scenarios: A hybrid use of deterministic and decision support models. *Ecological Engineering*, 119, 73-83.
- Kerr, J., & Chung, K. (2002). Evaluating Watershed Management Projects. *Journal of Water Policy*, 3(6): 537-554.
- Kraff, D., & Steinman, A.D. (2018). Integrated watershed management in Michigan: Challenges and proposed solutions. *Journal of Great Lakes Research*, 44(1), 197-207.
- Kusky, T. (2008). *Floods: Hazards of Surface and Groundwater Systems*, Facts On File publishing, New York, press.

- Li, Z., Liu, W.Z., Zhang, X.C., & Zheng, F.L. (2009). Impacts of land Use Change and Climate Variability on Hydrology in an Agricultural Catchment on the Loess Plateau of China, *Hydrology*, Vol. 377, 35-42.
- Management and Planning Organization of the country, Office of Technical Affairs and Criteria Development (2001). River Flood Control Control Guide, (Structural Methods), Journal, No. 242.
- Miller, S.N., Kepner, W.G., Mehaffey, M.H., Hernandez, M., Miller, R.C., Goodrich, D.C., Devonald, K., Heggem, D.T., & Miller, W.P. (2002). Integrating Landscape Assessment and Hydrologic Modeling for Land Cover Change Analysis, *American Water Resources Association*, 38(4), 915-929.
- Mosafaei, J., & Pourajam, A.S. (1399). Quantitative Evaluation of the Effects of Watershed Management Measures on the Hydrological Status of the Basin, Case Study: Aqujan Watershed, *Journal of Watershed Engineering and Management*, 12(2), 526-534.
- Nasri, M. Feiznia, S. Jafari, M. Ahmadi, H., & Soltani, S. (2011). Statistical assessment of sediment change and the effective factors (case study: Menderjan station). *Journal of Range and watershed management*. 64(1):95-106. (In Persian)
- Nayak, T.R., & Jaiswal, P.k. (2003). RainFall-Runoff Modeling using satellitadata and GIS for Bebas River in Madhya Pradesh. *IE(I) Journal*, Vol.84, 47-50.
- Noorali, M., & Ghahraman, B. (2016). Assessment of Watershed Management Projects on Flood Hydrograph using HEC-HMS Model (Case Study: Goosh-Bahreh Watershed). *Journal of Watershed Management Research*. 7(13):60-71. (In Persian)
- Nie, W., Yuan, Y., Kepner, W., Nash, M.S., Jackson, M., & Erickson, C. (2011). Assessing Impacts of Landuse and Land Cover Changes on Hydrology for the Upper San Pedro Watershed, *Hydrology*, Vol 407, Issue. 1-4.
- Reddy, V.R., Saharawat, Y.S., & George, B. (2017). Watershed management in South Asia: A synoptic review. *Journal of hydrology*, 551, 4-13.

- Rezaei Moghaddam, M.H., Andriani, S., Almashpour, F., Valizadeh Kamran, Kh., & Mokhtari Asl, A. (2014). Effects of Land Use Change and Vegetation on Flooding and Runoff Discharge (Case Study: catchment area) Alavian Dam), First Year, No. 1, Winter 2014, 41-57.
- Soil Conservation Service., (1973). A Method for Estimating Volume and Rate of Runoff in Small Watersheds SCS, Tech, pp. 149, Water Resources Pub., Washington, D. C.
- Talebi, Ali., Souzandehpour, S.F., Rahmani, M.T., Karimian, A.A., & Soltani, M. (2015). Investigation of the Effect of Land Use in Current and Optimal Conditions on Basin Sedimentation (Case Study: Shiraz Watershed and Shirin Basin), Journal of Agriculture and Natural Resources Science and Technology, Soil and Water Sciences, Nineteen Year, No. Seventy-Two, Summer 2015, 1-9.