اثر عملیات آبخیزداری بر خصوصیات سیل

یوسف نبی پور، مهدی وفاخواه* و حمیدرضا مرادی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱)

چکیده

روند وقوع سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های مخرب قرار دارند و ابعاد خسارات و تلفات جانی و مالی سیل در حال افزایش است. اقدامات آبخیزداری یکی از راه‌های برتر و مناسب در تعدیل خطرات سیلاب است. تأثیر اقدامات آبخیزداری، از دیدگاه‌های مختلف قابل بررسی است. در این تحقیق سعی بر آن است تا با ارزیابی کمی خصوصیات سیل، تأثیر مستقیم اجرای عملیات آبخیزداری در دو دوره قبل و بعد روی سیل بررسی گردد. لذا با بررسی هیدروگراف روزانه دوره‌های مورد بررسی در ایستگاه‌های هیدرومتری تمر و حاجی قوشان، نتایج تجزیه و تحلیل سیلاب‌ها مشتمل بر تعداد وقوع سیل، درصد فراوانی وقوع سیل در ماه‌ها و فصول مختلف تعیین شد. هم‌چنین مقادیر میانگین زمان تداوم، اوج و فروکش سیل‌ها، میانگین و حداکثر دبی اوج سیل‌های دیده شده بررسی شدند. بر اساس بررسی‌های انجام شده روی سیلاب‌های رخ داده، روند وقوع سیلاب‌ها، از یک حالت نسبتاً افزایشی برخوردار بوده است. در دوره بعد از اجرای اقدامات آبخیزداری تعداد سیلاب‌ها در دو ایستگاه هیدرومتری افزایش داشته است، در حالی که عملیات آبخیزداری روی همه مؤلفه‌های سیلاب تأثیر مثبت داشته به طوری که زمان تداوم را به میزان ۰/۵% افزایش، زمان فروکش، زمان تا اوج سیلاب و مقدار دبی اوج را ۷/۹۰%، ۲۱/۹۸% و ۷۰% را کاهش داده است. به طور کلی زمانی که میزان عملیات آبخیزداری به نسبت سطح حوزه آبخیز کم نباشد تأثیر عملیات آبخیزداری بر مؤلفه‌های سیلاب مثبت است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کمی، آبخیز حاجی قوشان، اقدامات آبخیزداری، خصوصیات سیل

۱. گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: vafakhah@modares.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه

مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد، در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌اند(۹). روند وقوع سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های مخرب قرار دارند و ابعاد خسارات و تلفات جانی و مالی سیل در حال افزایش است (۴). حفاظت کامل از خطر سیلاب نمی‌تواند به عنوان هدف ماندگار مطرح باشد (۲۱) و مهار کامل سیلاب غیر ممکن بوده و فقط می‌توان با مدیریت صحیح، خسارات آن را تعدیل نمود. با توجه به این که انجام اقدامات آبخیزداری و کنترل سیلاب یکی از راه‌های برتر و مناسب در راستای تعدیل خطرات سیلاب می‌تواند باشد، لذا مناسب‌ترین گزینه کنترل سیلاب با توجه به شرایط و استعداد حوزه آبخیز انجام فعالیت‌های آبخیزداری اعم از بیولوژیکی و مکانیکی می‌تواند تعیین گردد (۵). تأثیر این اقدامات آبخیزداری و موارد کنترلی دیگر در برابر سیلاب، از دیدگاه‌های مختلف قابل بررسی است. به عنوان نمونه می‌توان به نتایج و بررسی تحقیقات محققین زیر اشاره نمود.

نائف و همکاران(۲۲) در آبخیزی در آلمان نشان دادند که بهبود کاربری اراضی و اقدامات مدیریتی در مناطقی که تولید رواناب سریع دارند، می‌تواند به طور معنی‌داری باعث کاهش سیلاب گردد و در مناطقی که تولید رواناب در آنها با تأخیر صورت می‌گیرد، بهبود کاربری اراضی در کاهش سیلاب تأثیر چندانی ندارد. ماژلان و نیسلو(۲۰) تأثیر سدها را در تنظیم رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ها بسیار معنی‌دار دانسته و بیشترین تغییر در دبی‌های حداکثر و حداقل مشاهده کردند. اوارارد و همکاران (۱۹) با هدف ارزیابی سازه‌های کنترل فرسایش، کاهش ۴۰ درصدی دبی اوج و رواناب را در اثر اجرای عملیات حفاظتی در آبخیز گزارش نمودند. یاشیکاوا و همکاران(۲۴) به ارزیابی عملکرد کاهش خسارات سیل توسط اقدامات کنترلی پرداختند. برای این منظور با استفاده از تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی و روندیابی سیل، مدلی را شبیه‌سازی نمودند، که در نهایت این مدل شبیه‌سازی شده در سطح کوچک را برای مدیریت مناطق سیلابی وسیع پیشنهاد کردند. صادقی و همکاران(۸) با ارزیابی اقدامات آبخیزداری در بخشی از حوزه آبخیز کن نتیجه گرفتند که اقدامات آبخیزداری منجر به کاهش دبی‌های بالا، افزایش تداوم جریان، کاهش خشکسالی هیدرولوژیک و آرام شدن پاسخ هیدرولوژیکی حوزه آبخیز شده است. تاجیکی (۲) در حوزه آبخیز رامیان استان گلستان به این نتیجه رسید که اجرای اقدامات باعث کاهش دبی سیلاب به میزان ۴۵ درصد شده است و کاهش ضریب تغییرات جریان حاکی از منظم شدن رژیم هیدرولوژیکی رودخانه است. کلهر (۱۲) در بخشی از حوزه آبخیز جاجرود نشان داد که عملیات آبخیزداری در حوزه آبخیز عملکرد ضعیفی داشته و نتوانسته تولید رواناب را متعادل‌تر کند. نیکوکار(۱۶) درحوزه آبخیز گلابدره- دربند نشان داد که اثر عملیات آبخیزداری روی هیدروگراف سیل در دوره بازگشت‌های کم، قابل توجه بوده و با افزایش دوره بازگشت، این اثر کاهش روی سیلاب کمتر می‌شود. بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که تحقیقات مختلفی در زمینه ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. اکثر موارد عمدتاً به صورت کیفی و بر پایه بازدیدهای میدانی (۱ و ۳) و در مواردی هم با شبیه‌سازی جریان (۱۷ و ۲۳) انجام گرفته است. در هر حال ارزیابی مقایسه‌ای خصوصیات سیلاب، قبل و بعد از اجرای اقدامات کنترلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. لذا در این تحقیق سعی بر آن است تا با ارزیابی کمی خصوصیات سیل، تأثیر مستقیم اجرای عملیات آبخیزداری در دو دوره قبل و بعد از آن بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز بالادست ایستگاه هیدرومتری حاجی‌قوشان با مساحتی در حدود ۲۲۰۰ کیلومتر مربع در شرق استان گلستان قرار گرفته و با تشکیل قسمت شمالی حوضه گرگانرود، محدوده " ۳۳ , ' ۱۸, ° ۵۵ الی " ۳۸ , ' ۰۴ , ° ۵۶ طول شرقی و " ۰۱ , ' ۲۴ , ° ۳۷ الی " ۳۵ , ' ۴۷ , ° ۳۷ عرض شمالی را شامل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

می‌باشد. شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز حاجی‌قوشان را نشان می‌دهد. در این تحقیق از اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری تمر و حاجی‌قوشان استفاده شد. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. هم‌چنین شکل ۲ موقعیت این ایستگاه‌ها را در آبخیز حاجی قوشان مشخص می‌نماید.

برای آگاهی از عملیات آبخیزداری انجام گرفته در آبخیز بالادست ایستگاه هیدرومتری حاجی‌قوشان، گزارش‌های تلفیق و اجرایی و هم‌چنین گزارش‌های عملکرد مدیریت آبخیزداری استان گلستان مطالعه، و به وسیله بازدید صحرایی نهایی گردید. عملیات مکانیکی آبخیزداری انجام شده در سطح حوزه شامل ۵۲ عدد بند خاکی و عملیات بیولوژیکی شامل ۴۲۳ هکتار جنگل‌کاری، ۳۱۶۰ هکتار بذرپاشی، ۲۳۰۰ هکتار کپه‌کاری، ۱۳۸۵۰ هکتار علوفه‌کاری، ۱۴۴۰ هکتار نهالکاری مثمر و غیر مثمر و ۵۸۷۰۰ هکتار قرق و حفاظت می‌باشد. ارزیابی عملیات آبخیزداری و تأثیر روی خصوصیات سیل‌ها، با جمع‌آوری دبی‌های روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری تمر و حاجی‌قوشان، در قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری بررسی گردید. برای استخراج سیلاب‌ها از هیدروگراف‌های سالیانه، با استفاده از نرم‌افزار Excel 2003، هیدروگراف سالانه ایستگاه‌های حاجی‌قوشان (دوره آماری ۶۳-۱۳۶۲ تا ۸۸-۱۳۸۷) و تمر (دوره آماری ۵۱-۱۳۵۰ تا ۸۸-۱۳۸۷) ترسیم گردید. در این تحقیق جریان‌هایی به عنوان سیل در نظر گرفته شده است که شیب هیدروگراف جریان آنها به صورت ناگهانی افزایش یافته و پس از رسیدن جریان به نقطه اوج، شروع به نقصان کرده و پس از مدتی دوباره به جریان پایه تبدیل شده است. در تمامی هیدروگراف‌های ترسیم شده ابتدا جریان پایه با فرض ثابت ماندن مقدار آن در طول سیل از هیدروگراف مشاهده شده، با استفاده از ترسیم خط افقی از نقطه شروع هیدروگراف موازی با محور زمان جدا گردیده و آن‌گاه هیدروگراف سیل استخراج گردید(۱۱). با توجه به تعریف سیلاب (۱۰) در این تحقیق برای سیلاب‌های روزانه، دبی‌هایی که بیش از دبی متوسط سالیانه بود به عنوان سیلاب در نظر گرفته شد. آن گاه تعداد و درصد فراوانی وقوع سیل‌های ساده و مرکب در طول دوره آماری استخراج و روند وقوع آنها بررسی شد. پارامترهای زیر به عنوان خصوصیات سیل مورد بررسی قرار گرفت: زمان پایه با در نظر گرفتن فاصله زمانی بین شروع و ختم سیل در مورد تمامی سیل‌های مشاهده شده تعیین گردید. آنگاه میانگین زمان تداوم سیل در ماه‌های مختلف محاسبه و ماه‌های با بیشترین و کمترین زمان پایه مشخص شدند. زمان اوج با در نظر گرفتن فاصله زمانی بین شروع شاخه صعودی هیدروگراف تا زمان رسیدن به حداکثر سیل در مورد تمامی سیل‌های مشاهده شده تعیین گردید. زمان فروکش نیز با در نظر گرفتن تفاوت زمان تداوم سیل با زمان اوج سیل در مورد تمامی سیل‌های مشاهده شده تعیین گردید. دبی اوج با در نظر گرفتن بیشترین مقدار دبی در یک سیل مشخص، با بررسی تمامی سیل‌های مشاهده شده تعیین گردید. با توجه به نتایج این بخش برای دوره‌های قبل (سال‌های آماری ۷۹-۱۳۷۸ تا ۸۲-۱۳۸۱) و بعد (سال‌های آماری ۸۵-۱۳۸۴ تا ۸۸-۱۳۸۷) از انجام عملیات آبخیزداری، نیز این مراحل انجام گرفت.

نتایج و بحث

با بررسی هیدروگراف سالانه دوره‌های مورد بررسی در ایستگاه‌های هیدرومتری تمر و حاجی قوشان، نتایج تجزیه و تحلیل سیلاب‌ها مشتمل بر تعداد وقوع سیل، درصد فراوانی وقوع سیل در ماه‌ها و فصول مختلف به دست آمد. هم‌چنین مقادیر میانگین زمان تداوم، اوج و فروکش سیل‌ها، میانگین و حداکثر دبی اوج سیل‌های مشاهده شده نیز به دست آمدند. روند وقوع سیلاب‌ها در ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان از یک روند افزایشی برخوردار است، در شکل ۳ چگونگی روند افزایشی به خوبی نشان داده شده است. هم‌چنین فصل زمستان کمترین و فصل تابستان بیشترین تعداد وقوع سیل‌ها در دوره آماری مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است (شکل ۴ و ۵). با بررسی وقوع سیلاب‌ها در ماه‌های مختلف نیز نتیجه حاصل حاکی از آن است که ماه بهمن کمترین تعداد وقوع سیل

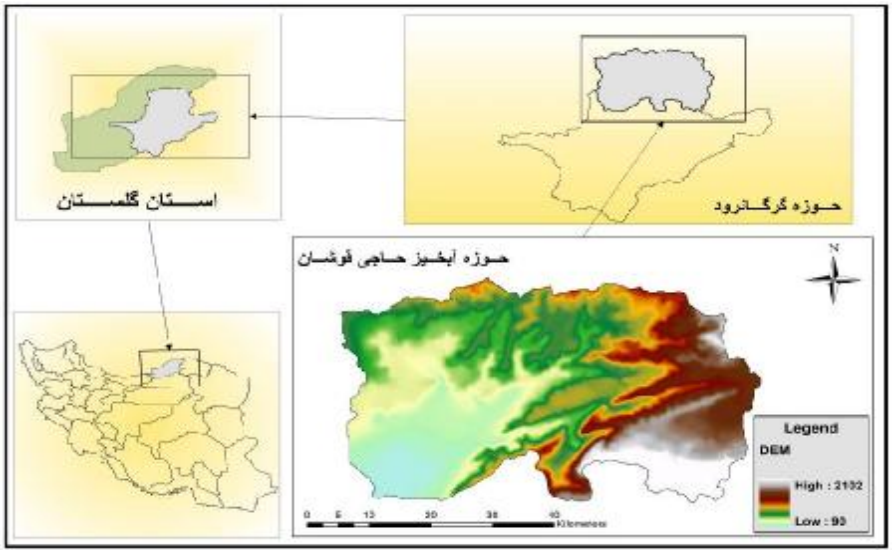
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

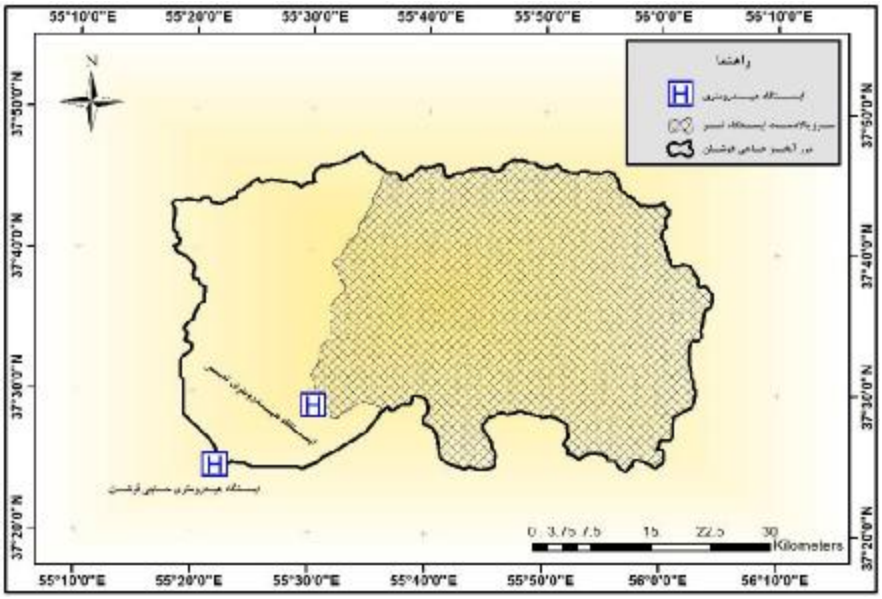
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری (شرکت آب منطقه‌ای استان‌گلستان)

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	کد ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	سال تاسیس
تمر	هیدرومتری	۱۲-۰۰۵	۳۷ ۲۹ ۴	۵۵ ۳۰ ۲۱	۱۸۳	۱۳۴۴
حاجی‌قوشان	هیدرومتری	۱۲-۰۶۳	۳۷ ۲۴ ۵۱	۵۵ ۲۱ ۵۷	۹۱	۱۳۶۳

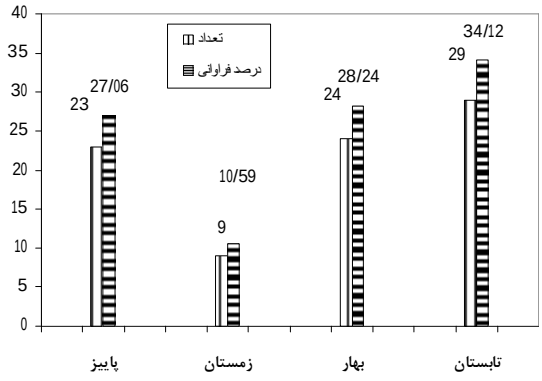


شکل ۱. موقعیت آبخیز حاجی‌قوشان

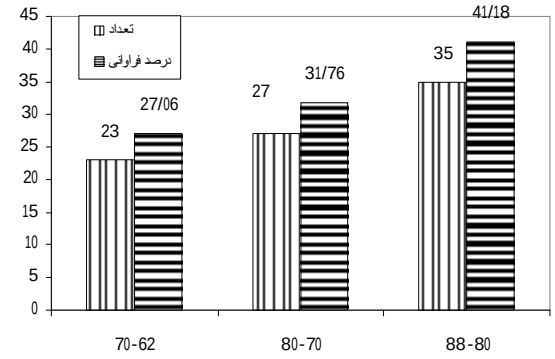


شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۳. فراوانی وقوع سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان در دوره‌های مختلف



شکل ۴. فراوانی وقوع سیلاب‌های ایستگاه حاجی قوشان در فصول سال

و ماه مرداد بیشترین تعداد وقوع سیل در دوره آماری مورد مطالعه را دارد (شکل ٦). برای هر یک از سیل‌ها زمان تداوم، زمان تا اوج و زمان فروکش تعیین گردید. میانگین هر یک از این پارامترها در طی ماه‌های سال، در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج این جدول، سیل‌های ماه اردیبهشت بیشترین میانگین زمان تداوم و سیل‌های ماه دی کمترین میانگین زمان تداوم سیلاب را داشته اند. هم‌چنین سیلاب‌های ماه خرداد با میانگین ۲/۲ ساعت بیشترین زمان تا اوج سیل و ماه تیر با میانگین ۱ ساعت کمترین زمان تا اوج سیلاب را داشته است. سیل‌های آذر با ۳/۵ ساعت کمترین و سیل‌های شهریور با ۵/۱ ساعت بیشترین میانگین زمان فروکش سیلاب را دارند. با بررسی دبی‌های اوج سیلاب‌های مورد مطالعه نیز، میانگین و هم‌چنین حداکثر دبی اوج در ماه‌های سال به دست آمد (جدول ۳).

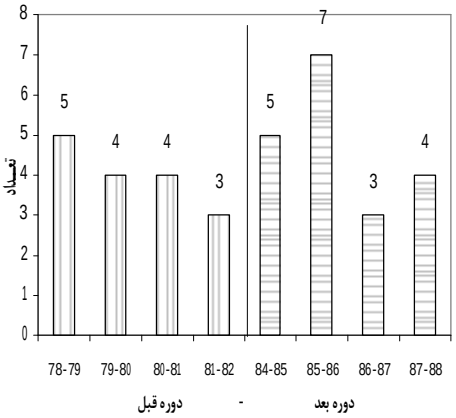
مقایسه آماری مؤلفه‌های سیلاب با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) نیز انجام گرفته که نتایج آن در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به این جداول که نتایج تجزیه واریانس مؤلفه‌های سیلاب را در مقیاس ماهانه نشان می‌دهد، در هیچ یک از مؤلفه‌ها به جزء دبی اوج که نزدیک به سطح معنی‌داری است، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. به طوری که ماه‌های خرداد، تیر و مرداد بیشترین میانگین دبی اوج و دی، بهمن و اسفند کمترین دبی اوج را دارند. اشکال ۷ و ۸ نمودار جعبه‌های زمان تداوم، زمان تا اوج، زمان فروکش و دبی اوج در فصول مختلف سال را نشان می‌دهد. با توجه اشکال ۷ و ۸ مؤلفه‌های سیلاب به جزء دبی اوج سیلاب که در زمستان بیشتر می‌باشد، در فصول مختلف سال تغییرات زیادی ندارند.

با بررسی نتایج به دست آمده، تعداد وقوع سیل‌ها (شکل ٦) و بررسی مؤلفه‌های آن نیز برای دوره‌های قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری در ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان انجام گرفت (جدول ۵). برای مقایسه مؤلفه‌های سیلاب از آزمون t استفاده شد(جدول ۶). نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که عملیات آبخیزداری تأثیر معنی‌داری در زمان تداوم، زمان فروکش و زمان تا اوج سیلاب نداشته‌اند ولی بر روی دبی اوج تأثیر معنی‌داری گذاشته‌اند به طوری که بعداز انجام عملیات آبخیزداری مقدار دبی اوج از ۲۸/۷۵ مترمکعب برثانیه به ۶۶/۹۰ مترمکعب برثانیه افزایش پیدا کرده است. از عوامل اصلی افزایش مقدار دبی اوج سیلاب‌ها می‌توان به افزایش جمعیت و دخالت‌های انسانی در برهم زدن شرایط طبیعی زمین و توسعه زمین‌های کشاورزی و استفاده نادرست از زمین اشاره نمود. هم‌چنین با توجه به این که عملیات آبخیزداری در بالادست ایستگاه هیدرومتری تمر فقط انجام شده است حجم اقدامات به نسبت سطح حوزه آبخیز بالادست این ایستگاه کم می‌باشد. این نتیجه با نتایج تحقیقات

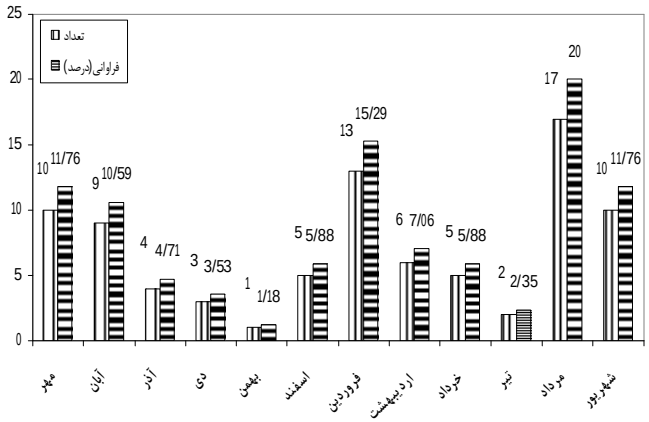
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۵. فراوانی وقوع سیلاب‌های ایستگاه حاجی قوشان در ماه‌های سال



شکل ۶. فراوانی وقوع سیلاب‌های دوره قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری در ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان

جدول ۲. مقادیر میانگین مؤلفه سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان

دوره زمانی	میانگین زمان	میانگین زمان	میانگین زمان	دوره زمانی	میانگین زمان	میانگین زمان	میانگین زمان
(ماه)	تداوم (ساعت)	تا اوج (ساعت)	فروکش (ساعت)	(ماه)	تداوم (ساعت)	تا اوج (ساعت)	فروکش (ساعت)
مهر	۶/۲	۱/۸	۴/۴	فروردین	۶/۳	۱/۶	۴/۶
آبان	۶/۰	۱/۶	۴/۳	اردیبهشت	۶/۵	۱/۵	۵/۰
آذر	۵/۰	۱/۵	۳/۵	خرداد	۶/۴	۲/۲	۴/۲
دی	۵/۶	۱/۶	۴/۰	تیر	۵/۵	۱/۰	۴/۵
بهمن	۷/۰	۲/۰	۵/۰	مرداد	۶/۳	۱/۷	۴/۶
اسفند	۶/۰	۲/۰	۴/۰	شهریور	۶/۴	۱/۳	۵/۱

جدول ۳. مقادیر میانگین دبی اوج و حداکثر دبی اوج در ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان

دوره زمانی	میانگین دبی	حداکثر دبی	دوره زمانی	میانگین دبی	حداکثر دبی
(ماه)	اوج (m^3/s)	اوج (m^3/s)	(ماه)	اوج (m^3/s)	اوج (m^3/s)
مهر	۴۰/۲	۱۰۰/۰	فروردین	۲۲/۷	۶۰/۸
آبان	۴۸/۳	۲۰۸/۰	اردیبهشت	۴۴/۵	۱۳۷/۰
آذر	۳۹/۵	۹۵/۱	خرداد	۷۷/۴	۲۶۷/۰
دی	۲۰/۷	۳۳/۲	تیر	۶۷/۶	۸۹/۸
بهمن	۱۴/۸	۱۴/۸	مرداد	۹۳/۹	۳۱۷/۰
اسفند	۱۶/۴	۲۵/۳	شهریور	۳۰/۳	۸۰/۳

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول۴. مقادیر مقایسه آماری میانگین مؤلفه‌های سیلاب ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان

مؤلفه	زمان تداوم	زمان تا اوج	زمان فروکش	دبی اوج
F	۰/۴۰	۰/۶۹	۰/۳۹۴	۱/۹۴
سطح معنی‌داری	۰/۹۴	۰/۷۴	۰/۹۵	۰/۰۵۳

جدول ۵. مقایسه پارامترهای مورد بررسی سیلاب‌ها در دو دوره قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری برای ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان

دوره زمانی (ماه)	میانگین زمان تداوم قبل (ساعت)	میانگین زمان تداوم بعد (ساعت)	میانگین زمان تا اوج قبل (ساعت)	میانگین زمان تا اوج بعد (ساعت)	میانگین زمان فروکش قبل (ساعت)	میانگین زمان فروکش بعد (ساعت)	میانگین دبی اوج قبل (m3/s)	میانگین دبی اوج بعد (m3/s)
مهر	۴/۵	۶/۲	۱	۲	۳/۵	۴/۲	۱۶/۱	۴۴/۳
آبان	۷	۶	۱	۲/۲	۶	۳/۸	۱۱۰/۰	۲۱/۵۲
آذر	۳	۵	۱	۲	۵	۳	۱۰/۱	۱۲/۲
دی	۶	۵	۱/۵	۲	۴/۵	۳	۲۲/۸	۱۶/۵
بهمن	۵	۷	۱	۲	۴	۵	۱۵	۱۴/۸
اسفند	۶	۷	۱/۵	۲	۵	۶	۸	۷/۷
فروردین	۶/۳	۵	۲	۲	۴/۳	۴	۱۸/۶	۹/۸
اردیبهشت	۶	۵	۱	۱	۵	۴	۲۱/۳	۴۷/۴
خرداد	۹	۸	۲	۳/۵	۷	۴/۵	۲۶۷	۱۹/۹
تیر	۸	۷	۲	۱	۳	۴	۳۲/۴	۲۲
مرداد	۶/۲	۶	۱/۷	۱	۴/۵	۵	۱۰۳/۵	۳۳/۴
شهریور	۵	۵/۵	۱/۵	۱	۳/۵	۴/۵	۴۶/۶	۳۴/۹

جدول ۶. مقایسه مولفه‌های سیلاب قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در ایستگاه حاجی قوشان

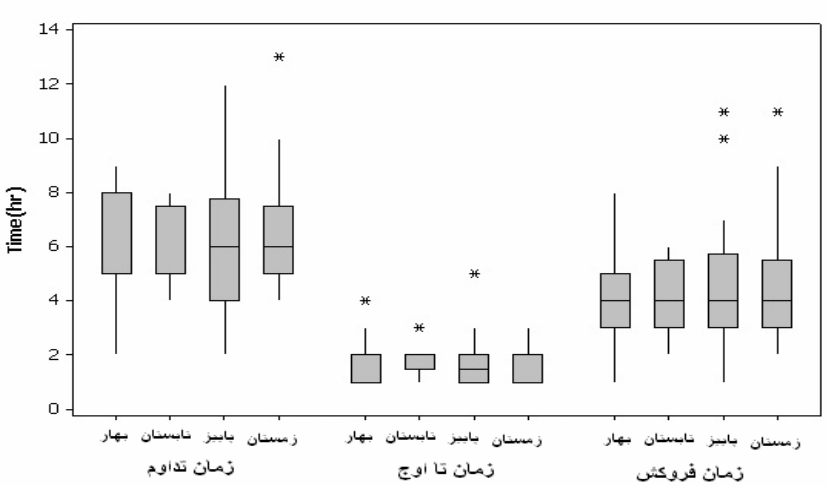
پارامتر مورد مقایسه	قبل از عملیات آبخیزداری		بعد از عملیات آبخیزداری	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
زمان تداوم سیلاب	۱/۷۲	۶/۲۹[a]	۱/۹۶	۵/۸۸ [a]
زمان تا اوج سیلاب	۱/۱۱	۲ [a]	۰/۰۷	۱/۵۵ [a]
زمان فروکش سیلاب	۱/۳۵	۴/۲۹ [a]	۱/۹۷	۴/۳۳ [a]
دبی اوج سیلاب	۲۲/۶۰	۲۸/۷۵ [a]	۷۶/۳۳	۶۶/۹۰[b]

حروف کوچک غیر مشابه معنی‌داری را نشان می‌دهد($P<0.05$).

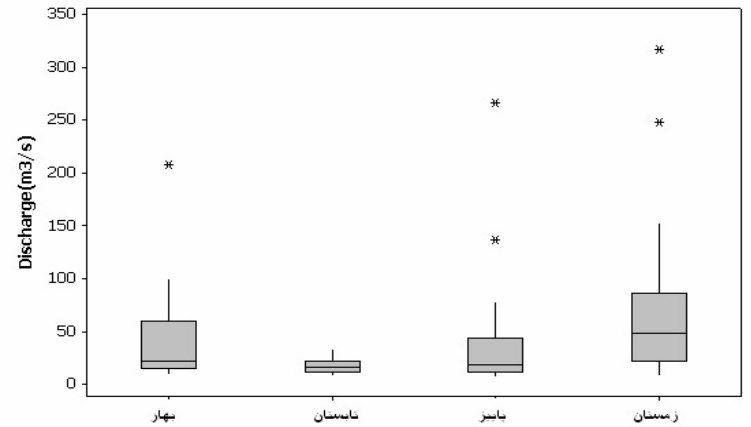
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۷. نمودار جعبه‌ای مولفه‌های سیلاب‌های در فصول مختلف سال ایستگاه حاجی قوشان



شکل ۸. نمودار جعبه‌ای دبی اوج سیلاب در فصول مختلف سال در ایستگاه حاجی قوشان

نائف و همکاران(۲۲)، نشان دادند که بهبود کاربری اراضی و اقدامات مدیریتی در مناطقی که تولید رواناب در آنها با تأخیر صورت می‌گیرد، بهبود کاربری اراضی در کاهش سیلاب تأثیر چندانی ندارد و کلهر (۱۲) در بخشی از حوزه آبخیز جاجرود همخوانی دارد.

در ایستگاه هیدرومتری تمر نیز بررسی وقوع سیلاب‌ها و هم‌چنین بررسی مؤلفه‌های سیلاب انجام گرفت. روند وقوع سیلاب‌ها در این ایستگاه نیز مانند ایستگاه حاجی قوشان از یک روند افزایشی برخوردار است (شکل ۹) که از این لحاظ با تحقیقات صادقی (۷)، محمدی و همکاران (۱۳)، میجانی و همکاران (۱۵)، زرین و همکاران (٦) و مساعدی و غریب (۱۴) مشابهت دارد. با فرض ثابت بودن شرایط اقلیمی حوضه، از عوامل اصلی روند صعودی وقوع سیلاب‌ها می‌توان به افزایش جمعیت و دخالت‌های انسانی در برهم زدن شرایط طبیعی زمین و توسعه زمین‌های کشاورزی و استفاده نادرست از زمین اشاره نمود. مؤلفه‌های زمان تداوم، زمان تا اوج، زمان فروکش و هم‌چنین میانگین دبی‌های اوج نیز بررسی شد(جداول ۷ و ۸).

فصل زمستان کمترین و فصل بهار بیشترین تعداد وقوع سیل‌ها را در دوره آماری مورد مطالعه دارد (شکل ۱۰). وقوع سیلاب‌ها در ماه‌ها نیز بدین صورت است که ماه بهمن کمترین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۷. مقادیر میانگین مؤلفه سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری تمر

دوره زمانی (ماه)	میانگین زمان تداوم (ساعت)	میانگین زمان تا اوج (ساعت)	میانگین زمان فروکش (ساعت)	دوره زمانی (ماه)	میانگین زمان تداوم (ساعت)	میانگین زمان تا اوج (ساعت)	میانگین زمان فروکش (ساعت)
مهر	۷/۰ a	۱/۷ ab	۵/۲۵ a	فروردین	۹/۴ a	۳/۰ ab	۶/۴ a
آبان	۶/۶ a	۱/۸ ab	۴/۷ a	اردیبهشت	۶/۹ a	۱/۹ ab	۵/۰ a
آذر	۷/۰ a	۱/۸ ab	۵/۱ a	خرداد	۹/۲ a	۱/۹ ab	۷/۳ a
دی	۹/۰ a	۲/۰ ab	۷/۰ a	تیر	۸/۳ a	۱/۳ a	۷/۰ a
بهمن	۷/۴ a	۱/۴ a	۶/۰ a	مرداد	۸/۳ a	۱/۵ ab	۶/۸ a
اسفند	۹/۱ a	۳/۱ b	۶/۰ a	شهریور	۷/۱ a	۱/۵ ab	۵/۵ a

حروف کوچک غیر مشابه معنی‌داری را نشان می‌دهد

جدول ۸. مقادیر میانگین دبی اوج و حداکثر دبی اوج در ایستگاه هیدرومتری تمر

دوره زمانی (ماه)	میانگین دبی اوج (m^3/s)	حداکثر دبی اوج (m^3/s)	دوره زمانی (ماه)	میانگین دبی اوج (m^3/s)	حداکثر دبی اوج (m^3/s)
مهر	۱۸/۲a	۸۶/۴	فروردین	۱۱/۶ a	۳۲/۸
آبان	۲۰/۸ a	۹۵/۰	اردیبهشت	۱۷/۲ a	۷۵/۱
آذر	۱۰/۴ a	۴۵/۹	خرداد	۱۵/۴ a	۶۱/۴
دی	۵/۹ a	۱۱/۵	تیر	۱۵/۶ a	۳۷/۱
بهمن	۸/۵ a	۱۸/۷	مرداد	۵۴/۳b	۲۲۵/۰
اسفند	۱۰/۲ a	۶۱/۰	شهریور	۲۲/۴ a	۱۳۵/۰

حروف کوچک غیر مشابه معنی‌داری را نشان می‌دهد.

تعداد وقوع سیل و ماه فروردین بیشترین تعداد وقوع سیل در دوره آماری مورد مطالعه را دارد (شکل ۱۱). ماه فروردین بیشترین و ماه آبان کمترین میانگین زمان تداوم، ماه تیر کمترین و ماه اسفند بیشترین میانگین زمان تا اوج و ماه خرداد بیشترین و ماه آبان کمترین میانگین زمان فروکش را داراست. سیلاب‌های مرداد ماه حداکثر دبی اوج و میانگین و هم‌چنین ماه دی کمترین میانگین حداکثر دبی اوج را دارد. با توجه به جدول ۹، که نتایج مقایسه میانگین مؤلفه‌های سیلاب را نشان می‌دهد، مؤلفه‌های زمان تا اوج و دبی اوج اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد که نشان از تغییرات این متغیرها در ماه‌های مختلف در این ایستگاه هیدرومتری می‌باشد. به طور ی که از نظر زمان تا اوج ماه اسفند اختلاف معنی‌داری با ماه‌های تیر و بهمن دارد در حالی که بقیه ماه‌ها با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. از نظر دبی اوج مردادماه اختلاف معنی‌داری با ماه‌های دیگر دارد. بررسی وقوع سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری تمر در دو دوره قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری، درشکل ۱۲ دیده می‌شود. اشکال ۱۳ و ۱۴ نمودار جعبه‌های زمان تداوم، زمان تا اوج، زمان فروکش و دبی اوج در فصول مختلف سال را نشان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شکل ۹. فراوانی وقوع سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری تمر در دوره‌های مختلف

شکل ۱۰. وقوع سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری تمر در فصول سال

شکل ۱۱. فراوانی وقوع سیلاب‌های ایستگاه هیدرومتری تمر در ماه‌های سال

شکل ۱۲. فراوانی وقوع سیلاب‌های در دوره قبل و بعد از آبخیزادری ایستگاه هیدرومتری تمر

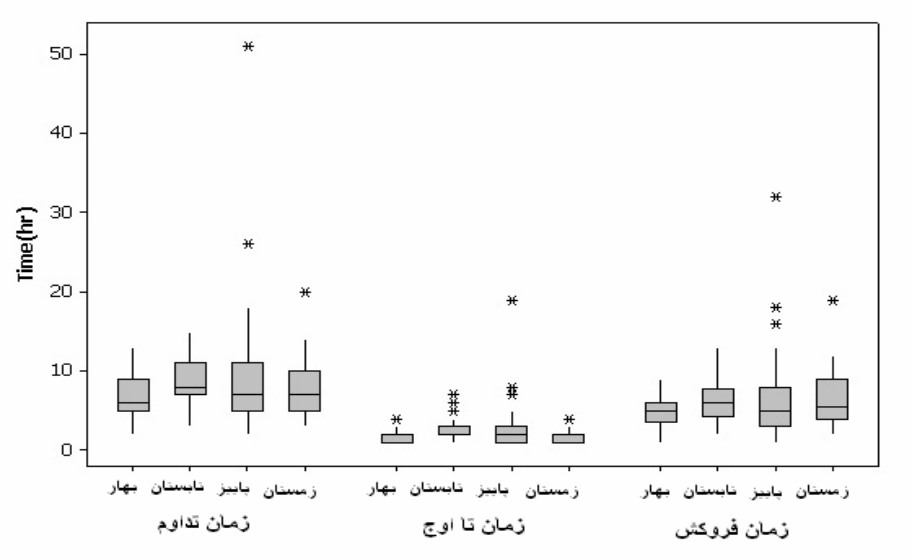
جدول۹. مقادیر مقایسه آماری میانگین مؤلفه‌های سیلاب ایستگاه هیدرومتری تمر

مؤلفه	زمان تداوم	زمان تا اوج	زمان فروکش	دبی اوج
F	۰/۸۶	۲/۱۳	۰/۸۴	۴/۵۴
سطح معنی‌داری	۰/۵۷	۰/۰۲	۰/۵۹	۰/۰۰

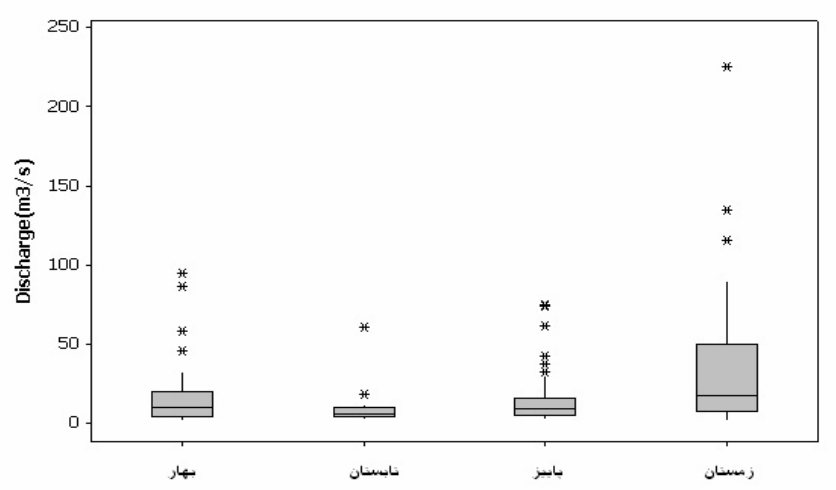
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۱۳. نمودار جعبه‌ای مولفه‌های سیلاب‌های در فصول مختلف سال ایستگاه تمر



شکل ۱۴. نمودار جعبه‌ای دبی اوج سیلاب در فصول مختلف سال در ایستگاه تمر

می‌دهد که مانند ایستگاه حاجی قوشان دبی اوج سیلاب در زمستان نسبت به فصول دیگر بیشتر است.

میانگین‌های زمان تداوم، زمان تا اوج، زمان فروکش و دبی اوج در دو دوره قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در ایستگاه هیدرومتری تمر بررسی شد که نتایج آن در جدول ۱۰ نشان داده شده است. تأثیر اصلی عملیات آبخیزداری را با توجه به جدول ۱۰ می‌توان در مورد زمان تا اوج و هم‌چنین دبی اوج سیلاب‌ها مشاهده نمود، که در دوره بعد می‌توان گفت تا حدودی این پارامترها بهبود پیدا کرده‌اند. برای مقایسه مؤلفه‌های سیلاب از آزمون t استفاده شد(جدول ۱۱). نتایج جدول ۱۱ نشان می‌دهد که عملیات آبخیزداری تأثیر معنی‌داری در زمان تداوم، زمان فروکش و زمان تا اوج سیلاب نداشته‌اند ولی روی دبی اوج تأثیر معنی‌داری گذاشته‌اند به‌طوری که بعد از انجام عملیات آبخیزداری مقدار دبی اوج از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۱۰. مقایسه پارامترهای مورد بررسی سیلاب‌ها در دو دوره قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری برای ایستگاه هیدرومتری تمر

دوره زمانی (ماه)	میانگین زمان تداوم قبل (ساعت)	میانگین زمان تداوم بعد (ساعت)	میانگین زمان تا اوج قبل (ساعت)	میانگین زمان تا اوج بعد (ساعت)	میانگین زمان فروکش قبل (ساعت)	میانگین زمان فروکش بعد (ساعت)	میانگین دبی اوج قبل (m3/s)	میانگین دبی اوج بعد (m3/s)
مهر	۸	۷/۱	۱	۱/۸	۷	۵/۳	۱۳/۳	۱۲/۳
آبان	٦/۵	٦/۴	۱/۵	۲	۵	۴/۴	۲۱/۳	۱۰/۴
آذر	۵	۷	۱	۲/۲	۴	۴/۸	۲۱/٦	۳/۸
دی	۴	٦	۱	۲	۳	۴	۱۱/۵	٦/۷
بهمن	٦/۵	۳	۱/۵	۱	۵	٦	۱۲/۵	۷/۲
اسفند	۱۳	۹/۸	۴	۳/۴	۹	٦/۴	۱۱/۸	۵/۱
فروردین	۵/۳	۱۰/٦	۱/۳	۳	۴	۷/٦	۱۵/۲۴	۸/۴
اردیبهشت	۹	۱۱	۲	۳	۷	۸	۴۱/۹	٦/۰
خرداد	۱۱	۱۰	۱/۵	۳	۹/۵	۷	۱۰/٦	۸/۵
تیر	۱۴	۴	۲	۱	۱۲	۳	۴	۳۳/۲
مرداد	۸/۱	۸/۵	۲	۱	٦/۱	۷/۵	۷٦	۲۷/۴
شهریور	۷	۷/۵	۱/۵	۱	۵/۵	٦/۵	۵٦/۲	۹/۴

جدول ۱۱. مقایسه مولفه‌های سیلاب قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در ایستگاه تمر

پارامتر مورد مقایسه	قبل از عملیات آبخیزداری		بعد از عملیات آبخیزداری	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
زمان تداوم سیلاب	۳/۶۲	۷/۸۸[a]	۲/۷۴	۷/۹۳[a]
زمان تا اوج سیلاب	۱/۳٦	۲/۲۱[a]	۰/۸۰	۱/٦۸[a]
زمان فروکش سیلاب	۳/۲٦	٦/۲۰[a]	۲/۱۴	۵/۷۱[a]
دبی اوج سیلاب	۴۸/۰۷	۳۴/۵۱[a]	۱۰/۲۷	۱۰/۱٦[b]

حروف کوچک غیر مشابه معنی‌داری را نشان می‌دهد($P<0.01$).

۳۴/۵۱ مترمکعب برثانیه به ۱۰/۲۷ مترمکعب برثانیه کاهش پیدا کرده است. این نتیجه با نتایج تحقیقات نائف و همکاران(۲۲)، ماژلان و نیسلو(۲۰)، اوارارد و همکاران (۱۹)، صادقی و همکاران (۸)، تاجیکی (۲) و نیکوکار(۱٦) که همگی اجرای اقدامات آبخیزداری را باعث کاهش دبی سیلاب می‌دانند همخوانی دارد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف ارزیابی مقایسه‌ای خصوصیات سیلاب، قبل و بعد از اجرای اقدامات آبخیزداری انجام شده است. بر اساس بررسی‌های انجام شده روی سیلاب‌های رخداده، می‌توان بیان نمود که روند وقوع سیلاب‌ها، از یک حالت افزایشی برخوردار بوده است، که از عوامل اصلی روند صعودی وقوع سیلاب‌ها می‌توان به افزایش جمعیت و دخالت‌های انسانی در برهم زدن شرایط طبیعی زمین و توسعه زمین‌های کشاورزی و استفاده نادرست از زمین اشاره نمود. به منظور بررسی تغییر مؤلفه‌های سیل در ماه‌ها مختلف، مؤلفه‌های مورد نظر در مورد خصوصیات سیل بررسی شد. با توجه به نتایج سیلاب‌های ماهانه اختلاف معنی‌داری در مؤلفه‌های سیلاب در ماه‌های مختلف سال در ایستگاه حاجی قوشان دیده نشد ولی در ایستگاه تمر مؤلفه‌های زمان تا اوج و دبی اوج اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد به طوری که از نظر زمان تا اوج ماه اسفند اختلاف معنی‌داری با ماه‌های تیر و بهمن دارد در حالی که بقیه ماه‌ها با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. از نظر دبی اوج مردادماه اختلاف معنی‌داری با ماه‌های دیگر دارد که نشان می‌دهد هنوز اقدامات بیولوژیکی به جهت طولانی بودن فرآیند تأثیرشان، در این حوزه نقش کنترلی خود را ایفا ننموده‌اند. مقایسه دوره‌های قبل و بعد از انجام اقدامات آبخیزداری بر روی مؤلفه‌های سیلاب نشان داد که در ایستگاه هیدرومتری حاجی‌قوشان دبی اوج سیلاب بعد از انجام عملیات آبخیزداری افزایش پیدا کرده است که با بررسی شکل‌های ۴ و ۵ نشان‌دهنده وقوع سیلاب با فراوانی بالا در فصل تابستان و ماه مرداد در خروجی حوزه آبخیز ایستگاه هیدرومتری حاجی قوشان می‌باشد که بیانگر قابلیت بالای سیل‌خیزی منطقه در این مقطع زمانی می‌باشد. با توجه به سیلاب‌های چند سال گذشته در این منطقه به خوبی می‌توان حساسیت لازم برای انجام هر گونه اقدامات لازم را درک نمود. سیلاب‌های تابستان غالباً به صورت رگباری بوده و به جهت فقدان پوشش گیاهی، عکس‌العمل سیل تشدید یافته و خطرات جبران ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. در ایستگاه هیدرومتری تمر که عملیات آبخیزداری در بالادست این ایستگاه انجام شده، نتایج نشان داد که عملیات آبخیزداری ببر روی همه مؤلفه‌های سیلاب تأثیر کاهشی داشته به طوری که زمان تداوم را به میزان ۰/۵% افزایش، زمان فروکش را ۷/۹۰% کاهش و زمان تا اوج سیلاب را ۲۱/۹۸% کاهش داده است. در موردبی اوج تأثیر معنی‌داری داشته به طوری مقدار دبی اوج ۷۰% بعد از انجام عملیات آبخیزداری کاهش یافته است که همگی موید تأثیر مثبت عملیات آبخیزداری است.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح.، ع.ا.ن. سامانی، ج. قدوسی و م.ر. اختصاصی. ۱۳۸۲. ارائه مدلی برای ارزیابی طرح‌های آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران ۵۶(۴): ۳۳۷-۳۵۱.

۲. تاجیکی، م. ۱۳۸۶. ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری بر سیل‌خیزی و رسوب‌دهی (مطالعه موردی حوزه آبخیز رامیان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳. حسینی، ا. ۱۳۸۲. ارزیابی طرح‌های مطالعاتی و اجرایی آبخیزداری (مطالعه موردی حوزه آبخیز رامیان استان گلستان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴. خسروشاهی، م. و ب. ثقفیان. ۱۳۸۴. تعیین حساسیت اثر برخی از عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز با استفاده از تحلیل هیدروگراف خروجی. مجله جنگل و مرتع ۶۷: ۲۸-۳۲.

۵. دلیانو، ل.ک. ۱۳۷۸. *کنترل سیلاب و تثبیت آبراهه‌ها* (ترجمه: نجفی‌نژاد ع.). انتشارات موسسه فرهنگی و انتشاراتی علوم پدیده، گرگان.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۶. زرین ه.ا.، م. وفاخواه، ج. نام‌درست و م. نهتانی. ۱۳۸۵. خصوصیات سیل‌های رودخانه کارون در منطقه اهواز، چکیده اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها)، شهرکرد، ۱۴ و ۱۵ شهریور ۱۳۸۵.

۷. صادقی، س.ح.ر. ۱۳۷۴. بررسی علل مؤثر در سیلاب و ارزیابی عوامل قابل کنترل. جنگل و مرتع۲۶: ۱۲-۱۹.

۸. صادقی س.ح.ر.، ف. شریفی، ا. فروتن و م. رضایی، ۱۳۸۳. ارزیابی عملکرد کمی اقدامات آبخیزداری در بخشی از حوزه آبخیز کن استان تهران. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۶۵: ۹۶-۱۰۲.

۹. صانعی، م.، ا. قاضی‌مرادی، پ. روزخش و ر. باقریان. ۱۳۸۴. ارزیابی کیفی طرح‌های اجرا شده مهار سیل در رودخانه‌ها و مسیل‌ها. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

۱۰.ضیایی، ح.ا. ۱۳۸۰. *اصول مهندسی آبخیزداری*. انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد.

۱۱.علیزاده، ا. ۱۳۸۴. *اصول هیدرولوژی کاربردی*. انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد.

۱۲.کلهر، م. ۱۳۸۶. ارزیابی فنی اقتصادی پروژه‌های آبخیزداری زیرحوضه کند حوزه آبخیز جاجرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۱۳.محمدی ا.، ا. مساعدی و ا. طهماسبی. ۱۳۸۴. ویژگی‌های سیل در رودخانه گرگانرود - ایستگاه هیدرومتری گنبد، مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۱۴.مساعدی، ا. و م. غریب. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات سیل در رودخانه قره‌چای رامیان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱۴(۶): ۲۰۳-۲۱۴.

۱۵.میجانی، ک.، ش. قائم مقامی و م.ر. امینی‌زاده، ۱۳۸۴. سیلاب‌ها و خسارات ناشی از آن در کرمان، مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۱۶.نیکوکار، م. ۱۳۸۸. ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری بر سیلاب و اولویت بندی زیرحوضه ها از نظر سیل خیزی با استفاده از مدل ریاضی HEC-HMS، لوح فشرده مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۷.نورعلی، م.، ع. نجفی‌نژاد و ن. نورا. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد سازه چند منظوره نوکنده استان گلستان در کنترل سیلاب با استفاده از مدل HEC-HMS. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱۵(۱) ۱۱۹-۱۳۰.

18. Castillo, V.M., W.M. Mosch, C. Conesa garcia, G.G. Barbera, J.A. Navarro Cano and F. Lopez-Bermudez. 2007. Effectiveness and geomorphological impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean Catchment: El Carcavo (Murcia, Spain), Catena 16: 57-69.
19. Evrard, O., E. Persoons, K. Vandaele and B.V. Wesemael, 2007. Effectiveness of erosion mitigation measures to prevent muddy floods: a case study in the Belgian loam belt. Agric. Ecosys. and Environ. J. 118: 149-158.
20. Magilligan, F. J. and K. H. Nislow. 2005. Changes in hydrologic regime by dams. J. Geomorph. 71: 61-78.
21. Moore, R.J., U.A. Bell and D.A. Jones. 2005. Forecasting for flood warning. Comptes Rondos Geosci. 337(1-2): 203-217.
22. Naef, F., S. Scherrer and M. Weiler. 2002. A process based assessment of the potential to reduce flood runoff by land use change. J. Hydrol. 267(1-2): 74-79.
23. Roshani R. 2003. Evaluating the effect of check dams on flood peaks to optimize the flood control measures (Kan Case Study in Iran), M Sc. Thesis in Watershed and Environmental Management, International Institute for Geo Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands, 54p.
24. Yoshikawa, N., N. Nagao and S. Misawa. 2009. Evaluation of the flood mitigation effect of a paddy field dam project. Agric. Water Manage. 97(2): 186-197.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.67.23.6]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com