ارزیابی هیدرولوژیکی عملکرد اقدامات آبخیزداری بر ویژگی‌های سیلاب در حوزه آبخیز بالادست سد وشمگیر در استان گلستان

محبوبه حاجی بیگلو[۱*]، محمد رشیدی[۲]، آتبین محبتی[۳]

تاریخ دریافت:۹۵/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۶

چکیده

در مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبریز، پیش‌بینی، مهار و کنترل سیلاب اهمیت ویژه‌ای دارد و با اقدامات مناسب می‌توان شدت خسارات ناشی از سیلاب در حوزه آبخیز را کاهش داد. ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری به منظور برنامه‌ریزی‌های آتی در خصوص طرح‌های اجرایی و مدیریت منابع طبیعی انجام می‌گیرد. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری اجرا شده در حوزه آبخیز بالادست سد وشمگیر، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC HMS انجام گرفت. برای تعیین تأثیر سازه‌های اصلاحی و همچنین اقدامات بیولوژیکی صورت گرفته، اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای رخدادهای موجود گردید. معیارهای دبی اوج و حجم سیلاب برای ارزیابی تعیین شد و مقادیر آن‌ها برای دو وضعیت قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری محاسبه گردید. نتایج مقایسه آماری نشان داد که تأثیر این اقدامات بر روی دبی پیک معنی‌دار نبوده و درخصوص پارامتر حجم سیلاب، در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. در بررسی پاسخ هیدرولوژیکی حوزه در مقابل رگبارهای طرح مشخص شد که با افزایش دوره بازگشت سیلاب، تأثیر اقدامات بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب کاهش می‌یابد. بیش‌ترین تأثیر اقدامات بر دو پارامتر یاد شده در دوره بازگشت‌های پایین (۲ تا ۱۰ سال) بوده است که برای پارامترهای دبی اوج و حجم سیلاب به ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۶ حالت قبل از اقدامات تعیین گردید. همچنین بررسی حجم مخازن سازه‌های اصلاحی قبل از انباشت رسوب نشان می‌دهد که این مخازن توانایی کنترل سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله را دارا هستند.

واژه‌های کلیدی: اقدامات آبخیزداری، ارزیابی هیدرولوژیکی، مدل HEC-HMS، کنترل سیلاب، سد وشمگیر

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده شیلات، محیط زیست، مرتع و آبخیزداری، دانشگاه گرگان، شماره تماس: ۰۹۱۵۳۱۳۵۱۷۴

۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره تماس: ۰۹۱۵۸۲۳۲۳۹۴

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*** نویسنده مسئول: Hajibigloo_m@yahoo.com**

مقدمه

در سال‌های اخیر اقدامات گسترده‌ای از نظر کنترل سیل، فرسایش و رسوب در زمینه-های تحقیقاتی، مطالعاتی و اجرایی آبخیزداری انجام شده است، این در حالی است که ارزیابی طرح‌های آبخیزداری به منظور تجزیه و تحلیل عملکرد اقدامات و تدوین راهکارهای اصولی یکی دیگر از نیازهای اساسی در این زمینه می‌باشد. آگاهی از میزان اثربخشی اجرای هر نوع پروژه برای مجریان آن از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه با شناخت کافی از میزان آن، ضمن آگاهی از میزان حصول اهداف اولیه، مزایا و معایب مرتبط شناسایی شده و تصمیم‌گیری لازم در خصوص اصلاح معایب و یا تجدید نظر در شیوه اجرا و یا حتی نوع عملیات اجرایی اتخاذ خواهد شد (۱۸).

یک حوزه مانند یک سیستم است که باید بعنوان یک واحد در نظر گرفته شود. هر گونه تغییری در بخش‌های مختلف حوزه در خروجی حوزه آن تأثیر خواهد گذاشت. تغییرات یاد شده شامل موارد زیر می باشد:

۱- تغییرات یا کاهش پیک سیل در هر زیر حوزه با احداث بندهای کنترلی

۲- تغییر زمان تأخیر هیدروگراف‌های سیل در زیر حوزه‌ها تحت تأثیر عملیات سازه‌ای

بر این اساس کاهش پیک جریان در زیر حوزه‌ها در اثر احداث بندهای کنترلی موضوعی قابل قبول می‌باشد. با این وجود پیک سیل در خروجی اصلی تنها تابعی از پیک سیل در زیر حوزه‌ها نخواهد بود، بلکه تابعی از تغییرات زمان تأخیر زیر حوزه‌ها و نحوه تلفیق و هم زمانی ترکیب دبی اوج سیلاب آن‌ها می-باشد (۱).

آبخیزداری به مجموعهٔ اقدامات مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی که در یک حوزه آبخیز به منظور ارتقاء وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین حوزه و با توجه به بهره‌برداری پایدار از منابع آن صورت می‌گیرد، اطلاق می گردد. بدون شک آبخیزداری یکی از فعالیت‌های عمده و زیربنایی می‌باشد که به مدیریت جامع منابع آب و خاک و پوشش‌گیاهی، بهره‌برداری بهینه از این منابع و حفظ سرمایهٔ اصلی می-پردازد (۱۳).

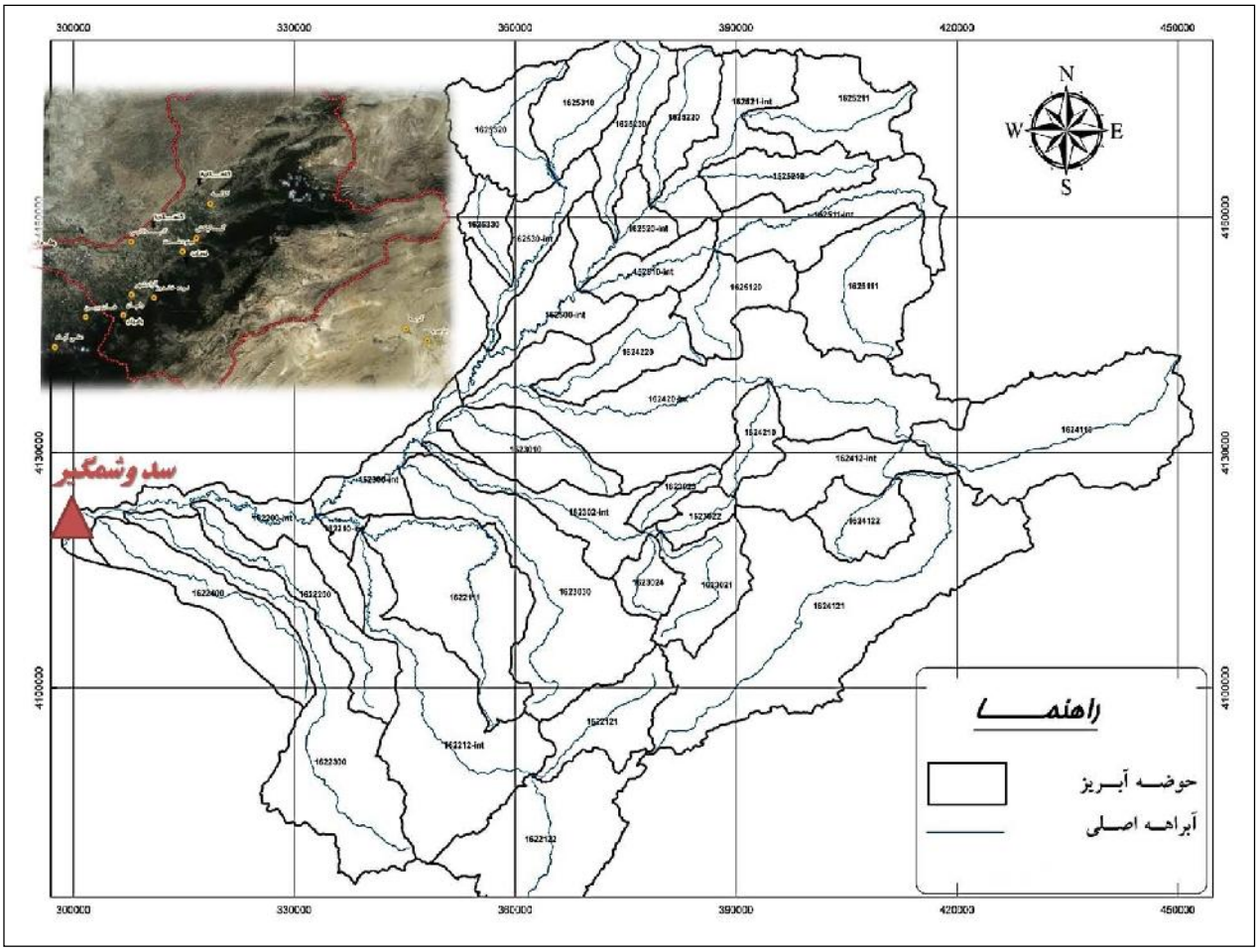
انجام اقدامات آبخیزداری با تأثیرگذاری بر اجزای حوزه آبخیز با تغییر در رفتار هیدرولوژیکی آن سعی در آرام کردن پاسخ حوزه آبخیز در قبال بارش ورودی دارد و در پایین‌دست با مدیریت وضعیت هیدرولیکی رودخانه و سیلاب‌دشت جهت تسهیل عبور سیلاب تلاش می‌نماید (۱۵). اقدامات مهار سیلاب در آبخیزداری از طریق احداث سازه-های کوچک و اجرای روش‌های بیولوژیکی مهار سیلاب در دوردست‌ترین نقاط حوزه آبخیز اجرا می‌شود که آگاهی از میزان تأثیرگذاری این اقدامات تنها با بهره‌گیری از مدل‌های توزیعی و منطقه‌ای مناسب، ممکن می‌باشد (۸). تأثیر این اقدامات آبخیزداری و موارد کنترلی دیگر در برابر سیلاب، از دیدگاه-های مختلف قابل بررسی است. به عنوان نمونه می‌توان به نتایج و بررسی تحقیقات محققین زیر اشاره نمود.

Naef و همکاران (۲۰۰۲) در حوزه 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 (۱۲). Magilligan و Nislow (۲۰۰۵) تأثیر سدها را در تنظیم رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ها بسیار معنی‌دار دانسته و بیشترین تغییر در دبی‌های حداکثر و حداقل مشاهده کردند (۱۰). Evrard و همکاران (۲۰۰۷) با هدف ارزیابی سازه‌های کنترل فرسایش، کاهش ۴۰ درصدی دبی اوج و رواناب را در اثر اجرای عملیات حفاظتی در آبخیز گزارش نمودند (۵). Yoshikawa و همکاران (۲۰۰۹) 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 شبیه‌سازی شده در سطح کوچک را برای مدیریت مناطق سیلابی وسیع پیشنهاد کردند (۲۰). گلرنگ و همکاران (۲۰۱۳) با انجام تحقیقی بر روی زیرحوزه‌های آبخیز کوشک آباد در استان خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که سدها و عملیات سازه‌ای نقش کمتری در کاهش زمان تمرکز دارند درحالی‌که اقدامات بیولوژیکی، ۱۹ درصد در کاهش دبی اوج سیلاب و ۱۴ درصد در کاهش حجم سیلاب مؤثر بوده است (۷). تحقیقات زیادی در ایران نیز توسط تاجیکی و همکاران (۱۳۸۶)، کلهر و همکاران (۱۳۸۸)، سلیمانی و همکاران (۱۳۹۰)، غفاری و همکاران (۱۳۹۲)، نبی‌پور و همکاران (۱۳۹۳) بر روی حوزه‌های آبخیز ایران انجام شده است که بیانگر تأثیر مثبت اقدامات آبخیزداری در کاهش دبی اوج سیلاب می‌باشد (۱۷، ۹، ۱۶، ۶ و ۱۱). در این تحقیق سعی بر آن شد تا با ارزیابی کمی خصوصیات سیل، تأثیر مستقیم اجرای عملیات آبخیزداری در دو دوره قبل (بدون انجام عملیات آبخیزداری) و بعد از آن (با انجام عملیات آبخیزداری) بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

حوزه سد وشمگیر با مساحت ۷۲۵۶/۷۳۳ کیلومتر مربع در فاصله طول جغرافیایی ″۰۹ ´۱۳ °۳۱ تا ″۴۰ ´۲۱ °۴۵ شرقی و عرض جغرافیایی ″۶۶ ´۶۸ °۴۰ تا ″۷۷ ´۸۳ °۴۱ شمالی در استان گلستان واقع شده است. اقلیم منطقه از اقلیم نیمه‌خشک پیروی می‌کند و مقدار بارش در منطقه با نزدیک شدن به دریای خزر افزایش می‌یابد. ماه‌های اسفند و فروردین دارای بیشترین بارش در طول سال هستند. تمرکز زمانی بارش و عمده سیلاب‌های اخیر منطقه در فصل تابستان اتفاق می‌افتد. به طوری که مرداد ماه دارای بیشترین شدت بارش در دوره‌های کوتاه مدت بخصوص در سال‌های اخیر بوده است. ویژگی‌های فیزیکی هر یک از زیرحوزه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ARC GIS استخراج گردید و به عنوان پارامترهای ورودی به مدل HEC-HMS معرفی گردید. تعداد زیرحوزه‌های بالادست سد وشمگیر ۶۰ زیرحوزه می‌باشد که کلیه پارامترهای فیزیوگرافی مربوط به این

زیرحوزه‌ها محاسبه گردید. در شکل زیر موقعیت زیرحوزه‌های مورد مطالعه سد وشمگیر نشان داده شده است.



برای آگاهی از عملیات آبخیزداری انجام نهایی گردید. عملیات مکانیکی آبخیزداری انجام شده در سطح حوزه شامل ۱۱۲ عدد بند خاکی، ۴۱ عدد سازه سنگ و ملاتی، ۹ سازه آشغال‌گیر و عملیات بیولوژیکی شامل ۲۶۰۷/۹

شکل ۱- موقیت زیرحوزه‌های مورد مطالعه در حوزه بالادست سد وشمگیر

گرفته در آبخیز بالادست سد وشمگیر، گزارش‌های تلفیق و اجرایی و همچنین گزارش‌های عملکرد مدیریت آبخیزداری استان هکتار نهال‌کاری، ۵۲۸ هکتار اصلاح مراتع می‌باشد.

به منظور بررسی میزان تأثیر عملیات مکانیکی و بیولوژیکی بر روی شیب آبراهه، زمان تمرکز و پوشش گیاهی حوزه، با معرفی پارامترها در شرایط قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری به مدل HEC- HMS میزان تأثیرگذاری اقدامات آبخیزداری بر روی پارمترهای فیزیکی حوزه مشخص گردید که در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر شیب، زمان تمرکز و شماره منحنی زیرحوزه‌های مطالعاتی برای پیش و پس از اقدامات آبخیزداری

زیرحوزه	شیب خالص (متر بر متر)	زمان تمرکز قدیم (دقیقه)	شیب وزنی جدید (متر بر متر)	زمان تمرکز جدید (دقیقه)	نسبت افزایش زمان تمرکز (درصد)	میانگین وزنی شماره منحنی		
						حال	گذشته	اختلاف
۱۶۲۲۱۲۱	۰/۰۲۶۵	۱۶۹/۴۳	۰/۰۲۶۲	۱۷۱/۴۰	۱/۲	۷۵/۷۲۰	۷۵/۷۸۵	۰/۰۶۴۶
۱۶۲۲۱۲۲	۰/۰۳۲۵	۱۶۵/۹۰	۰/۰۳۴۸	۱۶۷/۹۲	۱/۲	۸۰/۳۶۶	۸۰/۳۷۴	۰/۰۰۷۳
۱۶۲۲۱۲-int	۰/۰۴۱۷	۲۸۲/۴۴	۰/۰۴۱۵	۲۸۳/۹۲	۰/۵	۶۴/۷۲۴	۶۴/۷۶۴	۰/۰۴۰۲
۱۶۲۲۲۰۰	۰/۰۰۴۸	۳۱۱/۴۰	۰/۰۰۴۸	۳۱۱/۶۶	۰/۰۸	۶۶/۸۳۴	۶۶/۸۳۴	۰
۱۶۲۲۳۰۰	۰/۰۱۳۱	۴۰۲/۰۶	۰/۰۱۳۰	۴۰۵/۶۵	۰/۹	۶۷/۴۹۴	۶۷/۴۹۴	۰
۱۶۲۳۰۱۰	۰/۸۸	۲۲۹/۵۱	۰/۸۷۶۹	۲۳۰/۳۲	۰/۳۵	۶۶/۴۷۶	۶۶/۴۷۶	۰
۱۶۲۳۰۲۳	۰/۰۷۵	۸۳/۳۹	۰/۰۷۴۷	۸۳/۶۷	۰/۳	۷۶/۶۶۷	۷۶/۷۹۷	۰/۱۳۰۶
۱۶۲۳۰۲۴	۰/۰۳۶۲	۹۱/۱۴	۰/۰۳۶۱	۹۱/۵۰	۰/۳۹	۷۵/۷۸۳	۷۵/۹۱۳	۰/۱۲۹۵
۱۶۲۳۰۲-int	۰/۰۱۰۸	۲۵۱/۷۴	۰/۰۱۰۸	۲۵۱/۹۸	۰/۱۰	۷۱/۲۹۳	۷۱/۲۹۳	۰
۱۶۲۳۰۳۰	۰/۰۱۸۹	۲۵۹/۲۱	۰/۰۱۸۶	۲۶۳/۸۲	۱/۸	۷۱/۱۳۵	۷۱/۱۵۰	۰/۰۱۴۴
۱۶۲۴۲۲۰	۰/۰۲۱۱	۲۸۳/۶۳	۰/۰۲۱۰	۲۸۴/۵۹	۰/۳	۶۲/۵۲۴	۶۲/۸۱۵	۰/۲۹۱۰
۱۶۲۵۱۰-int	۰/۰۲۷۰	۱۹۶/۷۱	۰/۰۲۶۵	۲۰۰/۸۵	۲/۱	۶۹/۲۳۹	۶۹/۲۵۱	۰/۰۱۱۹
۱۶۲۵۲۱۱	۰/۰۲۲۹	۲۲۵/۴۷	۰/۰۲۲۶	۲۲۸/۸۹	۱/۵	۶۲/۲۸۹	۶۲/۳۸۱	۰/۰۹۲۴
۱۶۲۵۲۱۲	۰/۰۱۷۷	۲۷۷/۷۸	۰/۰۱۶۷	۲۹۵/۱۲	۶/۲	۶۴/۸۱۵	۶۴/۹۱۸	۰/۱۰۲۱
۱۶۲۵۲۱-int	۰/۰۱۳۵	۲۵۸/۹۴	۰/۰۱۱۷	۲۹۷/۹۳	۱۵/۱	۶۷/۵۶۹	۶۷/۶۵۶	۰/۰۸۷۰
۱۶۲۵۲۲۰	۰/۰۱۱۱	۲۳۱/۰۲	۰/۰۱۰۱	۲۵۴/۶۲	۱۰/۲	۷۷/۳۸۷	۷۷/۳۸۷	۰
۱۶۲۵۲۳۰	۰/۰۰۴۷	۵۳۷/۰۲	۰/۰۰۴۴	۵۷۳/۰۸	۶/۷	۷۱/۶۶۷	۷۱/۶۶۷	۰
۱۶۲۵۲۰-int	۰/۰۰۳۱	۱۶۷/۸۴	۰/۰۰۳۰	۱۷۳/۰۹	۳/۱	۶۷/۳۵۲	۶۷/۳۵۲	۰
۱۶۲۵۳۱۰	۰/۰۰۹۶	۲۲۷/۹۵	۰/۰۰۸۲	۲۶۷/۱۱	۱۷/۲	۷۲/۵۴۰	۷۲/۵۴۰	۰
۱۶۲۵۳۲۰	۰/۰۰۷۰	۲۷۸/۶۹	۰/۰۰۶۱	۳۱۹/۵	۱۴/۶	۷۴/۶۲۴	۷۴/۶۲۴	۰
۱۶۲۵۳۳۰	۰/۰۱۱۹	۱۵۶/۱۱	۰/۰۱۰۶	۱۷۴/۷۳	۱۱/۹	۶۷/۷۶۱	۶۷/۷۶۱	۰
۱۶۲۵۳۰-int	۰/۰۰۷۲	۴۴۸/۷۰	۰/۰۰۷۱	۴۵۸/۰۴	۲/۱	۶۷/۰۷۸	۶۷/۰۷۸	۰

شبیه‌سازی بارش- رواناب حوزه

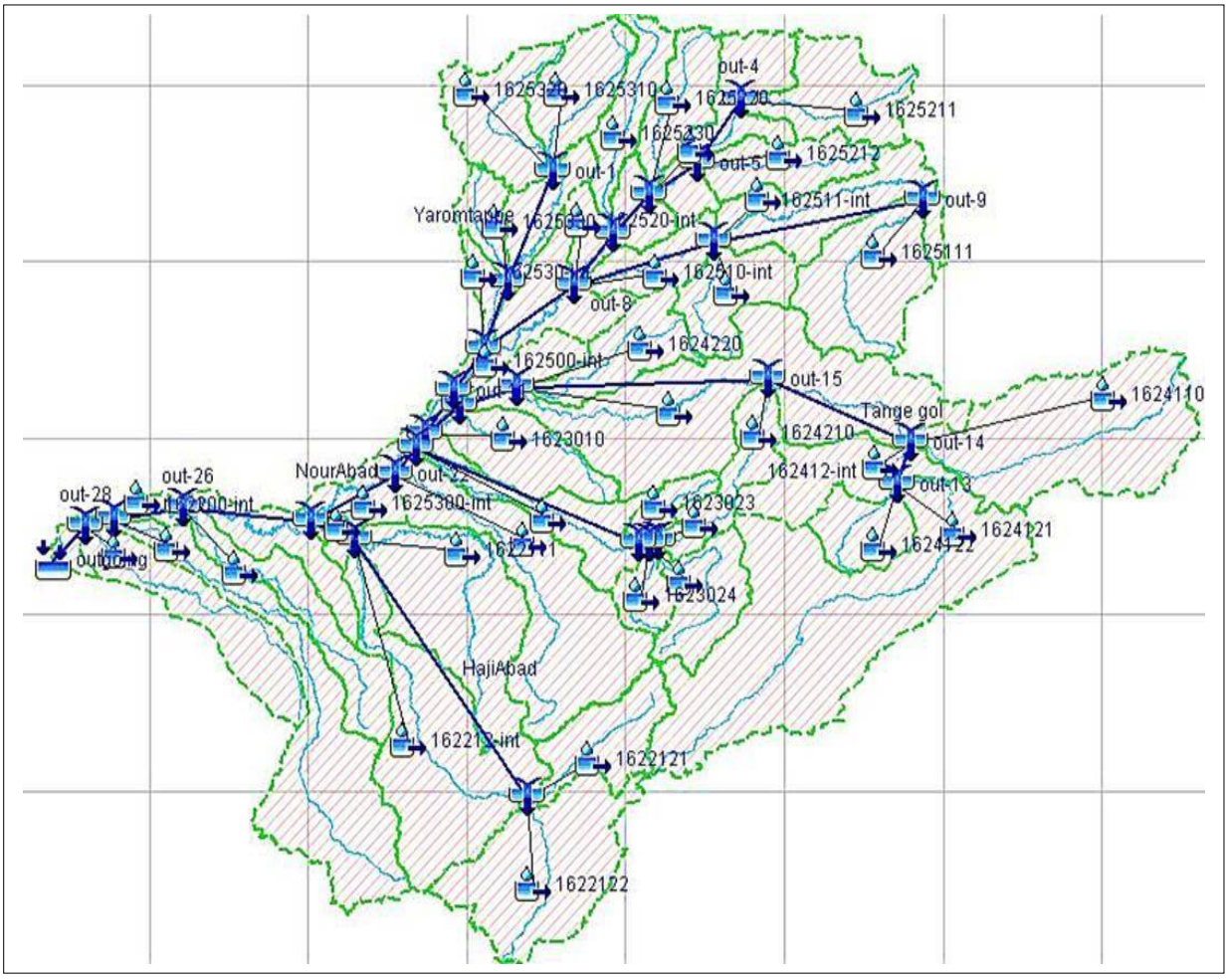
برای ارزیابی عملیات آبخیزداری اقدام به شبیه‌سازی بارش- رواناب در حوزه بالادست سد وشمگیر گردید. بدین‌منظور مدل بارش رواناب برای زیرحوزه‌های بالادست ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در حوزه که در حوزه بالادست آن اقدامات آبخیزداری صورت گرفته است، تهیه گردید تا کالیبراسیون مدل بر آن اساس انجام گردد و دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف را که از آمار ثبت شده ایستگاه‌ها استخراج می‌گردد؛ بتوان مبنای مقایسه قرار داد. این ایستگاه‌ها

عبارتند از: رامیان، نوده خرمالو، تمر، حاجی قوشان، آق‌سو- قوجمز، گالیکش، قره‌شور، لزوره و تیل‌آباد می‌باشد. لازم به ذکر است با عنایت به اینکه در پایین‌دست ایستگاه

همچنین برای هر سرشاخه ورودی به گرگانرود نیز مدل هیدرولوژیک به طور جداگانه تهیه گردید و ارزیابی اقدامات آبخیزداری مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در شکل زیر تصویر شماتیک حوزه در محیط نرم‌افزار HEC-HMS نمایش داده شده است.

تبدیل بارش به رواناب با استفاده از مدل شماره منحنی و روندیابی سیل در رودخانه در هیدرومتری حاجی قوشان، سد گلستان قرار دارد؛ برای حوزه‌های بالادست آن به طور جداگانه مدل هیدرولوژیک HEC-HMS تهیه شد.

محیط نرم‌افزار HEC-HMS انجام گرفت. سپس آنالیز حساسیت مدل به پارامترها و در مرحله بعدی شماره منحنی کالیبره بدست آمد. سپس با لحاظ تأثیر اقدامات مکانیکی (از نظر شیب) و بیولوژیکی و مدیریتی (از نظر تأثیر در شماره منحنی) برای شرایط بعد از اقدامات آبخیزداری مدل مجدداً اجرا گردید و شرایط بعد نسبت به قبل مقایسه شد.



شکل۲- تصویر شماتیک حوزه مورد مطالعه در محیط HEC-HMS

در حوزه مورد مطالعه رگبارهای ۱۵ دقیقه‌ای ایستگاه‌های تمر، گلیداغ، پارک ملی گلستان، سد گرگان، سد گلستان، قشلاق و مینودشت در دسترس می‌باشد که در جدول (۲) جزئیات آن آمده است.

جدول۲- رگبارهای ایستگاه‌های باران‌سنجی ثبات

ایستگاه	رگبارهای موجود در سال‌های آبی
تمر	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱
گلیداغ	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱
پارک ملی گلستان	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱
سد گرگان	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱
سد گلستان	۱۳۸۶-۸۷
قشلاق	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱
مینودشت	۱۳۸۵-۸۶ تا ۱۳۹۰-۹۱

همچنین هیدروگراف‌های سیل در ایستگاه‌های تمر، حاجی قوشان، گالیکش، گنبد، لزوره، دشت، نوده خرمالو، ارازکوسه، رامیان، قزاقلی، سد گرگان، ورودی سد گلستان (اوغان)، تیل‌آباد (پل غزنوی)، قره‌شور، جنگلده و قوجمز در دسترس می‌باشد که آمار ایستگاه تنگراه طی سال‌های آبی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۱-۱۳۹۰، ایستگاه دشت طی سال‌های آبی ۹۰-۱۳۸۹ تا ۹۱-۱۳۹۰، ایستگاه تیل‌آباد طی سال‌های آبی ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۱-۱۳۹۰ و آمار دیگر ایستگاه‌های یاد شده طی سال‌های آبی ۸۲-۱۳۸۱ تا ۹۱-۱۳۹۰ موجود می‌باشد.

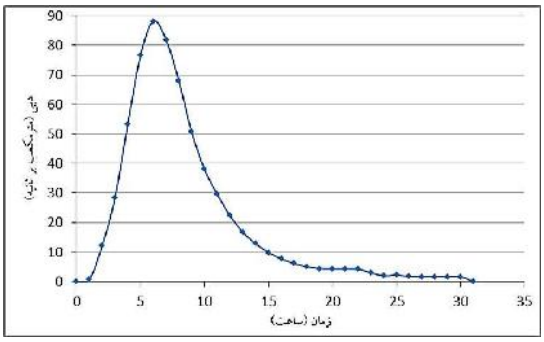
نتایج

بعد از انجام شبیه‌سازی مدل بایستی آنالیز حساسیت، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی بارش- رواناب انجام گیرد. بدین منظور عمل کالیبراسیون در حوزه بالادست ایستگاه هیدرومتری تمر انجام گرفت. هیدروگراف‌های مشاهداتی از سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ الی ۹۱-۱۳۹۰ و رگبارهای ثبت شده از سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ الی ۹۱-۱۳۹۰ در دسترس بود. بنابراین هیدروگراف‌های سیل مشاهداتی و هایتوگراف متناظر آن طی سال‌های آبی ۸۶-۱۳۸۵ تا ۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. از میان رخدادهای بارش- رواناب تعداد ۲ رخداد با شرایط لازم انتخاب گردید که یکی برای کالیبراسیون و دیگری برای اعتباریابی انتخاب گردید. رخدادهای منتخب عبارتند از: ۱۳۸۵/۸/۶- ۱۳۸۵/۸/۱۷

سیل رخ داده در تاریخ ۱۳۸۵/۸/۶ یکی از شدیدترین سیل‌های منطقه است. در این

تاریخ، بارش نسبتاً فراگیری در حوزه رخ داده است. حوزه در شرایط رطوبتی III بوده و طول مدت بارش برای ایستگاه‌های مختلف، متفاوت بوده که مقادیر آن در جدول (۳) آمده است.

دبی حداکثر سیل ثبت شده با فواصل زمانی یک ساعته برای این رخداد سیل در ایستگاه تمر برابر ۸۸/۱ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد که هیدروگراف آن پس از کسر دبی پایه در شکل (۳) نشان داده شده است.



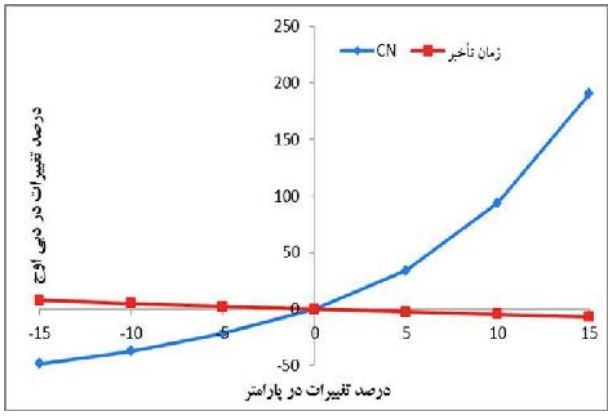
شکل ۳- هیدروگراف سیل مربوط به واقعه ۱۳۸۵/۸/۶ در ایستگاه هیدرومتری تمر

جدول ۳- بارش‌های رخ داده در ایستگاه‌های واقع در حوزه بالادست ایستگاه تمر و اطراف آن

زمان	بارندگی (میلی‌متر)			
	گلیداغ	تمر	پارک ملی گلستان	قرناق (الگوی بارش ساخته شده بر اساس تمر)
۱۵:۴۵:۰۰	۰/۲			
۱۶:۰۰:۰۰	۰/۳	۰/۳		۰/۱
۱۶:۱۵:۰۰	۲/۲	۰/۱		۰/۰۳
۱۶:۳۰:۰۰	۶/۵	۰/۱		۰/۰۳
۱۶:۴۵:۰۰	۲	۵/۳		۱/۸
۱۷:۰۰:۰۰	۰/۱	۳/۶	۰/۶	۱/۲
۱۷:۱۵:۰۰	۰/۱	۲/۴	۳/۲	۰/۸
۱۷:۳۰:۰۰	۳/۸	۱/۱	۰/۳	۰/۴
۱۷:۴۵:۰۰	۲/۸	۲	۰/۸	۰/۷

کالیبراسیون مدل

به منظور انجام کالیبراسیون مدل بایستی پارامتر حساس در مدل شناسایی شود. برای این منظور شماره منحنی (CN) و زمان تأخیر در هر یک از زیرحوزه‌ها کم و زیاد گردید و نتایج در خروجی حوزه مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که مقدار این دو پارامتر از ۱۵٪- تا ۱۵٪ با فواصل ۵٪ تغییر داده شد و اثر آن بر دبی اوج سیل تعیین گردید. نمودار شکل (۴) منحنی تغییرات نتایج مدل در حوزه بالادست ایستگاه تمر نسبت به تغییر در دو پارامتر یاد شده را نشان می‌دهد. همانطور که نمودار نشان می‌دهد مدل حساسیت بیشتری را نسبت به تغییرات CN نمایان ساخته و لذا کالیبراسیون مدل براساس این پارامتر انجام می‌شود.



شکل ۴- منحنی تغییرات مدل در حوزه بالادست ایستگاه تمر نسبت به تغییر در دو پارامتر CN و زمان تأخیر

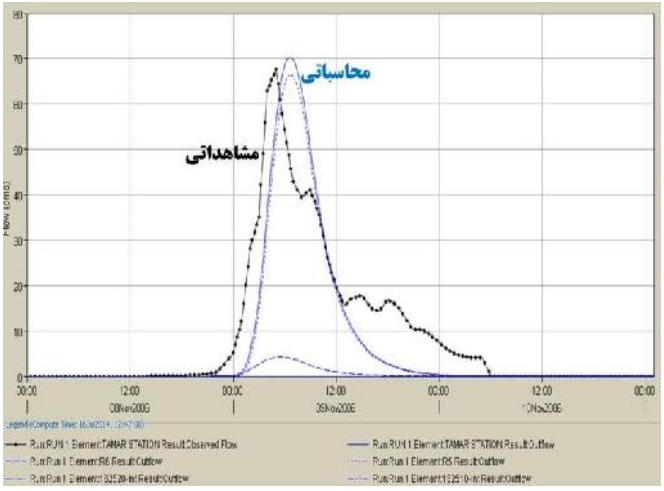
کالیبراسیون مدل در حوزه بالادست ایستگاه تمر با استفاده از این رخداد سیل صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول (۴) نمایش داده شده است. باتوجه به هدف مطالعه، برای شاخص نکویی برازش از روش Percent Error in Peak Flow استفاده شد.

جدول۴- مقادیر حاصل از اولین بهینه‌سازی- حوزه بالادست ایستگاه تمر-روشPercent Error in Peak Flow

پارامتر	شبیه‌سازی	مشاهده شده
حجم (میلیون مترمکعب)	۲۲۴۸	۲۲۸۴/۵
دبی پیک (مترمکعب بر ثانیه)	۸۶/۱	۸۸/۱
زمان پیک (ساعت)	29Oct2006 - 3:45	29Oct2006- 3:00

اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی مدل با استفاده پارامترهای بهینه شده در مرحله کالیراسیون برای رخداد سیل ۱۳۸۵/۸/۱۸ صورت پذیرفت که هیدروگراف شبیه‌سازی، مقادیر مقایسه‌ای در شکل (۵) و جدول (۵) آمده است.



شکل ۵- مقایسه هیدروگراف مشاهداتی و محاسباتی رخداد سیل ۱۳۸۵/۸/۱۸

جدول۵- مقادیر شبیه‌سازی بارش- رواناب برای رخداد سیل ۱۳۸۵/۸/۱۸ در حوزه بالادست ایستگاه تمر

پارامتر	شبیه‌سازی	مشاهده شده
حجم (میلیون مترمکعب)	۱۹۰۲/۵	۲۱۷۸/۳
دبی پیک (مترمکعب بر ثانیه)	۶۴	۶۷/۷
زمان پیک (ساعت)	09Nov2006, 06:45	09Nov2006, 05:00

سپس اعتبارسنجی مدل برای دیگر زیرحوزه‌ها باتوجه به نبود هیدروگراف سیل و رگبار همزمان، با استفاده از مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه‌های هیدرومتری موجود و همچنین نتایج بازدیدهای میدانی و بررسی سوابق مطالعاتی انجام شده در این زیرحوزه‌ها صورت گرفت. پس از کالیبراسیون و اعتباریابی مدل، شبیه‌سازی مدل بارش- رواناب برای دوحالت پیش و پس از انجام اقدامات آبخیزداری صورت پذیرفت. برای این عمل نیاز به میزان بارش طرح در مدت زمان برابر زمان تمرکز در زیرحوزه‌های مورد مطالعه می‌باشد که این مقادیر از روی منحنی‌های IDF منطقه مورد مطالعه استخراج گردید. نتایج حاصل از شبیه سازی مدل بارش- رواناب برای هر یک از زیر حوزه‌های مطالعاتی در شرایط پیش و پس از اقدامات آبخیزداری استخراج شد و میزان درصد کاهش دبی سیلاب و حجم سیلاب در هر یک از زیرحوزه‌های مورد مطالعه در جداول (۶) و (۷) ارائه گردیده است.

جدول ۶- درصد کاهش دبی سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در زیرحوزه‌های مورد مطالعه- پس از اقدامات آبخیزداری

زیرحوزه	مساحت (کیلومترمربع)	درصد کاهش دبی سیلابی (دوره بازگشت‌های مختلف)					
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱۶۲۵۲۱۱	۱۸۰/۴	۳/۸۰	۲/۰۰	۱/۴۹	۱/۴۷	۱/۲۶	۱/۱۲
۱۶۲۵۲۱-int	۱۷۵/۸	۱۳/۱۹	۱۰/۷۶	۹/۴۳	۸/۸۲	۸/۲۱	۷/۶۷
۱۶۲۵۲۱۲	۱۲۹/۴	۸/۷۰	۶/۱۰	۵/۲۷۶	۴/۸۰۰	۴/۲۷	۳/۷۵
۱۶۲۵۲۲۰	۱۲۰/۵	۶/۴۴	۵/۱۳	۵/۰۵	۴/۱۶	۳/۸۴	۳/۷۳
۱۶۲۵۲۳۰	۱۱۸	۵/۹۵	۵/۷۸	۵/۵۲	۵/۲۸	۵/۲۱	۵/۱۱
۱۶۲۵۱۱-int	۲۱۱/۸	---	۱/۶۷	۱/۱۰	۰/۷۳	۰/۶۴	۰/۵۸
۱۶۲۵۱۲۰	۱۳۵/۰۹	۳۳/۳۳	۴/۴۱	۳/۰۴	۲/۰۸	۱/۷۴	۱/۵۲
۱۶۲۵۲۰-int	۱۱۱/۴	۲/۴۷	۱/۶۳	۱/۵۹	۱/۴۶	۱/۳۳	۱/۲۴
۱۶۲۵۱۰-int	۹۴/۸	---	۱۵/۰۹	۷/۸۴	۵/۲۶	۴/۴۶	۳/۸۰
۱۶۲۵۳۲۰	۱۶۷/۹	۱۱/۸۷	۱۰/۵۴۲	۱۰/۵۳۶	۱۰/۰۹	۹/۶۷	۹/۳۲
۱۶۲۵۳۱۰	۱۴۶/۳	۱۲/۸۲	۱۲/۱۱	۱۱/۱۸	۱۱/۱۲	۱۰/۸۲	۱۰/۳۹
۱۶۲۵۳۰-int	۱۳۱/۷	۶/۲۵	۲/۸۸	۲/۴۹	۱/۹۳	۱/۸۰	۱/۷۸
۱۶۲۵۳۳۰	۶۱/۳۱	۱۰/۷۱	۷/۵۳	۳/۴۳	۲/۱۶	۱/۲۳	۰/۸۷
۱۶۲۵۰۰-int	۱۶۴/۴	۱۶/۶۷	۲/۷۳	۱/۶۳	۰/۸۳	۰/۷۲	۰/۵۴
۱۶۲۴۲۲۰	۱۳۸/۹	۵/۶۶	۲/۸۸	۲/۳۱	۱/۸۱	۱/۵۵	۱/۴۶

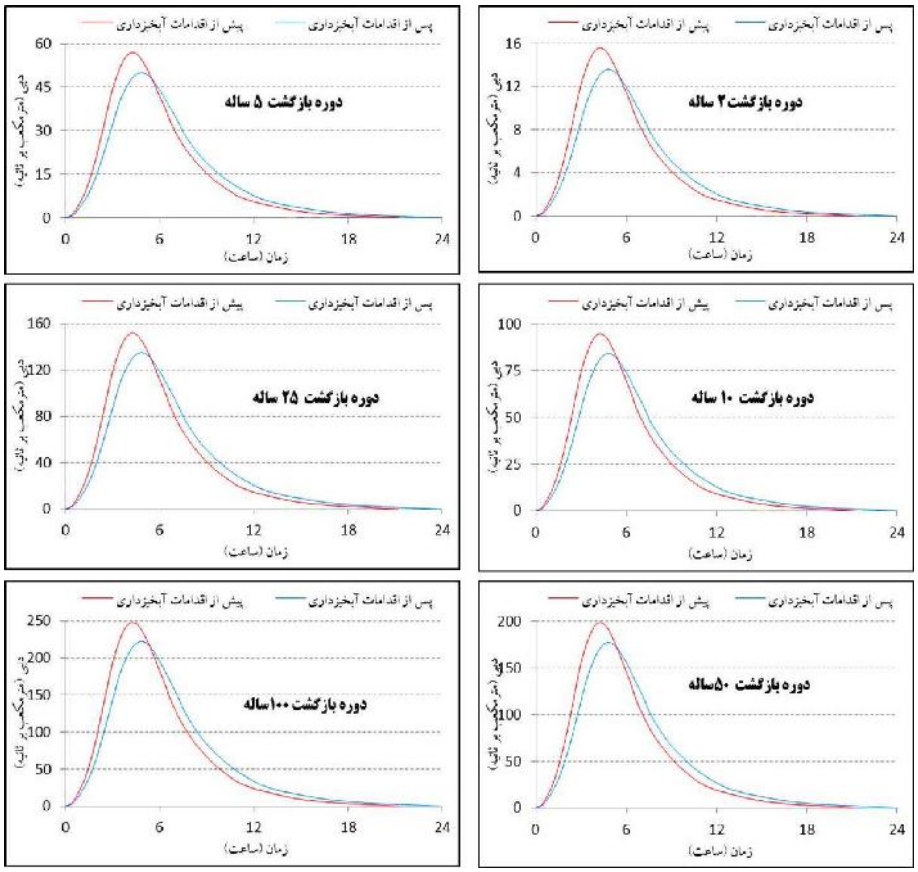
زیرحوزه	مساحت (کیلومترمربع)	درصد کاهش دبی سیلابی (دوره بازگشت‌های مختلف)					
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱۶۲۴۱۲۱	۷۶۳/۳	۱/۷۴	۰/۴۶	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۲
۱۶۲۴۱۱۰	۴۵۲/۷	۳/۲۰	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳
۱۶۲۴۲۱۰	۷۴/۷	۱/۱۹	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۴۳	۰/۲۳	۰/۱۰
۱۶۲۴۲۰-int	۶۶۵/۳	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۱
۱۶۲۲۱۲۲	۳۳۷/۵	۸/۳۳	۱/۶۰	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۸
۱۶۲۲۱۲۱	۱۵۰/۴	---	۶/۹۰	۳/۰۰	۱/۸۱	۱/۵۲	۱/۴۰
۱۶۲۲۱۲-int	۴۳۵/۴	۲/۰۴	۰/۷۶	۰/۵۸	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۳۲
۱۶۲۲۱۱۱	۳۴۳/۴	۶/۰۰	۱/۲۷	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۴
۱۶۲۳۰۲۱	۱۳۷/۵	۱/۲۱	۰/۶۶	۰/۵۰	۰/۳۹	۰/۳۳	۰/۲۹
۱۶۲۳۰۲۲	۴۸/۱	۲/۱۵	۱/۳۳	۱/۰۶	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۶۲
۱۶۲۳۰۲۴	۶۰/۸	۱/۳۶	۱/۰۵	۰/۸۵	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۵۷
۱۶۲۳۰۲۳	۴۴/۸	۲/۱۷	۱/۴۰	۱/۰۵	۰/۸۳	۰/۷۶	۰/۶۳
۱۶۲۳۰۲–int	۱۰۷/۲	۱/۶۱	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵
۱۶۲۳۰۳۰	۴۰۰/۱	۱/۹۶	۱/۲۵	۰/۸۴	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۱۵
۱۶۲۲۲۰۰	۱۷۰/۹	۱/۶۷	۰/۳۱	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۶	۰
۱۶۲۲۳۰۰	۴۲۳/۷	۲/۱۹	۰/۸۹	۰/۷۵	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۰۷
۱۶۲۳۰۱۰	۱۵۶/۸	۵/۵۶	۰/۴۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵

جدول۷- درصد کاهش حجم سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در زیرحوزه‌های مورد مطالعه- پس از اقدامات آبخیزداری

زیرحوزه	مساحت (کیلومترمربع)	درصد کاهش حجم سیلاب (دوره بازگشت‌های مختلف)					
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱۶۲۵۲۱۱	۱۸۰/۴	۲/۷۴	۱/۲۰	۰/۹۱	۰/۷۲	۰/۶۳	۰/۵۶
۱۶۲۵۲۱–int	۱۷۵/۸	۲/۴۲	۱/۱۵	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۵۵
۱۶۲۵۲۱۲	۱۲۹/۴	۳/۶۵	۱/۳۳	۰/۹۷	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۵۹
۱۶۲۵۲۲۰	۱۲۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۵۲۳۰	۱۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۵۱۱–int	۲۱۱/۸	---	۱/۹۹	۱/۲۴	۰/۸۹	۰/۷۴	۰/۶۶
۱۶۲۵۱۲۰	۱۳۵/۰۹	۲۸/۳۰	۵/۶۳	۳/۸۷	۲/۸۵	۲/۴۲	۲/۱۳
۱۶۲۵۲۰–int	۱۱۱/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۵۱۰–int	۹۴/۸	---	۱۳/۶۸	۸/۰۳	۵/۵۴	۴/۵۸	۳/۹۶
۱۶۲۵۳۲۰	۱۶۷/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۵۰۰–int	۱۶۴/۴	۵/۵۶	۱/۴۴	۱/۰۱	۰/۷۴	۰/۶۳	۰/۵۵
۱۶۲۴۲۲۰	۱۳۸/۹	۵/۸۶	۳/۰۲	۲/۳۵	۱/۸۸	۱/۶۵	۱/۴۸
۱۶۲۴۱۲۱	۷۶۳/۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳۷	۰/۰۲
۱۶۲۴۱۲۲	۱۰۲/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۴۱۱۰	۴۵۲/۷	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۲۰۷	۰/۱۲۷	۰/۱۱۸	۰/۱۱۳
۱۶۲۴۱۲–int	۱۶۷/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۴۲۱۰	۷۴/۷	۱/۶۴	۱/۰۸	۰/۸۹۹	۰/۷۴۴	۰/۶۶۱	۰/۵۹۷
۱۶۲۴۲۰-int	۶۶۵/۳	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳۹	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۰۷
۱۶۲۲۱۲۲	۳۳۷/۵	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۵۳	۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۳۵

زیرحوزه	مساحت (کیلومترمربع)	درصد کاهش حجم سیلاب (دوره بازگشت‌های مختلف)					
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱۶۲۲۱۲۱	۱۵۰/۴	---	۵/۴۷	۲/۹۸۰	۱/۷۶۷	۱/۳۷۷	۱/۱۷۳
۱۶۲۲۱۲–int	۴۳۵/۴	۲/۳۵	۰/۹۳	۰/۶۸۶	۰/۵۱۰	۰/۴۳۳	۰/۳۷۳
۱۶۲۲۱۱۱	۳۴۳/۴	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۸۳	۰/۰۷۵	۰/۰۷۱	۰/۰۶۸
۱۶۲۲۱۰–int	۲۳/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۳۰۲۱	۱۳۷/۵	۱/۲۸	۰/۷۶	۰/۵۷۰	۰/۴۴۰	۰/۳۹۶	۰/۳۴۹
۱۶۲۳۰۲۲	۴۸/۱	۲/۷۷	۱/۸۰	۱/۴۰۲	۱/۱۳۰	۱/۰۲۶	۰/۹۲۱
۱۶۲۳۰۲۴	۶۰/۸	۱/۶۳	۱/۱۰	۰/۸۷۹	۰/۷۲۴	۰/۶۳۱	۰/۶۰۳
۱۶۲۳۰۲۳	۴۴/۸	۲/۶۰	۱/۶۴	۱/۲۵۷	۱/۰۰۳	۰/۹۱۷	۰/۸۱۸
۱۶۲۳۰۲–int	۱۰۷/۲	۱/۶۹	۰/۲۸	۰/۱۴۷	۰/۰۸۸	۰/۰۷۶	۰/۰۶۰
۱۶۲۳۰۳۰	۴۰۰/۱	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۹۴	۰/۰۸۵	۰/۰۷۷
۱۶۲۲۲۰۰	۱۷۰/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۲۳۰۰	۴۲۳/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۲۴۰۰	۲۰۶/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۲۳۰۰–int	۱۲۱/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۲۲۰۰–int	۱۷۴/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲۳۰۱۰	۱۵۶/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰

پس از استخراج مقادیر دبی سیلاب، هیدروگراف سیلاب خروجی هر یک از زیرحوزه‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف در شرایط پیش و پس از اقدامات آبخیزداری تهیه شد. در اشکال زیر هیدروگراف‌های سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف برای زیر حوزه شماره ۱۶۲۴۲۲۰ در شرایط پیش و پس از اقدامات آبخیزداری نشان داده شده است.



شکل۶- مقایسه هیدروگراف سیلاب زیرحوزه ۱۶۲۴۲۲۰ برای رگبار با دوره بازگشت های ۲ تا ۱۰۰ سال در شرایط پیش و پس از اقدامات آبخیزداری

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، برای ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری بر روی زمان تمرکز و شماره منحنی حوزه و کاهش دبی پیک و حجم سیلاب، مدل HEC-HMS به کار گرفته شد. نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی و مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده و مشاهداتی بیانگر این است که مدل با تقریب قابل قبولی می‌تواند در شبیه‌سازی بارش- رواناب در حوزه مورد مطالعه به کار رود که خلاصه نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی در زیرحوزه بالادست ایستگاه هیدرومتری تمر که داده‌های رگبار و سیل همزمان موجود بوده است، در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸- مقایسه مقادیر هیدروگراف مشاهداتی و شبیه‌سازی شده

پارامتر	دبی پیک (مترمکعب بر ثانیه)		حجم (هزارمترمکعب)		اختلاف دبی پیک (درصد)	اختلاف حجم (درصد)
رخداد	مشاهده‌ای	شبیه‌سازی شده	مشاهده‌ای	شبیه‌سازی شده		
۱۳۸۵/۸/۶	۸۸/۱	۸۶/۱	۲۲۸۴/۵	۲۲۴۸	-۲/۳	-۱/۶
۱۳۸۵/۸/۱۷	۶۷/۷	۶۴	۲۱۷۸/۳	۱۹۰۲/۳	-۵/۵	-۱۲/۷

همچنین در مرحله آنالیز حساسیت که برای دو پارامتر شماره منحنی و زمان تأخیر صورت گرفت، پارامتر شماره منحنی با داشتن شیب بیشتر به عنوان پارامتر حساس تعیین گردید و برای واسنجی از آن استفاده شد.

برای اعتباریابی مدل از رخداد ۸۵/۸/۱۷ استفاده گردید که با به کار بردن شماره منحنی کالیبره شده، مدل اجرا گردید و نتایج در محدوده ۲۰ درصد خطای مجاز مدل قرار گرفت.

در حوزه مورد مطالعه و در بازدیدهای صحرایی، مشخص گردید که متأسفانه برخی از سازه‌های احداث شده تخریب گردیده است و البته چندین سازه هم از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد از رسوبات پر شده است که بیانگر تثبیت و جلوگیری از فرسایش و همچنین مهار رسوب در آن محدوده می‌باشد.

تأثیر سازه‌ها بر روی دبی پیک سیلاب از طریق تغییر شیب ناشی از رسوب‌گذاری در قسمت سرآب سازه‌ها و بدنبال آن تغییر در زمان تمرکز مشخص گردید. نتایج نشان‌دهنده تأثیر کم سازه‌ها در افزایش زمان تمرکز و در نتیجه کاهش دبی است که کم‌ترین میزان تغییر زمان تمرکز در زیرحوزه‌های ۱۶۲۳۰۱۰، ۱۶۲۲۱۲-int و ۱۶۲۴۲۲۰ به میزان یک دقیقه می‌باشد و بیش‌ترین میزان در زیرحوزه‌های ۱۶۲۵۳۲۰، ۱۶۲۵۳۱۰ و int-۱۶۲۵۲۱ به‌ترتیب به میزان ۴۱، ۳۹ و ۳۹ دقیقه می‌باشد.

از لحاظ تأثیر اقدامات بیولوژیکی نیز باتوجه به بازدیدهای صحرایی و همچنین اطلاعات اخذ شده مشخص گردید که اقدامات بیولوژیکی انجام شده در حوزه مورد مطالعه نسبت به وسعت آن بسیار ناچیز بوده و به

همین سبب تأثیر آن در کاهش دبی پیک سیلابی و حجم آن نیز بسیار کم می‌باشد که در بیشتر زیرحوزه‌های مطالعاتی اقدامات بیولوژیکی صورت نگرفته است و در زیرحوزه‌هایی هم که انجام شده، در سطح بسیار کمی صورت پذیرفته و بیشینه تأثیر آن در بهبود شرایط هیدرولوژیکی و کاهش شماره منحنی در زیرحوزه int-۱۶۲۵۱۰ به میزان ۰/۴۴ بوده است.

پس از بررسی و تجزیه و تحلیل تأثیر عملیات آبخیزداری بر معیارهای ارزیابی مشاهده گردید که با افزایش دوره بازگشت، میزان تأثیر اقدامات بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب کاهش یافته است و بیش‌ترین تأثیر در دوره بازگشت‌های پایین (۲ تا ۱۰ سال) بوده است.

نتایج این تحقیق که بیانگر تأثیر مثبت اقدامات آبخیزداری در کاهش دبی پیک سیلاب در حوزه بالادست سد وشمگیر می باشد با نتایج حاصل از تحقیق نبی پور و همکاران (۱۳۹۳)، یلدرمی و همکاران (۱۳۹۲)، آذری و همکاران (۱۳۹۰)، صادقی و همکاران (۱۳۸۳) همخوانی دارد (۱۱، ۱۹، ۲ و ۱۵). دهقانی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که وجود دوره آماری کوتاه چند ساله مربوط قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری نمی‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی عمکرد اقدامات آبخیزداری باشد که در تحقیق حاضر نیز این مسئله یکی از مشکلات تحقیق بوده و لذا تداوم پایش در راستای دستیابی به آمار طولانی‌مدت و بررسی عملکرد درازمدت اقدامات آبخیزداری در منطقه مورد مطالعه توصیه می‌گردد (۴). همچنین انجام تحقیق مشابه در سایر حوزه-های آبخیز کشور با گستردگی بیشتر اقدامات و اهداف با روش‌های موجود و حتی روش‌های کیفی تأکید می‌گردد.

نقش عملیات بیولوژیک آبخیزداری از قبیل مرتع‌کاری، نهال‌کاری، اصلاح مراتع، کپه‌کاری، درخت‌کاری، بذرکاری با تأثیر مثبت بر روی مدیریت کاربری اراضی و از طرفی شماره منحنی حوزه می‌تواند نقش مؤثری در کاهش حجم رواناب برای حوزه‌های پایین دست داشته باشد که با نتایج تحقیق غفاری و همکاران (۱۳۹۲)، براتی و همکاران (۱۳۹۰)، سلیمانی و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی دارد (۶، ۳ و ۱۶).

References

1. Abbasi, M., Khairkhah Zarkhakh, M., Hosseini, M., Mohseni Saravi, M., & M. Rohani, 2009, Assessment of Watersheds Technical proceedings using the HEC-HMS Model (Case Study: Tehran Province Branch), Final report of the research project, Soil Conservation and Watershed Management Institute, Educational Research Organization and Agriculture emitting, 250 p.
2. Azari, M., Sadeghi, S.H.R. & Telvari, A., 2011. Evaluation of the Effect of Watershed Management on Flood Using the combination of HEC-HMS and HEC-RAS models in the GIS, Iran-Watershed Management Science & Engineering Journal, 5(15): 69-72.
3. Barati, S., & B. Raigani, 2011. Investigating the Effect of Land Use Change on Runoff with Using Curve Number Method (Case Study: Ghaleh Shahrokh Basin), 7th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran. April 27-28. Isfahan University of Technology.
4. Dehghani, N., Jamali, A., & M., Hasanzadeh, 2013, Investigation of Watershed Effects on Flood Reduction Using HEC-HMS Model (Case Study: Tesjordan Watershed), 2nd International Conference on Plant, Water, Soil and Weather Modeling, Kerman University, May 8.
5. Evrard, O., Persoons, E., Vandaele, K., & B.V. Wesemae, 2007. Effectiveness of erosion mitigation measures to prevent muddy floods: a case study in the Belgian loam belt. Agric. Ecosys Journal, 118(4): 149-158.
6. Ghaffari, F., & A. Jamali, 2013, Assessment of Watershed Biological proceedings in Reducing Flood Peak Using HEC-HMS Model in Dehgin Basin of Hormozgan Province, 9th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran. October 25. Yazd University.
7. Golrang, B. M., Lai, F.S., Sadeghi, S., & H. Khamurudin, 2013. Assessment of Watershed Management Implemented on Springily Peak Flood Discharge and Flood Volume, Using HEC-HMS Model (Case study: Kushk Abad sub-basin in Iran). Science and Nature Journal, 2(2): 59-64.
8. He, C., 2003. Integration of geographic information systems and simulation model for watershed management, Environmental Modelling & Software. 18: 809–813.
9. Kalhor, M., 2007, Assessment of Technical-economic of watershed management projects in Jajroud Basin. Thesis of Watershed Management, Tehran University, Department of natural resources, 180 p.
10. Magilligan, F. J., & K. H. Nislow, 2005. Changes in hydrologic regime by dams. Journal of Geomorphology, 71(8): 61-78.
11. Nabi Pour, Y., Vafakhah, M., & H. Moradi, 2014, Effect of Watershed Management operation on Flood characteristics, Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 18 (67): 199-212.
12. Naef, F., Scherrer, S., & M. Weiler, 2002. A process based assessment of the potential to reduce flood run of by land use change. Journal of Hydrology. 267(1-2): 74-79.
13. Radwan, A., 1999. Flood analysis and mitigation for an area in Jordan. Journal of water resources and management. 125(3):170-177.
14. Sadeghi, H., Sharifi, F., Frootan. A., & M. Rezaei, 2004, Quantitative Assessment of Watershed proceedings (Case Study: Karsar Watershed Basin), Journal of Research and Development in Natural Resources, 65 (2): 96-102.
15. Sadeghi, S.H.R., Frootan, E., & F. Sharifi, 2006. Performance Evaluation of Watershed Management Measures using Qualitative Method (Case Study: Part of Kan Watershed, Iran). Geographical Research. 79(4):37-47.

16. Soleimani, F., El-Kathir, A., Arsham, A. & F. Sosnager, 2011 Evaluation of performance biological operation of watershed management projects in the Karoon area Case study of Khersan valley watershed Masjed Soleiman. 7th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran. April 27-28. Isfahan University of Technology.
17. Tajiki, M., 2007. Evaluation of the Effect of Watershed Management on Flooding and Sedimentation (Case Study of Ramian Watershed), Thesis of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 125 p.
18. Teymouri, M., & M., Omrani, 2010, Investigating the Performance of Watershed Projects (Case Study: Keshir Watershed). 6th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran. April 26-27. Tarbiat Modares University.
19. Yaldarmi, A., M. Dashti, 2013, Quantitative Assessment of Watershed proceedings (Case Study: Ekbatan Dam Watershed Basin), Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 23 (7): 63-66.
20. Yoshikawa, N., Nagao, N., & S. Misawa, 2009. Evaluation of the flood mitigation effect of a paddy field dam project. Agric. Water Manage Journal. 97(2): 186-197.