

## ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری در کاهش سیلاب حوضه دادآباد

رضا چمن‌پیرا<sup>۱\*</sup> و محمد روغنی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران و <sup>۲</sup> استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۰

### چکیده

مقوله ارزیابی، یکی از ارکان اساسی اجرای پروژه‌ها بوده، که به‌عنوان ابزاری برای بررسی میزان اثربخشی آن‌ها به‌شمار می‌رود. انجام این مهم به‌خصوص در رابطه با اقدامات آبخیزداری، مستلزم ارزیابی پروژه در قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری است. در حوضه‌هایی که ارزیابی قبل از اجرا انجام نشده است، کار ارزیابی با مشکل مواجه می‌شود. روش عملی در برطرف نمودن این مسئله شبیه‌سازی حوضه با استفاده از مدل‌های ریاضی است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر حوضچه‌های ذخیره آب بر روی تغییر رفتار حوضه در کاهش سیلاب و سیل‌خیزی حوضه دادآباد صورت گرفت. روش کار در گام نخست بر اساس نقشه‌برداری و بررسی حجم عملیات سازه‌های اجرا شده، و آگاهی از تعداد، وضعیت و مشخصات آن‌ها می‌باشد. در مرحله بعد با استفاده از مدل ریاضی HEC-HMS نسبت به برآورد سیلاب اقدام شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده نشان داد، مدل از کارایی لازم برای شبیه‌سازی حوضه دادآباد برخوردار بوده و به پارامترهای شماره منحنی و تلفات اولیه حساسیت زیادی دارد. با محاسبه حجم مخازن، قابلیت آن‌ها در ذخیره‌سازی رواناب و سیلاب و کاهش خطر سیلاب برای اراضی پایین دست مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تعیین پاسخ حوضه در مقابل رگبارهای طرح، با اعمال تغییرات ایجاد شده در ورودی‌های مدل، اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای دوره بازگشت‌های دو، پنج، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری شد. نتایج نشان داد که در دوره بازگشت‌های پایین، حوضچه‌های ذخیره آب، از توانایی لازم برای ذخیره‌سازی رواناب و کاهش دبی اوج سیلاب برخوردارند، اما با افزایش دوره بازگشت، نقش این اقدامات در مهار سیلاب و کاهش دبی اوج کاهش می‌یابد. حوضچه‌های احداث شده در مجموع قادرند روانابی با ارتفاع ۱۳/۱۲ میلی‌متر معادل ۲۳۶۶۴۵ مترمکعب را ذخیره و کنترل نمایند.

واژه‌های کلیدی: اثربخشی، حوضچه ذخیره آب، سیل‌خیزی، کنترل سیلاب، مدل ریاضی HEC-HMS

### مقدمه

تامین نیازهای آبی خود به بهره‌برداری از عرصه‌های منابع طبیعی روی آوردند. این بهره‌برداری‌ها در بیشتر موارد چنان سریع، نامعقول و منفعت طلبانه بود که باعث برهم زدن نظم و تعادل سیستمی حوضه‌های

در سال‌های اخیر رشد روز افزون جمعیت و رویکرد جوامع بشری به الگوهای مصرف‌گرایانه، نیاز به آب و مواد غذایی را دو چندان نمود. انسان‌ها برای

آبخیز شد. بهره‌برداری از این منابع، بدون توجه به توان طبیعی آن‌ها سبب پسرفت و کاهش نفوذپذیری خاک، زوال پوشش گیاهی، افزایش سیل، تشدید فرسایش، رسوب‌گذاری در پایین‌دست، وقوع خشکسالی‌های مکرر، کاهش توان تولید، هدر رفت بخش قابل ملاحظه‌ای از سرمایه‌های طبیعی و بروز مشکلات و مسائل اقتصادی و اجتماعی شد. بروز چنین مشکلاتی باعث شکل‌گیری نهادهای و سازمان‌های دولتی و غیردولتی به‌منظور جلوگیری از روند تخریب عرصه‌های منابع طبیعی در سراسر دنیا شد. در کشور ما توجه به مسائل مربوط به کنترل رواناب و جلوگیری از فرسایش به چند دهه اخیر بر می‌گردد. امروزه در ایران خطرات ناشی از وقوع سیلاب و فرسایش خاک بیشتر احساس می‌شود.

برای رفع این معضلات تلاش‌های مختلفی در سال‌های اخیر صورت گرفت. اجرای عملیات آبخیزداری در بخش‌های وسیعی از کشور با هدف نفوذ رواناب، کاهش دبی اوج سیلاب و جلوگیری از رسوب‌گذاری در پشت سدها از جمله این تلاش‌ها است.

از آنجایی که اقدامات آبخیزداری در سطح گسترده در کشور دارای سابقه طولانی نمی‌باشد از این‌رو ارزیابی کمی از نتایج اقدامات به عمل آمده نیز چندان مورد توجه نبوده و روش‌های مشخصی نیز به این منظور ارائه نشده است. این در حالی است که ارزیابی طرح‌های آبخیزداری به‌منظور تجزیه و تحلیل عملکرد اقدامات و تدوین راه‌کارهای اصولی یکی از نیازهای اساسی این زمینه است. بنابراین ضرورت دارد، روش‌های کمی مناسب برای ارزیابی عملکرد اقدامات مورد بحث شناسایی و استفاده شود (Rajora, ۱۹۹۸). بررسی کمی منحنی جرم مضاعف، میانگین متحرک، منحنی تداوم جریان و رژیم هیدرولوژیکی در حوضه کشار نشان داد، عملکرد اقدامات آبخیزداری دارای تاثیر مثبت است (Sadeghi و همکاران، ۲۰۰۳). در تحقیقی با عنوان بررسی عملکرد پروژه‌های آبخیزداری مطالعه حوزه آبخیز کلیدر نقش عملیات مکانیکی و بیولوژیکی در کنترل سیل مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بیانگر کاهش دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف در اثر عملیات مزبور و نقش

مثبت این عملیات در افزایش پوشش گیاهی و حفاظت خاک بوده است (Teimouri و Omrani, ۲۰۱۰). آبخیزداری و مدیریت کاربری اراضی در واقع ضمن ارائه راه‌کارهای موثر در استفاده از منابع حوضه، نقش مهمی در پیشگیری از بروز سیلاب و هدررفت رواناب‌ها را بر عهده دارد. بر این اساس، اجرای عملیات آبخیزداری خصوصاً در سرشاخه‌ها، موجبات نفوذ رواناب و کاهش دبی اوج سیلاب را فراهم خواهد نمود. گرچه بنا بر عقیده بسیاری از متخصصان، نقش آبخیزداری و مدیریت کاربری اراضی برای رویدادهای بارش با دوره بازگشت کم کارساز شناخته شده است، ولی در کاهش رویدادهای بزرگ به‌خصوص در مورد سیلاب‌های ناشی از ذوب برف نیز موثر می‌باشد (Abbasi و همکاران، ۲۰۰۹). همه ساله در کشور ما، من جمله در استان لرستان هزینه‌های زیادی صرف اجرای پروژه‌های آبخیزداری می‌شود. مسلماً اجرای مراحل مختلف پایش و ارزیابی پروژه‌های اجرا شده به‌منظور سنجش میزان کارایی و اثربخشی فعالیت‌های انجام شده از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. بعضاً اقدامات آبخیزداری انجام شده بدون مطالعه و ارزیابی اولیه بوده، و چون برای ارزیابی، شرایط قبل از اجرا مورد نیاز می‌باشد، لذا عملاً کار ارزیابی با مشکل مواجه می‌شود. استفاده از مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی، امکان بررسی و مطالعه غیرمستقیم رفتارهای هیدرولوژیکی حوضه‌ها را برای کارشناسان فراهم نموده و قادرند مشکلات فوق را تا حد زیادی برطرف نمایند. مدل‌های ریاضی و رایانه‌ای پیشرفته به‌عنوان ابزارهایی کار آمد، با ظرفیت‌های قابل ملاحظه قادرند خدمات زیادی به مدیران برای تصمیم‌گیری‌های چند منظوره ارائه دهند (Todd, ۱۹۸۰). با توجه به کاربرد نتایج شبیه‌سازی مدل‌های هیدرولوژیکی در توسعه منابع آب و خاک و تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت حوزه‌های آبخیز و استفاده از آن‌ها به‌منظور مطالعه هیدرولوژی حوضه‌ها، کاربرد آن‌ها در این زمینه سودمند می‌باشد (Sahoo و همکاران، ۲۰۰۶). هدف از اجرای این تحقیق بررسی و ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری در بهبود ذخیره رواناب‌ها و کاهش سیل‌خیزی در حوزه آبخیز دادآباد لرستان است. در این تحقیق به‌طور مشخص از نرم‌افزار

مناسب برای مدل‌سازی بارش-رواناب در مناطق نیمه-مرطوب و نیمه‌خشک می‌باشد (Hua Jin و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین، محاسبه حجم رواناب با استفاده از مدل HEC-HMS در غرب غنا نشان داد، این مدل قادر است حجم رواناب ناشی از بارندگی‌ها را به خوبی محاسبات نموده و شرایط مناسبی برای مدیریت سیل و جلوگیری از هدررفت آب که منجر به کمبود آب در فصول خشک می‌شود را فراهم می‌نماید (Yaw Danquah و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه حوضه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری، واسنجی مدل HEC-HMS با استفاده از ضریب تلفات اولیه هیدرولوژیکی و رابطه SCS، برای شش زیرحوضه به ترتیب با مقادیر ۰/۱۶، ۰/۱۹، ۰/۱۳، ۰/۱۳، ۰/۱۳ و ۰/۱۵ کارایی مدل در خصوص دبی اوج، حجم سیلاب، زمان رسیدن به دبی اوج و شکل کلی هیدروگراف تأیید شد (Badri و همکاران، ۲۰۱۶).

استفاده از این مدل مبنای کار سایر پژوهشگران از جمله James و همکاران (۲۰۱۰) در حوضه‌های میسایبی و وانان چین، Jinkang و همکاران (۲۰۱۲) در حوضه رودخانه کین‌هوآی استان جی‌یانگ‌سو، Halwatura و Najim (۲۰۱۳) در حوضه رودخانه اوپا در غرب سریلانکا، Moradinezhad و همکاران (۲۰۱۵) در جنگل خیرو، Narayan (۲۰۱۵) در حوضه رودخانه گانداکی نیپال بوده است.

شناخت روابط بین بارش و رواناب نقش حیاتی در مدیریت و کنترل سیل دارد. با توجه به این‌که حوضه دادآباد کوهستانی و سیل‌خیز بوده و تغییر کاربری اراضی در سال‌های اخیر رواناب حوضه را تشدید نموده است، این تحقیق با هدف شناخت روابط بین بارش و رواناب با استفاده از نتایج حاصل از شبیه‌سازی حوضه و تأثیر عملیات آبخیزداری در کاهش سیلاب انجام شد.

### مواد و روش‌ها

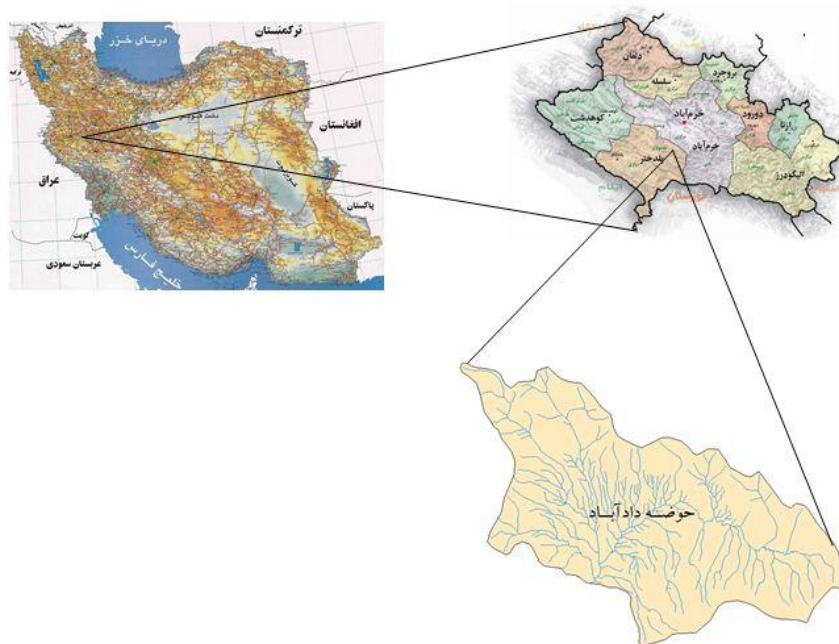
**منطقه مورد پژوهش:** حوضه دادآباد، با چهار زیرحوضه و مساحت ۱۸ کیلومتر مربع، دارای متوسط بارندگی ۵۱۰ میلی‌متر است، که در ۴۰ کیلومتری جنوب شهرستان خرم آباد قرار دارد. اقدامات آبخیزداری این حوضه شامل ۳۰ حوضچه ذخیره آب

ArcGIS و مدل ریاضی HEC-HMS استفاده شد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری قوی و توانا در ایجاد بانک اطلاعاتی در رابطه با مدیریت منابع آب حوضه‌ها محسوب می‌شود. از این سیستم در بررسی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخمین مشخصات فیزیکی حوضه‌ها، بررسی‌های کمی و کیفی منابع آب سطحی نظیر تخمین رواناب ناشی از بارش و تهیه نقشه‌های پهنه سیلاب، بررسی شرایط هیدرولیکی جریان آب در آبخوان‌ها، تخصیص منابع و تعیین مسیرهای بهینه استفاده می‌شود. در زمینه مطالعات کنترل سیلاب می‌توان به تخمین اثرات تغییر در کاربری اراضی، اصلاح و به هنگام‌سازی نقشه‌های موجود بر اساس تصاویر ماهواره‌ای جدید و در نظر گرفتن اطلاعات به شکلی گسترده در حوضه‌های آبخیز استفاده نمود. مدل HEC-HMS در حوضه‌های کوهستانی نتایج خوبی را ارائه می‌نماید (Abbasi و همکاران، ۲۰۰۹). مدل یاد شده تحت آزمون‌های مختلفی قرار گرفته و مورد تایید مراجع رسمی کشور آمریکا می‌باشد. در کشور ایران نیز توانایی این مدل در شبیه‌سازی حوضه‌های دیگر نظیر پارس جنوبی، خرم آباد و ... مورد ارزیابی و تایید قرار گرفته است (Nassiri Moghadam، ۲۰۰۴). در مطالعه دیگری اثر عملیات آبخیزداری بر زمان پیش هشدار حوضه گلابدره دربند با استفاده از مدل HEC-HMS مورد ارزیابی قرار گرفت که نشان داد، تغییر کاربری اراضی ناشی از عملیات آبخیزداری منجر به افزایش زمان پیش هشدار سیل در دوره بازگشت‌های مختلف شده است و با افزایش دوره بازگشت مدت زمان هشدار سیل کاهش می‌یابد (Banihabib و Arabi، ۲۰۱۳).

حشمت‌پور نیز به بررسی عملکرد عملیات آبخیزداری در کنترل سیلاب حوضه آبخیز غار محله در استان گلستان پرداخته است. ایشان دبی اوج سیلاب‌های دو، پنج، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله را برای ارزیابی استفاده نمود و نقش اقدامات افزایش پوشش گیاهی، عملیات مکانیکی و سازه‌ای بر آن را موثر دانست (Heshmatpour، ۲۰۰۲). مقایسه داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در حوضه رودخانه جی‌یانگ شمال چین نشان داد، مدل HEC-HMS ابزاری

۲۶' ۱۳" ۴۸° طول شرقی و ۴۳' ۱۷" ۳۳° تا ۲۸' ۲۰" ۳۳° عرض شمالی واقع شده است.

باران با حجم کل آبیگری ۲۳۶۶۴۵ مترمکعب می‌باشد. حوضه دادآباد در حد فاصل ۴۷' ۰۸" ۴۸° تا



شکل ۱- موقعیت منطقه در کشور و استان لرستان

پیش از اقدامات آبخیزداری حوزه آبخیز دادآباد استفاده شد. نقشه شماره منحنی (CN) حوضه، از تلفیق نقشه‌های پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی حاصل از مطالعات تفصیلی-اجرایی مدیریت آبخیزداری و اطلاعات سنجنده لندست (ETM<sup>+</sup>), جداول استاندارد SCS, تصاویر ماهواره‌ای Google Earth, بازدیدهای مکرر میدانی و استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS و ILWIS تهیه شد. برای برآورد زمان تمرکز و زمان تأخیر حوضه از روش کریپچ و برای روندیابی جریان بازه‌ها از روش زمان تأخیر استفاده شد. جهت ارزیابی و بررسی صحت ضرایب و پارامترهای به‌کار برده شده در واسنجی مدل‌های هیدرولوژیک تعدادی واقعه مورد نیاز است (Neshat و Sadeghi, ۲۰۰۶). با انتخاب پنج واقعه بارش-رواناب هم‌زمان از بین وقایع مختلف ایستگاه‌های باران-سنجی و هیدرومتری واقع در خروجی حوضه دادآباد، واسنجی مدل صورت پذیرفت. برای محاسبه دوره بازگشت‌های دو، پنج، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال، از آمار رگبارهای ایستگاه خرم‌آباد، بر اساس ارقام مشاهداتی سال‌های (۱۳۸۱-۱۳۴۸) و

**روش پژوهش:** برای شبیه‌سازی سیلاب حوضه دادآباد، از مدل ریاضی<sup>۱</sup> HEC-HMS استفاده شد. این مدل که حوضه را به‌عنوان یک سیستم یکپارچه<sup>۲</sup> با مؤلفه‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نمایش می‌دهد قادر است، پاسخ رواناب سطحی یک حوضه را نسبت به بارندگی معین شبیه‌سازی نماید. مدل فوق قابلیت تحلیل ذخایر آبی و هیدرولوژی سیلاب و رواناب حوضه‌های طبیعی و شهری را دارا می‌باشد. یکی از دلایل عمده انتخاب این مدل کوهستانی بودن حوضه دادآباد است، زیرا مدل مذکور در حوضه‌های کوهستانی نتایج خوبی را ارائه می‌نماید. اجزاء مدل شامل؛ مدل فیزیکی حوضه، داده‌های هواشناسی، کنترل مشخصات زمانی داده‌ها، سری‌های زمانی و داده‌های زوجی می‌باشد. ابتدا ویژگی‌های فیزیکی و مختصات مکانی، اقدامات آبخیزداری حوضه بررسی، و به مدل معرفی شد. به‌منظور تبدیل بارش به رواناب از روش SCS و محاسبه شماره منحنی برای شرایط

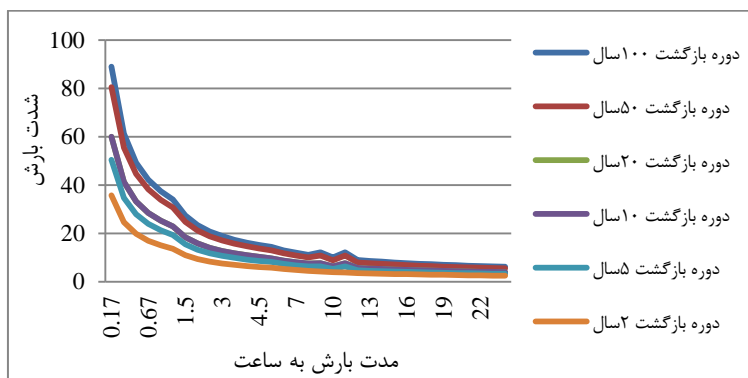
<sup>1</sup> Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System

<sup>2</sup> Lumped

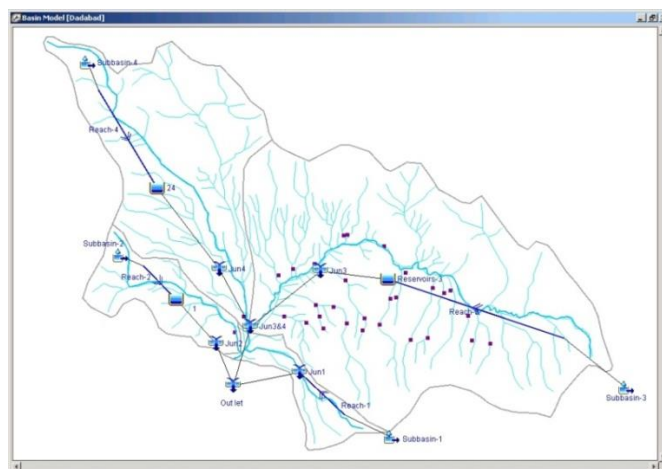
ارتفاع در قسمت داده‌های زوجی ترسیم شد. با استفاده از اطلاعات و داده‌های ثبت شده، مدل هیدرولوژیکی حوضه تهیه شد. مدل حوضه شامل پارامترها و اطلاعات مرتبط با عناصر هیدرولوژیکی است. این عناصر شامل بازه‌های روندیابی، محل اتصال یا مقاطع هیدرولوژیکی، مخازن یا حوضچه‌های ذخیره آب می‌باشند (شکل ۳).

فرمول تجربی (۱) (Lashani, ۱۹۹۷) استفاده شد که در آن  $P_{24}$  بارش حداکثر ۲۴ ساعته،  $a$  و  $b$  ضرائب معادله برای دوره بازگشت‌های مشخص و  $H$  ارتفاع باران‌نگار حوضه دادآباد از سطح دریا است (شکل ۲).

(۱)  $P_{24} = a + bH$   
به‌منظور برآورد حجم رواناب ذخیره شده در مخزن سازه‌ها، نقشه‌برداری مخازن انجام، و نمودارهای حجم-



شکل ۲- منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی حوضه دادآباد



شکل ۳- مدل هیدرولوژیکی حوضه دادآباد

حوضچه‌ها در مدل) و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری (با اعمال حوضچه‌ها در مدل) انجام شد و نتایج حاصل از آن در رابطه با تأثیر عملیات بر کاهش سیلاب تجزیه و تحلیل شد.

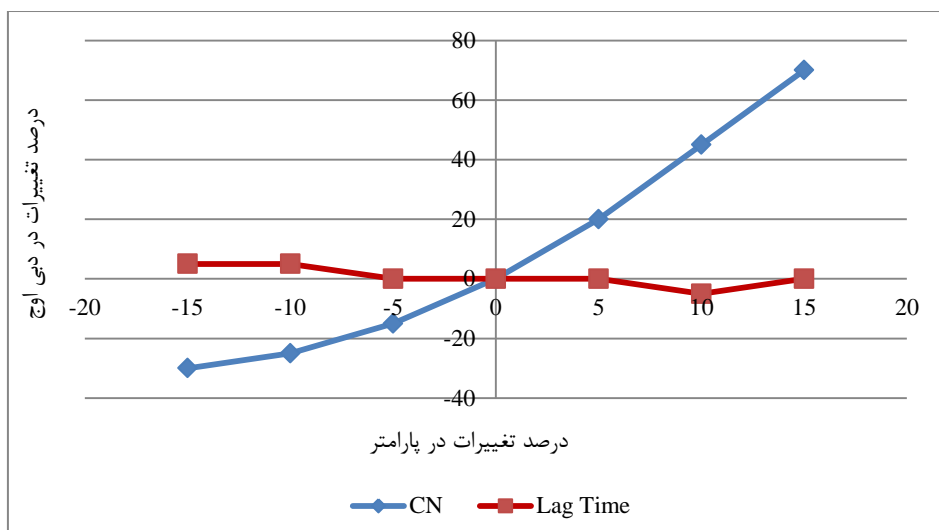
### نتایج و بحث

به منظور اجرا و واسنجی مدل HEC-HMS ویژگی‌های حوضه دادآباد، به‌خصوص تلفات اولیه، شماره منحنی و زمان تاخیر محاسبه شد. پس از ورود

به‌منظور واسنجی مدل، عوامل تلفات اولیه، CN و زمان تأخیر به‌عنوان متغیر انتخاب شدند و مدل برای شبیه‌سازی و برآورد سیلاب آماده شد. سپس حساسیت مدل نسبت به عوامل فوق‌الذکر بررسی شد. بعد از هر واقعه بارندگی، تعداد سازه‌های آبرگیری شده، تعیین شد و ضریب رواناب در هر یک از زیرحوضه‌ها برای به‌کارگیری در مدل محاسبه شد. در نهایت شبیه‌سازی بارش-رواناب با دوره بازگشت‌های دو، پنج، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال در شرایط قبل (بدون اعمال

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اختلاف CN اولیه و نهایی برای کل حوضه ۱/۳ درصد است، که نشان‌دهنده کارایی مدل برای شبیه‌سازی حوضه می‌باشد (شکل ۵). پس از هر بار اجراء هیدروگراف شبیه‌سازی شده با هیدروگراف مشاهده‌ای در وقایع مختلف حوضه، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت (جدول ۲).

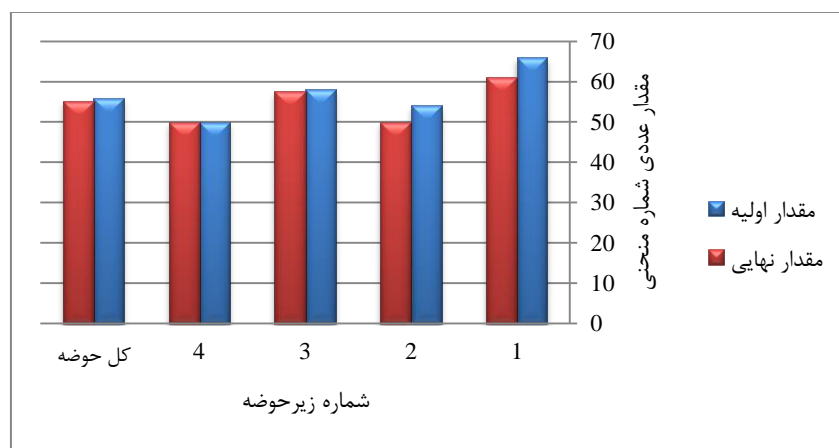
اطلاعات، و ثبت مختصات جغرافیایی حوضچه‌ها، مدل اجرا شد. با توجه به این‌که مقادیر تلفات اولیه و CN به یکدیگر وابسته می‌باشند، بنابراین، دو عامل زمان تأخیر و CN برای واسنجی مدل، انتخاب شدند. با ایجاد تغییر در این پارامترها، مشخص شد که مدل نسبت به CN حساس‌تر است. بنابراین، پارامتر CN برای واسنجی در نظر گرفته شد، و با تغییر مقادیر آن مدل واسنجی شد (شکل ۴).



شکل ۴- منحنی آنالیز حساسیت مدل به ازای تغییرات CN و زمان تأخیر

جدول ۱- مقادیر CN اولیه و نهایی حوضه دادآباد

شماره زیرحوضه	مساحت (ha)	مقدار اولیه CN	مقدار نهایی CN	اختلاف (%)	میانگین وزنی اختلاف (%)
۱	۸۲/۲	۶۶	۶۱	۵	۷/۸
۲	۱۳۵/۸	۵۴	۵۰	۴	۷/۶
۳	۱۰۷۷/۵	۵۸	۵۷/۶	۰/۴	۰/۶۹
۴	۵۰۹/۵	۵۰	۵۰	۰	۰
کل حوضه	۱۸۰۰	۵۵/۹۶	۵۵/۱۹	۰/۷۷	۱/۳



شکل ۵- مقادیر اولیه و نهایی شماره شماره منحنی (CN)

جدول ۲- نتایج حاصل از ثبت داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در رویدادهای مختلف

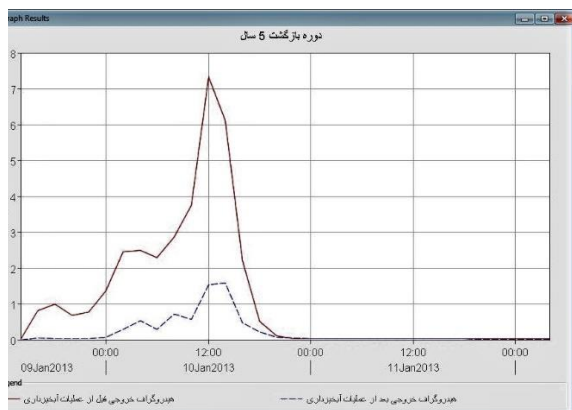
شماره رویداد	تاریخ رویداد	دبی اوج ( $m^3 s^{-1}$ )		حجم رواناب خروجی ( $1000 m^3$ )		اختلاف حجم رواناب خروجی ( $1000 m^3$ )
		مشاهداتی	شبیه‌سازی شده	مشاهداتی	شبیه‌سازی شده	
۱	۱۳۹۰/۰۸/۰۴	۰/۳	۰/۴	۱۸/۱۹	۱۷/۳	۰/۹
۲	۱۳۹۰/۰۸/۰۷	۰/۰۹	۰/۱	۳/۲۶	۳	۰/۳
۳	۱۳۹۰/۰۸/۱۴	۰/۱۵	۰/۲	۱۰/۷۱	۱۰/۵	۰/۲
۴	۱۳۹۰/۱۱/۱۱	۰/۱	۰/۱	۷/۳۵	۷/۳	۰
۵	۱۳۹۱/۱۱/۰۹	۲/۴	۰/۳	۱۳۴/۲	۱۳۴/۱	۰/۱

کاهش یافت (جدول ۳).

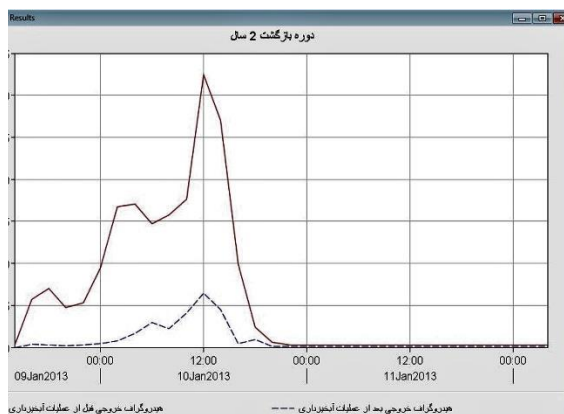
به‌منظور تعیین پاسخ حوضه در مقابل رگبارهای طرح، با اعمال تغییرات ایجاد شده در روی ورودی‌های مدل، اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای دوره بازگشت‌های دو، پنج، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری شد (شکل ۶ الی ۱۱).

سپس داده‌های هیدروگراف سیلاب‌های حوضه آبخیز دادآباد با دوره بازگشت‌های مختلف در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری استخراج شد (جدول ۳ و شکل ۱۲). تحلیل آماری نتایج داده‌های جدول ۳ با استفاده از روش همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که اجرای عملیات آبخیزداری در مقایسه با شرایط طبیعی (قبل از اجرا) از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد برخوردار بوده، که به معنای تأثیر قابل ملاحظه عملیات آبخیزداری در کاهش سیلاب حوضه دادآباد می‌باشد.

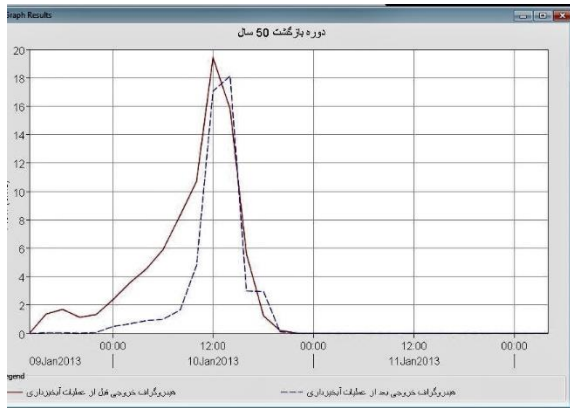
با توجه به قابلیت مدل و به‌دلیل آنکه هدف این پژوهش بررسی و ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری (حوضچه ذخیره آب) در تغییرات حجم و دبی اوج سیلاب حوضه می‌باشد، ابتدا حجم و دبی اوج سیلاب خروجی در هر واقعه بدون در نظر گرفتن حوضچه‌های ذخیره آب، شبیه‌سازی و سپس با در نظر گرفتن رواناب ذخیره شده در آن‌ها، حجم و دبی اوج سیلاب خروجی برآورد شد. در واقعه شماره ۵ که بیشترین رواناب را ایجاد نمود، ابتدا هیدروگراف مشاهده‌ای حوضه ترسیم شد، سپس داده‌های زوجی شامل دبی‌های ورودی حوضچه‌ها (مترمکعب بر ثانیه) و حجم رواناب ذخیره شده متناظر آن‌ها (مترمکعب) انتخاب، و داده‌های مربوطه ثبت، و مدل اجرا شد. در این واقعه ۱۱۷۹۰۰ مترمکعب رواناب در مخزن حوضچه‌ها ذخیره شد. با معرفی حوضچه‌ها به مدل و احتساب رواناب ذخیره شده در آن‌ها، دبی اوج و حجم رواناب خروجی به‌ترتیب از ۳/۲ به ۰/۶ مترمکعب بر ثانیه و از ۱۳۷۳۰۰ مترمکعب به ۱۹۴۰۰ مترمکعب



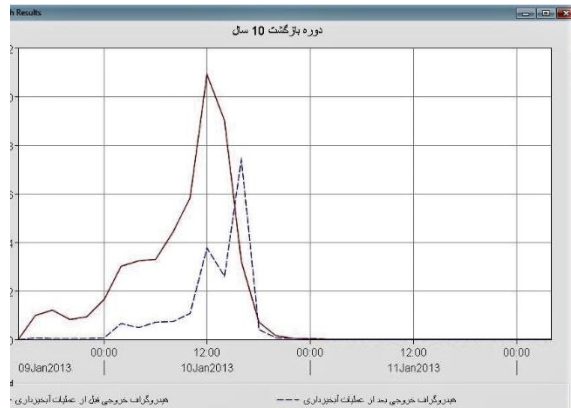
شکل ۷- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت پنج سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



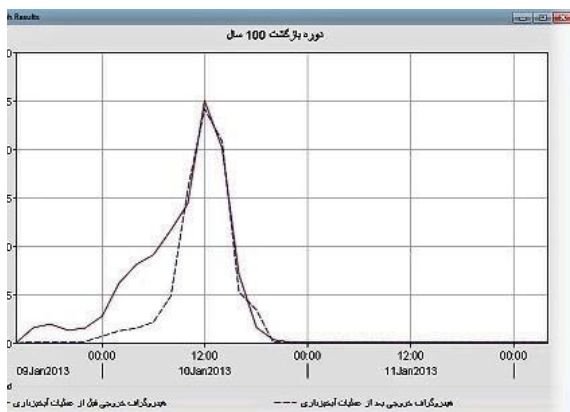
شکل ۶- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت دو سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



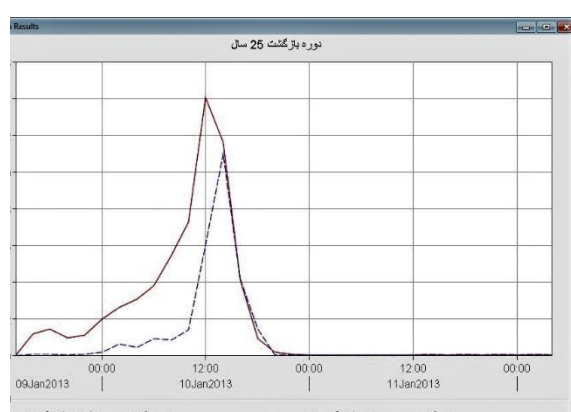
شکل ۱۰- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت ۵۰ سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



شکل ۸- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت ۱۰ سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



شکل ۱۱- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت ۱۰۰ سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



شکل ۹- مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت ۲۵ سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

جدول ۳- استخراج داده‌های هیدروگراف سیلاب های حوزه آبخیز دادآباد با دوره بازگشت های مختلف در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

دوره بازگشت	ارتفاع بارش (mm)	قبل از عملیات آبخیزداری		بعد از عملیات آبخیزداری		اختلاف		کاهش دبی اوج (%)	کاهش حجم رواناب (%)
		حجم (m <sup>3</sup> )	دبی اوج خروجی (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	حجم (m <sup>3</sup> )	دبی اوج خروجی (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	حجم (m <sup>3</sup> )	دبی اوج خروجی (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		
۲	۵۴/۴	۱۳۷/۳	۳/۲	۱۹/۴	۰/۶	۱۱۷/۹	۲/۶	۸۱/۲۵	۸۵/۸
۵	۷۷/۷	۲۵۲/۹	۷/۳	۴۸/۹	۱/۶	۲۰۴	۵/۷	۷۸	۸۰/۶
۱۰	۹۴/۱	۳۵۸/۷	۱۰/۹	۱۳۳/۱	۷/۴	۲۲۵/۶	۳/۵	۳۲	۶۳/۴
۲۵	۱۰۴/۲	۴۳۳	۱۴	۱۹۷/۹	۱۱	۲۳۵/۱	۳	۲۱/۴	۵۴/۳
۵۰	۱۲۵/۲	۶۰۲/۸	۱۹/۴	۳۶۹	۱۸/۱	۲۳۳/۸	۱/۳	۶/۷	۳۸/۸
۱۰۰	۱۴۸/۲	۸۱۰/۷	۲۴/۹	۵۷۹/۱	۲۴/۲	۲۳۱/۶	۰/۷	۲/۸	۲۸/۶

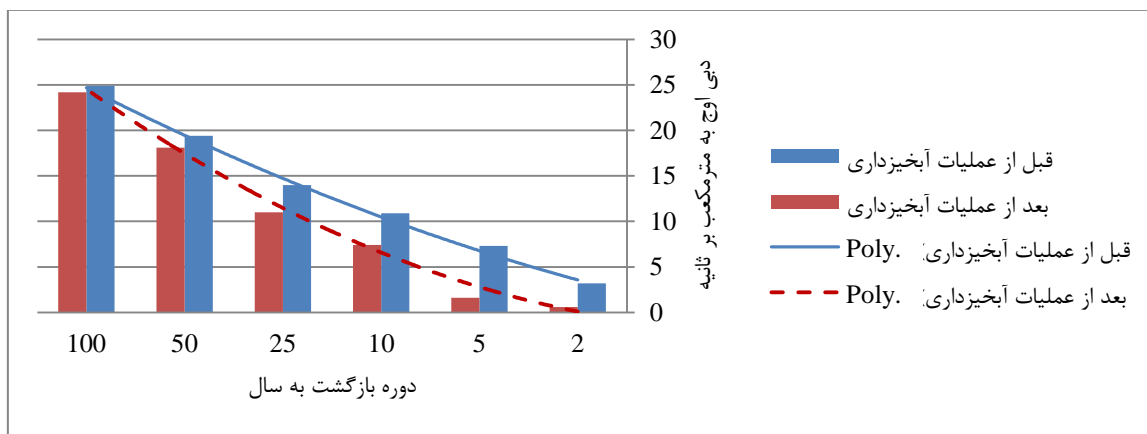
(شکل ۱۳). بررسی زیرحوضه‌ها در رخداد شماره ۵ با دوره بازگشت دو سال نشان داد، در زیرحوضه شماره یک، به دلیل عدم احداث حوضچه، حجم رواناب و دبی اوج بدون تغییر بوده و به ترتیب برابر با ۶۳۰۰ مترمکعب و ۰/۲ مترمکعب بر ثانیه است. در زیرحوضه شماره دو حجم کل رواناب ایجاد شده، با ۸۲ درصد

حجم عملیات آبخیزداری در هر یک از زیرحوضه‌ها، دبی خروجی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، تغییرات جریان ناشی از اجرای عملیات آبخیزداری، تأثیر عمده‌ای بر کاهش مقدار سیلاب حوضه نشان می‌دهد. میزان این تأثیر با افزایش دوره بازگشت و هم‌زمان با افزایش حجم سیلاب، افزایش می‌یابد



سیلاب قبل از اجرای عملیات آبخیزداری ۱/۹ مترمکعب بر ثانیه، و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری تقریباً به صفر رسید. در زیرحوضه شماره چهار حجم کل رواناب اندازه‌گیری شده معادل ۲۸۱۰۰ مترمکعب برآورد شد، که کل آن به‌وسیله حوضچه شماره چهار ذخیره شد. دبی اوج سیلاب هم از ۰/۶ مترمکعب بر ثانیه به صفر رسید (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

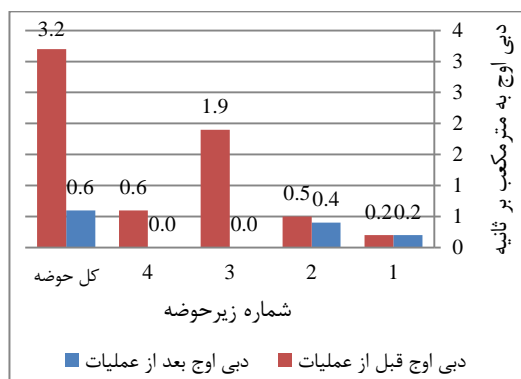
کاهش از ۱۴۰۰۰ مترمکعب در شرایط قبل از عملیات به ۲۵۰۰ مترمکعب پس از اجرای عملیات رسید. دبی اوج این زیرحوضه با ۲۰ درصد کاهش از ۰/۵ به ۰/۴ مترمکعب بر ثانیه تقلیل یافت. در زیرحوضه شماره سه حجم رواناب اندازه‌گیری شده معادل ۸۸۹۰۰ مترمکعب بود که از این مقدار ۸۷۴۰۰ مترمکعب (۹۸ درصد) به‌وسیله حوضچه ذخیره شد. دبی اوج این



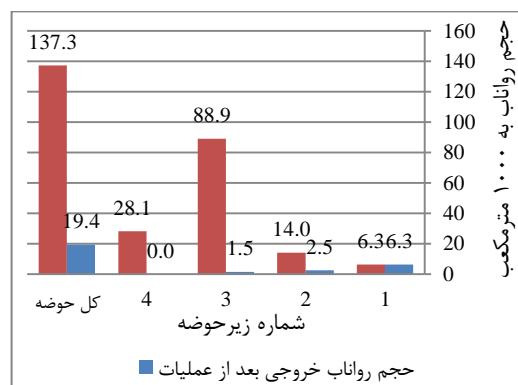
شکل ۱۲- مقایسه دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



شکل ۱۳- مقایسه نتایج مدل هیدرولوژیکی در شرایط قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری



شکل ۱۵- مقایسه دبی اوج در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری



شکل ۱۴- مقایسه رواناب در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از واسنجی و ارزیابی مدل و با توجه به درصد کم اختلاف بین دبی‌های مشاهداتی و محاسباتی در وقایع مورد استفاده، مشخص شد که مدل HEC-HMS از کارایی لازم برای شبیه‌سازی حوضه دادآباد برخوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد، این مدل به پارامترهای شماره منحنی و تلفات اولیه حساسیت زیادی دارد. نتایج شبیه‌سازی این مدل در تحقیقات Shokoohi (۲۰۰۷)، Abbasi و همکاران (۲۰۰۹)، Dehghani و همکاران (۲۰۱۵)، Azari و همکاران (۲۰۱۱) و Chidaz و همکاران (۲۰۰۹)، نیز موید تطابق قابل قبول هیدروگراف شبیه‌سازی شده و مشاهداتی می‌باشد. نتایج نشان داد، در دوره بازگشت-های پایین، حوضه‌های ذخیره آب، از توانایی لازم برای ذخیره‌سازی رواناب و کاهش دبی اوج سیل حوضه دادآباد برخوردارند، اما با افزایش دوره بازگشت، نقش این اقدامات در مهار سیلاب و کاهش دبی اوج کاهش می‌یابد که با نتایج حاصل از تحقیقات Teimouri و Omrani (۲۰۱۰)، Azari و همکاران (۲۰۱۱) و Shabani و همکاران (۲۰۱۵) انطباق دارد. زیرحوضه‌های شماره سه و چهار با اولویت اول و دوم از نظر مساحت، دارای بیشترین کاهش دبی اوج سیل بعد از اجرای عملیات آبخیزداری هستند، که نشان‌دهنده تأثیر حجم عملیات آبخیزداری بر کاهش سیلاب حوضه می‌باشد. بنابراین، با اجرای عملیات آبخیزداری اثر مساحت بر دبی اوج تقلیل می‌یابد.

نتایج به‌دست آمده با مطالعه Badri و همکاران (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد. با توجه به عملیات اجرا شده، مشخص شد که سهم این عملیات در کاهش سیلاب کل حوضه، به‌خصوص تا دوره بازگشت ۲۵ سال بسیار موثر است که با نتایج پژوهش Omrani و Teimouri (۲۰۱۰) تطبیق دارد.

به‌طور کلی، حوضه‌های احداث شده در کاهش سیلاب اثر بخش بوده و قابلیت ذخیره‌سازی روانابی به ارتفاع ۱۳/۱۲ میلی‌متر معادل ۲۳۶۶۴۵ مترمکعب را دارند. لیکن بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که اجرای عملیات آبخیزداری بدون توجه به مکان‌یابی مناسب و حجم مورد نیاز عملیات سازه‌ای صورت گرفته، و هزینه‌های هنگفتی را به بار آورده است. اما در صورت استفاده از روش ارایه شده، امکان کاهش چشم‌گیر هزینه‌های اجرا فراهم شده و عملیات آبخیزداری بهینه‌سازی خواهند شد. بررسی سوابق تحقیق نیز نشان می‌دهد که در پژوهش‌های مختلف بیشتر به جنبه‌های اثربخشی اقدامات آبخیزداری توجه شده است. در صورتی‌که توجه به مسایل اقتصادی و تعیین استراتژی‌های تصمیم‌گیری برای تعدیل یا توسعه عملیات آبخیزداری با صرف کمترین هزینه از طریق شبیه‌سازی حوضه بسیار حائز اهمیت است. بنابراین نوآوری این پژوهش را باید در استراتژی‌های تصمیم‌گیری، مدیریت و پیش‌بینی تعداد سازه‌های مورد نیاز خلاصه کرد.

## منابع مورد استفاده

1. Abbasi, M., M. Kheirkhah, M. Hosseini, M. Mohseni e saravi, M. Roghani and B. Ghermezcheshmeh. 2009. Performance evaluation of technica watershed by means of mathematical model HEC-HMS. Tehran (in Persian).
2. Azari, M., S. Sadeghi and A. Telvari. 2011. Assess the impact of watershed management activities on flood characteristics by means of HEC-HMS and HEC-RAS. Watershed Management Science and Engineering, 12: 69-72.
3. Badri, B., R. Zare, A. Honarbakhsh and F. Atashkhar. 2016. Beheshtabad sub basins prioritize in terms of potential flooding. Physical Geography Research Quarterly, 13: 143-158 (in Persian).
4. Banihabib, M. and A. Arabi. 2013. Assess the impact of watershed management practices on watershed Forecast Lead Time, Golabdarreh-Darbound. Journal of Environment Science and Technology, 12(1): 77-88 (in Persian).
5. Chidaz, A., M.M. Saravi and M. Vafakhah. 2009. Evaluating the HEC\_HMS model for estimating flood hydrograph in Kasilian basin. Watershed Management Researches (Pajouhesh and Sazandegi), 84: 59-71 (in Persian).
6. Dehghani, N., A. Jamali and M. Naghavi. 2015. The effect of watershed management measures to reduce flooding in the basin with the help of HEC-HMS mathematical model. Geographic Areas, 14(47): 163-182 (in Persian).

7. Halwatura, D. and M. Najim. 2013. Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment. *Environmental Modelling and Software*, 11: 155-162.
8. Heshmatpour, A. 2002. Performance evaluation of watershed on flood control. Paper presented at the 1st Conference on the Role of Watershed in the Development of Natural Resources and Agriculture, Golestan (in Persian).
9. James, O. and L.I. Zhi-jia. 2010. Application of HEC-HMS for flood forecasting in Misai and Wan'an catchments in China. *Water Science and Engineering*, 3(1): 14-22.
10. Jinkang, D., L. Qian, R. Hanyi, Z. Tianhui, Z. Dapeng, X. Youpeng and C.Y. Xu. 2012. Assessing the effects of urbanization on annual runoff and flood events using an integrated hydrological modeling system for Qinhuai River basin, China. *Journal of Hydrology*, 464(465): 127-139.
11. Hua Jin, R.L., Y. Wang and P. Tumula. 2015. Flood-runoff in semi-arid and sub-humid regions, case study: a simulation of Jianghe Watershed in Northern China. *Journal of Water*, 7(9): 5155-5172.
12. Lashani, M. 1997. Research on rangeland erosion, in relation to the amount and intensity of rainfall (Kashkan Watershed). Esfahan: Industrial University.
13. Moradinezhad, M., M. Jourgdolami and A. Malekian. 2015. Evaluating the HEC-HMS hydrologic model in order to simulating flood hydrograph in forest basin, case study: Kheyroud Forest. *Journal of Forest and Wood Product*, 68(3): 625-639 (in Persian).
14. Narayan, E. 2015. Hydrological modeling with HEC-HMS in different channel sections in case of Gandaki River Basin. *Global Journal of Researches in Engineering*, 15(2): 1-15.
15. Nassiri Moghadam, F. 2004. Evaluate the effects of watershed management practices on flood debris using hydrological models. MSc Thesis, Tarbiat Modarres, Nour, 126 pages (in Persian).
16. Neshat, A. and H. Sedghi. 2006. To evaluation the rate of run off hydrographs of floods in Bagh Malek Watershed Basin of Khuzestan Using SCS abstraction parameters and HEC-HMS Model. *Agricultural Sciences*, 12(4): 787-798 (in Persian).
17. Rajora, R. 1998. A field manual for equitable, productive and sustainable development integrated watershed management (pp. 616). New Delhi, India Rawat Publication.
18. Sadeghi, S., H. Sharifi, A. Foroutan and M. Rezaei. 2003. Performance evaluation of watershed, case study: Keshar. *Pajouhesh and Sazandegi*, 65: 96-102 (in Persian).
19. Shabani, B., A. Emadi and R. Fazl Ola. 2015. The geometric and hydraulic simulation of detention dams by integrating HEC-HMS and GIS, case study: Neka River Drainage Basin. *Current World Environment*, 10(1): 842-851.
20. Sahoo, G., C. Ray and E. De Carlo. 2006. Calibration and validation of a physically distributed hydrological model, MIKE SHE, to predict streamflow at high frequency in a flashy mountainous Hawaii stream. *Journal of Hydrology*, 327(1): 94-109.
21. Shokoohi, A.R. 2007. Assessment of urban basin flood control measures using hydrogis tools. *Journal of Applied Science*, 7(13): 1726-1733.
22. Teimouri, M. and M. Omrani. 2010. Performance evaluation of watershed, case study: Kelidar. 6th National Conference on Science and Watershed Management Engineering and 4th National Conference on Erosion and Sediment (pp. 6). Nour: Tarbiat Modarres (in Persian).
23. Todd, D.K. 1980. *Groundwater hydrology*. New York, University of California, Berkeley, 535 pages.
24. Yaw Danquah, T., R. John and E. Mathew. 2015. Computing flood volume of dikpe catchment using HEC-HMS. *Global Journal of Human-Social Science*, 15(2): 8-15.

## Evaluation the effects of watershed management operations in flood mitigation of Dadabad Watershed

Reza Chamanpira<sup>\*1</sup> and Mohammad Roughani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Asistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran and

<sup>2</sup> Asistant Professors, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Tehran Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, AREEO, Khorramabad, Iran

Received: 30 January 2016

Accepted: 07 August 2016

### Abstract

Evaluation is a fundamental tool for implementation of projects, and is used as a tool to assess their effectiveness. In areas with no evaluation, assessment is difficult. A practical method for overcoming to this problem is basin simulation using mathematical models. This research was implemented in Dadabad Watershed in Lorestan, followed by impact assessment of watershed management operations on basin behavior change on reducing watershed area floods. Mapping and determining the volume of the built structures and their number, status, and characteristics constituted the first step of the research. The HEC-HMS mathematical model was then employed to estimate flood volumes. Results of simulations and comparison of the observed and simulated hydrographs indicated that the model had the required efficiency for simulating the Dadabad Watershed and was very sensitive to the parameters of curve number and initial loss. The capability of the storage ponds in storing runoff was then determined through calculating their volumes. The behavior of floodwater for the various return periods was simulated to determine the response of the watershed to design storms by applying the changes that had happened in the input part of the model. Results indicated that the water storage ponds could collect and store more than 80 percent of the runoff resulting from rainfalls with return periods of 2 and 5 years. In return periods of 10, 25, 50 and 100 years, 63.4, 54.3, 38.8 and 28.6 percent of the runoff stored in the ponds respectively, and the rest left the watershed from its outlet. In general, the water harvesting systems in the Dadabad Watershed could store 236645 m<sup>3</sup> of runoff.

**Key words:** Effectiveness, Flood control, Flood generation, HEC-HMS mathematical model, Storage pond

---

\* Corresponding author: chamanpira2000@gmail.com