ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری در استحصال و جمع‌آوری رواناب حوضه دادآباد

غلامرضا چمن پیرا[1*]

استادیار پژوهشی 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

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲

چکیده

جمع‌آوری آب باران با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف در مناطق خشک و نیمه‌خشک به منظور تأمین آب بیشتر برای کشاورزی، شرب و صنعت را اصطلاحاً Water Harvesting یا استحصال آب می‌گویند. در واقع بیشتر مواقع استحصال آب یک نوع روش آبیاری است، با این تفاوت که بهره‌بردار زمان لازم برای بهره‌برداری از آب را در اختیار ندارد. بهره‌بردار می‌بایست آب ناشی از بارندگی را به شکل ممکن ذخیره نماید تا در فصل مورد نیاز از آن استفاده کند. این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر حوضچه‌های ذخیره آب بر روی استحصال و جمع-آوری رواناب ناشی از بارندگی 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 گردید. نتایج حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده نشان داد، مدل از کارآیی 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 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 دوره بازگشت‌های مختلف گردید. نتایج نشان داد، حوضچه‌های ذخیره آب قادرند، بیش از ۸۰ درصد از رواناب حاصل از بارندگی‌های با دوره بازگشت ۲ و ۵ سال را جمع-آوری و ذخیره نمایند. در دوره 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 حوضه دادآباد قادرند ۲۳۶۶۴۵ متر مکعب رواناب را ذخیره نمایند.

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

مقدمه

امروزه انسان‌ها برای تامین نیازهای آنی خود به بهره‌برداری از عرصه‌های منابع طبیعی روی آوردند. 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 گردیده است. 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 هدر رفت آب بیشتر احساس می‌شود. برای رفع این معضلات تلاش‌های مختلفی در سال‌های اخیر صورت گرفت. اجرای عملیات آبخیزداری در بخش‌های وسیعی از کشور با هدف ذخیره‌سازی و 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، ارزیابی کمّی نتایج اقدامات به عمل آمده می‌بایست بیشتر مورد توجه واقع شود. ارزیابی طرح‌های آبخیزداری به منظور تجزیه و تحلیل عملکرد اقدامات و تدوین راه‌کارهای اصولی یکی

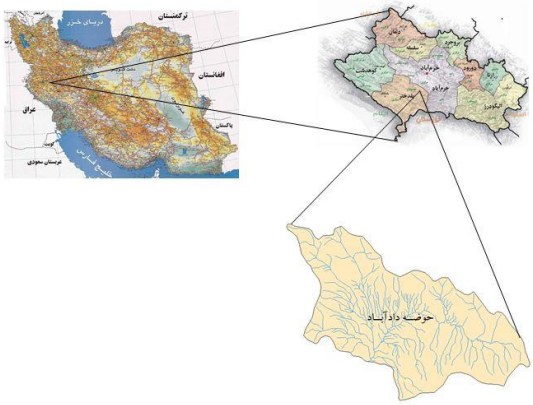
[1] نویسنده مسئول: غلامرضا چمن پیرا chamanpira2000@gmail.com

از نیازهای اساسی در این زمینه است. بنابراین ضرورت دارد روش‌های کمّی مناسب برای ارزیابی عملکرد اقدامات مورد بحث، شناسایی و استفاده شود (Rajora, 1998). آبخیزداری و مدیریت کاربری اراضی در واقع ضمن ارائه راه‌کارهای موثر در استفاده از منابع حوضه، نقش مهمی در پیش‌گیری از بروز سیلاب و هدر رفت رواناب‌ها را بر عهده دارد. بر این اساس اجرای عملیات آبخیزداری خصوصا 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، اما در کاهش رویدادهای بزرگ به خصوص در مورد سیلاب‌های ناشی از ذوب برف نیز موثر می‌باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸). همه ساله در کشور ما، من‌جمله در استان لرستان هزینه‌های زیادی صرف اجرای پروژه‌های آبخیزداری می‌گردد. مسلما اجرای مراحل مختلف پایش و ارزیابی پروژه‌های اجرا شده به منظور سنجش میزان کارایی و اثربخشی فعالیت‌های انجام شده از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. بعضاً اقدامات آبخیزداری انجام شده بدون مطالعه و ارزیابی اولیه بوده، لذا عملاً کار ارزیابی با مشکل مواجه می‌گردد. استفاده از مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی، امکان بررسی و مطالعه غیر مستقیم رفتارهای هیدرولوژیکی حوضه‌ها را برای کارشناسان فراهم نموده و قادرند مشکلات فوق را تا حد زیادی بر طرف نمایند. با توجه به کاربرد نتایج شبیه‌سازی مدل‌های هیدرولوژیکی در توسعه منابع آب و خاک و تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت حوضه‌های آبخیز و استفاده از آن‌ها به منظور مطالعه هیدرولوژی حوضه‌ها، کاربرد آن‌ها در این زمینه سودمند می‌باشد (Sahoo et al., 2006). هدف از اجرای این تحقیق بررسی و ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری در بهبود ذخیره رواناب‌ها و کاهش سیل‌خیزی در حوضه آبخیز دادآباد لرستان است. در این تحقیق به طور مشخص از نرم افزار ArcGIS و مدل ریاضی HEC-HMS استفاده گردید. مدل HEC-HMS در حوضه‌های کوهستانی نتایج خوبی را ارائه می‌نماید (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸). 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 (نصیری مقدم، ۱۳۸۳). حشمت‌پور نیز به بررسی عملکرد عملیات آبخیزداری در کنترل سیلاب حوضه آبخیز غار محله در استان گلستان پرداخته است. او دبی اوج سیلاب‌های ۲،۵،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 (حشمت‌پور، ۱۳۸۱). مقایسه داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در حوضه رودخانه جی یانگ شمال چین نشان داد، مدل HEC-HMS ابزاری مناسب برای مدل‌سازی بارش- رواناب در مناطق نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک می‌باشد (Hua Jin, et al., 2015). 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 هدر رفت آب که منجر به کمبود آب در فصول خشک می‌گردد را فراهم می‌نماید (Yaw Danquah, et al., 2015). در مطالعه حوضه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری، واسنجی مدل HEC-HMS با استفاده از ضریب تلفات اولیهٔ هیدرولوژیکی و رابطهٔ 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 (بدری و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از این مدل مبنای کار سایر پژوهشگران از جمله James و همکاران (2010) در حوضه‌های میسایی و وانان چین، Jinkang و همکاران (2012) در حوضه رودخانه کین‌هوآی استان جی‌یانگ‌سو، Najim & Halwatura (2013)، در حوضه رودخانه اویا در غرب سریلانکا، مرادنژاد و همکاران (۱۳۹۴) در جنگل خیرود، Narayan (2015)، در حوضه رودخانه گانداکی نپال بوده است. شناخت روابط بین بارش و رواناب نقش حیاتی در ذخیره‌سازی، مدیریت و کنترل سیل دارد. با توجه به این که حوضه دادآباد کوهستانی و سیل‌خیز بوده و تغییر کاربری اراضی در سال‌های اخیر رواناب حوضه را تشدید نموده است، این تحقیق با هدف بررسی و ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری در بهبود ذخیره رواناب‌ها و تغییرات حجم سیلاب حوضه دادآباد انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

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 باران با حجم کل آبگیری ۲۳۶۶۴۵ متر مکعب می‌باشد. محاسبه حجم مخازن از طریق امکانات رستر آنالایز نرم‌افزار ILWIS انجام شد[۲]. حجم ذخیره‌سازی حوضچه‌ها از ۲۷۰۰ تا ۷۱۱۸۰ متر مکعب متغیر بوده، و ارتفاع مفید تاج از ۱.۶ تا ۹.۵ متر در تغییر است. نوع سرریز حوضچه‌ها سنگی ملاتی است و ابعاد هر یک از آن‌ها متناسب با شرایط حوضچه تعبیه شده است. به منظور تعیین حجم رواناب ذخیره شده در این مخازن عملیات اشل‌گذاری در درون حوضچه‌ها صورت گرفت تا با قرائت ارتفاع اشل و تعیین سطح تراز آب پس از هر بارندگی حجم رواناب ایجاد شده محاسبه گردد. مقادیر محاسبه شده در جدول داده‌های زوجی شامل دبی‌های ورودی حوضچه‌ها (متر مکعب بر ثانیه) و حجم رواناب ذخیره شده متناظر آن‌ها (متر مکعب) ثبت و وارد مدل گردید. حوضه دادآباد در حدفاصل ″ ۴۷ ′ ۰۸ °۴۸ تا ″ ۲۶ ′ ۱۳ °۴۸ طول شرقی و ″ ۴۳ ′ ۱۷ °۳۳ تا ″ ۲۸ ′ ۲۰ °۳۳ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه در کشور و استان لرستان

مراحل انجام کار

برای شبیه‌سازی بارش-رواناب حوضه دادآباد، از مدل ریاضی HEC-HMS[۳] استفاده شد. این مدل که حوضه را به عنوان یک سیستم یکپارچه[۴] 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. به منظور تبدیل بارش به رواناب از روش SCS و محاسبه شماره منحنی برای شرایط پیش از اجرای سامانه‌های استحصال آب استفاده گردید. نقشه شماره منحنی (CN) حوضه، از تلفیق نقشه‌های پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی حاصل از مطالعات تفضیلی- اجرایی مدیریت آبخیزداری و اطلاعات سنجنده لندست (ETM^+)، جداول استاندارد SCS، تصاویر

---

[2] - *Integrated Land and Water Information System*
[3] - Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System
[4] - Lumped

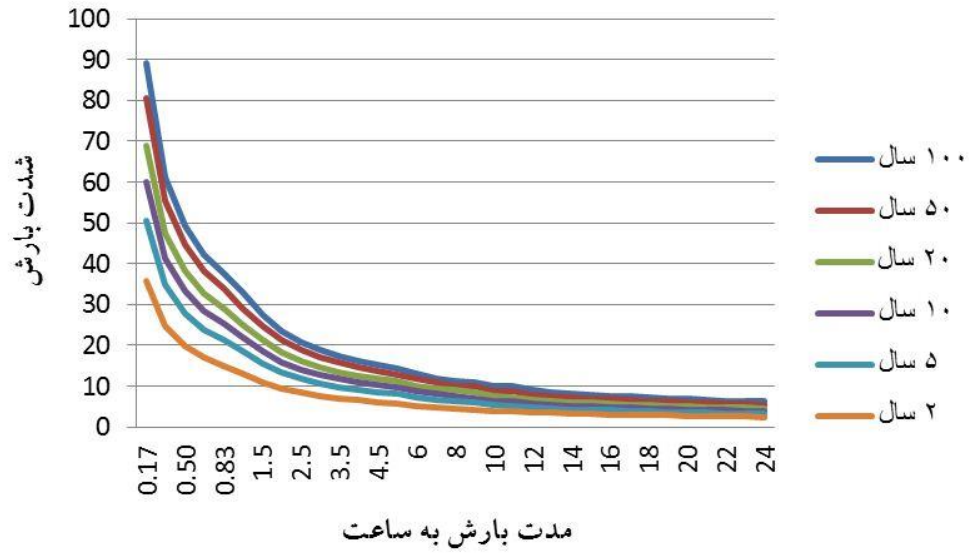
ماهواره‌ای google Earth، بازدیدهای مکرر میدانی و استفاده از نرم افزارهای ArcGIS وILWIS تهیه گردید. برای برآورد زمان تمرکز و زمان تأخیر حوضه از روش کرپیچ و برای روندیابی جریان بازه‌ها از روش زمان تأخیر استفاده شد. جهت ارزیابی و بررسی صحت ضرایب و پارامترهای به کار برده شده در واسنجی مدل‌های هیدرولوژیک تعدادی واقعه مورد نیاز است (نشاط و صادقی، ۱۳۸۵). با انتخاب ۵ واقعه بارش-رواناب هم‌زمان از بین وقایع مختلف ایستگاه‌های باران‌سنجی و هیدرومتری واقع در خروجی حوضه دادآباد، واسنجی مدل صورت پذیرفت. برای محاسبه دوره بازگشت-های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال، از آمار رگبارهای ایستگاه خرم آباد، بر اساس ارقام مشاهداتی سال‌های (۱۳۸۱-۱۳۴۸) و فرمول تجربی (۱)، (لشنی زند، ۱۳۷۵). 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 (جدول ۱ و شکل ۲).

$$P_{24}=a+bH \qquad (1)$$

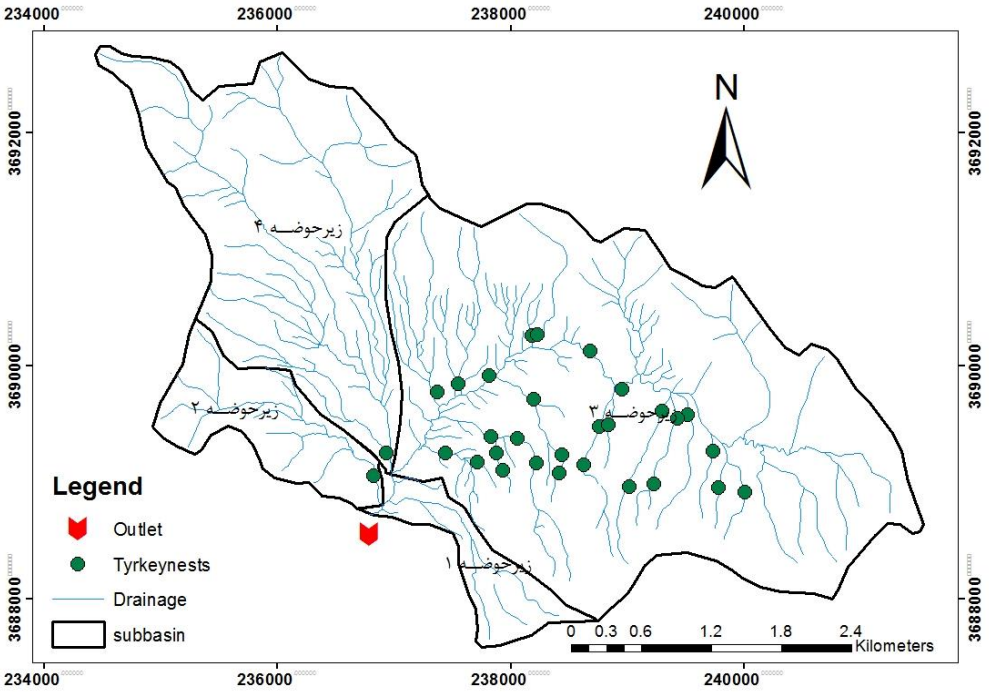
جدول (۱): دوره‌های بازگشت و ضرایب a و b

ضرایب معادله	دوره بازگشت					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
a	۳۲/۷۴	۴۱/۸۶	۴۷/۳۵	۵۲/۶۳	۵۹/۱۵	۶۴
b	۰/۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵

به منظور برآورد حجم رواناب ذخیره شده در مخزن سازه‌ها، نقشه‌برداری مخازن انجام، و نمودارهای حجم- ارتفاع در قسمت داده‌های زوجی مدل ترسیم گردید. با استفاده از اطلاعات و داده‌های ثبت شده، مدل هیدرولوژیکی حوضه تهیه گردید. 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).



شکل(۲): منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی حوضه دادآباد



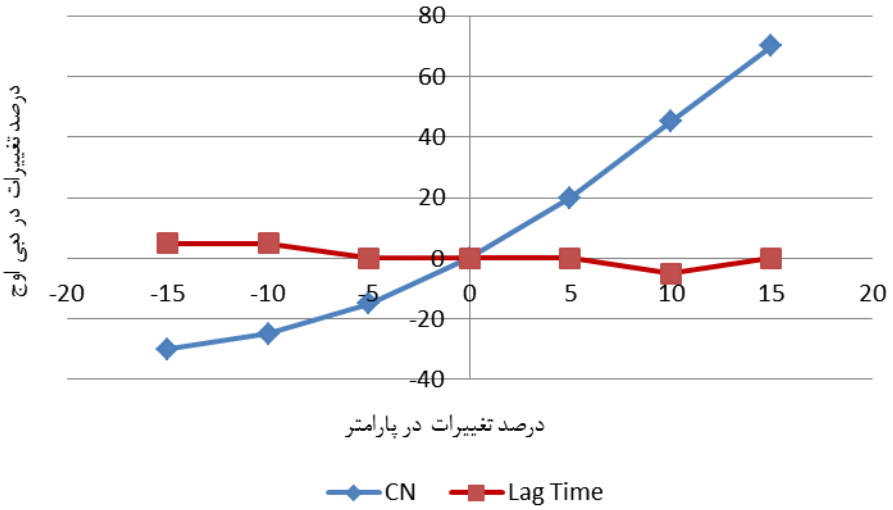
شکل (۳): وضعیت هیدرولوژیکی حوضه دادآباد

به منظور واسنجی مدل، عوامل تلفات اولیه، CN و زمان تأخیر به عنوان متغییر انتخاب گردیدند. مدل برای شبیه‌سازی و برآورد سیلاب آماده شد. سپس حساسیت مدل نسبت به عوامل فوق‌الذکر بررسی گردید. بعد از هر واقعه‌ی بارندگی، تعداد سازه‌های آبگیری شده، تعیین شد، بعد ضریب رواناب در هر یک از زیرحوضه‌ها برای به کارگیری در مدل محاسبه گردید. در نهایت شبیه‌سازی بارش-رواناب با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال انجام شد، نتایج حاصل از آن در رابطه با تأثیر عملیات بر ذخیره‌سازی رواناب تجزیه و تحلیل گردید.

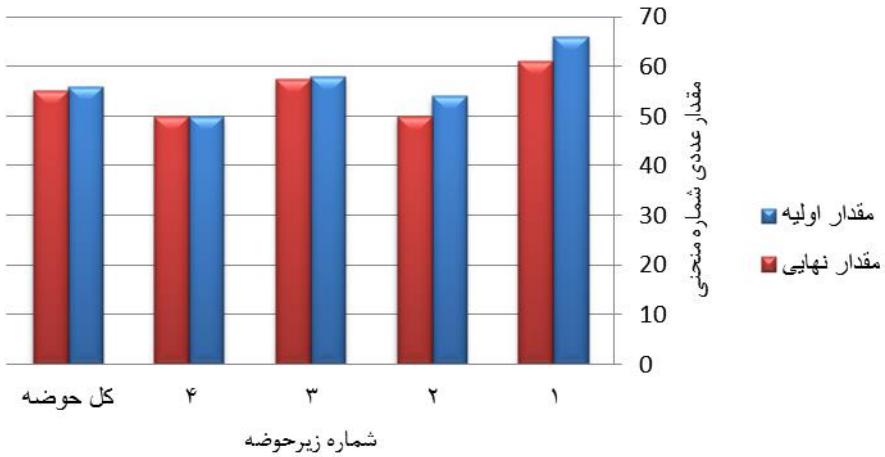
نتایج و بحث

به منظور اجرا و واسنجی مدل HEC-HMS ویژگی‌های حوضه دادآباد، به خصوص تلفات اولیه، شماره منحنی و زمان تاخیر محاسبه شد. پس از ورود اطلاعات، و ثبت مختصات جغرافیایی حوضچه‌ها، مدل اجرا گردید. با توجه به این که مقادیر تلفات اولیه و CN به یکدیگر وابسته می‌باشند، 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 گردید (شکل ۴).

نتایج نشان داد، اختلاف CN اولیه و نهایی حوضه دادآباد ۱/۳ درصد است، که نشان‌دهنده‌ی کارآیی مدل برای شبیه‌سازی این حوضه می‌باشد (شکل ۵). پس از هر بار اجرا، هیدروگراف شبیه‌سازی شده با هیدروگراف مشاهده‌ای در وقایع مختلف حوضه، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت (جدول ۲).



شکل (۴): منحنی آنالیز حساسیت مدل به ازای تغییرات CN و زمان تأخیر



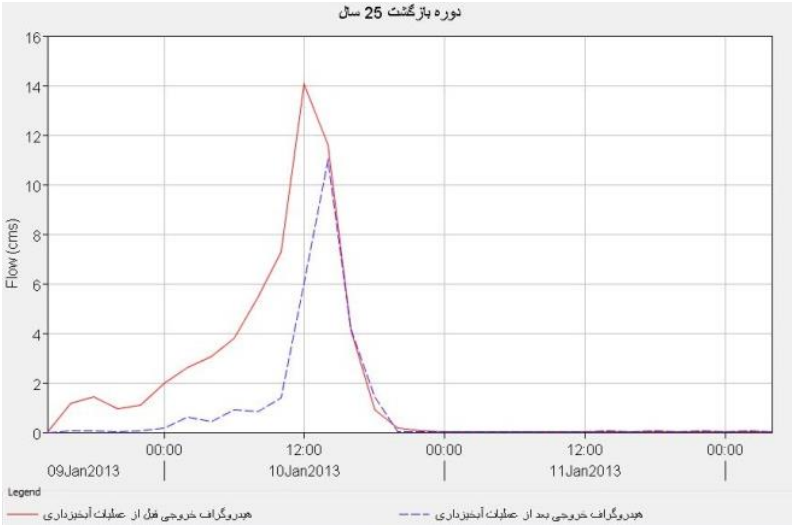
شکل (۵): مقادیر اولیه و نهایی شماره شماره منحنی (CN)

جدول (۲): نتایج حاصل از ثبت داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در رویدادهای مختلف

شماره رویداد	تاریخ رویداد	دبی اوج $(\frac{m^3}{sec})$		حجم رواناب خروجی $(1000m^3)$		اختلاف حجم رواناب خروجی $(1000m^3)$
		مشاهداتی	شبیه‌سازی شده	مشاهداتی	شبیه‌سازی شده	
۱	۱۳۹۰/۸/۴	۰/۳	۰/۴	۱۸/۱۹	۱۷/۳	۰/۹
۲	۱۳۹۰/۸/۷	۰/۰۹	۰/۱	۳/۲۶	۳	۰/۳
۳	۱۳۹۰/۸/۱۴	۰/۱۵	۰/۲	۱۰/۷۱	۱۰/۵	۰/۲
۴	۱۳۹۰/۱۱/۱۱	۰/۱	۰/۱	۷/۳۵	۷/۳	۰
۵	۱۳۹۱/۱۱/۹	۲/۴	۳	۱۳۴/۲	۱۳۴/۱	۰/۱

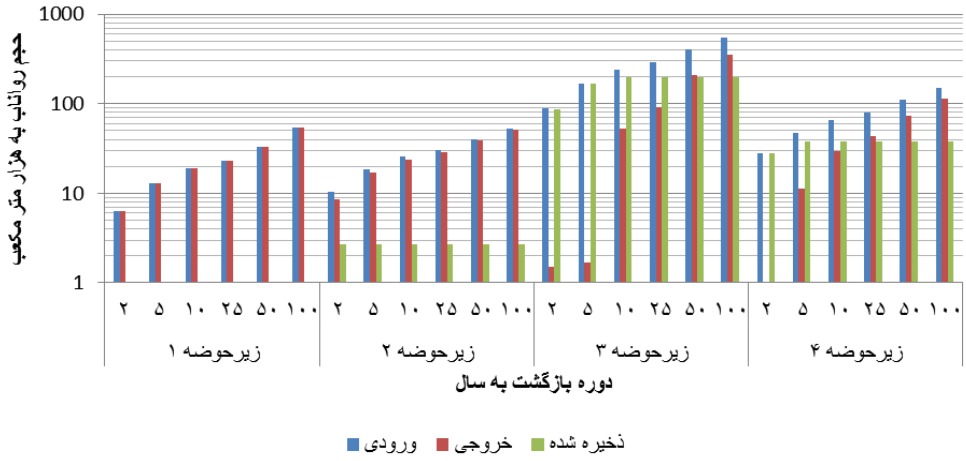
با توجه به قابلیت مدل و به دلیل آن که هدف این پژوهش بررسی و ارزیابی نقش عملیات آبخیزداری (حوضچه ذخیره آب) در تغییرات حجم و دبی اوج سیلاب حوضه می‌باشد، ابتدا حجم و دبی اوج سیلاب خروجی در شرایط قبل و بعد از احداث حوضچه‌های ذخیره رواناب در هر واقعه، بدون در نظر گرفتن حوضچه‌های ذخیره آب، شبیه‌سازی شده و سپس با در نظر گرفتن رواناب ذخیره شده در آن‌ها، حجم و دبی اوج سیلاب خروجی برآورد گردید. به منظور تعیین

پاسخ حوضه در مقابل رگبارهای طرح، با اعمال تغییرات ایجاد شده در روی ورودی‌های مدل، اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری گردید. به عنوان نمونه، شکل (۶) اختلاف حجم رواناب خروجی حوضه، با دوره بازگشت ۲۵ سال، در شرایط قبل و بعد از احداث حوضچه‌های ذخیره رواناب را نشان می‌دهد.



شکل (۶): مقایسه هیدروگراف سیلاب، با دوره بازگشت ۲۵ سال در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

در ادامه داده‌های هیدروگراف ورودی و خروجی حوضچه‌های ذخیره آب به تفکیک زیرحوضه، با دوره بازگشت‌های مختلف استخراج گردید (جدول ۳) و (شکل ۷).



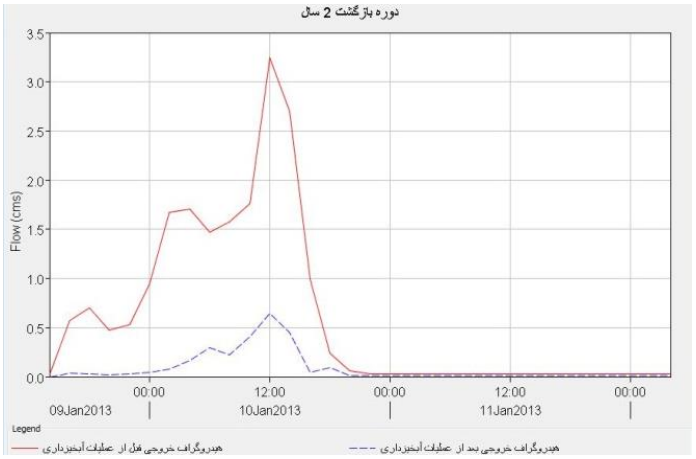
شکل (۷): مقایسه حجم رواناب ورودی، خروجی و ذخیره شده، در حوضچه‌های ذخیره آب با دوره بازگشت‌های مختلف

در واقعه شماره ۵ که بیشترین رواناب را ایجاد نمود، ابتدا هیدروگراف مشاهده‌ای حوضه ترسیم شد، سپس داده‌های زوجی شامل دبی‌های ورودی حوضچه‌ها (متر مکعب بر ثانیه) و حجم رواناب ذخیره شده‌ی متناظر آن‌ها (متر مکعب) انتخاب، و داده‌های مربوطه ثبت، و مدل اجرا شد. در این واقعه ۱۱۷۹۰۰ مترمکعب رواناب در مخزن حوضچه‌ها ذخیره گردید. با معرفی حوضچه‌ها به مدل، و احتساب رواناب ذخیره شده در آن‌ها، دبی اوج و حجم رواناب خروجی به

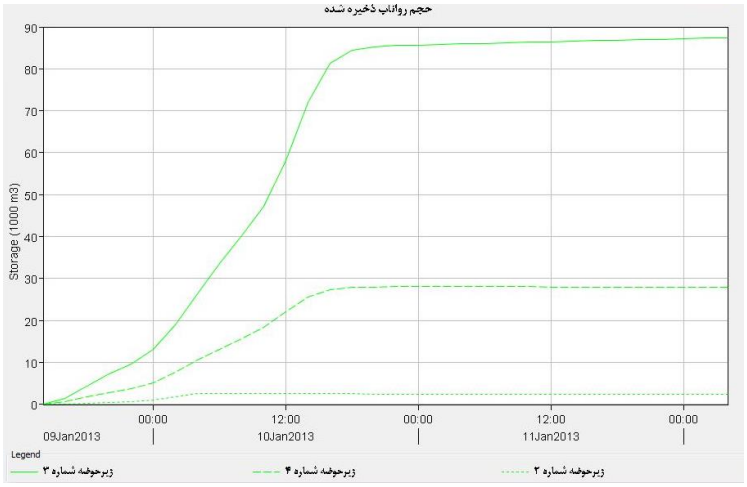
ترتیب از ۳/۲ به ۰/۶ متر مکعب بر ثانیه و از ۱۳۷۳۰۰ متر مکعب به ۱۹۴۰۰ متر مکعب کاهش یافت (شـکل‌هـای ۸ و ۹).

جدول (۳): استخراج داده‌های هیدروگراف حوضچه‌های ذخیره رواناب با دوره بازگشت های مختلف حوضه دادآباد

شماره زیرحوضه	دوره بازگشت	ارتفاع بارش (mm)	دبی اوج		حجم رواناب			
			ورودی $(\frac{m^3}{sec})$	خروجی $(\frac{m^3}{sec})$	ورودی (هزار متر مکعب)	خروجی (هزار متر مکعب)	ذخیره شده (هزار متر مکعب)	ذخیره شده (درصد)
۱	۲	۵۴/۴	۰	۰/۲	۶/۳	۶/۳	۰	۰
فاقد	۵	۷۷/۷	۰	۰/۵	۱۳/۱	۱۳/۱	۰	۰
حوضچه	۱۰	۹۴/۱	۰	۰/۷	۱۹/۱	۱۹/۱	۰	۰
	۲۵	۱۰۴/۲	۰	۱	۱۲/۳	۱۲/۳	۰	۰
	۵۰	۱۲۵/۲	۰	۱/۳	۳۲/۷	۳۲/۷	۰	۰
	۱۰۰	۱۴۸/۲	۰	۱/۶	۵۳/۷	۵۳/۷	۰	۰
۲	۲	۵۴/۴	۰/۵	۰/۴	۱۰/۳۱	۸/۴۹	۲/۷	۲۶
	۵	۷۷/۷	۰/۹	۱	۱۸/۶۵	۱۶/۸۹	۲/۷	۱۴/۴
	۱۰	۹۴/۱	۱/۳	۱/۱	۲۵/۵۱	۲۳/۷۳	۲/۷	۱۰/۶
	۲۵	۱۰۴/۲	۱/۵	۱/۳	۳۰/۱۵	۲۸/۵۴	۲/۷	۹
	۵۰	۱۲۵/۲	۱/۹	۲	۴۰/۴۵	۳۸/۵۷	۲/۷	۶/۷
	۱۰۰	۱۴۸/۲	۲/۴	۲/۵	۵۲/۷۸	۵۰/۸۳	۲/۷	۵
۳	۲	۵۴/۴	۲	۰	۸۸/۹	۱/۵	۸۷/۴	۹۸/۳
	۵	۷۷/۷	۴/۸	۰	۱۶۷/۶	۱/۷	۱۶۵/۹	۹۸/۹
	۱۰	۹۴/۱	۷/۲	۷	۲۳۹/۷	۵۲/۲	۱۹۷/۸	۸۲/۵
	۲۵	۱۰۴/۲	۹/۲	۸/۲	۲۹۰/۲	۹۲/۴	۱۹۷/۹	۶۸/۲
	۵۰	۱۲۵/۲	۱۲/۸	۱۲/۸	۴۰۵/۳	۲۱۰/۲	۱۹۷/۹	۴۸/۸
	۱۰۰	۱۴۸/۲	۱۶/۴	۱۶/۴	۵۴۵/۹	۳۵۲/۶	۱۹۸	۳۶/۳
۴	۲	۵۴/۴	۰/۶	۰	۲۸/۱	۰	۲۸	۹۹/۶
	۵	۷۷/۷	۱/۳	۱	۴۶/۹	۱۱/۲	۳۷/۹	۸۰/۸
	۱۰	۹۴/۱	۲/۱	۱/۹	۶۵/۳	۲۹/۶	۳۷/۹	۵۸
	۲۵	۱۰۴/۲	۲/۷	۳/۷	۷۸/۶	۴۳/۵	۳۸	۴۸/۳
	۵۰	۱۲۵/۲	۳/۹	۳/۷	۱۰۹/۸	۷۴/۱	۳۸	۳۴/۶
	۱۰۰	۱۴۸/۲	۵/۱	۵/۹	۱۴۹	۱۱۳/۳	۳۸	۲۵/۵

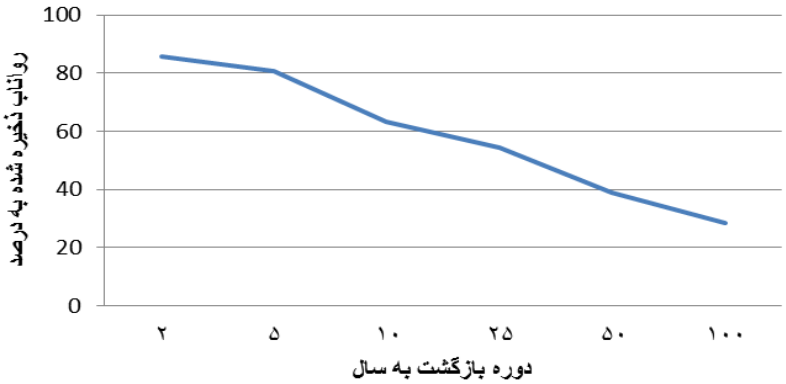


شکل (۸): مقایسه هیدروگراف سیلاب، در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در واقعه شماره ۵



شکل (۹): نمودارهای نحوه ذخیره‌سازی رواناب در سامانه‌های استحصال آب به تفکیک زیرحوضه در واقعه شماره ۵

در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله به ترتیب ۸۵/۸، ۸۰/۶، ۶۳/۴، ۵۴/۳، ۳۸/۸ و ۲۸/۶ درصد از رواناب ناشی از بارندگی‌ها در مخزن حوضچه‌ها ذخیره شده و مابقی از خروجی حوضه خارج می‌شود (شکل ۱۰).



شکل (۱۰): درصد حجم رواناب ذخیره شده در سامانه‌های ذخیره و استحصال آب با دوره بازگشت‌های مختلف در کل حوضه دادآباد

حجم حوضچه‌های ذخیره آب در هر یک از زیرحوضه‌ها، دبی خروجی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بررسی زیرحوضه‌ها در رخداد شماره ۵ با دوره بازگشت ۲ 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 متر مکعب و ۰/۲ متر مکعب بر ثانیه است. در زیرحوضه شماره دو حجم کل رواناب ایجاد شده، با ۸۲ درصد کاهش از ۱۴۰۰۰ متر مکعب در شرایط قبل از عملیات به ۲۵۰۰ متر مکعب پس از اجرای عملیات رسید. دبی اوج این زیرحوضه با ۲۰ درصد کاهش از ۰/۵ به ۰/۴ متر مکعب بر ثانیه تقلیل یافت. در زیرحوضه شماره سه حجم رواناب اندازه‌گیری شده معادل ۸۸۹۰۰ متر مکعب بود که از این مقدار ۸۷۴۰۰ متر مکعب (۹۸ درصد) به وسیله ۲۸ حوضچه ذخیره گردید. دبی اوج این سیلاب قبل از اجرای عملیات آبخیزداری ۱/۹ متر مکعب بر ثانیه، و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری تقریباً به صفر رسید. در زیرحوضه شماره چهار حجم کل رواناب اندازه‌گیری شده معادل ۲۸۱۰۰ متر مکعب برآورد شد، که کل آن به وسیله حوضچه شماره چهار ذخیره گردید. دبی اوج سیلاب هم از ۰/۶ متر مکعب بر ثانیه به صفر رسید (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

شکل (۱۱): مقایسه حجم رواناب در قبل و بعد از عملیات

شکل (۱۲): مقایسه دبی اوج در قبل و بعد از عملیات

نتایج حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده نشان داد، مدل HEC-HMS از کارآیی 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 (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸)، (چیداز و همکاران، ۱۳۸۸)، (آذری و همکاران، ۱۳۹۰)، (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۳)، نیز موید تطابق قابل قبول هیدروگراف شبیه‌سازی شده و مشاهداتی می‌باشد. نتایج نشان داد، در دوره بازگشت‌های پایین، حوضچه‌های 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 (تیموری و عمرانی، ۱۳۸۹)، (آذری و همکاران، ۱۳۹۰) و (Shabani et al., 2015) انطباق دارد.

انتظار می‌رود، زیرحوضه‌های شماره سه و چهار که از مساحت بیشتری برخوردارند، رواناب زیادتری ایجاد نمایند، اما به واسطه تأثیر عملیات آبخیزداری، کمترین دبی اوج را ایجاد می‌نمایند. بنابراین با اجرای سامانه‌های استحصال آب و ذخیره‌سازی رواناب اثر مساحت بر دبی اوج تقلیل می‌یابد. نتایج به دست آمده با مطالعه‌ی (بری و همکاران، ۱۳۹۵) هم‌خوانی دارد.

سامانه‌های استحصال آب حوضه دادآباد، به طور متوسط ۷۰ درصد از رواناب حاصل از بارش‌های با دوره بازگشت ۲ تا ۲۵ سال را ذخیره‌سازی می‌کنند، با توجه به این که طول عمر مفید سازه‌های آبخیزداری حدود ۲۰ سال است، این موضوع تأثیر عملیات آبخیزداری بر استحصال و جمع‌آوری رواناب را توجیه می‌نماید. به طور کلی حوضچه‌های احداث

شده علاوه بر ذخیره‌سازی رواناب نقش مؤثری نیز در کاهش سیلاب دارند. نتایج به دست آمده با تحقیقات تیموری و عمرانی (۱۳۸۹)، تطابق دارد.

نتیجه‌گیری

در مناطق خشک و نیمه‌خشک معمولاً با تخریب گسترده پوشش گیاهی مواجه هستیم. وجود چنین شرایطی به خصوص در مناطق کوهستانی، سبب افزایش رواناب و کاهش تولیدات گیاهی، دامی و... شده است. بنابراین مدیریت رواناب بایستی به عنوان امری حیاتی و اقدامی مؤثر در جهت تقویت منابع آب و بهبود تولید در عرصه‌های طبیعی مورد توجه واقع شود. در این خصوص پرداختن به مقوله استحصال آب، می‌تواند نقش بسیار مؤثری در کنترل و ذخیره‌سازی رواناب ایفا نماید. تکنیک‌های استحصال آب علاوه بر سهل و کم هزینه بودن در اکثر مناطق قابل اجرا می‌باشند.

در منطقه مورد مطالعه گرچه حوضچه‌های احداث شده، در کنترل و ذخیره رواناب نقش بسیار مؤثری ایفا می‌نمایند، اما عدم توجه به آبرسانی و چگونگی بهره‌برداری از رواناب ذخیره شده در حوضچه‌ها، باعث تبخیر و هدر رفت آب شده و عملاً کارآیی آن‌ها را تقلیل داده است. بنابراین توصیه می‌شود، مدیریت رواناب ذخیره شده، در طرح‌های استحصال آب به عنوان یکی از اهداف اصلی سامانه‌های استحصال آب به طور دقیق و عملی در نظر گرفته شود. پیشنهاد می‌شود، در بررسی‌های بعدی روش‌های بهره‌برداری از رواناب ذخیره شده، در سامانه‌های استحصال آب ارزیابی گردد.

منابع

۱- آذری، م.، صادقی، س.ح.ر. و ع. تلوری (۱۳۹۰). ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری بر ویژگی‌های سیل با استفاده از تلفیق مدل‌های HEC-HMS و HEC-RAS در محیط GIS. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری، (۱۵)۵: ۷۲-۶۹.

۲- بدری، ب.، زارع بیدکی، ر.، هنربخش، ا. و آ. آتشخوار (۱۳۹۵). اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز بهشت آباد از نظر پتانسیل سیل‌خیزی. نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، (۱)۴۸: ۱۵۸-۱۴۳.

۳- تیموری، م. و م. عمرانی (۱۳۸۹). بررسی عملکرد پروژه‌های آبخیزداری (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کلیدر)، ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

۴- چیداز، آ.، محسنی ساروی، م. و م. وفاخواه (۱۳۸۸). ارزیابی مدل HEC-HMS به منظور برآورد هیدروگراف سیلاب در حوضه آبخیز کسیلیان. نشریه پژوهش‌های آبخیزداری، (۸۴)۳: ۵۹-۷۱.

۵- حشمت‌پور، ع. (۱۳۸۱). بررسی عملکرد اقدامات آبخیزداری در کنترل سیلاب حوضه آبخیز غار محله (استان گلستان)، خلاصه مقالات اولین همایش نقش و جایگاه آبخیزداری در توسعه منابع طبیعی و کشاورزی حاشیه خزر، گلستان، ایران.

۶- دهقانی فیروزآبادی، ن.، جمالی، ع. و م. حسن‌زاده نفوتی (۱۳۹۳). بررسی تأثیر اقدامات آبخیزداری برکاهش سیل خیزی حوضه آبخیز با کمک مدل ریاضی HEC-HMS. فصل‌نامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، (۴۷)۱۴: ۱۸۲-۱۶۳.

۷- لشنی زند، م. (۱۳۷۵). تحقیقی در مورد فرسایش مراتع، در رابطه با مقدار و شدت بارندگی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

۸- مرادنژاد، م.، جورغلامی، م. و آ. ملکیان (۱۳۹۴). هیدروگراف سیلاب حوضه‌های آبخیز جنگلی (مطالعهٔ موردی : جنگل خیرود). نشریه منابع طبیعی ایران، (۳)۶۸: ۶۲۵-۶۳۹.

۹- نشاط، ع. و ح. صادقی (۱۳۸۵). برآورد میزان رواناب با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک(SCS) و مدل HEC-HMS در حوضه آبخیز باغ ملک- استان خوزستان. مجله علمی – پژوهشی علوم کشاورزی، (۱۴)۱۲: ۷۸۷-۷۹۸.

10- Halwatura M. and Najim m. *(2013). Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment.* Environmental Modelling and Software. *155-162.*

11- Jinkang D., Li Q., Hanyi R., Tianhui Z., Dapeng Zh., Youpeng X. and Xu C.Y. *(2012). Journal of Hydrology*. *127-139.*

12- Hua J., Rui L., Yu W. and Prasad T. *(2015). Flood-Runoff in Semi-Arid and Sub-Humid Regions, a Case Study: A Simulation of Jianghe Watershed in Northern China*. Water. *5155-5172.*

13- Narayan E. *(2015). Hydrological Modeling with HEC-HMS in Different Channel Sections in Case of Gandaki River Basin.* Global Journal of Researches in Engineering, *1-15.*

14- Rajora R. *(1998). A Field Manual for Equitable, Productive and Sustainable Development Integrated watershed management*. New Delhi, India Rawat Publication. (pp. *616).*

15- Bazneshin Arman Sh., Emadi A.R. and Fazl Ola R. (*2015). The Geometric and Hydraulic Simulation of Detention Dams by Integrating HEC-HMS and GIS (Case Study: Neka River Drainage Basin*). Current World Environment. *842-851*.

16- Sahoo G., Ray C. and De Carlo E. *(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.*

17- Yaw D., Twumasi Rev J. and Mathew E. *(2015). Computing Flood Volume of Dikpe Catchment using HEC-HMS.* Global Journal of HUMAN-SOCIAL SCIENCE. *8-15.*

Evaluation of the Effects Watershed Management Projects in Harvesting and Collection Runoff Dadabad

Chaman Pira Gh.R.
Email: chamanpira2000@gmail.com

Received: 2016/03
Accepted: 2016/04

Abstract

Rainwater collection using various techniques and methods in arid and semi-arid regions for supplying greater volumes of water for agriculture, drinking, and industries is called water harvesting (WH). In most cases, water harvesting is an irrigation method, with the difference that the user does not have the required time for using the water and has to somehow store water resulting from rainfall and use it when needed. This research intended to evaluate the effects of water storage ponds(Turkeynest) on water harvesting and on collection of runoff resulting from rainfalls in the Dadabad basin. Mapping and determining the volume of the structures and their numbers, status, and characteristics constituted as the first step of this research. The mathematical model HEC-HMS was then employed to estimate flood volumes. Results of simulations and comparison of the observed and simulated hydrographs indicated the model had the required efficiency for simulating the Dadabad basin 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 basin to design storms by applying the changes that had happened in the input part of the model. Results indicated 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 respectively, 63.4, 54.3, 38.8 and 28.6 percent of the runoff stored in the ponds and the remaining water removes from the basin from its outlet. In all, the water harvesting systems in the Dadabad basin could store 236,645 cubic meters of runoff.

Keywords: Turkeynest, Flood control, Flood generation, Simulation, HEC-HMS