ارزیابی اثربخشی سازه‌های کنترل سیلاب در حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند تهران

بهارک معتمدوزیری[۱*]، هادی کیادلیری[۲]، ساسان عارفی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷

چکیده

حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند، از حوضه‌های شمال شهر تهران می‌باشد که توجه به مدیریت این حوضه‌ها، به علت اشراف این حوضه‌ها به شهر تهران و احتمال خطر جانی و مالی سیلاب‌های حاصل از آن‌ها، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق، جهت تعیین پاسخ حوزه آبخیز مربوطه در برابر رگبارهای سیل‌آسا در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری، از نرم‌افزار HEC–HMS استفاده گردیده است. با مد نظر قرار دادن عدم توانمندی در تعیین رگبارهای منطبق با بازه زمانی قبل و پس از اقدامات آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز به منظور بررسی مطالعات سیلاب ناشی از رگبارهای واحد، اقدام به بررسی و آنالیز آماری داده‌های بارش و سیلاب مربوط به ایستگاه‌های باران‌سنجی و هیدرومتری واقع در حوضه گلاب‌دره- دربند گردید و شبیه‌سازی حوضه در محیط نرم‌افزار HEC–HMS صورت گرفت تا بتوان پس از شبیه‌سازی حوضه، سیلاب ناشی از حوضه را در مقابل بارش حداکثر ۲۴ساعته برای دوره برگشت‌های ۱۰، ۲۵ و۱۰۰، سنجیده و مقایسه نمود. نتایج ارزیابی همزمان بارش و سیلاب در حوزه آبخیز مورد مطالعه، در قبل و بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری، نشان داد که عملیات آبخیزداری، تأثیری مستقیم در کاهش سیلاب، افزایش نفوذ سیلاب و کنترل آن داشته است و این تأثیر، در سیلاب‌های با دوره بازگشت بالا، بیشتر بوده است بطوری‌که. دبی پیک سیلاب و حجم سیلاب در دوره برگشت‌های ۱۰، ۲۵ و۱۰۰ ساله، بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری، به ترتیب۱۰، ۲۷/۴ و ۴۰ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اقدامات آبخیزداری، رگبار، حوزه آبخیز گلاب‌دره - دربند

[۱] - دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول : **bmvaziri@gmail.com**

[۲] دانشیار گروه علوم محیط زیست و جنگل، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ایران

[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات،

مقدمه

آبخیزداری و مدیریت کاربری اراضی، نقش مهمی را در پیشگیری از بروز سیلاب و هدررفت رواناب‌ها به عهده دارد. بر این اساس، اجرای عملیات آبخیزداری خصوصاً در سرشاخه رودخانه‌ها موجبات نفوذ رواناب‌ها و کاهش دبی اوج سیلاب را فراهم خواهد آورد. از جمله پروژه‌های آبخیزداری که جهت مدیریت و مهار سیلاب انجام می‌شود، استفاده از روش‌های مکانیکی(سازه‌ای) می‌باشد. علی-رغم توسعه فزاینده پروژه‌های آبخیزداری، مطالعه زیادی در زمینه ارزیابی این پروژه‌ها صورت نگرفته است در حالی که باید نسبت به مفید بودن این پروژه‌ها اطمینان حاصل کرد(۴). در این ارتباط، حوزه آبخیزگلابدره- دربند در شمال تهران از جمله حوضه‌هایی است که مسئله طغیان رودخانه‌ای ضمن آن که متأثر از عوامل فیزیوگرافی حوضه و نحوه بهره‌برداری انسان از حوضه است، عمدتاً ناشی از گسترش فعالیت‌های شهرسازی در حوضه و به خصوص در محل خروجی آن می‌باشد.

یکی از مسائل مهم و اساسی در مدیریت حوزه‌های آبخیز که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، درک اثرات متفاوتی است که انجام عملیات اصلاحی از قبیل سدهای تأخیری، احداث سکو، بانکت و... بر روی پاسخ هیدرولوژیکی حوضه نسبت به بارش می‌گذارد. ساخت تأسیسات، توسعه مناطق شهری، اجرای عملیات آبخیزداری و... با ایجاد تغییراتی در ضریب زبری، زمان تمرکز، تغییر وضعیت پوشش گیاهی و در نتیجه تغییر در نفوذپذیری خاک، موجب بروز وضعیت‌های جدید در تولید رواناب و در نتیجه دبی اوج سیل می‌گردد. بنابراین لزوم درک فرآیندهایی که در نهایت موجب ایجاد و تمرکز رواناب می‌شود، به طور گسترده‌ای احساس می‌گردد. در این حالت، بررسی تغییرات مکانی تولید رواناب سطوح مختلف حوضه، پتانسیل تولید رواناب و مقدار اثر هر سطح در هیدروگراف خروجی از حوضه، اطلاعات مناسبی را به منظور اجرای صحیح طرح‌های مهار سیلاب فراهم می‌نماید.

در ارتباط با ارزیابی اثربخشی سازه‌های کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز، مطالعات متعددی در سطح دنیا صورت پذیرفته است که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشند:

هکتور(۲۰۰۴) در آمریکا به بررسی تأثیر مخازن در کنترل سیلاب پرداخت و با به کارگیری مدل‌هایی هیدروگراف جریان ورودی و خروجی سدها را شبیه‌سازی و میزان تأثیر سازه‌ها در تعدیل جریان سیلاب را بررسی نمود. کامورولی و همکاران(۲۰۰۵) و همچنین برون (۱۹۹۸) نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی را از عناصر مهم یک حوزه آبخیز در پتانسیل تولید رواناب و خطر سیلاب برشمردند. اسلوئزمن و همکاران(۲۰۰۶) به بررسی کارایی سازه‌های کنترل سیلاب در ایالت پنسیلوانیای آمریکا پرداختند و حجم مخزن سازه‌ها و نحوه مدیریت آنها را از عوامل مهم در میزان کارایی سازه‌ها برشمردند. یوکسل و همکاران (۲۰۰۷) اثر سازه‌های کنترل سیلاب را در رژیم جریان واقع در پایین دست رودخانه‌هایی در ترکیه مطالعه نمودند و نتایج حاصل از تحقیق آنها حاکی از کاهش

دبی وحجم جریان پایین دست در اثر احداث سازه‌ها در بالادست می‌باشد. کابوسی و جلینی (۲۰۱۷) جهت تعیین کارایی مخازن کنترل سیلاب رودخانه جعفرآباد در استان گلستان (ایران)، اقدام به شبیه‌سازی در محیط نرم‌افزار HEC–HMS نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که کارایی مخازن در کنترل سیل، نه تنها به حجم مخزن و مقدار سیل بستگی دارد، بلکه همچنین به خواص هندسی مخزن نیز بستگی دارد. قطب‌الدین و همکاران(۲۰۱۹) تأثیر روش‌های مدیریت حوزه آبخیز کاخ، واقع در استان خراسان رضوی بر خصوصیات هیدروگراف سیل را با استفاده از مدل HEC-HMS بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که روش‌های مدیریت آبخیزداری می‌توانند پاسخ هیدرولوژیکی از ویژگی‌های هیدروگراف حوزه آبخیز و سیل، نظیر ضریب سیلاب، تخلیه اوج و حجم سیل را کاهش دهند.حشمت الواعظین و همکاران(۲۰۲۰) بیان نمودند که ارزیابی عملکرد عملیات آبخیزداری، همواره با مقایسه پاسخ‌های حوزه آبخیز در شرایط قبل و بعد از اجرای عملیات انجام می‌شود. نتایج حاصل از ارزیابی اثرات سدهای اصلاحی در منطقه مطالعاتی نشان داد که در صورتی می‌توان عمر مفید سدهای اصلاحی را افزایش داد که عملیات آبخیزداری با اثرات درون حوضه‌ای در اولویت قرارگیرند و این امر خود، مستلزم کنترل فرسایش در مبدا، یعنی دامنه‌ها است. پورجم و صفایی(۲۰۲۰) تأثیر اقدامات مختلف آبخیزداری بر وضعیت هیدرولوژیکی و منابع آب حوضه آکوجان قزوین را مورد ارزیابی قرارداده و نتایج مربوط به تحلیل سیلاب نشان داد که نقش اقدامات سازه‌ای در تغییر زمان تمرکز حوضه، اندک و حتی منفی بوده است؛ همچنین مشخص شد که با افزایش دوره بازگشت سیلاب، درصد کاهش حجم و دبی اوج سیلاب ناشی از عملیات آبخیزداری کاهش یافته است. مصطفی‌زاده و همکاران(۱۳۸۹) اقدام به ارزیابی اثرات هیدرولوژیک طرح‌های آبخیزداری حوزه آبخیز جعفرآباد واقع در استان گلستان با استفاده از مدل HEC-HMS نمودند. نتایج شبیه‌سازی هیدروگراف سیل برای دوره بازگشت‌های متفاوت ۲ تا ۱۰۰ ساله در وضعیت قبل و بعد از عملیات آبخیزداری شبیه‌سازی حاکی از این بود که تاثیر سازه‌ها بر معیارهای دبی اوج، زمان تا اوج، زمان پایه و حجم سیلاب در دوره بازگشت‌های متفاوت، کم‌تر از ۱/۵ درصد بوده است. از طرفی با افزایش دوره بازگشت سیلاب، تاثیر سازه‌ها بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب کاهش یافته و بیش‌ترین تاثیر سازه‌ها بر معیارهای هیدرولوژیک در دوره بازگشت‌های پایین ۲ تا ۱۵ ساله بوده است. جوان و همکاران(۱۳۹۵) تحقیقی را با هدف بررسی تأثیر ارتفاع سازه‌های اصلاحی بر ویژگی‌های سیل و آبراهه در حوزه آبخیز گرگاندوز صورت دادند و بیان کردند که سازه‌های آبخیزداری موجب کاهش فرسایش و رسوب و کاهش سیل‌خیزی در حوضه شده‌اند. بلوردی و بهشتی‌راد(۱۳۹۵) طرح‌های آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز سد بافت با هدف کنترل سیلاب را ارزیابی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که عملیات آبخیزداری و پخش سیلاب، موجب بهبود وضعیت اقتصادی بهره‌برداران منطقه، توسعه

باغات و افزایش تولید در واحد سطح شده است. حاجی بیگلو و همکاران(۱۳۹۶) به ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری اجرا شده در حوزه آبخیز بالادست سد وشمگیر، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC–HMS پرداختند. بررسی حجم مخازن سازه‌های اصلاحی قبل از انباشت رسوب، نشان داد که قابلیت کنترل سیلاب تا دوره بازگشت ۱۰ ساله با استفاده از این سدهای اصلاحی وجود دارد. حشمتی و همکاران(۱۳۹۷) اقدام به ارزیابی کیفی و فنی پروژه‌های آبخیزداری اجرا شده در قالب پروژه بین‌المللی منارید در حوزه آبخیز رزین کرمانشاه نمودند. بر پایه نتایج این پژوهش، کپه کاری، باغ دیم، بندهای سنگ ملاتی وگابیونی و کانال سیل، مهمترین پروژه‌های احداثی بودند. چمن‌پیرا و روغنی(۱۳۹۷) اقدام به ارزیابی تاثیر اقدامات آبخیزداری در کاهش سیلاب حوزه آبخیز دادآباد نمودند. شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری در حوضه، نتایج نشان داد که در دوره بازگشت‌های پایین، حوضچه‌های ذخیره آب، از توانایی لا زم برای ذخیره‌سازی رواناب و کاهش دبی اوج سیلاب برخوردار هستند، اما با افزایش دوره بازگشت، نقش این اقدامات در مهار سیلاب و کاهش دبی اوج، کاهش می‌یابد. حسنی و ملکی(۱۳۹۸) به ارزیابی طرح‌های آبخیزداری اجراشده در حوزه آبخیز حسن ابدال در شهرستان زنجان پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که طرح‌های اجرا شده، موجب کنترل سیلاب، کاهش مهاجرت و افزایش درآمد کشاورزی و دامداری گردیده، اما نتوانسته سبب افزایش قابل قبولی در سطح اراضی کشاورزی، باغی و مرتعی شود. قرمزچشمه و همکاران(۱۳۹۸) اقدام به شبیه‌سازی رفتار حوضه در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری، به منظور ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری در حوضه هفتان استان مرکزی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC–HMS نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد عملیات آبخیزداری بیشترین تأثیر خود را بر روی وقایع سیلاب‌های کوچک نشان داده است. این نتیجه بیانگر تأثیر بیشتر عملیات آبخیزداری بر روی کاهش دبی اوج نسبت به کاهش حجم سیلاب می‌باشد. در حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند، در سال ۱۳۶۶، وقوع سیلاب منجر به فوت ۳۱۰ نفر گردید. با احتساب دیه ۳۰۰ میلیون ریال، معادل ۹۰۰ میلیاد ریال خسارت مالی متعادل منظور شد بعد از آن، طی یک دوره ۱۰ساله، بیش از ۱۵۰ سازه گابیونی و سنگی ملاتی اجرا شد که ماحصل انجام این اقدامات، عدم وجود هیچ‌گونه رویداد بارشی منجر به وقوع سیلابی همراه با خسارات در طی دوره زمانی ۱۳۷۰ الی ۱۳۹۴ بوده است.. اما پس از آن وقوع سیلاب‌های مرتبط به سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸، منجر به پر شدن کلیه مخازن سدهای اصلاحی از رسوب شده که متعاقبا ۲۵۰ میلیارد ریال برای احداث سازه‌های جدید و مرمت و بازسازی سازه‌ها را به همراه داشته است برآورد خسارات مالی وارده بر سازه‌ها طی دوره۱۳۹۰–۱۳۷۰، معادل ۵۰ میلیارد ریال بوده است.

هدف از تحقیق حاضر، تعیین تأثیر سازه‌های آبخیزداری در کاهش سیلاب حوزه آبخیز

گلاب‌دره- دربند، از طریق برآورد سیلاب حوضه در قبل و بعد از احداث سازه‌های آبخیزداری بوده است

مواد و روش‌ها

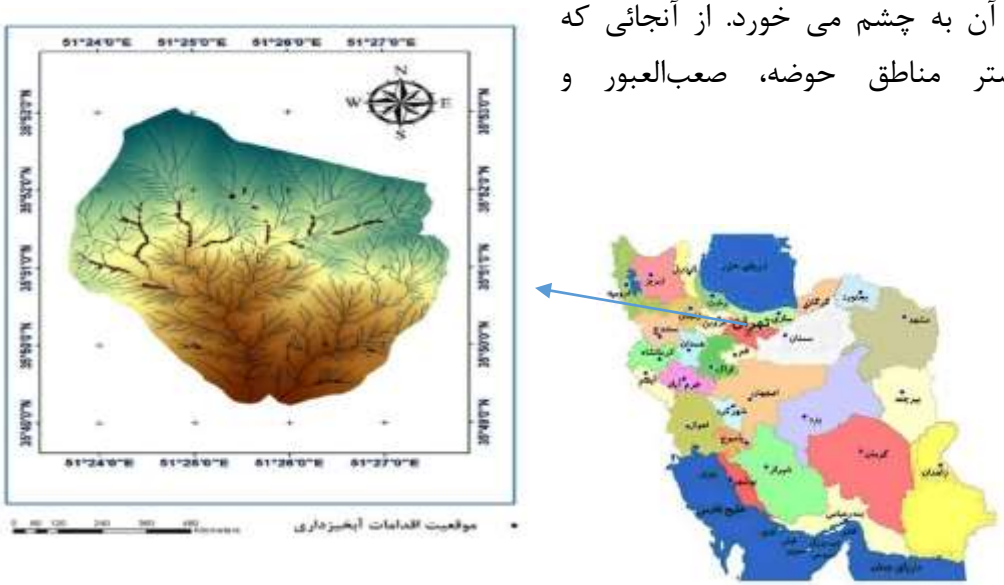
خصوصیات منطقه

حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند با مساحتی حدود ۷۳۹/۲ هکتار، در محدوده شمال شهر تهران در منطقه تجریش واقع شده است. این حوضه که در برگیرنده دو زیرحوضه گلاب‌دره و دربند است، در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه طول جغرافیایی شرقی قرار دارد (شکل ۱).

منطقه مورد مطالعه، یکی از حوضه‌های کوهستانی کشور بوده و قله توچال با ارتفاع ۳۹۵۷ متر در آن واقع است. علاوه بر قله توچال، ارتفاعات دیگری مانند کلک چال نیز در آن به چشم می خورد. از آنجائی که بیشتر مناطق حوضه، صعب‌العبور و کوهستانی است، جاده مناسبی برای دسترسی به نقاط مختلف آن وجود ندارد؛ لذا پیمایش و عملیات اجرایی در آن، به دشواری انجام می‌گیرد.

نکته حائز اهمیت در خصوص رودخانه‌های گلاب‌دره و دربند، قرارگیری شیب حدواسط آن‌ها (محدوده انتقالی) در محدوده‌ای با پتانسیل فرسایش‌پذیری و ریزش بسیار بالاست که یکی از مهمترین عوامل ایجاد طغیان‌های با غلظت رسوب بسیار زیاد است. طغیان‌های متعددی ناشی از وقوع رگبارهای شدید در این ناحیه در خلال سال‌های گذشته به وقوع پیوسته که از آن جمله می‌توان به سیل‌های سال ۱۲۴۶، ۱۳۱۶، ۱۳۳۳ و ۱۳۶۶ اشاره کرد.

کاربری اراضی غالب حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، اراضی باغی، مراتع متوسط و مناطق مسکونی است.



شکل ۱- نمایی از حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند و اقدامات آبخیزداری انجام شده در آن

روش تحقیق

مراحل انجام تحقیق حاضر در حوزه آبخیزگلاب‌دره، بدین ترتیب بوده است:

۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات مورد نیاز از سازمان‌های مربوطه

۲- تهیه لایه‌های اطلاعاتی از طریق نرم‌افزار Arc GIS

* تهیه نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه، قبل و بعد از احداث سازه‌ها
* تهیه نقشه پوشش گیاهی حوضه، قبل و بعد از احداث سازه‌ها
* تهیه رطوبت پیشین خاک حوضه، قبل و بعد از احداث سازه‌ها
* تهیه نقشه CN حوضه
* تهیه نقشه پراکنش سازه‌های کنترل سیلاب

۳- برآورد هیدروگراف سیلاب قبل و بعد از احداث سازه‌ها

۴- ارزیابی تاثیر سازه‌های احداث شده در هیدروگراف سیل حوضه با استفاده از نرم‌افزار HEC–HMS

مدل HEC–HMS یک مدل شبیه سازی هیدرولوژیکی حوضه است. این مدل، در محیط ویندوز مورد استفاده قرار می‌گیرد. و اساس اصلی آن، مدل HEC–۱ بوده که سال‌های متمادی در حوضه‌های کشورهای مختلف از جمله ایران، برای شبیه‌سازی حوضه‌ها به کارگرفته شده است(۱۵).

در تحقیق حاضر، جهت تعیین دبی سیلاب در مدل HEC–HMS، از روش SCS استفاده گردیده است(۱۲).

اساس کار روش SCS این است که ابتدا زمان تمرکز حوزه آبخیز (tc) و سپس زمان رسیدن به دبی پیک (t_p) مشخص می‌گردد.

در روش SCS، tp با فرمول زیرمحاسبه می‌شود:

$$tP = ۰/۷tc \qquad (۱)$$

دراین روش، مدت زمان رگبارها برای محاسبه رواناب بایستی کمتر از ۰/۲۵tp باشد. سپس، بارش ۶ ساعته حوضه برای حوضه‌هایی که زمان تمرکز آنها کمتر از ۶ ساعت است و باران معادل زمان تمرکز در حوضه‌هایی که زمان تمرکز آنها بیشتر از ۶ ساعت است، در دوره برگشت‌های مختلف محاسبه شده و از روی الگوی توزیع بارش که توسط SCS ارائه گردیده و با توجه به مقدار بارندگی ۶ ساعته (یا بیشتر)، مقدار بارندگی در هر کدام از رگبارها محاسبه می‌گردد. معیار مدت زمان رگبارهای کوتاه مدت در روش SCS، D=۰/۱۳۳tc توصیه گردیده است.

در روش SCS، یک هیدروگراف واحد بدون تعریف شده است که در محور Xها دارای مقادیر t/tp و در محورYها Q/Qp است. Qp با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می‌شود.

$$Q_p=\frac{۰/۲۰۸A}{T_p} \qquad (۲)$$

در این فرمول A بر حسب کیلومترمربع و Qp بر حسب مترمکعب بر ثانیه است.

نحوه محاسبه tp نیز در فوق ذکر گردیده است.

پس از استخراج هیدروگراف واحد محل طرح، در هر کدام از رگبارهای D ساعته از باران ۶ ساعته، بارش مازاد محاسبه شده و در هیدروگراف واحد ضرب می‌گردد.

از حاصل جمع هیدروگراف‌های حاصل از رگبارهای D ساعته باران ۶ ساعته، هیدروگراف سیل حوزه آبخیز برای هر دوره برگشت استخراج می‌گردد.

بارش مازاد در هر رگبار با فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$R = \frac{(p - ۰/۲s)^۲}{(p + ۰/۸s)} \qquad (۳)$$

که در این فرمول p مقدار بارندگی در هر رگبار برحسب میلیمتر و S ضریب نگهداری است که از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$s = \frac{۲۵۴۰۰}{CN} - ۲۵۴ \qquad (۴)$$

CN نیز شماره منحنی حوضه است که به کاربری اراضی، پوشش سطحی، و گروه هیدرولوژیک و شرایط رطوبتی خاک حوضه، بستگی دارد(۱۵).

زمان تمرکز، مدت زمانی است که آب لازم دارد تا از دورترین نقطه حوضه به نقطه خروجی برسد.

روابط زیادی برای محاسبه زمان تمرکز ارائه شده که بیشتر آن‌ها بر اساس دو عامل طول آبراهه اصلی و شیب می‌باشند. روش محاسبه بر معادله زیر استوار است:

$$t_c = ۱.۶۷\ t_{lag} \qquad (۵)$$

t_{lag} با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$t_{lag} = \frac{L^{۰.۸}\ (s + ۱)^{۰.۷}}{۱۹۰۰\ y^{۰.۵}} \qquad (۶)$$

که در آن، L: طول رودخانه اصلی بر حسب فوت، y: متوسط شیب حوزه آبخیز بر حسب درصد، و S: ننمایه نگهداشت آب در داخل حوضه (توان تلفات حوضه) بر حسب اینچ می‌باشد که مقدار آن از روش شماره منحنی (CN) به دست می‌آید:

$$s = \frac{۱۰۰۰}{CN} - ۱۰ \qquad (۷)$$

در این فرمول، CN نمایه خصوصیات حوضه از نظر نفوذپذیری است که برای حوزه‌های آبخیز محل طرح، ۸۵ در نظرگرفته شده است.

نتایج و بحث

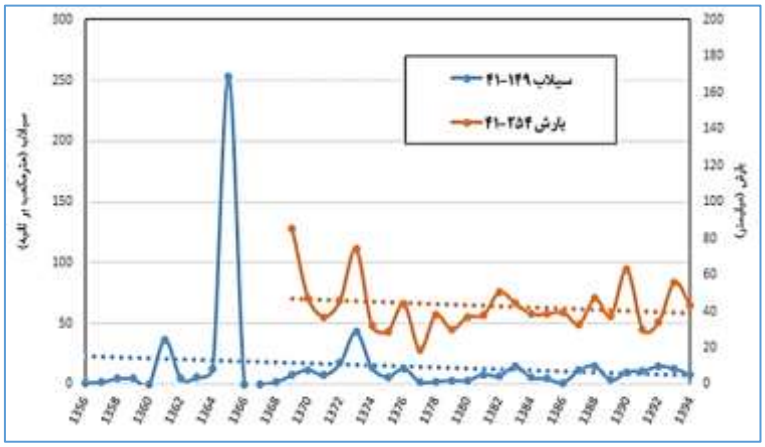
هدف اصلی تحقیق حاضر، بررسی اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوزه‌های آبخیز دربند و گلاب‌دره بوده است. در شکل۱، موقعیت کلیه طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، ارائه شده است. تعداد کل این طرح‌ها، بالغ بر ۱۷۹ است که ۱۶۲ عدد در زیرحوضه دربند و ۱۷عدد نیز در زیرحوضه گلاب‌دره اجرا شده است.

با توجه به شکل۲، در سال‌های اخیر، با افزایش بارش هم تغییر زیادی در سیلاب مشاهده نگردیده است.در مدل ایجاد شده در محیط نرم‌افزارHEC-HMS، بارش به صورت تجمعی در مدت زمان‌های یک ساعتی برای هر دوره بازگشت در محاسبات وارد شده است.

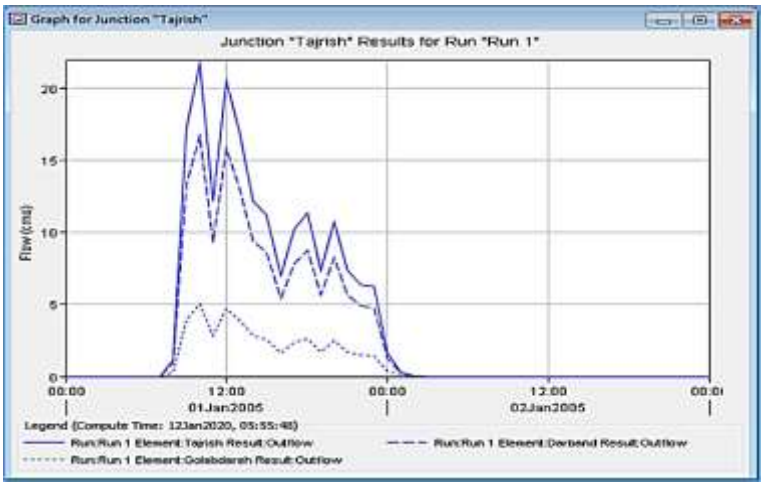
روش تولید سیلاب در مدل HEC-HMS به روش SCS صورت گرفته و توزیع بارش نیز بر مبنای روش SCS انجام شده است.

در ادامه، نتایج مدل‌سازی در محیط نرم‌افزار HEC-HMS ارائه شده است. مدل برای بارش‌های حداکثر۲۴ ساعته با دوره بازگشت-های۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله مربوط به دوره زمانی ۶۹-۱۳۸۶ تا ۸۲-۱۳۸۱ کالیبره شده است (شکل‌های۳،۵ و۷).

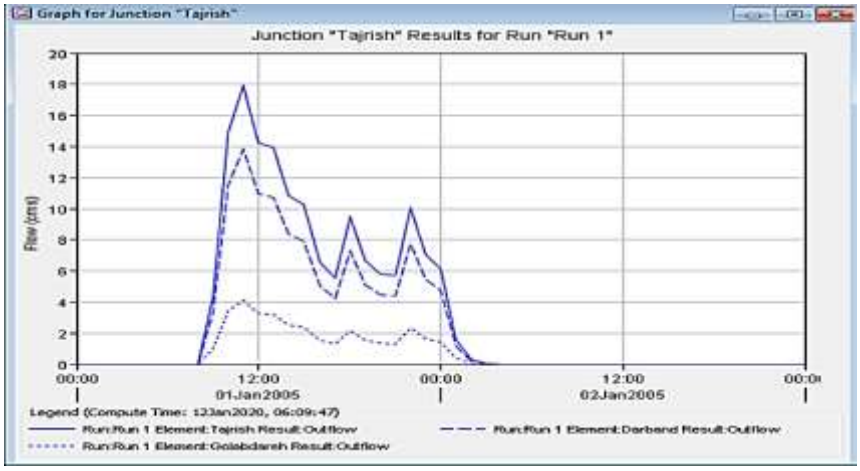
سپس در مرحله بعد، با استفاده از مقادیر بارش حداکثر ۲۴ساعته با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله مربوط به دوره زمانی ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۵-۱۳۹۴ مدل کالیبره شده اجرا شده و هیدروگراف سیلاب محاسبه گردیده است(شکل‌های ۴، ۶ و ۸).



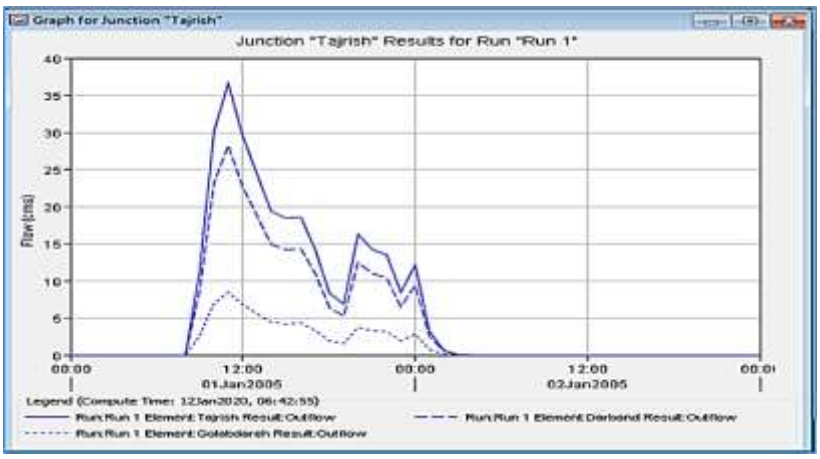
شکل ۲- نمودار تغییرات بارش و سیلاب ایستگاه‌های کلک چال و پل تجریش



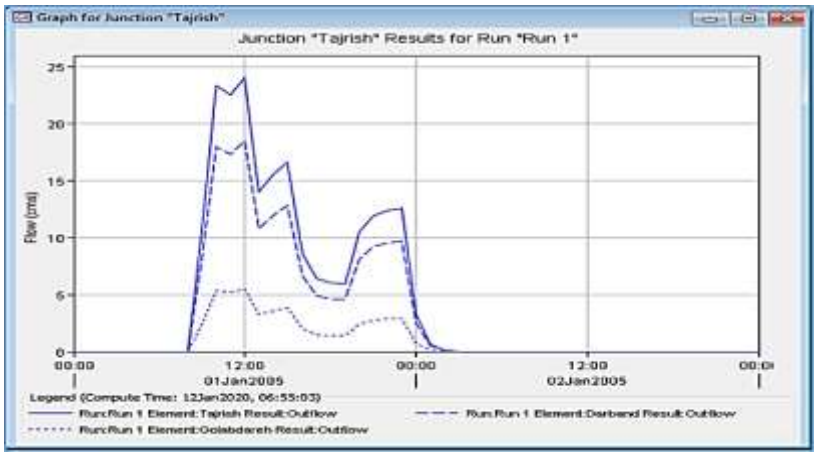
شکل ۳- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیزگلاب‌دره- دربند، مدل‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره برگشت۱۰ ساله برای دوره ۷۰-۱۳۶۹ تا ۸۲-۱۳۸۱ (۲،۷۳ میلیمتر).



شکل ۴- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، مدل‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر۲۴ساعته با دوره برگشت۱۰ساله برای دوره ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۵-۱۳۹۴ (۶،۵۸ میلیمتر)

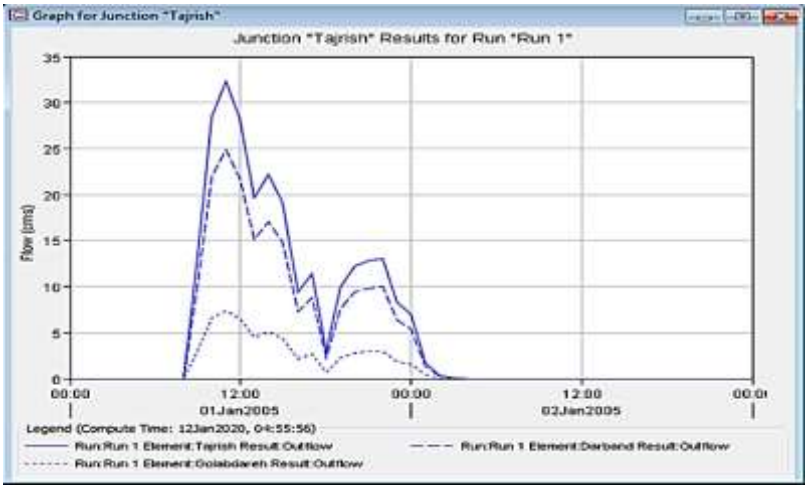


شکل ۵- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، مدل‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر۲۴ ساعته بادوره برگشت ۲۵ساله برای دوره۷۰-۱۳۶۹تا۸۲-۱۳۸۱ (۷،۸۹ میلیمتر).



شکل ۶- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر۲۴ساعته با دوره برگشت ۲۵ساله برای دوره ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۵-۱۳۹۴ (۲،۶۷ میلیمتر).

شکل ۷- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیزگلاب‌دره-دربند مدل‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر۲۴ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ساله برای دوره ۷۰-۱۳۶۹ تا ۸۲-۱۳۸۱ (۱۱۴/۲ میلیمتر)



شکل۸- هیدروگراف خروجی حوزه آبخیزگلاب‌دره- دربند، مدل‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله برای دوره ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۵-۱۳۹۴ (۸۰ میلیمتر).

با توجه به هدف تحقیق، در مرحله اول، سیلاب‌های اتفاق افتاده در پایین‌دست منطقه مورد مطالعه بررسی گردیدند. در ادامه، با مقایسه مقادیر بارش‌های اتفاق افتاده و سیلاب‌های به وقوع پیوسته، و شبیه‌سازی و کالیبره نمودن حوضه‌های مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار HEC-HMS، جمع‌بندی نهایی در زمینه تأثیر احداث طرح‌های آبخیزداری صورت گرفته و مشخص شد که در سال‌های اخیر، با افزایش بارش هم تغییر زیادی در سیلاب مشاهده نگردیده است. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، مشخص گردید که بارش حداکثر ۲۴ ساعته در سال‌های اخیر نسبت به سال‌های قبل، کاهش را نشان می‌دهد، لیکن کاهش سیلاب شدیدتر بوده است؛ به طوری که بارش حداکثر ۲۴ ساعته سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۵-۱۳۹۴ به نسبت سال‌های آماری ۷۰-۱۳۶۹ تا ۸۲-۱۳۸۱ و به نسبت سال‌های۷۰-۱۳۶۹ تا ۹۵-۱۳۹۴، به ترتیب ۳۰ و ۱۵ درصد کاهش یافته است. لیکن این کاهش برای سیلاب، ۴۹ و ۲۱ درصد است. تا این مرحله از آنالیز مقادیر بارش و سیلاب، مشخص گردیده است که به نسبت بارش‌های با دوره بازگشت‌های مختلف، سیلاب‌های به وقوع پیوسته با همان دوره برگشت، کاهش بیشتری را نشان می‌دهد. در ادامه، به کمک نرم‌افزار HEC-HMS و وارد نمودن مشخصات بارش و مشخصات فیزیوگرافی حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه، این تغییرات بیشتر بررسی شده و نتیجه‌گیری انجام شده است.

با استفاده از مدل‌سازی حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند و استفاده از مقادیر بارش به دست آمده در بخش‌های قبل، به تجزیه و تحلیل سیلاب پرداخته شده است. مقادیر به دست آمده نشان داد که تغییرات قبل و بعد از طرح‌های آبخیزداری تفاوت چندانی نداشته و به دلیل تغییر در کاربری مناطق که به سمت کاربری شهری رفته است، کاهش مقدار CN را جبران نموده و به مقدار اندکی حتی مقدار CN

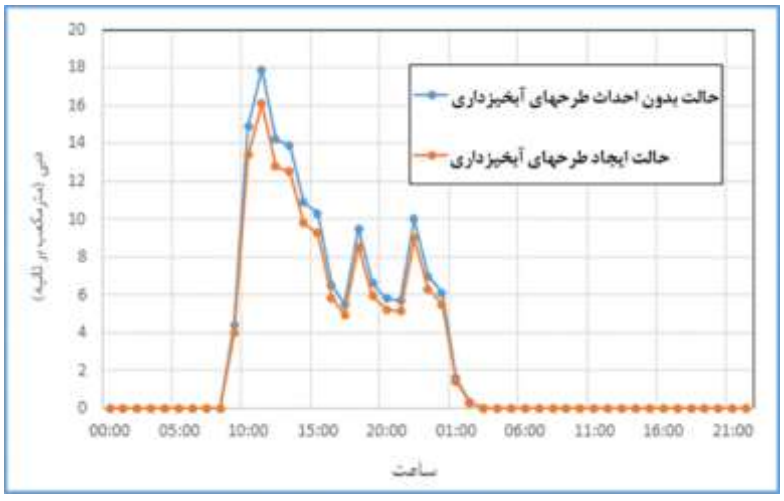
افزایش نیز داشته است.

بارش در مدل ایجاد شده در محیط نرم‌افزار HEC-HMS به صورت بارش تجمعی در مدت زمان‌های یک ساعتی برای هر دوره بازگشت، در محاسبات وارد شده است. روش تولید سیلاب در مدل HEC-HMS به روش SCS صورت گرفته و توزیع بارش نیز بر مبنای روش SCS انجام شده است.

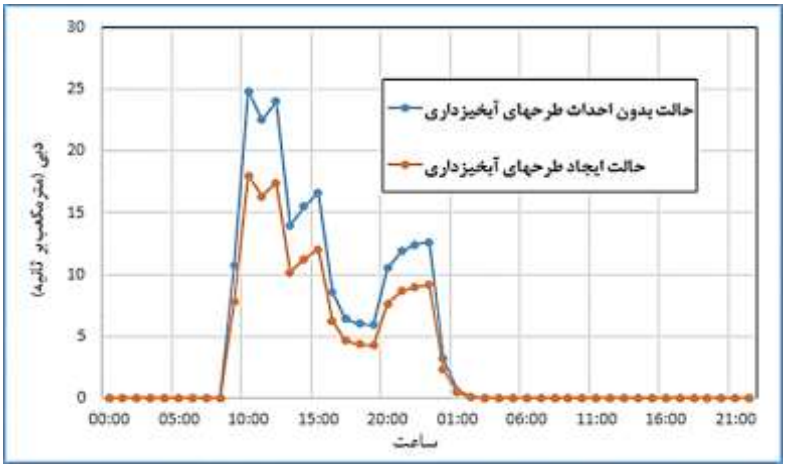
در شکل های۱۰ تا ۱۲، با در نظر گرفتن هیدروگراف‌های سیل شبیه‌سازی شده برای دو حالت با و بدون اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند که از مدل HEC-HMS استخراج گردیده است، ارائه شده است.

با توجه به بارش حداکثر ۲۴ساعته در دوره اجرای طرح‌های آبخیزداری، در دوره اجرای این طرح‌ها، دبی حداکثر ۳۲/۳ مترمکعب بر ثانیه انتظار می‌رفته است. لیکن با توجه به اطلاعات به دست آمده، برازش دبی حااکثر ۱۰۰ساله در این حوزه آبخیز، معادل ۱۹/۶ مترمکعب بر ثانیه بوده است. لذا می‌توان عنوان نمود که احداث این طرح‌ها، حدود۴۰ درصد پیک سیلاب را کاهش داده است. با توجه به شکل ۱۲، از حجم ۹۱ /۰میلیون مترمکعبی برای حالت بدون طرح‌های آبخیزداری، به حجم ۰/۵۵ میلیون مترمکعبی در حالت ایجاد طرح‌های آبخیزداری خواهیم رسید که حدود ۴۰ درصد حجم ذخیره در اثر احداث حدود ۱۸۰ طرح آبخیزداری بوده است که به طور متوسط حدود ۲۰۰۰ مترمکعب برای هر سازه و در کل حدود ۳۶۰ هزار مترمکعب در دوره بازگشت ۱۰۰سال ذخیره و نفوذ در اثر احداث این گونه طرح‌ها بوده است.

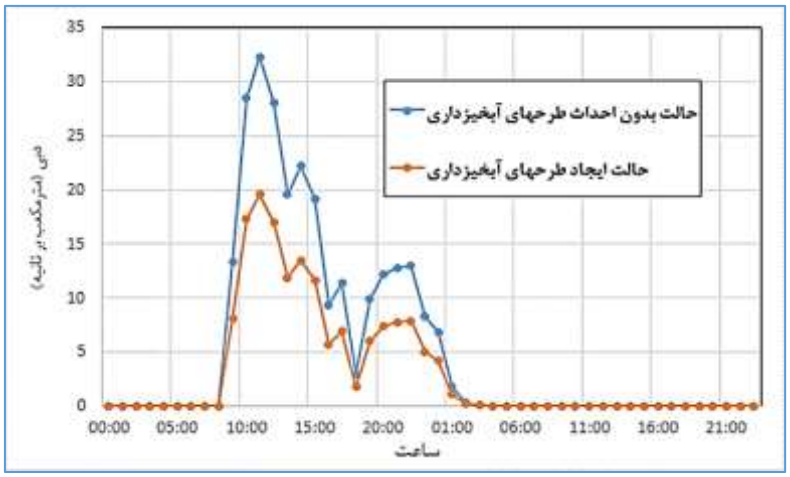
با توجه به شکل۱۰، در دوره بازگشت ۱۰ سال، کاهش پیک سیلاب حدود ۱۰ درصد بوده است. نتایج، به طور مشابه برای دوره بازگشت ۲۵ساله نیز محاسبه و ارائه شده است. با توجه به شکل ۱۱، در دوره بازگشت ۲۵ سال، کاهش پیک سیلاب حدود ۲۷/۴ درصد بوده است.



شکل ۱۰- هیدروگراف سیل با دوره بازگشت ۱۰ سال در دو حالت با و بدون طرح‌های آبخیزداری



شکل ۱۱- هیدروگراف سیل با دوره بازگشت ۲۵ سال در دو حالت با و بدون طرح‌های آبخیزداری



شکل ۱۲- هیدروگراف سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ سال در دو حالت با و بدون طرح‌های آبخیزداری

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، جهت لحاظ شرایط یکسان بارش و سیلاب، از تحلیل بلندمدت بارش استفاده شده است و با استخراج بارش‌های با دوره بازگشت‌های مختلف و تحلیل سیلاب‌های با همان دوره بازگشت، نتیجه-گیری انجام شده است. ضمناً از بررسی رگبارهای کوتاه مدت استفاده نشده است که گاهی تحلیل صحیحی از عملکرد حوضه در تولید سیل را نشان نمی‌دهد. این امر می‌تواند به دلیل عدم در دسترس بودن اطلاعات بارش‌های کوتاه مدت و اطلاعات هم‌زمان سیلاب در پایین‌دست، به دلیل عدم وجود ایستگاه‌های باران‌سنج ثبات و ایستگاه‌های هیدورمتری مجهز به دستگاه‌های ثبت آمار کوتاه‌مدت سیل، ناشی گردد.

جنبه دیگر منحصر به فرد تحقیق حاضر، تلفیق نتایج استخراج شده از بارش و سیلاب در مدل‌سازی در نرم‌افزار HEC-HMS بوده است برای اندازه‌گیری سیلاب حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، مقادیر بارش و خصوصیات فیزیکی حوضه مثل شماره منحنی (CN)،

مساحت و زمان تمرکز در نرم‌افزار HEC–HMS وارد شده و مقادیر سیلاب استخراج گردید.

پس از احداث طرح‌های آبخیزداری، انتظار می‌رود که CN حوضه پایین بیاید، ولی در حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند، تغییر خاصی صورت نگرفته و مقدار بسیار کمی نیز زیاد شده است و علی‌رغم کاهش شیب حوزه آبخیز، عدم کاهش شماره منحنی در حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند، رخ داده است. این امر به دلیل افزایش ساخت و ساز در سال‌های اخیر و تغییر کاربری حوضه‌ها از حالت بکر با پوشش گیاهی به حوضه‌های شهری است.

تحلیل هیدروگراف‌های سیل مربوط به دو حالت با و بدون اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند، حاکی از این بوده است که احداث سازه‌ها، در دوره بازگشت ۱۰ سال حدود ۱۰ درصد، در دوره بازگشت ۲۵ سال حدود ۲۷/۴ درصد، و در دوره بازگشت ۱۰۰ سال حدود ۴۰ درصد، دبی اوج سیلاب را کاهش داده است. این نتیجه، با نتایج تحقیقات موری(۱۹۶۹)، یوکسل و همکاران (۲۰۰۷)، کابوسی و جلیلی(۲۰۱۷)، قطب‌الدین و همکاران (۲۰۱۹)، مصطفی‌زاده و همکاران(۱۳۸۹) جوان و همکاران(۱۳۹۵)، حسنی و ملکی(۱۳۹۸)،قرمزچشمه و همکاران (۱۳۹۸)؛ مبنی بر تاثیر طرح‌های آبخیزداری در کاهش دبی اوج سیلاب، هم‌راستا می‌باشد؛ اما با نتیجه مطالعه پورجم و صفایی(۲۰۲۰) و روغنی و امینی(۱۳۹۳) که حاکی از عدم تاثیر طرح‌های آبخیزداری بر دبی اوج سیلاب بوده است، همخوانی ندارد.

نتایج همزمان بارش و سیلاب در حوزه آبخیز گلاب‌دره-دربند نشان می‌دهد که طرح‌های آبخیزداری، تأثیری مستقیم در کاهش سیلاب، افزایش نفوذ سیلاب و کنترل سیلاب دارد و این تأثیر در سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های بالا، بیشتر است. دبی پیک سیلاب و حجم سیلاب در دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵ و۱۰۰ ساله برای حالت با و بدون طرح‌های آبخیزداری، به ترتیب۱۰، ۲۷/۴ و۴۰ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

به این ترتیب که احداث طرح‌های آبخیزداری در کاهش سیلاب، تأثیر مثبت داشته است و این تاثیر در دوره بازگشت‌های پایین سیلاب، خیلی معنی‌دار نبوده و در دوره بازگشت‌های بالا، معنی‌دارتر بوده است. این نتیجه، با نتیجه تحقیق مصطفی‌زاده و همکاران(۱۳۸۹)، همخوانی دارد.

می‌توان نتیجه گرفت که حوزه آبخیز گلاب‌دره- دربند با توجه به این که در برخی مناطق به حوزه آبخیز شهری نزدیک است، قابلیت ایجاد رواناب در دوره بازگشت‌های پایین را دارا بوده و طرح‌های آبخیزداری در دوره بازگشت‌های پایین، تأثیر زیادی نخواهد داشت. لیکن در دوره بازگشت‌های بالا، این طرح‌ها قابلیت کنترل سیلاب را داشته و به سبب افزایش نفوذ بارش، دبی اوج سیلاب را کاهش می‌دهد.

Refrence:

۱-Balvardi, A., Beheshtirad, M. ۲۰۱۶. Economic evaluation of watershed projects (case study of Baft dam watershed), ۵th national conference on sustainable agriculture and natural resources, Tehran, Iran.

۲-Brown, R.G. ۱۹۹۸. Effects of precipitation and land use on storm runoff. Water Resources Bulletin, ۲۴, pp. ۴۲۱-۴۲۵.

۳-Camorani, G., Castellarin, A. and Brath A. ۲۰۰۵. Effects of land–use changes on the hydrologic response or reclamation systems. Physics and chemistry of earth, ۳۰ (۸), pp. ۵۶۱-۵۷۴.

۴-Chamanpira, R. and Roughani, M. ۲۰۱۸. Evaluation the effects of watershed management operations in flood mitigation of Dadabad Watershed. Watershed Engineering and Management, ۱۰(۳), pp. ۳۵۰-۳۶۰.

۵-Ghermermezcheshmeh, B., Nikcheh frahani, S.O. and Agha-Razi, H. ۲۰۱۹. Effects of watershed management practices on some of flood characteristics change in Haftan watershed. Journal of Watershed Management Research, ۱۰(۱۹), pp. ۱۰۶-۱۱۶.

۶-Ghotbaldin, F., Nohtani, M. and Dehghani, M, ۲۰۱۹. Role of watershed management practices on flood hydrograph characteristics (Case Study: Kakhk paired watershed). Journal of Watershed Management Research, ۱۰(۱۹), pp. ۲۰۴-۲۱۰.

۷-Hector, D. ۲۰۰۴. Flood control reservoir operations for conditions of limited storage capacity, Phd Thesis, Texas University, ۱۹۸ p.

۸-Heshmati, M., Gheitouri, M. and Shadfar, S. ۲۰۱۸. Technical Evaluation of Watershed Management Measures in Razin Watershed, Kermanshah, Iran. Journal of Watershed Management Research, ۱۰(۱۸), pp. ۲۶-۳۲.

۹-Hajibigloo, M., Rashidi, M. ۲۰۱۷. Hydrological assessment of watershed management on flood characteristics (Case Study: watershed upstream of the dam Vushmgir). Natural Ecosystems of Iran, ۸(۲), pp. ۶۷-۸۲.

۱۰-Hasani, H. and Maleki, M. ۲۰۱۹. Socio-Economic Impact Assessment of Watershed Management Implementations from the Viewpoint of Stakeholders (Case Study: Hasan Abdal Basin- Zanjan Province). Iran Watershed Management Science and Engineering, ۱۳(۴۵), pp. ۵۴-۶۲.

۱۱-Javan, M., Seiedian, S.M., Kahe, M. and Heshmatpour, A. ۲۰۱۶. Evaluating the effect of the height of corrective dams on the volume and peak flow of floods (Case Study: Gorgandoz watershed). Irrigation Sciences and Engineering, ۲۹(۴), pp. ۵۹-۷۰.

۱۲-Kaboosi, K. and Jelini, R. ۲۰۱۷. Investigation of performance Indexes and the rule of mitigation reservoir on flood control (case study: Jafarabad watershed in Golestan province). Water and Soil Resources Conservation, ۵(۴), pp. ۳۵-۴۵.

۱۳-Mirzaei, Sh., Esmali Ouri, a., Mostafazadeh, R., Ghorbani. A. and Mirzaei, S. ۲۰۱۸. Flood hydrograph simulation and analysis of its components with landscape metrics in Amoughin watershed, Ardabil province. Ecohydrology, ۵(۲), pp. ۳۵۷-۳۷۲.

۱۴-Mosaffaie, J. and Salehpour Jam, A. ۲۰۲۰. Quantitative analysis of the impacts of

watershed management activities on catchment hydrological status. Watershed Engineering and Management,, ۱۲ (۲), pp. ۵۲۶-۵۳۴.

۱۵-Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., Bahremand, A., Sheikh, V. and Nazarnejad, H. ۲۰۱۰. Assessing hydrological effects of Jafar-Abad watershed management project in Golestan province using HEC-HMS model. Journal of Watershed Engineering and Management, ۲(۲), pp. ۸۳-۹۳.

۱۶-Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., Bahremand, A., Sheikh, V.B, and ZareGarizi, A. ۲۰۱۷. Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran. Natural Hazards, ۸۷(۳), pp. ۱۸۲۷-۱۸۴۶.

۱۷-Mostafazadeh, R., Mirzaei, S. and Nadiri, P. ۲۰۱۸. Curve Number determination using rainfall and runoff data and its variations with rainfall components in a dorested watershed. Journal of Water and Soil Science, ۲۱ (۴), pp. ۱۵-۲۸.

۱۸-Slutzman, J.E. and Smith, J.A. ۲۰۰۶. Effects of Flood Control Structures on Flood Response for Hurricane Floyd in the Bransywine Creek Watershed, Pennsylvania. Journal of Hydrologic Engineering, ۱۱(۵), pp.۴۳۲-۴۴۱.

۱۹-Yuksel, I. and Sandalci, M. ۲۰۰۷. An investigation on flood control structures in the Sakarya Basin, International Congress on river basin management, Antalya, Turkey, pp. ۵۱۶-۵۲۶.

Evaluating the effectiveness of flood control structures in Golab darreh-Darband watershed, Tehran

Baharak Motamedvaziri[۱*], Hadi Kiadaliri[۲], Sasan Arefi[۳]

Abstract

Golabdarreh- Darband watershed is one of the watersheds of north of Tehran which pay special attention to management of these basins due to flooding of these basins to Tehran city and its potential financial and life threat. In this research, HEC-HMS software has been used to determine the response of this watershed to floods before and after the watershed operation. Taking into account the lack of ability to determine the rainstorm corresponding to the time period before and after the flood control operations carried out in the watershed in order to investigate the studies of floods caused by single rainstorm, the investigation and statistical analysis of the rainfall and flood data related to the rain gauges and hydrometers stations located in Gulab Dareh-Darband watershed were closed and simulation of the watershed was done in the HEC-HMS software environment, so that after simulating the watershed, the flood caused by the watershed can be measured to the maximum ۲۴-hour rainfall for the return period of ۱۰, ۲۵ and ۱۰۰. The results of the simultaneous assessment of rainfall and flood in the studied watershed, before and after the implementation of the watershed projects, showed that the watershed operations had a direct effect on reducing floods, increasing flood infiltration and controlling it, and this effect on floods with a high return periods, there have been more so that the flood peak discharge and flood volume in the ۱۰, ۲۵ and ۱۰۰ year return periods, after the implementation of the watershed projects, shows a decrease of ۱۰, ۲۷,۴ and ۴۰ percent, respectively.

Keywords: Watershed Management practices, Rainstorm, Golabdarreh–Darband watershed

[۱]Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,*Corresponding author: bmvaziri@gmail.com

[۲] Associate Professor, Department of Environment and Forest Sciences, Faculty of Nat
ural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

[۳] MSc Graduated, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran