سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال چهاردهم / شماره چهارم) زمستان ۱۴۰۲
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت: https://sanad.iau.ir/journal/girs

مقاله پژوهشی

نقش توزیع مکانی واحدهای هیدرولوژیکی حوضه بر تغییرات دبی اوج سیلاب با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز صفارود)

مرتضی شاهدی[۱]، غلامرضا نبی بیدهندی[۲*]

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۵ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۶ / دسترسی اینترنتی: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

چکیده

با توجه به تغییرات عمده در کاربری زمین و همچنین تغییرات اقلیمی طی چند دهه اخیر مدیریت سیلاب از نقش عمده ای در مدیریت منابع آب برخوردار است. هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی نقش توزیع مکانی واحدهای هیدرولوژیکی حوضه آبخیز صفارود بر تغییرات دبی اوج سیلاب با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS می‌باشد. برای این منظور ابتدا توزیع مکانی زیرحوضه‌ها با استفاده از نقشه سطوح هم‌پیمایش در سطح منطقه تعیین گردید. سپس با استفاده از نقشه سیل‌خیزی و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، رفتار زیرحوضه‌های واقع در هر سطح هم پیمایش براساس سیلاب طراحی با دوره بازگشت صد ساله مورد بررسی قرار گرفت. با حذف اثر هیدرولوژیکی زیرحوضه‌های یاد شده در هر سطح هم‌پیمایش، هیدروگراف سیلاب خروجی شبیه‌سازی گردید. بررسی نتایج نشان می‌دهد زیرحوضه های سطح هم پیمایش ۱ و ۲ واقع در خروجی حوضه صفارود با شاخص ۰/۶۷ و ۰/۷۸ دارای کمترین تاثیر و در مقابل زیرحوضه های واقع در سطح ٤ با شاخص ۱/۱۰ دارای بیشترین تاثیر بر دبی اوج سیلاب خروجی از حوضه میباشند. میزان تغییرات ایجاد شده در ناحیه میانی و مناطق بالاتر، ناشی از شکل حوضه در تلفیق با شدت سیل‌خیزی می‌باشد. با توجه به نتایج ذکر شده توصیه میگردد جهت کاهش هزینه های اجرایی کنترل سیلاب در حوضه آبخیز صفارود تمرکز عملیات اجرایی در مناطق اولویت‌بندی شده شامل زیرحوضه های بالاتر و همچنین میانی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کنترل سیل، آبخیزداری، بهینه سازی عملیات، مدلHEC-HMS، شاخص مکانی سیل، حوضه آبخیز صفارود.

مرتضی شاهدی[۱]، غلامرضا نبی بیدهندی[۲*](✉)
۱-دانشجوی دکتری رشته مدیریت بحران، پژوهشگاه مهندسی بحران طبیعی
۲-استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

DOI: 10.30495/girs.2023.690970

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: kimiyashahedi@yahoo.com

لطفاً به این مقاله استناد کنید: شاهدی، م.، نبی بیدهندی، غ. نقش توزیع مکانی واحدهای هیدرولوژیکی حوضه بر تغییرات دبی اوج سیلاب با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز صفارود). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱٤(٤): ۱۱۲-۱۰۰.

مقدمه

ایران پهناور در طول تاریخ بسته به شرایط اقلیمی متنوع سیلهای بسیاری را تجربه کرده است اما آنچه باعث افزایش سیلاب‌ها درحال حاضر شده، دستکاری انسان در طبیعت است. تکرار سیلاب در گلستان به دلیل تغییر پوشش گیاهی، سیلاب جنوب ایران و حتی تهران نمونه های مکرری است که باید برای آن چاره ای اندیشید. استراتژی مطالعه مخاطرات زیست محیطی شامل شناخت فرآیند، پیش بینی و تحلیل خطر با هدف کاهش خسارات ناشی از آن است (۵). از سوی دیگر الگوی استفاده از زمین به دلیل افزایش فعالیت های انسانی دائماً درحال دگرگونی است (۱۷). آگاهی از شرایط کلی حوضه و نحوه توزیع مکانی زیر حوضه‌ها و همچنین آگاهی از وضعیت وقوع سیلاب‌های قدیمی و مقایسه آنها با برآوردهای فعلی، لزوم انجام بازدیدها را نیز ضروری ساخته است (۱٤). یکی از مسائل مهم در بررسی سیلاب حوضه‌های آبخیز، آگاهی از عکس العمل حوضه در پاسخ به وقایع بارندگی می-باشد (۱۵). بررسی فرایند بارش-رواناب حوضه و سطوح مختلف آن، استفاده از مدل ریاضی برای روندیابی جریان و بررسی نحوه پاسخ حوضه به بارش روی تغییرات الگوی جریان و پهنه بندی سیلاب ضروری است (۱۹). در این مرحله با بکارگیری مدل‌های هیدرولوژیکی نظیر HEC-HMS شرایط لازم را در روندیابی تغییرات تراز جریان در طول رودخانه و تعیین مقاطع بحرانی ایفا خواهد نمود.

شناخت فرآیندهای هیدرولوژیکی و شبیه سازی آنها در مقیاس حوضه آبخیز و پیشبینی تغییرات این فرآیندها در آینده همواره از چالش های پیش روی هیدرولوژیست ها بوده است (۲۱). از اینرو در سال‌های اخیر مدل‌های هیدرولوژیکی به عنوان ابزاری برای شناخت فعالیتهای طبیعی و انسانی موثر بر سیستم هیدرولوژی حوضه و مدیریت و برنامه ریزی آنها، به طور گسترده توسط مدیران و هیدرولوژیست‌ها به کار گرفته میشوند (٦). مدل‌هایی از قبیل AGNPS، EPIC،HSPF، CREAMS و SWRRB در زمینه آنالیز کیفیت آب و هیدرولوژی در مقیاس حوضه آبخیز توسعه یافته اند (۳). اگرچه این مدل‌ها در بسیاری موارد مفید و کاربردی هستند، اما جهت مدل سازی حوضه آبخیز محدودیت‌هایی نیز دارند (٤). از آنجا که حوضه های آبخیز بزرگ دارای طیف وسیعی از پارامترهای اکولوژیکی، توپوگرافی، تنوع بالای خاک، پوشش زمین و تغییر اقلیم در بازه های زمانی و مکانی هستند که بر فرآیندهای بارش-رواناب تاثیرگذار می‌باشد، استفاده از مدل-های هیدرولوژیکی توزیعی نسبت به مدل‌های فشرده توصیه شده است(۱۷).

یکی از مهمترین اثرات تغییر اقلیم در چرخه هیدرولوژی، تغییر در وضعیت کمّی و کیفی منابع آب است. با اینکه در تغییرات اقلیمی همه عناصر ایجاد کننده اقلیم متأثر خواهند شد، اما بارندگی و دما از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند. به گونه ای که تغییر اقلیم مدیریت فعلی و آینده منابع آب را به چالش کشیده است(۲۵) مدل های هیدرولوژی قادر به شبیه سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی سطح زمین بهمنظور بهبود مدیریت منابع آب هستند. مدل‌های بارش-رواناب یکی از روش های تخمین رواناب و همچنین ابزاری مناسب برای مطالعه فرآیندهای هیدرولوژیکی و ارزیابی منابع آب میباشند. دو کاربرد مهم مدل‌های بارش-رواناب عبارتند از پیشبینی سیلاب و شبیه سازی فرایندهای هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز(۸)ستانداردهای بالای زندگی ، تغییرات جمعیتی، سیاست‌های استفاده از آب و زمین و دیگر عوامل بیرونی سبب افزایش فشار در مقیاس محلی، منطقه‌ای و ملی بر تدارک آب برای آبیاری تولید انرژی، استفاده های صنعتی، مصارف خانگی و محیط زیست میشود(۷)

مدیریت صحیح حوضه های آبخیز از مهم ترین روش های استفاده بهینه از منابع آب و خاک به شمار می آید. امروزه از روش های متعددی برای پیشبینی جریان آب ناشی از سیل برای مباحث مربوز به مدیریت بحران استفاده میشود.تعیین مؤلفه های بیلان آب از جمله کارهای پژوهشی میباشد که در سالیان اخیر، توسط مدلسازی های هیدرولوژیکی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در اکثر حوزه های آبریز امکان اندازه گیری تمام کمیت های مورد نیاز برای شبیه سازیهای دقیق هیدرولوژیکی میسر نمی باشد. از اینرو، انتخاب مدلی که بتواند فرآیندهای

هیدرولوژیکی را در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل عوامل، به خوبی شبیه سازی کند امری ضروری است. مدل نماینده سادهای از کل سیستم حوضه و یا به عبارتی نمایانگر بخشی از واقعیت های موجود در یک سیستم است(۲۲)در بسیاری از حوزه های آبریز که نیازمند برنامه ریزی منابع آب هستند، ایستگاه های آب سنجی برای اندازه گیری وجود ندارد، یا اینکه آمار ایستگاه های موجود، ناقص است. با توجه به اینکه به نظر نمی رسد که در آینده نزدیک همه مناطق دارای ایستگاه های اندازه گیری شوند. بنابراین روش یا روش‌هایی که به کمک آنها بتوان میزان رواناب به دست آمده از بارندگی در حوزه‌های بدون آمار یا دارای آمار ناقص را تخمین زد، از اهمیت قابل توجهی برخوردار می گردند(۲۲) و(۲۳)

برخی از جدیدترین پژوهش های صورت گرفته را می توان برشمرد:کوالنکو۱ و همکاران (۲۰۲۱)،در تحقیقی بیان کرده اند که، از آنجایی که رشد جمعیت و شهرنشینی به طور پیوسته در حال افزایش است، نیاز به تخمین قابل اعتماد سیل است. تکنیک ها بسیار مهم است این مطالعه رویدادهای سیل شدید را در حوضه‌های فرعی منتخب زیر حوزه ها ارزیابی می‌کند. حوضه رودخانه در فلوریدا، ایالات متحده آمریکا. عمده ترین یافته های این تحقیق نشان می دهد که با اجرای طیف وسیعی از روش‌های تخمین سیل می‌توان عدم قطعیت ذاتی را با برآوردهای سنتی بهتر توصیف کرد. با این حال، سناریوهای مختلف استفاده از زمین ممکن است جریان های سیل شبیه سازی شده با بزرگی بیشتر – به ویژه زمانی که یک سناریوی کاربری زمین شهری مدل سازی شده بیشتر منجر شود(۱۳).تودوس۲ و همکاران (۲۰۲۱)،در تحقیقی به مطالعه ساخت و آزمایش سازگاری و قابلیت اطمینان مدل هیدرولوژیکی ابزار ارزیابی خاک و آب در یک حوزه آبخیز جنگلی کوچک کوهستانی اقدام کرده اند. این حوضه مساحت ۱۸٤ کیلومتر مربع را پوشش می دهد و ۹۰ درصد آب را برای منطقه کلان شهری براس، اوو، دومین منطقه بزرگ تامین می کند. منطقه شهری رومانی پس از ساخت یک پایگاه داده سفارشی در سطح محفظه مدیریت جنگل، مدلSWAT اجرا شد. علاوه بر این، از نرم افزار SWAT-CUP تحت الگوریتمSUFI2 استفاده شده است. نتایج مشاهده شده این تحقیق نشان می دهد که مدل SWAT را می توان در ابعاد کوچک در حوضه های آبخیز پس از پارامترسازی مناسب پایگاه های داده آن اندازه گیری نشده است، به کار برد(۲۳).کابجا۳ و همکاران (۲۰۲۰)، درک تأثیر تغییر نوع کاربری و پوشش زمین (LULC) بر حوزه آبخیز واکنش هیدرولوژیکی برای اتخاذ تدابیر قابل اجرا برای کنترل سیل ضروری است. در چین، برنامه دانه به سبز (GTGP) و برنامه حفاظت از جنگل های طبیعی (NFCP) داشته اند. تغییرات در پوشش زمین منجر به کاهش دبی پیک سیل شد. این یافته ها درک بهتری در مورد تأثیر احیای جنگل ارائه می دهند. تغییر LULC القا شده در الگوهای فضایی پاسخ‌های هیدرولوژیکی معمولی حوضه کوهستانی می تواند به کاهش خطرات سیل ناگهانی در سایر مناطق کوهستانی کمک کند(۱۱).نگویان٤ و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی به بررسی تغییر در بارندگی شدید و طغیان رودخانه برای یک حوضه رودخانه بزرگ به دلیل آب و هوا و تغییر در طول بارش های موسمی تابستان با استفاده از یک مجموعه بزرگ مجموعه داده (d4PDF)همراه با تجزیه و تحلیل یکپارچه سیستم سیل(IFAS) در ژاپن می پردازد. نتایج نشان داده است که برای افزایش معین در بارندگی شدید، تخلیه از IRB و زیرحوضه های اصلی آن به میزان بیشتری افزایش می یابد. تفاوت ها بین زمان پیک تخلیه در ایستگاه های مرجع در هر شاخه و زمان اوج سطح آب در نقاط تلاقی در رودخانه اصلی ارزیابی شده است(۲۰).

حسینی تشنیزی۵ و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی به منظور بررسی عملکرد سازه های ساخته شده در حوزه آبخیز سردشت مدل ابزارهای ارزیابی خاک و آب برای شبیه سازی

[1] Kovalenko
[2] Tudose
[3] Kabeja
[4] Nguyen
[5] Hosseini-Teshnizi

رواناب و رسوب در دوره مورد مطالعه ۱۳۷۵-۱۳۹۱ برای دو مورد وجود و عدم کنترل سازه های سیل انجام شد. از سال ۱۳۸٦ به بعد با انجام عملیات آبخیزداری در این زیرحوضه‌ها میانگین نرخ رواناب در زیرحوضه ۱ حدود ۲۵۰ لیتر در ثانیه و برای زیرحوضه ۳ ۱۵۰ لیتر در ثانیه کاهش یافت. این نشان دهنده کنترل سیل است. در این حوضه ها حجم رواناب به طور متوسط ۰.۲۵ کاهش یافته است. بر اساس نتایج آزمون من کندال، آبخیزداری در حوضه سردشت برای سیل کنترل و رواناب را می توان قابل قبول دانست. قبل از عملیات حوضه آبخیز، وقوع رواناب با احتمال ۸۰ درصد صفر بود، که پس از عمل، پیپ احتمال وقوع کاهش یافت(۷).

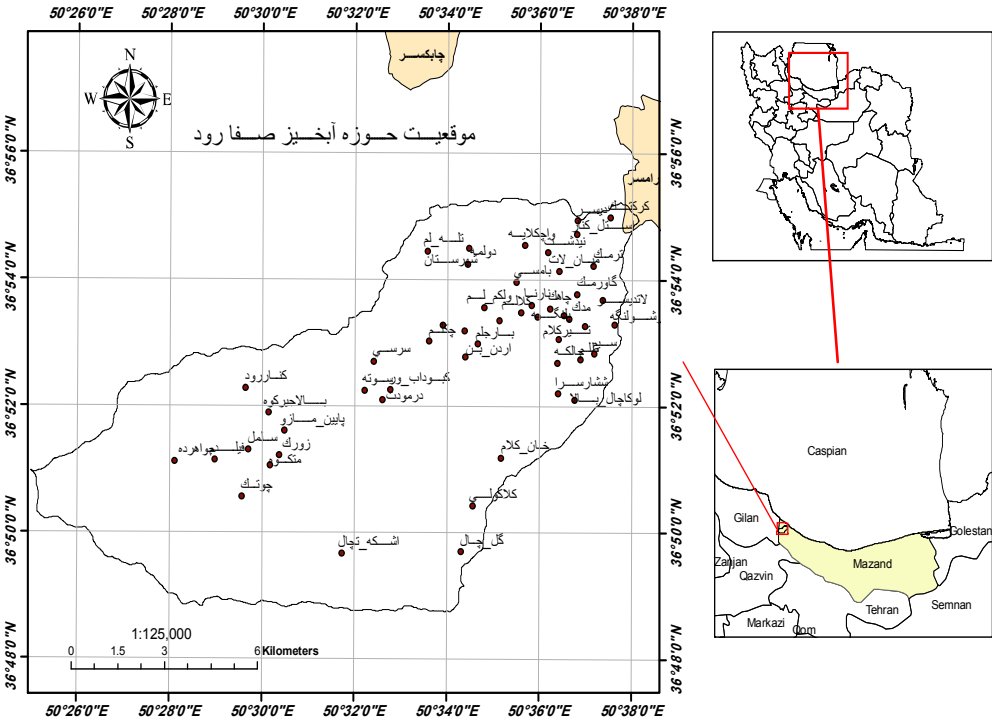
کریمی زاده[6] و همکاران (۲۰۱۹)، برای ارزیابی اثرات عملیات فنی بر دبی رودخانه، فرآیندهای هیدرولوژیکی با استفاده از مدل HEC-HMS شبیه‌سازی شد. ورودی های مدل که با روش های خاص مدل و روش منحنی عددی (CN) شناسایی شدند، و برای تبدیل بارندگی به رواناب استفاده شد. بر اساس هیتوگراف از رویدادهای مختلف بارندگی، قبل و بعد اجرای سازه های آبخیزداری، هیدروگراف های سیلاب استخراج شد. بر اساس ویژگی های خروجی هیدروگراف های مدل، کارایی عملیات در این حوضه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که عملیات بیولوژیکی پیک دبی و حجم جریان را به ترتیب ۱٤.۳٤ و ۱۲.۵۲ درصد کاهش داده است (۸). در این پروژه ضمن استفاده از نرم افزارهای موجود نظیر ILWIS و ArcView ، از طریق برنامه نویسی در محیط C++ وتهیه مدل کامپیوتری CTC (Catchment Time of Concentration)، تهیه نقشه سطوح هم‌پیمایش جریان حوضه امکان‌پذیر خواهد گردید. نتایج یاد شده از طرح تعیین سطوح هم‌پیمایش در حوزه‌های آبخیز، حاصل گردیده است.

روش تحقیق

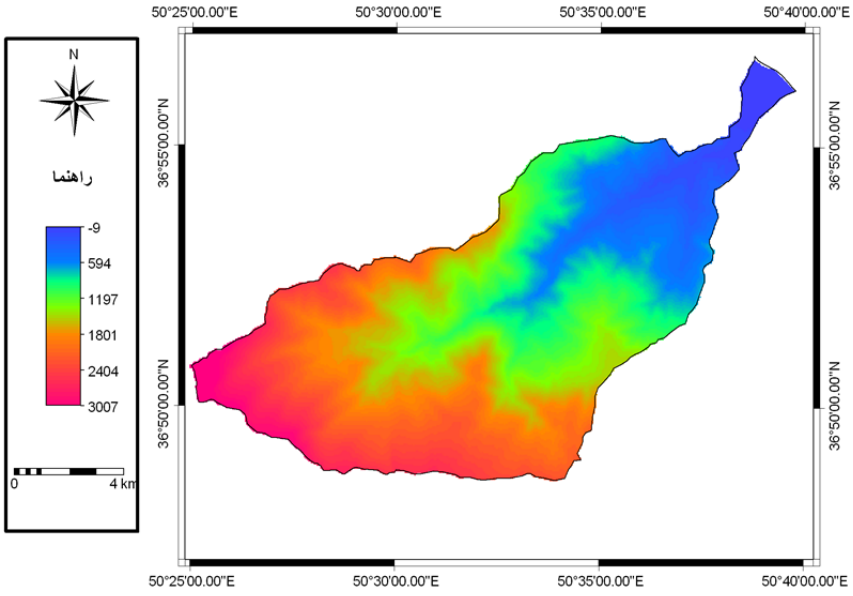
منطقه مورد مطالعه

حوضه صفارود در بین طول های جغرافیایی °۵۰ و َ ۲۵ تا °۵۰ وَ ۳۹ و عرض‌های جغرافیایی °۳٦ وَ ٤۷ تا° ۳٦ وَ ۵۷ واقع شده است. بررسی سیلاب منطقه نشان می‌دهد که آبخیزنشینان این حوضه همواره با مشکل سیلخیزی و خسارات ناشی از آن مانند سیل سال ۱۳٦۹ روبرو بوده اند. قطع بی‌رویه درختان جنگلی و شیب زیاد حوضه سبب شده که تنه درختان از داخل حوضه وارد رودخانه شده و دهانه پل را مسدود و خرابی‌های زیادی ببار آورد. این حوضه دارای مساحتی معادل ۱۳۹۹۵/٦۵ هکتار است که ۷۳ درصد از آن دارای کاربری جنگل (متراکم و متوسط)، ۲۳ درصد کاربری مرتع، ۳ درصد کاربری مناطق مسکونی و ۱ درصد کاربری باغ می‌باشد. بیشترین مقدار بارندگی حوضه در فصل پاییز، معادل ٤۷ درصد و کمترین مقدار بارندگی در فصل بهار، معادل۱۳ درصد می-باشد. قسمت اعظم حوضه دارای واحدهای سنگی کنگلومرا، رس سنگ، سیلت سنگ با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و زغال می باشد. این حوضه آبریز از نظر مورفولوژیکی از واحدهای کوهستانی مرتعی، جنگلی و جلگه‌ای تشکیل شده است. موقعیت جغرافیایی و مدل رقومی حوضه آبخیز مورد مطالعه به ترتیب در بخش های الف و ب شکل ۱ نشان داده شده است.

[6] Karimizadeh



(الف)



(ب)

شکل ۱- (الف) موقعیت جغرافیایی و (ب) مدل رقومی حوضه آبخیز صفارود

در این تحقیق شبیه‌سازی سیلاب با بکارگیری مدل HEC-HMS در حوزه آبخیز صفارود، و همچنین تعیین ظرفیت سازه‌های کنترل و تخلیه سیلاب، ابعاد سرریز سدها، کانال‌های آبگیر و انجام سایر بررسی‌های هیدرولوژیکی مانند برآورد هیدروگراف و دبی حداکثر سیل با دوره بازگشت‌های مختلف مورد ار زیابی قرار خواهد گرفت. نتایج محاسبات مدل را در برآورد دبی اوج سیل و هیدروگراف سیلاب را با دوره بازگشت‌های مختلف در محیط HEC-HMS نشان می‌دهد. در این تحقیق به دلیل تعداد نسبتا کم وقایع مورد استفاده در واسنجی و ارزیابی مدل، از شاخص مقدار مطلق خطای نسبی

(AMRE)، رابه (۱)، برای صحت یـابی نتـایج مـدل اسـتفاده شده است.

$$\mathrm{AMRE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{|Q_{obs} - Q_{est}|}{Q_{obs}}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

در رابه بالا Q_{obs} دبی مشاهده ای، Q_{est} دبی شـبیه سـازی شده و n نیز تعداد مشاهدات می باشد.

در حوزه های دارای آمار می توان برای هر رگبار و رواناب متناظر آن، ابتدا با استفاده از معادلـه (۲) مقـدار تلفـات (S) را بدست آورد.

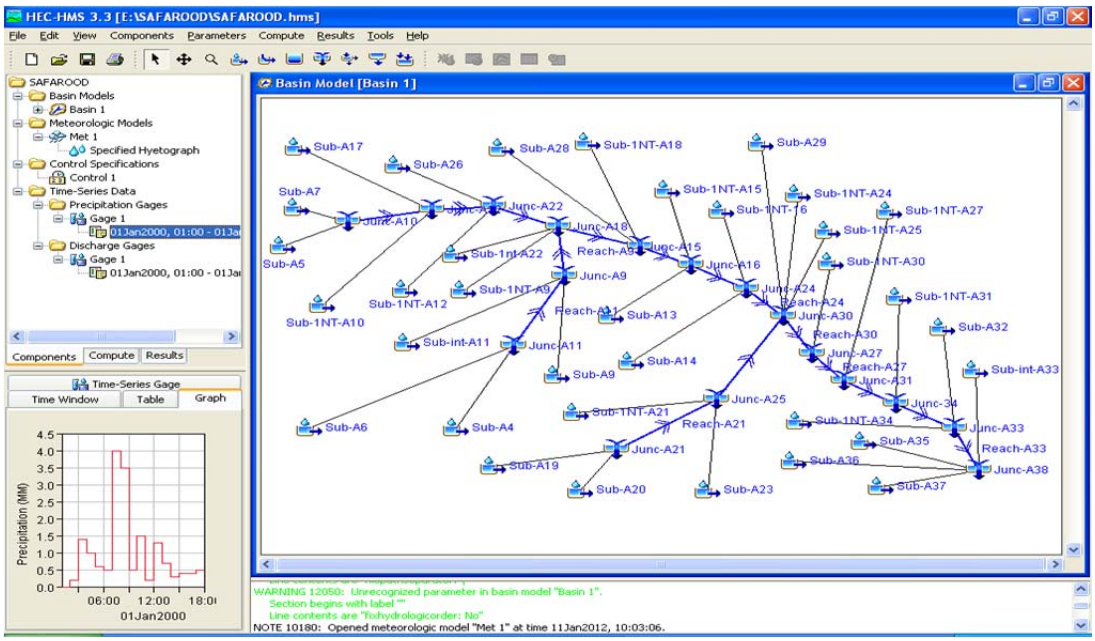
$$S = 5(P + 2Q - (4Q^2 + 5PQ)^{0.5}) \qquad (۲)$$

در معادله (۲) P و Q به ترتیب ارتفاع بارندگی و روانـاب به میلیمتر می باشند.

با معلوم بودن پارامتر S از رابطـه (۲)، میتـوان مقـدار CN برای هر بارندگی را با استفاده از معادله (۳) محاسبه نمود

$$\mathrm{CN} = \frac{25400}{\mathrm{S}} + 254 \qquad (۳)$$

در این مرحله به منظور برآورد مقادیر CN در حوضه مورد مطالعه، از داده‌های هم زمان بارش رواناب حاصل از ایستگاههای باران‌سنجی و هیدرومتری واقع در خروجی و منطقه میانی حوضه استفاده به عمل آمد. با توجه به لزوم انجام واسنجی، اقدام به پایش حوضه و ثبت داده‌های بارش–رواناب گردید. در این مرحله ضمن بکارگیری یکنفر آمار بردار، تعداد سه واقعه بارندگی وسیلاب متناظر آن ثبت گردید.



شکل ۲– مدل هیدرولوژیکی ساخته شده در محیط HEC-HMS برای حوزه آبخیز صفارود

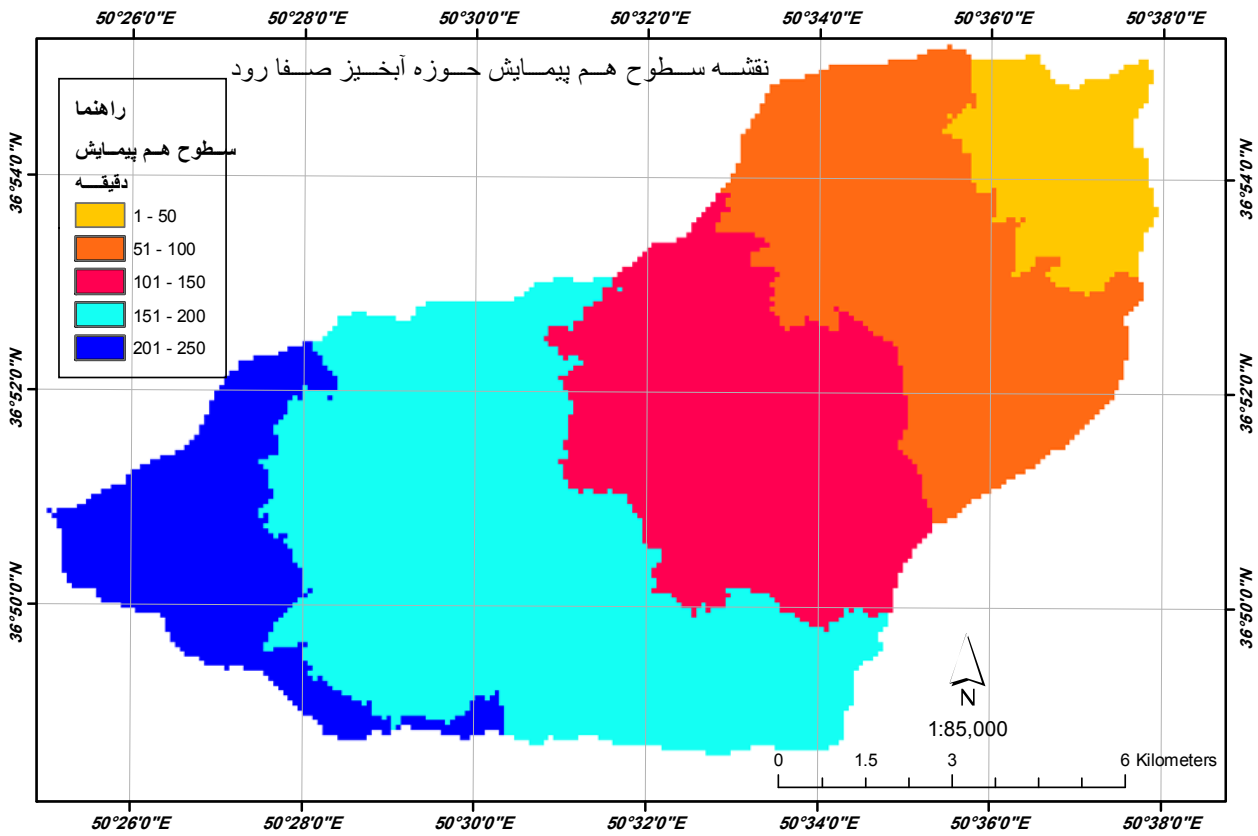
نتایج و بحث

با استفاده از تلفیق نتایج پروژه های چهارگانه شامل، واسنجی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS در حوزه آبخیز، تعیین سطوح هم پیمایش جریان حوضه، بررسی تعدادی عوامل موثر بر سیل‌خیزی و پهنه بندی سیل، پهنه‌بندی سیلاب صورت گرفت. زیرحوضه‌های واقع در حوضه های آبخیز بر اساس زمان پیمایش جریان و پس از آن میزان سیل‌خیزی مورد طبقه‌بندی قرار گرفت. آرایش داده‌ها بر این روال شرایط لازم

را جهت بررسی و تعیین شاخص مکانی سیل‌خیزی هر یک از زیرحوضه‌های واقع در هر یک از سطوح هم‌پیمایش فراهم نمود. نتایج مقدار خطای AMRE در مرحله واسنجی مدل هیدرولوژیکی برابر ۲/۷ درصد بود که باتوجه به درصد بسیار پائین آنها، نتایج قابل قبولی میباشد. پس از انجام واسنجی و حصول اطمینان از انطباق رفتار مدل هیدرولوژیکی با شرائط طبیعی حوضه مورد مطالعه، مکان یابی مناطق موثر بر دبی اوج سیلاب مدنظر قرار گرفت. بررسی انجام شده بین ضرائب رواناب زیرحوضه‌های سطوح هم پیمایش ٤ و ٥ (شکل ٣) بیانگر بخش دیگری از ویژگی‌های موجود در روابط هیدرولوژیک و بارش رواناب حوزه‌های آبخیز می‌باشد.

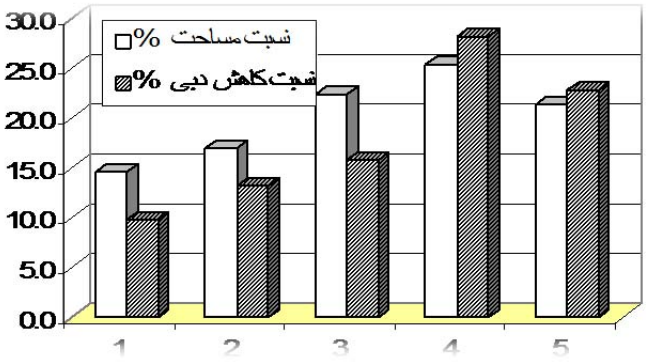
جدول ۱: مقایسه مقادیر شماره منحنی زیرحوضه‌های سطح هم‌پیمایش ٤ و ٥ در آبخیز صفارود

ردیف	سطح هم پیمایش	زیرحوضه	مساحت	شماره منحنی	CN وزنی سطح هم پیمایش
۱	٤	A_ 0	۲٥٥.۱	٤۷.۱	
۲	٤	A_ 1	۳۱٦.۳	٤٦.۱	
۳	٤	A_ 2	۱٦۷.٦	٤٤.٦	
٤	٤	A_ 3	٥۲۸.۷	٤۷.۳	
٥	٤	A_ 4	٤۲۲.۱	٤۸.۲	
٦	٤	A_ 8	۳۱۳.۱	٤۷.۱	
۷	٤	A_ 11	۱٥۳.۷	٤۱.۸	
۸	٤	A_ 13	۳٥٤.۳	٤٥.۹	
۹	٤	A_ 14	۳۰۷.۹	٤٥.٤	
۱۰	٤	A_ 18	۱۰٦.۹	٤۲.٥	
۱۱	٤	A_ 22	۱۰۰.۳	٤٤.۱	
۱۲	٤	A_ 28	۷۱۷.۱	٥۰.۱	٤۷/۰
۱۳	٥	A_ 10	۱٦۷.٤	٤۷.۲	
۱٤	٥	A_ 12	٦٤.٤	٤۱.۰	
۱٥	٥	A_ 17	٦٤٦.۳	٥۷.٤	
۱٦	٥	A_ 26	٥٥۲.٦	٥٤.٤	
۱۷	٥	A_ 5	۲٤۲.۰	٥۷.۰	
۱۸	٥	A_ 6	۷۳۱.۳	٥۳.۳	
۱۹	٥	**A_ 7**	**۳٦۷.۷**	**٥۹.۲**	٥٤/۹



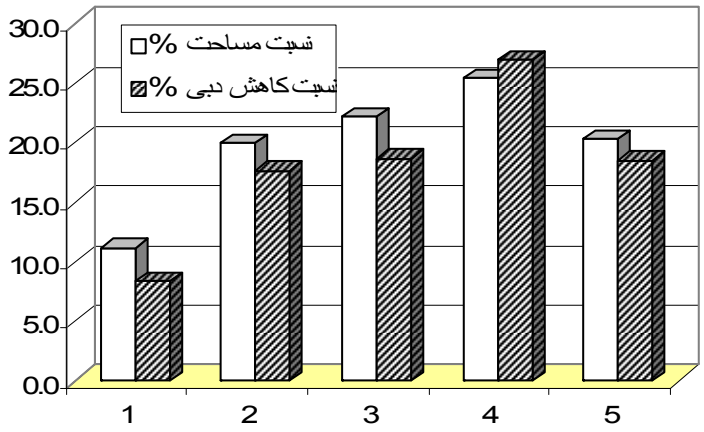
شکل ۳- **زیرحوضه‌های سطح هم‌پیمایش**

بررسی نقش زیرحوضه‌ها در هیدروگراف سیل حوضه نشاندهنده آن است که مقایسه مقادیر دبی حداکثر سیلاب، حاصل از زیر حوضه‌های واقع در سطوح هم‌پیمایش نشان می‌دهد که از خروجی حوضه به‌سمت بخش‌های میانی آن، تاثیر زیر حوضه‌ها بر دبی حداکثر سیلاب فاقد تاثیر قابل توجهی می‌باشد. از بخش میانی حوضه به طرف بالادست، یک تغییر ناگهانی و فزاینده در میزان تاثیر زیرحوضه‌های این مناطق بر دبی اوج سیلاب مشاهده می‌گردد. اگرچه با دور شدن از بخش‌های میانی و نزدیک شدن به‌سمت بالا دست و سرشاخه-ها، تاثیر زیر حوضه‌ها تا حدودی کاهش می‌یابد. لیکن نسبت این کاهش با سطوح پایین دست حوضه قابل مقایسه نیست و در حقیقت پس از سطح هم‌پیمایش چهارم در رتبه دوم از نظر اولویت قرار می‌گیرد.



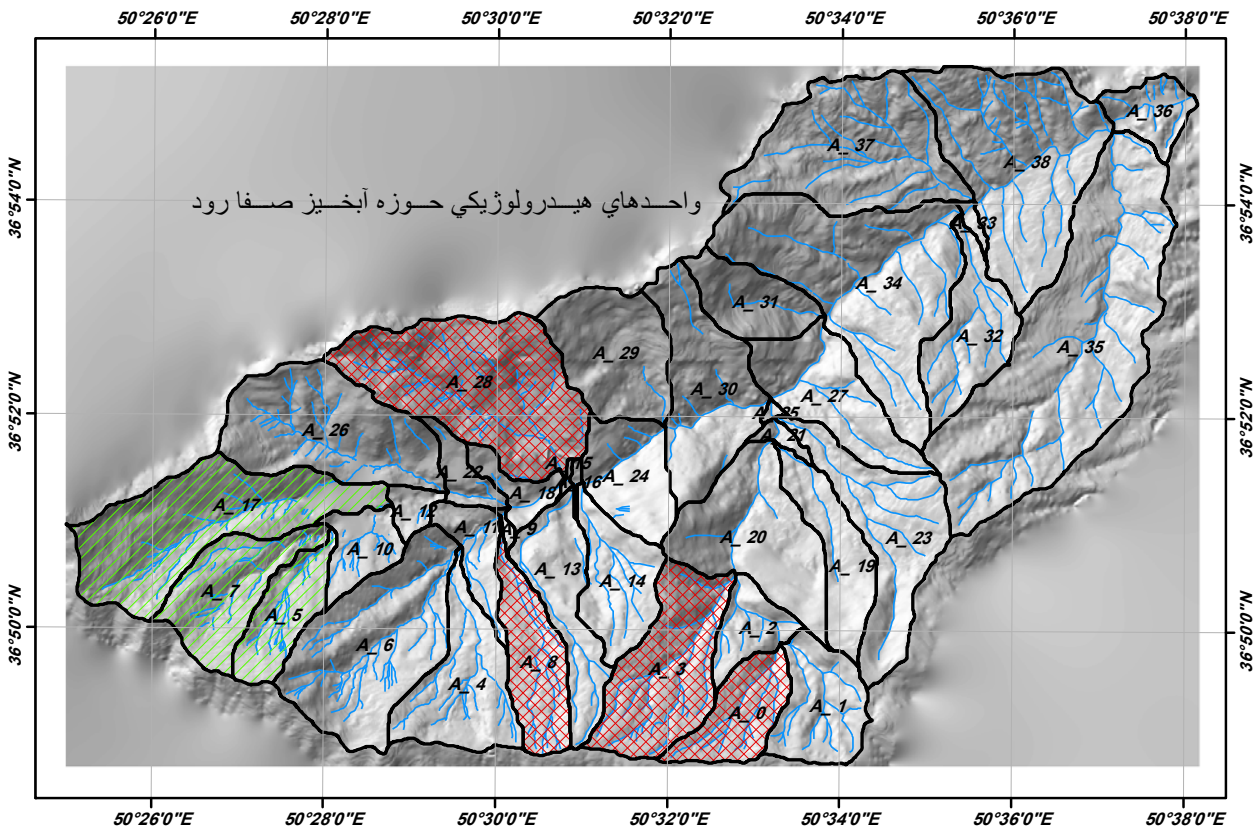
نمودار۱-مقایسه تاثیر زیرحوضه‌های واقع در سطوح هم‌پیمایش ***بر کاهش اوج سیلاب حوضه صفارود***

به منظور بررسی تاثیر ناشی از موقعیت مکانی زیرحوضه-های مورد مطالعه، ضمن بکارگیری ضریب رواناب یکسان برای کلیه سطوح، مدل HEC مجددا با این شرایط و حذف زیرحوضه‌های واقع در هر یک از سطوح هم‌پیمایش اجرا گردید. بررسی نتایج در این حالت نیز بیانگر صحت نتایج بوده است. با این تفاوت که با گذر از مناطق میانی به سمت بالادست حوضه، تاثیر آن کاسته می‌شود.



نمودار۲-مقایسه تاثیر زیرحوضه‌های هم‌ضریب رواناب واقع در سطوح هم‌پیمایش بر کاهش اوج سیلاب حوضه صفارود

بررسی شاخص‌های حاصل از نسبت دبی کاهش یافته به مساحت زیرحوضه‌های واقع در هر سطح هم پیمایش بیانگر ویژگی‌های دیگری از فرآیند بارش رواناب در حوزه‌های آبخیز می‌باشد. بررسی‌ها نشان می دهد که مجموع مساحت زیرحوضه‌های سطح ٤ در مقایسه با سایر سطوح دارای اختلاف کمی می باشد. این در حالی است که شاخص بدست آمده در این سطح در حدود ١/٥٦ برابر سطح ٣ می‌باشد. همچنین با وجود اینکه مجموع مساحت زیرحوضه‌های واقع در سطح هم‌پیمایش ٥ در مقایسه با سطح ٣ کمتر است، لیکن تاثیر آن ها در کاهش دبی اوج سیلاب خروجی، نسبت به سطح مذکور حدود ١/٥٢ برابر می‌باشد. در همین منطقه شاخص سطح ٤ به سطح ٥، ٢ و ١ به ترتیب ١/٠٣ ، ١/٤١ و ١/٦٤ برابر است.



نقشه٤-موقعیت مکانی زیرحوضه‌های حاصل از بکار گیری گزینه تلفیقی

اساساً نتایجی مختص حوزه‌های آبخیز می‌باشد که می-تواند مد نظر تصمیم‌سازان حوضه‌های یاد شده قرار گیرد. زیر حوضه های نزدیک به خروجی، دارای کمترین تاثیر در دبی اوج سیلاب می باشد.افزایش وسعت سطوح هم‌پیمایش از خروجی بطرف بخش‌های میانی، موجب افزایش تاثیر زیر حوضه‌ها در دبی اوج سیلاب خواهد گردید. با کاهش وسعت سطوح هم‌پیمایش از بخش‌های میانی به طرف بالادست، تاثیر سرشاخه‌ها در دبی اوج متناسب با شکل حوضه تغییر خواهد یافت. زیرحوضه‌های واقع در سطوح هم پیمایش بالادست دارای بیشترین تاثیر بر دبی اوج سیلاب می باشند.

جمع بندی و نتیجه گیری

سیلاب هر ساله عامل خسارات مالی و جانی زیادی در مناطق مختلف کشور میباشد. دامنه و شدت این اثرات منفی طی دهه های اخیر به دلیل تغییرات عمده ایجاد شده در کاربری اراضی و همچنین اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی گسترش بیشتری پیدا کرده است به گونه ای که لزوم عملیات اجرایی برای مدیریت سیلاب امرزوی واقعیتی روشن برای همگان میباشد. در این راستا در این پژوهش به بررسی نقش توزیع مکانی واحدهای هیدرولوژیکی بر تغییرات دبی اوج سیلاب با استفاده از مدل هیدرولوژیکیHEC-HMS در حوضه آبخیز صفارود پرداخته شد. برای این منظور با استفاده از نقشه سیل‌خیزی و خروجی مدل هیدرولوژیکی رفتار زیرحوضه‌های واقع در ٤ سطح هم پیمایش مختلف واقع در بخشهای مختلف حوضه براساس سیلاب طراحی با دوره بازگشت صد ساله بررسی گردید. نتایج این تحقیق بیانگر اثر اندک زیرحوضه‌های نزدیک به خروجی بر دبی اوج سیلاب بود. با دور شدن از منطقه خروجی حوضه و نزدیک شدن به مناطق میانی، تاثیر زیرحوضه‌ها بر اوج سیلاب بیشتر می‌شود. این یافته بیانگر اهمیت تمرکز بر زیرحوضه های میانی و بالایی در حوضه آبخیز صفارود برای کنترل سیلاب میباشد. همچنین با توجه به تغییرات مقادیر دبی اوج سیلاب ارایه شده در حوضه مورد بررسی، نتایج این تحقیق میتواند پایه ای برای تصمیم سازی مدیران ذیربط در انتخاب بهترین گزینه برای کنترل سیلاب باشد.

مراجع

1. Abbaspour K. C. 2007. User manual for SWAT-CUP, SWAT calibration and uncertainty analysis programs. Eawag: Swiss Fed. Inst. Aquat. Sci. Technol. Du¨bendorf, Switzerland.
2. AgaKhani, Mahsa, Nasrabadi, Touraj, Vafainejad, Alireza. 2019. Hydrological simulation of Taleghan watershed using SWAT model. Journal of Environmental Science and Technology, 21 (9), 147-159. doi: 10.22034 / jest.2020.26325.3576(in Persian)
3. Arnold, J. G., and N. Fohrer. 2005. SWAT2000: Current capabilities and research opportunities in applied watershed modeling. *Hydrol. Proc.* 19(3): 563-572.
4. Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S., and Williams, J.R. 1998. Large area hydrologic modeling and assessment, part I: model development. J. Amer. Water Resour. Assoc. 34:1. 73-89.
5. Baharvand, Siamak, Souri, Salman, Rahnmarad, Jafar. ۲۰۱۸. Zoning of environmental hazards of landslides, earthquakes, floods and erosion using fuzzy hierarchical method (Case study: Wark area). Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources, 8 (3), 89-103.
6. Gassman, P. W., M. Reyes, C. H. Green, and J. G. Arnold. 2007. The Soil and Water Assessment Tool: Historical development, applications, and future directions. *Trans. ASABE* 50(4): 1211-1250.
7. Gholami, A., and Shahedi, K., and Habib Nejadroshan, M., and Wafakhah, M., and Soleimani, K. ۲۰۱۸. Evaluation of the efficiency of the SWAT semi-distributed model in river flow simulation (Case study of the Talar watershed in Mazandaran province). Iranian Soil and Water Research (Iranian Agricultural Sciences), 48 (3), 463-476. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=309915(in Persian)
8. Habibi, A., and Goodarzi, M. ۲۰۱۸. Application of SWAT semi-distributed model in simulation of Hablehroud watershed runoff. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 12 (43), 40-49. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=465476(in Persian)
9. Hosseini-Teshnizi, S.Z. et. al, 2020, The Watershed Structures in Controlling Runoff - Case Study of Sardasht Basin in IRAN, American Journal of Engineering and Applied Sciences 2020, 13 (1): 72.95 DOI: 10.3844/ajeassp.2020.72.95(in Persian)
10. J. G. Arnold, D. N. Moriasi, P. W. Gassman, K. C. Abbaspour, M. J. White, R. Srinivasan, C. Santhi, R. D. Harmel, A. van Griensven, M. W. Van Liew, N. Kannan, M. K. Jha, 2012, SWAT: MODEL USE, CALIBRATION, AND VALIDATION, Vol. 55(4): 1491-1508 2012 American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 2151-0032
11. Kabeja, C. et. al, 2020, The Impact of Reforestation Induced Land Cover Change (1990–2017) on Flood Peak Discharge Using HEC-HMS Hydrological Model and Satellite Observations: A Study in Two Mountain Basins, China, Water 2020, 12, 1347; doi:10.3390/w12051347
12. Karimizadeh, K. et. al, 2019, Technical evaluation of watershed management operations effects on river discharge - Case study: Sira-Kalvan watershed, Iran, Water Utility Journal 23: 49-60, 2019.(in Persian)
13. Kovalenko, S. et. al, 2021, An examination of extreme floods, effects on landuse change and seasonality in the Lower St. Johns River Basin, Florida using HSPF and statistical methods, Research Square, DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-354253/v1
14. Krysanova, V., and J. G. Arnold. 2008. Advances in ecohydrological modeling with SWAT: A review. *Hydrol. Sci. J.* 53(5): 939-947.

15. Lagacherie, P., Rabotin, M., Colin, F., Moussa, R., Voltz, M, 2010. Geo-MHYDAS: A landscape discretization tool for distributed hydrological modeling of cultivated areas . Computers & Geosciences, 36, 1021-1032.
16. Malunjkar,V.S. Shinde, M.G., Ghotekar ,S.S., Atre, A.A., 2015. Estimation of
17. Mansour Moghaddam, Mohammad, Rusta, Iman, Zamani, Mohammad Sadegh, Mokhtari, Mohammad Hossein, Karimi Firoozjaei, Mohammad, Alavi Panah, Seyed Kazem. ۲۰۲۲. Study and prediction of land surface temperature changes in Yazd: Investigating the effect of proximity and land cover changes. Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources, 12 (4), 1-27.(in Persian)
18. Mendenhall W., Reinmuth J.E., Beaver R. 1989. Statistics for Management and Economics. P.700-701.
19. Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., King, K.W ,.Williams, J.R. 2005. Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Theoretical Documentation. Blackland Research Center , Texas Agricultural Experiment Station, Temple ,Texas (BRC Report02-05).
20. Nguyen, T. et. al, 2020, Assessing climate change impacts on extreme rainfall and severe flooding during the summer monsoon season in the Ishikari River basin, Japan, Hydrological Research Letters 14(4), 155–161 (2020) Published online in J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/hrl). DOI: 10.3178/hrl.14.155.
21. Rahimpour M 2015 Trends assessment of changes in water budget components and land use of Lake Urmia (Iran) and Lake Van (Turkey) basins using remote sensed data. Tarbiat Moodares University (In Persian)
22. science, 3, 55-69
23. Shahoui, Seyed Vahid, Parhamat, Jahangir. ۲۰۱۹. Evaluation and comparison of two integrated AWBM and semi-distributed SWAT models in simulating the monthly runoff of Qarasu River in Kermanshah province. Environment and Water Engineering, 5 (1), 71-82. doi: 10.22034 / jewe.2019.143387.1275(in Persian).
24. surface Runoff using swat model, international journal of inventive Engineering and
25. Tudose, N.C.; Marin, M.; Cheval, S.; Ungurean, C.; Davidescu, S.O.; Tudose, O.N.; Mihalache, A.L.; Davidescu, 2021A.A. SWAT Model Adaptability to a Small Mountainous Forested Watershed in Central Romania. Forests, 12, 860. https://doi.org/10.3390/f12070860
26. Wang, G.Q., J.Y. Zhang, 2015, Variation of water resources in the Huang- huai-hai areas and adaptive strategies to climate change, Quaternary International, Volumes 380–381, 4, Pages 180-186.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 14/ Issue 4) Winter 2023
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage: https://sanad.iau.ir/journal/girs

Original paper

Exploring the role of spatial distribution of basin hydrological units on changes in flood peak using HEC-HMS hydrological model (Case study: Sefaa-round basin)

Morteza Shahedi[1], Gholamreza Nabi Bidhendi[2]

Received: 2022-01-30 / Accepted: 2022-03-29 / Published: 2023-05-22

Abstract

Climate change is one of the most important challenges affecting natural ecosystems and various aspects of human life. The effects of global warming on the hydrology and water cycle in nature are very serious, and recognizing these effects will make us more prepared to deal with the consequences.This model is the peak discharge of flood Climate change on the hydrological conditions of Safadasht basin in Mazandaran province. Using the model using flooding map and hydrological model, the behavior of sub-basins located at each level of the survey was designed based on the design flood with a return period of one hundred years. The results of the study while confirming the efficiency of the model in hydrological simulations and using the map of all-surface surveys, spatial distribution of sub-basins in the area and sub-basins near the outlet showed that it has the least effect on peak flood discharge. As it moves away from this area and closer to the middle areas, the impact of sub-basins on the peak of floods increases. The amount of changes in the middle zone and higher areas is due to the shape of the basin in combination with flood intensity, and with the focus of executive operations in the priority areas, the operating costs of flood control projects will be significantly reduced. Found. Also, the required changes in the flood peak discharge values in accordance with the project objectives will guide the managers and decision makers of the basin in choosing the best option.

Keywords: Flood control, watershed management, operation optimization, HEC-HMS model, spatial flood index, Saffarud watershed.

Morteza Shahedi[1], Gholamreza Nabi Bidhendi[2](✉)
1. Natural Disaster Engineering Research Institute
2. Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

DOI: 10.30495/girs.2023.690970

e-mail: kimiyashahedi@yahoo.com

Please cite this article as: Shahedi M., Nabi Bidhendi Gh. Exploring the role of spatial distribution of basin hydrological units on changes in flood peak using HEC-HMS hydrological model (Case study: Sefaa-round basin). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 14(4): 100-112.