مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، پاییز 1400، دوره 17 شماره 36 صص 182-163

مطالعه حداکثر بارش 24 ساعته به منظور تخمین حداکثر سیلاب محتمل حوضه آجی چای با استفاده از مدل HEC-HMS

علی حنفی

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه افسری امام علی (ع)

(hanafi772@gmail.com)

تاریخ دریافت: 98/02/26 تاریخ پذیرش: 98/10/08

چکیده

سیل یکی از بلایای طبیعی است که اغلب مناطق کشور را تحت تأثیر قرار داده و موجب وارد آمدن خسارت می‌گردد. برآورد سیلاب طراحی یکی از اجزای مهم مطالعات هیدرولوژی، پروژه‌های منابع آب بویژه طرح‌های سدسازی است. سیلاب طراحی یک سد، سیلابی است با اوج، حجم و دوره بازگشت مناسب که ایمنی سد و سازه‌های وابسته را طی دوره بهره برداری تضمین می‌نماید. در این تحقیق به منظور تخمین حداکثر سیلاب محتمل[1] حوضه آجی چای، از بین مدل‌های بارش- رواناب مدل ریاضی HEC-HMS انتخاب و استفاده گردید. بدین منظور داده‌های هواشناسی مربوط به ٤٠ ایستگاه همدید، آب و هواشناسی و بارانسنجی از سازمان هواشناسی و شرکت تماب اخذ گردید و سپس به منظور برآورد حداکثر سیل محتمل حوضه، ابتدا حوضه اصلی به زیرحوضه های کوچکتر تقسیم و خصوصیات فیزیوگرافیک هر زیرحوضه تعیین شد. الگوی بارندگی مطابق الگوی تیپ II، بارندگی ٢٤ ساعته انتخاب گردیده و بزرگترین بارندگی ٦ ساعته از آن در دوره برگشت‌های مختلف استخراج می‌گردد. سپس جهت تولید هیدروگراف حداکثر سیل محتمل در دوره بازگشت‌های مختلف مدل HMS برای حوضه اجرا گردیده و هیدروگراف حداکثر سیل محتمل برای زیرحوضه های مختلف ترسیم گردید. همچنین مقدار حداکثر سیلاب محتمل در دوره بازگشت‌های مختلف برای تمام زیرحوضه ها محاسبه گردید. حداکثر سیلاب محتمل کل حوضه آجی چای در دوره‌های بازگشت‌های ٢، ١٠، ٢٥، ٥٠ ،١٠٠ و ٢٠٠ ساله به ترتیب ١٨٢٦١ ، ٣٣٠٧٣ ، ٤٢٢١٢ ، ٤٩٢٠٧ ، ٥٥٨٤٥ و ٦٢١٩٨ مترمکعب بر ثانیه برآورد گردید.

واژگان کلیدی: ،حداکثر سیل محتمل، مدل ریاضی HEC-HMS، هیدروگراف، حوضه آجی چای

[1]. Probable Maximum Flood

مقدمه

بدون شک سیلاب بعنوان یک بلای طبیعی شناخته شده است . ولی در عمل سیلاب هم از نظر تلفات جانی و هم از نظر خسارات مالی مهیبترین بلای طبیعی در جهان محسوب می‌شود. از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۷ حدود ۳۹۰۰۰۰ نفر در اثر بلایای طبیعی در جهان کشته شدند که ۵۸ درصد مربوط به سیلاب بوده است. خسارات کل در این ۱۰ سال حدود ۷۰۰ میلیارد دلار بوده است که به ترتیب ۳۵ درصد مربوط به سیلاب است (پایمزد ،۱۳۸۱). در این رابطه نکته نگران کننده، روند افزایشی تلفات و خسارات سیلاب در جهان در دهه‌های اخیر بوده است. افزایش جمعیت و دارایی‌ها در سیلاب دشت‌ها تغییرات هیدرو سیستم‌ها و اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی از دلایل عمده این روند افزایش بوده است. سازه‌های کنترل جریان مانند سدها, سیل بندها ، کانال‌های سیل به نحوی طراحی می‌شوند تا سیلاب با دوره بازگشت معین ، حفاظت از مناطق را به انجام برسانند. این سطح ایمنی بر اساس ملاحظات اقتصادی ، تمایلات جوامع مربوطه ، اثرات زیست محیطی و عوامل دیگر تعیین می‌شود. مهندسین می‌توانند سازه‌ها را بنحوی طراحی کنند که سطح ایمنی بالا را تضمین کند. سیلابی را که براساس آن طراحی یک سازه آبی انجام و اجرا می‌گردد سیل طرح گویند. برای محاسبه سیل طرح چند روش به کار می‌رود که مهم‌ترین آن‌ها طراحی براساس حداکثر سیل محتمل (PMF) می‌باشد. حداکثر سیل محتمل به سیلابی گفته می‌شود که اگر تمام عوامل فیزیکی، هیدرولوژیکی و هواشناسی دست به دست دهند در یک منطقه امکان وقوع آن وجود داشته باشد. برخی از سازه‌های بزرگ که ریسکی را برای خراب شدن آن‌ها نمی‌توان پذیرفت براساس PMF طراحی می‌شوند. در واقع PMF سیلی است که نمی‌توان برای آن دوره برگشتی را قائل شد و لذا عملاً نباید سیلی بزرگتر از آن در منطقه امکان وقوع داشته باشد. قائدتا PMF نیز از PMP ناشی می‌شود (علیزاده، ۱۳۸٦، ص ۷۳٤). حداکثر بارش محتمل (PMP) بیشترین ارتفاع بارندگی است که در دوره زمانی معین در یک حوضه به وقوع می‌پیوندد و مطالعه آن به منظور برآورد سیل محتمل برای طراحی سازه‌های هیدرولوژیکی ضروری است (سازمان هواشناسی جهانی[1]). اغلب انتظار می‌رود ساختمان‌های ذخیره و توزیع آب به گونه ای طراحی شوند که حداکثر سیل روی داده را بدون هیچگونه آسیب جدی و یا خرابی عبور دهند، البته چنین حساسیتی نسبت به ساختمان‌های هیدرولیکی با توجه به اهمیت سازه و استانداردهای کشورهای مختلف می‌تواند متفاوت باشد. کشورهایی که در بنای سازه‌های عظیم آبی خود چون سدهای بزرگ مخزنی و تنظیمی حاضر به پذیرش هیچگونه خطری نیستند و نیز

[1]. World Meteorological Organization

مراجع بین المللی سدسازی و کمیته ملی سدهای بزرگ ، اصرار دارند ظرفیت سرریزها را با توجه به حداکثر سیل محتمل بر مبنای حداکثر بارش محتمل محاسبه و کنترل کنند (صالحی پاک، ۱۳۷۸). با توجه به اهمیت محاسبه حداکثر سیلاب محتمل در طرح‌های سدسازی و نیز آمایش محیطی مطالعات زیادی در زمینه برآورد حداکثر سیلاب محتمل در ایران و جهان صورت گرفته است که به چند نمونه از آن‌ها اشاره گردیده است.

لوکاس و همکاران[۱] (۱۹۹۵) جهت تخمین شدت جریان‌های روزانه حوضه جرماسویا واقع در جنوب سایپروس از مدل HEC- HMS استفاده کرده و سه روش تخمین اوج هیدروگراف روزانه مورد آزمایش قرار گرفتند. این سه روش شامل : روش کلارک اصلاح شده ، هیدروگراف واحد اشنایدر و روش SCS است. مزولی و پیستوهی[۲](۲۰۰۱) مدل HEC- RAS و HEC-GeoHMS را با استفاده از نرم افزار Arcview برای پیش بینی تاثیرات سیل در حوضه رودخانه رومباجا به کار برده واین کار را در راستای طرح جامع حوضه‌های رودخانه ای جهت مدیریت خطر هیدرولوژیکی انجام دادند. جانسون و همکاران[۳] (۲۰۰۱) مدل HMS را با استفاده از نرم افزار Arcviwe برای حوضه رودخانه سان جاسینتو در ۳۲۵ مایلی شرق فورک جهت تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی شبکه ای مورد استفاده قرار دادند. واسم بوتا و همکاران[٤](۲۰۱۵) در پژوهشی به برآورد حداکثر سیلاب محتمل سد خان پور در منطقه پوتهوار پاکستان پرداخته و مقدار حداکثر سیلاب محتمل در حوضه سد درخان پور را ۱۵۲۱٤۷ مترمکعب بر ثانیه تخمین زدند. داوال و همکاران[٥](۲۰۱۶) در تحقیقی حداکثر سیلاب محتمل سد نیرا دیوگارا را در کشور هندوستان مورد ارزیابی قرار داده و مقدار حداکثر سیلاب محتمل در این حوضه را در حدود ۴۵۲ مترمکعب بر ثانیه برآورد نمودند.

بوستانی(۱۳۷۸) با استفاده از مدل HEC حداکثر سیلاب محتمل حوضه کارون تا پل شالو را محاسبه کرده است . در این مطالعه هیدروگراف سیلاب‌های مهم رخداده در حوضه رودخانه کارون تا پل شالو در ایستگاه‌های بالادست مطالعه ، سهم زیرحوضه های مختلف تعیین گردیده است. مهندسین مشاور مهاب قدس(۱۳۸۰) حداکثر سیلاب محتمل حوضه سد مخزنی گاوشان را براساس حداکثر بارندگی سینوپتیکی با استفاده از مدل HEC برآورد نموده است. شیراوند (۱۳۸۳) به برآورد حداکثر سیل محتمل حوضه سد گلستان با استفاده از حداکثر بارش محتمل سینوپتیکی پرداخته است. او در این کار ابتدا با تحلیل سینوپتیکی شدیدترین طوفان‌های

---

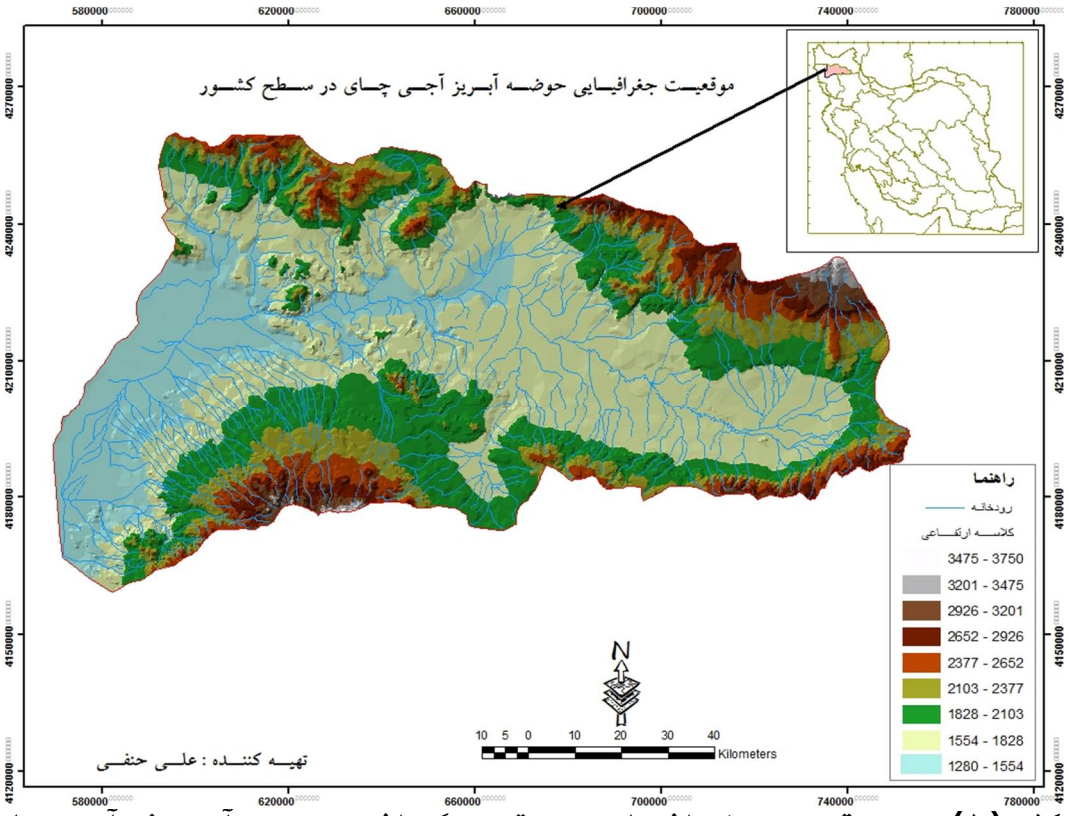
۱. Lokas and et al
۲. Mazzoli and Pistocchi
۳. Janson and et al.
٤. Waseem Boota and et al.
٥. Dhaval and et al.

رخداده در منطقه به برآورد حداکثر بارش محتمل پرداخته و سپس برای شبیه سازی حداکثر سیل محتمل حوضه از مدل ریاضی HEC-HMS استفاده کرده است. خلیفی (۱۳۸۳) از مدل شماره منحنی برای تبدیل بارش به رواناب و از روش ماسکینگام در محیط نرم افزار HEC- HMS برای روندیابی استفاده نمود. نتایج نشان داد در اثر تغییر کاربری به وجود آمده در حوضه مورد مطالعه، دبی اوج سیل بیشتر از حجم سیل افزایش یافته و زمان تمرکز، زمان تأخیر و زمان اوج کاهش یافته است. دریاباری و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش هرشفیلد به تجزیه و تحلیل مکانی حداکثر بارش محتمل در ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین بارندگی محتمل مربوط به سواحل شمالی و جنوبی ایران است و از سواحل جنوبی و شمالی به سمت نواحی مرکزی مقدار آن کاهش می‌یابد. بابائیان و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی به ارزیابی و برآورد حداکثر سیلاب محتمل حوضه آبریز سد بختیاری مبتنی بر مدل همگرایی سینوپتیکی پرداخته و مقدار دبی اوج هیدروگراف را معادل ۱۲۴۰۰ مترمکعب در ثانیه و حجم هیدروگراف معادل ۲۵۰۰ میلیون مترمکعب برآورد نمودند.

با توجه به اهمیت ذکر شده در تعیین حداکثر بارش و سیل محتمل برای بنای سازه‌ها و ابنیه آبی، به منظور افزایش توانمندی در بکارگیری روش‌های موجود برای تعیین حداکثر سیل محتمل و شناخت مشکلات، نارسائی‌ها و ارائه راهکارهایی جدید با بهره گیری از ابزارهای رایانه ای ، هدف از انجام این پژوهش، برآورد حداکثر سیل محتمل از روی حداکثر بارش ۲۴ ساعته با استفاده از مدل HMS در حوضه آبریز آجی چای تبریز می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

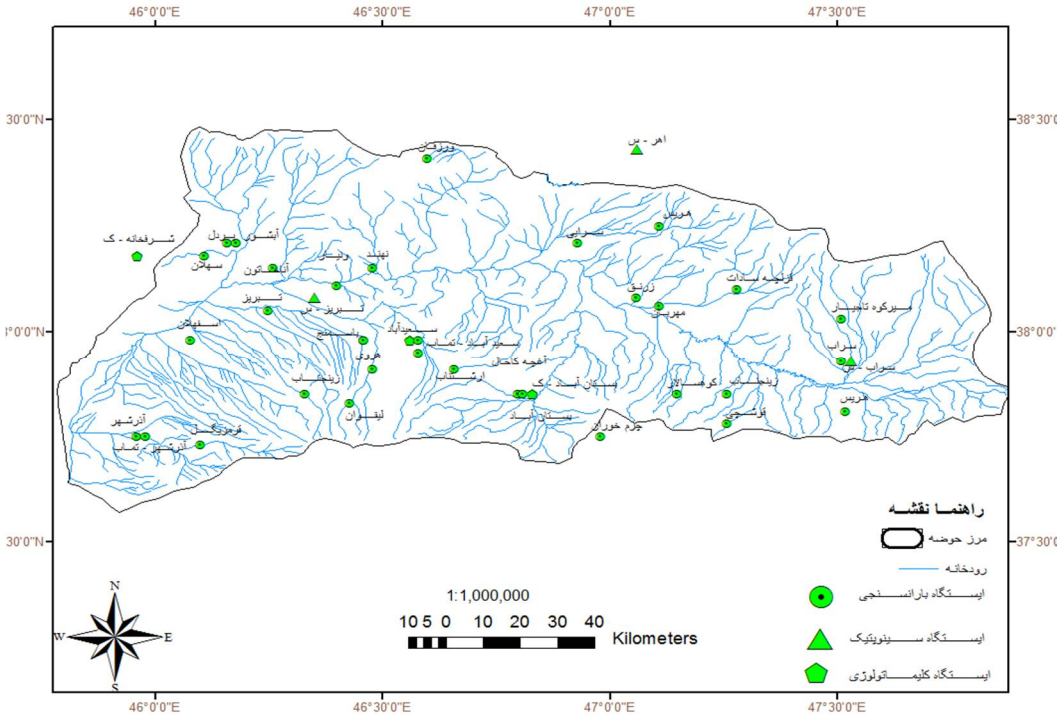
حوضه آجی چای در شمال غرب ایران و در استان آذربایجان شرقی واقع شده و یکی از مهم‌ترین زیرحوضه های دریاچه ارومیه می‌باشد. این حوضه از نظر موقعیت جغرافیایی بین مدارهای ۴۲ ۳۷ تا ۳۰ ۳۸ عرض شمالی و نصف النهارات ۴۰ ۴۵ تا ۵۳ ۴۷ طول شرقی واقع است. شاخه‌های اصلی این حوضه از ارتفاع ۳۴۰۰ متری دامنه‌های جنوب و جنوب غربی کوه سبلان و حدود ۳۳ کیلومتری شمال شرقی شهر سَراب (در دهستان آغْمیون) شروع می‌شود و با عبور از شمال شهر تبریز (حدود ده کیلومتری آن)، در مغرب آذرشهر، در ارتفاع ۱۲۷۰ متری به دریاچهٔ ارومیه ختم می‌شود. وسعت کل این حوضه آبریز در حدود ۱۲۷۹۰ کیلومترمربع است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز آجی چای را در سطح کشور نشان می‌دهد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی حوضه آبریز آجی چای

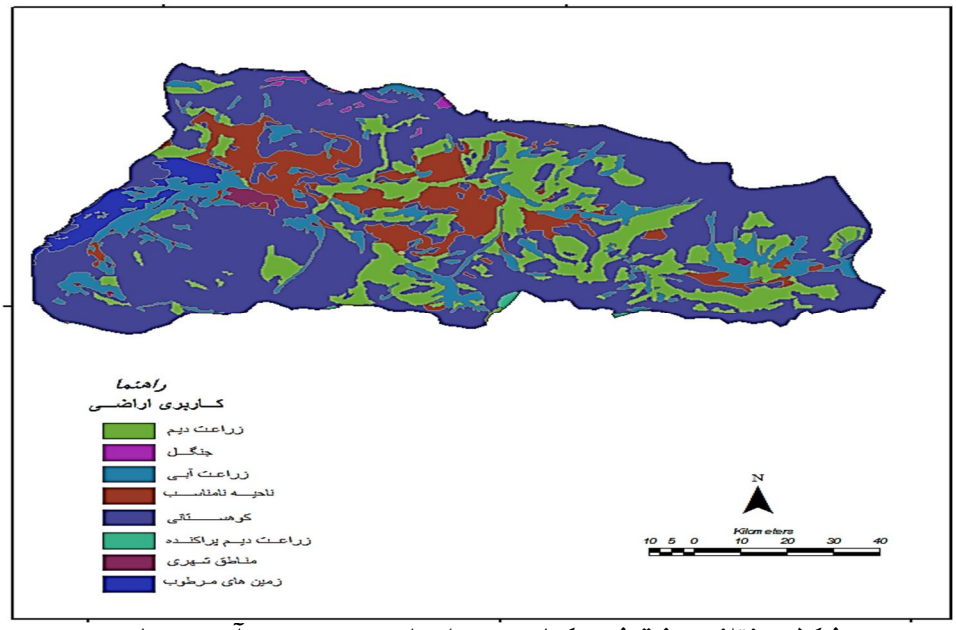
داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق به منظور ارزیابی حداکثر سیلاب محتمل حوضه آجی چای، داده‌های روزانه و ساعتی بارش ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی و نیز آمار دبی روزانه و ساعتی ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در حوضه از سازمان تحقیقات منابع آب(تماب) اخذ گردید. در ادامه به منظور رفع نواقص آماری از آزمون همبستگی و به منظور ارزیابی همگنی داده‌ها از آزمون ران استفاده گردید. موقعیت جغرافیای ایستگاه‌های سنوپتیک، کیلماتولوژی و بارانسنجی مورد استفاده در این تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲): شبکه هیدروگرافی و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در تحقیق

همچنین نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ وزارت کشاورزی ،نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک مربوط به مطالعات جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی و نیز نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی بعد از اخذ از سازمان‌های مربوطه در محیط GIS رقومی شد و با تلفیق نقشه کاربری اراضی و نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک، نقشه شماره منحنی (CN) منطقه تولید گردید. نقشه کاربری اراضی حوضه آجی چای که در تهیه نقشه شماره منحنی مورد استفاده قرار گرفته است، در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳): نقشه کاربری اراضی حوضه آجی چای

مطالعات بسیار گسترده ای در زمینه چگونگی محاسبه معیارهای هیدرولوژی به منظور کاربرد در طرح‌های بهره برداری از منابع آب انجام شده است. با مروری بر منابع مختلف به طور کلی می‌توان روش‌های محاسبه و برآورد سیلاب طراحی را به شرح ذیل دسته بندی نمود:

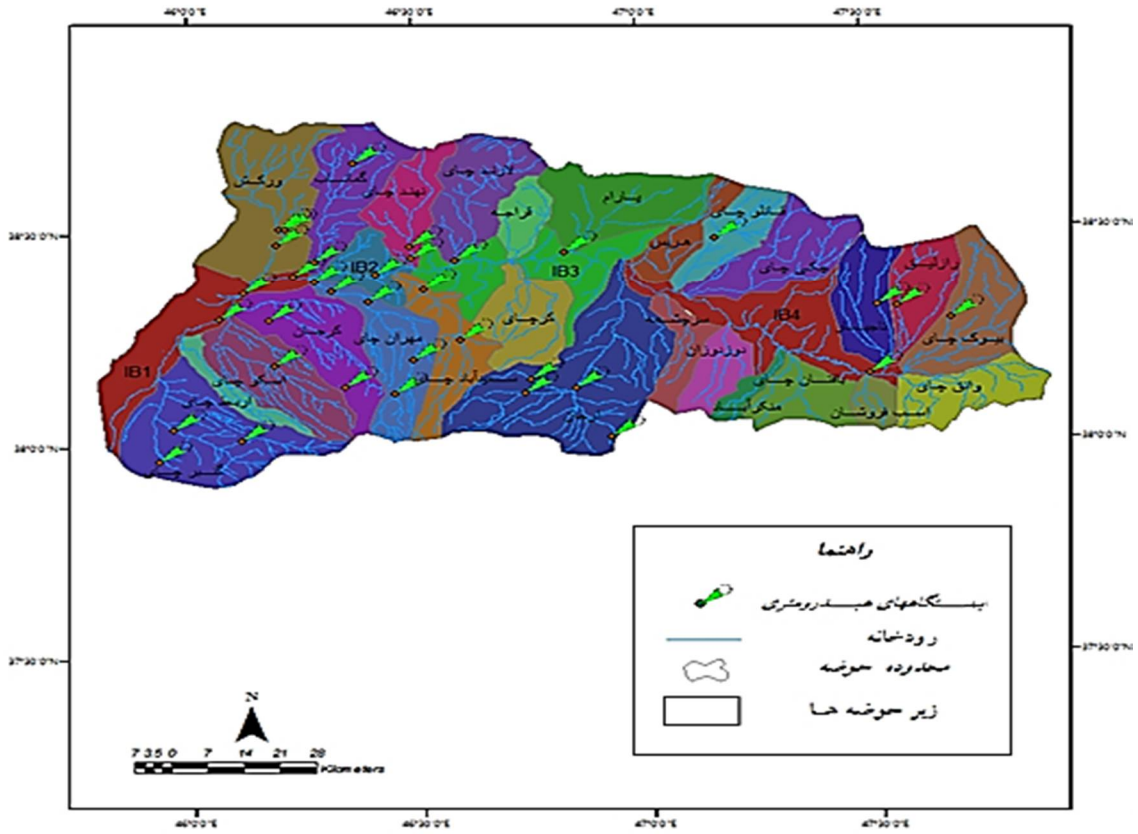
۱- روش‌های متکی بر نمودارهای تجربی و منحنی پوش سیلاب‌های مشاهده ای
۲- تحلیل آماری داده های سیلاب
۳- روش دیرینه شناسی سیلاب
٤- تبدیل بارش به رواناب با استفاده از مدل‌های ریاضی بارش- رواناب

در این تحقیق از روش شبیه سازی هیدرولوژیکی در تبدیل بارش- رواناب در سطح زیرحوضه ها و نیز روندیابی آبراهه‌های اصلی به منظور استخراج هیدروگراف سیل خروجی استفاده شده است. مراحل ذیل برای استخراج هیدروگراف سیل حوضه آجی چای صورت گرفت:

ابتدا نقشه حوضه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی بدست آمد و سپس براساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی منطقه، حوضه مورد نظر به ۳۰ زیرحوضه تقسیم گردید (شکل ٤) و هر زیرحوضه براساس نام بزرگترین رودخانه آن حوضه نامگذاری گردید و چهار زیرحوضه میانی نیز به ترتیب با عنوان IB۱ تا IB٤ نام گذاری گردید. جدول (۱) برخی از خصوصیات هیدروگرافیکی زیرحوضه های حوضه آجی چای نظیر محیط، مساحت و طول آبراهه اصلی را نشان می‌دهد.

جدول(۱) : خصوصیات هیدروگرافیک زیرحوضه های مختلف حوضه آجی چای

نام زیر حوضه	مساحت (km^2)	محیط (KM)	حداکثر ارتفاع	حداقل ارتفاع	طول آبراهه اصلی (KM)	بارش ۲۴ ساعته	زمان تمرکز	زمان تأخیر (H)	بارش ۶ ساعته
بیوک چای	۵۰۰/۱	۱۰۸/۳	۳۷۵۰	۱۷۰۰	۴۶/۵	۴۰	۳/۵	۲/۶	۲۷
وانق چای	۳۴۲/۲	۸۸/۹	۳۱۰۱	۱۷۰۰	۳۴/۸	۵۶	۳/۲	۱/۹	۳۷/۸
تاجیار	۳۲۲/۳	۸۵/۲	۳۴۰۰	۱۷۰۰	۳۴/۶	۳۵	۳/۲	۱/۹	۲۳/۶
بافتان چای	۲۶۳/۱	۷۴/۸	۳۲۰۰	۱۶۲۵	۲۴/۳	۵۲	۲/۲۵	۱/۴	۳۵/۱
دوزدوزان	۱۹۳/۷	۶۵/۹	۲۵۳۸	۱۶۲۵	۲۴/۶	۶۰	۲/۲۷	۱/۴	۴۰/۵
سرچشمه	۱۸۰/۵	۸۰/۰۱	۲۴۰۰	۱۵۸۰	۲۹/۲	۶۳	۲/۷	۱/۶	۴۲/۵
اوجان	۱۰۵۴/۴	۱۶۲/۹	۳۵۰۰	۱۵۸۰	۷۳/۶	۷۳	۶/۸	۴/۱	۴۹/۳
کرچای	۳۵۷/۸	۸۷/۴	۲۵۱۰	۱۵۰۰	۴۲/۷	۶۸	۳/۹	۲/۳	۴۵/۹
مهران چای	۳۴۵/۵	۱۱۸/۳	۳۶۵۶	۱۴۰۰	۶۳/۹	۶۸	۵/۹	۳/۵	۴۵/۹
کرجان	۴۷۹/۸	۱۱۴/۲	۳۲۸۰	۱۳۶۲	۴۳/۸	۶۳	۴	۲/۴	۴۲/۵
رازلیق	۳۰۵/۵	۸۳/۶	۳۳۳۵	۱۳۵۹	۳۸/۱	۳۵	۳/۵	۲/۱	۲۳/۶
اسکوچای	۴۵۸/۷	۹۸/۹	۳۳۴۲	۱۳۱۷	۴۷/۲	۴۶/۷	۳/۵	۲/۶	۳۱/۵
ورکش	۷۰۳/۳	۱۳۵	۳۸۰۲	۱۲۹۹	۵۲	۵۵	۴/۸	۲/۹	۳۷
اسب فروشان	۱۰۲/۲	۳۹/۴	۲۷۰۰	۱۴۰۰	۱۶/۴	۵۵	۱/۵	۰/۹	۳۷
نهندچای	۲۸۵/۲	۸۸/۵	۲۸۰۰	۱۵۰۰	۳۶/۲	۹۰	۳/۳	۲	۶۰/۸
لارندچای	۴۴۳/۵	۹۶/۲	۲۶۷۲	۱۵۰۰	۴۶/۸	۸۵	۳/۵	۲/۶	۵۷/۴
قراجه	۱۵۶/۷	۵۵/۷	۲۸۲۷	۱۵۰۰	۲۵/۱	۵۲	۲/۳	۱/۴	۳۵
پارام	۴۹۲/۵	۱۰۲/۹	۲۷۹۷	۱۵۰۰	۴۰/۸	۴۷	۳/۷	۲/۲	۳۱/۷
هریس	۱۸۳/۵	۷۹/۲	۳۱۰۳	۱۵۹۳	۴۰/۴	۴۸	۳/۷	۲/۲	۳۲/۴
قانلوچای	۲۵۷/۲	۸۰/۴	۲۶۵۰	۱۵۹۰	۳۳	۴۶/۵	۳/۱	۱/۹	۳۱/۴
چکی چای	۴۳۰۲/۳	۱۰۴/۲	۳۰۰۰	۱۵۹۰	۴۶/۵	۵۴	۳/۵	۱/۸	۳۶/۴
منکرآباد	۸۲/۹	۵۵/۳	۲۲۰۰	۱۶۲۵	۲۵/۱	۶۰	۲/۳	۱/۴	۴۰/۵
B۱	۵۰۹/۲	۱۵۹	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۷۰/۴	۵۶	۶/۵	۳/۹	۳۸
B۲	۱۹۴/۹	۷۱/۴	۲۳۳۶	۱۵۰۰	۲۴/۱	۵۲	۲/۲	۱/۳	۳۵
B۳	۵۱۰/۸	۱۹۹/۸	۲۲۳۹	۱۲۹۳	۵۵/۴	۶۳	۵/۱	۳/۱	۴۲/۵
B۴	۵۵۹/۷	۱۸۴/۳	۳۱۶۸	۱۲۸۰	۸۹/۱	۴۹	۸/۲	۴/۹	۳۳
سعیدآباد	۴۳۲/۷	۱۱۷/۲	۲۹۵۶	۱۳۲۰	۵۴/۶	۷۳/۵	۵	۳	۴۹/۶
اربط چای	۱۲۶/۵	۸۳/۵	۲۷۴۰	۱۴۵۰	۴۰/۵	۴۸	۳/۷	۲/۲	۳۲/۴
گنبرچای	۷۲۱/۸	۱۲۵/۹	۲۹۵۰	۱۵۰۰	۵۴/۸	۴۸/۵	۵/۱	۳/۱	۳۳
گماناب	۴۳۸/۳	۱۱۰	۲۷۶۰	۱۴۰۰	۳۹/۲	۵۶	۳/۶	۲/۲	۳۸



شکل(٤): زیرحوضه های مختلف حوضه آجی چای

برای شبیه سازی هیدروگراف کل حوضه در مدل HMS لازم است که هیدروگراف سیل در این بازه‌ها روندیابی گردد. برای انجام روندیابی سیل نیز لازم است زمان تمرکز و تأخیر مقاطع عرضی و طولی رودخانه مشخص گردد که زمان تمرکز و تأخیر از طریق روابط ذیل محاسبه گردید:

از معادله کالیفرنیا برای محاسبه زمان تمرکز استفاده گردید، که در این رابطه:

رابطه (۱):

$$T_c = \frac{L}{1.5 \times D} \times \sqrt{\frac{A2}{F}}$$

Tc: زمان تمرکز برحسب ساعت ، L: طول آبراهه اصلی برحسب) کیلومتر)

D: قطر دایره هم سطح حوضه آبخیز) کیلومتر) ، A : مساحت حوضه آبخیز (کیلومتر مربع)

F : شیب متوسط آبراهه برحسب متر در ۱۰۰ متر (درصد)

یکی از فرمول‌هایی که توسط SCS برای محاسبه زمان تأخیر پیشنهاد شده است بصورت زیر می‌باشد که در

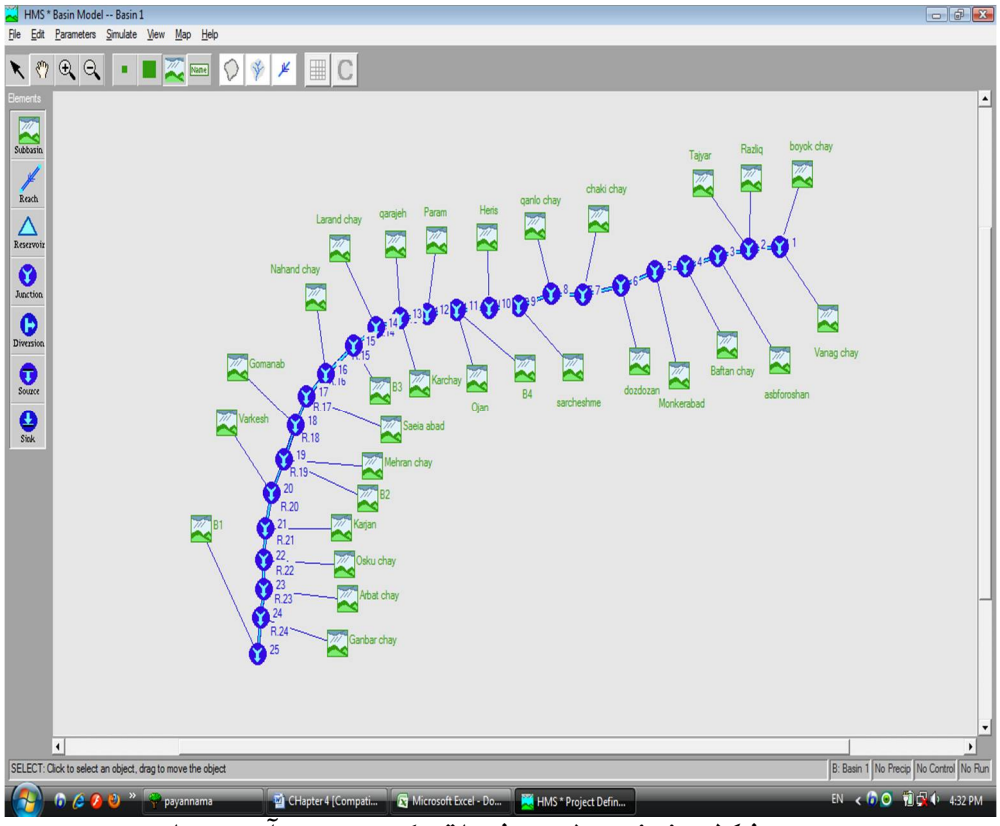
$$T_{Lag} = \frac{L^{0/8}(s+1)^{0/7}}{1900 W_s^{0/5}}$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

صورت داشتن شماره منحنی (CN) می‌توان از آن استفاده کرد که در این رابطه:
رابطه (۲):

Tlag: زمان تأخیر حوضه بر حسب ساعت
L: طول رودخانه اصلی ، Ws: شیب متوسط حوضه
S: نمایه نگهداشت آب در سطح حوضه ، CN شماره منحنی مربوط به سطح حوضه
بدین منظور زمان تمرکز و تأخیر در هر یک از بازه‌ها از روی روابط مربوطه تعیین گردیده است.
مدل HEC-HMS سیستم مدل هیدرولوژیک گروه مهندسی ارتش ایالات متحده آمریکا، نرم افزار نسل جدید برای شبیه سازی بارش-رواناب است که جایگزین بسته نرم افزاری هیدروگراف سیل HEX-۸ شده است. این برنامه شامل یک سطح گرافیکی برای کاربر، اجزا آنالیز پیشرفته هیدرولوژی، ذخیره داده‌ها و ابزار مدیریتی و برنامه‌های سودمند گرافیکی و گزارشی می‌باشد. این مدل حوضه آبریز را به عنوان یک سیستم به هم پیوسته با مؤلفه‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نمایش می‌دهد. هر مؤلفه مدل، یک جنبه از فرایند بارش- رواناب را در داخل بخشی از حوضه، که معمولاً به عنوان زیرحوضه در نظر گرفته می‌شود، نشان می‌دهد. به عبارت دیگر موافه های مختلفی برای شبیه سازی سیستم فیزیکی حوضه ترکیب می‌شوند و هر مؤلفه قسمتی از محاسبات لازم برای یک هیدروگراف کامل، انجام می‌دهد. مدل HMS دارای سه بخش اصلی به نامهای مدل حوضه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترلی می‌باشد.
در روش SCS هیدروگراف طرح براساس باران‌های ٦ ساعته استخراج می‌شود. البته به شرطی که زمان تمرکز حوضه از ٦ ساعت کمتر باشد. حداکثر بارش ٦ ساعته را می‌توان از روی حداکثر بارش ٢٤ ساعته بدست آورد برای این کار مقدار حداکثر بارش ٢٤ ساعته را به عدد ١/٤٨ تقسیم می‌کنیم تا مقدار حداکثر بارش ٦ ساعته بدست آید. بعد از بدست آوردن مقدار بارش ٦ ساعته برای رسیدن به هیدروگراف SCS ، باید الگوی توزیع زمانی رگبار مشخص گردد که در این تحقیق از روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا که برمبنای پیشنهاد سازمان هواشناسی جهانی است استفاده می‌شود. برای این کار ابتدا حداکثر بارش‌های ٢٤ ساعته رخ داده در هر زیرحوضه در دوره آماری موجود تعیین و دوره بازگشت‌های مختلف آن‌ها بوسیله نرم افزار Smada تعیین گردید.

در ادامه با استفاده روش گفته شده بارشهای حداکثر ٦ ساعته از روی بارشهای ٢٤ ساعته بدست آمد. بعد از آماده کردن داده های مورد نیاز مدل، اجزاء هیدرولوژیک حوضه به صورت شماتیک ترسیم شده و داده ها و اطلاعات مربوطه در سه بخش وارد مدل گردید. در بخش مدل حوضه اطلاعات مربوط به آب پایه، تلفات و انتقال وارد گردید. در بخش مدل اقلیمی داده های بارش وارد مدل میشود برای این کار مقادیر حداکثر بارش ٦ ساعته ای که از روی حداکثر بارش ٢٤ ساعته، بدست آمده بود در گیج های مختلف وارد مدل گردید و در نهایت در بخش شاخص‌های کنترلی زمان شروع، خاتمه و مدت زمان بارش به مدل معرفی میشود. شکل (٥) طرح شماتیک حوضه آبخیز آجی چای را نشان میدهد.



شکل (٥): طرح شماتیک حوضه آجی چای

یافته های پژوهش

بعد از تکمیل اطلاعات ورودی به مدل دستور شبیه سازی برای بارشهای رخ داده صورت میگیرد. مدل پس از محاسبه حجم بارش در کل حوضه و به تفکیک برای هر یک از زیرحوضه ها، میزان تلفات اولیه را از آن کسر کرده و ارتفاع رواناب را بدست میآورد. پس از محاسبه هیدروگراف واحد مصنوعی، میزان دبی

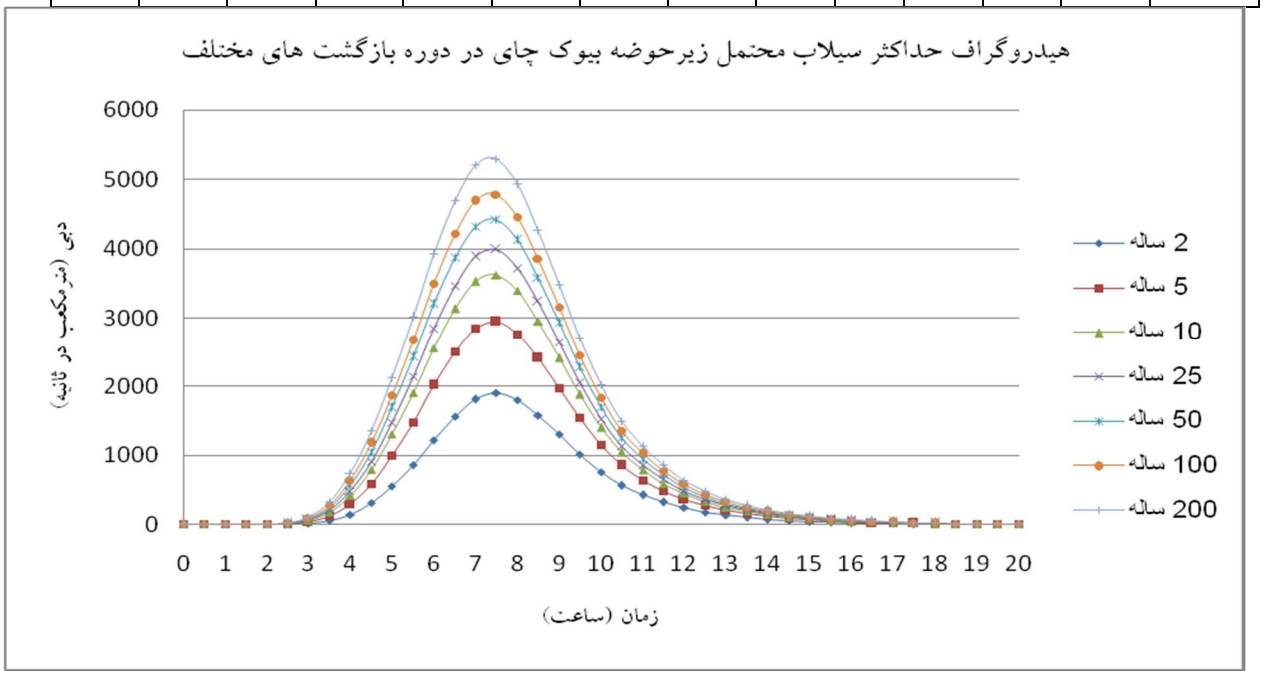
پیک و زمان تا اوج بدست می‌آید. بعد از محاسبه دبی پیک می‌توان هیدروگراف سیل ناشی از بارش را برآورد و ترسیم کرد. در بررسی دبی اوج خروجی هر یک از زیرحوضه ها نیز ملاحظه می‌گردد که در زیرحوضه هایی که از لحاظ مساحت در رتبه‌های اول و آخر قرار گرفته‌اند، اولویت بندی دبی اوج خروجی آن‌ها، مطابق با اولویت بندی آن‌ها از لحاظ مساحت بوده است که نشان دهنده اثر نسبی مساحت در تولید دبی اوج هر یک از زیرحوضه ها می‌باشد. بعد از گرفتن خروجی از مدل نتایج بدست آمده با نتایج مشاهده ای موجود مقایسه و نتایج نهایی در هر یک از زیرحوضه ها بدست آمد. جدول (۲) حداکثر سیلاب محتمل زیرحوضه های مختلف حوضه آجی چای را در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال نشان می‌دهد. بیشترین میزان سیلاب محتمل در بین زیرحوضه های، حوضه آجی چای مربوط به زیرحوضه اوجان با میزان دبی ۱۱۲۷۲ مترمکعب می‌باشد و کمترین میزان سیلاب محتمل مربوط به زیرحوضه اسب فروشان با دبی ۱۶۱۲ در دوره بازگشت ۵۰ ساله می‌باشد. بعد از بدست آوردن حداکثر سیل محتمل زیرحوضه های مختلف حوضه آجی چای، هیدروگراف مربوط به آن‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف ترسیم گردید. هیدروگراف حداکثر سیل محتمل زیرحوضه های بیوک چای، وانق چای و رازلیق در دوره بازگشت‌های مختلف به عنوان نمونه در شکل‌های (۶) تا (۸) آمده است.

در نهایت حداکثر سیلاب محتمل کل حوضه آجی چای در محل ورود به دریاچه ارومیه از طریق مدل بدست آمد بطوری که حداکثر سیلاب محتمل حوضه در دوره‌های بازگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله به ترتیب ۱۸۲۶۱ ، ۳۳۰۷۳ ، ۴۲۲۱۲ ، ۴۹۲۰۷ ، ۵۵۸۴۵ و ۶۲۱۹۸ مترمکعب بر ثانیه برآورد گردید. با توجه به اینکه در این پژوهش، در بیشتر حوضه‌ها تلفات صفر در نظر گرفته شده است به همین خاطر اعداد بدست آمده ممکن است کمی بیشتر باشد و امکان وقوع چنین سیلابی در طبیعت امکان پذیر نباشد، همچنین نتایجی که از طریق مدل بدست آمد مربوط به شرایطی است که جریان ناشی از سیل مربوط به تمام زیرحوضه ها به زیرحوضه انتهایی برسد ولی در طبیعت ممکن است به عللی مانند ایجاد سد بر روی زیرحوضه ها چنین اتفاقی صورت نگیرد. هیدروگراف حداکثر سیلاب محتمل حوضه آجی چای در دوره بازگشت‌های مختلف در شکل (۹) آمده است.

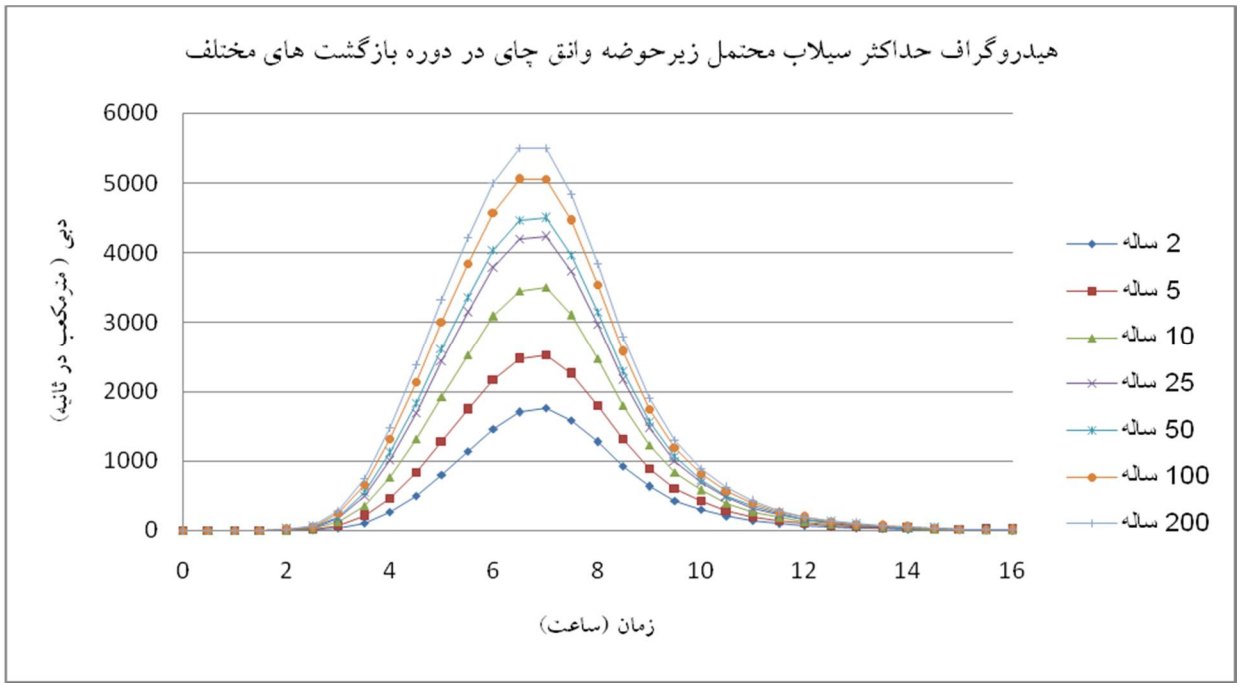
جدول (۲): نتایج حاصل از حداکثر سیل محتمل در دوره بازگشت‌های مختلف در زیرحوضه های آجی چای

زیرحوضه	مساحت	زمان تمرکز	زمان تأخیر	CN خاک	طوفان ۲۴ ساعته	طوفان حداکثر	دوره بازگشت سیلاب (برحسب متربکعب در ثانیه)					
							۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
بیوک چای	۱/۵۰۰	۳/٤	۲/٦	/٦ ۸۱	٤۰	٤۰/۵	۱۹۰٦	/۷ ۲۹٤۳	/۵ ۳٦۲۳	/٤ ۳۹۸٤	٤٤۲۲	٤۷۸۵	۵۳۰۱
وانق چای	/۲ ۳٤۲	۳/۲	۱/۹	۸۲	۵٦	٦۲	/٦ ۱۷۵۸	۲۵۲۲	۳۵۰۰	٤۲۲۷	/۸ ٤٤۹٤	۵۰۵۸	۵۵۰۳
تاجیار	/۳ ۳۲۲	۳/۲	۱/۹	/۹ ۸۱	۳۵	۳۸	/۳ ۱۳۷۹	/۹ ۲۰۵۰	/۷ ۲٤۲۵	۲۸۵۸	۳۱۳۷	/۷ ۳۳۸۸	۳٦۲٦
بافتان چای	/۱ ۲٦۳	/۲۵ ۲	۱/٤	/۱ ۸۲	۵۲	٦۰	/۸ ۱٤۵۱	/۸ ۱۹۹٦	/٦ ۲۷٤۹	/۵ ۳۳٤۹	۳٦۰٤	۳۸۹۷	٤۱۳۹
دوزدوزان	/۷ ۱۹۳	/۲۷ ۲	۱/٤	/۲ ۸۲	٦۰	٦۷	۱۱٦۹	/۳ ۱٤٤۸	۲۳۸٤	/۷ ۲۷۷٦	۳۰۲۸	۳۳۱۷	۳٦٦۱
سرچشمه	/۵ ۱۸۰	۲/۷	۱/٦	۸۲	٦۳	٦۵	/۲ ۱۱۰٦	۱۵۰۱	۱۹۹۳	۲٤۱۷	۲۸۳۲	۳۱۱۲	۳٤۰۸
اوجان	/٤ ۱۰۵٤	٦/۸	۱/٤	/۱ ۸۲	۷۳	٦۵	/۷ ٤٤٦۳	/٦ ٦۳۸٤	۷۷۹۷	/۵ ۹۷٤۷	۱۱۲۷ ۲	۱۲۹۲ ٦	۱٤٦۷ ۷
کرچای	/۸ ۳۵۷	۳/۹	۲/۳	/۹ ۸۱	٦۸	٦۸	/۲ ۱۹۳۳	/۵ ۳۰٦٦	/٦ ۳۸۸۹	/٦ ۵۰۵٤	٦۰۱۳	۷۰۱٦	۸۱۰٦
مهران چای	/۵ ۳٤۵	۵/۹	۳/۵	/۲ ۸۲	٦۸	۷۹	۱۷۹۷	۲۸۷٦	۳٦٦۵	٤۷۸٦	۵۷۱۳	٦٦۸٤	۷۷٤۱
کرجان	/۸ ٤۷۹	٤	۲/٤	/۹ ۸۱	٦۳	٦۱	/۳ ۲۳۹۲	/۵ ۳۲٦۷	/۷ ٤۳۸۱	۵۳٤۹	٦۲۹۹	٦۹٤۰	/۸ ۷٦۱۹
رازلیق	/۵ ۳۰۵	۳/۵	۱/۲	/۸ ۸۱	۳۵	٤۱	/۵ ۱۲۳۹	/۸ ۱۸۵۷	۲۲۰٤	۲٦۰٤	۲۸٦۳	/٦ ۳۰۹٦	۳۳۱۷
اسکوچای	/۷ ٤۵۸	۳/٤	۲/٦	/۳ ۸۱	/۷ ٤٦	۳۳	/۷ ۱۷۷۹	۲۳۱۹	۲۸۳۳	۳۵۰۹	٤۰۱٤	٤۵۳۸	۵۰٦٤
ورکش	/۳ ۷۰۳	٤/۸	۲/۹	/۳ ۸۲	۵۵	۵۸	۲۷۲۱	/۷ ۳۸۳۹	۵۱۳٤	٦۸۰۲	۷۲٤۱	/۷ ۸۲۹۹	۸٦۳۵
اسب فروشان	/۲ ۱۰۲	۱/۵	۰/۹	/۳ ۸۲	۵۵	۵٦	/۸ ٦۵۰	۸۹٤	۱۱۷۱	/٤ ۱۵۲۲	۱٦۱٤	۱۸۳٤	۱۹۰٤
نهندچای	/۲ ۲۸۵	۳/۳	۲	/۹ ۸۰	۹۰	۹۰	/۷ ۲۳۰٤	۱۵٦۰	۳۵۹٤	٤٦۲۷	۵۸٦٦	٦٦٦۲	۷۱۰۳
لارندچای	/۵ ٤٤۳	۳/٤	۲/٦	/٤ ۸۱	۸۵	۸۵	/۵ ۳۰۰۰	/۸ ٤۰۱۱	/۸ ٤۵۸۷	٦۰۳۱	۷۷۱۳	۸۸۵۱	۹۵۲۹
قراجه	/۷ ۱۵٦	۲/۳	۱/٤	/۷ ۸۱	۵۲	۵۳	/٤ ۸۵۹	۱۳۸۷	۱٦۳۵	۱۹۹۳	۲۱٤٦	۲۳۲۱	۲٤٦٦
پارام	/۵ ٤۹۲	۳/۷	۲/۲	/۸ ۸۱	٤۷	۵۰	/۲ ۲۱۹۵	۲۸۷٦	۳٦٦۷	٤۵۹۳	٤۹٤۳	۵٦٤٤	٦۲٦۳
هریس	/۵ ۱۸۳	۳/۷	۲/۲	/۳ ۸۲	٤۸	٤۸	۸۵۲	/٦ ۱۰۹۹	۱۳۵۰	۱۷۷۹	۱۸۹٤	۲۰۷۱	۲٤۲٤
قانلوچای	/۲ ۲۵۷	۳/۱	۱/۹	/۹ ۸۱	/۵ ٤٦	٤۷	/۷ ۱۱۹۹	۱۵۳۹	۱۸۸۳	۲۲۵۰	۲۷۵۲	۳۰۰۹	۳٤۲۲
چکی چای	/۳ ٤۳۰۲	۳/٤	۱/۸	۸۱	۵٤	٦۰	/٤ ۲۳٤۱	/٦ ۳۱۳۵	/۸ ٤۲۱۷	٤٤۸۱	/۵ ۵۱٤۰	۵٤۵٤	
منکراباد	۸۲/۹	۲/۳	۱/٤	/۵ ۸۱	٦۰	٦۰	/۹ ٤۹۳	٦۱۳	۱۰۱۵	۱۱۸٤	۱۲۹۲	۱٤۱٦	۱۵٦٤
B۱	/۲ ۵۰۹	٦/۵	۳/۹	/۷ ۸۱	۵٦	۵۸	۱٦۰٤	۲۳٦٦	۳۳٦۲	٤۱۱٤	٤۳۹۱	٤۹۷۸	۵٤٤۲

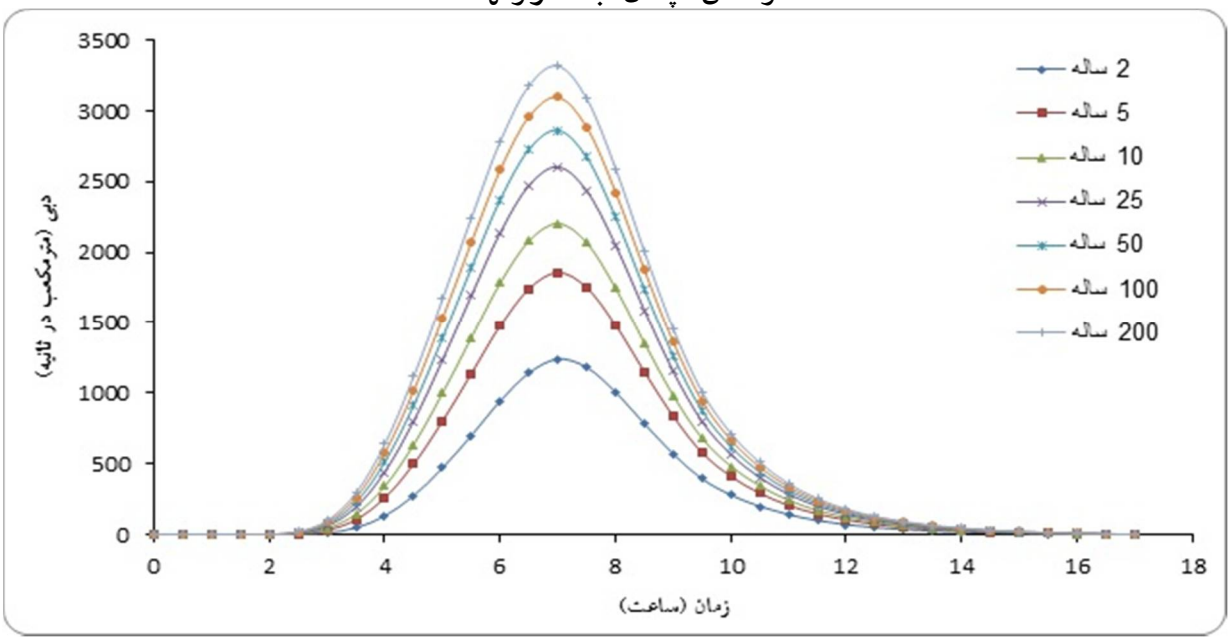
B۲	/۹ ۱۹٤	۲/۲	۱/۳	/۱ ۸۱	۵۲	۵٤	/۳ ۱۰۷۵	/۷ ۱٤۸۲	/٦ ۲۰٤۵	۲٤۹٤	۲٦۸٤	۲۹۰۳	۳۰۸٤
B۳	/۸ ۵۱۰	۵/۱	۳/۱	/۱ ۸۲	٦۳	٦۷	/۹ ۲۱۰۷	۲۹۱۱	۳۹۲۱	٤۷۹۹	۵٦٦٤	٦۲۵٤	٦۸۸۷
B٤	/۷ ۵۵۹	۸/۲	٤/۹	/۱ ۸۲	٤۹	٤۹	/٤ ۱٤٦۲	۱۸۹۲	/۸ ۲۳۸٦	۳۱٤۳	۳۵۳۹	۳۷۸۱	٤۰٦۷
سعیدآباد چای	/۷ ٤۳۲	۵	۳	/۷ ۸۱	/۵ ۷۳	۷۵	/٤ ۱۷۲۸	۲٦۸۳	/۵ ۳۱۲۷	٤۰۲۱	٤٦۳۲	۵۱۱۹	۵۸۵۵
اربط چای	/۵ ۱۲٦	/۷ ۳	/۲ ۲	/۵ ۸۱	٤۸	۵۲	۵۷٤	/۸ ۷٤۳	۹۱٦	۱۲۱۱	۱۲۹۰	۱٤۱۲	۱٦۵٦
گنبرچای	/۸ ۷۲۱	/۱ ۵	/۱ ۳	/۳ ۸۱	/۵ ٤۸	٤۹	۲۵٦۰	۳٦۱٤	/۸ ٤۳٤٦	۵٤۳۲	٦۲۲٦	٦٦۹۹	۷۵۷۲
گماناب	/۳ ٤۳۸	۳/٦	۲/۲	۸۱	۵٦	۲۷	/۹ ۲۰۳۰	/۷ ۲۹٦۰	٤۱٦۲	۵۰٦۱	۵۳۹۱	٦۰۸۹	٦٦٤۱



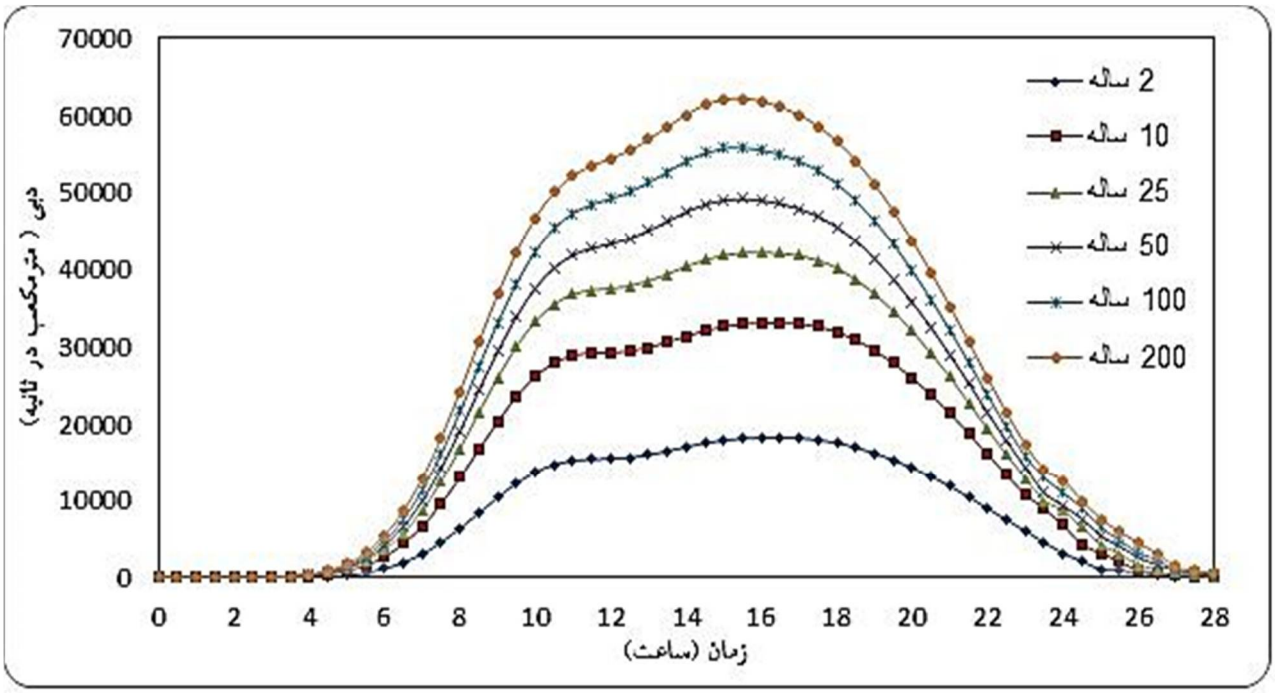
شکل(٦): هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف در زیر حوضه بیوک چای به روش SCS



شکل(۷): هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف در زیر حوضه وانق چای به روش SCS



شکل(۸): هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف در زیر حوضه رازلیق به روش SCS



شکل(۹): هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در زیر حوضه آجی چای به روش SCS

نتیجه گیری

اغلب انتظار می‌رود ساختمان‌های ذخیره و توزیع آب به گونه ای طراحی شوند که حداکثر سیل روی داده را بدون هیچگونه آسیب جدی و یا خرابی عبور دهند، البته چنین حساسیتی نسبت به ساختمان‌های هیدرولیکی با توجه به اهمیت سازه و استانداردهای کشورهای مختلف می‌تواند متفاوت باشد. در این تحقیق از مدل HMS برای شبیه سازی حداکثر سیل محتمل حوضه آجی چای استفاده گردید. در بررسی دبی اوج خروجی هر یک از زیرحوضه ها مشخص گردید که در زیرحوضه هایی که از لحاظ مساحت در رتبه‌های اول و آخر قرار گرفته‌اند، اولویت بندی دبی اوج خروجی آن‌ها، مطابق با اولویت بندی آن‌ها از لحاظ مساحت بوده است که نشان دهنده اثر نسبی مساحت در تولید دبی اوج هر یک از زیرحوضه ها می‌باشد به طوری که بیشترین میزان سیلاب محتمل در بین زیرحوضه های، حوضه آجی چای مربوط به زیرحوضه اوجان و کمترین میزان سیلاب محتمل مربوط به زیرحوضه

اسب فروشان می‌باشد. در نهایت مقدار حداکثر سیلاب محتمل در دوره بازگشت‌های مختلف برای تمام زیرحوضه ها محاسبه و هیدروگراف آن‌ها رسم گردید. نتایج حاصل نشان داد که حداکثر سیلاب محتمل کل حوضه آجی چای در دوره‌های بازگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله به ترتیب ۱۸۲۶۱ ، ۳۳۰۷۳ ، ۴۲۲۱۲ ، ۴۹۲۰۷ ، ۵۵۸۴۵ و ۶۲۱۹۸ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد.

منابع و ماخذ

۱. آذر، عادل و مؤمنی، منصور (۱۳۸۵) آمار و کاربرد آن در مدیریت، چاپ سیزدهم، انتشارات سمت.
۲. آرتیدار، رضا (۱۳۷۷) برآورد حداکثر بارش محتمل به روش آماری و سینوپتیک و مقایسه آن‌ها، مطالعه موردی رودخانه آجی چای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، کرج.
۳. اطلاعات آماری و سینوپتیکی ایستگاه‌های حوضه آجی چای (۱۳۸۸) اداره کل سازمان هواشناسی استان آذربایجان شرقی.
٤. بابائیان، فائزه؛ صدقی، حسین و صراف، امیرپویا (۱۳۹۵) ارزیابی و برآورد حداکثر سیلاب محتمل حوضه آبریز سد بختیاری مبتنی بر مدل همگرایی سینوپتیکی، سومین کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی، تهران
۵. بوستانی، فردین (۱۳۷۸)، بررسی علمی و فنی حداکثر بارش و سیلاب محتمل به عنوان معیار طراحی سازه‌های هیدرولوژیکی، رساله دکتری تخصصی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
٦. پایمزد، شهلا (۱۳۸۱)، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش آماری و سینوپتیک و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و محاسبه P.M.F، مطالعه موردی شرق استان هرمزگان، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس.
۷. دریاباری، سید جمال الدین؛ محمدی، حسین و رضایی، غلامحسین (۱۳۹۱) تجزیه و تحلیل مکانی حداکثر بارندگی محتمل در ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال نهم، شماره ۳٤.
۸. صالحی پاک، تهمینه (۱۳۷۸)، برآورد حداکثر بارش محتمل حوضه سد ماملو به روش سینوپتیکی، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
۹. سازمان جغرافیایی کشور (۱۳۸۱)، فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، حوضه آبریز دریاچه ارومیه.
۱۰. شیرآوند، هنگامه (۱۳۸۳)، برآورد حداکثر سیل محتمل حوضه سد گلستان برمبنای حداکثر بارش محتمل سینوپتیکی ، مطالعه موردی سد گلستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
۱۱. علیزاده، امین (۱۳۷۷)، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۲. عزیزی، قاسم و شیراوند، هنگامه (۱۳۸۵)، برآورد حداکثر سیل محتمل حوضه سد گلستان برمبنای حداکثر بارش محتمل سینوپتیکی، مجله انجمن جغرافیایی ایران، سال چهارم، شماره ۸ و ۹ ، صفحه ۱۰۷ تا ۱۲۹.
۱۳. مهندسین مشاور مهاب قدس (۱۳۸۰)، طرح مطالعاتی حداکثر بارندگی و سیلاب محتمل سد زرینه رود.

۱٤. Chow, V.T; D. Maidment, L.W. Mays, (۱۹۸۸). Applied Hydrology, McGraw-Hill book co. New York.
۱٥. Dhaval S. Shah, Abhaykumar S. Wayal, Rajendra B. Magar. (۲۰۱٦). THE Probable Maximum Flood at NIRA-DEOGHAR dam site in India, National Conference on Water Resources & Flood Management with special reference to Flood Modelling October ۱٤-۱٥, ۲۰۱٦ SVNIT Surat.
۱٦. Johnson. Christopher, A. and Andrew C. Yung. (۲۰۰۱). The use of HEC-GeoHMS and HEC-HMS to perform Grid-Based Hydrologic Analysis of a watershed, Dodson & Associates, In. Houston, Texas, USA.WWW.Dodson-hydron.com
۱۷. Loukas, A. N. R. Dalezios, Ch. Voultsidis and A. Harisis. (۱۹۹٥). Design Flood estimation using the HEC-HMS model for Germasoya Basin, Cyprus, department of civil engineering, university of Thessaly.
۱۸. Pistocchi, A. and P. Mazzoli. (۲۰۰۱). Use of HEC-RAS and HEC-HMS Models with Arcview for Hydrologic risk management. Autorotadei Bacini regional romagnoli, P. zzaG.B.
۱۹. USACE. (۲۰۰۰). HEC-HMS Technical Manual, Hydrologic, Engineering Center, Davis, CA. ۱۸٤pp.
۲۰. Waseem Boota, Muhammad. Ghulam Nabi, Tanveer Abbas, Muhammad Yaseen, Muhammad Faisal and Muhammad Imran Azam. (۲۰۱٥). Estimation of probable maximum flood (PMF): A case study of Pothwar region, Pakistan, Sci.Int.(Lahore),۲۷(٦),٦٤۷۱-٦٤۷٦.
۲۱. World Meteorological Organization (WMO), (۱۹۸٦). Manual for estimation of probable maximum precipitation. No. ۳۳۲. Operational Hydrology Report.
۲۲. http://www.irimo.ir/farsi/index.asp

Study of the maximum ۲٤-hour rainfall to estimate the maximum probable flood in the basin Ajay Chai using the HEC-HMS model

Abstract

Estimation of design flood is important components of hydrology studies, water resources projects and especially dam construction projects. Design of a flood barrier, is formed by a peak flood, volume and period appropriate to the dam safety and related structures during the operation ensures. Probable maximum flood would have taken if all physical, hydrological and meteorological factors had existed in a region. In This study in order to estimate PMF of the Ajichay basin, we have used HEC-HMS model from precipitation runoff mathematical models.

Purposes were collected meteorological, synoptic and rain gauge data related to ٤٠ stations from Meteorology and Tmab Company. In order to estimate probable maximum flood, the main basin were divided to smaller sub basin and then were determined physiographic properties in each basin. Rainfall pattern was selected ٢٤-hour rainfall based on type II pattern and the largest ٦-hour rainfall was extracted in different return periods. Then HMS model was applied in order to create hydrographs of probable maximum flood at different return periods and hydrographs of probable maximum flood were drawn for various sub basins. Probable maximum flood were calculated for all sub basin. Total Probable maximum flood was estimated at return periods of ٢, ١٠, ٢٥, ٥٠, ١٠٠ and ٢٠٠ years, respectively, ١٨٢٦١, ٣٣٠٧٣, ٤٢٢١٢, ٤٩٢٠٧, ٥٥٨٤٥ and ٦٢١٩٨ Cubic meters per second in Ajichay basin.

Key words: maximum probable flood, HEC-HMS mathematical model, Hydrograph, Ajichay basin.