برآورد دبی سیلاب طراحی برای مطالعات ساماندهی رودخانه سرخه‌حصار (محدوده شهرک ولی عصر شهر ری)

مجید عبادی‌فر*[۱]، سید علی حسینی‌ابری[۲]، امین عبادی‌فر[۳] ، مهدی شمس‌آبادی زاده[۴]

۱) کارشناس ارشد شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان

۲) دکترای علوم و مهندسی آب، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

۳) کارشناس ارشد عمران (آب و سازه‌های هیدرولیکی)

۴) دانشجو دکتری عمران مهندسی محیط زیست گرایش آب و فاضلاب

*نویسنده مسئول: majid.ebadifar2@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۳۱ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲**

چکیده

اصلاح و به‌سازی مسیر رودخانه‌ها بر خصوصیات سیلاب از قبیل پهنه سیل، شکل هیدروگراف و سرعت جریان در مقاطع مختلف تأثیرگذار است و برای آن که بتوان این اقدامات را به بهترین شکل ممکن به انجام رساند، نیاز به برآورد صحیح دبی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد. تحقیق حاضر با هدف تعیین ابعاد سیلاب طراحی رودخانه سرخه‌حصار در محدوده شهرک ولی‌عصر شهر ری نظر انجام گرفته است. برای این کار، ضمن بهره‌گیری از قابلیت‌های نرم‌افزار Hyfran-plus، از روش منطقه‌ای (با انتخاب ۱۶ ایستگاه هیدرومتری) و همچنین روش‌های دبی ویژه سیلاب و نسبت دوره بازگشت (با انتخاب ایستگاه تقی‌آباد به عنوان مبنا) استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که بین مقادیر دبی سیلابی محاسبه شده از روش‌های مختلف اختلاف فاحشی وجود دارد که علت این امر را می‌توان به شرایط خاص حوضه آبریز رودخانه مورد مطالعه و برخورداری از کمترین توان تولید سیلاب در مقایسه با حوضه‌های اطراف آن نسبت داد. اگرچه به نظر می‌رسد که استفاده از دبی ویژه سیلاب ایستگاه مبنا نتایج منطقی‌تری نسبت به روش منطقه‌ای بدست می‌دهد، اما بررسی‌های میدانی نشان داد که «نسبت دوره بازگشت در ایستگاه مبنا»، از مقبولیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بوده و بر این اساس، دبی پیک سیلاب رودخانه با دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال، به ترتیب برابر ۱۱۸، ۱۲۸ و ۱۳۷ مترمکعب در ثانیه بدست می‌آید. در نهایت، جهت تهیه ابعاد هیدروگراف سیلاب طراحی، با توجه به عدم دسترسی به سیلاب‌های ساعتی مشاهده‌ای در ایستگاه مبنا، از روش تجربی SCS استفاده گردید.

واژه‌های کلیدی: سیلاب طراحی، ساماندهی رودخانه، سرخه‌حصار، دوره بازگشت، Hyfran-plus.

مقدمه

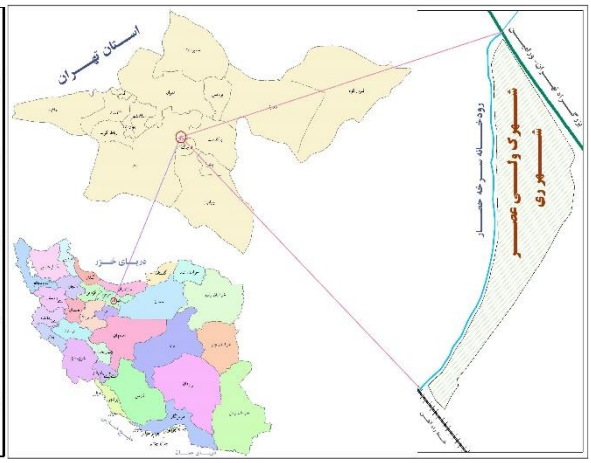
نیاز انسان به آب باعث شده تا اکثر تمدن‌های بشری در کنار رودخانه‌ها شکل بگیرند. انسان‌های اولیه با زندگی در کنار رودخانه‌ها به طور فطری و تجربی آموخته بودند که جهت استفاده بهینه از این منابع خدادادی، می‌باید رودخانه‌ها را دوست داشت و حتی در بعضی از فرهنگ‌های کهن آب و رودخانه به عنوان موجودی مقدس و حیات بخش مورد ستایش و احترام بود. با توسعه شهرنشینی و اجرای طرح های عمرانی و دور شدن انسان‌ها از رودخانه، این دوستی گسسته شد و انسان با برداشت بی‌رویه شن و ماسه از بستر رودخانه، خانه و شهرک‌سازی در حریم و بستر رودخانه، احداث سازه‌های تقاطعی و غیره اقدام به تعرض به رودخلنه و برهم‌زدن رژیم متعادل و پایدار آن نمود. رودخلنه‌ها به مثلبه موجودات زنده‌ای هستند که در مقلبل این تعارض اقدام متقلبل نموده و لذا رژیم هیدرولیکی آن در یک روند برای رسیدن به تعادل مجدد قرار می‌گیرد. رودخانه‌ها شریان‌های اصلی حیات کلیه سازه‌های آبی محسوب می‌شوند و حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آنها و همچنین حراست از بستر و حریم آن‌ها از مهم‌ترین مسئولیت‌های وزارت نیرو می‌باشد. کلیه رودخانه‌ها در معرض تغییر و تحول قرار دارند و کارهای مهندسی رودخانه برای تغییر دبی، مطالعه دبی رسوبی، مسیر رودخانه، عمق آبراهه، پهنه سیل‌گیر و کیفیت آب مورد نیاز می‌باشد. روش‌های معمول در راه رسیدن به این اهداف استفاده از سازه‌های مختلف به تنهایی یا ترکیبی از آن‌ها مثل سد، سیل‌بند خاکی یا بتنی، پوشش بدنه، آب‌شکن یا به کار گرفتن راه حل‌های قدیمی مثل لایروبی می‌باشد. از جمله مباحث مهم در مهندسی رودخانه، شناخت شکل رودخانه (مرفولوژی)، تثبیت، سواحل و بستر رودخانه، کانالیزه کردن و کنترل سیلاب می‌باشد. در این مقاله، به منظور برآورد دبی سیلاب طراحی رودخانه سرخه‌حصار در محدوده شهرک ولی‌عصر شهر ری، از قابلیت‌های نرم‌افزار Hyfran-plus و روش‌های مبتنی بر آمار مشاهده‌ای استفاده شده و ابعاد هیدروگراف سیلاب بر اساس روش تجربی SCS تعیین گردیده است. از جمله مطالعات انجام شده در ارتباط با موضوع تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. عبادی‌فر و همکاران (۱۳۹۵)، دبی ایمن سیلاب ورودی به شهرک ماسوله را با روش SCS برآورد نموده و با نتایج مدل HEC-HMS مورد مقایسه قرار دادند. مشاهدات صحرایی آنها از آثار باقیمانده سیلاب‌های گذشته نشان داد، نتایج بدست آمده از روش SCS با منطقه مطالعاتی انطباق داشته و در نتیجه، این روش جهت برآورد دبی حداکثر سیلاب منطقه طرح انتخاب گردید. فاکتور تعیین کننده در ظرفیت مسیر رودخانه اصلی، پل ورودی بازار با حداکثر ظرفیت آبگذری ۷۰ مترمکعب بر ثانیه بوده و بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب حاصل از نرم‌افزار HEC-RAS، ضرورت احداث دیواره حفاظتی به منظور جلوگیری از سرریز سیلاب در ساحل راست رودخانه بخوبی نمایان گردید. به عقیده محققان، تجاری بودن این منطقه و گسترش سیل در حوزه شهری، اهمیت پیش‌بینی سازه‌های حفاظت در این مقطع را دو چندان می‌نماید (عبادی‌فر و همکاران، ۱۳۹۵). رادمنش و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای به واسنجی و ارزیابی مدل HEC-HMS در حوزه آبخیز رود زرد پرداختند. در این ارتباط مقایسه آبدهی شبیه‌سازی شده و مشاهده‌ای در روش‌های مختلف نشان داد که روش SCS بهترین نتیجه را

دربر داشته است (رادمنش و همکاران، ۱۳۸۵). حاجی‌قلی‌زاده (۱۳۸۳) در تحقیقی به بررسی نقش دخالت انسانی شامل پل‌ها، آبگذرها، آب‌شکن‌ها و شیب‌شکن‌ها در رودخانه کن با استفاده از مدل HEC-RAS پرداخت. نتایج مطالعات دلالت بر تأثیر متفاوت هر یک از اقدامات سازه‌ای کنترل سیلاب بر عمق و سطح سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف در منطقه مورد مطالعه داشته است. موسی‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، تحلیل هیدرولیکی و سازه‌ای ساماندهی محدوده‌ای از رودخانه بابلرود را به طول حدود ۱۱ کیلومتر با استفاده از چند نرم‌افزار کاربردی انجام دادند. آنها پس از تهیه لایه Tin در نرم‌افزار GIS، با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS مسیر اصلی و مقاطع عرضی رودخانه را تهیه و به مدل HEC-RAS معرفی کردند و دبی جریان رودخانه با دوره‌های بازگشت ۲ تا ۲۰۰ سال را تعیین نمودند. در این تحقیق، طراحی سازه‌ای، کنترل پایداری و لغزش با استفاده از نرم‌افزار RetainWall و طراحی و کنترل پایداری گوره‌ها با استفاده از نرم‌افزار GeoStudio انجام گرفت. درنهایت با توجه به خروجی نرم‌افزار HEC-RAS، ارتفاع کلی دیوار سیل‌بند برای ساماندهی رودخانه در بازه‌های مختلف شهری و مناطق کشاورزی تعیین و در نتیجه پس از برآورد هزینه‌های اجرایی طرح‌های خاکریز، سیل‌بند بتنی و سیل‌بند بتنی طره‌ای T شکل معکوس، مشخص شد که استفاده از خاکریز سیل‌بند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است (موسوی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). Devries (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای ضمن تجزیه و تحلیل آماری دبی حداکثر سیلاب‌های رودخانه‌های آمریکا نشان داد که روش‌های استوکاستیک، دبی‌ها را کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کنند. فرومند و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق خود به برآورد جریان سیلابی با دوره‌بازگشت‌های مختلف و آنالیز منطقه‌ای سیلاب در پایین‌دست رودخانه پلرود در استان گیلان پرداختند. پس از نقشه‌برداری و ترسیم هندسه رودخانه با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط GIS، با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC، حد بستر رودخانه با دوره بازگشت ۲۵ سال قبل و بعد از ساماندهی رودخانه، شبیه‌سازی شده و با پهنه‌بندی سیلابدشت، تأثیر سازه‌ها در بهبود شرایط منطقه بررسی شد. بهادرنژاد و حسینی (۱۳۹۱) به منظور تعیین بازه‌های ساماندهی برای جلوگیری از پخش سیلاب در محدوده بین پل کمربندی تا پل داخل شهر نکا، از مدل هیدرولیکی HEC-RAS استفاده کردند. در این پژوهش، ابتدا از نقشه‌های توپوگرافی رودخانه، مقاطع عرضی تهیه و به نرم‌افزار معرفی شد. سپس تحلیل جریان بر اساس دبی‌های با دوره بازگشت‌های مختلف انجام گرفت و در نتیجه نواحی ساماندهی با دیوار سیل‌بند بتنی و خاکریزها مشخص و با استفاده از نشریات مختلف طراحی شدند. در نهایت، برآورد هزینه سیل‌بند بتنی و خاکریزها صورت گرفته و مشخص شد که اجرای خاکریز از نظر اقتصای مقرون به صرفه است. مامی‌زاده و همکاران (۱۳۹۴)، بخشی از محدوده سیل‌گیر رودخانه چرداول (چناره) را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که احتمال سیل‌گیرشدن اراضی حاشیه به علت عریض بودن بستر کانال در بیشتر نواحی به طور نسبی کم است. این مسئله حتی در سیل با دوره بازگشت زیاد هم مشاهده می‌شود.

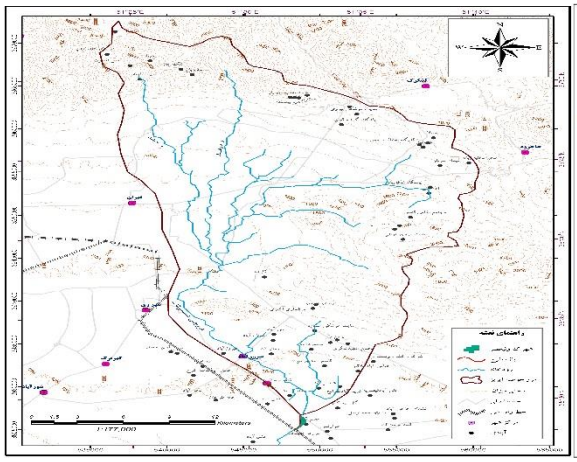
مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه

محدوده مورد مطالعه، بخشی از رودخانه سرخه‌حصار در محدوده شهرک ولی عصر شهر ری (از محل اتوبان تا پل راه آهن) به طول تقریبی ۲ کیلومتر و در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و ۵۸ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه و ۵۷ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. این منطقه از نظر تقسیمات کشوری در استان تهران و شهرستان ری قرار گرفته و وسعت حوضه آبریز آن حدود ۶۴۴ کیلومترمربع می‌باشد. رودخانه سرخه‌حصار که رواناب سطحی خروجی از شمیرانات را زهکشی می‌نماید. از سرشاخه‌های دارآباد و دربند و آبادی‌هایی نظیر کلک‌چال، یک‌باغ، وزباد، پس‌قلعه، حدادیه، شنکزار و جوزار سرچشمه گرفته و از شرق به رودخانه جاجرود و از غرب به خروجی فیروزآباد و رودخانه کن محدود و محصور شده است. شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه و شکل ۲، حوضه آبریز آن را نشان داده است.



شکل۱: موقعیت محدوده مطالعاتی



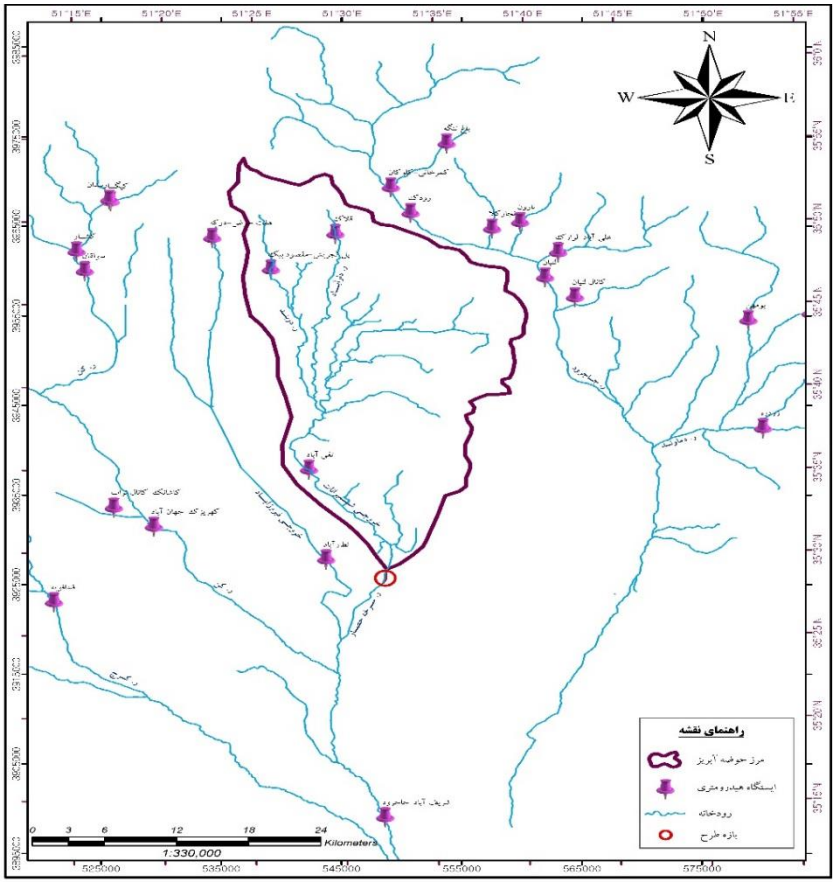
شکل ۲: موقعیت حوضه آبریز محدوده مورد مطالعه

داده‌های تحقیق

در این تحقیق از داده‌های تعداد ۱۶ ایستگاه هیدرومتری (جدول ۱ و شکل ۳) پس از بازسازی و تطویل در دوره آماری ۳۰ ساله (از سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ لغایت ۹۶-۱۳۹۵) استفاده گردید.

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای هیدرومتری منتخب

ردیف	نام رودخانه اصلی	نام ایستگاه آب‌سنجی	مختصات جغرافیایی			سال تاسیس	وسعت حوضه (کیلومترمربع)	درجه ایستگاه
			طول	عرض	ارتفاع (متر)			
۱	لوراک	علی‌آباد-لوارک	۵۱-۴۱-۵۱	۳۵-۴۸-۰۳	۱۶۵۷	۱۳۵۲	۱۰۳	۱
۲	امامه	باغ تنگه	۵۱-۳۵-۴۴	۳۵-۵۴-۳۹	۲۲۴۵	۱۳۵۴	۱۶	۱
۳	افجه	نارون	۵۱-۳۹-۴۶	۳۵-۴۹-۵۳	۱۷۵۸	۱۳۵۴	۳۰	۲
۴	امامه	کمرخانی-کلوکان	۵۱-۳۲-۳۸	۳۵-۵۲-۰۱	۱۸۳۹	۱۳۵۳	۳۷	۱
۵	دماوند	زردره	۵۱-۵۳-۰۳	۳۵-۳۷-۲۱	۱۴۱۵	۱۳۷۷	۴۰۴	۱
۶	جاجرود	رودک	۵۱-۳۳-۴۳	۳۵-۵۰-۲۸	۱۷۱۴	۱۳۳۵	۴۱۶	۱
۷	آه	رودهن	۵۱-۵۵-۴۵	۳۵-۴۴-۱۶	۱۸۴۴	۱۳۶۸	۵۷	۴
۸	جاجرود	لتیان	۵۱-۴۱-۰۷	۳۵-۴۶-۳۲	۱۵۳۴	۱۳۲۵	۷۱۰	۱
۹	ایوانکی	نمارک	۵۲-۰۳-۵۱	۳۵-۲۰-۴۴	۱۰۸۰	۱۳۶۲	۷۲۱	۴
۱۰	ایرا-سیاهرود	بومهن	۵۱-۵۲-۱۹	۳۵-۴۳-۵۳	۱۶۹۸	۱۳۶۸	۹۳	۲
۱۱	تار-دماوند	روح افزا-تارقاضی	۵۲-۰۴-۰۷	۳۵-۴۲-۳۶	۱۹۵۱	۱۳۶۷	۹۹	۴
۱۲	خروجی شمیرانات	تقی اباد	۵۱-۲۸-۰۱	۳۵-۳۴-۵۹	۱۰۴۴	۱۳۵۲	۵۳۰	۴
۱۳	جاجرود	شریف اباد	۵۱-۳۲-۰۴	۳۵-۱۳-۵۸	۸۵۰	۱۳۵۲	۳۰۰۰	۱
۱۴	کن	سولقان	۵۱-۱۵-۴۲	۳۵-۴۷-۰۱	۱۴۳۰	۱۳۴۸	۲۰۰	۱
۱۵	مقصودبیک-دربند	مقصودبیک-پل تجریش	۵۱-۲۹-۵۹	۳۵-۴۷-۰۵	۱۴۹۰	۱۳۵۱	۳۱	۲
۱۶	داراباد	قلاک	۵۱-۲۹-۳۳	۳۵-۴۹-۱۳	۱۷۰۶	۱۳۵۱	۱۸	۲



شکل ۳: نقشه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب

توصیف و مشخصات نرم‌افزار Hyfran-plus

این نرم‌افزار که مخفف عبارت HYdRological Frappyency Analysis PLUS DSS است، نرم‌افزاری است که برای متناسب‌سازی توزیع‌های آماری استفاده می‌شود و شامل تعدادی از ابزارهای ریاضی قدرتمند، انعطاف‌پذیر و کاربرپسند است که می‌توانند برای تجزیه و تحلیل آماری حوادث شدید استفاده شوند. این نرم‌افزار همچنین می‌تواند تجزیه و تحلیل اساسی در هر سری زمانی داده‌های مستقل و توزیع شده دائمی (IID) را انجام دهد. به علاوه سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) برای کمک به انتخاب مناسب‌ترین کلاس توزیع، با توجه به مقادیر زیاد در این مدل در دسترس است.

Hyfran-plus به دو زبان فرانسوی و انگلیسی موجود است. اگرچه این نرم افزار در ابتدا برای تجزیه و تحلیل فرکانس حوادث شدید طراحی شده بود. Hyfran-plus را می‌توان در هر مطالعه‌ای که نیاز به تناسب آماری در یک سری داده‌های مستقل و یکسان توزیع داشته باشد، استفاده کرد. این برنامه کاربردی در زمینه‌های مختلف فنی از جمله مهندسی، محیط‌زیست، هواشناسی، علوم پزشکی و غیره قابل بکارگیری می‌باشد.

توابع پیشرفته

تأیید فرضیه‌های آماری: استقلال سری داده‌ها و یکدست بودن سری داده‌ها (مرحله زمانی سری، فرضیه‌های آماری، اثر فصلی)

تعداد زیادی توزیع احتمال آماری: نمایی – پارتو عمومی – ارزش شدید کلی (GEV: EV2, EV3) – گامبل (EV1) – Weibull دو پارامتری – Halphen نوع A یا HA، مدل Halphen نوع B یا HB و نوع Inverse B یا HIP طبیعی – Lognormal دو و سه پارامتر (LN3) – گاما (G) – گاما عمومی (GG) – گاما معکوس (LG) – پیرسون نوع سه (P3) – ورود پیرسون نوع سه (LP3) – نمایی مرکب پواسون (Lois fuites)

مختلط: Lognormal و Weibull اصلاح شده برای در نظر گرفتن مقادیر تهی.

چندین روش برازش: روش لحظه‌ها - لحظه‌های وزنی احتمال - روش تعمیم یافته لحظه‌ها (WRC, SAM, BOB) – روش حداکثر احتمال - برآورد مقادیر XT از دوره بازگشت T با فواصل اطمینان در سطوح مختلف

مشخصات: رابط کارپسند (ویندوز) – رویکرد شی‌گرا – خروجی‌های گرافیکی تخصصی: سری زمانی - نمودار کاغذ احتمال – هیستوگرام - متناسب با فواصل اطمینان - مقایسه توزیع‌های مناسب (۲ تا ۵)

Hyfran-plus شامل سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری است. DSS برای کمک به انتخاب مناسب‌ترین کلاس توزیع ایجاد شده است. در واقع توزیع‌هایی که معمولاً در آنالیز فرکانس سیلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند، با توجه به رفتار حداکثر می‌توانند در سه دسته گروه‌بندی شوند.

روش‌های مورد استفاده جهت برآورد دبی پیک سیلاب طرح

روش منطقه‌ای

در این روش، پس از محاسبه مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای در ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب، ابتدا نسبت بین مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای هر ایستگاه با دوره بازگشت‌های مختلف به دبی با دوره بازگشت ۲ ساله همان ایستگاه (Q_T/Q_2) تعیین و سپس مقادیر میانگین این نسبت‌ها برای ایستگاه‌های منتخب بدست می‌آید. در نهایت، از روابط بدست آمده بین Q_2 با سطح حوضه آبریز و همچنین شاخص (Q_T/Q_2) با مؤلفه دوره بازگشت در منطقه، مقادیر دبی حوضه مجهول با دوره برگشت‌های معین برآورد می‌گردد.

روش دبی ویژه سیلاب ایستگاه مبنا

در این روش، ابتدا مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای مشاهداتی در ایستگاه مبنا با مناسب‌ترین توزیع آماری برازش داده شده و مقادیر آن برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه می‌گردد. سپس، از تقسیم مقادیر دبی بدست آمده به وسعت حوضه آبریز ایستگاه مبنا، دبی ویژه سیلاب حوضه تعیین گردیده و در نهایت، از حاصل ضرب آن در وسعت حوضه آبریز مورد مطالعه، مقادیر دبی پیک سیلاب در مقطع مورد نظر بدست می‌آید.

روش نسبت دوره بازگشت نقطه‌ای

در این روش، ابتدا با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب، رابطه بین دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت ۲ سال (Q_2) و سطح حوضه آبریز (A) در منطقه (همانند روش منطقه‌ای) تعیین و با جای‌گذاری وسعت حوضه آبریز محل طرح در رابطه بدست آمده، دبی پیک سیلاب طرح با دوره بازگشت ۲ سال مشخص می‌گردد. سپس، نسبت بین مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه مبنا با دوره بازگشت‌های مختلف به دبی با دوره بازگشت ۲ سال آن (Q_T/Q_2) محاسبه و از این طریق دبی پیک سیلاب طرح با سایر دوره بازگشت‌ها برآورد می‌شود.

هیدروگراف سیلاب طراحی به روش SCS

با توجه به این که در این روش، فقط حداکثر دبی لحظه‌ای و زمان رسیدن به دبی پیک مورد نظر است، با مشخص بودن مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای و زمان تمرکز حوضه، ابتدا زمان رسیدن به دبی پیک از رابطه زیر برآورد می‌گردد. سپس، از حاصل‌ضرب مقادیر T_p و Q_p در ابعاد هیدروگراف بی بعد SCS (جدول ۲)، مختصات نقاط هیدروگراف مربوط به سیلاب طراحی بدست می‌آید(علیزاده، ۱۳۹۴).

رابطه ۱:

$$T_P = 0.7 T_C$$

T_p: زمان رسیدن به دبی پیک و T_c: زمان تمرکز

جدول ۲: ابعاد هیدروگراف بی بعد SCS (زمان بر حسب ساعت و دبی بر حسب مترمکعب در ثانیه)

زمان	دبی	زمان	دبی	زمان	دبی	زمان	دبی
۰	۰	۰/۸۰	۰/۸۹	۰/۶۶۰	۱/۵	۰/۰۹۸	۲/۸۰
۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۹۰	۰/۹۷	۰/۵۶۰	۱/۶۰	۰/۰۷۵	۳/۰۰
۰/۳۰	۰/۱۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۴۲۰	۱/۸۰	۰/۰۳۶	۳/۵۰
۰/۴۰	۰/۲۸	۱/۱۰	۰/۹۸	۰/۳۲	۲/۰۰	۰/۰۱۸	۴/۰۰
۰/۵۰	۰/۴۳	۱/۲۰	۰/۹۲	۰/۲۴۰	۲/۲۰	۰/۰۰۹	۴/۵۰
۰/۶۰	۰/۶۰	۱/۳۰	۰/۸۴	۰/۱۸۰	۲/۴۰	۰/۰۰۴	۵/۰۰
۰/۷۰	۰/۷۷	۱/۴۰	۰/۷۵	۰/۱۳۰	۲/۶۰	۰/۰۰	∞

نتایج روش منطقه‌ای

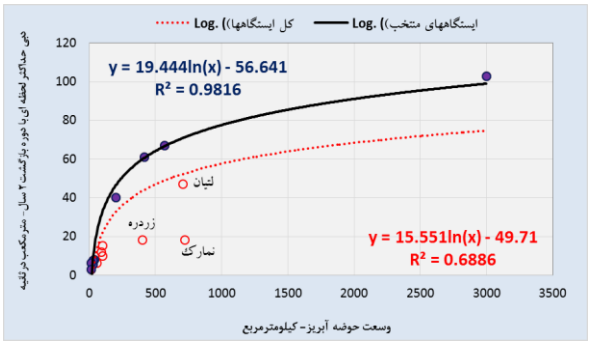
در جدول ۳، حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف و در جدول ۴، مقادیر شاخص (Q_T/Q_2) برای منطقه مطالعاتی محاسبه گردیده است. همچنین در شکل‌های ۴ و ۵، روابط مربوطه و ضرایب همبستگی آن‌ها بدست آمده است. نتایج محاسبات پس حذف چند ایستگاه و اصلاح رابطه اول مطابق جدول ۵ می‌باشد.

جدول ۳: حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب در دوره بازگشت‌های مختلف- مترمکعب در ثانیه

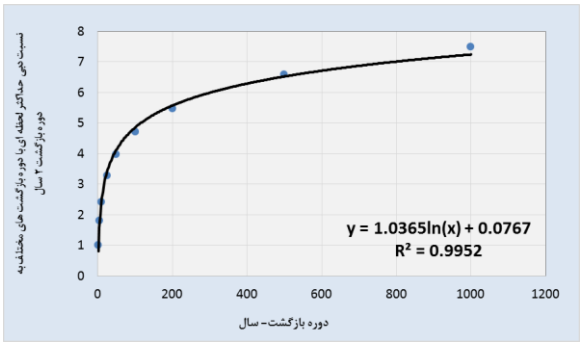
ردیف	ایستگاه آب‌سنجی	توزیع آماری مناسب	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
۱	کمرخانی	لوگ نرمال	۸	۱۵	۲۲	۳۱	۳۹	۴۹	۵۹	۷۵	۸۸
۲	رودک	لوگ نرمال	۶۱	۱۰۵	۱۳۹	۱۸۸	۲۲۸	۲۷۲	۳۱۹	۳۸۷	۴۴۳
۳	نارون	تمایی	۶	۱۱	۱۵	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۷	۴۱
۴	لوارک	لوگ نرمال	۱۵	۲۲	۲۶	۳۲	۳۷	۴۱	۴۶	۵۲	۵۸
۵	زردره	لوگ نرمال	۱۸	۳۹	۵۷	۸۷	۱۱۳	۱۴۴	۱۸۰	۲۳۶	۲۸۵
۶	روح افزا	لوک نرمال	۱۰	۲۱	۳۱	۴۷	۶۲	۷۹	۹۸	۱۲۸	۱۵۴
۷	رودهن	لوگ نرمال	۶	۱۳	۲۰	۳۰	۳۹	۵۰	۶۳	۸۳	۱۰۰
۸	تقی آباد	گاما	۶۷	۸۸	۱۰۰	۱۱۴	۱۲۴	۱۳۳	۱۴۲	۱۵۳	۱۶۱
۹	شریف آباد	گاما	۱۰۲	۱۷۲	۲۱۷	۲۷۳	۳۱۴	۳۵۳	۳۹۲	۴۴۲	۴۷۹
۱۰	سولقان	لوگ ترمال	۴۰	۷۸	۱۱۰	۱۶۰	۲۰۳	۲۵۲	۳۰۷	۳۸۹	۴۶۰
۱۱	مقصود بیک	گاما	۸	۱۴	۱۹	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۱	۴۵
۱۲	قلاک	تمایی	۶	۱۴	۲۰	۲۷	۳۳	۳۹	۴۵	۵۲	۵۸
۱۳	بومهن	گاما	۱۲	۲۴	۳۲	۴۳	۵۲	۶۰	۶۸	۷۸	۸۶
۱۴	نمارک	لوگ نرمال	۱۸	۴۵	۷۲	۱۱۸	۱۶۴	۲۱۹	۲۸۶	۳۹۵	۴۹۶
۱۵	لتیان	لوگ نرمال	۴۷	۹۲	۱۳۲	۱۹۳	۲۴۷	۳۰۷	۲۷۶	۴۷۹	۵۶۹
۱۶	باغ تنگه	لوگ نرمال	۳	۵	۷	۱۰	۱۳	۱۵	۱۸	۲۲	۲۶

جدول ۴: برآورد شاخص (Q_T/Q_2) منطقه‌ای بر اساس نتایج ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب

ردیف	ایستگاه آب‌سنجی	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
۱	کمرخانی	۱/۰۰	۱/۹۳	۲/۷۱	۳/۹۳	۴/۹۶	۶/۱۵	۷/۴۶	۹/۴۴	۱۱/۱
۲	رودک	۱/۰۰	۱/۷۲	۲/۲۷	۳/۰۷	۳/۷۳	۴/۴۴	۵/۲۱	۶/۳۲	۷/۲۴
۳	نارون	۱/۰۰	۱/۹	۲/۶۰	۳/۴۹	۴/۱۹	۴/۸۸	۵/۵۵	۶/۴۷	۷/۱۶
۴	لوارک	۱/۰	۱/۴۴	۱/۷۴	۲/۱۳	۲/۴۳	۲/۷۴	۳/۰۵	۳/۴۷	۳/۸۱
۵	زردره	۱/۰۰	۲/۱۲	۳/۱۳	۴/۷۵	۶/۲۱	۷/۹۱	۹/۸۹	۱۳/۰	۱۵/۷
۶	روح افزا	۱/۰۰	۲/۱۱	۳/۱۰	۴/۶۹	۶/۱۳	۷/۷۹	۹/۷۱	۱۲/۷	۱۵/۲
۷	رودهن	۱/۰۰	۲/۱۴	۳/۱۷	۴/۸۵	۶/۳۸	۸/۱۶	۱۰/۲	۱۳/۴	۱۶/۲
۸	تقی آباد	۱/۰۰	۱/۳۱	۱/۴۹	۱/۷۰	۱/۸۵	۱/۹۹	۲/۱۲	۲/۲۸	۲/۴۰
۹	شریف آباد	۱/۰۰	۱/۶۷	۲/۱۱	۲/۶۵	۳/۰۵	۳/۴۳	۳/۸۱	۴/۲۹	۴/۶۵
۱۰	سولقان	۱/۰۰	۱/۹۴	۲/۷۴	۳/۹۸	۵/۰۵	۶/۲۷	۷/۶۴	۹/۶۸	۱۱/۴
۱۱	مقصود بیک	۱/۰۰	۱/۸۳	۲/۳۹	۳/۱۱	۳/۶۳	۴/۱۴	۴/۶۶	۵/۳۲	۵/۸۲
۱۲	قلاک	۱/۰۰	۲/۱۷	۳/۰۷	۴/۲۴	۵/۱۲	۶/۰۱	۶/۹۰	۸/۰۸	۸/۹۶
۱۳	بومهن	۱/۰۰	۲/۰۲	۲/۷۴	۳/۶۸	۴/۳۷	۵/۰۶	۵/۷۴	۶/۶۴	۷/۳۱
۱۴	نمارک	۱/۰۰	۲/۴۶	۳/۹۵	۶/۵۲	۹/۰۶	۱۲/۱	۱۵/۸	۲۱/۸	۲۷/۴
۱۵	لتیان	۱/۰۰	۱/۹۷	۲/۸۱	۴/۱۱	۵/۲۶	۶/۵۳	۸/۰۰	۱۰/۲	۱۲/۱
۱۶	باغ تنگه	۱/۰۰	۱/۷۹	۲/۴۳	۳/۳۸	۴/۱۲	۵/۰۲	۵/۹۳	۷/۳۴	۸/۴۹
	میانگین نسبت‌ها	۱/۰۰	۱/۹۱	۲/۶۵	۳/۷۷	۴/۷۲	۵/۷۹	۶/۹۸	۸/۷۷	۱۰/۳۱



شکل ۴: رابطه دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت ۲ سال و سطح حوضه



شکل ۵: رابطه بین شاخص (Q_T/Q_2) و دوره بازگشت

جدول ۵: مقادیر پیک سیلاب طرح به روش منطقه‌ای- مترمکعب در ثانیه

نام رودخانه	نقطه تمرکز	دوره بازگشت به سال ۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
سرخه حصار	شهرک ولیعصر	۶۹	۹۰	۱۰۳	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۸	۱۶۶
	Q_T/Q_3	۱/۰۰	۱/۳۱	۱/۴۹	۱/۷۰	۱/۸۵	۱/۹۹	۲/۱۲	۲/۲۸	۲/۴۰

نتایج روش دبی ویژه سیلاب ایستگاه مبنا

پس از انتخاب ایستگاه هیدرومتری تقی‌آباد واقع در بالادست محدوده طرح (خروجی شمیرانات) به عنوان مبنا، نتایج این روش مطابق جدول ۶ بدست آمده است.

جدول ۶: مقادیر پیک سیلاب طرح به روش دبی ویژه سیلاب- مترمکعب در ثانیه

نام رودخانه	نقطه تمرکز	دوره بازگشت به سال								
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
سرخه حصار	شهرک ولیعصر	۸۱	۱۰۶	۱۲۱	۱۳۹	۱۵۱	۱۶۲	۱۷۳	۱۸۶	۱۹۶

روش نسبت دوره بازگشت نقطه‌ای

نتایج این روش با انتخاب ایستگاه هیدرومتری تقی‌آباد به عنوان مرجع، مطابق جدول ۷ می‌باشد.

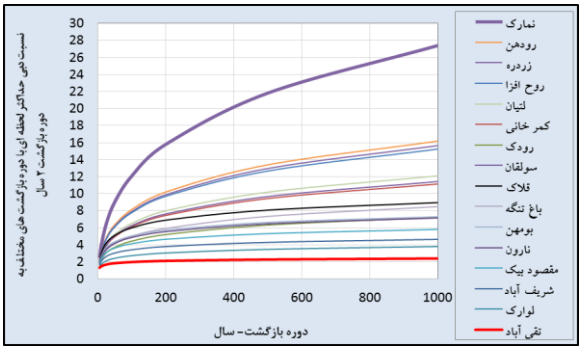
جدول ۷: مقادیر پیک سیلاب طرح به روش نسبت دوره بازگشت ایستگاه مبنا- مترمکعب در ثانیه

نام رودخانه	نقطه تمرکز	دوره بازگشت به سال								
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
سرخه حصار	شهرک ولیعصر	۶۹	۹۰	۱۰۳	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۸	۱۶۶
	Q_T/Q_3	۱/۰۰	۱/۳۱	۱/۴۹	۱/۷۰	۱/۸۵	۱/۹۹	۲/۱۲	۲/۲۸	۲/۴۰

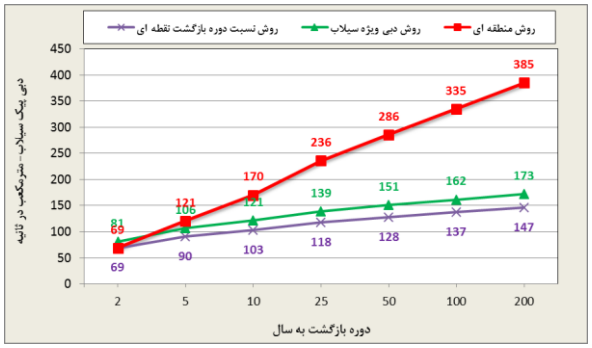
نتیجه‌گیری

در این مطالعه، به منظور برآورد سیلاب طراحی رودخانه سرخه‌حصار در محدوده شهرک ولی‌عصر شهر ری، با توجه به وجود ایستگاه هیدرومتری و داده‌های مشاهداتی در بالادست محدوده طرح، از روش‌های منطقه‌ای، دبی ویژه سیلاب و نسبت دوره بازگشت ایستگاه مبنا استفاده نموده و در دو مورد، ایستگاه هیدرومتری تقی‌آباد واقع در بالادست محدوده طرح (خروجی شمیرانات) به عنوان مرجع انتخاب گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که بین مقادیر دبی سیلابی محاسبه شده از روش‌های مختلف اختلاف فاحشی وجود دارد که تنها علت این امر را می‌توان به شرایط خاص حوضه مورد مطالعه در مقایسه با حوضه‌های اطراف آن نسبت داد. به جهت این که در این مطالعه، از اطلاعات تعداد ۱۶ ایستگاه هیدرومتری در داخل حوضه مورد مطالعه و اطراف آن استفاده گردیده است، انتظار می‌رود که روش منطقه‌ای با توجه به رابطه بدست آمده بین دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت ۲ سال و سطح حوضه آبریز (ضریب همبستگی بالای ۹۰٪)، نتایج منطقی در پی داشته باشد؛ اما به‌طوری‌که در نمودار مقایسه‌ای شکل ۶ مشاهده می‌گردد، نسبت بین مقادیر حداکثر دبی لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف به دبی با دوره بازگشت ۲ سال در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، به‌طوری‌که با افزایش دوره بازگشت، انحراف از معیار این شاخص به شدت بالا می‌رود. این روند و قرار گرفتن ایستگاه تقی‌آباد (ایستگاه مبنا) در پایین‌ترین قسمت نمودار، نشان دهنده این است که حوضه آبریز محدوده طرح از لحاظ توان تولید سیلاب، با حوضه‌های اطراف خود همگون نبوده و از کمترین میزان دبی ویژه پیک سیلاب برخوردار است. اگرچه علت این امر در جای خود نیاز به بررسی‌های کارشناسی دقیق دارد، اما با این شرایط و استدلال ارائه شده، باید پذیرفت که روش منطقه‌ای برای دستیابی به اهداف طرح منطقی و مناسب به نظر نمی‌رسد. اگرچه روش دبی ویژه سیلاب با انتخاب ایستگاه مبنا نتایج منطقی‌تری نسبت به روش قبل

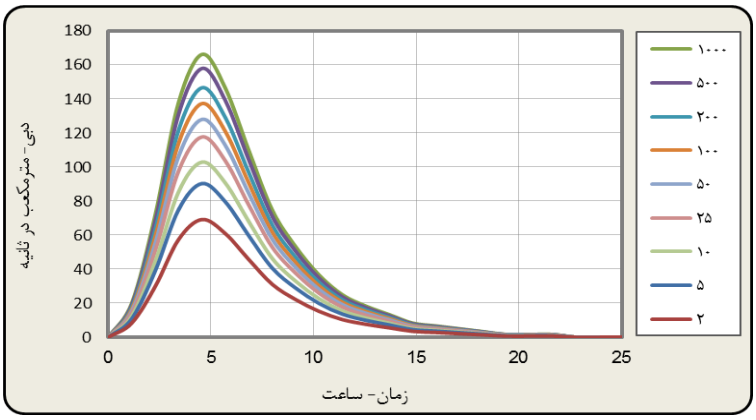
بدســت می‌دهد، اما مطالعات میدانی و تدقیق ارقام بدســت آمده با مقاطع موجود نشــان می‌دهد که نتایج روش «نســبت دوره بازگشت»، از مقبولیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بوده و در نتیجه مقادیر بدست آمده از این روش برای دست‌یابی به اهداف طرح، مطلوب و مناسب تشخیص داده شد. در شکل ۷، مقادیر دبی پیک سیلاب طرح از روش‌های مختلف مقایسه شده و در شکل ۸، هیدروگراف سیلاب طرح با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش تجربی SCS ارائه گردیده است.



شکل ۶: روابط (QT/Q2) با دوره بازگشت در ایستگاه‌های منتخب



شکل ۷: مقایسه دبی پیک سیلاب طرح در روش‌های مختلف



شکل ۸: هیدروگراف سیلاب طرح با دوره بازگشت‌های مختل

سپاس‌گزاری

از مدیریت و پرســنل محترم امور منابع آب شــهرســتان ری و همچنین دفتر مطالعات پایه منابع آب شــرکت ســهامی آب منطقه‌ای تهران بابت همکاری صمیمانه در انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

بهادرنژاد، ک. و حسینی، خ. (۱۳۹۱). کنترل سیلاب رودخانه نکارود با استفاده از روش تلفیقی و برآورد هزینه اجرای آن. نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، ۳ بهمن ۱۳۹۱، اهواز، ایران.

حاجی قلی‌زاده، م. (۱۳۸۳). بررسی نقش دخالت‌های انسانی بر رفتار سیل در بخشی از رودخانه کن تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، ص ۱۲۸-۱.

رادمنش، ف.، پرهمت، ج.، بهنیا، ع. و آخوندعلی، ع. (۱۳۸۵). واسنجی و ارزیابی مدل HEC-HMS در حوضه آبخیز رود زرد. هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۳ بهمن ۱۳۸۵، اهواز، ایران.

عبادی‌فر، م.، کاوه‌کار، ش.، جوادی، س. و معصوم‌پور، ف. (۱۳۹۵). برآورد دبی ایمن سیلاب ورودی به شهرک ماسوله با استفاده از SCS، HEC-HMS و HEC-RAS، ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب، دانشگاه کردستان، ۱ تا ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵، کردستان، ایران.

علیزاده، ا. (۱۳۹۴). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهلم، ۹۴۲ص.

فرومند، س. ع.، قربانی واقعی، ز.، بهزاد نظیف، غ. و عبادی زاویه، ع. (۱۳۹۴). ساماندهی رودخانه و مهار سیلاب با هدف بهره برداری از اراضی بستر سیلابی (مطالعه موردی : رودخانه پلرود، استان گیلان). کنفرانس و نمایشگاه مهندسی آب، ۲۶-۲۵ مهر ۱۳۹۴، تهران، ایران.

موسی‌پور، ر.، موسوی، س. ف. و حسینی، خ. (۱۳۹۸). تحلیل هیدرولیکی و سازه‌ای ساماندهی رودخانه بابلرود با استفاده از چند نرم‌افزار کاربردی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، شماره ۴، ص ۱۰۶-۹۳.

مامی زاده ج.، همتی م. و قادری ج. (۱۳۹۴). پهنه بندی سیلاب رودخانه چرداول (بازه ی چناره) با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS. مجله علوم ومهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۲۹، ص ۷۴-۷۱.

مجموعه دستورالعمل‌های تهیه اطلس منابع آب، (۱۳۸۱). شرکت مدیریت منابع آب ایران.

Devries, J. (2006). Comparing Statistical Approaches to Estimating Floods, David Ford Consulting Engineers 2015 J St, Suite 200 Sacramento, CA 95814.

Estimation of flood discharge Design for Sorkheh Hesar river reorganization studies Case Study: Vali town area of Rey city

Majid Ebadifar[1]*, Seyyed Ali Hosseini Abri[2], Amin Ebadifar[3], Mehdi Shamsabadizadeh[4]

1) Master of Guilan Regional Water Company

2) PhD in Water Science and Engineering, Faculty member of Islamic Azad University, Saveh Branch

3) Master of Civil Engineering (Water and hydraulic structures)

4) PhD Student in Environmental Engineering, majoring in Water and Wastewater

*Correspondence author: majid.ebadifar2@gmail.com

Received Date: 2021. 05. 21 **Accepted Date: 2021. 08. 24**

Abstract

Improvement of river routes influences flood features like flood zone, hydrograph shape, and flow velocity at various stages and to take these measures in the best possible way, it is essential to estimate flood discharge accurately with different return periods. The present study was conducted with the aim of determining the dimensions of the flood design of the Sorkheh Hesar River in the Valiasr town of Shahre Rey (in Tehran). To do this, in addition to the capabilities of Hyfran-plus software, the regional method (by choosing 16 hydrometric stations) besides the methods of flood discharge rate and return period ratio (by selecting Taqiabad station as the base station) were employed. The results revealed a huge difference between the flood discharge rates calculated by different methods that may be attributed to the specific conditions of the studied river basin and taking the advantage of the lowest flood production capacity compared to its surrounding basins. Although the use of flood discharge rate of the base station appears to give more logical results compared to that of the regional method, field studies indicated a more acceptable "return period ratio at base station" than other methods. Accordingly, the peak flood discharge of the river with a return period of 25, 50, and 100 years will be equal to 118, 128, and 137 cubic meters per second (m3/s), respectively. Finally, given the lack of access to the observed hourly floods at the base station, the SCS.

Keywords: Flood design, River organization, Sorkhehesar, Return period, Hyfran-plus.