محاسبه رواناب ناشی از بارندگی در حوضه آبریز مارون (ایستگاه هیدروکلیماتولوژی ایدنک) با استفاده از نرم افزار HEC-HMS

محمد امین گندمی[1]، بابک شهنی دارابی[2]

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- کارشناس سازمان آب و برق خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۵

چکیده

حوضه مارون در بالادست شهر بهبهان قرار دارد و یکی از شاخه های رودخانه جراحی می باشد. طرح سد مخزنی مارون با حداکثر حجم ۱۱۹۳ میلیون متر مکعب گنجایش توسط سازمان آب وبرق خوزستان ساخته شد. این سد ضمن جلوگیری از خسارات سیلاب های شدید فصلی باعث می شود تا حجم قابل توجهی آب جهت مصارف کشاورزی ذخیره گردد. سیلاب های این رودخانه بسیار ناگهانی و دارای پیک بالایی می باشد. به نظر می رسد کنترل و مدیریت آن اهمیت بالایی داشته باشد. لذا اطلاع از میزان حجم سیلاب ، جهت برنامه ریزی و مدیریت سیلاب و پایین دست و همچنین برآورد استحصال آب در یک سال آبی بسیار مورد نیاز می باشد. بر این اساس با استفاده از مدل بارش رواناب HEC- HMS و روش اشنایدر اقدام به کالیبراسیون آمار رواناب بر میزان آمار بارش واقعی نمودیم. با بررسی۱۲ نمونه سیلاب رخ داده در سالهای گذشته میزان رواناب محاسباتی و مشاهداتی مقایسه گردید و بهترین پارامترها جهت نفوذپذیری اولیه و نهایی خاک، زمان تمرکز حوضه محاسبه گردید و نتایج بسیار مطلوبی از این بررسی حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: ***ایدنک ، مارون، HEC- HMS ، بارش ، رواناب، ، پارامتر***

مقدمه

در حوضه های آبریزی مانند حوضه مارون اغلب اوقات بارش نزولات جوی در فصول پر بارش به میزان خوب، با سیلاب هایی همراه است که تلفات جانی و مالی را دربردارد. تحقیقات صورت پذیرفته پس از وقوع این نوع سیل مبین این حقیقت است که ابعاد بعضی از سازه های ساخته شده در طول رودخانه های متعلق به این حوضه ها برای نگهداری یا عبور سیل های حاصله کفایت ننموده که در نتیجه سیل های مخربی به همراه داشته است. اگر سیل های معیار برای دوره های مشخص تعیین گردند، ساخت سازه های هیدرولیکی از ضرایب اطمینان بسیار بالایی برخوردار می گردند. در بسیاری از حوضه های آبریز اطلاعات کامل رگبارها و دبی رودخانه ها وجود ندارد. در این صورت بررسی های منطقه ای و استفاده از روش های تجربی راه حلی برای محاسبات سیلاب است.که یکی از این راه حل ها استفاده از مدلهای باران – دبی است. مدل های شبیه سازی هیدرولوژی بر طبق دامنه وسیع خصوصیات دسته بندی شده اند.

مدل های وقایع همانند HEC-1 بسته نرم افزاری هیدروگراف سیلاب(مرکز مهندسی هیدرولوژی ۱۹۸۱) یا EPA مدل مدیریت آب طوفان(Swmm) (هابر وهمکاران ۱۹۸۱) یا Scstr20(سازمان حفاظت خاک ۱۹۷۵) برای داده های ورودی بارندگی داده شده یک رگبار شبیه سازی می شوند. مدل های پیوسته همانند مدل حوضه آبریز استانفورد Swmm و Strom روی

معادلات موازنه آب طولانی مدت پایه گذاری شده اند و بنابراین به طورمستقیم برای انجام شرایط پیشین فرض می شود. این مدل ها احتمالا بیشتر در حوضه های با مساحت بزرگ و قابل نفوذ مفید واقع می شوند.

استفاده از مدل های باران- دبی در پیش بینی جریان سطحی رودخانه ها در نقاط مختلف کاربرد زیادی دارند این پیش بینی ها عمدتا به وقوع سیلاب های معیار در طراحی سازه های هیدرولیکی مربوط می شود. مدل های مزبور امروزه در قالب نرم افزارهایی در دسترس قرار دارند که رایج ترین آنها مدل HEC-HMS و SMADA و SWMM و HEC-1 (HEC,1998) و HEC-IF (HEC,1989) و (PRECIP HEC,1989) و HEC-IFH (HEC,1992) ، HEC-RAS ، HEC-1 ، HEC-GeoRAS ،HEC- ,Rational TR20, TR55 ,1 WMS می باشد. این مدل ها به دلیل اینکه امکان فراهم آوردن داده های دخیل درآنها وجود دارد، درحال حاضردرسطح وسیعی مورداستفاده قرارمی گیرند. مدل HEC-HMS برای پیش بینی و شبیه سازی رواناب سطحی حاصل از وقوع بارش در یک حوضه آبریز ضمن معرفی حوضه به عنوان سیستمی مرکب از مولفه های مرتبط هیدرولوژیکی وهیدرولیکی طراحی شده است. این مدل درحال حاضر نه تنها برای پیش بینی سیلاب های وقایع معمولی، بلکه برای پیش بینی سیلاب های وقایع حدی به طور وسیع بکار گرفته می شود. از آنجا که کاربرد این مدل ها در دو مرحله واسنجی و پیش بینی به اجرا در می آید، بنابراین نتایج حاصل از پیش بینی ممکن است با خطا های معنی داری همراه باشد. از این رو نیاز به ارزیابی نتایج واسنجی این مدل ها احساس می شود. برای ارزیابی لازم است پس از تعیین پارامترهای واسنجی، پارامترهای برآورد شده در مورد یک یا چند واقعه سیلاب که در آنها خصوصیات بارش و سیلاب با دقت کافی اندازه گیری شده، مورد آزمون قرار گیرد.

در این مطالعه حوضه رودخانه مارون (ایدنک) که از شاخه های مهم رودخانه مارون میباشد، انتخاب و مدل HEC-HMS برای این حوضه واسنجی وارزیابی شده و در نهایت راهکارهای مدیریت سیلاب در این حوضه ارائه می گردد.

طول رودخانه مارون ۴۲۲ کیلومتر می باشد و حوضه آبریز آن منطقه ای به وسعت ۳۶۳۴ کیلومترمربع را در بر می گیرد. متوسط آورد سالیانه این رودخانه۱۵۷۲ میلیون مترمکعب می باشد. حداکثر دبی پیک این رودخانه در مقطع ایستگاه هیدرومتری ایدنک در بالادست سد مارون در ایستگاه آبسنجی ایدنک ۵۳۶۰ مترمکعب بر ثانیه گزارش شده است. سدمارون آخرین سد مخزنی از زنجیره سدهای حوضه مارون در بالادست حوضه می باشدعلیرغم عدم وجود سدی در بالادست آن، حوضه آن دارای آورد قابل ملاحظه ای است که تنها در مخزن این سد امکان جایگیری دارد. سیلابهای این حوضه بسیار ناگهانی و دارای پیک بالایی می باشد.به نظر می رسد کنترل و مدیریت آن اهمیت بالایی داشته باشد. لذا اطلاع از میزان حجم سیلاب ،پیش بینی زمان وقوع و مقدار پیک جهت برنامه ریزی و مدیریت سیلاب در پایین دست بسیار مورد نیاز می باشد. در هنگام بارندگی شدید، میزان آب ورودی به مخزن سد مارون به طور ناگهانی افزایش پیدا می کند و این روند به صورت لحظه ای تا زمان رسیدن به نقطه پیک ادامه می یابد.

رودخانه مارون در فصل خشک سال دارای دبی ورودی بسیار اندکی می باشد این میزان در سال های نرمال به ۹ متر مکعب بر ثانیه و در سال های خشک تا ۳ متر مکعب بر ثانیه کاهش می یابد.این ناشی از ظرفیت برفگیری پایین این حوضه نسبت به حوضه های کارون و دز است. لیکن در فصل های بارانی مانند پاییز، زمستان و اوایل بهار سیلابهای خطرناک و مهلکی روانه این سد می گردند. میزان پیک این

سیلاب ها از مرز ۵۰۰۰ متر مکعب بر ثانیه نیز می گذرد. در هنگام بارندگی شدید، میزان آب ورودی به مخزن به طور ناگهانی افزایش پیدا می کند و این روند به صورت لحظه ا ی تازمان رسیدن به نقطه پیک ادامه می یابد. در زمان سیلاب سطح آب مخازن به سرعت بالا رفته و جهت کنترل این مخازن بایستی سرریزها گشوده شده ،آب موجود درآن به پایین دست تخلیه گردد. محاسبه، تخمین وپیش بینی سیلاب ورودی به سد بر اثر میزان بارندگی رخ داده می تواند به ما در زمینه نحوه برنامه ریزی ،مدیریت و کنترل مخزن کمک شایانی بنماید.زیرا می توان با دریافت پیش بینی میزان بارندگی از طریق سایتهای اینترنتی و همچنین دریافت آمار از طریق ایستگاههای online هواشناسی در بالادست، میزان پیک ،حجم کل رواناب ورودی به مخزن و زمان رسیدن آن را تخمین زد و آمادگی کامل برای کنترل سیلاب را اخذ نمود.

مواد و روش ها

ایستگاه هیدرومتری ایدنک

این ایستگاه بر روی رودخانه مارون و در کنار روستای ایدنک قرارگرفته است. این ایستگاه در بالادست سد مخزنی مارون قرار داردو ملاک بررسی حجم آورد واردشده به مخزن می باشد . حداکثر دبی پیک این رودخانه در مقطع ایستگاه آبسنجی ایدنک۵۳۶۰ متر مکعب بر ثانیه گزارش شده است. دبی متوسط سالیانه این رودخانه ۴۹ متر مکعب بر ثانیه می باشد.سد مارون براین رودخانه در سال ۱۳۷۶ آماده آبگیری گردید اما بنا به دلایل فنی تا سال ۱۳۷۹ این کار به تاخیر افتاد. این سد دارای ۱۲۰۰ میلیون متر مکعب گنجایش است.این سد در نوزده کیلومتری شهر بهبهان وبهره برداری آن بر عهده سازمان آب وبرق خوزستان می باشد.

در این تحقیق ابتدا آمار بارش رواناب ساعتی ایستگاه ایدنک در بالادست سد مارون درنظر گرفته شده، اصلاحات در آمار و تکمیل آمار ناقص صورت پذیرفته و سپس با نرم افزار hec-hms عملیات کالیبراسیون سیلاب های مشاهداتی انجام گردیده و ضرایب حوضه تعیین می گردد تا در آینده بتوان ورودی سیلاب ها با استفاده از امار بارندگی پیش بینی کرد. با انجام این تحقیق هیدرو گراف پیش بینی دبی ورودی به مخزن سد مارون را با ۹۰ درصد دقت می توان ترسیم نمود.

سیستم مدلسازی هیدرولوژیک HEC- HMS

سیستم مدلسازی هیدرولوژیک HEC-HMS متعلق به گروه مهندسان ارتش آمریکا بوده وبرای شبیه سازی بارش–رواناب که جایگزین نرم افزار HEC- 1 شده ، به کار می رود.این نرم افزار علاوه بر HEC- 1 در علوم رایانه ومهندسی هیدرولوژی دستاورد مهمی محسوب می شود. محصولی از برنامه توسعه و تحقیق مهندسی هیدرولوژی شرکت رسته عمران شهری می باشد.این برنامه قابلیت های بیشتری نسبت به نرم افزار HEC- 1 در شبیه سازی و روند یابی سیلاب دارا می باشد. قابلیت هایی نظیر شبیه سازی ذوب برف ، آنالیز دوره بازگشت سیلاب ها، ساختار خروجی مخزن وشکست سد جهت اضافه شدن به نرم افزار HEC- HMS در دست بررسی می باشد اما هنوز به تثبیت نرسیده است. قابلیت تحلیل خسارت ناشی از سیل در نرم افزار HEC- 1 در این مقوله نمی گنجد وبه طور جداگانه توسط نرم افزار HEC- MDA بررسی می شود. چند قابلیت مهم و جدید در این برنامه موجود است که در HEC- 1 نیست که این موارد عباتند از: شبیه سازی هیدروگراف پیوسته سیلاب در مدت زمان طولانی و محاسبه جریان پخش شده با استفاده از ترسیم شبکه سلولی شبیه سازی شده حوزه آبریز

شبیه سازی بارش – رواناب

زمان مورد نیاز شبیه سازی بارش رواناب از طریق کنترل خصوصیات پروژه انجام می شود. کنترل

خصوصیات ، روز وزمان شروع و پایان و زمان مورد نیاز محاسبات را در بر می گیرد.محاسبات یک جزء بوسیله ترکیب مدل حوزه آبریز،مدل هواشناسی وکنترل خصوصیات بدست می آید. گزینه های اجرائی شامل بارش یا نسبت جریان بوده که توان نگهداری کلیه حالات حوزه در یک نقطه و آغاز شبیه سازی حالت های ذخیره شده را دارد.

نتایج محاسبات در یک مدل شماتیک از حوزه آبریز قابل مشاهده می باشد. جداول جمع بندی اطلاعات مربوط به پیک سیلاب و حجم کلی سیلاب در نرم افزار و در جداول ذیل و در ادامه موجود است. جداول داده های تاریخی و نمودار ها برای اجزاء مختلف شبیه سازی در دسترس می باشند. نمودارها و جداول بوسیله پرینترهای متفاوت قابل چاپ می باشند.

تخمین پارامترها

بسیاری از پارامترها برای روش های مختلف شبیه سازی در زیر حوزه ها و اجزاء سیلاب ها به صورت خودکار جهت بهینه کردن تابع هدف بوسیله کاربرتخمین زده می شوند. سیلاب های مشاهده شده،باید برای بهینه نمودن اجرای شبیه سازی شده در دسترس باشند. پارامتر ها در هر جزء سیلاب مشاهده شده بالادست قابل تخمین زدن هستند. چهار روش اصلی و اساسی برای همسو نمودن بین نتایج محاسباتی و سیلاب های مشاهده شده وجود دارد. در این مقاله از روش هیدروگراف واحد اشنایدر استفاده شده است.

بررسی حوضه مارون در مدل HEC- HMS

عملیات بارش رواناب با استفاده از روش اشنایدر انجام پذیرفت.

هیدروگراف واحد اشنایدر

این روش بر اساس مطالعاتی که در منطقه کوهستانی آپالاچی و برای حوضه هایی به وسعت ۱۰ تا ۱۰۰۰۰ مایل مربع (۳۰ تا ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع) انجام شده توسط اشنایدر در سال ۱۹۳۸ ارائه شده است.

پارامتر های هیدروگراف واحد اشنایدر

a)هیدروگراف واحد استاندارد t1=5.5tr

b)هیدروگراف واحد مورد نظر t1R#5.5tR روابط مشابهی نیز توسط کورپ آف اینچ در سال ۱۹۵۹ ارائه شده که روابط اصلاح شده در زیر ارائه شده است.

برای بارش اضافی واحد،پنج پارامتر زیر را می توان محاسبه کرد.

الف)زمان تاخیر t1R(فاصله زمانی بین مرکز ثقل بارش اضافی وپیک هیدروگراف)

ب) دبی پیک هیدروگراف برای واحد سطح حوضه qPR

پ) زمان پایه هیدروگراف tb

ج) زمان پیک هیدروگراف tp

د)عرض هیدروگراف واحد در ۵۰ و ۷۵ درصد دبی پیک هیدروگراف W50و W75

پارامتر های فوق در شکل نشان داده شده است.

الف) زمان تاخیر t1

اشنایدر هیدروگراف واحد استانداردی را پیشنهاد کرده است که در آن زمان تاخیر از رابطه زیر محاسبه می باشد.

$$t_1 = 5.5\,tr \qquad (۱)$$

tr= زمان بارش اضافی در هیدروگراف واحد استاندارد بر حسب ساعت

t_1= زمان تاخیر حوضه در هیدروگراف واحد استاندارد اشنایدر بر حسب ساعت

زمان تاخیر در هیدروگراف واحد استاندارد اشنایدر براساس خصوصیات حوضه از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$t_1 = C1Ct(L*Lc)0.3 \qquad (۲)$$

L= طول آبراهه اصلی بر حسب مایل(در سیستم متریک بر حسب کیلومتر)

Lc= فاصله خروجی حوضه از مرکز ثقل آن در امتداد آبراهه اصلی بر حسب مایل(در سیستم متریک بر حسب کیلومتر)

Ct= از کالیبراسیون حوضه های دارای آمار اندازه گیری بدست می آید.

ضریب Ct برای منطقه مورد مطالعه اشنایدر از ۱/۸ تا ۲/۲ متغیر بوده است. اگر چه در منطقه آپالاچی نوسانات Ct کم بوده, ولی با کاهش شیب مقدار آن افزایش یافته و حد نهایی آن حدود ۸ بوده که در خلیج مکزیکو مشاهده شده است.هنگامی که دبی ماکزیمم جریان متاثر از توده های برف نیز باشد، مقدار عددی Ct بین ۱/۳ تا ۱/۵ تغییر می کند.

ب) دبی پیک هیدروگراف واحد برای واحد سطح حوضه Qp

دبی پیک هیدروگراف واحد استاندارد برای واحد سطح حوضه از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$qp = C2Cp/t1 \qquad (۳)$$

qp = دبی پیک هیدروگراف واحد استاندارد اشنایدر بر حسب فوت مکعب بر ثانیه در مایل مربع برای بارش اضافی یک اینچ(در سیستم متریک بر حسب متر مکعب در ثانیه در کیلومتر مربع برای بارش اضافی یک سانتیمتر)

t_1= زمان تاخیر حوضه بر حسب ساعت

C_1= در سیستم متریک برابر ۲/۷۵ و در سیستم انگلیسی برابر ۶۴۰ می باشد.

C_2= در سیستم متریک برای بارش اضافی یک میلیمتر برابر۰/۲۷۵ می باشد.

Cp= نیز از کالیبراسیون حوضه های دارای آمار اندازه گیری دبی بدست می آید.

رابطه فوق را به شکل زیر نیز می نویسند.

$$qp = Cp/t1 \qquad (۴)$$

Cp= برای سیستم انگلیسی از ۳۶۰ تا ۴۴۰ متغیر است. بالاترین مقدارCt با پایین ترین مقدار Cp و بالعکس کمترین مقدار Ct با بالاترین مقدار Cp همراه است. مقدار Cp در سیستم متریک و برای بارش اضافی یک میلیمتر تغییر می کند.

برای محاسبه Ct و Cp در حوضه های دارای آمار اندازه گیری دبی به طریق زیر عمل می شود.

با بهره گیری از نمونه های موجود سیلاب های ساعتی و همچنین شدت مدت باران که به صورت هر پانزده دقیق یک بار در هنگام بارش جمع آوری شده بود، بوسیله روش اشنایدر در نرم افزار HEC- HMS پارامترهای بالا محاسبه گردید و آمار محاسباتی تهیه گردید. سپس این آمار با آمار مشاهداتی و واقعی مقایسه گردید. در نتیجه تعدادی از نمونه ها قابل بررسی و مناسب تشخیص داده شده و برخی نمونه ها غیرقابل قبول شناخته شد.نکته قابل توجه این است که آمار دبی و بارش مربوط به ایستگاه هیدرومتری ایدنک در بالادست سد مارون اخذ گردیده است.زمان ورود پیک سیلاب از ایستگاه ایدنک به سد مارون در زمان سیلاب میان سه تا چهار ساعت می باشد.

جدول۱- تاریخ های بررسی سیلاب های حوضه مارون

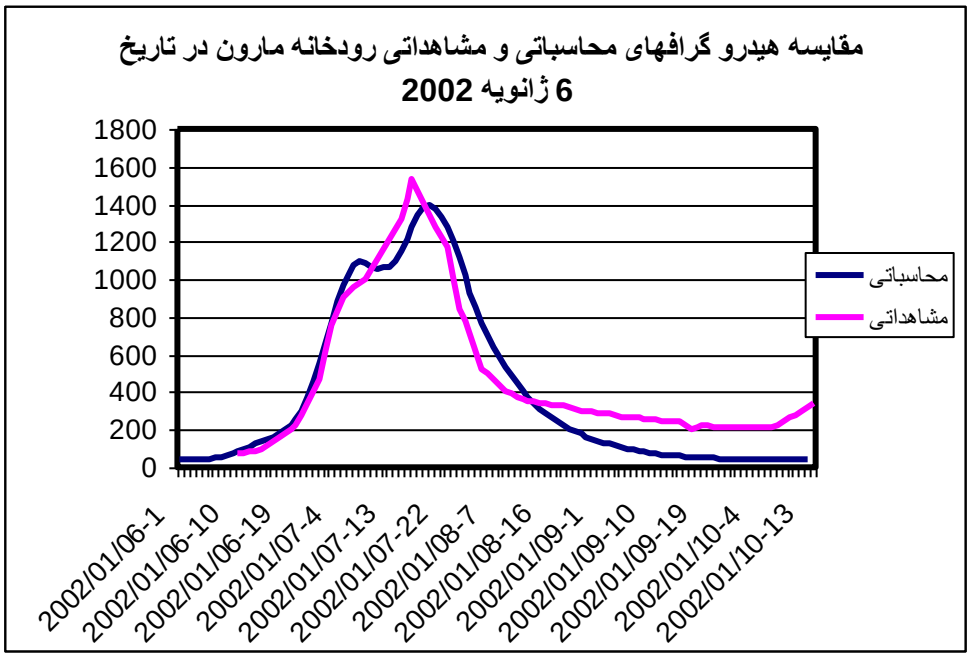
تاریخ	نتیجه
۵ ژانویه ۲۰۰۲	قابل قبول
۱۸ دسامبر ۲۰۰۱	قابل قبول
۹ دسامبر ۲۰۰۱	غیرقابل قبول
۲۸ژانویه ۲۰۰۰	قابل قبول
۱۵آوریل ۱۹۹۶	متوسط
۱۰ مارس ۱۹۹۶	قابل قبول
۵ فوریه ۱۹۹۵	متوسط
۱ فوریه ۱۹۹۵	قابل قبول
۶ ژانویه ۱۹۹۳	قابل قبول
۴مه ۱۹۹۱	قابل قبول
۷ ژانویه ۲۰۰۰	قابل قبول
۵ مارس ۱۹۹۱	قابل قبول
۲ دسامبر ۱۹۸۹	قابل قبول

پس از بررسی های انجام گرفته، نتایج زیر برای هر یک از نمونه های سیلابهای حاصل گردید که در جداول ذیل آنها مشاهده می شوند.

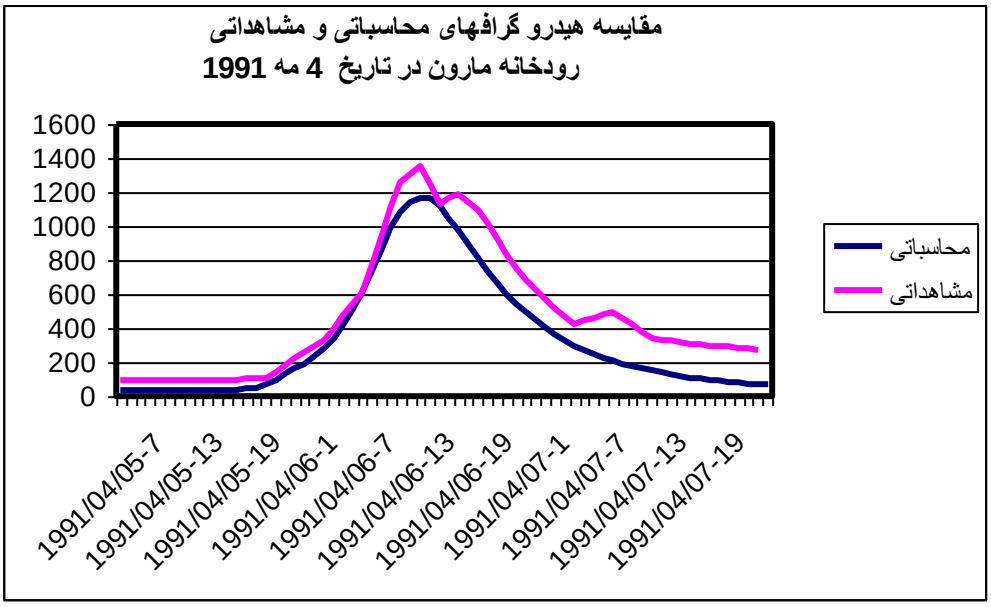
جدول۲- پارامترهای محاسبه شده در روش اشنایدر برای سیلابهای مارون

تاریخ	lnitial loss	constant rate	tp	cp	معیار خطا R2
۵ ژانویه ۲۰۰۲	۵	۲	۱۰	۰,۶	۱,۲
۱۸ دسامبر ۲۰۰۱	۵	۳	۱۰	۰,۶	۳,۶
۲۸ژانویه ۲۰۰۰	۵	۳	۱۰	۰,۶	۱,۵
۱۵آوریل ۱۹۹۶	۵	۳	۱۰	۰,۶	۵,۷
۱۰ مارس ۱۹۹۶	۵	۲,۵	۱۰	۰,۶	۲,۶۷
۵ فوریه ۱۹۹۵	۵	۲,۵	۱۰	۰,۶	۳,۶۵
۱ فوریه ۱۹۹۵	۵	۲,۵	۱۰	۰,۶	۸,۹
۶ ژانویه ۱۹۹۳	۵	۲	۱۰	۰,۶	۲,۵
۴ مه ۱۹۹۱	۵	۱	۱۰	۰,۶	۱,۳۵
۷ ژانویه ۲۰۰۰	۵	۳	۱۰	۰,۶	۱,۲۴
۵ مارس ۱۹۹۱	۵	۴	۱۰	۰,۶	۵,۶۵
۲ دسامبر ۱۹۸۹	۵	۲	۱۰	۰,۶	۵,۰۲

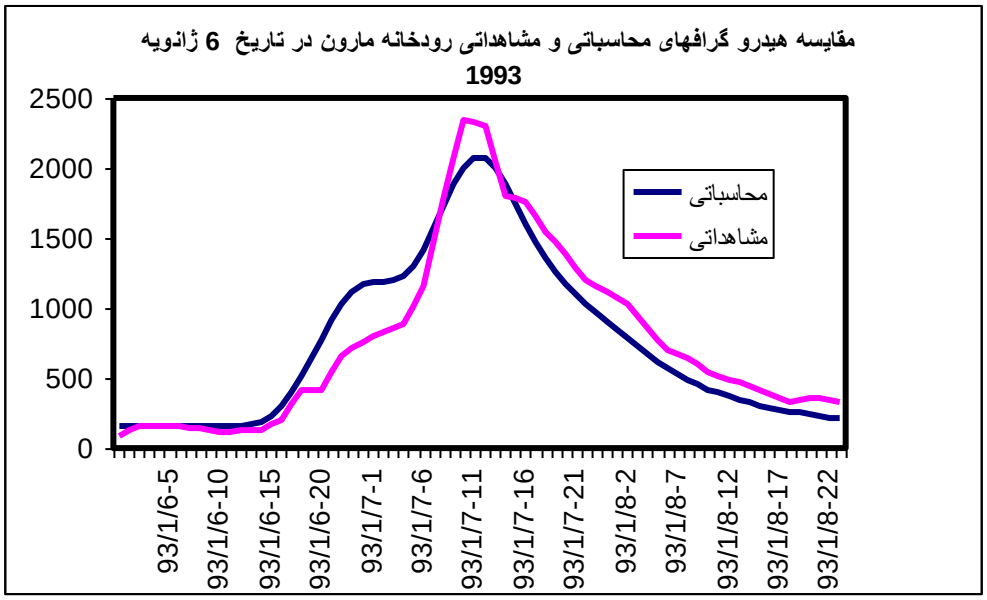
براساس نتایج حاصل گردیده، زمان پیک هیدروگراف tp جهت این حوضه ۱۰ ساعت برآورد گردید .همچنین ضریب Cp ، نیز به طور متوسط ۰,۶ تعیین گردید. ضریب constant rate به طور متوسط ۲,۵ می باشد. افت اولیه ۵ میلیمتر بوده است.به عنوان مثال سه نمونه از آمار بررسی شده و نتایج حاصل گردیده در شکلهای یک تا سه آورده شده است.



شکل ۱- مقایسه آمار مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه ایدنک سیلاب تاریخ ٦ ژانویه ۲۰۰۲



شکل ۲- مقایسه آمار مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه مارون سیلاب تاریخ 4 مه ۱۹۹۱



شکل۳- مقایسه آمار مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه مارون سیلاب تاریخ ٦ ژانویه ۱۹۹۳

منابع

۱- شناسنامه سدها، معاونت بهره برداری سد و نیروگاه

۲- رضائیان زاده ، مهدی.دیانی ،حسین . (۱۳۸۳). " راهنمای استفاده از نرم افزار HEC- HMS." نشر دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴۶ صفحه

۳- بقال نژاد ، آرش . (۱۳۸۵). " ترجمه منوال نرم افزار HEC- HMS." نشر سازمان آب و برق خوزستان، ۸۹ صفحه

۴- علیزاده، امین. (۱۳۷۶). " اصول هیدرولوژی کاربردی." چاپ هشتم، نشر دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد، ۶۲۸ صفحه

۵- آمار مرکز کنترل سازمان آب وبرق خوزستان

۶- آمار موجود در معاونت مطالعات پایه و طرحهای جامع منابع آب

۷- استاندارد صنعت آب.۱۳۶۶."دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه های آبخیز".۴۵ صفحه.

۸- شمسائی،ابوالفضل. جزوه درسی هیدرولوژی مهندسی . دانشگاه صنعتی شریف.۱۵۳ صفحه.

۹- شرکت مهندسین مشاور دزآب .خرداد ۱۳۸۳.گزارش هیدرولوژی مطالعات مرحله اول طرح سد مخزنی بالارود .معاونت طرح وتوسعه سد ونیروگاه.سازمان آب وبرق خوزستان.۱۳۲ صفحه.

۱۰- شرکت مهندسین مشاور دزآب .خرداد ۱۳۸۳.گزارش مطالعه حداکثر بارش و سیلاب محتمل حوضه آبریز رودخانه بالارود. مطالعات مرحله اول طرح سد مخزنی بالارود .معاونت طرح وتوسعه سد ونیروکگاه.سازمان آب وبرق خوزستان.۹۸ صفحه.

۱۱- شرکت مهندسین مشاور دزآب .خرداد ۱۳۸۳.گزارش هواشناسی. مطالعات مرحله اول طرح سد مخزنی بالارود .معاونت طرح وتوسعه سد ونیروگاه.سازمان آب وبرق خوزستان.۱۰۸ صفحه.

۱۲- علیزاده،امین.۱۳۷۴." اصول هیدرولوژی کاربردی(چاپ ششم)". مشهد:انتشارات استان قدس رضوی.۶۳۴ صفحه

۱۳- مهدوی،محمد. ۱۳۷۱." هیدرولوژی کاربردی(جلد دوم)". انتشارات دانشگاه تهران .۳۴۷ صفحه.

۱۴- رضوی،س - موسوی، ج. ۱۳۸۷. کالیبراسیون خودکار مدل بارش-رواناب HEC-HMS با استفاده از بهینه ساز الگوریتم ژنتیک . سومین کنفرانس مدیریت منابع آب .۱۰صفحه.

15- Atbol,D.A.and J.P Antony.1991.Relation Between Infiltration and Ston Cover on a Semiarid Hill Slop Southern Arisona Hydrology .vol.19,pp.135-145.

16- Chow.V.T. and etal.1988."Applied Hydrology"Mcgraw-Hill Book Company .Vol.7.pp.45-47.

17- Hydrologic Engineering Center.1990.HEC-Flood Hydrogragh User,s Manual,u.s Army Corps Of ENGINEERS. Davis.CA.Vol.5.PP.35-45.

18- Cuen.Mc.and H.Richard.1989."Hydrologic Analysis and Design", Printice Hall Publisher.

19- Cline.T.j.,A molinas.1989."An Auto-Cad Based Watershed Information System for the Hydrologic Model HEC-1"Respectively Graduate Student and Asistant Professors of Civil Engineering Research Center,Colorado State University,Fort Collins,Colorado.