بررسی دقت و واسنجی روش‌های رگرسیونی چاو و استوکاستیک (بررسی موردی: منطقه البرز مرکزی)[۱]

علی سلاجقه[۲]، محمد خسروی*[۳] و محمد مهدوی[۴]

[۲] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۴] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۹، تاریخ تصویب: ۸۸/۹/۹)

چکیده

پیش‌بینی دبی‌های بیشینه آبراهه‌ها و رودخانه‌ها برای برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی اهمیت ویژه‌ای دارند و از روش‌های مختلفی برای برآورد دبی‌های بیشینه بهره گیری می‌شود. توزیع‌های آماری به عنوان روش‌های معتبر در برآورد رویدادهای هیدرولوژیکی اهمیت زیادی دارند. دو تا از روش‌های شناخته شده برآورد دبی بیشینه سالانه روش‌های رگوسیونی چاو و استوکاستیک می‌باشند. این روش‌ها جزء توزیع‌های آماری ساده بوده و تاکنون در کشور ما مورد بهره‌گیری قرار نگرفته‌اند. در این پژوهش با توجه به برآورد این روش‌ها و مقایسه آن با برآورد توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته در ایستگاه‌های مختلف برای هرکدام از این روش‌ها در دوره‌های آماری ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ ساله و دوره‌بازگشت‌های مختلف میزان دقت این روش‌ها محاسبه و برای آنها ضرایب تصحیح بدست آمدند. برای بررسی دقت روش‌ها نتایج آنها با نتایج توزیع‌های آماری برازش یافته در محیط نرم افزار SPSS و با آزمون تجزیه واریانس در سطح ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین برای واسنجی روش‌ها و تعیین ضریب‌های مناسب آنها از برنامه Solver بهره‌گیری شد. برای انجام کار در محیط این برنامه لازم است که سلولی را که دارای ارزش بیشتری میباشد به عنوان سلول هدف در نظر گرفته و ضریب‌های معادله‌ها را در سلول‌های قابل تغییر قرار داد. در این پژوهش شاخص آماری میانگین قدر مطلق خطا (MAE) به عنوان سلول هدف تعیین و ضریب‌های تصحیح روش‌ها در برای کاهش میزان آن بدست آمدند. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری بین برآورد روش‌های رگرسیونی چاو و استوکاستیک با بهترین توزیع‌های آماری برازش یافته با داده‌ها وجود ندارد همچنین ضریب‌های تصحیح بدست آمده برای روش‌های مورد بررسی در دوره بازگشت‌های کمتر از ۱۰۰ سال تاثیر بیشتری در کاهش خطای آنها دارند. و در مواردی به علت روند نامنظم روش‌ها در پیش‌بینی دبی بیشینه سالانه نسبت به برآورد توزیع‌های آماری، ضریب‌های بدست آمده تاثیر زیادی در کاهش خطای روش‌ها نداشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: دوره بازگشت، دبی بیشینه لحظه‌ای، دوره آماری، چاو، استوکاستیک، البرز مرکزی

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۳۷-۱۷۴۱۲۳۷ فاکس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۳ E-mail: khosravim59@gmail.com

۱- این پژوهش با اعتبارات قطب علمی مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

حوزه‌های آبخیز گاهی با رویدادهای طبیعی مانند سیل، طوفان‌های شدید و خشکسالی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. سیل به حجم عظیمی از آب گفته می‌شود که از بستر رودخانه‌ها خارج شده و بر روی دشت سیلابی و در بالاتر از سطح آبراهه‌های دست‌ساز جریان پیدا می‌کند (Patra K.C, 2001). پایه‌ی‌ترین داده‌های مورد نیاز برای پیش بینی سیل بهره گیری از داده های ثبت شده سیل‌های قدیمی و تجزیه و تحلیل آنها می‌باشد. در تحلیل فراوانی سیل بیشتر از توزیع‌های آماری، شامل توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال ۲ مشخصه‌ای، لوگ نرمال ۳ مشخصه‌ای، گاما ۲ مشخصه‌ای، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون تیپ ۳ و گمبل بهره گیری می‌شود. روش‌های رگرسیونی چاو و استوکاستیک نیز از توزیع‌های آماری ساده بوده و محدودیت‌های فرمول‌های تجربی را ندارند و از اینرو کاربرد گسترده‌ای در بررسی های هیدرولوژیکی دارند. گمبل[1] در سال ۱۹۴۱ برای برآورد دبی‌های بیشینه سالیانه روش مقادیر حد نوع یک (روش گمبل) را پیشنهاد نمود. چون این روش دارای میانگین چولگی ثابت ۱/۱۳ بود با دبی‌های میانگین تقارن نداشت و نمی‌توانست دبی میانگین را پیش-بینی کند. بر این پایه پاول[2] (۱۹۴۳) روش گمبل اصلاح شده پاول را پیشنهاد کرد و چاو (۱۹۵۴) روش گمبل اصلاح شده چاو (روش رگرسیونی چاو) را ارائه نمود (H. C. Riggs, 1989). این روش بر پایه توزیع تجربی ویبول می‌باشد. روش استوکاستیک هم یکی از روش‌های شناخته شده برای برآورد دبی بیشینه سالانه و بر پایه توزیع تجربی کالیفرنیا می‌باشد (Patra K.C., 2001). G. AL-Mashidani, et al. (1978) سه روش گمبل، روش رگرسیونی چاو (گمبل اصلاح شده توسط چاو) و روش گمبل اصلاح شده پاول را در ۷ رودخانه در کشور عراق مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که محدودیت روش گمبل و روش گمبل اصلاح شده پاول این است که در دوره های آماری کوتاه مدت دبی‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و بالاتر را کمتر از واقعیت برآورد می‌کنند و از این برای روش رگرسیونی چاو اطمینان بیشتری دارد. Ministry of power Government of India (2003) در بررسی حوزه خوکسر برای ساختن سد مخزنی بر روی رودخانه چناب، از روش گمبل و روش رگرسیونی چاو (گمبل اصلاح شده توسط چاو) برای بدست آوردن دبی‌های بیشینه سالانه با بهره‌گیری از آمار ۲۷ ساله ثبت شده آن رودخانه بهره گیری کرد. نتایج نشان دادند که برآوردهای روش رگرسیونی چاو نسبت به روش گمبل در همه دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساله بیشتر می‌باشند. Johannes Devries (2006) در یک بررسی عنوان مقایسه روش‌های آماری برآورد دبی بیشینه سیل در رودخانه‌های آمریکا نتیجه گرفت که روش‌های استوکاستیک دبی‌ها را کمتر از میزان واقعی برآورد می‌کنند. در این بررسی با توجه به اینکه روش‌های مورد بهره‌گیری تاکنون در کشور ما مورد بهره گیری واقع نشده‌اند، سعی شده است که با بهره‌گیری از آمار طولانی مدت چند ایستگاه هیدرومتری میزان کارایی و دقت روش‌ها مورد بررسی قرار گرفته، و در راستای افزایش دقت آنها بهینه سازی لازم انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در قسمت جنوبی رشته کوه البرز و در چهار استان تهران، سمنان، قزوین و مازندران واقع شده است. این منطقه در بین طول‌های جغرافیای ´۰۳ °۵۰ تا ´۴۶ °۵۲ و عرض‌های ´۱۲ °۳۵ تا ´۲۰ °۳۶ واقع شده است. شرقی‌ترین ایستگاه هیدرومتری منطقه باراجین می‌باشد که در استان قزوین واقع شده و غربی-ترین ایستگاه هیدرومتری منطقه، فیروزکوه می‌باشد که در استان تهران واقع شده است. از کل ایستگاه های هیدرومتری مورد بررسی در منطقه، ۷ ایستگاه هیدرومتری پلور، لتیان، بیلقان، سیرا، رودک و بنکوه با دوره آماری مشترک ۴۰ ساله مورد بررسی قرار گرفتند.

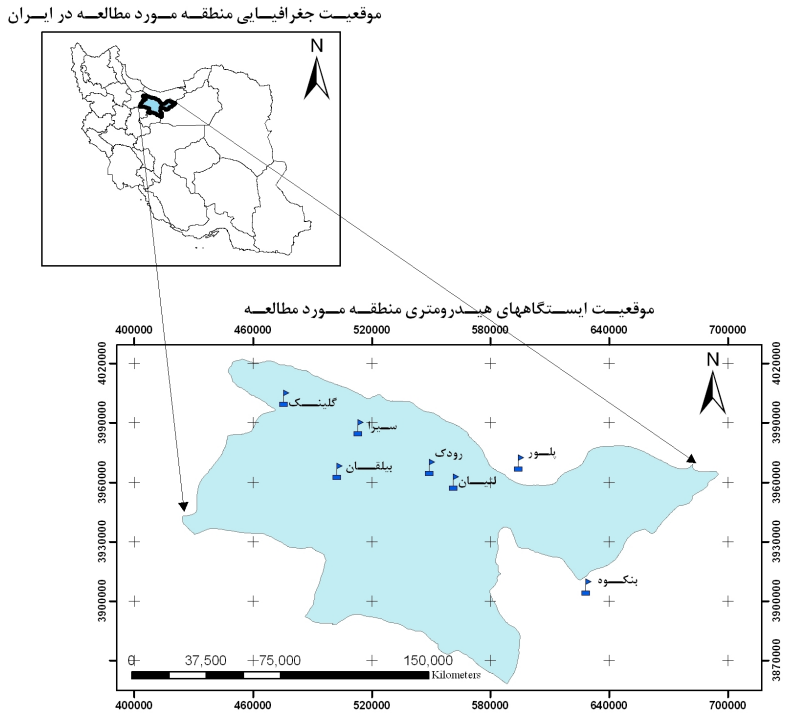
۱- Gumbel

۲- Powell

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هیدرومتری و منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری مورد بررسی

روش پژوهش

در این پژوهش دبی‌های بیشینه سالانه ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه البرز مرکزی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. پس از گزینش دوره مشترک آماری، بررسی نواقص داده‌ها، آزمون داده‌های پرت و آزمون همگنی، دبی‌های بیشینه لحظه‌ای سالانه ۷ ایستگاه هیدرومتری موجود در منطقه با دوره مشترک آماری ۴۰ سال (از سال آبی ۴۵-۱۳۴۴ تا سال آبی ۸۴-۱۳۸۳) گزینش شدند. برای آنکه بتوان برای روش‌های مورد بررسی با دقت بیشتری ضرایب واسنجی را بدست آورد و همچنین اینکه دبی بیشینه لحظه‌ای در روش رگرسیونی چاو متغییر وابسته بوده و متفییر مستقل بر پایه شمار سال‌های آماری محاسبه می‌شود، داده‌ها به دوره‌های آماری ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ ساله تقسیم شدند. بدین ترتیب در هر ایستگاه هیدرومتری ۵ دوره آماری و در کل منطقه ۳۵ دوره آماری در محیط نرم‌افزار HYFA (Hydrological Frequency Analysis) برای گزینش بهترین توزیع‌های آماری، برازش یافته به داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به خروجی برنامه‌ی Hayfa و آزمون مجموع مربعات باقی مانده مناسب ترین توزیع فراوانی را که دارای کمترین R.S.S بوده، گزینش کرده و برای تعیین داده‌های با دوره بازگشت مورد نظر بکار گرفته شد. میزان R.S.S با بهره گیری از معادله ۱ قابل محاسبه است.

$$R.S.S = \left[\sum_{i=1}^{n}(Q_e - Q_O)^2 / (n-m)\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱)$$

R.S.S: مجموع مربعات باقی‌مانده

Q_e: میزان برآورد شده برای هر یک از داده‌ها

Q_O: میزان دیده شده برای هر یک از داده‌ها

n : شمار داده‌ها

m : شمار مشخصه‌های توزیع مورد بهره‌گیری می باشد.

Archive

www.SID.ir

با توجه به هدف این پژوهش روش‌های تعیین دبی به عنوان تیمار و ایستگاه‌های مختلف به عنوان تکرار مد نظر قرار گرفته و بدین ترتیب سه تیمار (روش رگرسیونی چاو، روش استوکاستیک و بهترین توزیع برازش یافته در هر مرحله) و هفت تکرار در هر سری آماری مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده از هر کدام از روش‌های رگرسیونی چاو و استوکاستیک در سری‌های آماری و دوره بازگشت‌های مختلف با نتایج بهترین توزیع‌های آماری برازش یافته در محیط نرم‌افزار SPSS و با بهره‌گیری از آزمون F (تجزیه واریانس) در سطح ۵٪ مورد بررسی قرار گرفتند. برای واسنجی روش‌های مورد بررسی و تعیین ضریب‌های مناسب آنها از برنامه Solver بهره‌گیری شد. برای انجام کار در محیط این برنامه لازم است که سلولی را که دارای ارزش بیشتری است به عنوان سلول هدف در نظر گرفته و ضریب‌های معادله‌ها را در سلول‌های قابل تغییر قرار داد. بر پایه هدف کار میزان خطای هرکدام از روش‌ها با بهره‌گیری از شاخص آماری میانگین قدر مطلق خطا (MAE) در دوره‌بازگشت‌های مختلف با نتایج توزیع‌های مناسب آماری برازش یافته مورد مقایسه قرار گرفتند. در این پژوهش سلول هدف میزان خطای MAE، و هدف کمینه کردن این میزان برای تعیین ضریب‌های تعریف شد. در نهایت این برنامه ضریب‌های تصحیح فرمول‌ها را در برای کاهش خطای برآورد آنها اعمال نمود.

روش رگرسیونی چاو

Chow (۱۹۵۴) برای تحلیل فراوانی سیل و بدست آوردن دبی با دوره بازگشت‌های مشخص از روی دبی‌های دیده شده فرمولی را با بهره‌گیری از توزیع تجربی ویبول و روش گمبل ارائه داده است (Patra K.C., 2001).

$$Q_t = a + bx_t \qquad (۲)$$

که در آن Q_t: دبی بیشینه با دوره بازگشت مشخص

a , b: ضریب های ثابت می‌باشند که با بهره گیری از معادله‌های ۳ و ۴ بدست می‌آیند.

$$\Sigma Q_t = aN + b\Sigma x_t \qquad (۳)$$

$$\Sigma Q_t x_t = a\Sigma x_t + b\Sigma x_t^{۲} \qquad (۴)$$

x_t: با بهره‌گیری از معادله ۵ محاسبه می شود.

$$x_t = \log\log\left\{\frac{T}{(T-۱)}\right\} \qquad (۵)$$

که در آن T: دوره بازگشت مورد نظر (سال) می‌باشد.

در این فرمول که بر پایه توزیع تجربی ویبول می‌باشد میزان $T = \frac{(N+۱)}{m}$ و در نتیجه میزان x_t با بهره‌گیری از معادله ۶ محاسبه می‌شود.

$$x_t = \log\left[\log\left(\frac{(N+۱)}{(N+۱-m)}\right)\right] \qquad (۶)$$

روش استوکاستیک

روش استوکاستیک یکی از روش‌های شناخته شده برای برآورد دبی بیشینه می‌باشد. این روش بر پایه توزیع تجربی کالیفرنیا بوده ودر این روش با بهره‌گیری از معادله ۷ می‌توان دبی بیشینه سالانه را در دوره‌بازگشت‌های مورد نظر محاسبه کرد (Patra K.C., 2001).

$$Q_t = Q_{\min} + ۲/۳۰۳(Q_{ave} - Q_{\min})\log\left(\frac{nT}{N}\right) \qquad (۷)$$

که در آن:

N : شمار کل داده‌ها، n : شمار داده‌های بدون تکرار

$Q_{\min}$: دبی کمینه در دوره آماری

Q_{ave}: میانگین دبی‌های دوره آماری

نتایج

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که در همهٔ دوره بازگشت‌ها و دوره‌های آماری بین دبی‌های برآورد شده با روش رگرسیون چاو و استوکاستیک و دبی‌های بدست آمده ازمناسب‌ترین توزیع‌های آماری برازش یافته (نمونه‌های شاهد) در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بر پایه روش کار تشریح شده میزان میانگین قدر مطلق خطای

Archive of SID

www.SID.ir

(MAE)، روش رگرسیونی چاو و روش استوکاستیک در دوره‌های آماری مختلف و دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساله محاسبه شدند. درصد کاهش خطای روش‌ها پس از واسنجی آنها در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین میزان ضریب های اصلاحی هرکدام از روش‌های چاو و استوکاستیک در دوره‌های آماری و دوره بازگشت‌های متفاوت در منطقه مورد بررسی در شکل ۳ نشان داده شده است. جدول ۲ میزان قدر مطلق خطای روش‌ها پیش و پس از واسنجی آنها را نشان می‌دهد.

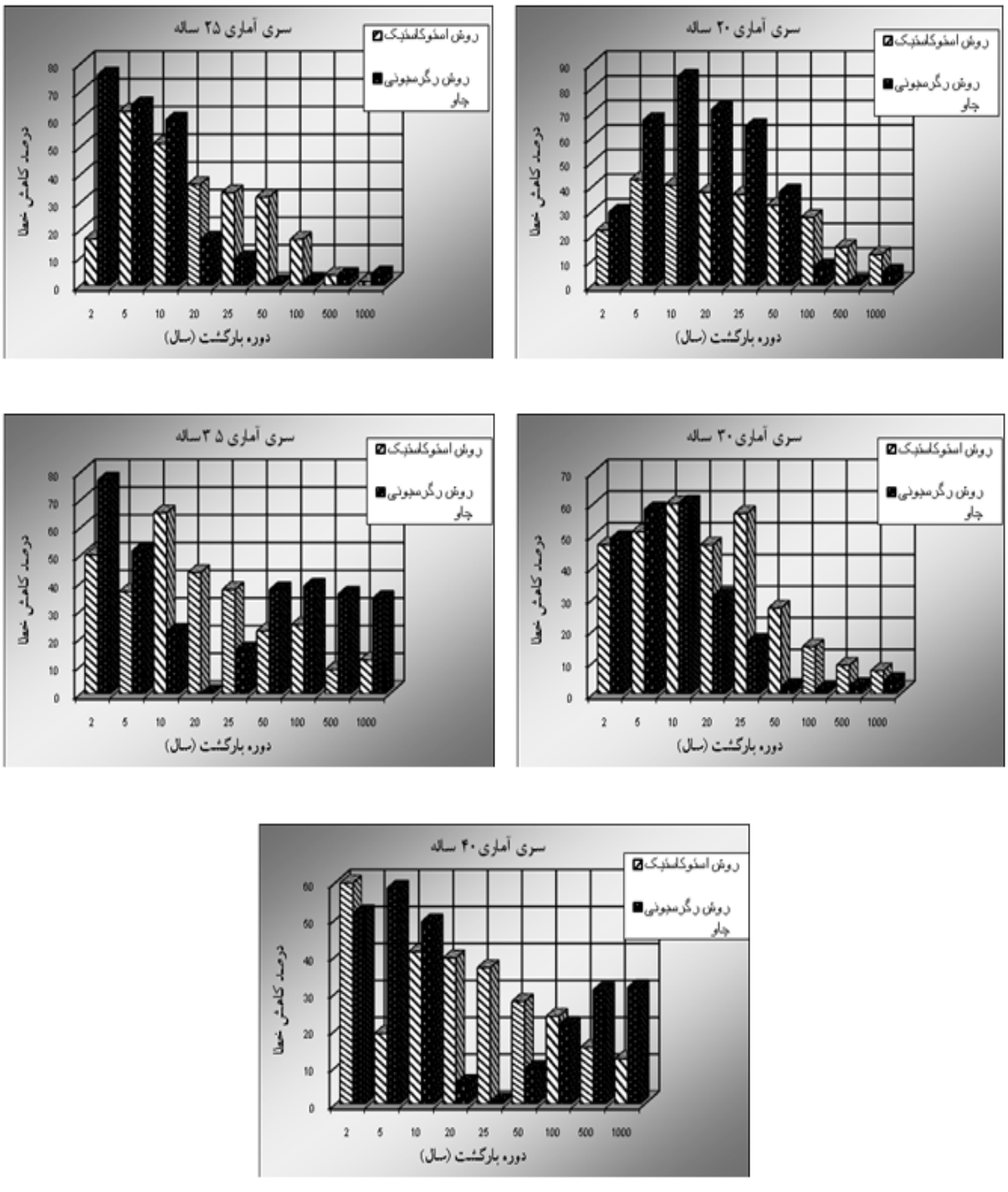
جدول ۱- مقایسه نتایج روش‌های مورد بررسی با نتایج بهترین توزیع‌های آماری در دوره آماری ۴۰ ساله

دوره بازگشت	میانگین دبی‌های محاسبه شده			آزمون F (تجزیه واریانس) در سطح ۵ درصد		
	مناسب ترین توزیع آماری	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	توزیع آماری و روش رگرسیونی چاو	توزیع آماری و روش استوکاستیک	روش‌های رگرسیونی چاو و استوکاستیک
۲	۷۱	۷۷	۶۳	n.s	n.s	n.s
۵	۱۲۱	۱۳۰	۱۲۶	n.s	n.s	n.s
۱۰	۱۵۸	۱۶۴	۱۷۵	n.s	n.s	n.s
۲۰	۱۹۶	۱۹۸	۲۲۳	n.s	n.s	n.s
۲۵	۲۰۹	۲۰۸	۲۳۹	n.s	n.s	n.s
۵۰	۲۴۸	۲۴۱	۲۸۷	n.s	n.s	n.s
۱۰۰	۲۸۹	۲۷۳	۳۳۶	n.s	n.s	n.s
۵۰۰	۳۹۳	۳۴۸	۴۴۸	n.s	n.s	n.s
۱۰۰۰	۴۴۱	۳۸۰	۴۹۶	n.s	n.s	n.s

n.s: تفاوت معنی‌دار نیست. *: تفاوت معنی‌دار است.

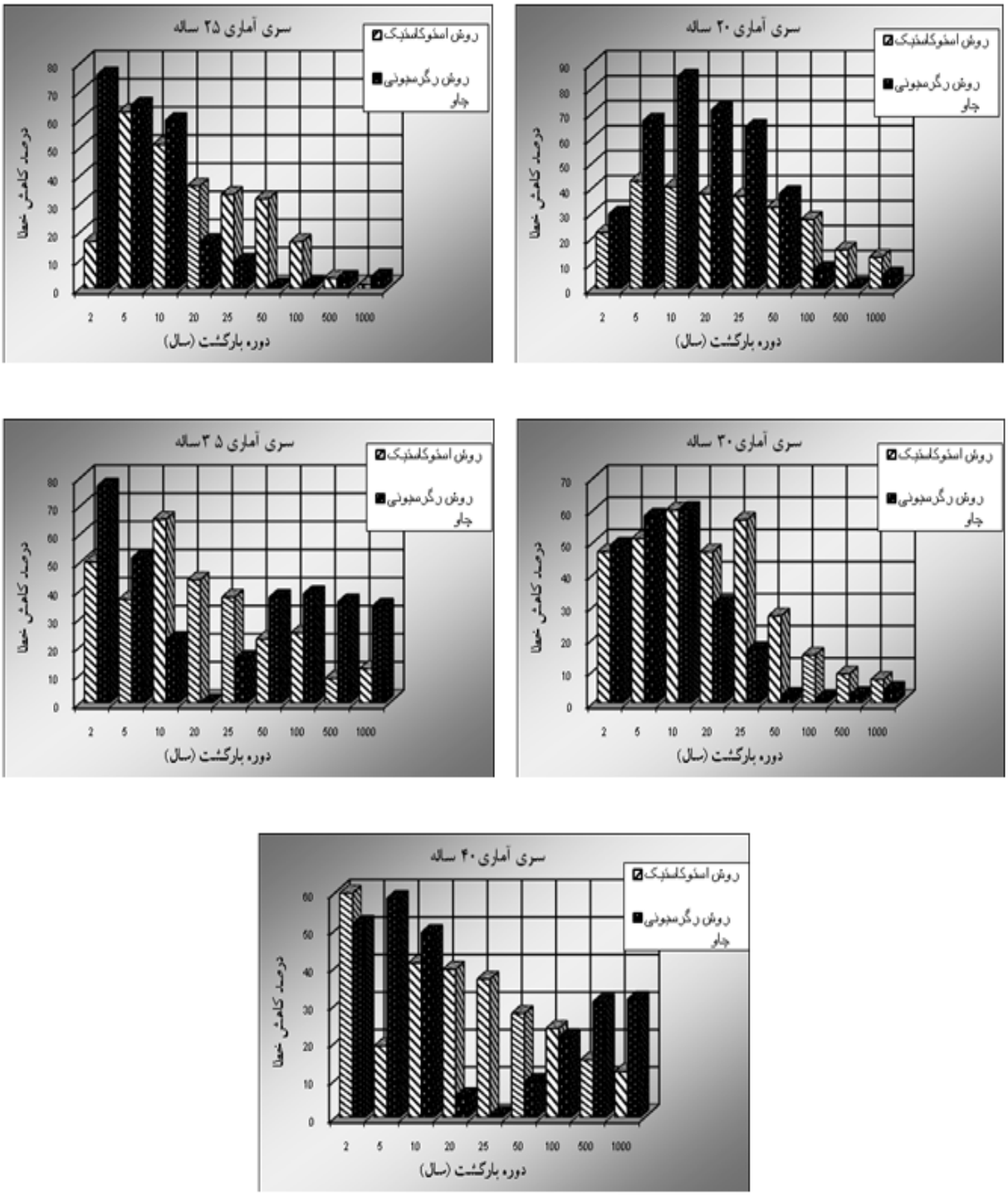
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- درصد کاهش خطای روش‌ها پس از واسنجی

www.SID.ir



شکل ۳- ضریب‌های اصلاحی هرکدام از روش‌های چاو و استوکاستیک در دوره‌های آماری و دوره بازگشت‌های متفاوت

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میزان کاهش میانگین قدر مطلق خطا (MAE) روش‌ها در دوره‌های آماری و دوره بازگشت‌های مورد بررسی

دوره آماری	دوره آماری ۲۰ ساله				دوره آماری ۲۵ ساله				دوره آماری ۳۰ ساله				دوره آماری ۳۵ ساله				دوره آماری ۴۰ ساله			
	خطا MAE قبل از واسنجی روش‌ها		خطا MAE قبل از واسنجی روش‌ها		خطا MAE قبل از واسنجی روش‌ها		پس از واسنجی روش‌ها		خطا MAE قبل از واسنجی روش‌ها		پس از واسنجی روش‌ها		خطا MAE قبل از واسنجی روش‌ها		پس از واسنجی روش‌ها		خطا MAE پیش از واسنجی روش‌ها		پس از واسنجی روش‌ها	
روش / دوره بازگشت	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک	رگرسیونی چاو	استوکاستیک
۲	۴/۶۰	۷/۸۸	۳/۲۳	۶/۱۱	۷/۰۶	۴/۹۷	۷/۰۶	۴/۱۴	۶/۰۹	۶/۹	۷/۱۴	۳/۶۵	۳/۱۰	۴/۲۹	۱/۶۳	۲/۴۹	۲/۸۷	۳/۴۸	۵/۹۵	۸/۶۷
۵	۱۰/۹۲	۳/۷۹	۳/۵۹	۲/۱۶	۱۳/۵۶	۵/۵۳	۱۳/۵۶	۲/۰۵	۱۰/۲۷	۴/۱۳	۱۰/۴۴	۲/۰۲	۴/۲۹	۵/۰۶	۲/۷۱	۳/۵۳	۸/۵۰	۵/۸۸	۴/۷۶	
۱۰	۱۳/۱۸	۱۵/۱۲	۲/۰۲	۸/۹۷	۱۳/۸۱	۱۴/۷۸	۱۳/۸۱	۷/۲۱	۸/۱۵	۱۲/۹۸	۶/۸۲	۵/۱۸	۳/۲۴	۵/۲۸	۳/۵۲	۳/۱۵	۶/۲۲	۱۶/۵۸	۹/۷۴	
۲۰	۱۴/۲۶	۲۶/۹۶	۴/۰۸	۱۶/۷۵	۱۲/۸	۲/۲۶	۱۲/۸	۱۶/۰۵	۸/۲۳	۲۳/۸۷	۴/۷۶	۱۲/۶۵	۵/۶۸	۴/۷۵	۷/۸۸	۴/۰۸	۴/۳۴	۲۷/۱	۱۶/۳۸	
۲۵	۱۴/۴	۳۰/۷۷	۵/۰۹	۱۹/۴۱	۱۴/۸	۲۹/۴۴	۱۴/۸	۱۹/۵۸	۱۴/۶۴	۳۲/۴۸	۶/۵۰	۱۳/۹۷	۱۲/۲	۵/۴۷	۱۰/۰۳	۴/۸۵	۴/۸۹	۳۰/۲۵	۱۹/۰۸	
۵۰	۱۴/۲۷	۴۲/۴۹	۸/۸۳	۲۸/۶۶	۲۴/۴۱	۴۳/۷۲	۲۴/۴۱	۵۷/۶۷	۱۸	۳۹/۲۴	۱۷/۸۲	۲۸/۶	۱۷/۵۷	۱۱/۱۲	۱۸/۲۹	۹/۵۹	۱۰/۶۱	۳۹/۰۷	۲۸/۲۲	
۱۰۰	۱۵/۴۴	۵۳/۸۲	۱۴/۲۶	۳۸/۹۱	۳۹/۸۳	۶۰/۱۲	۳۹/۸۳	۵۰/۱۲	۳۱/۱۷	۵۲/۷۸	۳۵	۴۴/۹۳	۳۰/۷۲	۲۱/۳۹	۲۴	۱۵/۴۳	۱۹/۶۸	۵۰/۶۱	۳۸/۵۹	
۵۰۰	۳۰/۱۸	۷۷/۷۷	۲۹/۷۷	۶۵/۷۳	۹۴/۷۳	۱۱۱/۷	۹۴/۷۳	۱۰۷/۶	۸۰/۶۸	۱۰۸/۸	۹۳/۲۵	۹۹	۷۸/۵۵	۵۹/۶۸	۷۲/۱۳	۳۴/۱۴	۴۹/۴۱	۸۰/۵۳	۶۸/۱۸	
۱۰۰۰	۳۹/۶۱	۸۹/۸۹	۳۷/۴۵	۷۸/۵۸	۱۲۷/۹	۱۴۳/۴	۱۲۷/۹	۱۴۱/۴	۱۱۱/۹	۱۴۰/۵	۱۲۷/۳	۱۳۰/۲	۱۰۷/۱	۸۳/۴۴	۹۷/۵۳	۴۵/۳۶	۶۶/۲۷	۹۵/۳۶	۸۳/۷	

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

بر پایه این نتایج در دوره‌بازگشت‌های بالاتر از ۱۰۰ سال اعمال ضریب های برای فرمول‌ها تاثیر زیادی در کاهش خطای برآورد روش‌ها ندارد. که علت آن را می‌توان به دلیل روند نامنظم کم و زیاد شدن برآورد روش‌ها نسبت به میزان های دیده شده در ایستگاه‌های مختلف دانست، که در چنین مواردی تعیین ضریبی که خطا را به طور قابل ملاحظه‌ای کم کند امکان‌پذیر نمی‌باشد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های G. AL-Mashidani,et al. (1978) و Ministry of power Government of India (2003) در زمینه بیشتر از واقعیت برآورد کردن روش رگرسیونی چاو هم‌سو می‌باشد. همچنین در زمینه برآورد کمتر از واقعیت روش استوکاستیک نتایج بدست آمده با نتایج پژوهش Johannes Devries (2006) در رودخانه‌های آمریکا همخوانی دارد. با توجه به نتایج بدست آمده هر دو روش مورد بررسی نتایج قابل قبولی را برای برآورد دبی بیشینه سالیانه در منطقه مورد بررسی ارائه کردند، به‌طوری که مقایسه نتایج آنها با میزان های دیده شده در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. پس با توجه به این نتایج می‌توان گفت که این روش‌ها را به عنوان روش‌های قابل بهره‌گیری در منطقه می‌توان برای برآورد دبی بیشینه لحظه‌ای سالانه بکار گرفت. همچنین واسنجی انجام شده برای این روش‌ها در منطقه مورد بررسی و بکارگیری ضریب های بدست آمده می‌توانند در دوره‌بازگشت‌های کمتر از ۱۰۰ سال خطای برآوردها را در حد بسیار زیادی کاهش دهد. از آنجا که توزیع آماری مناسب دبی‌های بیشینه سالانه در منطقه مورد بررسی لوگ پیرسون تیپ۳ می‌باشد، این روش‌ها و ضریب‌های واسنجی آنها می‌توانند در مناطق با توزیع غالب لوگ پیرسون تیپ ۳ مورد توجه و بررسی بیشتری قرار گیرند. بدین ترتیب برای برآورد دبی بیشینه لحظه‌ای سالانه در منطقه مورد بررسی بکارگیری و اعمال ضریب‌های بدست آمده در این پژوهش می‌توانند به صورت معادله‌های شماره ۸ و۹ مورد بهره‌گیری قرار گیرند.

$$Q_t = (Cs)\left[Q_{\min} + 2/303(Q_{ave} - Q_{\min})\log\left(\frac{nT}{N}\right)\right] \quad (۸)$$

$$Q_t = (Cc)[a + bx_t] \quad (۹)$$

Cs و Cc در معادله‌های شماره ۸ و ۹ به ترتیب ضریب های اصلاحی ارائه شده در شکل شماره ۳ برای دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان دقت روش رگرسیونی چاو و استوکاستیک در مقایسه با بهترین توزیع‌های آماری با توجه به شاخص آماری MAE بین ۰/۱٪ و ۴۶٪ می باشد. با توجه به آسانی بهره‌گیری از این روش‌ها و دقت آنها می‌توانند در بررسی های هیدرولوژی در منطقه و مناطق با شرایط همسان مورد بهره‌گیری قرار گیرند. البته از آنجا که ابن روش‌ها برای اولین بار است که در کشور ما بهره‌گیری می‌شوند لازم است که پژوهش های همانندی هم در دیگر مناطق به عمل آید.

منابع

1- AL-Mashidani G., Pande, G.A., Attah Mujda, M.F, 1978, A simple version of Gumbel's method for flood estimation, *Hydrological Sciences-Bulletin-des Sciences Hydrologiques*

2- Arabkhedri, M.,1990. Assessment of peak floods in North Elburz watersheds, M.Sc. thesis, University of Tehran.

3- Bedoostani, H., 2000. selecting the best frequency distribution for predicting maximum rainfall and discharge in eastern Azarbayejan province, M.Sc. thesis, faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Moddares.

4- Chow V.T., 1964. Handbook of applied Hydrology, Mc-Graw-Hill, New Yourk.

Archive of SID

www.SID.ir

5- Chow V.T., D.R. Maidment, Mays,L.W., 1988. “Applied Hydrology”, Mc Graw Hill, International editions, 572 P.

6- Cupta B.hagirath L., 1979. Water resource engineering and hydrology, Delhi: standard Publishers Distributors

7- Eslami, H. 2005. estimating, Peak flood using empirical methods in Lorestan province M.S.C thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran.

8- http://www.powermin.nic.in/JSP_SERVLETS/internal.jsp?query=Gondhala &searchin=all, Gondhala HEP (144 MW) Financial Appraisal

9- Johannes D., 2006. Comparing Statistical Approaches to Estimating Floods, David Ford Consulting Engineers 2015 J St., Suite 200 Sacramento, CA 95814

10- Keshav P. Bhattara, 2005. Flood frequency analysis of Irish river flow data using variants of L-Moment, National Hydrology Seminar

11- Khosravi,M., 2009., Assessment accuracy of Chow's regression method and Stochastic method for estimating annual peak flood in central Alborz region, M.S.C thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran.

12- Mahadavi, M, 2003. Applied hydrology, University of Tehran, fourth edition, Vol.2., University of Tehran press.

13- Mahadavi, M, 2003. Applied hydrology, , fourth edition, Vol. 1, University of Tehran press.

14- Marofi, 2003. Investigation of the probability distributions fitting to extreme values of flood, Geophysical Research Abstracts, Vol. 5

15- Patra K.C., 2001. Hydrology and Water Resource Engineering, Alpha science International Ltd, pages 410-430.

16- Riggs, H.C., 1989. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, Chapter A2, Frequency curves

Archive of SID

www.SID.ir

Accuracy Assessment and Calibration of Chow's Regression and Stochastic Methods (Case Study: Central Elburz Region)

A. Salajegheh[1], M. Khosravi[*2] and M. Mahdavi[3]
[1] Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[2] M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[3] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
(Received: 18 January 2009, Accepted: 30 November 2009)

Abstract

Peak flow estimation is very important and challenging issue in hydrologic and socio- planning. Flood distribution methods are reliable methods for estimating hydrological events, but their application requires computer programs. Two well known equations for estimating annual peak flood are Chow's regression method and stochastic method. These methods are simplified distribution methods which have not already used in Iran. In this research assessment of accuracy of these methods on basis of comparing their estimation with the best fitted distributions results was considered. Then for optimization of these methods, we defined the best coefficients in 20, 25, 30, 35 and 40 years return period using the Solver tools. In this program a cell determines a target that would has the highest value, and the coefficients of methods were placed in the changeable cells. In this research the Mean Absolute Error (MAE) was the target cell and determination coefficients of the methods were calculated on basis of its reduction. The results showed that the methods don not have significant difference with the best fitted distribution and the determined coefficients have no affect in reduction of MAE in return periods higher than 100 year.

Keywords: Return period, Time series, Chow, Stochastic, Central Elburz region

*Corresponding author: Tel: +98 937 1741237 , Fax: +98 261 2249313 , E-mail: khosravim59@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir