Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد سیزدهم، شماره سوم، مرداد – شهریور ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

دقت روش‌های تخمین ضریب ذخیره آبنمود واحد لحظه‌ای در بازسازی آبنمود واحد سیل

سید حمیدرضا صادقی و مرتضی دهقانی*
استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس نور، مازندران
تاریخ دریافت: ۸۳/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۸/۳۰

چکیده

دقت در تخمین پارامتر ضریب ذخیره در روش کلارک به‌عنوان یکی از روش‌های کاربردی تهیه آبنمود واحد لحظه‌ای در حوزه‌های آبخیز بر کارآیی آبنمود واحد نهایی حاصل از آن تأثیر زیادی دارد. از این رو تحقیق حاضر به منظور تعیین میزان کارآیی آبنمود بدست آمده براساس روش کلارک و مقایسه پارامتر ضریب ذخیره در معادله ماسگینگام از روش‌های ترسیمی، کلارک و لینزلی در حوزه آبخیز بازفت در استان چهار محال و بختیاری انجام پذیرفت. در این تحقیق، ابتدا نمودار زمان ـ مساحت منطقه تهیه و اطلاعات مربوط به ایستگاه هواشناسی چلگرد و هیدرومتری مرغک برای تهیه آبنمود واحد ۲ ساعته متوسط حوزه آبخیز استفاده شد. سپس کارآیی آبنمودهای واحد لحظه‌ای حاصل از روش کلارک با توجه به ضریب ذخیره معادله ماسگینگام بدست آمده از روش‌های ترسیمی، کلارک و لینزلی با آبنمود واحد متوسط حوزه براساس شاخص‌های آماری ارزیابی گردید. نتیجه تحقیق نشان داد که روش آبنمود واحد لحظه‌ای کلارک حاصل از کاربرد روش ترسیمی در مقایسه با دو روش دیگر از دقت مناسب برای تخمین آبنمود سیلاب واحد مشاهده‌ای برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آبنمود واحد لحظه‌ای، روش لینزلی، روش کلارک، نمودار زمان ـ مساحت، حوزه آبخیز بازفت

مقدمه

در اکثر حوزه‌های آبخیز ایران به‌دلیل کمبود ایستگاه‌های هیدرومتری اطلاعات کافی در مورد سیلاب‌ها وجود ندارد. از طرفی تهیه آبنمودهای سیل در کارهای مهندسی منابع آب، ساماندهی رودخانه، پهنه‌بندی سیلاب و پیش‌بینی سیلاب، اولویت‌بندی مناطق سیل خیز از نظر اجرای پروژه‌های عمرانی و نقشه‌های حساسیت به سیل ضرورت دارد. از این رو استفاده از فرمول‌های تجربی تخمین روانآب سطحی با توجه به کمبود آمار در اکثر حوزه‌های ایران و معضلات ناشی از سیلاب مناسب به نظر می‌رسد. تئوری مربوط به آبنمود واحد لحظه‌ای[1] (IUH) که در سال ۱۹۳۰ توسط کمیته مهندسی بوستون[2] ارائه شد، بیانگر روانآب سطحی حاصل از یک واحد بارش مازاد آنی و لحظه‌ای در حوزه آبخیز بوده که آبنمود حاصل از آن تک اوجی و مقدار روانآب ناشی از آن برای هر حوزه یک واحد است (رامیرز، ۲۰۰۰). برای یک IUH، بارش مازاد حوزه

*- مسئول مکاتبه: Sadeghi@modares.ac.ir

1-Instantaneous Unit Hydrograph
2-Boston

www.SID.ir

Archive of SID

آبخیز در زمان صفر تعیین می‌شود. این آبنمود بدون داشتن اطلاعات مربوط به بارندگی و فقط با داشتن خصوصیات قابل دسترس فیزیوگرافی و ژئومرفولوژیکی حوزه بدست می‌آید. آبنمود واحد لحظه‌ای را می‌توان به آسانی به آبنمود واحد معمولی با تداوم مشخص تبدیل نمود به نحوی که مختصات آن در هر زمان بیانگر میانگین جریان از T ساعت پیش از آن تا زمان مورد نظر باشد. استفاده از منحنی S[1]، روش حل انتگرال پیچشی[2] و مدل‌ها از راه‌های مختلف بدست آوردن آبنمود واحد لحظه‌ای حوزه به‌شمار می‌رود (سوبرامانیا، ۲۰۰۰). برای بدست آوردن آبنمود واحد لحظه‌ای مدل‌های متعددی وجود دارد ولی مفهوم همگی آن‌ها براساس اصول مخازن خطی[3] استوار است. از جمله مدل‌های مهم مفهومی می‌توان به مدل نش[4]، مدل کلارک[5]، مدل H2U[6] و مدل تابع عرضی[7] WFIUH اشاره نمود. مدل کلارک (۱۹٤۵) یک روش آبنمود واحد سه پارامتره[8] است (سابول، ۱۹۸۸) که بر نمودار زمان ـ مساحت استوار بوده و در واقع در این روش بارش مازاد به‌عنوان ورودی و آبنمود جریان به‌عنوان خروجی سامانه محسوب می‌شود. این روش که به روش تأخیر و تنسیق[9] معروف است به دلیل قابلیت بدست آوردن ساده متغیرهای مورد نیاز آن به‌عنوان کاربردی‌ترین روش تهیه آبنمود واحد لحظه‌ای می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۰). از محاسن عمده این روش امکان انعکاس تغییرات زمانی و مکانی بارش است و هر چه منحنی زمان ـ مساحت از دقت بیشتری برخوردار باشد دقت این روش بیشتر خواهد بود (افشار، ۱۳٦٤).

کاربرد IUH در ونزوئلا (روتریگز- ایتوربه و همکاران، ۱۹۸۲)، در ایالت‌های مختلف آمریکا (جیمز و همکاران، ۱۹۸۷)، منطقه میسیوری (جمفلت و وانگ، ۱۹۹٤) و تایوان (ین و لی، ۱۹۹۷) در مقایسه با سایر روش‌ها مورد تأیید قرار گرفته است. روش‌های گوناگونی از قبیل کاربرد خصوصیات ژئومورفولوژیکی (اسنل و سیواپالان، ۱۹۹٤)، مدل‌های احتمالی[10] (جمفلت و وانگ، ۱۹۹٤)، ژئومورفولوژی حوزه، مؤلفه هیدرولیکی جریان و هندسه مقطع کانال (اسنل، ۱۹۹٦)، موج سینماتیک (ین و لی، ۱۹۹۷) و موج سینماتیک کاذب[11] (ریموند و همکاران، ۲۰۰۳) نیز در تهیه IUH استفاده شده‌اند. همچنین روش‌های مختلف از قبیل حداقل مربعات (ژاو و همکاران، ۱۹۹۵) و سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (گراشیا، ۱۹۹۸؛ جین و همکاران، ۲۰۰۰) برای دستیابی دقیق‌تر به پارامترهای مورد نیاز در تهیه IUH استفاده گردیده است.

در ایران نیز عمدتاً از روش‌های مختلف آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک، ژئومورفوکلیماتیک، نش و روسو[12] در حوزه‌های آبخیز پس کوهک شیراز (رحیمیان، ۱۳۷٤)، امامه (غیاثی، ۱۳۷٤)، کسیلیان (قهرمان، ۱۳۷٤؛ حشمت پور، ۱۳۷۸)، درجزین (عرفانیان، ۱۳۷۷) و خانمیرزا (عبدالهی، ۱۳۸۱) استفاده و بعضاً نتایج بدست آمده با سایر روش‌های برآورد سیلاب مقایسه شده ولی توجه خاص به روش کلارک و تعیین پارامترهای مربوط به آن معطوف نگردیده است.

براساس سوابق بررسی شده می‌توان اذعان نمود که به‌طورکلی IUH یک روش مناسب و کاربردی برای تخمین سیلاب در حوزه‌های فاقد آمار سیل مطرح است مشروط بر آنکه پارامترهای مورد نیاز آن با دقت مناسب تعیین گردند. از طرفی بدلیل مشکل بودن تخمین ضریب ذخیره در حوزه‌های فاقد آمار (سابول، ۱۹۸۸) ضرورت انجام تحقیق در خصوص انتخاب و معرفی روش‌های برتر توجیه می‌گردد. از این رو کاربرد روش‌های مختلف تخمین ضریب ذخیره روش کلارک در تهیه IUH و

1-S–Curve Method
2-Convolution Integral Approach
3-Linear Reservoirs
4-Nash
5-Clark
6-Hydrogramme Unitaile Universal
7-Width Function Instantaneous Unit Hydrograph
8-Three-Parameter Synthetic Unit Hydrograph
9-Lag and Route Technique
10-Stochastic
11-Pseudo Kinematics Wave
12-Rosso

www.SID.ir

Archive of SID

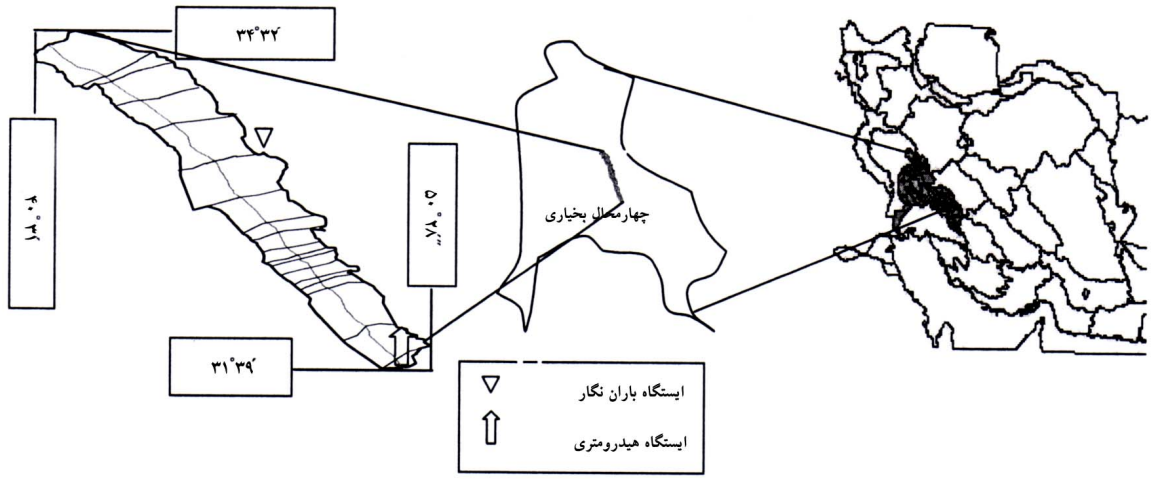
ارزیابی دقت آن‌ها در مقایسه با نتایج مستخرج از آبنمودهای مشاهده‌ای از اهداف اصلی این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام تحقیق حاضر، حوزه آبخیز بازفت واقع در استان چهار محال و بختیاری به واسطه داشتن ایستگاه هیدرومتری مجهز به لیمینوگراف در خروجی و وجود باران نگار با آمار ثبت شده مناسب انتخاب شد. حوزه آبخیز مذکور با مساحت ۲۱۱۱/٤ کیلومترمربع، محیط ۳٦۷ کیلومتر، ضریب گراویلیوس ۲/۲۱، حداکثر ارتفاع ٤۰۱۸ متر، حداقل ارتفاع ۸٦۰ متر، طول رودخانه اصلی ۱٤٥/۲٥ کیلومتر، فاصله خروجی تا مرکز ثقل ۷۹/۷٥ کیلومتر، عرض حوزه در مرکز ثقل ۱۸/۷٥ کیلومتر و شیب متوسط حوزه ۰/۹٥ درصد یکی از زیر حوزه‌های کارون واقع در استان چهار محال و بختیاری می‌باشد. ایستگاه هیدرومتری مرغک واقع در خروجی حوزه دارای ارتفاع ۸٦۰ متر و ′۲۸ °٥۰ طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی ′۳۹ °۳۱ و باران نگار چلگرد با ارتفاع ۲۳۰۰ متر دارای ′۰٤ °٥۰ طول جغرافیایی و ′۲٦ °۳۲ عرض جغرافیایی است. شمای کلی منطقه مورد مطالعه در کشور و محل ایستگاه‌ها در حوزه آبخیز در شکل ۱ نشان داده ش

انجام تحقیق حاضر شامل مراحل گردآوری اطلاعات بارش ـ روانآب، استخراج نمودار زمان ـ مساحت حوزه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی[1]، استخراج مدل آبنمود واحد لحظه‌ای کلارک با استفاده از سه روش برای بدست آوردن پارامتر K معادله ماسگینگام و ارزیابی نتایج بدست آمده می‌باشد که در زیر تشریح می‌شود.

آمار بارندگی ایستگاه چلگرد با ارتفاع ۲۳۰۰ متر و طول ′٤ °٥۰ و عرض ′۲٦ °۳۲ به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه به مرکز ثقل حوزه و اطلاعات ثبت شده سیل در تنها ایستگاه هیدرومتری حوزه واقع در خروجی آن استفاده گردید. سپس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲٥۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور مربوط به حوزه بازفت، با استفاده از محیط نرم‌افزار R2V رقومی شدند. نقشه رقومی را وارد نرم‌افزار ILWIS کرده و با توجه به سامانه جغرافیایی UTM و زون حوزه (۳۹) نقشه زمین مرجع، پلی گون حوزه و رودخانه اصلی مورد مطالعه در این محیط تهیه شده و نقشه مدل رقومی ارتفاع با اندازه پیکسل برابر با ۳۰ متر در این محیط بدست آمد. با استفاده از نقشه بدست آمده و فرمول کالیفرنیا[2]، نقشه همزمان تمرکز برای رودخانه اصلی و برای هر پیکسل (شکل ۱) با استفاده از رابطه زیر



شکل ۱- موقعیت حوزه مورد مطالعه و ایستگاه‌های مورد استفاده

1-Geographical Information System, GIS
2-California

www.SID.ir

Archive of SID

و از طریق تقسیم زمان کل تمرکز به پایه‌های زمانی یک ساعته به منظور رعایت دقت لازم و استخراج نقاط ارتفاعی متناظر آنها (سوبرامانیا، ۲۰۰۰) تهیه گردید.

$$T_C = (0.885\frac{L^3}{H})^{0.385} \quad (۱)$$

که در آن T_C زمان تمرکز به ساعت، L طول رودخانه به کیلومتر و H اختلاف ارتفاع به متر می‌باشد.

نمودار زمان ـ مساحت بدست آمده به‌عنوان یک جریان ورودی به حوزه در نظر گرفته شد که به یک مخزن فرضی واقع در مجرای خروجی حوزه با ویژگی‌های مشابه ذخیره حوزه وارد می‌شود. جریان ورودی سپس براساس شرایط حاکم بر آبراهه به طرف پایین دست روند می‌شود. کلارک برای روندیابی جریان از معادله ماسگینگام به‌صورت زیر استفاده کرد:

$$Q_2 = \frac{0.5\Delta t_c}{K+0.5\Delta t_c} I_1 + \frac{0.5\Delta t_c}{K+0.5\Delta t_c} I_2 + \frac{K-0.5\Delta t_c}{K+0.5\Delta t_c} Q_1 \quad (۲)$$

که در صورت فرض تساوی I_1 و I_2 (سوبرامانیا، ۲۰۰۰)، معادله فوق به‌صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$Q_2 = \frac{\Delta t_c}{k+.5\Delta t_c} I_1 + \frac{k-.5\Delta t_c}{k+.5\Delta t_c} Q_1 \quad (۳)$$

که در آن Δt_c زمان تمرکز هر بخش برحسب ساعت، I_1 میزان جریان ورودی اولیه، I_2 میزان جریان ورودی بعد از زمان Δt_c، Q_1 جریان خروجی اولیه، Q_2 جریان خروجی بعد از زمان Δt_c و K ضریب ذخیره می‌باشند (سوبرامانیا، ۲۰۰۰). پارامتر K نیز با استفاده از رابطه‌های زیر به‌ترتیب منسوب به روش‌های ترسیمی، کلارک و لینزلی (۱۹۸۸) برحسب ساعت بدست آمده‌اند:

$$Q_t = Q_0 e^{-t/k} \Rightarrow k = \frac{t}{\ln\left(\frac{Q_0}{Q_t}\right)} \quad (٤)$$

$$K = \frac{CL}{\sqrt{S}} \quad (٥)$$

$$K = \frac{bL\sqrt{A}}{\sqrt{S}} \quad (٦)$$

که در آن ها Q_o دبی در آغاز مقطع زمانی Δt_c، Q_t دبی بعد از یک پایه زمانی لگاریتمی، L طول رودخانه اصلی برحسب مایل، S شیب متوسط رودخانه، C ضریبی بین ۰/۰۸ –۰/۲ و متأثر از شرایط کاربری اراضی و زمین‌شناسی، A مساحت حوزه برحسب مایل مربع و b ضریب منطقه‌ای بین ۰/۰٤– ۰/۰۸ می‌باشند. در صورت لزوم و به منظور دستیابی به مقادیر قابل قبول ضریب ذخیره از حل معادلات مذکور و با لحاظ دانسته‌های موجود و همچنین زمان پیمایش حوزه استفاده شد.

تعداد ٤ رگبارهای منفرد ایستگاه چلگرد با شرایط استفاده برای تهیه آبنمود واحد انتخاب شد و باران نگار آن‌ها با فواصل زمانی مشخص تجزیه گردید. برای تعیین متوسط تلفات بارش از شاخص فی[1] و از طریق تجزیه باران نگار و آبنمود رگبار مربوطه و به روش سعی و خطا استفاده گردید (مهدوی، ۱۳۷۸). با توجه به منحنی‌های ثبت شده بوسیله لیمنگراف ایستگاه مرغک آبنمود طبیعی وقایع انتخابی استخراج شد، برای بدست آوردن دبی پایه از شاخه خشکیدگی آبنمود به‌صورت نیمه لگاریتمی استفاده گردیده و با توجه به نقطه شکستگی، شاخه نزولی مشخص شده و سپس خطی با شیب ثابت از شروع رواناب به آن وصل گردید. برای واحد کردن آبنمود سیل پس از جدا کردن دبی پایه آبنمود، حجم رواناب را بدست آورده و با توجه به مساحت حوزه و شاخص فی آبنمود سیل به واحد تبدیل شده است. سپس منحنی Sمربوط به هر سیلاب تهیه و آبنمودهای سیل به آبنمود واحد ۲ ساعته به دلیل افزایش دقت و رعایت پایه زمانی پیشنهادی برای آبنمود واحد یعنی کمتر از ۰/۲ تا ۰/۳۳ زمان تأخیر حوزه (سوبرامانیا، ۲۰۰۰) تبدیل گردید و آبنمود واحد ۲ ساعته متوسط از آبنمودهای واحد ۲ ساعته مشاهده‌ای بدست آمد. همچنین ضریب معادله ماسکینگام با استفاده از روش‌های ترسیمی، لینزلی و کلارک بدست آمد و با توجه به این ضرایب آبنمود واحد لحظه‌ای روش کلارک محاسبه گردیده و برای مقایسه این آبنمودها به آبنمود واحد ۲ ساعته تبدیل شد.

1-Ø- Index

www.SID.ir

Archive of SID

برای ارزیابی کارآیی نتایج حاصل از روش‌های مختلف از شاخص‌های آماری خطای نسبی (RE)[1]، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)[2]، ضریب کارآیی (QE)[3] و میزان انحراف (BIAS)[4] به شرح ارائه شده در روابط زیر استفاده گردید (صادقی و همکاران، ۱۳۸٤).

$$\%RE = \left|\frac{Y_o - Y_e}{Y_o}\right| \times 100 \qquad (۷)$$

که در آن Yo وYe به‌ترتیب مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی دبی اوج، زمان تا اوج، زمان پایه و حجم سیلاب می‌باشد.

$$R.M.S.E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{oi} - Q_{ei})^2}{n}} \qquad (۸)$$

$$QE = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Q_{oi} - \overline{Q_o})^2 - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Q_{oi} - \overline{Q_e})^2}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Q_{oi} - \overline{Q_o})^2} \qquad (۹)$$

$$BIAS = \frac{Q_o}{Q_e} \qquad (۱۰)$$

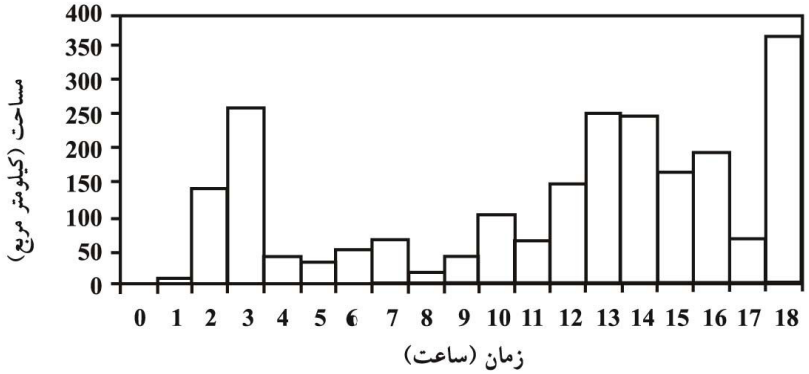
که در آن‌ها n تعداد مشاهدات، Q_{oi} و Q_{ei} به‌ترتیب دبی مشاهده‌ای و تخمینی در زمان‌های مختلف و $\overline{Q}_o$ متوسط دبی مشاهده‌ای می‌باشد.

نتایج و بحث

همانگونه که در روش تحقیق ذکر شد، به منظور تعیین میزان کارآیی آبنمود بدست آمده براساس روش کلارک و مقایسه ماسگینگام از روش‌های ترسیمی، کلارک و لینزلی در حوزه آبخیز بازفت در استان چهار محال و بختیاری در ابتدا نمودار زمان ـ مساحت منطقه با فاصله زمانی ۱ ساعت تهیه و در شکل ۲ نشان داده شده است.

سپس آبنمود واحد متوسط ۲ ساعته حوزه مورد مطالعه با استفاده از آبنمودهای مشاهداتی ایستگاه مرغک به‌صورت ارائه شده در شکل ۳ تهیه گردید.

با توجه به روش ترسیمی (فرمول ٤) و روابط ارائه شده توسط کلارک (فرمول ٥)، لینزلی (فرمول ٦) مقدار ضریب K معادله ماسگینگام به‌ترتیب برابر با ٤/٥، ٦/٤٤ و ٦/٨ ساعت بدست آمد. لازم به ذکر است که با توجه به ضریب منطقه‌ای در روش لینزلی بین ۰٤/ تا ۰۸/، مقادیر بسیار زیاد و به‌ترتیب برابر با ۹۰ و ۱۸۱ ساعت برآورد می‌گردد. از این رو ضریب یاد شده برای منطقه مورد مطالعه از طریق جاگذاری مشخصات حوزه در رابطه (٦) و حل آن برای مقدار واسنجی و مقدار آن برابر با ۰/۰۰۳ تحمین زده شد. مقدار بدست آمده براساس مقدار واسنجی شده ضریب منطقه‌ای برابر با ٦/٨ ساعت محاسبه گردید. سپس آبنمودهای واحد لحظه‌ای بدست آمده از روش‌های مختلف حاصل از کاربرد آن‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه و در شکل ٤ و همچنین وضعیت مقایسه‌ای آبنمودهای واحد ۲ ساعته محاسبه‌ای با آبنمود واحد ۲ ساعت مشاهده‌ای متوسط در شکل ٥ نشان داده شده‌اند.

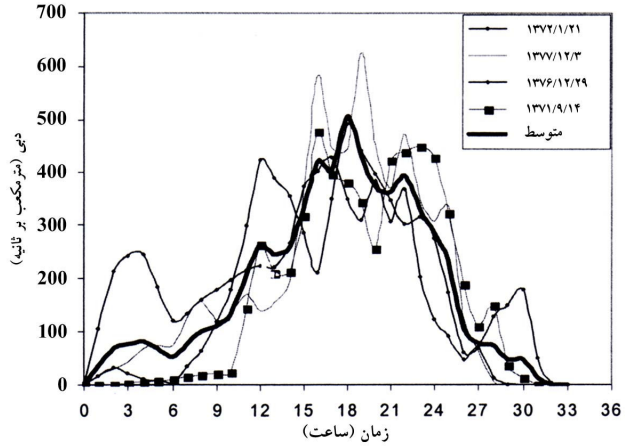


شکل ۲- نمودار زمان ـ سطح حوزه بازفت

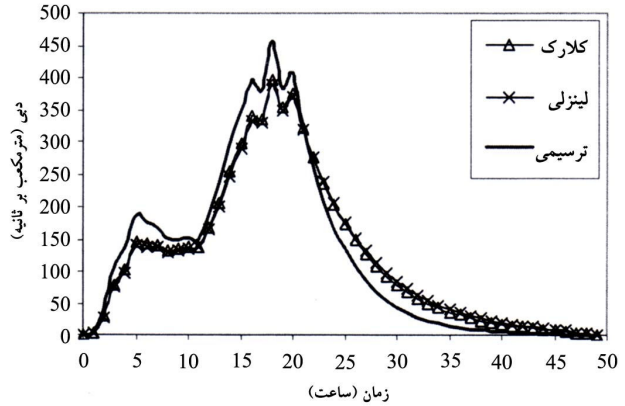
1- Relative Error
2- Root Mean Square Error
3- Coefficient of Efficiency
4- Bias

www.SID.ir

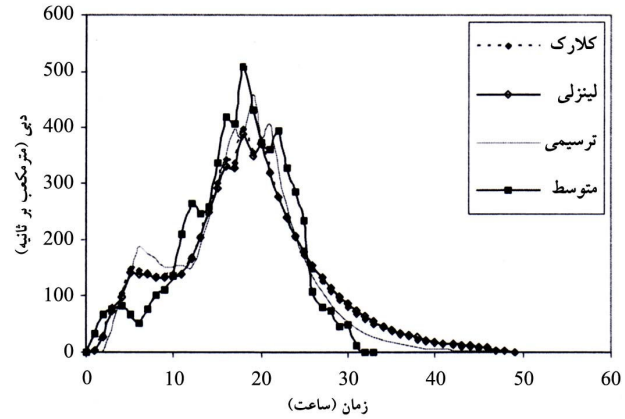
Archive of SID



شکل ۳- آبنمود واحد ۲ ساعته رگبارهای مورد مطالعه و متوسط تخمینی حوزه بازفت



شکل ٤- آبنمود واحد لحظه‌ای با توجه به روش‌های مختلف تعیین ضرایب.



شکل ۵- آبنمود واحد مشاهداتی و تخمینی ۲ ساعته با استفاده از روش‌های مختلف تعیین ضرایب.

در یک مقایسه کیفی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که کاربرد مدل کلارک در هر سه مورد دبی کمتری را نسبت به شرایط واقعی نشان داده است. در جدول ۱ نتایج کمی مقایسه آبنمودهای واحد ۲ ساعته محاسبه‌ای حاصل از سه روش با آبنمود واحد ۲ ساعت متوسط نشان داده شده است.

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۱ می‌توان استنباط نمود که زمان رسیدن تا اوج در هر سه روش با مقادیر مشاهده‌ای مطابقت کامل را داشته و خطای نسبی مربوطه صفر برآورد گردیده است. زمان پایه تخمینی و طبعاً خطای نسبی برآورد در هر سه روش نیز یکسان می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج ارزیابی روش‌های مختلف تخمین K در مدل کلارک.

روش شاخص آماری	خطای نسبی(٪)				انحراف دبی اوج	مجذور میانگین مربعات خطا	ضریب کارآیی
	دبی اوج	زمان تا اوج	زمان پایه	حجم سیلاب			
ترسیمی	۹/٦۷	۰/۰۰	٤۸/٤۸	۱/۱۷	۱/۱۰	۵۰/٤۰	۰/۹۰
کلارک	۲۱/۲۲	۰/۰۰	٤۸/٤۸	۱/٦۳	۱/۲۷	۵۰/۷٤	۰/۹۰
لینزلی	۲۳/۳۰	۰/۰۰	٤۸/٤۸	۱/۸۰	۱/۳۰	۵۲/۸۰	۰/۸۹

بر پایه خطاهای نسبی تعیین شده برای حجم سیلاب، زمان پایه، دبی و زمان تا اوج در یک مقایسه پارامتریک می‌توان دریافت که مدل در برآورد زمان تا اوج و زمان پایه موفق‌تر از سایر پارامترها بوده است. تغییرات خطای نسبی در برآورد حجم و دبی اوج، مبین این مسئله است که هرچند آبنمود واحد با فرض خطی عمل کردن سامانه حوزه آبخیز مقادیری نزدیک به واقعیت را ارائه می‌کند، اما اصرار روی این فرضیه صحیح به نظر نمی‌رسد که با ایده اسنل (۱۹۹٦) نیز موافقت دارد. بزرگی و کشیدگی حوزه آبخیز مورد مطالعه و طبعاً عدم توزیع یکنواخت بارش در سطح آن نیز ممکن است یکی دیگر از دلایل این مسئله باشد که با نتایج تحقیقات سابول (۱۹۸۸) مبنی بر کارآیی این روش برای حوزه‌های آبخیز با نسبت بزرگ طول به عرض و همچنین با توپوگرافی متنوع همخوانی کامل ندارد. همچنین مقایسه بین وقایع نشان می‌دهد که خطای نسبی دبی اوج، حجم سیلاب، انحراف در دبی اوج و مجذور میانگین مربعات خطای ناشی از آبنمود بدست آمده طی تخمین از روش ترسیمی کمتر از روش‌های دیگر می‌باشد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از دقت برآورد خصوصیات آبنمود به روش مورد استفاده در تعیین پارامتر وابسته بوده که با نتایج بدست آمده توسط سابول (۱۹۸۸) و اظهارات افشار (۱۳٦٤) نیز مطابقت دارد. نتایج نشان داد که مدل کلارک نسبت به دبی اوج و زمان پایه از حساسیت زیادی برخوردار است که جین و همکاران (۲۰۰۰) نیز به همین نتیجه رسیدند. از طرفی استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه هم زمان تمرکز زمینه‌های محاسبه دقیق منحنی زمان ـ مساحت را مهیا کرده که با ناکیدات گراشیا (۱۹۹۸) و جین و همکاران (۲۰۰۰) مبنی بر استفاده از سامانه مذکور برای دستیابی دقیق‌تر به پارامترهای مورد نیاز در تهیه IUH همسو می‌باشد. به‌طورکلی مقایسه نتایج این تحقیق با سایر مطالعات مربوط به تهیه IUH با استفاده از روش‌های مختلف در خارج از کشور (روتریگز ـ ایتوربه، ۱۹۸۱؛ جیمز و همکاران، ۱۹۸۷؛ جمفلت و وانگ، ۱۹۹٤ و ین و لی، ۱۹۹۷) و همچنین در ایران (رحیمیان، ۱۳۷٤؛ غیاثی، ۱۳۷٤؛ قهرمان، ۱۳۷٤؛ حشمت پور، ۱۳۷۸؛ عرفانیان، ۱۳۷۷ و عبدالهی، ۱۳۸۱) مبنی بر توانایی قابل قبول روش مذکور در برآورد سیلاب دلالت دارد.

با استفاده از نتایج بدست آمده طی تحقیق حاضر می‌توان جمع‌بندی نمود که مدل کلارک در شبیه‌سازی آبنمود واحد سیلاب در حوزه آبخیز بازفت در استان چهار محال و بختیاری به‌طورکلی از کارآیی بالا برخوردار بوده و در صورت تخمین صحیح پارامترها، دقت آن به مراتب افزایش خواهد یافت. بدین ترتیب با توجه به یافته‌های منتج از این تحقیق، توجه لازم در تعیین پارامترهای مدل مذکور تأکید می‌گردد. همچنین استفاده از مدل کلارک در تخمین IUH برای تخمین سیلاب در حوزه‌های فاقد آمار ضمن بررسی و تأیید نهایی کارآیی آن در برخی دیگر از حوزه‌های آبخیز توصیه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱.افشار ،ع. ۱۳٦٤. هیدرولوژی مهندسی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ٤٤۰ ص.

۲.حشمت‌پور، ع. ۱۳۷۸. بررسی کارآیی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در حوزه آبخیز معرف کسیلیان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۷ص.

۳.رحیمیان، ر. ۱۳۷٤. بررسی مدل‌های مختلف آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی و کاربرد آنها جهت سنتز آبنمود در حوزه‌های آبریز فاقد آمار، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی آب دانشگاه شیراز، ۱۰٤ ص.

٤.صادقی، س.ح.ر.، مرادی، ح.ر.، مزین، م. و وفاخواه، م. ۱۳۸٤. کارآیی روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل آماری در مدلسازی بارش–رواناب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کسیلیان)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۳):۸۱–۹۰.

۵.عبدالهی، خ. ۱۳۸۱. مدلسازی رواناب براساس ویژگی‌های ژئومرفولوژیکی حوزه آبخیز خانمیرزا با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۷ ص.

٦.علیزاده، ا. ۱۳۸۰. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا،۵۷۰ ص.

۷.عرفانیان، م. ۱۳۷۷. بررسی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی و ژئومورفوکلیماتیکی در حوزه آبخیز جرین سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه گرگان، ۱۵٤ ص.

۸.غیاثی، ن.ق. ۱۳۷٤. واسنجی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژی و ژئومورفوکلیماتولوژی حوزه آبخیز امامه، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه تهران، ۱۳۷ ص.

۹.قهرمان، ب. ۱۳۷٤. آبنمود واحد لجظه‌ای ژئومورفو ـ آب و هوایی، نشریه دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، ۷ (۱): ۲۸–۵٤.

۱۰.مهدوی، م. ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ٤۰۰ ص.

11.Clark, C.O. 1945. Storage and unit hydrograph, Trans., ASCE, 110:1419-1446.

12.Gracia, S.G. 1998. Geomorphological analysis based on GIS applied to distributed hydrological modelling, Hydroinformatics, 98: 511-518.

13.Hjelmfelt, A., and Wang, M. 1994. General stochastic unit hydrograph, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 120(1): 138-148.

14.Jain, S.K., Singh, R.D., and Set, S.M. 2000. Design flood estimation using GIS supported GIUH approach, Water Resources Management, 14: 369-376.

15.James, W.P., Winsor, P.W., and Williams, J.R. 1987. Synthetic Unit Hydrograph Journal of Water Resources Planning and Management, 113(1): 70-81.

16.Linsley, R. 1988. Hydrology for engineers, McGraw Hill, 492p.

17.Ramírez, J.A. 2000. Prediction and modelling of flood hydrology and hydraulics. Chapter 11 of Inland Flood Hazards: Human, Riparian and Aquatic Communities Eds. Ellen Wohl, Cambridge University Press.

18.Raymond, I., Jeng, P.E., and Coon, G.C. 2003. True Form of Instantaneous Unit Hydrograph of Linear Reservoirs, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 129(1):11-17.

19.Rodriguez-Iturbe, I., Gonzilez, M., and Bras, R.L. 1982. A Geomorphoclimatic Theory of the Instantaneous Unit Hydrograph, Water Resources Research, 18(4):877-886.

20.Sabol, G.V. 1988. Clark Unit Hydrograph and R-Parameter Estimation, Journal of Hydraulic Engineering, 114(1):103-111

21.Snell, J. 1996. A physically based representation of channel network response, an integration of geomorphology, hydraulic geometry, and channel hydraulics, Ph.D. Thesis, University of Western Australia, CWR Reference ED 1009 JS.

22.Snell, J.D., and Sivapalan, M. 1994. On geomorphological dispersion in natural catchments and geomorphological unit hydrograph, Water Resources Research, 30(7): 2311-2323.

23.Subramanya, K. 2000. Engineering hydrology, Tata McGraw-Hill, India, 391pp.

24.Yen, B.C., and Lee, K.T. 1997. Unit Hydrograph Derivation for Ungauged Watersheds by Stream-Order Laws, Journal of Hydrologic Engineering, 2(1):1-9.

25.Zhao, B., Tung, Y.K., and Yang, J.C. 1995. Estimation of Unit Hydrograph by Ridge Least-Squares Method, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121(3): 253-259.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(3), July -Aug 2006
www.magiran.com/jasnr

Efficacy of estimation methods for storage coefficient of instantaneous unit hydrograph in flood unit hydrograph regeneration

S.H.R. Sadeghi and M. Dehghani
Head and Assistant Professor and former M.Sc student Dept., of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres Univ., Noor, Mazandaran, Iran

Abstract

Efficacy in estimation of storage coefficient in Clark method, as one of the applicable techniques for development of instantaneous unit hydrograph, may have great effect on ultimate unit hydrograph. The present study was therefore conducted in Bazoft watershed in Chaharmahal and Bakhtiari Province to determine the efficiency of developed hydrograph using Clark method and to compare the Muskingum storage coefficient obtained through graphical, Clark and Linsley methods. Firstly, the time-area histogram of the watershed was developed. The 2h-unit hydrograph was then derived using the data collected in Chelgerd climatological and Morghak hydrometric stations. The efficiency of Clark's instantaneous unit hydrograph developed based on graphical, Clark and Linsley methods for calculation of Muskingum storage coefficient was ultimately evaluated. The results of the study revealed that the Clark's instantaneous unit hydrograph resulted from graphical method for estimation of storage coefficient is more compatible with average unit hydrograph existed for the watershed than other two methods.

***Keywords*:** Instantaneous Unit Hydrograph; Linsley Method; Clark Method; Time-Area Histogram; Bazoft Watershed

www.SID.ir