



مقایسه کارایی روش گشتاور خطی با روش‌های مرسوم برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شیخ عثمان شهرستان اشنویه)

عباس غلامی

دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و عضو هیات علمی دانشگاه شمال
(نویسنده مسول: gholami@Shomal.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱

چکیده

با توجه به وسعت کشور ایران و تنوع آب و هوایی در نقاط مختلف آن و تغییرپذیری رژیم بارشی ضرورت دستیابی به روش‌های نوین محاسبات سیلاب را ایجاد می‌کند. بدین منظور لازم است کارایی روش‌های جدید در مقایسه با روش‌های مرسوم در نقاط مختلف ایران مورد ارزیابی قرار گیرد تا در صورت تطابق مناسب برای نواحی مختلف برای محاسبات سیلاب مورد استفاده قرار گیرد. دو روش مرسوم به دست آوردن پارامترهای آماری محاسبات سیلاب یکی روش گشتاور معمولی و دیگری روش بیشینه درست‌نمایی وجود دارد که هر دو مورد این روش‌ها در نرم‌افزار Hyfa مورد محاسبه قرار می‌گیرد و از نتایج آن در کشور ما نیز استفاده می‌شود. روش جدید دیگری که در چندین سال اخیر در دنیا برای محاسبه این پارامترهای آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش گشتاورهای خطی است که توسط کارشناسان برجسته هیدرولوژی در بسیاری از نقاط دنیا کارایی آن مورد ارزیابی قرار گرفته است و توصیه‌های مفیدی نیز برای استفاده از این روش نوین ارائه شده است. هدف این پژوهش نیز ارزیابی چنین کارایی در حوزه انتخاب شده‌ای به نام حوزه آبخیز شیخ عثمان شهرستان اشنویه از توابع استان آذربایجان غربی بوده است تا کارایی این روش نوین در این منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت مناسب بودن استفاده از آن به دیگر مناطق نیز بسط یابد. نتایج این پژوهش نیز نشان می‌دهد که در پنج ایستگاه انتخاب شده منطقه و با توجه به مقایسه سه روش محاسبه پارامترهای آماری مورد استفاده در دبی حداکثر سیلاب شامل روش گشتاور معمولی، روش بیشینه درست‌نمایی و روش گشتاور خطی، بهترین روش و توزیع انتخاب شده روش نوین گشتاور خطی و توزیع گمبل بوده است و لذا کارایی این روش برای محاسبه دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه سیلاب با دقت بالاتری را نسبت به روش‌های مرسوم قبلی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: دبی حداکثر لحظه‌ای، تابع توزیع فراوانی، مجموع مربعات باقی‌مانده، گشتاور خطی، توزیع گمبل

مقدمه

آمار و اطلاعاتی که از گوشه و کنار مملکت می‌رسد، نشان می‌دهد که مردم همواره با خطرات ناشی از سیل و یا خشکسالی مواجه هستند و بدین طریق هر ساله میلیاردها ریال خسارت به راه‌ها، شهرها، روستاها، مزارع و سدها وارد گردیده و نیز موجب تلفات انسانی در کشور می‌شود. علم هیدرولوژی به کمک آمار و احتمالات سعی می‌کند که با پیروی از قوانین طبیعت این چنین صدمات را به حداقل خود برساند. معمولاً در طرح‌های هیدرولیکی جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار می‌گیرد، از جمله توجه اقتصادی، بازده و بهره‌برداری از پروژه آبی مدنظر است، مهندسی سازه و رشته‌های مرتبط، سعی بر این دارند که تا حد ممکن سازه آبی مستحکم، قابل اطمینان و ارزان باشد و کارشناسان هیدرولوژی به توجیه اندازه یا عظمت سازه، ضریب اطمینان در مقابل حوادث مخرب، از قبیل سیل و توجیه اقتصادی و عمر پروژه می‌پردازند. امروزه با به کار گرفتن علم آمار، بشر در استحکام و اطمینان به بهره‌دهی سالم پروژه‌های آبی کمک مؤثری نموده است (۱۷). تجربیات طولانی نشان داده است و بر اهل فن پوشیده نیست که بدون استفاده از قوانین آمار و احتمالات و قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هواشناسی استفاده از داده‌های خام در طراحی ساختمان‌های آبی خالی از اشکال نیست و ممکن است خطرناک هم باشد (۲۵). یکی از روش‌های آماری استفاده از انواع توزیع‌های فراوانی یا آماری برای مشخص کردن فراوانی وقوع یا تعداد دفعاتی است که به طور متوسط یک متغیر در مدت زمان مشخص اتفاق می‌افتد (۳). برای برآورد دبی‌های حداکثر، حداقل و متوسط با دوره‌های بازگشت مختلف از توزیع‌های آماری خاصی استفاده می‌کنند (مانند نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل). برای برآورد پارامترهای آماری هر یک از این توزیع‌ها (از جمله میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی) نیز از روش‌های خاصی استفاده می‌شود مانند (حداکثر درست‌نمایی، روش گرافیکی، فرمول‌های تجربی، روش گشتاورها) در این تحقیق برای برآورد پارامترهای آماری از روش گشتاور L (گشتاورهای خطی) استفاده شده است. روش گشتاور L که دارای تابع توزیع آماری خطی است از جمله

آمار و اطلاعاتی که از گوشه و کنار مملکت می‌رسد، نشان می‌دهد که مردم همواره با خطرات ناشی از سیل و یا خشکسالی مواجه هستند و بدین طریق هر ساله میلیاردها ریال خسارت به راه‌ها، شهرها، روستاها، مزارع و سدها وارد گردیده و نیز موجب تلفات انسانی در کشور می‌شود. علم هیدرولوژی به کمک آمار و احتمالات سعی می‌کند که با پیروی از قوانین طبیعت این چنین صدمات را به حداقل خود برساند. معمولاً در طرح‌های هیدرولیکی جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار می‌گیرد، از جمله توجه اقتصادی، بازده و بهره‌برداری از پروژه آبی مدنظر است، مهندسی سازه و رشته‌های مرتبط، سعی بر این دارند که تا حد ممکن سازه آبی مستحکم، قابل اطمینان و ارزان باشد و کارشناسان هیدرولوژی به توجیه اندازه یا عظمت سازه، ضریب اطمینان در مقابل حوادث مخرب، از قبیل سیل و توجیه اقتصادی و عمر پروژه می‌پردازند. امروزه با به کار گرفتن علم آمار، بشر در استحکام و اطمینان به بهره‌دهی سالم پروژه‌های آبی کمک مؤثری نموده است (۱۷). تجربیات طولانی نشان داده است و بر اهل فن پوشیده نیست که

ارزیابی آن‌ها نشان داد که توزیع LP3 یک برازش مناسب را با داده‌های جریان سیل نشان می‌دهد، انز و بایازیت (۱۹) برازش نکوئی را برای ۷ توزیع احتمالی مختلف برای ۱۸۱۹ مکان-سال از داده‌های جریان سیل دارای آمار در دسترس در ۱۹ ایستگاه اندازه‌گیری مناطق مختلف جهان با طول دوره ثبت از ۶۰ تا ۱۶۵ سال به کار بردند. با استفاده از روش‌های متعدد برازش نکوئی، شامل نمودارهای گشتاور L، آن‌ها نتیجه گرفتند که توزیع GEV بهترین برازش را در اکثر مناطق با استفاده از همه آزمایشات نشان می‌دهد.

علاوه بر این محققان متعددی نمودارهای گشتاور L را برای برازش نکوئی فرضی از توزیع‌های احتمالی مختلف در نمودارهای منطقه ای جریانات سیل به کار بردند که بعضی از این موارد شامل تحقیقات والیس (۲۹)، ناتان و وینمن (۱۸)، گرینگاس و آدامفسکی (۸)، پیلون و آدامفسکی (۲۱)، پیرسون (۲۲)، کریم و چادهوری (۱۳)، وگل و همکاران (۲۶)، راوو و حامد (۲۴)، انز و بایازیت (۱۹) است. در هر یک از این مطالعات نمونه‌های جریان سیل در مناطق مختلف جهان به کار برده شد (استرالیا، نیوزیلند، کانادا، ایالات متحده آمریکا و بنگلادش). همه این مطالعات استفاده از توزیع GEV را توصیه می‌کنند. بنابراین، جمعاً در ۹ مطالعه، ۹۴۴ نمونه منفرد از ماکزیمم‌های جریان سیل سالانه در اطراف جهان به کار رفت که طولانی‌ترین ثبت‌های قابل دسترس در جهان را در برمی‌گرفت. علاوه بر این نمودارهای گشتاور L یک توافق کلی را علی‌رغم انتخاب یک توزیع احتمالی منطقه‌ای اولیه، نشان دادند. فقط دو مطالعه به وسیله وگل و همکاران (۲۸) برای ۴۴۴ حوزه آبخیز در ایالات متحده و استرالیا به کار رفت و نشان داد که توزیع‌های GEV و LP₃ و لوگ نرمال سه پارامتری (LN₃) مدل‌های قابل قبولی برای توزیع جریان‌های سیل هستند.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شیخ عثمان در استان آذربایجان غربی در محدوده سیاسی شهرستان اشنویه قرار گرفته و $44^{\circ} 59' 00''$ مختصات جغرافیایی آن $51^{\circ} 49' 40''$ الی $45^{\circ} 6' 00''$ شرقی و $37^{\circ} 1' 00''$ الی $37^{\circ} 5' 00''$ عرض شمالی است که با وسعت $2334/3$ هکتار در بخش شمالی غرب کشور و جنوب غرب دریاچه ارومیه قرار دارد. زیرحوزه شیخ عثمان جزء حوزه آبخیز گدارچای است.

ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه

از آن جایی که حوزه آبخیز شیخ عثمان فاقد هرگونه ایستگاه هیدرومتری برای اندازه‌گیری پارامترهای

روش‌های جدیدی است که برای انتخاب توزیع‌های مناسب آماری برای داده‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پارامترهای آماری که از روش گشتاور L به دست می‌آیند می‌توانند برای محاسبه دبی‌های حداکثر، حداقل و متوسط با دوره‌های بازگشت مختلف از توزیع‌های آماری مختلف مورد استفاده قرار گیرند و در نهایت، با استفاده از آزمون‌های برازش نکوئی بهترین توزیع برای ایستگاه‌های مختلف به دست می‌آید و کارایی این روش با روش گشتاورها و روش پیشینه درست‌نمایی مقایسه شده است که این موارد از جمله اهداف اصلی تحقیق هستند. سؤال اصلی مطرح شده در این پژوهش به صورت زیر است.

آیا گشتاور L روش مناسبی برای برآورد پارامترهای توابع توزیع آماری برای دبی‌های حداکثر سیلاب در این منطقه است؟ که پاسخ صحیح به این سؤالات از جمله اهداف اصلی این تحقیق است.

چونان (۴) نتایج یک بررسی کلی در جهان را برای روش‌های فرکانس سیلاب خلاصه کرد که برای سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۴ تهیه شد. در این مطالعه اجمالی ۵۵ آژانس از ۲۸ کشور به کار برده شد. بعضی از کشورها استفاده بیش از یکی از توزیع‌های استاندارد را گزارش کردند. از ۶ توزیع گزارش شده، بیش‌ترین توزیع‌های عمومی، گمبل (EVI) لوگ نرمال دو پارامتری (LN₂)، پیرسون نوع سوم (P₃) و لوگ پیرسون نوع سوم (LP₃) هستند. عبدالله و همکاران (۱) در تحقیقی با عنوان استنتاجی از طرح بارشی جدید در قطر با استفاده از گشتاور خطی بر اساس دیدگاه شاخص سیل به این نتیجه رسیدند که معادله توسعه یافته پیش بینی سیلاب می‌تواند بر اساس اندازه‌گیری بارش حداکثر با متوسط خطای ۵/۵ درصد محاسبه شود.

فراکورسون و همکاران (۶) یک توزیع GEV را برای داده‌های جریان سالانه سیل در ۱۱۲۱ ایستگاه اندازه‌گیری در ۷۰ کشور مختلف با استفاده از گشتاورهای وزنی احتمالی برازش دادند. اگر چه آن‌ها برازش نکوئی را برای توزیع GEV حدس زدند ولی آن‌ها منحنی‌های قابل توسعه منطقه‌ای را که مقایسه‌شان را در مناطق مختلف ممکن می‌ساخت، به کار بردند. به منظور برنامه‌ریزی و طراحی سیستم‌های شهری، کانال‌های داخل شهر، تاسیسات زیر بنایی آبی و اندازه‌گیری سیلاب و مطالعات اکولوژیکی و زیست محیطی متنوع از روش بارش طرح نیز استفاده شده است (۱۵).

مک ماهون و همکاران (۱۶) و فینلیسون و همکاران (۵) از نمودارهای ایجاد شده گشتاور عادی برای به دست آوردن توزیع‌های احتمالی ماکزیمم جریان سالان سیل در ۹۴۷ منطقه در اطراف جهان استفاده کردند.

می‌شود یک دوره مشترک ۳۴ ساله برای پنج ایستگاه در نظر گرفته شد که در این دوره مشترک داده‌های ناقص هر کدام از ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب مورد بازسازی قرار گرفت. در ادامه مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد استفاده طی جدول ۱ نشان داده شده است.

هیدرولوژیکی است لذا برای برآورد پارامترهای موردنیاز از آمار سایر ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه مجاور استفاده شده است. با توجه به اختلاف سال‌های آماری موجود ایستگاه‌های هیدرومتری انتخاب شده که گلاز چای- اشنویه، گذار چای- پی قلعه، کانی رش- چپر آباد، گذار چای- نقده، گذار چای- پل بهراملو را شامل

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه طرح

تاریخ تأسیس	مشخصات جغرافیایی			مساحت حوزه آبخیز (کیلومتر مربع)	رودخانه - ایستگاه
	ارتفاع	عرض	طول		
۱۳۴۴	۱۴۸۰	۳۷-۰۲	۴۵-۰۵	۱۰۳	گلاز چای- اشنویه
۱۳۴۵	۱۵۰۰	۳۷-۰	۴۵-۰۲	۲۴۴	گذار چای- پی قلعه
۱۳۴۸	۱۴۷۰	۳۶-۵۸	۴۵-۰۸	۱۴۱	کانی رش- چپر آباد
۱۳۴۵	۱۳۴۰	۳۶-۵۸	۴۵-۲۲	۱۴۳۸	گذار چای- نقده
۱۳۴۵	۱۳۸۰	۳۶-۵۲	۴۵-۳۷	۲۰۷۳	گذار چای- پل بهراملو

میانگین هستند که باعث اریب بودن واقعی و واریانس می‌شود. گشتاورهای L می‌توانند گشتاورهای وزنی احتمالی تعریف شوند. PWMs یا گشتاورهای وزنی احتمالی را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:

$$S_r = E[x[F_x(x)]^r] \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن $F(x)$: تابع توزیع تجمعی (cdf) برای x است. گشتاورهای وزنی- احتمالی مورد انتظار x مطابق با توان‌های $F(x)$ هستند. وقتی $r=0$ باشد میانگین جریان یا μ است و اندازه‌گیری‌های گشتاور L در ساده‌ترین تعریف توابع خطی از اندازه‌گیری‌های $PWMs$ هستند. اندازه‌گیرهای نمونه غیر اریب $PWMs$ برای هر توزیعی می‌تواند از روابط زیر به دست آیند:

$$b_0 = m = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{(j)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$b_1 = \sum_{j=1}^{n-1} \left[\frac{n-j}{n(n-1)} \right] x_{(j)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$b_2 = \sum_{j=1}^{n-2} \left[\frac{(n-j)(n-j-1)}{n(n-1)(n-2)} \right] x_{(j)} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$b_3 = \sum_{j=1}^{n-3} \left[\frac{(n-j)(n-j-1)(n-j-2)}{n(n-1)(n-2)(n-3)} \right] x_{(j)} \quad \text{رابطه (۵)}$$

که $X(j)$ جریان‌های منظم رودخانه‌ای را با $X(1)$ که بزرگ‌ترین مشاهده و $X(n)$ کوچک‌ترین مشاهده است نمایش می‌دهد. اندازه‌گیرهای PWM را می‌توان به صورت معادله کلی زیر نمایش داد:

بررسی آمار ایستگاه‌ها و تکمیل آن‌ها

با توجه به بررسی به عمل آمده همان‌طوری که ذکر شد برای منطقه طرح موردنظر از آمار ایستگاه‌های گلاز چای- اشنویه، گذار چای- پی قلعه، کانی رش- چپر آباد، گذار چای- نقده و گذار چای- پل بهراملو استفاده شده است. با توجه به مطالعات، تکمیل آمارها با استفاده از روش همبستگی برای یک دوره مشترک از سال آبی ۱۳۴۵ الی ۱۳۷۹ در نظر گرفته شده است. همبستگی بین ایستگاه‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Minitab مورد بررسی قرار گرفته که بهترین معادله مورد نظر محاسبه شده است. در بازسازی نواقص آماری از ایستگاهی که دارای بالاترین ضریب همبستگی با ایستگاه مذکور بوده است، استفاده شده است.

روش گشتاورهای L

گشتاورهای L و گشتاورهای وزنی احتمالی شبیه به گشتاورهای عادی هستند که به صورت خلاصه توزیع‌های تئوریک احتمالی برای نمونه‌های مشاهداتی تعریف می‌شود. مشابه با ایجاد گشتاورهای عادی، گشتاورهای L نیز می‌توانند برای اندازه‌گیری پارامترها، فواصل برآوردها و تست مجانبی قابل استفاده باشند. اگرچه تئوری و کاربرد گشتاورهای L موازی با گشتاورهای رایج است، اما گشتاورهای L دارای چندین اختلاف مهم نیز هستند اندازه‌گیرهای نمونه گشتاورهای L همیشه ترکیبات خطی از مشاهدات تصادفی به شمار می‌روند، آن‌ها کمیت‌هایی هستند که نسبت به تولید گشتاورهای عادی کمتر اریب محسوب می‌شوند.

این به سبب آن است که اندازه‌گیرهای ایجادکننده گشتاور عادی به مانند S^2 و G باید به ترتیب مربع و مکعب مشاهدات باشند که سبب می‌شود به آن‌ها وزن بیش‌تری داده شود، همراه با مشاهداتی که دور از

گرفته است را می‌توان با استفاده از فرمول زیر به دست آورد. آن توزیعی مناسب‌تر است که دارای مجموع مربعات باقی‌مانده کوچک‌تری باشد.

$$R.S.S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Ei} - Q_i)^2}{n-m} \right]^{1/2} \quad (15)$$

در این فرمول داریم:

R.S.S: مجموع مربعات باقی‌مانده Q_{Ei} : مقدار برآورد شده متغیر
 Q_{0i} : مقدار مشاهده‌شده متغیر n تعداد نمونه

نتایج و بحث

پس از این که نواقص آماری ایستگاه‌های منتخب برطرف شد. داده‌های هر ایستگاه برای انجام تجزیه و تحلیل آماری آماده شدند. چون هدف از این تحقیق در درجه اول مقایسه روش گشتاور L با روش‌های گشتاور معمولی و بیشینه درست‌نمایی است تا کارایی این روش مشخص گردد. لذا در ابتدا از نرم‌افزار Hyfa¹ به‌منظور آنالیز فرکانس دبی‌های انتخاب شده استفاده شد. این نرم‌افزار ابتدا احتمال تجربی داده‌ها را به چندین روش محاسبه می‌کند و سپس احتمال وقوع نظری داده‌ها را نیز برای توزیع‌های آماری مختلف به دست می‌آورد و در نهایت با استفاده از آزمون‌های برازش نکوئی حداقل مربعات و کای دو توزیع مناسب آماری را مشخص می‌کند. پارامترهای توزیع آماری در این نرم‌افزار به دو روش درست‌نمایی حداکثر و گشتاورهای عادی محاسبه می‌شود. در این پژوهش برای محاسبه احتمال تجربی داده‌ها از روش شناخته شده ویبول که بیش‌تر از سایر فرمول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده شد و سپس پنج توزیع مورد استفاده در این تحقیق شامل لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل برای داده‌های هر ایستگاه برازش داده شد و در نهایت، با استفاده از آزمون حداقل مربعات به دو روش گشتاورهای معمولی و حداکثر درست‌نمایی و آزمون کای اسکوتر توزیع مناسب انتخاب شد.

در این تحقیق به دلیل اینکه توزیع نرمال معمولاً تطابق خوبی با روش گشتاورهای L دارد مورد محاسبه قرار نگرفت ولی در نرم‌افزار Hyfa و به روش گشتاورهای عادی و درست‌نمایی ماکزیمم محاسبه شد. این مراحل برای پنج ایستگاه انتخاب شده دبی حداکثر سالانه انجام شد. نتایج آزمون حداقل مربعات به روش گشتاورهای معمولی و بیشینه درست‌نمایی در این نرم‌افزار برای مقایسه با روش گشتاورهای L استخراج شده‌اند. پس از این مراحل به‌منظور برآورد گشتاورهای L برنامه کامپیوتری در محیط کوئیک بیسیک نوشته

$$b_r = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-r} \left[\frac{r}{n-j} \right] x_{(j)} \quad (6)$$

برای هر توزیعی، چهار گشتاور ابتدایی L می‌تواند به آسانی با استفاده از PWMs به دست آید:

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (7)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (8)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (9)$$

$$\lambda_4 = 30\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (10)$$

اندازه‌گیرهای نمونه چهار گشتاور ابتدایی L به وسیله اندازه‌گیرهای نمونه b_r از معادله ۶ به دست می‌آیند و در معادلات گشتاور L که در معادلات ۷ تا ۱۰ نمایش داده شده است قرار می‌گیرند. معادلات ۷ تا ۱۰ به صورت معادله عمومی زیر نمایش داده می‌شود:

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_k (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad (11)$$

مشابه با ایجاد نسبت‌های گشتاور L، ضریب تغییرات $CV = \frac{\delta}{\mu}$ ، چولگی γ و کشیدگی κ Hosking (۱۲) نسبت‌های گشتاور L را تشریح کرد:

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = L \quad \text{ضریب ضریب تغییرات (L-CV)} \quad (12)$$

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} = L \quad \text{چولگی (L-Skewness)} \quad (13)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_3} = L \quad \text{کشیدگی (L-Kurtosis)} \quad (14)$$

که $\lambda_r = 1, \dots, 4$ و ۴ گشتاور ابتدایی L هستند و τ_2, τ_3, τ_4 به ترتیب ضریب تغییرات (L-CV)، چولگی L و کشیدگی L هستند. اولین گشتاور L معادل با میانگین جریان است (μ). از این نسبت‌های بی‌بعد می‌توان برای مقایسه دو جمعیت استفاده کرد که این روش توسط هاسکینگ (۱۲) تشریح شد.

لازم به ذکر است که در این تحقیق برای برآورد پارامترهای توابع توزیع آماری از روش‌های گشتاور معمولی و بیشینه درست‌نمایی استفاده شد و نتایج استخراج شده از آن با استفاده از نرم‌افزار Hyfa با روش گشتاور L مقایسه شد.

سؤالی که به‌طور طبیعی پیش می‌آید این است که برای داده‌های یک نمونه خاص کدامیک از توزیع‌ها را به کار ببریم؟ برای انتخاب بهترین توزیع فراوانی برای داده‌های موجود از آزمون‌های مختلف مانند آزمون مربع کای یا کای اسکوتر، آزمون کلموگراف-اسمیرنوف، آزمون حداقل مربعات، استفاده می‌شود.

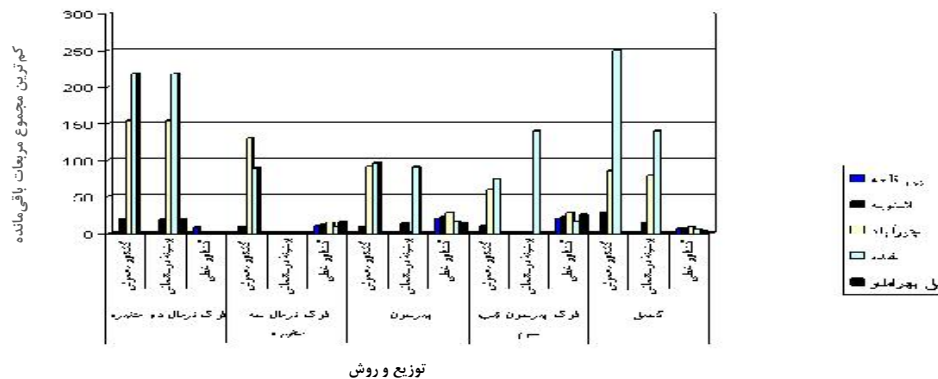
از میان این روش‌ها، روش حداقل مربعات یا مجموع مربعات باقی‌مانده که در این پژوهش مورد استفاده قرار

باید به دست آید و بدین منظور ضریب فراوانی یا تناوب باید به دست آید که از روابط خاصی که برای هر توزیعی وجود دارد استفاده می‌شود. به دلیل محاسبات طولانی این روش، برنامه کامپیوتری در نرم افزار EXCEL نوشته شد که این برنامه‌ها در نهایت مجموع مربعات باقی‌مانده برای هریک از ایستگاه‌ها را محاسبه می‌کنند. پس از محاسبه R.S.S برای کلیه دبی‌ها و ایستگاه‌های منتخب، نتایج آن برای مقایسه با روش گشتاورهای معمولی در جدول (۲) آورده شده است. شکل ۱ نیز مقایسه بین کم‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده برای دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های منتخب به وسیله ۵ توزیع مورد استفاده در این تحقیق را با سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درست‌نمایی و گشتاور خطی نشان می‌دهد و این نمودار نیز نشان‌دهنده آن است که در کلیه ایستگاه‌های منتخب روش گشتاور خطی برآزش بهتری را با داده‌ها نشان می‌دهد. در مرحله بعد با استفاده از نتایج این جداول و با توجه به کم‌ترین مقدار R.S.S توزیع و روش مناسب برای هر ایستگاه به صورت جدول ۳ آورده شده است.

شد. نحوه محاسبه در این برنامه به این صورت است که نخست داده‌های هر ایستگاه را به صورت نزولی مرتب می‌کند و سپس نسبت‌های گشتاور L شامل b_0 و b_1 و b_2 و b_3 (اندازه‌گیرهای نمونه مرتبه‌های اول و دوم و سوم و چهارم گشتاور L) را محاسبه می‌کند و n_j را که همان تعداد داده‌های هر ایستگاه است می‌دهد و سپس گشتاور مراحل اول و دوم و سوم و چهارم ($\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4\}$) که به ترتیب همان میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی است را محاسبه می‌کند و سپس $\dagger_2, \dagger_3, \dagger_4$ (به ترتیب ضریب تغییرات L، چولگی L و کشیدگی L) را محاسبه می‌کند که این محاسبه برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه کلیه ایستگاه‌های و لگاریتم دبی‌های ذکر شده انجام شده است. در مرحله بعد به منظور انتخاب بهترین توزیع فراوانی از روش گشتاور L از روش مجموع مربعات باقی‌مانده یا R.S.S استفاده شد. به منظور استفاده از این روش Q_{Ei} یا دبی برآورد شده از روش گشتاور L برای هریک از توزیع‌های آماری استفاده شده در این تحقیق برای هریک از ایستگاه‌ها

جدول ۲- مقایسه مجموع مربعات باقی‌مانده (R.S.S) برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه به سه روش گشتاور معمولی و بیشینه درست‌نمایی و گشتاور خطی به وسیله پنج توزیع مورد استفاده در این پژوهش

نام ایستگاه	توزیع آماری روش		لوگ نرمال دو متغیره		لوگ نرمال سه متغیره		پیرسون تپ سوم		لوگ پیرسون تپ سوم		گمبل
	گشتاور معمولی	بیشینه درست‌نمایی	گشتاور معمولی	بیشینه درست‌نمایی	گشتاور معمولی	بیشینه درست‌نمایی	گشتاور معمولی	بیشینه درست‌نمایی	گشتاور معمولی	بیشینه درست‌نمایی	
بی قلعه	-	-	۷/۴۷	-	-	-	۱۱/۰۴	-	-	-	-
اشنویه	۱۹/۲۵	۱۹/۲۵	-	-	۱۲/۱۲	۹/۴۸	۱۲/۸۹	۲۲/۲۸	۱۰/۱	۲۲/۴۸	۱۳/۶۷
چپرآباد	۱۵۳/۶۵	۱۵۳/۶۵	-	-	۱۵/۳۸	۹۰/۷	-	۲۷/۹۰	۵۹/۸۲	۲۸/۵۷	۷۹/۱
نقده	۲۱۷/۹۷	۲۱۷/۹۷	-	-	۸/۷۶	۹۵/۱	۸۹/۶۷	۱۶/۳۲	۷۳/۷	۱۶/۵۶	۱۳۹/۱۲۷
تل بهراملو	-	-	۱۹/۱	-	-	-	-	-	-	۲۶/۴۲	-



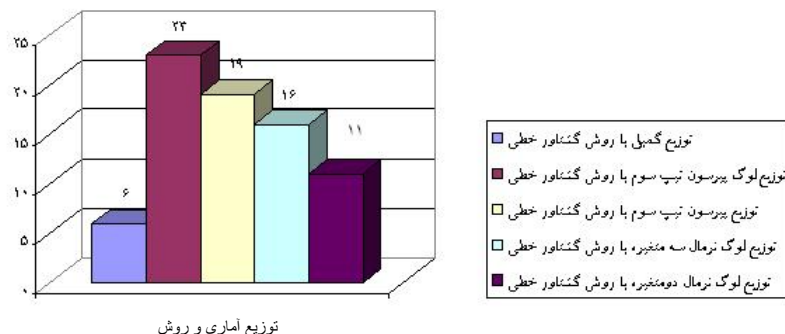
شکل ۱- مقایسه کم‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه ایستگاه‌های منتخب به وسیله پنج توزیع مورد استفاده در این تحقیق با سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درست‌نمایی و گشتاور خطی.

جدول ۳- بهترین توزیع انتخاب شده برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه از روی کم‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده (R.S.S) برای ایستگاه‌های منتخب

نام ایستگاه	کمترین مجموع مربعات باقی‌مانده	توزیع انتخاب شده	روش مناسب
پی قلعه	۵/۹۹	گمبل	گشتاور خطی
اشنویه	۶/۵۲	گمبل	گشتاور خطی
چپرآباد	۸/۷۸	گمبل	گشتاور خطی
نقده	۲/۹۰	لوگ نرمال دو متغیره	گشتاور خطی
پل بهراملو	۴/۲۰	گمبل	گشتاور خطی

مجموع این نمرات برای هر یک از توزیع‌ها به دست آمد. آن توزیعی که کم‌ترین نمره را دارا است بهترین توزیع منتخب است که نتایج آن به صورت شکل ۲ ارائه شده است.

به‌منظور مقایسه بهتر توزیع‌ها از روش نمره دهی به بهترین روش و توزیع نیز استفاده شده است و در این مقایسه به توزیعی که کم‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده را دارا است نمره ۱ و به توزیعی که بیش‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده را دارا است رتبه پنج داده شد و



شکل ۲- مجموع نمرات دریافت شده برای انتخاب بهترین توزیع و روس برای ایستگاه‌های مسحب دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه.

حداقل خطا و اریب می‌باشد و در همه ایستگاه‌ها برآزش بهتری را با داده‌ها نشان می‌دهد.

درباره‌ی موضوع مورد تحقیق محققان متعددی با روش‌های بسیار متنوعی عمل نمودند. برای نمونه هاسکینگ و والیس (۱۱) آزمون‌های یکنواختی را معرفی کردند که به صورت گسترده‌ای در بارش و سیلاب منطقه‌ای و همین‌طور جریان حداقل مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این مورد می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط محققان دیگر نیز اشاره کرد از جمله به تحقیقات ابولوردی و همکاران (۲)، سارکر و همکاران (۲۳)، حداد و همکاران (۹،۱۰)، ذکریا و همکاران (۳۱)، لی و همکاران (۱۴)، یانگ و همکاران (۳۰)، گابریل و همکاران (۷)، فام و همکاران (۲۰)، و گل و همکاران (۲۸،۲۷) و گرینگاس (۸) و کریم (۱۳) که به عنوان نمونه به نتایج فعالیت‌های پژوهشی عبدالله و همکاران (۱) اشاره می‌شود. این محققان با استفاده از دیگرام‌های نسبت‌های گشتاور L دریافتند که توزیع‌های پیرسون نوع سوم و نرمال به عنوان توزیع مناسب برای منطقه مورد بررسی واقع در کشور قطر می‌باشد و با توجه به موارد نادر استفاده از توزیع عمومی

انتخاب توزیع‌های مناسب برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالان ایستگاه‌های منتخب

با توجه به نتایج این پژوهش در مورد دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه برای پنج ایستگاه منتخب و با مقایسه کم‌ترین مجموع مربعات باقی‌مانده از جدول ۳ و نمودار مجموع نمرات داده شده برای هر توزیع (شکل ۲) مشخص می‌گردد که توزیع گمبل و روش گشتاور L با دارا بودن نمره ۶ دارای کمترین مجموع مربعات خطا، بهترین روش و توزیع آماری است. در این بررسی توزیع لوگ نرمال دو متغیره و روش گشتاور خطی با دارا بودن نمره ۱۱ در رتبه دوم و پس از آن به ترتیب توزیع‌های لوگ نرمال سه متغیره و روش گشتاور خطی با دارا بودن نمره ۱۶ در رتبه سوم و توزیع پیرسون تیپ سوم و روش گشتاور خطی با دارا بودن نمره ۱۹ در رتبه چهارم و توزیع لوگ پیرسون تیپ سوم و روش گشتاور خطی با دارا بودن نمره ۲۳ در رتبه پنجم قرار می‌گیرند. این مقایسه نیز غالب بودن برآزش توزیع گمبل و روش گشتاور خطی را برای محاسبه دبی حداکثر سیلاب برای ایستگاه‌های منتخب نشان می‌دهد. نکته جالب توجه این است که روش گشتاور خطی روشی است که دارای

ایستگاه‌های مختلف از سال شروع آماربرداری بازسازی شده است و چون تغییرات زیادی در طول دوره آماری وجود نداشته است، لذا به نظر می‌رسد تأثیر زیادی در انتخاب توزیع مناسب نداشته است و لازم است که در سایر مناطق با طول دوره آماری بیش‌تر و با تغییرات بیش‌تر نیز مورد بررسی قرار گیرد تا اثر آن در انتخاب توزیع مناسب به صورت واضح‌تری مشخص گردد.

۳- در این پژوهش برای انتخاب بهترین توزیع آماری از روش حداقل مربعات استفاده شده است، توصیه می‌شود آزمون‌های دیگر انتخاب بهترین توزیع آماری مانند آزمون کلموگراف-اسمیرنوف، آزمون کای اسکوئر نیز به کار گرفته شده تا تأثیر آن بر انتخاب بهترین توزیع آماری مشخص شود.

نرمال آن‌ها توزیع پیرسون نوع سوم را به عنوان توزیع منطقه‌ای انتخاب شده معرفی نمودند.

۱- روش گشتاورهای خطی از جمله روش‌های جدیدی است که از سوی محققین مختلف در اقصی نقاط جهان برای برآورد دبی‌های حداکثر و متوسط و حداقل به کار گرفته شده است و کارایی خود را در بسیاری از نقاط با ارباب و خطای کم‌تری نشان داده است. پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه ما در کشور ایران دارای هردو مشکل خشکسالی و سیلاب می‌باشیم این روش در سایر نقاط نیز مورد آزمایش و تحقیق قرار گیرد تا کارایی آن در مقایسه با سایر روش‌ها مانند گشتاور معمولی و بیشینه درست‌نمایی مشخص گردد.

۲- طول دوره آماری مورد استفاده در این پژوهش، دوره آماری مشترک ۳۴ ساله بوده است و آمار

منابع

1. Abdullah Al Mamoon, A., E. Niels, B. Joergensen, C. Ataur Rahman and Q. Hassan. 2014. Derivation of New Design Rainfall in Qatar Using L-moment Based Index Frequency Approach. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3: 111-118.
2. Abolverdi, J. and D. Khalili. 2010. Development of Regional Rainfall Annual Maxima for Southeastern Iran by L. moments. *Water Resources Management*, 24: 2501-2526.
3. Alizadeh, A. 1995. *Principals of Applied Hydrology*, Imam Reza University press, 15 edith, 735 pp, (In Persian).
4. Cunnane, C. 1989. *Statistical distributions for flood frequency analysis*. WMO operational hydrology Report no. 33. World Meteorological Organisation, 41 Giuseppe Motta, Casa Postale no. 5 CH 1211 Geneva, Switzerland.
5. Finlyson, B.L. and T.A.Mc. Mahon. 1992. *Global Run-off Encyclopedia of Earth System Science*, Academic Press, Inc., San Diego, California, 166 pp.
6. Farquarson, F.A.K., C.S. Green, J.R. Meigh and J.V. Sutcliff. 1987. *Comparition of Flood Frequency Curves from Many Different Regions of the World*. In: *Regional Flood Frequency Analysis*, V.P. Singh(Ed.). Reidel, Dordecht, the Netherlands, 223-256.
7. Gabriele, S. and F. Chiaravalloti. 2013. Using the Meteorological Information for the Regional Rainfall Frequency Analysis: An Application to Sicily. *Water Resources. Management*, 27: 1721-173.
8. Gringas, D. and K. Adamowski. 1992. Coupling of Nonparametric Frequency and L-Moment Analysis for Mixed Distribution Identification. *Journal of the American Water Resources Association*, 28: 263-272.
9. Haddad, K. and A. Rahman. 2011. Selection of the Best Fit Flood Frequency Distribution and Parameter Estimation Procedure-a Case Study for Tasmania in Australia. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25: 415-428.
10. Haddad, K., A. Rahman and J. Green. 2011. Design Rainfall Estimation in Australia: a Case Study Using L Moments and Generalized Least Squares Regression. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25: 815-825.
11. Hosking, J.R. and J.R. Wallis. 1993. Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis. *Water Resources. Research*, 29: 271-281.
12. Hosking, J.R.M. 1990. L Moments: Analysis and Estimation of Distributions Using Linear Combinations of Order Statistics. *Journal of the Royal Statistical Society*. 52: 105-124.
13. Karim, M.A. and J.U. Chowdhury. 1995. A Comparison of Five Distributions Used in Flood Frequency Analysis in Bangladesh. *Hydrological Sciences Journal* 40: 55-66
14. Lee, C.H., T. Kim, G. Chung, M. Choi and C. Yoo. 2010. Application of Bivariate Frequency Analysis to the Derivation of Rainfall-Frequency Curves. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 24: 389-397.
15. Madsen, H., K. Arnbjerg-Neilsen and P.S. Mikkelsen. 2009. Update of Regional Intensity-Duration-Frequency Curves in Denmark: Tendency Towards Increased Storm Intensities. *Atmospheric Research*. 92: 343-349.
16. Mc. Mahon, T.A., B.L. Finlayson, A.T. Haines and R. Srikhatan. 1992. *Global Runoff-Continental Comparisons of Annual Flows and Peak Discharges* Catena Verlage, Cremlingen-Destedt, Germany.
17. Najmei, M. 1990. *Hydrology Engineering*, Iran Science and Technology university press, Sara publishers (In Persian).

18. Nathan, R.J. and Weinmann, P.E. 1991. Application of at-site and regional flood frequency analyses. In: Proceedings International Hydrology Water Resources Symposium, Perth, 2-4 October, 769-774.
19. Onoz, B.M. 1995. Best Fit Distributions of Largest Available Flood Samples. *Journal of Hydrology Amsterdam, the Netherlands*, 167: 195-208.
20. Pham, H., A. Shamseldin and B. Melville. 2014. Statistical Properties of Partial Duration Series and its Implication on Regional Frequency Analysis, *Journal of Hydrologic Engineering*, 19: 1471-1480.
21. Pilon, P.J. and K. Adamowski. 1992. The Value of Regional Information to Flood Frequency Analysis Using the Method of L-Moments Canadian. *Journal of Civil Engineering*, 19: 137-147.
22. Pearson, C.P. 1995. Regional Frequency Analysis of Low Flowss in New Zeland Rivers. *Journal of Hydrology-New Zeland*, 33: 94-122.
23. Sarker, S., N.K. Goel and B.S. Mathur. 2010. Development of is Opluvial Map Using L-moment Approach for Tehri-Garhwal Himalaya. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 24: 411-423.
24. Rao, A.R. and K.H. Hamed. 1994. Frequency Analysis of Upper Cauvery Flood Data by L-Moments. *Water Resources Management*, 8: 183-201.
25. Simafar, Sh. 1991. *Hydrology Engineering's*. Hand Polytechnic University press, Tabriz. (In Persian)
26. Vogel, R.M., T.A. Mc Mahon and F.H.S. Chiew. 1993b. Flood Flow Frequency Model Selection in Australia *Journal of Hydrology*, 1993, 146: 421-449.
27. Vogel, R.M., W.O. Thomas and T.A. Mc Mahon. 1993a. Flood Flow Frequency Model Selection in South Western U.S.A., *Journal of Water Resources, Planning and Management Division, ASCE*. 119: 353-366.
28. Vogel, R.M. and N. Fennessey. 1993. L-Moment Diagrams Should Replace Product Moment Diagrams *Water Resources Research*, 29: 1745-1752.
29. Wallis, J.R. 1988. *Catastrophes, Computing and Containment: Living with Our Restless Habit. Speculation in Science and Technology*, 11: 295-324.
30. Yang, T., C. Yu, Xu. Xi, Q. Shao and X. Chen. 2010. Regional Flood Frequency and Spatial Pattern Analysis in the Pearl River Delta Region Using L-Moments Approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 24: 165-182.
31. Zakaria, Z.A., A. Shabri and U.N. Ahmad. 2012. Regional Frequency Analysis of Extreme Rainfalls in the West Coast of Peninsular Malaysia Using Partial L-Moments. *Water Resources Management*, 26: 4417-4433.

Comparison Efficiency of Linear Moment Method with Common Methods for Estimation of Annual Maximum Peak Flood (Case Study: Sheikh Osman Watershed in Oshnavieh Area)

Abbas Gholami

Ph.D. Student of Watershed, Sari Agricultural Sciences and Natural Research University, Faculty
Member of Shomal University, (Corresponding author: gholami@Shomal.ac.ir)
Received: July 3, 2013 Accepted: June 22, 2015

Abstract

Due to the extent of Iran and the variety of climates in different area with variation of precipitation cause urgency obtaining to new methods for flood calculations. For this purpose necessary, efficient of new method assessment in compare of current method in different area of Iran until if suitable fitness for different region, used to calculation of flood. Two current methods for calculating of statistical parameter about flood have been ordinary moments and maximum likelihood that these methods calculate in Hyfa (Hydrological frequency analysis) and using of these results in our country. Another new method for computation of these statistical parameters in the recent years, that using in the world have been linear moments that applied by Hydrological experts for assessment in different area of the world and have been suitable recommendation for applying of this new method. The aim of this research was assessment of efficiency of this method in the selection area of sheikh Osman watershed from Oshnavieh in west Azerbaijan province as has been assessment, efficiency of this method in this region and if suitable developed for another region of Iran. The result of this study distinguished for five selection station in this region and pay attention to comparison between three methods of ordinary moment ,maximum likelihood and linear moment method, the best selection method and distribution have been the Gamble distribution with linear moment and extinct efficiency of this method for calculation of annual maximum peak floods that distinguish more accuracy compare with current method.

Keywords: Frequency Distribution Function, Gumble Distribution, Linear Moment, Maximum Peak Flood, Residual Sum of Square