بررسی توزیع‌های احتمالی مناسب برای دبی‌های حداقل، میانگین و حداکثر با استفاده از روش گشتاور L (مطالعه موردی: استان مازندران)[1]

عباس غلامی[2] محمدمهدوی[3] محمدرضا قنادها[4] مهدی وفاخواه[5]

چکیده

در توزیع‌های احتمالی مورد استفاده در هیدرولوژی، از روش‌های مختلفی برای به‌کارگیری آنها بهره‌گیری می‌شود که متداول‌ترین آنها روش گشتاور متمایل به مرکز است. علاوه بر این، با استفاده از رایانه از روش بیشینه درست‌نمایی (Maximum Likelihood) نیز استفاده می‌گردد. استفاده از روش گشتاور L نیز تنها چندسالی است که در جهان متداول شده و در کشور ما هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. تلاش‌های انجام‌شده در این تحقیق به‌منظور شناخت چگونگی کاربرد و مقایسه آن با روش‌های مرسوم قبلی است. به‌منظور بررسی توزیع‌های احتمالی مناسب برای دبی‌های حد اکثر، متوسط و حداقل سالانه با استفاده از روش گشتاور L ، از بین نزدیک به ٧٠ ایستگاه هیدرومتری موجود در منطقه، تعداد ٢٠ ایستگاه هیدرومتری برای دبی‌های حداکثر و حداکثر لحظه‌ای سالانه و ٢٥ ایستگاه هیدرومتری برای دبی حداقل و متوسط سالانه انتخاب شدند. پس از انتخاب ایستگاه‌های مناسب و استخراج دبی‌های مورد نظر از ایستگاه‌های منتخب، دوره آماری ٣٠ ساله از سال آبی ٤٨-٤٧ تا ٧٧-٧٦ به‌عنوان دوره مشترک آماری انتخاب شد. نواقص آماری ایستگاه‌های منتخب به روش همبستگی بین ایستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab بازسازی شد. مقادیر مجموع مربعات باقیمانده به روش گشتاور معمولی برای ٥ توزیع مورد استفاده در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار HYFA به‌دست آمد و با مقادیر مجموع مربعات باقیمانده روش گشتاور L مقایسه گردید و با توجه به کمترین مجموع مربعات باقیمانده هر توزیع به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L، توزیع مناسب برای هر ایستگاه انتخاب شد. بنابر نتایج این تحقیق در مورد دبی حداکثر سالانه و دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه برای اکثر ایستگاه‌ها، توزیع گمبل و روش گشتاور L و توزیع لوگ نرمال سه‌متغیره و روش گشتاور معمولی، مناسب تشخیص داده شدند و در مورد دبی متوسط سالانه و دبی حداقل سالانه نیز توزیع گمبل و روش گشتاور L تنها توزیعی بود که بیشترین برازش را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: دبی‌های حداقل، میانگین و حداکثر، تابع توزیع فراوانی، میانگین انحرافات نسبی، توزیع‌های احتمالی و گشتاور L

١- تاریخ دریافت: ٧٩/١٢/١٦، تاریخ تصویب نهایی: ٨٠/٧/٣٠

٢- کارشناس‌ارشد آبخیزداری

٣- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

٤- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

٥- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

هیدرولوژی علمی است که پیدایش، حرکت و مشخصات آب را بر روی زمین و همچنین روابط آن را با محیط مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. هیدرولوژی مهندسی جزئی از علم هیدرولوژی است که خصوص برنامه‌ریزی و طرح و بهره‌برداری از پروژه‌های مهندسی، برای کنترل و استفاده صحیح آب می‌باشد. مطالعات دقیق هیدرولوژیکی، به هنگام تهیه طرح‌های بهره‌برداری از منابع آب، پیش‌بینی طغیان‌ها، محافظت از سیلاب‌ها، سدسازی، تاسیسات آبیاری و زهکشی الزامی است (۱).

هرساله سیل یا خشکسالی موجب از بین رفتن مزارع و زمین‌های کشاورزی، سدها، بندها، راه‌ها، پل‌ها و سازه‌های دیگر و همچنین در مواردی خراب‌شدن خانه و کاشانه هزاران انسان و نابودی صدها انسان و دام می‌گردد. یکی از روش‌های آماری، استفاده از توزیع‌های فراوانی یا آماری جهت مشخص‌کردن فراوانی وقوع یا تعداد دفعاتی است که به‌طور متوسط یک متغیر در مدت زمان مشخص اتفاق می‌افتد (۲). متداول‌ترین توزیع‌های مورد استفاده در هیدرولوژی شامل توزیع نرمال، لوگ نرمال دومتغیره، لوگ نرمال سه‌متغیره، پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل است. در این توزیع‌ها پس از به‌دست آوردن مقدار حداکثر متغیر مورد نظر و با داشتن احتمال وقوع یا دوره بازگشت آن، می‌توان منحنی مربوطه را رسم و از روی آن مقادیر متغیر موردنظر با دوره بازگشت معین را تعیین کرد.

با درنظرگرفتن این‌که دوره‌های آماربرداری کوتاه می‌باشند، سعی می‌گردد تا منحنی به‌دست آمده با یکی از توزیع‌های آماری تطابق داده شده و بهترین منحنی انتخاب شود. سپس با مشخص‌بودن منحنی تطابق‌یافته، دبی سیلاب‌ها یا کم‌آبی‌ها با دوره‌های برگشت متفاوت تعیین می‌گردد. مزیت تطابق توزیع فراوانی داده‌های موجود با یکی از توزیع‌های آماری، این است که آمار محدود موجود را می‌توان توسعه داد که البته این توسعه نیز محدود است و احتمالات بسیار کم را نیز می‌توان از روی امتداد منحنی‌های توزیع تئوری به‌دست آورد، در ضمن توزیع به‌دست آمده را با دو یا سه پارامتر بیان کرد (۴). برای برآورد پارامترهای آماری هریک از توزیع‌ها (از جمله میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی)، از روش‌های خاصی استفاده می‌شود (مانند درست‌نمایی ماکزیمم، روش گرافیکی، فرمول‌های تجربی و روش گشتاورها). در این تحقیق، برای برآورد پارامترهای آماری از روش گشتاور L (Linear moments) یا گشتاور خطی استفاده شده است. روش گشتاور L که دارای تابع توزیع آماری خطی است، از جمله روش‌های جدیدی است که برای انتخاب توزیع‌های مناسب آماری برای داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی به کار می‌رود. پارامترهای آماری که از روش گشتاور L به‌دست می‌آیند، می‌توانند برای محاسبه دبی‌های حداقل، متوسط و حداکثر با دوره‌های بازگشت متفاوت از توزیع‌های آماری مختلف مورد استفاده قرار گیرند و در نهایت با استفاده از آزمون‌های برازش نکوئی بهترین توزیع برای ایستگاه‌های مختلف به‌دست می‌آید. محققان متعددی روش گشتاور L را توسط آزمون برازش نکوئی، برای توزیع‌های احتمالی مختلف مورد استفاده قرار دادند. والیس[۱] (۱۹۸۸) با مطالعه در ۵۵ منطقه مطالعاتی در شرق ایالات متحده آمریکا، توزیع GEV را مدل قابل قبولی دانست. ماتالاس[۲] (۱۹۶۳) استفاده از توزیع‌های P3 یا W3 را برای جریانات حداقل روزانه و ۷ روزه در ایالات متحده توصیه می‌کند. مارکوویچ[۳] (۱۹۶۵) از روش آماری حداقل مربعات برای برازش توزیع‌های N، LN2، LN3، GAM، P3 و LP3 برای جریان‌های

۱- Wallis
۲- Matalas
۳- Markovich

متوسط سالانه در ۴۴۶ منطقه در غرب ایالات متحده استفاده کرد. وی استفاده از توزیع گاما را توصیه کرد، اگرچه نتایج نشان داد که توزیع‌های P3، LN2 و LN3، توزیع‌های مناسبی می‌باشند.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

حوزه آبریز رودخانه‌های ساحلی دریای خزر در دامنه‌های شمالی بخش مرکزی رشته‌کوه‌های البرز قرار دارد و در امتداد ساحل دریا از دلتای سفیدرود تا بندر گز گسترش یافته است. حوزه آبریز رودخانه‌های ساحلی دریای خزر بین مختصات جغرافیایی ′۴۸ و °۴۹ تا ′۴۱ و °۵۴ شرقی و ′۳۶ و °۳۵ تا ′۱۹ و °۳۷ شمالی واقع است. مساحت این حوزه ۲۸۴۶۳ کیلومتر مربع است که حدود ۲۲۹۷۱ کیلومتر مربع آن را مناطق کوهستانی و ۶۴۹۱ کیلومتر مربع آن را کوهپایه و دشت تشکیل می‌دهد. این حوزه از شمال به دریای خزر، از غرب به حوزه سفیدرود، از جنوب به حوزه مرکزی و از جنوب‌شرق به حوزه سمنان و خراسان محدود می‌باشد. ارتفاع این حوزه از زیر صفر در کناره‌های دریا تا ۵۶۷۰متر در قله دماوند متغیر است (شکل ۱).

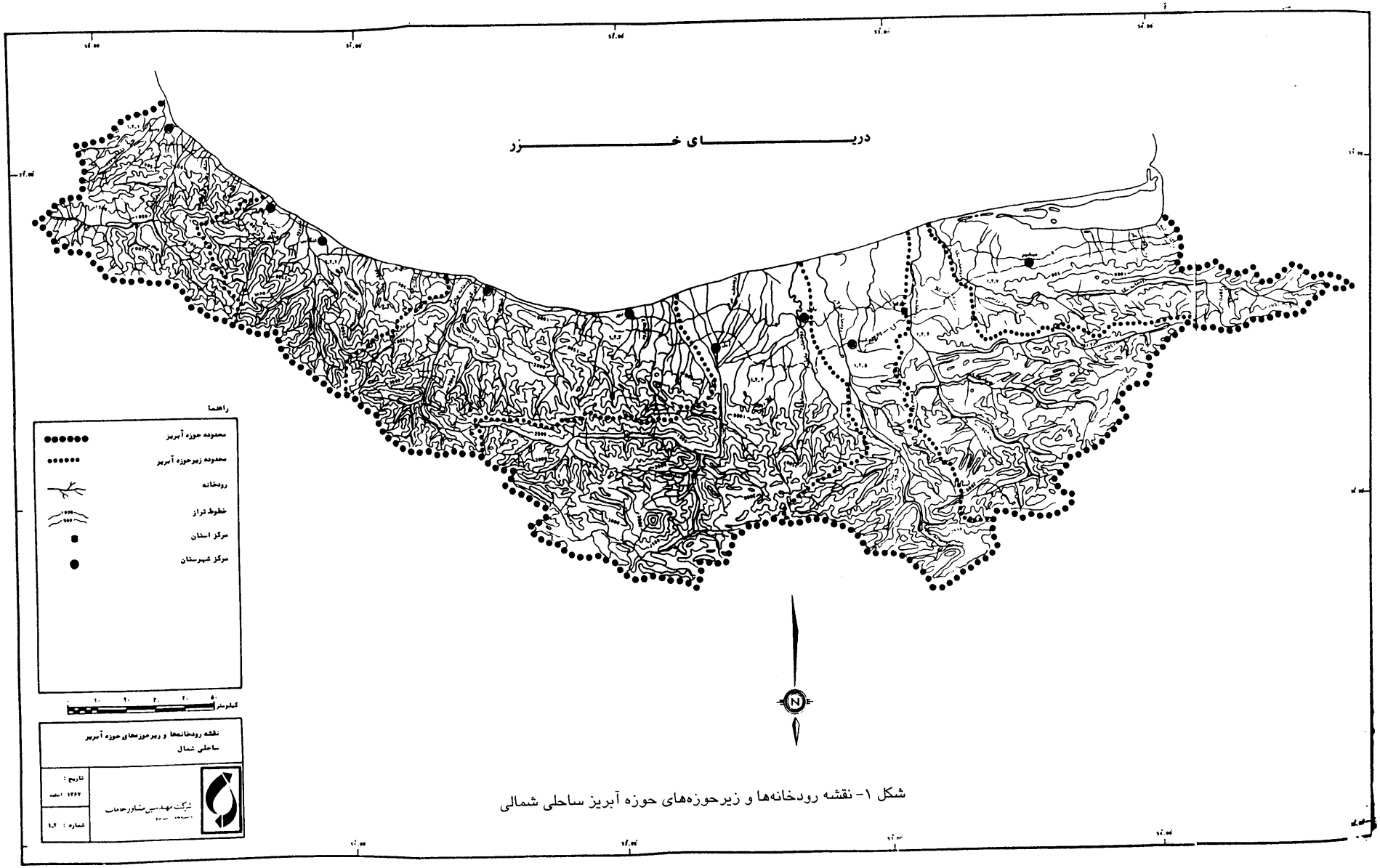
روش کار

به‌منظور دستیابی به اهداف این تحقیق، از بین نزدیک به ۷۰ ایستگاه هیدرومتری موجود در پهنه استان، تعداد ۲۵ ایستگاه هیدرومتری برای دبی حداقل و متوسط سالانه و ۲۰ ایستگاه هیدرومتری برای دبی حداکثر و حداکثر لحظه‌ای سالانه انتخاب شد. در انتخاب ایستگاه‌های مناسب به موارد زیر توجه شده است: طولانی‌بودن آمار، تا شرط مربوط به کفایت داده‌ها تامین شود، داشتن آمار نزدیک به زمان حال، تا جدیدترین تغییرات در نظر گرفته شود و نبودن سد یا بند انحرافی در بالادست ایستگاه که سبب ناهمگنی در آمار می‌شود. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری انتخاب‌شده جهت بررسی در جدول ۱ آمده است.

پس از انتخاب ایستگاه‌های مناسب، دوره آماری ۳۰ ساله، از سال آبی ۴۸-۴۷ تا ۷۷-۷۶ که در آن آمار ایستگاه‌ها بیشترین مقدار و به زمان حال نزدیکتر بوده است، به‌عنوان دوره مشترک آماری انتخاب شد. نواقص آماری ایستگاه‌ها به روش همبستگی بین ایستگاه‌ها برطرف شد. سپس داده‌های هر ایستگاه برای تجزیه و تحلیل آماری آماده شدند. چون هدف از انجام این تحقیق در درجه اول مقایسه روش گشتاور L با روش گشتاور معمولی بود (برای مشخص‌شدن کارایی روش گشتاور L)، از این رو در ابتدا از نرم‌افزار HYFA [1] به‌منظور آنالیز فرکانس دبی‌های انتخاب‌شده استفاده شد.

در این پژوهش، برای محاسبه احتمال تجربی داده‌ها، روش شناخته‌شده ویبول که بیشتر از سایر فرمول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌کار گرفته شد سپس ۵ توزیع مورد تحقیق (لوگ نرمال دو متغیره، لوگ نرمال سه‌متغیره، پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل) برای داده‌های هر ایستگاه برازش داده شد و در نهایت با به‌کارگیری آزمون حداقل مربعات به دو روش گشتاورهای معمولی و بیشینه درست‌نمایی و آزمون کای اسکوئر توزیع مناسب انتخاب گردید. این مراحل برای ۲۵ ایستگاه انتخاب‌شده دبی حداقل و متوسط سالانه و ۲۰ ایستگاه منتخب دبی حداکثر و حداکثر لحظه‌ای سالانه انجام شد. نتایج آزمون حداقل مربعات به روش گشتاور معمولی در این نرم‌افزار برای مقایسه با روش گشتاور L استخراج گردید. پس از این مراحل، به‌منظور برآورد نسبت‌های گشتاور L ، برنامه رایانه‌ای در محیط کوئیک بیسیک نوشته شد. با استفاده از نسبت‌های گشتاور L شامل λ_1 (میانگین)، λ_2 (انحراف معیار)، λ_3 (چولگی) و با محاسبه K یا

[1] - Hydrological Frequency Analysis



شکل ۱- نقشه رودخانه‌ها و زیرحوزه‌های حوزه آبریز ساحلی شمالی

جدول ١- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری انتخاب‌شده جهت بررسی

نام رودخانه اصلی	رودخانه	ایستگاه	مختصات جغرافیایی			تاریخ تاسیس	مساحت حوزه(Km^2)
			طول	عرض	ارتفاع		
صفارود	صفارود	رامسر	٥٠,٣٧	٣٦,٥٤	١٠٠	١٣٤٤	١٣٦
چالکرود	چالکرود	گانگسر	٥٠,٤٣	٣٩,٤٩	٨٠	١٣٤٤	٤١٥
چشمه گیله	چشمه گیله	هرات بر	٥٠,٥٠	٣٦,٤٢	١٤٠	١٣٤٧	٧٦٨
آزادرود	آزادرود	دینارسرا	٥٠,٥٨	٣٦,٤١	١٦٠	١٣٥٦	٢١٠
سردآبرود	سردآبرود	کلاردشت	٥١,٥٧	٣٦,٢٩	١٣٨٠	١٣٣٦	١٩٧
سردآبرود	سردآبرود	والت	٥١,١٢	٣٦,٣٢	٩٧٥	١٣٤٥	٣٢٨
چالوس	هنیسک	دوآب	٥١,٢٠	٣٦,٣٠	٣٧٥	١٣٤٥	٦٢٧
چالوس	چالوس	پل ذغال	٥١,٢٠	٣٦,٣٠	٣٥٠	١٣٢٨	١٥٤٤
کورکورسر	کورکورسر	نوشهر	٥١,٢٨	٣٦,٣٩	-١٠	١٣٤٤	٧٣
لاویج	لاویج	تنگه لاویج	٥٢,٠٣	٣٦,٣٨	٣٣٠	١٣٣٧	١٠٤
هراز	نمار	ینجاب	٥٢,١٦	٣٦,٠٥	٨٦٠	١٣٤٨	٢٥٣
هراز	نور	بلده	٥٢,٤٨	٣٦,١٢	١٣٦٠	١٣٤٥	٧٥٠
هراز	نور	رزن	٥٢,١١	٣٦,١١	١٢٤٠	١٣٤٨	١٧٠٤
بابلرود	بابلرود	قرانطالار	٥٢,٤٦	٣٦,١٨	١٠٢	١٣٢٨	٤٠٣
بابلرود	بابلرود	بابل	٥٢,٣٩	٣٦,٣٢	٠	١٣٢٩	١٦٤٣
طالار	طالار	شیرگاه	٥٢,٥٣	٣٦,١٨	٢٢٠	١٣٤٨	١٧٧٢
طالار	کسیلیان	شیرگاه	٥٢,٥٣	٣٦,١٨	٢٢٠	١٣٣٣	٣٤١
طالار	طالار	کیاکلا	٥٢,٤٨	٣٦,٣٣	-٥	١٣٢٩	٣٤٧٨
تجن	تجن	کردخیل	٥٢,١٣	٣٦,١٥	-٣	١٣٤٨	٤٠٢٨
تجن	دودانگه	سلیمان تنگه	٥٣,٠٦	٣٦,٤٢	٤٠٠	١٣٣٣	١٢٥٦
نکاء	نکاء	نوذرآباد	٥٣,١٥	٣٦,٣٣	-١٥	١٣٤٦	١٩٩٢
دارابکلا	دارابکلا	دارابکلا	٥٣,٥٢	٣٦,٣٦	١١٠	١٣٤٥	٥٥
نکا	نکا	آبلو	٥٣,١٩	٣٦,٣٨	٥٠	١٣٤٧	١٩١٣
نکا	نکا	سفیدچاه	٥٣,١٥	٣٦,٣٣	١٠٣٠	١٣٤٧	١٠٥٤

ضریب فراوانی برای هریک از ایستگاه‌های منتخب، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف (٢، ٥، ١٠، ٢٠، ٢٥، ٥٠ و ١٠٠ ساله) محاسبه شد. در این تحقیق برای انتخاب بهترین توزیع فراوانی از روش مجموع مربعات باقیمانده یا R.S.S[1] استفاده شد که معادله آن به‌صورت زیر است:

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

در این معادله:

Q_e = دبی برآورد شده

Q_O = دبی مشاهده شده

n = تعداد داده‌ها

m = تعداد پارامتر توزیع می‌باشد.

به‌منظور محاسبه R.S.S برای روش گشتاور L، لازم است که Q_e یا دبی برآوردشده از روش گشتاور L برای هریک از ایستگاه‌ها به‌دست آید. بدین منظور باید ضریب فراوانی یا تناوب را محاسبه کرد که به‌دلیل محاسبات طولانی این روش و نیز به سبب تعداد زیاد ایستگاه‌های منتخب، برای هریک از توزیع‌های آماری برنامه‌ای رایانه‌ای در نرم‌افزار

١ - Residual Sum of Squares

Excel نوشته شد که این برنامه‌ها در نهایت مجموع مربعات باقیمانده برای هر یک از ایستگاه‌ها را محاسبه می‌کنند.

پس از محاسبه R.S.S برای کلیه دبی‌ها و ایستگاه‌های منتخب آنها، نتایج آن برای مقایسه با روش گشتاور معمولی استخراج شد و با توجه به کمترین مقدار R.S.S توزیع مناسب و روش مناسب به همراه طول دوره آماری آورده شده است. به‌منظور مقایسه بهتر توزیع‌های مختلف به روش گشتاور L و گشتاور معمولی، مجموع نمرات و همچنین درصد رتبه‌های اول برای دبی‌های مختلف به‌دست آمد.

نتایج

انتخاب توزیع‌های مناسب برای دبی حداکثر سالانه ایستگاه‌های منتخب

در مورد دبی حداکثر سالانه تعداد ۲۰ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. با مقایسه کمترین مجموع مربعات باقیمانده و با بررسی مجموع نمرات داده‌شده برای هریک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای جریان حداکثر سالانه (جدول ۲) و بررسی درصد دریافت‌شده برای هر توزیع برای دبی حداکثر سالانه (جدول ۳)، معلوم می‌شود که توزیع گمبل و روش گشتاور L با دارا بودن نمره ۲۰ کمترین مجموع مربعات خطا، بهترین روش و توزیع آماری می‌باشند. همچنین بعد از توزیع گمبل، توزیع لوگ نرمال سه‌متغیره و روش گشتاور معمولی نیز دارای کمترین مجموع مربعات خطا هستند. در این بررسی توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و روش گشتاور L دارای بیشترین مجموع مربعات خطا (۱۲۴) و کمترین برازش با داده‌های مذکور می‌باشند.

جدول ۲- جمع نمرات داده شده برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی حداکثر سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٤٧	٢٩	٨٢	٩٢	٦٠
گشتاورL	٩٢	٤٠	٦٤	١٢٤	٢٠

جدول ۳- درصد رتبه‌های اول برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاورL برای دبی حداکثر سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٢٠	٦٥	٠	٥	١٠
گشتاورL	٠	٠	٠	٠	١٠٠

انتخاب توزیع‌های مناسب برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه ایستگاه‌های منتخب

انتخاب توزیع مناسب برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه نیز بسیار شبیه به دبی حداکثر سالانه است. بررسی جدول مجموع نمرات دریافت‌شده برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه (جدول ۴) و همچنین درصد رتبه‌های اول (جدول ۵)، نشان می‌دهد که توزیع گمبل و روش گشتاورL با دارا بودن نمره ۲۱، کمترین مجموع مربعات خطا و بیشترین برازش را با داده‌های مذکور دارد. در این مقایسه، همچنین مشخص می‌شود که در روش گشتاور L، توزیع گمبل با ۹۵ درصد بیشترین برازش را دارد و سه توزیع P3، LN2 و LP3 اصلا برازش نشان نمی‌دهند و در روش گشتاور معمولی، توزیع LN2 و LN3 هر کدام با ۳۰ درصد بیشترین درصد را دارا می‌باشند و توزیع LP3 اصلا برازش نشان نمی‌دهد.

جدول ۴- جمع نمرات داده شده برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی حداکثر سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٤٥	٤١	٥٦	٩٥	٥٨
گشتاورL	٨٥	٣٩	٧٤	٧٨	٢١

جدول ۵- درصد رتبه‌های اول برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٣٠	٣٠	٢٠	٠	٢٠
گشتاورL	٠	٥	٠	٠	٩٥

انتخاب توزیع‌های مناسب برای دبی متوسط سالانه ایستگاه‌های منتخب

بررسی مجموع نمرات داده‌شده برای دبی متوسط سالانه (جدول ۶) و همچنین درصد رتبه‌های اول دبی متوسط سالانه (جدول ۷)، نشان می‌دهد که توزیع گمبل با روش گشتاور L برای همه ۲۵ ایستگاه بررسی شده با کمترین مجموع مربعات خطا (۲۷) بهترین توزیع منتخب است. این توزیع با روش گشتاور L، همچنین دارای بیشترین درصد رتبه‌های اول (۹۶ درصد) می‌باشد. در روش گشتاور معمولی، کمترین مجموع مربعات خطا مربوط به توزیع LN3 با نمره ۵۱ و بیشترین درصد رتبه اول (۵۲ درصد) استاست.

جدول ۶- جمع نمرات داده شده برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی متوسط سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٦٧	٥١	٥٧	١٠٠	٧٧
گشتاورL	١٠٣	٥٠	٨٢	٩٣	٢٧

جدول ۷- درصد رتبه‌های اول برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی متوسط سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	١٢	٥٢	٣٦	٨	٤
گشتاورL	٠	٤	٠	٠	٩٦

انتخاب توزیع‌های مناسب برای دبی حداقل سالانه ایستگاه‌های منتخب

با بررسی جداول جمع نمرات و درصد رتبه‌های اول دبی حداقل سالانه (جداول ۸ و ۹)، مشخص می‌گردد که در مورد دبی حداقل سالانه، توزیع گمبل با روش گشتاور L دارای کمترین مجموع مربعات خطا (۲۶ درصد) و بیشترین درصد رتبه‌های اول (۹۶ درصد) است که نشان می‌دهد این توزیع و روش، توزیع و روش منتخب می‌باشد.

جدول۸- جمع نمرات داده شده برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی حداقل سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٦٢	٦٦	٥٩	١١٤	٦٣
گشتاورL	٩٧	٤٨	٨٠	٩٤	٢٦

جدول ۹- درصد رتبه‌های اول برای هر یک از توابع توزیع احتمال به دو روش گشتاور معمولی و گشتاور L برای دبی حداقل سالانه

توزیع آماری / روش	LN2	LN3	P3	LP3	G
گشتاور معمولی	٢٤	١٢	٤٨	١٦	١٦
گشتاورL	٠	٨	٠	٠	٩٦

در روش گشتاور L، توزیع‌های P3، LP3 و LN2 به ترتیب با ۸۰، ۹۴ و ۹۷ کمترین برازش را با داده‌های مذکور نشان می‌دهد. درصد رتبه‌های اول این سه توزیع نیز کمترین مقدار، یعنی صفردرصد است. در مورد روش گشتاور معمولی نیز توزیع P3 با دارا بودن نمره ۵۹ و بیشترین درصد رتبه‌های اول (۴۸ درصد) بهترین توزیع است. در این روش، تفاوت درصد رتبه‌های اول کمتر از روش گشتاور L می‌باشد. هدف دیگر این تحقیق که همانا تاثیر طول دوره آماری در انتخاب روش و توزیع مناسب است نیز بررسی شد. با توجه به اینکه دوره مشترک آماری ۳۰ سال است و ایستگاه‌های مختلف بررسی شده دارای طول دوره آماری حول ۳۰ سال می‌باشند، از این‌رو به‌نظر می‌رسد که طول دوره آماری تاثیر خاصی در انتخاب روش و توزیع مناسب نداشته است، ولی در مورد دبی حداکثر و حداکثر لحظه‌ای سالانه، طول دوره آماری کوتاهتر برازش بهتری را با توزیع گمبل و روش گشتاور L نشان می‌دهد، ولی این تاثیر حتمی و قطعی نیست (۳).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در بین هیدرولوژیست‌ها هیچ‌گونه توافقی در مورد استفاده از یک تابع توزیع خاص وجود ندارد، ولیکن می‌توان توزیع مناسب را که نتایج حاصل از آن دارای کمترین خطا و نزدیکتر به واقعیت است، انتخاب کرد. در مورد دبی‌های حداکثر سالانه و حداکثر لحظه‌ای سالانه، توزیع گمبل و روش گشتاور L با کمترین مجموع مربعات خطا، یعنی به ترتیب ۲۰ و ۲۱ به‌عنوان توزیع مناسب انتخاب شدند. نتایج این تحقیق را می‌توان با نتایج کار محققان دیگر در سایر مناطق جهان مقایسه‌کرد. انز و بایازیت[۱] (۱۹۹۵) با بررسی ۱۹ منطقه در سطح جهان، توزیع گمبل را به‌عنوان توزیع جهانی برای جریان‌های سیل انتخاب کردند. گرینگز و آدامفسکی[۲] (۱۹۹۲) در نیوبرانزویک کانادا و پیلون[۳] و آدامفسکی (۱۹۹۲) با بررسی ۲۵ منطقه در نواسکاتیکای کانادا و همچنین والیس (۱۹۸۸) با مطالعه بر روی ۵۵ منطقه در شرق ایالات متحده آمریکا، همگی توزیع گمبل را به‌عنوان توزیع مناسب انتخاب کردند. در مورد جریان‌های متوسط سالانه، توزیع گمبل با روش گشتاور L، در همه ایستگاه‌ها توزیع مناسب منطقه‌ای است. این توزیع و این روش، ۹۶ درصد رتبه‌های اول را کسب کرده است. نتایج این تحقیق را می‌توان با نتایج کار مارکوویچ (۱۹۶۵) مقایسه کرد که از روش آماری حداقل مربعات برای برازش توزیع‌های مختلف

---

۱ -Onoz & Bayazit
۲ - Gringas & Adamowski
۳ - Pilon

جریانات متوسط سالانه در ۴۴۴ منطقه در غرب ایالات متحده استفاده کرد. مارکوویچ استفاده از توزیع گاما را توصیه کرد، اگرچه نتایج نشان داد که توزیع‌های LP، LN2 و LN3 نیز به‌صورت توزیع‌های مناسبی ظاهر می‌شوند. در مورد دبی حداقل سالانه نیز توزیع گمبل و روش گشتاور L با مجموع نمرات ۲۶ دارای کمترین مجموع مربعات خطا می‌باشند و بیشترین برازش را با داده‌ها نشان می‌دهند. پس از توزیع گمبل، توزیع‌های LN2، P3، LN2 و LP3 در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در مقایسه با این نتایج، ماتالاس (۱۹۶۳) استفاده از توزیع‌های W3 و P3 را برای جریانات حداقل روزانه و ۷ روزه در ایالات متحده آمریکا توصیه می‌کند. دلوور و همکاران (۱۹۸۸) نیز استفاده از توزیع‌های LN2 و LN3 را برای اکثر رودخانه‌های ایالت ایندیانا توصیه می‌کنند. با توجه به اینکه این تحقیق برای اولین بار و در منطقه خاصی از ایران انجام شده (منطقه مرطوب شمال کشور با شرایط خاص اقلیمی)، ازاین‌رو لازم است که محققان دیگر در سایر مناطق کشور با شرایط اقلیمی متفاوت و طول دوره آماری بیشتر و تغییرات گسترده‌تر، روش مذکور را مورد بررسی قرار دهند تا کارایی آن در مقایسه با سایر روش‌ها مشخص گردد.

منابع

۱- افشار، عباس، ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

۲- علیزاده، امین، ۱۳۷۴. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) (آستان قدس رضوی).

۳- غلامی، عباس، ۱۳۷۹. بررسی توزیع‌های احتمالی مناسب برای دبی‌های حداقل، میانگین و حداکثر با استفاده از روش گشتاور L (مطالعه موردی در استان مازندران)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تربیت مدرس (نور).

۴- مهدوی، محمد، ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی، دوجلد، انتشارات دانشگاه تهران.

5- Delhier, J.W., A.R. Rao & J.M. Bell, 1988. Criteria for the determination of minimum steamflows. Tech. Rep. CE-HSE-88-6, School of Civ Eng., Purdo University, West Lafayette, Ind.

6- Grinagas, D., & K. Adamowski, 1992. Coupling of nonparametric frequency and L-moment analysis for mixed distribution identification. Water Res. Bull., Vol. 28(2): 263-272.

7- Markovich, R.D., 1965. Probability of best fit to distributions of annual precipitation and runoff. Hydro. Paper No. 8, Colorado state University, Fort Collins, Colo.

8- Matalas, N.C., 1963. Probability distribution of low flows., U.S. Geological Survey, Washington, D.C.

9- Onoz, B., & M. Bayazit, 1995. Best-fit distributions of largest available flood samples. J. Hydro., Amsterdam, The Netherlands, Vol. 167: 195-208.

10- Pilon, P.J., & K. Adamowski, 1992. The value of regional information of flood frequency analysis using the method of L-moments. Can. J. Civ. Engrg., Ottawa, Canada, Vol. 19: 137-147.

11- Wallis, J.R., 1988. Catastrophes, computing and containment living with our restless habitate. Speculation in Sci. and Technol.,Vol. 11(4): 295-324.

An Evaluation of Suitable Probability Distributions for Minimum, Mean and Maximum Discharges , Using L Moment Method (Case Study: Mazandaran Province)

A. Gholami[1] M.Mahdavi[2] M.R.Ghannadha[3] M.Vafakhah[4]

Abstract

In probability distributions within hydrology, different methods are used regarding their application. The most prevailing has been central moment and with the use of computers, maximum likelihood method is used, too. The use of L-moment has been adopted now only for a few years in the world and its application is in primary stages in our country. This research was carried out to make clear its use and make a comparison of it with previous common methods. In order to investigate the suitable probaility distributions for maximum, mean and minimum annual discharges, with the use of L-moment method, from nearly 70 existing hydrometric stations in the area, about 20 were selected for maximum and peak discharges and 25 hydrometric stations for mean and minimum annual discharge. After selection of suitable stations and evaluation of dishcarges from selected stations, 30 year statistic cycle was selected from 1968-69 water year until 1997-98 as a common statistic term. Missing data in the selected stations was accounted for by station regression method with the use of Minitab software program. The values for residual sum of squares were calculated by ordinary moment method for 5 used distributions in the study with the use of HYFA software program. A comparison was made with the values of residual sum of squares obtained through L-moment method. With due attention to the lowest residual sum of squares for each distribution, the suitable distribution was chosen for each station by two methods of ordinary and linear moment. According to the results of this research regarding annually maximum and annually peak discharges, for most stations, Gumbel distribution, L-momoent method, LN3 distribution, and ordinary moment methods were found fit. Regarding annually average and annually minimum discharge Gumbel distribution and L-moment methods were found to be suitable.

Keywords: Maximum, minimum and mean discharges, Frequency distribution function, Mean relative deviation, L-moment.

[1] - *Senior Expert in watershed Management*
[2] - *Professor, Natural Resources Faculty of Tehran University*
[3] - *Asst. Prof., Agriculture Natural Resources Faculty of Tehran University*
[4] - *Faculty Member, Natural Resources Faculty,University of Tarbiat-e-Modarres*