بررسی مناسب‌ترین توزیع فراوانی دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه (مطالعه موردی: منطقه البرز مرکزی)

ع. سلاجقه[۱]، م. مهدوی[۲] و م. خسروی[۳]

چکیده

در این تحقیق مناسب‌ترین توزیع فراوانی جهت برآورد مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه با احتمالات وقوع مشخص انتخاب گردیده و روند تغییرات توزیع مناسب برازش یافته با داده‌ها با تغییرات طول دوره آماری در منطقه البرز مرکزی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور در منطقه مورد مطالعه، ایستگاه‌های هیدرومتری را که دارای آمار طولانی‌تر و کامل‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها بودند انتخاب و آمار دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه آنها مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی و تکمیل داده‌ها آمار هر ایستگاه به دوره‌های آماری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ ساله تقسیم شد. در هر ایستگاه ۱۱ سری آماری ۱۰ ساله، ۶ سری آماری ۱۵ ساله و یک سری آماری ۲۰ ساله و در کل منطقه ۴۱۴ سری آماری تجزیه و تحلیل شدند. با آنالیز داده‌ها در سری‌های زمانی مذکور در محیط نرم‌افزار HYFA برای هر ایستگاه در سری‌های زمانی مذکور با توجه به خروجی برنامه و آزمون برازش نکویی مجذور میانگین انحرافات نسبی (حداقل مربعات) بهترین توزیع فراوانی انتخاب شد. براساس نتایج بدست آمده و فراوانی نسبی رتبه‌های اول در سری آماری ۱۰ ساله توزیع لوگ پیرسون تیپ سه (روش گشتاور معمولی) با فراوانی ۴۵/۴ درصد اولین توزیع فراوانی و توزیع پیرسون تیپ سه (روش گشتاور معمولی) با فراوانی ۱۳/۸ درصد دومین توزیع بوده است. در سری آماری ۱۵ ساله توزیع لوگ پیرسون تیپ سه (روش گشتاور معمولی) با فراوانی ۳۵/۵ درصد و روش دو پارامتری گاما (روش بیشینه درست نمایی) با فراوانی ۲۵/۳ درصد دومین توزیع بوده است. در سری آماری ۲۰ ساله توزیع لوگ پیرسون تیپ سه (روش گشتاور معمولی) با فراوانی ۴۷/۸ درصد اولین توزیع فراوانی و توزیع لوگ نرمال دو پارامتری با فراوانی ۲۵/۳ (روش بیشینه درست نمایی) دومین توزیع فراوانی بوده است. نتایج بررسی روش‌های بیشینه درست‌نمایی و گشتاور معمولی با توجه به رتبه‌های اول نشان داد که در روش گشتاور معمولی در همه سری‌های آماری توزیع لوگ پیرسون تیپ سه بیشترین فراوانی را دارد و در روش بیشینه درست‌نمایی در سری آماری ۱۰ و ۱۵ ساله توزیع گامای دوپارامتری و در سری آماری ۲۰ ساله توزیع لوگ نرمال ۳ پارامتری بیشترین فراوانی را دارند.

واژه های کلیدی: دبی حداکثر، توزیع فراوانی، گشتاور معمولی، بیشینه درست نمایی، البرز مرکزی

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

مقدمه

یکی از ضروریات مهم در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی برای هر منطقه انجام مطالعات هیدرولوژیکی به منظور شناخت وضعیت منابع آبی آن منطقه است و از طریق چنین مطالعاتی است که زمینه برای فعالیت‌های عمرانی فراهم می شود. از جمله طرح‌های عمرانی می‌توان ساخت انواع سازه‌های آبی مثل انواع سدها، کانال‌های زهکشی، آبگذرها، سیل بندها، آبروها و غیره را نام برد، که لازم است برای تعیین دقیق ابعاد، اطمینان از ایمنی و تنظیم بودن کار چنین سازه‌هایی شناخت کاملی از وضعیت و رژیم آبدهی هر رودخانه در دست باشد. بنابراین پیش بینی دبی‌های حداکثر رودخانه‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند و روش‌های مختلفی برای برآورد دبی‌های حداکثر استفاده می شوند. اساسی‌ترین اطلاعات مورد نیاز برای پیش بینی سیل، استفاده از اطلاعات ثبت شده سیل‌های قدیمی و تجزیه و تحلیل آنها می‌باشد پاترا (۱۵). متداول‌ترین توزیع‌های مورد استفاده در هیدرولوژی برای داده‌های پیوسته روش‌های نرمال، لوگ نرمال دو پارامتره، لوگ نرمال سه پارامتره، گاما دو پارامتره، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و گمبل می‌باشند (۱۰). عرب‌خدری (۱) داده‌های ۴۲ ایستگاه هیدرومتری را با توزیع‌های آماری بررسی کرده و نتیجه گرفت که توزیع لوگ پیرسون نوع سوم بهترین توزیع در منطقه مورد مطالعه می باشد. موسوی و سپاسخواه (۱۳) دبی ماکزیمم روزانه را در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار استان فارس با استفاده از رگرسیون بدست آوردند. در این تحقیق توزیع لوگ نرمال دو پارامتره بعنوان بهترین توزیع منطقه‌ای شناخته شد. معاون هاشمی و علیزاده (۱۲) در تحلیل منطقه‌ای سیل در شمال خراسان توزیع لوگ پیرسون نوع سوم را به عنوان بهترین توزیع برای منطقه معرفی کردند. هنربخش (۶) پس از بررسی ۳۲ حوزه آبخیز دریاچه نمک نتیجه گرفت که توزیع لوگ نرمال سه پارامتری بهترین برازش را با دبی‌های اوج لحظه‌ای در منطقه دارد. بدوستانی (۳) در مطالعه‌ای در استان آذربایجان شرقی نشان داد که با تغییر طول دوره آماری نوع توزیع برازس یافته با داده‌ها تغییر می‌کند. کشتکار (۹) در مطالعه‌ای درفلات مرکزی نتیجه گرفت که در روش گشتاور معمولی توزیع لوگ پیرسون نوع سوم بهترین برازش را با دبی‌های حداکثر سالانه دارد. اسلامی (۵) توزیع لوگ نرمال سه پارامتره را بعنوان مناسب‌ترین توزیع برازش یافته با دبی‌های حداکثر سیل در استان لرستان معرفی کرد. کریمی و همکاران (۸) با بررسی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سالانه حوزه کارون نشان دادند که در همه ایستگاههای مورد بررسی با تغییر طول دوره آماری، نوع توزیع آماری برازش یافته با داده‌ها عوض می‌شود. کمپبل (۴) نشان داد که توزیع توزیع لوگ پیرسون سه پارامتری نسبت به بقیه توزیع‌های آماری برای بررسی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سالانه مناسب‌تر می‌باشد. استامی و هس (۲) روشهای مختلف تحلیل منطقه‌ای

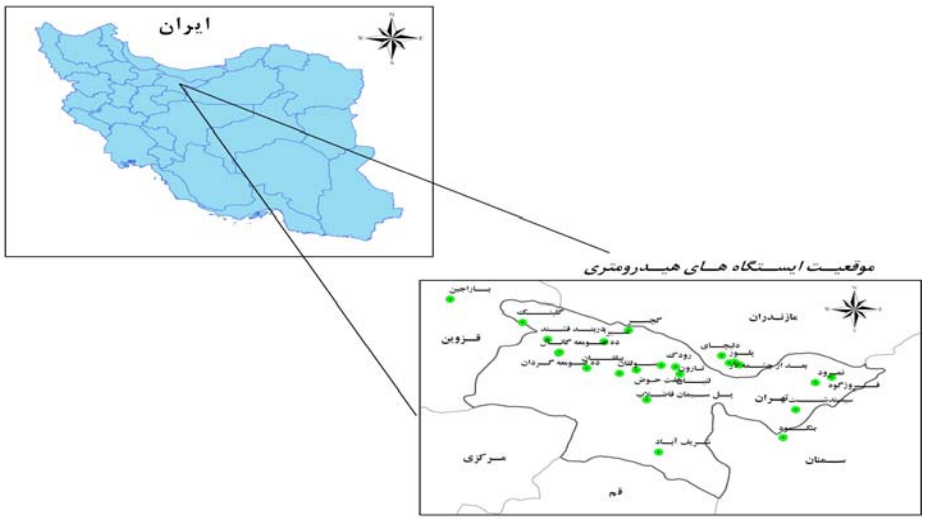
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

سیلاب را در ۴۲۶ ایستگاه هیدرومتری واقع در ایالت‌های جورجیا، آلاباما، فلوریدا، کارولینای شمالی و جنوبی و تنسی که دارای حداقل ۱۰ سال آمار بودند بکار بردند و نتیجه گرفتند که توزیع لوگ پیرسون سه پارامتری بهترین برازش را با داده های دبی اوج لحظه‌ای دارد. پارودیا و همکاران (۱۴) در تحقیقی آنالیز فراوانی منطقه‌ای داده‌های سیل حداکثر سالانه را بررسی کردند. برای این منظور ۴۰۷ ایستگاه از ۱۱ کشور جنوب آفریقا انتخاب و ۴۱ منطقه همگن شناخته شدند. شبیه سازی برای انتخاب مناسب‌ترین روش فراوانی سیل نشان داد که پیرسون نوع دوم احتمالاتی گشتاور وزنی و لوگ پیرسون نوع دوم برای منطقه مناسب بودند. معروفی (۱۱) در تحقیقی در منطقه همدان نتیجه گرفت که توزیع گمبل در همه ۱۰ حوزه مورد مطالعه بهترین توزیع برازش یافته با دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و دبی‌های حداکثر روزانه می‌باشد. ابراهیم و همکاران (۷) در تحقیقی در رودخانه گورارا نیجریه نشان دادند که لوگ پیرسون نوع سوم بهترین برازش را با دبی‌های متوسط روزانه دارد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در قسمت جنوبی رشته کوه البرز و در چهار استان تهران، سمنان، قزوین و مازندران و در بین طول‌های جغرافیای ´۰۳ °۵۰ و ´۴۶ °۵۲ و عرض‌های ´۱۲ °۳۵ و ´۲۰ °۳۶ واقع شده است. غربی‌ترین ایستگاه هیدرومتری منطقه باراجین در استان قزوین و شرقی‌ترین ایستگاه هیدرومتری منطقه، فیروزکوه می‌باشد که در استان تهران واقع شده است. از ۲۳ ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه ۱۷ ایستگاه در محدوده استان تهران، یک ایستگاه در استان سمنان، یک ایستگاه در استان قزوین و ۴ ایستگاه در استان مازندران واقع شده‌اند. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاههای هیدرومتری و منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

به منظور انتخاب مناسب‌ترین توزیع فراوانی جهت برآورد مقادیر دبی حداکثر سالانه با احتمالات وقوع مشخص و بررسی روند تغییرات توزیع با تغییرات طول دوره آماری در منطقه البرز مرکزی از میان ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در منطقه ایستگاه‌هایی را که دارای آمار طولانی و کامل‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها بودند انتخاب، و آمار دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه آنها مورد بررسی قرار گرفت. پس از بازسازی نواقص آماری، آزمون داده‌های پرت و آزمون همگنی داده‌ها، ۲۳ ایستگاه هیدرومتری با دوره مشترک آماری ۲۰ ساله (از سال آبی ۶۵-۱۳۶۴ تا سال آبی ۸۴-۱۳۸۳) انتخاب شدند. سپس آمار هر ایستگاه به سری‌های آماری ۱۰، ۱۵و ۲۰ ساله تقسیم شد بدین ترتیب که هر سری آماری به صورت یکسال به یکسال شیفت داده شده و در نهایت برای هر ایستگاه هیدرومتری ۱۱ سری آماری ۱۰ ساله، ۶ سری آماری ۱۵ ساله و یک سری آماری ۲۰ ساله بدست آمدند. علت تقسیم بندی داده‌ها به سری‌های آماری این بود که با شیفت دادن داده‌ها به صورت سال به سال در هر سری آماری، خطای احتمالی ناشی از تغییرات اقلیمی کوتاه مدت کاسته شود. در نهایت برای همه ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه ۴۱۴ سری آماری شامل ۲۵۳ سری ۱۰ ساله، ۱۳۸ سری ۱۵ ساله و ۲۳ سری ۲۰ ساله بدست آمدند. در این مرحله از نرم‌افزار HYFA جهت تجزیه و تحلیل فراوانی داده‌ها استفاده گردید. نرم‌افزار مذکور قادر است در ابتدا احتمال وقوع تجربی داده‌ها به روش‌های مختلف را محاسبه نموده و سپس احتمال وقوع نظری داده‌ها را نیز با انواع توزیع‌های آماری بدست آورد. در نهایت با مقایسه بین احتمال وقوع تجربی با احتمال نظری داده‌ها، برای هر سری از داده‌ها با استفاده از آزمون‌های برازش نکویی حداقل مربعات و کای مربع[1] توزیع مناسب را مشخص کند. در این نرم‌افزار جهت برآورد پارامترهای توزیع از دو روش گشتاورگیری و درست‌نمایی حداکثر استفاده می‌شود.

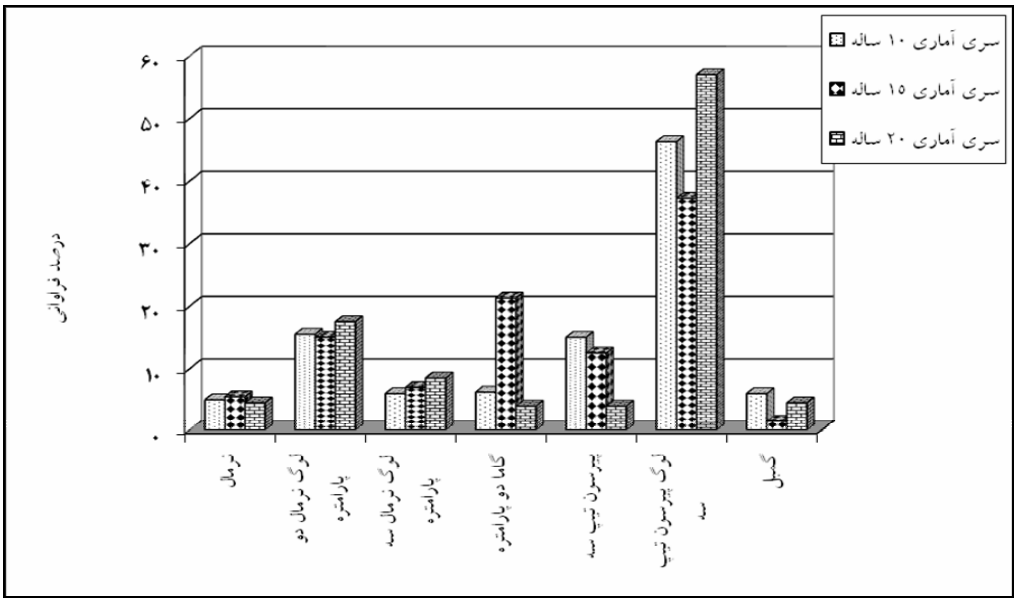
نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از بررسی دبی‌های حداکثرلحظه‌ای سالانه در منطقه مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار HYFA نشان داد که بر اساس فراوانی نسبی رتبه‌های اول بهترین توزیع‌های برازش یافته به داده‌ها در هر سه سری آماری توزیع لوگ پیرسون تیپ سه بیشترین فراوانی را دارد. نتایج بررسی رتبه‌های اول بهترین توزیع‌های برازش یافته با روش‌های گشتاور معمولی و بیشینه درست‌نمایی به صورت جداگانه نشان داد که در روش گشتاور معمولی در همه سری‌های آماری مورد بررسی توزیع لوگ پیرسون تیپ سه، و در روش بیشینه درست‌نمایی در سری‌های ۱۰ و ۱۵ ساله، توزیع گاما دو پارامتره و در سری آماری ۲۰ ساله توزیع لوگ نرمال سه پارامتره بیشترین فراوانی را دارند. براساس مجموع نمرات داده شده، در روش گشتاور معمولی در سری‌های آماری ۱۰ و ۲۰ ساله توزیع لوگ پیرسون تیپ سه و در سری آماری ۱۵ ساله توزیع گاما دو پارامتره و در روش بیشینه درست نمایی در همه

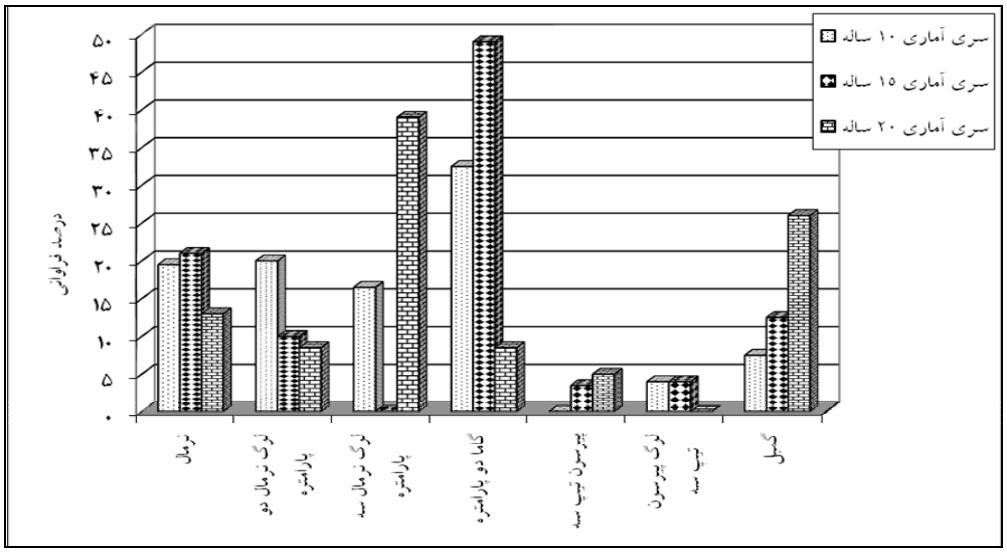
1- Chi-square

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

سری‌های آماری مورد بررسی توزیع گاما دو پارامتره بیشترین فراوانی را دارند. نتایج بدست آمده در شکل‌های ۲ تا ۴ و جداول (۱ و ۲) نشان داده شده‌اند.

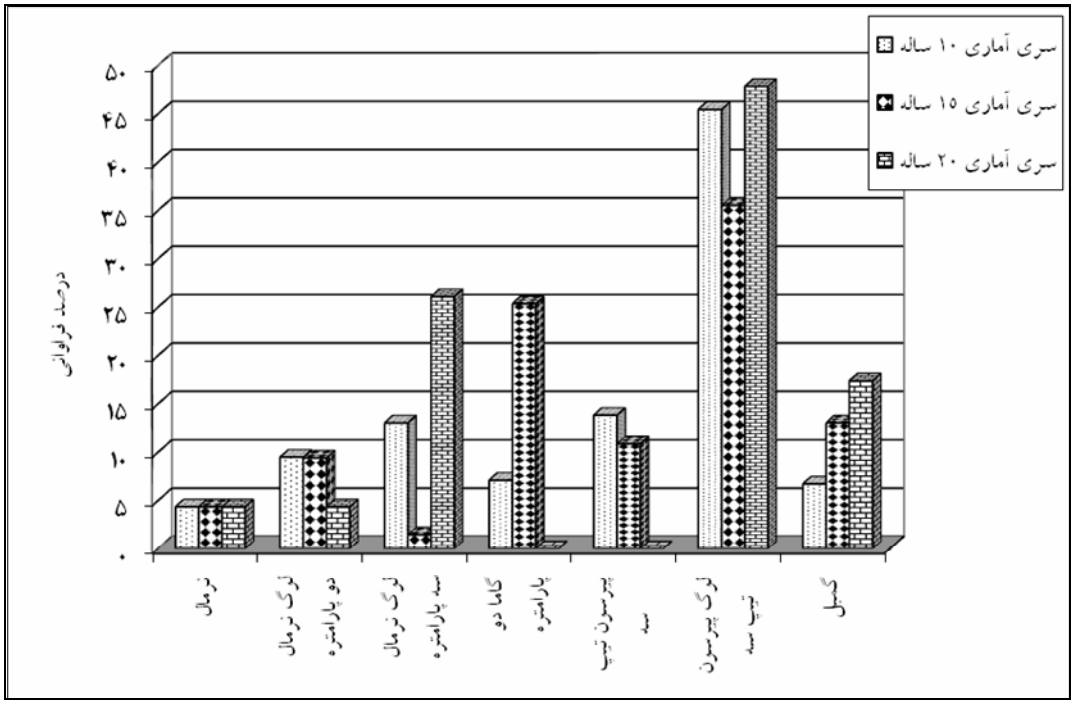


شکل ۲- فراوانی نسبی توزیع‌های آماری برازش یافته در سری‌های آماری مختلف.



شکل ۳- فراوانی نسبی توزیع‌ها در روش گشتاور معمولی.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۴- فراوانی نسبی توزیع‌ها در روش بیشینه درست نمایی.

جدول ۱- جمع نمرات داده شده هر یک از توابع توزیع احتمالی به روش گشتاور معمولی

نوع توزیع / دوره آماری	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتره	لوگ نرمال سه پارامتره	گاما دو پارامتره	پیرسون تیپ سه	لوگ پیرسون تیپ سه	گمبل
۱۰	۶۷۶	۱۰۵۲	۹۴۵	۱۲۴۵	۹۴۱	۱۳۰۲	۹۲۴
۱۵	۳۸۴	۵۱۸	۵۴۴	۷۲۱	۵۶۷	۶۶۹	۴۶۱
۲۰	۴۹	۱۰۱	۸۷	۱۱۸	۷۷	۱۲۲	۹۰

جدول ۲- جمع نمرات داده شده هر یک از توابع توزیع احتمالی به روش بزرگنمایی

نوع توزیع / دوره آماری	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتره	لوگ نرمال سه پارامتره	گاما دو پارامتره	پیرسون تیپ سه	لوگ پیرسون تیپ سه	گمبل
۱۰	۱۰۲۴	۱۲۸۹	۹۵۶	۱۴۶۹	۵۰۱	۵۴۸	۱۳۰۱
۱۵	۵۹۲	۶۵۶	۴۰۶	۸۶۹	۲۸۹	۳۰۱	۷۴۹
۲۰	۸۰	۱۱۲	۱۱۲	۱۲۶	۵۲	۴۴	۱۱۸

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

نتایج بدست آمده از فراوانی توزیع‌های اول با در نظر گرفتن هر دو روش گشتاور معمولی و بیشینه درست نمایی نشان داد که توزیع لوگ پیرسون تیپ سه بیشترین فراوانی را در سری‌های آماری مورد بررسی دارد. که با نتایج تحقیقات عرب‌خدری (۱)، معاون‌هاشمی و علیزاده (۱۲)، بدوستانی (۳)، کامپبل (۴)، استامی و هس (۲) و ابراهیم و همکاران (۷) مطابقت و با نتایج موسوی و سپاسخواه (۱۳)، هنربخش (۶)، اسلامی (۵)، پارودیا و همکاران (۱۴) و معروفی (۱۱) مطابقت ندارد. بررسی نتایج روش‌های بیشینه درست نمایی و گشتاور معمولی نشان داد که در روش بیشینه درست نمایی توزیع لوگ پیرسون تیپ سه در هیچکدام از سری‌های آماری با داده‌ها برازش خوبی نداشته است ولی در روش گشتاور معمولی در هر سه سری آماری دارای بیشترین فراوانی می‌باشد. توزیع گاما دو پارامتره در هر دو روش گشتاور معمولی و بیشینه درست نمایی برازش خوبی با داده‌ها دارد بطوریکه در روش بیشینه درست‌نمایی در سری‌های ۱۰ و ۱۵ ساله بیشترین فراوانی و در سری ۲۰ ساله دومین فراوانی را داشته است. همچنین این توزیع در روش گشتاور معمولی در سری آماری ۱۵ ساله بیشترین فراوانی و در سری‌های آماری ۱۰ و ۲۰ ساله دومین فراوانی را داشته است. نتایج بررسی بهترین توزیع‌های برازش یافته نشان داد که با تغییر طول دوره آماری در روش گستاور معمولی در ۵ ایستگاه بهترین توزیع آماری عوض نشده و در بقیه ایستگاه‌ها نوع توزیع عوض شده است. در روش بیشینه درست‌نمایی با تغییر طول دوره آماری در ۷ ایستگاه توزیع آماری برازش یافته عوض نشده و در بقیه ایستگاه‌ها با تغییر طول دوره آماری نوع توزیع عوض شده است. پس با تغییر طول دوره آماری در بیشتر ایستگاه‌های مورد بررسی بهترین توزیع برازش یافته عوض شده است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات بدوستانی (۳)، کشتکار (۹)، کریمی و همکاران (۸)، منطبق می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

منابع

1. Arabkhedri, M. 1990. Assessment of peak floods in North Alborz watersheds, M.S.C. thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran. 120 p.
2. Astamy, T.C. and G.W. Hess. 1993. Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia. USGS water resources investigation report. 93-4016, 94 p.
3. Bedoostani, H. 2000. selecting the best frequency distribution for predicting maximum rainfall and discharge in eastern Azarbayejan province, M.S.C thesis, faculty of Natural resources, University of Tarbiat moddares. 418 p.
4. Campbell, A. 1981. Flood frequency analysis of small forested watersheds for culvert design, M. Sc. thesis, 112 p.
5. Eslami, H. 2005. estimating, Peak flood using empirical methods in Lorestan province M. S.C thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran. 130 p.
6. Honarbakhsh, A. 1995. Regional flood analysis in watershed of Salt Lake. M.S.C. Thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran. 105 p.
7. Ibrahim, H., Manta and Isiguzo, E. Ahaneku. 2009. Flood frequency analysis of Gurara River catchment at. Jere, Kaduna State, Nigeria. Scientific Research and Essay Vol.4 (6), pp: 636-646.
8. Karimi, B., A. Leyaghat, M. Parsinejhad and Kh. Ausati. 2008. Assessment the best fitted distributions for annual peak flood and of time duration affects on it. Journal of Tagh, No, 9. 2. pp: 10-18.
9. Keshtkar, A.R. 2001. Assessment theoretical probabilities for minimum, medium and maximum discharges using L moment in Central flat Iran. M.S.C Thesis, faculty of Natural resources, University of Tehran, 113 p.
10. Mahdavi, M. 2005. Applied Hydrology, Vol, 2. Third edition. University of Tehran pres. 437 p.
11. Marofi, S. 2003. Investigation of the Probability Distribution fitting to Extreme Values of Flood. Geophysical Research Abstracts, Vol. 5. pp. 88-97.
12. Moaven Hashemi, A. and A. Alizade. 1996. Regional flood analysis in north of Khorasan province. Journal of Nivar, NO, 25. pp. 11-17.
13. Mosavi, A. and A. Sepaskhah. 1989. estimation the maximum daily discharge at ungauge stations in Fars Province. The first Congress of hydrology in Iran, pp: 113-133.
14. Parodia, B.P. and R.K. Kacckroo and D.B. Shreshta. 1998. Regional flood frequency analysis of Mahi-Sabarmati basin using index flood procedure with L-moment. Water resource management. Vol. 12, N. 1, pp: 1-12(12).
15. Patra K.C. 2001. hydrology and Water Resource Engineering, Alpha science International Ltd, pp: 410-430.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

Determination of Suitable Probability Distribution Models for Annual Peak Discharge (Case Study: Central Alborz Region)

A. Salajegheh[1], M. Mahdavi[2] and M. Khosravi[3]

Abstract

In order to assess of suitable distribution along with statistical period length changes as well as to select the best frequency distribution to estimate peak discharge with certain occurance probability, 23 gauging station wich have the more complete data, were selected among hydrometrical gauge stations of central Alborz region. A 20 years statical period has been selected after analyzing scatter data. complete the missing data and divided the prepared data in to 10, 15 and 20 years period. in every station 11 series of 10 years time period, 6 series of 15 years time period and A sery of 20 years time period and in all stations 414 series were analyzed. Then the best frequency distribution was selected for statistical series by data analysis in time series (according to HYFA output) and goodness of fit of relative residual square mean (RMS). trend of statistical distribution changes with change of statistical period length is in such way that no distribution can be selected definitely and based on the best fitted distribution in 10, 15 and 20 years time period, three parameters log pearson (moment) with 45.4 percent, three parameters log pearson (moment) with 35.5 percent and three parameters log pearson (moment) with 47.8 percent were the best distributions respectively. Second disribution for 10, 15 and 20 years time periods were three parameters Pearson (moment), two parameters Gama (maximum likelihood) and two parmeters log normal (maximum likelihood), respectively. on based on selecting best distribution with moment and maximum likelihood methods separately. three parameters log pearson was the best in moment method and based on maximumlikelihood in 10 and 15 years time Periods two parameters gama distribution and in 20 years time period three parameters log normal were the best distributions.

Keywords: Peakdischarge, Frequency distribution, Moment, Maximum likelihood, Central Alborz

1- Associate Professor, College of Natural Resources, University of Tehran.
2- Professor, College of Natural Resources, University of Tehran.
3- M. SC. Student, College of Natural Resources, University of Tehran

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]