تعیین مناسب‌ترین توزیع آماری برای پیش‌بینی دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف (مطالعه موردی: ۶ ایستگاه هیدرومتری در استان گیلان)

هدیه احمدپری[۱] سید ابراهیم هاشمی گرم دره[۲*] اسما شکوهی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱

چکیده

عملکرد هر پروژه آبی بستگی به پیش‌بینی وقایع هیدرولوژیکی در آینده دارد. در هیدرولوژی استفاده از مدل‌های فیزیکی برای پیش‌بینی وقایع آینده مقدور نمی‌باشد و غالبا از مدل‌های مجرد که سیستم را بر اساس مفاهیم ریاضی تشریح می‌کند استفاده می‌شود. استفاده از توزیع‌های آماری برای برآورد دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف جهت طراحی سازه‌های آبی یکی از روش‌های متداول است. در این تحقیق برای به دست آوردن مناسب‌ترین توزیع‌های آماری جهت برآورد دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف، داده‌های دبی متوسط سالانه ۶ ایستگاه هیدرومتری استان گیلان به نام‌های پونل، رودبارسرا، طول‌لات، شلمان، ماشین‌خانه و هراتبر؛ طی یک دوره آماری ۵۰ ساله (سال ۱۳۴۴ تا ۱۳۹۴) جمع‌آوری گردید. با استفاده از روش ران تست (Run Test) تصادفی بودن داده‌ها، تست گردید و سپس با انواع توزیع‌های آماری مربوطه در محیط نرم افزار SMADA که مبتنی بر روش گشتاورها می‌باشد برازش داده شد. در نهایت بهترین توزیع با استفاده از شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین درصد خطای مطلق (MAPE) برای همه ایستگاه‌ها هیدرومتری تعیین شد. نتایج نشان داد که آمار دبی متوسط سالانه ایستگاه‌ها پونل، شلمان، طول‌لات، ماشین‌خانه و هراتبر با توزیع لوگ پیرسون نوع سه (Log pearson type III) و ایستگاه رودبارسرا با توزیع لوگ نرمال سه پارامتری (3Parameter Log Normal) بیشترین برازش و انطباق را نشان می‌دهند. بنابراین با استفاده از بهترین توزیع‌ها که در بالا ذکر شد دبی‌های با دوره بازگشت ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله برآورد شدند.

واژه‌های کلیدی: دبی متوسط سالانه،Run Test، نرم‌افزار SMADA، شاخص‌های آماری RMSE و MAPE، لوگ پیرسون نوع سه، لوگ نرمال سه پارامتری

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 می‌شود. 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 با توجه به اهمیت پیش‌بینی دبی متوسط رودخانه‌ها، مطالعات فراوانی بر روی آن انجام شده است، که بیشتر بر روی توزیع‌های آماری مختلف استوار بوده است. کاربرد این توزیع‌ها با فرض تبعیت داده‌ها از آن‌ها است. برای برآورد پارامترهای توزیع فراوانی

* نویسنده مسئول: سید ابراهیم هاشمی گرم‌دره sehashemi@ut.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

روش‌های مختلفی وجود دارد که معمولی‌ترین روش که از دقت بالایی نیز برخوردار است روش گشتاورها می‌باشد (صالحی و اجلالی، ۱۳۹۱). یکی از نرم‌افزارهای مناسب که قادر است پارامترهای توزیع فراوانی را بر اساس روش گشتاور محاسبه نماید، نرم‌افزار تخصصی و تحت ویندوز SMADA می‌باشد. نیکنام و همکاران (۱۳۹۳) توزیع‌های آماری موجود در نرم‌افزار SMADA را برای برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه ایستگاه چم ریز رودخانه کر استان فارس ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که برای دبی‌های حداکثر لحظه‌ای توزیع گمبل و برای دبی‌های متوسط سالانه توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و پس از آن توزیع گمبل بیشترین برازش و انطباق را نشان می‌دهند. خالقی و طهماسبی‌پور (۱۳۹۲) توزیع‌های آماری را به منظور تحلیل و برآورد فراوانی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در تعدادی از ایستگاه‌ها حوضه آبخیز کشکان مورد مطالعه قرار دادند و نتایج نشان داد که توزیع لوگ پیرسون نوع سوم در اکثر ایستگاه‌ها اندازه‌گیری مناسب‌ترین توزیع می‌باشد. عباسی و همکاران (۱۳۹۴) بهترین توزیع را برای مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه هیدرومتری لزوره حوضه آبخیز چهل چای استان گلستان به کمک نرم‌افزار SMADA تعیین نمودند. نتایج آن‌ها بیانگر مناسب بودن توزیع لوگ پیرسون نوع سه می‌باشد. Vogel و Fennessey (1993) برای ۹۱ منطقه استرالیا توزیع‌های مقادیر عمومی حد، لوگ پیرسون نوع سوم و لوگ نرمال دو پارامتری را مناسب تشخیص دادند. Parida و همکاران (1998) برای ۴۰۷ ایستگاه از ۱۱ کشور جنوب آفریقا آنالیز فراوانی منطقه-ای داده‌های سیل حداکثر سالانه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که پیرسون نوع دوم احتمالاتی گشتاور وزنی و لوگ پیرسون نوع دوم در اکثر ایستگاه‌ها اندازه‌گیری مناسب‌ترین توزیع می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش تعیین مناسب-ترین توزیع آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف برای ۶ ایستگاه هیدرومتری در استان گیلان است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

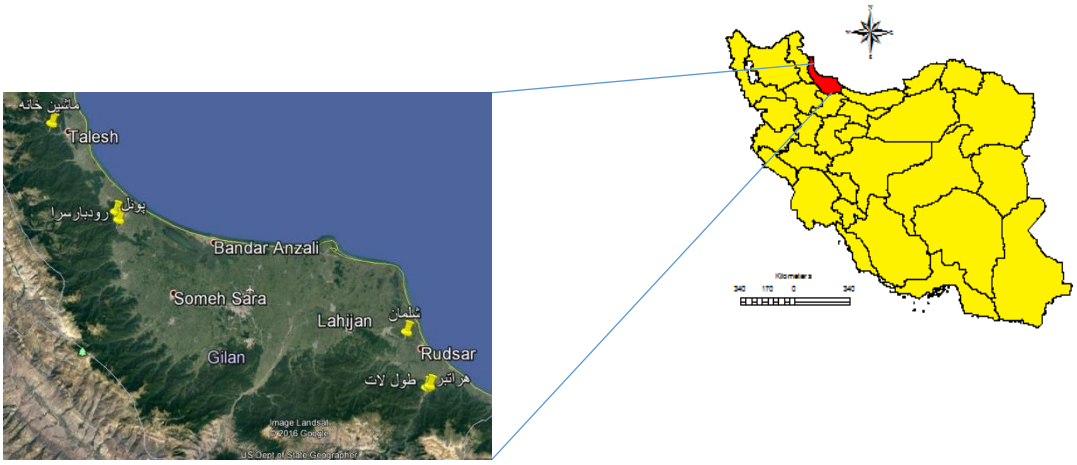
استان گیلان با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع در میان رشته کوه‌های البرز و تالش در شمال ایران جای گرفته است. این استان به واحد جغرافیایی جنوب دریای خزر تعلق دارد و با استان‌های اردبیل در غرب، مازندران در شرق، زنجان در جنوب و کشور استقلال یافته آذربایجان و دریای خزر در شمال هم مرز و همسایه است. بیش از ۴۰ رودخانه در گیلان جریان دارند که مهم‌ترین آن‌ها سفیدرود است. دیگر رودهای مهم گیلان کرگان‌رود، شلمانرود، پلرود، سموش، چافرود و شفارود، قزل اوزن، آب جهان‌بین، شمرود، آستاراچای، سیاهرود، دینال چای، بهارستان، لیسار، ناورود، مرغک، شاخرز، دیسام، توتکابن، گوهررود و چاکرود هستند. شکل (۱) موقعیت استان گیلان و ایستگاه‌ها هیدرومتری که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

داده‌های مورد استفاده

آمار ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در منطقه به صورت ماهیانه تهیه و با در نظر گرفتن معیارهای مختلف در انتخاب ایستگاه‌ها از جمله داشتن آمار طولانی مدت و داشتن آمار ناقص کم، تعداد ۶ ایستگاه هیدرومتری با طول دوره آماری مشترک ۵۰ ساله (۱۳۹۴-۱۳۴۴) انتخاب گردید. مشخصات ایستگاه‌ها منتخب استان گیلان در جدول (۱) آورده شده است. داده‌ها پس از جمع‌آوری به کمک نرم‌افزار SPSS با آزمون RunTest مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و همگنی آن‌ها بررسی گردید.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]



شکل (۱): موقعیت استان گیلان و ایستگاه‌ها مورد مطالعه

جدول(۱): مشخصات ایستگاه‌ها هیدرومتری استان گیلان

نام رودخانه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع ایستگاه	UTM_X	UTM_Y
پلرود	طول‌لات	۲۸-۱۷-۵۰	۳۲-۵۹-۳۶	۱۶۰	۴۳۶۳۸۶	۴۰۹۳۵۷۱
سموش	هراتبر	۱۱-۱۸-۵۰	۵۳-۵۹-۳۶	۸۰	۴۳۷۹۹۷	۴۰۹۴۸۸۹
شلمانرود	شلمان	۰۳-۱۳-۵۰	۳۹-۰۹-۳۷	۱۴-	۴۳۰۵۲۸	۴۱۱۳۰۰۰
چافرود	رودبارسرا	۵۱-۰۵-۴۹	۱۹-۳۰-۳۷	۱۳۵	۳۳۱۸۲۳	۴۱۵۲۶۱۴
شفارود	پونل	۰۶-۰۵-۴۹	۴۷-۳۱-۳۷	۸۰	۳۳۲۲۴۲	۴۱۵۵۳۲۷
کرگانرود	ماشین خانه	۱۲-۰۵-۴۸	۴۴-۴۷-۳۷	۱۵۲	۳۰۹۴۹۶	۴۱۸۵۲۸۱

معرفی نرم افزار SMADA

نرم‌افزار SMADA یک نرم‌افزار هیدرولوژی می‌باشد که توسط دکتر R.D. Eaglin در سال ۱۹۹۲ در دانشگاه فلوریدا طراحی شده است و چندین زیربرنامه را شامل می‌شود. هر یک از زیربرنامه‌ها می‌توانند مستقلاً اجرا شوند (Wanielista & Eaglin, 1992). توانمندی این نرم‌افزار در تهیه هیدروگراف سیلاب، روندیابی هیدروگراف، سیل در مخزن، طراحی مجرای فاضلاب، آنالیز همبستگی و مدلسازی آلودگی و قابلیت تحلیل‌های اقلیمی می‌باشد (Wanielista & Eaglin, 1992). از تحلیل‌های اقلیمی این نرم‌افزار توزیع‌های آماری distrib 2.0 است که با آن می‌توان توزیع و احتمال رخداد و دوره بازگشت یک پدیده را به دست آورد (Eaglin, 1999; Wanielista & Eaglin, 1992). توزیع نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و گمبل تیپ یک توزیع‌های موجود در این نرم‌افزار می‌باشند. در این تحقیق داده‌های مشاهداتی دبی متوسط سالانه ایستگاه‌ها پونل، رودبارسرا، شلمان، طول‌لات، ماشین‌خانه و هراتبر به نرم‌افزار SMADA داده شد و با توزیع‌های فوق داده‌های دبی متوسط سالانه ایستگاه‌ها مذکور پیش‌بینی شد و سپس با تعیین مناسبترین توزیع مقادیر دبی متوسط در دوره بازگشت‌های مختلف برای هر ایستگاه برآورد گردید.

شاخص‌های آماری

در این تحقیق، برای مقایسه کمی نتایج حاصله از توزیع‌های مختلف آماری و تعیین مناسبترین توزیع، از شاخص‌های آماری جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)[1] و میانگین درصد خطای مطلق (MAPE)[2] استفاده شده است. مقدار

[1] Root Mean Square Error
[2] Mean Absolute Percentage Error

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

RMSE نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌ها تا چه حد اندازه‌گیری‌ها را بیشتر یا کمتر تخمین زده‌اند و MAPE معیاری است که برای مقایسه نتایج پیش‌بینی‌های مختلف بسیار مفید و آسان است که هر چه مقدار این شاخص‌ها به صفر نزدیک‌تر باشد (تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده کمتر باشد)، بهتر است (Armstrong & Forecasting, 1985; Monfared et al., 2009). رابطه (۱) شاخص آماری RMSE را توصیف می‌کند.

$$\text{RMSE} = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(\text{P}-\text{O})^2}{n}\right]^{1/2} \quad (۱)$$

در رابطه فوق p مقدار پیش‌بینی شده و o مقدار مشاهده شده n تعداد داده‌ها می‌باشد. روابط (۲) و (۳) شاخص آماری MAPE را توصیف می‌نماید.

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|PE_t| \quad (۲)$$

$$PE_t = \frac{y_t - F_t}{y_t} \times 100 \quad (۳)$$

در روابط فوق PE_t بیانگر خطای نسبی، yt و Ft به ترتیب نشان‌دهنده مشاهده واقعی و پیش‌بینی برای مدت زمان t و n تعداد داده‌ها می‌باشد (Armstrong & Forecasting, 1985; Monfared et al., 2009).

نتایج و بحث

در این مطالعه ۶ ایستگاه هیدرومتری استان گیلان به نام‌های پونل، رودبار سرا، شلمان، طول‌لات، ماشین خانه و هراتبر با پایه زمانی مشترک ۵۰ سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق برای بررسی همگنی داده‌ها از روش Run Test استفاده شد. با استفاده از این آزمون معلوم شد که تمام داده‌های مربوط به ۶ ایستگاه در سطح اعتماد ۹۵ درصد کاملاً تصادفی و همگن هستند. سپس به کمک نرم‌افزار SMADA با استفاده از توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و گمبل دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۲، ۳، ۵، ۱۰،۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله محاسبه شد. به منظور تعیین مناسب‌ترین توزیع برای هر ایستگاه هیدرومتری از شاخص‌های آماری RMSE و MAPE استفاده شد. در جدول (۲) و (۳) مقادیر شاخص‌های آماری RMSE و MAPE محاسبه شده و در شکل‌های (۲) و (۳) نمودار مربوط به شاخص‌های ذکر شده برای توزیع‌های مختلف آماری آورده شده است. ارزیابی توزیع‌های آماری نشان می‌دهد که در ایستگاه‌ها هیدرومتری پونل، شلمان، طول‌لات، ماشین‌خانه و هراتبر توزیع لوگ پیرسون تیپ سه و در ایستگاه رودبارسرا توزیع لوگ نرمال سه پارامتری با کمترین مقادیر RMSE و MAPE مناسب‌ترین توزیع‌های آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند.

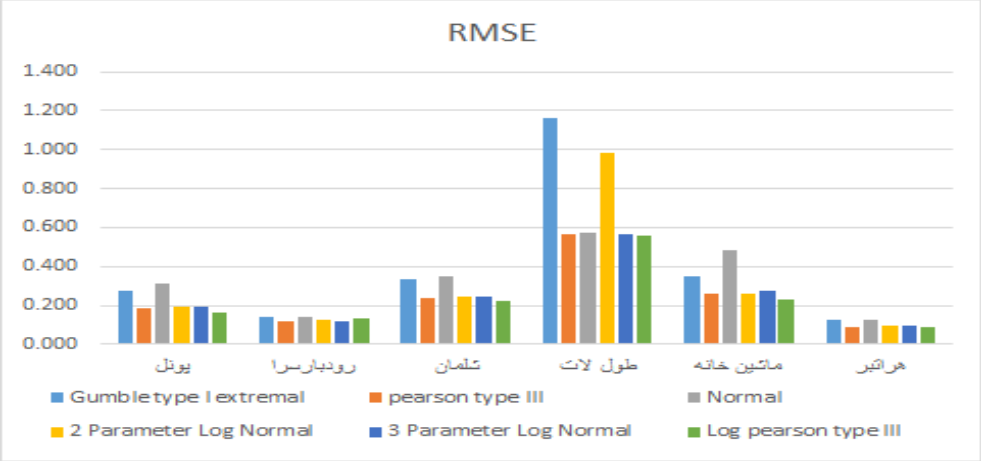
جدول (۲): مقادیر میانگین مجذور مربعات خطا (RMSE) محاسبه شده برای توزیع‌های مختلف آماری

توزیع‌های مورد استفاده	ایستگاه‌ها هیدرومتری مورد مطالعه					
	پونل	رودبارسرا	شلمان	طول لات	ماشین خانه	هراتبر
Gumble type I extremal	۰/۲۷۷	۰/۱۴۲	۰/۳۳۳	۱/۱۶۵	۰/۳۴۸	۰/۱۲۵
pearson type III	۰/۱۸۴	۰/۱۲۲	۰/۲۳۵	۰/۵۶۸	۰/۲۶۰	۰/۰۹۰
Normal	۰/۳۰۹	۰/۱۴۳	۰/۳۴۷	۰/۵۷۰	۰/۴۸۲	۰/۱۲۵
2 Parameter Log Normal	۰/۱۹۰	۰/۱۲۸	۰/۲۴۳	۰/۹۸۲	۰/۲۶۴	۰/۰۹۳
3 Parameter Log Normal	۰/۱۹۵	۰/۱۲۱	۰/۲۴۳	۰/۵۶۸	۰/۲۷۴	۰/۰۹۴
Log pearson type III	۰/۱۶۳	۰/۱۳۰	۰/۲۲۰	۰/۵۵۷	۰/۲۳۲	۰/۰۸۹

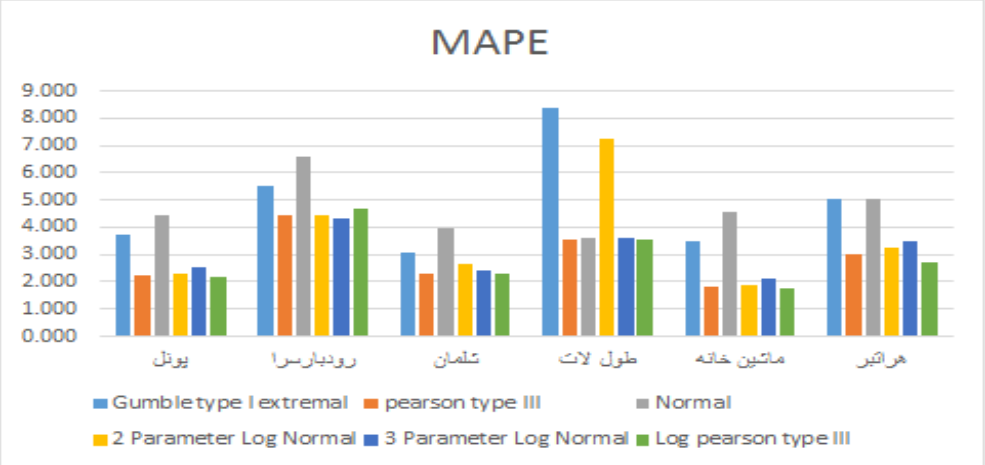
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

جدول(۳): مقادیر میانگین درصد خطای مطلق (MAPE) محاسبه شده برای توزیع‌های مختلف آماری

توزیع‌های مورد استفاده	ایستگاه‌ها هیدرومتری مورد مطالعه					
	پونل	رودبارسرا	شلمان	طول‌لات	ماشین‌خانه	هراتبر
Gumble type I extremal	۳/۷۴۸	۵/۴۹۵	۳/۰۹۰	۸/۳۷۸	۳/۴۸۲	۵/۰۳۶
pearson type III	۲/۲۲۰	۴/۴۲۶	۲/۲۹۸	۳/۵۷۱	۱/۸۱۴	۲/۹۹۷
Normal	۴/۴۳۴	۶/۵۹۶	۳/۹۵۴	۳/۵۹۸	۴/۵۶۶	۵/۰۲۵
2 Parameter Log Normal	۲/۲۶۸	۴/۴۳۰	۲/۶۲۶	۷/۲۵۳	۱/۸۹۶	۳/۲۳۸
3 Parameter Log Normal	۲/۵۴۶	۴/۳۱۷	۲/۴۲۱	۳/۵۹۰	۲/۰۹۰	۳/۴۷۶
Log pearson type III	۲/۱۹۸	۴/۶۶۳	۲/۲۸۳	۳/۵۳۶	۱/۷۴۷	۲/۷۲۵



شکل (۲): مقایسه توزیع‌های مورد استفاده با شاخص RMSE طی دوره آماری ۵۰ ساله



شکل (۳): مقایسه توزیع‌های مورد استفاده با شاخص MAPE طی دوره آماری ۵۰ ساله

همان طور که در جداول (۲) و (۳) و همچنین اشکال (۲) و (۳) مشاهده می‌شود برای ایستگاه پونل توزیع‌های لوگ پیرسون تیپ سه، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، گمبل تیپ یک و نرمال با کمترین مقادیر RMSE و MAPE به ترتیب مناسب‌ترین توزیع‌های آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند. همچنین با توجه به این نتایج در ایستگاه رودبارسرا نیز توزیع‌های لوگ نرمال سه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

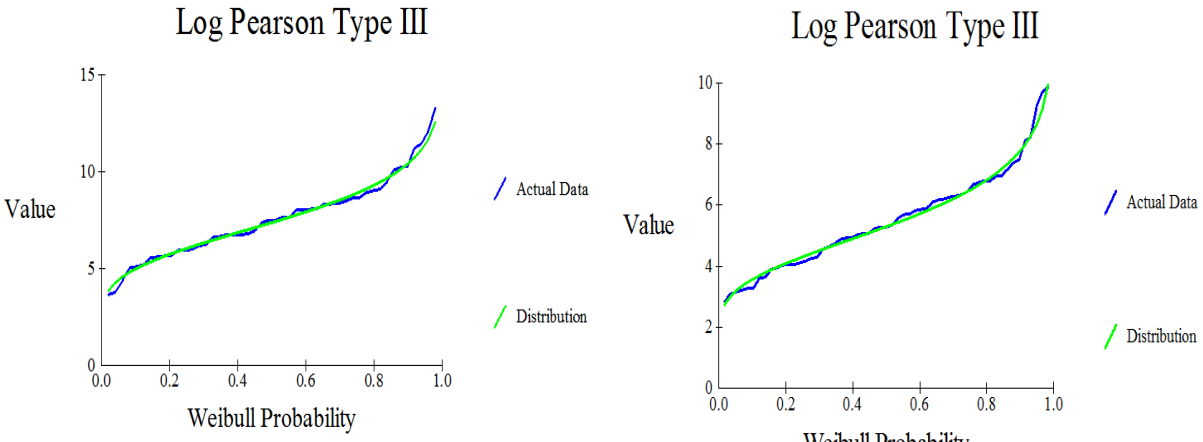
پارامتری، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ پیرسون تیپ سه، گمبل تیپ یک و نرمال به ترتیب با کمترین مقادیر RMSE و MAPE مناسب‌ترین توزیع‌های آماری برای جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت-های مختلف می‌باشند. برای ایستگاه شلمان توزیع‌های لوگ پیرسون تیپ سه، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال سه پارامتری، لوگ نرمال دو پارامتری، گمبل تیپ یک و نرمال با کمترین مقادیر RMSE و MAPE به ترتیب بهترین توزیع‌های آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف تشخیص داده شدند. برای ایستگاه طول-لات توزیع‌های لوگ پیرسون تیپ سه، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال سه پارامتری، نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری و گمبل تیپ یک به ترتیب با کمترین مقادیر RMSE و MAPE برازش و انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارند و بهترین توزیع‌های آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند. برای ایستگاه ماشین‌خانه توزیع‌های لوگ پیرسون تیپ سه، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، گمبل تیپ یک و نرمال با کمترین مقادیر RMSE و MAPE به ترتیب مناسب‌ترین توزیع‌های آماری برای جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند و برای ایستگاه هراتبر توزیع‌های لوگ پیرسون تیپ سه، پیرسون تیپ سه، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، نرمال و گمبل تیپ یک به ترتیب با کمترین مقادیر RMSE و MAPE برازش و انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارند و بهترین توزیع‌های آماری جهت پیش‌بینی دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشند.

جدول شماره (۴) مقادیر دبی متوسط سالانه ایستگاه‌ها پونل، رودبارسرا، شلمان، طول‌لات، ماشین‌خانه و هراتبر در دوره بازگشت‌های مختلف که با استفاده از مناسبترین توزیع آماری موجود در نرم افزار SMADA برآورد شده است را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر برآورد شده دبی متوسط ایستگاه‌ها مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دوره بازگشت، مقادیر دبی متوسط برآورد شده نیز افزایش می‌یابد. لذا کمترین و بیشترین مقادیر دبی متوسط برآورد شده در همه‌ی ایستگاه‌ها مورد بررسی به ترتیب مربوط به دوره بازگشت دو ساله و دویست ساله می‌باشد. در شکل‌های (۴) تا (۹) موقعیت نموداری مناسب‌ترین توزیع، برازش مقادیر واقعی و پیش‌بینی‌شده دبی‌های متوسط سالانه با استفاده از توزیع‌های آماری نشان داده شده است. همان طور که در شکل‌های (۴) تا (۸) مشاهده می‌شود، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم از لحاظ ظاهری بیشترین میزان برازش و انطباق را در بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده نشان می‌دهد یعنی منحنی تجربی و تئوری دارای انطباق مناسبی می‌باشند و همچنین در شکل (۹) توزیع لوگ نرمال سه پارامتره نیز در همین وضعیت قرار دارد.

جدول (۴): مقادیر دبی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف (m^3/s)

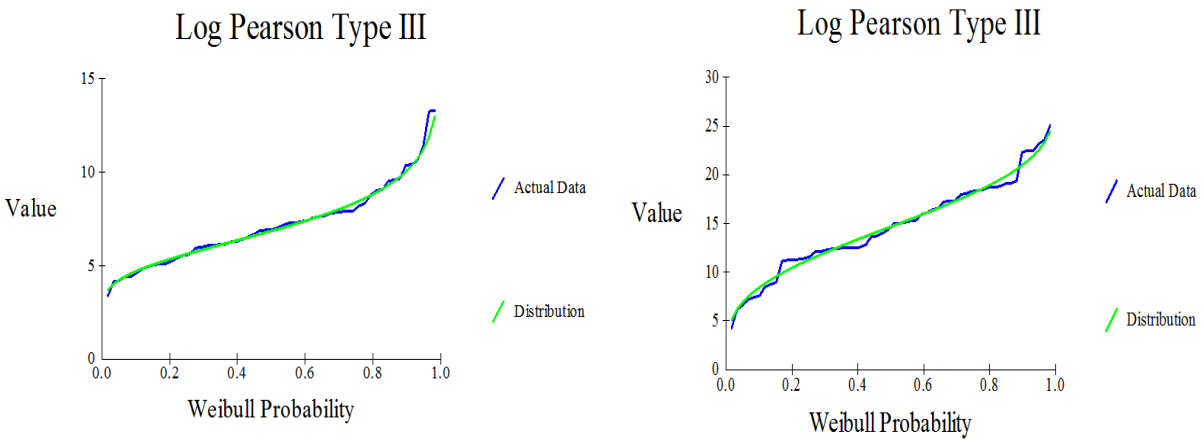
نام ایستگاه	توزیع احتمال	دوره بازگشت							
		Q_{200}	Q_{100}	Q_{50}	Q_{25}	Q_{10}	Q_5	Q_3	Q_2
پونل	لوگ پیرسون	۱۰/۹۱	۱۰/۲۳	۹/۵۲	۸/۷۸	۷/۷۲	۶/۸۱	۶/۰۴	۵/۳۱
رودبارسرا	لوگ‌نرمال ۳	۴/۲۲	۳/۹۶	۳/۶۹	۳/۴۱	۳	۲/۶۴	۲/۳۳	۲/۰۲
شلمان	لوگ پیرسون	۱۴/۱۷	۱۳/۴۰	۱۲/۵۹	۱۱/۷۲	۱۰/۴۴	۹/۳۲	۸/۳۴	۷/۳۹
طول‌لات	لوگ پیرسون	۲۵/۸۰	۲۵/۰۵	۲۴/۱۳	۲۲/۹۹	۲۱	۱۸/۹۳	۱۶/۸۸	۱۴/۶۷
ماشین‌خانه	لوگ پیرسون	۱۵	۱۳/۸۹	۱۲/۷۷	۱۱/۶۳	۱۰/۰۸	۸/۸۲	۷/۸۰	۶/۸۶
هراتبر	لوگ پیرسون	۴/۵۶	۴/۲۴	۳/۹۱	۳/۵۸	۳/۱۲	۲/۷۵	۲/۴۴	۲/۱۶

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]



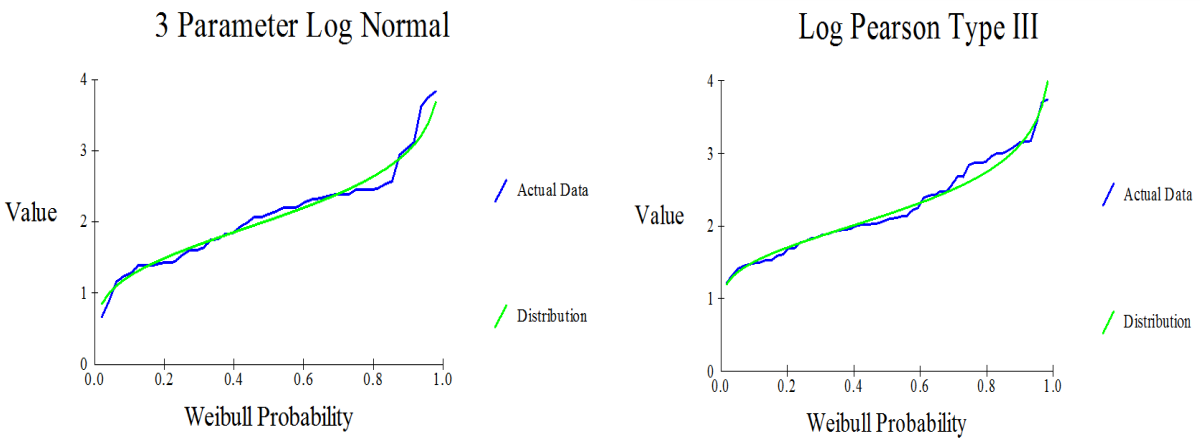
شکل (۴)

شکل (۵)



شکل (۶)

شکل (۷)



شکل (۸)

شکل (۹)

شکل‌های (۴) تا (۹): برازش و انطباق مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده دبی متوسط سالانه با استفاده از نرم‌افزار SMADA به ترتیب برای ایستگاه‌ها پونل، شلمان، طول‌لات، ماشین خانه، هراتبر و رودبارسرا

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از توزیع‌های آماری برای برآورد دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف جهت طراحی سازه‌های آبی یکی از روش‌های متداول است. در این تحقیق برای به دست آوردن مناسب‌ترین توزیع‌های آماری جهت برآورد دبی متوسط سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف، داده‌های دبی متوسط سالانه ۶ ایستگاه هیدرومتری استان گیلان به نام‌های پونل، رودبارسرا، طول‌لات، شلمان، ماشین‌خانه و هراتبر؛ طی یک دوره آماری ۵۰ ساله (سال ۱۳۴۴ تا ۱۳۹۴) جمع‌آوری گردید و با استفاده از انواع توزیع‌های آماری مربوطه در محیط نرم‌افزار SMADA که مبتنی بر روش گشتاورها می‌باشد برازش داده شد و بهترین توزیع برای همه ایستگاه‌های هیدرومتری تعیین شد. نتایج نشان داد که آمار دبی متوسط سالانه ایستگاه‌های پونل، شلمان، طول‌لات، ماشین‌خانه و هراتبر با توزیع لوگ پیرسون نوع سه (Log pearson type III) و ایستگاه رودبارسرا با توزیع لوگ نرمال سه پارامتری (3Parameter Log Normal) بیشترین برازش و انطباق را نشان می‌دهند. بنابراین با استفاده از بهترین توزیع‌ها که در بالا ذکر شد دبی‌های با دوره بازگشت ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله برآورد شدند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که می‌توان از مدل SMADA در ایستگاه‌های هیدرومتری جهت تعیین دبی برای دوره بازگشت‌های مختلف با دقت مناسبی استفاده نمود.

منابع

۱. خالقی، م. و ن. طهماسبی‌پور (۱۳۹۲). انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری در تحلیل و برآورد فراوانی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف (مطالعه موردی: تعدادی از ایستگاه‌ها حوضه آبخیز کشکان)، اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست و انجمن حمایت از طبیعت ایران.

۲. صالحی، م و ف. اجلالی (۱۳۹۱). تحلیل نقطه‌ای سیلاب و انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری به روش گشتاورها با استفاده از نرم‌افزار SMADA (مطالعه موردی: حوضه‌های زرینه‌رود، سیمینه‌رود، مهاباد و ذاب کوچک)، کنفرانس بین المللی دریاچه ارومیه – چالش‌ها و راهکارها، ارومیه، دانشگاه ارومیه.

۳. عباسی، م.، م. اسداللهی شهیر و ف. مرادی (۱۳۹۴). مقایسه روش‌های انتخاب توزیع آماری مناسب داده‌های حداکثر هیدرولوژی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان)، سومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب با رویکرد سیلاب‌های شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس.

۴. نیکنام، ا.، ا. نوحه گر، ع. فهیم و م. خواجه (۱۳۹۳). ارزیابی مناسب‌ترین توزیع آماری در برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه مطالعه موردی رودخانه کر- ایستگاه چم ریز، دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست و انجمن حمایت از طبیعت ایران.

5. Armstrong J.S. and Forecasting L.R. *(1985). From crystal ball to computer*. New York ua.
6. Eaglin R.D. *(1999). DISTRIB 2.20 for Windows*: Statistical Distribution Analysis.
7. Monfared M., Rastegar H. and Kojabadi H.M. *(2009). A new strategy for wind speed forecasting using artificial intelligent methods*. Renewable Energy, *34(3), 845-848.*
8. Parida B.P., Kachroo R.K. and Shrestha D.B. *(1998). Regional flood frequency analysis of Mahi-Sabarmati Basin (Subzone 3-a) using index flood procedure with L-moments*. Water Resources Management, *12(1), 1-12.*
9. Vogel R.M. and Fennessey N.M. (*1993). L moment diagrams should replace product moment diagrams*. Water Resources Research, *29(6), 1745-1752.*
10. Wanielista M.P. and Eaglin R.D. *(1992). SMADA: Stormwater Management and Design Aid. University of Central Florida*. Civil and Environmental Engineering.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]

Determining the most suitable statistical distribution for predicting annual average discharge with different return periods (case study: 6 hydrometric stations in Gilan province)

Hedieh Ahmadpari[1] Seyyed Ebrahim Hashemi Garmdareh[2] Asma Shokuhi[3]

1- M.Sc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Irrigation and Drainage, Aburaihan Campus, University of Tehran

2- Assistant Professor, Faculty of Irrigation and Drainage, Aburaihan Campus, University of Tehran

3- M.Sc. Student of Agricultural meteorology, Department of Agricultural meteorology, Faculty of Desert Studies, University of Semnan

Received: 2016/10
Accepted: 2017/01

Abstract

The performance of any water projects depends on forecasting hydrological events in the future. In hydrology using physical models is not feasible to predict future events and often used from abstract model that describes the system based on mathematical concepts. The use of statistical distributions to estimate annual average discharge in different return periods to design the hydraulic structures is one of the most common methods. In this research in order to obtain the best statistical distributions and estimate annual average discharge in different return periods, annual average discharge data from 6 hydrometric stations Gilan province named Punel, Rudbarsera, Toollat, Shalman, Mashinkhaneh and Haratbar were collected during the 50-year statistical periods (1965 to 2016). The randomness of the data was tested with Run Test method and then fitted with a variety of relevant statistical distributions using SMADA software based on the Method of Moments. Finally, the best distribution was determined using statistical indicators root mean square error (RMSE) and mean absolute error percentage (MAPE) for all hydrometric stations. The results showed that the mean annual discharge statistics of Punel, Shalman, Toollat, Mashinkhaneh and Haratbar stations with Log Pearson type III distribution and Rudbarsera station with 3Parameter Log Normal distribution Show the most fit and compliance. Therefore, using the best distributions mentioned above, return periods of 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 and 200 years were estimated.

Keywords: Annual average discharge, Run -Test method, SMADA software, RMSE and MAPE statistical indicators, Log Pearson type III, 3Parameter Log Normal

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1396.5.1.5.9]