Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
April 19-21, 2016

تحلیل توزیع آماری دبی‌هـای حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه (مطالعه موردی: رودخانه خرمارود)

غلامرضا خسروی[1*]

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

آدرس پست الکترونیکی مولف مسئول (gholamreza.khosravi@yahoo.com)

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 وکمتر از آن استقبال شده است و غالبا از مدل‌های مجرد که سیستم را بر اساس مفاهیم ریاضی تشریح می‌کند استفاده می‌شود. یکی از روش‌های متداول در برآورد دبی‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف، استفاده از توزیع های آماری است. در این تحقیق جهت بدست آوردن مناسب‌ترین توزیع‌های آماری در برآورد سری دبی‌ها با دوره بازگشت مختلف، دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه از رودخانه خرمارود (تیل آباد) از دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز در شرق استان گلستان، در طی یک دوره آماری ۳۰ ساله جمع آوری گردید و پس از آزمون‌های همگنی و کفایت آماری، با استفاده از آزمون گرافیکی نرم افزار Smada و محاسبه مجموع مربعات باقی مانده (R.S.S.)، ارزیابی ومورد مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده از منحنی تجربی و مشاهده‌ای برای دبی‌های حداکثر لحظه‌ای، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم با R.S.S. (۲۵) و برای دبی‌های متوسط سالانه، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و پس از آن پیرسون با R.S.S. به ترتیب (۱/۱۶ و ۱/۹)، بیشترین برازش و انطباق را نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: توزیع آماری، لوگ پیرسون نوع سوم، SMADA

مقدمه

در هیدرولوژی نمی‌توان زمان وقوع یک پدیده مانند سیلاب یا دبی مورد نظر را تعیین نمود، ولی می‌توان نحوه وقوع حوادث قبلی را بررسی کرده و احتمال وقوع متوسط آنها را بدست آورد. محاسبه احتمال وقوع متوسط و یا دوره بازگشت متوسط سیلاب‌ها و یا کم آبی‌ها می‌تواند به حل مسائل زیادی کمک کند. برای مثال در طرح‌های کنترل سیل، خسارت متوسط سالانه سیلاب را محاسبه نموده و همچنین طراحی ابعاد سازه‌ها مانند سرریز سدها، ارتفاع دیواره‌های سیل بند و دهانه پل‌ها نیز با توجه به احتمال وقوع سیلابها و دبی‌های مربوطه به آنها صورت می‌گیرد (مهدوی، ۱۳۸۸). اطلاعات و داده‌هایی که در گذشته ثبت شده اند به ما کمک خواهند کرد تا تعدادی پارامترآماری را بدست آورده و سپس از روی آنها اتفاقاتی را که ممکن است در آینده رخ دهد پیش‌بینی کنیم. در هیدرولوژی استفاده از مدلهای فیزیکی برای پیش بینی وقایع آینده مقدور نبوده وکمتر مورد استقبال قرارگرفته‌اند و اغلب از مدلهای مجرد که سیستم را بر اساس ترمها و مفاهیم ریاضی تشریح می‌کند استفاده می‌شود. یکی از روش‌های متداول در برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف، استفاده از توزیع‌های آماری است (علیزاده، ۱۳۸۹). تحلیل فراوانی مقادیر حد بارندگی و سیلابها، بزرگی این پدیده‌ها و همچنین فراوانی آنها اطلاعات مناسبی برای تحلیل‌های مختلف نظیر تعیین معیارهای ریسک و اطمینان‌پذیری در طراحی سازه‌ها بدست می‌دهد. این تحلیل این امکان را فراهم می‌کند تا مقدار فراوانی حوادثی که از مقدار مشاهداتی آنها بیشتر می‌باشد طی دوره زمانی ثبت داده‌ها برآورد شود. این برآورد می‌تواند با استفاده از مفهوم دوره بازگشت واقعه بیان گردد (هادیان و همکاران، ۱۳۸۹). از نظر تئوری توابع احتمالاتی مختلفی وجود دارد که بصورت تجربی اندازه‌گیری و ثبت شده‌اند. تابعی که مطابقت بیشتری با

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های مورد نظر داشته باشد، به عنوان تابع توزیع احتمال برگزیده می‌شود تا بتوان از روی آن به ازاء هر احتمال مورد نظر مقدار متغیر هیدرولوژی را بدست آورد. (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). در تحقیقی از بین انواع توزیع‌های فراوانی مورد بررسی برای منطقه مورد مطالعه جهت پیش‌بینی مقادیر حداکثرسیلاب، توزیع مناسب آماری برای سری داده‌های ۱۰ تا ۳۵ ساله، توزیع لوگ نرمال سه پارامتری و برای سری داده‌های طولانی مدت بیش از ۳۵ سال، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم می باشد (بدوستانی، ۱۳۷۸). بر اساس مطالعه‌ای در ۹۱ منطقه استرالیا توزیع‌های مقادیر عمومی حد، پارتو و لوگ پیرسون نوع سوم و لوگ نرمال دو متغیره را مناسب تشخیص دادند. بیشتر تحقیقات انجام شده در خصوص جریانهای سیلابی بوده و نوشته‌ها دربارهٔ جریانهای متوسط و حداقل قابل مقایسه با سریهای سیلابی نیست (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۸). برای طرح بیلان آبی یک منطقه از دبی‌های متوسط استفاده می‌شود در حالیکه محاسبه بیلان آب با استفاده از دبی‌های حداکثر، حجم آب منطقه را بیشتر نشان می‌دهد. در این تحقیق جهت بدست آوردن توزیع‌های آماری در برآورد سری دبی‌ها با دوره بازگشت مختلف، دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه از رودخانه خرمارود (تیل آباد) از دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز در شرق استان گلستان، درطی یک دوره آماری ۳۰ ساله جمع آوری شد و پس از آزمون‌های همگنی و کفایت آماری، با استفاده از آزمون گرافیکی نرم افزار SMADA و محاسبه مجموع مربعات باقی مانده (R.S.S.)، مورد مقایسه و ارزیابی قرارگرفتند.

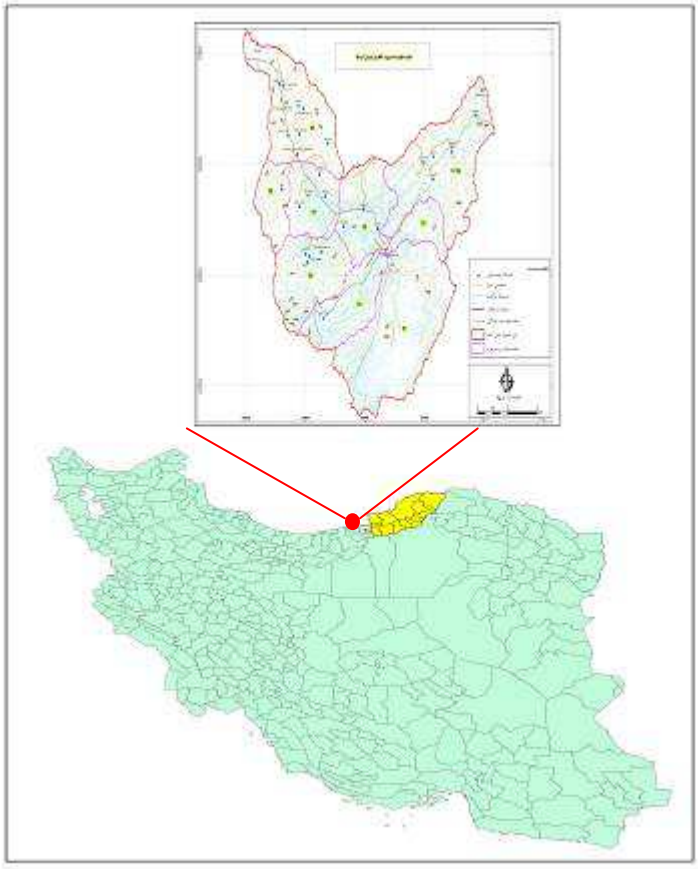
مواد و روش ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است محدوده مورد مطالعه، رودخانه خرمارود (تیل آباد) از دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز در شرق استان گلستان سرچشمه گرفته، که پس از پیوستن شاخه‌های فرعی متعددی به آن، از مجاورت پادگان نوده خاندوز عبور کرده و به سوی دشت حلقه به سمت شهرستان گنبد سرازیر می‌شود. منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۸۸۹۷۰/۵ هکتار در طول‌های جغرافیای شرقی ً۷۵، ´۱۲، °۵۵ تا ً۳۷، ´۴۰، °۵۵ و عرض‌های جغرافیایی شمال ً۲، ´۴۵، °۳۶ تا ً۰۰، ´۵، °۳۷ ((سیستمUTM (346306 – 359401) =X و (4102329 – 4088998)=Y)) قرار دارد. حوضه آبخیز رودخانه خرمارود (تیل آباد) از لحاظ موقعیت جغرافیایی در شهرستان آزادشهر واقع گردیده که از شرق به حوضه آبخیز رودخانه قورچای شهرستان رامیان، از غرب به حوضه چهل چای شهرستان مینودشت، از جنوب به شهرستان سمنان و از شمال به دشت حلقه واقع در شهرستان گنبد محدود می-گردد. بر اساس جمع‌آوری آمار و اطلاعات ایستگاه هیدرومتری نوده خاندوز تحلیل انجام گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمایی از موقعیت مورد مطالعه حوضه رودخانه خرمارود

- روش تحقیق

در این تحقیق داده‌های دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه در طی دوره آماری ۱۳۵۸ تا ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید و با توجه به این که داده‌های مورد استفاده باید دارای سه شرط کفایت، درستی و مرتبط بودن باشند. اقدام به کنترل داده‌های ایستگاه مذکور گردید. بدین منظور با توجه به امکان وجود نواقصی در آمار دبی‌های ایستگاه مورد استفاده، ابتدا نواقص موجود در دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه کنترل، بازسازی و تطویل‌سازی گردید و نهایتا همگنی داده ها از روش Run Test مورد آزمایش قرارگرفت و آمار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تایید شدند. جهت دستیابی به تغییرات دبی‌های حداکثرلحظه‌ای و متوسط سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف از توابع احتمال تئوری استفاده گردید. این امر امکان برآورد پتانسیل آبی رودخانه مذکور را در دوره بازگشت‌های مختلف فراهم می سازد. در این روش آمار دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه در طی دوره آماری با استفاده از نرم افزار SMADA برآورد گردید. و با مقایسه داده‌های مشاهداتی (واقعی) و برآوردی (پیش بینی شده)، مناسب ترین توزیع آماری تعیین گردید. برای تعیین مناسب‌ترین توزیع آماری، آن توزیعی مناسب تشخیص داده می‌شود که برازش بهتری با مقادیر پیش‌بینی شده توسط توزیع داشته باشد. یکی از روش های انتخاب بهترین توزیع و برازش مقادیر، محاسبه مجموع مربعات باقی مانده و یا R.S.S. (Residual sum squares) برای هر یک از توزیع‌ها می باشد.

$$R.S.S. = [\Sigma(Qe - Qo)2 / (n - m)]1/2$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن Qe، مقدار برآورد شده برای هر یک از داده ها، Qo مقدار مشاهده شده برای هر یک از داده ها، n تعداد داده‌ها و m تعداد پارامتر توزیع مورد استفاده می‌باشد که در توزیع(نرمال ، لوگ نرمال ، گمبل و لوگ گمبل دو پارامتره) برابر (۲) بوده و در توزیع های (پیرسون، لوگ پیرسون و لوگ نرمال سه پارامتره) برابر(۳)، می باشد. توزیعی مناسب است که دارای کمترین مقدار R.S.S. بوده و آن توزیع برای تعیین داده های با دوره بازگشت مورد نظر، انتخاب می گردد.

- بحث و نتایج

جدول شماره (۱) و (۲)، مقادیر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و متوسط سالانه برآورد شده در دوره بازگشت‌های مختلف را با استفاده از توزیع‌های مختلف نشان می‌دهد. همچنین در شکل (۲) و(۳)، موقعیت نموداری هر یک از توزیع‌ها و برازش مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و دبی‌های متوسط سالانه با استفاده از توزیع‌های آماری نشان داده شده است. و در نهایت در جدول شماره (۳)، مقادیر مجموع مربعات باقی مانده (R.S.S.)، برای توزیع های مختلف مشخص گردیده است.

۱- ارزیابی توزیع‌های آماری دبی حداکثر لحظه‌ای

همانطور که در شکل (۲)، مشاهده می‌شود در توزیع نرمال، لوگ نرمال سه پارامتره و گمبل، مقادیر منفی و کمترین میزان برازش و انطباق را بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده نشان می‌دهند که عملا منطقی نمی‌باشد و همچنین در طبیعت مقادیر منفی برای دبی وجود ندارد. همچنین توزیع‌های مذکور بیشترین مقدار R.S.S. را به خود اختصاص داده‌اند، بنابراین نامناسب می‌باشند. توزیع‌های لوگ نرمال و پیرسون از لحاظ ظاهری، برازش و انطباق نسبتاً مناسبی در منحنی تجربی و برآوردی نشان می‌دهند اما در توزیع لوگ پیرسون، مقادیر پیش بینی شده برازش و انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارد و نیز کمترین مقدار R.S.S. یعنی (۲۵)، را نسبت به سایر توزیع‌ها دارد. بنابراین مناسب ترین توزیع جهت برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای می‌باشد.

۲- ارزیابی توزیع‌های آماری دبی متوسط سالانه

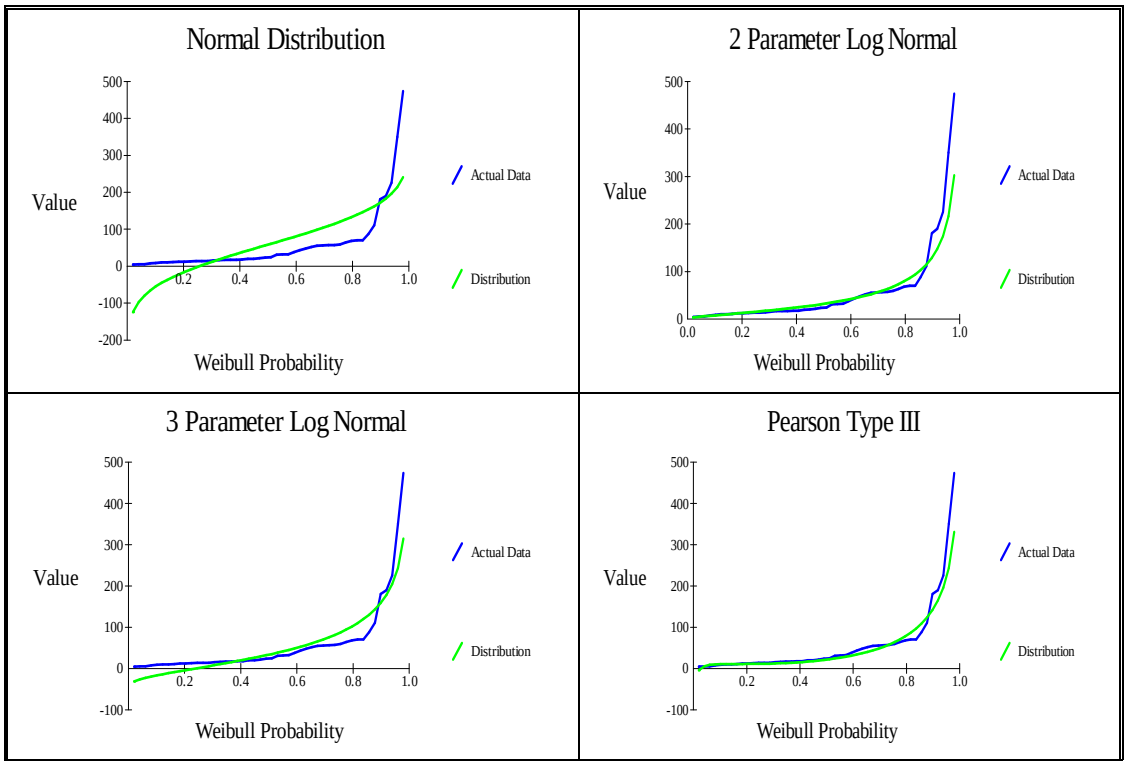
همانطور که در شکل شماره (۲)، مشاهده می‌شود، توزیع‌های نرمال و گمبل از لحاظ ظاهری کمترین میزان برازش و انطباق را بین مقادیر واقعی وپیش‌بینی شده نشان می‌دهند. در این توزیع‌ها مقادیر منفی برآورد شده است که با توجه به دائمی بودن رودخانه میناب وهمچنین در طبیعت مقادیر منفی برای دبی وجود ندارد عملا منطقی نمی‌باشد. این امر بدین سبب رخ می‌دهد که اولا این توزیع‌ها دو پارامتره بوده و از فاکتورهای ضریب چولگی در محاسبه ضریب تغییرات استفاده نمی‌شود و ثانیا داده‌ها مستقیما و بدون لگاریتم گرفتن مورد برازش قرار می‌گیرند. در توزیع لوگ نرمال سه پارامتره ، منحنی‌های تجربی و تئوری دارای انطباق مناسبی می‌باشد اما در این توزیع نیز مقادیر منفی پیش‌بینی شده است که عملا منطقی نیست. برازش مقادیر واقعی و پیش بینی شده دبی متوسط سالانه با استفاده از توزیع های لوگ پیرسون، پیرسون و لوگ نرمال دو پارامتره، تطابق مناسبی را نشان می‌دهند. اما منحنی تجربی و مشاهداتی در توزیع لوگ پیرسون دارای بیشترین هم پوشانی بوده و نیز کمترین مقدار R.S.S. یعنی (۱/۱۶)، نسبت به توزیع‌های آماری دیگر دارد. بنابراین بهترین توزیع برای دستیابی به برآورد دبی متوسط سالانه با دوره بازگشت مختلف می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

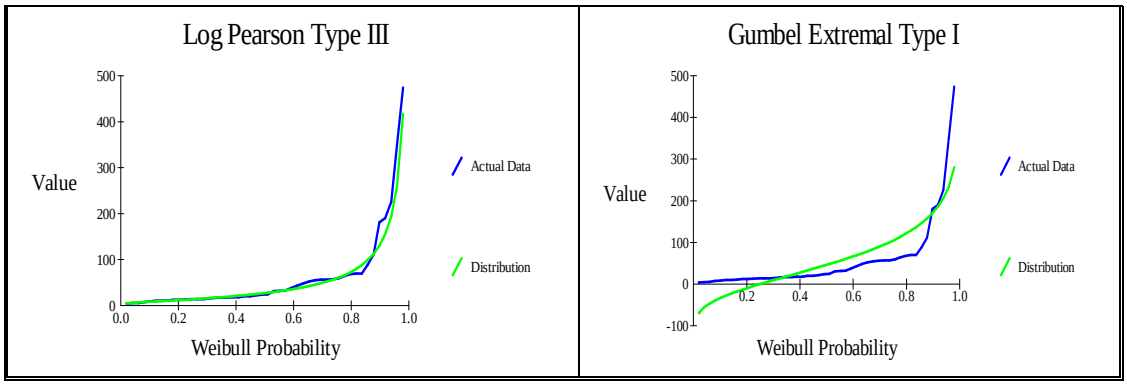
جدول شماره (۱) مقادیر دبی حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت مختلف (m3/s)

توزیع احتمال	دوره بازگشت							
	Q_{200}	Q_{100}	Q_{50}	Q_{25}	Q_{10}	Q_5	Q_3	Q_2
نرمال	288.54	266.25	241.91	214.83	172.91	133.58	96.94	58.42
لوگ نرمال ۲	540.97	411.37	304.98	218.65	130.6	80.54	51.34	31.98
لوگ نرمال۳	484.03	396.41	317	245.16	160.62	103.45	64.21	33.71
پیرسون	532.68	429.78	333.88	245.85	143.7	79.84	42.74	21.52
لوگ پیرسون	**1016.24**	**661.96**	**422.79**	**263.06**	**132.45**	**73.27**	**44.07**	**26.96**
گمبل	375.07	328.68	282.12	235.21	171.97	121.93	82.18	46.34



www.SID.ir

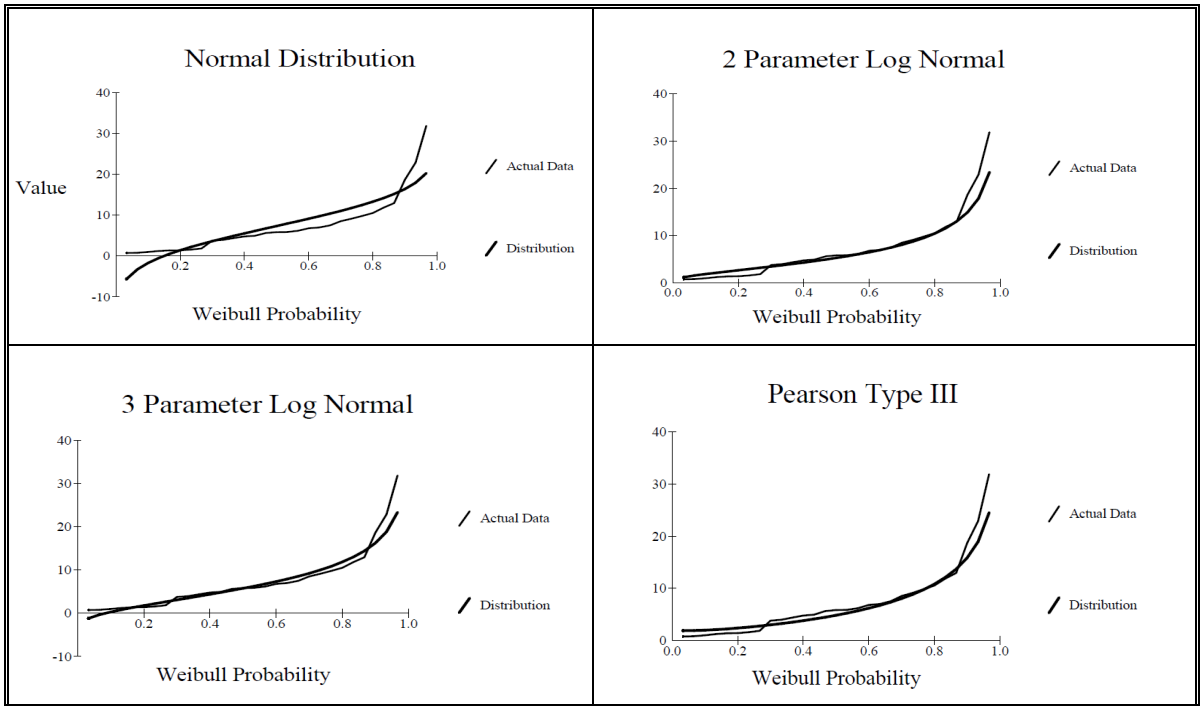
Archive of SID



شکل شماره(۲)، برازش و انطباق مقادیر واقعی و پیش بینی شده دبی حداکثر لحظه‌ای با استفاده از نرم افزار SMADA

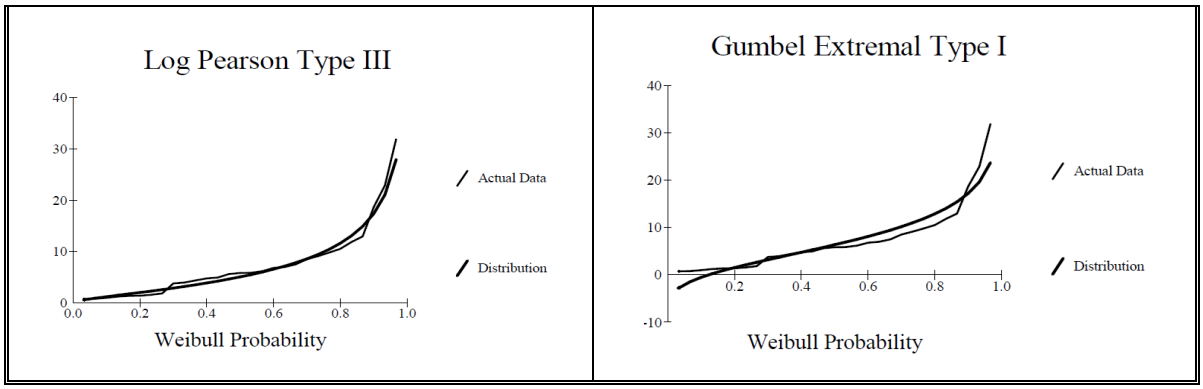
جدول شماره (۲) مقادیر دبی متوسط سالانه با دوره بازگشت مختلف (m3/s)

توزیع احتمال	دوره بازگشت							
	Q_2	Q_3	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
نرمال	۷/۳۳	۱۰/۴	۱۳/۳	۱۶/۴	۱۹/۷	۲۱/۸	۲۳/۸	۲۵/۵
لوگ نرمال ۲	۵/۳	۷/۵	۱۰/۴	۱۴/۹	۲۱/۸	۲۷/۹	۳۷/۸	۴۲/۶
لوگ نرمال۳	۵/۷	۸/۵	۱۱/۸	۱۶/۲	۲۲/۲	۲۶/۸	۳۱/۶	۳۶/۷
پیرسون	۴.۸	۷/۳	۱۰/۸	۱۵/۸	۲۳	۲۸/۷	۳۴/۶	۴۰/۸
لوگ پیرسون	۵	۷/۸	۱۱/۶	۱۷/۴	۲۶	۳۳/۳	۴۱/۲	۵۰
گمبل	۶/۴	۹/۵	۱۲/۹	۱۷/۲	۲۲/۶	۲۶/۷	۳۰/۷	۳۴/۷



www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره (۳)، برازش و انطباق مقادیر واقعی و پیش بینی شده دبی متوسط سالانه با استفاده از نرم افزار SMADA

جدول شماره (۳)، مقادیر مجموع مربعات باقی مانده (R.S.S.)

توزیع احتمال	مجموع مربعات باقیمانده (R.S.S.)	
	دبی حداکثر لحظه‌ای	دبی متوسط سالانه
نرمال	۷۸	۳/۴
لوگ نرمال ۲	۳۸	۲/۱۳
لوگ نرمال۳	۵۸	۲/۰۸
پیرسون	۳۴	۱/۹
لوگ پیرسون	۲۵	۱/۱۶
گمبل	۶۴	۲/۲۸

- نتیجه‌گیری

محاسبه احتمال وقوع متوسط و یا دوره بازگشت متوسط سیلاب‌ها و یا کم آبی‌ها می‌تواند به حل مسائل زیادی کمک کند. برای مثال در طرح های کنترل سیل و همچنین طراحی ابعاد سازه‌ها مانند سرریز سدها، ارتفاع دیواره‌های سیل بند و دهانه پل‌ها نیز با توجه به احتمال وقوع سیلابها و دبی‌های مربوطه به آنها صورت می‌گیرد. برای طرح بیلان آبی یک منطقه از دبی‌های متوسط سالانه استفاده می شود، در حالیکه محاسبه بیلان آب با استفاده از دبی‌های حداکثر، حجم آب منطقه را بیشتر نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده از توزیع‌های آماری در برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت مختلف، مقادیر پیش‌بینی شده، برازش و انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی در توزیع لوگ پیرسون دارند و نیز این توزیع کمترین مقدار .R.S.S یعنی (۲۵)، نسبت به سایر توزیع ها دارد. بنابراین مناسب ترین توزیع جهت برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای می‌باشد. همچنین جهت برآورد دبی‌های متوسط سالانه با دوره بازگشت مختلف، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و پس از آن توزیع پیرسون با .R.S.S، به ترتیب (۱/۱۶ و ۱/۹)، بیشترین برازش و انطباق را نشان می دهند.

- منابع

مهدوی، م، (۱۳۸۸). هیدرولوژی کاربردی جلد دوم، چاپ ششم، تهران، مؤسسه انشارات دانشگاه تهران،صفحات ۲۱-۱۱۹.

علیزاده، ا، (۱۳۸۹). اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ بیست و ششم، مشهد، دانشگاه امام رضا(ع)،صفحات ۶۵۱- ۷۱۷.

هادیان امری، م.، حبیب نژاد روشن، م.، امیدوار، ا،(۱۳۸۹). ارزیابی توزیع‌های مختلف آماری در برآورد دبی حداکثر سیلاب با دوره بازگشت مختلف در حوزه آبخیز تجن، ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، اردیبهشت ۱۳۸۹.

www.SID.ir

Archive of SID

عبدی کردانی، ا.، فاخری فر، ا، (۱۳۸۷). تحلیل توزیع فراوانی دبی‌های حداکثر لحظه ای با استفاده از روش گشتاورهای خطی، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت ۱۳۸۷.

بدوستانی، ح، (۱۳۷۸). بررسی مناسب ترین توزیع فراوانی برای پیش بینی سیلاب و بارش حداکثر با احتمالات وقوع مشخص در استان آذربایجان شرقی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۸ ص.

مهدوی، م.، سلاجقه، ع.، کشتکار، امیررضا.، فهمی، ه.، شریفی، ف، (۱۳۸۵). بررسی و برازش توزیع های احتمالی مناسب برای سری های جریان های سالانه با استفاده از روش گشتاور L در مناطق خشک و نیمه خشک، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۹، شماره ۱، ۷۵-۸۷ .

Vogel, R. M. N. Fennrssy.(1993). L-moment diagrams should replace product moment diagrams. Water resource. Res. 29(6) : 1745- 1752

www.SID.ir