ارزیابی تأثیر اقلیم بر روی بهترین توزیع آماری در آنالیز فراوانی دبی حداکثر سیلاب

معصومه خسروی چنار[۱]، محمدتقی دستورانی[۲*]، ابوالفضل مساعدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد؛ khorsavi.ma94@gmail.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد؛ dastorani@um.ac.ir

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد؛ mosaedi@um.ac.ir

چکیده:

مسئله‌ای که در آینده‌ای نه چندان دور بخش‌های عمده‌ای از جهان از جمله ایران با آن مواجه خواهند شد کمبود منابع آب می‌باشد لذا باید مدیریت دقیق و اساسی در این زمینه صورت گیرد. لازمه اجرای طرح‌های مدیریت منابع آب برآورد دقیق مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانه‌ها است. روش‌های مختلفی جهت برآورد دبی وجود دارد که یکی ازاین‌روش‌ها، استفاده از توزیع‌های آماری می‌باشد ولی ازآنجایی‌که کشور ایران دارای مناطق اقلیمی متفاوت می‌باشد جهت برآورد دبی، شناخت بهترین توزیع آماری متناسب با هر اقلیم ضروری است. لذا تحقیق حاضر جهت تعیین بهترین توزیع آماری در استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان، مازندران و گیلان که دارای اقلیم‌های متفاوت هستند، صورت گرفت در این پژوهش با استفاده از ۴۰ سال آمار دبی حداکثر لحظه‌ای ۱۸ ایستگاه هیدرومتری و با استفاده از نرم‌افزار Easyfit توزیع‌های آماری مناسب با داده‌ها، برازش یافت. نتایج نشان داد که در استان خراسان رضوی توزیع‌های Fatigue Life، Burr و Fatigue Life (3P)، در استان خراسان شمالی توزیع‌های Log-Logistic (3P) و Burr، در استان گلستان، توزیع‌های Frechet (3P)، Burr (4P)، Extreme Value، Gen. Wakeby، Gen. Pareto و Log-Gamma و در استان مازندران، توزیع‌های Wakeby، Log-Logistic (3P)، Gen. Logistic و در استان گیلان Wakeby، Inv. Gaussian (3P) و Rayleigh (2P) مناسب‌ترین توزیع‌های برازش یافته می‌باشند. این نتایج نشان دهنده آن است که نوع بهترین توزیع آماری برای داده‌های هیدرولوژی تابع اقلیم بوده و در هر شرایط اقلیمی متناسب با داده‌های آن بایستی بهترین توزیع شناسایی و مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: توزیع‌های آماری، دبی حداکثر لحظه‌ای، اقلیم، پیش‌بینی جریان، نرم‌افزار Easyfit.

۱. مقدمه

اقلیم (Climate) واژه‌ای است عربی که از کلمه‌ی یونانی کلیما (Clima) گرفته شده و در فارسی به معنی آب و هوا می‌باشد. در واقع اقلیم یک مفهوم احساسی است و می‌توان آن را متوسط وضعیت هوا در یک منطقه دانست [۱] . توپوگرافی، موقعیت جغرافیایی مانند زاویه تابش و مدت تابش، همچنین پوشش طبیعی باعث تنوع اقلیمی در ایران شده است [۲]. شرایط اقلیمی هر محل در پراکندگی انسان، حیوان و گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند لذا هرگونه فعالیت یا برنامه‌ریزی در زمین‌های مختلف اقتصادی، کشاورزی و صنعتی در سطح زمین بدون شناخت اقلیم امکان‌پذیر نمی‌باشد [۳]. اقلیم روی بارندگی و به تبع آن چرخه هیدرولوژیکی تأثیر قابل توجهی داشته و دبی جریان‌های رودخانه‌ای را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

یکی از مهمترین عوامل در طراحی سازه های هیدرولیکی رودخانه ها و مدیریت منابع آب، دبی حداکثر لحظه ای جریان آب می‌باشد، لذا برآورد آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد [۴]. از طرفی باتوجه به اینکه در طرح‌های بهره‌برداری از منابع آب، کنترل سیلاب، سدسازی، عملیات آبخیزداری، دبی طراحی سیلاب اهمیت زیادی دارد. لذا دقت مطالعات و درجه ایمنی طراحی تأسیسات و سازه‌های آبی بستگی بالایی به روش مطالعات دارد به منظور برآورد دبی روش‌های مختلف وجود دارد که یکی از روش های متداول تخمین دبی با استفاده از توزیع‌های آماری می‌باشد [۵]. به این منظور می‌توان توابع از پیش تعیین شده‌ای را بر داده‌ها برازش داد و با استفاده از آزمون‌های نکوئی برازش، مناسب‌ترین تابع را تعیین نمود [۶]. انتخاب توزیع مناسب در هر منطقه باعث برآورد دبی جریان‌ها می‌شود. به طور کلی هدف از این تحقیق، تعیین بهترین توزیع آماری در ایستگاه‌های مورد بررسی و همچنین تاثیر اقلیم بر روی این انتخاب می‌باشد.

۲. پیشینه پژوهش

علیجانی و افشارمنش(۱۳۹۴)، در تحقیقی جهت انتخاب بهترین توزیع فراوانی و توزیع آماری مناسب بارشی برای اقلیم متنوع ایران با استفاده از مقادیر ماهانه بارش ۴۳ ایستگاه سینوپتیک و با استفاده از نرم افزار Esay fifty، توزیع آماری مناسب برای مناطق شش گانه اقلیمی ایران برآورد نمودند، نتایج نشان داد در منطقه اقلیم مرطوب و معتدل خزری توزیع Log-Pearson 3، در اقلیم نیمه خشک توزیع Johnson SB، در اقلیم ناحیه خزر توزیع Burr، در اقلیم بیابانی خیلی گرم ساحلی توزیع Gamma، در اقلیم بیابانی خیلی گرم داخلی توزیع Johnson SB و در اقلیم نیمه بیابانی گرم، توزیع Gen.Gamma بهترین توزیع‌های آماری می‌باشند.

نکوئیان و همکاران(۱۳۹۰)، در پژوهشی داده های ۱۰ ایستگاه هیدرومتری در حوزه آبخیز کارون شمالی با دوره آماری مشترک ۲۵ساله مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و سیلاب با دوره های بازگشت (۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ سال) با استفاده از روش گشتاور خطی و نرم افزار تحلیل فراوانی سیل FFA با استفاده از ۲۰ توزیع آماری محاسبه کردند نتایج بدست آمده نشان داد که از ۱۰ ایستگاه موجود، با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف در ۹ ایستگاه توزیع سه پارامتری شامل چهار ایستگاه توزیع لوگ پیرسون نوع سه، دو ایستگاه لوگ نرمال سه پارامتری، دو ایستگاه

پارتو تعمیم یافته، یک ایستگاه پیرسون نوع سه، و همچنین یک ایستگاه توزیع دو پارامتری شامل گامای دو پارامتری و با استفاده از آزمون مربع کای در ۱۰ ایستگاه توزیع سه پارامتری، شامل سه ایستگاه توزیع ویبول، دو ایستگاه لوگ نرمال سه پارامتری، دو ایستگاه مقادیر حدی تعمیم یافته، یک ایستگاه لوگ پیرسون نوع سه، یک ایستگاه پیرسون نوع سه و یک ایستگاه پارتو تعمیم یافته، برازش بهتری داشتند.

عظیمی و خان محمدی فلاح(۱۳۹۳)، در تحقیقی جهت بررسی توزیع‌های آماری مناسب و دوره بازگشت دبی‌های میانگین سالانه حوضه شرق دریاچه ارومیه، با استفاده از نرم افزار آماری EasyFit و با برازش ۲۲ توزیع پرکاربرد بر روی داده‌های دبی فصلی و میانگین سالانه ۲۱ ایستگاه در شرق دریاچه ارومیه طی یک دوره آماری ۳۰ ساله مناسبترین توابع برای داده‌های هر ایستگاه با استفاده از آزمون نکوئی برازش کلموگروف_اسمیرنوف تعیین نمودند. سپس دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله برای هر سری داده‌ها با استفاده از تابع توزیع منتخب محاسبه کردند. نتایج نشان داد در هر سری داده فراوانی توزیع ویکبای بیشتر از سایر توزیع‌ها بود، به طوری که توزیع ویکبای در فصل بهار برای ۸ ایستگاه، در فصل تابستان و پاییز برای ۵ ایستگاه، در فصل زمستان برای ۱۳ ایستگاه و در سری داده-های سالانه برای ۶ ایستگاه به عنوان توزیع برتر انتخاب شد همچنین در مجموع ۵ سری داده‌های مورد مطالعه، تابع ویکبای با ۳۶/۱۹ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد.

۳. مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه:

این پژوهش در ۵ استان خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان، مازندران و گیلان صورت گرفته که موقعیت هر استان به شرح زیر می‌باشد:

استان استان خراسان رضوی(شکل ۱) بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرارگرفته است. استان خراسان رضوی از تنوع اقلیمی برخوردار است، اما به طور کلی جزو مناطق نیمه خشک کشور به شمار می‌رود [۷].

شکل ۱_ نقشه موقعیت جغرافیایی استان خراسان رضوی

استان خراسان شمالی(شکل ۲) بین مدار جغرافیایی۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۵ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است [۸]. استان خراسان شمالی بر اساس روش ها و طبقه بندی های مختلف، منطقه ای نیمه خشک با زمستان های سرد می باشد [۹].

شکل ۲_ نقشه استان خراسان شمالی [۹]

استان گلستان (شکل ۳) بین عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه شمالی و در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است [۱۰].

تقسیم بندی اقلیم استان گلستان که توسط شاهکویی در سال ۱۳۹۰ [۱۱] ارائه گردیده، به شرح زیر می‌باشد:

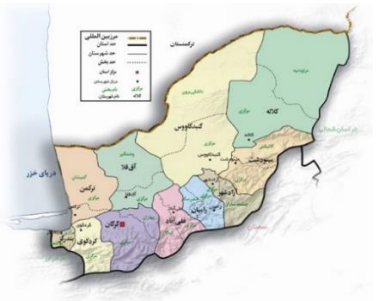
۱_ناحیه شمال و شرق به علّت دور بودن از دریای مازندران و ارتفاعات البرز و نزدیکی به بیابان های ترکمنستان، دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک می‌باشد.

۲_شهرستان گرگان و نواحی مجاور آن دارای آب و هوای معتدل مدیترانه‌ای که ویژگی مهم آن اعتدال هوا در زمستان و خشکی و گرمی هوا در تابستان است.

۳_ نواحی پایکوهی استان مانند نهارخوران، زیارت، زرین گل و تمامی درّه‌های پایکوهی استان دارای آب و هوای مرطوب و نیمه مرطوب می‌باشند.

۴_ ناحیهٔ جنوبی استان از ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متری البرز با اقلیم معتدل سرد و کوهستانی و تابستان های معتدل و کوتاه.

۵_ناحیهٔ کوهستانی فراتر از ۳۰۰۰ متر شامل کوهستان مرتفع دامنهٔ شمالی البرز، با یخبندان‌های طولانی و زمستان‌های سرد و تابستانهای کوتاه و خنک با اقلیم مخصوص ارتفاعات.



شکل ۳_ نقشه موقعیت جغرافیایی استان گلستان

استان مازندران(شکل ۴) در محدوده ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا۵۴ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی در شمال کشور ایران واقع شده است [۱۲]. بر اساس طبقه بندی دومارتن(De Martounne) نواحی غربی مازندران بسیار مرطوب ، نواحی مرکزی مازندران مرطوب و نواحی شرقی مازندران مدیترانه ای و نواحی کوهستانی مازندران نیمه مرطوب می باشد [۱۳].

شکل ٤_ نقشه استان مازندران

استان گیلان(شکل ۵) بین مدارهای ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه و ۳ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه و ۷ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴۲ ثانیه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. استان گیلان دارای رژیم اقلیمی معتدل خزری می‌باشد [۱۴].

شکل ۵_ نقشه موقعیت جغرافیایی استان گیلان

در این پژوهش پس از تهیه آمار از شرکت آب منطقه‌ای و مدیریت منابع آب ایران در هر استان آمار بررسی گردید برای پردازش داده‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید بدین صورت که دبی‌های پیک ایستگاه‌های مربوط به هر استان را در شیت‌های جداگانه مرتب نموده و ایستگاه‌های با دوره آماری کوتاه مدت حذف گردید. در ایستگاه‌های منتخب اولیه وجود هرگونه داده پرت و یا سد بررسی گردید که پس از آن ایستگاه‌های دارای آمار پرت نیز حذف شدند. در مرحله بعد اقدام به بررسی همگنی با روش ران تست گردید که پس از انتخاب ایستگاه‌های همگن در ایستگاه‌های دارای نواقص آماری اقدام به بررسی همبستگی بین دبی پیک و بیشینه دبی روزانه در یک سال شد که در صورت داشتن همبستگی بالا (طبق جدول فیشر) بازسازی نواقص آماری صورت گرفت. پس از اتمام این مراحل ایستگاه‌های نهایی انتخاب و برای آن‌ها یک دوره آماری مشترک(۴۰ سال) بیان گردید(جدول ۱). با توجه به اینکه هدف این پژوهش این بود که در هر اقلیم، بهترین توزیع آماری انتخاب گردد بنابراین پس از این مراحل، اقلیم استان‌ها مشخص گردید:

جدول ۱ - ایستگاه های منتخب در استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان، مازندران و گیلان

خراسان رضوی	خراسان شمالی	گلستان	مازندران	گیلان
کرتیان	شیرآباد	گنبد	پل ذغال	بین راه رودبار
اریه	دربند سملقان	تمر	کیاکلا	لوشان
باغ عباسی		ارازکوسه	کره سنگ	پونل
		قزاقلی		گیلوان
		گالیکش		شلمان

پس از این مراحل کار با نرم افزار ایزی‌فیت شروع گردید که در نتیجه در هر ایستگاه نکویی برازش با استفاده از روش کالموگروف اسمیرنف بدست آمده و برای ۵ توزیع اول برازش یافته در هر ایستگاه، دبی پیک برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سال بدست آمد.

معیارهای ارزیابی نتایج:

پس از این مراحل برای مقایسه نتایج حاصل از توزیع‌های آماری از معیارهای ضریب تعیین (R^2)، ضریب کارایی (NS) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده گردید که در ذیل (روابط ۱، ۲ و۳) مشاهده می‌کنید [۱۵].

$$R^2=\sum(Oi-\bar{O})(Pi-\bar{P})\,/\sqrt{\sum(Oi-\bar{O})^2\sum(Pi-\bar{P})^2} \quad (1)$$

$$RMSE=\sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(pi-oi)^2}{n}\right]} \quad (2)$$

$$NS=1-\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(oi-pi)^2}{\sum_{i=1}^{n}(oi-\bar{o})^2}\right] \quad (3)$$

که در این روابط O وP به ترتیب مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده،$\bar{O}$ و $\bar{P}$ به ترتیب میانگین مقادیر مشاهده شده و شبیه سازی شده و n تعداد نمونه‌ها است.

۴. نتایج و بحث:

جدول ۲ نمونه‌ای از نتایج ۵ توزیع اول برازش‌یافته و دبی‌های حاصل از آن‌ها را در دوره بازگشت‌های مورد نظر نشان می‌دهد.

جدول ۲- نمونه ای از نتایج ۵ توزیع اول برازش‌یافته با ایزی‌فیت و دبی‌های حاصله برای هرتوزیع در دوره بازگشت‌های منتخب

ایستگاه	نوع توزیع آماری	دوره بازگشت ۲ سال	دوره بازگشت ۵ سال	دوره بازگشت ۱۰ سال	دوره بازگشت ۲۵ سال	دوره بازگشت ۴۰ سال
کرتیان	Gen. Logistic	۱۸/۵۹۴	۴۲/۱۹۹	۶۷/۲۴۴	۱۱۷/۳۲	۱۵۴/۲۶
	Phased Bi-Exponential	۱۸/۸۴۴	۴۱/۰۳۴	۵۶/۶۰۴	۷۷/۱۸۵	۸۷/۷۴۲
	Gen. Extreme Value	۱۸/۳۳۵	۴۲/۴۴۶	۶۸/۴۴۷	۱۲۰/۰۳	۱۵۷/۵۷
	Wakeby	۱۸/۲۰۵	۴۲/۴۶۸	۶۹/۵۰۷	۱۲۲/۸۶	۱۶۱/۱۴
	Burr	۱۸/۱۲۴	۴۳/۳۱۲	۷۲/۴۱۵	۱۳۵/۲۷	۱۸۴/۴۷
پونل	Wakeby	۷۵/۶۸۷	۱۱۳/۱۹	۱۴۸/۰	۲۰۵/۷۶	۲۴۱/۷۱
	Log-Logistic (3P)	۷۵/۴۲۷	۱۱۷/۸۴	۱۵۰/۹۱	۲۰۱/۶۵	۲۳۲/۰۹
	Dagum	۷۵/۵۷۱	۱۱۷/۳	۱۴۸/۳۹	۱۹۵/۳۶	۲۲۳/۴۴
	Gen. Logistic	۷۴/۵۸۹	۱۱۷/۷۱	۱۵۱/۶	۲۰۳/۹۸	۲۳۵/۵۶
	Dagum (4P)	۷۵/۳۸۳	۱۱۷/۶۷	۱۴۸/۵۵	۱۹۴/۸۱	۲۲۲/۳۶

پس از آن با روش تجربی ویبول دوره بازگشت برای هر دبی در هر ایستگاه بدست آمد که با استفاده از آن دبی مشاهده‌ای برای دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سال از طریق میانیابی بدست آمد که نتایج حاصله در جدول ۳ نشان داده شده است. مقایسه مقادیر حاصل از توزیع‌ها با مقادیر مشاهده‌ای بر اساس معیارهای ضریب تعیین، ضریب کارایی و جذر میانگین مربعات خطا صورت گرفت.

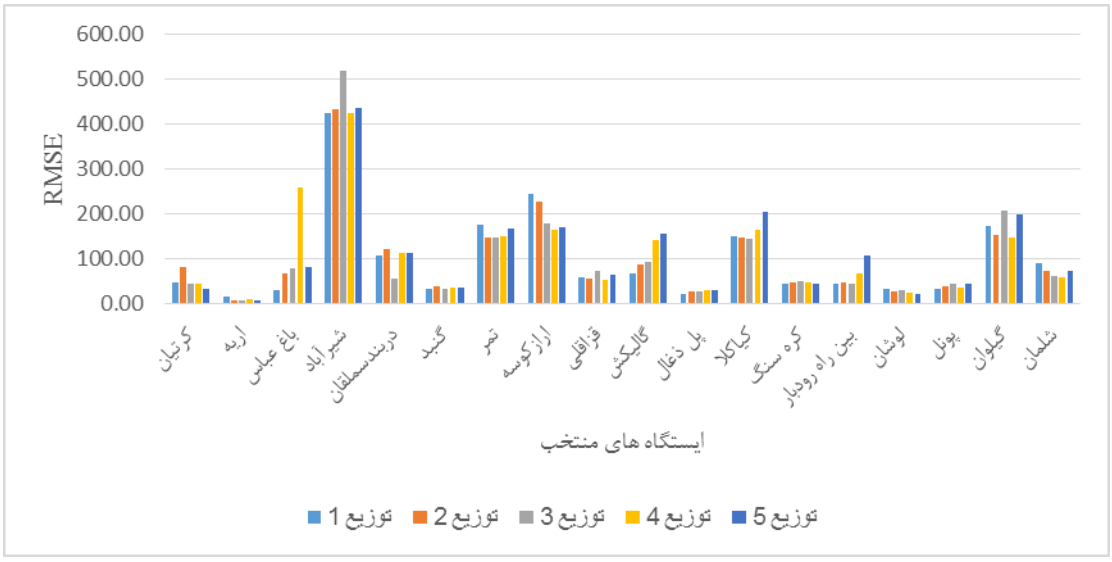
جدول ۳- نمونه‌ای از نتایج مقادیر دبی‌های مشاهده‌ای میانیابی شده در دوره بازگشت‌های منتخب

نام ایستگاه	دوره بازگشت (سال)	مقدار مشاهده ای (مترمکعب بر ثانیه)
کرتیان	۲	۲۰/۷۴
	۵	۳۹/۳۳
	۱۰	۱۰۳/۹۱
	۲۵	۱۷۴/۹۹
	۴۰	۲۳۶/۷۸
پونل	۲	۷۵/۳۴
	۵	۱۱۳/۸۹
	۱۰	۱۶۴/۰۷
	۲۵	۲۴۲/۳۲
	۴۰	۳۰۶/۷۱

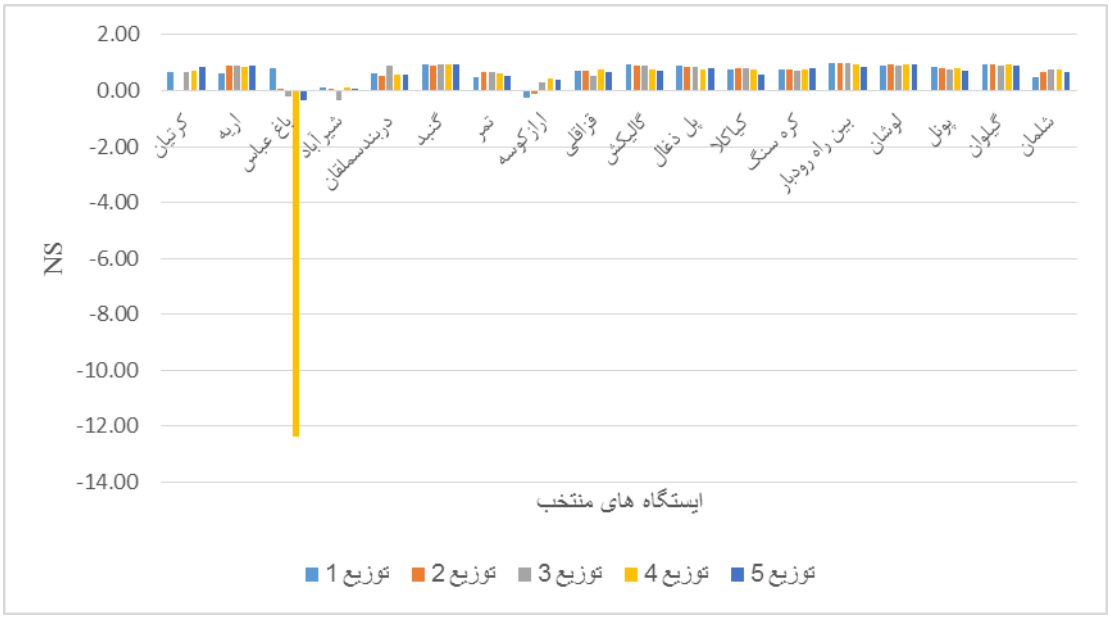
بعد از محاسبه مقادیر معیارهای خطا برای نتایج حاصل از توزیع‌ها، ترتیب نوع بهترین توزیع‌ها مشخص شد(جدول ۴). همچنین نمودار هیستوگرام برای هریک از پارامترهای خطا شامل R^2، NS و RMSE در هر استان رسم گردید (اشکال ۶ تا ۸).

جدول ٤- نمونه‌ای از نتایج مقادیر پارامترهای خطا برای ۵ توزیع اول برازش یافته برای هر ایستگاه

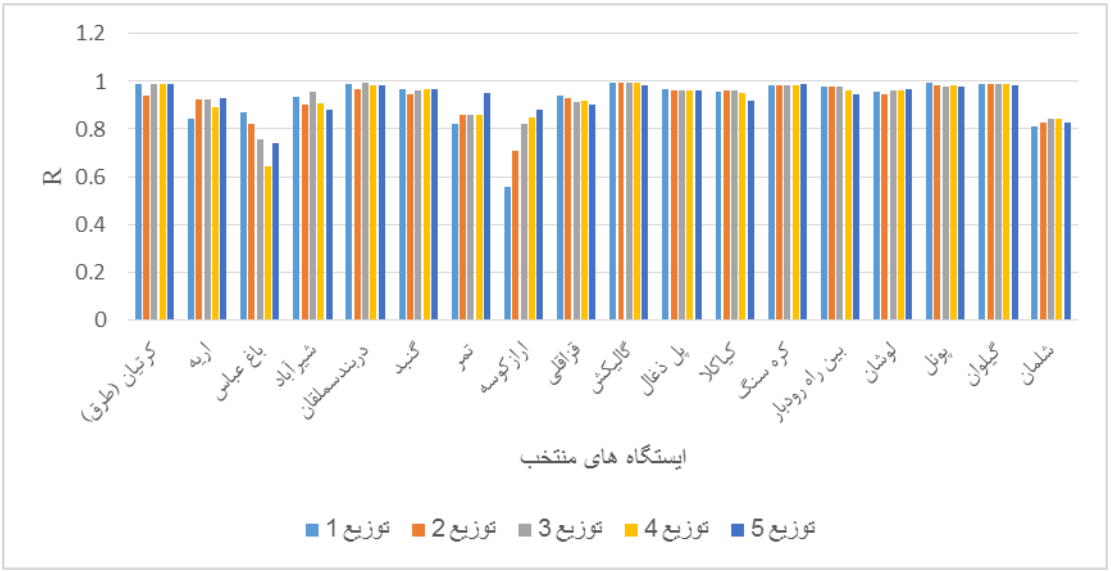
استان	ایستگاه	رنکینگ	توزیع‌های مناسب	NS	RMSE	R
خراسان رضوی	کرتیان	توزیع اول	Gen. Logistic	۰/۶۵	۴۷/۹۴	۰/۹۸
خراسان رضوی	کرتیان	توزیع دوم	Phased Bi-Exponential	-۰/۰۳	۸۲/۴۹	۰/۹۷
خراسان رضوی	کرتیان	توزیع سوم	Gen. Extreme Value	۰/۶۸	۴۵/۹۷	۰/۹۵
خراسان رضوی	کرتیان	توزیع چهارم	Wakeby	۰/۷۱	۴۳/۹۱	۰/۹۶
خراسان رضوی	کرتیان	توزیع پنجم	Burr	۰/۸۴	۳۲/۶۴	۰/۹۷
گیلان	پونل	توزیع اول	Wakeby	۰/۸۴	۳۴/۱۲	۰/۸۶
گیلان	پونل	توزیع دوم	Log-Logistic (3P)	۰/۷۹	۳۸/۵۰	۰/۹۵
گیلان	پونل	توزیع سوم	Dagum	۰/۷۴	۴۳/۳۵	۰/۵۶
گیلان	پونل	توزیع چهارم	Gen. Logistic	۰/۸۱	۳۶/۶۱	۰/۷۱
گیلان	پونل	توزیع پنجم	Dagum (4P)	۰/۷۳	۴۳/۸۸	۰/۸۲



شکل ٦- هیستوگرام جذر میانگین مربعات خطا برای ایستگاه‌های منتخب



شکل ۷- هیستوگرام ضریب کارایی نش برای ایستگاه‌های منتخب



شکل ۸- هیستوگرام ضریب همبستگی برای ایستگاه‌های منتخب

بطور کلی در هر توزیع که مقدار ضریب همبستگی و ضریب کارایی بیشتر باشد و جذر میانگین مربعات خطا کم‌تر باشد، میزان دقت توزیع بالاتر است که با توجه به این نکته در هر استان بهترین توزیع آماری انتخاب می گردد.

همان‌طور که در اشکال ۶ تا ۸ مشاهده می‌گردد هیستوگرام‌ها در ایستگاه‌های استان‌های شمالی از نظم بهتری برخوردار می‌باشند و در بین استان‌های شمالی نیز استان گیلان دارای شرایط بهتری نسبت به استان‌های مازندران و گلستان می‌باشد که دلیل آن می‌تواند شرایط اقلیمی معتدل و مرطوب خزری این استان باشد.

۵. نتیجه‌گیری

در این پژوهش توزیع‌های مختلف برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سال مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور از نرم‌افزار ایزی‌فیت استفاده گردید و نتایج بدست آمده از پارامترهای خطا نشان داد که در ایستگاه‌های استان خراسان رضوی توزیع‌های Fatigue Life، Burr و Fatigue Life (3P) و در استان خراسان شمالی توزیع‌های Log-Logistic (3P) و Burr و در استان گلستان توزیع‌های(3P)Frechet، Burr (4P)، Gen. Extreme Value، Wakeby، Gen. Pareto و Log-Gamma و در استان مازندرانتوزیع‌های Wakeby، Log-Logistic (3P)، Gen. Logistic و در استان گیلان Wakeby، Inv. Gaussian (3P) و Rayleigh (2P) مناسب‌ترین توزیع‌های برازش یافته می باشند. این نتایج گویای این است که با تغییر نوع اقلیم، نوع بهترین توزیع آماری منطبق بر داده‌ها تغییر می‌کند. اما بطور کلی برای مناطق نیمه‌خشک، توزیع Burr و برای مناطق نیمه‌مرطوب و مرطوب توزیع Wakeby مناسب‌تر است. از طرفی بعضی توزیع‌ها از اقلیم پیروی نمی‌کنند مانند: Fatigue Life (3P)، Fatigue Life (3P)، Log-Logistic (3P)، Frechet (3P)، Burr (4P)، Gen. Extreme Value، Gen. Pareto، Log-Gamma، Log-Logistic (3P)، Gen. Logistic، Inv. Gaussian (3P) و Rayleigh (2P).

۶. مراجع

۱. لیزاده، امین، غلامعلی کمالی، فرهاد موسوی و محمد موسوی بایگی. (۱۳۹۰)، "هوا و اقلیم شناسی." چاپ چهاردهم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. علیجانی، بهلول. و حمید افشارمنش. (۱۳۹۴)، "تجزیه وتحلیل آماری مقادیر طولانی مدت بارش جهت برازش توزیع آماری مناسب(مطالعه موردی ایران)"، فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس.

۳. منتظری، مجید و مریم کریم‌پور. (۱۳۹۰)، "شناسایی پهنه های اقلیمی حوضه زاینده رود با استفاده از روش های آماری چند متغیره"، فصل نامه جغرافیای طبیعی، شماره ۱۴.

۴. نکوئیان، صابر، افشین هنربخش، سید جواد ساداتی نژاد و روح الله فتاحی. (۱۳۹۰)، "انتخاب بهترین توزیع آماری با پارامترهای مختلف با دو روش آزمون کلموگروف –اسمیرنوف و آزمون مربع کای با استفاده از نرم افزار FFA در برآورد سیلاب(مطالعه موردی: حوزه آبخیز کارون شمالی)"، پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک.

۵. عباسی، محمد، مهدی اسداللهی شهیر و فاطمه مرادی. (۱۳۹۴)، "مقایسه روش های انتخاب توزیع آماری مناسب داده های حداکثر هیدرولوژی(مطالعه موردی: حوزه آبخیز چهل چای استان گلستان)"، سومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب با رویکرد سیلاب‌های شهری.

۶. عظیمی، وحید و سمیه خان محمدی فلاح. (۱۳۹۳)، "بررسی توزیع‌های آماری مناسب و دوره بازگشت دبیهای میانگین فصلی و سالانه(حوضه شرق دریاچه ارومیه)"، پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور.

7. www.razavimet.ir

۸. رضایی، حمیده. (۱۳۹۱)، "مدیریت و پایش محیط زیست در بخش منابع آب استان خراسان شمالی"، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست.

9. www.nkhmet.ir

۱۰. جوانبخت قهفرخی، زهره و مریم موجرلو. (۱۳۹۴)، "جایگاه اکوتوریسم در آمایش سرزمین با تاکید بر استان گلستان" همایش ملی جایگاه علوم گردشگری در آمایش سرزمین و توسعه منطقه ای با تاکید بر استان گلستان.

۱۱. شاهکویی، اسماعیل. (۱۳۹۰)، "بررسی نقش اقلیم در برنامه‌ریزی گردشگری استان گلستان." فصلنامه اطلاعات جغرافیایی(سپهر).

۱۲. صالح ولایتی نژاد، سید علی، محمود حبیب نژاد روشن و جمال مصفائی. (۱۳۹۳)،"تحلیل منطقه‌ای دبی اوج سیلاب (مطالعه موردی استان مازندران) "، اولین کنگره ملی زیست شناسی و علوم طبیعی ایران.

13. www.mazmet.ir

14. www.gilmet.ir

۱۵. دستورانی، محمدتقی، حامد شریفی دارانی، علی طالبی و علیرضا مقدم‌نیا. (۱۳۹۰)، "کارایی شبکه‌های عصبی و سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی در مدل‌سازی بارش-رواناب در حوضه آبخیز سد زاینده‌رود"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴.