بررسی تأثیر طول دوره آماری هیدرولوژیکی بر دقت پیش‌بینی جریان‌های سیلابی

معصومه خسروی چنار[1]، محمدتقی دستورانی[2*]، ابوالفضل مساعدی[3]

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:

به بسیاری از موارد از جمله طرح‌های مدیریت منابع آب، روش‌های کنترل سیلاب، عملیات آبخیزداری و سدسازی می‌توان اشاره کرد که لازمه اجرای آن‌ها برآورد مقدار دبی طرح با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده جریان می‌باشد. در این راستا کامل بودن اطلاعات از اهمیت بالائی برخوردار می‌باشد. متأسفانه درکشور ما ایران به دلایل مختلف بعضی داده‌ها در ایستگاه‌ها ثبت نگردیده که موجب بروز نواقص آماری می‌گردد و مشکلاتی را در امر تجزیه‌وتحلیل ایجاد می‌نماید؛ بنابراین به ناچار در برآورد دبی مجبور به استفاده از آمار کوتاه‌مدت می‌باشیم. در این خصوص میزان تأثیر طول دوره آماری موجود روی دقت برآورد دبی سیلاب در فرآیند آنالیز فراوانی نکته مهمی است که بایستی روشن گردد. در تحقیق حاضر جهت بررسی تأثیر طول دوره آماری مورد استفاده روی دقت پیش‌بینی سیلاب ابتدا آمار به سری‌های مختلف تقسیم و در هر سری اقدام به آنالیز فراوانی دبی حداکثر لحظه‌ای گردید. سپس از طریق پارامترهای خطا مانند ضریب کارایی نش (Ns)، ضریب همبستگی (R) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و درصد خطای مطلق دقت نتایج آنالیز فراوانی با دبی‌های مشاهده‌ای و مبنا سنجیده شد. نتایج نشان داد با افزایش طول دوره آماری میزان خطا کاهش می‌یابد ولی میزان این کاهش بسته به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه و نیز نوع توزیع استفاده شده متفاوت است.

کلمات کلیدی: دبی حداکثر لحظه‌ای، دقت پیش‌بینی، دوره آماری، پارامترهای خطا.

۱. مقدمه

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 [۱]. زیرا تخمین دقیق سیل (مقدار و فراوانی) برای ساخت سازه های هیدرولیکی (طراحی، عملیات و مدیریت) ضروری است [۲] و عدم برآورد صحیح آن منجر به خسارت جانی و مالی سنگینی می‌شود. از مشکلات مهم برآورد سیلاب طرح عدم وجود آمار و یا عدم کفایت آمار در منطقه می-باشد [۳]. از این رو در هیدرولوژی سعی می‌شود برای داده‌ها توابع احتمالاتی مناسبی پیدا شود تا از روی آن‌ها بتوان مقدار متغیر مورد نظر را به ازای احتمالات مختلف محاسبه کرد [۴].

پیش‌بینی وقایع هیدرولوژیکی آینده بر اساس آمار دوره‌های قبلی یکی از راه‌های اطلاع از چگونگی رخداد یک پارامتر می‌باشد. 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 [۵]. انتخاب نهایی توزیع احتمال بایستی ضرورتا با بررسی‌های تخصصی انجام شود. وظیفه یک هیدرولوژیست در این مورد بررسی و شناخت عواملی است که سیل را بوجود می‌آورند ولی برای این وظیفه با نامعین‌هایی مواجه می‌گردد که منابع عدم اعتماد را بوجود می آوردند. یکی از این منابع عدم امکان تعیین صحیح پارامترهای آماری که به علت کوتاه بودن دوره آماربرداری بوجود می‌آید و در نتیجه صحت سیلاب پیش‌بینی شده از روی آمار کوتاه مدت با تردید مواجه می‌شود [۶].

لذا بررسی و توجه به پیش‌بینی سیلاب و تجزیه و تحلیل آمارهای هیدرولوژیکی و تعیین اثر طول دوره آماری در دقت برآورد سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف و تناسب نوع توزیع آماری بر مبنای طول دوره آماری در آنالیز فراوانی سیلاب، جهت اتخاذ تصمیم درست و نیز کاهش خسارت ناشی از وقوع سیلاب امری ضروری می‌باشد [۷].

بطور کلی هدف از این تحقیق بررسی تأثیر طول دوره آماری بر روی دقت پیش بینی جریان‌های رودخانه‌ای می-باشد.

۲. پیشینه پژوهش

عباسی و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیقی آمار دبی روزانه ۱۴ ایستگاه هیدرومتری استان چهارمحال و بختیاری با دوره‌ی آماری مختلف تهیه نمودند. در این پژوهش جهت انتخاب بهترین توزیع آماری از نرم‌افزار آماری Easyfit استفاده گردید و در نهایت به این نتیجه رسیدند که تعداد ۳۵ توزیع از ۶۵ توزیع آماری موجود در نرم‌افزار، محاسبات مربوط به تعیین بهترین توزیع برای متوسط دبی حداقل ماهانه شرکت داشته‌اند که از بین آن‌ها توزیع ویکبی با فراوانی ۳۹ مورد در ۲۳/۴ درصد و بعد از آن توزیع بور با فراوانی ۱۴ مورد در ۹/۶ درصد بهترین توزیع برای برآورد متوسط دبی حداقل رودخانه‌های استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از آزمون برازش کلموگروف-اسمیرنف می‌باشد.

A. Gado and Nguyen (۲۰۱۶)، در پژوهشی در کانادا به بررسی رفتار متغیر پیک های سیل درQuebec (کانادا) از طریق آنالیز سری های جریان حداکثر سالانه (AMS) در دسترس برای دوره مشترک ۱۹۶۶-۲۰۰۱ از یک شبکه ۳۲ حوزه ای پرداختند. روندهای زمانی در میانگین اوج های سیلاب توسط آزمون ناپارامتری من-کندال بررسی گردید. اهمیت این روندهای شناسایی بر روی کل استان نیز بوسیله یک آزمون خود راه انداز که ساختار همبستگی متقابل شبکه را حفظ می کند، ارزیابی گردید.

نوری قیداری (۱۳۸۸)، در تحقیقی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، در تحقیقی جهت مقایسه روش گشتاورهای خطی و ویلتشایر در آزمون همگنی آنالیز فراوانی سیلاب، انتخاب خصوصیات موثر بر ناحیه‌بندی از طریق رگرسیون‌گیری پلکانی مشخص و با استاندارد کردن ضرایب رگرسیونی و اهمیت نسبی خصوصیات موثر را تعیین نمودند سپس از منحنی‌های اندرو برای ناحیه‌بندی و از روش گشتاورهای خطی و ویلتشایر برای آزمون همگنی استفاده کردند. و به این نتیجه رسیدند که کاربرد این روش‌ها در برآورد سیلاب رودخانه‌های حوزه آبریز دریاچه ارومیه نشان می‌دهد که دقت و کارائی روش گشتاورهای خطی به مراتب بیشتر از روش ویلتشایر می‌باشد.

جوانرودی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی در حوزه آبخیز سفیدرود، جهت تعیین بهترین توزیع‌های آماری، ایستگاه-های هیدرومتری شاخص حوزه آبخیز سفیدرود که دارای آمار دبی حداکثر لحظه‌ای طولانی مدت‌تر بودند را انتخاب نموده (۱۷ ایستگاه) و برای آن‌ها پایه زمانی مشترکی در نظر گرفته و اقدام به بازسازی آمارهای ناقص کردند. سپس آمار و اطلاعات را به سری‌های آماری با طول دوره ۱۰، ۱۵ ،۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ و بالاتر از ۳۰ ساله تقسیم کرده، بعد از این کار با استفاده از نرم افزار smada، در سری‌های آماری در نظر گرفته شده، اقدام به تعیین برازش توزیع‌های آماری نرمال، لوگ‌نرمال۲ پارامتره، لوگ‌نرمال۳ پارامتره، پیرسون نوع ۳ و گمبل کردند و نیز سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲، ۳، ۵ ،۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله محاسبه کردند با استفاده از نرم افزار Excel و از طریق روش RMSE (حداقل مربعات خطا) بهترین توزیع آماری برای همه ایستگاه‌های هیدرومتری در سری‌های آماری مختلف تعیین به طور کلی بهترین توزیع آماری برای هر ایستگاه با تغییر طول دوره‌ی آماری، تغییر می کند.

زاهدی و همکاران(۱۳۹۱) در پژوهشی جهت انتخاب بهترین توزیع آماری برای تحلیل فراوانی متوسط دبی های حداکثر ماهانه آمار دبی روزانه در استان چهارمحال و بختیاری ۱۴ ایستگاه هیدرومتری با دوره آماری مختلف در نظر گرفته، برای این منظور از نرم‌افزار EasyFit استفاده کردند. پس از انجام آزمونهای نکویی برازش و تعیین بهترین توزیع آماری برای هر ماه ایستگاه‌های منتخب اقدام به تعیین بهترین توزیع آماری برای متوسط دبی حداکثر ماهانه رودخانه‌های استان چهارمحال و بختیاری نمودند. نتایج نشان داد که از بین توزیع های آماری موجود در نرم افزار، توزیع ویکبی ۳۹ مورد در ۲۳/۴ درصد و بعد از آن توزیع بور با فراوانی ۱۴ مورد در ۹/۶ درصد بهترین توزیع برای برآورد متوسط دبی حداکثر رودخانه‌های چهارمحال و بختیاری با استفاده از آزمون برازش کلرموگروف – اسمیرنوف می باشد.

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.

دستورانی (۱۳۷۵)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به منظور بررسی تاثیر طول آمار هیدرولوژیکی در پیش‌بینی سیلاب در حوزه‌های آبخیز، تعداد ۱۳ ایستگاه هیدرومتری با توجه به پراکنش اقلیمی، طول مدت آمار و همگنی و صحت آمارهیدرومتری در سطح ایران انتخاب و آمار دبی حداکثر روزانه آن‌ها استخراج و پس از بررسی و تکمیل آن-ها با استفاده از نرم افزارهای مناسب کامپیوتری، آمار هر ایستگاه به سری‌های با طول دوره‌ی ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و بالای ۴۰ سال تقسیم گردید و با استفاده از توزیع‌های آماری نرمال، لوگ‌نرمال۲ پارامتری، لوگ‌نرمال۳ پارامتری، پیرسون تیپ۳، لوگ‌پیرسون تیپ۳ و گمبل سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال برای تمام ایستگاه‌های هیدرومتری انتخاب شده محاسبه گردید و به این نتیجه رسیدند که با افزایش طول دوره‌ی آماری، دقت پیش‌بینی‌ها در ایستگاه‌ها و اقالیم مختلف با روند خاصی افزایش می‌یابد و استفاده از آمار کوتاه‌مدت بخصوص برای پیش‌بینی سیلاب‌های با دوره‌ی بازگشت بالا خطاهای بسیار بالایی را بدنبال دارد و این مسئله با خشک‌تر شدن شرایط اقلیمی شدت بیشتری می‌یابد و علاوه بر آن برازش داده‌های ایستگاه‌ها با بهترین توزیع آماری با تغییر طول دوره‌ی آماری برای توزیع‌های مختلف متفاوت بوده است.

۳. مواد و روش‌ها

در این پژوهش پس از تهیه آمار از شرکت آب منطقه‌ای و مدیریت منابع آب ایران در تعدادی از ایستگاههای واقع در استان های شمال و شمال شرق کشور آمار بررسی گردید و 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 دارای سد در بالادست ایستگاه (که منجر به ناهمگنی داده ها میشود) 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) تنظیم گردید(جدول ۱).

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

استان خراسان رضوی	استان خراسان شمالی	استان گلستان	استان مازندران	استان 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. پس از آن کل آمار مورد بررسی (۴۰ سال) به سری‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ سال تقسیم گردید و برای هر سری آماری دبی برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال بدست آمد. 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 بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سال از طریق میانیابی بدست آمد. مقایسه دبی‌ها بدین صورت انجام شد که در مرحله نخست مقایسه بین هریک از سری‌های آماری و دبی مشاهده‌ای میانیابی شده از طریق روش ویبول در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سال انجام گردید و در مرحله بعدی دبی برآوردی حاصل از کل دوره آماری (۴۰ سال) بدون خطا فرض گردید و مقایسه بین نتایج حاصل از هر سری آماری با آن برای دوره بازگشت های ۲۰، ۵، ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال صورت پذیرفت. برای مقایسه دبی‌ها و سنجش دقت آنالیز آماری از پارامترهای خطا استفاده گردید. و تأثیر طول دوره آماری بر روی دقت پیش‌بینی جریان‌های رودخانه‌ای بررسی گردید.

معیارهای ارزیابی نتایج:

پس مراحل فوق برای مقایسه نتایج حاصل از توزیع‌های آماری با مقادیر مشاهده ای و مقادیر مبنا از معیارهای ضریب تعیین (R^2)، ضریب کارایی (NS) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده گردید که به ترتیب طبق روابط ۱، ۲ و۳ محاسبه شد. (دستورانی و همکاران، ۱۳۹۰).

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

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

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

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

بعد از محاسبه مقادیر معیارهای خطا برای نتایج حاصل از آنالیز فراوانی (جداول ۲ و ۳ به عنوان نمونه برای دو ایستگاه واقع در استان های خراسان رضوی و گیلان ارائه شده است.) میزان دقت برآوردها برای هر طول دوره آماری مشخص گردید.

جدول ۲- نمونه ای از نتایج پارامترهای خطا برای توزیع اول برازش‌یافته با ایزی‌فیت برای سری‌های آماری مختلف (مبنای مقایسه: دبی مشاهده‌ای)

طول دوره آماری (سال)	استان	نام ایستگاه	توزیع آماری	N.S	R	RMSE
۱۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Johnson SB	۰/۹۴	۰/۹۷	۱۷/۶۷
۱۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Frechet (3P)	-۹۱/۵۹	۰/۷۵	۵۵۰/۰۲
۲۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Frechet (3P)	-۶۹/۱۵	۰/۷۷	۲۸۷/۸۷
۲۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Lognormal (3P)	-۶۳/۶	۰/۸۵	۱۹۴/۷۰
۳۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Weibull (3P)	۰/۶۹	۰/۹۳	۳۹/۳۱
۳۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Weibull (3P)	۰/۸۱	۰/۹۳	۳۰/۸۷
۴۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Fatigue Life (3P)	۰/۸۲	۰/۹۳	۳۰/۱۳
۱۰	گیلان	شلمان	Uniform	۰/۴۳	۰/۸۰	۹۴/۱۵
۱۵	گیلان	شلمان	Beta	۰/۳۰	۰/۷۸	۱۰۴/۴۶
۲۰	گیلان	شلمان	Beta	۰/۲۹	۰/۷۹	۱۰۵/۱۷
۲۵	گیلان	شلمان	Chi-Squared (2P)	۰/۷۲	۰/۹۱	۶۵/۷۳
۳۰	گیلان	شلمان	Gumbel Min	۰/۴۵	۰/۸۸	۹۲/۳۶
۳۵	گیلان	شلمان	Normal	۰/۶۵	۰/۹۱	۷۳/۴۶
۴۰	گیلان	شلمان	Rayleigh (2P)	۰/۷۷	۰/۹۲	۶۰/۳۳

جدول ۳- نمونه ای از نتایج پارامترهای خطا برای توزیع اول برازش‌یافته با ایزی‌فیت برای سری‌های آماری مختلف (مبنای مقایسه: دبی برآوردی با استفاده از سری آماری ۴۰ سال)

طول دوره آماری (سال)	استان	نام ایستگاه	توزیع آماری	N.S	R	RMSE
۱۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Weibull	۱/۰۰	۱/۰۰	۶/۰۳
۱۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Gamma (3P)	۱/۰۰	۱/۰۰	۸/۳۳
۲۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Fatigue Life (3P)	۰/۹۰	۱/۰۰	۳۷/۴۶
۲۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Weibull (3P)	۰/۹۸	۱/۰۰	۲۸/۷۱
۳۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	Johnson SB	۰/۶۰	۰/۸۸	۷۵/۳۱
۳۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	Fatigue Life (3P)	۱/۰۰	۱/۰۰	۱۳/۱۵
۱۰	گیلان	شلمان	Uniform	۰/۶۵	۰/۹۳	۴۸/۷۰
۱۵	گیلان	شلمان	Wakeby	۰/۵۰	۰/۹۴	۵۸/۹۳

۲۰	گیلان	شلمان	Error	۰/۵۸	۰/۹۳	۶۳/۲۴
۲۵	گیلان	شلمان	Rayleigh (2P)	۰/۹۸	۱/۰۰	۱۴/۹۳
۳۰	گیلان	شلمان	Logistic	۰/۹۹	۱/۰۰	۷/۸۱
۳۵	گیلان	شلمان	Weibull (3P)	۱/۰۰	۱/۰۰	۳/۰۸

همچنین درصدخطای مطلق برای مقادیر برآوردی با بهترین توزیع و مقادیر مشاهده ای و مبنا محاسبه گردید که در جداول ۴ و ۵ به عنوان نمونه برای دو ایستگاه واقع در استان های خراسان رضوی و گیلان ارائه شده است.

جدول ٤- نمونه ای از نتایج درصد خطای مطلق برای توزیع اول برازش‌یافته با ایزی‌فیت برای سری‌های آماری مختلف (مبنای مقایسه: دبی مشاهده‌ای)

طول دوره آماری (سال)	استان	نام ایستگاه	$A.E_2$ (٪)	$A.E_5$ (٪)	$A.E_{10}$ (٪)	$A.E_{25}$ (٪)	$A.E_{40}$ (٪)
۱۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	۳۳۷۷/۳۱	۷۲۴۷/۳۹	۱۲۶۷۱/۴۸	۵۴۱۳۴/۰۶	۱۲۱۷۳۳/۹۲
۱۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۵۱/۸۰	۹۷۶۲/۳۰	۱۷۳۱۸/۷۱	۱۸۸۶۸/۷۰	۲۰۰۲۱/۵۰
۲۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۶۴/۴۱	۹۷۷۸/۸۱	۱۷۳۵۱/۰۱	۱۹۰۰۰/۷۴	۲۰۲۷۸/۴۵
۲۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۲۵/۲۴	۹۷۴۷/۶۴	۱۷۳۲۵/۶۹	۱۹۰۱۸/۵۴	۲۰۳۸۱/۲۸
۳۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۰۸/۱۷	۹۷۵۰/۷۷	۱۷۳۴۹/۸۸	۱۹۱۱۲/۱۰	۲۰۵۳۰/۱۴
۳۵	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۱۹/۴۲	۹۷۵۸/۵۹	۱۷۳۵۷/۷۲	۱۹۱۲۴/۲۹	۲۰۵۴۴/۲۹
۴۰	خراسان رضوی	باغ عباسی	۱۷۳۱/۴۵	۹۷۶۰/۰۱	۱۷۳۵۷/۳۵	۱۹۱۲۴/۳۰	۲۰۵۴۵/۵۴
۱۰	گیلان	شلمان	۲۷۱۰۴/۸۱	۳۵۱۸۴/۳۸	۳۶۸۹۶/۴۱	۴۹۲۱۷/۶۷	۶۲۹۱۸/۷۶
۱۵	گیلان	شلمان	۲۷۱۰۹/۷۴	۳۵۱۸۸/۲۴	۳۶۹۰۰/۷۶	۴۹۲۲۱/۷۳	۶۲۹۲۲/۱۹
۲۰	گیلان	شلمان	۲۷۱۱۳/۵۷	۳۵۱۹۰/۲۱	۳۶۹۰۱/۸۸	۴۹۲۲۲/۱۱	۶۲۹۲۲/۳۸
۲۵	گیلان	شلمان	۲۷۱۰۲/۴۹	۳۵۱۸۴/۸۳	۳۶۸۹۲/۸۵	۴۹۲۰۸/۶۷	۶۲۹۰۸/۸۸
۳۰	گیلان	شلمان	۲۷۰۹۹/۱۳	۳۵۱۸۷/۳۱	۳۶۸۹۹/۷۴	۴۹۲۱۸/۳۳	۶۲۹۱۸/۲۲
۳۵	گیلان	شلمان	۲۷۱۰۹/۱۲	۳۵۱۹۰/۳۴	۳۶۸۹۸/۴۰	۴۹۲۱۳/۱۴	۶۲۹۱۲/۵۱
۴۰	گیلان	شلمان	۲۷۱۱۲/۴۰	۳۵۱۹۰/۱۵	۳۶۸۹۵/۶۰	۴۹۲۰۸/۴۱	۶۲۹۰۷/۷۸

جدول ٥- نمونه ای از نتایج درصد خطای مطلق برای توزیع اول برازش‌یافته با ایزی‌فیت برای سری‌های آماری مختلف (مبنای مقایسه: دبی برآوردی با استفاده از سری آماری ٤٠ سال)

طول دوره آماری (سال)	نام ایستگاه	$A.E_2$ (٪)	$A.E_5$ (٪)	$A.E_{10}$ (٪)	$A.E_{25}$ (٪)	$A.E_{40}$ (٪)	$A.E_{50}$ (٪)	$A.E_{100}$ (٪)	$A.E_{200}$ (٪)
10	باغ عباسی	-44/25	-99/11	-59/5	-19/2	-57/1	-44/1	-46/1	-94/1
15	باغ عباسی	-60/23	-64/12	-02/6	-01/1	۰/۶۶	۱/۳۱	۲/۹۵	۴/۱۵
20	باغ عباسی	۲۲/۶۹	۱۹/۵۵	۱۷/۶۱	۱۶/۲۹	۱۵/۸۸	۱۵/۷۲	۱۵/۳۵	۱۵/۰۸

25	باغ عباسی	-12/46	-98/17	-34/8	-26/0	۲/۸۱	۴/۱۰	۷/۵۶	۱۰/۴۲
30	باغ عباسی	-22/13	-28/47	-12/34	-20/2	۱۱/۶۷	۱۷/۳۶	۳۱/۸۴	۴۲/۵۰
35	باغ عباسی	۳/۰۷	-30/2	-93/3	-95/4	-26/5	-38/5	-65/5	-85/5
10	شلمان	-39/3	-82/5	-98/1	۴/۶۹	۸/۰۶	۹/۵۸	۱۳/۹۹	۱۷/۸۸
15	شلمان	۰/۲۸	-29/1	۲/۱۳	۸/۱۶	۱۱/۲۵	۱۲/۶۶	۱۶/۷۷	۲۰/۴۱
20	شلمان	۱/۳۶	-83/0	۲/۸۶	۹/۲۳	۱۲/۴۳	۱۳/۸۸	۱۸/۰۶	۲۱/۷۲
25	شلمان	-63/7	-75/4	-77/3	-98/2	-70/2	-58/2	-27/2	-03/2
30	شلمان	-65/6	-05/1	۰/۶۲	۰/۹۸	۰/۶۶	۰/۴۲	-57/0	-87/1
35	شلمان	۱/۴۳	۱/۰۳	۰/۸۴	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۴۵	۰/۳۶

$A.E_2$ ، $A.E_5$ و ... بیانگر درصد خطای مطلق در دوره بازگشت‌های ۲ و ۵ و... می‌باشد.

همان‌گونه که در جدول‌های مربوط به معیارهای خطا و درصد خطای مطلق مشاهده گردید بررسی تأثیرطول دوره آماری بر روی نتایج نشان داد که با کاهش تعداد سال‌های آماری مقادیر ضریب همبستگی و ضریب کارایی نش تقریبا کاهش و مقادیر جذر میانگین مربعات خطا تقریبا افزایش می‌یابد که البته بی نظمی هایی نیز در این خصوص وجود دارد.

لازم به ذکر است که افزایش ضریب کارایی نش و ضریب همبستگی بدلیل افزایش طول آماری در ایستگاه‌های استان های شمالی مخصوصا گیلان بدلیل شرایط آب و هوایی مساعدتر از نظم بهتری برخوردار است. این موضوع نشان دهنده آن است که به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده از طول دوره آماری کوتاه مدت جهت برآورد دبی های سیلابی میتواند خطاهای قابل توجهی را به همراه داشته باشد.

۵. نتیجه‌گیری

در این تحقیق جهت تعیین تأثیر طول آمار بر روی دقت پیش‌بینی جریان‌های رودخانه‌ای، دقت سری‌های آماری مختلف (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ سال) با دبی مشاهده‌ای وهمچنین دبی برآوردی سری آماری ۴۰ سال مقایسه گردید نتایج بدست آمده از پارامترهای خطا نشان داد که با افزایش طول دوره آماری میزان خطا کاهش پیدا کرده و میزان دبی برآوردی به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. این نتایج با برخی تحقیقات مشابه پیشین از جمله دستورانی (۱۳۷۵) نیز هم خوانی دارد و نشان میدهد که هم طول دوره آماری و هم شرایط اقلیمی حاکم برمنطقه در دقت برآورد دبی سیلاب در روش آنالیز فراوانی تاثیر دارد.

۶. مراجع

۱. 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.

2. Tamer A. Gado and Van-Thanh-Van Nguyen (2016). An at-site flood estimation method in the context of nonstationarity II. Statistical analysis of floods in Quebec. Journal of Hydrology.

۳. نوری قیداری، محمد حسین. (۱۳۸۸)،"مقایسه روش‌های گشتاورهای خطی و ویلتشایر در آزمون همگنی آنالیز فراوانی سیلاب"، پنجمین مایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی).

۴. زاهدی، الف.، متولی، ع. ر.، ملکی نژاد، ح.، ملکشاهی، م. و بذرافکن، ع. الف. (۱۳۹۱)، "انتخاب بهترین توزیع آماری برای تحلیل فراوانی متوسط دبی های حداکثر ماهانه(مطالعه موردی رودخانه های استان چهارمحال و بختیاری)"، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست.

۵. 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.

۶. دستورانی، محمدتقی. (۱۳۷۵)،"بررسی تأثیر طول آمار هیدرولوژیکی در پیش‌بینی سیلاب"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. جوانرودی، سامان، محمد مهدوی و بهارک معنمدوزیری. (۱۳۹۳)، "تعیین بهترین توزیع آماری و پیش‌بینی سیلاب در حوزه آبخیز سفیدرود"، دومین همایش آلودگی‌های محیط زیست و توسعه پایدار.