

مناسب‌ترین تابع توزیع برای جریانهای کمینه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودخانه اترک)

کاظم نصرتی^۱، غلامرضا زهتابیان^۲، محسن محسنی ساروی^۳ و محمد مهدوی^۴

۱، کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، ۲، ۳، ۴، استاد، دانشیار و استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ وصول ۸۱/۲/۳۰

چکیده

وجود نیازها و زمینه های کاری محققین مختلف موجب شده است که هریک از آنها از دیدگاه خاص خود مسأله خشکسالی را مورد بررسی قرار دهند. این امر سبب گردیده که شاخصهای مختلفی جهت پیش بینی این پدیده ابداع و ارایه گردد. یکی از بهترین شاخصهای پیش بینی خشکسالی آبشناسی، تحلیل منطقه ای جریانهای کمینه در مناطق فاقد آمار ویا دارای آمار کوتاه مدت می باشد. یکی از عوامل مورد نیاز در آنالیز منطقه ای اطلاع از مناسب ترین تابع توزیع آماری می باشد به همین جهت با بررسی کلیه ایستگاههای هیدرومتری، ۱۶ ایستگاه از لحاظ دوره آماری مناسب، درحوزه آبخیز اترک انتخاب شد، سپس با برازش جریانهای کمینه هفت وپانزده روزه هر یک از ایستگاه ها در دو دوره آماری ۱۵-۰ سال و بیشتر از ۱۶ سال با هشت تابع توزیع احتمال بر اساس مجموع مربعات باقی مانده مشخص شد که تابع لوگ پیرسون تیپ III بهترین برازش را با جریانهای کمینه هفت و پانزده روزه دارا می باشد.

واژه های کلیدی: خشکسالی آبشناسی، جریان کمینه، حوزه آبخیز رودخانه اترک

مقدمه

مورد بررسی قرار دهند. در نتیجه چهار طبقه عمده زیر ایجاد شده است که عبارتند از: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی کشاورزی، خشکسالی آبشناسی و خشکسالی اقتصادی - اجتماعی (۱۳). یوجویچ (۱۹۶۷) اظهار نمود که فقدان یک تعریف مختصر و مشخص از خشکسالی ها یکی از موانع

خشکسالی از جمله بلایای طبیعی اقلیم است که موجب برهم خوردن تعادل اکولوژیک و هیدرولوژیک می گردد. وجود نیازها و زمینه های کاری محققین مختلف موجب شده است که هریک از آنها از دیدگاه خاص خود مسأله خشکسالی را

اصلی بررسی مؤثر این پدیده است (۱۷). خشکسالی آشناسی، کاهش سریع جریانهای سطحی وافت سطح مخازن آب زیرزمینی، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها را بررسی می‌کند (۱۵). بهترین روش پیش‌بینی خشکسالی آشناسی شاخص جریان کمینه با تداومهای مختلف (۱، ۷، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ روزه) با دوره برگشتهای معین می‌باشد. تحلیل منطقه‌ای این شاخص در مواردی که حوزه آبریز فاقد آمار باشد و یا آمارهای موجود کوتاه مدت باشد در پیش‌بینی خشکسالی آشناسی بسیار مفید می‌باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط پیرت و سیمپسون (۱۹۸۳)، گوستارد و همکاران (۱۹۹۲)، ووگل و کرول (۱۹۹۲)، دینگمن و لاولور (۱۹۹۵) و برایان (۲۰۰۰) جریان کمینه با تداوم ۷ روزه مناسبترین سنج در تحلیل منطقه‌ای فراوانی جریان کمینه می‌باشد (۱۱، ۷، ۱۶، ۶، ۴). در آنالیز منطقه‌ای این شاخص یکی از عوامل مورد نیاز آگاهی از توزیع آماری مناسب منطقه‌ای می‌باشد. وفاخواه و مهدوی (۱۳۷۸) با بکارگیری هشت تابع توزیع آماری، تابع توزیع لوگ نرمال سه پارامتری را بعنوان مناسب‌ترین توزیع منطقه‌ای در منطقه مورد مطالعه انتخاب نمودند (۲). ماتالاس (۱۹۶۳) نشان داد که برای ۳۱ رودخانه از ۳۴ رودخانه مورد مطالعه در کانادا، توزیع

ویبول سه پارامتری بهترین توزیع برای برازش جریانهای کمینه است (۱۰). کاندای و نیکس (۱۹۷۵) همین نتیجه را برای ۳۳ رودخانه از ۳۸ رودخانه مورد مطالعه در آمریکا گرفتند (۵). لوگاناتان و همکاران (۱۹۸۵) توزیعهای لوگ پیرسون تیپ III و ویبول سه پارامتری را بعنوان بهترین توزیعها برای جریان کمینه معرفی کردند (۹). تاسکر (۱۹۸۷) نتیجه گرفت که توزیع لوگ پیرسون تیپ III به جز برای ایستگاههای دارای طول آمار خیلی کوتاه نسبت به توزیع ویبول برتری نسبی دارد (۱۴). افضل و چاودری (۱۹۹۲) در مطالعه خود جهت ارزیابی برازش داده‌ها از کاغذهای احتمالاتی مناسب استفاده نموده‌اند (۳). در کل می‌توان گفت که توزیع احتمالی جریانهای کمینه سالانه در یک محل خاص به توزیع زمانی بارش، رژیم حرارتی و ویژگیهای زمین‌شناسی حوضه بستگی دارد (۱۲). پس از تشخیص مناسبترین تابع توزیع در منطقه مطالعاتی می‌توان با استفاده از روشهای مختلف تجزیه و تحلیل منطقه‌ای جریان کمینه نظیر ایجاد رابطه بین جریان کمینه و ویژگیهای حوضه، یا روش شاخص جریان کمینه و یا روش منطقه‌ای کردن پارامترهای توزیع احتمال، جریان کمینه را مورد تحلیل منطقه‌ای قرارداد و در پیش‌بینی خشکسالی آشناسی از آن بهره‌مند شد (۴). هدف از تعیین مناسب‌ترین تابع

کمینه با تداوم ۷،۱ و ۱۵ روزه محاسبه شد. از آنجایی که جریان کمینه در رودخانه‌های مناطق خشک و نیمه خشک در بعضی سالها (برای جریان کمینه یک روزه اکثر سالها) صفر می‌باشد از بررسی جریان کمینه با تداوم یک روزه صرف‌نظر گردید. اما جریان صفر در تداومهای دیگر نیز در بعضی از ایستگاهها مشاهده می‌شود که در کاربرد توابع توزیع احتمال که حد پایین آنها صفر را قبول نمی‌کند با اشکال روبرو می‌شویم. برای حل این مشکل چندین روش وجود دارد که می‌توان به روشهای زیر اشاره نمود:

- ۱- به همه داده‌ها مقداری واحد اضافه نمائیم یا مقادیر مثبت کوچک مثل ۰/۰۰۱ به تمام داده‌ها بیافزائیم.
- ۲- به جای مقادیر صفر، یک بگذاریم.
- ۳- از مقادیر صفر صرف نظر کنیم. هر یک از اعمال بالا روی پارامترهای توزیع تأثیر می‌گذارند به همین دلیل از روش جنینگز و بنسون (۱۹۶۹) استفاده شد، بدین صورت که ابتدا داده‌های غیر صفر را به توزیع برازش داده و سپس احتمالات حاصل را در نسبت تعداد داده‌های غیر صفر به کل داده‌ها ضرب می‌کنیم (۸). با توجه به اینکه طول دوره آماری ایستگاههای انتخاب شده متفاوت می‌باشد (بین ۷ تا ۲۶ سال) ابتدا آمار سالیانه به دو دوره آماری صفر تا ۱۵ سال و بیشتر از ۱۶ سال تنظیم شدند. با توجه به اینکه اکثر

توزیع منطقه‌ای برآورد سنجه‌های فراوانی جریان کمینه و پهنه بندی منطقه‌ای این سنجه‌ها می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز اترک در شمال شرق ایران، در محدوده طولهای 54° الی 4° ، 59° و عرضهای 57° ، 36° الی $38^{\circ} 17'$ قرار گرفته است. حوزه آبخیز اترک در تقسیم بندی حوزه‌های آبخیز کل کشور، در واقع بخشی از حوزه دریای مازندران محسوب می‌شود و وسعت این حوزه ۲۷۴۸۰۰۰ هکتار (در داخل ایران) می‌باشد. بخشی از حوضه که مربوط به شاخه سومبار می‌شود، در جمهوری ترکمنستان واقع شده است. مساحت این بخش نیز در حدود ۷۶۰ هزار هکتار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

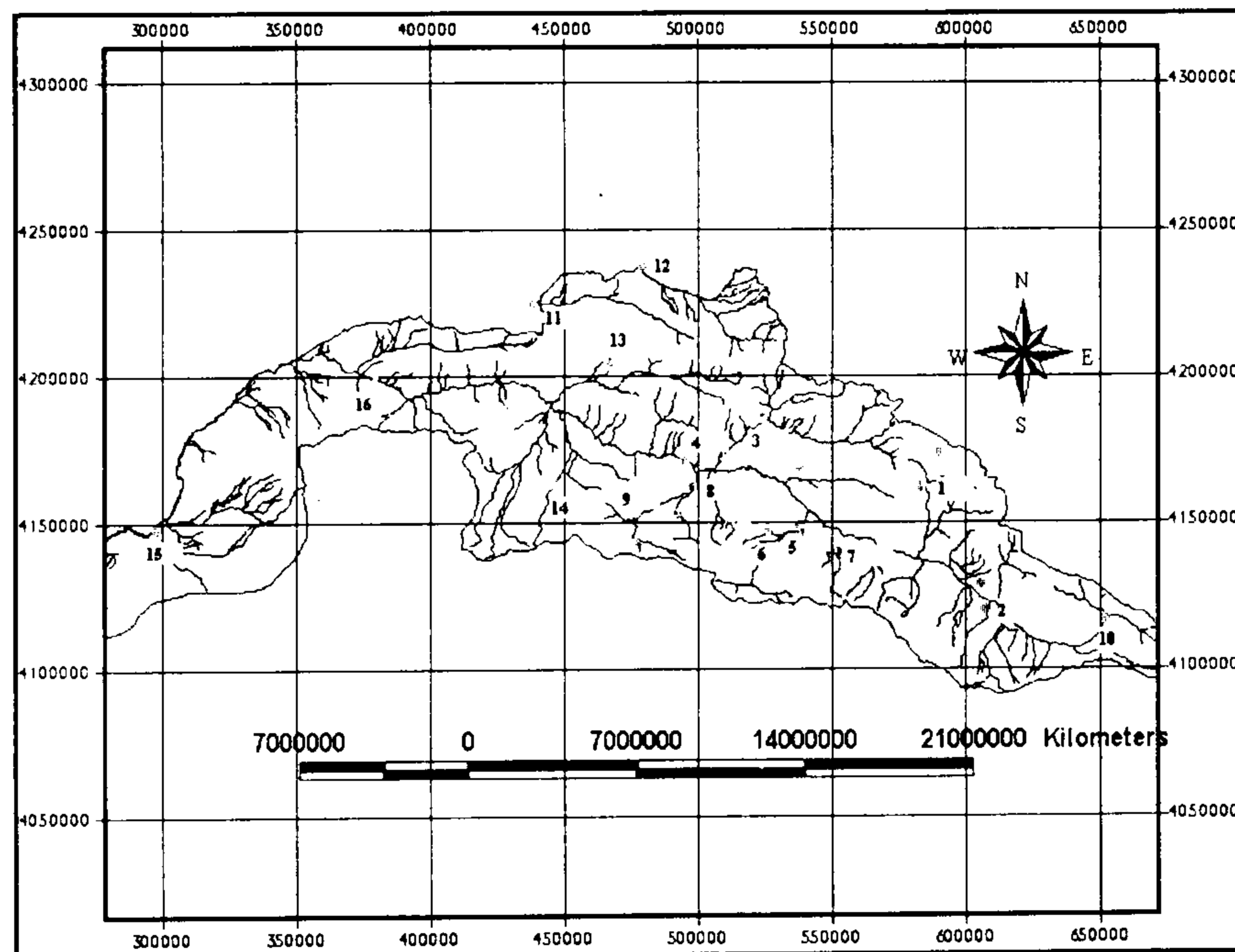
در این مطالعه با بررسی ایستگاههای هیدرومتری موجود درحوزه آبخیز اترک ۱۶ ایستگاه هیدرومتری مناسب انتخاب شد (شکل شماره ۱) که جدول شماره (۱) طول دوره آماری هر یک از ایستگاههای منتخب را نشان می‌دهد. سپس با استفاده از آمار دبی روزانه ۱۶ ایستگاه هیدرومتری منتخب و نرم افزار کامپیوتری Excel، جدولی از دبی روزانه به شکلی تنظیم شد که دبی روزانه هر سال آبی به طور متوالی تصویر شدند. بعد از این مرحله جریان

جدول ۱- طول دوره آماری ایستگاههای منتخب در حوزه آبریز اترک

دوره آماری	سال															
	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
۱	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	
۲	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۳													+	+	+	+
۴															+	+
۵	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۶	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۷		-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
۸	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۹		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۱۰													+	+	+	+
۱۱	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
۱۲	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+				
۱۳														+	+	+
۱۴	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
۱۵	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۱۶	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				

R.S.S.^۱ استفاده شد. که در این آزمون مناسبترین توزیع دارای کمترین مقدار R.S.S. می باشد (۱). سپس در هر سری به کمترین مقدار R.S.S. نمره یک و بیشترین مقدار نمره هشت داده شد و در صورتی که دو توزیع دارای مقدار مساوی R.S.S. بودند نمره مساوی دریافت کردند. بعد از این مرحله جمع نمرات برای هر توزیع در دوره آماری به دست آمد و همچنین درصد رتبه‌های دریافت شده توسط هر تابع توزیع آماری محاسبه گردید.

برنامه‌های موجود در زمینه هیدرولوژی فقط به منظور تحلیل فراوانی رویدادهای بیشینه مانند سیل نوشته شده‌اند اما در برنامه Hyfa امکان محاسبه فراوانی رویدادهای کمینه مانند جریان کمینه وجود دارد با استفاده از برنامه کامپیوتری Hyfa هشت توزیع شامل توزیعهای نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، مقدار حدنوع I، مقدار حد نوع III، پیرسون تیپ III، لوگ پیرسون تیپ III و گامای دو پارامتری بر داده‌های ایستگاههای انتخابی برازش داده شد. برای تعیین خوبی برازش از آزمون مجموع مربعات باقی مانده یا



۱- بازو ۲- هی هی ۳- قتلش ۴- قلعه بربر ۵- چهار خروار ۶- فیروزه ۷- بابامان ۸- شیرآباد ۹- درکش

۱۰- دربند ۱۱- آبرقابه ۱۲- بهار ۱۳- قازانقایه ۱۴- هوتن ۱۵- دانشمند ۱۶- داشلی برون

شکل ۱- نقشه پراکنش ایستگاه‌های منتخب در حوزه آبریز اترک

نتایج

انتخاب توزیع مناسب منطقه‌ای جریان کمینه هفت روزه

الف) دوره آماری ۱۵-۰ سال

در این دوره آماری، ۹ سری آمار (۹ ایستگاه)

مورد بررسی قرار گرفت. برای برازش داده‌ها آزمون

R.S.S. برای هر یک از سری‌های انتخاب شده انجام

شد و جمع نمرات برای هر توزیع به دست آمد

(جدول شماره ۲) همچنین درصد هر یک از رتبه‌های

دریافت شده (۱ تا ۸) برای هر توزیع محاسبه گردید

(جدول شماره ۳). با توجه به نتایج مندرج در جداول

مذکور مشخص شد که توزیع لوگ پیرسون تیپ III

با نمره ۱۳ و با دارا بودن ۶۶/۶۶ درصد رتبه اول،

مناسب‌ترین توزیع آماری و توزیع نرمال با نمره ۵۹

و صفر درصد رتبه اول، نامناسب‌ترین توزیع آماری می‌باشد

ب) دوره آماری بیشتر از ۱۶ سال

در این دوره آماری، ۷ سری آمار شامل

ایستگاههای بارزو، بابامان، قتلش، درکش، شیرآباد،

دربند و هوتن مورد بررسی قرار گرفت. بررسی

نمرات به دست آمده (جدول شماره ۲) و درصد هر

یک از رتبه‌های دریافت شده (جدول شماره ۴)

جدول ۲- جمع نمرات بدست آمده برای هر یک از توابع توزیع احتمال جریان کمینه هفت روزه

توزیع دوره آماری	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون نیب III	لوگ پیرسون نیب III	گاما دو پارامتری
۰-۱۵	۵۹	۳۷	۴۶	۳۸	۵۱	۴۲	۱۳	۲۵
> ۱۶	۳۸	۴۴	۲۶	۲۲	۳۴	۳۱	۱۵	۱۵

جدول ۳- درصد رتبه‌های دریافت شده توسط توابع در R.S.S. جریان کمینه هفت روزه در دوره

آماري ۱۵ - ۰ سال

توزیع شماره رتبه	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون نیب III	لوگ پیرسون نیب III	گاما دو پارامتری
۱	۰	۰	۰	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۰	۶۶/۶۶	۲۲/۲۲
۲	۰	۴۴/۴۴	۰	۰	۰	۰	۲۲/۲۲	۳۳/۳۳
۳	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱
۴	۰	۰	۲۲/۲۲	۴۴/۴۴	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۰	۱۱/۱۱
۵	۰	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۰	۲۲/۲۲
۶	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۳۳/۳۳	۱۱/۱۱	۰	۳۳/۳۳	۰	۰
۷	۴۴/۴۴	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۰	۰	۰
۸	۳۳/۳۳	۱۱/۱۱	۰	۰	۳۳/۳۳	۰	۰	۰

جدول ۴- درصد رتبه‌های دریافت شده توسط توابع در آزمون R.S.S. جریان کمینه هفت روزه در دوره

آماري بیشتر از ۱۶ سال

توزیع شماره رتبه	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون نیب III	لوگ پیرسون نیب III	گاما دو پارامتری
۱	۰	۰	۲۸/۵۷	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۴۲/۸۵	۰
۲	۰	۰	۰	۱۴/۲۸	۰	۱۴/۲۸	۲۸/۵۷	۵۷/۱۴
۳	۱۴/۲۸	۰	۴۲/۸۵	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۰	۱۴/۲۸	۲۸/۵۷
۴	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۰	۱۴/۲۸	۴۲/۸۵	۰	۰
۵	۰	۱۴/۲۸	۰	۴۲/۸۵	۰	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰
۶	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۰	۴۲/۸۵	۰	۰	۰
۷	۱۴/۲۸	۴۲/۸۵	۱۴/۲۸	۰	۰	۱۴/۲۸	۰	۰
۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۲۸/۵۷	۰	۱۴/۲۸	۰	۰	۰

نمره ۱۸ دارای کمترین R.S.S. و ۵۷/۱۴ درصد حالت رتبه اول، بهترین توزیع و توزیع گامای دو پارامتری با نمره ۲۰ و ۴۲/۸۵ درصد حالت رتبه دوم در ردیف بعد قرار می‌گیرد (جداول ۵ و ۷).

مقایسه نمرات به دست آمده برای دوره‌های آماری مورد مطالعه و درصد دریافت شده در هر دوره آماری مشخص می‌نماید که با افزایش طول دوره آماری از حالات رتبه اول توزیع لوگ پیرسون تیپ III کاسته شده است و این درحالیست که در مورد توزیع لوگ نرمال سه پارامتری بر عکس می‌باشد یعنی با افزایش طول دوره آماری به درصد حالات رتبه اول افزوده می‌شود. از آنجائیکه با افزایش دوره آماری بر آورد ضریب چولگی دقیق‌تر صورت می‌گیرد می‌توان توزیع لوگ نرمال سه پارامتری را برای تحلیل فراوانی جریان کمینه (باتداومهای مختلف) با طول دوره آمار طولانی توصیه نمود. اما برای دوره آماری حدود ۳۰ سال توزیع لوگ پیرسون تیپ III پیشنهاد می‌شود. جدول شماره (۸) جریان کمینه هفت روزه با دوره بازگشت‌های معین را بر اساس بهترین توزیع نقطه‌ای و منطقه‌ای نشان

مشخص می‌نماید که لوگ پیرسون تیپ III با نمره ۱۵ و با دارا بودن ۴۲/۸۵ درصد رتبه اول و همچنین توزیع گامای دو پارامتری بانمره ۱۵ و با ۵۷/۱۴ درصد رتبه دوم در ردیف مناسب‌ترین توابع توزیع و توزیع لوگ نرمال دو پارامتری با نمره ۴۴ و صفر درصد رتبه اول و همچنین توزیع نرمال با نمره ۳۸ و صفر درصد رتبه اول در ردیف نامناسب‌ترین توابع قرار گرفتند.

انتخاب توزیع مناسب منطقه‌ای جریان کمینه پانزده روزه
الف) دوره آماری ۱۵-۰ سال

در این دوره آماری توزیع لوگ پیرسون تیپ III با نمره ۹ دارای کمترین R.S.S. و با ۱۰۰ درصد حالت رتبه اول، مناسبترین توزیع می‌باشد و توزیع گامای دو پارامتری بانمره ۲۷ و ۷۷/۷۷ درصد حالت رتبه دوم، در ردیف دوم برترین توزیع قرار می‌گیرد و توزیع نرمال با رتبه ۶۰ و با صفر درصد حالت رتبه اول در جایگاه نامناسبترین توزیع می‌باشد (جداول ۵ و ۶).

ب) دوره آماری بیشتر از ۱۶ سال

در این دوره آماری لوگ پیرسون تیپ III با

جدول ۵- جمع نمرات بدست آمده برای هر یک از توابع توزیع احتمال جریان کمینه پانزده روزه

توزیع دوره آماری	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون تیپ III	لوگ پیرسون تیپ III	گاما دو پارامتری
۰-۱۵	۶۰	۴۳	۴۹	۴۸	۴۹	۴۳	۹	۱۹
> ۱۶	۴۴	۴۵	۲۶	۳۴	۲۶	۳۵	۱۸	۲۰

جدول ۶- درصد رتبه‌های دریافت شده توسط توابع در آزمون R.S.S. جریان کمینه پانزده روزه در دوره

آماري ۱۵-۰ سال

توزیع شماره رتبه	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون تیپ III	لوگ پیرسون تیپ III	گاما دو پارامتری
۱	۰	۰	۰	۰	۱۱/۱۱	۰	۱۰۰	۰
۲	۰	۱۱/۱۱	۰	۰	۰	۱۱/۱۱	۰	۷۷/۷۷
۳	۰	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۲۲/۲۲	۰	۰
۴	۰	۳۳/۳۳	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۰	۱۱/۱۱	۰	۰
۵	۱۱/۱۱	۰	۱۱/۱۱	۳۳/۳۳	۰	۲۲/۲۲	۰	۱۱/۱۱
۶	۰	۰	۳۳/۳۳	۴۴/۴۴	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۰	۰
۷	۴۴/۴۴	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۰	۰	۱۱/۱۱	۰	۰
۸	۴۴/۴۴	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۴۴/۴۴	۱۱/۱۱	۰	۱۱/۱۱

جدول ۷- درصد رتبه‌های دریافت شده توسط توابع در آزمون R.S.S. جریان کمینه پانزده روزه در دوره

آماري بیشتر از ۱۶ سال

توزیع شماره رتبه	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه پارامتری	حد نوع I	حد نوع III	پیرسون تیپ III	لوگ پیرسون تیپ III	گاما دو پارامتری
۱	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۰	۱۴/۲۸	۰	۵۷/۱۴	۰
۲	۰	۰	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۰	۴۲/۵۸
۳	۱۴/۲۸	۰	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۰	۱۴/۲۸	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۴۲/۵۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۲۸/۵۷
۵	۰	۰	۰	۴۲/۵۸	۰	۴۲/۵۸	۰	۰
۶	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۰	۰	۱۴/۲۸	۰	۱۴/۲۸
۷	۱۴/۲۸	۲۸/۵۷	۱۴/۲۸	۰	۰	۰	۱۴/۲۸	۰
۸	۲۸/۵۷	۴۲/۵۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	۰	۱۴/۲۸

می‌دهد. در جمع بندی کلی مشخص گردید که تابع

توزیع لوگ پیرسون تیپ III مناسب‌ترین تابع توزیع

احتمال برای تحلیل جریانهای کمینه هفت و پانزده

روزه درحوزه آبخیز اترک می‌باشد و می‌توان با

استفاده از روشهای مختلف تجزیه و تحلیل منطقه‌ای

جریان کمینه مدلهایی را ارائه کرد و به تبع آن خشکسالی

آشناسی را پیش‌بینی نمود. با توجه به سالهای کوتاه

آماري و همچنین کمبود ایستگاههای آمار برداری

تحلیل منطقه‌ای جریان کمینه می‌تواند برای برنامه‌ریزان

و مدیران منابع آب کشور مفید واقع شود.

جدول ۸- برآورد جریان کمینه هفت روزه با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از توزیع نقطه‌ای و منطقه‌ای

ردیف	شماره	نام منطقه	تعداد ایستگاه	نوع ایستگاه	نوع سازه	P(q=0)	جریان کمینه هفت روزه (متر مکعب بر ثانیه)						ردیف
							۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰		
۱	۱۱-۰۰۳	قوچان	۱۵	M	LP3	۸۶/۶	۰/۰۴۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰	۰	۰	۱
۲	۱۱-۰۱۱	بارزو	۲۲	L, M	LP3	۹	۰/۴۷۸	۰/۳۷۲	۰/۳۲۲	۰/۳۱۹	۰/۲۶۵	۰	۲
۳	۱۱-۰۱۵	فیروزه	۱۲	M	LP3	۰	۰/۲۷۶	۰/۲۲۷	۰/۲۱۱	۰/۱۱۳	۰/۰۵۱	۰	۳
۴	۱۱-۰۱۹	چهار	۱۰	L, M	GA2	۴۰	۰/۱۰۴	۰/۱۰۷	۰/۰۶۹	۰/۰۴۲	۰/۰۱۲	۰	۴
۵	۱۱-۰۲۱	بابامان	۲۶	L, M	G3	۰	۰/۱۰۸	۰/۲۲۶	۰/۲۳۹	۰/۵۷۸	۰/۴۵۴	۰	۵
۶	۱۱-۰۲۷	قلش	۲۶	M	LP3	۳/۸	۰/۵۸۸	۰/۵۲۵	۰/۴۲۶	۰/۳۳۵	۰/۱۸۷	۰	۶
۷	۱۱-۰۳۱	درکش	۲۳	L, M	EVI	۰	۰/۲۱۴	۰/۱۸۷	۰/۱۵۲	۰/۱۲۴	۰/۰۸۲	۰	۷
۸	۱۱-۰۳۳	شیرآباد	۲۳	L	EVI	۰	۰/۳۳۵	۰/۲۹۷	۰/۲۴۷	۰/۲۰۷	۰/۱۴۶	۰	۸
۹	۱۱-۰۳۵	دریند	۲۴	L, M	GA2	۴/۱۶	۰/۳۱۳	۰/۲۶۱	۰/۱۹۱	۰/۱۳۹	۰/۰۶	۰	۹
۱۰	۱۱-۰۴۵	قازانقایه	۱۴	M	GA2	۴۲/۸	۰/۸۴۷	۰/۸۴۵	۰/۵۴۹	۰/۲۹۵	۰/۰۵۲	۰	۱۰
۱۱	۱۱-۰۵۱	آبرقایه	۱۵	M	LP3	۰	۰/۰۹	۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۰/۰۲۶	۰/۰۱۴	۰	۱۱
۱۲	۱۱-۰۵۳	بهار	۱۲	M	EVI	۸/۳۳	۰/۳۳۳	۰/۲۸۹	۰/۲۲۴	۰/۱۵۷	۰/۰۵۵	۰	۱۲
۱۳	۱۱-۰۶۱	دانشمند	۷	L, M	LP3	۱۴/۲۸	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰	۱۳
۱۴	۱۱-۰۶۹	داشلی برون	۱۳	M	LP3	۵۲/۸	۰/۰۴	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۱۴
۱۵	۱۱-۰۷۳	موتن	۲۱	M	LP3	۷۱/۴۲	۰/۸۸	۰/۷	۰/۰۳۳	۰/۰۰۳	۰	۰	۱۵
۱۶	۱۱-۱۰۱	قلعه بربر	۱۳	M	EV III	۰	۱/۶۹	۱/۱۲	۱/۰۸	۱/۰۱	۰/۸۶۵	۰	۱۶

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. مهدوی، م. ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ ص.
۲. وفاخواه، م. و م. مهدوی. ۱۳۷۸. ارائه مدل ریاضی جهت برآورد خشکسالی هیدرولوژیک در مناطق خشک مرکزی ایران. دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم - سازمان هواشناسی کشور.
3. Afzal, Sohail and Chaudri, 1992. Best fitting distribution function for flood in the upper Indus basin (Pakistan), Asian. Inst. Bunckog, 71 Leavs.
4. Brian S. C. 2000. Evaluation of low flow frequency analysis methods. Journal of Hydrology 39(1): 19-47
5. Condie, R. and G.A. Nix. 1975. Modeling of low flow frequency distribution and parameter estimation. International Water Resources Symposium. Water for Arid Lands, Tehran, Iran.
6. Dingman, S.L., and S.C. Lawlor, 1995, Estimating low flow quintiles from drainage basin characteristics in New Hampshire and Vermont, Water Resources Bulletin, Vol.31, No.2, PP.243-256
7. Gusrard, A., Bullock, A., Dixon, J.M., 1992, Low flow estimation in the United Kingdom. Institute of Hydrology, Report No.108, 88PP.
8. Jennings M.E. and M.A. Benson. 1969. Frequency curve for annual flood series with some zero events of incomplete data. Water Resources Research, 5(1): 275- 280.
9. Lognathan. G .V. C. Y. Kuo, and T.C. Mc Cormick, 1985. Frequency analysis of low flows. Nordic Hydrology. Vol.16, No.16, pp.105- 128,
10. Matalas. N.C. 1963. Probability distribution of low flows. USGS Prof. Papers. 434- A.
11. Pirt, J., Simpson, M., 1983. The Estimation of river flows. Severn Trent Water Authority, UK, 41PP.
12. Riggs. H.C. 1985. Stream Flow Characteristics. Elsevier.
13. Smakhtin. V.U. 2001. Low flow hydrology: a review. Journal of Hydrology. 240: 147-186
14. Tasker, G.D. 1987. A comparison of methods for estimating low flow characteristics of streams. Water Resources Bulletin, Vol. 23, No.6, pp.1077-1083.
15. Van Rooy, M.P. 1965. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notos 14, 43.
16. Vogel, R.M., and C.N. Kroll, 1992, Regional geohydrologic-geomorphil relationships for the estimation of low flow statistics. Water Resources Research, Vol.28, No.9, PP.2451-2458.
17. Yevjevich. V.M. 1969. An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrol. Pap 23, Colo. states Un. Fort. Collins.

**Best Fitting Distribution Function for Low Flows
(Case Study: Atrak River Basin)**

**K. NOSRATI¹, GH. ZEHTABIAN², M. MOHSENI SARAVY³
AND M. MAHDAVI⁴**

**1, 2, 3, 4, Professor, Associate Professor and Professor
Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran**

Received 20 May 2002

ABSTRACT

Various indices have been suggested to forecast drought worldwide. Regional analysis of low flows in areas with short term or lacking available data is one of the best indices for hydrologic drought prediction. Hence, determining the most appropriate distribution function is of importance to regional hydrologic analysis. In this study, 16 hydrometric stations with available data based on statistical period were selected among all hydrometric stations of the basin. Low flows of 7 and 15-days were fitted to the data of each station on the basis of residual sum of squares (SR.S.S.) using eight probability distribution function during two different Statistical periods. The results showed that log Pearson type III distribution had the best fitness for 7 and 15-days of low flows.

Key words: Hydrological drought, Low flow, Atrak river basin.

