

# عدم تطابق خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در دو حوزه آبریز همجوار در دامنه شمالی شیرکوه یزد

غلامعلی مظفری\*

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران

دریافت: ۸۴/۲/۲۸

پذیرش: ۸۵/۲/۶

## چکیده

خشکسالی، یکی از بلاای طبیعی است که با خسارتهای مالی و جانی فراوانی همراه است. این پدیده تحت هر رژیم بارش و رژیم دمایی به وقوع می‌پیوندد. ارائه یک تعریف مورد قبول عام در مورد خشکسالی وجود ندارد؛ زیرا نزد افراد با تخصصهای مختلف دارای معانی متفاوتی است و در منابع علمی به رخدادهای خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی اشاره شده است. خشکسالی هواشناسی را کمبود غیر نرمال و طولانی مدت بارش گویند. خشکسالی هیدرولوژیکی به کاهش چشمگیر سطح آب دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، مخازن و غیره مربوط است و خشکسالی کشاورزی وضعیتی است که میزان رطوبت موجود در خاک برای محصول ناکافی است.

موضوع این مقاله بررسی و مقایسه عدم تطابق روند خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در دو حوزه آبریز همجوار در دامنه شمالی شیرکوه یزد است. در ابتدا خشکسالی هواشناسی با استفاده از روش گیپس و ماهر و خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از روش نمره استاندارد Z محاسبه و در ادامه نیز وجود یا عدم وجود روند خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از تحلیل همبستگی در سطح دو حوزه آبریز اسلامی و فخرآباد واقع در دامنه شمالی شیرکوه یزد مورد بررسی، تحلیل و مقایسه قرار گرفته است.

برای اجرای این تحقیق از داده‌های بارندگی سالیانه دو ایستگاه باران‌سنجی وابسته به وزارت نیرو در طی یک دوره مشترک آماری ۳ ساله و داده‌های هیدرومتری دو ایستگاه اسلامی و فخر آباد دوره‌های آماری به ترتیب ۲۶ و ۲۸ ساله استفاده به عمل آمده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از این نظر تفاوت‌های چشمگیری در دو سطح دو حوزه آبریز وجود دارد، علی‌رغم اینکه روند خشکسالی هواشناسی در هر دو ایستگاه باران‌سنجی اسلامی و فخرآباد مورد تأیید قرار نگرفت، اما روند خشکسالی هیدرولوژیکی در ایستگاه هیدرومتری اسلامی تأیید شد و در ایستگاه هیدرومتری فخرآباد مورد تأیید قرار نگرفت. همچنین وجود رابطه قوی و معنادار بین میزان بارش و دبی در ایستگاه هیدرومتری فخرآباد تأیید شد ولی در ایستگاه هیدرومتری اسلامی تأیید نشد.

**کلید واژه‌ها:** روند، خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، یزد.

## ۱- مقدمه

خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که به‌طور بالقوه تحت هر رژیم بارش و رژیم دمایی امکانپذیر است. این رخداد در بین بلایای طبیعی به آهستگی و تدریجی و گاه به سرعت آثار خود را آشکار می‌سازد که بی‌مانند می‌باشد؛ به طوری که، میزان خسارت ناشی از خشکسالی در استرالیا بین سالهای ۱۹۰۰ - ۱۹۶۶ حدود ۱۶۰۰ میلیون دلار و خشکسالی سالهای ۱۹۴۳ و ۱۹۴۴ به‌تنهایی ۲۶ میلیون دلار بوده است [۱، صص ۷۱-۸۹]. ارائه یک تعریف مورد قبول عام در مورد خشکسالی وجود ندارد؛ زیرا نزد افراد با تخصصهای مختلف دارای معانی متفاوتی است و در منابع علمی به رخداد خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی اشاره شده است [۲، صص ۵۰-۶۲].

خشکسالی هواشناسی وضعیتی است که بارش واقعی نسبت به بارش مورد انتظار در سطح ناحیه بسیار کمتر باشد و خشکسالی هیدرولوژیکی به کاهش چشمگیر سطح آب دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، مخازن و غیره مربوط است. اگر خشکسالی هواشناسی به قدر کافی ادامه یابد، به دنبال آن خشکسالی هیدرولوژیکی است و خشکسالی کشاورزی وضعیتی است که میزان رطوبت موجود در خاک برای محصول ناکافی است [۳، صص ۱۶۶].

در زمینه خشکسالی تحقیقات بسیار گسترده‌ای به وسیله محققان در سطح جهان انجام پذیرفته است که هر یک بر اساس تعاریف خاص پدیده خشکسالی را بررسی کرده و شاخصهایی ارائه می‌کند، آغاز بررسی شدت خشکسالی به صورت کمی به سال ۱۸۸۷ م. مربوط است که سازمان هواشناسی انگلستان بین خشکسالی مطلق (یک دوره حداقل ۱۵ روزه متوالی با بارش کمتر از ۰/۲ میلیمتر در روز) و خشکسالی جزئی (که معدل روزانه حداقل ۲۹ روز متوالی باران آن کمتر از ۰/۲ میلیمتر است) تفاوت قائل شده است [صص ۷۱-۸۹]. سابرامانهایم و ساستری<sup>۱</sup> اظهار می‌کنند که چنانچه آنومالی خشکی هفتگی بیش از ۲۵ درصد میزان بارش نرمال باشد، خشکسالی کشاورزی حادث می‌شود [صص ۱۸-۲۲].

در زمینه بررسی روند تحقیقاتی زانینوویچ و کاپکا<sup>۲</sup> از روش تحلیل همبستگی منکندال به منظور بررسی تغییرات اجزای بیلان آب در نواحی پست کوریتین استفاده به عمل آوردند [صص ۱۱۱-۱۱۷]. در این تحقیق وردش‌پذیری و روند اجزای بیلان آب مورد تحلیل قرار گرفت، توموزیو و همکاران<sup>۳</sup> به منظور بررسی تغییرات بارندگی تابستانه در ناحیه امیلی یا-روماگنا در ایتالیا از روش منکندال<sup>۴</sup> استفاده کردند [صص ۱۹۳-۲۰۰]. برونه تی و همکاران<sup>۵</sup> نیز از این روش برای بررسی روند دماهای میانگین، حداقل و حداکثر در ایتالیا طی دوره ۱۸۶۵ - ۱۹۹۶ استفاده کردند [صص ۴۹-۶۰].

پالمر<sup>۶</sup> تمام اجزای چرخه هیدرولوژیکی را در شاخص خشکسالی مد نظر قرار داد، ایراد عمده این شاخص آن است که بیشتر روی وضعیت رطوبتی گذشته تأکید دارد و خشکسالیهای کشاورزی و هیدرولوژیکی را نشان نمی‌دهد [ص ۸، ص ۱۱۵].

چاودهای و همکاران<sup>۷</sup> وردش‌پذیری شاخص خشکسالی را با استفاده از شاخص استاندارد شده DI که همان شاخص Z استاندارد می‌باشد، برای هندوستان محاسبه کردند [صص ۲۰۷-۲۱۴]. سارما و راویندرانت<sup>۸</sup> از روش شاخص Z استاندارد به منظور تعیین

- 
1. Subermanhyam and Sustray
  2. Zaninovic and Capka
  3. Tomozeiu and et.al.
  4. Mann-kendall
  5. Brunetti and et.al.
  6. Palmer
  7. Chawdhury and et.al.
  8. Sarma and Ravindranath.

خشکی فصلی استفاده به عمل آوردند [۱۰، صص ۲۰۷-۲۱۰].

ویل هایت و همکاران<sup>۱</sup> در یک جلد ۵۹۷ صفحه‌ای تحت عنوان برنامه ریزی برای خشکسالی به بررسی پیشینه، پیش‌بینی، ارزیابی آثار، سازش و هماهنگی با خشکسالی، برنامه‌ریزی و واکنش دولت در مواجهه با خشکسالیها و غیره پرداخته‌اند [۱۱، صص ۱-۵۹۷].

هایز<sup>۲</sup> روشهای مختلف محاسبه خشکسالی نظیر درصد از نرمال، شاخص S . P . I ، شاخص پالمر، شاخص رطوبت محصول C M I ، شاخص ذخیره آب سطحی S W A Z E E و روش دهکها را تشریح ساخته است [۱۲، صص ۱-۱۴].

در زمینه خشکسالی در ایران نیز تحقیقاتی انجام پذیرفته است، از جمله این تحقیقات، غیور و همکاران [۱۳، صص ۲۵-۳۹] بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالیها در ایران، علیجانی و همکاران [۱۴، صص ۱۵۵-۱۶۹] پیش‌بینی خشکسالیها و ترسالیهای استان مازندران با استفاده از مدل باکس- جنکینز، خوش اخلاق [۱۵، صص ۱۳۶-۱۵۴] بررسی الگوهای ماهیانه خشکسالی و ترسالی در ایران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی در سال ۱۳۷۹ ه.ش. و تعداد بیشماری از مقالاتی است که در زمینه خشکسالیها نگاشته شده است [۱۶، صص ۸۱، ۳۸۲، ۳۹۹، ۳۹۵].

در زمینه بررسی روند بارش در ایران نیز می‌توان به تحقیقات عساکره [۱۷، صص ۵۷-۷۱]، بررسی روند بارش سالیانه تبریز با استفاده از چند روش عاملی و یک روش غیر عاملی، کمالی [۱۸] تغییرات شدید بارندگی در نقاط مختلف کشور در ده سال اخیر، کاویانی و عساکره [۱۹] بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالیانه اصفهان طی یک دوره ۱۰۳ ساله با استفاده از روش آزمونهای ناپارامتری اشاره کرد.

در این مقاله سعی بر آن است که ضمن شناخت وضعیت خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در سطح دو حوزه آبریز همجوار واقع در دامنه شمالی شیرکوه یزد، به تشخیص وجود و یا عدم وجود روند در سطح این حوزه‌ها از نظر خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی پی برده و در پایان نیز به امر مقایسه رخداد خشکسالیها در سطح دو حوزه پرداخته شود.

1. Wilhite and et.al.  
2. Hayes

## ۲- طول و عرض جغرافیایی منطقه مطالعه شده

حوزه‌های آبریز اسلامی و تفت جزء حوزه‌های آبریز دامنه شمالی ارتفاعات شیرکوه در استان یزد است که مساحت آنها به ترتیب ۶۷۰ و ۲۰۶ کیلومتر مربع می‌باشد. مختصات جغرافیایی این دو حوزه  $۳۱^{\circ} ۴۲'$  تا  $۳۲^{\circ} ۲۷'$  درجه عرض شمالی و  $۵۴^{\circ} ۴۰'$  تا  $۵۳^{\circ} ۲۵'$  درجه طول شرقی است (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوزه‌های آبریز دامنه شمالی شیرکوه یزد

## ۲-۱- مواد و روشها

نوع تحقیق، کاربردی و روش آن، توصیفی-تحلیلی است. در این تحقیق، به سه محور

اساسی توجه شد، در محور نخست از روش گیبس و ماهر<sup>۱</sup> (۱۹۶۷م.) برای مطالعه خشکسالی هواشناسی استفاده شد. در این روش، گیبس و ماهر از مفهوم دهک‌های بارش برای مطالعه وقوع خشکسالیها در استرالیا استفاده کردند [صص ۲۰-۱]. در ابتدا از مقادیر بارش سالیانه جذرگیری به عمل آمد و سپس دهک‌های ۱-۱۰ بارشها از طریق توزیع نرمال پیرسون برای سطوح احتمالاتی ۱۰ - ۹۰ درصد محاسبه شد. بر اساس روش فوق بارش نرمال شامل دهک‌های ۵ و ۶ است. مقادیر کمتر از دهک پنجم وضعیت خشکسالی و بیش از ۶ نیز اوضاع ترسالی را نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱ دامنه دهک‌های خشکسالی روش گیبس و ماهر

دهک	درصد	شناسه	دهک	درصد	شناسه
۱۰	۱۰ بالاترین	خیلی زیاد بالا	۴	۴۰-۳۰	اندکی پایین
۹	۹۰-۸۰	خیلی بالا	۳	۳۰-۲۰	پایین
۸	۸۰-۷۰	بالا	۲	۲۰-۱۰	خیلی پایین
۷	۷۰-۶۰	اندکی بالا	۱	۱۰ پایینترین	خیلی زیاد پایین
۶-۵	۲۰ میانی	نرمال			

از تطبیق مقادیر دهک‌ها (که از طریق توزیع نرمال در سطوح مختلف احتمالاتی با مقادیر جدول ۱، به دست آمده است) وضعیت خشکسالی و ترسالی از نظر شدت برای ایستگاههای هواشناسی تعیین شد. در مرحله دوم با استفاده از روش تحلیل همبستگی به روش منکندال درباره وجود و یا عدم وجود روند خشکسالی هواشناسی در هر یک از ایستگاهها اظهار نظر گردید. برای انجام این تحقیق از داده‌های بارندگی سالیانه دو ایستگاه باران‌سنجی (اسلامیه و فخرآباد) در طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۵۱-۱۳۵۲ تا ۱۳۸۰-۱۳۸۱) استفاده به عمل آمده است. در مرحله سوم خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از روش S P. I برای دو ایستگاه هیدرومتری اسلامیه و فخرآباد در طی دو دوره آماری بترتیب ۲۶ و ۲۸ ساله محاسبه و وجود روند و یا عدم وجود آن نیز با استفاده از روش منکندال محاسبه شد، در پایان مقایسه بین

1. Gibbse and Maher

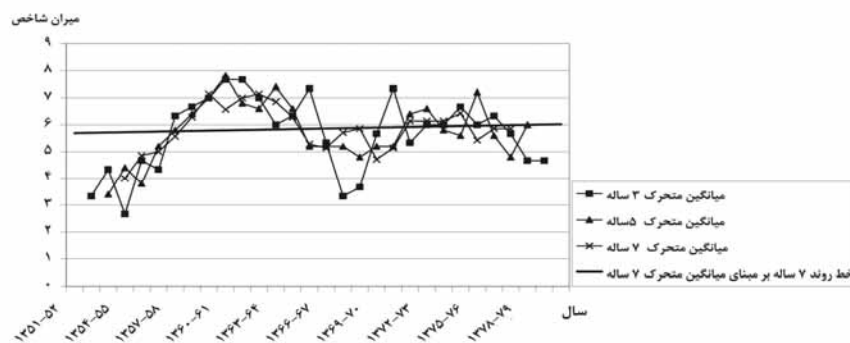
رخداد خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیک در سطح دو حوزه انجام پذیرفت.

### ۳- تحلیل وضعیت خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی

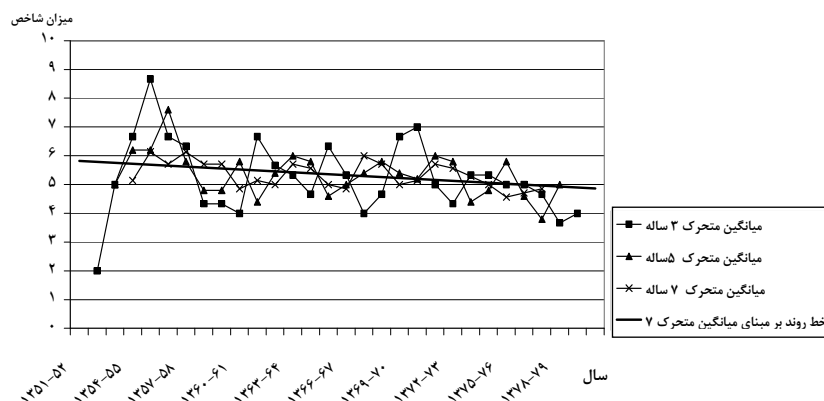
#### در سطح دو حوزه آبریز اسلامی و فخرآباد

#### ۳-۱- تحلیل وضعیت خشکسالی هواشناسی در سطح دو حوزه آبریز اسلامی و فخرآباد

نمودار تغییرات سالیانه شاخص خشکسالی هواشناسی بر مبنای روش گیپس و ماهر با استفاده از داده‌های میانگین متحرک (۳، ۵ و ۷ ساله) برای هر دو ایستگاه باران‌سنجی اسلامی و فخرآباد (ایستگاههای معروف دامنه شمالی شیرکوه) در شکل‌های شماره ۲ و ۳ ارائه شده است. در ایستگاه اسلامی در طول دهه ۵۰ افزایش تدریجی شاخص خشکسالی (ترسالی) به صورت بارزی قابل تشخیص است؛ ولی در طول دهه ۶۰ و ۷۰ بردش پذیری<sup>۱</sup> سالیانه و نیز کاهش آرام شاخص خشکسالی قابل مشاهده است (شکل ۲). در ایستگاه فخرآباد بردش‌پذیری سالیانه و کاهش بسیار آرام شاخص خشکسالی هواشناسی از ابتدای دوره تا انتهای دوره، قابل مشاهده است (شکل ۳).



شکل ۲ نمودار میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله شاخص خشکسالی هواشناسی ایستگاه اسلامی



شکل ۳ نمودار میانگین متحرک ۳، ۵، ۷ ساله شاخص خشکسالی هواشناسی ایستگاه فخرآباد

### ۲-۳- تحلیل همبستگی بین شاخص خشکسالی هواشناسی و سال به منظور

#### تشخیص وجود و یا عدم وجود روند در خشکسالی هواشناسی

به منظور تأیید و یا عدم تأیید وجود روند در خشکسالی هواشناسی از تحلیل همبستگی بین مقادیر شاخص خشکسالی هواشناسی و سال استفاده به عمل آمد. در این قسمت به لحاظ ماهیت داده‌ها از روش منکندال استفاده شد.

در آغاز بین مقادیر شاخص خشکسالی هواشناسی هر یک از سالها / سال، تحلیل همبستگی انجام پذیرفت که همبستگی قوی و معناداری مشاهده نشد. در مرحله دوم بین میانگین متحرکهای ۵، ۳، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله / سال ایستگاهها تحلیل همبستگی انجام پذیرفت فخرآباد و اسلامیه، بین میانگین متحرکهای ۵، ۳، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله و سال همبستگی قوی و معناداری وجود نداشت؛ بنابراین وجود روند در شاخص خشکسالی هواشناسی این ایستگاهها تأیید نشد.

### ۳-۳- تحلیل وضعیت هیدرولوژیکی دو حوزه آبریز اسلامیه و فخرآباد

#### ۳-۳-۱- حوزه آبریز اسلامیه

رودخانه اسلامیه از اتصال دو شاخه اصلی علی آباد- نصرآباد و سانج تشکیل شده است که در محل پل سنبادگان به یکدیگر متصل می‌شوند. مساحت حوزه آبریز در محل ایستگاه هیدرومتری اسلامیه ۶۷ کیلومترمربع است و قبل از به هم پیوستن رودخانه علی آباد- نصرآباد



به رودخانه سانج سیل بند صادق آباد بر روی رودخانه احداث شده است [۲۱، صص ۱۴۵، ۱۹۹، ۲۲۶، ۲۹۶، ۳۱۴، ۳۷۰].

جدول ۲ میزان ضریب همبستگی بین میانگین متحرکهای ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳ ساله / سال با استفاده از روش منکندال

ایستگاه	میانگین متحرک ۳ ساله	میانگین متحرک ۵ ساله	میانگین متحرک ۷ ساله	میانگین متحرک ۹ ساله	میانگین متحرک ۱۱ ساله	میانگین متحرک ۱۳ ساله
اسلامیه	۰/۰۷۶	۰/۱۶۰	۰	۰/۰۴۷	۰/۰۲۷	۰/۱۳۳
فخرآباد	۰/۱۹۱	۰/۲۵۶	۰/۳۰۷	۰/۲۸۱	۰/۳۷۳	۰/۲۶۷

\* سطح اطمینان ۹۵ درصد

\*\* سطح اطمینان ۹۹ درصد

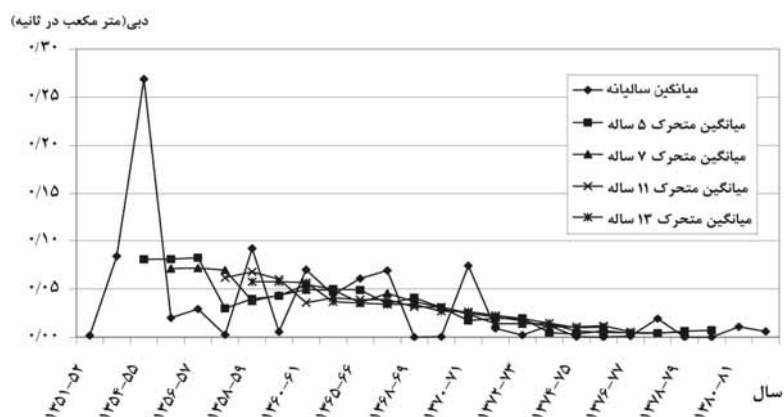
رودخانه اسلامیه فاقد هرگونه جریان دائمی و فصلی بوده و فقط در مواقع سیلابی دارای جریان سطحی و کوتاه مدت است. میانگین دبی سالیانه ۳۴ لیتر در ثانیه با میزان ضریب تغییرپذیری ۱۶۷/۱ درصد است. ماههای خشک معمولاً شهریور، مهر، آبان، تیر و مرداد است. ضریب تغییرپذیری ماههای دارای جریان سطحی بین ۲۷۸ - ۹/۹ درصد است (جدول ۳).

جدول ۳ ویژگیهای آماری میزان دبی و تخلیه ماهیانه و سالیانه ایستگاههای هیدرومتری اسلامیه و فخرآباد\* (دبی ماهیانه: لیتر دبی در ثانیه، تخلیه سالیانه: میلیون متر مکعب)

تخلیه سالیانه میلیون متر مکعب	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالیانه
۱/۰۷	۰/۰۳	۰	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۱/۰۷
۱/۸	۰/۱	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۰/۶	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱/۸
۸/۵	۰/۲۶	۰	۰/۲۷	۰/۰۰۸	۰/۰۵	۰/۶	۲	۰/۸۲	۰/۰۶	۰/۳۵	۰/۸۹	۰/۰۱	۰	۸/۵
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۷	۱۶۷	۰	۵۱۰	۵۰۹	۳۶۲	۲۰۳	۲۸۹	۲۷۸	۳۴۵	۴۸۲	۳۵۶	۵۰۹	۰	۱۶۷
۴/۹۲	۰/۱۵	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۸	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰	۴/۹۲
۴/۹	۰/۲	۰	۰	۰/۳	۰/۸	۰/۸	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۴/۹
۱۵	۰/۴۷	۰	۰	۰/۱	۱/۵۳	۳	۳/۱۶	۱/۳۳	۰/۳	۰/۴۸	۰/۲۶	*۰/۰۰۲	۰	۱۵
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۴۵۲	۳۳۳	۱۱۱/۴	۱۱۵	۱۵۲	۲۱۹	۳۹۶	۴۷۷	۵۲۹	۰	۱۰۰

\*\* اسلامیه دوره آماری ۲۶ ساله، فخرآباد دوره آماری ۲۸ ساله

میانگین تخلیه سالیانه ۱/۰۷ میلیون متر مکعب با ضریب تغییرپذیری ۱۶۷/۱ درصد است. سالهای ۱۳۶۸-۱۳۶۹، ۱۳۷۵-۱۳۷۸، ۱۳۷۶-۱۳۷۹ و ۱۳۷۹-۱۳۸۰ فاقد جریان سطحی و سالهای ۵۳-۵۴، ۵۵-۵۹، ۷۰-۵۲، ۷۱-۵۸، ۶۱-۶۰ و ۶۷-۶۶ سالهای پرآب بوده و هر یک به ترتیب با میزان تخلیه ۹/۴، ۶/۸، ۲/۶، ۲/۲ و ۲/۲ میلیون متر مکعب همراه است. میانگین متحرک ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله دبی سالیانه رودخانه اسلامی در طی دوره آماری ۲۶ ساله محاسبه و نمودار آن ترسیم شده است (شکل ۴).



شکل ۴ نمودار میانگین متحرک ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله دبی ایستگاه هیدرومتری اسلامی طی دوره ۲۶ ساله (۱۳۵۱-۱۳۵۲ تا ۱۳۸۱-۱۳۸۲)

به استناد شکل مزبور از سال آبی ۱۳۶۹-۱۳۷۰ تا پایان سال آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ اوضاع کم آبی شدید در این حوضه حاکم بوده است و یک دوره پرآبی نیز از سال ۱۳۵۲-۱۳۵۱ تا سال ۱۳۶۸-۱۳۶۹ قابل تشخیص است، در مجموع روند نزولی میانگین دبی سالیانه در رودخانه اسلامی از سال آبی ۱۳۵۲-۱۳۵۱ تا پایان سال آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ قابل مشاهده است.

### ۳-۲- حوزه آبریز فخرآباد

رودخانه فخرآباد از به هم پیوستن سه شاخه اصلی ده بالا، طزرجان و بنادک سادات تشکیل

شده است. مساحت این حوضه تا محل ایستگاه هیدرومتری فخرآباد ۲۰۶ کیلومترمربع و ارتفاع متوسط حوضه ۲۷۲۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۴۰۷۵ متر است.

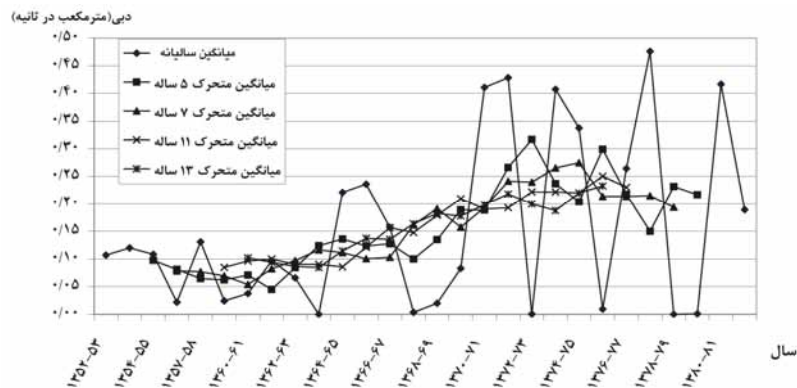
حوضه این رودخانه از وضعیت بارندگی بهتری نسبت به سایر حوضه‌های مجاور برخوردار است، وجود ذخیره برفی در ارتفاعات حوضه و ذوب آن از اوائل بهار موجب شده است تا رودخانه فخرآباد دارای جریان فصلی باشد که در برخی از سالها به علت ذخیره برفی مناسب و پایین بودن درجه حرارت مدت جریان سطحی رودخانه به بیش از ۵ ماه از سال می‌رسد. در برخی از سالها نیز به علت کاهش بارندگی فاقد جریان سطحی بوده است.

این حوضه تنها حوضه معرف وزارت نیرو در ارتفاعات شیرکوه می‌باشد. ویژگیهای آماری دبی ماهیانه، سالیانه و نیز میزان تخلیه سالیانه ایستگاه هیدرومتری فخرآباد در طی یک دوره آماری ۲۸ ساله از جنبه‌های مختلف آماری مورد بررسی و تحلیل قرارگرفت تا وضعیت جریانهای سطحی این حوضه در دوره‌های گذشته بهتر و بیشتر روشن شود.

میانگین دبی سالیانه رودخانه فخرآباد در طی این دوره معادل ۱۵۶ لیتر در ثانیه با میزان ضریب تغییرپذیری ۱۰۰/۳ درصد است. ماههای خشک مرداد، شهریور، مهر و آبان ماه است. بررسی تغییرات میانگین دبی سالیانه ایستگاه هیدرومتری فخرآباد در طی دوره ۲۸ ساله نشان می‌دهد که صرفنظر از سالهای ۱۳۷۳-۱۳۷۲، ۱۳۷۶-۱۳۷۵، ۱۳۷۹-۱۳۷۸ و ۱۳۸۰-۱۳۷۹ که میزان دبی بسیار پایین است، میانگین دبی این رودخانه در طی دهه ۷۰ بیش از دو دهه ۶۰ و ۵۰ بوده است.

میانگین میزان تخلیه سالیانه این رودخانه ۴/۹ میلیون مترمکعب است و سالهای ۱۳۶۴-۱۳۷۹، ۱۳۶۳-۱۳۷۸ فاقد جریان سطحی و سالهای ۱۳۶۸-۱۳۷۳، ۱۳۶۷-۱۳۷۲ و ۱۳۷۹-۱۳۸۰ بسیار کم آب و سالهای ۱۳۷۲-۱۳۷۸، ۱۳۷۱-۱۳۷۷، ۱۳۷۴-۱۳۷۱، ۱۳۷۳-۱۳۷۰ و ۱۳۷۵-۱۳۷۴ هر یک با ۵، ۹/۱۵، ۸/۱۳، ۱۲/۱۲ و ۱۰/۶ میلیون مترمکعب سالهای پرآب بوده‌اند.

به منظور ارائه تصویر روشنتری از تغییرات زمانی میزان دبی سالیانه از روش میانگین متحرک استفاده به عمل آمد. میانگین متحرک ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله میانگین دبی سالیانه ایستگاه هیدرومتری فخرآباد در طی یک دوره ۲۸ ساله محاسبه و در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵ نمودار میانگین متحرک ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ ساله دبی ایستگاه هیدرومتری فخرآباد طی دوره ۲۸ ساله (۱۳۵۲-۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲-۱۳۸۱)

به استناد شکل مذکور یک دوره پرآبی از سال آبی ۱۳۶۹-۱۳۷۰ شروع و تا پایان سال آبی ۱۳۷۷-۱۳۷۸ ادامه یافت و با نوساناتی تا پایان سال آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ ادامه پیدا کرده، یک دوره کم آبی نیز از سال آبی ۱۳۵۲-۱۳۵۳ تا پایان سال آبی ۱۳۶۸-۱۳۶۹ قابل شناسایی است، در مجموع چنین می‌توان نتیجه گرفت که دهه‌های ۵۰ و ۶۰ از اوضاع کم آبی و دهه ۷۰ از وضعیت پرآبی برخوردار بوده است. شایان ذکر است که شدت کمبود آب در دهه ۵۰ بیش از دهه ۶۰ می‌باشد.

بررسی شکل‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که میزان دبی و متعاقب آن میزان تخلیه سالیانه آب در حوزه آبریز اسلامی بر خلاف حوزه آبریز فخرآباد در دهه ۷۰ کمتر از دهه‌های ۵۰ و ۶۰ می‌باشد؛ بنابراین در رژیم سالیانه این دو رودخانه تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود. شایان ذکر است اقدامات آبخیزداری به طور مشابه در سطح دو حوزه انجام پذیرفته است؛ بنابراین اختلاف در میزان جریان سالیانه به این امر باز نمی‌گردد.

### ۳-۳-۳- تحلیل خشکسالی هیدرولوژیکی

برای محاسبه ترسالی و خشکسالی‌های هیدرولوژیکی از روش ماکی (۱۹۹۳)، یعنی از شاخص استاندارد بارش استفاده به عمل آمده است:

$$z = (x_i - \bar{x}) / Q$$

رابطه ۱

Z: نمره استاندارد شده،  $x_i$ : میزان دبی هر یک از سالها؛

$\bar{X}$ : میانگین دبی؛

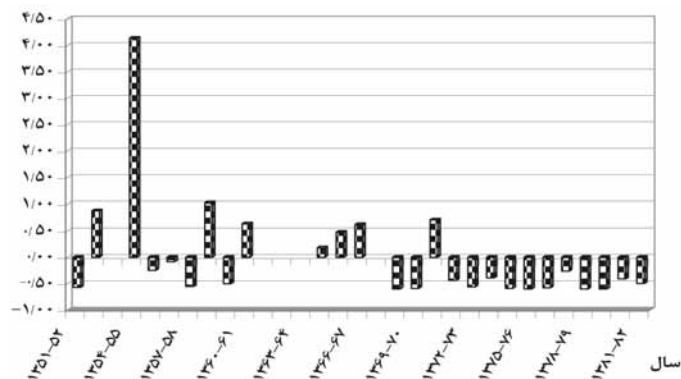
Q: انحراف معیار.

از شاخص مذکور برای تعیین ترسالی‌ها و خشکسالیهای هیدرولوژیکی هر یک از ایستگاههای هیدرولوژیکی واقع در حوضه‌های آبریز دامنه شمالی شیرکوه استفاده شده است. درجه‌بندی شاخص S.P.I از نظر گروههای ترسالی و خشکسالی هیدرولوژیکی به شرح جدول ۴ می‌باشد. وضعیت شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی برای دو ایستگاه معرف اسلامی و فخرآباد در طی دوره ۲۶ و ۲۸ ساله در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است.

جدول ۴ اندازه‌های شاخص خشکسالی به روش ماک

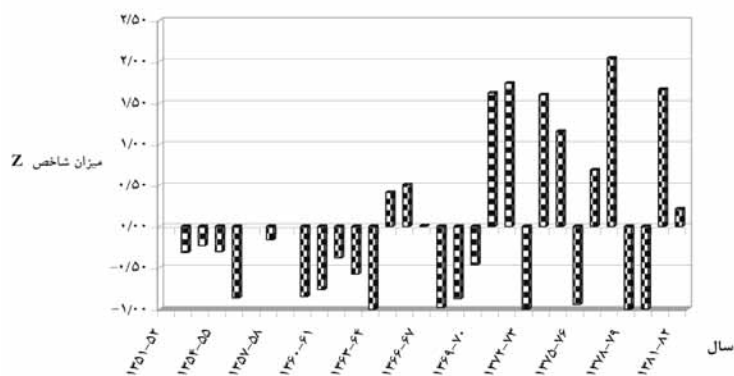
S.P.I	اندازه‌ها
۲+	فوق العاده‌تر
۱/۵ - ۱/۹۹	خیلی تر
۱ - ۱/۴۹	تر متوسط
-۰/۹۹ - ۰/۹۹	نزدیک نرمال
-۱ - -۱/۴۹	خشک متوسط
-۱/۵ - -۱/۹۹	خشک شدید
-۲ و کمتر	فوق العاده خشک

در ایستگاه هیدرومتری اسلامی در دهه ۷۰ از وضعیت خشکتری نسبت به دو دهه ۶۰ و ۵۰ برخوردار بوده است. در ایستگاه هیدرومتری اسلامی در طی دوره ۲۶ ساله مورد بررسی، ۹۲/۳ درصد از وضعیت نزدیک به نرمال، اوضاع متوسط تر و فوق العاده‌تر هر یک تنها یک مورد در طول دوره اتفاق افتاده است (شکل ۶).



شکل ۶ نمودار تغییرات میزان شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی (Z) ایستگاه هیدرومتری اسلامیه طی دوره ۲۶ ساله (۱۳۵۱-۱۳۵۲ تا ۱۳۸۱-۱۳۸۲)

به استناد شکل ۷ ایستگاه هیدرومتری فخرآباد در طی دهه ۷۰ از اوضاع مرطوبتری نسبت به دهه‌های ۶۰ و ۵۰ برخوردار بوده است. در مجموع ۷۱/۴ درصد از سالهای بررسی شده از اوضاع نزدیک به نرمال، ۱۷/۸ درصد در وضعیت خیلی تر، ۷/۲ درصد در اوضاع متوسط خشک و ۳/۵ درصد در اوضاع فوق العاده تر برخوردار بودند. در مجموع حوزه آبریز اسلامیه در طی سالهای بررسی شده از وضعیت نرمال در مقایسه با حوزه آبریز فخرآباد برخوردار بوده است.



شکل ۷ نمودار تغییرات میزان شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی (Z) ایستگاه هیدرومتری فخرآباد طی دوره ۲۸ ساله (۱۳۵۲-۱۳۵۳ تا ۱۳۸۱-۱۳۸۲)

### ۳-۴- تحلیل روند خشکسالی هیدرولوژیکی در دو حوزه آبریز اسلامی و فخرآباد

در این قسمت در ابتدا بین سال / میزان دبی و سپس بین میزان بارش / دبی تحلیل همبستگی انجام گرفت.

در ایستگاه اسلامی بین سال و میزان دبی در طی یک دوره ۲۵ ساله  $R = -0/45$  در سطح معنا ۹۵ درصد رابطه معنادار وجود دارد، یعنی در طول دوره ۲۵ ساله میزان دبی در طی زمان کاهش یافته است؛ بنابراین، وجود روند در میزان دبی طی زمان در این ایستگاه تأیید می‌شود؛ ولی در ایستگاه فخرآباد میزان ضریب همبستگی بین سال و میزان دبی  $R = 0/37$  می‌باشد که رابطه معناداری را بین این دو متغیر نشان نمی‌دهد؛ بنابراین، وجود روند در میزان دبی در طی زمان در این ایستگاه تأیید نمی‌شود.

میزان ضریب همبستگی بین میزان بارش و دبی در یک دوره ۲۵ ساله در ایستگاه اسلامی  $R = 0/14$  رابطه قوی و معناداری را نشان نمی‌دهد؛ ولی میزان ضریب همبستگی بین مقادیر بارش و دبی برای ایستگاه فخرآباد در یک دوره ۲۷ ساله  $R = 0/43$  در سطح معنادار ۹۵ درصد رابطه معناداری را نشان داده است؛ بنابراین در ایستگاه فخرآباد با افزایش میزان بارش میزان دبی افزایش یافته است.

### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به پایین بودن میزان ضریب همبستگی بین مقادیر بارش / دبی در یک دوره ۲۵ ساله در ایستگاه اسلامی  $R = 0/14$  که رابطه قوی و معناداری را نشان نمی‌دهد، عدم انطباق میان خشکسالی هواشناسی (روند تأیید نشد) و خشکسالی هیدرولوژیکی (روند تأیید شد) در سطح این حوزه به همین دلیل قابل توجیه است؛ به سخن دیگر، در سطح این حوزه، آبریز عوامل غیربارش نظیر خصوصیات فیزیوگرافی، خاکهای حوزه، پوشش گیاهی حوزه، زمین‌شناسی، نوع کاربری اراضی و ... در رژیم سالیانه این رودخانه تأثیرگذار بوده که در این تحقیق تنها به میزان تأثیرگذاری عنصر بارش در رخداد خشکسالی هیدرولوژیکی پرداخته شده است و در یک تحقیق دیگر باید به تأثیر سایر عوامل پرداخته شود.

میزان ضریب همبستگی بین مقادیر بارش / دبی برای ایستگاه فخرآباد در یک دوره ۲۷ ساله  $R = 0/43$  در سطح معنادار ۹۵ درصد رابطه معناداری را نشان داد؛ بنابراین در ایستگاه

فخرآباد با افزایش میزان بارش، میزان دبی افزایش یافته است. در نتیجه در سطح این حوزه برخلاف حوزه آبریز اسلامی عنصر بارش در رژیم سالیانه این رودخانه از سایر عوامل غیربارش تأثیرگذارتر است؛ در عین حال، تحلیلهای مربوط به خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در سطح این حوزه عدم وجود روند را در هر دو نوع خشکسالی مورد تأیید قرار می‌دهد.

درخصوص تفاوت در ویژگیهای خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در سطح دو حوزه آبریز همجوار به نقش جهتگیری ارتفاعات شیرکوه و جهت جریانهای ورودی بارش‌زا در برخورد با این ارتفاعات می‌توان اشاره کرد. نتایج حاصل از تحقیقات مشابه انجام گرفته در سطح حوزه‌های آبریز کرخه و دز نیز این امر را تأیید می‌کند [۲۲، صص ۱۷۷-۱۸۵]. برای روشن شدن این مسأله نیاز به انجام تحقیق دیگری است که باید برمبنای داده‌های بارش ایستگاهها و همچنین بهره‌گیری از نقشه‌های هواشناسی سطح پایین و سطوح فوقانی دارد.

## ۵- منابع

- [۱] کاویانی م.ر.؛ «بررسی اقلیمی شاخصهای خشکی و خشکسالی»؛ فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۱، بهار ۱۳۸۰.
- [2] Thomas H.; "Reality of drought is always with us"; Natural History, No. 74, 1965.
- [۳] ماوی اچ. اس.؛ اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی؛ ترجمه: غلامعلی مظفری؛ انتشارات نیک پندار، ۱۳۸۲.
- [4] Subrahmanyam V., Sastry; "A study of aridity and droughts at visakhapatnam"; Ann, Arid Zone, No. 8, 1969.
- [5] Zaninovic K., Capka; "Changes in component of the water balance in the Croatian lowland"; *theoretical And Applied Climatology*, No. 65, 2000.
- [6] Tomozeiu A. & et.al. "Detection of changes in the summer precipitation time series of region Emilia-Romagna"; Italy, *Theoretical and Applied Climatology*, No. 67, 2000.



- [7] Brunetti I. & et.al; "Trends of minimum and maximum daily temperatures in Italy from"; 1865 To 1996, *Theoretical and Applied Climatology*, No. 66, 2000.
- [8] W.M.O.; "Drought and agriculture"; No. 392, 1975.
- [9] Chowdhury A. & et.al; "Variability in drought incidence over India"; *Mausam*, Vol. 40, No. 2. 1989.
- [10] Sarma A., Ravindranath M.; "Studies on the incidence of droughtsseasonal aridity index"; *Mausam*, Vol. 37, No. 2, 1986.
- [11] Wilhite D.A. & et.al; *Planning for drought*; West view Press, 1987.
- [12] <http://enso.unl.edu/ndmc/enigma/indices.htm>.
- [۱۳] غیور ح.; مسعودیان س.ا.; «بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالیها در ایران»; *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ش ۲، تابستان ۱۳۷۶.
- [۱۴] علیجانی ب.; رضانی ن.; «پیش‌بینی خشکسالیها و ترسالی‌ها استان مازندران با استفاده از مدل باکس جنکینز»; *پژوهشهای جغرافیایی*، ضمیمه ۱۳۸۱.
- [۱۵] خوش‌اخلاق ف.; «بررسی الگوهای ماهیانه خشکسالی و ترسالی در ایران»; *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ش ۲، تابستان ۱۳۷۶.
- [۱۶] مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، ۱۳۷۹.
- [۱۷] عساکره ح.; «بررسی آماری روند بارش سالیانه تبریز»; *فضای جغرافیایی*، س ۳، ش ۱۰، ۱۳۸۲.
- [۱۸] کمالی غ.; «تغییرات شدید بارندگی در نقاط مختلف کشور در ده سال اخیر»; اولین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، تهران، ۱۳۷۵.
- [۱۹] کاویانی م. ر.; عساکره ح.; «بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالیانه اصفهان»; *سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم*، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۲.
- [20] WMO; *Drought and agriculture*; No. 392, 1975.

[۲۱] وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای؛ گزارش سیلابهای استان یزد، سال آبی؛

۱۳۸۰-۱۳۸۱.

[۲۲] نصیری ب.، قائمی ه.؛ «تحلیل الگوی سینوپتیکی و دینامیکی بارشهای کرخه و دز»؛

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره‌های پاییز و زمستان ۱۳۷۸.