

## بر آورد خشکسالی‌ها و ترسالی‌های (۱۳۸۵-۱۳۶۱) بر اساس نمایه‌های مبتنی بر بارش برای ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان

رضائی بنفشه، مجید، بلبانی، ی. و زینالی، ب.، ۱۳۹۰. برآورد خشکسالی‌ها و ترسالی‌های (۱۳۸۵-۱۳۶۱) بر اساس نمایه‌های مبتنی بر بارش برای ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره هفتم، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۲۹-۱۹.

### چکیده

بروز خشکسالی‌ها با همه پیامدهایی که دارند یک پدیده تکراری و طبیعی در اکوسیستم محسوب می‌شوند. در این تحقیق داده‌های مربوط به بارش سالانه ۱۱ ایستگاه باران سنجی حوضه آبریز دریاچه پریشان در یک دوره آماری (۱۳۶۱-۱۳۸۵) جهت برآورد سال‌های خشک و مرطوب مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور تعیین کمی و تفکیک سال‌های خشک، نرمال و مرطوب از شاخص‌های مختلف مبتنی بر بارش استفاده شده است. نمایه‌های خشکسالی به کار رفته در پژوهش حاضر شامل درصد نرمال بارش PNPI، روش نیچه و SPI می‌باشد. در روش نیچه و PNPI، تمامی ایستگاه‌ها در طول آماری مورد مطالعه بیشتر با شرایط نرمال روبه رو بوده‌اند و خشکسالی و ترسالی‌ها در آن‌ها، هر کدام با فراوانی نسبتاً برابر مشاهده می‌شود ولی در روش SPI در تمامی ایستگاه‌ها، فراوانی وقوع خشکسالی با شدت‌های متفاوت، بیشتر مشاهده می‌شود. شاخص نیچه نیز نسبت به شاخص PNPI دارای فراوانی شرایط نرمال بیشتری در طول دوره آماری مورد مطالعه ایستگاه‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد که شاخص PNPI از نظر فراوانی وقوع شرایط نرمال، خشکسالی و ترسالی، بینابین دو شاخص نیچه و SPI قرار گرفته و شرایط متعادل‌تری را نشان می‌دهد. در همه شاخص‌ها، شدیدترین خشکسالی و ترسالی در اکثر ایستگاه‌ها در سال‌های به ترتیب ۱۳۷۶ و ۱۳۷۲ مشاهده شد. همچنین دوره‌های خشک حاد و شدید در حوضه مورد مطالعه چندان زیاد نمی‌باشد.

واژگان کلیدی: خشکسالی، ترسالی، SPI، PNPI، نیچه، حوضه پریشان

### مقدمه

بخش وسیعی از کشور به علت قرار گرفتن در کمربند بیابانی دنیا دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک بوده و به این علت بارش کمی (یک سوم بارش متوسط جهان) دریافت می‌کند. این میزان بارش کم نیز در سال‌های مختلف دارای نوسانات شدیدی است. در سال‌های اخیر بنا به عللی که غالباً مربوط به تغییرات جهانی اقلیم هستند، ناهنجاری‌های بارش در نواحی مختلف نیز فزونی یافته است. افزایش وقوع خشکسالی و سیلاب در نواحی مختلف کشور را می‌توان از اثرات نوسان‌های بارش محسوب نمود (محمودی، ۱۳۸۴). قرار گرفتن ۹۰٪ مساحت کشور در منطقه خشک و کم آب جهان، کافی است تا دوره‌های خشکسالی و اثرات ناشی از آن را که بر دوره‌های ترسالی غلبه دارد، به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی سیاست مداران و برنامه ریزان کشور قرار دهد (محمودی، ۱۳۸۴). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که خشکسالی از نظر فراوانی وقوع و همچنین ویژگی‌های شدت، مدت، وسعت، تلفات جانی، خسارات اقتصادی، آثار اجتماعی و آثار شدید دراز مدت نسبت به سایر بلایای طبیعی اولویت داشته و مخاطره آمیز تر است و بنابراین نیاز به توجه بیشتر در تصمیم گیری‌های

مجید رضائی بنفشه<sup>۱</sup>

یدالله بلبانی<sup>۲</sup>

بتول زینالی<sup>۳\*</sup>

۱. دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. دانشگاه زنجان، کارشناس ارشد اقلیم شناسی، زنجان، ایران

۳. دانشگاه تبریز، دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (گرایش اقلیم شناسی)، تبریز، ایران

\* نویسنده مسئول مکاتبات

E\_zeinali\_1364@yahoo. Com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۴/۳۰

برآورد خشکسالی‌ها و ترسالی‌های (۱۳۸۵-۱۳۶۱) بر اساس نمایه‌های مبتنی بر بارش برای ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان

سیاسی دارد (Wilhite, 2000). نظر به اهمیت پدیده خشکسالی، از دیدگاه محققان رشته‌های مختلف علوم، تعاریف ویژه‌ای از این پدیده ارائه شده است و روش‌های مطالعاتی خاصی برای شناخت خشکسالی ابداع شده است. ابزار سنجی خشکسالی در هر یک از این روش‌ها، نمایه‌هایی است که توسط محققان آن رشته ارائه شده است (Wilhite and Glantz, 1985). بحران خشکسالی ممکن است ناشی از کمبود بارندگی، کاهش رطوبت خاک یا افت سطح تراز منابع آب سطحی و زیر زمینی و یا ترکیبی از این سه عامل باشد اگرچه در آنالیز کامل پدیده خشکسالی بایستی بارندگی، رطوبت خاک و رواناب را با هم در نظر گرفت اما همه این عوامل به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تأثیر میزان بارندگی قرار دارند بطوریکه کاهش میزان بارندگی در کوتاه مدت باعث کاهش رطوبت خاک و در بلند مدت باعث افت سطح تراز منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌گردد. بنابراین نمایه‌های خشکسالی هواشناسی که تنها بر اساس داده‌های بارندگی محاسبه می‌شوند و تحت تأثیر پارامترهای فیزیوگرافی قرار نمی‌گیرند نسبت به سایر نمایه‌ها برای پیش و ارزیابی خشکسالی‌ها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و چون نمایه‌های مزبور در مقیاس‌های زمانی متفاوت قابل محاسبه هستند به ما اجازه می‌دهند که خشکسالی را برای اهداف هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیکی محاسبه نماییم (Loukas et al., 2003).

Guttman در سال ۱۹۹۸ در تحقیقی دو شاخص خشکسالی SPI و پالمر را مورد مقایسه قرار داده و به این نتیجه رسیده است که شاخص پالمر دارای ساختار فرمول بندی پیچیده‌ای است و در بخش‌های مختلف آمریکا نتایج مختلفی می‌دهد. این در حالی است که شاخص SPI اینگونه نمی‌باشد.

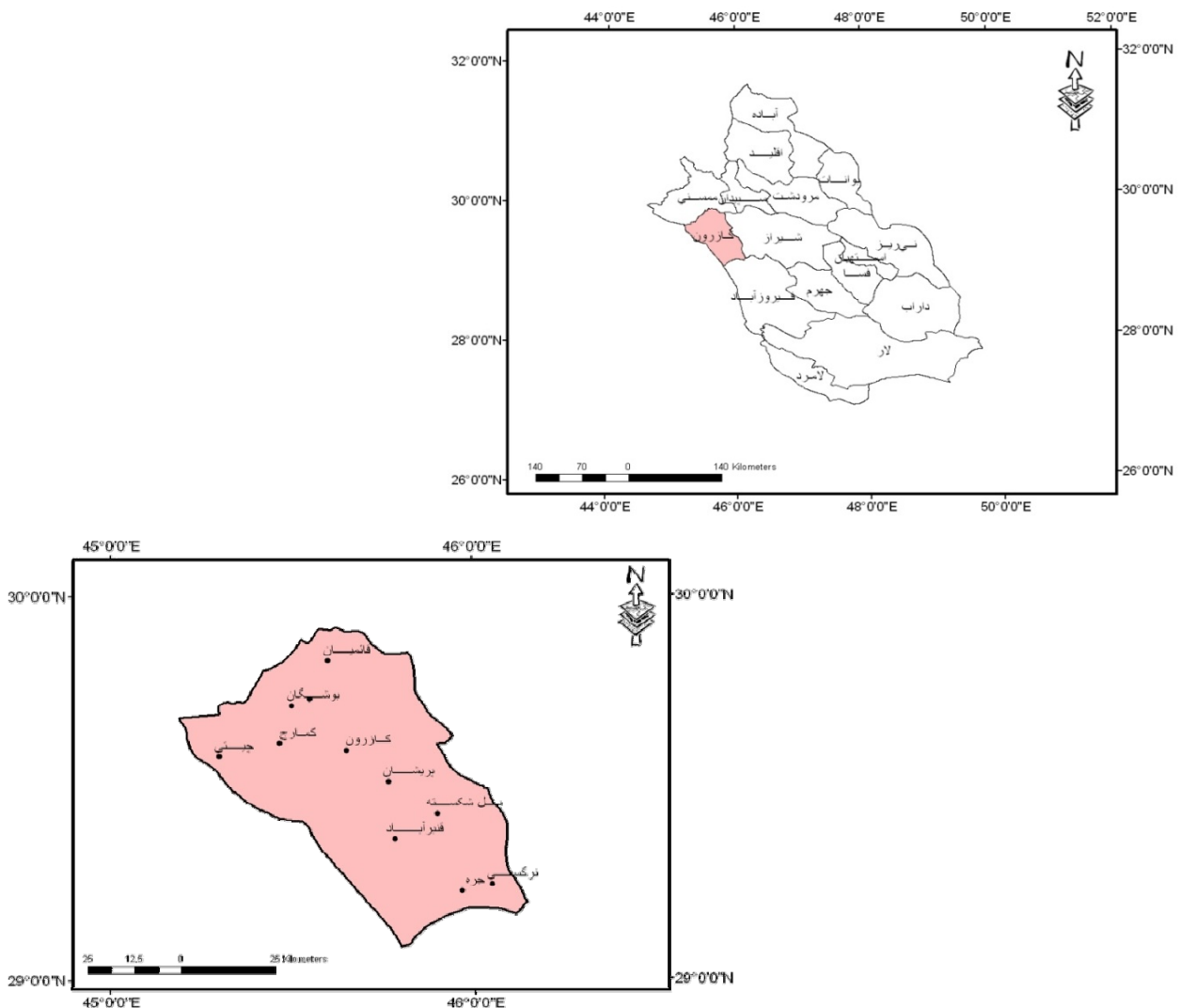
Seung و همکاران در سال ۲۰۰۳ در مطالعه‌ای به بررسی و تطبیق زمانی و مکانی خشکسالی‌های کره با شرق آسیا با استفاده از شاخص SPI طی سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۵۱ پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که فراوانی رخداد خشکسالی در کره، دارای فواصل زمانی معنی دار ۲-۳ و ۵-۸ ساله می‌باشد و از دهه ۱۹۸۰ افزایش یافته است. تحلیل همبستگی نشان داد که رخداد خشکسالی در چین شرقی، منچوری و ساحل شمالی ژاپن با کره دارای همبستگی بالایی می‌باشند. با این حال مقیاس‌های زمانی رخداد خشکسالی در سه ناحیه متفاوت می‌باشد.

فرج زاده و همکاران در سال ۱۳۷۴، با استفاده از روش‌های متعدد که تماماً متکی بر استفاده از عنصر بارش بوده، پدیده خشکسالی را با تعیین ویژگی‌های آماری آن از جمله: وسعت، شدت، فراوانی و تداوم زمانی آن در ایران مطالعه نموده‌اند. زاهدی و همکاران در سال ۱۳۸۱ در مطالعه‌ای ضمن تعیین وضعیت روند بارش و تبیین نوسانات آن با استفاده از نمایه بارش استاندارد شده اقدام به طبقه بندی شدت وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌هایی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه نموده و با استفاده از نمایه بارش و مدل سری زمانی اقدام به پیش بینی خشکسالی و ترسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال‌های آتی (تا سال ۲۰۰۸) نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که در سال‌های مورد پیش بینی غالباً بارش ایستگاه‌ها در وضعیت نرمال خواهد بود و دوره خشکسالی یا ترسالی شدیدی برای ایستگاه‌ها پیش بینی نکرده‌اند. وفاخواه و رجبی در سال ۱۳۸۴، در مطالعه خود به بررسی کار آبی نمایه‌های خشکسالی هواشناسی برای پیش و ارزیابی خشکسالی‌های حوضه آبریز دریاچه‌های بختگان، طشک و مهار لو پرداخته‌اند. شاخص‌های بکار گرفته شده در این تحقیق شامل نمایه‌های عدد z یا (Score Index of annual precipitation)، درصد نرمال بارش PNPI یا (Percent Normal precipitation Index)، دهک‌های بارش DPI یا (Deciles of precipitation Index)، ناهنجاری بارش PAI یا (Precipitation Anomaly Index) و بارش استاندارد SPI یا (Index Standard precipitation) بوده است. نتایج حاصل نشان داد که با استفاده از نمایه‌های دهک‌های بارندگی و درصد نرمال بارندگی، مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی، رخداد خشکسالی بسیار شدید و شدید در تمام ایستگاه‌های تحت مطالعه مشاهده شد. به همین دلیل کار آبی بیشتری نسبت به سایر نمایه‌ها برای تعیین خشکسالی‌های هواشناسی دارند. موسوی و همکاران در سال ۱۳۸۸، در مطالعه‌ای به بررسی و پیش خشکسالی بر اساس نمایه‌های مبتنی بر بارش در شهر کرمانشاه طی دوره آماری ۵۴ ساله از سال (۱۹۵۱-۲۰۰۵) پرداخته‌اند. در این تحقیق با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده بارش، روش نیچه و شاخص درصد نرمال به محاسبه خشکسالی و ترسالی در مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه اقدام شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاکی از آن است که غالباً شدت

وقوع پدیده خشکسالی در شهر کرمانشاه، حالت خشکسالی ملایم، خشکسالی متوسط و دوره مرطوب می‌باشد. در این پژوهش خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌هایی از حوضه آبریز دریاچه پریشان و خصوصیات آماری آن‌ها با استفاده از روش SPI و دو شاخص درصد نرمال بارش و روش نیچه تعیین و طبقه بندی شده است.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه داده‌های ۲۵ ساله بارش سالانه ۱۱ ایستگاه حوضه آبریز دریاچه پریشان شامل ایستگاه‌های بوشگان، چیتی، پریشان، قنبر آباد، کازرون، نرگسی، جره، کمارج، قائمیه، پل شکسته و رشن آباد از سال ۱۳۶۱-۱۳۸۵ انتخاب گردید (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

به همین علت آمار کلیه داده‌های بارندگی ایستگاه‌های باران سنجی موجود در منطقه که از پراکندگی مناسبی در سطح حوضه برخوردار بوده‌اند از سازمان آب منطقه‌ای شهرستان کازرون جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفت و ایستگاه‌هایی که دارای آمار مناسب و

طولانی (بیشتر از بیست سال) بودند انتخاب شدند و با انتخاب پایه زمانی مشترک آماری، درستی و صحت داده‌ها پس از ایجاد پایگاه داده در صفحه گسترده نرم افزار اکسل و به کمک نرم افزار SPSS به بازسازی و تکمیل داده‌های مفقوده، آزمون همگنی داده‌ها و نواقص آماری ایستگاه‌های مختلف به روش واسطه یابی خطی و روش نسبت‌ها اقدام گردید. در ادامه به منظور تعیین و طبقه بندی خشکسالی و ترسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه از روش‌های بارش استاندارد شده (SPI)، درصد نرمال بارش (PNPI) و روش نیچه استفاده شده است که به شرح زیر می‌باشد:

نمایه درصد نرمال بارش یکی از ساده‌ترین نمایه‌های خشکسالی است. این امر سبب شده است تا محققین زیادی از آن استفاده نمایند. این نمایه از رابطه ۱ به دست می‌آید.

$$PNPI = \frac{P_i}{\bar{P}} \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

در این رابطه،  $P_i$  بارندگی ماه  $i$  و  $\bar{P}$  میانگین دراز مدت بارندگی همان ماه است. این نمایه همواره مثبت بوده و از قسمت پایین محدود به صفر و از قسمت بالا از نظر تئوری محدودیتی ندارد (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). طبقه بندی این نمایه در جدول ۱ درج شده است.

**جدول ۱: مقایسه طبقه بندی شدت خشکسالی به روش PNPI (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۲)**

خشکسالی				نرمال	شدت
خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف	آستانه نرمال	شاخص
کمتر از ۴۰٪	۴۰ تا ۵۵٪	۵۵ تا ۷۰٪	۷۰ تا ۸۰٪	۸۰ تا ۱۲۰٪	PNPI

شاخص نیچه با استفاده از داده‌های بارش سالانه و با بهره گیری از معادلات رابطه ۲ که توسط نیچه ارائه شده وضعیت بارش و خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان را تعیین می‌کند.

معادلات بکار گرفته شده در روش نیچه عبارتند از:

$$\begin{aligned} (P - sd) \leq P_i (\bar{P} + sd) & \quad \text{رابطه ۲:} \\ P_i \geq (\bar{P} + sd) & \quad \text{۱-۲: سال نرمال} \\ P_i \leq (\bar{P} - sd) & \quad \text{۲-۲: سال مرطوب} \\ & \quad \text{۳-۲: سال خشک} \end{aligned}$$

در معادلات فوق:  $P_i$ : بارش سال مفروض،  $sd$ : انحراف معیار بارش در طول دوره آماری و  $P$  میانگین بارش بلند مدت ایستگاه می‌باشد. روش نیچه با توجه به معادلات فوق دارای یک محدوده برای بارش نرمال رابطه ۱-۲ و همچنین برای شروع دوره ترسالی رابطه ۲-۲ و دیگری برای آغاز دوره خشکسالی رابطه ۳-۲ می‌باشد (قویدل، ۱۳۸۳؛ Mckee et al, 1993). همچنین داده‌های بارش حقیقی به داده‌های SPI تبدیل گردید که برای این کار Mckee و همکاران (۱۹۹۳) از رابطه ۳ استفاده کرده است:

$$SPI = \frac{pik - \bar{p}_i}{\sigma_i} \quad \text{رابطه ۳:}$$

SPI: نمایه بارش استاندارد شده،  $P_{ik}$ : مقادیر بارش  $i$  امین ایستگاه در  $k$  امین مشاهده به میلی‌متر،  $P_i$ : میانگین بارش  $i$  امین ایستگاه به میلی‌متر،  $\sigma_i$ : انحراف معیار داده‌های بارش  $i$  امین ایستگاه می‌باشند. برای طبقه بندی شدت بارش‌ها از مقیاس طبقه بندی SPI به شرح جدول ۲ استفاده گردیده است.

**جدول ۲: مقیاس طبقه بندی شدت دوره‌های مرطوب، خشک و نرمال به روش SPI**  
(خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۲)

وضعیت	بی نهایت مرطوب	مرطوب شدید	مرطوب متوسط	بارش نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدار SPI	۲ و بیشتر	۱.۵ الی ۱.۹	۱ تا ۱.۴۹	۰.۹۹ تا ۰.۹	-۱ تا -۱.۴۹	-۱.۵ تا -۱.۹۹	-۲ و کمتر

### نتایج

پارامترهای آماری بارندگی سالانه حوضه آبریز دریاچه پریشان به همراه مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول ۳ درج گردیده است. مهم‌ترین نتایج حاصل از تحلیل آماری بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به شرح ذیل خلاصه کرد: قائمیه بالاترین و قنبر آباد کمترین متوسط بارش بلند مدت را در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند. قائمیه بیشترین و نرگسی کمترین مقدار انحراف معیار را در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه دارد. ضریب تغییرات بارش حاکی از ثبات بارندگی در ایستگاه رشن آباد و بی ثباتی بارش در ایستگاه‌های دیگر به ویژه پل شکسته و پریشان دارد.

**جدول ۳: مشخصات جغرافیایی و آماری ایستگاه‌های تحت مطالعه خشکسالی در حوضه آبریز دریاچه پریشان**  
(۱۳۶۱-۱۳۸۵)

ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	میانگین بارش (میلی متر)	دامنه	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
بوشگان	۵۱/۳۰	۲۹/۴۳	۴۶۰/۲۲	۵۷۸/۵	-۰/۳۳	۱۵۶/۳۸	۳۳/۹۷
چیتی	۵۱/۱۸	۲۹/۳۵	۴۱۵/۶۲	۷۳۷/۵	۰/۸۱	۱۶۵/۱۹	۳۹/۷۴
پریشان	۵۱/۴۶	۲۹/۳۱	۴۰۵/۵	۵۷۹	۰/۱۶۶	۱۷۷/۵	۴۳/۷۷
قنبرآباد	۵۱/۴۷	۲۹/۲۲	۳۶۹/۷	۴۲۸	-۰/۴۱	۱۲۹/۲۵	۳۴/۹۶
کازرون	۵۱/۳۹	۲۹/۳۶	۵۲۴/۵	۶۷۹/۵	۰/۰۹۵	۱۸۳/۵	۳۴/۹۸
نرگسی	۵۲/۰۳	۲۹/۱۵	۳۴۷/۲۶	۴۰۳	-۰/۳۶	۱۱۳	۳۵/۳۴
جره	۵۱/۵۸	۲۹/۱۴	۳۷۹/۲	۴۷۰	۰/۱۰۸	۱۴۳/۵	۳۷/۸۴
کمارج	۵۱/۲۸	۲۹/۳۷	۴۸۳/۲۰	۶۱۰/۵	-۰/۲۹	۱۶۵	۳۴/۱۴
قائمیه	۵۱/۳۶	۲۹/۵۰	۶۲۷/۵	۸۴۸	-۰/۷۵	۲۰۹/۵	۳۳/۳۸
پل شکسته	۵۱/۵۴	۲۹/۲۶	۳۷۴/۴۸	۸۲۵/۵	۱/۳۲	۱۷۰/۴۰	۴۵/۵۰
رشن آباد	۵۱/۳۳	۲۹/۴۴	۵۶۸/۸۲	۶۵۷	-۰/۱۰۷	۱۷۶/۸۷	۳۱/۰۷

چولگی بارش ایستگاه‌های پل شکسته، چینی و پریشان بیشترین و چولگی بارش ایستگاه کازرون، نرگس و کمارج کمترین مقدار در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید که این امر نشان از تقارن بارش‌های سالانه ایستگاه‌های کازرون، نرگسی و کمارج و عدم تقارن شدید بارش سالانه ایستگاه‌های دیگر به ویژه پل شکسته، چینی و پریشان دارد.

نتایج حاصل از خروجی مدل محاسبه شده به روش درصد نرمال بارندگی در ۱۱ ایستگاه باران سنجی در حوضه آبریز دریاچه پریشان به صورت زیر می‌باشد:

تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در روش فوق‌الذکر طی دوره آماری مورد مطالعه، بیشتر سیر سالانه بارش را به صورت نرمال پشت سر گذاشته‌اند. از ۲۵ سال دوره آماری، ایستگاه‌های قنبرآباد، نرگسی، قائمیه و رشن آباد با بیشترین و ایستگاه پل شکسته با کمترین دوره نرمال شناسایی شده‌اند. از لحاظ تعداد سال‌های خشک نیز ایستگاه پل شکسته بیشترین تعداد (از نوع خشکسالی ضعیف تا ملایم و شدید)

برآورد خشکسالی‌ها و ترسالی‌های (۱۳۸۵-۱۳۶۱) بر اساس نمایه‌های مبتنی بر بارش برای ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان

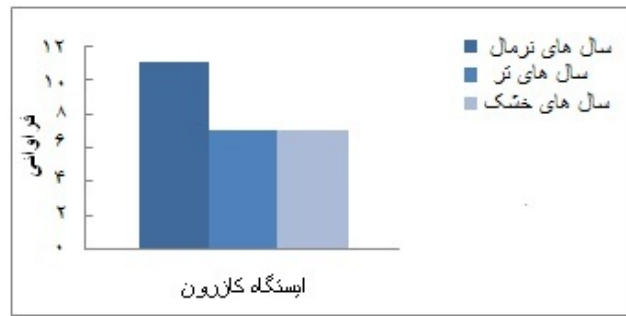
و ایستگاه بوشگان با کم‌ترین تعداد دوره خشک قابل مشاهده است. از نکات قابل توجه در جدول ۴ از نظر تعداد سال‌های مرطوب، ایستگاه پل شکسته با ۹ سال ترسالی بیشترین و ایستگاه‌های دیگر از این نظر در دوره مطالعاتی به یکدیگر شبیه می‌باشند.

بجز ایستگاه پریشان، ۱۰ ایستگاه دیگر شدیدترین خشکسالی و ترسالی خود را به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۶ سپری کرده‌اند. طولانی‌ترین دوره‌های خشک در ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان عبارت از یک دوره متوالی خشکسالی از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۷۹ در تمامی ایستگاه‌ها بجز ایستگاه پل شکسته و یک دوره خشکسالی سه ساله از ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۴ در ایستگاه پریشان و سه دوره خشکسالی از سال ۱۳۶۴-۱۳۶۲، ۱۳۶۶-۱۳۶۴ و ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵ در ایستگاه پل شکسته می‌باشد. اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه، توالی دوره‌های مرطوب را در سال‌های ۷۴-۷۳ پشت سر گذاشته‌اند. در ادامه با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی و نمودارهای اقلیمی به طرز واضح‌تری می‌توان اقدام به طبقه‌بندی بارش بر اساس نمایه درصد نرمال بارندگی نمود که به عنوان نمونه در شکل ۲ تعداد سال‌های خشک، تر و نرمال در ایستگاه کازرون ترسیم گردیده است.

**جدول ۴: تعیین خشکسالی و ترسالی با استفاده از نمایه PNPI در ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان (۱۳۸۵-۱۳۶۱)**

سال	بوشان	چیتی	پریشان	قنبرآباد	کازرون	جره	نرگسی	کمارج	قائمیه	پل شکسته	رشن آباد
۱۳۶۱	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۲	خ.شدید	خ.شدید	خ.شدید	خ.ب.شدید	خ.شدید	خ.ب.شدید	نرمال	خ.شدید	خ.شدید	خ.ب.شدید	خ.شدید
۱۳۶۳	نرمال	نرمال	خ.ب.شدید	خ.ضعیف	نرمال	خ.ضعیف	نرمال	خ.ضعیف	نرمال	خ.متوسط	نرمال
۱۳۶۴	نرمال	نرمال	خ.ب.شدید	نرمال	نرمال	خ.متوسط	نرمال	نرمال	خ.متوسط	خ.متوسط	نرمال
۱۳۶۵	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال
۱۳۶۶	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	نرمال	خ.شدید	نرمال
۱۳۶۷	خ.شدید	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.ضعیف	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.ضعیف	خ.متوسط	خ.شدید	خ.شدید
۱۳۶۸	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۹	خ.ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خ.ضعیف	نرمال	نرمال
۱۳۷۰	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خ.متوسط	نرمال
۱۳۷۱	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۷۲	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.متوسط	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.ب.شدید	خ.شدید
۱۳۷۳	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۷۴	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۷۵	خ.متوسط	خ.شدید	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	نرمال	خ.متوسط	خ.شدید	خ.متوسط	ترسالی.ش	خ.ملایم
۱۳۷۶	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۷۷	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خ.ضعیف	نرمال
۱۳۷۸	خ.متوسط	خ.شدید	خ.متوسط	خ.شدید	خ.متوسط	خ.شدید	خ.شدید	خ.شدید	خ.شدید	نرمال	خ.شدید
۱۳۷۹	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.متوسط	خ.شدید	خ.متوسط	خ.متوسط	ترسالی	خ.ملایم
۱۳۸۰	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	نرمال	ترسالی	ترسالی
۱۳۸۱	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۲	ترسالی	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۳	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۸۴	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خ.ضعیف	نرمال
۱۳۸۵	نرمال	خ.ضعیف	نرمال	نرمال	خ.ضعیف	ترسالی	نرمال	خ.ضعیف	نرمال	خ.ضعیف	خ.ضعیف

در جدول فوق خ شدید: خشکسالی شدید، خ ضعیف: خشکسالی ضعیف، خ م: خشک سالی متوسط، خ ب شدید: خشکسالی بسیار شدید می‌باشد.



شکل ۲: تعیین دوره‌های خشک، تر و نرمال ایستگاه کازرون به روش PNPI (۱۳۸۵-۱۳۶۱)

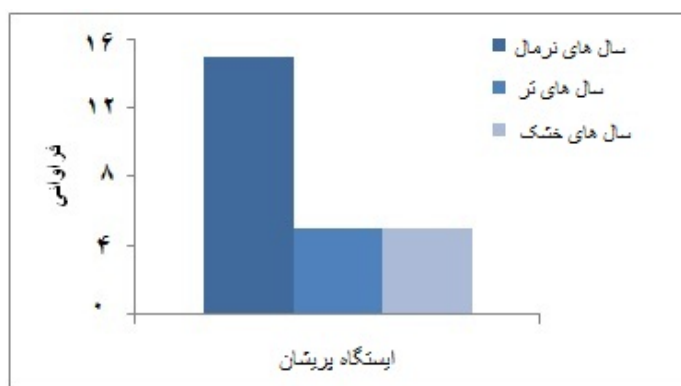
با استفاده از معادله نیچه و مقادیر آستانه بارش حاصله از آن در ایستگاه‌های مطالعاتی (جدول ۵)، اقدام به تعیین و طبقه بندی سال‌های نرمال، تر و خشک ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان گردیده است. در جدول ۶ وضعیت طبقه بندی بارش سالانه ایستگاه‌ها قابل مشاهده است. نتایج نشان می‌دهد که ایستگاه بوشگان، کازرون و نرگسی با ۶ سال خشک دارای بیشترین تعداد خشکسالی و ایستگاه‌های پل شکسته و رشن آباد هر کدام با ۳ سال خشک، دارای کمترین تعداد خشکسالی در بین ایستگاه‌های حوضه آبریز پریشان بوده‌اند. طولانی‌ترین خشکسالی‌ها را می‌توان با یک دوره متوالی سه ساله در ایستگاه پریشان مشاهده نمود که در سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۴ رخ داده است. فراگیرترین ترسالی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه اکثراً به یکدیگر شبیه بوده و یک دوره دو ساله متوالی از سال ۱۳۷۳-۱۳۷۴ را بجز ایستگاه‌های (چیتی و قنبر آباد) تجربه کرده‌اند. ایستگاه نرگسی و جره با ۶ سال مرطوب دارای بیشترین تعداد ترسالی و ایستگاه چیتی، قائمیه و پل شکسته هر یک با ۳ سال مرطوب دارای کمترین تعداد ترسالی در بین ایستگاه‌های منطقه هستند. مابقی ایستگاه‌ها به یکدیگر شبیه می‌باشند. شدیدترین خشکسالی و ترسالی در اکثر ایستگاه‌ها در سال‌های به ترتیب ۱۳۷۲ و ۱۳۷۶ قابل مشاهده بوده، به جزء ایستگاه پریشان که در سال ۶۳ دوره خشکسالی و در سال ۷۱ دوره ترسالی خود را گذرانده است. نتایج حاصل از کاربرد روش نیچه و تحلیل بارش ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که در همه ایستگاه‌ها در اغلب سال‌های دوره آماری، وضعیت بارش از نظر کیفی در حالت نرمال قرار دارد. قابل ذکر است که غالباً سال‌های با بارش نرمال در طول دوره آماری تقریباً به طور مساوی در بین تمامی ایستگاه‌ها تقسیم شده و هر از گاهی دوره خشکسالی و ترسالی را تجربه نموده‌اند. نکته قابل توجه نسبت به ایستگاه‌ها از لحاظ توالی دوره تر و خشک، مربوط به ایستگاه چیتی بوده که هیچکدام از این دو دوره متوالی را سپری نکرده است. در ادامه با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی اقلیمی به طرز واضح‌تری اقدام به طبقه بندی بارش بر اساس نمایه‌های نیچه شده که به عنوان نمونه در شکل ۳ توزیع سال‌های خشک و مرطوب و نرمال در ایستگاه پریشان ترسیم گردیده است.

جدول ۵: مقادیر آستانه بارش مورد محاسبه از روش نیچه برای تعیین دوره‌های خشکسالی، نرمال و ترسالی در ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان (۱۳۸۵-۱۳۶۱)

ایستگاه‌ها	بوشگان	چیتی	پریشان	قنبر آباد	کازرون	نرگسی	جره	کمارج	قائمیه	پل شکسته	رشن آباد
خشکسالی	<۳۰۳.۸	<۲۵۰.۴	<۲۲۸	<۲۴۰.۴	<۳۴۱	<۳۴۱	<۲۳۵	<۳۱۸	<۴۱۸	<۳۸۹	<۲۰۴
سال نرمال	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا
ترسالی	>۶۱۶	>۵۸۰.۸۱	>۵۸۳	>۴۹۸.۹	>۷۰۸	>۴۶۰	>۵۲۲	>۶۴۸	>۸۳۷	>۷۴۵.۶	>۵۴۴.۸

جدول ۶: طبقه بندی وضعیت بارش سالانه ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان بر اساس روش نیچه (۱۳۸۵-۱۳۶۱)

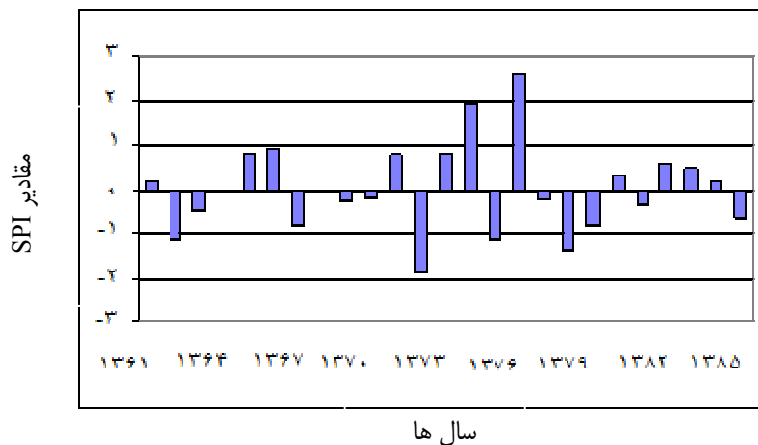
سال	بوشگان	چینی	پریشان	قتیرآباد	کازرون	جره	نرگسی	کمارج	قائمیه	پل شکسته	رشن آباد
۱۳۶۱	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۲	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی
۱۳۶۳	نرمال	نرمال	خ.سالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۴	نرمال	نرمال	خ.سالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۵	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۶	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۷	خ.سالی	نرمال	نرمال	نرمال	خ.سالی	نرمال	خ.سالی	نرمال	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی
۱۳۶۸	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۶۹	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خ.سالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۷۰	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۷۱	نرمال	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	نرمال	نرمال	ترسالی
۱۳۷۲	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی
۱۳۷۳	ترسالی	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	ترسالی
۱۳۷۴	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	ترسالی
۱۳۷۵	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	ترسالی	نرمال
۱۳۷۶	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی	ترسالی
۱۳۷۷	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۷۸	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	نرمال
۱۳۷۹	خ.سالی	نرمال	نرمال	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	خ.سالی	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال
۱۳۸۰	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۱	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۲	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۳	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	ترسالی	ترسالی	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی
۱۳۸۴	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال
۱۳۸۵	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	ترسالی	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال



شکل ۳: نمودار تعیین دوره‌های خشک، تر و نرمال در ایستگاه پریشان به روش نیچه (۱۳۸۵-۱۳۶۱)



با استفاده از مدل توزیع فراوانی اقدام به طبقه بندی بارش بر اساس نمایه SPI برای هر یک از ایستگاه‌ها گردید که به عنوان نمونه در شکل ۴ ایستگاه چیتی نشان داده شده است. پس از تعیین فراوانی سال‌های خشک، نرمال و مرطوب درصد فراوانی وقوع سال‌های مذکور برای هر ایستگاه در طول دوره آماری محاسبه و در جدول ۷ نشان داده شده است. افزون بر موارد فوق، متوالی‌ترین خشکسالی ایستگاه‌ها با دو دوره متوالی سه ساله در ایستگاه چیتی از (۱۳۶۲ تا ۱۳۶۴) و (۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹) و یک دوره متوالی ۴ ساله از (۱۳۷۰ تا ۱۳۶۷) و در پل شکسته با ۵ دوره متوالی دو ساله از سال‌های (۱۳۶۲ تا ۱۳۶۴) الی (۱۳۶۶ تا ۱۳۶۷) و (۱۳۷۷ تا ۱۳۷۸) الی (۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵) قابل شناسایی است. می‌توان گفت که تمامی ایستگاه‌ها در دوره مطالعاتی بر اساس روش SPI دوره‌های متوالی خشکسالی خود را به طور نامساوی در طول دوره آماری ۲۵ ساله تجربه کرده‌اند. با این اوصاف توجه به کمیت و کیفیت توالی خشکسالی‌ها در ایستگاه‌های تحت مطالعه و اثرات آن برای امر کشاورزی به خصوص کشت دیم، تغذیه مخازن سفره‌های آب زیرزمینی و مصارف بهینه شهری و روستایی در مدیریت بحران خشکسالی و کمبود بارش، باید مد نظر مدیران و مسئولین ذی‌ربط قرار گیرد. خشکسالی بی‌نهایت شدید اکثراً در سال ۱۳۷۲ (بجز ایستگاه پریشان ۱۳۶۳) رخ داده است به عنوان نمونه ایستگاه بوشگان با مقدار SPI،  $-2/8$  قابل مشاهده است. شدیدترین ترسالی با SPI معادل  $2/55$  در سال ۱۳۷۶ در ایستگاه چیتی به وقوع پیوسته است. علت شدت ترسالی مربوطه به ایستگاه چیتی را می‌توان به عدم بی‌ثباتی بارش بلند مدت نسبت به میانگین بلند مدت بارش عنوان کرد چرا که از نظر ثبات و تقارن بارش بلند مدت با میانگین بلند مدت بارش میزان شدت ترسالی رخ داده در ایستگاه‌های دیگر از ثبات بیشتری برخوردار است به عنوان نمونه ایستگاه قائمیه با SPI معادل  $2/15$  می‌باشد. طولانی‌ترین ترسالی‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه بجز ایستگاه‌های چیتی و قنبر آباد مابین سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۴ مشخص گردید. همان‌طور که عنوان شد متداوم‌ترین خشکسالی‌ها در ایستگاه‌ها در طول دوره آماری به طور نامساوی در تمام ایستگاه‌ها با شدت و ضعف‌هایی به وقوع پیوسته است. در سال‌های مذکور تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه دچار خشکسالی شده‌اند. خشکسالی سال ۱۳۷۲ شدیدترین خشکسالی ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان و منطقه تحت مطالعه به روش SPI بوده است.



شکل ۴: نمودار تعیین دوره‌های خشک، تر و نرمال در ایستگاه چیتی به روش SPI در ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پریشان (۱۳۶۱-۱۳۸۵)

**جدول ۷: درصد فراوانی وقوع سال‌های خشک، نرمال و مرطوب در ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه پیریشان (۱۳۸۵-۱۳۶۱)**

تعداد	بوشگان	چیتی	پیریشان	قنبرآباد	کازرون	نرگس	جره	کمارج	قائمیه	پل شکسته	رشن آباد
ترسالی	۲۰	۸	۲۴	۱۶	۲۰	۲۸	۲۴	۲۰	۱۶	۱۲	۲۰
خشکسالی	۴۴	۵۶	۴۴	۴۸	۵۲	۴۸	۴۸	۴۴	۴۰	۵۲	۴۴
نرمال	۳۶	۳۶	۳۲	۳۶	۲۸	۲۴	۲۸	۳۶	۴۴	۳۶	۳۶

### بحث و نتیجه گیری

کاربرد نمایه‌های مبتنی بر بارش در این تحقیق بیانگر آستانه‌های بکار رفته در روش‌های محاسباتی خود بوده‌اند. هر کدام از سه روش نیچه، درصد نرمال بارندگی و بارش استاندارد شده، دوره‌های خشکسالی و ترسالی را از جهت اجرایی با تفاوت‌های هر چند جزئی گاهی اوقات به طور فراگیر مشخص کرده‌اند. در روش نیچه و PNPI، تمامی ایستگاه‌ها در طول آماری مورد مطالعه بیشتر با شرایط نرمال روبه رو بوده‌اند و خشکسالی و ترسالی‌ها در آن‌ها هر کدام با فراوانی نسبتاً برابر مشاهده می‌شود ولی در روش SPI فراوانی وقوع خشکسالی با شدت‌های متفاوت در تمامی ایستگاه‌ها، بیشتر مشاهده می‌شود. همچنین شاخص نیچه نیز نسبت به شاخص PNPI، دارای فراوانی شرایط نرمال بیشتری می‌باشد به طوری که از ۲۵ سال دوره آماری مطالعاتی حدوداً ۱۸ سال با شرایط نرمال روبه رو بوده است. به نظر می‌رسد که شاخص PNPI بینابین دو شاخص نیچه و SPI قرار گرفته و شرایط متعادل‌تری را نشان می‌دهد. در همه شاخص‌ها، شدیدترین خشکسالی و ترسالی در اکثر ایستگاه‌ها در سال‌های به ترتیب ۱۳۷۲ و ۱۳۷۶ قابل مشاهده بوده است. با وجود اینکه دوره‌های خشک حاد و شدید در حوضه مورد مطالعه چندان زیاد نبوده، اما ظهور دوره‌های خشک متوالی متوسط و ملایم تا ضعیف متوالی، به همان اندازه خشکسالی‌های حاد می‌تواند دردسر ساز باشد. چنین خشکسالی‌هایی اثرات منفی زیادی بر کمیت و کیفیت منابع آب و مراتع منطقه می‌گذارند چون خشکسالی‌ها نیز مانند دیگر پدیده‌های اقلیمی دارای ویژگی دوره بازگشت هستند. با توجه به مطالب مذکور، انصافی مقدم (۱۳۸۶) نیز در تحقیقی شاخص‌های خشکسالی SPI، DI، ZSI، PNI را در حوضه دریاچه نمک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده است که شاخص SPI و DI مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی، رخداد خشکسالی شدید و بسیار شدید را در تمام ایستگاه‌های تحت مطالعه نشان داده و کار آیی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها از جنبه نمایش خشکسالی بسیار شدید در منطقه مورد مطالعه دارند. پیش بینی خشکسالی در هر یک از ایستگاه‌ها می‌تواند تا حد زیادی ما را در مواجهه و فائق آمدن بر خشکسالی‌ها و بحران‌های ناشی از کمبود بارش یاری دهد اما کمبود داده‌های دوره آماری مربوط به عناصر اقلیم به ویژه بارش مانع از روش‌های پیش بینی بر اساس زنجیره‌های مارکوف (که حداقل نیاز به ۷۵ سال دوره آماری دارد) می‌باشد. در حالی که با سابقه ترین ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه بیش از ۳۰ سال آمار ندارند. با توجه به ماهیت اقلیم ایران و منطقه که خشکسالی جزئی از خصوصیات آن است از جمله راهکارهای مقابله با نوسانات بارش به ویژه خشکسالی استفاده از روش پایش خشکسالی مثل SPI است که می‌تواند با پایش ماه به ماه بارش در صورت منفی شدن آن در چند ماه متوالی وقوع پدیده خزنده خشکسالی را اعلام نماید. با این وجود برای عبور از بحران خشکسالی ایجاد فرهنگ بهینه مصرف آب، استقرار سیستم‌های پیش آگاهی دهنده مدیریت صحیح خطی و برنامه ریزی دقیق منابع آب به ویژه ذخیره آب در سال‌های پر بارش (از جمله تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها) در حوضه آبریز پیریشان بسیار ضروری می‌باشد.

## منابع

- خلیلی، ع. و بذرافشان، ج.، ۱۳۸۲. ارزیابی کارایی چند نمایه خشکسالی هواشناسی در نمونه های اقلیمی مختلف ایران، مجله نیوار، ص ۸۹
- دهقانی، ع.، ۱۳۸۴. اکوسیستم تالاب پریشان، انتشارات نقش مهر، چاپ اول، ص ۱-۶۰
- زاهدی، م. و قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۱. شناخت، طبقه بندی و پیش بینی خشکسالی با استفاده از روش های سرهای زمانی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، فضای جغرافیایی، شماره ۶، ص ۱۹-۴۸.
- فرج زاده، م.، موحد دانش، ع.ا. و قائمی، ه.، ۱۳۷۴. خشکسالی در ایران، مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد ۵، شماره های ۱ و ۲، ص ۳۱-۵۳.
- قویدل، ی.، ۱۳۸۵. کاربرد نمایه های مبتنی بر بارش در مطالعه خشکسالی ها و ترسالی ها (مطالعه موردی استان آذربایجان شرقی)، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره، ص ۵۰.
- موسوی، س.ح.، اکبری، ح. و بلیانی، ی.، ۱۳۸۸، پایش خشکسالی بر اساس نمایه های مبتنی بر بارش در شهر کرمانشاه طی دوره اماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱، اولین همایش منطقه ای آب و خشکسالی دانشگاه آزاد رشت، ۳۱-۳۰ اردیبهشت.
- محمودی، ف.ا.، ۱۳۸۴. خشکسالی از مفهوم تا راهکار، سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح، چاپ اول.
- نوری، غ.، خسروی، م.، جاودانی، ر. و کریمی، ص.، ۱۳۸۹. تعیین رابطه خشکسالی با تغییرات میزان تولید مرتع در استان سیستان و بلوچستان طی دوره آماری ۱۳۸۰-۱۳۷۶ مطالعه موردی: شهرستان ایرانشهر.
- وفاخواه، م. و رجبی، م.، ۱۳۸۴. کارایی نمایه های خشکسالی هواشناسی برای پایش و ارزیابی خشکسالی های حوضه آبریز دریاچه های بختگان، طشک و مهارلو، مجله بیابان، جلد ۱۰، شماره ۲، ص ۳۷۰-۳۸۲.
- Guttman, NB., 1998.** comparing the palmer Drought index and the standardized precipitation index, Journal of the American water Resource Association, 34,(1) pp.113-121.
- Loukas. A, L.Vasiliade and Dalezios, N.R., 2003.** Intercomparison of meteorological drought indices for drought assessment and monitoring in Greece, 8<sup>th</sup> International conference on Environmental science and Technology lemnos Island, 8-10 September: 484-491.
- Wilhite. D.A and Glantz, M.H., 1985.** Understanding: the drought phenomenon: The role of definitions. Water International. 10(3):111-120.
- Mckee. TB, NJ. Doeskin and Kleist, j., 1993.** The relationship of drought frequency and duration to time scales, 8<sup>th</sup> conference on applied climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, PP.179-184.
- Min. S-K, W-T. kwon, E-H. Park and Choi, Y., 2003.** Spatial and temporal comparisons of drought over korea with east Asia, International Journal of climatology 23: 223-233.
- Seung, Kimin, Q., kqon, T., Park, H, and Chio, c., 2003.** "Spatial and temporal comparisons of drought over Korea with east Asia, a journal of the Royal meteorological society, February, number 2, volume 23. Page 223.
- Wilhite. D.A., 2000.** Drought as a natural lizard: concepts and definitions, Drought: A Global assessment, D.A. wilhite (ed.) Rutledge. 3-18.