

## ارزیابی روند خشک‌سالی در استان فارس با استفاده از شاخص شدت خشک‌سالی پالم

شیدا دهقان<sup>۱\*</sup>، نسرين سياري<sup>۲</sup>، بهرام بختياري<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۱۵

### چکیده

خشک‌سالی از بلایای محیطی است که فراوانی آن به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک بسیار زیاد می‌باشد. امروزه شاخص‌های خشک‌سالی به‌عنوان ابزاری مناسب برای اقدامات مدیریتی و به دنبال آن مقابله با پدیده‌ی خشک‌سالی، به‌طور وسیعی در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از این شاخص‌ها، شاخص شدت خشک‌سالی پالم (PDSI) است که در بسیاری از نقاط جهان جهت بررسی شرایط خشک‌سالی و تداوم آن مورد استفاده قرار گرفته است. در این مقاله وضعیت خشک‌سالی استان فارس با استفاده از این شاخص طی دوره‌ی آماری ۲۰ ساله (۱۹۹۵-۲۰۱۴) و با توجه به داده‌های هواشناسی ۶ ایستگاه هواشناسی مختلف استان فارس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد سال ۲۰۱۰ برای ایستگاه‌های آباء، داراب و فسا و سال ۲۰۰۱ برای ایستگاه‌های اقلید و لار در سال ۱۹۹۶ برای ایستگاه شیراز خشک‌ترین سال‌ها در بازه‌ی آماری ۱۹۹۵-۲۰۱۴ بودند. در این بازه‌ی زمانی در ایستگاه‌ها تغییرات بارش نیز مشاهده شد که در سال‌های ذکر شده برای شدیدترین خشک‌سالی‌ها افت بارش مشاهده شد. البته در تمام ایستگاه‌ها در سال ۲۰۱۰ افت شدیدی در بارش وجود داشت که نشان دهنده‌ی وضعیت خشکی در این سال بود.

**واژه‌های کلیدی:** ایستگاه هواشناسی، بارش، رطوبت خاک، روندیابی، فارس

### مقدمه

(Baren., 1985). از جامع‌ترین و کامل‌ترین تعریف‌ها می‌توان به نظر پالم اشاره کرد، خشک‌سالی را می‌توان کمبود مستمر و غیرطبیعی رطوبت در یک دوره‌ی زمانی خاص (معمولاً یک سال) دانست (Palmer., 1966). برای بررسی تغییرات در شرایط اقلیمی به‌خصوص خشک‌سالی‌ها، شاخص‌های خشک‌سالی به‌عنوان ابزار مدیریتی و برنامه‌ریزی قوی ارایه شده‌اند. از جمله مناسب‌ترین شاخص‌ها که در محاسبه آن، تعیین ساده و کمی سه مشخصه‌ی شدت، تداوم و گستردگی مکانی خشک‌سالی مورد نظر قرار گرفته، می‌توان به شاخص محاسباتی پالم که اساس آن بر عرضه و تقاضای آب می‌باشد، اشاره کرد (Palmer., 1965). هیچ‌کدام از شاخص‌های مهم به‌طور ذاتی برتر از سایر شاخص‌ها نیست، بلکه هر کدام از آن‌ها برای کاربرد خاص خود مناسب‌تر از دیگر شاخص‌ها می‌باشد (هادی‌زاده ارغندی، ۱۳۹۰). رایان و فارست شاخص خشک‌سالی پالم برای ایالات متحده طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۸۹۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که روند خشک‌سالی برای کل ایالات متحده افزایش پیدا کرده است (Rayne and Forest., 2016). روستا و همکاران برای ارزیابی تاثیر رطوبت خاک طی دوره خشک-سالی، در برزیل و در دوره آماری ۲۰۱۴-۲۰۰۰ از شاخص شدت خشک‌سالی پالم استفاده کردند. نتایج نشان داد که سال ۲۰۱۲ در منطقه شمال شرقی برزیل به شدت تحت تاثیر خشک‌سالی قرار گرفته

خشک‌سالی وضعیتی از کمبود بارندگی و افزایش دما بوده که ممکن است در هر وضعیت اقلیمی رخ دهد (علیزاده، ۱۳۸۴). این رخداد یکی از شدیدترین حوادث است که در مقایسه با سایر بلایای طبیعی از نقطه نظر میزان، شدت، طول مدت و وقوع، کل گسترش منطقه‌ای، کل تلفات جانی، کل خسارت‌های اقتصادی، اثرات اجتماعی، اثرات بلندمدت، غیره منتظره بودن و وقوع خطرات مرتبط، دارای بالاترین درجات اهمیت می‌باشد (Bryan., 1991). تعیین زمان شروع و خاتمه خشک‌سالی مشکل بوده و تاثیرات آن به‌تدریج برای یک دوره‌ی بلندمدت روی هم انباشته شده و برای سال‌های پس از آن هم ادامه دارد. از ویژگی‌های عمومی خشک‌سالی می‌توان به میانگین بالای دما، کمبود بارش، کاهش رطوبت خاک و کمبود آب‌های سطحی و زیرسطحی اشاره کرد (Taskiris et al., 2007). بارن نقل می‌کند بیش از ۱۵۰ تعریف از خشک‌سالی ارایه شده است

۱- دانشجوی ارشد منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه

شهید باهنر کرمان

۲- استادیار، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

\* - نویسنده مسئول: (Email: sheida.1393@yahoo.com)

ایستگاه آباده فراوانی و توالی خشک‌سالی بیش‌تر از دو ایستگاه دیگر می‌باشد. بر اساس دو شاخص PNPI و SIAP فراوانی خشک‌سالی‌های شدید و بسیار شدید در ایستگاه لارستان بیش‌تر از دو ایستگاه دیگر می‌باشد. همچنین در سه شاخص مذکور شدیدترین خشک‌سالی در ایستگاه لارستان در سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸ و در دو ایستگاه آباده و شیراز در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ اتفاق افتاده است. خشک‌سالی‌های اخیر زیان‌های زیادی را بر بخش منابع آب بر جای گذاشته است. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی و تعیین خصوصیات خشک‌سالی‌های رخ داده در یک دوره آماری ۲۰ ساله با استفاده از شاخص شدت خشک‌سالی پالمر که به دلیل فقدان آمار به اجبار از دوره آماری ۲۰ ساله استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان فارس است. آب و هوای استان فارس در نقاط مختلف این استان بر اساس طبقه‌بندی دومارتن به سه گونه کوهستانی، معتدل و گرم تقسیم می‌شود. در این مطالعه از داده‌های ماهانه بارندگی (میلی‌متر)، دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) و رطوبت خاک (میلی‌متر) مربوط به شش ایستگاه سینوپتیک در استان فارس استفاده شد که دوره آماری ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ را پوشش می‌دهد. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه (شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی، ارتفاع، متوسط بارش و متوسط دما) در جدول ۱ و موقعیت ایستگاه‌ها در پهنه استان در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، ایستگاه‌های منتخب محدوده ارتفاعی ۷۹۲ متر (لار) از سطح دریا تا ۲۳۰۰ متر (اقلید) از سطح دریا را شامل می‌شوند.

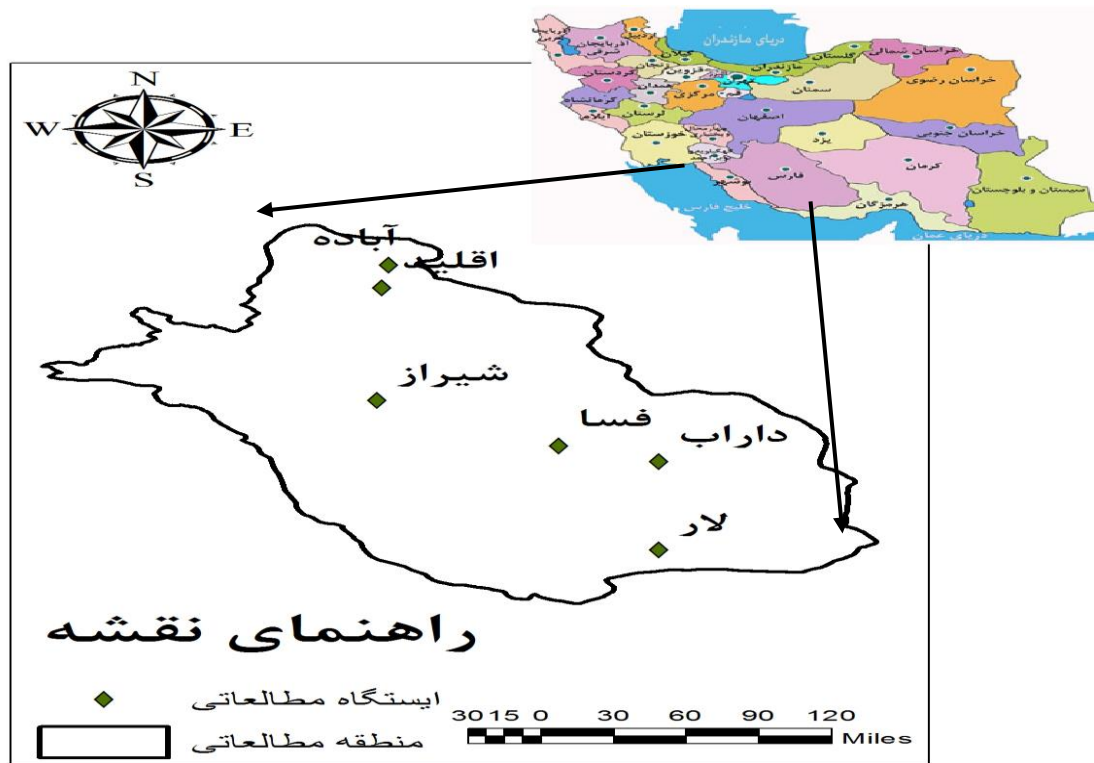
### شاخص شدت خشک‌سالی PDSI

پالمر شاخص خشک‌سالی خود را، که ترکیبی از بارندگی رخ داده، ذخیره‌ی رطوبتی و نیاز رطوبتی بود، براساس محاسبه‌ی بیلان آبی معرفی نمود. او از یک الگوی دو لایه برای محاسبات رطوبت خاک استفاده و فرضیه‌ی ویژه‌ای در ارتباط با ظرفیت پذیرش و انتقال رطوبت به لایه‌های مختلف خاک ارائه داد. پالمر شروع و پایان دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی را برحسب احتمال زمان شروع و پایان آن‌ها بیان نمود. یک دوره‌ی خشک‌سالی و یا ترسالی وقتی به طور قطع اتفاق می‌افتد که این احتمال به ۱۰٪ رسیده یا از آن فراتر رود. این شاخص خشک‌سالی هواشناسی به نام PDSI یا شاخص شدت خشک‌سالی پالمر نامیده می‌شود (Palmer., 1965). به طور کلی روند محاسباتی این شاخص را می‌توان در سه مرحله بررسی نمود:

است (Rossato et al., 2016). وندی و تیرف نشان دادند در طول دوره‌ی مطالعه (۱۹۰۱-۲۰۱۴) قسمت شمال و شمال‌غربی اتیوپی، روند کمبود بارش و افزایش دما را نسبت به سایر نقاط کشور داشته و با استفاده از شاخص ScPDSI، سه بار در طی سال‌های ۱۹۵۰-۱۹۴۱، چهار بار در سال ۱۹۶۰-۱۹۵۱، پنج بار در سال ۱۹۹۰-۱۹۸۰، دو بار ۲۰۰۰-۱۹۹۱ و سه بار ۲۰۱۰-۲۰۰۱ دوره خشک‌سالی مشاهده شد (Wondie and Terefe., 2016). احمدی نمین و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند به‌طور میانگین درجه خشک‌سالی در تمامی بخش‌های کشور ایران، در بهترین شرایط در حالت نرمال، به جز تناوب‌های کوتاه در نوسان می‌باشد. همچنین نمایه پالمر، نشان داد که فراوانی بیش‌ترین خشک‌سالی متعلق به شهر بم، بیش‌ترین ترسالی چابهار و بیش‌ترین وضعیت نرمال در گرگان می‌باشد. آزادی و همکاران (۱۳۹۳) طبق مراحل پیچیده‌ای شاخص PDSI را برای ایران مورد واسنجی قرار داده و سپس آن را در استان سمنان محاسبه و ارزیابی کردند. نتایج نشان داد در غالب قسمت‌های استان، سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ به ترتیب مرطوب‌ترین و خشک‌ترین سال‌ها در بازه آماری ۲۰۰۲-۱۹۹۰ بودند. آسیایی (۱۳۸۵) شاخص PDSI را برای ایستگاه سینوپتیک مشهد طی دوره آماری ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۳ محاسبه و به این نتیجه رسید که درجه انحراف رطوبت در این دوره در مشهد بسیار زیاد بوده و دارای نظم خاصی نیست. بونسال و رجیبر در دشت‌های کانادا به مقایسه‌ی خشک‌سالی پرداختند. بر اساس شاخص بارش استاندارد (SPI) و شاخص شدت خشک‌سالی پالمر (PDSI) نشان دادند که بدترین و طولانی‌ترین خشک‌سالی - گسترده دشت در طول دوره ۲۰۰۲-۱۹۱۵ در اوایل قرن ۲۰ رخ داده است (Bonsal and Regier., 2007). در طی سال‌های اخیر بخش اعظمی از کشور ما تحت تاثیر خشک‌سالی قرار گرفته است (غلامی و نهتانی، ۱۳۸۸). استان فارس در شرایط اقلیمی کشور ایران دارای زادبومی خشک و کم آب است. توزیع نامنظم بارندگی‌ها نیز مشکل دیگری است که موجب می‌گردد بسیاری از استان‌های کشور از جمله استان فارس خسارات بسیار سنگینی را تحمل نماید، به طوری که بارندگی‌های شدید و رگباری در زمان‌های کوتاه و طغیان رودخانه‌ها و جاری شدن سیلاب‌های مخرب را به دنبال دارد. استان فارس همواره در معرض خشک‌سالی قرار دارد. درخشانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با استفاده از شاخص معیار بارندگی سالانه (SIAP)، شاخص درصد از نرمال (PNPI) و شاخص ناهنجاری بارش (RAI) را به‌عنوان الگوی معتبر و کاربردی، وضعیت خشک‌سالی‌ها در سه ایستگاه سینوپتیک شیراز، آباده و لارستان در طول دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۶۹) مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با مقایسه دو شاخص PNPI و SIAP در سه ایستگاه لارستان، آباده و شیراز فراوانی و توالی (دوره تداوم) خشک‌سالی‌ها با درجات مختلف در ایستگاه لارستان بیش‌تر از دو ایستگاه دیگر می‌باشد فقط با توجه به شاخص RAI در

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی (دقیقه-درجه)	طول جغرافیایی (دقیقه-درجه)	ارتفاع (متر)	متوسط بارش سالانه (میلی‌متر)	متوسط دما (سانتی‌گراد)
آباده	۱۱-۳۱	۵۲-۴۰	۲۰۳۰	۰/۴	۱۴/۴
اقلید	۳۰-۵۴	۵۲-۳۸	۲۳۰۰	۰/۹	۱۳
داراب	۲۸-۴۷	۵۴-۱۷	۱۰۹۸	۰/۷	۲۲/۱
شیراز	۲۹-۳۲	۵۲-۳۶	۱۴۸۴	۰/۹	۱۸/۶
فسا	۲۸-۵۸	۵۳-۴۱	۱۲۸۸	۰/۷	۱۹/۴
لار	۲۷-۴۲	۵۴-۱۷	۷۹۲	۰/۵	۲۳/۹



شکل ۱- محدوده و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه استان فارس

معادلات ۱ تا ۶ بیان می‌شوند:

$$\hat{P} = ET + \hat{R} + RO - \hat{L} \quad (۱)$$

$\hat{P}$  مقدار بارش مناسب اقلیمی است که از طریق جمع تبخیر - تعرق، تغذیه، رواناب و تلفات محاسبه می‌شود.

معادله ۲ حاصل اختلاف مقدار بارش واقعی از بارش مناسب اقلیمی است که کمبود رطوبت ماهانه نامیده می‌شود.

$$d = P - \bar{P} \quad (۲)$$

$$Z = Kd \quad (۳)$$

بمحاسبه  $d$  و  $k$  تعیین شاخص انحراف رطوبت ماهانه پالمر  $Z$

مرحله اول: انحراف رطوبتی اقلیم مورد نظر به دست آید  
مرحله دوم: به منظور قابل مقایسه شدن انحراف رطوبتی در زمان ها و مکان های مختلف، مقادیر انحراف رطوبتی توسط ضرایب اقلیمی به صورت بی بعد در می‌آیند به عبارتی دیگر در این گام باید میزان شاخص انحراف رطوبتی محاسبه شود

مرحله سوم: جهت تحلیل شدت وقایع و تعیین آغاز و پایان آن‌ها، مقادیر انحراف رطوبتی به قالب رده بندی شده تبدیل گردد (سلطانی تودشکی، ۱۳۸۶).

مفاهیم و گام‌های اساسی برای محاسبه‌ی شاخص پالمر از طریق

تقاضای رطوبت خاک در یک مکان عمل می‌کند. عرضه، مقدار رطوبت خاک به علاوه مقدار رطوبت حاصل از بارندگی است که جذب خاک می‌شود. با محاسبه ماهانه شاخص شدت خشک‌سالی پالم در دوره‌ی زمانی ۲۰ ساله (۲۰۱۴-۱۹۹۵) برای ایستگاه‌های سینوپتیک استان فارس، نمودار ماهانه‌ی شاخص انحراف رطوبت (Z) بیانگر میزان ترسالی یا خشک‌سالی با توجه به فصل جاری و اقلیم محلی می‌باشد که بر اساس معادله‌ی ۳ محاسبه و ترسیم گردید و در شکل ۲ نشان داده شده است. کاهش بارندگی از مقدار نرمال باعث کاهش مقدار Z و افزایش بارندگی باعث افزایش مقدار Z می‌شود. شکل ۲ نشان می‌دهد که درجه‌ی انحراف رطوبت در ایستگاه‌های استان کم بوده و دارای نظم خاصی است. اکثر ایستگاه‌ها در دوره‌ی زمانی مذکور، بیش‌تر در دوره‌ی خشک‌سالی هستند به جز ایستگاه اقلید که در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵ مقداری به سمت نرمال پیش رفته است.

در شکل ۳ مقادیر ماهانه‌ی شاخص شدت خشک‌سالی پالم (PDSI) برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۹۵ در استان فارس محاسبه و نشان داده شده است. شاخص شدت خشک‌سالی (Xi) به اعداد متوالی Z بستگی دارد. وجود دوره‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت خشک‌سالی در استان، طی این دوره، حاکی از اهمیت و ضرورت لحاظ نمودن این پدیده در مدیریت توسعه و به خصوص مدیریت کشاورزی منطقه دارد. منطقه مورد مطالعه در ۲۰ سال گذشته به طور میانگین در تمام ایستگاه‌ها خشک‌سالی را تجربه کرده است.

بررسی روند وقوع خشک‌سالی‌ها نشان داد که از سال ۲۰۱۴-۱۹۹۵ خشک‌سالی در درجات مختلف در تمام ایستگاه‌ها مشاهده شده است (جدول ۳). نتایج حاصل از پایش خشک‌سالی براساس شاخص پالم در ایستگاه‌های استان نشان داد که در طی ۲۰ سال دوره‌ی آماری در اکثر سال‌ها، ماه‌هایی از سال با خشک‌سالی مواجه بوده‌اند و به عبارتی، کمبود رطوبت نسبت به نرمال در این ماه‌ها مشهود بوده است. همچنین، تحلیل و بررسی روند تغییرات خشک‌سالی‌ها در طول دوره‌ی آماری نشان داد که در بعضی از مواقع دوره‌های خشک با تداوم بیش‌تر از چند سال نیز به وقوع پیوسته است، در صورتی‌که بارندگی‌های مناسبی در بعضی از ماه‌های این سال‌ها اتفاق افتاده است. به نظر می‌رسد از عواملی که از تغییر شاخص از مقادیر منفی به مثبت در ماه‌های با بارندگی مناسب جلوگیری می‌کند، تخلیه بیش از حد رطوبت از خاک در ماه‌های قبل دوره‌های خشک می‌باشد. همچنین بررسی نتایج حاصله نشان داد که در دهه‌های اخیر تداوم خشک‌سالی‌ها به شدت افزایش یافته است و این امر بسیار نگران‌کننده است.

باضرب مقدار انحراف بارش d در عامل توزینی k در یک ماه معین امکان پذیر می‌باشد (معادله ۳).

$$K_i^1 = 1.5 \cdot \log_{10} \left[ \frac{PET_i}{D_i} \right] \left[ \frac{PET_i + R_i + RO_i}{P_i + L_i} + 2.5 \right] + 0.5 \quad (4)$$

به منظور مقایسه‌ی نتایج حاصل از شاخص پالم بین مناطق مختلف لازم است فاکتور وزنی K تعدیل شود. این تعدیل با استفاده از مقادیر تجمعی Z و همچنین نسبت‌های مربوط به عوامل اقلیمی که در محاسبه‌ی اولیه‌ی K مورد استفاده قرار گرفته بودند، حاصل می‌گردد. پالم رابطه‌ی منطقه‌ای را بر اساس نتایج حاصل از همه‌ی مناطق تحت مطالعه ارایه نمود (معادلات ۴ و ۵) (Palmer., 1965).

$$K_i = \frac{17.67}{\sum_{j=1}^{12} D_j K_j^1} K_j^1 \quad (5)$$

$$X_{3i} = 0.897 X_{3i-1} + \left(\frac{1}{3}\right) Z_i \quad (6)$$

مقادیر Z تجمعی به صورت طبقه‌بندی شده به منظور بررسی شدت و زمان آغاز و خاتمه‌ی وقایع تبدیل شده و در نهایت بر مبنای استانداردهای طبقه‌بندی معادله‌ی نهایی شاخص پالم استخراج می‌شود (معادله ۶). شاخص شدت خشک‌سالی پالم (X) در مقطع زمانی t، ترکیبی از سهم مشارکت انحراف رطوبتی هر مقطع (Z<sub>i</sub>) و شدت خشک‌سالی یک دوره‌ی ماقبل (X<sub>i-1</sub>) می‌باشد.

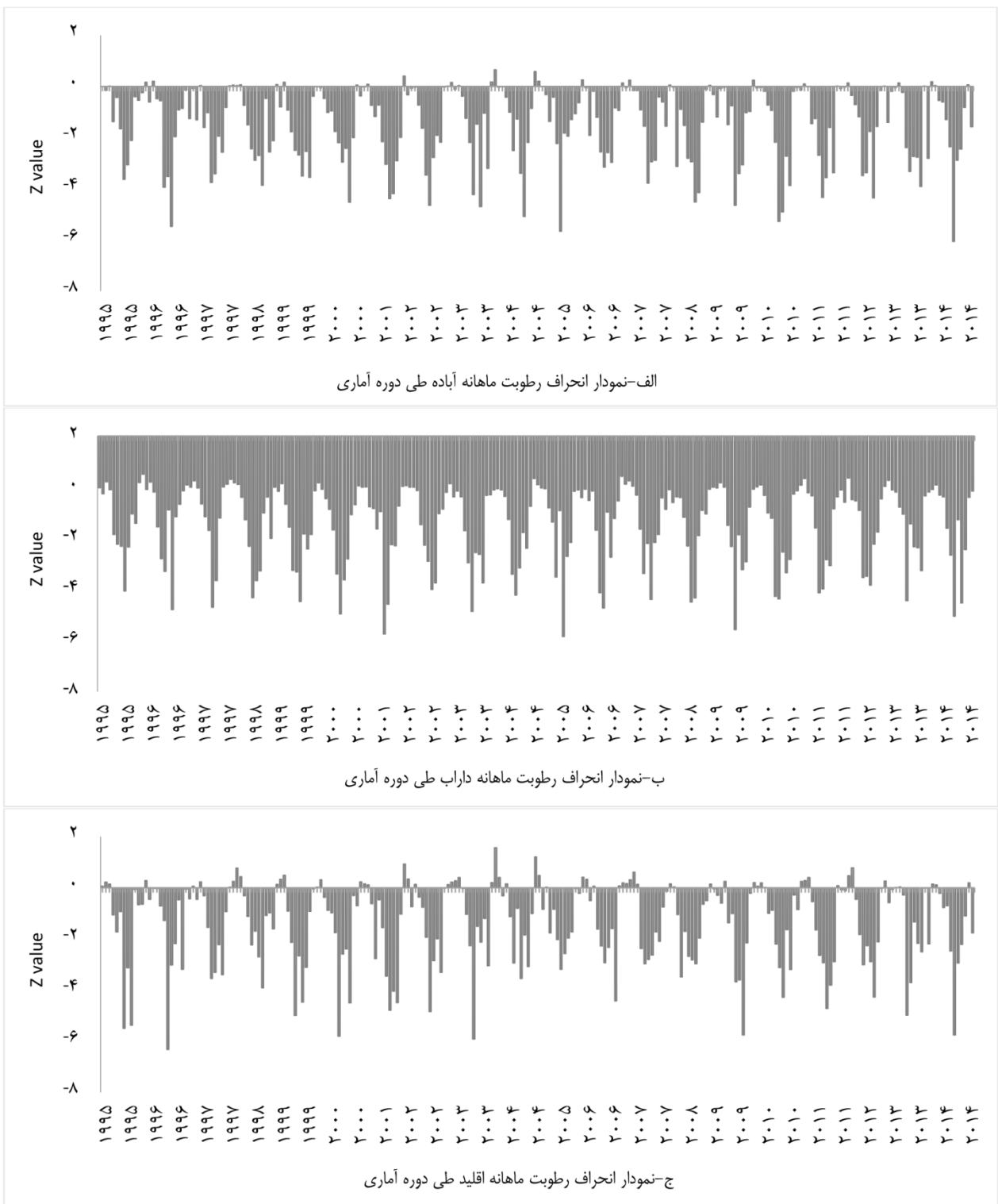
طبقه‌بندی شدت خشک‌سالی بر مبنای شاخص پالم در جدول ۲ نشان داده شده است.

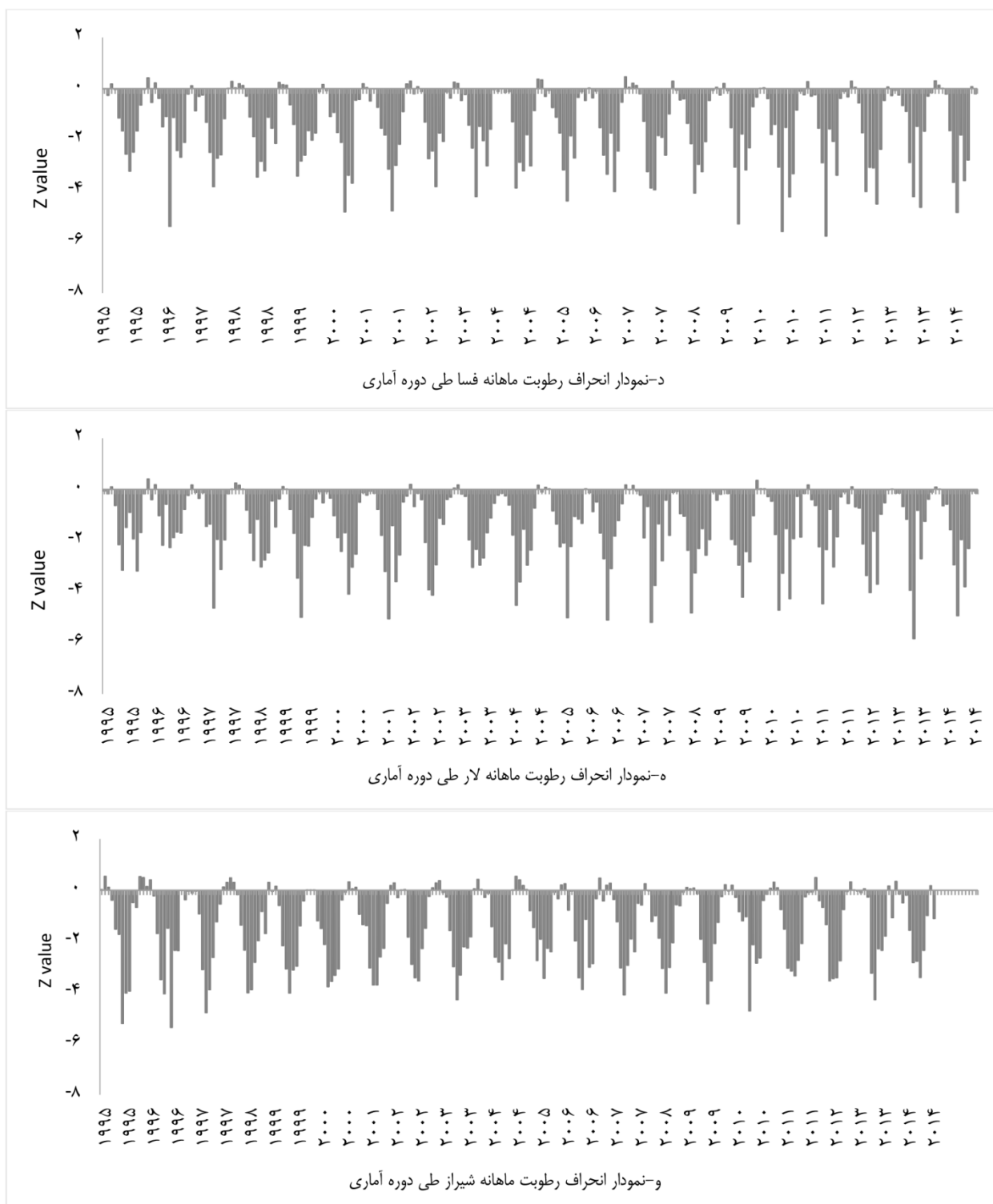
جدول ۲- طبقه‌بندی شدت خشک‌سالی بر اساس شاخص پالم

درجه خشک‌سالی	PDSI مقادیر
ترسالی بسیار شدید	۴ یا بیشتر
بسیار مرطوب	۳ تا ۳/۹۹
ترسالی متوسط	۲ تا ۲/۹۹
تقریباً مرطوب	۱ تا ۱/۹۹
تا حدی مرطوب	۰/۵ تا ۰/۹۹
تقریباً نرمال	۰/۴۹ تا -۰/۴۹
تا حدی خشک	-۰/۵ تا -۰/۹۹
خشک‌سالی خفیف	-۱ تا -۱/۹۹
خشک‌سالی متوسط	-۲ تا -۲/۹۹
خشک‌سالی شدید	-۳ تا -۳/۹۹
خشک‌سالی بسیار شدید	-۴ یا کمتر

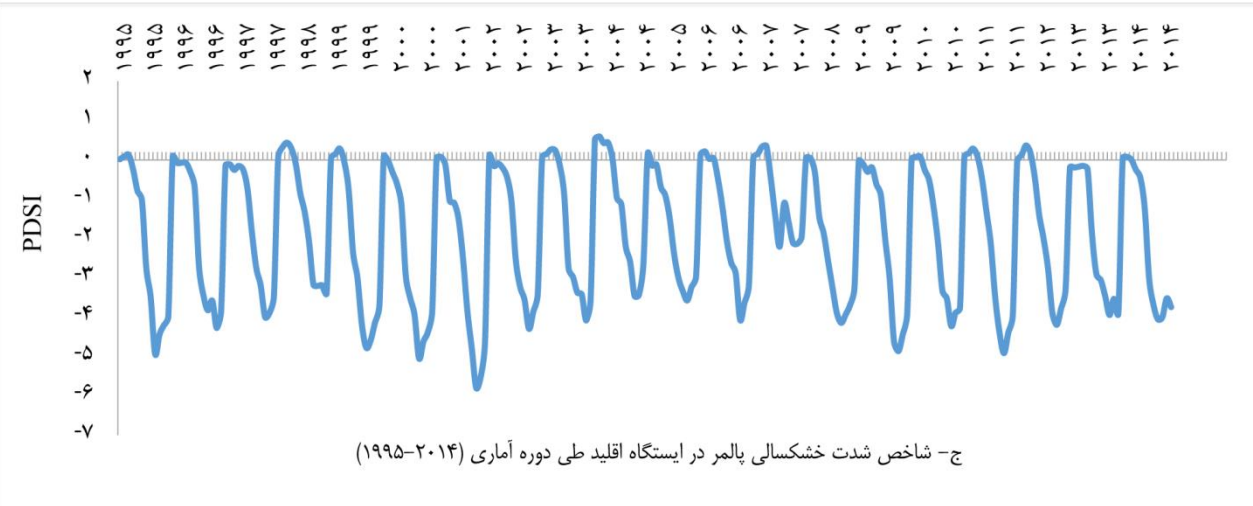
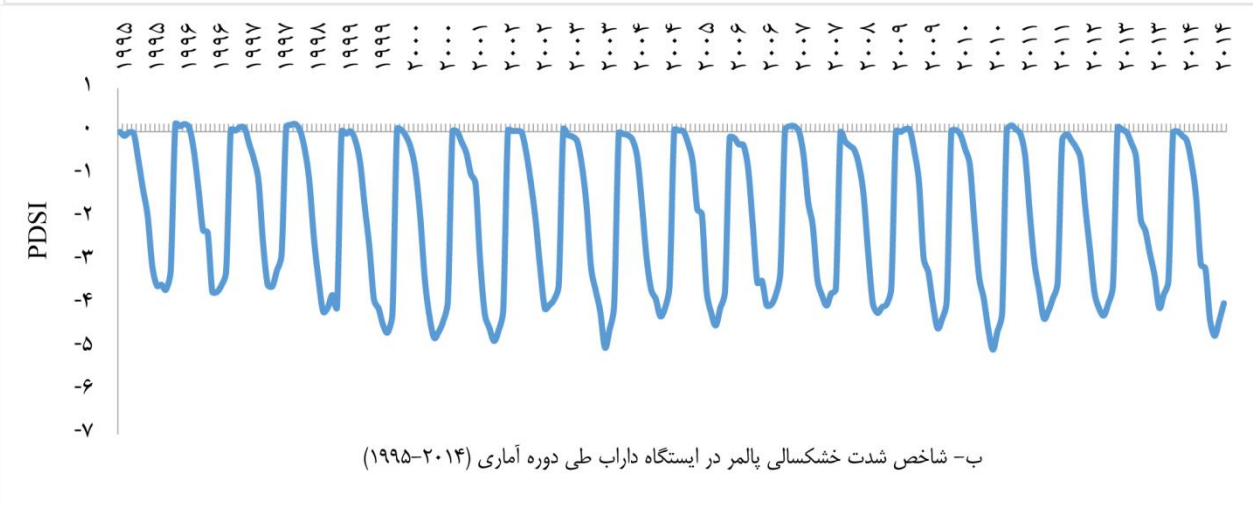
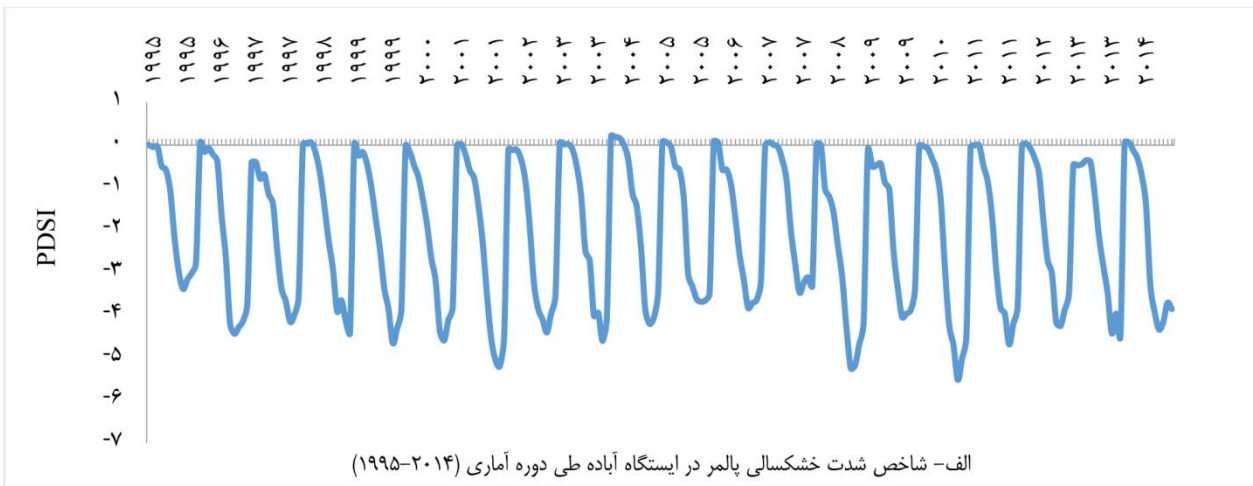
## نتایج و بحث

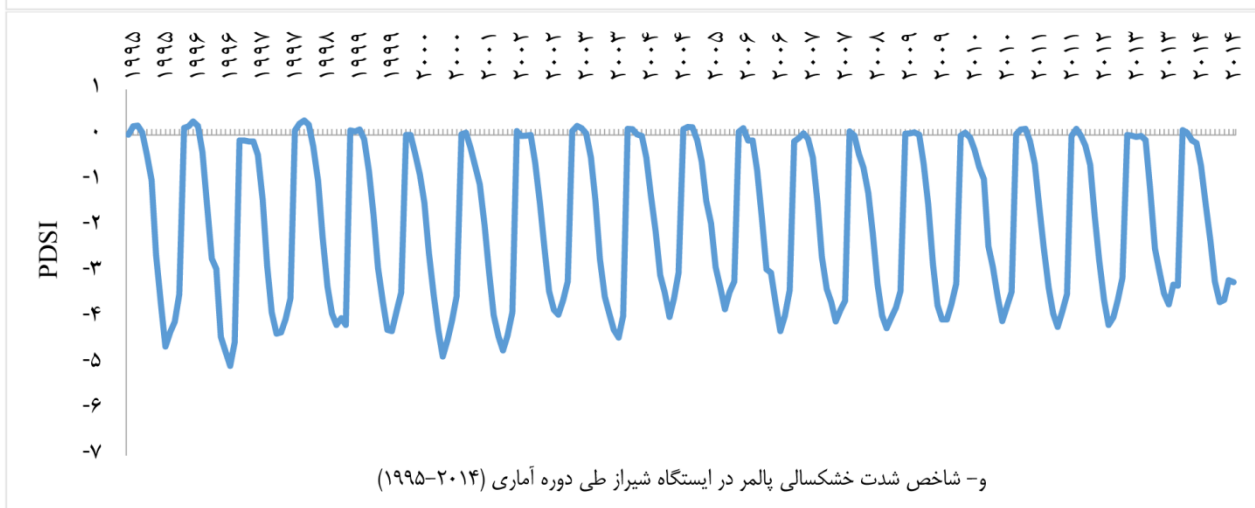
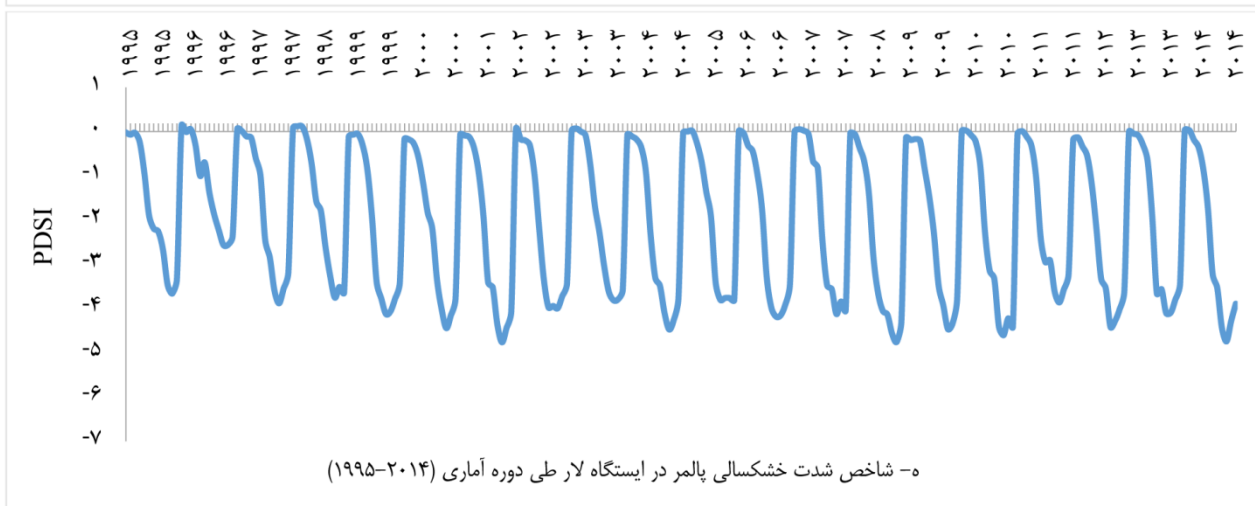
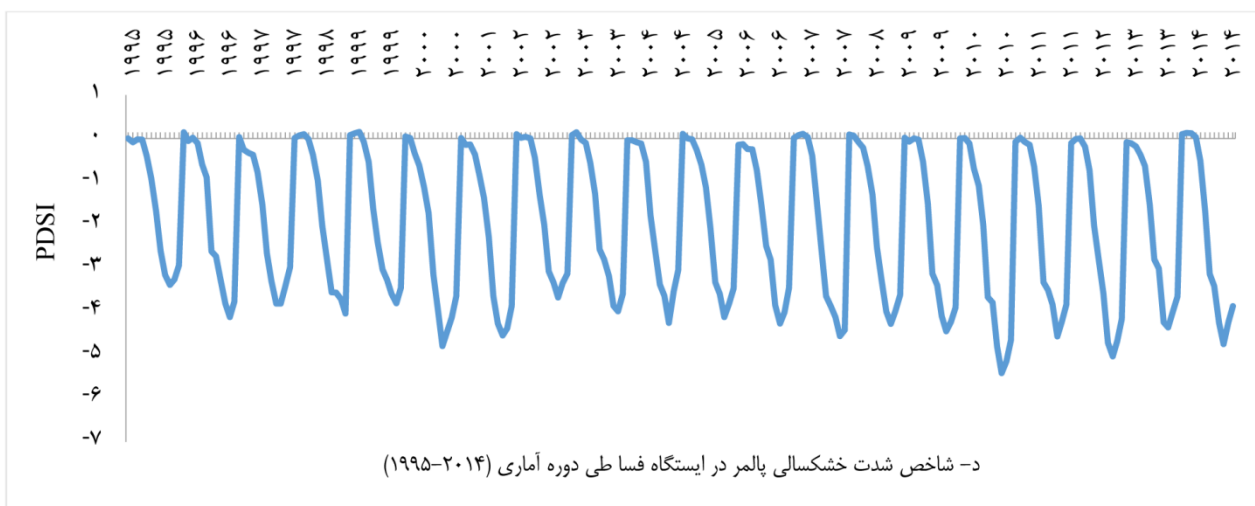
نمایه‌ی شدت خشک‌سالی پالم مبتنی بر یک مدل عرضه و





شکل ۲- نمودار انحراف رطوبت ماهانه طی دوره آماری ۱۹۹۵- ۲۰۱۴





شکل ۳- محاسبه شاخص خشکسالی پالم طی دوره آماری ۱۹۹۵-۲۰۱۴

آباده، داراب، اقلید، فسا، لار و شیراز به ترتیب بیش از ۶۹، ۶۵، ۶۲ و ۶۶، ۶۸ و ۶۲ درصد ماه‌ها خشک بوده‌اند. علاوه بر این، نتایج نشان

علاوه بر موارد فوق، نتایج حاصل از پایش خشکسالی نشان داد که در دوره آماری مورد مطالعه مجموعاً در ۲۴۰ ماه در ایستگاه‌های

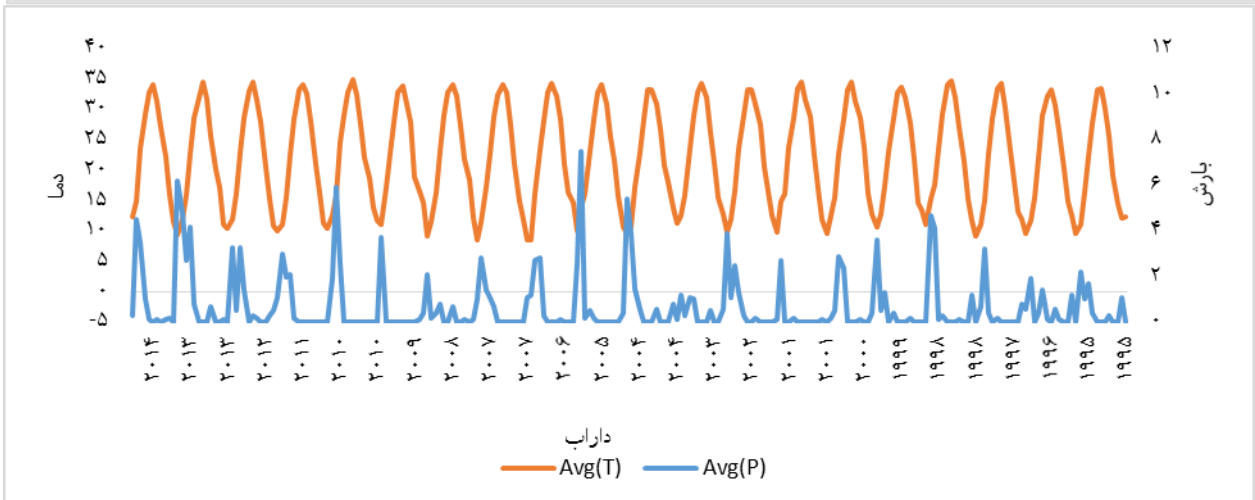
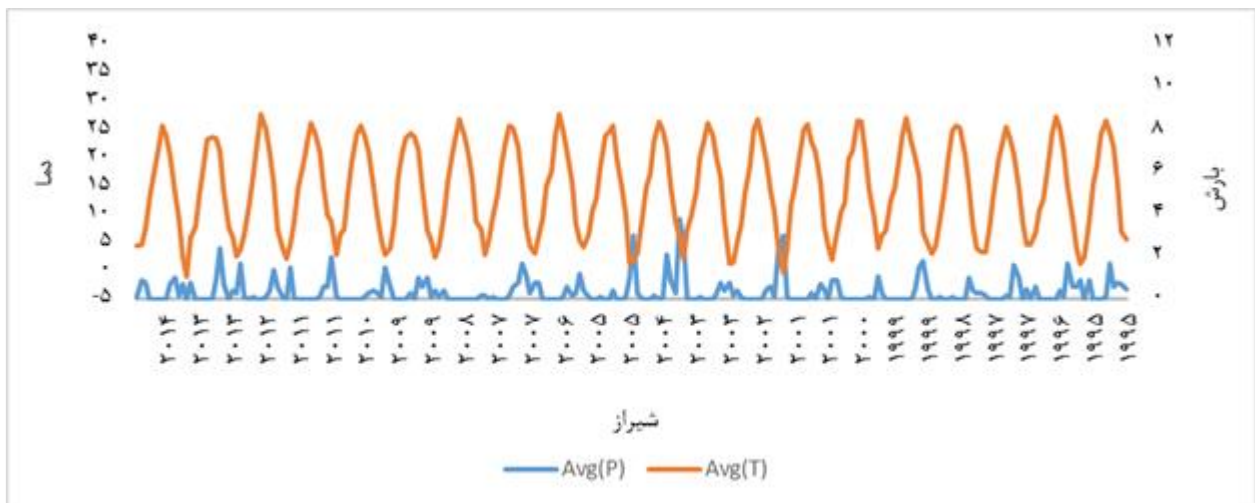


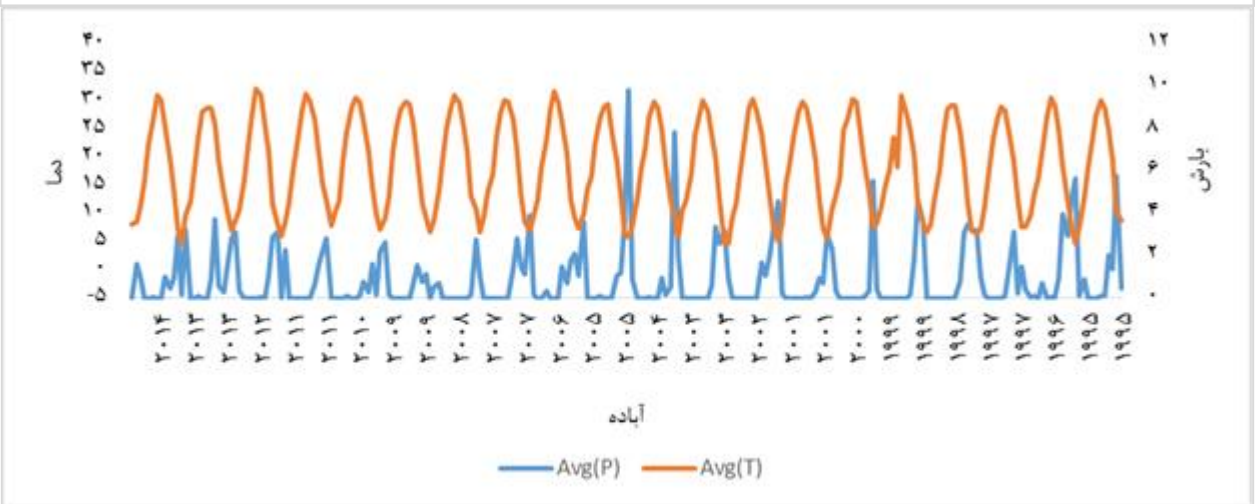
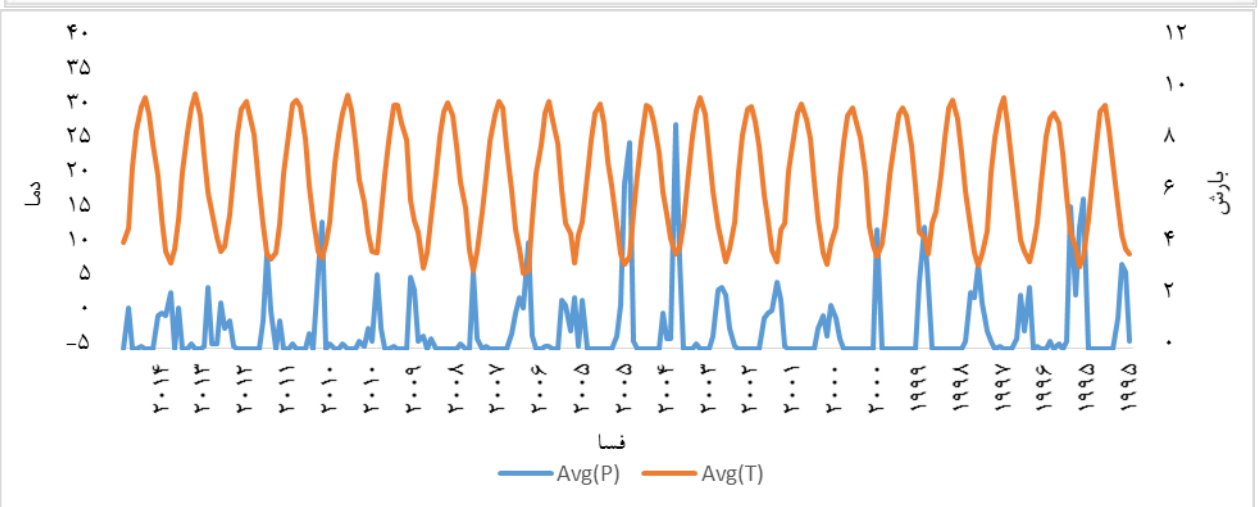
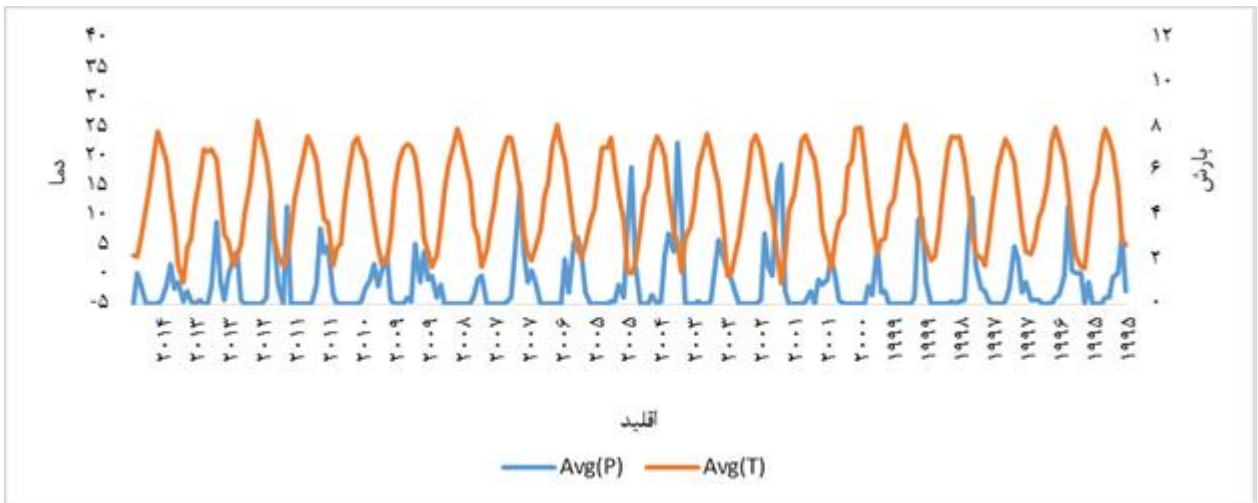
افزایش دما مشاهده شده، بارش کم و ایستگاه رو به خشک‌سالی پیش می‌رود و سال‌هایی که ایستگاه‌ها دارای خشک‌سالی بسیار شدید هستند، بارش کم در ایستگاه مشاهده شد. نتایج ارایه شده در نمودارها به خوبی نشان داد که در بعضی از فصول مثلاً فصل تابستان با بارندگی پایین، افزایش خشک‌سالی‌ها مشاهده شد.

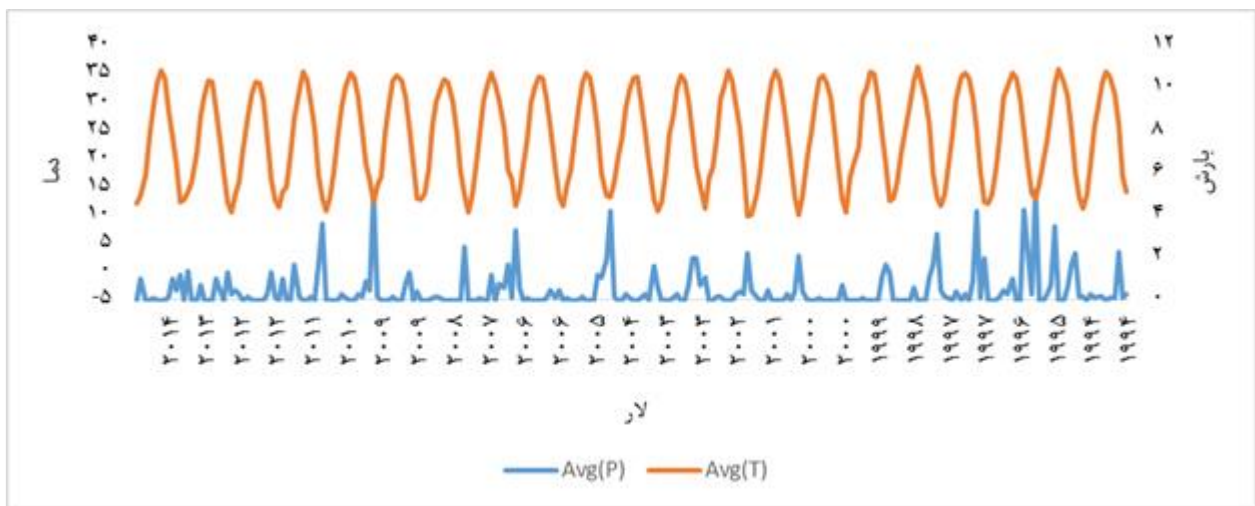
دادند که در طول دوره‌ی آماری در اکثر موارد دوره‌های خشک با شدت‌های متفاوت با هم ترکیب شده و یک دوره‌ی خشک کلی را شامل شده‌اند. بیش‌ترین تداوم خشک‌سالی در ایستگاه‌های آباده، داراب، اقلید، فسا، لار و شیراز به ترتیب ۱۰، ۹، ۹، ۹ و ۹ ماه بود. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است طی دوره‌هایی که

جدول ۳- شدیدترین خشک‌سالی در دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۹۵ در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	مقدار PDSI محاسبه شده	سال	ماه	تعداد ماه‌های خشک-سالی بسیار شدید در سال مورد نظر	مجموع بارش سالانه در سال مورد نظر (میلی‌متر)	متوسط دمای سالانه در سال مورد نظر (سانتی‌گراد)	درجه خشک‌سالی
آباده	-۵/۵۱	۲۰۱۰	اکتبر	۵	۳۷/۹	۱۵/۳	
اقلید	-۵/۷۹	۲۰۰۱	اکتبر	۴	۳۲۸/۶	۱۴/۹	
داراب	-۵/۰۴	۲۰۱۰	اکتبر	۴	۶۹/۶	۲۳	خشک‌سالی
شیراز	-۵/۰۴	۱۹۹۶	نوامبر	۴	۴۲۲/۹	۱۸/۵	بسیار شدید
فسا	-۵/۴۲	۲۰۱۰	اکتبر	۴	۵۲/۷	۲۰/۳	
لار	-۴/۷۶	۲۰۰۱	اکتبر	۴	۵۵/۳	۲۴/۲	







شکل ۴- نمودار سری زمانی ایستگاه‌ها طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۵

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه داده‌های مربوط به ۶ ایستگاه مطالعاتی جهت بررسی خشک‌سالی توسط شاخص پالم در استان فارس مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد سال ۲۰۱۰ برای ایستگاه‌های آباده، داراب و فسا و سال ۲۰۰۱ برای ایستگاه‌های اقلید و لار در سال ۱۹۹۶ برای ایستگاه شیراز خشک‌ترین سال‌ها در بازه آماری ۲۰۱۴-۱۹۹۵ بودند. شدیدترین خشک‌سالی در استان فارس در شهرستان اقلید در سال ۲۰۰۱ با مقدار PDSI محاسبه شده برابر با (۷۹/۵-) در ماه آبان با درجه‌ی خشک‌سالی بسیار شدید مشاهده شد. تداوم خشک‌سالی در ایستگاه‌های مذکور بیش‌تر از ۱۰ ماه مشاهده نشد و کمی به سمت نرمال پیشرفته و مجدداً دوره‌ی خشک‌سالی شروع شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که استان فارس در این سال‌ها همواره با خشکی‌های متوسط تا شدید و متوالی بر اساس شاخص پالم مواجه بوده است. این خشک‌سالی‌ها دارای روند افزایشی (شدیدتر شدن خشک‌سالی) است.

برای بررسی دقیق‌تر این موضوع استفاده از سایر روش‌های پایش خشک‌سالی و نیز سایر روش‌های روندیابی توصیه می‌شود. همچنین پیش‌بینی تغییرات دما و بارش به کمک مدل‌های تغییر اقلیم و قرار دادن داده‌های پیش‌بینی شده در نمایه پالم به منظور تخمین شرایط خشک‌سالی در آینده نیز می‌تواند قدمی موثر در فهم بهتر چگونگی تغییرات این پدیده اقلیمی در کشور به حساب آید. به‌علاوه پیشنهاد می‌شود که در الگوی پالم انحرافات رطوبت و محتوای آب خاک از نرمال‌های محلی، مبنای محاسبه قرار گیرد.

## منابع

آزادی، س.، سلطانی، س.، مختاری، ف. و دلیران، ج. ۱۳۹۳. ارزیابی

شاخص پالم در ارزیابی خشک‌سالی استان سمنان. دومین کنفرانس حفاظت از حیات وحش ملی با مدیریت سطحی خشک و بیابان  
 آسیایی، م. ۱۳۸۵. شاخص‌های خشک‌سالی چاپ اول، انتشارات سخن گستر، مشهد.  
 آسیایی، م. ۱۳۸۵. پایش خشک‌سالی در مشهد توسط شاخص پالم -، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای. ۷: ۱۸۶-۱۶۷.  
 احمدی نمین، م.، کمالی، وظیفه دوست، م. ۱۳۹۵. نظارت بر خشک‌سالی با استفاده از شاخص خشک‌سالی پالم و داده‌های رطوبت خاک. سنجش از دور و رطوبت خاک ایستگاه. سومین کنفرانس یافته‌های جدید در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی  
 سلطانی تودشکی، ع. ۱۳۸۶. کمی‌سازی خشک‌سالی با رویکرد هوا-آب‌شناختی؛ مبانی نظری و کاربرد. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.  
 علیزاده، ا. ۱۳۸۴. اصول هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه امام رضا (ع). چاپ هجدهم.  
 غلامی، پ. و نهتانی، م. ۱۳۸۸. بررسی اثرات زیست محیطی خشک‌سالی در منطقه سیستان، دومین همایش خشک‌سالی در استان چهارمحال بختیاری، شهرکرد.  
 هادی‌زاده ارغندی، م. ۱۳۹۰. پیش‌بینی و تحلیل فراوانی خشک‌سالی تحت تاثیر تغییر اقلیم در خراسان جنوبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند. ۱۸.

Baren, M.A. 1985. Hydrological aspects of droughts. UNESCO/WMO. London.

Bonsal, B and Regier, M. 2007, Historical comparison of

- variable Palmer Drought Severity Index in the United States since 1895. *Science of the Total Environment*. 544: 792-796.
- Rossato, L., Antônio Marengo, J., Bassi Marinho Pires, L. (2016, April). Evaluation of soil moisture and Palmer Drought Severity Index in Brazil. In EGU General Assembly Conference Abstracts. Vol. 18.
- Tsakiris, G., Pangalou, D., Vangelis, H. 2007. Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resource Management*. 21: 821-833.
- Wondie, M., Terefe, T. 2016. Assessment of drought in ETHIOPIA by using self calibrated Palmer Drought Severity Index (ScPDSI). *International Journal Of Engineering and Management Sciences*. 7. 2: 108-117
- the 2001/2002 drought in the Canadian Prairies, Environment Canada, *Climate Research*. 33: 229-242.
- Bryan, E.A. 1991. *Natural Hazards*, Cambridge University Press.
- Dai, A., Trenberth, K.E., Qian, T. 2004. A global data set of Palmer Drought Severity Index for 1870-2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming. *Journal Of Hydrometeorology*. 5: 1117-130.
- Palmer, W.C. 1965. *Meteorological drought*. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C. 58p.
- Palmer, W.C. 1966. *Meteorological Drought*. Research Paper. No. 45.
- Rayne, S., Forest, K. 2016. Evidence for increasingly

## Evaluation of Drought Characteristics for Fars Province Using the Palmer Drought Severity Index

Sh. Dehghan<sup>1\*</sup>, N. Sayari<sup>2</sup>, B. Bakhtiari<sup>3</sup>

Received: Jun.25, 2017

Accepted: Agus.06, 2017

### Abstract

Drought is one of the great environmental disasters especially immense in arid and semi-arid. The drought indices as a tool for management practices and seeks to deal with the phenomenon of drought, are widely used in the world. One of these indicators, is the Palmer Drought Severity Index (PDSI) that is used in many parts of the world to assess the drought situation and its continuation. In this paper, the drought state of Fars Province by using of this index over the period of 20 years (2014-1995) and according to meteorological data from six weather stations was assessed. The results showed that stations of Abade, Darab and Fasa in 2010 and 2001 for Eghlid and Lar and 1996 for Shiraz stations statistically were driest years in the period of 2014 to 1995. At this time changing in precipitation was also observed that in the years listed for droughts the steepest drop in rainfall was also remarkable. however in all stations in 2010 there were a sharp drop in rainfall that reflects the state of the drought this year.

**Keywords:** Fars, Precipitation, Rooting, Soil moisture, weather station

1- Senior Researcher, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

2- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

3- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

(\*-Corresponding Author Email: sheida.1393@yahoo.com)