



تحلیل خشکسالی هواشناسی ایستگاه سینوپتیک الیگودرز با استفاده از نرم افزار DIP

فاطمه فلاح^۱، ناصر طهماسبی پور^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منبع طبیعی دانشگاه لرستان

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منبع طبیعی دانشگاه لرستان

(ffalah69@yahoo.com)

چکیده

در این تحقیق دوره های ترسالی و خشکسالی سالانه در ایستگاه سینوپتیک الیگودرز واقع در استان لرستان با استفاده از نرم افزار شاخص خشکسالی DIP بررسی شد. بدین منظور داده های دوره آماری ۲۵ ساله از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹ انتخاب و شاخص های درصد نرمال (PN)، دهک (DI)، استاندارد بارش (SPI)، Z چینی (CZI)، Z چینی اصلاح شده (MCZI)، و عدد Z (ZSI) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که طی دوره آماری بیشتر سالها شرایط نرمال و نزدیک به نرمال را داشته ضمن اینکه شاخص های SPI، ZSI، CZI و نتایج کاملا مشابهی را ارائه کردند. بر اساس این شاخص ها و همچنین شاخص PN در سالهای ۶۷، ۶۹، ۷۱، ۷۸، ۸۷ و ۸۹ خشکی اتفاق افتاده است. بر اساس شاخص DI نیز در همین سالها شرایط خیلی پایین تر از نرمال تخمین زده شده است. این در حالی است که در شاخص MCZI تنها در سال ۶۶ خشکی اتفاق افتاده و شرایط در سایر سالها نزدیک به نرمال برآورد شده است که میتواند بیانگر این موضوع باشد که این شاخص در مقیاس سالانه نمی تواند تخمین مناسبی از شرایط هواشناسی ایستگاه باشد.

کلمات کلیدی: شاخص خشکسالی، نرم افزار DIP، الیگودرز

مقدمه

خشکسالی وضعیتی از کمبود بارش و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد (علیزاده ۱۳۸۷) به طور کلی می توان علت خشکسالی را در وجود یک دوره خشک غیر عادی با تداوم زیاد که باعث برهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی منطقه شود جستجو کرد (مرید و همکاران ۲۰۰۷). تمایز این پدیده با سایر بلایای طبیعی در این است که برخلاف سایر بلایا، این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتا طولانی عمل می کند بطوریکه اثرات آن پس از چند سال و با تاخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر می شود (فاتحی و حیدریان ۱۳۹۲). خشکسالی به چهار نوع اصلی خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اقتصادی - اجتماعی تقسیم بندی می شود (دراکوب و همکاران، ۱۹۸۰) خشکسالی هواشناسی بیشتر از انواع دیگر خشکسالی رخ داد و خشکسالیهای کشاورزی و هیدرولوژیکی پس از آن به وقوع می پیوندند (محمودی ۱۳۸۰) پایش به موقع و دقیق هر یک از انواع خشکسالی ها گامی مهم در جهت برنامه ریزی برای کاهش خسارات ناشی از خشکسالی می باشد. پدیده ی خشکسالی موجب کاهش سریع جریانهای سطحی، افت مخازن زیرزمینی، فرسایش آبی و بادی خاک، تغییر کیفیت منابع آب و خاک، افزایش بهره برداری از آبهای زیرزمینی و نشست زمین میشود (پاپلی یزدی، ۱۳۷۸) و به دلیل تاثیر قابل ملاحظه ای که بر روی بخش کشاورزی و اقتصاد دارد، زندگی انسان ها را تحت تاثیر قرار می دهد (محمودی کهن و همکاران، ۱۳۹۰) کشور ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی خاص خود نسبت به گردش عمومی جو و خصوصیات توپوگرافی خود در کمربند



اقلیمی خشک جهان قرار گرفته است (سبزی پرور و کاظمی ۸۸) و در مجاورت با پرفشار جنب حاره ای دارای اقلیم خشک و نیمه خشک میباشد؛ در نتیجه، در بیشتر سالها دچار خشکسالی شدید شده است (پاپلی یزدی ۱۳۷۸) پیامد های منفی وقوع خشک سالی در چنین مناطقی به حدی است که می تواند موجبات بحرانهای سیاسی، اجتماعی و اقتصادی را در کشور فراهم نماید (سبزی پرور و کاظمی ۸۸). برای بیان کمی و همچنین ارزیابی آن در مقیاسهای مختلف زمانی و مکانی از شاخصهای خشکسالی استفاده میگردد (اختری و همکاران، ۱۳۸۵). در این زمینه تحقیقات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که در ذیل به برخی ارز آنها اشاره می شود. علیجانی (۱۳۸۱) پیش بینی خشکسالی ها و ترسالی های استان مازندران با استفاده از مدل باکس -جنکینز انجام شد و این نتایج به دست آمد که در سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ ایستگاه های قائم شهر و بابلسر دوره ترسالی و رامسر و نوشهر دوره خشکسالی را تجربه می کنند . زالایی (۲۰۰۰) کاربرد نمایه SPI را در مجارستان مورد بررسی و ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که این نمایه مناسب ترین نمایه برای تعریف و تحلیل کمی انواع خشکسالی های هواشناسی، کشاورزی و آب شناختی است. سبزی پرور (۱۳۸۲) با استفاده از نمایه های خشک سالی SPI و PN,PI نتیجه گرفت که در طول دوره آماری ۲۷ ساله شدیدترین خشک سالی استان همدان در سال ۷۷-۷۸ به وقوع پیوسته است. لوکاس و همکاران (۲۰۰۳) برای مطالعه خشکسالی های هواشناسی در مقیاس های زمانی متفاوت در کشور یونان از سه شاخص عدد Z، ناهنجاری بارش و بارش استاندارد استفاده کردند. آنها نتیجه گرفتند که هر سه شاخص برای مقیاس زمانی ۲۱ ماهه روند یکسانی داشته و همچنین مطابقت خوبی با شاخص پالمیر (PDSI) دارد. مرعشی (۱۳۸۶) به بررسی سیستم پیش خشکسالی در استان گلستان (مرطوب) و منطقه ی سیستان (خشک) پرداخت. وی با بررسی ایستگاههای موجود، تعداد ۲۶ ایستگاه در گلستان و ۷ ایستگاه در سیستان با طول دوره آماری ۳۰ ساله را مورد استفاده قرار داد. وی با مقایسه و انجام تحلیل آماری بر مبنای توزیع نرمال بر اساس روش استینمن از میان ۵ شاخص SPI، DI، CZI، ZSI، PN و شاخص SPI را به عنوان شاخص مناسب برای پیش خشکسالی در هر دو منطقه معرفی نمود. صالح وند و همکاران (۱۳۹۲) به پهنه بندی خشکسالی باشاخصهای (SPI, PNI, DI, CZI, ZSI) در استان خوزستان طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۱۰ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سالهای ۱۹۵۵ و ۲۰۱۰ خشک ترین سالها در طی دوره آماری بودند. پیری و همکاران (۱۳۹۲) ارزیابی تطبیقی ۴ نمایه خشکسالی هواشناسی درصد از بهنجار (PN)، بارش معیار شده (SPI)، دهک ها (DPI) و شاخص ناهنجاریهای بارش (RAI) با استفاده از روش تحلیل خوشه ای پرداختند در استان سیستان و بلوچستان انجام دادند محاسبات نشان داد که نتایج معیارهای RAI و PN از لحاظ توصیف خشکسالی به هم نزدیک می باشند لذا استفاده از این دو نمایه جهت تعیین شدت خشکسالی در این استان توصیه می گردد. هیز و همکاران (۱۹۹۶) مقایسه ای را بین دو نمایه ی بارش معیار شده و نمایه ی پالمیر برای بررسی خشکسالیهای دشتهای جنوبی و جنوب غربی آمریکا انجام داده و نتیجه گرفتند که نمایه ی بارش معیار شده دست، کم یک ماه زودتر از نمایه ی پالمیر، وقوع خشکسالی ۱۹۹۶ را پیش نمود. ایشان پیشنهاد کردند که نمایه ی بارش معیار شده عملاً به عنوان ابزاری سودمند برای پیش خشکسالی جایگزین نمایه ی پالمیر در ایالات متحده گردد. جامعی و رادمنش (۱۳۹۲) با استفاده از نرم افزار DIP به بررسی و پیش خشکسالی ایستگاه ایندک در نزدیکی بهبهان در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۰-۱۳۹۰) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که خشکسالی شدید در سال های ۷۲، ۸۶ و ۸۷ رخ داده است. هویژوسگر (۲۰۰۸) خشکسالی های آمریکا را بررسی نمودند آنها دریافتند که یک الگوی جهانی وجود دارد که خشکسالی های کل کره ی زمین بجز اروپا را تبیین می کند وهنگامی که در نواحی غیر گرم سیری خشکسالی رواج دارد نواحی گرمسیری خشکسالی ندارند. بردی و همکاران (۲۰۱۱) ایتالیا مطالعاتی راجع به خشکسالی دوره ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ میلادی با استفاده از SPI در مقیاسهای زمانی متفاوت انجام دادند و



تاکید کردند که این شاخص ابزار ی مناسب بر ای آنالیز خشکسالی های بلندمدت می باشد. هدف از انجام این تحقیق، تعیین خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص های خشکسالی و همچنین بررسی روند هر یک از شاخص ها با استفاده از داده های بارندگی ایستگاه سینوپتیک الیگودرز استان لرستان می باشد.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی و پایش خشکسالی شاخص های مختلفی ارائه شده است که هر یک از این شاخص ها بر اساس به کارگیری متغیرهای هواشناسی و روش های محاسباتی متفاوتی طراحی شده اند (Richard & Heim, 2002). در این مطالعه به منظور بررسی وقایع ترسالی و خشکسالی ایستگاه سینوپتیک الیگودرز از داده های بارش سالانه طی دوره آماری ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹ استفاده و شاخص های خشکسالی بارش استاندارد (SPI)، دهک ها (DI)، درصد نرمال (PN)، Z چینی (CZI)، Z چینی اصلاح شده (MCZI) و عدد Z (ZSI) محاسبه و روند احتمالی آنها با استفاده از آزمون گرافیکی من کندال بررسی شد. الیگودرز در ناحیه ی کوهستانی و با آب و هوایی بسیار سرد در شرق استان لرستان بین طولهای جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۹ و پنجاه و پنج دقیقه و همچنین عرض های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه واقع شده و همچنین از شهرهای مرتفع و مناطق سردسیر ایران است که با وسعتی برابر ۵۸۷۰ کیلومتر مربع و بارندگی سالانه بین ۳۰۰ تا ۹۰۰ میلی متر، ۱۹۹۸ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است. طول رودخانه های این شهرستان به ۶۰۰ کیلومتر می رسد.

شاخص بارش استاندارد (SPI)

اساس این نمایه بر محاسبه احتمال وقوع بارندگی برای هر مقیاس زمانی استوار است که برای اولین بار توسط مک کی و همکاران (۱۹۹۳) به منظور پایش و تعیین خشکسالی ها در ایالت کلرادو امریکا ارائه شد. این شاخص برای مقیاس های زمانی ۴۸، ۲۴، ۱۲، ۶، ۳، ۱ ماهه و یک ساله محاسبه می شود. این مقیاس های زمانی متفاوت، اثرات خشکسالی را بر روی قابلیت دسترسی به منابع آبی مختلف بیان میکند و دقت محاسبات را بالا میبرد. شاخص SPI در مطالعه تاثیرات کمبود بارش بر روی آبهای زیرزمینی، ذخایر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک و جریان آبراهه ها، کارایی مناسبی دارد (قلی زاده ۱۳۸۳). این شاخص اساساً برای تعریف و پایش خشکسالی و ترسالی ارائه شده است (تامپسون ۱۹۹۹) و به تحلیلگر امکان میدهد تا تعداد وقایع خشکسالی و ترسالی اتفاق افتاده را برای هر گام زمانی دلخواه تعریف و شناسایی نماید (مک کی و همکاران ۱۹۹۳) طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می افتد که SPI بطور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد، و هنگامی پایان می یابد که SPI مثبت گردد. (علیزاده ۱۳۸۷). در این روش، علاوه بر انحراف از میانگین بارشهای رخ داده در طی یک دوره آماری، انحراف معیار داده ها نیز مورد استفاده است، به طوریکه نسبت اختلاف میانگین جامعه، یا نمونه از مقدار بارندگی هر سال آماری به انحراف معیار جامعه یا نمونه محاسبه می شود، که معادله ی آن به صورت زیر میباشد (پیری و همکاران ۱۳۹۲):

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD} \quad (1)$$

که در آن P_i بارندگی سال i میانگین بارندگی بلند مدت و SD انحراف معیار بارش در طول دوره آماری می باشد. طبقه بندی مقادیر SPI در جدول ۱ آمده است.



جدول شماره ۱- طبقه بندی مقادیر SPI

مقدار SPI	وضعیت
بزرگتر مساوی ۲	فرا مرطوب
۱/۵-۱/۱۹۹	بسیار مرطوب
۱/۴۹-۱	نسبتاً مرطوب
۰/۹۹ - (-۰/۹۹)	نزدیک نرمال
(-۱) - (-۱/۴۹)	نسبتاً خشک
۱/۵-۱/۱۹۹	بسیار خشک
کوچکتر یا مساوی ۲	فرا خشک

شاخص Z چینی (CZI)، شاخص Z چینی اصلاح شده (MCZI) و شاخص عدد Z (ZSI):

شاخص CZI بر اساس تبدیل ریشه سوم ویلسون-هیلفرتی (Kendall & Stuart, 1997) شکل گرفته است، با این فرض که داده های بارندگی از توزیع پیرسون نوع سه تبعیت می کند. شاخص به صورت زیر محاسبه می شود برای محاسبه MCZI، میانه به جای میانگین داده ها در محاسبات بکار می رود. طبقه بندی مقادیر این سه شاخص همانند SPI است.

$$CZI = \frac{6}{C_S} \left(\frac{C_S}{2} \cdot \varphi_J \right)^{1/3} - \frac{6}{C_S} + \frac{C_S}{6} \quad (2)$$

$$C_S = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^3}{n \times \sigma^2} \quad (3)$$

$$\varphi_J = \frac{(X_j - \bar{X})}{\sigma} \quad (4)$$

که در آنها J ماه مورد نظر، C_S ضریب چولگی، μ_1 متغیر استاندارد معیار، X_j بارندگی ماه J، \bar{X} میانگین بارندگی ماهانه، n تعداد کل ماه ها در طول دوره آماری، σ^2 واریانس داده های بارندگی ماهانه، σ انحراف معیار داده های بارندگی ماهانه (کریمی و همکاران ۱۳۹۰).

شاخص درصد نرمال (PN)

این نمایه در سال ۱۹۹۴ توسط ویلک و همکارانش ارائه شد (جامعی و رادمنش، ۱۳۹۲) این شاخص از جمله ساده ترین شاخص ها برای ارزیابی خشکسالی است. از تقسیم میزان بارندگی رخ داده بر مقدار بارندگی نرمال (میانگین درازمدت) به دست می آید و برحسب درصد بیان می شود (کریمی و همکاران ۱۳۹۰).

$$PN = \frac{P_i}{\bar{P}} \quad (5)$$

که در آن P_i بارندگی و \bar{P} میانگین دراز مدت بارش می باشد.



جدول شماره ۲- رتبه بندی شاخص PN

رتبه PN	مقادیر PN	کلاس
۱	۷۰ - ۸۰٪	خشکسالی جزئی
۲	۵۵ - ۷۰٪	خشکسالی متوسط
۳	۴۰ - ۵۵٪	خشکسالی شدید
۴	کمتر از ۴۰ درصد	خشکسالی بسیار شدید

شاخص دهک ها (DI)

این شاخص برای اولین بار در سال ۱۹۶۷ توسط گیبس و ماهر ارائه شد. در این شاخص شدت خشکسالی ها و ترسالی ها به ترتیب از دهک اول به بعد برآورد می گردد. دهم پنجم مرز بین خشکسالی و ترسالی است (WMO, 1975). این شاخص نیز همانند شاخص درصد نرمال، برای دوره های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه می شود. طبقه بندی دهک ها به صورت جدول (۳) است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول شماره ۳- طبقه بندی دهک ها

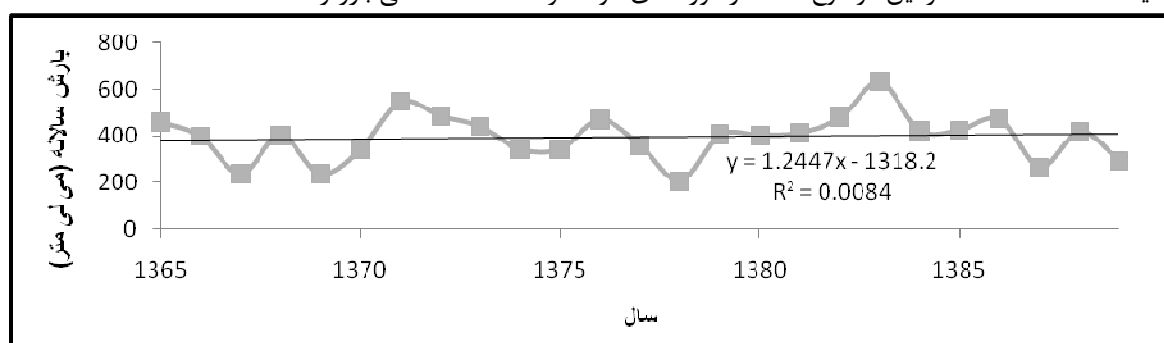
رتبه DI	دهک ها	کلاس
۱	کمتر از ۱۰ درصد	خیلی زیاد کمتر از نرمال
۲	۱۰ - ۲۰٪	خیلی کمتر از نرمال
۳	۲۰ - ۳۰٪	کمتر از نرمال
۴	۳۰ - ۴۰٪	اندکی کمتر از نرمال
۵	۴۰ - ۵۰٪	نرمال
۶	۵۰ - ۶۰٪	نرمال
۷	۶۰ - ۷۰٪	اندکی بالاتر از نرمال
۸	۷۰ - ۸۰٪	بالاتر از نرمال
۹	۸۰ - ۹۰٪	خیلی بالاتر از نرمال
۱۰	۹۰ - ۱۰۰٪	خیلی زیاد بالاتر از نرمال

نتایج و بحث

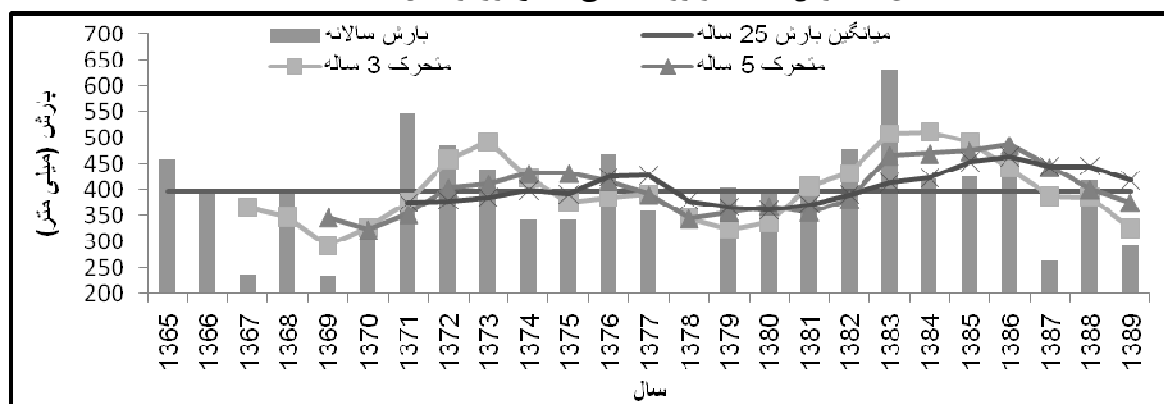
همبستگی خطی بالایی بین شاخصهای CZI و DI ، PN ، SPI ، ZSI وجود دارد که بیانگر این موضوع است که شاخص ها در تشخیص سالهای تر و خشک مشابه عمل نموده اند. لازم به ذکر است که ضریب همبستگی بین شاخص های PN و SPI ، ZSI به عدد یک می رسد. این در حالی است که همبستگی بین شاخص $MCZI$ با دیگر شاخص های ذکر شده بسیار پایین است (جدول شماره ۵). از طرف دیگر انطباق کامل منحنی های مربوط به شاخص های ZSI و CZI حاکی از آن است که این دو شاخص نتایج کاملا مشابهی است. این در حالی است که شاخص $MCZI$ قادر به نشان دادن دوره های تر و خشک نمی باشد (شکل ۴). با توجه به جدول شماره ۴ در تمامی ایستگاهها



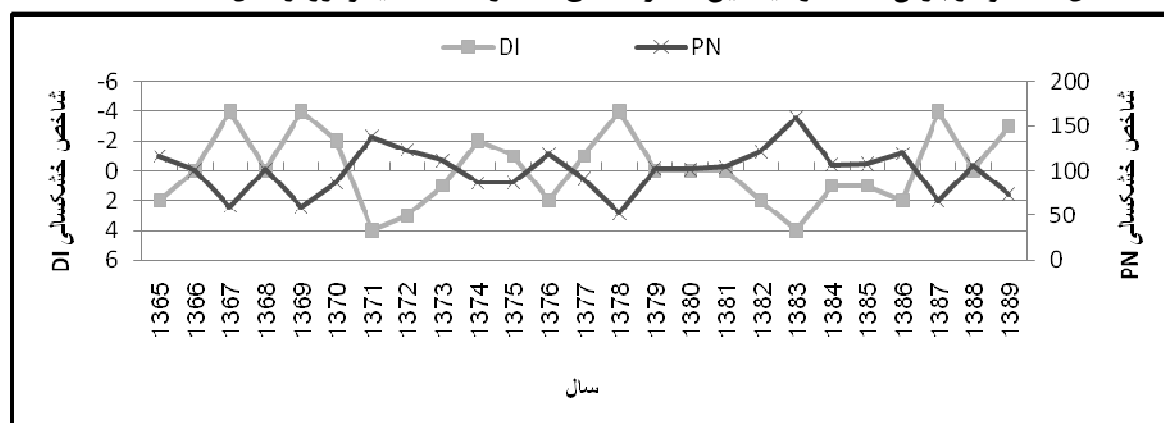
وضعیت تقریبا نرمال است. نتایج همچنین نشان داد که شاخص های ZSI ، SPI ، PN ، DI و CZI در شناسایی خشکسالیها در یک جایگاه قرار می گیرند به طوری که در تمامی این شاخص ها در سالهای ۶۷، ۶۹، ۷۱، ۷۸، ۸۷ و ۸۹ خشکسالی مشاهده شده است. و این در حالی است که در شاخص MCZI تنها یک سال خشک شناسی شده و در تمامی ساله وضعیت نزدیک به نرمال مشاهده شده است. پس به طور کلی می توان نتیجه گرفت با توجه به همبستگی و انطباق بالای منحنی های مربوط به شاخص های ZSI ، SPI ، PN ، DI و CZI این شاخص ها تفاوتی در شناسایی دوره های خشک و تر ندارند اما شاخص MCZI اینگونه نیست. همچنین بر اساس نمودار (۲) میانگین متحرک های ۳، ۵ و ۷ ساله مقایسه شده اند که نشانگر این موضوع است در دوره های کوتاه تر شدت خشکسالی بارزتر است.



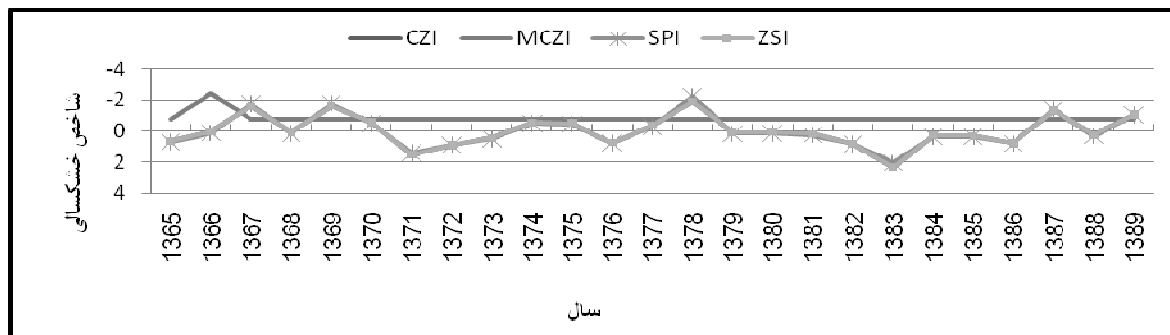
شکل ۱- بارش سالانه و روند خطی الیگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹



شکل ۲- نمودار بارش سالانه و میانگین متحرک های ۳، ۵ و ۷ ساله الیگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹



شکل ۳- نمودار شاخص های خشکسالی PN و DI الیگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹



شکل ۴- نمودار شاخص های خشکسالی SPI, CZI, MCZI و ZSI ایگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹

جدول شماره ۴- نتایج حاصل از شاخص های خشکسالی ایگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹

سال	SPI	ZSI	CZI	PN	DI	MCZI
۱۳۶۵	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	بالتر از نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۶۶	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	خیلی خشک
۱۳۶۷	خشکی شدید	خشکی شدید	خشکی شدید	خشکی متوسط	خیلی زیاد	نزدیک به نرمال
۱۳۶۸	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۶۹	خشکی شدید	خشکی شدید	خشکی شدید	خشکی متوسط	خیلی زیاد	نزدیک به نرمال
۱۳۷۰	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	پایین تر	نزدیک به نرمال
۱۳۷۱	خشکی شدید	خیلی مرطوب	خیلی مرطوب	نرمال	خیلی زیاد	نزدیک به نرمال
۱۳۷۲	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	خیلی بالاتر	نزدیک به نرمال
۱۳۷۳	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	کمی بالاتر	نزدیک به نرمال
۱۳۷۴	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	پایین تر از	نزدیک به نرمال
۱۳۷۵	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	کمی پایین تر	نزدیک به نرمال
۱۳۷۶	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	بالتر از نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۷۷	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	کمی پایین تر	نزدیک به نرمال
۱۳۷۸	خیلی خشک	خشکی شدید	خشکی شدید	خشکی شدید	خیلی زیاد	نزدیک به نرمال
۱۳۷۹	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۰	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۱	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۲	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	بالتر از نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۳	خیلی مرطوب	بینهایت	بینهایت	نرمال	خیلی زیاد	نزدیک به نرمال
۱۳۸۴	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	کمی بالا تر از	نزدیک به نرمال
۱۳۸۵	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	کمی بالا تر از	نزدیک به نرمال
۱۳۸۶	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	بالا تر از نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۷	خشکی متوسط	خشکی متوسط	خشکی متوسط	خشکی متوسط	خیلی زیاد پایین	نزدیک به نرمال
۱۳۸۸	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نزدیک به نرمال	نرمال	نرمال	نزدیک به نرمال
۱۳۸۹	خشکی متوسط	خشکی متوسط	خشکی متوسط	کمی خشک	خیلی پایین تر	نزدیک به نرمال



جدول شماره ۵- ضریب همبستگی بین شاخص های خشکسالی

DI	PN	CZI	MCZI	ZSI	SPI	
۰/۹۴۹۷	۰/۹۸۶۹	۰/۹۸۷۱	۰/۰۰۰۵	۰/۹۸۱	*	SPI
۰/۹۵۳	۱	۱	۰/۰۰۰۰۰۴	*	۰/۹۸۷	ZSI
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۴	*	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	MCZI
۰/۹۵۳۲	۱	*	۰/۰۰۰۰۰۴	۱	۰/۹۸۷۱	CZI
۰/۹۵۳۱	*	۱	۰/۰۰۰۰۳	۱	۰/۹۸۶۹	PN
*	۰/۹۵۳۱	۰/۹۵۳۲	.	۰/۹۵۳	۰/۹۴۹۷	DI

نتیجه گیری

در این مقاله، به منظور بررسی خشکسالی ایستگاه سینوپتیک الیگودرز واقع در استان لرستان، از داده های بارندگی ۲۵ ساله از سال ۶۵ تا ۸۹ و شاخص های خشکی درصدنرمال، دهک، استانداردبارش، Z چینی، Z چینی اصلاح شده، و عدد Z مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که شاخص MCZI، تمامی شاخص ها نتایج مشابهی در نشان دادن سالهای خشک دارند به طوری که در تمامی شاخص ها در سالهای ۶۷، ۶۹، ۷۱، ۷۸، ۸۷ و ۸۹ خشک مشاهده شده است این در حالی است که شاخص MCZI در تمامی سالها به جز سال ۶۶ شرایط را نزدیک به نرمال پیش بینی کرده است. بنابراین می توان متذکر شد که این شاخص در نشان دادن سالهای تر و خشک توانایی ندارد. از طرف دیگر همبستگی خطی بالایی بین شاخصهای ZSI، SPI، PN، DI و CZI وجود دارد که بیانگر این موضوع است که شاخص ها در تشخیص سالهای تر و خشک مشابه عمل نموده اند. پس از محاسبه شاخص های خشکسالی از آماره آزمونی من کندال برای مشخص کردن هرگونه روند احتمالی در شاخص ها استفاده شد و نتایج حاکی از آن است که در هیچ یک از شاخص ها روند خاصی مشاهده نشده است.

منابع:

- اختری، ر. مهدیان، م. مرید، س. ۱۳۸۵. تحلیل مکانی شاخصهای خشکسالی SPI و SDI در استان تهران، تحقیقات منابع آب، ۱(۴): ۳۸-۲۷
- پاپلی یزدی، م. ح. ۱۳۷۸. آیینهای باران خواهی در زمان خشکسالی، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جغرافیایی-۱۸۶. ۵۵: ۲۱۱
- پیری حلیمه، عباس زاده محبوبه، راهداری وحید، ملکی سعیده (۱۳۹۲)، ارزیابی تطبیقی ۴ نمایه خشکسالی هواشناسی با استفاده از روش تحلیل خوشه ای (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان)، مجله ی مهندسی منابع آب / سال ششم، صص ۳۶۰-۲۵
- جامعی مهدی و رادمنش فریدون، (۱۳۹۲) بررسی و پایش خشکسالی ایستگاه اندک با استفاده از شاخص های خشکسالی، اولین همایش ملی چالش های منابع آب و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
- سبزی پرور علی اکبر و کاظمی آزاده (۱۳۸۹)، ارزیابی تطبیقی هفت نمایه خشک سالی هواشناسی با استفاده از روش تحلیل خوشه ای، علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره یک



یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز

11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management

۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

- سبزی پرور، ع.، ۱۳۸۲. تحلیل نمایه های خشکی و خشک سالی استان همدان از دیدگاه هواشناسی. سالحوند ایران، منتظری مجید، مومنی مهدی (۱۳۹۲) پهنه بندی خشکسالی باشاخصهای (SPI, PNI, DI, CZI, ZSI), و دنباله ها در شهرهای استان خوزستان در محیط GIS، فصل نامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، سال پنجم، شماره ۱۷ طرح تحقیقاتی سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان همدان، همدان. علیزاده، امین. ۱۳۸۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱) بررسی سینوپتیک الگوهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه در دوره ۱۹۶۱-۱۹۹۰، نیوار، شماره ۴۵ و ۴۴، ۲۹-۷.
- کریمی ولی الله، حبیب نژاد محمود روشن، جان آبکار علی (۱۳۸۹) بررسی شاخص های خشکسالی هواشناسی در ایستگاه های سینوپتیک مازندران، سال دوم، شماره ۵، پاییز ۹۰ محمودی کهن ف، اسماعیلی ع و هانی م، ۱۳۹۰. مطالعه نقش بارندگی در وقوع خشکسالی در مناطق خشک با استفاده از شاخص های گیاهی سنجش از دور (مطالعه موردی: رفسنجان)، همایش ملی ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری کشور، ۲۵ تا ۲۸ اردیبهشت، تهران
- مرعشی، م (۱۳۸۷) بررسی شاخصهای خشکسالی در مناطق نیمه مرطوب و خشک (مطالعه موردی: گلستان- سیستان) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، ص ۱۴۶
- Bordi, I., Frigio, S., Parenti, P., Speranza, A. and Sutera, A. 2001. The analysis of the standardized precipitation index in the Mediterranean area, *Annali Di Geofisica*, 44, pp.965-977.
- Herweijer C, Seager.R (2008) The global footprint of persistent extra-tropical drought in the instrumental era. *International Journal of Climatology* 28:13, 1761-1774 Online publication date: 15-Nov-2008.
- Dracup J.A. Lee K.S. and Paulson E.G. 1980. On the definition of droughts. *Water Resources Research* 16(2):297-302.
- Hayes, M. 1996. Drought indexes. National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln, 7 pp
- Mckee, T. B., Doesken, N. J. and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. preprints Eighth Conference on Applied Climatology:179-184.
- Morid, S., Smakhtinb, V. and Bagherzadehc, K. (2007) Drought forecasting using artificial neural networks and time series of drought indices. *Int. J. Climatol.* 27: 2103-2111
- Richard, R., Heim, H., 2002. A review of twentieth century drought indices used in the United States. *J. American Meteorological Society*, 1149-1165
- Szalai, S. and Szinell, C. 2000. Comparison of two drought indices for drought monitoring in Hungary - a case study. In J. V. Vogt and F. Somma, editors, *Drought and Drought Mitigation in Europe*, pages 161-166. Kluwer, Dordrecht. 325pp.



یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز

11th National Conference on Watershed Management Sciences
and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management



۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

Thompson, S. A., 1999, Hydrology for water management, Balkema, Rotterdam
Netherlands, 362 pp.

WMO, 1975. special environmental, Report No 5