



## ارزیابی وضعیت خشکسالی هواشناسی منطقه لارستان با استفاده از شاخص های خشکسالی

سیامک پیش بین\*

استادیار گروه کشاورزی و عضو هیات علمی واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

علیرضا افسرده

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت کشاورزی واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

## چکیده مبسوط

**مقدمه:** هدف از تحقیق حاضر، بررسی وضعیت خشکسالی هواشناسی با مقایسه شاخص های خشکسالی و ارائه راه کار به منظور به حداقل رساندن آسیب های ناشی از آن در شهرستان لارستان در استان فارس می باشد.

**مواد و روش ها:** روش تحقیق به صورت توصیفی - تحلیلی با اهداف کاربردی همراه با عملیات میدانی می باشد. جامعه این پژوهش منطقه جغرافیایی شهرستان لارستان می باشد. برای این منظور میزان بارندگی و میانگین دما برای یک دوره ۱۴ ساله گردآوری گردید. در این تحقیق با استفاده از شاخص های خشکسالی به ارتباط بین آنها و تشخیص میزان خشکسالی در منطقه پرداخته شده است. شاخص بارش استاندارد (SPI)، شاخص Z چینی (CZI)، شاخص عدد Z (ZSI) و شاخص شناسایی خشکسالی (RDI) محاسبه و با یکدیگر مقایسه شده اند.

**نتایج و بحث:** نتایج تحقیق، خشکسالی خفیف تا شدید را در طی این دوره تایید نمود. مقدار شاخص SPI برابر  $۱/۳۲$ ، RDI برابر  $۱/۶۲$ ، CZI برابر  $۱/۲۱$  و ZSI برابر  $۱/۱$  بدست آمد. در بازه فوق ZSI از نظر انعکاس خشکسالی، کمترین حساسیت و مقدار RDI بیشترین حساسیت را نشان داد. روند تغییرات SPI و RDI تشابه بسیار زیادی داشت. فراوانی خشکسالی بر حسب شاخص های مختلف، بین  $۴۴/۸$  تا  $۶۹$  درصد از مجموع سال ها را شامل شد. میزان شاخص های CZI و SPI در هر دوره ۳، ۶ و ۱۱ ساله به هم نزدیک بوده و شاخص ZSI در همان دوره از هر دو بالاتر بود. از نظر شدت، خشکسالی های خفیف سهم بیشتری و خشکسالی های متوسط و شدید سهم کمتری داشتند. مقارن با سال های با وقوع حداقل بارش، مقدار عددی RDI کمتر از SPI شده و به عبارت دیگر، مقدار منفی و شدت خشکسالی بیشتری را نشان می دهد. با افزایش مقدار بارش در سال های مرطوب خفیف به بالا مقدار عددی RDI بیشتر از SPI گردید که بیانگر حساسیت بیشتر این شاخص نسبت به شرایط محیطی به خصوص دما است.

**نتیجه گیری:** باتوجه به ارزیابی شاخص های فوق، می توان نتیجه گرفت که وقوع خشکسالی در منطقه فوق رخ داده و امکان ادامه و افزایش شدت آن با توجه به کاهش بارندگی در انتهای سال های مورد مطالعه امکان پذیر است. بنابراین، توجه به اعمال مدیریت صحیح مصرف آب در کشاورزی و کاهش پیامدهای خشکسالی در توسعه این منطقه، لازم و نیازمند برنامه ریزی و اجرای اقدام های پیشگیرانه و تعیین الگوی مصرف صحیح آب در مقابله با پدیده خشکسالی و توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست است. این مهم مستلزم به کارگیری دانش فنی کافی در پیش بینی خشکسالی و توان مقابله با آن در سال های آتی با توجه به وقوع روند کاهش نزولات جوی و افزایش دما در منطقه می باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷

واژه های کلیدی: خشکسالی،

شاخص های خشکسالی، لارستان، هواشناسی

نویسنده مسئول: سیامک پیش بین

نشانی: گروه کشاورزی واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم | تلفن: ۰۹۱۷۷۰۹۵۶۸۹ | پست الکترونیکی: Pishbin\_info@yahoo.com

استاد: پیش بین سیامک، افسرده علیرضا، ارزیابی وضعیت خشکسالی هواشناسی منطقه لارستان با استفاده از شاخص های خشکسالی. پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست.

۱۴۰۳؛ (۶): ۱۷-۱.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



## مقدمه

و گسترده می‌شود. این نوع خشکسالی تأثیرات زیادی بر روی ابعاد مختلف اقتصادی و به ویژه انواع خاصی از محصولات و کالاهای اقتصادی می‌گذارد. تعریف خشکسالی اقتصادی - اجتماعی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی است (شعبانی و همکاران ۱۴۰۲). زمانی که خشکسالی آغاز می‌شود بخش کشاورزی به دلیل وابستگی بیش از حد به ذخیره رطوبت خاک معمولاً نخستین بخشی است که تحت تأثیر شدید محیطی زیستی قرار می‌گیرد. در طی دوره‌های طولانی مدت خشکسالی چنانچه کمبود بارش ادامه یابد رطوبت خاک به سرعت تخلیه می‌شود. در این صورت اتکاء مردم به سایر منابع آبی بایستی تأثیرات این کمبود را مرتفع سازد (علی‌اکبری و همکاران ۱۴۰۲). یکی از مهم‌ترین کاربرد شاخص خشکسالی تهیه گزارش دوره‌ای شدت و وسعت خشکسالی است. شاخص خشکسالی وسیله‌ای است که با خلاصه نمودن اطلاعات خشکسالی به صورت دوره‌ای این اطلاعات و شرایط رطوبتی در منطقه را گزارش می‌دهد (واسیم و همکاران ۲۰۲۲). به گفته کارشناسان سازمان ملل اگر خشکسالی در ایران رخ دهد به فاجعه انسانی تبدیل می‌شود و هم اکنون زنگ‌ها در بیشتر استان‌های ایران برای خشکسالی به صدا درآمده است. پروفیسور کردوانی که در زمینه محیط زیست، آب و کم آبی در کشور مطالعات و تألیفات گسترده ای دارد در زمینه بحران کم آبی می‌گوید: مشکل کم آبی در کشور یک بحران ملی است و افزایش جمعیت و مهاجرت روستاییان به شهرها بر دامنه این بحران می‌افزاید. این روند مهاجرت باعث کاهش تولیدات کشاورزی و بدتر از آن افزایش جمعیت شهری و به همان نسبت بالا رفتن مصرف آب شهری می‌شود (شکور و همکاران ۱۴۰۲). کشور ایران به خاطر قرار گرفتن در کمربند خشک جغرافیایی و نوار بیابانی که در ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی واقع شده است، از شرایط آب و هوایی خشکی برخوردار است که جزو مناطق کم باران جهان به شمار می‌آید. علاوه بر این کشور ما، کم آب و بارش‌ها نیز در آن نامنظم است. میانگین بارش در ایران ۲۴۸ میلی‌متر در سال است. این میزان یک سوم متوسط بارش در جهان معادل ۸۳۱ میلی‌متر است. در مجموع میزان جریان‌های سطحی کشور در مقایسه با متوسط دراز مدت ۴۶ درصد کاهش داشته که عدد بسیار بالایی بوده و این نشان دهنده خشکسالی هیدرولوژی در ایران است (عبدی و همکاران ۱۳۹۷). تاکنون تعاریف بسیاری از خشکسالی ارائه شده است. به طور کلی خشکسالی شامل یک دورهٔ پیوسته و پایدار (از چند ماه تا چندین

نگاهی به پیشینه زندگی انسان در روی کره زمین حاکی از این است که انسان همواره در معرض انواع بلایای طبیعی بوده است. بخشی از این بلایا مربوط به عوامل و نوسانات اقلیمی می‌باشد. مواردی مانند خشکسالی‌ها که در قدیم رخ داده، اثرات مهلکی بر جای گذاشته است. آب، که رکن اساسی توسعه پایدار است، مایه حیات بشری بوده و همانند بسیاری از نعمت‌های الهی ماهیت دوگانه خیر و شر در آن نهفته است (اشرف و همکاران ۲۰۲۰).

آب از طرفی عامل ایجاد سیل و در پی آن خرابی و خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود و از طرف دیگر کمبود آن یعنی خشکسالی باعث نابودی و تغییر اساسی در اکوسیستم‌ها و محیط زیست می‌شود. توجه به مسئله پیشگیری و کاهش پیامدهای خشکسالی در توسعه مناطق، نیازمند برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات پیشگیرانه است که خود مستلزم بکارگیری دانش کافی در پیش‌بینی خشکسالی است. خشکسالی به عنوان یکی از پدیده‌های محیط زیستی شناخته شده و در واقع بخش جدایی‌ناپذیری از تغییرات اقلیمی است که می‌تواند در هر منطقه جغرافیایی حادث شود و تأثیرات عمده‌ای بر آن منطقه بگذارد. این پدیده به لحاظ گستردگی، شدت، مدت و میزان آسیب‌رسانی به بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، یکی از بزرگترین بلایای طبیعی محسوب می‌گردد که سالانه در سراسر دنیا میلیاردها دلار خسارت را به بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی جوامع، به ویژه بخش کشاورزی وارد می‌کند (نامن و همکاران ۲۰۱۸). خشکسالی هواشناسی که در بسیاری از منابع با عنوان خشکسالی اقلیم‌شناسی از آن نام برده شده است به دلیل کمبود و یا کاهش مقدار بارندگی در طی دوره ای از زمان به وجود می‌آید. به عبارتی خشکسالی هواشناسی زمانی حادث می‌شود که میزان بارندگی سالانه کمتر از میانگین درازمدت آن باشد. این کمبود بارندگی ممکن است نسبت به میانگین نرمال یک منطقه اقلیمی و یا طول دوره خشک ارزیابی گردد. تعاریف خشکسالی هواشناسی باید به صورت موردی برای هر منطقه خاص در نظر گرفته شود چرا که شرایط جوی که موجب کمبود بارش می‌شود، از منطقه‌ای به منطقه دیگر شدیداً تغییر می‌کند (جوهانا و میونا ۲۰۱۷).

خشکسالی اقتصادی - اجتماعی معمولاً پس از یک دوره بسیار طولانی مدت خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حادث می‌گردد و موجب قحطی، مرگ و میر، مهاجرت‌های دسته‌جمعی

خشکسالی‌ها اغلب اوقات به صورت توصیفی و کیفی ارائه می‌شوند. خشکسالی‌ها با دیگر پدیده‌های هواشناسی از نظر ویژگی‌های زمانی تفاوت دارند. تعیین زمان آغاز و پایان خشکسالی‌ها بسیار مشکل است. پیچیدگی مسائل مرتبط با خشکسالی باعث شده است که نتوان این پدیده را به درستی تحلیل و بررسی نمود و نتایج حاصله نیز از دقت خوبی برخوردار نباشند (خلکی و همکاران ۱۳۹۸). تحقیقی با عنوان ارزیابی خشکسالی و سنجش آسیب پذیری اقلیمی استان گیلان انجام شده است. در این تحقیق با مدل SUM، بیشترین آسیب‌پذیری در نواحی وسیعی از شرق استان، در شهرستان رودسر با مساحت ۲۳/۷ درصد استان بود. در مدل همپوشانی GAMA، قسمت‌های وسیعی از غرب استان در شهرستان تالش و شهرستان رشت با مساحت ۷۲/۳۱ درصد در کلاس آسیب‌پذیری خیلی زیاد مشاهده گردید. در بررسی مولفه‌های CVI، شاخص CVI کل استان ۵/۴ درصد به دست آمد. شاخص CVI در مولفه منابع، ۵۶/۱۲ درصد بالاترین رتبه و در مولفه R، ۹۴/۳۶ درصد کمترین رتبه را به دست آورد (راستگو و همکاران ۱۴۰۱). تحقیقی با عنوان بررسی روش‌های مقابله با خشکسالی توسط کشاورزان در شهرستان شیروان استان خراسان شمالی انجام شد. نتایج نشان داد اولویت اول راهکارهای مقابله با خشکسالی مربوط به راهکارهای اصلاح زمین و اولویت آخر، مربوط به راهکارهای ذخیره‌ای است. همچنین، استفاده از لوله برای انتقال آب کشاورزی و همکاری در ایجاد و توسعه شبکه‌های آبیاری و آبرسانی محلی و ذخیره باران با ایجاد سطوح آبگیر باران، جزو سه توصیه مهم برای مقابله با خشکسالی بود (عابدی و همکاران ۱۳۹۸). پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های SPI، RDI<sup>۱</sup> و SPEI<sup>۲</sup> در شرایط تغییر اقلیم در ایستگاه کرمانشاه طی دوره سال‌های ۱۹۶۳ تا ۲۰۱۹ انجام شد. بازه زمانی مورد بررسی ۱۲ و ۲۴ ماهه بودند. جهت برآورد مقادیر تبخیر تعرق پتانسیل (ETp) از معادله هارگریوز-سامانی استفاده شد. روندیابی سری داده‌ها با آزمون من-کندال انجام شد. نتایج نشان داد، مقادیر دمای هوا و (ETp) در ایستگاه کرمانشاه افزایش یافته است در حالی که مقادیر بارش کاهش نشان داد. حساسیت دو شاخص RDI<sup>۳</sup> و SPEI<sup>۴</sup> به تغییرات اقلیمی بیش‌تر از شاخص SPI به دست آمد (نیکبخت و همکاران ۱۴۰۲). در تحقیقی به بررسی روند تغییرات پوشش سطح زیرکشت برنج

سال) است که در این دوره مقدار آب موجود در منابع آبی منطقه به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و دچار کمبود می‌شود (علی پور و همکاران ۱۳۹۹). به هر حال از آنجایی که مفهوم خشکسالی مفهوم پیچیده‌ای است به منظور جلوگیری از سوء تفاهم و ارائه تعابیر متفاوت، تعریف روشن و مشخص آن اهمیت زیادی دارد که در ابتدای تمایز بین واژه‌های خشکی و خشکسالی ضروری است. خشکی دارای مفهوم کلی بوده است و برای عناصر مختلف محیط زیست به کار نمی‌رود. حال آنکه خشکسالی بیانگر اثرات مختلف بر روی موجودات کوچک، حیوانات و انسان‌ها در این پدیده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. خشکی یک واژه بوم‌شناسی - زراعی و اجتماعی است (علی‌اکبری و همکاران ۱۴۰۲). در تحقیقی با بررسی ویژگی‌های خشکسالی شهرستان لار از داده‌های بارندگی ۱۹ ایستگاه در دوره آماری ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۱ استفاده شد. هدف از این تحقیق استفاده از شاخص‌های تحلیل خشکسالی جهت شناخت ویژگی‌های مختلف خشکسالی بطور ماهانه در منطقه لارستان می‌باشد. پس از تحلیل آماری داده‌ها مشخص گردید که دوام خشکسالی بر حسب شاخص نمره Z<sup>۱</sup> (ZSI) بیش از سایر شاخص‌هاست. همچنین، شاخص بارندگی استاندارد (SPI)<sup>۲</sup> شدت بیشتری و در مقیاس ماهانه، شدت را بیش از شاخص‌های دیگر معلوم ساخت (مشیری ۱۳۹۳). ویژگی‌های خشکسالی ممکن است در رژیم‌های مختلف آب و هوایی دنیا متفاوت باشد. در مناطق گرمسیری و پرباران استوائی اگر مقدار بارش نسبت به نرمال سالیانه دچار کاهش نسبی گردد و خشکسالی هواشناسی در منطقه حاکم شود، این امکان وجود دارد که این کاهش تأثیر محسوسی بر روی منابع آبی منطقه نگذارد و به عبارتی از نظر هیدرولوژیکی خشکسالی اتفاق نیافتد. اما در مناطق حساس فراخشک و خشک، کاهش بارندگی تأثیر بسیار زیادی بر روی منابع آب می‌گذارد. بنابراین تعریف جامع و دقیقی از خشکسالی که مورد پذیرش همگان باشد و کاربرد جهانی داشته باشد وجود ندارد (اسدی و همکاران ۱۴۰۱). همه مناطق دنیا به طور موقت اما نامنظم از تکرار شرایط خشکسالی رنج می‌برند، اما این وضعیت در مناطقی که از نظر اقلیمی به طور متوالی ولی نامنظم سیستم‌های هوایی مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرند، حادث است. برخلاف سیلاب که قابل اندازه‌گیری مستقیم می‌باشد،

1- Z Score Index

2- Standardized Precipitation Index

3- Reconnaissance Drought Index

4- Standardized Precipitation-Evaporation Index

ایران در طی دوره مورد مطالعه خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدت و گستردگی متفاوتی تجربه کرده است (سعدین ۲۰۱۸). استان فارس یکی از استان‌های جنوبی ایران است که در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی واقع شده است و مساحت آن ۱۲۲۲۷۲ کیلومتر مربع است. این استان با ۳۷ شهر به دلیل توزیع نابرابر نزولات جوی دارای اقلیم‌های بسیار متنوع است. این استان دارای ۶۷/۴ درصد مرتع، ۲۰/۴ درصد جنگل و ۱۲/۲ درصد بیابان است. میانگین دمای استان ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارندگی سالانه ۲۸۶/۸ میلی‌متر و میانگین تبخیر سالانه ۲۵۵۳/۴ میلی‌متر است (شعبانی ۲۰۲۴). شهرستان لارستان یکی از شهرهای جنوبی استان فارس بوده که ۱۰ درصد از محصولات کشاورزی استان فارس را تأمین و عمده محصولات آن شامل جو، گندم، کلزا، پنبه، آفتابگردان، صیفی‌جات، سبزیجات، انگور، انجیر، کنار، انواع مرکبات، برنج و محصولات بومی منطقه مانند خرما است. فاصله این شهر تا شیراز ۳۵۱ کیلومتر و تا بندرعباس ۱۹۰ کیلومتر است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی وضعیت خشکسالی هواشناسی با محاسبه و مقایسه شاخص‌های خشکسالی و تحلیل شدت و فراوانی و تشخیص رخداد و پراکندگی و ارتباط بین شاخص‌های خشکسالی و ارائه راه‌کار به منظور به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از آن در شهرستان لارستان در استان فارس می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### – منطقه مورد مطالعه:

برای ارزیابی وضعیت خشکسالی هواشناسی از داده‌های بارندگی و دما در مدت ۱۴ سال در طول سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۴۰۱ استفاده گردید. این تحقیق به بررسی خشکسالی هواشناسی بر اساس محاسبات شاخص‌های ارزیابی خشکسالی در شهرستان لارستان می‌پردازد. شهرستان لارستان یکی از شهرستان‌های جنوبی استان فارس (شکل ۱) مابین شهرستان‌های گراش، لامرد، خنج، بستک داراب و جهرم و شهر لار مرکز این شهرستان می‌باشد. این شهرستان بین عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی (شکل ۲) و ارتفاع ۸۰۰ متر از سطح دریا واقع است. شهرستان لارستان دارای مساحت ۱۰،۷۴۰

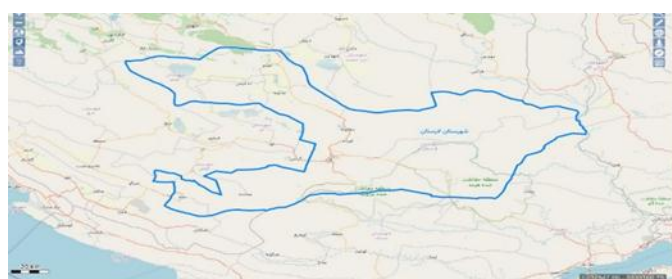
در استان غماص عراق طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ و رابطه آن با دمای سطح زمین به منظور بررسی خشکسالی پرداخته است. جهت مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی از شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) شاخص وضعیت پوشش گیاهی (VCI) و شاخص دمای سطح زمین (LST) به منظور بررسی سطح زیر کشت برنج و نیز دمای سطح زمین و شدت خشکسالی استفاده گردید. نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NDVI پوشش گیاهی روندی افزایشی را طی این دوره داشته در صورتی که بر اساس شاخص LST دمای سطح زمین طی این دوره کاهش یافته است. این نشان می‌دهد که با افزایش پوشش گیاهی، دمای سطح زمین کاهش یافته است. با این حال، بر اساس شاخص VCI، منطقه مورد مطالعه در وضعیت غیرخشکسالی می‌باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده هر چه دمای سطح زمین کاهش یابد، نشان‌دهنده افزایش پوشش گیاهی و سطح زیر کشت برنج می‌باشد (نیک عهد و همکاران ۱۴۰۲). در تحقیقی ردیابی، پهنه‌بندی و شناسایی کانون‌های گرد و غبار در استان‌های مرزی عراق با ایران در یک دوره ده ساله ۲۰۲۲-۲۰۱۲ انجام و با استفاده از شاخص گیاهی نرمال شده (NDVI) و طبقه‌بندی پدیده‌های سطح زمین، به صورت جداگانه تحلیل شد. نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه در کشورهای ایران، عراق و عربستان نشان دهنده عوارض خشکسالی و گسترش اراضی بیابانی و خشک شدن تالاب‌ها، مرداب‌ها و رودخانه‌ها و از بین رفتن پوشش گیاهی و لخت شدن زمین‌عاری از هرگونه پوشش مرتعی، جنگلی و کشاورزی می‌باشد. برای مقابله با طوفان‌های گرد و غبار، روش‌هایی از قبیل مرطوب کردن خاک، بیولوژیکی و مکانیکی مثل مالچ‌پاشی را می‌توان انجام داد (میرزایی و همکاران ۱۴۰۲). در مقاله ای با عنوان مطالعه تحلیلی توزیع بارش‌ها با استفاده از نمایه‌های خشکسالی در اقلیم‌های مختلف ایران نتایج چنین بیان نمود که یکی از مخاطرات طبیعی در تمام پهنه‌های اقلیمی خشکسالی است که در نتیجه یک کمبود بارش سالانه نسبت به میانگین بلندمدت بارش منطقه رخ می‌دهد. از بین شاخص‌های مختلف، پنج شاخص نرمال بارش (PNPI)، شاخص ناهنجاری بارش (RAI)، شاخص دهکها (DI)، شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و شاخص نمره Z انتخاب شدند. این اطلاعات در طول دوره آماری از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۳ یعنی ۳۰ ساله ارزیابی شد. نتایج تحقیق نشان داد که

نرم افزار DIP نسخه ۲، خشکسالی هواشناسی شهرستان لارستان محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت. روش تحقیق به صورت توصیفی - تحلیلی با اهداف کاربردی همراه با عملیات میدانی می باشد. جامعه این پژوهش منطقه جغرافیایی شهرستان لارستان می باشد. گردآوری اطلاعات بارندگی و دما برای یک دوره ۱۴ ساله از سال ۱۳۸۸ تا ۱۴۰۱ انجام گردید. بارش در ۶/۶ درصد سال ها کمتر از میانگین و در ۴/۴ درصد سال ها بیشتر از میانگین بوده است. میزان بارش از ۱/۸۴ تا ۶/۵۰۵ میلی متر نوسان دارد. به این ترتیب دامنه تغییرات بارش ۵/۴۲۱ میلی متر، و انحراف استاندارد آن ۱۳۲ میلی متر بدست آمد.

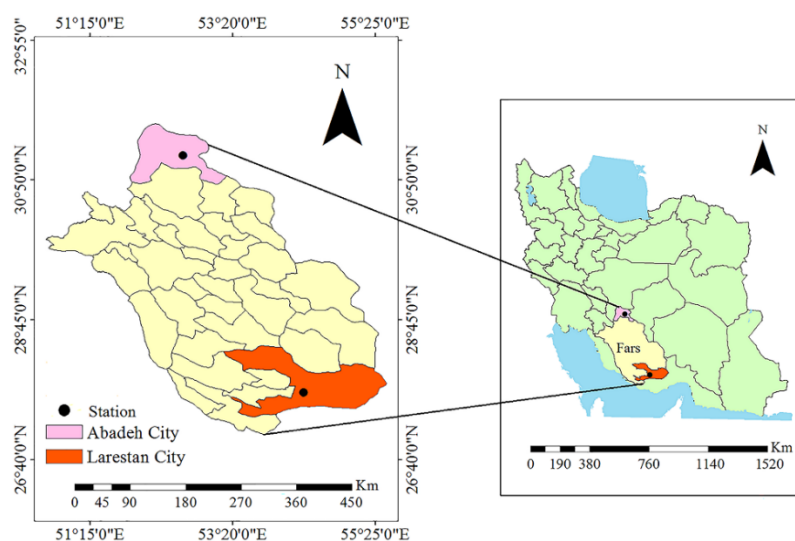
کیلومتر مربع و میانگین دما، بارندگی سالانه و تبخیر سالانه این شهر به ترتیب ۲۳/۹ درجه سانتی گراد، ۲۱۳ میلی متر و ۳۳۰۷ میلی متر است. بر اساس سیستم طبقه بندی اقلیمی آمبرژه، شهرستان لارستان دارای آب و هوای گرم بیابانی است (شعبانی و همکاران ۲۰۲۴).

#### - روش کار:

با استفاده از شاخص های معتبر علمی شامل شاخص بارش استاندارد (SPI)، شاخص Z چینی (CZI)، شاخص عدد Z (ZSI) و شاخص شناسایی خشکسالی (RDI) و محاسبه آنها توسط



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه شهرستان لارستان در استان فارس



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی استان فارس در کشور و منطقه مورد مطالعه شهرستان لارستان (شعبانی و همکاران ۲۰۲۴)

#### - شاخص بارش استاندارد یا SPI

این شاخص بر اساس تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار بدست می آید و تنها فاکتور مؤثر در محاسبه این شاخص، عنصر بارندگی است.

در این تحقیق پس از جمع آوری اطلاعات لازم، با محاسبه شاخص های تعیین خشکسالی SPI، CZI، ZSI و RDI ارتباط بین آنها و خشکسالی منطقه لارستان مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص های مورد مطالعه فوق شامل موارد ذیل است:

بر انحراف استاندارد است. هدف SPI اختصاص ارزش عددی به بارندگی می باشد که بتوان نواحی کاملاً متفاوت را با هم مقایسه کرد. طبق این روش، دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می افتد که مقدار شاخص SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر رسد و هنگامی پایان می یابد که SPI مثبت گردد. شاخص SPI از رابطه ۱ بدست می آید (مکی و همکاران ۱۹۹۳).

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

$P_i$ : مقدار بارش در دوره مدنظر

$\bar{P}$ : میانگین دراز مدت بارش برای دوره مدنظر

SD: انحراف معیار مقدار بارش

مقادیر SPI که بر طبق رابطه ۱ به دست می آید از یک توزیع نرمال تبعیت می کند که دارای میانگین صفر و انحراف معیار یک است. میزان عددی این شاخص طبق جدول ۱ بیانگر شرایط و درجه خشکسالی می باشد. با وجود فواصل کم عددی درجه های تفکیکی در جدول فوق، شرایط آب و هوایی در هر درجه بشدت تغییر کرده و بسیار ملموس می باشد.

شاخص SPI امکان تعیین کمی خشکسالی یا وقایع غیرعادی رطوبت را در مقیاس زمان مشخص، روی هر منطقه ای از کره زمین که بارندگی آن ثبت شده است، برای محقق فراهم می کند. این شاخص اساساً برای تعریف و پایش خشکسالی و ترسالی ارائه شده است و به تحلیل گر امکان می دهد تا تعداد وقایع خشکسالی و ترسالی اتفاق افتاده را برای هر گام زمانی دلخواه تعریف و شناسایی نماید. چون این شاخص بی بعد می باشد، می توان به کمک آن اطلاعات مناطق مختلف را با هم مقایسه کرد. محاسبه SPI شامل برازش تابع توزیع احتمال گاما به توزیع فراوانی مقادیر بارندگی می باشد. پارامترهای مربوط به این تابع برای هر مقیاس زمانی دلخواه برآورد می گردد. در نهایت تابع توزیع تجمعی مربوطه محاسبه و به یک تابع توزیع تجمعی نرمال جهت محاسبه SPI تبدیل می گردد. مقدار این تابع بستگی به احتمال بارش برای هر زمان در مقیاس مختلف دارد و برای مقیاس های زمانی مختلف قابل محاسبه است و می تواند هشدار اولیه جهت پایش خشکسالی و کمک به ارزیابی شدت آن باشد. اولین مرحله محاسبه این شاخص تقسیم انحراف از میانگین داده های بارش دوره مورد نظر

جدول ۱- درجه خشکسالی و ترسالی با استفاده از شاخص SPI

مقادیر SPI	درجه خشکسالی
+۲ و بیشتر	فوق العاده مرطوب
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	مرطوب متوسط
۰ تا ۰/۹۹	مرطوب خفیف
۰ تا -۰/۹۹	خشک خفیف
-۱ تا -۱/۴۹	خشک ملایم
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشک شدید
-۲ و کمتر	فوق العاده خشک

نمره استاندارد Z بیانگر آن است که مقادیر یک متغیر با چند درصد انحراف بیشتر یا کمتر از میانگین آن متغیر قرار دارد. اگر نمره های انحراف از میانگین بر انحراف استاندارد تقسیم شود نمره های استاندارد شده به دست می آید. برای تبدیل نمرات خام به نمرات استاندارد Z از رابطه ۲ استفاده می شود:

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{SD} \quad (2)$$

#### - محاسبه شاخص Z (ZSI)

اصولاً شاخص Z وضعیت نمره ها نسبت به میانگین را تعیین می کند و مقدار انحراف از میانگین نسبت به انحراف استاندارد داده های آماری است. ZSI نیاز به تبدیل داده ها و برازش توزیع مانند گاما و یا پیرسون نوع سوم مطابق آنچه که در SPI و CZI انجام می گردد، ندارد.

Z در مطالعات خشکسالی، ابتدا میانگین داده‌های بارش در مقیاس زمانی مورد نظر، مثلاً ماهانه یا سالانه، و همچنین انحراف استاندارد آنها محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از رابطه ۲ شاخص استاندارد Z محاسبه می‌گردد. بنابراین از نظر مقایسه بین ایستگاه‌های مختلف می‌تواند کاربرد مطمئنی داشته باشد. شاخص نمره Z، ابزاری مناسب جهت تعیین سال‌های خشک، شدت و تداوم آن‌ها به شمار می‌آید.

در این رابطه،  $X_i$  داده خام  $\bar{X}$  میانگین داده‌ها و SD انحراف استاندارد داده‌ها است. نمره Z، نمره مستقلی است که واحد آن با واحد اصلی اندازه‌گیری متغیرها متفاوت است. هنگامی که انحراف یک داده از میانگین بر انحراف استاندارد تقسیم می‌شود، واحد اصلی اندازه‌گیری به واحد انحراف استاندارد تبدیل می‌شود. بر اثر تبدیل نمره‌های خام به نمره‌های استاندارد، توزیعی بدست می‌آید که دارای میانگین صفر و انحراف استاندارد یک است. برای کاربرد

جدول ۲- طبقه بندی مقادیر شدت خشکسالی شاخص ZSI

شاخص Z-Score (ZSI)	وضعیت خشکسالی
+۰/۲۵ تا -۰/۲۵	ضعیف
-۰/۲۵ تا -۰/۵۲	متوسط
-۰/۵۲ تا -۰/۸۴	شدید
-۰/۸۴ تا -۱/۲۸	بسیار شدید

### محاسبه شاخص Z چینی (CZI)

شاخص CZI بر اساس تبدیل ریشه سوم ویلسون-هیلفرتی می‌باشد (کندل و همکاران ۱۹۹۷). با این فرض که داده‌ها از

توزیع پیرسون نوع سوم تبعیت کند. CZI مطابق روابط ۳ تا ۵ برآورد می‌گردد:

$$CZI = \frac{6}{C_s} \sqrt[3]{\left(\frac{C_s}{2} \varphi + 1\right)} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (۳)$$

$$C_s = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^3}{n\sigma^2} \quad (۴)$$

$$\varphi_j = \frac{X_j - \bar{X}}{\sigma} \quad (۵)$$

بر اساس میزان بارش بعنوان ورودی و تبخیر و تعرق بعنوان خروجی در نظر گرفته می‌شود. مشکل محاسبه شاخص SPI آنست که تنها بر مبنای بارندگی در منطقه صورت می‌گیرد و محاسن آن سادگی آنست. روند تغییرات SPI و RDI تطابق بسیار زیادی داشته و آستانه‌های طبقه‌بندی خشکسالی برای RDI استاندارد شده و SPI یکسان است (اسدی ۱۳۸۸).

واضح است که تبخیر و تعرق واقعی، خروجی حقیقی می‌باشد. اما برآورد تبخیر و تعرق مدلی را بسیار پیچیده می‌کند. به همین دلیل تبخیر و تعرق پتانسیل به عنوان پارامتر اصلی نشان دهنده شدت جذب آب توسط اتمسفر در نظر گرفته می‌شود. برای سهولت، بارندگی ثبت شده در ایستگاه‌ها و تبخیر و تعرق پتانسیل (ترجیحاً از رابطه تورنوایت یا تشتک تبخیر کلاس A

که J سال مورد نظر،  $C_s$  ضریب چولگی،  $\varphi$  متغیر استاندارد،  $X_j$  بارندگی سال  $j$ ،  $\bar{X}$  میانگین بارندگی سالانه، n تعداد کل سال‌ها در طول دوره،  $\sigma^2$  واریانس داده‌های بارندگی سالانه و  $\sigma$  انحراف معیار داده‌های بارندگی سالانه می‌باشد. برای طبقه‌بندی این شاخص از همان طبقه‌بندی SPI استفاده می‌شود. برای محاسبه CZI به جای میانگین از میانه نیز استفاده شده است که آنرا CZI اصلاح شده یا MCZI اطلاق می‌کنند.

### شاخص شناسایی خشکسالی (RDI)

شاخص RDI بر مبنای بارندگی و تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه و نسبت به شاخص SPI که تنها بر مبنای بارندگی می‌باشد به متغیرها و تغییرات آب‌وهوایی حساسیت بیشتری دارد. این شاخص

تبخیر تعرق مرجع و میانگین دمای هوا منطقه ارائه شده است که به کمک روابط ۶ و ۷ به دست می‌آید (مایدا و همکاران ۲۰۱۱).

بدست می‌آید) را به عنوان ورودی و خروجی سیستم در نظر گرفته می‌شود. روش تورنوایت بر اساس یک رابطه تجربی بین مقدار

$$ET_0 = 16 N_m \left( \frac{10 T_i}{I} \right)^a \quad (6)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_i}{5} \right)^{1.51} \quad (7)$$

می‌شود)،  $N_m$  ضریب اصلاحی برای عرض‌های مختلف جغرافیایی و ماه‌های مختلف،  $I$  شاخص حرارتی سالانه و  $a$  بصورت رابطه ۸ محاسبه می‌گردد.

که در آن  $T_i$  متوسط دمای هوا در ماه مورد نظر (در صورتی که متوسط دما در یک ماه صفر یا منفی شود عبارت  $\left( \frac{T_i}{5} \right)^{1.51}$  که شاخص حرارتی ماهانه است، برای آن ماه صفر در نظر گرفته

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 0.01792 I + 0.492 \quad (8)$$

محل توجه می‌کند. RDI یک شاخص جدید ارتقا یافته برای برآورد شدت خشکسالی می‌باشد. همچنین به دلیل سهولت محاسبه می‌تواند برای پایش و پیش‌بینی خشکسالی در دوره‌های کوتاه‌مدت و در پهنه‌های معین به کار رود. روش محاسبه آن بدین شرح است که ابتدا با استفاده از رابطه ۹ برای هر سال ( $i$ ) از دوره آماری مطالعه شده، مقادیری با عنوان  $a_0$  محاسبه می‌شود.

بنابراین در این مدل فقط به داده‌های دما (برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل از روش تورنوایت) و بارندگی نیاز است که تقریباً همه جا در دسترس هستند. برای تعیین خشکسالی با استفاده از شاخص RDI نیاز به داشتن آمار بارندگی و تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه و یا مجموع سالانه این دو پارامتر است که از آمار نامه سازمان هواشناسی فارس استخراج شد. مهمترین مزیت این شاخص آن است که هم به میزان آب بارندگی و هم به عوامل

$$a_0^i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n ET_{ij}} \quad (9)$$

نیازی به جمع کردن مقادیر ماهانه در این رابطه نخواهد بود. گام بعدی تعیین شاخصی با عنوان RDI<sub>n</sub> نرمال یا RDI<sub>n</sub> هر سال است که به کمک رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود.

P بارندگی و ET تبخیر و تعرق پتانسیل در ز امین سال  $i$  ام می‌باشد. مقدار  $i$  از یک تا  $n$  (تعداد سال‌های آماری) تغییر می‌کند. چنانچه بارندگی و تبخیر و تعرق به صورت سالانه محاسبه شوند،

$$RDI_n^{(i)} = \frac{a_0^{(i)}}{\bar{a}_0} - 1 \quad (10)$$

جهت محاسبه شاخص استاندارد شده از مقادیر سالانه  $a_0$  لگاریتم گرفته که عددی با عنوان  $y_i$  بدست خواهد آمد.

که در آن،  $\bar{a}_0$  میانگین حسابی اعداد  $a_0$  هر سال می‌باشد.

$$y_i = \ln(a_0^{(i)}) \quad (11)$$

در آخر شاخص استاندارد شده RDI در هر سال از طریق رابطه ۱۲ محاسبه می‌شود.

سپس میانگین حسابی و انحراف استاندارد این اعداد را محاسبه که بترتیب  $\bar{y}_k$  و  $\sigma_{y_k}$  نامیده می‌شود.

$$RDI_s^{(i)} = \frac{y_k^{(i)} - \bar{y}_k}{\sigma_{y_k}} \quad (12)$$



پارامتر را طول دوره با ذخیره منفی نیز می نامند. به عبارت ساده تر، مطابق رابطه ۱۳ زمان آغاز  $T_0$  تا پایان خشکسالی  $T_t$  طول دوره یا دوره تداوم خشکسالی  $L$  خوانده می شود.

$$L = T_t - T_0 \quad (13)$$

با جدول ۴ به کار رفته است.  $T_t$  سطح بحرانی، و  $X_t$  متغیر اصلی است. این مشخصه از طریق رابطه ۱۴ محاسبه می گردد (اسووبودا و همکاران ۲۰۱۶).

$$S = \sum_{t=T_0}^{T_t} (T_t - X_t) \quad (14)$$

طول دوره خشکسالی یعنی فاصله زمانی که در طول آن خشکسالی اتفاق افتاده است، به عبارت دیگر، طول دوره های که در آن مقدار متغیر اصلی از سطح بحرانی مورد نظر کمتر شود. این

عامل مجموع کمبودها برابر است با مجموع اختلاف کمبودهای متغیر اصلی از حد بحرانی مورد نظر در طول دوره خشکسالی. این ویژگی با عنوان کمبود کلی یا وخامت خشکسالی نیز نامیده شده است. در این تحقیق، اصطلاح سختی (شدت) خشکسالی مطابق

## نتایج و بحث

و دما دارند. میزان حساسیت RDI در بالاترین سطح بدلیل تاثیر دما در محاسبات و CZI و SPI حساسیت معادل و مشابهی را نشان می دهند. محاسبات شاخص SPI و RDI و CZI موید آنست که منطقه فوق حداقل یک دوره خشک شدید و یک دوره خشک ملایم و پنج دوره خشک خفیف و پنج دوره مرطوب خفیف و یک دوره مرطوب متوسط و یک دوره خیلی مرطوب و در کل ۷ دوره خشک و ۷ دوره مرطوب با درجه های مختلف را پشت سر گذاشته و اثرات زیست محیطی متنوعی را به علت توالی دوره های خشک پشت سرهم ایجاد و وقوع دوره خیلی مرطوب، سبب سیل و خسارت به بخش کشاورزی شده است. میزان بارش دو ماه ابتدای سال زراعی ۱۴۰۰ در این منطقه حدود ۱۶/۲ میلی متر گزارش شده که در طول ۳۰ و حتی ۵۰ سال گذشته بی سابقه بوده و حدود ۹۱ درصد کاهش داشته است (ایرنا ۱۴۰۰).

به ناگاه وضعیت پرآبی که مولد پر شدن سدها و یا سیل بدلیل سخت شدن خاک و عدم کشش جذب سطحی مناسب خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی و ایجاد روان آب، خسارت سیل در سال های بعد را سبب گردیده است. روند خشکسالی پس از رسیدن به حد نهایی بارش با ۵۰۵ میلی متر در سال ۱۳۹۸ ترمیم و با شدت بیشتری در بارش مقطعی، اما پراکندگی کمتر در سال های بعد به خصوص در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ منجر به سیل های مخرب گردیده است. در پی بارندگی های سال ۱۳۹۸ و وقوع سیلاب در لارستان بیش از ۲۰۰ راس گوسفند به ارزش حدود چهار میلیارد ریال تلف شدند.

پس از جمع آوری داده ها با استفاده از نرم افزار DIP نسخه ۲ محاسبات لازم انجام گردید و به استخراج شاخص های CZI، SPI، ZSI و RDI اقدام شد. ابتدا شناخت کلی از ویژگی های خشکسالی های لارستان حاصل گردید و دوم شاخص های مختلف از نظر نحوه انعکاس پدیده خشکسالی با یکدیگر مقایسه شد. در شاخص SPI، معیارهایی برای رخداد یک خشکسالی در مقیاس های زمانی متفاوت تعریف شده است. مطابق جدول ۱ خشکسالی زمانی رخ می دهد که شاخص بطور منفی تداوم داشته باشد و همچنین یک خشکسالی زمانی شدید می شود که شاخص فوق ۱- یا کمتر باشد در صورتیکه شاخص SPI مثبت باشد رخداد خشکسالی به پایان خواهد رسید.

نتایج نهایی حاصل از محاسبه SPI، RDI و CZI در جدول ۳ ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می شود خشکسالی در برخی سال های مورد تحقیق در این شهرستان با درجه های مختلف وجود داشته است. شاخص SPI با میزان ۱/۵۱- در سال ۱۳۹۳ بالاترین خشکسالی و با میزان ۲/۰۲ در سال ۱۳۹۸ کمترین خشکسالی را نشان داده است. شاخص RDI متناظر در همان سال ها اما با حساسیت بالاتر با ۲/۰۶- و ۲/۳۴ حاصل شد و نشان داد که بالاترین و کمترین درجه خشکسالی نیز در همان سال های متناظر با SPI است. با محاسبه شاخص CZI نیز در سال ۱۳۹۳ مقدار ۱/۴۸- و در سال ۱۳۹۸ مقدار ۱/۹۸ بیشترین و کمترین مقدار خشکسالی را تجربه کرده است. با تحلیل جدول ۳ می توان دریافت که هر سه شاخص SPI، RDI و CZI تعبیر و خروجی مشابهی از نظر عددی و علامت، از خشکسالی در سال های مورد مطالعه ولی با درجه حساسیت های مختلف با توجه به میزان بارش

رودخانه‌ها باعث خسارات بالای ۹۰۰ میلیارد ریال به بخش کشاورزی و باغ‌های این شهرستان شد (ایرنا ۱۴۰۰).  
بارندگی در روزهای چهارم تا ششم مرداد ماه ۱۴۰۱، بالغ بر ۱۲۸۰ میلیارد ریال خسارت سیل به بخش کشاورزی به محصولات زراعی و باغی، دام و تاسیسات دامی، جاده‌های بین مزارع، چاه‌های کشاورزی و قنوات شهرستان لارستان، خسارت وارد کرد (ایسنا ۱۴۰۱).

همچنین به دلیل بارش باران و وزش بادهای شدید، خسارات زیادی به پایه‌های برق و راه‌های ارتباطی وارد شد (رکنا ۱۳۹۸).  
براساس اعلام سازمان صدا و سیما در ۱۶ فروردین ۱۳۹۸، ۵۰ نفر در استان‌های جنوب و غرب کشور در مدت سیل‌های فروردین ۱۳۹۸ جان خود را از دست دادند. در دی ماه ۱۴۰۰ سیل جنوب فارس با قربانی گرفتن ۶ تن در شهرستان لارستان و به حدود هشت هزار نفر هم در مناطق مختلف آسیب رسانده است. در برخی مناطق و منازل در شهر لار آب تا ارتفاع ۲ متر بالا آمد و باعث وحشت و تخلیه مردم از منازل خود شد. وقوع سیل و طغیان

جدول ۳ - میزان شدت خشکسالی در شهرستان لارستان بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه

سال	شدت خشکسالی	SPI	RDI	CZI	بارندگی mm	میانگین دما $c^0$
۱۳۸۸	مرطوب خفیف	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۶۶	۲۷۷/۴	۲۷/۵
۱۳۸۹	خشک خفیف	-۰/۲۶	-۰/۴۸	-۰/۲۳	۱۶۹/۶	۲۸/۱
۱۳۹۰	خشک خفیف	-۰/۶۳	-۰/۹۸	-۰/۶۰	۱۳۸/۵	۲۶
۱۳۹۱	خشک ملایم	-۱/۱۷	-۱/۵۲	-۱/۱۴	۱۰۱	۳۰/۴
۱۳۹۲	خشک خفیف	-۰/۲۹	-۰/۵۳	-۰/۲۶	۱۶۶	۲۸
۱۳۹۳	خشک شدید	-۱/۵۱	-۲/۰۶	-۱/۴۸	۸۴	۲۹/۴
۱۳۹۴	مرطوب خفیف	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۲۸	۲۲۹	۲۷/۶
۱۳۹۵	مرطوب متوسط	۱/۳۸	۱/۸۲	۱/۳۴	۳۸۳	۲۴/۳
۱۳۹۶	خشک خفیف	-۰/۳۳	-۰/۶۴	-۰/۳۱	۱۶۳	۲۷/۲
۱۳۹۷	مرطوب خفیف	۰/۳۷	۰/۵۸	۰/۳۳	۲۳۶	۲۴/۳
۱۳۹۸	خیلی مرطوب	۲/۰۲	۲/۳۴	۱/۹۸	۵۰۵	۲۳/۶
۱۳۹۹	مرطوب خفیف	۰/۱۴	۰/۵۷	۰/۱۱	۲۱۰	۲۸/۵
۱۴۰۰	مرطوب خفیف	۰/۱۹	۰/۵۹	۰/۱۳	۲۱۶	۲۵/۲
۱۴۰۱	خشک خفیف	-۰/۴۲	-۰/۶۶	-۰/۳۶	۱۵۵	۲۴/۸

عددی CZI کمتر از SPI شده است، به عبارت دیگر، مقدار منفی، شدت خشکسالی بیشتری را نشان می‌دهد.  
مشخصه سختی یا وخامت خشکسالی، که حاصل مجموع کمبودهای سالانه در طی هر دوره خشکسالی است، با شاخص CZI در تمام دوره‌های مورد تحقیق از سختی به روش SPI و ZSI بالاتر است اما با افزایش تعداد سال بازه تحقیق از میزان سختی در هر سه شاخص کاهش می‌یابد. نکته قابل ذکر آن است که رابطه ضعیفی بین افزایش تداوم خشکسالی و افزایش سختی وجود دارد. به نظر می‌رسد که علت این وضعیت آن است که خشکسالی‌های خفیف سهم بیشتری از سال‌های خشک را شامل می‌گردد. سختی با افزایش تعداد سال‌ها در هر دوره زمانی کمتر گردیده است. ضمن آنکه سختی بر اساس هر سه شاخص

بر طبق نتایج جدول ۴، فراوانی خشکسالی با شدت‌های مختلف، بر حسب شاخص‌های مختلف، بین ۴۴/۸ تا ۶۹/۱ درصد از مجموع سال‌ها را به خود اختصاص داده است. میزان شاخص‌های CZI و SPI در هر دوره ۳، ۶، ۱۱ و ۱۴ ساله به هم نزدیک بوده و شاخص ZSI در همان دوره و در بازه‌های سال‌های مختلف، از هر دو بالاتر می‌باشد. از نظر شدت، خشکسالی‌های ضعیف سهم بیشتری داشته و خشکسالی‌های متوسط و شدید و بسیار شدید سهم کمتری دارند و بین مشخصه درصد فراوانی وقوع و شدت خشکسالی رابطه معکوس وجود دارد. جدول ۴ نشان می‌دهد که ZSI از نظر انعکاس مشخصه شدت خشکسالی کمترین حساسیت را داشته است و مقارن با سال‌های با وقوع حداقل بارش، مقدار

روند برای سختی خشکسالی نیز حاکم می باشد. افزایش میزان بارندگی ها از سال ۱۳۹۴ به بعد نسبت به قبل از آن تا حد زیادی در بهبود و کاهش سختی خشکسالی منطقه تاثیرگذار بوده است. این تاثیر بر اساس جدول ۵ نیز مشخص است. افزایش سالهایی با خشکسالی ضعیف و خیلی ضعیف بعد از سال ۱۳۹۴ مویده بهبود نسبی خشکسالی های بوقوع پیوسته قبل از سال ۱۳۹۴ است.

خشکسالی در جدول ۴ از شروع سال تحقیق تا انتها روند نزولی را طی نموده است. می توان گفت که شاخص ZSI شروع خشکسالی را زودتر و پایان آن را دیرتر از سایر شاخص ها اعلام می کند و به این ترتیب، تداوم خشکسالی بر حسب شاخص ZSI بیش از سایر شاخص هاست. با افزایش سال های دوره زمانی میزان فراوانی سال های خشک و شدت آن روند نزولی داشته است. این

جدول ۴ - درصد فراوانی سال های خشک، به تفکیک شدت و سختی خشکسالی بر حسب شاخص های مورد مطالعه

شاخص	درصد فراوانی سال های خشک، به تفکیک شدت خشکسالی				مشخصات وقایع خشکسالی		
	بسیار شدید	شدید	متوسط	ضعیف	جمع	شروع دوره	پایان دوره
CZI ۳ ساله	۵/۲	۲/۶	۱۰/۲	۴۵/۴	۶۳/۴	۱۳۸۸	۱۳۹۰
SPI ۳ ساله	۴/۶	۶/۶	۹/۴	۴۲/۲	۶۲/۸	۱۳۸۸	۱۳۹۰
ZSI ۳ ساله	۰	۰	۷/۱	۶۲	۶۹/۱	۱۳۸۸	۱۳۹۰
CZI ۶ ساله	۲/۲	۲/۴	۸/۴	۳۹/۶	۵۲/۶	۱۳۸۸	۱۳۹۳
SPI ۶ ساله	۲/۲	۶/۳	۸/۶	۳۷/۸	۵۴/۹	۱۳۸۸	۱۳۹۳
CZI ۱۱ ساله	۰	۲/۳	۳/۲	۴۲/۶	۴۸/۱	۱۳۸۸	۱۳۹۸
SPI ۱۱ ساله	۱/۳	۴/۵	۶/۳	۳۸/۷	۵۰/۸	۱۳۸۸	۱۳۹۸
ZSI ۱۱ ساله	۰	۰	۶/۶	۴۴/۹	۵۱/۵	۱۳۸۸	۱۳۹۸
CZI ۱۴ ساله	۰/۲	۲/۱	۲/۲	۴۰/۳	۴۴/۸	۱۳۸۸	۱۴۰۱
SPI ۱۴ ساله	۰	۳/۵	۵/۴	۳۶/۵	۴۵/۴	۱۳۸۸	۱۴۰۱
ZSI ۱۴ ساله	۰	۰	۵/۵	۴۱/۲	۴۶/۷	۱۳۸۸	۱۴۰۱

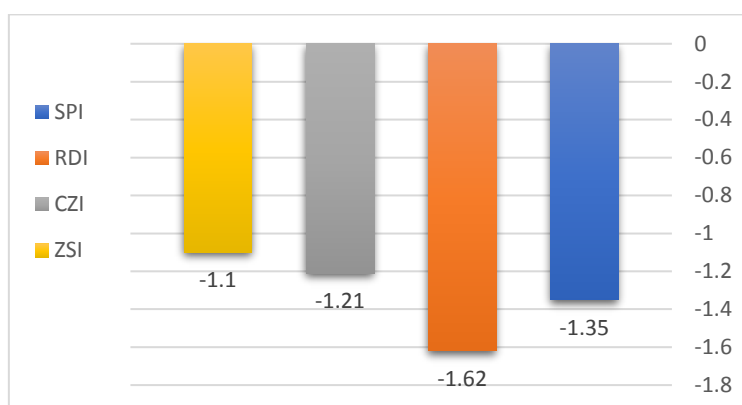
جدول ۵ - میزان وضعیت خشکسالی در شهرستان لارستان بر اساس شاخص ZSI

سال	وضعیت خشکسالی	مقادیر ZSI
۱۳۸۸	ضعیف	-۰/۵۴
۱۳۸۹	متوسط	-۰/۴۲
۱۳۹۰	شدید	-۰/۷
۱۳۹۱	بسیار شدید	-۱/۰۳
۱۳۹۲	متوسط	-۰/۴۵
۱۳۹۳	بسیار شدید	-۱/۱۸
۱۳۹۴	ضعیف	۰/۱۱
۱۳۹۵	خیلی ضعیف	۱/۴۸
۱۳۹۶	متوسط	-۰/۴۸
۱۳۹۷	ضعیف	-۰/۱۸
۱۳۹۸	خیلی ضعیف	۲/۵۷
۱۳۹۹	ضعیف	-۰/۰۶
۱۴۰۰	ضعیف	-۰/۰۱
۱۴۰۱	متوسط	-۰/۵۵

است. کمترین تداوم‌های خشکسالی و بالاترین احتمال خشکسالی بر حسب شاخص CZI بوده و شاخص SPI از نظر معیار تداوم در بین دو شاخص دیگر قرار می‌گیرد. از نظر انعکاس شدت خشکسالی به وسیله شاخص‌های مختلف می‌توان گفت، SPI مشخصه شدت خشکسالی را بهتر از شاخص‌های دیگر نشان می‌دهد. اما در مقیاس کلی دامنه سال‌های تحقیق، حساسیت و مقدار قدرمطلق عددی RDI بیش از شاخص‌های دیگر است. این مطلب را از شکل ۳ می‌توان استنتاج کرد. در شکل ۳، مقدار کل شاخص SPI برابر  $1/35-$ ، RDI برابر  $1/62-$ ، CZI برابر  $1/21-$  و ZSI برابر  $1/1-$  بدست آمد. مطابق شکل ۳ میزان ZSI از نظر انعکاس خشکسالی، کمترین حساسیت و RDI بیشترین حساسیت را نشان داد. روند تغییرات SPI و RDI تشابه بسیار زیادی داشت. بطور کلی همه شاخص‌ها منفی استخراج گردید که خود بیانگر وقوع رخداد خشکسالی در منطقه فوق می‌باشد.

میزان وضعیت خشکسالی بر اساس معیار ZSI بر اساس سال‌های مورد تحقیق در جدول ۵ آمده است. بدلیل تفاوت معیار سنجش وضعیت خشکسالی ZSI با سایر شاخص‌ها، جدول جداگانه‌ای تشکیل گردیده است. این شاخص بیانگر آن است که مقادیر یک متغیر مانند بارش با چند درصد انحراف بیشتر یا کمتر از میانگین بارش قرار دارد. بنابراین ابزاری مناسب جهت تعیین سال‌های خشک، شدت و تداوم آنها به شمار می‌آید.

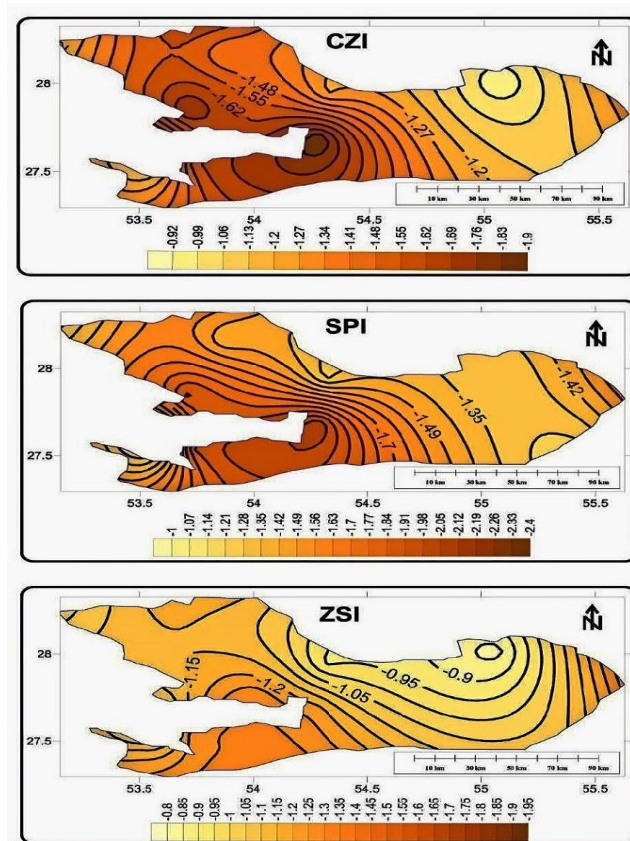
این شاخص دو وضعیت بسیار شدید و یک شدید و سه متوسط و مابقی سال‌ها ضعیف و خیلی ضعیف را برای سنجش خشکسالی استخراج نمود. این تنوع بیانگر پراکندگی بارندگی از میانگین داده‌ها و بروز شرایط متفاوت در سال‌های پی‌درپی است. از جدول ۵ مشخص است که از ابتدای دوره زمانی تحقیق یعنی سال ۱۳۸۸ روند خشکسالی هر سال رو به تشدید بوده و در هر سال شدیدتر شده و در سال ۱۳۹۳ به اوج شدت رسیده و سپس تعدیل شده



شکل ۳- میزان تجمیعی شاخص‌های خشکسالی در طول دوره تحقیق در شهرستان لارستان

و یکسان بودن تقریبی میزان عددی آنها در بازه دوره تحقیق، از ترسیم وضعیت شاخص RDI در شکل ۴ صرف‌نظر گردید. به عبارتی نمای شاخص SPI می‌تواند بیانگر نمای شاخص RDI نیز باشد.

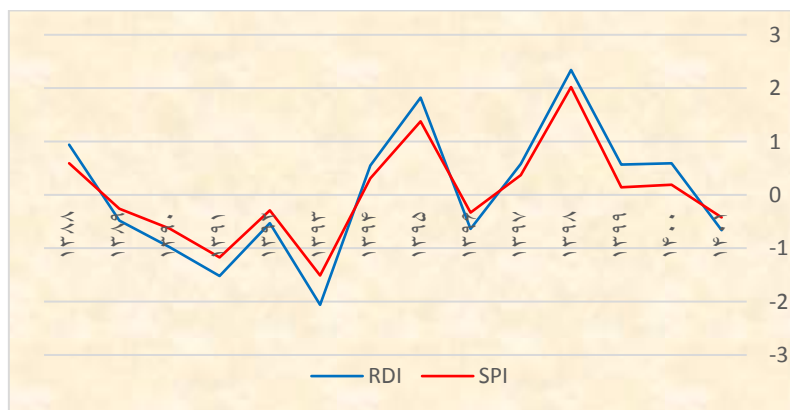
شکل ۴، عکس‌العمل شاخص‌های مورد بحث را نسبت به رویداد خشکسالی لارستان معلوم می‌سازد. در این شکل حساسیت بیشتر شاخص CZI نسبت به شاخص SPI و حساسیت کمتر شاخص ZSI نسبت به دو شاخص دیگر کاملاً آشکار است. بدلیل یکسان بودن روند شیب صعودی نزولی تغییرات SPI و RDI (شکل ۵)



شکل ۴- نمای وضعیت شاخص های CZI، SPI، ZSI در محدوده شهرستان لارستان

و شدت آن کم می‌گردد. اما مرکزیت شاخص ZSI سمت شرقی منطقه فوق بوده و میزان پراکندگی وقوع خشکسالی بسمت نواحی غربی و جنوبی منطقه فوق بیشتر و شدت آن در کل ناحیه مورد تحقیق نسبت به دو شاخص دیگر کم رنگ‌تر و به عبارتی با حساسیت کمتری محاسبه شده است.

طبق شکل ۴ بر اساس محاسبه شاخص SPI و بخصوص حساسیت بیشتر CZI، نواحی مرکزی شهرستان لارستان میزان شدت خشکسالی بیشتری را تجربه نموده است. بر اساس هر دو شاخص SPI و CZI، خشکسالی با محوریت در مرکز ناحیه شهرستان لارستان، به اطراف پراکنده و از شدت خشکسالی کم می‌شود. هر چه بسمت نواحی شرق و شمالی پیش می‌رود از میزان



شکل ۵ - روند تغییرات مقادیر محاسباتی SPI و RDI در بازه مورد تحقیق در شهرستان لارستان

گرفت که وقوع خشکسالی در منطقه فوق رخ داده و امکان ادامه و افزایش سختی آن با توجه کاهش بارندگی در انتهای سال‌های مورد مطالعه امکان پذیر است.

نتایج این تحقیق با یافته‌های مشیری و همکاران (۱۳۹۳) در میزان و دامنه و شیب تغییرات و محاسبه شاخص های RDI, SPI, CZI و ZSI در پیش‌بینی وقوع خشکسالی و شدت و حساسیت شاخص‌ها تطابق دارد اما با یافته‌های تحقیق نیکبخت و همکاران (۱۴۰۲) از نظر حساسیت و واکنش RDI نسبت به SPI و تابعیت افزایش و کاهش مقدار عددی با یکدیگر در تخمین وقوع خشکسالی یکسان نیست. به عبارتی عدد محاسباتی این دو شاخص نزدیک هم استخراج نشد. دلیل آن می‌تواند طبق نتایج اسدی و همکاران (۱۴۰۱) که بیان می‌نماید ویژگی‌های شاخص خشکسالی ممکن است در رژیم‌های مختلف آب‌وهوایی دنیا متفاوت باشد، منطبق است. تفاوت اساسی در اقلیم و آب‌وهوا و شرایط مرطوب تا بسیار مرطوب ناحیه مورد تحقیق و بارش فراوان و پایین بودن قابل توجه دمای میانگین و کاهش تبخیر و تعرق پتانسیل که روی شاخص RDI تاثیر به‌سزایی می‌گذارد، ممکن است تاثیرگذار باشد. این مهم بیانگر آن هست که ارتباط بین شاخص‌های تعیین خشکسالی و رابطه بین آنها در همه مناطق یکسان عمل نمی‌کند و نمی‌تواند ویژگی مقایسه‌ای آنها در یک تحقیق را برای سایر مناطق با شرایط آب و هوایی مختلف تعمیم داد.

لازم است طرح و برنامه‌ریزی‌هایی برای استفاده مطلوب از آب و حفظ جایگاه آن به عنوان یکی از محورهای توسعه در نظر گرفته شود. دستیابی به تعادل نسبی برای عرضه و مصرف آب یک اصل ضروری و اساسی است. در خشکسالی سال‌های قبل در شهرستان لارستان خسارات غیرقابل جبرانی به کشاورزان وارد و همچنین وجود تعداد زیاد چاه‌های مجاز و غیرمجاز به این مسئله دامن زده است. هنگام بروز شرایط خشکسالی، منابع آب محدود مدیریت جدیدی را می‌طلبد. پیش‌بینی زلزله می‌تواند تا حد زیادی از اثرات تخریبی آن بکاهد اما شوربختانه فرصت برای تخمین و اطلاع‌رسانی آن بسیار کم است. خوشبختانه در پیش‌بینی وقوع خشکسالی و اطلاع‌رسانی آن جهت کاهش تخریب اثرات محیط زیستی و کشاورزی و اقلیمی، فرصت کافی و وافی وجود دارد. با تقویت توانمندی علمی و عملی کشاورزان و دامداران باید شرایطی را فراهم آورد تا با استفاده از تکنولوژی‌های مناسب اصول پایدار کشاورزی را رعایت و در خشکسالی بتوانند محصولات را به ثمر رسانند. استفاده از آب‌بندان‌ها و طرح‌های آبخیزداری، حفاظت

با اینکه شاخص RDI بر اساس مقادیر دو پارامتر بارندگی و تبخیر و تعرق محاسبه می‌شود و محاسبه SPI تنها بر مبنای داده‌های بارش در منطقه صورت می‌گیرد، اما نتایج، روند تغییرات SPI و RDI را با مشابهت بسیار زیادی نشان داد. این نتیجه در شکل ۵ مشخص می‌باشد و روند صعود یا نزول و شیب هر دو نمودار و مقادیر عددی مشابهت زیادی با هم دارند. با تحلیل شکل ۵ می‌توان دریافت که از ابتدای سال بازه زمانی مورد تحقیق یعنی سال ۱۳۸۸ روند وقوع خشکسالی با شیب منفی با شدت بیشتری افزایش یافته و در سال ۱۳۹۳ به بالاترین مقدار منفی و وقوع خشکسالی شدید رسیده است. سپس تا سال ۱۳۹۵ با افزایش بارندگی‌ها بهبود نسبی یافته و شیب مثبت را طی و خشکسالی شدت کمتری داشته ولی در سال ۱۳۹۶ مجدداً روند نزولی و وقوع خشکسالی خفیف را تجربه و سپس تا سال ۱۳۹۸ در پی بارندگی‌های زیاد، از احتمال وقوع خشکسالی کم شده است. اما مجدداً تا سال آخر بازه تحقیق یعنی ۱۴۰۱ با کاهش بارندگی‌ها، میزان احتمال وقوع خشکسالی خفیف رو به افزایش می‌باشد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به یافته‌های تحقیق، فراوانی خشکسالی با شدت‌های مختلف، بر حسب شاخص‌های مختلف، بین ۴۴/۸ تا ۶۹/۱ درصد از مجموع سال‌های بازه زمانی را به خود اختصاص داد. مقادیر شاخص SPI برابر ۱/۲۵-، RDI برابر ۱/۶۲-، CZI برابر ۱/۲۱- و ZSI برابر ۱/۱- بدست آمد. ZSI از نظر انعکاس خشکسالی، کمترین حساسیت و روند تغییرات SPI و RDI تشابه بسیار زیادی داشت (شکل ۵). میزان شاخص های CZI و SPI در هر دوره ۳ و ۶ و ۱۱ و ۱۴ ساله به هم نزدیک بوده و شاخص RDI و ZSI در همان دوره از هردو بالاتر می‌باشد (جدول ۴). از نظر شدت، خشکسالی‌های خفیف، سهم بیشتری و خشکسالی‌های متوسط و شدید سهم کمتری دارند. ZSI از نظر انعکاس مشخصه شدت خشکسالی کمترین حساسیت را داشته و مقارن با سال‌ها با وقوع حداقل بارش، مقدار عددی RDI کمتر از SPI شده است، به عبارت دیگر، مقدار منفی و شدت خشکسالی بیشتری را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۴ حساسیت بیشتر CZI نسبت به SPI کاملاً آشکار است. با افزایش مقدار بارش در سال‌های مرطوب خفیف به بالا مقدار عددی RDI بیشتر از SPI گردیده است. با افزایش شدت خشکسالی، درصد وقوع آن کاسته می‌شود و بین مشخصه درصد فراوانی وقوع و شدت خشکسالی رابطه معکوس وجود دارد. با توجه به ارزیابی هر چهار شاخص، می‌توان نتیجه

گیاهی، ارتقاء سطح فرهنگ صرفه جویی در مصرف آب خصوصاً در بین زنان خانه‌دار، نظارت مستمر بر منابع و مصارف، کنترل رشد جمعیت و توجه به مهندسی محیط زیست از موارد مهم کنترل و مدیریت خشکسالی در منطقه لارستان و کشور خواهد بود.

کاشت مراتع، ایجاد یک مرکز مدیریت بحران خشکسالی، اتخاذ استراتژی برای حمایت از جبران خشکسالی، نمک زدایی از آب‌های شور، تغذیه مجدد آب‌های زیرزمینی، حمایت از تحقیقات انجام شده در زمینه خشکسالی، احداث سدها، جدا کردن آب شرب از سایر مصارف شهری، جلوگیری از تخریب و گسترش پوشش

## References

- 1- Abedi Sarvestani A, Ghorbani K. Investigation of drought coping methods by farmers (Study of the topic: Shirvan, North Khorasan). *Journal of Geography and Environmental Sustainability*. 2019;8(3)28: 13-31. DOR: 20.1001.1.23223197.1397.8.3.2.8. [In Persian]
2. Alipour A, Moradkhani H. Future drought risk in Africa: Integrating vulnerability, climate change, and population growth. *Science of the Total Environment*. 2019; 62: 672-686. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.278. [In Persian]
3. Akbari M, Gholamzadeh R. Educational needs assessment of rural youth of Varamin city in the field of entrepreneurship in order to start handicraft businesses. *Rural Research*. 2014;6(2):299-322. DOI: 10.22059/jrur.2015.54909. [In Persian]
4. Asadi Meyabadi A, Akhzari D, Nouri H. Zoning of Drought by Integrating. Satellite Imagery and Ground-Based Climate. Data (Case study: Malayer Plain). *Journal of Environmental Science and Technology*. 2021;23(4): 83-96. SID. <https://sid.ir/paper/951825/fa>. [In Persian]
5. Asadi Zarech M. A, Mobin M, Malekinejad H. 2009. Introducing a new index to diagnose and determine drought and its severity, continuity and extent in dry areas of Iran. The 5th Iran National Conference on Irrigation Science and Engineering (natural and sustainable disaster management). 7 May. Gorgan. [In Persian]
6. Ashrafzadeh A, Mosavi A. Investigating the uncertainty of data-based models in forecasting the monthly flow of Hable river. *Iran Water and Soil Research (Agricultural Sciences of Iran)*. 2020;51(5):1265-1280. DOI:10.22059/ijswr.2020.286920.668288. [In Persian]
7. Javanmard S, Tajbakhsh S. Climatology of low cloud cover occurrence in Iran. *Climatology Research Issue*. 2017; Spring and Summer. 33:15-32. [In Persian]
8. Johanna H, Minoia P. Social aspects of water scarcity and drought. 1<sup>st</sup> ed. Boca Raton. CRC Press; 2017 DOI:10.1201/9781315404219-32.
9. Irna. <https://www.irna.ir/news/84603090>. 2022.1.5.
10. Kendall M.G, Sturat A. The advanced theory of statistics. Hafner Publishing Company. The University of Michigan. 2010; ISBN 9780852640074.
11. Isna. <https://www.isna.ir/news/1401051712404>. 2022.8.8.
12. Kholgi M, Ashrafzadeh A, Malmir M. Monthly Low-Flow Forecasting Using a Stochastic Model and Adaptive Network Based Fuzzy Inference System. *Iran Water Resources Research*. 2009; 5(2)14: 16-26. [In Persian]
13. Maeda E, Wiberg D.A., Pellikka P. Estimating reference evapotranspiration using sensing empirical models in a region with limited data availability in Kenya. *Applied Geography*. 2011; 31(1):251-258. DOI:10.1016/j.apgeog.2010.05.011.
14. Mckee TB, Doesken NJ, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. 1993; 17(22): 179-183.
15. Mirzaei Nowroozani A, Nik ahd A, Alshoveyli A. Tracking Dust Centers on the Common Border of Iran and Iraq in ten-year period of 2012-2022. *New Researches in Environmental Engineering*. 2023; 2(1):60-67. [sanad.iau.ir/Journal/jnree/Article/783168](http://sanad.iau.ir/Journal/jnree/Article/783168). DOR:20.1001.1.29810930.1402.1.2.3.1. [In Persian]
16. Moshiri R, Khoram AA, Mahdavi M. Assessment of Climatic Drought Characteristics of Larestan. *Journal of Regional Planning*. 2014; 4(13):103-120. [sid.ir/paper/230503/en](http://sid.ir/paper/230503/en). [In Persian]
17. Naumann L, Alfieri K, Wyser L, Mentaschi RA, Betts H, Carrao J, Spinoni J, Vogt L. Global changes in drought conditions under different levels of warming *Geophys*. 2018; 45(7):3285-3296. DOI:10.1002/2017GL076521.
18. Nik ahd A, Ahmad almatlak W, Ebrahimi A. Investigating the drought index based on satellite images and its relationship with the reduction of the area under rice cultivation, a case study:(Ghamas province, Iraq). *New Researches in Environmental Engineering*. 2023;1(1): 30-40. [sanad.iau.ir/fa/Journal/jnree/Article/782707](http://sanad.iau.ir/fa/Journal/jnree/Article/782707). [In Persian]

19. Nikbakht j, Hadli F. Comparison of SPI, RDI and SPEI indices for drought monitoring under climate change conditions (Case study: Kermanshah station) *Agricultural Meteorology*. 2021;9-1(17):14-25. DOI:10.22125/agmj.2021.249498.1103.
20. Rastgo P, Ramezani B. Drought Evaluation and Climatic Impact Assessment in Gilan Province. *Geography and environmental studies*. 2022;11(42): 136-150. DOI: 20.1001.1.20087845.1401.11.42.9.8.
21. Rokna .<https://www.rokna.net.2019.7.13>. News code: 507995.
22. Sadin B. 2018. Analytical study of rainfall distribution using drought profiles in different climates of Iran. National conference of new geomatics technologies and applications. Article DOI: XBAE-DZGGH.
23. Safari Ali Akbari M, Azadpour M, Pudine M. Drought and rural communities: strategies to deal with its consequences (case study: border villages of Zahedan city). *Applied Research Journal of Geographical Sciences*. 2023; 23(70)21. DOI: 10.61186/jgs.23.70.387. [In Persian]
24. Shabani M. Evaluation of indices based on remote sensing in drought monitoring of Neyriz city. *RS & GIS for natural resource*. 2022;13(4): 131-147. DOI: <https://doi.org/10.30495/girs.2022.690925>. [In Persian]
25. Shabani M. Improving the daily pan evaporation estimation of long short-term memory and support vector regression models by using the Wild Horse Optimizer algorithm. *Water Supply*. 2024;24(4):1315–1334. <https://doi.org/10.2166/ws.2024.063>.
26. Shakur A, Shujaefard A, Taqvithani H. Ecotourism potential zoning of Shiraz city based on fuzzy multi-criteria analysis(GIS). *Scientific and research quarterly of new attitudes in human geography*. 2022;13(2):710-726. [In Persian]
27. Svoboda MD, Fuchs BA. Handbook of drought indicators and indices. University of Nebraska – Lincoln. Drought Mitigation Center Faculty Publications; 2016.
28. Tsakiris G, Vangelis H. Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration. *European Water*. 2005; 9(10):3-11
29. Waseem M, Khurshid T. Impact of meteorological drought on agriculture production at different scales in Punjab, Pakistan. *Journal of Water and Climate Change*. 2022;13(1):113–124. DOI: 10.2166/wcc.2021.244.
30. Wilhite DA. Drought as a natural hazard, concepts and definitions. University of Nebraska at Lincoln. E.W. Publications. 2000;





## Evaluation of Meteorological Drought Situation in Larestan Region Using Drought Indicators

Syamak Pishbin\*  
Alireza Afsorde

Assistant Professor, Faculty Member, Islamic Azad University of Jahrom, Iran Author  
Master Student of Agricultural Management, Islamic Azad University of Jahrom, Iran

### Extended Abstract

**Introduction:** The purpose of this research is to investigate the meteorological drought situation by comparing the drought indicators and providing a solution to minimize the damage caused by it in Larestan city in Fars province in 2023.

**Materials and Methods:** The research method is descriptive-analytical with practical goals along with field operations. The population of this study was the geographical area of Larestan city, and the average rainfall and temperature were collected for a period of 14 years. In this research, using drought indicators, the relationship between them and the diagnosis of drought in the region was discussed. Standard Precipitation Index (SPI), Chinese Z Index (CZI), Z Number Index (ZSI) and Drought Identification Index (RDI) were calculated and compared with each other.

**Results and Discussion:** The research results confirmed mild to severe drought during this period. The values of SPI index equal to -1.32, RDI equal to -1.62, CZI equal to -1.21 and ZSI equal to -1.1 were obtained. In the above interval, ZSI showed the lowest sensitivity and RDI value showed the highest sensitivity in terms of drought reflection. The trends of SPI and RDI changes were very similar. According to different indicators, the frequency of drought was between 44.8 and 69% of the total number of years. The CZI and SPI indices were close to each other in each period of 3, 6, 11 and 14 years, and the ZSI index was higher than both in the same period. In terms of severity, mild droughts had a larger share and moderate and severe droughts had a smaller share. Compared to the years with minimum rainfall, the numerical value of RDI is lower than SPI, and in other words, it shows a negative value and greater drought intensity. With the increase in the amount of precipitation in mild to high wet years, the numerical value of RDI became higher than SPI, and it indicates the greater sensitivity of this index to environmental conditions, especially temperature.

**Conclusion:** According to the evaluation of the above indicators, it can be concluded that the drought occurred in the above region and the possibility of its continuation and increase in severity is possible due to the decrease in rainfall at the end of the studied years. Therefore, paying attention to the proper management of water consumption in agriculture and reducing the consequences of drought in the development of this region is necessary and requires planning and implementation of preventive measures and determining the pattern of correct water consumption in dealing with the phenomenon of drought and developing sustainable agriculture and preserving the environment. This importance requires the use of sufficient technical knowledge in predicting drought and the ability to deal with it in the coming years due to the occurrence of the trend of decreasing precipitation and increasing temperature in the region.

Received: 09 May 2024

Accepted: 07 Aug 2024

**Keywords:** Drought,  
Drought Indicators,  
Meteorology, Larestan

**Corresponding author:** Syamak Pishbin

**Address:** Assistant Professor, Faculty Member, Islamic Azad University of Jahrom, Iran-Responsible Author **Tel:** +989177095689

**Email:** Pishbin\_info@yahoo.com

**Citation:** Pishbin S, Afsordeh A. Evaluation of Meteorological Drought Situation in Larestan Region Using Drought Indicators. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2024; 2(6): 1-17



© 2024, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.