

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره دوازدهم، تابستان ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

صفحات: ۱-۱۸

تحلیل فضایی و پهنه بندی دوره های خشک اقلیمی در ایران بر اساس شاخص DDSLR

حسن ذوالفقاری*^۱، مجتبی میرزایی^۲

چکیده

ایران از نظر اقلیمی کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می شود و منابع حیاتی آب در این سرزمین وابستگی زیادی به بارش های جوی نشان می دهند. شناخت خصوصیات دوره های خشک اقلیمی از جمله فراوانی وقوع، شدت و تداوم دوره ها در برنامه ریزی-های محیطی گوناگون اهمیت زیادی دارد. در همین رابطه، خصوصیات دوره های اقلیمی خشک کشور براساس شاخص "روزهای خشک بعد از آخرین روز بارش" (DDSLR) با استفاده از داده های آماری ۴۸ ایستگاه سینوپتیک ایران طی یک دوره ۳۰ ساله از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. روند تغییرات شاخص DDSLR با احتمال ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد (خوشبینانه، متوسط، بدبینانه و بسیار بدبینانه) به عنوان شاخص های دوره های خشکی با شدت های کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد برای هر کدام از ایستگاه ها تعیین و خصوصیات دوره خشک شامل شروع، خاتمه، فراوانی، خشکترین روز دوره و طول دوره برای هر ایستگاه مشخص گردید. در نهایت بر اساس طول دوره خشک و از طریق روش میان یابی Kriging نقشه های پهنه بندی برای سرتاسر ایران ترسیم شد. نتایج مطالعه نشان داد که دوره خشک اقلیمی در ایستگاه های جنوب شرقی کشور بخصوص ایستگاه های بندری سواحل دریای عمان (چابهار و بندرعباس) قبل از ایستگاه های دیگر آغاز می شود. همچنین دوره خشک در ایستگاه های سواحل دریای خزر زودتر به پایان می رسد. کوتاه ترین دوره خشکی مربوط به سواحل شمالی کشور و طولانی ترین دوره خشکی نیز در جنوب شرقی کشور رخ می دهد. خشک ترین روز دوره در اکثر ایستگاه ها در ماه های اکتبر اتفاق می افتد. همچنین معلوم شد که با افزایش احتمال از ۲۵ درصد (احتمال خوشبینانه) به ۹۰ درصد (احتمال بسیار بدبینانه) بر وسعت منطقه دارای دوره خشکی خیلی بلند در بخش های جنوب، جنوب شرق و شمال غرب کشور افزوده می شود.

واژگان کلیدی: شاخص DDSLR، دوره های خشک، تحلیل فضایی، پهنه بندی، ایران

H.zolfaghari2002@yahoo.com

mojtabamirzaei6@gmail.com

۱- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی (نویسنده مسئول)

۲- کارشناس ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه رازی

مقدمه

در بین عناصر اقلیمی، بارش از متغیرترین آنها است بطوریکه از نظر زمانی و مکانی تغییرات زیادی نشان می‌دهد. بویژه در مناطقی که از بارش کمتری برخوردارند؛ تغییرات بارندگی شدیدتر است (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷). از سوی دیگر، تنوع زمانی و مکانی بالای بارش می‌تواند موجب تنش‌های شدید آبی گردد (رویز سینگا^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). از این رو شناسایی و تحلیل ویژگی‌های دوره‌های خشک هواشناسی و اقلیمی در درک توزیع فضایی مجموعه‌های مختلف زیستی اهمیت زیادی دارد (بی لی، ۱۹۸۸). چرا که اولاً دوره‌های خشک بین رخدادهای بارش نقش مهمی در فرایندهای زیست‌محیطی به‌خصوص در رابطه با شرایط رطوبت خاک ایفا می‌کند (باور، ۱۹۵۶، هیلل، ۱۹۷۱). ثانیاً اینکه رطوبت خاک، آب قابل دسترس رشد گیاه و اثرات ویژگی خاک و فرایندهایی از جمله: ثبات دانه‌ها و تخریب خاک (مباگو و بازرونی، ۱۹۹۸، کاران و همکاران، ۱۹۹۲، لاوی و همکاران، ۱۹۹۶، لادو و همکاران، ۲۰۰۴)، رواناب و فرسایش خاک (لی-بیزناس و سینگر، ۱۹۹۲، کوهن و برایان، ۲۰۰۴، ارنود و همکاران، ۲۰۰۵)، فرسایش بادی (فیکن و همکاران، ۱۹۹۹)، نیروی جریان آب (سیترو و همکاران، ۱۹۶۹، سیدل و همکاران، ۱۹۹۵)، فعالیت زیستی خاک (لی و ساره، ۲۰۰۳، بناپ و همکاران، ۲۰۰۴) و تکامل جوامع گیاهی (کوتیل و لاوی، ۱۹۹۹) را کنترل می‌کند (رویز سینگا و همکاران، ۲۰۱۲).

جنبه‌های متعددی از دوره‌های خشک و مرطوب، از جمله طول دوره، تکرار دوره، روند زمانی و مکانی، ارتباط با بارش سالیانه و خشکسالی توسط محققان مورد مطالعه قرار گرفته است (مارتین وید و گومز^۲، ۱۹۹۹؛ پاز و کوتیل^۳، ۲۰۰۳؛ وسنته سرانو و بیجریا پوتوگاس^۴، ۲۰۰۳؛ جوزپی^۵ و همکاران، ۲۰۰۵؛ لانا^۶ و همکاران، ۲۰۰۸؛ آنگ ناستفو^۷ و همکاران، ۲۰۰۸؛ دکا^۸ و همکاران، ۲۰۱۰؛ دنی^۹ و همکاران، ۲۰۱۰؛ لویز فرانکا^{۱۰}، ۲۰۱۳؛ مدی گاما و پرس^{۱۱}، ۲۰۱۱ و ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۴).

در اکثریت منابع فوق‌الذکر، طول دوره خشک، به تعداد روزهای متوالی بدون بارش و یا بارش کمتر از یک آستانه معین در بین دو دوره بارندگی اطلاق شده است. این تعریف دارای دو محدودیت مهم است: ۱- اهمیت روزهای خشک نسبت به یکدیگر در یک دوره خشک مخصوصاً اگر دوره طولانی‌تر باشد، مورد توجه قرار نمی‌گیرد. بطور مثال روز اول خشک با روز چهارم خشک در یک دوره خشک طولانی یکسان در نظر گرفته می‌شود. ۲- این دوره‌ها قابلیت تاریخ‌گذاری مشخص را ندارند. مثلاً در اکثر مطالعات اگر یک دوره خشک از اواخر ژانویه تا اوایل فوریه بطول کشیده

¹ - Ruiz-Sinoga

² - Martin-Vide and Gomez

³ - Paz and Kutiel

⁴ - Vicente-Serrano and Begueria - Portugues

⁵ - Giuseppe

⁶ - Lana

⁷ - Anagnostopoulou

⁸ - Deka

⁹ - Deni

¹⁰ - Lopez-Franca

¹¹ - Mathugama and Peiris

شده باشد، به عنوان خشکی ژانویه شناخته شده است (رایزر و کوتیل^۱، ۲۰۱۰). به منظور غلبه بر این محدودیت‌ها روش‌های مختلفی ارائه شده است. روش محاسبه «روزهای خشک بعد از آخرین روز بارانی» (DDSLR^۲)، توسط استرن^۳ و همکاران (۱۹۸۲) و کوتیل (۱۹۸۵) ارائه شده است، این روش ما را قادر به ارزیابی خشکی برای هر روز سال، بدون در نظر گرفتن اولین و آخرین روز دوره خشکی و همچنین قابلیت تعیین تاریخ را می‌دهد.

این شاخص به ویژه در مسائل کشاورزی و ژئومورفولوژی اهمیت زیادی دارد. در مباحث کشاورزی دو دوره بسیار مهم وجود دارد که طی آنها کمبود آب می‌تواند موجب پژمردگی و کاهش بازدهی گیاه گردد. اولین دوره، زمان شروع فصل بارش، هنگامی که گیاه در حال جوانه‌زدن است؛ کمبود آب باعث توقف جوانه‌زنی یا خواب بذر می‌شود. دومین دوره در فصل گل‌دهی است، که کمبود آب موجب کاهش محصول می‌شود. همچنین فرایندهای ژئومورفولوژیکی نظیر تورم خاک، فشرده‌شدن، و حرکات و ترک خوردن خاک که وابسته به محتوای آب خاک می‌باشند. با محاسبه این پارامتر در آستانه‌های مختلف بارش (بسته به هدف مطالعه) ما را قادر به محاسبه احتمال خشکی برای هر روز سال و ارزیابی خطر ابتلا به کمبود آب برای گیاهان و ارزیابی فرایندهای هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی وابسته به رطوبت خاک می‌کنند (ایوید و همکاران^۴، ۲۰۰۹). ایوید و همکاران (۲۰۰۹) طی پژوهشی در یک آب و هوای مدیترانه‌ای، پنج ایستگاه را بوسیله شاخص DDSLR در چهار آستانه بارش ۰/۱، ۱، ۱۰ و ۲۵ میلی‌متر بررسی نموده و نشان دادند که ارزش DDSLR با افزایش میزان خشکی تغییر می‌کند؛ آنها در آستانه ۰/۱ میلی‌متر تفاوتی در پنج ایستگاه مشاهده نکردند اما با افزایش آستانه بارش تفاوت‌ها آشکار گردیده است. رایزر و کوتیل (۲۰۱۰) در پژوهشی با هدف تجزیه و تحلیل توزیع خشکی در منطقه مدیترانه، توسط شاخص DDSLR، دو منطقه متمایز تشخیص دادند. رویز سینگا و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای در جنوب اسپانیا، با انتخاب دو ایستگاه در منطقه نیمه خشک و دو ایستگاه در منطقه مرطوب، با کمک شاخص DDSLR به مقایسه این دو منطقه پرداخته و یک دوره بحرانی کمبود بارش در طی ماه‌های سپتامبر و اکتبر مشاهده کردند.

ایران سرزمینی با خصوصیات اقلیمی عمدتاً خشک و نیمه خشک است. منابع حیاتی آب در این سرزمین وابستگی زیادی به ریزش‌های اندک جوی دارند و خصوصیات زمانی- مکانی این ریزش‌ها به اشکال و درجات مختلف منابع حیاتی ایران را بشدت متأثر می‌سازند. بنابراین تجزیه و تحلیل فراوانی و شدت دوره‌های خشک در ایران که منابع آبی نامطمئنی دارد از اهمیت بالایی برخوردار است. دوره‌های خشک اقلیمی با توجه به اهمیتی که برای زیست‌بوم‌های ایران دارد از طرف محققین مورد توجه قرار گرفته است. کهربائیان و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از مدل مارکوف و توزیع نرمال، دوره‌های خشک و مرطوب را برای مشهد پیش‌بینی کرده و نشان داد که احتمال شدت و مدت خشکسالی رو به افزایش است. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) دوره‌های خشک ایران را در سه آستانه بارشی (۱)، ۱ و ۱۰ (میلی‌متر) مطالعه نموده و نقشه‌های دوره‌های خشک ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روزه را برای کل کشور ترسیم

^۱ - Reiser and Kutiel

^۲ - Dry days since last rain

^۳ - Stern

^۴ - Aavid

نمودند. انصاری و داوری (۱۳۸۶) توسط شاخص بارندگی استاندارد شده با چهار مدل، رگرسیون، Spline، Kriging و IDW دوره‌های خشکی را برای خراسان بررسی کرده و نشان دادند که دوره‌های خشک در سال‌های اخیر تکرار بیشتری داشته ولی شدت آن کاهش یافته است. کوچکی و همکاران (۱۳۸۶) با هدف پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی در شرایط تغییر اقلیم با مدل گردش عمومی UKMO برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ نشان دادند که فصل خشک در ایران روند افزایشی دارد. در این پژوهش به کمک شاخص DDSLR که شاخصی نسبتاً جدید و مناسبتر برای تحلیل دوره‌های خشک است، ما قادر به شناسایی و تحلیل دقیقتر دوره‌های خشک بحرانی کوتاه مدت و بلندمدت اقلیمی ایران خواهیم شد.

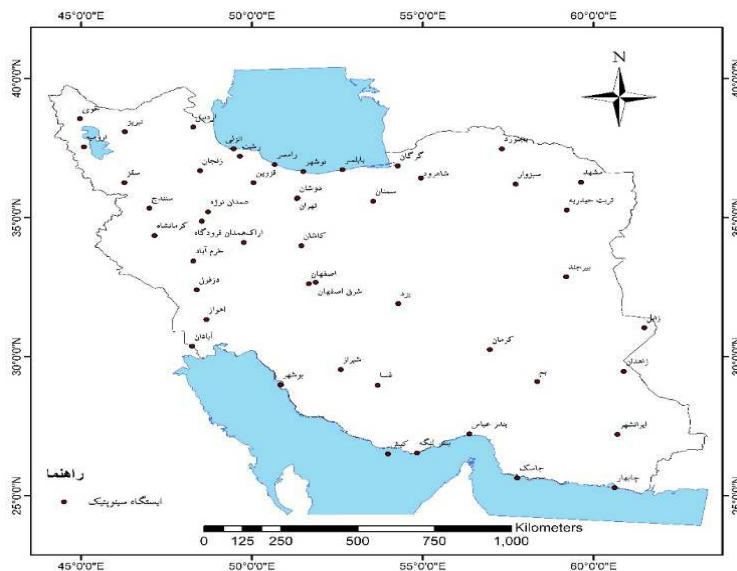
داده‌ها و روش‌ها

داده‌های بارش روزانه ۴۸ ایستگاه سینوپتیک ایران، طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۰۸)، از پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور^۱ دریافت و قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نواقص آماری ایستگاه‌ها با استفاده از روش نسبت‌ها (علیزاده، ۱۳۸۹) برطرف گردید، در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها مشخص شده است.

در این مطالعه به منظور تحلیل دوره‌های خشک اقلیمی، شاخص DDSLR که توسط استرن و همکاران (۱۹۸۲) و کوتیل (۱۹۸۵) ارائه شده است، مورد استفاده قرار گرفته است. برای رسیدن به اهداف پژوهش مراحل زیر به ترتیب انجام گرفته است:

تاریخ تحلیل بارش: این تاریخ به عنوان مبنای آغاز یک فصل جدید بارش تعریف می‌شود و همه پارامترهای بارش از جمله شاخص DDSLR، نسبت به این تاریخ محاسبه می‌شوند. در این پژوهش این تاریخ به روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۶) با تغییراتی توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۴) تعیین گردید.

^۱ - www.weather.ir



شکل ۱: موقعیت و اسامی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

آستانه بارش روزانه: انتخاب آستانه بارش روزانه با توجه به اهداف و روش‌های مورد استفاده، متفاوت است. آستانه رایج معمولاً ۰/۱ میلی‌متر یعنی حداقل دقت باران سنج (مارتین وید و گومز، ۱۹۹۹؛ تنات و هیوستون^۱، ۲۰۰۲) است که این مقدار برای تحلیل شاخص DDSLR، با توجه به نتایج ایوید و همکاران (۲۰۰۹) و رویز سینگا و همکاران (۲۰۱۲) بعلاوه آشکار نشدن تفاوت بین ایستگاه‌ها زیاد مطلوب نیست. بنابراین، توسط روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۹)، آستانه بارش روزانه بصورت رابطه ۱ تعیین شد. در این روش ابتدا نسبت میانگین بارش کل بین دو آستانه ۱ و ۰/۱ میلی‌متر از رابطه مذکور برای ایستگاه‌ها محاسبه شده و سپس بر اساس بالاترین درصد بدست آمده در بین ایستگاه‌ها آستانه مورد نظر تعیین می‌شود.

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{Ratio} = \left(\frac{\text{total}(,1) - \text{total}(1)}{\text{total}(,1)} \times 100 \right) - 1$$

محاسبه شاخص DDSLR: این شاخص براساس تعداد روزهای بدون بارش یا با بارش کمتر از یک آستانه معین از آخرین روز بارانی تعریف می‌شود. محاسبه آن به شرح زیر است:

الف) تعیین ارزش «0» برای تمام روزهای بارشی مساوی یا بالاتر از آستانه مورد نظر؛

ب) تعیین ارزش «۱»، «۲»، «۳» و ... برای تمام روزهای بدون بارش یا کمتر از آستانه مورد نظر بترتیب از آخرین روز بارانی؛

¹ - Tennant and Hewitson

ج) بدین ترتیب تمام سال‌های یک دوره آماری، ارزش‌گذاری می‌شود. اولین روز هر سال؛ اگر بارانی باشد، ارزش «0» و اگر خشک باشد ادامه ارزش آخرین روز سال قبلی برای آن منظور می‌شود؛
 د) رتبه‌بندی نزولی ارزش‌های بدست آمده شاخص DDSLR برای هر روز سال طی دوره و محاسبه احتمال آن از رابطه (۲).

$$\rho = \frac{m}{n+1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

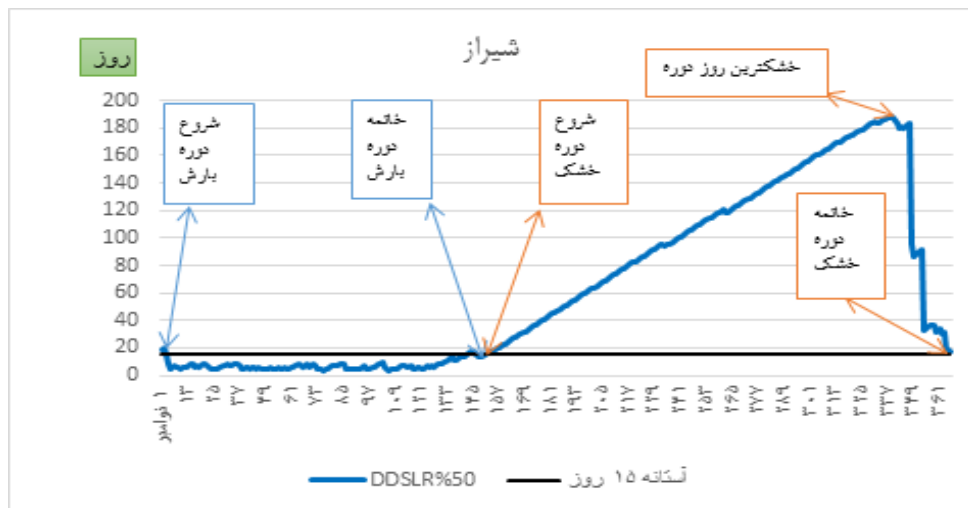
در این رابطه: ρ = احتمال، m = میانگین شاخص DDSLR برای هر روز سال و n = تعداد سال‌های مورد مطالعه. بدین ترتیب در نهایت روند سالانه شاخص DDSLR در احتمالات ۰.۲۵، ۰.۵۰، ۰.۷۵ و ۰.۹۰ برای هر ایستگاه، بترتیب به نمایندگی از شدت دوره خشکی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، تعیین شد.

تعریف دوره خشک و مرطوب و پارامترهای آن، با شاخص DDSLR: به دلیل وجود متغیرهایی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم در خشکسالی دخالت دارند تعریف این واژه مشکل است و به همین دلیل تعریف جامع و قابل قبولی برای آن ارائه نشده است. برای مثال خشکسالی از نظر پالمر کمبود رطوبت مستقیم و غیر طبیعی (فرج زاده، ۱۳۸۶)، از نظر علیجانی و کاویانی (۱۳۸۲) کاهش غیره منتظره بارش در مدتی معین و در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست، و از نظر هاردی (۲۰۰۳) یک پدیده طبیعی و نامحسوس که در پی کاهش بارندگی در طی یک دوره ممتد کوتاه یا طولانی روی می‌دهد، تعریف می‌گردد.

در این پژوهش با انتخاب روزهایی بعنوان آستانه (در اینجا ۱۵ روز) برای روند دوره سالانه شاخص DDSLR، پارامترهای دوره خشک و بارانی نظیر طول، تاریخ شروع و خاتمه، خشک‌ترین و مرطوب‌ترین روز و تعداد دوره‌ها تعیین می‌شوند. دوره بارانی به دوره‌ای اطلاق می‌شود که شامل روزهایی با شاخص DDSLR کمتر از ۱۵ روز است یعنی فاصله آن تا بارش بعدی کمتر از ۱۵ روز است. دوره خشک؛ دوره‌ای است که بر اساس شاخص DDSLR بیشتر از ۱۵ روز؛ طول می‌کشد. خشک‌ترین روز، روزی است که بالاترین رقم DDSLR و مرطوب‌ترین روز، روزی که کمترین رقم DDSLR را دارا می‌باشد.

یافته‌های تحقیق

الف) تاریخ شروع بارش: داده‌های بارش در این پژوهش بر اساس تاریخ شروع بارش، توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۴) تنظیم گردید. سپس بر اساس شاخص DDSLR با انتخاب و بررسی مجموعه روزهایی به عنوان آستانه پارامترهای بارش از جمله تاریخ شروع دوره بارش تعیین گردیدند. پس از ارزیابی‌ها و کنترل‌های متعدد در نهایت مشخص شد که دوره ۱۵ روزه به عنوان آستانه سالانه شاخص DDSLR، برای تفکیک دوره خشک از دوره بارانی مناسب است. شکل ۲ نمونه‌ای است که بر اساس آستانه ۱۵ روزه برای ایستگاه شیراز ترسیم و ارائه شده است. خصوصیات مختلفی از دوره‌های خشک اقلیمی بر اساس روش مذکور و آستانه ۱۵ روزه در شکل مشخص و به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۲: نمودار تعیین پارامترهای بارش ایستگاه شیراز بر اساس شاخص $DDSLR_{\%50}$

ب) آستانه بارش روزانه: از آنجا که تاثیر بارش روزانه در فعالیت‌های مختلف، بستگی به مقدار آن دارد، بنابراین تعیین آستانه بارش روزانه بستگی به هدف محقق دارد. در این مطالعه آستانه بارش با روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۹)، برای هر ایستگاه ۶ درصد میانگین بارش کل تعیین و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شد.

جدول ۱: تعیین آستانه بارش با روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۹) در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آستانه بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانه بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانه بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانه بارش (میلیمتر)
انزلی	۵,۲	خرم آباد	۳	اراک	۲	خوی	۱,۱
رشت	۴	همدان فرو	۱,۹	جاسک	۳	زنجان	۱,۱
نوشهر	۴	بوشهر	۳	همدان نو	۱,۷	زاهدان	۱,۱
بابلسر	۳,۵	سنندج	۲,۱	ارومیه	۱,۶	اصفهان	۱,۱
رامسر	۳,۳	سقز	۲,۱	بیرجند	۱,۵	بجنورد	۱,۱
فسا	۳,۱	کرمانشاه	۲,۱	دوشان	۱,۵	تبریز	۱
بندر عباس	۳,۱	ایران شهر	۲	تهران	۱,۴	اردبیل	۱
بندر لنگه	۳	اهواز	۲	مشهد	۱,۴	شاهرود	۱
کیش	۳	گرگان	۲	سمنان	۱,۳	زابل	۱
دزفول	۳	آبادان	۲	سبزوار	۱,۳	شرق اصفهان	۱
چابهار	۳	قزوین	۲	کرمان	۱,۱	بم	۱
شیراز	۳	تربت حیدر	۲	کاشان	۱,۱	یزد	۰,۸

ج) تعیین دوره خشک: با توجه به شاخص DDSLR و انتخاب آستانه ۱۵ روزه برای مطالعه ویژگیهای بارش، پارامترهای شروع، خاتمه، طول، تعداد و خشک‌ترین روز دوره خشک برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۲) تعیین، همچنین بر اساس طول دوره خشک، با احتمالات ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد (شدت‌های خشکی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد)، بترتیب شکل‌های (۳)، (۴)، (۵) و (۶) کشور از طریق روش میان‌یابی Kriging به عنوان نقشه‌های پهنه‌بندی ارائه شد.

جدول ۲: نتایج پارامترهای دوره خشک در ایستگاه‌های مورد مطالعه با شاخص DDSLR

ایستگاه	احتمال	شروع خشک	خاتمه دوره خشک	روز دوره خشک‌ترین	ایستگاه	احتمال	شروع خشک	خاتمه دوره خشک	روز دوره خشک‌ترین
اراک	۲۵٪	ژوئن ۱۴	اکتبر ۱۵	سپتامبر ۳۰	رامسر	۲۵٪	ژوئن ۱۴	اکتبر ۱۵	سپتامبر ۳۰
	۵۰٪	می ۳۰	اکتبر ۲۳	اکتبر ۱۴		۵۰٪	ژوئن ۱۴	اکتبر ۲۳	اکتبر ۱۴
	۷۵٪	می ۱۵	نوامبر ۱۲	اکتبر ۲۲		۷۵٪	ژوئن ۱	سپتامبر ۱۴	ژوئن ۱۹
	۹۰٪	می ۷	ژانویه ۳۰	اکتبر ۲۹		۹۰٪	مارس ۹	اکتبر ۱۵	جولای ۱۱
اردبیل	۲۵٪			اکتبر ۱۶	رشت	۲۵٪			اکتبر ۱۶
	۵۰٪	ژوئن ۲۷	سپتامبر ۲۶	اکتبر ۱۱		۵۰٪	ژوئن ۱۴	جولای ۲۸	جولای ۱۹
	۷۵٪	ژوئن ۱۵	اکتبر ۱۲	سپتامبر ۶		۷۵٪	ژوئن ۱	اکتبر ۲۲	جولای ۲۸
	۹۰٪	ژوئن ۵	مارس ۸	سپتامبر ۹		۹۰٪	فوریه ۲۳	اکتبر ۳۰	جولای ۲۱
ارومیه	۲۵٪	جولای ۲۰	سپتامبر ۲۴	اکتبر ۲۷	زابل	۲۵٪	جولای ۲۰	سپتامبر ۲۴	اکتبر ۲۷
	۵۰٪	جولای ۲	اکتبر ۱۳	سپتامبر ۱۹		۵۰٪	آوریل ۸	ژانویه ۱۳	نوامبر ۱۷
	۷۵٪	ژوئن ۵	نوامبر ۶	اکتبر ۳		۷۵٪	فوریه ۹	فوریه ۸	دسامبر ۴
	۹۰٪	می ۳۰	مارس ۱۴	اکتبر ۱۸		۹۰٪	فوریه ۹	فوریه ۸	ژانویه ۹
اصفهان	۲۵٪	می ۲۹	اکتبر ۲۹	اکتبر ۵	زاهدان	۲۵٪	می ۲۹	اکتبر ۲۹	اکتبر ۵
	۵۰٪	می ۱۶	نوامبر ۱۸	اکتبر ۲۹		۵۰٪	آوریل ۱۵	ژانویه ۱۳	نوامبر ۳
	۷۵٪	آوریل ۱۲	ژانویه ۱۷	اکتبر ۲۸		۷۵٪	ژانویه ۳۱	ژانویه ۲۸	دسامبر ۳
	۹۰٪	آوریل ۱	مارس ۳۱	نوامبر ۴		۹۰٪	ژانویه ۱۸	ژانویه ۱۷	نوامبر ۱۵
انزلی	۲۵٪			اکتبر ۱۰	زنجان	۲۵٪			اکتبر ۱۰
	۵۰٪	جولای ۸	اکتبر ۶	اکتبر ۱۰		۵۰٪	ژوئن ۱۴	اکتبر ۱۸	سپتامبر ۲۸
	۷۵٪	آوریل ۱	اکتبر ۲۳	جولای ۲۹		۷۵٪	ژوئن ۱	نوامبر ۷	سپتامبر ۳۰
	۹۰٪	مارس ۳۱	سپتامبر ۲۶	جولای ۱۸		۹۰٪	می ۱۵	ژانویه ۱۵	اکتبر ۱۸
اهواز	۲۵٪	می ۱۳	اکتبر ۲۷	اکتبر ۱۷	سبزوار	۲۵٪	می ۱۳	اکتبر ۲۷	اکتبر ۱۷
	۵۰٪	آوریل ۱۶	نوامبر ۷	نوامبر ۲		۵۰٪	می ۲۲	نوامبر ۱۳	اکتبر ۲۲
	۷۵٪	فوریه ۲۵	دسامبر ۳	نوامبر ۱۱		۷۵٪	آوریل ۲۰	دسامبر ۸	اکتبر ۲۹
	۹۰٪	دسامبر ۱۱	دسامبر ۱۰	دسامبر ۳		۹۰٪	ژانویه ۲۸	ژانویه ۲۱	دسامبر ۳
ایرانشهر	۲۵٪	آوریل ۱۶	دسامبر ۶	نوامبر ۲۴	سقز	۲۵٪	آوریل ۱۶	دسامبر ۶	نوامبر ۲۴
	۵۰٪	آوریل ۹	ژانویه ۱۸	دسامبر ۲۷		۵۰٪	ژوئن ۵	اکتبر ۲۱	سپتامبر ۳۰
	۷۵٪	فوریه ۱	ژانویه ۲۹	اکتبر ۶		۷۵٪	می ۱۹	نوامبر ۴	اکتبر ۱۴
	۹۰٪	فوریه ۱۶	فوریه ۱۵	دسامبر ۲۷		۹۰٪	آوریل ۲۲	ژانویه ۱۹	اکتبر ۱۴
آبدان	۲۵٪	می ۲۱	اکتبر ۲۹	اکتبر ۲۶	سمنان	۲۵٪	می ۲۱	اکتبر ۲۹	اکتبر ۲۶
	۵۰٪	آوریل ۱۱	دسامبر ۶	اکتبر ۲۹		۵۰٪	می ۲۳	دسامبر ۵	سپتامبر ۱۸
	۷۵٪	فوریه ۱	دسامبر ۱۶	اکتبر ۲۸		۷۵٪	آوریل ۱۱	فوریه ۵	اکتبر ۱۹

۹۰٪	دسامبر ۱۹	دسامبر ۱۸	نوامبر ۱۴	سندج	۹۰٪	دسامبر ۱۹	دسامبر ۱۸	نوامبر ۱۴	بایلسر
۲۵٪	ژوئن ۱۲	اکتبر ۱۱	ژوئن ۱۹		۲۵٪	ژوئن ۱۱	اکتبر ۱۱	سپتامبر ۱۹	
۵۰٪	می ۲۶	اکتبر ۲۷	ژوئن ۱۹		۵۰٪	می ۹	اکتبر ۲۷	ژوئن ۱۹	
۷۵٪	می ۱۸	نوامبر ۴	ژوئن ۱۹		۷۵٪	آوریل ۳	نوامبر ۴	ژوئن ۱۹	
۹۰٪	آوریل ۲۵	ژانویه ۱۴	جولای ۲۹	شاهرود	۹۰٪	فوریه ۱۲	سپتامبر ۱۹	سپتامبر ۱۶	بجنورد
۲۵٪	ژوئن ۲۹	سپتامبر ۲۲	سپتامبر ۱۰		۲۵٪	اگست ۲۵	سپتامبر ۲۲	سپتامبر ۱۶	
۵۰٪	ژوئن ۱۵	نوامبر ۳۰	سپتامبر ۲۵		۵۰٪	ژوئن ۱۱	نوامبر ۳۰	سپتامبر ۲۵	
۷۵٪	می ۲۱	ژانویه ۲۶	سپتامبر ۸		۷۵٪	می ۳۰	ژانویه ۲۶	سپتامبر ۸	
۹۰٪	آوریل ۶	آوریل ۵	سپتامبر ۲۹	شرق اصفهان	۹۰٪	آوریل ۱۷	ژانویه ۲۸	سپتامبر ۲۹	هم
۲۵٪	می ۲۶	اکتبر ۳۱	اکتبر ۱۶		۲۵٪	می ۱۸	اکتبر ۳۱	اکتبر ۱۶	
۵۰٪	می ۱۶	دسامبر ۳	نوامبر ۵		۵۰٪	آوریل ۲۰	دسامبر ۳	نوامبر ۵	
۷۵٪	آوریل ۱۰	ژانویه ۲۶	دسامبر ۲۵		۷۵٪	مارس ۲۴	ژانویه ۲۶	دسامبر ۲۵	
۹۰٪	مارس ۳۰	مارس ۲۹	دسامبر ۱۱	شیراز	۹۰٪	ژانویه ۲۸	دسامبر ۲۷	دسامبر ۲۷	بندر عباس
۲۵٪	آوریل ۱۳	اکتبر ۵	نوامبر ۴		۲۵٪	آوریل ۱۳	اکتبر ۵	نوامبر ۴	
۵۰٪	مارس ۲۲	نوامبر ۲	نوامبر ۳۰		۵۰٪	فوریه ۲۸	نوامبر ۲	نوامبر ۳۰	
۷۵٪	مارس ۷	نوامبر ۲۳	دسامبر ۴		۷۵٪	دسامبر ۱	نوامبر ۲۳	دسامبر ۴	
۹۰٪	دسامبر ۱۱	دسامبر ۱۰	دسامبر ۱۱	فسا	۹۰٪	دسامبر ۱	دسامبر ۱۰	دسامبر ۱۱	بندر لنگه
۲۵٪	می ۱۵	نوامبر ۱۷	نوامبر ۲		۲۵٪	آوریل ۱۵	نوامبر ۱۷	نوامبر ۲	
۵۰٪	آوریل ۱۲	دسامبر ۵	نوامبر ۲۲		۵۰٪	ژانویه ۲۹	دسامبر ۵	نوامبر ۲۲	
۷۵٪	آوریل ۲	ژانویه ۱۳	نوامبر ۸		۷۵٪	ژانویه ۱۹	ژانویه ۱۳	نوامبر ۸	
۹۰٪	فوریه ۲۴	ژانویه ۱۵	دسامبر ۴	قزوین	۹۰٪	فوریه ۲۵	ژانویه ۱۶	دسامبر ۴	بوشهر
۲۵٪	ژوئن ۱۷	اکتبر ۹	اکتبر ۲۲		۲۵٪	آوریل ۱۹	اکتبر ۹	اکتبر ۲۲	
۵۰٪	ژوئن ۷	اکتبر ۲۰	اکتبر ۲۷		۵۰٪	فوریه ۲۸	اکتبر ۲۰	اکتبر ۲۷	
۷۵٪	می ۲۱	دسامبر ۷	نوامبر ۱۲		۷۵٪	فوریه ۸	دسامبر ۷	نوامبر ۱۲	
۹۰٪	ژانویه ۱۹	فوریه ۲۶	اکتبر ۳۰	کاشان	۹۰٪	ژانویه ۱۹	فوریه ۲۶	اکتبر ۳۰	تبریز
۲۵٪	می ۲۹	اکتبر ۷	اکتبر ۱۴		۲۵٪	می ۲۹	اکتبر ۷	اکتبر ۱۴	
۵۰٪	می ۱۷	نوامبر ۱۱	اکتبر ۲۲		۵۰٪	می ۱۷	نوامبر ۱۱	اکتبر ۲۲	
۷۵٪	آوریل ۱۲	ژانویه ۱۰	نوامبر ۱۴		۷۵٪	آوریل ۱۲	ژانویه ۱۰	نوامبر ۱۴	
۹۰٪	فوریه ۱۱	ژانویه ۵	نوامبر ۲۴	کرمان	۹۰٪	فوریه ۱۱	ژانویه ۵	نوامبر ۲۴	تربت حیدریه
۲۵٪	جولای ۲۸	نوامبر ۱۲	سپتامبر ۱۴		۲۵٪	جولای ۲۸	نوامبر ۱۲	سپتامبر ۱۴	
۵۰٪	ژوئن ۲۳	دسامبر ۶	سپتامبر ۱۱		۵۰٪	ژوئن ۲۳	دسامبر ۶	سپتامبر ۱۱	
۷۵٪	ژوئن ۵	مارس ۱۶	سپتامبر ۳۰		۷۵٪	ژوئن ۵	مارس ۱۶	سپتامبر ۳۰	
۹۰٪	می ۱۹	مارس ۳۱	دسامبر ۱۱	کرمانشاه	۹۰٪	می ۱۹	مارس ۳۱	دسامبر ۱۱	تهران
۲۵٪	ژوئن ۱۳	اکتبر ۱۳	ژوئن ۲۱		۲۵٪	ژوئن ۱۳	اکتبر ۱۳	ژوئن ۲۱	
۵۰٪	می ۲۳	اکتبر ۲۵	نوامبر ۷		۵۰٪	می ۲۳	اکتبر ۲۵	نوامبر ۷	
۷۵٪	آوریل ۲۳	نوامبر ۲۰	نوامبر ۸		۷۵٪	آوریل ۲۳	نوامبر ۲۰	نوامبر ۸	
۹۰٪	آوریل ۷	ژانویه ۳	نوامبر ۲۹	گیس	۹۰٪	آوریل ۷	ژانویه ۳	نوامبر ۲۹	چابک
۲۵٪	ژوئن ۱۴	نوامبر ۲۶	اکتبر ۱۴		۲۵٪	ژوئن ۱۴	نوامبر ۲۶	اکتبر ۱۴	
۵۰٪	می ۳۰	ژانویه ۱۶	اکتبر ۱۵		۵۰٪	می ۳۰	ژانویه ۱۶	اکتبر ۱۵	
۷۵٪	می ۱۶	دسامبر ۲۱	اکتبر ۲۱		۷۵٪	می ۱۶	دسامبر ۲۱	اکتبر ۲۱	
۹۰٪	آوریل ۵	ژانویه ۲۲	نوامبر ۱۳	گرگان	۹۰٪	آوریل ۵	ژانویه ۲۲	نوامبر ۱۳	چابک
۲۵٪	آوریل ۱۴	ژانویه ۱۷	نوامبر ۱۳		۲۵٪	آوریل ۱۴	ژانویه ۱۷	نوامبر ۱۳	
۵۰٪	آوریل ۱	جولای ۲۷	اکتبر ۱۲		۵۰٪	آوریل ۱	جولای ۲۷	اکتبر ۱۲	

چابهار	۷۵٪	ژانویه ۲۰	ژانویه ۱۹	دسامبر ۹	۷۵٪	ژوئن ۱	سپتامبر ۱۶	اگست ۳۱
	۹۰٪	ژانویه ۲۶	ژانویه ۲۵	نوامبر ۱۱	۹۰٪	آوریل ۲۲	نوامبر ۱۰	سپتامبر ۹
	۲۵٪	آوریل ۴	دسامبر ۲	اکتبر ۱۶	۲۵٪	ژوئن ۱۸	اکتبر ۱۴	سپتامبر ۲۱
	۵۰٪	ژانویه ۲۶	ژانویه ۲۴	نوامبر ۳۰	۵۰٪	ژوئن ۱۱	نوامبر ۱۳	سپتامبر ۲۲
	۷۵٪	مارس ۲۶	مارس ۲۵	دسامبر ۲	۷۵٪	می ۱۷	دسامبر ۶	اکتبر ۳۱
	۹۰٪	مارس ۱۹	مارس ۲۰	مارس ۲	۹۰٪	آوریل ۲۲	مارس ۱۳	اکتبر ۲۹
خرم آباد	۲۵٪	ژوئن ۱	اکتبر ۱۷	اکتبر ۷	۲۵٪	ژوئن ۱۳	اکتبر ۱۴	سپتامبر ۱۹
	۵۰٪	می ۲۶	اکتبر ۲۷	اکتبر ۱۴	۵۰٪	ژوئن ۷	اکتبر ۲۳	اکتبر ۵
	۷۵٪	می ۱۳	نوامبر ۱۰	اکتبر ۲۴	۷۵٪	می ۲۱	نوامبر ۱۰	اکتبر ۱۹
	۹۰٪	فوریه ۲۷	ژانویه ۳	نوامبر ۲	۹۰٪	می ۱۰	ژانویه ۱۵	اکتبر ۲۰
خوی	۲۵٪			جولای ۲۷	۲۵٪			جولای ۳۱
	۵۰٪	جولای ۱۶	سپتامبر ۳۰	سپتامبر ۱۲	۵۰٪	جولای ۲۸	جولای ۳۱	جولای ۳۱
	۷۵٪	ژوئن ۱۴	نوامبر ۱	سپتامبر ۹	۷۵٪	می ۳۱	سپتامبر ۶	جولای ۲۸
	۹۰٪	می ۲۸	آوریل ۷	سپتامبر ۳۰	۹۰٪	آوریل ۲	سپتامبر ۱۵	سپتامبر ۱
دزفول	۲۵٪	می ۲۶	اکتبر ۲۵	اکتبر ۱۵	۲۵٪	جولای ۲	اکتبر ۱۲	اکتبر ۱
	۵۰٪	می ۱۰	نوامبر ۳	اکتبر ۲۵	۵۰٪	ژوئن ۷	اکتبر ۲۴	اکتبر ۱
	۷۵٪	آوریل ۱۲	نوامبر ۳۰	نوامبر ۴	۷۵٪	می ۲۲	نوامبر ۹	اکتبر ۱۴
	۹۰٪	فوریه ۱۵	ژانویه ۲۸	نوامبر ۶	۹۰٪	می ۴	ژانویه ۱۳	اکتبر ۲۰
دوشان	۲۵٪	ژوئن ۱۷	اکتبر ۶	سپتامبر ۱۳	۲۵٪	می ۲۵	نوامبر ۱۵	اکتبر ۱۳
	۵۰٪	ژوئن ۵	اکتبر ۲۶	اکتبر ۳	۵۰٪	آوریل ۱۴	دسامبر ۱۹	نوامبر ۱۰
	۷۵٪	می ۲۱	نوامبر ۳۰	اکتبر ۱۸	۷۵٪	ژانویه ۲۴	ژانویه ۲۳	دسامبر ۸
	۹۰٪	آوریل ۶	فوریه ۱۸	نوامبر ۱۲	۹۰٪	فوریه ۳	فوریه ۲	دسامبر ۱۷

- نتایج بررسی‌های آماری نشان می‌دهد بر اساس احتمال خشکی ۲۵ درصد (شدت خشکی کم)، سواحل جنوبی دریای خزر و بخشهای مهمی از استانهای اردبیل و آذربایجان شرقی بدون دوره خشکی نمایان می‌شوند. حداکثر طول دوره خشکی براساس احتمال ۲۵ درصد مربوط به سواحل دریای عمان و بطور کلی جنوب شرق کشور می‌باشد. شروع دوره خشکی در این منطقه معمولاً بسیار زودتر و حوالی ۴ آوریل شروع می‌شود در حالی که در نوار شمالی کشور دوره خشکی اصولاً دیرتر تا اواخر آگست به تاخیر می‌افتد. دوره خشکی مناطق شمالی نیز بسیار زودتر از جنوب شرق کشور خاتمه می‌یابد. نوار شمالی کشور تا سپتامبر دوره خشکی بسیار کوتاه مدت خود را سپری می‌کنند در حالی که دوره خشکی جنوب شرق کشور از جمله ایستگاه‌های شاخص ایران شهر و چابهار تا دسامبر به تاخیر می‌افتد. شدیدترین روز خشک در جنوب و جنوب شرق ایران رخ می‌دهد بطوریکه ایستگاه جاسک با ۲۱۴ روز فاصله از آخرین روز بارانی، شدیدترین روز خشکی را در طول سال تجربه می‌کند. در اکثریت قریب به اتفاق ایستگاهها فقط یک دوره خشکی شناسایی گردید.

- بر اساس احتمال خشکی ۵۰ درصد (شدت خشکی متوسط) بخشهای گسترده‌ای از سواحل شمالی کشور کوتاه‌ترین دوره خشکی را دارا هستند؛ حتی ایستگاه شاخص رامسر در استان مازندران بدون دوره خشک است. این در حالی است که با همین احتمال ایستگاه چابهار در منتهی الیه جنوب شرق ایران به عنوان نماینده بیشینه شرایط خشکی در

بین ایستگاههای موجود در تمام سال یعنی ۳۶۵ روز دوره خشکی را تجربه می کند. شروع دوره خشکی چابهار در ۲۶ ژانویه است ولی ایستگاه نوشهر در شمال ایران در ۲۸ ژوئیه است که بسیار دیرتر شروع می شود. خشکترین روز دوره براساس همین احتمال در اکثریت ایستگاههای مورد مطالعه در ماههای اکتبر و نوامبر رخ می دهد. ایستگاه کیش با ۲۴۱ روز تا روز بارانی خود شدیدترین روز خشکی را به نمایش می گذارد. اگر چه اکثریت ایستگاههای مورد مطالعه یک دوره خشکی را نشان می دهند ولی ایستگاههای بم و جاسک دو دوره خشک را به نمایش می گذارند. با این وجود ایستگاه رامسر هیچ دوره خشک را نشان نمی دهد.

- بر اساس نتایج تحلیل آماری با احتمال خشکی ۷۵ درصد (شدت خشکی زیاد) هیچ منطقه ای از ایران فاقد دوره خشک نیست. حتی سواحل مرطوب شمالی کشور نیز دارای دوره خشکی هستند. بطور مثال ایستگاه رشت نیز دارای یک دوره ۸۳ روزه خشک است. مناطق شرق، مرکز و جنوب ایران تقریباً یک دوره خشک ۳۶۵ روزه (تمام طول سال) را به نمایش می گذارند. دوره خشکی این مناطق از حوالی دسامبر آغاز شده و تقریباً تا نوامبر به طول می کشد. در مناطق شمالغربی و بخشهایی از شمال کشور، دوره خشک از ماه ژوئن شروع می شود. اکثریت ایستگاهها در حوالی ماه اکتبر خشکترین روز را تجربه می کنند. ایستگاه چابهار با ۲۷۱ روز فاصله از روز بارانی، شدیدترین روز خشک را به نمایش می گذارد. بیشتر ایستگاهها بر اساس همین احتمال یک دوره خشک طولانی را نشان می دهند ولی تعداد کمی از ایستگاهها ۲ دوره و فقط ایستگاه خوی ۳ دوره خشک (کوتاه) را نشان می دهد.

- بر اساس تحلیل آماری احتمال خشکی ۹۰ درصد (شدت خشکی خیلی زیاد) هیچ نقطه ای از ایران فاقد دوره خشک نیست. حتی سواحل مرطوب جنوب دریای خزر هم دارای دوره های خشک نسبتاً طولانی هستند. مثلاً ایستگاه نوشهر یک دوره خشکی حداقل ۱۶۶ روزه را تجربه می کند. بیشتر ایستگاههای جنوب، شرق، مرکز ایران دور خشکی تمام سال را تجربه می کنند. ایستگاههای جنوبشرق و جنوب ایران زودتر از بقیه مناطق دوره خشک را آغاز می کنند. آغاز دوره خشکی در بندرعباس روز اول دسامبر و در اردبیل با حدود ۶ ماه تاخیر در ژوئن رخ می دهد. خاتمه دوره خشکی ایستگاههای شمالغرب ایران از جمله ایستگاه خوی در آوریل رخ می دهد. خشکترین روزهای دوره خشکی ایستگاههای مورد مطالعه نیز عموماً در بین اکتبر و نوامبر رخ می دهد. جنوبشرق ایران شدیدترین دوره های خشکی را تجربه می کنند. چابهار با ۳۶۲ روز فاصله از روز بارانی شدیدترین روز خشک را به نمایش می گذارد. در اغلب ایستگاههای مورد مطالعه فقط یک دوره خشک مشاهده می شود ولی در برخی از ایستگاههای غرب و شمالغرب ۲ دوره و در سواحل شمالی کشور حتی ۳ و ۴ دوره (کوتاه) نیز مشاهده می شود.

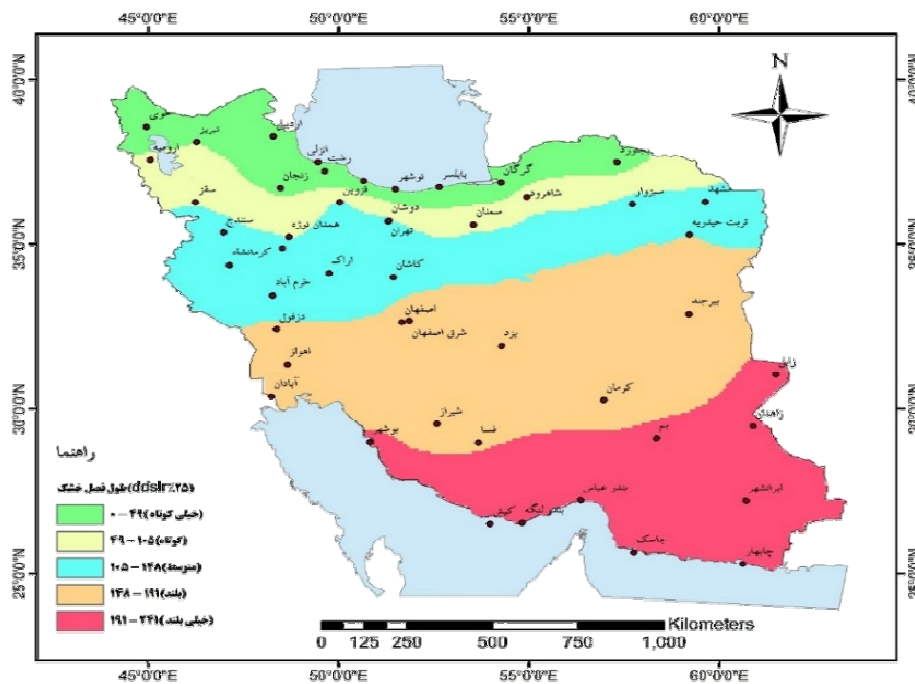
نتایج و بحث

اشکال ۳ تا ۶ پهنه بندی ایران را بر اساس طول فصل خشک با شاخص DDSLR نشان می دهند. دامنه طبقات پهنه بندی با استفاده از روش «شکستهای طبیعی»^۱ در نرم افزار ArcGIS تعیین شده است. همانطور که نقشه ها نشان

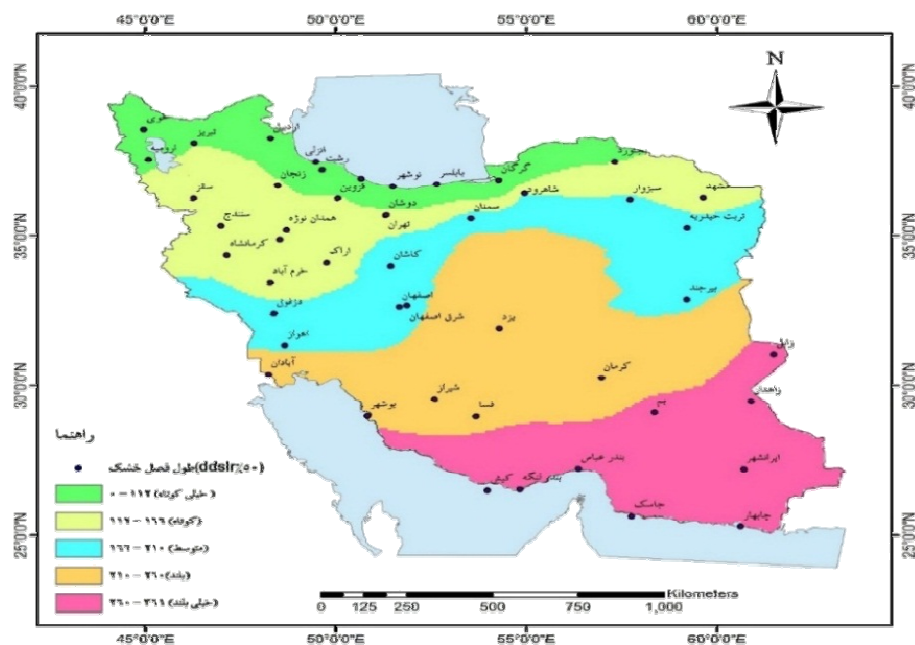
^۱ - Natural breaks

می‌دهند تمامی کشور به ۵ قسمت تقسیم شده است که از شمال به جنوب شرقی طول دوره خشک افزایش می‌یابد و این افزایش با بالا رفتن عدد احتمال؛ یعنی از احتمال ۲۵ درصد (شکل ۳) به ۹۰ درصد (شکل ۶)، بیشتر شده و بر وسعت ناحیه خشک‌تر افزوده می‌شود؛ به عبارت دیگر از وسعت ناحیه با طول دوره خشک خیلی کوتاه (نوار شمالی و شمال‌غربی کشور) کاسته و به ناحیه با طول دوره خشک بلند و خیلی بلند (جنوب و جنوب شرقی و مرکز) افزوده می‌شود. مقایسه پهنه‌های شکل گرفته در شکل ۳ (احتمال ۲۵ درصد) با شکل ۶ (احتمال ۹۰ درصد) که اولی به معنای شدت خشکی کم و دومی به معنای شدن خشکی خیلی زیاد است نشان از تغییرات قابل توجهی در پهنه‌ها دارد. شاید مهمترین تغییرات مکانی توزیع طول دوره خشکی در ایران مربوط به نواحی شمال‌غرب کشور، چرا که بخش اعظم شمال‌غرب ایران بر اساس احتمال ۲۵ درصد در محدوده دوره خشکی خیلی کوتاه قرار دارد در حالی که با احتمال ۹۰ درصد بخش عمده‌ای از این مناطق در طبقه دوره خشکی کوتاه قرار می‌گیرد. همچنین تاکید بر این نکته نیز ضروری است که در تحلیل با احتمال ۲۵ درصد فقط بخش نسبتاً کوچکی از کشور (بخشهایی از جنوب و جنوب‌شرق کشور) در طبقه دارای دوره خشک خیلی بلند قرار می‌گیرند در حالیکه با افزایش احتمال محاسباتی این پهنه گسترده‌تر شد و با احتمال ۹۰ درصد به حدود نصف پهنه تمام سرزمین ایران می‌رسد (جدول ۳).

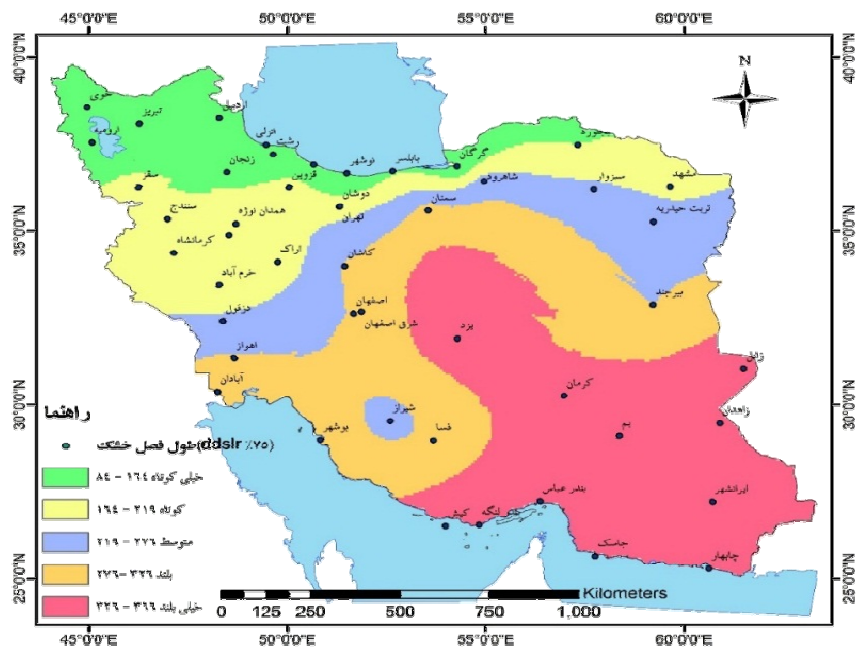
مساحت تحت پوشش هر کدام از پهنه‌ها (شکل‌های ۳ تا ۶) در جدول (۳) بصورت درصد ارائه شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که بطور متوسط حدود ۹ درصد مساحت کشور در معرض دوره‌های خشک بسیار کوتاه مدت قرار دارد. حدود ۱۴ درصد از مساحت کشور در معرض شرایط خشک کوتاه مدت، ۱۷ درصد در معرض شرایط خشک متوسط، ۲۸ درصد در معرض شرایط خشک طولانی مدت و ۳۲ درصد نیز در معرض شرایط خشک خیلی طولانی مدت قرار دارد. لازم به ذکر است با افزایش سطح احتمال، از میزان وسعت پهنه‌های مربوط به دوره‌های خشک کوتاه و زودگذر کاسته و بر وسعت دوره‌های خشک طولانی مدت و ماندگارتر در کشور افزوده می‌شود.



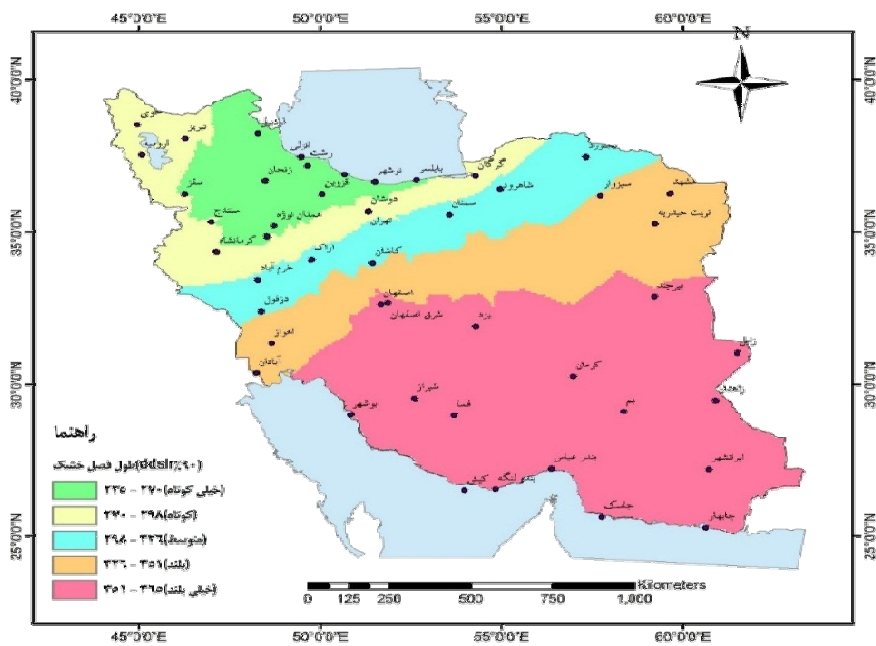
شکل ۳: پهنه بندی ایران براساس طول دوره خشک با شاخص $DDSLR_{25\%}$



شکل ۴: پهنه بندی ایران براساس طول دوره خشک با شاخص $DDSLR_{50\%}$



شکل ۵: پهنه‌بندی ایران براساس طول دوره خشک با شاخص $DDSLR_{75\%}$



شکل ۶: پهنه‌بندی ایران براساس طول دوره خشک با شاخص $DDSLR_{90\%}$

جدول ۳: وسعت پهنه های خشک اقلیمی ایران در سطوح احتمال مختلف

دوره خشک بسیار کوتاه مدت	دوره خشک کوتاه مدت	دوره خشک متوسط	دوره خشک کوتاه مدت	دوره خشک بسیار کوتاه مدت	ویژگی ها احتمال
٪۲۳	٪۳۶	٪۲۲	٪۹	٪۹	٪۲۵ (خوش بینانه)
٪۲۱	٪۳۱	٪۲۰	٪۱۹	٪۹	٪۵۰ (متوسط)
٪۳۴	٪۲۵	٪۱۴	٪۱۶	٪۱۱	٪۷۵ (بدبینانه)
٪۴۹	٪۱۹	٪۱۳	٪۱۱	٪۸	٪۹۰ (بسیار بدبینانه)
٪۳۲	٪۲۸	٪۱۷	٪۱۴	٪۹	درصد کل

نتیجه گیری

برای محاسبه پدیده اقلیمی خشکی و پارامترهای آن از جمله طول دوره های خشک از شاخص ها و روش های گوناگونی استفاده شده است. در این مطالعه از شاخص "روزهای خشک بعد از آخرین روز بارش" (DDSLR) استفاده شده است که اساساً توسط استرن و همکاران (۱۹۸۲) و کوتیل (۱۹۸۵) مطرح و تغییراتی در طول زمان در آنها داده شده است. این شاخص به ویژه در مسائل کشاورزی و ژئومورفولوژی اهمیت زیادی دارد.

این مطالعه نشان داد که سواحل دریای خزر و بخش های مهمی از استان های شمال غربی دارای کوتاه ترین دوره خشکی و بخش های جنوبی و جنوب شرقی دارای طولانی ترین دوره خشکی هستند؛ یعنی هر چه از شمال کشور به طرف جنوب پیش می رویم به طول دوره خشکی اضافه می گردد. در احتمال خوشبینانه (۲۵ درصد) سواحل دریای خزر و بخش های مهمی از استان های شمال غربی کشور شاهد دوره خشکی نخواهند بود در حالیکه بر اساس احتمال بسیار بدبینانه (۹۰ درصد) هیچ نقطه ای از ایران حتی سواحل مرطوب شمالی ایران دوره بدون خشکی نخواهند داشت و بسیاری از ایستگاه های جنوبی و جنوب شرقی ایران تمامی سال خشک می باشند. همچنین شروع دوره خشکی بر اساس تمامی احتمالات چهارگانه در بخش های جنوبی و جنوب شرقی کشور زودتر از سایر مناطق، در احتمال خوشبینانه (۲۵ درصد) اوایل آوریل و در احتمال بسیار بدبینانه (۹۰ درصد) تا اوایل دسامبر شروع زودتری دارند. خاتمه دوره های خشکی نیز در سواحل دریای خزر زودتر از سایر مناطق، در احتمال خوشبینانه (۲۵ درصد) اواخر ژوئن و در احتمال بسیار بدبینانه (۹۰ درصد) تا اواخر آگست به تاخیر می افتد. بر اساس وضعیت خوشبینانه حداقل یک دوره خشک و وضعیت بسیار بدبینانه در برخی از ایستگاه ها و مناطق بین ۱ تا ۴ دوره خشک اقلیمی نیز شناسایی شد. خشک ترین روز دوره در اکثر ایستگاه ها در ماه اکتبر اتفاق می افتد. نتایج حاصل از این پژوهش تا حدودی تایید کننده کار محمدی و همکاران (۱۳۹۲) است که از طریق فیلتر کردن بارش در سه آستانه، پارامترهای بارش را تعیین کردند. نتایج کار مخصوصاً در آستانه ۱ میلی متر با یافته های این پژوهش (احتمال ۵۰ درصد) شباهت زیادی دارد؛ بطوریکه نوار شمالی کشور کمترین طول دوره خشکی و جنوب شرقی بیشترین و طولانی ترین دوره خشکی مربوط به چابهار و کوتاه ترین مربوط به انزلی می باشد. پژوهش کوچکی و همکاران (۱۳۸۶) در مقایسه با نتایج این پژوهش از نظر میانگین طول

دوره خشکی در ایستگاههای مختلف تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد؛ بیشترین اختلاف این دو پژوهش مربوط به ایستگاه‌های سواحل شمالی ایران است.

منابع

انصاری حسین؛ داوری کامران، (۱۳۸۶)، پهنه‌بندی دوره خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS مطالعه موردی خراسان، پژوهش‌های جغرافیایی، صص ۹۷-۱۰۸.

ذوالفقاری حسن؛ مجرد فیروز؛ میرزایی مجتبی، (۱۳۹۴)، عدم اعتماد به بارندگی در ایران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۸، صص ۲۰۷-۲۲۹.

علیزاده، امین، (۱۳۸۹)، اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات: دانشگاه امام رضا. چاپ ۲۹. ویرایش ۵.

فرج زاده، منوچهر، (۱۳۸۴)، خشکسالی از مفهوم تا راهکار. انتشارات: سازمان جغرافیایی و وزارت دفاع و پشتیبانی.

کاویانی، محمد رضا؛ علیجانی بهلول، (۱۳۸۲)، مبانی آب و هواشناسی. انتشارات: سمت. چاپ نهم.

کهریباثیان پروین؛ ایرانمنش انیس؛ محمدی حسین، (۱۳۹۲)، کاربرد مدل زنجیره مارکوف و توزیع نرمال در تعیین احتمال وقوع دوره‌های خشکی و ترسالی مشهد، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۲۰ صص ۱۸۱-۱۹۶.

کوچکی علیرضا؛ نصیری مهدی؛ کمالی غلامعلی، (۱۳۸۶)، مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۵ شماره ۱، صص ۱۳۳-۱۴۲.

مسعودیان، ابوالفضل؛ کاویانی، محمد رضا، (۱۳۸۷)، اقلیم شناسی ایران. انتشارات: دانشگاه اصفهان.

محمودی پیمان؛ پروین نادر؛ رضایی، جبار، (۱۳۹۲)، پهنه‌بندی ایران بر اساس طول دوره‌های خشک، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره ۱۳، صص ۸۵-۱۰۶.

Anagnostopoulou, C., Tolika, K., Maheras, P., Reiser, H & Kutiel, H. (2008). Quantifying uncertainties in precipitation: a case study from Greece. *Adv Geosci*, 16, 19–26.

Aviad, Y., Kutiel, H & Lavee, H. (2009). Variation of Dry Days Since Last Rain (DDSLR) as a measure of dryness along a Mediterranean— arid transect. *J Arid Environ*, 73, 658–665.

Deka, S., Borah, M & Kakaty, S.C. (2010). Statistical modeling of wet and dry spell frequencies over North-East India. *Journal of Applied and Natural Science* 2(1): 42-47.

Deni, S.M., Jemain, A.A, & Ibrahim, K. (2010). The best probability models for dry and wet spells in Peninsular Malaysia during monsoon seasons. *Int. J. Climatol*. 30: 1194–1205.

Giuseppe, E.D., Vento, D., Epifani, C & Esposito, S. (2005). Analysis of dry and wet spells from 1870 to 2000 in four Italian sites. *Geophysical Research Abstracts*, 7: 1-6.

Hardy, J. (2003). *Climate change, Causes, Effects and solution*, Johan Wiley sons. Ltd, pp. 39.

Kutiel, H. (1985). The multimodality of the rainfall course in Israel, as reflected by the distribution of dry spells. *Arch Meteorol Geophys Bioclimatol* 36:15–27.

Lana X., Martinez, M.D., Burgeno, A & Serra, C. (2008). Return period maps of dry spells for Catalonia (northeastern Spain) based on the Weibull distribution. *Hydrological Sciences—Journal—des Sciences Hydrologiques*, 53(1) February 2008.

Lopez-Franca, N., Sanchez, E., Romera, R & Dominguez, M. (2013). Dry spells analysis over the Mediterranean basin for present climate and climate change conditions using ENSEMBLES regional climate models. *Física de la Tierra Vol. 25* (2013) 41-55.

Mathugama, S.C & Peiris, T.S.G. (2011). Critical Evaluation of Dry Spell Research. *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS Vol: 11 No: 06*.

Martín-Vide, J & Gomez, L. (1999). Regionalization of peninsular Spain based on the length of dry spells. *Int. J. Climatol*. 19: 537–555.

- Paz, S. & Kutiel H. (2003). Rainfall regime uncertainty (RRU) in an eastern Mediterranean region – a methodological approach. *Israel J Earth Sci*, 52, 47–63.
- Reiser, H & Kutiel, H. (2006). Rainfall uncertainty in the Mediterranean: Definition of the rainy season – a methodological approach; *Theor. Appl. Climatol.* 94:35-49.
- Reiser, H & Kutiel, H. (2009). Rainfall uncertainty in the Mediterranean: definitions of the daily rainfall threshold (DRT) and the rainy season length (RSL); *Theor Appl Climatol.*, 97, 151-162.
- Reiser, H & Kutiel, H. (2010). Rainfall uncertainty in the Mediterranean: dryness distribution. *Theor Appl Climatol*, 100, 123–135.
- Ruiz-Sinoga, J.D., Garcia-Marin, R., Gabarron-Galeote, M.A & Martinez-Murillo, J. F. (2012). Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain. *Int. J. Climatol.* 32: 1558–1571.
- Stern, R.D., Dennett, M.D & Dale, I.C. (1982). Analysing daily rainfall measurements to give agronomically useful results. I. Direct methods. *Experimental Agriculture* 18, 223–236.
- Tennant, W.J & Hewitson, B.C. (2002). Intra-seasonal rainfall characteristics and their importance to the seasonal prediction problem. *Int J Climatol* 22:1033–1048.
- Vicente -Serrano, S.M & Begueria-Portugues, S. (2003). Estimating extreme dry-spell risk in the middle Ebro valley (northeastern Spain): a comparative analysis of partial duration series with a general Pareto distribution and annual maxima series with a Gumbel distribution. *Int. J. Climatol.* 23, 1103-1118.

Spatial analysis and zoning of climate dry periods in Iran based on DDSLR index

Hasan Zolfaghari*¹, Mojtaba Mirzaei²

1- Associate prof. of Climatology, Department of Geography, University of Razi, Kermanshah, Iran

Email: h.zolfaghari2002@yahoo.com

2- M.A. in Climatology, University of Razi, Kermanshah, Iran

Received: 2016-07-17

Accepted: 2017-03-06

Abstract

In terms of climate, Iran is an arid and semi-arid country, where vital water resources in this country are highly dependent on atmospheric precipitation. Understanding the characteristics of climatic dry periods such as frequency, severity, and duration of periods is important in environmental planning. In this regard, characteristics of the country's dry climatic periods based on "dry days after the last day of the rainfall" (DDSLR) using statistical data of 48 synoptic stations in Iran over a 30-year period from 1979 to 2008 were studied. DDSLR index trend changes with a probability of 25, 50, 75 and 90 percent (optimistic, average, pessimistic and very pessimistic) as an indicator of the severity of the drought periods of low, medium, high and very high determined for each of the stations and dry period features including start, stop, frequency, and duration of driest days was determined for each station. Finally, based on the length of dry period and through interpolation method Kriging zoning maps for the entire country was drawn. The results showed that climatic dry periods in stations of southeast of the country, especially port stations such as the Oman Sea (Chabahar and Bandar Abbas), before other stations begin. Also dry period ends earlier in the Caspian Sea coast stations. The shortest period of drought on the northern coast of the country and the longest period of drought occurs in the southeast of the country. The driest days at most stations will happen in October. It also turned out that with an increased probability of 25% (probably optimistic) to 90 percent (likely very pessimistic) the area has a very long period of drought in parts of the south; southeast and northwest of the country will increase.

Key words: DDSLR Index, dry periods, spatial analysis, zoning, Iran.