مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره دوازدهم،تابستان ۱۳۹۶
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶
صفحات: ۱۸-۱

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 دورهٔ 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 دورهٔ خشک شامل شروع، خاتمه، فراوانی، خشکترین روز دوره و طول دوره برای هر ایستگاه مشخص گردید. در نهایت بر اساس طول دورهٔ خشک و از طریق روش میان یابی Kriging نقشه های پهنه بندی برای سرتاسر ایران ترسیم شد. نتایج مطالعه نشان داد که دورهٔ 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 دورهٔ خشک در ایستگاه های سواحل دریای خزر زودتر به پایان می رسد. کوتاه ترین دورهٔ خشکی مربوط به سواحل شمالی کشور و طولانی ترین دورهٔ 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 دورهٔ خشکی خیلی بلند در بخش‌های جنوب، جنوب‌شرق و شمال‌غرب کشور افزوده می شود.

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

۱- دانشیار، گروه جغرافیا ، دانشگاه رازی (نویسنده مسئول) H.zolfaghari2002@yahoo.com
۲- کارشناس ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه رازی mojtabamirzaei6@gmail.com

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[1] 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 (سیتر 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[2]، ۱۹۹۹؛ پاز و کوتیل[3]، ۲۰۰۳؛ وسنته سرانو و بیجریا پوتوگاس[4]، ۲۰۰۳؛ جوزپی[5] و همکاران، ۲۰۰۵؛ لانا[6] و همکاران، ۲۰۰۸؛ آنگ ناستفو[7] و همکاران، ۲۰۰۸؛ دکا[8] و همکاران، ۲۰۱۰؛ دنی[9] و همکاران، ۲۰۱۰؛ لوپز فرانکا[10]، ۲۰۱۳؛ مدی گاما و پرس[11]، ۲۰۱۱ و ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۴).

در اکثریت منابع فوق‌الذکر، طول دورهٔ خشک، به تعداد روزهای متوالی بدون بارش و یا بارش کمتر از یک آستانه معین در بین دو دورهٔ بارندگی اطلاق شده است. این تعریف دارای دو محدودیت مهم است: ۱- اهمیت روزهای خشک نسبت به یکدیگر در یک دورهٔ خشک مخصوصاً اگر دوره طولانی‌تر باشد، مورد توجه قرار نمی‌گیرد. بطور مثال روز اول خشک با روز چهلم خشک در یک دوره خشک طولانی یکسان در نظر گرفته می‌شود.۲- این دوره‌ها قابلیت تاریخ‌گذاری مشخص را ندارند. مثلا 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[1]، ۲۰۱۰). به منظور غلبه بر این محدودیت‌ها روش‌های مختلفی ارائه شده است. روش محاسبهٔ «روزهای خشک بعد از آخرین روز بارانی» (DDSLR[2])، توسط استرن[3] 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 دورهٔ خشکی و همچنین قابلیت تعیین تاریخ را می‌دهد.

این شاخص به ویژه در مسائل کشاورزی و ژئومورفولوژی اهمیت زیادی دارد. در مباحث کشاورزی دو دورهٔ 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 درحال 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 ترک‌خوردن خاک که وابسته به محتوای آب خاک می‌باشند. با محاسبهٔ این پارامتر در آستانه‌های مختلف بارش (بسته به هدف مطالعه) ما را قادر به محاسبهٔ 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[4]، ۲۰۰۹). ایوید و همکاران (۲۰۰۹) طی پژوهشی در یک آب و هوای مدیترانه‌ای، پنج ایستگاه را بوسیله شاخص DDSLR در چهار آستانهٔ بارش ۰/۱، ۱، ۱۰ و ۲۵ میلیمتر بررسی نموده و نشان دادند که ارزش DDSLR با افزایش میزان خشکی تغییر می‌کند؛ آنها در آستانهٔ ۰/۱ میلیمتر تفاوتی در پنج ایستگاه مشاهده نکردند اما با افزایش آستانهٔ 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 منطقهٔ 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 دورهٔ 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 متاثر می‌سازند. بنابراین تجزیه و تحلیل فراوانی و شدت دوره‌های خشک در ایران که منابع آبی نامطئنی 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 آستانهٔ بارشی (۱/.، ۱ و ۱۰میلیمتر) مطالعه نموده و نقشه‌های دوره‌های خشک ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روزه را برای کل کشور ترسیم

[1] - Reiser and Kutiel
[2] - Dry days since last rain
[3] - Stern
[4] - Avaid

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 دوره های خشک است، ما قادر به شاناسایی وتحلیل دقیقتر دوره های خشک بحرانی کوتاه مدت و بلندمدت اقلیمی ایران خواهیم شد.

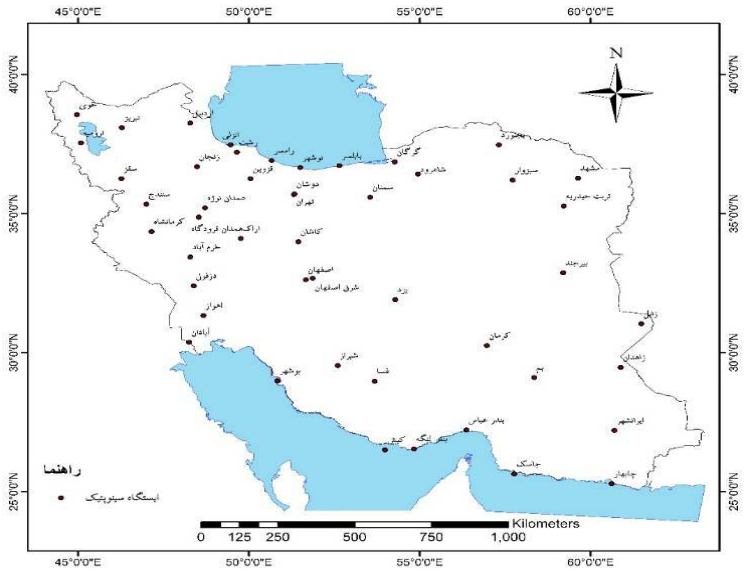
داده‌ها و روش‌ها

داده‌های بارش روزانه ۴۸ ایستگاه سینوپتیک ایران، طی یک دورهٔ ۳۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۰۸)، از پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور[1] 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 همهٔ 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.

[1] - www.weather.ir



شکل ۱: موقعیت و اسامی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

آستانهٔ بارش روزانه: انتخاب آستانهٔ بارش روزانه با توجه به اهداف و روش‌های مورد استفاده، متفاوت است. آستانهٔ رایج معمولا ۰/۱ میلیمتر یعنی حداقل دقت باران سنج (مارتین وید و گومز، ۱۹۹۹؛ تنات و هیوستون[1]، ۲۰۰۲) است که این مقدار برای تحلیل شاخص DDSLR، با توجه به نتایج ایوید و همکاران (۲۰۰۹) و رویز سینگا و همکاران (۲۰۱۲) بعلت آشکار نشدن تفاوت بین ایستگاه‌ها زیاد مطلوب نیست. بنابراین، توسط روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۹)، آستانهٔ بارش روزانه بصورت رابطه ۱ تعیین شد. در این روش ابتدا نسبت میانگین بارش کل بین دو آستانهٔ ۱ و ۰/۱ میلیمتر از رابطهٔ مذکور برای ایستگاه‌ها محاسبه شده و سپس بر اساس بالاترین درصد بدست آمده در بین ایستگاه‌ها آستانهٔ مورد نظرتعیین می‌شود.

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

محاسبهٔ شاخص DDSLR : این شاخص براساس تعداد روزهای بدون بارش یا با بارش کمتر از یک آستانهٔ معین از آخرین روز بارانی تعریف می‌شود. محاسبهٔ 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 دورهٔ و محاسبهٔ احتمال آن از رابطهٔ (۲).

رابطهٔ (۲) $$\rho = \frac{m}{n+1}$$

در این رابطه: ρ= احتمال، m = میانگین شاخص DDSLR برای هر روز سال و n = تعداد سال‌های مورد مطالعه.

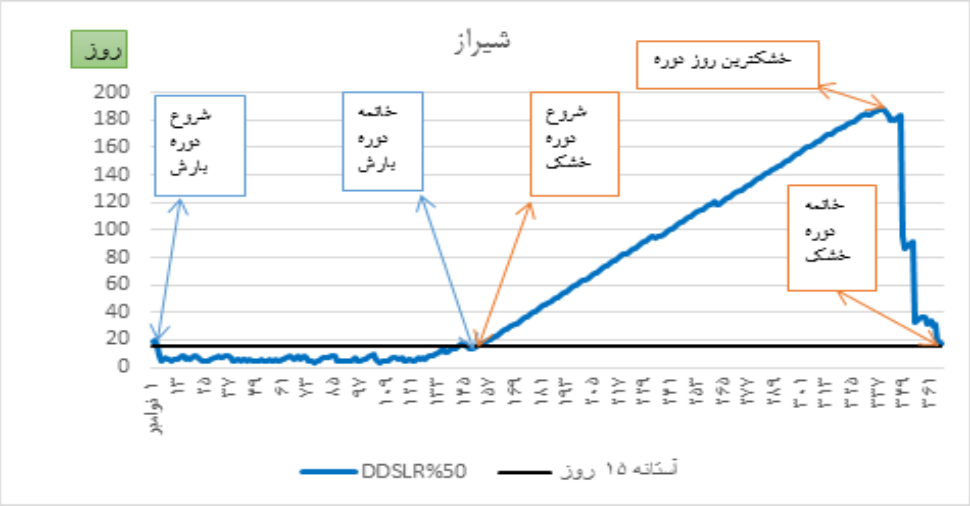
بدین ترتیب در نهایت روند سالانه شاخص DDSLR در احتمالات ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۹۰٪ برای هر ایستگاه، بترتیب به نمایندگی از شدت دورهٔ خشکی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، تعیین شد.

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 منتظرهٔ بارش در مدتی معین و در منطقه‌ای که لزوما خشک نیست، و از نظر هاردی (۲۰۰۳) یک پدیدهٔ طبیعی و نامحسوس که در پی کاهش بارندگی در طی یک دورهٔ ممتد کوتاه یا طولانی روی می‌دهد، تعریف می‌گردد.

در این پژوهش با انتخاب روزهایی بعنوان آستانه (در اینجا ۱۵روز) برای روند دورهٔ سالانه شاخص DDSLR، پارامترهای دورهٔ خشک و بارانی نظیر طول، تاریخ شروع و خاتمهٔ، خشک‌ترین و مرطوب‌ترین روز و تعداد دوره‌ها تعیین می‌شوند. دوره بارانی به دوره‌ای اطلاق می‌شود که شامل روزهایی با شاخص DDSLR کمتر از ۱۵روز است یعنی فاصله آن تا بارش بعدی کمتر از ۱۵روزاست. دوره خشک؛ دوره‌ای است که بر اساس شاخص DDSLR بیشتر از ۱۵روز؛ 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 دورهٔ بارش تعیین گردیدند. پس از ارزیابی‌ها و کنترل‌های متعدد در نهایت مشخص شد که دورهٔ ۱۵روزه به عنوان آستانهٔ سالانه شاخص DDSLR، برای تفکیک دورهٔ خشک از دورهٔ بارانی مناسب است. شکل ۲ نمونه‌ای است که بر اساس آستانه ۱۵ روزه برای ایستگاه شیراز ترسیم و ارائه شده است. خصوصیات مختلفی از دوره های 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) آستانهٔ بارش روزانه: از آنجا که تاثیر بارش روزانه در فعالیت‌های مختلف، بستگی به مقدار آن دارد، بنابراین تعیین آستانهٔ بارش روزانه بستگی به هدف محقق دارد. در این مطالعه آستانهٔ 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 آستانهٔ بارش با روش رایزر و کوتیل (۲۰۰۹) در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آستانهٔ بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانهٔ بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانهٔ بارش (میلیمتر)	ایستگاه	آستانهٔ 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	ایرانشهر	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 دورهٔ خشک: با توجه به شاخص DDSLR و انتخاب آستانهٔ ۱۵روزه برای مطالعه ویژگیهای بارش، پارامترهای شروع، خاتمه، طول، تعداد و خشک‌ترین روز دورهٔ خشک برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۲) تعیین، همچنین بر اساس طول دورهٔ خشک، با احتمالات ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد (شدت های 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 دورهٔ خشک در ایستگاه‌های مورد مطالعه با شاخص DDSLR

ایستگاه	احتمال	شروع دورهٔ خشک	خاتمه دورهٔ خشک	خشک ترین روز دوره	ایستگاه	احتمال	شروع دورهٔ خشک	خاتمه دورهٔ خشک	خشک ترین روز دوره
اراک	٪۲۵	ژوئن۱۴	اکتبر۱۵	سپتامبر۳۰	رامسر	٪۲۵			جولای۳۰
	٪۵۰	می۳۰	اکتبر۲۳	اکتبر۱۴		٪۵۰			آگست۵
	٪۷۵	می۱۵	نوامبر۱۲	اکتبر۲۲		٪۷۵	ژوئن۱	سپتامبر۱۴	ژوئن۱۹
	٪۹۰	می۷	ژانویه۳۰	اکتبر۲۹		٪۹۰	مارس۹	اکتبر۱۵	جولای۱۱
اردبیل	٪۲۵			آگست۱۶	رشت	٪۲۵			آگست۳
	٪۵۰	ژوئن۲۷	سپتامبر۲۶	آگست۱۱		٪۵۰	جولای۱۴	جولای۲۸	جولای۱۹
	٪۷۵	ژوئن۱۵	اکتبر۱۲	سپتامبر۶		٪۷۵	ژوئن۱	آگست۲۲	جولای۲۸
	٪۹۰	ژوئن۵	مارس۸	سپتامبر۹		٪۹۰	فوریه۲۳	آگست۳۰	جولای۲۱
ارومیه	٪۲۵	جولای۲۰	سپتامبر۲۴	آگست۲۷	زابل	٪۲۵	آوریل۲۳	نوامبر۱۷	نوامبر۶
	٪۵۰	جولای۲	اکتبر۱۳	سپتامبر۱۹		٪۵۰	آوریل۸	ژانویه۱۳	نوامبر۱۷
	٪۷۵	ژوئن۵	نوامبر۶	اکتبر۳		٪۷۵	فوریه۹	فوریه۸	دسامبر۴
	٪۹۰	می۳۰	مارس۱۴	اکتبر۱۸		٪۹۰	فوریه۹	فوریه۸	ژانویه۹
اصفهان	٪۲۵	می۲۹	اکتبر۲۹	اکتبر۵	زاهدان	٪۲۵	می۱۶	دسامبر۳	اکتبر۱۴
	٪۵۰	می۱۶	نوامبر۱۸	اکتبر۲۹		٪۵۰	آوریل۱۵	ژانویه۱۳	نوامبر۳
	٪۷۵	آوریل۱۲	ژانویه۱۷	اکتبر۲۸		٪۷۵	ژانویه۳۱	ژانویه۲۸	دسامبر۳
	٪۹۰	آوریل۱	مارس۳۱	نوامبر۴		٪۹۰	ژانویه۱۸	ژانویه۱۷	نوامبر۱۵
انزلی	٪۲۵			آگست۱۰	زنجان	٪۲۵	آگست۲۷	سپتامبر۳۰	سپتامبر۲۶
	٪۵۰	جولای۸	آگست۶	آگست۱۰		٪۵۰	ژوئن۱۴	اکتبر۱۸	سپتامبر۲۸
	٪۷۵	آوریل۱	آگست۲۳	جولای۲۹		٪۷۵	ژوئن۱	نوامبر۷	سپتامبر۳۰
	٪۹۰	مارس۳۱	سپتامبر۲۶	جولای۱۸		٪۹۰	می۱۵	ژانویه۱۵	اکتبر۱۸
اهواز	٪۲۵	می۱۳	اکتبر۲۷	اکتبر۱۷	سبزوار	٪۲۵	ژوئن۱۵	اکتبر۲۰	سپتامبر۱۵
	٪۵۰	آوریل۱۶	نوامبر۷	نوامبر۲		٪۵۰	می۲۲	نوامبر۱۳	اکتبر۲۲
	٪۷۵	فوریه۲۵	دسامبر۳	نوامبر۱۱		٪۷۵	آوریل۲۰	دسامبر۸	اکتبر۲۹
	٪۹۰	دسامبر۱۱	دسامبر۱۰	دسامبر۳		٪۹۰	ژانویه۲۸	ژانویه۲۱	دسامبر۳
ایرانشهر	٪۲۵	آوریل۱۶	دسامبر۶	نوامبر۲۴	سقز	٪۲۵	ژوئن۲۱	اکتبر۲	سپتامبر۷
	٪۵۰	آوریل۹	ژانویه۱۸	دسامبر۲۷		٪۵۰	ژوئن۵	اکتبر۲۱	سپتامبر۳۰
	٪۷۵	فوریه۱	ژانویه۲۹	اکتبر۶		٪۷۵	می۱۹	نوامبر۴	اکتبر۱۴
	٪۹۰	فوریه۱۶	فوریه۱۵	دسامبر۲۷		٪۹۰	آوریل۲۲	ژانویه۱۹	اکتبر۱۴
آبادان	٪۲۵	می۲۱	اکتبر۲۹	اکتبر۲۶	سمنان	٪۲۵	ژوئن۱۷	سپتامبر۲۱	سپتامبر۱۳
	٪۵۰	آوریل۱۱	دسامبر۶	اکتبر۲۹		٪۵۰	می۲۳	دسامبر۵	سپتامبر۱۸
	٪۷۵	فوریه۱	دسامبر۱۶	اکتبر۲۸		٪۷۵	آوریل۱۱	فوریه۵	اکتبر۱۹

	۹۰٪	دسامبر۱۹	دسامبر۱۸	نوامبر۱۴		۹۰٪	دسامبر۱۸	دسامبر۱۷	نوامبر۲۹
بابلسر	۲۵٪			ژوئن۱۹	سنندج	۲۵٪	ژوئن۱۲	اکتبر۱۱	سپتامبر۱۹
	۵۰٪	می۹	ژوئن۲۹	ژوئن۱۹		۵۰٪	می۲۶	اکتبر۲۷	اکتبر۱۳
	۷۵٪	آوریل۳	سپتامبر۷	ژوئن۱۹		۷۵٪	می۱۸	نوامبر۴	اکتبر۱۳
	۹۰٪	فوریه۱۲	سپتامبر۱۹	جولای۲۹		۹۰٪	آوریل۲۵	ژانویه۱۴	اکتبر۲۹
بجنورد	۲۵٪	آگست۲۵	سپتامبر۱۶	سپتامبر۱۰	شاهرود	۲۵٪	ژوئن۲۹	سپتامبر۲۲	آگست۲۱
	۵۰٪	ژوئن۱۱	سپتامبر۲۹	سپتامبر۲۵		۵۰٪	ژوئن۱۵	نوامبر۳۰	سپتامبر۱۲
	۷۵٪	می۳۰	نوامبر۱۱	سپتامبر۸		۷۵٪	می۲۱	ژانویه۲۶	اکتبر۲۹
	۹۰٪	آوریل۱۷	ژانویه۲۸	سپتامبر۲۹		۹۰٪	آوریل۶	آوریل۵	نوامبر۱۲
بم	۲۵٪	می۱۸	دسامبر۶	اکتبر۱۶	شرق اصفهان	۲۵٪	می۲۶	اکتبر۳۱	اکتبر۵
	۵۰٪	آوریل۲۰	ژانویه۲۳	نوامبر۵		۵۰٪	می۱۶	دسامبر۳	اکتبر۲۹
	۷۵٪	مارس۲۴	مارس۲۳	دسامبر۲۵		۷۵٪	آوریل۱۰	ژانویه۲۶	اکتبر۲۸
	۹۰٪	ژانویه۲۸	ژانویه۲۷	دسامبر۲۷		۹۰٪	مارس۳۰	مارس۲۹	دسامبر۱۱
بندر عباس	۲۵٪	آوریل۱۳	دسامبر۴	نوامبر۶	شیراز	۲۵٪	آوریل۱۳	اکتبر۵	سپتامبر۱۵
	۵۰٪	فوریه۲۸	دسامبر۱۵	نوامبر۳۰		۵۰٪	مارس۲۲	نوامبر۲	اکتبر۴
	۷۵٪	دسامبر۱	نوامبر۳۰	دسامبر۴		۷۵٪	مارس۷	نوامبر۲۳	اکتبر۳۱
	۹۰٪	دسامبر۱	نوامبر۳۰	دسامبر۴		۹۰٪	دسامبر۱۱	دسامبر۱۰	نوامبر۱۱
بندرلنگه	۲۵٪	آوریل۱۵	نوامبر۲۷	نوامبر۲	فسا	۲۵٪	می۱۵	نوامبر۱۷	اکتبر۳
	۵۰٪	ژانویه۲۹	ژانویه۱۸	نوامبر۲۲		۵۰٪	آوریل۱۲	دسامبر۵	دسامبر۱
	۷۵٪	ژانویه۱۹	ژانویه۱۸	نوامبر۸		۷۵٪	آوریل۲	ژانویه۱۳	دسامبر۱۱
	۹۰٪	فوریه۲۵	فوریه۲۴	دسامبر۴		۹۰٪	ژانویه۱۶	ژانویه۱۵	ژانویه۸
بوشهر	۲۵٪	آوریل۱۹	نوامبر۳	اکتبر۲۲	قزوین	۲۵٪	ژوئن۱۷	اکتبر۹	اکتبر۶
	۵۰٪	فوریه۲۸	نوامبر۱۱	اکتبر۲۷		۵۰٪	ژوئن۷	اکتبر۲۰	اکتبر۶
	۷۵٪	فوریه۸	دسامبر۱۱	نوامبر۱۲		۷۵٪	می۲۱	دسامبر۷	اکتبر۱۳
	۹۰٪	ژانویه۱۹	ژانویه۱۶	اکتبر۳۰		۹۰٪	فوریه۲۶	فوریه۳	اکتبر۲۰
بیرجند	۲۵٪	می۲۹	اکتبر۲۷	اکتبر۱۴	کاشان	۲۵٪	ژوئن۷	اکتبر۲۶	اکتبر۸
	۵۰٪	می۱۷	دسامبر۴	اکتبر۲۲		۵۰٪	می۲۰	نوامبر۱۱	اکتبر۲۶
	۷۵٪	آوریل۱۲	ژانویه۱۳	نوامبر۱۴		۷۵٪	آوریل۱۰	ژانویه۱۶	نوامبر۵
	۹۰٪	فوریه۱۱	ژانویه۱۶	نوامبر۲۴		۹۰٪	ژانویه۵	ژانویه۴	اکتبر۲۶
تبریز	۲۵٪	جولای۲۸	سپتامبر۱۴	سپتامبر۷	کرمان	۲۵٪	می۲۶	نوامبر۱۲	اکتبر۶
	۵۰٪	ژوئن۲۳	اکتبر۱۲	سپتامبر۱۱		۵۰٪	آوریل۲۶	دسامبر۶	نوامبر۶
	۷۵٪	ژوئن۵	نوامبر۲	سپتامبر۳۰		۷۵٪	آوریل۱۰	مارس۱۶	نوامبر۶
	۹۰٪	می۱۹	مارس۹	سپتامبر۳۰		۹۰٪	مارس۳۱	مارس۲۴	دسامبر۱۱
تربت حیدریه	۲۵٪	ژوئن۱۳	نوامبر۸	سپتامبر۲۱	کرمانشاه	۲۵٪	ژوئن۸	اکتبر۱۳	سپتامبر۲۲
	۵۰٪	می۲۳	نوامبر۱۵	نوامبر۷		۵۰٪	می۲۳	اکتبر۲۵	اکتبر۱۳
	۷۵٪	آوریل۲۳	دسامبر۳۱	نوامبر۸		۷۵٪	می۲۰	نوامبر۷	اکتبر۲۷
	۹۰٪	آوریل۷	مارس۳۰	نوامبر۲۹		۹۰٪	آوریل۲۲	ژانویه۳	نوامبر۶
تهران	۲۵٪	ژوئن۱۴	اکتبر۱۵	سپتامبر۱۴	کیش	۲۵٪	آوریل۱۴	نوامبر۲۶	اکتبر۳۱
	۵۰٪	می۳۰	اکتبر۲۵	اکتبر۱۵		۵۰٪	فوریه۸	ژانویه۱۶	نوامبر۱۵
	۷۵٪	می۱۶	نوامبر۳۰	اکتبر۲۱		۷۵٪	دسامبر۲۲	دسامبر۲۱	دسامبر۱۷
	۹۰٪	آوریل۵	مارس۲۶	نوامبر۱۲		۹۰٪	ژانویه۲۳	ژانویه۲۲	ژانویه۱۳
جاسک	۲۵٪	آوریل۱۴	نوامبر۲۳	نوامبر۱۳	گرگان	۲۵٪			ژوئن۱۹
	۵۰٪	آوریل۱	ژانویه۱۶	نوامبر۳۰		۵۰٪	جولای۲۷	آگست۱۷	آگست۱۲

	٪۷۵	ژانویه۲۰	ژانویه۱۹	دسامبر۹		٪۷۵	ژوئن۱	سپتامبر۱۶	آگست۳۱
	٪۹۰	ژانویه۲۶	ژانویه۲۵	نوامبر۱۱		٪۹۰	آوریل۲۲	نوامبر۱۰	سپتامبر۹
چابهار	٪۲۵	آوریل۴	دسامبر۲	اکتبر۱۶	مشهد	٪۲۵	ژوئن۱۸	اکتبر۱۴	سپتامبر۲۱
	٪۵۰	ژانویه۲۶	ژانویه۲۴	نوامبر۳۰		٪۵۰	ژوئن۱۱	نوامبر۱۳	سپتامبر۲۲
	٪۷۵	مارس۲۶	مارس۲۵	دسامبر۲		٪۷۵	می۱۷	دسامبر۶	اکتبر۳۱
	٪۹۰	مارس۱۹	مارس۲۰	مارس۲		٪۹۰	آوریل۲۲	مارس۱۳	اکتبر۲۹
خرم آباد	٪۲۵	ژوئن۱	اکتبر۱۷	اکتبر۷	همدان فرودگاه	٪۲۵	ژوئن۱۳	اکتبر۱۴	سپتامبر۱۹
	٪۵۰	می۲۶	اکتبر۲۷	اکتبر۱۴		٪۵۰	ژوئن۷	اکتبر۲۳	اکتبر۵
	٪۷۵	می۱۳	نوامبر۱۰	اکتبر۲۴		٪۷۵	می۲۱	نوامبر۱۰	اکتبر۱۹
	٪۹۰	فوریه۲۷	ژانویه۳	نوامبر۲		٪۹۰	می۱۰	ژانویه۱۵	اکتبر۲۰
خوی	٪۲۵			جولای۲۷	نوشهر	٪۲۵			جولای۳۱
	٪۵۰	جولای۱۶	سپتامبر۳۰	سپتامبر۱۲		٪۵۰	جولای۲۸	جولای۳۱	جولای۳۱
	٪۷۵	ژوئن۱۴	نوامبر۱	سپتامبر۹		٪۷۵	می۳۱	سپتامبر۶	جولای۲۸
	٪۹۰	می۲۸	آوریل۷	سپتامبر۳۰		٪۹۰	آوریل۲	سپتامبر۱۵	سپتامبر۱
دزفول	٪۲۵	می۲۶	اکتبر۲۵	اکتبر۱۵	همدان نوژه	٪۲۵	جولای۲	اکتبر۱۲	اکتبر۱
	٪۵۰	می۱۰	نوامبر۳	اکتبر۲۵		٪۵۰	ژوئن۷	اکتبر۲۴	اکتبر۱
	٪۷۵	آوریل۱۲	نوامبر۳۰	نوامبر۴		٪۷۵	می۲۲	نوامبر۹	اکتبر۱۴
	٪۹۰	فوریه۱۵	ژانویه۲۸	نوامبر۶		٪۹۰	می۴	ژانویه۱۳	اکتبر۲۰
دوشان	٪۲۵	ژوئن۱۷	اکتبر۶	سپتامبر۱۳	یزد	٪۲۵	می۲۵	نوامبر۱۵	اکتبر۱۳
	٪۵۰	ژوئن۵	اکتبر۲۶	اکتبر۳		٪۵۰	آوریل۱۴	دسامبر۱۹	نوامبر۱۰
	٪۷۵	می۲۱	نوامبر۳۰	اکتبر۱۸		٪۷۵	ژانویه۲۴	ژانویه۲۳	دسامبر۸
	٪۹۰	آوریل۶	فوریه۱۸	نوامبر۱۲		٪۹۰	فوریه۳	فوریه۲	دسامبر۱۷

- 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 دورهٔ خشکی براساس احتمال ۲۵ درصد مربوط به سواحل دریای عمان و بطور کلی جنوب‌شرق کشور می‌باشد. شروع دورهٔ خشکی در این منطقه معمولا بسیار زودتر و حوالی ۴ آوریل شروع می‌شود در حالی که در نوار شمالی کشور دورهٔ خشکی اصولا دیرتر تا اواخر آگست به تاخیر می‌افتد. دورهٔ خشکی مناطق شمالی نیز بسیار زودتر از جنوبشرق کشور خاتمه می‌یابد. نوار شمالی کشور تا سپتامبر دورهٔ خشکی بسیار کوتاه مدت خود را سپری می‌کنند در حالی که دورهٔ خشکی جنوب‌شرق کشور از جمله ایستگاه‌های شاخص ایرانشهر و چابهار تا دسامبر به تاخیر می‌افتد. شدیدترین روز خشک در جنوب و جنوب‌شرق 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 ایستگاها فقط یک دورهٔ خشکی شناسایی گردید.

- بر اساس احتمال خشکی۵۰ درصد (شدت خشکی متوسط) بخشهای گسترده‌ای از سواحل شمالی کشور کوتاه‌ترین دورهٔ خشکی را دارا هستند؛ حتی ایستگاه شاخص رامسر در استان مازندران بدون دورهٔ خشک است. این در حالی است که با همین احتمال ایستگاه چابهار در منتهی الیه جنوبشرق ایران به عنوان نماینده بیشینه شرایط خشکی در

بین ایستگاههای موجود در تمام سال یعنی ۳۶۵ روز دورهٔ خشکی را تجربه می‌کند. شروع دورهٔ خشکی چابهار در ۲۶ ژانویه است ولی ایستگاه نوشهر در شمال ایران در ۲۸ ژوئیه است که بسیار دیرتر شروع می‌شود. خشکترین روز دوره براساس همین احتمال در اکثریت ایستگاه‌های مورد مطالعه در ماههای اکتبر و نوامبر رخ می‌دهد. ایستگاه کیش با ۲۴۱ روز تا روز بارانی خود شدیدترین روز خشکی را به نمایش می‌گذارد. اگر چه اکثریت ایستگاه‌های مورد مطالعه یک دورهٔ خشکی را نشان می‌دهند ولی ایستگاه‌های بم و جاسک دو دورهٔ خشک را به نمایش می‌گذارند. با این وجود ایستگاه رامسر هیچ دورهٔ خشک را نشان نمی‌دهد.

- بر اساس نتایج تحلیل آماری با احتمال خشکی ۷۵ درصد (شدت خشکی زیاد) هیچ منطقه‌ای از ایران فاقد دورهٔ خشک نیست. حتی سواحل مرطوب شمالی کشور نیز دارای دورهٔ خشکی هستند. بطور مثال ایستگاه رشت نیز دارای یک دورهٔ ۸۳ روزهٔ خشک است. مناطق شرق، مرکز و جنوب ایران تقریبا یک دور ۀ خشک ۳۶۵ روزه (تمام طول سال) را به نمایش می‌گذارند. دورهٔ خشکی این مناطق از حوالی دسامبر آغاز شده و تقریبا تا نوامبر به طول می‌کشد. در مناطق شمالغربی و بخشهایی از شمال کشور، دورهٔ خشک از ماه ژوئن شروع می‌شود. اکثریت ایستگاهها در حوالی ماه اکتبر خشکترین روز را تجربه می‌کنند. ایستگاه چابهار با ۲۷۱ روز فاصله از روز بارانی، شدیدترین روز خشک را به نمایش می‌گذارد. بیشتر ایستگاهها بر اساس همین احتمال یک دورهٔ خشک طولانی را نشان می‌دهند ولی تعداد کمی از ایستگاهها ۲ دوره و فقط ایستگاه خوی ۳ دوره خشک (کوتاه) را نشان می‌دهد.

- بر اساس تحلیل آماری احتمال خشکی ۹۰ درصد (شدت خشکی خیلی زیاد) هیچ نقطه‌ای از ایران فاقد دورهٔ خشک نیست. حتی سواحل مرطوب جنوب دریای خزر هم دارای دوره‌های خشک نسبتا طولانی هستند. مثلا ایستگاه نوشهر یک دوره خشکی حداقل ۱۶۶ روزه را تجربه می‌کند. بیشتر ایستگاههای جنوب، شرق، مرکز ایران دور ۀ خشکی تمام سال را تجربه می‌کنند. ایستگاههای جنوبشرق و جنوب ایران زودتر از بقیه مناطق دورهٔ خشک را آغاز می‌کنند. آغاز دورهٔ خشکی در بندرعباس روز اول دسامبر و در اردبیل با حدود ۶ ماه تاخیر در ژوئن رخ می‌دهد. خاتمه دوره خشکی ایستگاههای شمالغرب ایران از جمله ایستگاه خوی در آوریل رخ می‌دهد. خشکترین روزهای دورهٔ خشکی ایستگاههای مورد مطالعه نیز عموما در بین اکتبر و نوامبر رخ می‌دهد. جنوبشرق ایران شدیدترین دورهای خشکی را تجربه می‌کنند. 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 می‌شود ولی در برخی از ایستگاههای غرب و شمالغرب ۲ دوره و در سواحل شمالی کشور حتی ۳ و ۴ دوره (کوتاه) نیز مشاهده می‌شود.

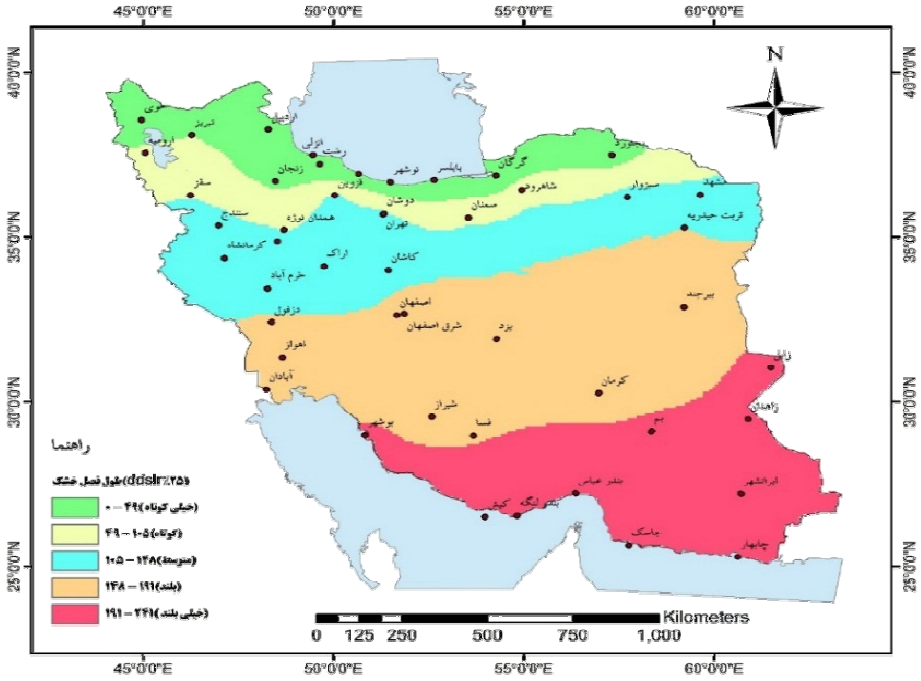
نتایج و بحث

اشکال ۳ تا ۶ پهنه‌بندی ایران را بر اساس طول فصل خشک با شاخص DDSLR نشان می‌دهند. دامنهٔ طبقات پهنه-بندی با استفاده از روش «شکست‌های طبیعی[1]» در نرم افزار ArcGIS تعیین شده است. همانطور که نقشه‌ها نشان

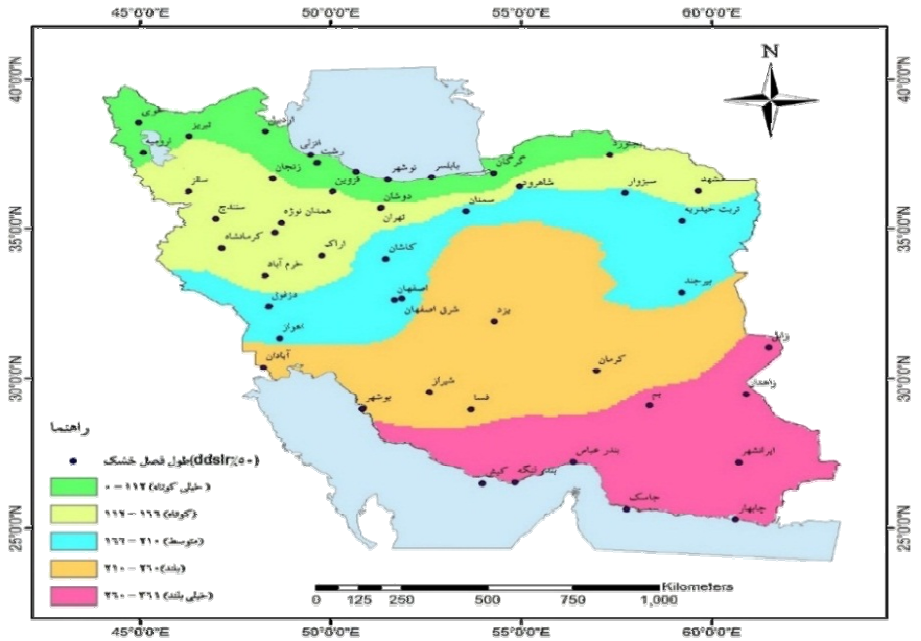
[1] - Natural breaks

می‌دهند تمامی کشور به ۵ قسمت تقسیم شده است که از شمال به جنوب شرقی طول دورهٔ 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 ناحیهٔ خشک‌تر افزوده می‌شود؛ به عبارت دیگر از وسعت ناحیه با طول دورهٔ خشک خیلی کوتاه (نوار شمالی و شمالغربی کشور) کاسته و به ناحیه با طول دورهٔ 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 دورهٔ خشکی در ایران مربوط به نواحی شمالغرب کشور، چرا که بخش اعظم شمالغرب ایران بر اساس احتمال ۲۵ درصد در محدودهٔ دوره خشکی خیلی کوتاه قرار دارد در حالی که با احتمال ۹۰ درصد بخش عمده ای از این مناطق در طبقهٔ دورهٔ 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 دورهٔ خشک خیلی بلند قرار می گیرند 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).

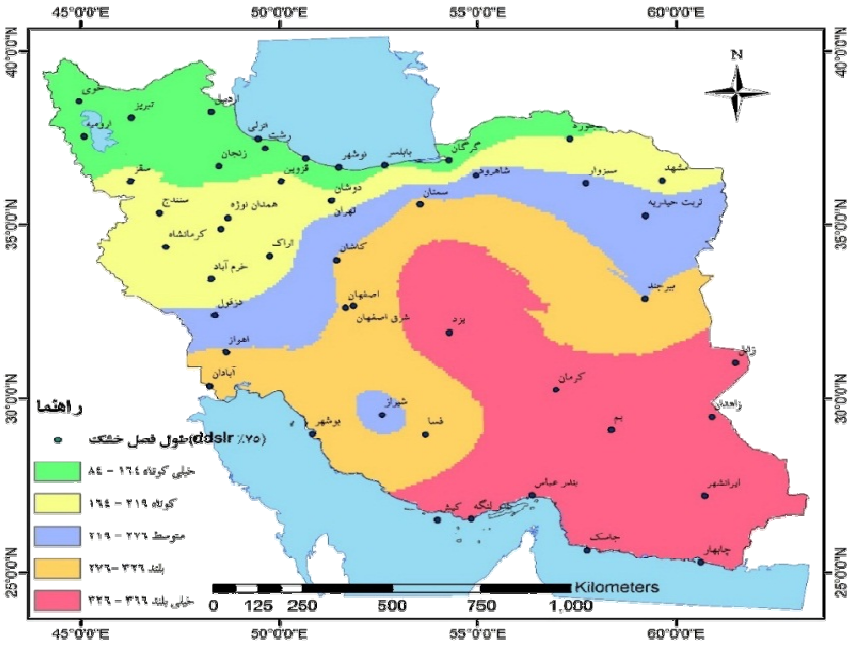
مساحت تحت پوشش هر کدام از پهنه‌ها (شکل‌های ۳ تا ۶) در جدول (۳) بصورت درصد ارائه شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که بطور متوسط حدود ۹ درصد مساحت کشور در معرض دوره‌های خشک بسیار کوتاه مدت قرار دارد. حدود ۱۴ درصد از مساحت کشور در معرض شرایط خشک کوتاه مدت، ۱۷ درصد در معرض شرایط خشک متوسط، ۲۸ درصد در معرض 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 پهنه های مربوط به دوره های خشک کوتاه و زودگذر کاسته و بر وسعت دوره‌های خشک طولانی‌مدت و ماندرگارتر در کشور افزوده می‌شود.



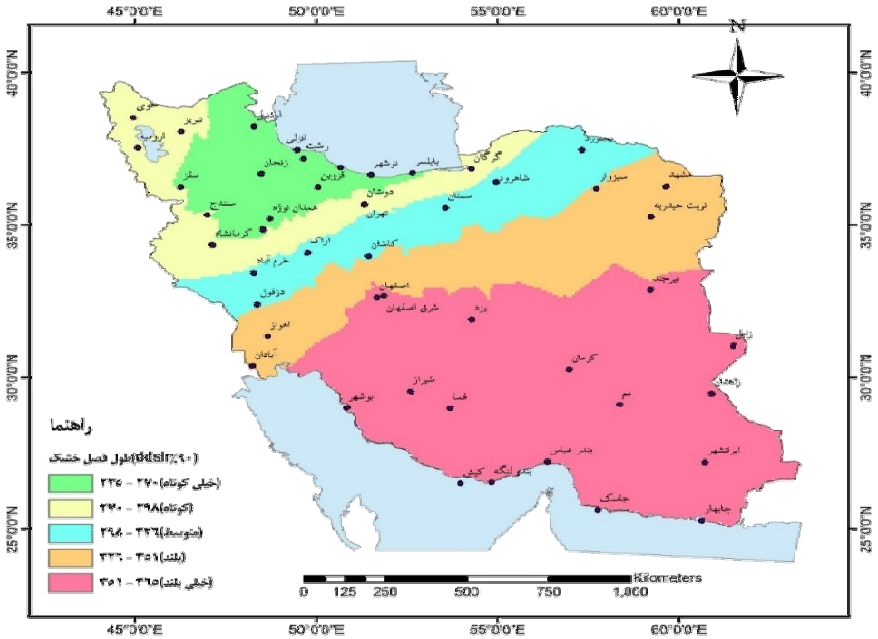
شکل۳: پهنه‌بندی ایران براساس طول دورهٔ خشک با شاخص $DDSLR_{\%25}$



شکل۴: پهنه‌بندی ایران براساس طول دورهٔ خشک با شاخص $DDSLR_{\%50}$



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



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

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

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

نتیجه‌گیری

برای محاسبهٔ پدیده اقلیمی خشکی و پارامترهای آن از جمله طول دوره‌های خشک از شاخص‌ها و روشهای 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 بخشهای مهمی از استانهای شمالغربی دارای کوتاه‌ترین دورهٔ خشکی و بخشهای جنوبی و جنوبشرقی دارای طولانی‌ترین دورهٔ خشکی هستند؛ یعنی هر چه از شمال کشور به طرف جنوب پیش می‌رویم به طول دورهٔ خشکی اضافه می‌گردد. در احتمال خوشبینانه (۲۵ درصد) سواحل دریای خزر و بخشهای مهمی از استانهای شمالغربی کشور شاهد دورهٔ خشکی نخواهند بود در حالیکه بر اساس احتمال بسیار بدبینانه (۹۰ درصد) هیچ نقطه‌ای از ایران حتی سواحل مرطوب شمالی ایران دورهٔ بدون خشکی نخواهند داشت و بسیاری از ایستگاههای جنوبی و جنوبشرقی ایران تمامی سال خشک می‌باشند. همچنین شروع دورهٔ خشکی براساس تمامی احتمالات چهارگانه در بخشهای جنوبی و جنوبشرقی 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. خاتمهٔ دوره‌های 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 می‌افتد. براساس وضعیت خوشبینانه حداقل یک دوره خشک و وضعیت بسیار بدبینانه در برخی از ایستگاهها و مناطق بین ۱ تا ۴ دوره خشک اقلیمی نیز شناسایی شد. خشکترین روز دوره در اکثر ایستگاهها در ماه اکتبر اتفاق می‌افتد. 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 آستانهٔ ۱ میلیمتر با یافته‌های این پژوهش (احتمال ۵۰ درصد) شباهت زیادی دارد؛ بطوریکه نوار شمالی کشور کمترین طول دورهٔ خشکی و جنوب شرقی بیشترین و طولانی‌ترین دورهٔ خشکی مربوط به چابهار و کوتاترین مربوط به انزلی می‌باشد. 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 دورهٔ خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS مطالعه موردی خراسان، پژوهش‌های جغرافیایی، صص۹۷-۱۰۸.

ذوالفقاری حسن؛ مجرد فیروز؛ میرزایی مجتبی، (۱۳۹۴)، عدم اعتماد به بارندگی در ایران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۸، صص۲۰۷-۲۲۹.

علیزاده، امین، (۱۳۸۹) ، اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات: دانشگاه امام رضا. چاپ ۲۹. ویرایش۵.

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 وهواشناسی. انتشارات: سمت. چاپ نهم.

کهربائیان پروین؛ ایرانمنش انیس؛ محمدی حسین، (۱۳۹۲) ، کاربرد مدل زنجیرهٔ مارکوف و توزیع نرمال در تعیین احتمال وقوع دوره‌های خشکی و ترسالی مشهد، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۲۰ صص۱۸۱-۱۹۶.

کوچکی علیرضا؛ نصیری مهدی؛ کمالی غلامعلی، (۱۳۸۶)، مطالعهٔ شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۵ شماره ۱، صص۱۳۳-۱۴۲.

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، صص۸۵-۱۰۶.

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). Clamate change, Causes, Effects and solutiond, 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 Meteoro Geophysics 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.

Mart´ın-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 togive agronomically useful results. I. Direct methods. Experimental Agriculture18, 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 Mirzaei[2]

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.