

### چکیده

بارش از عوامل مهم جوی است و نقش بسزایی در اقتصاد و زندگی مردم هر منطقه دارد. چرا که کمبود آن، بر بخش‌های کشاورزی، دام‌پروری و صنعت تأثیر می‌گذارد و موجب خسارت و نابودی این بخش‌ها می‌شود. «خشک‌سالی» یکی از پدیده‌های آب و هوایی و از جمله رخدادهای مصیبت‌باری است که خسارت‌های زیادی را باعث می‌شود. شهر «دهدشت و چرام» همواره در معرض خشک‌سالی قرار دارد و کشتزارها و منابع طبیعی و جنگلی آن در معرض خطر جدی هستند. یکی از راه‌های تعدیل خشک‌سالی، ارزیابی و پایش آن براساس شاخص‌هایی است که بتوان میزان شدت و تداوم آن را در یک منطقه تعیین کرد.

در مقاله حاضر، نوسانات آب و هوایی و شدت، تداوم، روند و سطح تحت تأثیر خشک‌سالی در شهر دهدشت و چرام با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده برای بازه‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه و شاخص‌های تفاضل درصدی و استاندارد بارش مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دوره ۲۰ ساله مورد مطالعه (۱۳۸۱-۱۳۶۲)، متوسط بارش سالانه به طرف شمال، شمال شرق و شرق افزایش می‌یابد، هم‌چنین فراوانی رخداد دوره‌های خشک در چند ایستگاه منتخب، کوتاه‌مدت «سه‌ماهه» بوده است. حال آن‌که این فراوانی در مقیاس‌های زمانی ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه بسیار کمتر است. تداوم دوره‌های خشک در بازه‌های بلندمدت ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه در حدود ۸۰ ماه است. بنابراین در مورد خشک‌سالی‌های بلندمدت (هیدرولوژی) که به آب‌های زیرزمینی و سطحی مربوط می‌شود، برای بازگشت به حالت معمولی، ماه‌ها زمان نیاز است، اما برای بازه‌های کوتاه‌مدت، یعنی خشک‌سالی‌های کشاورزی و رطوبت خاک، بارش‌های روزانه کافی است. از دیگر نتایج این‌که در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸ بیش از ۸۰ درصد از سطح استان را خشک‌سالی شدید فرا گرفته است.

کلیدواژه‌ها: بارش، خشک‌سالی، شاخص بارش استاندارد شده، کهگیلویه و بویراحمد.

دانش‌افزایی

## نوسانات آب و هوایی

علی اکبر دهقان

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی گرایش (اقلیم‌شناسی)

نگاهی به نوسانات آب و هوایی و تأثیر آن بر  
خشک‌سالی در شهرستان «دهدشت و چرام»  
از توابع استان کهگیلویه و بویراحمد

## مقدمه

بارش از عوامل مهم جوی است که نقش بسزایی در اقتصاد و زندگی مردم هر منطقه دارد. چرا که کمبود آن سبب کاهش تولید در بخش‌های کشاورزی، دام‌پروری و صنعت می‌شود و به خسارت و نابودی در این بخش‌ها می‌انجامد. البته مازاد بارش نیز اگر به‌صورت کنترل نشده باشد، موجب بروز سیل و خسارات ناشی از آن می‌شود. خشک‌سالی یکی از اثرات زیان‌آور کمبود بارش است و از جمله رخدادهایی است که خسارت‌های زیادی را به‌بار می‌آورد. از آن‌جا که خشک‌سالی بسیار کند خود را نشان می‌دهد، اثرات آن در تمام جامعه مشاهده می‌شود.

با توجه به این که بارش منبع عمده تأمین آب شیرین برای کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی است، لذا خشک‌سالی می‌تواند در درازمدت پیامدهای ناگوار اجتماعی نیز داشته باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که خشک‌سالی از نقطه‌نظر فراوانی وقوع و هم‌چنین ویژگی‌هایی مانند شدت، مدت، مساحت، تلفات جانی و خسارات اقتصادی، آثار غیرقابل جبرانی بر جای می‌گذارد. آمار خشک‌سالی‌های قرن اخیر نیز نشان می‌دهد که در نیمه اول قرن بیستم، جهان شاهد خشک‌سالی‌های متعدد بوده است.

خشک‌سالی یک شکل تکراری از حوادث اقلیمی است؛ اگرچه اثرات آن از یک ناحیه به ناحیه دیگر ممکن است متفاوت باشد. خشک‌سالی به شدت بارندگی، تعداد بارندگی‌ها، و تأخیر در شروع فصل بارش وابسته است. عوامل آب و هوایی مانند سرعت باد، درجه حرارت بالا و رطوبت نسبی پایین، در تقویت شدت خشک‌سالی تأثیر بسزایی دارند. از آن‌جا که شروع، شدت، تداوم، درجه و پایان خشک‌سالی همگی به مقیاس زمانی وابسته است، ارزیابی خشک‌سالی و اثرات آن نیز مستلزم تعیین این مقیاس است. توزیع نامنظم بارندگی‌ها نیز مشکل دیگری است که موجب می‌شود بسیاری از استان‌های کشور، از جمله استان کهگیلویه و بویراحمد، خسارات بسیار سنگینی را تحمل کنند؛ به طوری که بارندگی‌های شدید

نسبتاً خوب است و رودخانه‌هایی با جریان دائمی وجود دارند، اما به دلیل مجاورت این مناطق با بخش بزرگی از استان که در ناحیه گرمسیری قرار دارد، این استان همواره در معرض خشک‌سالی قرار داشته است و علاوه بر کشتزارها، منابع طبیعی و جنگلی این استان نیز در معرض خطر جدی هستند.

استان کهگیلویه و بویراحمد در جنوب غربی ایران واقع است. این استان از شمال به استان چهارمحال و بختیاری، از جنوب به استان‌های فارس و بوشهر، از غرب به استان خوزستان و از شرق به استان‌های اصفهان و فارس محدود می‌شود. وسعت این استان ۱۶/۲۶۴ کیلومتر مربع است. بلندترین نقطه استان قله «دنا» به ارتفاع ۴/۴۰۹ متر و پست‌ترین نقطه آن «چرزن» با ارتفاع ۱۹۷ متر از سطح دریاست.

روی هم رفته شرایط جغرافیایی و طبیعی منطقه به گونه‌ای است که هرچه از نواحی شمال و شمال شرق به سوی جنوب و جنوب غرب نزدیک‌تر می‌شویم، از ارتفاع کوه‌ها کاسته می‌شود و به همین نسبت، میزان بارندگی نیز کاهش می‌یابد و متقابلاً بر درجه حرارت و خشکی هوا افزوده می‌شود. با توجه به شرایط جغرافیایی استان، مناطق واقع شده در امتداد رشته کوه‌های زاگرس، دارای زمستان سرد و پر باران و تابستان نسبتاً معتدل هستند. میزان متوسط بارندگی در این مناطق حدود ۵۲۰ میلی‌متر در سال است. مناطق جنوب و جنوب غربی دهدشت و چرام از میزان بارش کمتری برخوردارند و به همین دلیل دارای آب و هوایی گرم و خشک هستند.

استان کهگیلویه و بویراحمد از لحاظ میزان بارش مقام سوم را در سطح کشور دارد. میانگین بارش سالانه یاسوج ۸۵۰ و دهدشت ۵۲۰ میلی‌متر است. هم‌چنین، درصد بارندگی دهدشت و چرام در فصل بهار ۱۵/۶، در فصل تابستان کمتر از ۱، در فصل پاییز ۲۹/۲ و در فصل زمستان ۵۵/۱ درصد است.

اساس و پایه تحلیل‌های بارش بر مبنای به‌کارگیری آمارهای بارش

جدول ۱. مشخصات پنج ایستگاه منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد

| ردیف | نام ایستگاه | طول جغرافیایی (E) | عرض جغرافیایی (N) | سال تأسیس | نوع ایستگاه | ارتفاع (به متر) |
|------|-------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------|-----------------|
| ۱    | ده کهنه     | ۵۱° ۴۸'           | ۳۰° ۲۱'           | ۱۳۶۳      | باران‌سنجی  | ۲۲۰۰            |
| ۲    | طسوج        | ۵۱° ۵'            | ۳۰° ۴۰'           | ۱۳۶۲      | باران‌سنجی  | ۲۰۲۰            |
| ۳    | ناز مکان    | ۵۰° ۴۴'           | ۳۰° ۳۸'           | ۱۳۶۲      | باران‌سنجی  | ۶۵۰             |
| ۴    | دهدشت       | ۵۰° ۳۳'           | ۳۰° ۴۸'           | ۱۳۶۰      | باران‌سنجی  | ۸۲۹             |
| ۵    | سیدآباد     | ۵۰° ۴۳'           | ۳۰° ۴۱'           | ۱۳۶۰      | باران‌سنجی  | ۶۴۰             |

و رگباری در زمان‌های کوتاه، طغیان رودخانه‌ها و جاری شدن سیلاب‌های مخرب را به دنبال دارد. دهدشت در شمار مناطق مورد تهاجم خشک‌سالی در کشور است. گرچه در مناطق سردسیر استان کهگیلویه و بویراحمد میانگین بارش

تا ۶۳-۱۳۶۲ انتخاب شد. مشخصات پنج ایستگاه همدیدی و باران‌سنجی استان کهگیلویه و بویراحمد در جدول ۱ آمده است.

در طول کشور به منظور پایش و ارزیابی خشک‌سالی معمولاً از شاخص‌های توزیع استاندارد، شاخص دهک‌ها و شاخص درصد، از نرمال در سطح وسیعی استفاده شده است. **خلیلی** در سال ۱۳۷۰ در

تعریف خشک‌سالی و با روش محاسبه‌ای که در آن از یک یا چند متغیر هواشناسی استفاده شده است، به‌دست می‌آیند. از جمله این شاخص‌ها نمایه بارش استاندارد شده (SPI) است.

### شاخص استاندارد (SPI)

احتمال بارش برای هر بازه زمانی قابل محاسبه است و به منظور

جدول ۲. ملاک‌های آماری بارش پنج ایستگاه شهر دهدشت و چرام (۸۱-۱۳۶۲)

| ردیف | نام ایستگاه | متوسط بارش سالانه | حداقل | حداکثر | انحراف معیار | واریانس | چولگی | ضریب تغییرات (درصد) |
|------|-------------|-------------------|-------|--------|--------------|---------|-------|---------------------|
| ۱    | دهدشت       | ۵۱۶/۹             | ۲۴۹/۵ | ۹۰۹    | ۱۹۸/۱        | ۳۹۲۲۳/۸ | ۰/۴۶  | ۳۸/۳                |
| ۲    | نازمکان     | ۵۰۶/۲             | ۲۱۶/۵ | ۸۳۵    | ۱۸۷/۸        | ۳۵۲۷۸/۱ | ۰/۳   | ۳۷/۱                |
| ۳    | سیدآباد     | ۴۸۲/۳             | ۱۲۹/۵ | ۹۴۶/۵  | ۲۱۸/۴        | ۴۷۶۸۳/۷ | ۰/۵   | ۴۵/۳                |
| ۴    | ده کهنه     | ۹۰۹/۰۸            | ۴۸۳/۵ | ۱۵۷۶/۵ | ۳۰۴/۱        | ۹۴۵۰/۲  | ۰/۶۳  | ۳۳/۴                |
| ۵    | طسوج        | ۸۷۶/۶             | ۴۲۰/۵ | ۱۳۹۷/۵ | ۳۰۷/۵        | ۹۴۷۲۷/۳ | ۰/۲۳  | ۳۵/۱                |

بررسی‌های مربوطه به مطالعات روند طبیعی خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های ایران، شاخص معیار بارندگی سالانه را پیشنهاد و آن را بر شبکه‌ای مرکب از ۱۲۰۰ ایستگاه به تفکیک حوزه آبریز کشور اعمال کرد [خلیلی، ۱۳۷۰]. در این بررسی حداقل مقدار شاخص در ایستگاه‌های متفاوت برابر ۲/۴۷- و حداکثر آن ۲/۷۸ بوده است.

**خوش اخلاق** در سال ۱۳۷۷، ابتدا با استفاده از روش‌های آماری دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی را در سطح کشور مشخص ساخت. سپس سامانه‌های سینوپتیکی دوره‌های خشک و مرطوب را در مقیاس ماهانه و روزانه تعیین کرد. نهایتاً هم طبقه‌بندی الگوهای جوی منجر به خشک‌سالی و ترسالی را مورد مطالعه قرار داد [خوش اخلاق، ۱۳۷۷]. وی در مطالعات خود به منظور ارزیابی و پایش خشک‌سالی‌های کشور از شاخص دهک‌ها و شاخص نمره Z استفاده کرد.

ارائه هشدار اولیه برای ارزیابی شدت خشک‌سالی اهمیت زیادی دارد. این شاخص برای اولین بار توسط **مک‌کی** و همکارانش (۱۹۹۳) به‌منظور تعیین احتمال دوره خشک‌سالی توسعه یافته و برای کمی کردن کمبود بارش در بازه‌های زمانی چندگانه طراحی شده و برای بازه‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه قابل محاسبه است [Gibbs, 1967]. این شاخص از اختلاف بین مقادیر بارش و میانگین آن برای یک بازه زمانی مشخص و سپس تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش به‌دست می‌آید. مقادیر مثبت آن، مقادیر بیشتر از میانه بارندگی و مقادیر منفی آن، مقادیر کمتر از میانه بارش را نشان می‌دهد.

جدول ۳ نشان‌دهنده مقادیر SPI است. این جدول هرگاه SPI به‌طور مداوم منفی باشد و مقدار آن به ۱- یا کمتر برسد، معرف وقوع خشک‌سالی و مقادیر مثبت آن نشان‌دهنده خاتمه خشک‌سالی است [پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران، ۱۳۸۱].

شاخص بارش استاندارد شده ایزاری قوی در تجزیه و تحلیل داده‌های بارندگی است. از آن‌جا که خشک‌سالی‌ها از لحاظ مدت بسیار گسترده هستند، بنابراین تشخیص و پایش آن‌ها با استفاده از مقیاس‌های زمانی مهم است. مقیاس زمانی، اثرات خشک‌سالی را روی میزان توانایی منابع آب نشان می‌دهد. کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت عمدتاً روی وضعیت رطوبت خاک اثر می‌گذارد. در صورتی که کمبود بارش در مقیاس زمانی طولانی‌مدت، غالباً بر آب‌های زیرزمینی، جریان رودخانه و ذخایر و منابع آب تأثیر می‌گذارد. با توجه به این موضوع، مک‌کی و همکارانش (۱۹۹۳) مقیاس زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه را محاسبه کردند.

شاخص SPI بیانگر امکان وجود شرایط ترسالی در یک ناحیه برای یک یا چند مقیاس زمانی به‌طور هم‌زمان، و وجود خشک‌سالی در آن منطقه برای دیگر مقیاس‌های زمانی است. یعنی یک ناحیه ممکن است دچار خشک‌سالی کشاورزی باشد، اما از لحاظ هیدرولوژی شرایط ترسالی

### مواد و روش‌ها

در این بخش ابتدا داده‌های بارش پنج ایستگاه مورد تحلیل قرار گرفت [منصورفر، ۱۳۶۷]. سپس خشک‌سالی استان مورد ارزیابی و پایش قرار گرفت. جدول ۲ ملاک‌های آماری پنج ایستگاه را نشان می‌دهد.

خشک‌سالی با دیگر پدیده‌های هواشناسی از جنبه‌های زمانی متفاوت است. غالباً شروع و پایان خشک‌سالی مهم است و تداوم آن می‌تواند نسبتاً طولانی باشد. از آن‌جا که تعریف، آشکار سازی و اندازه‌گیری خشک‌سالی بسیار پیچیده است، محققان در پی تدوین و تهیه شاخص‌هایی به منظور تعیین این موارد بوده‌اند [خوش اخلاق، ۱۳۷۷]. هدف از تهیه و کاربرد هر شاخص خشک‌سالی، ارائه ارزیابی ساده و کمی از سه خصوصیت خشک‌سالی یعنی شدت، تداوم و گستردگی مکانی است [Donald, 2000]. برای پایش وضعیت خشک‌سالی شاخص‌های متعددی در کشورهای متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها بر اساس

جدول ۴. طبقه‌بندی خشک‌سالی براساس شاخص دهک‌ها

| توصیف وضعیت | طبقه‌بندی دهک‌ها |
|-------------|------------------|
| دهک ۱-۲     | خشک‌سالی شدید    |
| دهک ۳-۴     | خشک‌سالی متوسط   |
| دهک ۵-۶     | وضعیت معمولی     |
| دهک ۷-۸     | ترسالی متوسط     |
| دهک ۹-۱۰    | ترسالی شدید      |

### شاخص دهک‌ها

روش دهک‌ها به‌عنوان شاخص هواشناسی برای پایش خشک‌سالی، توسط گیبس و مایر (۱۹۶۷) در استرالیا انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، مقادیر توزیع بارش به‌وقوع پیوسته از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین مقدار مرتب و در یک دوره طولانی به ۱۰ بخش تقسیم می‌شود. هر یک از این بخش‌ها یک دهک نامیده می‌شود. دهک اول معرف مقدار بارشی است که از ۱۰ درصد بارش کمتر باشد. دهک پنجم یا میانه، مقدار بارشی است که از ۵۰ درصد بارش‌ها تجاوز نمی‌کند. جدول ۴ طبقه‌بندی شدت خشک‌سالی را بر اساس این شاخص نشان داده است.

### روش تفاضل درصدی بارش

یکی از روش‌های پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی برای تحلیل بارش، روش تفاضل نسبت به میانگین است. در این روش، متوسط تفاضل بارش تمام ایستگاه‌ها از رابطه (۱) برای هر سال معین محاسبه می‌شود. در این رابطه،  $P_i$  متوسط بارش یک سال معین تمامی ایستگاه‌ها و  $\bar{P}$  میانگین بارش دوره است.

$$vp = \frac{pi - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100 \quad (1)$$

برای مثال، در سال ۶۳-۱۳۶۲، متوسط تفاضل درصدی بارش ۲۸/۲- درصد بوده است. مفهوم عدد اخیر این است در سال مذکور تمام ایستگاه‌ها به طور متوسط ۲۸/۲ درصد نسبت به میانگین کاهش بارش داشته‌اند.

### شاخص استاندارد بارش Z

برای تعیین سال‌های درگیر با خشک‌سالی در دوره مورد مطالعه، شاخص استاندارد آماری برای تمامی سال‌های دوره در ۲۳ ایستگاه استان محاسبه شد که رابطه آن از این قرار بود:

## یکی از روش‌های پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی برای تحلیل بارش، روش تفاضل نسبت به میانگین است

بر آن حاکم باشد. تداوم و مدت خشک‌سالی، برای خشک‌سالی جاری از زمان شروع و برای خشک‌سالی گذشته از آغاز تا پایان خشک‌سالی است.

جدول ۳. طبقه‌بندی خشک‌سالی براساس شاخص SPI

| توصیف وضعیت         | طبقه بندی SPI  |
|---------------------|----------------|
| خشک سالی بسیار شدید | -۲ و کمتر      |
| خشک سالی شدید       | -۱/۵ تا -۱/۹۹  |
| خشک سالی متوسط      | -۱ تا -۱/۴۹    |
| تقریباً معمولی      | -۰/۹۹ تا +۰/۹۹ |
| ترسالی متوسط        | ۱ تا ۱/۴۹      |
| خیلی مرطوب          | ۱/۵ تا ۱/۹۹    |
| ترسالی بسیار شدید   | ۲ و بیشتر      |

### توضیح شاخص SPI برای مقیاس‌های زمانی گوناگون

بعضی از پدیده‌های آب و هوایی در مقیاس زمانی کوتاه تأثیرگذار هستند. به‌عنوان نمونه، کشاورزی دیم در کوتاه‌مدت تحت تأثیر پدیده‌های آب و هوایی قرار می‌گیرد. از آن‌جا که خشک‌سالی‌های سه تا شش‌ماهه باعث کمبود رطوبت خاک در لایه‌های بالایی آن می‌شوند و از طرف دیگر، کشاورزی دیم ارتباط مستقیمی با رطوبت خاک دارد، فقدان رطوبت کافی عدم باروری محصول را به دنبال خواهد داشت. بسیاری پدیده‌های دیگر، شامل سفره‌های آب زیرزمینی و مخزن‌های بزرگ آبی در مقیاس زمانی طولانی تری متأثر می‌شوند و ظرف چند سال تغییر می‌کنند. شاخص SPI نشان‌دهنده شرایط مرطوب و یا خشک در یک یا چند مقیاس زمانی است، از این‌رو می‌توان آن را جداگانه برای هر مقیاس زمانی مقایسه کرد. محاسبه شاخص SPI به آمار بارندگی بلندمدت نیاز دارد و اعتبار محاسبات SPI نیز وابسته است به صحت داده‌های مورد استفاده. بر این اساس سعی شده است از داده‌های ایستگاه‌هایی که طول دوره آماری بیشتری دارند، استفاده شود. برای پایش خشک‌سالی در شهر دهدشت و چرام از آمار این دستگاه‌های منتخب برای دوره‌های آماری ۲۸-۱۳۶۲ با شاخص SPI براساس مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه استفاده شده است.

طی سال ۱۳۷۸ داشته و خشک‌سالی‌های درازمدت را با شاخص ۱/۸۶ طی سال‌های ۱۳۷۹-۸۱ تجربه کرده است.

با توجه به جدول‌های ۵ تا ۹ ملاحظه می‌شود که برای بازگشت به حالت معمولی در مورد خشک‌سالی‌های بلندمدت (هیدرولوژیکی) که به آب‌های زیرزمینی و سطحی مربوط می‌شود، ماه‌ها زمان نیاز است، اما برای بازه‌های کوتاه‌مدت، یعنی خشک‌سالی‌های کشاورزی و رطوبت خاک، بارش‌های روزانه می‌تواند کافی باشد. شکل ۱ سری‌های SPI و روند آن را برای مقاطع زمانی متفاوت طی دوره آماری مورد مطالعه نشان می‌دهد. در این شکل نوسانات خشک‌سالی نشان داده شده است که مشاهده می‌شود هرچه مقاطع زمانی SPI بیشتر شود، نوسانات خشک‌سالی کمتر خواهد بود.

همان‌طور که در سری‌های SPI ۳ تا ۴۸ ماهه این ایستگاه در شکل ۱ دیده می‌شود، مقادیر تغییرات خشک‌سالی‌های کوتاه، میان و درازمدت، تمامی افزایشی است. البته شیب این نمودارها بسیار ناچیز است. اما آن‌چه مسلم است همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، به علت بارش‌های چند ساله اخیر مسئله کمبود آب‌های جاری سطحی و زیرزمینی جبران شده است.

جدول ۱۰ فراوانی خشک‌سالی‌های کهکیلیوه را طی دوره آماری مورد مطالعه برای سه ایستگاه منتخب نشان می‌دهد. این جدول تعداد دوره‌های خشک‌سالی و نیز دامنه نوسان این دوره‌ها را برای مقاطع زمانی متفاوت SPI نشان می‌دهد. براساس این جدول، دهدشت دارای بالاترین دامنه نوسان در بازه ۴۸ ماهه است. هم‌چنین، دوگنبدان بیشترین تعداد دوره خشک‌سالی را دارد.

جدول ۵. تحلیل خشک‌سالی‌های دهدشت و چرام براساس SPI سه‌ماهه

| ردیف | خشک‌سالی |         | تداوم (ماه) | حداکثر شدت |
|------|----------|---------|-------------|------------|
|      | شروع     | پایان   |             |            |
| ۱    | ۱۳۶۳-۱   | ۱۳۶۳-۱۲ | ۱۲          | -۱/۸۳      |
| ۲    | ۱۳۶۵-۴   | ۱۳۶۵-۱۰ | ۷           | -۱/۲۸      |
| ۳    | ۱۳۶۷-۱۱  | ۱۳۶۸-۱۱ | ۱۳          | -۱/۴۶      |
| ۴    | ۱۳۶۹-۶   | ۱۳۷۰-۵  | ۱۲          | -۱/۴۹      |
| ۵    | ۱۳۷۱-۱۱  | ۱۳۷۲-۲  | ۴           | -۱/۹       |
| ۶    | ۱۳۷۳-۳   | ۱۳۷۳-۸  | ۶           | -۲         |
| ۷    | ۱۳۷۵-۱۲  | ۱۳۷۶-۸  | ۹           | -۱/۵۶      |
| ۸    | ۱۳۷۸-۲   | ۱۳۷۸-۵  | ۴           | -۲/۳۸      |
| ۹    | ۱۳۷۸-۹   | ۱۳۷۸-۱۱ | ۳           | -۲/۱۳      |
| ۱۰   | ۱۳۷۹-۱   | ۱۳۷۹-۹  | ۹           | -۱/۸۷      |
| ۱۱   | ۱۳۸۰-۴   | ۱۳۸۰-۶  | ۳           | -۱/۲۶      |

$$Z = \frac{pi - \bar{p}}{SD} \quad (2)$$

در این رابطه، Z شاخص استاندارد بارش، Pi بارش یک دوره معین، P متوسط درازمدت بارش و SD انحراف معیار داده‌هاست.

### درصد نواحی تحت پوشش خشک‌سالی

با توجه به سال‌های انتخاب شده و شاخص استاندارد بارش هر ایستگاه، نقشه مقدار شاخص استاندارد برای هر یک از سال‌های مورد مطالعه ترسیم و سپس درصد مساحت مناطق دارای شاخص استاندارد منفی محاسبه شد [خوش‌اخلاق، ۱۳۷۷].

### نتیجه‌گیری و بحث

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، متوسط سالانه بارش به طرف شرق و شمال شرقی دهدشت و چرام افزایش می‌یابد. این افزایش بارش به علت افزایش ارتفاع سلسله جبال زاگرس در این منطقه است. سایر پارامترهای آماری مانند انحراف معیار و واریانس نیز در همین راستا افزایش می‌یابند. برعکس، ضریب تغییرات برای ایستگاه‌هایی که بارش سالانه کمتری دارند، افزایش می‌یابد و به سمت جنوب و جنوب غرب دهدشت و چرام کمتر می‌شود. این ضریب معمولاً برای تغییرات بارش به کار می‌رود و از حاصل تقسیم انحراف معیار بر میانگین بارش به دست می‌آید. هم‌چنین، چولگی برای ایستگاه‌هایی که میانگین بارش بیشتری دارند، کوچک‌تر است. این پارامتر توزیع رژیم بارش را نشان می‌دهد که هر قدر مقدار آن کوچک‌تر باشد، رژیم بارش از توزیع یکنواخت‌تری برخوردار است.

از بررسی خشک‌سالی‌های منطقه که بیانگر شدت و ضعف میزان دریافت بارش در ایستگاه‌های متفاوت است، مشخص می‌شود که نمی‌توان روندی مشخص طی دوره مطالعه مشاهده کرد. نکته حائز اهمیت، وجود تفاوت‌های منطقه‌ای از نظر خشک‌سالی است. دلیل این امر را می‌توان در وسعت محدوده مورد مطالعه و تنوع توپوگرافی نقاط گوناگون استان جست‌وجو کرد که قابلیت‌های متفاوتی را برای بارش در ایستگاه‌ها فراهم کرده است.

جدول‌های ۵ تا ۹ برای تشریح شرایط خشک‌سالی ایستگاه دهدشت براساس شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی ۳ تا ۴۸ ماهه تنظیم شده‌اند. در این جدول‌ها نتایج محاسبه SPI براساس زمان به شکل تاریخ شروع و پایان خشک‌سالی، تداوم خشک‌سالی برحسب ماه و نیز حداکثر شدت خشک‌سالی که در این مدت اتفاق افتاده است، مشاهده می‌شود. هم‌چنین، هرچه زمان شاخص SPI بزرگ‌تر شود، تداوم خشک‌سالی‌ها نیز بیشتر و فراوانی آن‌ها کمتر می‌شود. مطابق این جدول‌ها، دهدشت و چرام برای تمامی مقاطع زمانی SPI از ۳ تا ۴۸ ماهه، طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۰، بیشترین تداوم خشک‌سالی را داشته است. هم‌چنین از لحاظ خشک‌سالی‌های کوتاه‌مدت، دهدشت بیشترین شدت (-۲/۳۸) را



براساس نتایج به دست آمده از جدول ۹ و تحلیل دهک‌های ۱ تا ۳ که نشان‌دهنده خشک‌سالی بسیار شدید برای پنج ایستگاه استان است، سال‌های ۱۲۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸ درگیر این نوع خشک‌سالی بوده‌اند. شکل ۲ پهنه‌بندی خشک‌سالی‌های شدید را در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸ نشان می‌دهد. همچنین، این نتایج از روش تفاضل درصدی نیز استخراج شدند. جدول ۱۰ نشان‌دهنده مقادیر تفاضل درصد برای سال‌های مذکور است. برای مثال، در سال ۱۳۷۲ بارش تمامی ایستگاه‌ها ۵۳/۶ درصد از میانگین دوره کمتر بوده است.

جدول ۸. فراوانی خشک‌سالی‌های سه ایستگاه منتخب استان کهگیلویه و بویراحمد طی دوره آماری ۸۱-۱۳۶۴

| ایستگاه  | مقیاس زمانی (ماه) | تعداد | دامنه نوسان (ماه) |
|----------|-------------------|-------|-------------------|
| ياسوج    | ۳                 | ۱۱    | ۱-۱۳              |
|          | ۶                 | ۱۰    | ۱-۱۳              |
|          | ۱۲                | ۸     | ۲-۲۳              |
|          | ۲۴                | ۵     | ۱۱-۳۱             |
|          | ۴۸                | ۲     | ۳۵-۶۲             |
| دوگنبدان | ۳                 | ۱۲    | ۲-۹               |
|          | ۶                 | ۹     | ۷-۱۵              |
|          | ۱۲                | ۶     | ۱۰-۲۳             |
|          | ۲۴                | ۲     | ۲۳-۸۱             |
|          | ۴۸                | ۱     | ۷۰                |
| دهدشت    | ۳                 | ۱۰    | ۲-۹               |
|          | ۶                 | ۸     | ۷-۱۴              |
|          | ۱۲                | ۷     | ۲-۲۲              |
|          | ۲۴                | ۳     | ۲۳-۳۳             |
|          | ۴۸                | ۲     | ۲۷-۸۱             |

از بررسی و تحلیل شاخص‌های مذکور نتیجه می‌شود که در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸، نسبت به سایر سال‌های دوره مورد مطالعه، استان با شدت بیشتری تحت نفوذ خشک‌سالی بوده است.

جدول ۶. تحلیل خشک‌سالی‌های ده‌دهشت و چرام براساس SPI ۲۴ ماهه

| ردیف | خشک‌سالی |        | تداوم (ماه) | حداکثر شدت |
|------|----------|--------|-------------|------------|
|      | شروع     | پایان  |             |            |
| ۱    | ۱۳۶۴-۶   | ۱۳۶۶-۲ | ۲۱          | -۱/۵       |
| ۲    | ۱۳۶۶-۷   | ۱۳۶۷-۵ | ۱۱          | -۱/۲۵      |
| ۳    | ۱۳۶۸-۲   | ۱۳۷۰-۸ | ۳۱          | -۱/۵       |
| ۴    | ۱۳۷۷-۷   | ۱۳۷۸-۵ | ۱۱          | -۱/۱۹      |
| ۵    | ۱۳۷۹-۳   | ۱۳۸۱-۲ | ۲۴          | -۱/۸۶      |

هم‌چنین با محاسبه و تحلیل شاخص استاندارد بارش Z برای تمامی ایستگاه‌ها در کل دوره، مقادیر Z برای سال‌های متأثر از خشک‌سالی ترسیم شد. شکل ۳ نشان‌دهنده خطوط تغییرات Z در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸ است. سطح زیر منحنی توسط پلانی متر محاسبه شد و برای سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸ با احتساب حدود ۱۴ و ۱۶ کیلومتر مربع، به ترتیب ۸۲ و ۹۹ درصد از مساحت کل استان در سال‌های مذکور درگیر خشک‌سالی شدید بوده است. در نهایت از بررسی و تحلیل شاخص‌های مذکور نتیجه می‌شود که در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۸، نسبت به سایر سال‌های دوره مورد مطالعه، استان با شدت بیشتری تحت نفوذ خشک‌سالی بوده است.

جدول ۷. تحلیل خشک‌سالی‌های ده‌دهشت و چرام براساس SPI ۴۸ ماهه

| ردیف | خشک‌سالی |        | تداوم (ماه) | حداکثر شدت |
|------|----------|--------|-------------|------------|
|      | شروع     | پایان  |             |            |
| ۱    | ۱۳۶۶-۶   | ۱۳۷۱-۷ | ۶۲          | -۱/۷۴      |
| ۲    | ۱۳۷۹-۴   | ۱۳۸۲-۲ | ۳۵          | -۱/۴۱      |

جدول ۱۰. مقادیر شاخص تفاضل درصد بارش نسبت به میانگین کل دوره (۸۱-۱۳۶۲)

برای ایستگاه‌های استان کهگیلویه و بویراحمد

| سال               | میانگین سالانه ایستگاه‌ها | مقادیر تفاضل درصد |
|-------------------|---------------------------|-------------------|
| ۶۲-۶۳             | ۴۲۹                       | -۳۶/۶             |
| ۶۳-۶۴             | ۴۹۶                       | -۲۶/۷             |
| ۶۴-۶۵             | ۷۰۰                       | ۳/۵               |
| ۶۵-۶۶             | ۷۵۳                       | ۱۱/۳              |
| ۶۶-۶۷             | ۶۵۳                       | -۳/۴              |
| ۶۷-۶۸             | ۴۳۱                       | -۳۶/۲             |
| ۶۸-۶۹             | ۷۰۵                       | ۴/۲               |
| ۶۹-۷۰             | ۵۸۶                       | -۱۳/۴             |
| ۷۰-۷۱             | ۱۰۰۰                      | ۴۷/۷              |
| ۷۱-۷۲             | ۱۰۶۵                      | ۵۷/۴              |
| ۷۲-۷۳             | ۳۱۴                       | -۵۳/۶             |
| ۷۳-۷۴             | ۹۹                        | ۴۷/۷              |
| ۷۴-۷۵             | ۸۲۸                       | ۲۲/۳              |
| ۷۵-۷۶             | ۵۱۶                       | -۲۳/۶             |
| ۷۶-۷۷             | ۷۷۰                       | ۴۳/۴              |
| ۷۷-۷۸             | ۵۹۴                       | -۱۲/۲             |
| ۷۸-۷۹             | ۳۶۶                       | -۴۵/۹             |
| ۷۹-۸۰             | ۴۵۰                       | -۳۳/۴             |
| ۸۰-۸۱             | ۱۰۲۱                      | ۵۰/۸              |
| ۸۱-۸۲             | ۶۵۴                       | -۳/۲              |
| میانگین دوره: ۶۷۶ |                           |                   |

البته مسلم است که در سال ۱۳۷۲ شدت خشک‌سالی بیشتر و مساحت کمتر و در سال ۱۳۷۸ خشک‌سالی با شدت کمتری نسبت به سال ۱۳۷۲، اما سطح نفوذ بیشتر، اتفاق افتاده است.

#### منابع

۱. پروژه بررسی شاخص‌های خشک‌سالی و استاندارد نمودن آن برای مناطق مختلف کشور. ۱۳۸۱. پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران. مشهد.
۲. خلیلی، ع (۱۳۷۰). گزارش‌های حوزه‌های هواشناسی طرح جامع آب کشور. وزارت نیرو. جاماب. تهران.
۳. خوش‌اخلاق، فرامرز. ۱۳۷۷. تحقیق در خشک‌سالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل‌های سینی‌پتیکی، پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی. دانشگاه تبریز.
۴. سالنامه‌های آماری سازمان هواشناسی کشور.
۵. منصورفر، کریم. ۱۳۶۷. روش‌های آماری. انتشارات دانشگاه تهران.
6. Bahlme, H., N. and D., A., Mooley, 1980, Large- Scale Droughts/ Floods And Monsoon Circulation, Mon Wea. Rev, 108: 1197-1211.
7. Byun, H., R. and D., A., Wilhite, 1997, Daily Quantification of Drought Severity and Duration, 10<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, American Meteorology Society, 20-24 October 1997.
8. Donald, A., Wilhite, 2000, Drought Volume 1.
9. Gibbs, W., J. and j., V., Maher, 1967, Rain Fall Decilis as Drought Indicators, Bureau of Meteorology, Bulletin, Vol. 48.
10. Henriques, A., G. and M., J., Santos, 1998, Regional Drought Distribution Model, Phys., chme., Earth, 24 (1-2): 19-22.

جدول ۹. دهک‌های ۱ تا ۳ بارندگی سالانه دهم‌دشت و چرام

| سال     | ۶۲ | ۶۳ | ۶۴ | ۶۵ | ۶۶ | ۶۷ | ۶۸ | ۶۹ | ۷۰ | ۷۱ | ۷۲ | ۷۳ | ۷۴ | ۷۵ | ۷۶ | ۷۷ | ۷۸ | ۷۹ | ۸۰ | ۸۱ |  |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| ایستگاه |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| دهدشت   | ۳  |    |    |    |    | ۲  |    |    |    |    | ۱  |    |    |    |    |    | ۱  | ۲  |    |    |  |
| نازمکان | ۲  |    |    |    |    | ۲  |    |    |    |    | ۱  |    |    |    |    |    | ۲  | ۲  |    |    |  |
| ده کهنه | ۲  | ۲  |    |    | ۲  |    |    |    |    |    | ۱  |    |    |    |    |    | ۲  |    |    |    |  |
| طسوج    |    |    | ۳  |    |    | ۲  |    |    |    |    | ۱  |    |    | ۲  |    |    | ۲  | ۱  |    |    |  |
| سیدآباد |    |    |    |    |    | ۲  |    |    |    |    | ۱  |    |    | ۲  |    |    | ۱  | ۲  |    |    |  |