



## بررسی وضعیت خشکسالی و روند آن در منطقه همدان بر اساس شاخص‌های آماری خشکسالی

حمید زارع ابیانه و علی اکبر محبوبی، اعضای هیأت علمی دانشگاه بوعلی سینا

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۳

### چکیده

خشکسالی یکی از بلاهای طبیعی می‌باشد که خسارات زیادی به زندگی انسان و اکوسیستم‌های طبیعی وارد می‌آورد و با دیگر حوادث طبیعی از قبیل سیل، طوفان و زلزله تفاوت‌هایی دارد. عمده این تفاوت‌ها در تاثیر تدریجی خشکسالی طی یک دوره نسبتاً طولانی، عدم امکان تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه و وسعت جغرافیایی تاثیر آن می‌باشد. از طرف دیگر تعریف دقیق و قابل قبول جهانی از خشکسالی به پیچیدگی و سردرگمی این پدیده افزوده است. خشکسالی‌ها در حالت کلی سه نوع هستند: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی کشاورزی. خشکسالی هواشناسی یا آب و هوایی اساساً خشکی ناشی از کمبود بارندگی می‌باشد که در صورت تداوم منجر به خشکسالی هیدرولوژیکی و کشاورزی می‌گردد. بارش عمده ترین پارامتری است که در تعریف خشکسالی به کار می‌رود و کمبود یا فقدان آن آستانه رخداد خشکسالی است. در این مقاله خشکسالی هواشناسی (آب و هوایی) منطقه همدان به صورت سالیانه و فصلی با توجه به آمار بارندگی ۵۲ ساله ایستگاه اکباتان و نوزده (۱۳۸۰-۱۳۷۹ و ۱۳۲۹-۱۳۲۸) مورد بررسی قرار گرفت. آزمون صحت و همگنی داده‌ها به روش ران تست و جرم مضاعف صورت گرفت. سپس فراوانی و شدت خشکسالی بر اساس شش شاخص: آستانه ۶۰ درصد، درصدی از نرمال، استاندارد بارش، انحراف از میانگین، کلاسه‌بندی دامنه بارش و دهک‌ها در مقیاس فصلی و سالیانه مطالعه گردید. با توجه به کاهش میزان نزولات جوی، مشخص گردید که خشکسالی در برخی موارد به صورت سالیانه و در برخی موارد نیز بصورت فصلی رخ داده است.

کلمات کلیدی: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی فصلی، شاخص‌های خشکسالی

Pajouhesh & Sazandegi No:64 pp: 2-7

**Evaluation of drought situation and its process in Hamadan region on the basis of drought statistical indexes**

By: H. Zare Abianeh and Mahboobi A.A. Members of Scientific Board of Bu Alisina University. Hamedan, Iran.

M. Neishaboori, Member of Scientific Board of Tabriz University Tabriz. Iran.

Drought is one of the natural disasters that inflict serious damages on human life and natural ecosystems. It differs from other natural phenomena such as flood, tornado and earthquake. Most of these differences relate to the gradual effect

of drought during a relatively long-term periods, impossibility of determining its exact beginning and end, and the geographic extent of its impact. In the other hand, the lack of an exact and acceptable universal definition of drought has made this phenomenon complicated. Generally there are three types of drought: meteorological, hydrological and agricultural. Meteorological or climatic drought is basically caused by rainfall deficiency which in case of continuation culminates in hydrological and agricultural drought. Precipitation is the most important parameter that is used for defining drought and its lack or deficit implies the threshold of drought. In this paper, considering 52 year of rainfall data from Ekbatan and Nogeh Metrological, stations (1328-1329 to 1379-1380), drought in Hamadan region has been evaluated on seasonal and yearly basis. At first the homogeneity of data was evaluated using Double Mass and Run-Test methods. Then, drought was explained on the basis of following indexes: 60% threshold index, percent of normal index, rainfall standard index, deviation from mean index, and classification of rainfall range on seasonal and yearly scale index. Considering the decrease of precipitation it was concluded that in Hamadan region drought has occurred as a seasonal or a yearly basis. Considering the decrease of precipitation in Hamedan region, drought has occurred either on seasonal or yearly basis.

**Key words:** Drought, Seasonal drought, Indexes

#### مقدمه

استان همدان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در غرب فلات ایران قرار گرفته است. این استان با وسعتی معادل ۱۹۰۲۴/۵ کیلومتر مربع ۱/۱۷ درصد از مساحت کشور ایران را به خود اختصاص داده است. وجود الوند کوه با ارتفاع ۳۵۷۴ متر و قرار گرفتن منطقه همدان در بلندی ۱۸۰۰ متری از سطح دریا موجب ایجاد شرایط آب و هوایی کوهستانی با زمستان های سرد و تابستان های نسبتاً معتدل است (۵،۱). میانگین نزولات جوی سالانه منطقه همدان ۳۱۷ میلی متر برآورد شده است که حدود ۲۶ درصد از متوسط کشور بیشتر است (۹).

طی چند سال گذشته این منطقه خشکسالی و کمبود شدید بارندگی کمتر از میانگین سال های قبل را تجربه کرده است. این کمبودها در مناطق نسبتاً پر آب نیز مشهود بوده و در چند سال اخیر بخش های مختلف استان به ویژه بخش کشاورزی و منابع طبیعی را تهدید نموده است. علاوه بر کمبود بارش، توزیع نامناسب فصلی بارندگی موجب تشدید اثرات زیان بار خشکسالی می شود. توزیع نامناسب فصلی بارش از جمله خصوصیات است که ریسک پذیری زراعت را افزایش داده و همواره کشت محصول زراعی را تهدید می کند. عوامل آب و هوایی متغیرهای کنترل نشده و وابسته به یکدیگرند و شناخت دقیق آنها و نوع ارتباط هر یک با دیگری می تواند در برنامه ریزی زراعی بسیار مؤثر باشد. رفتار زمانی و مکانی بارش می تواند آستانه رخداد خشکسالی محسوب شود. آستانه خشکسالی با توجه به شرایط مکانی

متفاوت است. لذا برای حذف اثرات مکانی، آمار نقطه ای یک ایستگاه به عنوان ایستگاه شاخص هر منطقه قابل استفاده است. رفتار زمانی بارندگی نیز نشان می دهد که یکسال مرطوب یا آسال (سالی با بارش فراوان) ممکن است از مجموع چند ماه خشک (و یا بسیار خشک) و چند ماه مرطوب (و یا بسیار مرطوب) تشکیل شده باشد (۴). متقابلاً سال خشک که در آن بارندگی کمتر از میانگین نرمال دراز مدت اقلیمی است می تواند شامل چند ماه مرطوب و چند ماه خشک باشد. به همین دلیل جهت تمایز می توان از مقیاس فصلی و سالانه بارش در طی یک دوره درازمدت آماری استفاده نمود (۴).

خشکسالی یکی از پدیده های طبیعی است که در ایران به جز موارد نادر مطالعه نگردیده است و به صورت موضوع ناشناخته ای باقی مانده است (۷). خشکسالی به یک دوره ممتد کمبود بارش و غیر طبیعی اطلاق می شود. این پدیده منجر به صدمه محصولات زراعی و کاهش عملکرد، کاهش سریع جریان های سطحی و افت مخازن زیر زمینی و یا کمبود مقدار بارندگی نسبت به میانگین دراز مدت می شود. هنوز یک تعریف پذیرفته شده جهانی در باره خشکسالی وجود ندارد. این امر منجر به تعریف شاخص های مختلفی شده است. بارش عمده ترین پارامتری است که در تعریف شاخص ها بکار گرفته شده است، یعنی خشکسالی و ترسالی در مقایسه با کمتر یا بیشتر بودن ریزش های آسمانی سالانه از میانگین بارندگی یک منطقه سنجیده می شود. بعضی از تعاریف خشکسالی بارش های روزانه، هفتگی و یا دوره ای را مد نظر قرار می دهند. بنظر می رسد که چنین تعاریفی با شرایط آب و هوایی ایران تناسب نداشته باشد، زیرا در اغلب مناطق ایران که یک فصل و

توزیع داده‌ها نسبت به میانگین و میانه داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نهایتاً خشکسالی به کمک شاخص‌های: آستانه نرمال اقلیمی، درصدی از نرمال، استاندارد بارش، انحراف از میانگین، کلاسه‌بندی دامنه بارش و دهک‌ها ارزیابی و مقایسه شد (۵،۴،۲).

### شاخص آستانه نرمال اقلیمی

در این شاخص میانگین درازمدت بارشهای ثبت شده فصلی و سالیانه در نظر گرفته می‌شود. در صورتیکه بارش هر سال آماری (Ri) از ۶۰ درصد میانگین دراز مدت ( $\bar{R}/0.6$ ) کمتر شود. آن سال، سال خشک تلقی می‌گردد و چنانچه خشکی حداقل در دو سال متوالی تکرار گردد خشکسالی به وقوع پیوسته است (۵،۳). همچنین اگر ۵۰ درصد وسعت ناحیه ای در طی دو سال متوالی بارش کمتر از ۶۰ درصد میانگین دراز مدت را دریافت کند خشکسالی رخ داده است (۹،۳). می‌توان ۷۵ درصد میانگین دوره دراز مدت را به‌عنوان معیار سنجش در نظر گرفت که به روش آستانه ۷۵ درصد معروف است (۹).

### شاخص درصدی نرمال

در این شاخص با رعایت مقیاس زمانی مورد بررسی (فصلی یا سالانه)، نسبت بارندگی در هر سال آماری به میانگین بارندگی جهت برآورد خشکسالی و شدت آن بکار گرفته می‌شود.

### شاخص کلاسه بارش

این شاخص دامنه تغییرات بارش در طول دوره آماری یعنی اختلاف بارش حداکثر و حداقل را با توجه به مقیاس زمانی فصلی یا سالیانه مورد توجه قرار می‌دهد.

### شاخص انحراف از میانگین

این شاخص انحراف داده‌ها از میانگین آنها را در طی دوره آماری به‌عنوان پارامتری جهت برآورد خشکسالی معرفی می‌کند. فواصل طبقاتی این روش شدت خشکسالی‌ها را بیان می‌کند.

### شاخص استاندارد بارش

اساس این شاخص انحراف از میانگین نسبت به انحراف معیار داده‌های آماری است. به‌عبارت دیگر در این روش علاوه بر انحراف از میانگین بارش‌های رخ داده در طی یک دوره آماری، انحراف معیار داده‌ها نیز مورد استفاده است، به‌طوری‌که نسبت اختلاف میانگین جامعه یا نمونه از مقدار بارندگی هر سال آماری به انحراف معیار جامعه یا نمونه محاسبه می‌شود (۷).

### شاخص دهک

این شاخص با اندک تغییراتی به روش گیبس و موهر (۱۹۶۷) نیز معروف است. بر اساس این روش، دهک اول تا دهک نهم پس از مرتب کردن داده‌ها به ترتیب نزولی به دست می‌آید. سپس شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها به ترتیب از دهک اول به بعد برآورد می‌گردد. دهک پنجم بیانگر مرز بین خشکسالی و ترسالی می‌باشد (۱۱).

توصیف محدوده شاخصهای فوق که دلالت بر شدت خشکسالی دارد در جدول شماره ۱ آورده شده است، که در آن خشکسالی‌های شدید و

گاه دو فصل از سال هیچگونه بارشی حادث نمی‌شود، تعیین خشکسالی به‌صورت دوره‌های کوتاه مدت چند روزه مقدور نیست و معنایی ندارد. پژوهش‌های palmer در خصوص خشکسالی از جمله نخستین پژوهش‌هایی است که خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیر طبیعی (منظور انحراف از شرایط طبیعی یا میانگین دراز مدت پارامترهای هواشناسی) دانسته است (۱۰،۷). هربست و همکاران (۱۹۶۶) نیز تحقیقاتی را در زمینه خشکسالی هواشناسی انجام دادند که بعدها توسط موهان و رانگاچاریا (۱۹۹۱) تکمیل گردید (۸). کریمی و همکاران خشکسالی هواشناسی استان فارس را با استفاده از روش اصلاح شده هربست و همکاران بررسی نمودند. آنان فصل تابستان را به علت کمی بارندگی به عنوان یک فصل جدا در نظر نگرفته و خشکسالی در مقیاس سالیانه را با سه فصل بررسی نمودند (۸). فرج زاده و همکاران با تحلیل داده‌های بارندگی خشکسالی سالیانه ایران را بررسی کردند (۷). زارع ایبانه و همکاران خشکسالی‌های به وقوع پیوسته در غرب کشور را با استفاده از بعضی شاخص‌های خشکسالی مطالعه نمودند. ایشان نشان دادند که در بعضی از سال‌ها خشکسالی رخ نداده است، اما وقتی به‌صورت فصلی داده‌ها بررسی می‌شوند خشکسالی‌هایی به وقوع پیوسته که به‌صورت سالیانه هیچگاه مشخص نیستند (۴). هدف از این مطالعه بررسی فراوانی و شدت وقوع خشکسالی در مقیاس سالانه و فصلی منطقه همدان در یک دوره ۵۲ ساله آماری است. با توجه به اینکه بهترین زمان برنامه‌ریزی برای خشکسالی در طول سال‌های غیر خشکسالی می‌باشد، نتایج این بررسی می‌تواند در ایجاد استراتژی مدیریت پیشگیری از خسارت بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود به عنوان بخشی از عوامل ایجاد و تشدید بحران آب کاربرد داشته باشد.

### مواد و روش‌ها

سازمان جهانی هواشناسی وضعیت فعلی را با متوسط‌های دوره آماری ۳۰ ساله مقایسه کرده است (۱۲،۷) در این بررسی داده‌های ۵۲ ساله فصلی و سالانه بارندگی ایستگاه اکباتان همدان به‌عنوان ایستگاه شاخص منطقه در تحلیل خشکسالی مورد استفاده قرار گرفت (۱). توزیع فصلی و سالانه بارندگی شهرستان همدان در شکل شماره (۱) آورده شده است. توزیع فصلی بارش در بهار ۳۴/۵ درصد، تابستان ۱/۶ درصد، پاییز ۲۵/۳ درصد و در زمستان ۳۸/۶ درصد بود. بعضی از سال‌ها با نبود آمار مواجه بود. در این‌گونه موارد کمبودهای آماری بایستی از ایستگاهی با شرایط مشابه جبران می‌شد. ایستگاه هواشناسی پایگاه شکاری شهید نوژه همدان ایستگاه مناسبی بود. این ایستگاه در ۲۰ کیلومتری ایستگاه اکباتان واقع است. بنابراین نواقص آماری با محوریت ایستگاه پایگاه شکاری به روش نسبت‌ها برطرف شد (۶). سپس صحت و همگنی داده‌ها به روش‌های جرم مضاعف و ران تست انجام گرفت (۷،۱). درجه صحت و همگنی داده‌ها در روش جرم مضاعف نسبت به ایستگاه پایگاه شکاری و در روش ران تست

جدول (۱): طبقه بندی شدت خشکسالی روشهای محاسباتی

روش	آستانه نرمال اقلیمی (۶۰ درصد)	درصدی از نرمال Pn	کلاسه بارش PC	استاندارد بارش PS	انحراف میانگین Sd	دهک d
خشکسالی	$Ri < .6 R_{mean}$	$Pn < 80$	$Ri < R_{min+0.4} R$	$PS < 0$	-----	$d < .42n$
عدم خشکسالی	$Ri > .6 R_{mean}$	$Pn > 80$	$Ri > R_{min+0.4} R$	$PS > 0$	-----	$d > .62n$
خشکسالی ضعیف	-----	$70 < Pn < 80$	$R_{min+0.3} R < Ri < R_{min+0.4} R$	$-1 < ps < 0$	$Ri/5 <  Sd  < 2Ri/5$	$d < .42n$
خشکسالی متوسط	-----	$60 < Pn < 70$	$R_{min+0.2} R < Ri < R_{min+0.3} R$	$-2 < ps < -1$	$2Ri/5 <  Sd  < 3Ri/5$	$d < .72n$
خشکسالی نسبتاً شدید	-----	$50 < Pn < 60$	$R_{min+0.1} R < Ri < R_{min+0.2} R$	-----	$3Ri/5 <  Sd  < 4Ri/5$	-----
خشکسالی شدید	-----	$40 < Pn < 50$	$R_{min} < Ri < R_{min+0.1} R$	$-2 < ps < -3$	$4Ri/5 <  Sd  < Ri$	$d < .72n$
خشکسالی بسیار شدید	-----	$Pn < 40$	$Ri < R_{min}$	$PS < -3$	$Ri <  Sd $	$d < .72n$

$Ri$  = بارش هر سال آماری  $R_{mean}$  = حداقل بارش  $R_{mean}$  = متوسط بارش در هر سال آماری

بسیار شدید با درجه بسیار زیاد، خشکسالی‌های نسبتاً شدید با درجه زیاد، خشکسالی‌های متوسط با درجه متوسط و خشکسالی‌های ضعیف با درجه کم ارزیابی شده اند (۷،۴).

### نتایج و بحث

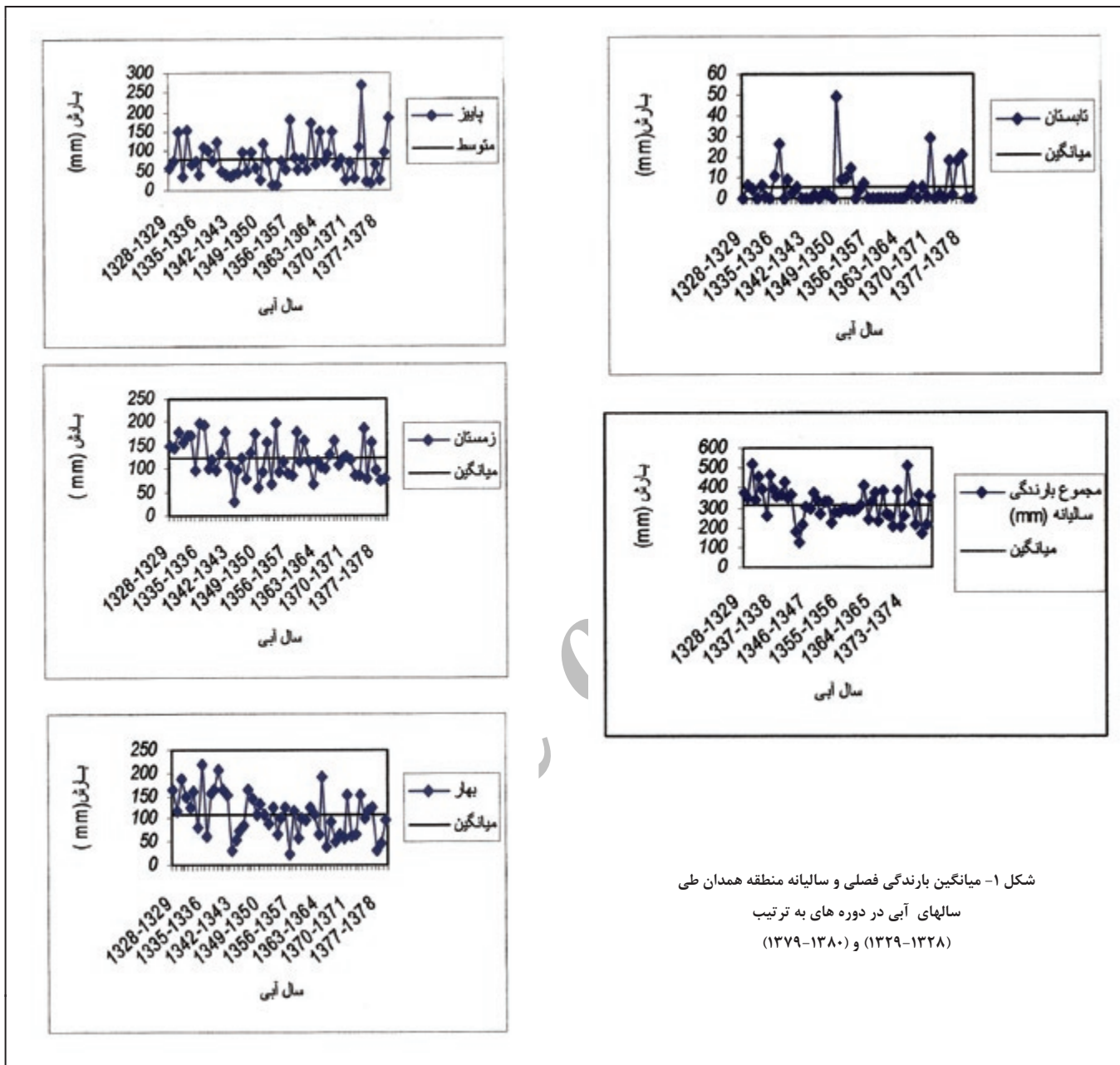
شکل ۱ توزیع بارش فصلی و سالانه در طول دوره آماری را نشان می‌دهد. ناهمگونی زمانی بارش که از ویژگی‌های اقلیمی کشور ایران و منطقه همدان است در این شکل قابل مشاهده است. به‌طوریکه فصل تابستان از حداقل بارش و فصل زمستان از حداکثر مقادیر بارش برخوردار است. به عبارت دیگر ۳۸/۶ درصد از کل بارش‌های حادث شده در فصل زمستان و ۱/۶ درصد در فصل تابستان بوده است. این امر لزوم ذخیره سازی زمستانه و تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی را نشان می‌دهد، چرا که نوسانات بارندگی نهایتاً می‌تواند منجر به ایجاد شرایط خشکی و خشکسالی شود.

نمودار فراوانی خشکسالی‌های اتفاق افتاده به تفکیک برای هر یک از شش روش در مقیاس فصلی و سالانه در شکل ۲ نشان داده شده است که در آن بیشترین و کمترین فراوانی به ترتیب در فصل تابستان و زمستان از روش ۳ و ۱ حاصل می‌شود. همچنین تمامی روش‌ها بیشترین فراوانی را در فصل تابستان و کمترین فراوانی را در فصل زمستان برآورد نمودند. مشاهده می‌شود که فصل تابستان همیشه در بین سایر فصل‌ها با خشکسالی مواجه بوده است. این مشاهده با نتایج شکل ۱ نیز همخوانی دارد که در آن فصل تابستان از کمترین سهم بارش برخوردار بوده است.

در مقیاس سالانه نیز روش ۴ بیشترین برآورد فراوانی را با ۵۰ درصد و روش ۱ کمترین فراوانی را با ۱/۹ درصد نسبت به سایر روش‌ها داشته‌اند. به عبارت دیگر روش ۴ نشان می‌دهد که نیمی از سال‌های مورد بررسی در منطقه همدان خشکسالی با شدت‌های متفاوت رخ داده است.

ارزش‌های کیفی شاخص‌ها به تفکیک فصل و سال برای روش‌های دوم تا ششم در شکل ۳ تا ۳ نشان داده شده‌اند. روش ۱ از بحث ارزش‌های کیفی حذف شده است چون این روش بیانگر وجود یا عدم وجود خشکسالی است و قادر نیست شدت خشکسالی را نشان دهد.

شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان می‌دهند که شدت خشکسالی‌های مشاهده شده در کلیه روش‌ها و فصول با هم برابر نمی‌باشند. به‌طوریکه فصل تابستان علاوه بر دارا بودن بیشترین فراوانی خشکسالی (شکل ۲) با بیشترین شدت خشکسالی نیز مواجه است. روش ۳ با بیشترین درصد خشکسالی (۸۴/۶ درصد) در بین تمامی روش‌ها در مقیاس فصلی و سالانه با درجه زیاد در شکل‌های ۶ و ۷ قابل مشاهده است. روش ۵ نیز بیشترین درصد

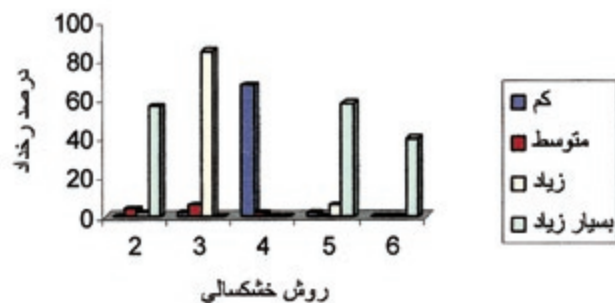


شکل ۱- میانگین بارندگی فصلی و سالیانه منطقه همدان طی سالهای آبی در دوره های به ترتیب (۱۳۲۸-۱۳۲۹) و (۱۳۸۰-۱۳۷۹)

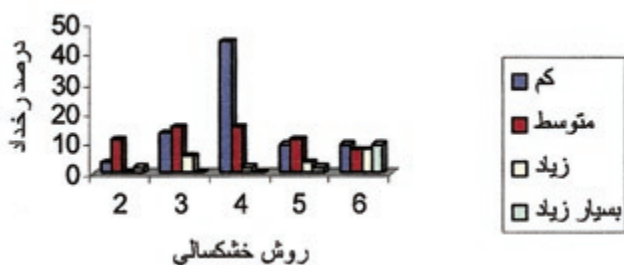
۴ هیچگاه خشکسالی با درجه بسیار زیاد را برای منطقه مورد مطالعه نشان نداده‌اند. روش پنجم ۱/۹۲ درصد از سال‌های آماری، خشکسالی با درجه بسیار زیاد را برآورد نموده است. در مجموع این روش ۲۶/۹۳ درصد از طول دوره آماری، خشکسالی با درجات مختلف را نشان داده است. فرج زاده و همکاران نیز خشکسالی سالیانه منطقه همدان را ۲۶/۵ درصد برآورد نموده‌اند. که با نتایج حاصل از روش ۵ در این مطالعه همخوانی دارد (۷). از طرف دیگر رژیم بارندگی برفی در زمستان با ذوب تدریجی در بهار و تابستان جبران کمبودها و خشکسالی‌های اتفاقی در این دو فصل را می‌نماید. به همین دلیل از اثرات زیانبار خشکسالی‌های فصول تابستان و بهار کاسته می‌شود.

خشکسالی (۵۷/۷ درصد) را با بیشترین شدت (بسیار زیاد) در فصل تابستان نشان می‌دهد. همچنین شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان می‌دهند که روش‌های ۳ و ۴ نه در مقیاس فصلی و نه در مقیاس سالیانه هیچگاه برآوردی از خشکسالی با درجه بسیار زیاد نداشته‌اند.

با توجه به شرایط اقلیمی منطقه همدان که دارای رژیم‌های بارشی زمستانه است، می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های نشان دهنده خشکسالی‌های بسیار شدید در زمستان، به‌واسطه برآوردهای غیر معقول قابل حذف می‌باشند. با این تفسیر روش‌های ۳ و ۴ را می‌توان قابل قبول دانسته و روش‌های ۲ و ۶ را حذف نمود. از طرف دیگر با نگاهی به نتایج سه روش مذکور در مقیاس سالانه مشاهده می‌شود که روش ۳ و



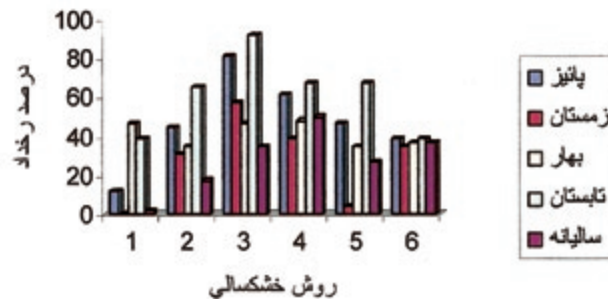
شکل ۶- درصد شدت‌های خشکسالی فصل تابستان منطقه همدان



شکل ۷- درصد شدت‌های خشکسالی سالپانه منطقه همدان

### منابع مورد استفاده

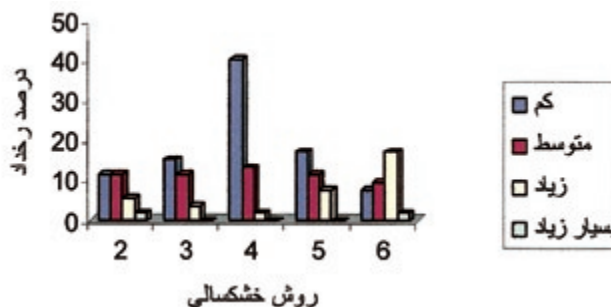
- ۱- آمار هواشناسی، سالنامه. ۱۳۸۰-۱۳۲۸. انتشارات سازمان هواشناسی کل کشور.
- ۲- حسینی‌ها، ح.، ع. و ز. صالحی، ۱۳۷۹. بررسی وضعیت خشکسالی استان زنجان. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. کرمان. اسفند ۱۳۷۹.
- ۳- زارع ابیانه، ح.، محسنی موحد، ا.، قائدی، م. ر.، و ایزدی، م.، ۱۳۷۵. طرح تحقیقاتی: بررسی درصد فراوانی خشکسالی و روند افزایشی آن (مرحله اول). انتشارات دانشگاه بوعلی سینا و اداره کل هواشناسی استان. همدان.
- ۴- زارع ابیانه، ح.، محبوبی، ع. ا.، و حیدری، م.، ۱۳۸۰. بررسی‌های شاخصهای خشکسالی غرب کشور. اولین کارگاه آموزشی هواشناسی کشاورزی. همدان.
- ۵- زارع ابیانه، ح.، محبوبی، ع. ا.، و احسانی، م.، ۱۳۷۹. برآورد نیاز آبی گیاهان و مقایسه آن با تخییر در منطقه همدان. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. کرمان. اسفند ۱۳۷۹.
- ۶- علیزاده، ا.، ۱۳۷۸. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). مشهد.
- ۷- فرج زاده، م.، موحد دانش، ع. ا.، و قائمی، ع. ه.، ۱۳۷۴. خشکسالی در ایران. مجله دانش کشاورزی. جلد ۵، شماره‌های ۱ و ۲. دانشگاه تبریز.
- ۸- کریمی، و.، کامکار حقیقی، ع. ا.، سپاسخواه، ع. ر.، و خلیلی، د.، ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی‌های هواشناسی در استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۵، شماره ۴. زمستان ۱۳۸۰. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۹- وزارت نیرو، ۱۳۷۳. بولتن وضعیت منابع آب کشور. شماره ۸.
- 10-Palmer, W.C.1965. Meteorological drought. USWB, Res. Paper No. 45.
- 11-WMO, 1975.Special environmental. Report No. 5, pp. 403.



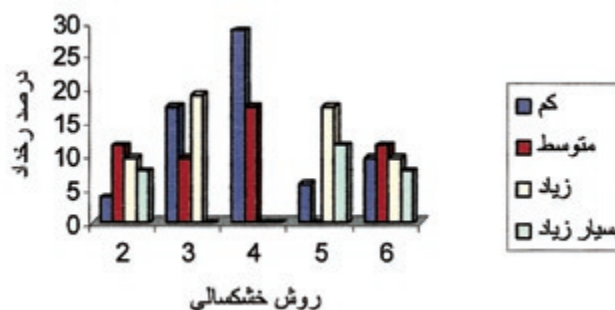
شکل ۲- درصد خشکسالی‌های فصلی و سالپانه منطقه همدان



شکل ۳- درصد شدت‌های خشکسالی فصل پائیز منطقه همدان



شکل ۴- درصد شدت‌های خشکسالی فصل زمستان منطقه همدان



شکل ۵- درصد شدت‌های خشکسالی فصل بهار منطقه همدان