

بررسی روند خشکسالی در استان اصفهان

چکیده

خشکسالی عبارت از کمبود بارش در دوره‌ای بلندمدت است؛ به نحوی که باعث کمبود رطوبت در خاک و سبب کاهش آب‌های جاری شود و به این ترتیب، روند طبیعی فعالیت‌های انسانی، حیات گیاهی و زندگی جانوری را بر هم بزند. برای تعیین روند وقوع خشکسالی و فراوانی آن در استان اصفهان، از روش‌های میانگین متحرک پنج ساله و هفت ساله و شاخص کلاسه‌بندی داده‌ها به روش ماهر و گیبز، طی یک دوره‌ی آماری سی ساله (۱۳۷۷-۱۳۴۸) استفاده شد.

نتایج به دست آمده بیانگر آن هستند که خشکسالی اقلیمی در غرب استان اصفهان زیاد مشهود نیست و روند آن حالت عادی داشته است و این منطقه تنها در بعضی سال‌ها، خشکسالی معمولی را تجربه می‌کند. اما همین که به سمت شرق استان پیش می‌رویم، نوسانات آب و هوایی شدیدتر می‌شود و در نواحی مرکزی استان، خشکسالی با شدت بیش‌تری خود را نشان می‌دهد. معمولاً بعد از یک دوره‌ی ترسالی، خشکسالی بروز می‌کند و احتمالاً با روندی شدیدتر در سال‌های آینده ادامه می‌یابد. در شرق استان، از سال ۶۲-۱۳۶۱ به بعد، خشکسالی روی داد که تا سال ۱۳۷۷ ادامه پیدا کرد و این روند نشان می‌دهد که این خشکسالی نیز همچون مناطق مرکزی استان، تا چند سال بعد ادامه یافت. چون خشکسالی در شرق استان در مقایسه با نواحی غربی و مرکزی استان، همواره از شدت بیش‌تر و تداوم طولانی‌تری برخوردار است پیش‌بینی می‌شد که سال‌های نسبتاً سختی در آینده برای شرق استان در پیش‌رو باشد. (خشکسالی‌های سال‌های بعد از ۱۳۷۷ این پیش‌بینی را تأیید کرد.)

کلیدواژه‌ها: خشکسالی، ترسالی، میانگین متحرک، کلاسه‌بندی داده‌های بارش، اصفهان.

مقدمه

ایران کشوری نسبتاً خشک محسوب می‌شود و در اغلب نقاط آن کمبود آب مسأله‌ای جدی است. تخریب منابع زیست‌محیطی، به ویژه خاک و پوشش گیاهی، باعث می‌شود همان مقدار اندک آب حاصل از بارش نیز به

جای نفوذ در زمین و تقویت سفره‌های آب زیرزمینی، به صورت رواناب از دسترس خارج شود. در نتیجه، خشکی و کمبود آب بیش از پیش در توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی کشور محدودیت ایجاد می‌کند.

انهدام زیستگاه‌های حیات وحش، فروپاشی صیدگاه‌های ماهی، محو شدن جنگل‌ها، کم شدن سطح تولیدات کشاورزی، خشکیدن رودها و دریاچه‌ها، تخلیه‌ی آبخوان‌ها و... از پیامدهای ناشی از خشکسالی هستند [براون، ۱۳۷۷: ۱۰ تا ۱۵]. خشکی^۲ و خشکسالی با وجود شباهت‌های زیاد، مترادف هم نیستند. خشکی از ویژگی‌های بارز اقلیمی نواحی خشک و نیمه‌خشک است و دلالت بر شرایطی دارد که در آن، میانگین بارش یا آب قابل دسترس به طور دائم در منطقه بسیار کم است. خشکسالی در هر منطقه‌ای و با هر نوع اقلیمی می‌تواند روی دهد و تقریباً در تمامی رژیم‌های اقلیمی رخ می‌دهد. این پدیده، علاوه بر مناطق بارندگی کم، در مناطق مربوط نیز اتفاق می‌افتد. بنابراین، خشکسالی بر خلاف خشکی که یک خصوصیت دائم اقلیمی است و به مناطق با بارش کم محدود می‌شود، یک ناهنجاری موقت است [مرادی و عرفان‌زاده، ۱۳۸۰: ۲۸۳ تا ۲۸۴].

همان‌طور که در بالا اشاره شد، خشکسالی عبارت است از کمبود بارش در دوره‌ای بلندمدت؛ به نحوی که باعث کمبود رطوبت در خاک و سبب کاهش آب‌های جاری می‌شود و بدین طریق، فعالیت‌های انسانی و حیات طبیعی گیاهی و جانوری را بر هم می‌زند [Barry and Chorley, 1996]. در اقلیم‌های متفاوت، مدت زمانی که لازم است از آخرین بارش بگذرد تا آب رودخانه‌ها و رطوبت خاک کاهش محسوس پیدا کند، یکسان نیست. بنابراین، نمی‌توان تعریف دقیق و فراگیری از خشکسالی ارائه کرد. به همین دلیل هر یک از متخصصان از دیدگاه‌های متفاوت تعریفی از خشکسالی پیشنهاد کرده‌اند. از دیدگاه اقلیم‌شناسی، هرگاه بارش دریافتی یک محل در یک دوره‌ی زمانی معین کم‌تر از میانگین بارش محل در همان دوره‌ی زمانی باشد، با خشکسالی روبه‌رو هستیم. بنابراین «آستانه‌ی بروز خشکسالی»، کمیتی جغرافیایی است که مقدار آن از محلی به محل دیگر تفاوت می‌کند و به دوره‌ی زمانی انتخابی نیز بستگی دارد.

از دیدگاه آب شناسی، خشکسالی زمانی پدید می آید که ذخیره های آبی کاهش محسوس پیدا کنند و تأمین آب شهرها را با مشکل روبه رو سازند [غیور و مسعودیان، ۱۳۷۹: ۲۵ تا ۳۹]. خشکسالی کشاورزی وقتی اتفاق می افتد که رطوبت خاک نتواند نیاز گیاه به رطوبت را تأمین کند؛ به گونه ای که در اثر کاهش رطوبت دچار افت محصول شویم. از دیدگاه اقتصادی - اجتماعی نیز خشکسالی وقتی است که کمبود آب باعث ایجاد تنش های اجتماعی، مانند بی کاری افراد، مهاجرت و از هم پاشیدگی خانواده ها شود. تقریباً همه ی نقاط جهان به طور موقت و در فاصله های زمانی ظاهراً نامنظم، دچار خشکسالی می شوند، ولی اثر این پدیده و درنگاهی گسترده تر اثر هرگونه تغییر اقلیمی، در مناطق حاشیه ای بارزتر و مهم تر است. علل بروز خشکسالی ها را باید در ناهنجاری های گردش عمومی جو جست و جو کرد. امروزه بیش تر بر «پیوندهای دور» تکیه می شود. پیوند دور عبارت است از ارتباط میان ناهنجاری های اقلیمی گوناگون که

● جابه جایی مسیر سیستم های باران زای عرض های میانه: این پدیده، یا حاصل گسترش بادهای غربی به عرض های پائین تر است یا به سبب گسترش سیستم های مانع در عرض های میانه به وجود می آید. گفته می شود، خشکسالی های دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۸۰ در شرق کوه های راکی، به سبب همین نوع تغییراتی بوده که در گردش عمومی روی داده اند. ولی خشکسالی هایی که در دهه های ۱۹۱۰ و ۱۹۵۰ در همین منطقه روی داده اند، به علت وجود یک سیستم پرفشار در جنوب شرق و همچنین جابه جایی مسیر سیستم های باران زا به سوی عرض های شمالی تر بوده اند [Barry and Chorly, 1996].

از میان مطالعاتی که در زمینه ی خشکسالی در کشور ایران صورت گرفته اند، موارد زیر قابل بیان هستند:

● برهانی در بررسی اثرات خشکسالی در سال آبی ۷۸-۷۹، بر تولید مراتع و پوشش گیاهی، به این نتیجه رسید که کاهش بارندگی در این دوره،

جدول ۱. احتمال وقوع خشکسالی ها و ترسالی ها برای ایستگاه های متعدد

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
اصفهان	۳۲/۴۰	۵۱/۵۲	۱۶۰۰
خور و بیابانک	۳۳/۴۷	۵۵/۲	۸۴۵
کاشان	۳۳/۵۹	۵۱/۲۷	۹۸۲
نائین	۳۲/۵۱	۵۳/۵	۱۵۴۹
امام قیس سمیرم	۳۱/۴۴	۵۱/۲۱	۲۴۰۰
چادگان	۳۲/۴۶	۵۰/۳۸	۲۱۰۰
میمه	۳۲/۲۶	۵۱/۱۰	۱۹۸۰

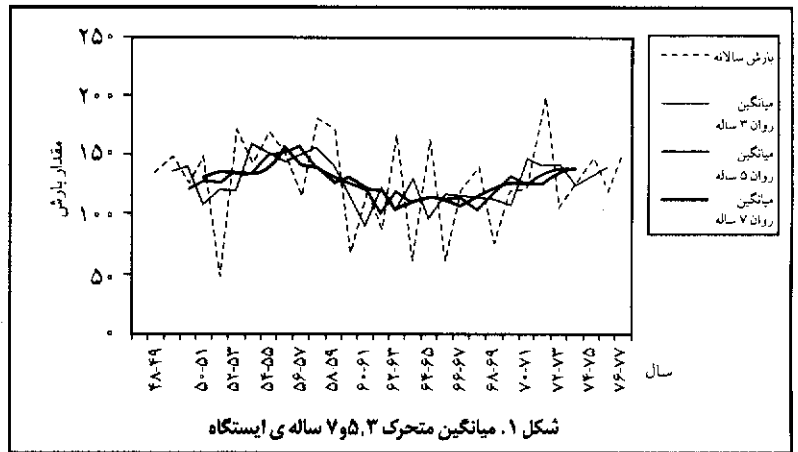
باعث کاهش تولید مراتع به میزان ۳۷/۴ درصد شده است. این کاهش در تولید، با عنایت به کاهش ۳۴ میلی متری بارش نسبت به وضعیت میانگین ۳۰ ساله، در ۵ ماهه ی اول سال معادل ۱۷ کیلوگرم در هکتار بود که ضربات شدیدی را بر اقتصاد کشور وارد کرد [برهانی، ۱۳۷۹].

● مرادی و عرفانزاده، در بررسی روند خشکسالی ها و ترسالی های حوضه ی رودخانه ی هراز، به این نتیجه رسیده اند که در ایستگاه «پلور»، دوره ی خشکسالی نسبت به ترسالی از تداوم و شدت بیش تری برخوردار است. و در ایستگاه «کره سنگ» تکرار و فراوانی دوره های خشک در مقایسه با پلور بیش تر است [مرادی و عرفانزاده، ۱۳۸۰: ۲۹۴-۲۸۳]. تحقیقات فرج زاده [۱۳۷۵: ۲۸-۲۲]، وفاخواه (۱۳۷۹)، نیکپور (۱۳۸۰) و عباسی [۱۳۸۰: ۱۶۸-۱۵۵] نیز از دیگر مطالعات در این زمینه محسوب می شوند.

ضرورت مطالعه ی روند خشکسالی در هر منطقه این است که با آگاهی از زمان وقوع احتمالی، مکان، وسعت و طول مدت خشکسالی بتوان برنامه ی مدیریتی خاص و متناسب با شرایط موجود در هر منطقه طراحی،

در فاصله های دور از یکدیگر روی می دهند. برای مثال، گری معتقد است که الگوی بارندگی آمریکای غربی با فراوانی و شدت هاریکن ها یا گردبادهایی که به سواحل ایالات متحده (در اقیانوس اطلس) می رسند، همبستگی مستقیم دارد [Gary, 1990: 251-256]. روابط متقابل جو و اقیانوس نقش بسیار مهمی در این گونه همبستگی دارد. زمانی که دمای آب های سطحی اقیانوس ها کاهش می یابد، جو پایدارتر می شود و شرایط و ابرخندگی حاکم می گردد. مثلاً خشکسالی شمال غرب اروپا در سال های ۷۶-۱۹۷۵، به دلیل سردی آب های سطحی اقیانوس اطلس در شمال مدار ۴۰ درجه ی شمالی بوده است. در این شرایط، جو پایدار شد و فراوانی پرفشارهای مانع، در غرب اروپا افزایش یافت [Smith, 1992].

در مجموع، خشکسالی ها به ویژه با این شرایط همراه هستند. ● گسترش و حضور پرفشارهای جنب حاره: خشکسالی هایی که در جنوب فلسطین روی می دهند، با همین پدیده ارتباط دارند. خشکسالی های ساحل نیز به گسترش پرفشار «آزر» به سوی شرق و جنوب نسبت داده می شوند. ● تغییرات چرخه ی موسمی های تابستانی: این پدیده موجب به تأخیر افتادن یا نفوذ نکردن هوای حاره ی اقیانوسی به داخل خشکی می شود. نمونه ی این خشکسالی ها در نیجریه و پنجاب هند روی می دهند. ● کاهش دمای آب های سطحی اقیانوس بر اثر تغییر مسیر جریان های اقیانوسی یا تشدید فرارانش: خشکسالی های کالیفرنیا و شیلی با همین پدیده ارتباط دارند. به عکس، اگر دمای آب های سطحی اقیانوس در کمربند صفر تا ۱۵ درجه ی جنوبی در اقیانوس اطلس جنوبی زیاد شود، سرزمین های خشک شمال شرق برزیل بارش خوبی دریافت می کنند.



اقلیمی نیمه استپی سرد مانند سمیرم با ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۵۹۰ میلی متر در سال را شامل می شود.

در این مطالعه، از داده های بارش سالانه ی هفت ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی که تقریباً همه ی سطح استان را به طور مناسب پوشش می دهند، استفاده شد. مشخصات این ایستگاه ها در جدول ۱ ارائه شده است. برای مطالعه ی روند خشکسالی می توان از روش های گوناگونی، مثل روش

جدول ۲. کلاسه بندی داده های بارش ایستگاه اصفهان

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۱۴۰	۶	میانگین	۱۳۶۳	۸۰	۲	خشکسالی شدید
۱۳۴۹	۱۴۷	۷	میانگین	۱۳۶۴	۶۲/۲	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۰	۱۲۷/۲	۵	میانگین	۱۳۶۵	۱۶۵/۲	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۱	۱۴۸/۶	۸	ترسالی معمولی	۱۳۶۶	۶۱/۱	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۲	۴۹	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۷	۱۲۵	۵	میانگین
۱۳۵۳	۱۶۹/۹	۹	خیلی مرطوب	۱۳۶۸	۱۳۹/۳	۶	میانگین
۱۳۵۴	۱۴۴/۲	۶	میانگین	۱۳۶۹	۷۷/۶	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۵	۱۶۸/۳	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۰	۱۲۲/۵	۴	میانگین
۱۳۵۶	۱۴۸/۳	۶	میانگین	۱۳۷۱	۱۲۲/۷	۴	میانگین
۱۳۵۷	۱۱۷/۳	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۲	۱۹۸/۹	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۸	۱۸۲/۴	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۳	۱۰۵	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۹	۱۷۱/۸	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۴	۱۲۳	۵	میانگین
۱۳۶۰	۶۹/۳	۲	خشکسالی شدید	۱۳۷۵	۱۴۸	۷	میانگین
۱۳۶۱	۱۱۴/۷	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۶	۱۲۱/۶	۴	میانگین
۱۳۶۲	۸۸/۶	۲	خشکسالی شدید	۱۳۷۷	۱۵۷	۸	ترسالی معمولی

مطالعه ی بیلان آبی، روش تحلیل جریان، و روش تحلیل داده های بارندگی، استفاده کرد. با توجه به این که داده های بارش با سهولت بیش تر و به مقدار فراوان تری می توانند در اختیار باشند، یکی از روش های مناسب تحلیل خشکسالی، تحلیل داده های بارش است [فرج زاده، ۱۳۷۵: ۲۴]. برای تعیین دوره های خشکسالی و ترسالی استان اصفهان نیز از روش تحلیل داده های بارش و با دو اسلوب استفاده شد:

الف) روش کلاسه بندی داده های بارش

بارش سالانه ی هر ایستگاه در دوره ی سی ساله (۱۳۴۸-۱۳۷۷) با استفاده از نرم افزار "SPSS" به ده دهک تقسیم شد (روش ماهر و گبیز).

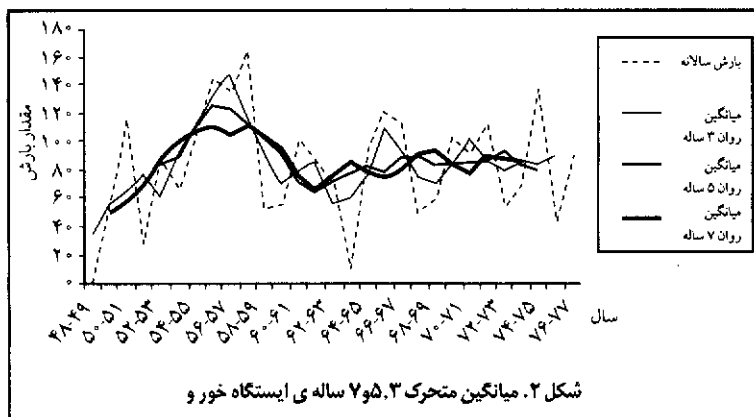
و آثار ناشی از خشکسالی را تا حد زیادی تعدیل کرد. هدف از این تحقیق، بررسی و تعیین روند خشکسالی در استان اصفهان است.

مواد و روش ها

استان اصفهان با مساحتی بیش از ۱۰ میلیون هکتار، بین طول های جغرافیایی ۳۰°۳۰' تا ۳۴°۳۰' شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۰°۴۵' تا ۳۳°۳۰' شمالی واقع شده است. این استان دارای مناطق و شهرستان های متعددی با شرایط اقلیمی متفاوت است و از مناطقی با شرایط اقلیمی خشک و نیمه بیابانی مانند خور و بیابانک با ارتفاع ۸۴۵ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۶۹ میلی متر در سال، تا مناطقی با شرایط



ترسالی یا تکرار آن‌ها محسوب می‌شود. با توجه به این‌که این داده‌ها دارای نوسانات سالانه هستند، نوسانات آن‌ها در تحلیل و بررسی روند تغییرات درازمدت مزاحمت ایجاد می‌کند. روش میانگین متحرک، با به کارگیری متوسط داده‌ها در یک دوره‌ی معین و تشکیل سری زمانی جدید، این نوسانات را کاهش می‌دهد و یا به عبارت دیگر، این نوسانات را هموار می‌کند. بنابراین، با حذف یا کاهش نوسانات سالانه، روند تغییرات درازمدت با وضوح بیش‌تر نشان داده می‌شوند.



شکل ۲. میانگین متحرک ۷، ۵ و ۳ ساله‌ی ایستگاه خور و

جدول ۳. کلاسه بندی داده‌های بارش ایستگاه خور و بیابانک

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۴۸	۲	خشکسالی شدید	۱۳۶۳	۷۱/۵	۵	میانگین
۱۳۴۹	۲/۶	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۴	۱۲/۵	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۰	۵۱/۳	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۶۵	۹۵/۷	۷	میانگین
۱۳۵۱	۱۱۵/۳	۸	ترسالی معمولی	۱۳۶۶	۱۲۰/۵	۹	خیلی مرطوب
۱۳۵۲	۲۸/۵	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۷	۱۱۳/۳	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۳	۸۸/۵	۶	میانگین	۱۳۶۸	۴۹/۲	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۴	۶۶	۴	میانگین	۱۳۶۹	۶۰/۲	۴	میانگین
۱۳۵۵	۱۲۲	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۰	۱۰۱/۶	۷	میانگین
۱۳۵۶	۱۴۴/۵	۱۰	پیش از حد مرطوب	۱۳۷۱	۹۱/۹	۶	میانگین
۱۳۵۷	۱۳۴/۵	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۲	۱۱۲/۶	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۸	۱۶۴	۱۰	پیش از حد مرطوب	۱۳۷۳	۵۴	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۹	۵۲	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۴	۷۰	۵	میانگین
۱۳۶۰	۵۵/۵	۴	میانگین	۱۳۷۵	۱۳۷/۹	۱۰	پیش از حد مرطوب
۱۳۶۱	۱۰۰/۲	۷	میانگین	۱۳۷۶	۴۳/۵	۲	خشکسالی شدید
۱۳۶۲	۸۲/۲	۵	میانگین	۱۳۷۷	۹۰/۴	۶	میانگین

سازمان هواشناسی جهانی (WMO)، میانگین متحرک ۵ و ۷ ساله‌ی بارش را برای بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها توصیه می‌کند. در این مطالعه، میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله‌ی بارش هفت ایستگاه انتخابی با استفاده از نرم‌افزار Excel تهیه شد.

نتایج

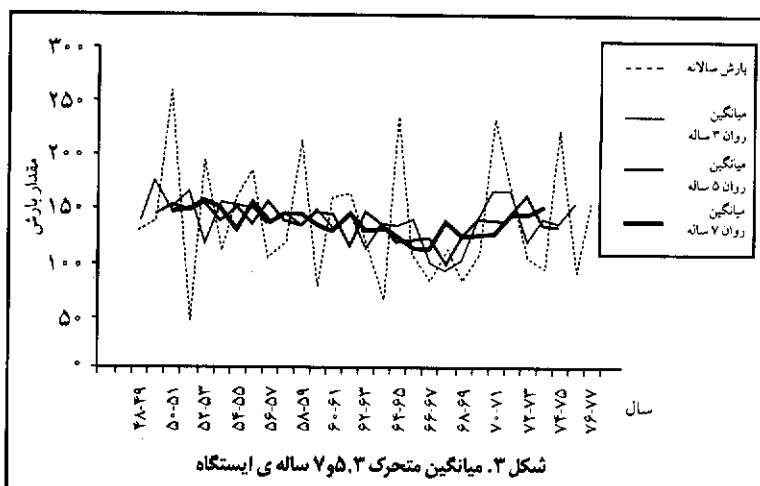
در این مطالعه، با استفاده از دو روش کلاسه‌بندی داده‌های بارش و میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله، داده‌های بارش سی ساله ایستگاه‌های انتخابی تجزیه و تحلیل شد. نتایج به دست آمده به تفکیک هر ایستگاه،

در این تقسیم‌بندی، دهک‌های چهارم، پنجم، ششم و هفتم به عنوان میانگین و دهک‌های اول، دوم و سوم، به ترتیب، فوق‌العاده خشک، خیلی خشک و خشک در نظر گرفته شدند. دهک‌های هشتم، نهم و دهم نیز به ترتیب، مرطوب، خیلی مرطوب و فوق‌العاده مرطوب طبقه‌بندی شدند [Gibbs and Maher, 1967].

ب) میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله

بررسی سری‌های زمانی بارش در یک دوره‌ی آماری بلندمدت، یکی از شاخص‌های مناسب برای پیش‌بینی دوره‌های خشکسالی و

ترسالی وجود دارد و مجدداً از سال ۱۳۶۰ تا ۱۳۶۵ دوره‌ی خشکسالی تکرار می‌شود. با توجه به میانگین‌های متحرک ترسیم شده‌ی این ایستگاه، از سال ۱۳۶۶ تا پایان سال ۱۳۷۷ حالتی حول و حوش میانگین دیده می‌شود (شکل ۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که در این ایستگاه، طی دوره‌ی آماری بررسی شده، در سال‌های ۱۳۴۹، ۵۲ و ۶۴، خشکسالی بسیار شدید حاکم بوده است و سال‌های ۱۳۵۶، ۱۳۵۸ و ۷۵، بیش از حد مرطوب بوده‌اند.



شکل ۳. میانگین متحرک ۷ و ۵ ساله‌ی ایستگاه

جدول ۴. کلاسه‌بندی داده‌های بارش ایستگاه کاشان

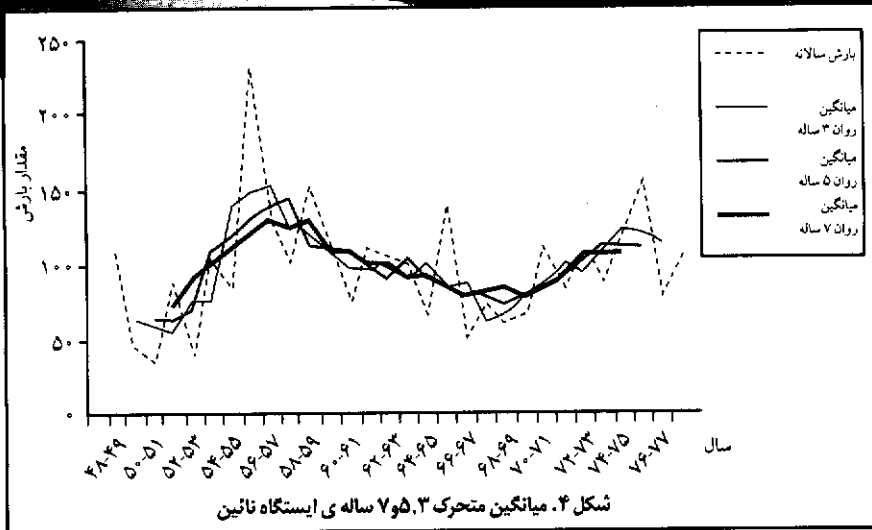
سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۱۴۵	۶	میانگین	۱۳۶۳	۱۱۰/۵	۵	میانگین
۱۳۴۹	۱۲۹	۶	میانگین	۱۳۶۴	۶۲/۲	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۰	۱۴۰/۳	۶	میانگین	۱۳۶۵	۲۳۳/۴	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۱	۲۵۹/۴	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۶۶	۱۰۰/۸	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۲	۴۴/۹	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۷	۸۲	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۳	۱۹۳/۳	۹	خیلی مرطوب	۱۳۶۸	۱۰۹/۵	۵	میانگین
۱۳۵۴	۱۰۹/۲	۴	میانگین	۱۳۶۹	۸۲/۹	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۵	۱۶۲/۴	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۰	۱۰۷/۹	۴	میانگین
۱۳۵۶	۱۸۲/۴	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۱	۲۲۹/۷	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۷	۱۰۴/۲	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۲	۱۵۶/۱	۷	میانگین
۱۳۵۸	۱۱۷/۴	۵	میانگین	۱۳۷۳	۱۰۴	۴	میانگین
۱۳۵۹	۲۱۱/۹	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۴	۹۰/۶	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۶۰	۷۵	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۷۵	۲۱۹/۹	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۶۱	۱۵۶/۸	۷	میانگین	۱۳۷۶	۸۸/۱	۲	خشکسالی شدید
۱۳۶۲	۱۶۲/۱	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۷	۱۵۲/۳	۷	میانگین

در جدول‌های ۲ تا ۸ و شکل‌های ۱ تا ۷ ارائه شده‌اند. در ایستگاه اصفهان، با توجه به شکل ۱، طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۲، خشکسالی نسبتاً خفیف و از سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۷ یک پرپود ترسالی پنج ساله دیده می‌شود. از سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۲ مجدداً یک دوره‌ی خشکسالی وجود دارد. در این ایستگاه، طی دوره‌ی آماری ۳۰ ساله‌ی مورد بررسی (۱۳۷۷-۱۳۴۸)، با توجه به جدول ۲، سال‌های ۱۳۵۲، ۶۴ و ۶۶، سال‌های با خشکسالی بسیار شدید هستند و سال‌های ۱۳۵۸، ۵۹ و ۷۲، سال‌های بیش از حد مرطوب بوده‌اند. در ایستگاه نائین، طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۳، خشکسالی بر منطقه حاکم بوده است و از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۶۲ یک دوره‌ی ترسالی را شاهد هستیم. از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۲ یک دوره‌ی ۱۰ ساله‌ی خشکسالی

در ایستگاه کاشان، همان‌طور که از شکل ۳ استنباط می‌شود، از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۴ میزان بارش نزدیک به میانگین است و دوره‌های کوتاه دو تا سه ساله‌ی خشکسالی و ترسالی به صورت متناوب تکرار می‌شوند. از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۱، بر منطقه خشکسالی حکم فرماست و از آن به بعد، دوباره روند قبلی تکرار می‌شود. در این ایستگاه، سال‌های ۱۳۵۲، ۶۰ و ۶۴، سال‌هایی با خشکسالی بسیار شدید و سال‌های ۱۳۵۱، ۶۵ و ۷۱، سال‌های بیش از حد مرطوب بوده‌اند (جدول ۴). در ایستگاه خور و بیابانک، طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۳ خشکسالی نسبتاً شدیدی حکم فرماست. از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۶۰، یک دوره‌ی



دیده می‌شود. و از سال ۱۳۷۳ تا پایان دوره‌ی آماری، میزان بارش حول میانگین در نوسان است (شکل ۵). در این ایستگاه، با توجه به داده‌های جدول ۶، سال‌های ۱۳۴۹، ۵۳ و ۶۴، سال‌هایی با خشکسالی بسیار شدید و سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۵۶ و ۶۵، بیش از حد مرطوب بوده‌اند. در ایستگاه چادگان، با استناد به میانگین متحرک ۷ ساله، از سال ۱۳۴۸



جدول ۵. کلاسه‌بندی داده‌های بارش ایستگاه نائین

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه	وضعیت
۱۳۴۸	۱۰۸/۵	۷	میانگین	۱۳۶۳	۹۹	۵	میانگین
۱۳۴۹	۴۸/۵	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۴	۶۵/۵	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۰	۳۶	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۵	۱۳۸/۵	۹	خیلی مرطوب
۱۳۵۱	۸۸/۸	۵	میانگین	۱۳۶۶	۵۱	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۲	۴۰/۷	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۷	۷۲/۵	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۳	۱۰۱/۵	۶	میانگین	۱۳۶۸	۶۰/۳	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۴	۸۴/۹	۴	میانگین	۱۳۶۹	۶۷	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۵	۲۳۱/۵	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۰	۱۱۰/۵	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۶	۱۲۹/۷	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۱	۸۲/۹	۴	میانگین
۱۳۵۷	۱۰۱/۷	۶	میانگین	۱۳۷۲	۱۱۱/۲	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۸	۱۵۰/۸	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۳	۸۷/۲	۵	میانگین
۱۳۵۹	۱۰۷/۸	۷	میانگین	۱۳۷۴	۱۲۶/۵	۹	خیلی مرطوب
۱۳۶۰	۴۷/۷	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۵	۱۵۵/۴	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۶۱	۱۱۰/۶	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۶	۷۹/۶	۴	میانگین
۱۳۶۲	۱۰۱/۸	۶	میانگین	۱۳۷۷	۱۰۷/۸	۷	میانگین

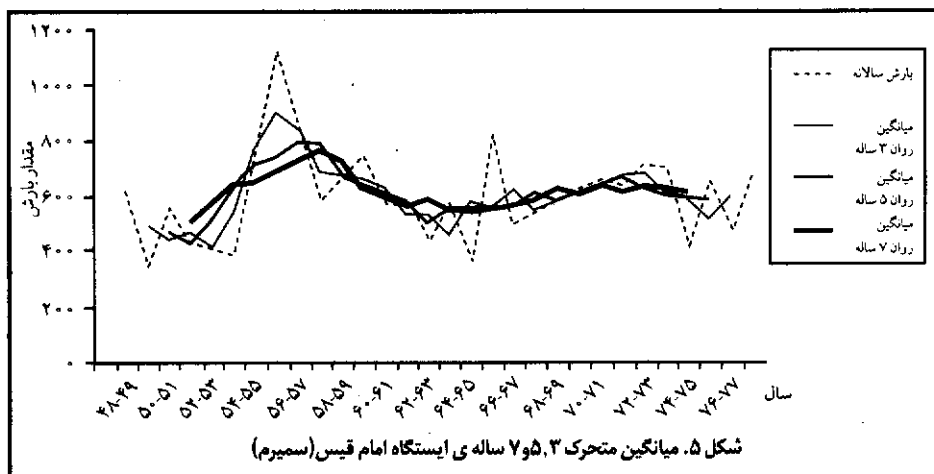
تا ۱۳۵۹ یک دوره‌ی ترسالی نسبتاً خفیف و حول و حوش میانگین دیده می‌شود. از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۴ یک دوره‌ی نسبتاً طولانی و خفیف خشکسالی بر منطقه حاکم است و از سال ۱۳۷۴، دوباره روند ترسالی تکرار می‌شود (شکل ۶). در ایستگاه چادگان سال‌های ۱۳۶۷، ۶۹ و ۷۰، سال‌هایی با خشکسالی بسیار شدید هستند و سال‌های ۱۳۵۱، ۵۶ و ۷۲، سال‌های بیش از حد مرطوب بوده‌اند (جدول ۷).

در ایستگاه میمه، چنان‌که در شکل ۷ شاهد هستیم، از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۴ یک دوره‌ی خشکسالی و از ۱۳۵۴ تا ۱۳۵۹ یک دوره‌ی پنج

مشاهده می‌شود و از سال ۱۳۷۲ به بعد، روند ترسالی ادامه می‌یابد (شکل ۴). در این ایستگاه، در سال‌های ۱۳۴۹، ۵۰ و ۵۲ خشکسالی بسیار شدید بر منطقه حاکم بوده است و سال‌های ۱۳۵۵، ۵۸ و ۷۵ در این منطقه، بیش از حد مرطوب بوده‌اند (جدول ۵).

در ایستگاه امام قیس سمیرم، طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۳ خشکسالی حاکم بوده است و از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۶۱ یک دوره‌ی ترسالی دیده می‌شود. از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۹ مجدداً دوره‌ی خشکسالی ۸ ساله وجود دارد. از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۳، یک دوره‌ی کوتاه و ضعیف ترسالی

می شود که دوره های خشکسالی و ترسالی به طور منظم و تقریباً هم زمان در کل استان روی می دهند. برای نمونه، خشکسالی بسیار شدید سال ۱۳۵۲ در همه ی ایستگاه های مورد مطالعه مشاهده می شود. لازم به یادآوری است که در این سال، کل کشور ایران دچار



جدول ۶. کلاسه بندی داده های بارش ایستگاه امام قیس (سمیرم):

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۵۹۵/۳	۶		۱۳۶۳	۵۶۴/۷	۴	
۱۳۴۹	۳۵۵/۲	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۴	۳۶۷/۴	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۰	۵۵۱/۸	۴	میانگین	۱۳۶۵	۸۱۳/۹	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۱	۴۲۸/۴	۲	خشکسالی شدید	۱۳۶۶	۴۹۳/۶	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۲	۴۳۶	۲	خشکسالی شدید	۱۳۶۷	۵۳۳	۴	میانگین
۱۳۵۳	۳۹۴	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۸	۵۶۵	۵	میانگین
۱۳۵۴	۷۸۹/۲	۹	خیلی مرطوب	۱۳۶۹	۶۵۲	۶	میانگین
۱۳۵۵	۱۱۲۰	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۰	۶۶۲	۷	میانگین
۱۳۵۶	۸۰۹/۶	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۱	۶۳۵	۷	میانگین
۱۳۵۷	۵۸۶/۶	۶	میانگین	۱۳۷۲	۷۱۲	۹	خیلی مرطوب
۱۳۵۸	۶۶۷/۳	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۳	۷۰۳	۸	میانگین
۱۳۵۹	۷۳۹/۴	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۴	۴۱۹	۲	خشکسالی شدید
۱۳۶۰	۵۷۵/۷	۵	میانگین	۱۳۷۵	۶۴۸	۷	میانگین
۱۳۶۱	۵۸۱/۴	۵	میانگین	۱۳۷۶	۴۷۰/۵	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۶۲	۴۳۹/۸	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۷	۶۷۴	۸	میانگین

پدیده خشکسالی بوده است. این نتیجه را غیور و همکاران (۱۳۸۰) در تهیه ی نقشه ی گستره ی خشکسالی های سال ۱۹۷۳ نیز تأیید می کنند. نتایج حاصله بیانگر آن هستند که وسعت خشکسالی ها در استان اصفهان فراگیر و وسیع است. دوره های خشکسالی معمولاً بین ۵ تا ۱۲ سال متغیرند و به صورت تقریباً منظم با دوره های ۵ تا ۱۰ ساله ی ترسالی به طور متناوب تکرار می شوند. شدت این خشکسالی ها متغیر است و بسته به منطقه، از ضعیف تا بسیار شدید را شامل می شود.

نکته ی قابل توجه این که در تمام ایستگاه های مورد مطالعه، بدون استثنا، ۳ سال خشکسالی بیش از حد و ۳ سال دوره ی بیش از حد مرطوب وجود دارند. دوره های خشکسالی و ترسالی معمولاً به طور

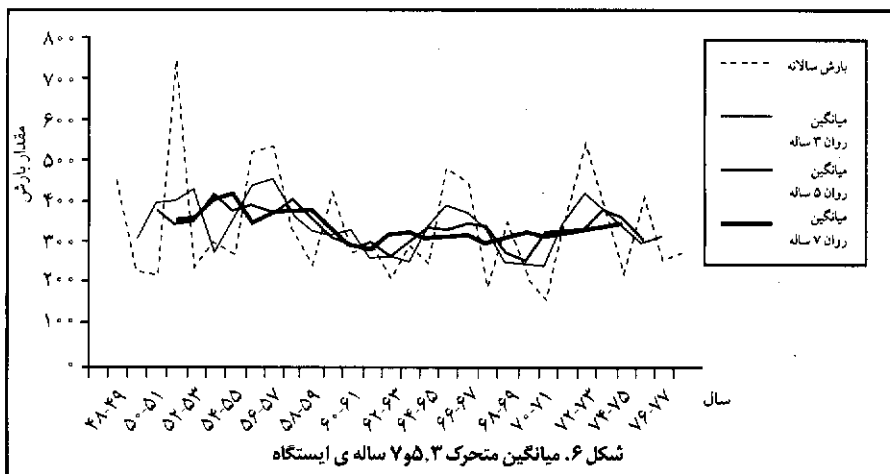
ساله ی ترسالی داریم و از ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۳ مجدداً دوره ی خشکسالی تکرار می شود. این ایستگاه، از ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۷ دوره ی ترسالی و از ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۱ مجدداً دوره ی خشکسالی را تجربه کرده است. از سال ۱۳۷۱ به بعد، دوباره تناوب ترسالی بر منطقه حکم فرما شده است. در ایستگاه میمه، در سال های ۱۳۵۲، ۶۰ و ۶۷، خشکسالی بسیار شدید بر منطقه حاکم بوده است و سال های ۱۳۵۵، ۱۳۵۹ و ۶۵، سال های بیش از حد مرطوب بوده اند (جدول ۸).

بحث

با توجه به بررسی های انجام شده در ایستگاه های نامبرده، مشاهده



نمودارهای روان ایستگاه‌های اصفهان، کاشان و چادگان نیز تقریباً همگون و یکنواخت هستند. در این ایستگاه‌ها تداوم و شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها کم و فراوانی وقوع این پدیده‌ها بیش‌تر از سه ایستگاه قبلی است. در ایستگاه میمه، حالتی بینابین دو حالت قبلی مشاهده می‌شود. پس از این لحاظ می‌توان سطح استان را به دو بخش اصلی و یک منطقه‌ی



شکل ۶. میانگین متحرک ۷ و ۵ ساله ایستگاه

جدول ۷. کلاسه بندی داده‌های بارش ایستگاه چادگان

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۴۵۰/۸	۹	خیلی مرطوب	۱۳۶۳	۲۸۵	۵	میانگین
۱۳۴۹	۲۳۱/۵	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۶۴	۲۴۳/۶	۴	میانگین
۱۳۵۰	۲۱۵/۵	۲	خشکسالی شدید	۱۳۶۵	۴۷۷/۵	۹	خیلی مرطوب
۱۳۵۱	۷۴۱	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۶۶	۴۴۳/۵	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۲	۲۳۶	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۶۷	۱۸۵	۱	خشکسالی شدید
۱۳۵۳	۳۰۱	۶	میانگین	۱۳۶۸	۳۴۴	۷	میانگین
۱۳۵۴	۲۶۷	۵	میانگین	۱۳۶۹	۲۰۵	۱	خشکسالی شدید
۱۳۵۵	۵۱۷/۴	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۰	۱۵۵/۱	۱	خشکسالی شدید
۱۳۵۶	۵۳۲/۶	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۱	۳۴۸	۷	میانگین
۱۳۵۷	۳۱۰/۳	۶	میانگین	۱۳۷۲	۵۳۳	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۸	۲۴۱	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۳	۳۷۱/۱	۷	میانگین
۱۳۵۹	۴۱۶/۷	۸	ترسالی معمولی	۱۳۷۴	۲۱۶/۵	۲	خشکسالی شدید
۱۳۶۰	۲۷۲	۵	میانگین	۱۳۷۵	۴۰۰/۵	۸	ترسالی معمولی
۱۳۶۱	۲۹۱/۶	۶	میانگین	۱۳۷۶	۲۴۸/۵	۴	میانگین
۱۳۶۲	۲۰۵/۱	۲	خشکسالی شدید	۱۳۷۷	۲۶۶/۵	۴	میانگین

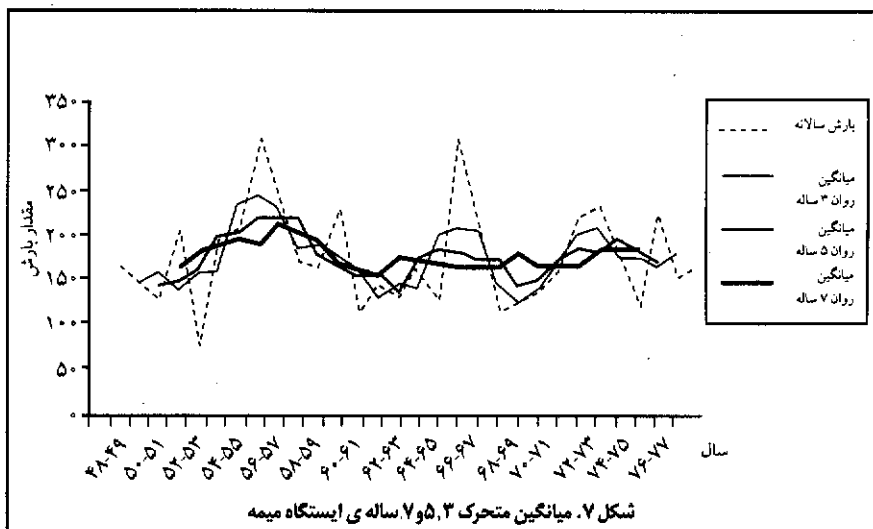
گذار یا حد واسط تقسیم کرد.

متناوب در تمام ایستگاه‌ها تکرار شده‌اند. به نظر می‌رسد که این روند در سال‌های آتی نیز به همین ترتیب ادامه پیدا کند.

با نگاهی کلی به نمودارهای میانگین روان ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که ایستگاه‌های خور و بیابانک، نائین و امام قیس سمیرم از لحاظ طول دوره و شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها تقریباً وضعیت یکنواخت و همگونی دارند و از روند یکسانی تبعیت می‌کنند. در این مناطق، هم تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی طولانی‌تر از ایستگاه‌های دیگر و هم شدت وقوع آن‌ها بیش‌تر است.

زیرنویس‌ها
1. drought 2. Gibbs and Maher 3. Aridity 4. Teleconnection

منابع
۱. براون، لسترو و همکاران. وضعیت جهان، ۱۹۹۸. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ترجمه‌ی عبدالحمین وهاب‌زاده. ۱۳۷۷.
۲. برهانی، مسعود. خشکسالی، علل و اثرات آن بر پوشش گیاهی. سمینار



شکل ۷. میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله ی ایستگاه میمه

۷. مرادی، حمیدرضا و عرفانزاده، رضا. بررسی روند خشکسالی ها و ترسالی ها در حوضه ی رود هراز، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. جلد اول. ۱۳۸۰.

۸. مرادی، حمیدرضا. جزوه ی درسی احیای مناطق خشک و بیابانی. دانشکده ی منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۸۰.

۹. نیکپور، علی. بررسی خشکسالی در چند حوزه ی آبخیز استان مازندران. سمینار کارشناسی ارشد. دانشکده ی منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۸۰.

جدول ۸. کلاسه بندی داده های بارش ایستگاه میمه

سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت	سال	مقدار بارش (میلی متر)	طبقه (کلاس)	وضعیت
۱۳۴۸	۱۶۶	۶	میانگین	۱۳۶۳	۱۶۲/۵	۵	میانگین
۱۳۴۹	۱۴۵	۴	میانگین	۱۳۶۴	۱۲۶	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۰	۱۲۸	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۶۵	۳۰۷/۵	۱۰	بیش از حد مرطوب
۱۳۵۱	۲۰۳/۵	۸	ترسالی معمولی	۱۳۶۶	۱۸۸	۷	میانگین
۱۳۵۲	۷۵	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۶۷	۱۰۹/۸	۱	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۵۳	۱۹۳	۷	میانگین	۱۳۶۸	۱۱۹/۲	۲	خشکسالی شدید
۱۳۵۴	۲۰۷	۸	ترسالی معمولی	۱۳۶۹	۱۳۲	۳	خشکسالی معمولی
۱۳۵۵	۳۰۳	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۰	۱۵۷	۵	میانگین
۱۳۵۶	۲۱۸/۵	۹	خیلی مرطوب	۱۳۷۱	۲۱۸	۸	ترسالی معمولی
۱۳۵۷	۱۶۹	۶	میانگین	۱۳۷۲	۲۲۷	۹	خیلی مرطوب
۱۳۵۸	۱۶۲/۸	۵	میانگین	۱۳۷۳	۱۷۷	۷	میانگین
۱۳۵۹	۲۲۷/۵	۱۰	بیش از حد مرطوب	۱۳۷۴	۱۱۷	۲	خشکسالی شدید
۱۳۶۰	۱۱۰/۹	۱	خشکسالی بسیار شدید	۱۳۷۵	۲۲۳	۹	خیلی مرطوب
۱۳۶۱	۱۴۳	۴	میانگین	۱۳۷۶	۱۴۶	۴	میانگین
۱۳۶۲	۱۲۷	۳	خشکسالی معمولی	۱۳۷۷	۱۶۳/۵	۶	میانگین

۱۰. وفاخواه، مهدی. شناخت عوامل مؤثر در خشکسالی. کنفرانس خشکسالی کرمان. ۱۳۷۹.

11. Barry, R.G. and Chorley, R.J. Atmosphere Weather and Climate. Sixth edition. Routledge. 1996.

12. Gray, W.M. Strong Association Between West african Rainfall and U.S. Landfall of Intense, Hurrincanse. Science 249. 1990. P.251-256.

13. Smith, Keith. Environmental Hazards. Routledge. 1992.

14. Gibbs, W.J. and Maher, J.V. Rainfall Deciles as Drought Indicators. Bureau of Meteorology Bulletin. No:48. Melbourne, Australia. 1967.

کارشناسی ارشد. دانشکده ی منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۷۹.

۳. عباسی، لادن. بررسی و ارزیابی شاخص های شدت خشکسالی استان خوزستان در سال آبی ۸۰-۱۳۷۹، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. جلد اول. ۱۳۸۰.

۴. فرج زاده، منوچهر. «خشکسالی و روش های مطالعه ی آن». فصل نامه ی جنگل و مرتع. شماره ی ۳۲. ۱۳۷۵.

۵. فرج زاده، منوچهر. «خشکسالی در ایران» (با استفاده از برخی شاخص های آماری). مجله ی علمی پژوهشی دانش کشاورزی، سال ۱۳۷۶، شماره های ۱ و ۲.

۶. غیور، حسنعلی و مسعودیان، سیدابوالفضل. «بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالی ها در ایران». فصل نامه ی تحقیقات جغرافیایی. شماره ی ۳۹۱. ۱۳۷۹.

