تحلیل دوره های بازگشت خشکسالی، در شرق و جنوب شرق کشور

محمدرضا دانشور [۱]، عبدالرسول تلوری [۲]، محمود توکلی [۳]، محمدرضا دانائیان [۴]

(تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۸۵/۶/۱۱)

چکیده

خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که رخداد آن اثرات زیانباری را بر محیطهای اکولوژیک وارد می نماید. به منظور تحلیل خشکسالی های منطقه جنوب و جنوب شرق کشور، آمار بارندگی متوسط سالانه و ماهانه ایستگاه های محدوده طرح در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۹-۱۹۷۰) مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا براساس قوانین آماری و انتخاب بهترین توزیع، میزان بارندگی متوسط سالانه در دوره های بازگشت مختلف در یک پریود خشکسالی برآورد شد. سپس براساس نسبت بارندگی برآورد شده با هر دوره بازگشت به بارندگی متوسط سالانه هر ایستگاه ($\frac{P}{P_{Mean}}$) نقشه هم نسبت منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. با بررسی این نقشه ها می توان نتیجه گرفت، هنگامیکه خشکسالی فرضی با دوره بازگشت T ساله در کل سطح منطقه رخ دهد آنگاه کدام نواحی در سطح منطقه دچار ضعف بحرانی تری خواهند شد. بدیهی است مناطقی در این شرایط وضعیت بحرانی تر خواهند داشت که کمبودهای اتفاق افتاده در آنها دارای انحراف بیشتری نسبت به متوسط بلندمدت آنها باشد. با استفاده از معیار سری آماری بی بعد انتخاب شده منطقه ای می توان در هر کدام از سال های آماری موجود، مناطق تحت پوشش خشکسالی با شدت متناظر با دوره بازگشت T ساله را مورد ارزیابی قرار داد.

کلمات کلیدی: خشکسالی، دوره بازگشت، بارندگی متوسط سالانه، شدت متناظر خشکسالی.

۱ و ۴- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
۲- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزی
۳- مرکز تحقیقات هواشناسی استان یزد

مقدمه

خشکسالی از جمله بلایای طبیعی است که رخداد آن اثرات زیانباری را برمحیط های اکولوژیک وارد می سازد. نظر به اینکه متغیرهای مختلفی چه به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم در رخداد آن دخالت دارند، در مقایسه با سایر بلایای طبیعی از چندین نظر متفاوت است. اولا تعیین شروع و خاتمه آن مشکل است، زیرا یک پدیده خزنده بوده و اثرات آن ممکن است به تدریج برای یک دوره طولانی روی هم انباشته شده و برای سال های پس از آن نیز ادامه داشته باشد. ثانیا اثرات زیانبار خشکسالی در پهنه هایی که وسعت بیشتری دارند، نسبت به خسارات ناشی از سایر بلایای طبیعی، به صورت پراکنده بوده و کمتر به نظر می رسد. بررسی علمی این بلای طبیعی یکی از نیازهای اساسی برنامه ریزان کشور است تا به منظور بهره برداری بهینه از منابع آب و خاك به خصوص در اقالیم خشک مورد استفاده قرار گیرد. در تعریف خشکسالی اختلاف نظر هایی وجود دارد که بعضا خشکی[1] را با خشکسالی[2] در کنار هم قرار می دهند درحالی که خشکی نوعی مشخصه دایمی آب و هوایی در یک منطقه بوده که نشان دهنده عدم کفایت بارش در حد لازم برای رشد و توسعه حیات در آن منطقه می باشد ولی خشکسالی عبارت است از کاهش غیرمعمول بارش در مدت معین در منطقه ای که لزوما خشک نیست و میزان کاهش بارندگی تاثیری در روند عادی رشد و توسعه حیات در منطقه دارد.

ویژگی های خشکسالی در ایران به گونه ای است که هیچ نقطه ای از کشور از این پدیده در امان نبوده و پیوسته در اغلب سالها منطقه ای از کشور با پدیده خشکسالی مواجه می باشد. در این میان، قسمتهای مرکزی، جنوبی و جنوب شرقی کشور، به علت نوسانات زیاد مقادیر بارندگی در سالهای مختلف، از آسیب پذیری بیشتری برخوردار هستند. بنابراین بررسی و شناخت دوره های مرطوب و خشک و پیش بینی آنها، خود باعث کاهش اثرات خشکسالی و خسارت وارده به محیط زیست و مردم منطقه خواهد شد.

تحقیق حاضر با هدف تحلیل آمار خشکسالی اقلیمی منطقه شرق و جنوب شرقی کشور با تاکید بر عنصر بارش انجام شده است. نظر به اینکه تاکنون تعریف جامعی از خشکسالی توسط محققین پیشنهاد نشده و هر یک از آنها مطابق با برداشت و سلیقه خود تعریفی را برای خشکسالی داشته اند، درك و مطالعه این پدیده همواره با مشکلاتی روبرو بوده است.

احمدی در بررسی خشکسالی های کشور بین سالهای ۱۳۸۰-۱۳۳۵ نتیجه می گیرد که سال های ۱۳۳۵، ۱۳۳۹، ۱۳۴۹، ۱۳۵۲، ۱۳۶۱، ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ سالهایی بودند که خشکسالی بیش از

1. Aridity
2. Drought

۶۰ درصد از مساحت کل کشور را در برگرفته است که بیشترین آن مربوط به سال ۱۳۴۹ و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۳۹ بوده است[۱].

بذرافشان برخی شاخص های خشکسالی هواشناسی از قبیل معیار بارندگی سالانه، درصد نرمال، دهک ها، ناهنجاری بارش، شاخص بالم و مولی[1]، بارش موثر و شاخص بارش استاندارد را براساس دو معیار بنیادی و آماری مورد بررسی قرار داده و نتیجه گیری نمود که از نظر بنیادی انتخاب هریک از شاخص ها قویاً به هدف مطالعه و میزان دسترسی به اطلاعات مورد نیاز بستگی دارد و از نظر آماری، شاخص های معیار بارندگی سالانه و شاخص دهک ها کاملاً مشابه بوده و در ارزیابی، نتایج تقریباً مشابهی به دست می آید. درصورتی که شاخص های بالم و مولی، بارش استاندارد، بارش موثر و درصد نرمال از نقطه نظر معیار های آماری مشابه بوده و ارزیابی تقریبا یکسانی از نظر توالی، شدت و احتمال وقوع خشکسالی را نشان می دهد. بنابراین شاخص معیار بارندگی سالانه سنجه بهتری نسبت به سایر شاخص ها ارایه می دهد[۲].

توکلی و همکاران سه شاخص پایه خشکسالی، شاخص شدت خشکسالی سال زراعی قبل و شاخص درصد بارش فصل رویش را با استفاده از میانگین بارندگی یک سال زراعی مراکز استانها مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که این سه شاخص، ۳۰ درصد شاخص کل خشکسالی هر استان را تشکیل می دهد و برای ارزیابی خشکسالی هر استان می توان امتیاز خاص هر سه شاخص را در نظر گرفت[۳].

دین پژوه و همکاران مشخصه های خشکسالی، شامل دوره تداوم، مجموع مقدار کمبود، شدت و وسعت خشکسالی را به صورت منطقه ای در سطح کشور مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند به جز مشخصه دوره تداوم سایر مشخصه های دیگر خشکسالی با میانگین بلندمدت بارش رابطه ای مستقیم دارند[۴].

رضیئی و همکاران در بررسی خشکسالی آن را یکی از ویژگی های اقلیمی مناطق مختلف کشور می دانند. دراین میان مناطق مرکز وجنوب شرق کشور از فراوانی وقوع بیشتری برخوردار هستند[۵].

شاه محمدی و همکاران در بررسی خشکسالی ها و ترسالی ها براساس آمار بلند مدت بارندگی های سالانه ایران، احتمال وقوع خشکسالی ها و ترسالی ها را برای ۵ ایستگاه سینوپتیک بوشهر، اصفهان، مشهد، تهران و جاسک که هرکدام معرف اقلیم و منطقه خاصی از کشور می باشند برآورد نموده و نتیجه گرفتند که احتمال خشکسالی در بوشهر، مشهد و جاسک بیش از ترسالی و در اصفهان و تهران، احتمال ترسالی و خشکسالی تقریباً با هم برابر هستند[۶].

1. Blam & Mooly

فرج زاده و همکاران از شاخص درصد نرمال به منظور بررسی ویژگی های عمومی دوره های خشک کشور برای دوره زمانی ۱۹۸۵-۱۹۵۶ با استفاده از داده های ۳۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی دوره های خشک منطقه جنوب کشور را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که این دوره ها با حداکثر فراوانی، از گستردگی بیشتری برخوردار هستند و با دور شدن از بخش های جنوبی و مرکزی کشور، از شدت دوره های خشک نیز کاسته می شود[۷].

کارآموز و همکاران در بررسی مدیریت منطقه ای خشکسالی در حوضه آبریز زاینده رود مدل هایی به منظور نمایش و پیش بینی تداوم خشکسالی و احتمال وقوع دوره های خشک ارایه نمودند[۸].

کریمی و همکاران در بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان فارس با رسم نقشه های هم مدت و شدت برای کل استان نتیجه گرفتند مناطق شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی استان که در مجاورت استان های خشک اصفهان، یزد، کرمان، هرمزگان و بوشهر قرار دارند، مناطق مستعد خشکسالی شناخته می شوند[۹].

مرادی و همکاران در پهنه بندی خشکسالی هواشناسی با استفاده از مدل توزیع منطقه ای در ۵۰ ایستگاه منتخب ایران، در یک دوره سی ساله به این نتیجه رسیدند که در ۲۲ درصد از سال ها کل کشور تحت تاثیر خشکسالی قرار گرفته است. شدیدترین خشکسالی ها در سالهای هیدرولوژیکی ۶۳-۱۹۶۲ و ۷۴-۱۹۷۳ با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و در ۵۰ درصد از مساحت ایران با دوره بازگشت ۵۰ ساله بوده است[۱۰].

ادواردز و مک کی[1] دوره های خشک نبراسکا را با استفاده از شاخص توزیع استاندارد مورد تحلیل و پایش قرار دادند[۱۱].

ریونگ بیون[2] شدت و مدت خشکسالی را مورد ارزیابی قرار داده و اشکالات شاخص های خشکسالی رایج را برای شروع و پایان تنش تجمعی خشکسالی بیان داشته و درنهایت شاخص های جدید خشکسالی با فواصل زمانی روزانه به جای ماهانه را پیشنهاد دادند[۱۲].

مک کی و همکاران شاخص استاندارد شده بارندگی را به عنوان پایش دوره های خشک با مقیاس زمانی مختلف (۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) مورد محاسبه قرار دادند[۱۳].

پالمر[3] یکی از جامع ترین تعاریف خشکسالی را ارایه نموده است. وی خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی که از جمله مشخصه های آن تداوم[1]، شدت[2] و بزرگی[3] است، تعریف

1. Edvards and Mckee
2. Hi- Ryong Byon
3. Palmer

می کند. تداوم و شدت خشکسالی دو ویژگی اولیه و بزرگی خشکسالی، ویژگی ثانویه آن است. شاخص پالمر به طور ذاتی یک مقیاس زمانی دوازده ماهه را که در آن متغیرهای گوناگونی مانند بارندگی، تبخیر و تعرق، وضعیت خاك و رواناب سطحی نیز دخالت دارند مورد بررسی قرار داده است[۱۴].

گلنتز و ویلهایت[۴] خشکسالی ها را به چهار دسته (هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیکی واقتصادی- اجتماعی) طبقه بندی نمودند[۱۵]. براین اساس خشکسالی هواشناسی زمانی رخ می دهد که بارندگی سالانه و یا هر بازه زمانی معین (ماهانه، فصلی) کمتر از میانگین بلندمدت آن باشد و ادامه خشکسالی هواشناسی به مدت طولانی سبب بروز خشکسالی هیدرولوژیکی می شود که در این نوع خشکسالی سطح آب رودخانه ها، مخازن آب، دریاچه ها و آبهای زیرزمینی به پایین تر از میانگین بلندمدت افت می کند. خشکسالی کشاورزی نیز زمانی آغاز می شود که مقدار رطوبت موجود در محیط ریشه گیاه به حدی کاهش یابد که موجب پژمردگی و در نهایت کاهش محصولات کشاورزی گردد. خشکسالی اقتصادی- اجتماعی بر مبنای عرضه و تقاضای آب استوار است. هرگاه میزان تقاضای آب برای تولید برخی کالاهای اقتصادی بیشتر از عرضه آب شود، خشکسالی اقتصادی-اجتماعی روی می دهد. افزایش جمعیت همراه با افزایش مصرف سرانه آب در کنار کاهش بارندگی، وقوع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی، همه از عوامل بروز خشکسالی اقتصادی- اجتماعی می باشد.

در تحقیق حاضر با استفاده از نسبت بارندگی میانگین سالانه با دوره های بازگشت مختلف به میانگین بارندگی سالانه، تحلیل منطقه ای خشکسالی انجام شده است که این امر در جهت برنامه ریزی برای شناخت مناطق حساس به خشکسالی می تواند، مورد استفاده قرار گیرد.

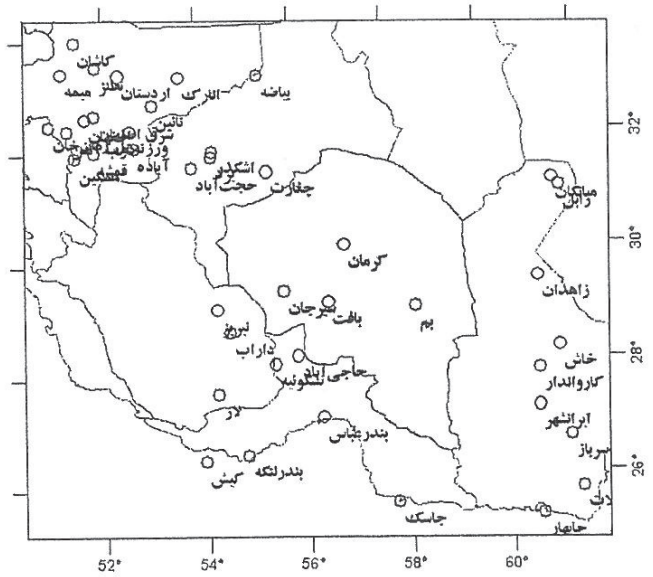
مواد و روش ها

انتخاب ایستگاههای هواشناسی در محدوده طرح

هدف از این تحقیق، بررسی و شناخت دوره های خشک با تاکید بر عنصر بارش و همچنین تجزیه و تحلیل آنها است. محدوده مورد مطالعه شامل استان های یزد، اصفهان، کرمان، هرمزگان، فارس و سیستان و بلوچستان می باشد. در شکل ۱، تعداد ۳۲ ایستگاه سینوپتیک و ۴۰ ایستگاه کلیماتولوژی

1. Duration
2. Magnitude
3. Glantz and Wilhite

شکل۱- محدوده مطالعاتی



شکل۲- موقعیت ایستگاه های هواشناسی در محدوده مطالعاتی

وابسته به سازمان هواشناسی کشور مشخص شده است. با توجه به طول دوره آماری و سال های ناقص هر ایستگاه در نهایت تعداد ۴۱ ایستگاه انتخاب شده است. شکل ۲ موقعیت ایستگاه های هواشناسی در محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.

انتخاب دوره آماری مشترک و بررسی کیفی آمار ایستگاهها

پس از جمع آوری داده های آمار بارندگی متوسط سالانه و ماهانه ایستگاه ها از سال تاسیس، با استفاده از نرم افزار SPSS و روش Run-test کنترل کیفی داده ها انجام شد. چنانچه مجموع دنباله ها خیلی کم باشد، نشان دهنده تغییر در شرایط اندازه گیری بوده و چنانچه خیلی زیاد باشد نشان دهنده نوسان شدید است. بر این اساس کلیه داده های بارندگی ایستگاه ها همگن تشخیص داده شد، سپس با توجه به تعداد ایستگاه ها و طول دوره آماری آنها، دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۹-۱۹۷۰) انتخاب گردید.

تکمیل آمار ایستگاهها ی ناقص

با استفاده از آمار ایستگاه های کامل و روش رگرسیون و یا نسبت نرمال آمار ایستگاه های ناقص، کامل گردید. جدول ۱ میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی بارندگی متوسط سالانه ایستگاه ها را نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات بارندگی ایستگاه های مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	میانگین بارندگی سالانه	انحراف معیار	ضریب چولگی
۱	انارک	۹۹/۲	۳۷/۹	۰/۴
۲	اشکذر	۶۴/۵	۲۵/۷	۰/۸
۳	بافت	۲۷۳/۲	۹۴/۷	۰/۲
۴	باهوکلات	۱۰۰/۹	۶۵/۲	۰/۹
۵	بیاضه	۸۹/۲	۳۸/۳	۰/۴
۶	چغارت	۵۷/۳	۲۱/۱	-۰/۱
۷	حاجی آباد	۲۱۴/۸	۱۱۴/۶	۰/۸
۸	کاروانسا	۱۷۰/۱	۹۸/۲	۱/۹
۹	خاش	۱۷۲/۲	۶۲/۴	۱/۳
۱۰	میانکن	۱۸۶/۶	۱۱۴/۲	۰/۶
۱۱	سرباز	۱۵۷/۵	۸۷/۴	۰/۵
۱۲	سیرجان	۱۲۹/۸	۶۷/۷	۰/۲

ادامه جدول ۱

۱۳	تاشکوئیه	۲۰۲/۶	۱۰۶/۶	۱
۱۴	اردستان	۱۱۳/۳	۴۴/۲	۰/۴
۱۵	بندر لنگه	۱۶۲/۷	۹۸/۸	۰/۷
۱۶	داراب	۳۱۳/۳	۱۲۲/۳	۰/۲
۱۷	قمشه	۱۴۸/۱	۵۶/۸	۰/۴
۱۸	حجت آباد	۱۵۹/۴	۵۶/۸	۱/۶
۱۹	لار فارس	۲۲۲/۶	۱۱۲	۰/۵
۲۰	میمه	۱۷۰/۷	۵۵/۳	۱
۲۱	نائین	۱۰۰/۴	۴۵/۴	۰/۷
۲۲	نیریز	۲۰۹/۸	۹۱/۶	۱
۲۳	ذوب آهن	۱۵۴/۲	۴۶/۱	۰/۹
۲۴	پل زمانخان	۳۲۴/۲	۳۰۱/۷	۰/۴
۲۵	همگین	۲۷۷/۵	۹۷/۷	۰/۱
۲۶	ورزنه	۷۸/۵	۲۹/۵	۰/۶
۲۷	کیش	۲۰۱/۷	۱۱۰/۶	۰/۶
۲۸	نطنز	۱۵۶/۳	۵۶	۰
۲۹	آباده	۱۳۲/۶	۶۲/۶	۰/۷
۳۰	بم	۶۴/۴	۲۶/۳	۰/۷
۳۱	بندر عباس	۲۰۹	۱۲۳/۹	۰/۷
۳۲	چابهار	۱۲۷	۱۰۷/۶	۲/۳
۳۳	اصفهان	۱۲۶/۱	۳۹/۵	-۰/۳
۳۴	ایرانشهر	۱۲۳/۴	۵۷	۰/۵
۳۵	جاسک	۱۵۱	۱۱۴/۶	۱/۷
۳۶	کاشان	۱۳۸/۲	۵۵/۵	۰/۵
۳۷	کرمان	۱۶۲/۵	۴۸	۰/۳
۳۸	شرق اصفهان	۱۱۴/۶	۳۹/۶	۰/۳
۳۹	یزد	۶۴/۳	۲۸/۷	۰/۱
۴۰	زابل	۶۵/۵	۲۹/۴	-۰/۲
۴۱	زاهدان	۸۲/۸	۴۰/۱	۰/۹

برآورد بارندگی متوسط سالانه (در یک پریود خشکسالی) با دوره های بازگشت مختلف

به منظور تحلیل داده های بارندگی سالانه با احتمال وقوع های مختلف از نرم افزار smada استفاده شد و آزمون نیکویی برازش برای کلیه داده های ایستگاه ها انجام و براساس آن بارندگی متوسط

سالانه با دوره های بازگشت ۲ ، ۵ ، ۱۰ ، ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ ساله برآورد گردید (جدول ۲) . لازم به ذکر است که اختلاف اساسی تحلیل فرکانس مورد استفاده برای برآورد تابع توزیع احتمال خشکسالی با تحلیل های متداول در این است که در روش های متداول از مفهوم دوره بازگشت استفاده می شود . با توجه به اینکه وقایع خشکسالی پدیده های سالانه نیستند نمی توان از مفهوم دوره بازگشت استفاده نمود و برای رفع این مشکل از مفهوم احتمال تجاوز استفاده شده است[۸] .

جدول ۲- بارندگی متوسط سالانه با دوره های بازگشت مختلف (دوره خشک)

ردیف	دورهٔ بازگشت(سال) / ایستگاه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	توزیع مناسب
۱	انارک	۹۶/۶	۶۶/۸	۵۲/۵	۴۱/۴۵	۳۲/۳	۲۲/۳	لوگ پیرسون
۲	اشکذر	۶۰/۷	۴۲/۵	۳۵	۲۸/۳	۲۴/۷	۲۱/۸	لوگ پیرسون
۳	بافت	۲۳۷/۲	۱۵۷/۴	۱۱۵/۸	۷۵/۴	۴۰	۱۶/۳	نرمال
۴	باهوکلات	۹۴/۵	۴۷/۴	۲۹/۲	۱۲/۱	۱/۵	۰	گمبل
۵	بیاضه	۸۲/۹	۵۷/۷	۴۷	۳۷	۳۱/۲	۲۶/۳	گمبل
۶	چغارت	۵۶/۹	۳۹/۶	۳۰	۱۹/۶	۱۲/۸	۶/۸	لوگ پیرسون
۷	حاجی آباد	۱۹۷/۸	۱۱۶/۹	۸۳/۳	۵۳/۵	۳۷/۳	۲۴/۵	لوگ پیرسون
۸	کاروانسرا	۱۴۲/۴	۹۱/۶	۷۷/۳	۶۸/۴	۶۵/۱	۶۳/۳	لوگ پیرسون
۹	خاش	۱۵۲/۷	۹۴/۷	۷۳/۸	۵۷/۶	۴۹/۸	۴۴/۴	لوگ پیرسون
۱۰	میانکن	۸۶۷/۸	۹۲/۸	۶۱	۳۱/۱	۱۳/۸	۰	گمبل
۱۱	سرباز	۱۵۰/۲	۸۳/۶	۵۱/۲	۲۰/۵	½	۰	لوگ پیرسون
۱۲	سیرجان	۱۲۷/۵	۷۲/۲	۴۴/۶	۱۶	۱/۸	۰	لوگ پیرسون
۱۳	تاشکوئیه	۱۸۵/۱	۱۱۱/۸	۸۲/۴	۶۲/۲	۴۳/۵	۳۳/۳	لوگ پیرسون
۱۴	اردستان	۱۱۰/۳	۷۵/۵	۵۸/۸	۴۵/۹	۳۵/۳	۲۳/۶	لوگ پیرسون
۱۵	بندر لنگه	۱۵۱/۲	۷۸	۴۵/۷	۱۵/۶	۱/۶	۰	لوگ پیرسون
۱۶	داراب	۳۱۳/۳	۲۱۰/۳	۱۵۶/۵	۱۰۴/۴	۵۸/۶	۲۸/۸	نرمال
۱۷	قمشه	۱۴۴/۳	۹۹/۵	۷۸/۱	۶۱/۵	۴۷/۹	۳۲/۸	لوگ پیرسون
۱۸	حجت آباد	۱۴۴/۹	۱۱۲/۹	۱۰۲/۹	۹۶	۹۳/۱	۹۱/۴	لوگ پیرسون
۱۹	لار فارس	۲۳۱/۹	۱۲۶/۶	۴۸۶	۴۷	۲۳/۵	۳/۶	لوگ پیرسون
۲۰	میمه	۱۶۲/۵	۱۲۳/۴	۱۰۷/۲	۹۲/۸	۸۵	۷۸/۹	پیرسون
۲۱	نائین	۱۰۴/۹	۶۱/۵	۴۵/۹	۳۱/۰۱	۲۳/۳	۱۵	پیرسون
۲۲	تبریز	۱۹۶/۲	۱۳۱/۵	۱۰۴/۷	۸۰/۹	۶۷/۹	۵۷/۷	نرمال
۲۳	ذوب آهن	۱۴۷/۳	۱۱۴/۸	۱۰۱/۳	۸۹/۳	۸۲/۸	۷۷/۶	لوگ پیرسون
۲۴	پل زمانخان	۲۷۳/۴	۲۳۷/۴	۱۹۷/۵	۱۶۶	۱۳۲	۱۱۰/۲	پیرسون
۲۵	همگین	۲۷۵/۸	۱۹۵/۸	۱۵۱/۳	۱۰۳/۱	۷۱/۶	۴۳/۹	لوگ پیرسون
۲۶	ورزنه	۸۳	۶۰/۲	۴۹/۶	۳۹/۲	۳۳	۲۷/۸	لوگ پیرسون
۲۷	کیش	۱۹۲/۵	۱۰۷	۶۷/۲	۲۸/۳	۵/۱	۰	لوگ پیرسون
۲۸	نطنز	۱۵۴/۴	۱۰۹	۸۵/۸	۶۲/۲	۴۷/۳	۳۴/۳	پیرسون
۲۹	آباده	۱۲۶/۳	۷۸/۹	۵۷/۴	۳۶/۹	۲۴/۹	۱۴/۹	لوگ پیرسون
۳۰	بم	۶۱/۷	۴۱/۸۵	۳۲/۸	۲۴/۲	۱۹/۱	۱۴/۹	لوگ پیرسون
۳۱	بندر عباس	۱۸۷/۶	۱۰۶/۲	۷۱/۶	۳۹/۳	۲۰/۵	۴/۷	گمبل
۳۲	چابهار	۹۰/۳	۴۷/۵	۳۸/۸	۳۵	۳۴	۳۳/۶	لوگ پیرسون
۳۳	اصفهان	۱۲۴/۱	۹۳/۵	۷۴/۳	۵۳	۳۸/۷	۲۵/۶	پیرسون

ادامه جدول ۲

۳۴	ایرانشهر	۱۲۳/۴	۷۵/۴	۵۰/۳	۲۶	۴/۷	۰	نرمال
۳۵	جاسک	۱۲۰/۳	۵۸/۳	۳۹/۸	۲۷/۸	۲۳	۲۰/۳	لوگ پیرسون
۳۶	کاشان	۱۳۳/۶	۹۰/۶	۷۰/۷	۵۱/۲	۳۹/۵	۲۹/۷	لوگ پیرسون
۳۷	کرمان	۱۵۴/۹	۱۱۱/۵	۹۲/۷	۷۳/۶	۶۱/۸	۵۱/۵	پیرسون
۳۸	شرق اصفهان	۱۱۲/۶	۸۰/۸	۶۵/۳	۴۹/۵	۳۹/۷	۳۱/۳	نرمال
۳۹	یزد	۶۳/۸	۴۰/۳	۲۷/۲	۱۳۰/۰	۳/۸	۰	لوگ پیرسون
۴۰	زابل	۶۴/۵	۴۱۰	۲۷/۲	۱۲	۲	۰	لوگ پیرسون
۴۱	زاهدان	۷۶/۸	۴۸/۵	۳۶/۸	۲۶/۳	۲۰/۷	۱۶/۲	لوگ پیرسون

ارزیابی نقطه ای و منطقه ای خشکسالی اقلیمی

ابتدا برای کلیه ایستگاههای موجود در محدوده مورد مطالعه، نسبت بارش به ازای دوره های بازگشت مختلف براساس توزیع برتر به متوسط بارش بلندمدت همان ایستگاه محاسبه شد. جدول ۳ نسبت های بدون بعد به دست آمده با دوره های بازگشت مختلف را نشان می دهد. برای ارزیابی منطقه ای خشکسالی ابتدا با استفاده از موقعیت ایستگاهها (طول و عرض جغرافیایی) بر روی نقشه و نرم افزار ilwis مساحت تحت پوشش هر ایستگاه مشخص و وزن هر ایستگاه نسبت به مساحت کل منطقه برآورد گردید. سپس نسبت ($\frac{P}{P_{Mean}}$) بدست آمده برای هر دوره بازگشت به عنوان معیار تعریف خشکسالی (کم بارشی) در نظر گرفته شد[۸] و براساس آن خطوط هم نسبت برای هر دوره بازگشت مورد نظر براساس معیار منطقه ای رسم گردید (شکلهای ۳ الی ۸).

جدول ۳- نسبت $\frac{P}{P_{Mean}}$ با دوره های بازگشت مختلف

ردیف	دورهٔ بازگشت / نام ایستگاه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	توزیع مناسب
۱	انارک	۰/۹۷	۰/۶۷	۰/۵۳	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۲۲	لوگ پیرسون
۲	اشکذر	۰/۹۴	۰/۶۵	۰/۵۴	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۳۳	لوگ پیرسون
۳	بافت	۱	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۳۱	۰/۱۶	۰/۰۶	نرمال
۴	باهوکلات	۰/۹۳	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۰۱	۰	گمبل
۵	بیاضه	۰/۹۳	۰/۶۴	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۲۹	گمبل
۶	چغارت	۰/۹۹	۰/۶۹	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۱۱	لوگ پیرسون
۷	حاجی آباد	۰/۹۲	۰/۵۴	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۱۱	لوگ پیرسون
۸	کاروانسا	۰/۸۳	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۳۷	لوگ پیرسون
۹	خاش	۰/۸۸	۰/۵۵	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۲۵	لوگ پیرسون
۱۰	میانکن	۰/۹۰	۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۰۷	۰	گمبل
۱۱	سرباز	۰/۹۵	۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۰۱	۰	لوگ پیرسون
۱۲	سیرجان	۰/۹۸	۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۰۱	۰	لوگ پیرسون
۱۳	ناشکوئیه	۰/۹۱	۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۱۶	لوگ پیرسون
۱۴	اردستان	۰/۹۷	۰/۶۶	۰/۵۱	۰/۴۰	۰/۳۱	۰/۲۱	لوگ پیرسون

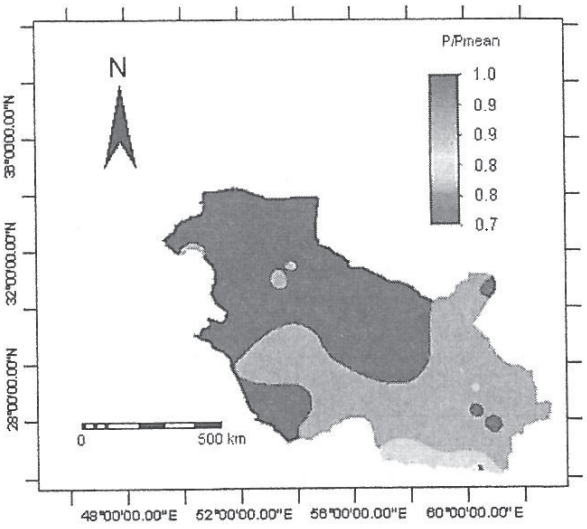
ادامه جدول ۳

۱۵	بندر لنگه	۰/۹۳	۰/۴۸	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۰	لوگ پیرسون
۱۶	داراب	۱	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۰۹	نرمال
۱۷	قمشه	۰/۹۷	۰/۶۷	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۲۲	لوگ پیرسون
۱۸	حجت آباد	۰/۹۱	۰/۷۱	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۷	لوگ پیرسون
۱۹	لار فارس	۱	۰/۵۷	۰/۳۸	۰/۲۱	۰/۱۰	۰/۰۱	لوگ پیرسون
۲۰	میمه	۰/۹۵	۰/۷۲	۰/۶۲	۰/۵۴	۰/۴۹	۰/۴۶	پیرسون
۲۱	تائین	۱/۰۴	۰/۶۱	۰/۴۵	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۱۵	پیرسون
۲۲	نیریز	۰/۹۳	۰/۶۲	۰/۵۰	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۲۷	نرمال
۲۳	ذوب آهن	۰/۹۵	۰/۷۴	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۵۰	لوگ پیرسون
۲۴	پل زمانخان	۰/۸۴	۰/۷۳	۰/۶۱	۰/۵۱	۰/۴۰	۰/۳۴	پیرسون
۲۵	همگین	۰/۹۹	۰/۷۰	۰/۵۴	۰/۳۷	۰/۲۵	۰/۱۶	لوگ پیرسون
۲۶	ورزنه	۱/۰۵	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۳۵	لوگ پیرسون
۲۷	کیش	۰/۹۵	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۰۲	۰	لوگ پیرسون
۲۸	نطنز	۰/۹۸	۰/۶۹	۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۲۲	پیرسون
۲۹	آباده	۰/۹۵	۰/۵۹	۰/۴۳	۰/۲۷	۰/۱۸	۰/۱۱	لوگ پیرسون
۳۰	بم	۰/۹۵	۰/۶۵	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۲۳	لوگ پیرسون
۳۱	بندر عباس	۰/۹۰	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۲	گمبل
۳۲	چابهار	۰/۷۱	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۵	لوگ پیرسون
۳۳	اصفهان	۰/۹۸	۰/۷۴	۰/۵۹	۰/۴۲	۰/۳۰	۰/۲۰	پیرسون
۳۴	ایرانشهر	۱	۰/۶۱	۰/۴۰	۰/۲۱	۰/۰۳	۰	نرمال
۳۵	جاسک	۰/۷۹	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۳	لوگ پیرسون
۳۶	کاشان	۰/۹۶	۰/۶۵	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۱	لوگ پیرسون
۳۷	کرمان	۱/۰۱	۰/۷۳	۰/۶۰	۰/۴۸	۰/۴۰	۰/۳۳	پیرسون
۳۸	شرق اصفهان	۰/۹۸	۰/۷۰	۰/۵۷	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۲۷	نرمال
۳۹	یزد	۰/۹۹	۰/۶۲	۰/۴۲	۰/۲۰	۰/۰۶	۰	لوگ پیرسون
۴۰	زابل	۰/۹۸	۰/۶۳	۰/۴۱	۰/۱۸	۰/۰۳	۰	لوگ پیرسون
۴۱	راهدان	۰/۹۲	۰/۵۸	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۱۹	لوگ پیرسون

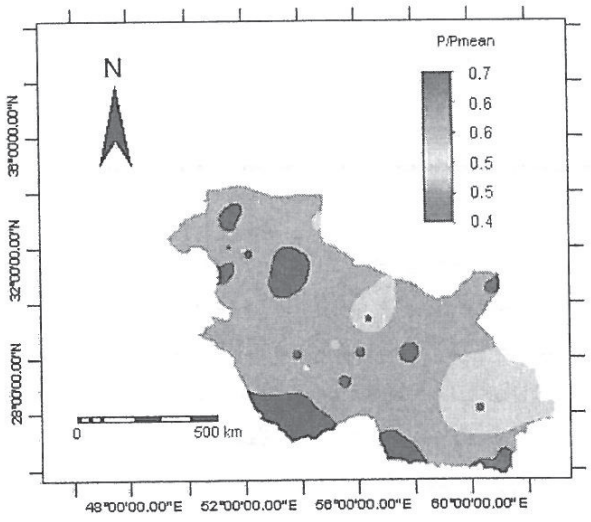
بحث و نتیجه گیری

(الف) با بررسی نقشه ها می توان مشخص کرد که هنگامی که یک خشکسالی فرضی با دوره بازگشت T ساله در کل سطح منطقه رخ دهد، کدام نواحی در سطح منطقه دچار وضعیت بحرانی تری خواهند شد. بدیهی است مناطقی در این شرایط وضعیت بحرانی تری خواهند داشت که کمبودهای اتفاق افتاده در آنها دارای انحراف بیشتری نسبت به متوسط بلندمدت آنها باشند.

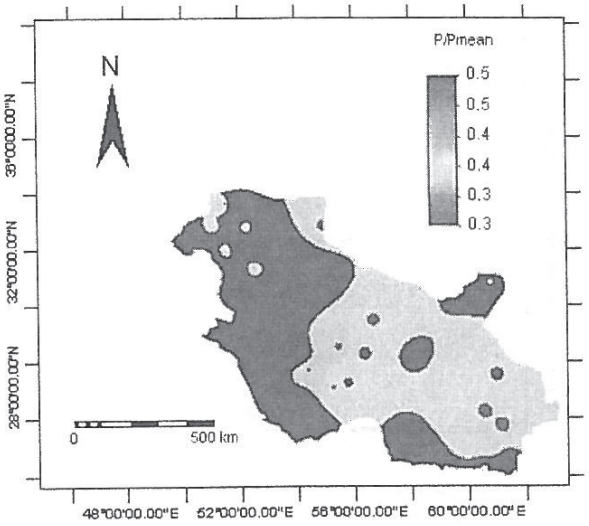
(ب) با استفاده از معیار انتخاب شده منطقه ای می توان در هر یک از سال های آماری موجود، مناطق تحت پوشش خشکسالی و وسعت آنها را با دوره بازگشت معین مورد ارزیابی قرار داد. بدیهی است منظور از این مناطق، مناطقی هستندکه تحت شرایطی، با خشکسالی تعریف شده T ساله و شرایط بحرانی تر از آن قرار دارند و می توان درصد مساحت تحت پوشش خشکسالی T ساله را



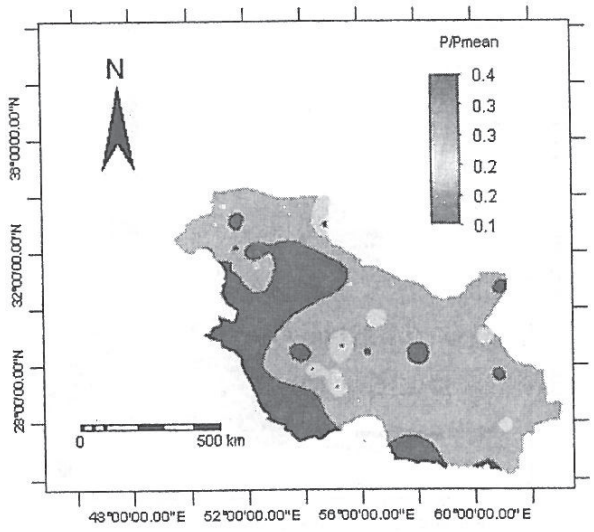
شکل۳- منحنی های هم نسبت بارش با دوره بازگشت دو ساله



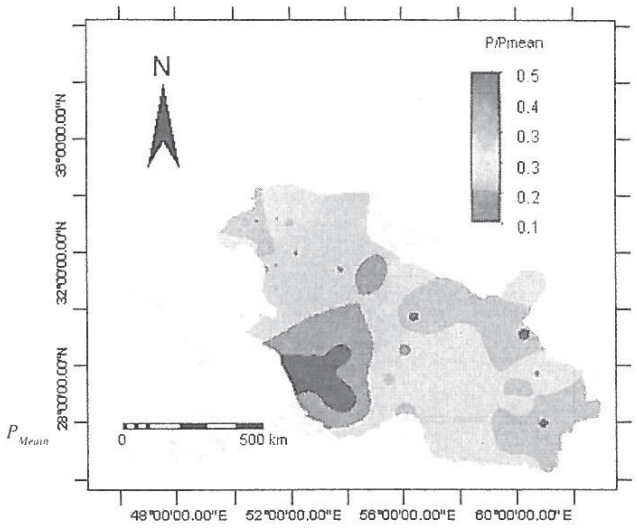
شکل۴- منحنی های هم نسبت بارش با دوره بازگشت پنج ساله



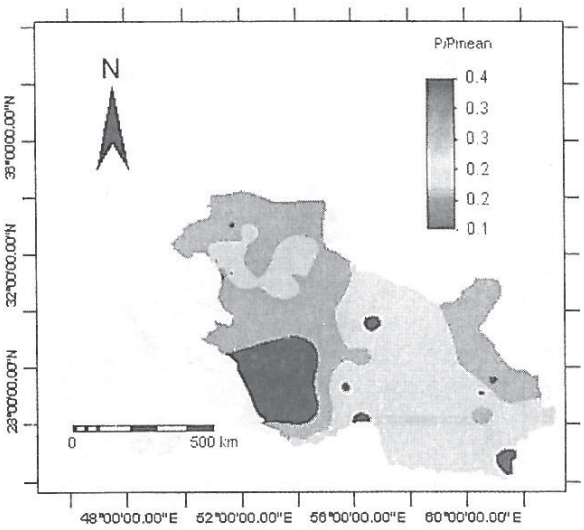
شکل۵- منحنی های هم نسبت با دوره بازگشت ده ساله



شکل۶- منحنی های هم نسبت بارش با دوره بازگشت بیست و پنج ساله



شکل۷- منحنی های هم نسبت بارش با دوره بازگشت پنجاه ساله



شکل۸- منحنی های هم نسبت با دوره بازگشت صد ساله

نسبت به مساحت کل منطقه بدست آورد. که به این ترتیب با توجه به درصد مساحت تحت پوشش خشکسالی در آن سال، میزان و اهمیت آن برای برنامه ریزان کشور مشخص خواهد شد.

نتایج

با استفاده از معیار انتخاب شده منطقه ای سری آماری بی بعد شده، می توان در هر یک از سالهای آماری موجود، مناطق تحت پوشش خشکسالی و وسعت آنها را با دوره بازگشت معین مورد ارزیابی قرار داد. بدین ترتیب مناطقی که در این شرایط، وضعیت بحرانی تری دارند دارای عدد کمتری نسبت به میانگین خواهند بود و بدین وسیله می توان وسعت اینگونه مناطق را اندازه گیری نمود و برای آنها برنامه ریزی کرد. به عنوان مثال با توجه به شکل ۳ نزدیک به نیمی از مساحت جنوب و شرق کشور دچار خشکسالی با دوره بازگشت دو ساله است. یعنی هر دو سال یکبار حد اقل نیمی از مساحت جنوب و شرق کشور دچار خشکسالی خواهند شد. با بررسی شکل های ۵ الی ۸ مشخص می شود که منطقه شرق کشور نسبت به خشکسالی هایی با دوره های بازگشت ده ساله، بیست و پنج ساله، پنجاه ساله و صد ساله از حساسیت بیشتری برخوردار است. بنابراین باید برنامه ریزی های دقیقتری جهت مقابله با خشکسالی در این منطقه در دستور کار مسئولان کشور قرار گیرد.

منابع

۱- احمدی، حسن، ۱۳۸۳، بررسی عوامل مؤثر در بیابان زایی، مجله جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ۶۶-۷۲.

۲- بذرافشان، جواد، ۱۳۸۹، مطالعه طبیعی برخی شاخص های خشکسالی هواشناسی در چند نمونه اقلیمی ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۳- توکلی، محمود، حمید عباسی، حسین بری، مرضیه، هاشم زاده و محمدصادق، طالبی، ۱۳۸۰، شاخص های ارزیابی روند بارش ایران با تکیه بر مشخصه های خشکسالی متئولوژیکی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد دوم، ۴۸۳-۴۶۹.

۴- دین پژوه، یعقوب، احمد، فاخری فرد، محمد، مقدم، میرکمال، میرنیا و سعید، جهان بخش، ۱۳۸۰، بررسی روند بارش ایران با تکیه بر مشخصه های خشکسالی متئورولوژیکی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد دوم، ۴۸۳-۴۶۹.

۵- رحیمی بندرآبادی، س.، ۱۳۷۹، بررسی کاربرد روش های ژئواستاتیستیک در برآورد بارندگی

مناطق خشک و نیمه خشک جنوب شرق ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۵۰ ص.

۶- شاه محمدی، زمان، پرویز، حقیقت جو و پیمان، افراسیاب، ۱۳۸۰، تعیین خشکسالی ها و تر سالی ها براساس آمار بلندمدت بارندگی های سالانه در ایران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله، بحران آب، جلد اول، ۷۰-۶۳.

۷- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۷۵، خشکسالی و روش های مطالعه آن، مجله جنگل و مرتع شماره ۳۲، ۳۲-۲۲.

۸- کارآموز، محمد، صدیقه، ترابی و شهاب، عراقی نژاد، ۱۳۸۰، مدیریت منطقه ای خشکسالی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۶ ص.

۹- کریمی، ولی الله، علی اکبر، کامکار حقیقی، علیرضا، سپاس خواه و داور، خلیلی، ۱۳۸۰، بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان فارس، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پنجم، شماره چهارم، ۱۱-۱.

۱۰- مرادی، اسحاق، و جواد، بذر افشان، ۱۳۸۰، بررسی الگو های مکانی توزیع خشکسالی با استفاده از مدل توزیع منطقه ای خشکسالی هواشناسی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد اول، ۱۶-۱۰۵.

11. Edvards, D., C., and Mckee, T.B., 1997, Characteristics of 20 Century Drought in the United Stares at Multiple Time Scales, Climatology Report Number 97-2 Department of Atmospheric Science, Colorado State University, fort Collin.
12. Hayes, M., Y., 1999, Drout Indices, Climate Impacts Specialist, National Drought Mitigation Center, U.S.A.
13. Hi Ryong by on, 1999, Objective Quantification of Drought Severity and Duration, Department of Atmospheric Sciences, Pur Young National University, Republic of Korea.
14. Palmer, W., C., 1965, Meteorological Drought, Research Paper No: 45,S, S Department of Commerce Water Bureau Washington D. C.
15. Wilhite, D., A., and M., H. Glantz, 1985, Understanding the Drought Phenomenon, The Role of Definition Water International, 10:111-120.