

## بررسی خشکسالی و روند وقوع آن در جنوب کشور ایران (خوزستان)

حسین شریفان و محمدرضا امجدیان

به ترتیب عضو هیئت علمی و دانش آموخته گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### چکیده

خشکسالی از جمله بلاهای طبیعی است که رخداد آن تاثیر زیادی بر محیط اکولوژیک دارد به طوری که تعیین شروع و خاتمه آن بسیار مشکل است زیرا یک پدیده خزنده است و اثرات آن ممکن است برای دوره های متوالی روی هم انباشته شود. لذا این تحقیق به منظور بررسی پدیده خشکسالی و روند وقوع آن در استان های جنوبی کشور ( خوزستان، هرمزگان و بوشهر ) انجام شده است. به این منظور آمار بارندگی ماهیانه ایستگاه های سینوپتیک اهواز، آبادان ، دزفول، برای یک دوره ۲۰ ساله استفاده گردید. پریودهایی که وقوع خشکسالی در آنها مورد بررسی قرار گرفته اند شامل ۴ پریود (سا لیانه، ۶ ماهه اول ، ۶ ماهه دوم، ژانویه تا ژوئن) می باشد. نتایج نشان داد که در طول دوره آماری و در همه پریودها، خشکسالی و ترسالی مشاهده شده است و در بیشتر موارد شرایط نزدیک به نرمال بوده است. هر چه پریود مورد نظر طولانی تر باشد (مانند پریود سالانه) ضریب تغییرات بارندگی آن کمتر می باشد و با کوتاهتر شدن پریود در نظر گرفته و (بخصوص پریودهای ۶ ماهه دوم که مربوط به فصول تابستان و بهار می باشد) ضریب تغییرات بارندگی بیشتر است ضریب تغییرات مقادیر بارندگی سالانه از سایر پریودها کمتر است در ضمن تقریباً هر ۱۱ سال (۱۰ یا ۱۲) یک خشکسالی در چندین ایستگاه در پریودهای زمانی مختلف مشاهده شده که در مورد ترسالی این گونه مشاهده ای نشده است

واژه های کلیدی: خشکسالی، ضریب تغییرات بارندگی، نوسانات بارندگی، خوزستان

### مقدمه

خشکسالی از جمله بلاهای طبیعی است که رخداد آن اثر زیادی بر محیط اکولوژیک وارد می سازد نظر به اینکه متغیرهای مختلف ی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در رخداد آن دخالت دارد در مقایسه با سایر بلاهای طبیعی از چندین نظر متفاوت است: اولاً 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 شود و برای سال هایی پس از آن نیز ادامه داشته باشد. ثانیاً اثرات زیانبار خشکسالی در پهنه هایی که وسعت بیشتری دارد نسبت به خسارات ناشی از سایر بلا های طبیعی، به صورت پراکنده کمتر به نظر می رسد. کشور ایران را نیز به دلیل کم بودن ریزش های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و به شدت از این بابت ضربه پذیر است در سال های اخیر بنا به عللی که غالباً مربوط به تغییرات جهانی اقلیم هستند ناهنجاریهای بارش در نواحی مختلف کشورمان نیز فزونی یافته است در تعریف خشکسالی اختلاف نظرهایی وجود دارد که بعضاً خشکی با خشکسالی را در کنار هم قرار می دهند، در حالی که خشکی نوعی مشخصه دایمی آب و هوایی در یک منطقه بوده و نشان دهنده عدم کفایت بارش در حد لازم برای رشد و توسعه

حیات در آن منطقه می باشد در حالی که خشکسالی عبارت است از کاهش غیر معمول بارش در مدت معین در منطقه ای که لزوماً خشک نیست و میزان کاهش بارندگی تأثیری در روند عادی رشد و توسعه حیات در منطقه دارد

باتوجه به تعاریف این واژه از طرف محققان مختلف ۴ نوع خشکسالی وجود دارد که عبارتند از: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی کشاورزی، خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی اقتصادی واجتماعی. خشکسالی هواشناسی در اصل به وسیله نقصان بارندگی از مقدار نرمال یا بلند مدت آن در طول یک دوره زمان خاص تعریف می شود. خشکسالی براساس آب قابل دسترس برای رشد گیاهان و بذرها تعریف می شود زیرا اگرچه کمبود بارندگی بسیار مهم است اما شدت خشکسالی کشاورزی وابسته به کمبود رطوبت خاک می باشد که مهمترین عوامل در توان تولید بذرها و گیاهان می باشد خشکسالی هیدرولوژیکی با کمبود تامین آبهای سطحی و زیرزمینی تعریف می شود که باعث کمبود آب قابل دسترس نرمال یا ویژه مورد تقاضا می شود و خشکسالی اقتصادی اجتماعی زمانی رخ می دهد که تقاضا برای یک کالای اقتصادی به دلیل نقصان آب حاصل از کمبود بارش از میزان عرضه فزونی می گیرد

هیدرولوژیست ها و هواشناسان برای پیش و ارزیابی خشکسالی ها شاخص هایی را ارائه داده اند که وابسته به پارامترهای اقلیمی یا اعتماد به احتمال وقوع آن است که ابتدا به شرح روش SPI پرداخته و سپس در جدول ۱ خلاصه ای از این شاخص ها تشریح می شود

### شاخص بارش استاندارد (SPI: Standardized Percipitation Index)

این شاخص در سال ۱۹۹۵ توسط Mckee و همکارانش ارائه شد. این شاخص بر اساس تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار به دست می آید و تنها فاکتور مؤثر در محاسبه این شاخص عنصر بارندگی می باشد. این شاخص را می توان در مقیاس های زمانی ۳-۶-۱۲-۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه کرد.

ویژگی دیگر شاخص SPI این است که براساس آن روش می توان آستانه ی خشکسالی را برای هر دوره ای زمانی تعیین کرد. بنابراین بر اساس این شاخص علاوه بر محاسبه ی شدت خشکسالی، مدت آن را نیز می توان تعیین نمود

Guttm (۱۹۹۹-۴) به این نتیجه رسید که SPI نسبت به سایر شاخص ها، بهتر قادر است که تفاوت خشکسالی در یک ناحیه خاص نسبت به سایر نواحی نشان می دهد. Heys و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعات خود اثبات نمودند که شاخص SPI وقوع خشکسالی را حداقل یک ماه زودتر از دیگر نواحی نشان می دهد

میانگین SPI در مقیاس زمانی در یک موقعیت صفر خواهد بود و انحراف معیار آن برابر یک می باشد، این یک مزیت است زیرا SPI نرمال شده است. بنابراین اقلیم های خشک تر و مرطوب تر می توانند به همان روش نشان داده شوند. علاوه بر دوره های خشکسالی، دوره های ترسالی هم به وسیله نمایه SPI بررسی می شود. یک حادثه خشکسالی هر زمانی که SPI به طور مداوم منفی باشد و شدت آن به ارقام ۱- یا کمتر برسد، اتفاق می افتد. این حادثه، زمانی که SPI به مقادیر مثبت برگردد تمام می شود. بنابراین حادثه خشکسالی دارای یک دوره زمانی می باشد که به وسیله شروع و خاتمه آن تعریف می شود و شدت آن برای هر ماه تا زمانی که حادثه تداوم دارد محاسبه می شود (نوریان و همکاران، ۱۳۸۱).

در زمینه خشکسالی و عوارض آن مطالعات مختلفی انجام شده است که از آن جمله می توان به: ادواوز و مک کی (۱۹۹۷) دوره ای خشک نیراسکا با استفاده از شاخص توزیع استاندارد مورد تحلیل وپایش قرار دادند ریونگ بیون (۱۹۹۹) شدت ومدت خشکسالی را مورد ارزیابی قرار داده واشکالات شاخص های خشکسالی را برای شروع وپایان تنش تجمعی خشکسالی بیان داشته ودر نهایت شاخص جدید خشکسالی با فواصل زمانی روزانه به جای ماهانه را پیشنهاد کرد رومن (۱۹۴۵) و کریشان (۱۹۶۰) در بررسی تداوم دوره های خشک را در مقایس منطقه ای بدون در نظر گرفتن وابستگی وقوع دوره خشک نسبت به دوره یا دوره های قبلی به انجام رسانیدند ساستری وکاپور (۱۹۷۰) روشی برای ارزیابی روزهای فراوانی وروزهای متوالی با بارندگی کمتر یا بیشتر از آستانه معین ارائه داده که

در آن احتمالات شرطی استفاده شد

علاوه بر تحقیقات ذکر شده در ایران نیز تحقیقات دیگری را در رابطه با این پدیده صورت گرفته است که می توان به موارد زیر اشاره کرد

فرج زاده وهمکاران (۱۳۷۴) با استفاده از روش های متعددی که تماماً متکی بر استفاده از عنصر بارش بوده، پدیده خشکسالی با عنایت به تعیین ویژگی های آماری آن از جمله وسعت، شدت، فراوانی و تداوم زمان آن در ایران مطالعه نمودند قویدل رحیمی (۱۳۸۲) در تحقیق خود با استفاده از روش نمرات استاندارد شده (Z) بارش ومبنا قراردادن آن به عنوان شاخص تفکیک ماه های مرطوب و خشک، اقدام به بررسی دوره های خشک ومرطوب در آذربایجان شرقی نمود در مطالع مذکور دوره های خشک ومرطوب علاوه بر مقطع فصلی در مقاطع ماهانه وسالانه نیز مورد بررسی واقع شده با استفاده از روش SPI و ویژگی های زمانی ومکانی، همچنین خصوصیات اصلی دوره خشک ومرطوب مانند شدت، تداوم، فراوانی و وسعت مورد بررسی ومحاسبه قرار گرفته ودر نهایت براساس نتایج حاصل یک تقسیم بندی از ایستگاهها به عمل آوردند کارآموز وهمکاران در بررسی مدیریت منطقه ای خشکسالی در حوضه آبریز زاینده رود مدل هایی به منظور نمایش وپیش بینی تداوم خشکسالی واحتمال وقوع دوره های خشک ارایه نمودند

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

محمد خورشید دوست وقویدل رحیمی (۱۳۸۳) با استفاده از شاخص spi اقدام به تحلیل زمانی- مکانی دوره های مرطوب و خشک زمستانی آذربایجان شرقی کرده و با استفاده از سری های زمانی، بارش زمستانه سال های آتی را مورد پیش بینی قرار داد

لشتی زند وهمکاران (۲۰۰۳) در مطالعه ای با عنوان بررسی شدت وتداوم خشکسالی های اقلیمی در شش حوضه واقع در غرب وشمال کشور، ابتدا نقشه های پهنه بندی خشکسالی برای یک دوره سی ساله را تهیه نمود سپس با استفاده از سری های زمانی SPI برای تمام ایستگاهها، متوسط شدت خشکسالی در هر حوضه را استخراج نمود. آنگاه اقدام به ترسیم منحنی های شدت

وتدام و فراوانی خشکسالی نمود و نتیجه گرفت که وقوع خشکسالی با تداوم های یک تا سه ماهه ، حتی در ایستگاههای واقع در مناطق نیمه مرطوب پدیده ای معمول و بازگشت کننده است

تحقیق به منظور بررسی وضعیت نوسانات بارندگی در پریودهای زمانی ۶ ماهه و سالانه و با هدف بررسی خشکسالی و روند وقوع آن

در مناطق جنوبی کشور ایران و ۳ استان خوزستان (اهواز، آبادان، دزفول) هرمزگان (بندرعباس، بندرلنگه، بندر جاسک) و بوشهر (بوشهر) انجام شده است

## مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق از آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاههای سینوپتیک واقع در استان خوزستان کشور استفاده شد بنابراین در این تحقیق داده های بارندگی ماهیانه سال های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ میلادی به عنوان داده های مورد استفاده در تعیین وضعیت خشکسالی منطقه در نظر گرفته شده اند. به طوری که این داده ها در ۴ پریود زمانی مورد بررسی قرار گرفته اند که پریود های مورد بررسی عبارتند از :

- ۱- پریودهای ۶ ماهه که شامل ۳ پریود الف) ۶ ماهه اول از اکتبر تا مارس ب) ۶ ماهه دوم آوریل تا سپتامبر ج) ۶ ماهه سوم از ژانویه تا ژوئن
- ۲- پریود سالانه که شامل ۱ پریود اکتبر تا سپتامبر می باشد

برای هر یک از این پریودها مقادیر بارش، میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، دامنه تغییرات ، حداقل و حداکثر بارش تعیین شدند سپس برای تعیین شاخص بارش از معادله (۱) استفاده شده است

$$PI_i = \frac{Xi - X_{avg}}{SD}$$

که در آن:  $PI_i$  شاخص بارش در سال  $Am$  (بدون بعد)  $Xi$  مقدار بارندگی در سال  $Am$  (میلی متر) و  $X_{avg}$  مقدار متوسط بارندگی (میلی متر) ،  $SD$  (انحراف معیار) می باشند

این روش به علت سادگی محاسبات، استفاده از داده های قابل دسترس بارندگی، انعطاف پذیری، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت زیاد در مقیاس مکانی نتایج، به عنوان مناسب ترین شاخص در تحلیل های خشکسالی بویژه تحلیل های مکانی شناخته می شود

سپس مقادیر شاخص بارش را برای هر یک از پریودها محاسبه و مقادیر انحراف معیار، ضریب تغییرات، حداقل و حداکثر شاخص بارش نیز تعیین شدند

همچنین با توجه به معادله (۲) ثابت می شود می شود که

$$\sum_{i=1}^n PI_i = 0 \quad (2)$$

که  $n$  طول دوره آماری می باشد

سپس نمودار تغییرات شاخص مقادیر بارندگی وهمچنین نمودار مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و دامنه تغییرات و ضریب تغییرات آنها نیز رسم گردید. با توجه به معادله ۲، حاصل جمع مقادیر PI در هر پریود برابر صفر می باشد که به طور کلی هرچه شاخص PI به صفر نزدیکتر باشد پریود زمانی مورد نظر در آن سال به شرایط نرمال خود نزدیکتر بوده است. همانطور که از جدول ۳ مشاهده می شود که اگر شاخص برابر و یا کمتر از ۱- شود نشان دهنده شدت خشکسالی بوده و شدت آن با کوچکتر شدن شاخص افزایش می یابد. و برعکس هر چه شاخص خشکسالی از مقدار ۱ بزرگتر شود نشان دهنده وقوع ترسالی و ترسالی شدید خواهد بود

جدول ۳ مقادیر شاخص PI

مقادیر PI	
ترسالی بسیار شدید	و بیشتر +۲
ترسالی شدید	۱.۵ تا ۱.۹۹
ترسالی	۱ تا ۱.۴۹
نزدیک به نرمال	۰.۹۹ تا -۰.۹۹
خشکسالی	۱- تا -۱.۴۹
خشکسالی شدید	-۱.۵ تا -۱.۹۹
خشکسالی بسیار شدید	-۲ و کمتر

منظور از خشکسالی لزوماً یکسال خشک نمی باشد بلکه خشکسالی ممکن است در هر یک از پریودهای زمانی در نظر گرفته شده

رخ دهد

## نتایج

مان گونه که ذکر گردید به منظور تعیین روند خشکسالی و تعیین سیکل دوره های پرباران و کم باران (مرطوب)، نرمال و کم باران (خشک) و همچنین شدت خشکسالی و ترسالی در محدوده ایستگاههای سینوپتیک اهواز، دزفول، آبادان، بندر جاسک، بندر لنگه، بندرعباس، بوشهر از شاخص PI استفاده شد که پس از بررسی ایستگاهها در طول دوره آماری و در هر یک از پریودهای ۴ گانه وقوع شدیدترین خشکسالی در پریودها مورد بررسی قرار گرفت که به شرح زیر می باشد

### پریود سالانه

نام ایستگاه	سال های وقوع خشکسالی	سال های وقوع خشکسالی شدید
اهواز	۱۹۹۰	۱۹۹۵
آبادان		۱۹۹۰-۱۹۹۵
دزفول		۱۹۹۰-۱۹۹۵

پریود ۶ ماهه اول

نام ایستگاه	سال های وقوع خشکسالی	سال های وقوع خشکسالی شدید
اهواز	۱۹۹۰-۲۰۰۲	۱۹۹۵
آبادان	۱۹۹۰-۱۹۹۸	
دزفول	۱۹۹۰-۱۹۹۱-۱۹۹۲-۱۹۹۵	۱۹۹۳

پریود ۶ ماهه دوم

نام ایستگاه	سال های وقوع خشکسالی	سال های وقوع خشکسالی شدید
اهواز	۱۹۹۹-۲۰۰۰-۲۰۰۱	
دزفول	۱۹۹۹-۲۰۰۰	

ژانویه تا ژوئن

نام ایستگاه	سال های وقوع خشکسالی	سال های وقوع خشکسالی شدید
اهواز	۱۹۹۵-۲۰۰۱	
آبادان	۱۹۸۷-۱۹۸۹-۱۹۹۰	
دزفول	۱۹۸۷-۱۹۹۵-۲۰۰۰-۲۰۰۱-۲۰۰۳	

همانطور که از جداول مشاهده می شود سال های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵ در استان خوزستان، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳ در استان هرمزگان به عنوان بحرانی ترین سال های وقوع خشکسالی می باشد همچنین زمان هایی که در هر یک از پریودهای مورد بررسی دادرای بارندگی زیاد واصطلاحاً بیشترین بارندگی را نسبت به سال های مشابه در سال های قبل وبعد خود بوده اند تعیین شدند و به عنوان سالی که ترسالی رخ داده است شناخته می شوند که به شرح زیر می باشد

سالانه

نام ایستگاه	سال های وقوع ترسالی	سال های وقوع ترسالی شدید	سال های وقوع ترسالی بسیار شدید
اهواز		۱۹۹۱-۱۹۹۷	
آبادان	۱۹۹۴	۱۹۹۷	
دزفول	۱۹۹۱		

۶ ماهه اول

نام ایستگاه	سال های وقوع ترسالی	سال های وقوع ترسالی شدید	سال های وقوع ترسالی بسیار شدید
اهواز			۱۹۹۷
آبادان		۱۹۹۱	
دزفول			

### ۶ ماهه دوم

نام ایستگاه	سال های وقوع ترسالی	سال های وقوع ترسالی شدید	سال های وقوع ترسالی بسیار شدید
اهواز	۲۰۰۲		۱۹۹۳
آبادان		۱۹۸۶-۱۹۹۳	
دزفول			۱۹۹۳-۲۰۰۳

### ژانویه تا ژوئن

نام ایستگاه	سال های وقوع ترسالی	سال های وقوع ترسالی شدید	سال های وقوع ترسالی بسیار شدید
اهواز			۱۹۹۶
آبادان	۱۹۹۳		۱۹۸۶-۱۹۹۱
دزفول	۱۹۹۶-۱۹۹۹		

همانطور که از جداول مشاهده می شود سال های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۷ در استان خوزستان، به عنوان شدیدترین سال های وقوع ترسالی می باشد

مقادیر متوسط، ضریب تغییرات، دامنه تغییرات بارندگی و ضریب PI در پروده های مختلف در طول دوره آماری در جدول ۳ ارائه شده است همچنین مقادیر متوسط بارندگی، انحراف معیار و ضریب تغییرات آنها در دوره های ۶ ساله و ۱۱ ساله در پروده های زمانی ذکر شده طی سال های آماری در جداول ۴ و ۵ آورده شده است

### منابع

- ۱- احمدی حسن، ۱۳۸۳، بررسی عوامل موثر در بیابان زدایی، مجله جنگل و مرتع، شماره ۶۲
- ۲- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۷۵، خشکسالی و روش های مطالعه آن مجله جنگل و مرتع شماره ۲
- ۳- کارآموز، محمد، صدیقه، شهبابی، عراقی، ۱۳۸۰، مدیریت منطقه ای خشکسالی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۴- شاه محمدی، زمان، حقیقت جو، پرویز و پیمان، ۱۳۸۰، تعیین خشکسالی و ترسالی بر اساس آمار بلند مدت کشور
- ۵- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۸۴، خشکسالی (از مفهوم تا راهکارها) انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
- ۶- رحیمی بندرآبادی، س. ۱۳۷۹، بررسی روش های ژئواستاتستیک در مناطق خشک و نیمه خشک جنوب کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد کشور-دانشگاه تهران
- ۷- انتظاری، مجید، غیور، حسنعلی، ۱۳۸۶، تحلیل مقایسه ای روند بارش و خشکسالی در حوضه خزر

۹. Beran, M.A., and Rodier, J.A. ۱۹۸۵. Hydrological aspect of drought. Studies and reports i

Hydrokogy ۳۹. UNESCO-WMO, Paris, ۱۲۵pp

۱۰-.Cook, E.R. ۱۹۸۲. Long term drought sequence for Hudson valley New York, Climate from tree

rings, Cambridge Eng.

11- Eull Moon, S., Boom Ryoo, S., Gi kwon, J. 1994. A Markov chain model for daily precipitation occurrence in South korea, International Journal of climatology. 14, 1009-1016.

12-Mckee, T.B., N.J. Doesken, and Kleist, J., 1990 Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 10-20, 1990, Dallas TX, pp. 233-236.

13- Guttmn, B, N. 1999. Comparing the Drought Index and the Standardized Precipitation Index. J of American Water Resources Association: 35(1): 113-121.

14-Gibbs, W. J., & Maher, 1967, Rainfall Deciles as Drought Indicators, Bureau of Meteorology Bulletin, 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.