Archive of SID

دکتر حسین بری ابرقویی، هواشناسی یزد
دکتر جواد بداق جمالی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد
دکتر محمود توکلی، هواشناسی کاربردی یزد
H. Bari Abarghouei, Ph.D
J. Badagh Jamali,Ph.D
M. Tavakoli, Ph.D
شماره مقاله:۵۷۲

کاربرد برخی از شاخصهای آماری هواشناسی جهت ارزیابی شدت خشکسالی در مقیاس کشوری (بین استانها)

خلاصه

خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که در مقایسه با سایر بلایای طبیعی از نقطه نظر میزان، شدت، طول مدت واقعه، گسترش منطقه، تلفات جانی، خسارتهای اقتصادی و اثرات بلند مدت از بالاترین درجات برخوردار است. در دهه‌های اخیر از میان حوادث طبیعی که زندگی انسان را بر روی کره خاکی تحت تأثیر قرار داده است، فراوانی خشکسالی بیش از سایر حوادث می‌باشد. به طوری که تعداد کل آسیب‌دیدگان از خشکسالی طی سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۸ بالغ بر یک و نیم میلیارد نفر برآورد شده است که ۵۲ درصد آسیب دیدگان از کل بلایای طبیعی را تشکیل می‌دهد.

خسارتهای خشکسالی عمدتاً به صورت کاهش عملکرد مراتع، کاهش تولید محصولات زراعی به ویژه دیم، کاهش منابع آب کشاورزی و شرب، کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی، طغیان آفات و بیماریهای گیاهی و دامی، افزایش مهاجرت و در نهایت اثرات سوء زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی ظاهر می‌شود که توسعه پایدار منطقه را مورد تهدید قرار می‌دهد. در این مقاله که انعکاس‌دهنده بخشی از تحقیقات و مطالعات انجام شده برروی پایش و پیش‌آگاهی خشکسالی می‌باشد، ابتدا موضوع رخداد خشکسالی و روشهای معمول پایش آن بررسی شده، سپس خشکسالی سالهای زراعی ۷۹- ۱۳۷۸ و ۸۰ - ۱۳۷۹ از نظر ابعاد خسارتهای وارده و تعیین بعضی از شاخصهای قابل دسترس برای استان یزد مورد بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

قرارگرفته است. همچنین وضعیت خشکسالی در این سالها در سایر استانهای کشور نیز با مقایسه شاخصهای پیشنهادی، ارزیابی شده است.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، شاخصهای خشکسالی، ارزیابی خشکسالی

مقدمه

خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که در مقایسه با سایر بلایای طبیعی از نقطه نظر میزان، شدت، طول مدت واقعه، کل گسترش منطقه‌ای، کل تلفات جانی، کل خسارتهای اقتصادی، اثرات اجتماعی، اثرات بلندمدت، غیر منتظره بودن و وقوع خطرات مرتبط، دارای بالاترین درجات اهمیت می‌باشد (جدول ۱).

طبق شواهد موجود به علت رخداد خشکسالی در ۴ سال اخیر در اکثر استانهای کشور، دولت بیش از دهها میلیارد ریال جهت جبران خسارتهای وارده هزینه متحمل شده است. لذا شناسایی، پایش و پیش‌آگاهی خشکسالی در کشور ایران به ویژه استان کویری و بیابانی یزد از ضرورت خاصی برخوردار است. در برخورد با هر بلیه طبیعی دو نوع مدیریت وجود دارد، یکی مدیریت بحران و دیگری مدیریت ریسک. در مدیریت بحران اقدامات درمانی بعد از وقوع حادثه انجام می‌گیرد، اما در مدیریت ریسک جنبه‌های مختلف بلایای طبیعی مطالعه و بررسی شده و برنامه‌ریزی جهت پیش‌گیری و کاهش میزان خسارت قبل از وقوع پدیده انجام می‌شود (نوریان، علی محمد و همکاران، ۱۳۸۱)، (خزانه داری، لیلی و همکاران، ۱۳۷۹).

یکی از مؤلفه‌های اساسی مدیریت ریسک خشکسالی، پایش دقیق شرایط خشکسالی جهت کاهش اثرات مخرب این بلای اقلیمی می‌باشد. در مطالعات پایش خشکسالی، ارزیابی از ۳ خصوصیت خشکسالی یعنی شدت، تداوم و گستردگی مکانی و از سوی دیگر مقایسه خشکسالی از منطقه‌ای به منطقه دیگر در زمانهای مختلف ضرورت می‌یابد که به تعریف و تبیین شاخصهای خشکسالی مناسب هر منطقه نیاز دارد.

در این مقاله پس از مروری بر خصوصیات و تعاریف خشکسالی، بعضی از شاخصهای آن معرفی شده و سپس این پدیده در استان یزد مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی شدت خشکسالی در استان یزد با استفاده از شاخصهای خشکسالی پیشنهادی، بخشی از تحقیقات پهنه‌بندی انواع شاخصها در ایران می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ طبقه‌بندی بلایای طبیعی براساس درجه‌بندی ویژگیها و اثر خطرات آن (Bryant,E.A 1991)

درجه کلی	نوع بلای طبیعی	میزان شدت	طول مدت واقعه	کل گسترش منطقه ای	کل تلفات جانی	کل خسارتهای اقتصادی	اثرات اجتماعی	اثرات بلندمدت	غیره منتظره بودن	وقوع خطرات مرتبط
۱	خشکسالی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۴	۳
۲	چرخند های حاره ای	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۵	۱
۳	سیل منطقه‌ای	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۴	۳
۴	زلزله	۱	۵	۱	۲	۱	۱	۲	۳	۳
۵	آتشفشان	۱	۴	۲	۴	۲	۲	۱	۳	۱
۶	طوفان برون حاره‌ای	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۵	۳
۷	تسونامی	۲	۴	۱	۲	۲	۲	۳	۴	۵
۸	آتش‌سوزی درمراتع و مزارع	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۵
۹	فرسایش خاک	۵	۱	۱	۳	۴	۵	۳	۱	۵
۱۰	بالاآمدن‌سطح‌آب دریا	۵	۱	۱	۵	۳	۵	۱	۵	۴
۱۱	کوه یخ شناور	۴	۱	۱	۴	۴	۵	۵	۲	۵
۱۲	طوفان غبار	۳	۳	۳	۵	۴	۵	۴	۱	۵
۱۳	زمین لغزنده	۴	۲	۲	۲	۴	۴	۵	۲	۵
۱۴	فرسایش ساحل	۵	۲	۲	۵	۴	۴	۴	۲	۵
۱۵	بهمن سنگ ریزه	۲	۵	۵	۳	۴	۳	۵	۱	۵
۱۶	لغزش و خزش خاک	۵	۱	۲	۵	۴	۵	۴	۲	۵
۱۷	تورنادو	۲	۵	۳	۴	۴	۴	۵	۲	۵
۱۸	طوفان برف	۴	۳	۳	۵	۴	۴	۵	۲	۴
۱۹	یخهای ساحلی	۵	۴	۱	۵	۴	۵	۴	۱	۵
۲۰	سیل آنی	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۵	۱	۵
۲۱	طوفان تندری	۴	۵	۲	۴	۴	۵	۵	۲	۴
۲۲	صاعقه	۴	۵	۲	۴	۴	۵	۵	۱	۵
۲۳	کولاک برف	۴	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۱	۵
۲۴	امواج اقیانوسی	۴	۴	۲	۴	۴	۵	۵	۳	۵
۲۵	طوفان تگرگ	۴	۵	۴	۵	۳	۵	۵	۱	۵
۲۶	تگرگ ریزه	۴	۴	۵	۵	۴	۴	۵	۱	۵
۲۷	بادشدید محلی	۵	۴	۳	۵	۵	۵	۵	۱	۵
۲۸	فرونشینی هوا	۴	۳	۵	۵	۴	۴	۵	۳	۵
۲۹	جریانهای گلیو واریزه ماسه، شن و رس	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۴	۵
۳۰	جریاناتی که با باد پشتیبانی می‌شوند	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۲	۵
۳۱	ریزش تخته سنگی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۱	۵

www.SID.ir

Archive of SID

خصوصیات و تعاریف خشکسالی

خشکسالی پدیده‌ای اقلیمی است و در واقع بخشی از اقلیم یک منطقه محسوب می‌شود. این پدیده اقلیمی دارای خصوصیاتی است که آن را از سایر بلایای طبیعی مستثنی می‌کند:

۱ـ خشکسالی به عنوان پدیده‌ای خزنده شناخته شده است، زیرا اغلب، تأثیر آن در یک دوره زمانی مشخص و به کندی ظاهر می‌شود، به همین دلیل تعیین زمان شروع و خاتمه آن مشکل و در نتیجه برنامه‌ریزی جهت کاهش خسارتهای ناشی از آن نیز پیچیده است (Tannehill.I.R 1947).

۲ـ عدم وجود یک تعریف کلی از خشکسالی با در نظرگرفتن شدت، مدت و گستره عمل آن، این پدیده را از سایر بلایای طبیعی متمایز کرده است. (خزانه‌داری، لیلی و همکاران، ۱۳۷۹).

۳ـ خسارتهای ناشی از خشکسالی غیرساختاری است و وسعت مناطق آسیب دیده در اثر آن در مقایسه با سایر بلایای طبیعی بیشتر است. همچنین اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی آن مدتها پس از پایان خشکسالی باقی خواهد ماند.

در واقع بررسی خشکسالی تنها به عنوان مشکلی که مناطق نیمه‌مرطوب، خشک و نیمه خشک با آن روبرو هستند، صحیح نیست. به دلیل طبیعت و ذات پنهانی این پدیده، تعیین زمان آغاز، گسترش و خاتمه آن بسیار مشکل است. این مسأله اهمیت انجام پایش پیوسته و گسترده و یا ایجاد یک سیستم هشدار دهنده را در مناطق مستعد خشکسالی نشان می‌دهد. در این راستا استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به منظور انجام پایش وضعیت خشکسالی بسیار مفید می‌باشد. علاوه بر این به‌کارگیری شاخصهای خشکسالی در خلاصه‌سازی بسیاری از پارامترهای مؤثر این پدیده در سطوح مختلف، برای سیاستگزاران دارای اهمیت می‌باشد.

پیش‌بینی خشکسالی هنوز در بسیاری از مناطق مبهم و در حال پیشرفت و تکمیل می‌باشد و می‌تواند به عنوان ابزاری برای اعلام وقوع خشکسالی و در نتیجه انجام تمهیدات به موقع و خط مشی‌های مؤثر در شرایط خشکی به کار رود. این پیش‌بینی‌ها به ویژه اگر برای یک فصل (یا دوره زمانی طولانی‌تر) ارایه شوند، بسیار سودمند خواهند بود.

به‌طورکلی تعاریف خشکسالی به دو دسته عمده مفهومی وکاربردی[1] تقسیم‌بندی می‌شوند (Wihite, D.A & Glantz, M.H 1985).

1- Conceptual & Operational

www.SID.ir

Archive of SID

منظور از تعاریف مفهومی همان تعاریف موجود در لغت‌نامه‌ها و فرهنگهاست که در واقع این تعاریف به صورت توصیفی و مفهومی هستند و علی‌رغم اینکه مفهوم شدت و مدت وقوع خشکسالی ممکن است در این تعاریف نهفته باشد اما زمان وقوع پدیده را مشخص نمی‌کنند. تعاریف کاربردی، خصوصیات و آستانه‌های شروع، ادامه، خاتمه و نیز شدت خشکسالی را تعیین می‌کنند. این تعاریف اساس یک سیستم هشداردهنده هستند و برای تحلیل دوره تکرار، شدت و مدت زمان وقوع خشکسالی نیز به کار می‌روند. وجود دیدگاه‌ها و نقطه نظرات مختلف درباره خشکسالی، سبب ایجاد پیچیدگی در ارایه تعریفی مشخص و واحد از این پدیده شده است (Glantz, M.H & Katz, R.W 1977). در واقع عدم وجود یک تعریف جامع و دقیق از خشکسالی سبب ایجاد تردد و رکود در بخشهای مختلف مدیریتی و سیاستگزاری در سایر بخشها می‌شود (Wihite, D.A & Glantz, M.H 1985). با توجه به اینکه اهمیت خشکسالی در اثرات آن نهفته است و این اثرات در مناطق مختلف به شکلهای متفاوتی ظاهر می‌شوند، پس بایستی تعریف خشکسالی به صورت منطقه‌ای و مقطعی بیان شود.

به‌طورکلی برای ارایه یک تعریف مناسب از خشکسالی باید به سه نکته مهم توجه کرد:

۱ـ مقدار و شدت بارندگی و یا میزان کمبود آن مشخص شود.

۲ـ مدت زمان، یک ویژگی مهم در تشخیص خشکسالی است و بایستی برای تعیین میزان درجه‌ی خشکسالی ارتباط بین مدت زمان و شدت مشخص شود.

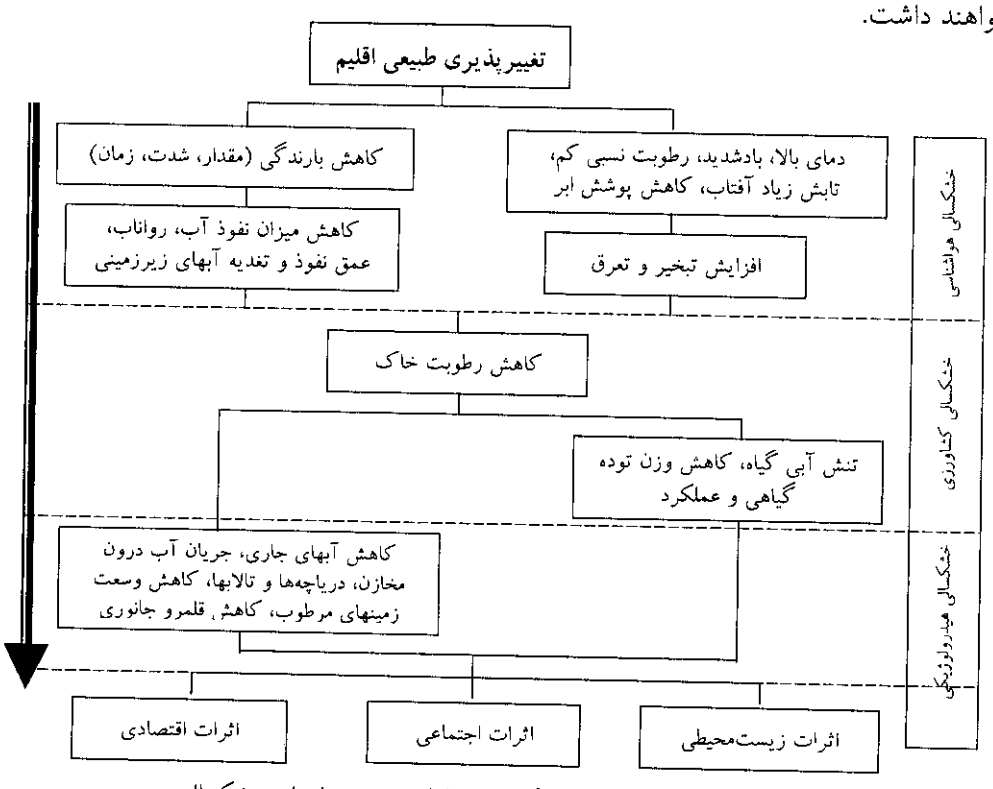
۳ـ آستانه‌ای به عنوان یک نقطه مرجع برای تعیین زمان شروع خشکسالی تعیین شود.

طبق تعاریف ارایه شده، خشکسالی را می‌توان به انواع خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژی، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اقتصادی ـ اجتماعی طبقه‌بندی کرد. شکل۱ ارتباط بین انواع مختلف خشکسالی و زمان وقوع آنها را نشان می‌دهد (Wilhite, D.A. Rosenberg, N.J. & Glantz, M.H 1986) (توکلی، محمود، ۱۳۷۸). اگر چه همه انواع خشکسالی از کمبود بارش در طی دوره زمانی ناشی می‌شوند (خشکسالی هواشناسی)، اما انواع دیگر خشکسالی در اثر کمبود سایر مؤلفه‌های یک سیستم هیدرولوژیک (مانند کاهش رطوبت خاک و پایین‌رفتن سطح آبهای زیرزمینی) ایجاد می‌شوند. با توجه به شکل۱ مشاهده می‌شود که خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژی و در نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

خشکسالی اقتصادی ـ اجتماعی عملاً در اثر وقوع خشکسالی هواشناسی ایجاد می‌شوند. همچنین خشکسالی هیدرولوژی طولانی‌تر از خشکسالی کشاورزی و هواشناسی و خشکسالی کشاورزی طولانی‌تر از خشکسالی هواشناسی است. در واقع خشکسالی هواشناسی که عامل اصلی ایجاد سایر انواع خشکسالی‌ها می‌باشد، ممکن است پس از مدتی نه چندان طولانی به پایان برسد، در صورتی‌که خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژی مدت زمان نسبتاً بیشتر ادامه خواهند داشت.



شکل ۱ رابطه بین انواع مختلف خشکسالی و طول مدت رخدادهای خشکسالی

شاخصهای خشکسالی

به منظور پایش خشکسالی، شاخصهای مختلفی به‌کار برده می‌شود از جمله شاخص درصد از نرمال (PN)، شاخص استاندارد بارش (SPI)، شاخص رطوبت محصول (CMI)،

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص خشکسالی احیایی (RDI)، شاخص دهکها (Deciles) و شاخص شدت خشکسالی پالمر (PDSI) [۲].

شاخص درصد از نرمال

شاخص PN به وسیله تقسیم مقدار واقعی بارش بر بارش نرمال و ضرب‌کردن آن در عدد ۱۰۰ به‌دست می‌آید. بارش نرمال برای هر منطقه ۱۰۰ درصد در نظرگرفته می‌شود. این روش یکی از ساده‌ترین روشهای اندازه‌گیری شدت خشکسالی است و جهت بیان اولیه خشکسالی مفید می‌باشد.

شاخص استاندارد شده بارش

شاخص SPI شاخصی است که بستگی به احتمال بارش برای هر زمان و مقیاس است و برای مقیاسهای زمانی مختلف می‌تواند محاسبه شود و هشدار اولیه‌ای جهت خشکسالی و کمک به ارزیابی شدت آن باشد (Hayes, Michael,.J 1999). این روش به وسیله مک‌کیز با توجه به بررسی تأثیرات متفاوت کمبود بارش بر روی آبهای زیرزمینی، ذخایر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک، کلاهک برفی و جریان آبراهه، ارایه شده است (Bryant,E.A 1991). این نمایه جهت کمی‌کردن کمبود بارش در مقیاس زمانی چند ماهه و منعکس‌کننده تأثیرات خشکسالی بر روی نوسانات موجود بارش در مقیاس زمانی نسبتاً کوتاه بوده، در عین حال باید توجه داشت که جریان آبهای زیرزمینی و ذخائر آبهای سطحی منعکس‌کننده نوسانات درازمدت بارش می‌باشند. به همین دلیل SPI اساساً برای مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می‌شود. نمایه SPI به وسیله قرار دادن تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار بارش به دست می‌آید. (Bodaghjamali,J. et al, 2003)

میانگین SPI در مقیاس زمانی در یک موقعیت صفر خواهد بود و انحراف معیار آن برابر یک می‌باشد، این یک مزیت است زیرا SPI نرمال شده است. بنابراین اقلیمهای خشک‌تر و مرطوب‌تر می‌توانند به همان روش نشان داده شوند. علاوه بر دوره‌های خشکسالی، دوره‌های ترسالی هم به وسیله نمایه SPI بررسی می‌شود. یک حادثه خشکسالی هر زمانی که SPI به

2- Percent of Normal, Standardized Pprecipitation Index, Crop Moisture Index, Reclamation Drought Index, Decile, Palmer Drought Severity Index

www.SID.ir

Archive of SID

طور مداوم منفی باشد و شدت آن به ارقام ۱- یا کمتر برسد، اتفاق می‌افتد. این حادثه زمانی که SPI به مقادیر مثبت برگردد تمام می‌شود. بنابراین هر حادثه خشکسالی دارای یک دوره زمانی می‌باشد که به وسیله شروع و خاتمه آن تعریف می‌شود و شدت آن برای هر ماه تا زمانی که حادثه تداوم دارد محاسبه می‌شود (جدول ۲). (نوریان، علی محمد و همکاران، ۱۳۸۱)، (مقدم، حسین و همکاران، ۱۳۸۰)

جدول ۲ طبقه بندی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI

درجه بندی خشکسالی	شاخص SPI
خشکسالی ملایم	۰/۹۹ - تا ۰
خشکسالی متوسط	۱/۴۹ - تا ۱-
خشکسالی شدید	۱/۹۹ تا ۱/۵-
خشکسالی حاد	۲- و کمتر

شاخص رطوبت محصول

شاخص CMI منعکس‌کننده رطوبت در دوره‌های زمانی کوتاه و در مورد محصولات زراعی عمده می‌باشد. CMI همچنین می‌تواند بیانگر ارزیابی خشکسالیهای طولانی‌مدت باشد. این روش، خشکسالی کشاورزی بالقوه را تعریف می‌کند. در این روش، از راهبردهای هواشناسی، جهت نمایش هفته به هفته وضعیت محصولات زراعی به کاربرده می‌شود. CMI جهت تغییرات کوتاه مدت وضعیت رطوبت در مناطق عمده کشت زراعی استفاده می‌شود. این روش براساس میانگین دما و مجموع بارش هر هفته در یک تقسیم اقلیمی نسبت به مقادیر CMI هفته قبل است. CMI سریعاً به شرایط متغیر پاسخ می‌دهد و به وسیله مکان و زمان، دارای ضرایب وزنی است. CMI همچنین می‌تواند جهت زمانهای بارش در ابتدای فصل رشد یک محصول مورد استفاده قرار گیرد. (جدول۳).

جدول ۳ طبقه بندی خشکسالی با استفاده از شاخص CMI

درجه‌بندی خشکسالی	شاخص CMI
شدیداً مرطوب (ترسالی)	۴ و بیشتر
ترسالی متوسط	۴ تا ۱/۵
ترسالی ملایم و نرمال	۱/۵ تا ۰/۱
خشکسالی ملایم و نرمال	۰/۱ تا ۰
خشکسالی متوسط	۴- تا ۱-
خشکسالی شدید	۴- و کمتر

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص خشکسالی احیایی

محاسبات شاخص RDI براساس داده‌های تراز سطح آب رودخانه، میزان بارش برف، مقدار جریانهای سطحی، حجم ذخایر آب و همچنین دما می‌باشد. مؤلفه درجه حرارت می‌تواند به جای مقادیر تبخیر در محاسبات وارد شود. مزیت این روش آن است که هم میزان آب قابل دسترس و هم عوامل اقلیمی را مورد ملاحظه قرار می‌دهد (Land information for Drought 2000).

شاخص دهک‌ها

شاخص دهک‌ها جهت جلوگیری از مشکلات به‌کارگیری روش درصد از نرمال ابداع شده است. این شاخص از تقسیم توزیع احتمال وقوع درباره آمار ثبت شده درازمدت بارش بر بخشی از هر یک از ده درصد توزیع به دست می‌آید. هر یک ازاین مقوله‌ها به نام دهک نامیده می‌شود. اولین دهک بارش (بارش به وقوع پیوسته) از پایین‌ترین ۱۰ ٪ بارش به وقوع پیوسته تجاوز نمی‌کند. (جدول ۴). در این روش به آمار اقلیمی طولانی از منطقه نیاز می‌باشد (Land information for Drought 2000) (Wihite, D.A & Glantz, M.H 1985) .

جدول ۴ طبقه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص دهک‌ها

طبقه بندی دهک‌ها		
دهک ۲-۱	پایین ترین ۲۰٪	خیلی کمتر از نرمال
دهک ۴-۳	۲۰٪ بعداز پایین ترین	کمتر از نرمال
دهک ۶-۵	۲۰٪ وسطی	تقریبا نرمال
دهک ۸-۷	۲۰٪ بالاتر از وسطی	بیشتر از نرمال
دهک ۱۰-۹	بالاترین ۲۰٪	خیلی بیشتر از نرمال

شاخص شدت خشکسالی پالمر

شاخص PDSI در سال ۱۹۶۵ به وسیله پالمر ارایه شد و اولین نمایه جامع خشکسالی است که در ایالات متحده به‌کارگرفته شده است. در این سال پالمر، شاخصی را برای اندازه‌گیری میزان انحراف منابع رطوبت ابداع نمود. این نمایه براساس بیلان آب یا مفهوم تولید و تقاضای آب استوار است. PDSI یک نمایه هواشناسی است و به شرایط هواشناسی پاسخ می‌دهد که به‌طور غیرطبیعی خشک یا مرطوب باشد. میزان PDSI براساس داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

بارش، دما و همچنین محتوی آب قابل دسترس[3] (AWC) و خاک محاسبه می‌شود. میزان نمایه پالمر بین ۶- و ۶+ است (جدول ۵). این نمایه براساس مطالعات بر روی کانزاس غربی و آیوای مرکزی ارایه شده است (Dai,A.K.Trenberth, Karl, 1998).

نمایه پالمر یکی از روشهای بسیار مؤثر در تعیین خشکسالی طولانی مدت (چند ماهه) می‌باشد ولی به عنوان پیش‌بینی کوتاه مدت (مثلاً چند هفته) جواب خوبی نمی‌دهد. امتیاز دیگر نمایه پالمر آن است که نسبت به شرایط اقلیم محلی استاندارد می‌باشد. بنابراین می‌تواند در هر بخش از کشور جهت نشان‌دادن خشکسالی نسبی یا ترسالی مورد استفاده قرارگیرد (محمدنیا قرائی، سهراب و همکاران، ۱۳۷۹).

جدول ۵ طبقه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص شدت خشکسالی پالمر

درجه بندی خشکسالی	شاخص PDSI
بسیار مرطوب (ترسالی شدید)	۴ و بیشتر
خیلی مرطوب	۳/۹۹ -۳
مرطوب متوسط	۲/۹۹ -۲
تقریبا مرطوب	۱/۹۹ — ۱
تا حدودی مرطوب	۰/۹۹ — ۰/۵
تقریبا نرمال	تا ۰/۴۹ — ۰/۴۹
تا حدی خشک	تا ۰/۵ــ - ۰/۹۹
خشکسالی ملایم	تا ۱ــ - ۱/۹۹
خشکسالی متوسط	تا ۲ــ - ۲/۹۹
خشکسالی شدید	تا ۳ــ - ۳/۹۹
خشکسالی بسیار شدید (حاد)	۴ــ و کمتر

سه جنبه مهم در کاربرد روش PDSI وجود دارد:

۱) این روش امکان برنامه‌ریزی جهت نابهنجاریهای غیر نرمال وضعیت هوا در یک منطقه را تأمین می‌کند.

۲) فرصتی را جهت شرایط مکانی از یک دیدگاه تاریخی فراهم می‌کند.

۳) یک نمایش زمانی، فضایی از خشکسالیهای تاریخی را تأمین می‌کند (Javanmard,S. .et al)

3- Available **Water Content**

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی خشکسالی در استان یزد

در این بخش وضعیت خشکسالی در استان یزد با توجه به انواع خشکسالیها که در شکل ۱ نشان داده شده، مورد بررسی قرار گرفته است:

در مرحله اول خشکسالی آبی (۷۹-۷۸) در یزد نمونه ای از نوع خشکسالی هواشناسی می باشد که طی آن متوسط بارش استان به کمتر از ۳۰ درصد بارش سالیانه آن رسید و به عنوان خشک‌ترین سال زراعی طی ۵۰ سال گذشته ثبت شد.

در مرحله بعد که منابع آب قابل دسترس پوشش‌گیاهی منطقه، تکافوی نیاز آبی آنها را نداده و باعث پژمردگی و سپس خشکیدگی بر بخش وسیعی از زراعت و باغهای منطقه گردیده، خشکسالی کشاورزی آغاز شده است. یکی از ویژگیهای محدوده استان یزد کمبود رطوبت اشباع، خشکی و گرمای شدید هوا و محیط برای پوشش‌گیاهی می‌باشد. این عوامل باعث تشدید پدیده خشکی و خشکسالی شده و تبخیر و تعرق گیاه را به شدت افزایش می‌دهد. بنابراین مناطق خشک نسبت به مناطق پرباران و مرطوب‌تر، هم دریافت کمتری از بارش دارند و هم آب بیشتری باید به صورت تبخیر و تعرق به محیط باز پس دهند. از این رو تنش خشکی در مناطق خشک شدیدتر بوده و اصل حیات را به مخاطره می‌اندازد.

پس از مرحله خشکسالی هواشناسی و کشاورزی، مرحله خشکسالی هیدرولوژیک روی می‌دهد که به صورت کاهش آبدهی رودخانه‌ها، افت سطح تراز آب دریاچه‌ها، افت سطح آبهای زیرزمینی و کاهش آبدهی چشمه‌ها و قنوات ظاهر می‌شود. خشکسالی سال زراعی ۸۰- ۷۹ در این مرحله قرار داشته و عمده‌ترین بعد ظاهر شده خشکسالی کاهش شدید منابع آب سطحی و زیرزمینی استان به میزان حداقل ۲۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. براساس آمار سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای یزد در سال آبی ۸۰-۷۹ بیش از ۲۴۰۰ چشمه ــ قنات و چاههای روستایی به میزان (۱۰۰- ۸۰) درصد از آبدهی خود را از دست داده و بسیاری از روستاهای استان با مشکل بی‌آبی کشاورزی و کم‌آبی آب شرب و بهداشت مواجه شده‌اند.

خشکسالی اقتصادی شکل دیگری از خشکسالی بوده و حاصل وقوع مراحل قبلی خشکسالی یعنی خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیک و خشکسالی کشاورزی می‌باشد. در این مرحله به علت شدت وقوع خشکسالی، تولیدات زراعی، باغی و دامی سطح

www.SID.ir

Archive of SID

زیرکشت منطقه به شدت کاهش یافته و گاه با اثرات سوء اجتماعی همراه می‌شود. در سال زراعی۸۰-۷۹ پدیده مهاجرت، در اثر رخداد خشکسالی به وقوع پیوسته و بسیاری از روستاهای یزد از سکنه خالی شده است، که خود به علت بی‌آبی و کاهش شدید محصول و خشکیدگی باغها است.

خسارتهای ناشی از خشکسالی در بخشهای مختلف استان یزد به شرح ذیل می‌باشد:

خسارتهای خشکسالی در سال ۸۰-۷۹ تنها به کاهش عملکرد محصولات زراعی و باغی و سطح زیرکشت محصولات زراعی ختم نشد، بلکه با کاهش شدید ذخایر آبی، کم‌آبی کشاورزی و شرب اثرات گسترده زیست محیطی و اثرات سوء اجتماعی نیز همراه شده است برخی از این خسارتها در استان یزد در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶ میزان خسارتهای ناشی از خشکسالی در بخشهای مختلف اقتصادی اجتماعی استان یزد در سال زراعی ۸۰- ۷۹

عنوان بخش	میزان خسارت (میلیارد ریال)
۱ـ بخش کشاورزی	۳۵۰
۲ـ بخش دام	۴۳۰
۳ـ بخش منابع طبیعی	۱۱۵
۴ـ بخش آب شرب شهری	۲۵
۵ـ بخش آب شرب روستایی	۲۰
۶ـ بخش فضای سبز شهری	۱۰
۷ـ بخش حیات وحش استان	۵
جمع	۹۵۵

به عبارتی در سال زراعی ۸۰-۷۹ نزدیک به **۱۰۰۰ میلیارد ریال** خسارت وارده به بخشهای مختلف برآورد شده است.

بررسی شاخصهای پیشنهادی ارزیابی شدت خشکسالی در مقیاس کشوری

الف- شاخص پایه خشکی

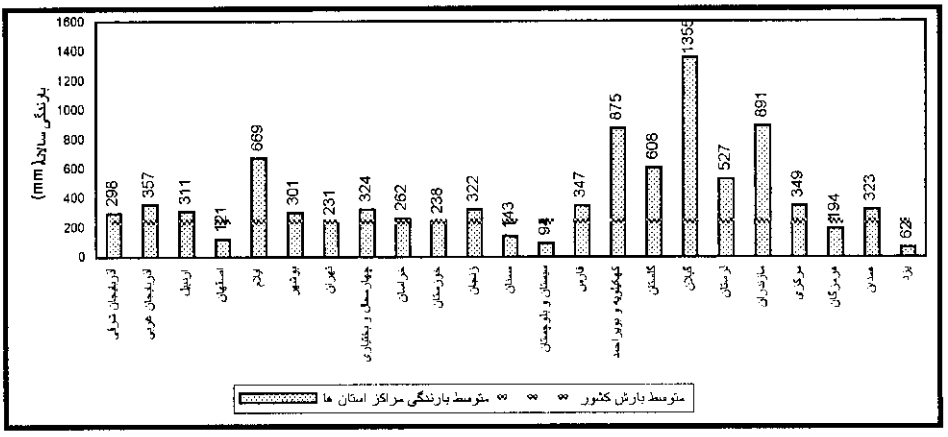
از آنجا که لازم است خشکسالی در تمام سطح کشور مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و معیار واحدی برای تمام استانها در نظر گرفته شود، ضرورت دارد شرایط محیطی در

www.SID.ir

Archive of SID

تمام سطح کشور با یک معیار سنجیده شود. از این رو پیشنهاد می‌شود ۲۵ درصد شاخص خشکسالی هر استان بر مبنای شاخص پایه خشکی آن استان محاسبه شود.

این شاخص با مقایسه وضعیت میانگین بارندگی هر استان با میانگین بارندگی بلندمدت کل کشور، شرایط عدم کفایت رطوبت محیطی هر استان را با وضعیت میانگین کشور مقایسه نموده (نمودار ۱)، و ضریبی را ارایه می‌نماید که ۲۵ درصد کل شاخص خشکسالی استان را شامل می‌شود (نمودار ۲).



نمودار ۱ مقایسه میانگین بارش مراکز استانهای کشور با میانگین بارش کشور

در واقع یک شدت خشکسالی در مناطق مرطوب و مناطق خشک به یک اندازه، زیان‌بار نمی‌باشد. به عبارتی یک کاهش ۵۰ درصدی در بارندگی سالیانه (۹۵ میلی‌متری) سیستان و بلوچستان موجودیت دامداری وابسته به مرتع را کاملاً منهدم می‌سازد در حالی که با کاهش ۵۰ درصدی از بارندگی (۱۳۵۵ میلی‌متری) در استان گیلان ممکن است بعضی از گونه‌های خوش‌خوراک مراتع جنگلی کمتر زادآوری نموده اما دام دامدار جنگل‌نشین هرگز بدون علوفه نمی‌ماند و دامدار نباید از ترس هلاک‌شدن دامها و ازدست رفتن تمام سرمایه‌اش بخش عمده‌ای از دام خود را به بهای اندکی بفروشد.

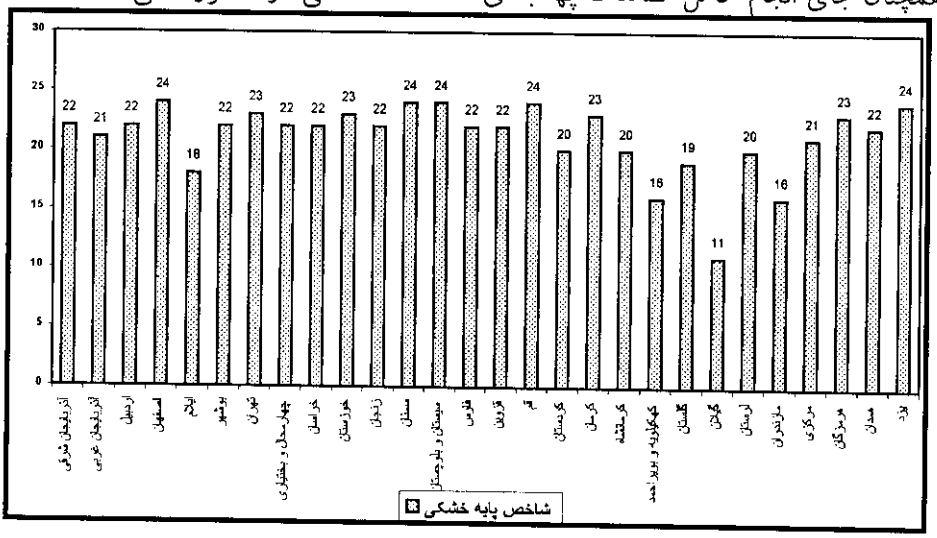
ب) شاخص استعداد و قابلیت خشکسالی

برای اینکه برآورد درستی از میزان خسارتهای احتمالی ناشی از خشکسالی در مناطق مختلف کشور داشته باشیم ضروری است ضمن بررسی توزیع فضایی خشکسالی در یک دوره مشخص در سطح کشور، نقشه‌های هم استعداد و قابلیت خشکسالی کشور تهیه و

www.SID.ir

Archive of SID

فراوانی وقوع خشکسالیها در هر منطقه به عنوان شاخصی ثابت در توزیع اعتبارات مربوط به خشکسالی درنظرگرفته شود. این کار هنوز انجام نشده است و شایسته است توسط سازمانهای ذیربط کشور ازجمله سازمان هواشناسی به عنوان یکی از مقدمات طرح جامع مدیریت بحران خشکسالی مورد مطالعه و پهنه‌بندی قرار گیرد برای این شاخص نیزکه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد وزن ۲۵ درصد از کل شاخص خشکسالی درنظرگرفته شده است، اما همچنان جای انجام کامل مطالعات پهنه‌بندی شدت خشکسالی در کشور خالی است.



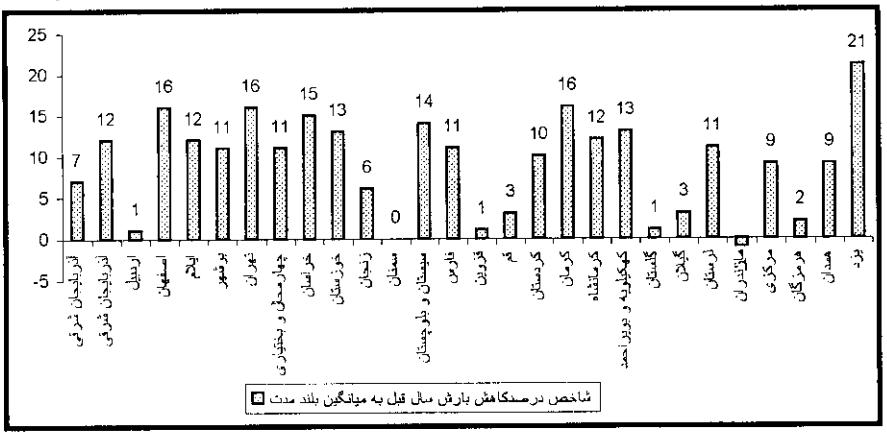
نمودار ۲ شاخص پایه خشکی استانها با وزن ۲۵ درصد از کل شاخص خشکسالی

ج) شاخص شدت خشکسالی سال زراعی قبل (۷۹ - ۱۳۷۸)

از آنجا که اثرات خشکسالی به طور بطئی و کند آشکار می‌شود و به‌عنوان مثال اثرات خشکسالی سال آبی ۷۹- ۷۸ در بیشتر نقاط کشور در سال بعد نیز همچنان ملاحظه شد، یکی دیگر از پارامترهای مؤثر در شدت خشکسالی هر منطقه در هر سال باید شدت خشکسالی سال قبل آن منطقه منظور شود. بر این اساس و بر پایه نسبت بارش سال زراعی قبل به میانگین بلندمدت بارندگی هر استان (میانگین بارش سالیانه مراکز استانها در نمودار ۱ آورده شده است) شاخصی به شرح نمودار ۳ با وزن ۲۵ درصد از شاخص کلی خشکسالی هر استان ارایه شد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۳ شاخص درصد کاهش بارش سال قبل (۷۹ – ۷۸) نسبت به میانگین بلند مدت با وزن ۲۵ درصد از کل شاخص خشکسالی سال زراعی ۸۰ ـ ۷۹

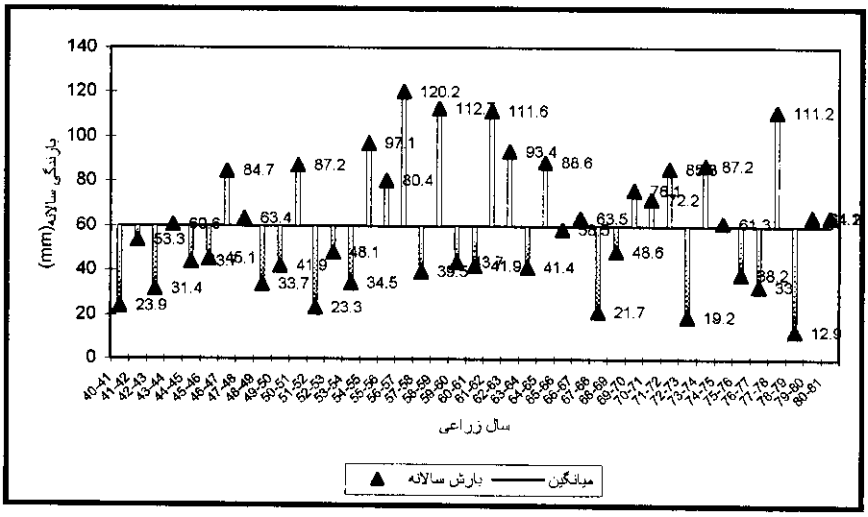
در نمودار۴ نوسانهای بارندگی۴۰ سال زراعی اخیر یزد آورده شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود خشکسالی سال زراعی ۷۹-۷۸ طی سالهای آماری موجود یزد بی سابقه بوده است. از این رو اثرات آن که به صورت کاهش دبی و خشک شدن بیش از ۳۰ درصد چشمه ها و قنوات استان ظاهر شده در سال ۸۰-۷۹ علی‌رغم بارندگی نزدیک به میانگین، همچنان باقی بوده است.

د) شاخص درصد از نرمال

این شاخص برای بررسی وضعیت خشکسالی یک نقطه طی یک دوره مناسب است اما استفاده از آن جهت مقایسه وضعیت رویداد خشکسالی در استانهای مختلف کشور با اقلیمهای مختلف و میزان آب قابل دسترس متفاوت، اصولی نمی‌باشد. از معایب این روش همین بس‌که براساس آن سنندج با بارش ۲۵۷ میلی‌متری از شدت خشکسالی بیشتری نسبت به کرمان با بارش ۹۵ میلی‌متری در سال زراعی ۸۰ - ۷۹ برخوردار می‌باشد. و یا اینکه یزد تنها با ۲/۶ میلی‌متر بارش بیش از میانگین دوره (۶۱/۵ میلی‌متر) از خشکسالی در امان بوده در حالی‌که یاسوج با ۵۷۰ میلی‌متر بارندگی طی همین دوره از خشکسالی شدید متأثر شده است (نمودار ۵).

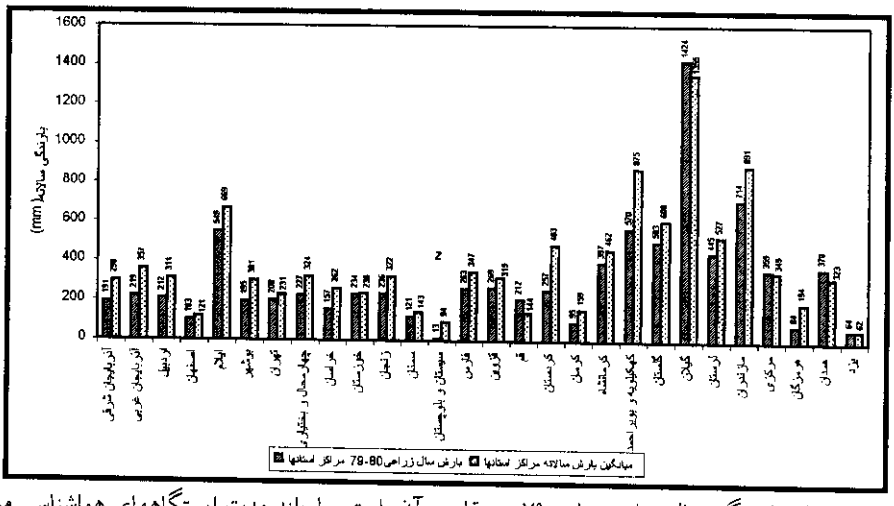
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۴ نوسانهای بارش سال زراعی ایستگاه سینوپتیک یزد

(خشکسالی سال زراعی ۷۹- ۷۸ در ۴۰ سال گذشته بی‌سابقه بوده و اثرات آن در سال بعد نیز همچنان باقی بود.)



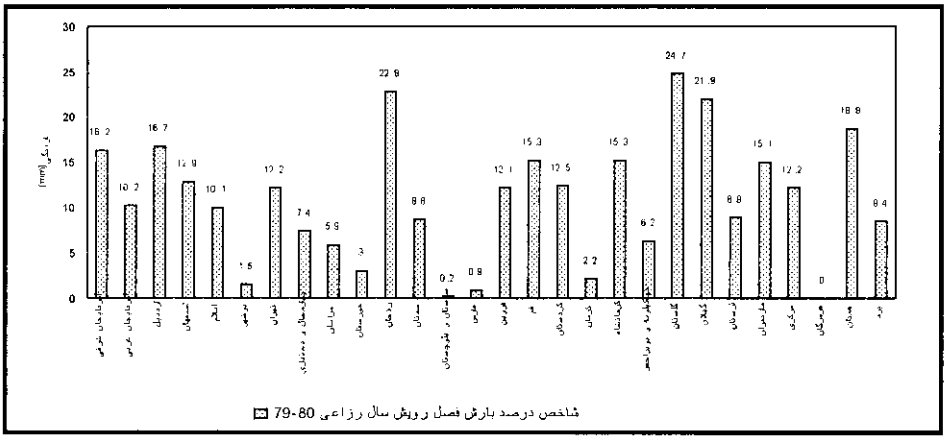
نمودار ۵ میزان بارندگی سال زراعی ۸۰ - ۷۹ و مقایسه آن با متوسط بلند مدت ایستگاههای هواشناسی مراکز استانهای کشور

www.SID.ir

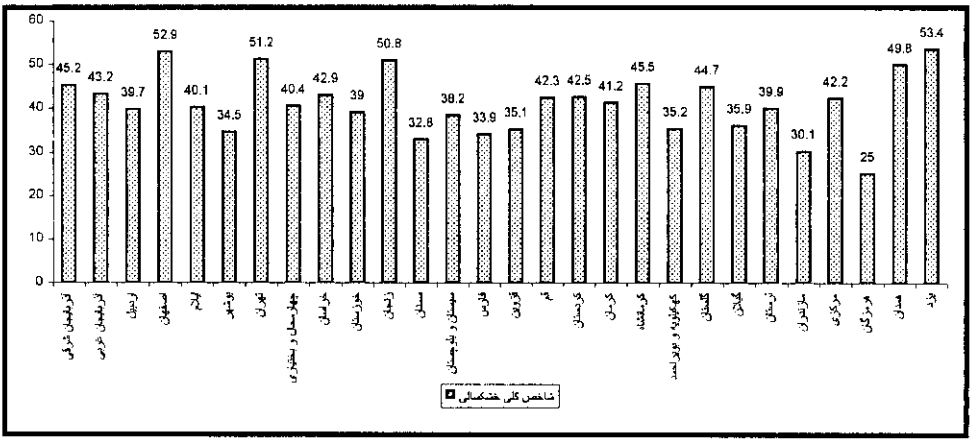
Archive of SID

و) شاخص درصد بارش فصل رویش[۴]

این شاخص با توجه به اهمیت بارندگی در دوره رویشی گیاهان، میزان بارش در فصل رویش را مدنظر قرار داده است. مقادیر این شاخص از تقسیم مجموع بارش فصل بهار و تابستان به میانگین بارش سال زراعی محل به دست می‌آید. این شاخص نیز ۲۵ درصد از شاخص کل خشکسالی هر استان را تشکیل می‌دهد. مقادیر این شاخص در جدول ۷ و نمودار۶ آورده شده است.



نمودار ۶ شاخص درصد بارش فصل رویش در سال زراعی ۸۰-۷۹



نمودار ۷ شاخص کلی خشکسالی (مجموع امتیازات هر استان از نظر ضرایب سه‌گانه پیشنهادی) در سال زراعی ۸۰- ۷۹

4- ipgsp

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ شاخص درصد بارش فصل رویش سال زراعی ۸۰-۷۹ استانهای کشور

ردیف	استان	بارش فصل رویش (Ai)	میانگین بارش سال زراعی (Bi)	(Ai/Bi)	ضریب تبدیل	Ipgsp(4*5)
۱	آذربایجان شرقی	۶۹,۳	۲۹۷	۰,۲۳	۶۹,۴	۱۶,۲
۲	آذربایجان غربی	۵۲,۴	۳۵۷	۰,۱۵	۶۹,۴	۱۰,۲
۳	اردبیل	۷۴,۸	۳۱۱	۰,۲۴	۶۹,۴	۱۶,۷
۴	اصفهان	۲۲,۵	۱۲۱	۰,۱۹	۶۹,۴	۱۲,۹
۵	ایلام	۹۷,۳	۶۶۹	۰,۱۵	۶۹,۴	۱۰,۱
۶	بوشهر	۶,۳	۳۰۱	۰,۰۲	۶۹,۴	۱,۵
۷	تهران	۴۰,۷	۲۳۱	۰,۱۸	۶۹,۴	۱۲,۲
۸	چهارمحال وبختیاری	۳۴,۶	۳۲۴	۰,۱۱	۶۹,۴	۷,۴
۹	خراسان	۲۲,۳	۲۶۲	۰,۰۹	۶۹,۴	۵,۹
۱۰	خوزستان	۱۰,۱	۲۳۷	۰,۰۴	۶۹,۴	۳,۰
۱۱	زنجان	۱۰۵,۴	۳۲۱	۰,۳۳	۶۹,۴	۲۲,۸
۱۲	سمنان	۱۸	۱۴۲	۰,۱۳	۶۹,۴	۸,۸
۱۳	سیستان وبلوچستان	۰,۳	۹۴	۰,۰۰	۶۹,۴	۰,۲
۱۴	فارس	۴,۳	۳۴۶	۰,۰۱	۶۹,۴	۰,۹
۱۵	قزوین	۵۵,۸	۳۱۹	۰,۱۷	۶۹,۴	۱۲,۱
۱۶	قم	۳۱	۱۴۱	۰,۲۲	۶۹,۴	۱۵,۳
۱۷	کردستان	۸۶,۶	۴۸۲	۰,۱۸	۶۹,۴	۱۲,۵
۱۸	کرمان	۵,۱	۱۵۹	۰,۰۳	۶۹,۴	۲,۲
۱۹	کرمانشاه	۸۹,۳	۴۶۱	۰,۱۹	۶۹,۴	۱۳,۵
۲۰	کهکیلویه‌و بویراحمد	۷۷,۵	۸۷۴	۰,۰۹	۶۹,۴	۶,۲
۲۱	گلستان	۲۱۵,۵	۶۰۷	۰,۳۶	۶۹,۴	۲۴,۷
۲۲	گیلان	۴۲۷,۴	۱۳۵۴	۰,۳۲	۶۹,۴	۲۱,۹
۲۳	لرستان	۶۷,۷	۵۲۶	۰,۱۳	۶۹,۴	۸,۹
۲۴	مازندران	۱۹۳,۵	۸۹۰	۰,۲۲	۶۹,۴	۱۵,۱
۲۵	مرکزی	۶۱,۲	۳۴۸	۰,۱۸	۶۹,۴	۱۲,۲
۲۶	هرمزگان	۰	۱۹۴	۰,۰۰	۶۹,۴	۰,۰
۲۷	همدان	۸۷,۴	۳۲۲	۰,۲۷	۶۹,۴	۱۸,۸
۲۸	یزد	۷,۴	۶۱	۰,۱۲	۶۹,۴	۸,۴
	جمع			۰,۳۶		

www.SID.ir

Archive of SID

براساس مطالعات انجام شده ضروری است تا در آینده با مطالعه بر روی فراوانی خشکسالیهای اتفاق افتاده ضمن پهنه‌بندی شدت خشکسالی در سطح کشور و در مقیاس استانی، با اندازه‌گیریهای میدانی و به‌کارگیری فن‌آوری سنجش از دور به ایجاد بانکهای اطلاعاتی پایش وضعیت محیط در فصول مختلف سال و در نهایت برآورد شاخصهای ترکیبی خشکسالی که نشان دهنده وضعیت واقعی بروز بلای طبیعی در منطقه باشد، به پیش‌آگاهی و پیش‌بینی خشکسالی پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

با عنایت به گستردگی مکانی و تنوع آب و هوایی کشور ایران، استعداد وقوع خشکسالی در تمامی اقلیمهای کشور وجود دارد اما قابلیت هر منطقه نسبت به این پدیده متفاوت است. بر این اساس ضرورت دارد تا ویژگیهای خشکسالی با شاخصهای مناسب منطقه‌ای، پایش شود. در این مقاله که نشان‌دهنده بخشی از نتایج تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌باشد موضوع نوسانات بارش و کاهش مقدار بارندگی در سالهای زراعی ۷۹- ۷۸ و ۸۰- ۷۹ در مقیاس کشوری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت (جدول ۹ و نمودار ۷).

براساس شاخصهای سه‌گانه ارایه شده، مجموع امتیازات هر استان بر اساس جدول ۸ شدتی از خشکسالی را ارایه می‌دهد که می‌تواند ابزار مناسبی برای مقایسه شدت خشکسالی روی داده در یک سال زراعی بین استانهای مختلف کشور بوده و حتی معیاری برای توزیع عادلانه اعتبارات تخصیص داده شده جهت جبران خسارت ناشی ازاین رخداد بین استانها باشد.

جدول ۸ طبقه‌بندی شدت خشکسالی براساس شاخص کلی خشکسالی پیشنهادی

شاخص ترکیبی نهایی خشکسالی	شدت خشکسالی
کوچکتراز ۲۰	بدون خشکسالی
۲۰ -۲۹/۹	خشکسالی ضعیف
۳۰ – ۳۹/۹	خشکسالی متوسط
۴۰ – ۴۹/۹	خشکسالی شدید
بزرگتر از ۵۰	خشکسالی خیلی شدید

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹ ضرایب سه شاخص پیشنهادی برای تخمین شاخص کلی خشکسالی استانهای کشور

ردیف	استان	شاخص پایه خشکی استانها	شاخص شدت خشکسالی سال زراعی قبل	شاخص درصد بارش فصل رویش	مجموع امتیازهراستان از سه شاخص پیشنهادی
۱	آذربایجان شرقی	۲۲	۷	۱۶,۲	۴۵,۲
۲	آذربایجان غربی	۲۱	۱۲	۱۰,۲	۴۳,۲
۳	اردبیل	۲۲	۱	۱۶,۷	۳۹,۷
۴	اصفهان	۲۴	۱۶	۱۲,۹	۵۲,۹
۵	ایلام	۱۸	۱۲	۱۰,۱	۴۰,۱
۶	بوشهر	۲۲	۱۱	۱,۵	۳۴,۵
۷	تهران	۲۳	۱۶	۱۲,۲	۵۱,۲
۸	چهارمحال و بختیاری	۲۲	۱۱	۷,۴	۴۰,۴
۹	خراسان	۲۲	۱۵	۵,۹	۴۲,۹
۱۰	خوزستان	۲۳	۱۳	۳	۳۹
۱۱	زنجان	۲۲	۶	۲۲,۸	۵۰,۸
۱۲	سمنان	۲۴	۰	۸,۸	۳۲,۸
۱۳	سیستان و بلوچستان	۲۴	۱۴	۰,۲	۳۸,۲
۱۴	فارس	۲۲	۱۱	۰,۹	۳۳,۹
۱۵	قزوین	۲۲	۱	۱۲,۱	۳۵,۱
۱۶	قم	۲۴	۳	۱۵,۳	۴۲,۳
۱۷	کردستان	۲۰	۱۰	۱۲,۵	۴۲,۵
۱۸	کرمان	۲۳	۱۶	۲,۲	۴۱,۲
۱۹	کرمانشاه	۲۰	۱۲	۱۳,۵	۴۵,۵
۲۰	کهکیلویه و بویراحمد	۱۶	۱۳	۶,۲	۳۵,۲
۲۱	گلستان	۱۹	۱	۲۴,۷	۴۴,۷
۲۲	گیلان	۱۱	۳	۲۱,۹	۳۵,۹
۲۳	لرستان	۲۰	۱۱	۳,۹	۳۹,۹
۲۴	مازندران	۱۶	-۱	۱۵,۱	۳۰,۱
۲۵	مرکزی	۲۱	۹	۱۲,۲	۴۲,۲
۲۶	هرمزگان	۲۳	۲	۰	۲۵
۲۷	همدان	۲۲	۹	۱۸,۸	۴۹,۸
۲۸	یزد	۲۴	۲۱	۸,۴	۵۳,۴

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ

۱- بداق جمالی، جواد، جوانمرد، سهیلا و شیرمحمدی، رضا: ۱۳۸۱، پایش و پهنه‌بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.

۲- توکلی، محمود: ۱۳۷۸، ارزیابی روند خشکسالی و نقش آن بر مدیریت منابع آب استان یزد، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری.

۳- خزانه‌داری، لیلی، جوانمرد، سهیلا، بداق جمالی، جواد، آهنگرزاده، زهرا، مقدم، حسین و احمدیان، جواد: ۱۳۷۹، بحران خشکسالی و مدیریت مقابله با آن، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران کم آبی و خشکسالی، کرمان.

۴- محمدنیا قرائی، سهراب و همکاران: ۱۳۷۹، بررسی نمایه‌های ارزیابی شدت خشکسالی و امکان‌سنجی کاربرد نمایه شدت خشکسالی پالمر در ایران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس مقابله با کم‌آبی در کرمان.

۵- مقدم، حسین، بداق جمالی، جواد، جوانمرد، سهیلا، مهدویان، عبدالرضا، خزانه داری، لیلی، قیامی، علی، خسروی، محمود و ابراهیم پور، ملیحه: ۱۳۸۰، پایش خشکسالی به روش SPI و بررسی ارتباط آن با نمایه نرمال و دهکها در استان سیستان و بلوچستان، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب.

۶- نوریان، علی محمد، بداق جمالی، جواد و جوانمرد، سهیلا: ۱۲۸۱، گزارش ملی مدیریت ریسک بلایای طبیعی، سازمان هواشناسی کشور.

7- Bodaghjamali,J, Noorian,A.M, Javanmard,S, Moghadam,A.H, Shirmohamadi,R: Monitoring **Drought Over** North-East Of I.R.IRAN Using Standardized Precipitation Index (SPI).

8- Bryant,E.A.: 1991, Natural Hazards, Cambridge University Press.

9- Dai,A.K.Trenberth, Karl: 1998, "Palmer Drought Servity", and Wet Spells 1900-1950 **Geophysics Research** Letar 25 3367-

10- Glantz, M.H. and Katz, R.W: 1977, When Is a DROUGHT?, Nature 267:192-3.

11- Hayes, Michael,.J: 1999, "Drought Indices",12/oct,(Internet).

12- Javanmard,S, Bodaghjamali,J, Kamali,G.A and Ahmadian,M.J: 2003, **Drought Monitoring Using Palmer** Index Over North-East Of I.R.IRAN.

13- Land information for Drought", 2000, Drought indices, http://WWW Csre.11tb. In/m/drought Indices. **Global** Variation in droughts.

14- Tannehill.I.R. Drought: 1947, Its Causes and Effects, Princeton, NJ: Princeton University Press.

15- Wihite,D.A. and Glantz: 1985, M.H,Understanding the Drought Phenomenon: **The Role of Definitions, Water** International 10:111-20.

16- Wilhite,D.A. Rosenberg, N.J., and Glantz, M.H: 1986, " Improving **Federal Response to Drought" Journal of** Climate and Applied Meteorology 25:332-42.

www.SID.ir