

دکتر حسین بری ابرقویی، هواشناسی یزد

دکتر جواد بداق جمالی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد

دکتر محمود نوکلی، هواشناسی کاربردی یزد

شماره مقاله: ۵۷۲

H. Bari Abarghouei, Ph.D

J. Badagh Jamali, Ph.D

M. Tavakoli, Ph.D

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

خلاصه

خشکسالی یکی از بلاایای طبیعی است که در مقایسه با سایر بلاایای 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 آسیب‌دیدگان از کل بلاایای طبیعی را تشکیل می‌دهد.

خسارتهای خشکسالی عمدتاً به صورت کاهش عملکرد مزارع، 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 بر روی 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

قرار گرفته 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.

خصوصیات و تعاریف خشکسالی

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

۱- 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).

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

۳- 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 به کارگیری شاخصهای خشکسالی در خلاصه‌سازی بسیاری از پارامترهای مؤثر این پدیده در سطوح مختلف، برای سیاست‌گذاران 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 خط‌مشی‌های 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 و کاربردی^۱ تقسیم‌بندی می‌شوند

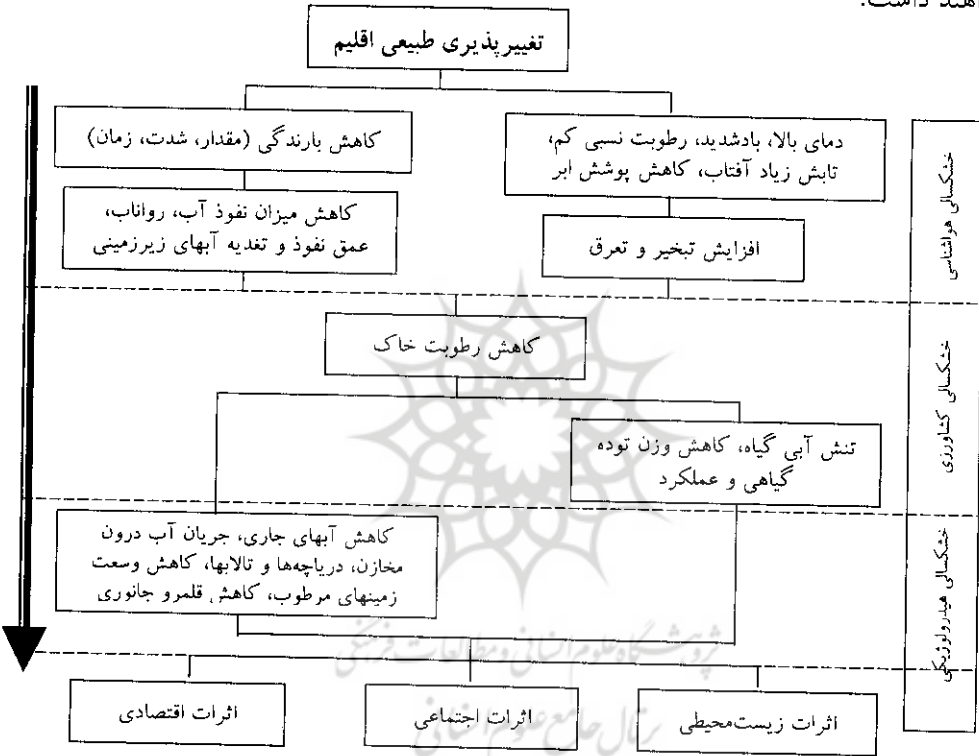
(White, D.A & Glantz, M.H 1985).

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 سیاست‌گذاری در سایر بخشها می‌شود (White, 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.

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

- ۱- مقدار و شدت بارندگی و یا میزان کمبود آن مشخص شود.
 - ۲- مدت زمان، یک ویژگی مهم در تشخیص خشکسالی است و بایستی برای تعیین میزان درجه‌ی خشکسالی ارتباط بین مدت زمان و شدت مشخص شود.
 - ۳- 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 - اجتماعی طبقه‌بندی کرد. شکل ۱ 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 شکل ۱ مشاهده می‌شود که خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژی و در نتیجه

خشکسالی اقتصادی - 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 صورتی که 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 به کار برده می‌شود از جمله شاخص درصد از نرمال (PN)، شاخص استاندارد بارش (SPI)، شاخص رطوبت محصول (CMI)،

شاخص خشکسالی احيایی (RDI)، شاخص دهکها (Deciles) و شاخص شدت خشکسالی پالم (PDSI) ^۲.

شاخص درصد از نرمال

شاخص PN به وسیله تقسیم مقدار واقعی بارش بر بارش نرمال و ضرب کردن آن در عدد ۱۰۰ به دست می آید. بارش نرمال برای هر منطقه ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می شود. این روش یکی از ساده ترین روشهای اندازه گیری شدت خشکسالی است و جهت بیان اولیه خشکسالی مفید می باشد.

شاخص استاندارد شده بارش

شاخص SPI شاخصی است که بستگی به احتمال بارش برای هر زمان و مقیاس است و برای مقیاسهای زمانی مختلف می تواند محاسبه شود و هشدار اولیه ای جهت خشکسالی و کمک به ارزیابی شدت آن باشد (Hayes, Michael, J. 1999). این روش به وسیله مک کیز با توجه به بررسی تأثیرات متفاوت کمبود بارش بر روی آبهای زیرزمینی، ذخایر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک، کلاهک برفی و جریان آبراهه، آرایه شده است (Bryant, E.A. 1991). این نمایه جهت کمی کردن کمبود بارش در مقیاس زمانی چند ماهه و منعکس کننده 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 منعکس کننده نوسانات درازمدت بارش می باشند. به همین دلیل SPI اساساً برای مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می شود. 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 می آید. (Bodaghjamali, J. et al, 2003)

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 اقلیمهای 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

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

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

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

شاخص رطوبت محصول

شاخص CMI منعکس کننده رطوبت در دوره‌های زمانی کوتاه و در مورد محصولات زراعی عمده می‌باشد. CMI همچنین می‌تواند بیانگر ارزیابی خشکسالیهای طولانی مدت باشد. این روش، خشکسالی کشاورزی بالقوه را تعریف می‌کند. در این روش، از راهبردهای هواشناسی، جهت نمایش هفته به هفته وضعیت محصولات زراعی به کار برده 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. (جدول ۳).

جدول ۳ طبقه بندی خشکسالی با استفاده از شاخص CMI

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

شاخص خشکسالی احيایی

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 به کارگیری 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 از این 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) (White, D.A & Glantz, M.H 1985).

جدول ۴ طبقه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص دهک‌ها

طبقه بندی دهک‌ها	
دهک ۱-۲	پایین‌ترین ۲۰٪
دهک ۳-۴	۲۰٪ بعد از پایین‌ترین
دهک ۵-۶	۲۰٪ وسطی
دهک ۷-۸	۲۰٪ بالاتر از وسطی
دهک ۹-۱۰	بالاترین ۲۰٪

شاخص شدت خشکسالی پالمیر

شاخص PDSI در سال ۱۹۶۵ به وسیله پالمیر ارایه شد و اولین نمایه جامع خشکسالی است که در ایالات متحده به کار گرفته شده است. در این سال پالمیر، 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

بارش، دما و همچنین محتوی آب قابل دسترس^۳ (AWC) و خاک محاسبه می‌شود. میزان نمایه پالمیر 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 پالمیر 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 پالمیر 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 قرار گیرد (محمدنیا قرائی، سهراب و همکاران، ۱۳۷۹).

جدول ۵ طبقه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص شدت خشکسالی پالمیر

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

سه جنبه مهم در کاربرد روش PDSI وجود دارد:

- این روش امکان برنامه‌ریزی جهت نابهنجاریهای غیر نرمال وضعیت هوا در یک منطقه را تأمین می‌کند.
- فرصتی را جهت شرایط مکانی از یک دیدگاه تاریخی فراهم می‌کند.
- یک نمایش زمانی، فضایی از خشکسالیهای تاریخی را تأمین می‌کند (Javanmard, S. et al).

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 (۷۸-۷۹) 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 پوشش گیاهی 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 پوشش گیاهی می باشد. این عوامل باعث تشدید پدیده خشکی و خشکسالی شده و تبخیر و تعرق گیاه را به شدت افزایش می دهد. بنابراین مناطق خشک نسبت به مناطق پر باران و مرطوب تر، 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 می اندازد.

پس از مرحله خشکسالی هواشناسی و کشاورزی، مرحله خشکسالی هیدرولوژیک روی می دهد که به صورت کاهش آبدهی رودخانه ها، افت سطح تراز آب دریاچه ها، افت سطح آبهای زیرزمینی و کاهش آبدهی چشمه ها و قنوات ظاهر می شود. خشکسالی سال زراعی ۷۹-۸۰ در این مرحله قرار داشته و عمده ترین بعد ظاهر شده خشکسالی کاهش شدید منابع آب سطحی و زیرزمینی استان به میزان حداقل ۲۵۰ میلیون مترمکعب می باشد. براساس آمار سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه ای یزد در سال آبی ۷۹-۸۰ بیش از ۲۴۰۰ چشمه - قنات و چاههای روستایی به میزان (۸۰-۱۰۰) درصد از آبدهی خود را از دست داده و بسیاری از روستاهای استان با مشکل بی آبی کشاورزی و کم آبی آب شرب و بهداشت مواجه شده اند.

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

زیرکشت منطقه به شدت کاهش یافته و گاه با اثرات سوء اجتماعی همراه می‌شود. در سال زراعی ۷۹-۸۰ 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 ۷۹-۸۰ 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 خسارتهای 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 ۷۹-۸۰

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

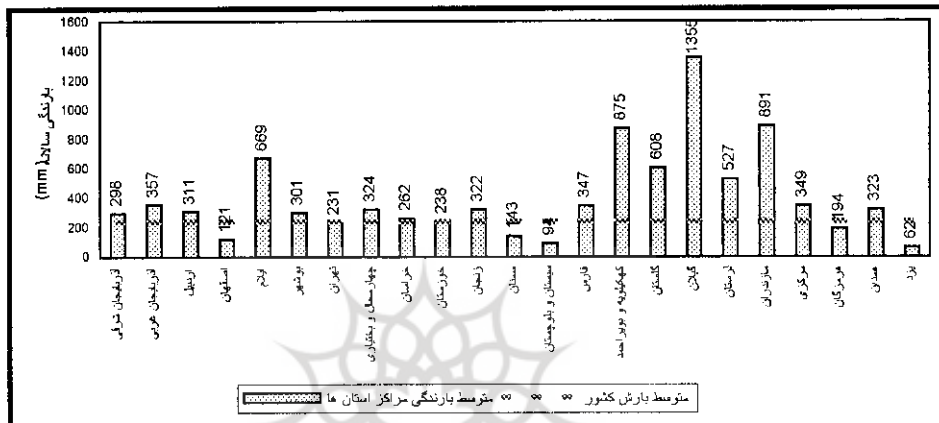
به عبارتی در سال زراعی ۷۹-۸۰ نزدیک به ۱۰۰۰ میلیارد ریال خسارت وارده به بخشهای مختلف برآورد شده است.

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

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 ارائه می‌نماید که ۲۵ درصد کل شاخص خشکسالی استان را شامل می‌شود (نمودار ۲).



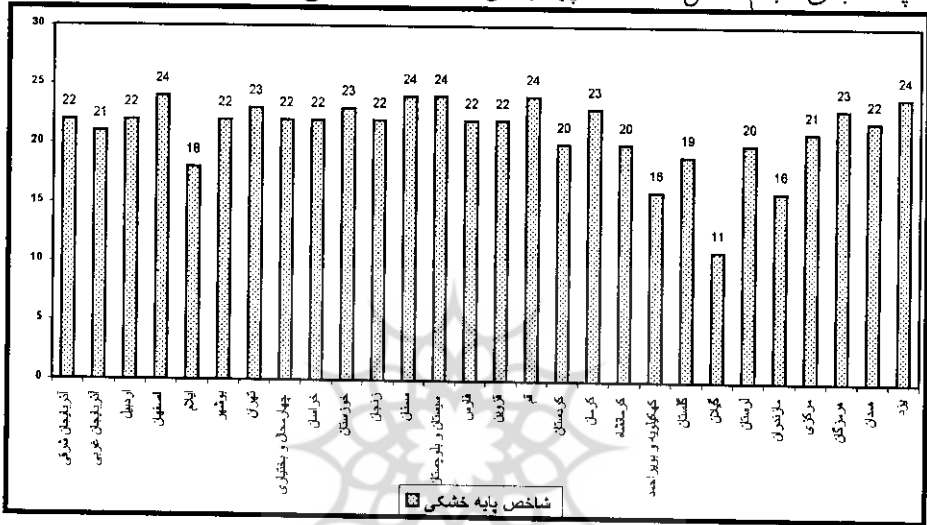
نمودار ۱ مقایسه میانگین بارش مراکز استانهای کشور با میانگین بارش کشور

در واقع یک شدت خشکسالی در مناطق مرطوب و مناطق خشک به یک اندازه، زیان بار 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 هلاک شدن 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 هم‌استعداد و قابلیت خشکسالی کشور تهیه و

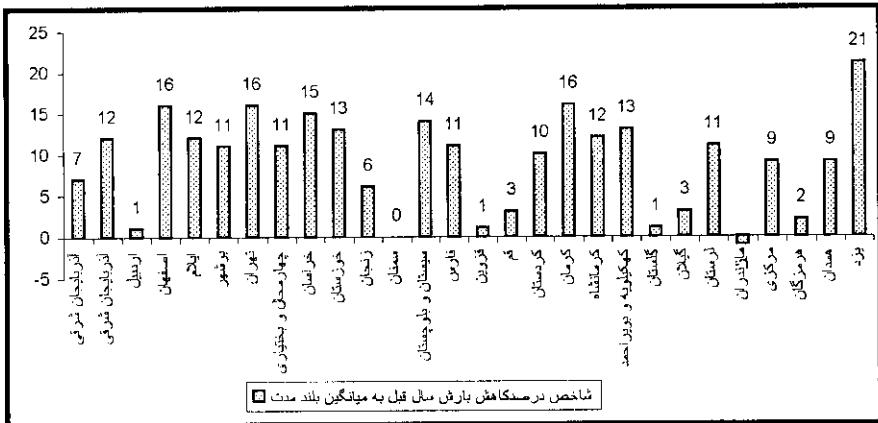
فراوانی وقوع خشکسالیها در هر منطقه به عنوان شاخصی ثابت در توزیع اعتبارات مربوط به خشکسالی در نظر گرفته شود. این کار هنوز انجام نشده است و شایسته است توسط سازمانهای ذیربط کشور از جمله سازمان هواشناسی به عنوان یکی از مقدمات طرح جامع مدیریت بحران خشکسالی مورد مطالعه و پهنه‌بندی قرار گیرد برای این شاخص نیز که از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد وزن ۲۵ درصد از کل شاخص خشکسالی در نظر گرفته 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 ۷۸-۷۹ 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.

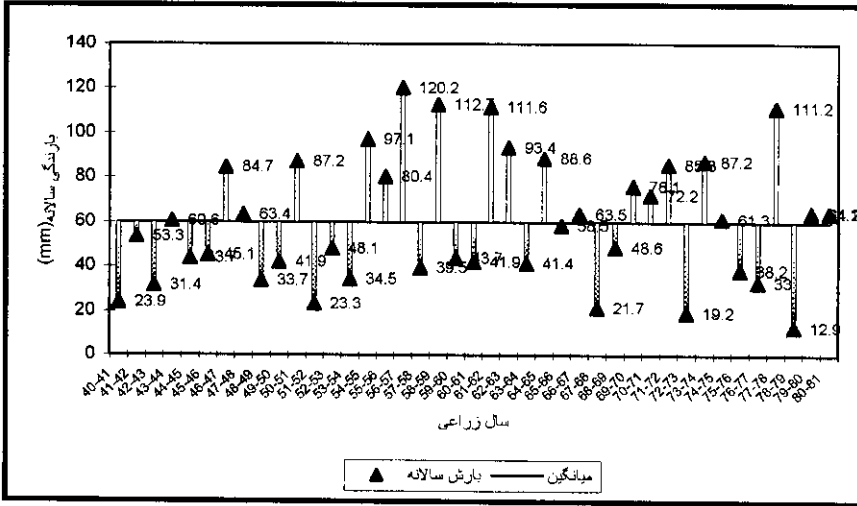


نمودار ۳ شاخص درصد کاهش بارش سال قبل (۷۸ - ۷۹) نسبت به میانگین بلند مدت با وزن ۲۵ درصد از کل شاخص خشکسالی سال زراعی ۸۰ - ۷۹

در نمودار ۴ نوسانهای بارندگی ۴۰ سال زراعی اخیر یزد آورده شده است. چنانکه مشاهده می شود خشکسالی سال زراعی ۷۸-۷۹ 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 ۷۹-۸۰ علی رغم بارندگی نزدیک به میانگین، همچنان باقی بوده است.

(د) شاخص درصد از نرمال

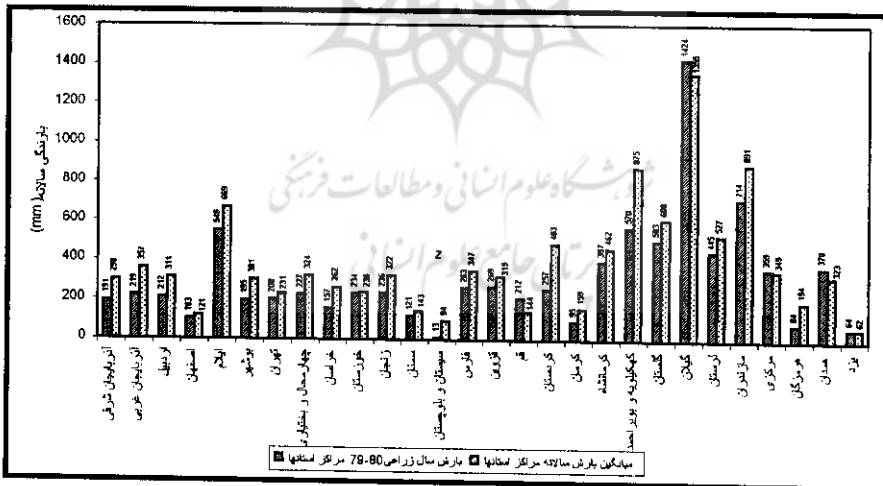
این شاخص برای بررسی وضعیت خشکسالی یک نقطه طی یک دوره مناسب است اما استفاده از آن جهت مقایسه وضعیت رویداد خشکسالی در استانهای مختلف کشور با اقلیمهای مختلف و میزان آب قابل دسترس متفاوت، اصولی نمی باشد. از معایب این روش همین بس که براساس آن سنجج با بارش ۲۵۷ میلی متری از شدت خشکسالی بیشتری نسبت به کرمان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



نمودار ۴ نوسانهای بارش سال زراعی ایستگاه سینوپستیک یزد

(خشکسالی سال زراعی ۷۹-۷۸ در ۴۰ سال گذشته بی سابقه بوده و اثرات آن در سال

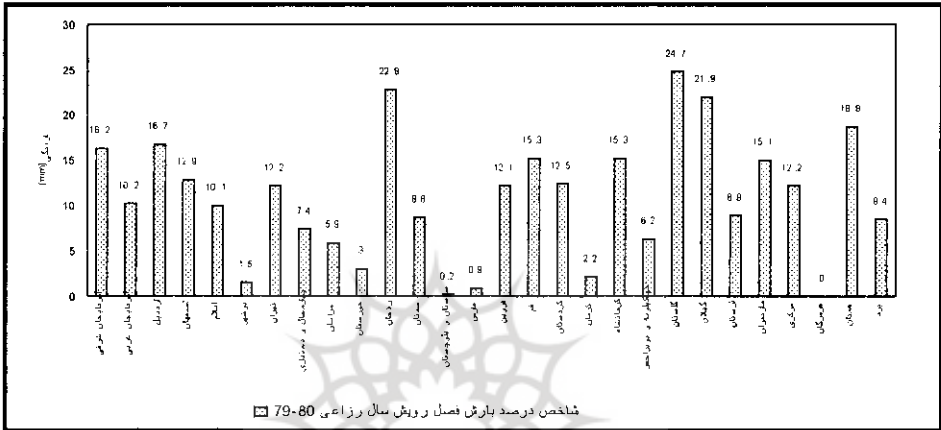
بعد نیز همچنان باقی بود.)



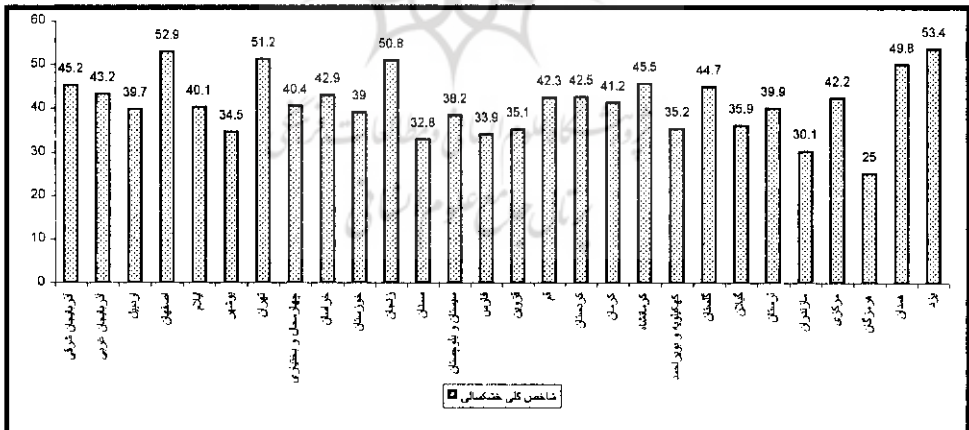
نمودار ۵ میزان بارندگی سال زراعی ۸۰ - ۷۹ و مقایسه آن با متوسط بلند مدت ایستگاههای هواشناسی مراکز استانهای کشور

و) شاخص درصد بارش فصل رویش^۴

این شاخص با توجه به اهمیت بارندگی در دوره رویش 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 نمودار ۶ آورده شده است.



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



نمودار ۷ شاخص کلی خشکسالی (مجموع امتیازات هر استان از نظر ضرایب سه گانه پیشنهادی)

در سال زراعی ۷۹-۸۰

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	Ippsp(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 و بختیاری	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 و بلوچستان	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	کهگیلویه و 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		

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 نشان‌دهنده وضعیت واقعی بروز بلای طبیعی در منطقه باشد، به پایش آگاهی 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 ارائه شده، مجموع امتیازات هر استان بر اساس جدول ۸ شدتی از خشکسالی را ارائه 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 از این رخداد بین استانها باشد.

جدول ۸ طبقه‌بندی شدت خشکسالی براساس شاخص کلی خشکسالی پیشنهادی

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

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 امتیازها 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	کهگیلویه 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

منابع و مآخذ

- ۱- بذاق جمالی، جواد، جوانمرد، سهیلا و شیرمحمدی، رضا: ۱۳۸۱، پایش و پهنه‌بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از تمایه استاندارد شده بارش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.
- ۲- توکلی، محمود: ۱۳۷۸، ارزیابی روند خشکسالی و نقش آن بر مدیریت منابع آب استان یرد، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری.
- ۳- خزانه‌داری، لیلی، جوانمرد، سهیلا، بذاق 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 پالمرد در ایران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس مقابله با کم آبی در کرمان.
- ۵- مقدم، حسین، بذاق 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، بذاق جمالی، جواد و جوانمرد، سهیلا: ۱۳۸۱، 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/droughtIndices>. **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.