تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال ششم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹
Volume 6, No. 1, Spring 2010 (IR-WRR)
۷۱-۵۸

یادداشت فنی

Technical Note

مروری بر معرف‌ها و محرک‌ها و نحوه تدوین آنها برای طرحهای خشکسالی

سعید مرید[۱*] و مهنوش مقدسی[۲]

چکیده

طرح‌های مقابله با خشکسالی از اصلی‌ترین اقدامات برای تسکین اثرات سوء خشکسالی می‌باشند. اما تعریف صحیح معرف‌ها و محرک‌ها نقش کاملاً تعیین‌کننده‌ای در موفقیت این طرح‌ها دارند، تا به استناد آنها نسبت به شروع اقدامات مدیریتی جهت کاهش مصرف آب، شدت و مدت آنها تصمیم‌گیری شود. در توسعه معرف‌ها و محرک‌ها، نکات مهمی مانند انتخاب نوع و تعداد معرف‌ها متناسب با اهداف طرح، نحوه ترکیب، سازگاری مکانی و زمانی و ویژگی‌های آماری آنها باید دخالت داده شوند. این مقاله ضمن پرداختن به این موارد، نقاط ضعف و قوت معرف‌ها ارائه می‌دهد و در نهایت نیز به اهمیت دخیل کردن دستگاههای اجرایی مرتبط با خشکسالی‌ها تأکید دارد.

کلمات کلیدی: خشکسالی، معرف، محرک، مدیریت آب.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۲ خرداد ۱۳۸۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱ تیر ۱۳۸۸

Development of Indicators and Triggers for Drought Plans; A Review

S. Morid [1] and M. Moghaddasi [2]*

Abstract

Drought plans as the main measure to mitigate negative impacts of this natural disaster depend on indicators and triggers that characterize drought conditions and indicate time and type of the predefined responses. There are important issues in developing the relevant indicators and triggers; such as combining approach, temporal and spatial inconsistency and statistical incomparability of these indicators and triggers. Also these indicators should be selected with respect to the objectives of the plans. The main goal of this paper is to address such issues and also introduce the advantages and disadvantages of the referred indicators. Finally, the significant role of expert assessment to finalize the selected approach is highlighted and discussed.

Keywords: Drought, Indicator, Trigger, Water Management.

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس
*- نویسنده مسئول

1- Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran
2- Research Scholar, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran.
*- Corresponding Author

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

خشکسالی بر خلاف بسیاری از بلایای طبیعی، پدیده‌ای است که تدریجا منطقه‌ای را تحت شعاع خود قرار داده و خسارات سنگینی را به همراه می‌آورد. اصولی‌ترین راه حل کاستن از خسارات و بهبود واکنش نسبت به آن، توسعه طرحهای خشکسالی می‌باشد. این طرحها مجموعه دستورالعملها و اقداماتی هستند که تصمیم گیرندگان را قبل، حین و بعد از خشکسالی راهنمائی و هدایت کرده تا این واقعه را با حداقل خسارات سپری نمایند. به عنوان مثال، مرید (۱۳۸۰) و مرید ومقدسی (۱۳۸۴) در بررسی سابقه و تاریخ برخورد دولت آمریکا با خشکسالی اشاره می‌دارند که تا سال ۱۹۸۷ تنها ۴ ایالت این کشور دارای طرح خشکسالی بود و این تعداد بعد از گذشت ۱۰ سال به ۳۲ ایالت رسید و همچنان این روند ادامه دارد. در کشور ما طرحهای استانی هنوز در دستور کار قرار نگرفته‌است، ولی لازم است که توجه جدی به آن معطوف گردد تا در خشکسالی‌ها، جایگاه ارگانهای مختلف دولتی و غیر دولتی معلوم باشد (مرید و میرابوالقاسمی، ۱۳۸۰). مرید و همکاران (۱۳۸۴) نیز روش‌شناسی تدوین این طرحها را در مقیاس استانی ارائه داده‌اند که می‌تواند مبنای خوبی برای توسعه آنها باشد. اما موفقیت این طرحها بستگی جدی به معرفها و محرکهایی دارد که بر اساس آنها، نوع، زمان شروع و پایان اقدامات تسکین تعیین می‌گردد. با توجه به موارد فوق، این مقاله در حد ممکن به تبیین معرفها و محرکها در طرحهای مقابله با خشکسالی می‌پردازد و نکاتی در خصوص معیارهای لازم در انتخاب و نحوه ترکیب آنها برای استفاده بهتر در طرحهای خشکسالی با توجه به تجربیات مولفین و دیگر منابع ارائه می‌دهد.

۲- معرف‌ها و محرکهای خشکسالی (Drought Indicators and Triggers)

معرف‌ها متغیرهایی هستند که قادرند بطور کمی مدت، شدت و وسعت مکانی خشکسالی را توصیف نمایند. آنها عموماً براساس متغیرهای هواشناسی و یا هیدرولوژیکی می‌باشند. محرک‌ها، مقادیر حدی هر یک از معرف‌ها بوده که شدت خشکسالی و زمانی که باید فعالیتهای مدیریتی شروع و یا خاتمه یابند را تعیین می‌نمایند (Steinemann, 2003). در توسعه و تدوین معرف‌ها و محرک‌ها لازم است تا مواردی مانند سازگاری مکانی و زمانی، ویژگی مکانی و زمانی، یکنواختی آماری بین محرک‌ها، یکنواختی آماری بین طبقات و شروع و پایان خشکسالی مدنظر باشد که توسط Steinemann et al. (2005) بطور مطلوبی تشریح شده‌اند.

۲-۱- تک معرف‌ها

بارندگی : کمبود بارندگی، نقطه شروع خشکسالی هواشناسی است که به عنوان یک معرف، کاربرد فراوان و مؤثری دارد. یک اشکال مهم این متغیر در آن است که طی فاصله کوتاه زمانی تغییرات زیادی دارد. اما این معرف امروزه بیشترین کاربرد را پایش خشکسالی دارد و شاخص‌های مختلفی مانند SPI[1] و EDI[2]، DI[3]، CZI[4]و MCZI[5] و بسته نرم افزاری Drought Index Package (مرید و همکاران، ۱۳۸۴) و REDIM (Cancelliere et al., 2005) هستند که فقط براساس این متغیر کار می‌کنند. ضمن اینکه در مراجعی عدم رفتار یکسان شاخص‌هائی از این قبیل تشریح و تحلیل شده است (Wu et al., 2001, Morid et al., 2005).

جریان رودخانه : آورد رودخانه تابعی از رطوبت خاک، سطح آب زیرزمینی، رواناب و بارندگی می‌باشد. مزیت این معرف توانایی آن در ارائه وضعیتی از رطوبت کل حوضه است (Dracup et al., 1980).

ذخیره مخزن: این معرف نیز ویژگی‌های مفیدی دارد، زیرا به طور نسبی آسان تعیین می‌شود و مواردی مانند مدیریت و تقاضا را می‌تواند در خود جای دهد (Titlow, 1987).

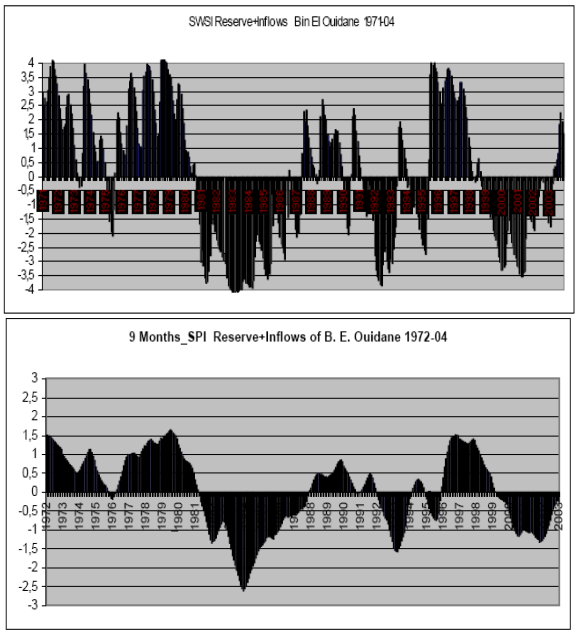
آب زیرزمینی: در بسیاری از مناطق، آب زیرزمینی بعنوان یک منبع اصلی آب بوده و میزان ارتفاع یا افت آن بعنوان یک معرف قابل استفاده است، هرچند ممکن است بواسطه برداشت بی‌رویه بعنوان یک معرف با محدودیتهایی مواجه گردد (Johson and Khone, 1993).

۲-۲- چند معرف‌ها (Multi-Indicators)

تلاشهایی برای برقراری ارتباط ترکیبی از معرفها با سطوح خشکسالی صورت گرفته که منجر به شاخصهای چند معرفه شده است. از معروف‌ترین آنها SWSI (Surface Water Supply Index) می‌باشد (Doesken and Mckee, 1991). نقاط ضعفی برای این شاخص گزارش شده مانند اینکه روش مشخصی برای بهینه‌سازی پارامترهای آن وجود ندارد، برآورد آن متکی به تجربه می‌باشد، نحوه محاسبه و عملکرد آن در تمام حوضه‌ها یکسان نبوده و ارقام شاخص در حوضه‌های مختلف مفهوم یکسانی ندارد. در تحقیقی Ameziane et al. (2003) برای پایش خشکسالی در مراکش از این شاخص و SPI-9 استفاده نمودند که بخشی از نتایج کار آنها در

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۱ آمده‌است. ملاحظه می‌گردد که هر چند دو شاخص محدوده متفاوتی را دارند، ولی شباهت رفتار آنها مشهود است.



شکل ۱- (الف) رفتار شاخص SWSI و (ب) SPI ۹ ماهه و در ناحیه بین الاویدن مراکش

همچنین روش چانگ (Chang and Kleopa, 1991) نیز نمونه دیگری است که ترکیبی از معرف‌ها را در خود جای داده است. آنها این روش را با استفاده از ۵ معرف شامل جریان رودخانه، بارندگی، دما، سطح آب زیرزمینی و سطح آب در مخازن ارائه دادند.

تحقیقات کمی برای مقایسه عملکرد پایش خشکسالی با شاخصهای تک معرفه و چند معرفه انجام شده است. در تحقیقی مرید و پایمزد (۱۳۸۴، ۱۳۸۵) برای ارزیابی وضعیت خشکسالی استان تهران، از شاخص EDI (تک معرف) و روش Chang (چند معرف) استفاده نمودند. عکس العمل متفاوت هر یک از روشها در مقابل تغییر متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی طی این دوره مطالعاتی کاملا مشهود بود. اختلاف فراوانی نیز در اعلام طبقات خشکسالی مانند "خشکسالی شدید" به چشم می‌خورد.

۳- روش ترکیب و همسان‌سازی معرف‌ها و محرک‌ها

فرآیند ترکیب معرف‌ها و محرک‌ها با دو روش قابل انجام است. راه حل اول تبدیل چندین معرف به یک شاخص می‌باشد، (مانند SWSI) که اطلاعات معرف‌ها را در یک مقدار تجمیع می‌نماید. روش دوم، تعریف سطوح خشکسالی و انتقال همه معرف‌ها به یک مقیاس درصد بر اساس سطوح تعریف شده می‌باشد (Steinemann, 2003).

۳-۱- نحوه محاسبه معرف‌های چند مدته (Multi-period Indicators)

یکی از مشکلات معرف‌های تک‌مته، نوسانات موجود در اعلام وضعیت خشکسالی بوده که اجرای واکنشهای مدیریتی را با مشکلاتی مواجه می‌کند (مقدسی و همکاران، ۱۳۸۳; Moghaddasi et al., 2004). برای رفع این مشکل می‌توان از مقیاس زمانی چند مدته استفاده نمود. مثال ساده برای این مورد، انتخاب مقیاس زمانی دو ماهه و مبنا قرار دادن حداکثر یا حداقل مقدار معرف برای هر دو ماه متوالی (ماه ۱و۲، سپس ۲و۳ و الی آخر) می‌باشد. Steinemann and Cavalcanti (2006) براساس ترکیب معرفهای ماه جاری و به تعداد لازم ماههای قبل‌تر، محاسبات را برای ایالت جورجیا انجام دادند و در بیان آن واژه‌نگاری خاصی را نیز استفاده نمودند. بدین ترتیب، این معرف‌ها با توجه به اهداف اجرائی طرح و فراهم نمودن نوسانات کمتر (بویژه در دوره میانی خشکسالی) کاهش ریسک هشدارهای اشتباه را باعث می‌گردد.

۳-۲- محاسبه سطح نهایی خشکسالی

بخش قبلی سطح خشکسالی را بر اساس هر یک از معرفها با توجه به دوره منتخب ارائه نمود. اما لازم است تا آنها ترکیب شده و سطح نهایی اعلام گردد. بدین منظور سه روش قابل بررسی است (Steinemann and Cavalcanti, 2006): ۱) بالاترین سطح، ۲) اکثریت سطوح و روش محرک ورودی و ۳) خروجی (*IN Triggers and OUT Triggers*).

روش سوم (محرک ورودی و خروجی) نسبت به دو روش دیگر پیچیده‌تر است، اما این مزیت را دارد که امکان تطبیق با ناحیه و نوع خشکسالی را دارد. در این روش محرک ورودی برای حرکت از "*یک سطح کمتر به شدیدتر*" و محرک خروجی برای حرکت از "*یک سطح شدیدتر به سطح کمتر*" استفاده می‌شود. برای مثال در یک ناحیه کشاورزی که وابسته به بارندگی فصلی است، می‌توان از SPI-3 یا SPI-6 بعنوان محرک ورودی، و در یک ناحیه وابسته به مخزن می‌توان از معرف مخزن به عنوان محرک ورودی استفاده نمود. همچنین این روش اجازه استفاده بیشتر از یک محرک ورودی و خروجی را می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- دخالت اقدامات مدیریتی در معرف‌ها

تأکیدات زیادی در پایش همزمان میزان عرضه و تقاضا برای پایش جامع خشکسالی وجود دارد (Coughlan, 2001). اما شاخص‌ها عمدتا با توجه به منابع، پایش را انجام می‌دهند. از معدود شاخص‌ها در این خصوص، شاخص روزهای باقیمانده از ذخیره (The Days of Supply Remaining Index) یا DSR می‌باشد. این روشی است که برای دخالت مواردی مانند تاثیر تغییر در قوانین بهره‌برداری و تخصیص و کلاً تصمیمات مدیریتی در اعلام خشکسالی توسط Fisher and Palmer (1997,1995) پیشنهاد شد. این شاخص شامل ورودی‌هایی از قبیل موجودی مخزن، پیش‌بینی جریانهای بارندگی، ذوب برف، جریان رودخانه‌ها و تقاضای آب می‌باشد که در آن تقاضا بسته به موجودی منابع آب می‌تواند تعریف و تعدیل گردد. شاخص DSR می‌تواند بطور مؤثری وضعیت موجود سیستم را تعریف نماید، بطوریکه ارتباط بین گروه‌های ذینفع (تصمیم‌گیرندگان و مصرف‌کنندگان آب) در جایی‌که استفاده از واحدهای مرسوم (میلیون مترمکعب در ماه، متر مکعب در ثانیه و غیره) برای توصیف نیازهای سیستم می‌تواند باعث اشتباه شود، با این عبارت "*روزهای باقیمانده از ذخیره*" تسهیل می‌گردد و در نهایت با مقایسه آن با سطوح تعریف شده برای محرک‌ها، برای مدیریت خشکسالی مورد استفاده قرار گیرد. از ویژگی‌های دیگر این شاخص، امکان ملحوظ داشتن هر منبع و یا تقاضای جدید آبی در سیستم است. زیرا همانگونه که اشاره شد، بر خلاف سایر روش‌ها مقایسه‌ای بین وضع موجود و بلند مدت صورت نمی‌گیرد، بلکه در هر زمان موجودی سیستم است که ارزیابی می‌گردد. حسن دیگر نیز امکان استفاده سیستم‌های خبره در طراحی آنها می‌باشد که مرید (۱۳۸۰) شرحی پیرامون استفاده از این سیستم‌ها را در طرح‌های خشکسالی ارائه داده‌است. البته در کار با آن به پیش‌بینی نسبتاً بلند مدت احتیاج می‌باشد که از محدودیت‌های روش می‌تواند قلمداد شود. پیش‌بینی با این مدت موضوع تحقیقات کمی بوده است که هنوز نتایج آنها از قوام (Robustness) کافی برخوردار نمی‌باشد. به عنوان مثال Morid et al. (2006) پیش‌بینی شش ماهه ورودی به سد علویان (رودخانه آجی چای) را با شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند که نتایج آن تا سال ۱۳۸۰ در مجموع مطلوب بود، ولی برای سالهای بعدی مدل نتوانست با کیفیت قبل، جریان ورودی را پیش بینی کند.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

شاخصهای مرسوم تنها برای ارزیابی‌های کلی از وضعیت خشکسالی مناسب هستند، ولی برای قرار گرفتن در کنار طرحهای خشکسالی که به استناد آنها، اقدامات متنوع مدیریتی شروع و ختم می‌گردد، از حساسیت و یکنواختی لازم برخوردار نیستند. مطالب ارائه شده تاکید بر توسعه معرف‌ها و محرک‌های چندگانه داشت که در آن ضمن استفاده از شاخص‌های مرسوم (تنها به عنوان یک معرف)، دیگر معرفها که نماینده‌ای از منابع آبی مورد استفاده و نوع مصرف‌کنندگان هستند، با ترکیب مناسبی در کنار هم قرار گیرند. در چنین شرایطی، این مجموعه می‌توانند نقش محرک را برای طرح‌های مدیریت خشکسالی ایفاء نمایند. اما آنچه بر انتخاب مناسب و محاسبات دقیق صحه خواهد گذاشت، استفاده از نظرات کارشناسی و تجربیات کسانی است که در مدیریت منابع حوزه‌ها بویژه در شرایط خشکسالی نقش داشته‌اند. کنترل و تدقیق نتایج با این تجربیات و همچنین وقایع ثبت شده از خشکسالی‌های قبلی است که می‌تواند آنها را برای کاربرد در اینگونه طرح‌های خشکسالی قابل اعتماد سازد.

پی‌نوشت‌ها

1- Standardized Precipitation Index
2-Effective Drought Index
3-Deciles Index
4- China-Z Index
5-Modified CZI

۶- مراجع

مرید، س. و پایمزد، ش. (۱۳۸۴)، "مقایسه روش‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی در پایش روزانه خشکسالی:مطالعه موردی حوزه کرج"، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، ۲۶و ۲۷ آبان ماه ۱۳۸۳، تهران.

مرید، س. و پایمزد، ش. (۱۳۸۵)، "مقایسه روش‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی جهت پایش روزانه خشکسالی: مطالعه موردی دوره خشکسالی ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۰ استان تهران"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

مرید، س.، مقدسی، م.، امید، م. و ارشد، س. (۱۳۸۴)، بسته نرم‌افزاری شاخصهای خشکسالی، دفتر امور پژوهشی و پشتیبانی علمی، سازمان مدیریت منابع آب، زارت نیرو.

مرید، س.، مقدسی، م.، پایمزد، ش. و قائمی، ه. (۱۳۸۴)، "طراحی سیستم پایش خشکسالی استان تهران"، دفتر امور پژوهشی و پشتیبانی علمی، سازمان مدیریت منابع آب، وزارت نیرو.

مرید، س، مقدسی، م. (۱۳۸۴)، "حرکت از مدیریت بحران به مدیریت ریسک خشکسالی در آمریکا و افقهای کاری ما"، مجموعه مقالات نخسین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه طبیعی، ۹-۱۰ بهمن ماه ۱۳۸۴، تهران.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدسی، م.، مرید، س. و پایمزد، ش. (۱۳۸۳)، "پایش مکانی خشکسالی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹-۱۳۸۰ تهران با استفاده از شاخصهای DI، SPI و EDI و سیستم اطلاعات جغرافیائی"، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

مرید، س. (۱۳۸۰)، "ارزیابی دولت آمریکا در مقابله با خشکسالی و نقطه نظرات کنگره"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، ۱۸و ۱۹ اسفند ۱۳۸۰، زابل: صص ۱۹۱-۲۰۰.

مرید، س. و میرابوالقاسمی، ه. (۱۳۸۰)، "طرح جامع خشکسالی، حلقه گمشده برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب ایران"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، ۱۸و ۱۹ اسفند ۱۳۸۰، زابل: صص ۴۴۳-۴۵۴.

مرید، س. (۱۳۸۰)، "استفاده از سیستمهای کارشناسی در برنامه‌ریزی مدیریت خشکسالی"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، ۱۸و ۱۹ اسفند ۱۳۸۰، زابل: صص ۴۲۳-۴۴۲.

مرید، س.، میرابوالقاسمی، ه. و قائمی، ه. (۱۳۸۴)، "طرحی پیشنهادی برای مدیریت جامع مقابله با خشکسالی"، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، ۲۶و ۲۷ آبان ماه ۱۳۸۳، تهران .

Ameziane, T., Ouassou, A., Ziyad, A. and Belghihti, M. (2003), "Drought Risk Analysis and Impacts Evaluation in Morocco"Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD).

Cancelliere, A., Bonaccorso, B., Cavallaro, L. and Rossi, G. (2005), Regional Drought Identification Module (REDIM), Department of Civil and Environmental Engineering, University of Catania,Catania, Italy.

Chang, T. J. and Kleopa, X. (1991), "A proposed method for drought monitoring" *Water Resources Research*, 2: pp. 275-281.

Coughlan, M. J. (2001), Managing drought in Australia, International workshop on drought management, may 2001, Tarbiat Modares University.

Doesken, N. J. and McKee, T. B. (1991), "Drought monitoring in the western United States Using a surface water supply index" 7th Conference on Applied Climatology, Sept. 10-13, in Salt Lake City.

Dracup, J. A., Lee, K. S. and Paulson, E. G. (1980), "On the definition of droughts" *Water Resources Research*, 16(2), pp. 297-302.

Fisher, S.M. and Palmer, R. N. (1995), "Managing Water Supplies during drought The search for Triggers" Proceeding of the 22nd Annual National Conference, Water Resources Planning and Management Division of ASCE, Cambridge, Massachusetts, pp. 1001-1004.

Fisher, S.M. and Palmer, R. N. (1997), "Managing Water Supplies during Drought, Triggers for Operational Responses" *Water Resources Update*, 3(108): pp. 14-31.

Jay K. Titlow, III. (1987), "A Precipitation-Based Drought Index for the Delaware River Basin" *Publications in Climatology*, 40(2), 68 pages.

Johnson W.K. and Kohne, R.W. (1993), "Susceptibility of Reservoirs to Drought Using Palmer Index" *Journal of Water Resources Planning and Management*, 119(3), pp. 367-387.

Moghaddasi, M., Morid, S., Byun, H., Ghaemi, H. and Samani, J. M. V. (2004), "Drought Monitoring using Deciles Index, Standardized Precipitating Index and Effective Drought Index in Tehran Province, Iran" *Journal Iran Agricultural Research*, 23(1), pp. 95-110.

Morid, S. Smakhtin,V. and Moghaddasi, M. (2005), "Comparison of Seven Meteorological Indices for Drought Monitoring in Iran" *International Journal of Climatology*, 26: pp. 971-985.

Steinemann, A. (2003), "Drought indicators and triggers: A stochastic approach to evaluation" *J. AM. Water Resour*. Assoc., 39(5), pp. 1217-1234.

Steinemann, A., Hayes. M. and Cavalcanti, L. (2005), "Drought indicators and triggers" Drought and water crises: Science technology and management issues, D. Wilhite, ed., Dekker, New York, pp. 71-92.

Steinemann, A. and Cavalcanti, L. (2006), "Developing Multiple Indicators and Triggers for Drought Plans *Journal of Water Resources Planning and Management.*, 132(3): pp. 164-173.

Wu, H., Hayes, M.J., Weiss A., Hu, Q. (2001), "An evaluation the standardized precipitation index, the china-z index and the statistical z-score". *International Journal of Climatology 21*: pp. 745–758.

Archive of SID

www.SID.ir