مقایسه شاخص‌های RDI و SPI برای تحلیل خشکسالی در مقیاس ایستگاهی با تکیه بر خشکسالی کشاورزی (مطالعه موردی: قزوین و تاکستان)

علیرضا شکوهی[1]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۶

چکیده

شاخص SPI علیرغم سادگی و فراگیر بودن آن نمی‌تواند بدون آزمون دیگر شاخص‌ها برای شرایط مختلف آب و هوایی به عنوان شاخصی ملی پذیرفته شود. شاخص RDI با همان ساختار SPI به علت بهره‌گیری از تبخیر و تعرق پتانسیل در ساختار خود برای ارزیابی خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژیکی از قابلیت‌های ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در این تحقیق، دو شاخص مزبور به صورت موردی بر روی دو ایستگاه در دشت قزوین مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که تفاوت معنی‌داری میان دو شاخص در ارزیابی و پایش خشکسالی وجود ندارد ولی شاخص RDI در مورد خشکسالی‌های بسیار شدید از حساسیت بیشتری برخوردار می باشد. به نظر می‌رسد که در ارتباط با خشکسالی کشاورزی، درصورت موجود بودن آمار دراز مدت، شاخص RDI موفق‌تر از SPI عمل می‌نماید. براساس نتایج بدست آمده، قزوین خشکسالی‌های کشاورزی بسیار شدیدی را تجربه نموده چنانکه در طول ۶۰ سال گذشته حداقل یکبار خشکسالی با دوره بازگشت ۵۰ سال و دو بار نزدیک به ۲۵ ساله را تجربه نموده است . این امر وضعیت بحرانی کشت دیم متکی بر رطوبت خاک ناشی از باران و لزوم توجه به کشت آبی را گوشزد می‌نماید. در عین حال ارزیابی هر دو شاخص از خشکسالی هیدرولوژیکی با توجه به اینکه پس از هر بار خشکسالی شدید منطقه دوره مرطوب مناسبی را تجربه ننموده، وضعیت شکننده منابع آب منطقه را نشان می‌دهد. این موضوع لزوم تقویت سیستم منابع آب منطقه و جلوگیری ازانتقال آب به استانهای تهران و گیلان را خاطر نشان می‌سازد.

کلمات کلیدی: شاخص خشکسالی، SPI، RDI، خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژیکی، قزوین

[1] دانشیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی آب ، شماره تماس: ۰۹۱۲۳۰۲۶۴۴۷
Email: shokoohi@ikiu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکسالی پدیده ای است که برگشت‌پذیر بوده و می‌تواند بخش‌های مختلف زندگی انسان و محیط زیست را تحت تأثیر قرار دهد و براین اساس مستقیماً به مسئله کمبود آب مرتبط می باشد (Tigkas, 2008) . خشکسالی را می‌توان با توجه به خصوصیاتی نظیر شدت، مدت دوام و مساحت تحت تأثیر یک پدیده سه بعدی دانست. یکی از معمولترین روشهای تحلیل خشکسالی استفاده از شاخص‌های خشکسالی است (Raziei and Shokoohi, 2011; Rossi et al., 1992; Paulo and pereira, 2006; Tsakiris and Tigkas, 2007; Angledis et al., 2012). با توجه به اینکه شاخص‌ها اطلاعات مناسبی برای طراحی، مدیریت و اجرای طرحهای آبی بدست میدهند، تا کنون شاخص‌های متعددی معرفی و بکار گرفته شده است. مقالات زیادی را می‌توان یافت که به تشریح انواع این شاخص‌ها پرداخته‌اند (Richard and Heim, 2002; Hayes, 2004, Tsakiris and Vangelis, 2005; Tsakiris et al., 2007). در میان انواع شاخص‌های مختلفی که تاکنون برای شناسایی و تحلیل خشکسالی هواشناسی معرفی شده‌اند، دو شاخص بیشتر از بقیه مور قبول بوده و بکار گرفته شده‌اند. این دو شاخص عبارتند از شاخص شدت خشکسالی پالمر (Palmer's Drought Severity Index: PDSI) (Guttman et al. 1992) و شاخص بارش استاندارد شده (StandaRDIzed Precipitation Index: SPI) (McKee et al.,1993, 1995; Tsaikaris and Vangelis, 2005). شاخص پالمر در اصل برای ارزیابی خشکسالی هواشناسی پیشنهاد شد. در این شاخص از بارندگی، تبخیر و تعرق و شرایط رطوبتی خاک به عنوان عوامل کلیدی استفاده به عمل می‌آید. PDSI براساس فرضیاتی شکل گرفته است که یا تجربی می‌باشند و یا اینکه برای مکانی خاص معتبر می‌باشند. این عوامل باعث می‌شود که اولاً نتوان از این شاخص در هر جایی بتوان استفاده نمود و ثانیاً شاخص مناسبی برای پایش خشکسالی نباشد (Tsakiris and Vangelis, 2005). برعکس، SPI فقط از بارش برای تحلیل خشکسالی استفاده می‌نماید. این شاخص بسیار ساده‌تر از شاخص پالمر بوده و می‌تواند در هر مکانی و هر موقعیتی بکار گرفته شود و برای این‌کار تنها نیازمند تبدیل توزیع بارش دارای چولگی به توزیع نرمال می‌باشد. بر این اساس می‌توان گفت که بزرگترین مزیت SPI ، سادگی آن است. برخی همین سادگی را که به علت استفاده از عامل بارش بوجود می‌آید نقص دانسته و معتقدند که با افزودن عامل دیگری از طبیعت که بر پیچیدگی رابطه نیفزاید می‌توان از این نقص نیز دوری جست.

SPI به عللی نظیر سادگی، قابلیت توصیف مکانی و انعطاف زمانی و بالاخره امکان استفاده در مدیریت ریسک و تصمیم‌گیری (به علت دارا بودن قابلیت تحلیل احتمالاتی) برای بسیاری از محققین در سراسر دنیا جایگاهی ویژه را به خود اختصاص داده است (Edossa et al., 2010). بر این اساس می‌توان گفت که SPI از زمانی که توسط McKee در سال ۱۹۹۳ معرفی شد تا کنون به یکی از پرکاربردترین روشها برای تحلیل خشکسالی در سراسر دنیا تبدیل شده و هم اکنون نیز توسط مراکز مدیریت خشکسالی در کشور در وزارتخانه‌های نیرو و جهاد کشاورزی برای پایش خشکسالی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رضیئی و شکوهی، ۱۳۹۰). Tsakiris و Vangelis (۲۰۰۵) با بیان این واقعیت که استفاده از خشکسالی هواشناسی به عنوان معیاری برای ارزیابی کمبود آب باید همراه با برقراری نوعی تعادل میان ورودی و خروجی مدل باشد، بیان کردند که نمی توان تنها با استفاده از بارش به عنوان ورودی و بدون تخمین خروجی به ارزیابی مناسبی از بیلان آبی دست یافت. ایندو پژوهشگر استفاده از تبخیر و تعرق پتانسیل را به عنوان عامل خروجی در کنار بارش به عنوان عامل ورودی توصیه نموده و بر این اساس شاخص جدیدی بنام RDI را پیشنهاد کرده‌اند که توسط برخی محققین در شرایط آب و هوایی مختلف بکار گرفته شده و توانسته در برخی موارد برتری‌هایی نسبت به SPI از خود نشان دهد (Tigkas, 2008; Borg, 2009).

براساس موارد فوق‌الذکر و کم بودن تعداد پژوهش‌هایی که بتواند جایگاه این دو شاخص را در تحلیل و پایش خشکسالی در ایران نشان دهد تحقیق حاضر پایه‌ریزی شد. طرح در دو مرحله بررسی نقطه‌ای و منطقه‌ای به اجرا درآمد که در این مقاله نتایج ارزیابی دو شاخص SPI و RDI بصورت نقطه‌ای و به عبارتی دیگر ایستگاهی ارائه شده است. و برای انجام آن از دو ایستگاه سینوپتیک تاکستان و قزوین استفاده به عمل آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

در این بخش ابتدا به تشریح تئوری دو روش SPI و RDI پرداخته شده و سپس به مقایسه نتایج از اعمال دو روش مزبور روی داده‌های دو ایستگاه سینوپتیک قزوین و تاکستان که برای مطالعه موردی و شاخص دشت قزوین انتخاب شده اند خواهیم پرداخت. در ارتباط با بررسی خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژیکی لازم است که با توجه به تقسیم بندی طبقات خشکسالی در دو روش، دوره‌های شدید خشکسالی شناسایی شده و پس از آن با توجه به اهمیت تناوب دوره‌های خشک، نرمال و تر روی وضعیت کشاورزی و هیدرولوژیکی منطقه موارد مزبور استخراج خواهند شد. در بخش نتایج کار به این مسئله بیشتر خواهیم پرداخت.

SPI -۱

SPI توسط Mckee و همکارانش در دانشگاه ایالتی کلرادو ابداع شد (McKee et al.,1993) تا بتواند کمبود بارش را بر اساس احتمال رخداد بارش برای دوره‌های زمانی مختلف از ۳ تا ۴۸ ماه برآورد نماید. این شاخص می‌تواند اثر خشکسالی بر قابلیت دسترسی منابع آب (آب زیرزمینی، آب ذخیره شده در مخازن، رطوبت خاک، پوشش برف و جریان آب رودخانه‌ها) را نشان دهد. رطوبت خاک به تغییرات کوتاه مدت بارش عکس‌العمل نشان می‌دهد در حالی که آب زیرزمینی، جریان آب رودخانه‌ها و مخازن به تغییرات بلند مدت‌تر بارش پاسخ می‌دهند. به این دلایل بود که McKee و همکارانش (۱۹۹۳) SPI را برای دوره‌های پایه ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماه برآورد نمودند. بر این اساس می‌توان گفت که SPI دیدی ماکروسکوپیک به اثرات کمبود بارش بر تمام منابع آب فوق‌الذکر که ارزیابی آن بروش‌های دیگر بسیار مشکل می‌باشد بدست می‌دهد (Angledis et al., 2012). در همین ارتباط و بطور مشخص می‌توان گفت که تخمین بارش فصلی که بوسیله SPI سه ماهه بدست می‌آید، می تواند معرف شرایط کوتاه تا میان مدت رطوبت باشد. در همین حالت روند میان مدت بارش که از SPI ۶ ماهه بدست می‌آید معرف آنومالی جریان رودخانه و ذخایر موجود در مخازن و نهایتاً SPI دوازده ماهه، به عنوان معرف الگوی دراز مدت بارش، می‌تواند معرف تغییرات جریان رودخانه، مخازن و آبهای زیرزمینی باشد(Angledis et al., 2012).

محاسبه SPI با برازش یک منحنی چگالی احتمال، که معمولاً گامای دو پارامتری و بعضاً لوگ پیرسون تیپ III می‌باشد، بر مجموع بارش با دوره‌های زمانی ۳ تا ۲۴ ماهه آغاز می‌گردد. این امر باید برای هر نقطه (ایستگاه) و برای هر دوره زمانی بطور مجزا انجام شود. سپس با استفاده از تبدیلاتی که معروف به تبدیلات آبرامویتز- استگان (Abramovitz - Stegan) می‌باشد توزیع دارای چولگی به توزیع نرمال استاندارد تبدیل می‌گردد (Hong, 2005). معادله گامای دو پارامتری مورد استفاده توسط Mckee و همکارانش بصورت زیر می‌باشد (Angledis et al., 2012):

$$g(x)=\frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}x^{\alpha-1}e^{-x/\beta} \quad ....x>0 \qquad (۱)$$

که در آن α و β بترتیب پارامترهای شکل و مقیاس توزیع و x نیز مقدار بارش بوده و همچنین $\Gamma(\alpha)$ تابع گاما است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Gamma(\alpha)=\int_0^{\infty}y^{\alpha-1}e^{-y}dy \qquad (۲)$$

با استفاده از تبدیل یاد شده مقدار SPI به عنوان یک متغیر نرمال شده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$SPI=Z=\frac{x-\mu}{\sigma} \qquad (۳)$$

که در آن μ و σ بترتیب تخمین میانگین و انحراف از معیار جامعه می‌باشند.

اکنون با داشتن مقدار SPI از معادله ۳ می‌توان وضعیت خشکسالی را از جدول ۱ برآورد نمود. مقادیر مثبت SPI معرف بارش بیشتر از میانه و مقادیر منفی معرف بارش کمتر از میانه می‌باشند. از آنجا که SPI یک متغیر نرمال شده می‌باشد می‌توان انتظار داشت که بطور تقریب ۶۸ درصد از آنها در محدوده یک انحراف از معیار، ۹۵ درصد آنها در محدوده ۲ انحراف از معیار و نهایتاً ۹۹ درصد از مقادیر SPI در محدوده ۳برابر انحراف از معیار قرار گیرند (Wilhite et al., 2000).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱): طبقه‌بندی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI

مقدار SPI	طبقه خشکسالی	احتمال (٪)
SPI≥ +۲/۰۰	Extremely wet	۲/۳
۱/۵۰≤SPI≤ ۱/۹۹	Severely wet	۴/۴
۱/۰۰≤SPI≤ ۱/۴۹	Moderately wet	۹/۲
۰/۰۰≤SPI≤ ۰/۹۹	Mildly wet	۳۴/۱
-۰/۹۹≤SPI≤ ۰/۰۰	Mild drought	۳۴/۱
-۱/۴۹≤SPI≤ -۱/۰۰	Moderate drought	۹/۲
-۱/۹۹≤SPI≤ -۱/۵	Severe drought	۴/۴
SPI≤ -۲/۰۰	Extreme drought	۲/۳

RDI -۲

شاخص RDI (Reconnaissance Drought Index) (Tsakiris and Vangelis, 2005; Tsakiris et al., 2007) را نیز می‌توان یک شاخص خشکسالی هواشناسی دانست. این شاخص را می‌توان به سه صورت بیان نمود: مقدار اولیه RDI،αk نرمال شده (RDIn) و RDI، استاندارد شده (RDIst). دراین مقاله به منظور مقایسه با SPI از شکل استاندارد شده این شاخص استفاده به عمل آمده است.

مقدار اولیه شاخص (α_k) بصورت تجمیعی و برای هر بازه زمانی قابل تعریف است. مقداراین شاخص برای سال i و زمان پایه k (ماه) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\alpha_k^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{k} P_{ij}}{\sum_{j=1}^{k} PET_{ij}}, i = 1...N \qquad (۴)$$

که در آن P_{ij} و PET_{ij} بارندگی و تبخیر و تعرق بالقوه در ماه j از سال i (که معمولا برای یک سال آبی از مهرماه یعنی اکتبر آغاز می‌شود) و N تعداد سال آماری در دسترس می‌باشند.

شکل اولیه RDIst (Tsakiris and Vangelis, 2005) با این فرض که مقادیر α_k از توزیع لوگ نرمال تبعیت می‌کنند از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$RDI_{st}^{(i)} = \frac{y^{(i)} - \bar{y}}{\hat{\sigma}_y} \qquad (۵)$$

که در آن y_i در واقع $ln(\alpha_k^{(i)})$ و $\bar{y}$ میانگین ریاضی و $\hat{\sigma}_y$ انحراف از معیار می‌باشد. در برخی از تحقیقات نشان داده شده است که α_k می‌تواند از توزیع گاما نیز تبعیت کند که در چنین صورتی میتوان از همان معادلات آبرامویتز- استگان برای نرمالیزه کرده و استاندارد کردن RDI استفاده نمود (Angledis et al., 2012). RDI استاندارد شده از همان رفتار SPI برخوردار بوده و لذا می‌توان برای تحلیل شرایط خشکسالی با استفاده از مقادیر RDIst ، از همان آستانه‌های مورد استفاده برای SPI یعنی جدول شماره ۱ استفاده نمود.

همانطوری که در رابطه شماره ۴ دیده می‌شود برای محاسبه RDI نیاز است که تبخیر و تعرق محاسبه گردد. برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل راه‌های زیادی موجود است که در این تحقیق از همان روش پیشنهادی Tsakiris و Vangelis (۲۰۰۵) یعنی روش تورنویت که تنها از عامل حرارت متوسط ماهانه بهره می‌گیرد استفاده به عمل می‌آید. بر این اساس مشخص است که برای محاسبه RDI به غیر از بارندگی تنها به حرارت ماهانه نیاز خواهد بود.

۳- منطقه مطالعاتی

همانطوری که در مقدمه گفته شد برای آزمون و مقایسه دو شاخص SPI و RDI از دو ایستگاه دارای آمار نسبتا مناسب در استان قزوین استفاده به عمل آمده است. این دو ایستگاه عبارتند از : ایستگاههای سینوپتیک قزوین و تاکستان که بترتیب از سال ۱۹۶۰ و ۱۹۶۴تا کنون دارای آمار بارش و حرارت می‌باشند. این دو ایستگاه در شکل شماره ۱ که برگرفته از سایت سازمان هواشناسی قزوین بوده و موقعیت کلیه ایستگاههای موجود در منطقه اعم از کلیماتولوژی و سینوپتیک را نشان می‌دهد، قابل مشاهده می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

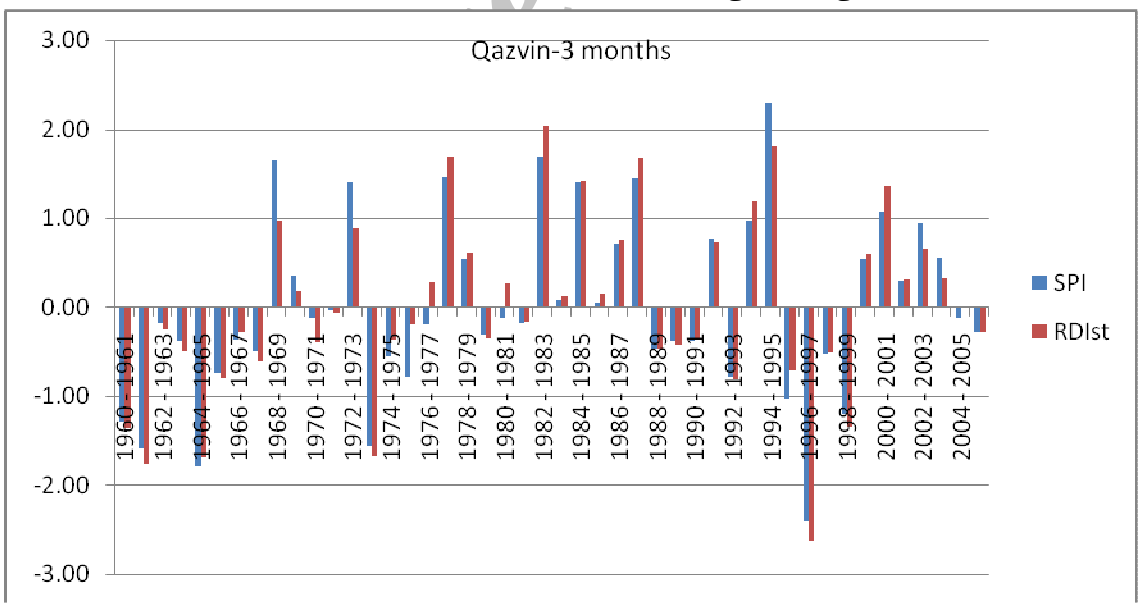
شکل(۱): موقعیت ایستگاههای هواشناسی قزوین و تاکستان در گستره استان قزوین

در هر دو ایستگاه ماههایی وجود دارند که آماربرداری نشده‌اند. برای پرکردن خلأ آماری مزبور از همبستگی درون ایستگاهی و استفاده از نسبت موجود برای پارامترهای گرایش به مرکز نظیر میانه و میانگین استفاده به عمل آمده است. اینکار سبب حفظ واریانس در حد مشاهدات موجود شده و بر دقت کار می‌افزاید.

نتایج

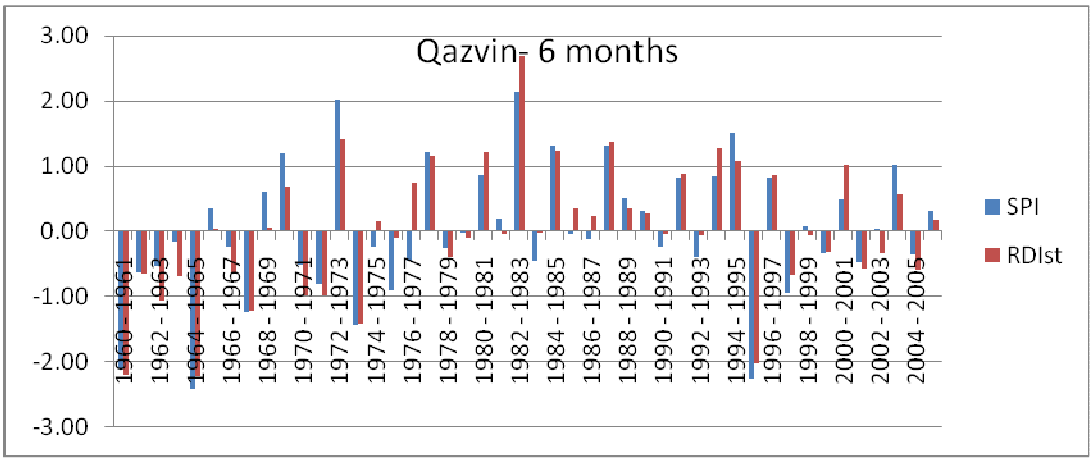
به منظور انجام مقایسه بین دو شاخص RDI و SPI در برآورد شدت، مدت و فراوانی خشکسالی در دو ایستگاه مورد نظر، محاسبات لازم انجام و نتایج حاصل برای دوره‌های ۳، ۶ و ۱۲ ماهه در شکلهای ۲ الی ۷ ارائه شده‌اند.

همانطوری که ملاحظه می‌گردد در هیچ موردی نبوده است که ارزیابی این دو شاخص در مورد بروز خشکسالی و یا ترسالی با هم تفاوت داشته باشد. تنها تفاوت میان دو شاخص در شدت خشکسالی و یا ترسالی است که آن هم نیز از نظم مشخصی برخوردار نیست. سالهایی وجود دارد که شاخص SPI منطقه را خشکتر و یا مرطوب‌تر نشان داده و در مقابل در برخی سالها این شاخص RDI است که مقادیر مربوطه را بزرگتر نشان می‌دهد.

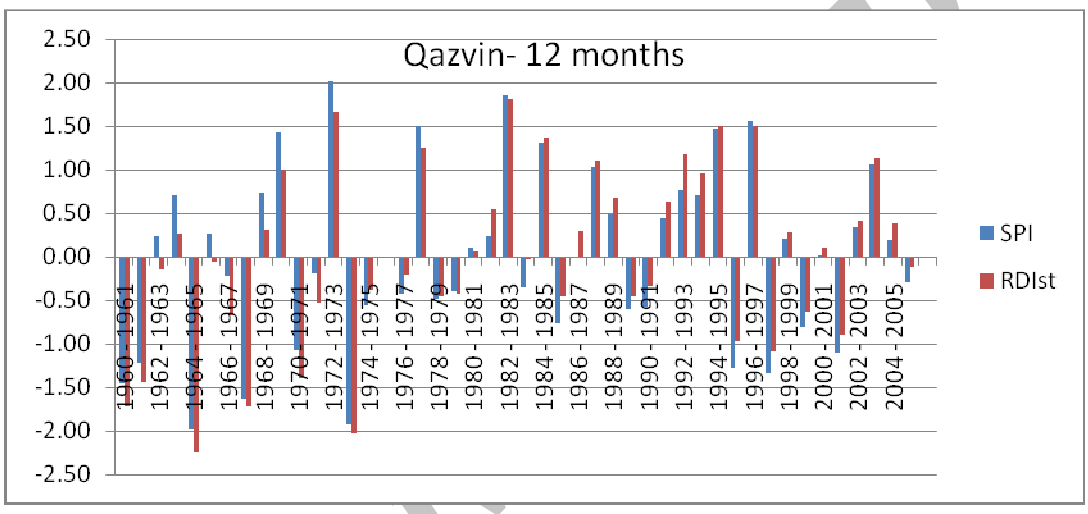


شکل (۲): مقادیر SPI و RDI سه ماهه در قزوین

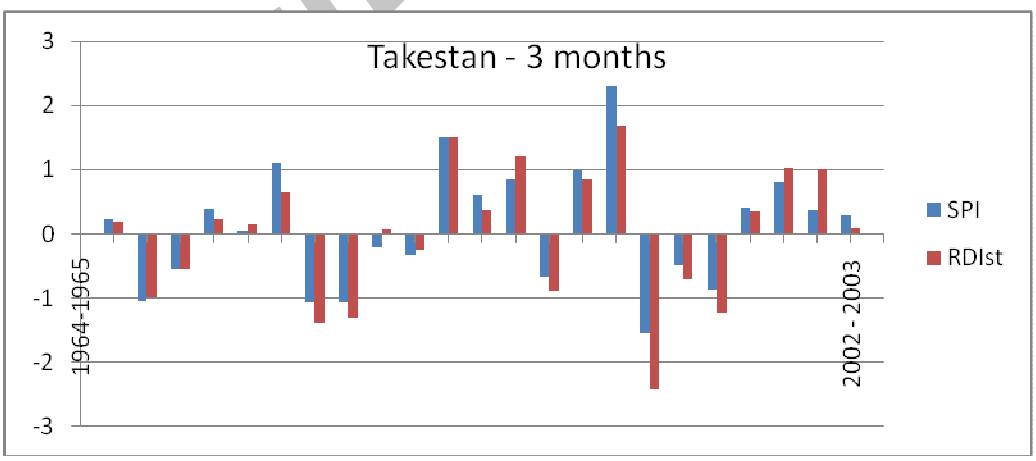
www.SID.ir



شکل (۳): مقادیر SPI و RDI ۶ ماهه در قزوین

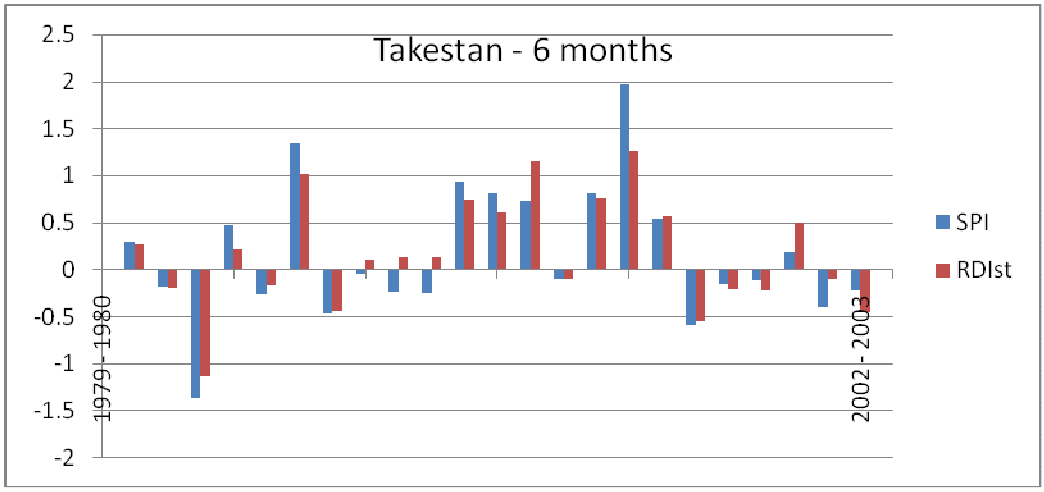


شکل (۴): مقادیر SPI و RDI ۱۲ ماهه در قزوین

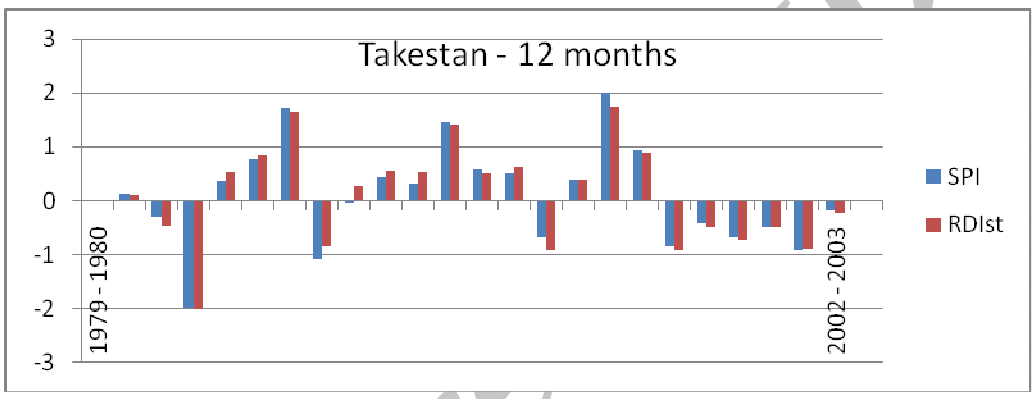


شکل (۵): مقادیر SPI و RDI سه ماهه در تاکستان

www.SID.ir



شکل (۶): مقادیر SPI و RDI ۶ ماهه در تاکستان



شکل (۷): مقادیر SPI و RDI ۱۲ ماهه در تاکستان

اگر بخواهیم بطور ویژه برای خشکسالی کشاورزی روی این دو ایستگاه متمرکز شده و نتایج حاصل از دو شاخص را با هم مقایسه کنیم باید به مقادیر مربوط به دوره‌های سه ماهه توجه نماییم. همانطوریکه در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد قزوین از سال ۱۹۶۰ الی ۱۹۶۸ (۱۳۳۹-۱۳۴۷) خشکسالی مداومی را با شدتهایی متغیر از کم تا بسیار شدید تجربه نموده که در تاریخ این منطقه بی‌سابقه بوده و دیگر هیچگاه نه بدین شدت و نه بدین مدت خشکسالی مؤثر بر کشاورزی را تجربه نموده است. چنین امری در مورد تاکستان نیز صدق می‌کند. هر چند که آماربرداری در این ایستگاه از سال ۱۹۶۴ آغاز شده است و از چهار سال قبل از آن اطلاعی در دست نیست ولی با توجه به مقادیر دو شاخصSPI و RDI برای تاکستان در سال ۱۹۶۸-۱۹۶۷ (۱۳۴۷ - ۱۳۴۶) می‌توان انتظار داشت که تاکستان نیز این تجربه در خشکسالی کشاورزی را پشت سر گذاشته باشد. در همین ارتباط می‌توان گفت که قزوین و به تبع آن تاکستان در سال ۱۹۶۵-۱۹۶۴ (۱۳۴۴-۱۳۴۳) خشکسالی کشاورزی با دوره بازگشت ۲۵ ساله را نیز تجربه کرده‌اند. چنین واقعه‌ای دوباره ده سال بعد یعنی در سال ۱۹۷۴-۱۹۷۳ (۱۳۵۳-۱۳۵۲) تکرار شده است. در همین شکل خشکسالی بزرگی قابل رؤیت است که مربوط به سال ۱۹۹۷-۱۹۹۶ (۱۳۷۶-۱۳۷۵) می‌باشد که به زعم همگان بدترین دوره خشکسالی ایران نیز می باشد. در این سال برای قزوین هر دو شاخص SPI و RDI خشکسالی بسیار شدید با بزرگی بیش از ۵۰ سال را بدست می‌دهند در حالی که برای تاکستان فقط شاخص RDI این شدت را برآورد نموده است. این خشکسالی در ایستگاه تاکستان بر اساس شاخص SPI از نوع شدید و با بزرگی در حد همان خشکسالی سالهای گذشته یعنی با دوره بازگشت حدوداً ۲۵ ساله می‌باشد. بعد از خشکسالی ۱۹۷۴-۱۹۷۳ (۱۳۵۴-۱۳۵۳) منطقه عملاً در دوره مرطوب تا نرمال قرار دارد و هر دو ایستگاه قزوین و تاکستان نشان می‌دهند که بطور بالقوه از لحاظ خشکسالی کشاورزی مسئله‌ای

Archive of SID
www.SID.ir

خاص وجود نداشته است. در این مورد تفاوتی معنی دار میان ارزیابی دو شاخص SPI و RDI ملاحظه نمی‌شود. از سال ۱۹۹۶-۱۹۹۵ (۱۳۷۵-۱۳۷۴) هر دوایستگاه به دام خشکسالی چهار ساله افتاده و پس از آن نیز دوره‌های رطوبتی مناسبی نیز در منطقه بوجود نیامده است که بتواند ضربات ناشی از خشکسالی ۴ ساله را که شدیدترین خشکسالی تاریخ ۵۰ ساله منطقه را نیز در خود جای داده جبران نماید. همانطوری که ملاحظه می‌گردد در ایستگاه قزوین هر دو شاخص از سال ۲۰۰۵- ۲۰۰۴ (۱۳۸۴-۱۳۸۳) در دامنه خشکسالی ملایم قرار می‌گیرند و این نوسان حول میانگین با دامنه‌ای کم همچنان ادامه می‌یابد. در مورد تاکستان با توجه به اینکه آمار قابل اعتماد آن محدود به سال ۲۰۰۳-۲۰۰۴ می‌گردد و در سالهای میانی نیز فقدان آمار داریم نمی‌توان با این صراحت اعلام نظر کرد ولی به طور تقریب می‌توا ن گفت وضعیت این ایستگاه نیز از همین روند و روال برخوردار است. نتایج فوق که از روی اطلاعات هواشناسی بدست آمده است با نتایج کار رمضانی و همکاران (۱۳۹۱) که با استفاده از شاخص خشکسالی رطوبت خاک (SMDI) به مطالعه خشکسالی کشاورزی در قزوین پرداخته‌اند مطابقت خوبی را نشان می‌دهد. این محققین نیز از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک قزوین استفاده نموده‌اند و بدون اشاره به بزرگی خشکسالی‌های اتفاق افتاده سالهای ۱۹۹۴، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۹ را به عنوان سالهایی که منطقه با خشکسالی کشاورزی مواجه بوده تعیین کرده‌اند. به نظر می‌رسد که با توجه به شبیه‌سازی رطوبت خاک توسط مدل Aquacrop و افزودن عدم قطعیت‌های بسیار به روند شبیه‌سازی، SMDI فقط برای پایش خشکسالی مناسب بوده و از طرف دیگر تنها قدرت تشخیص خشکسالی‌های شدید را داراست.

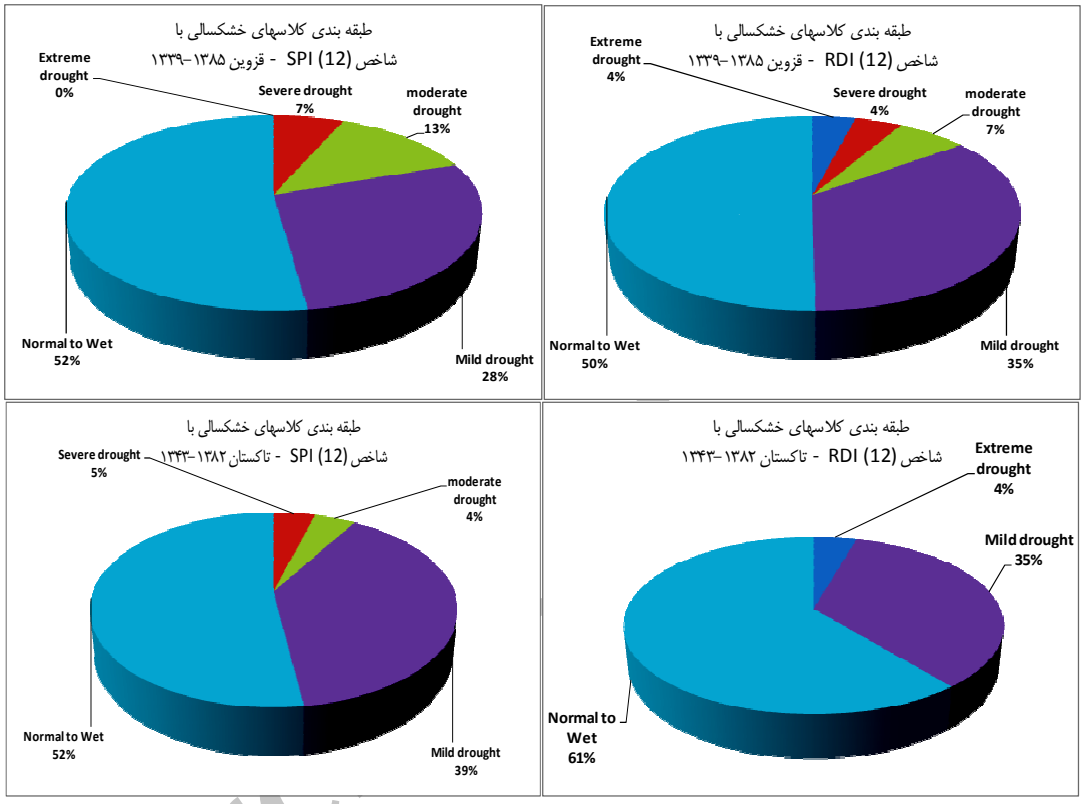
برای بررسی وضعیت ذخیره آب در مخازن، آب زیرزمینی و همچنین جریان رودخانه‌ها می‌توان از نتایج حاصله برای دوره‌های ۶ و یا ۱۲ ماهه استفاده نمود. نتایج تقریبا همان است که برای خشکسالی کشاورزی بیان شد با این تفاوت که هر دو شاخص نشانی از بروز خشکسالی بسیار شدید در سال‌های اخیر را نشان نمی‌دهند و خشکسالی‌ها با هر دو شاخص در محدوده متوسط قرار می گیرند. در این مورد نیز تفاوتی میان دو شاخص دیده نشده و تفاوت و یا برتری خاصی را نسبت به هم نشان نمی‌دهند. تغییر وضعیت خشکسالی از حالت بسیار شدید برای وضعیت سه ماهه که معرف خشکسالی کشاورزی است به حالت متوسط برای وضعیت ۱۲ ماهه که معرف خشکسالی هیدرولوژیکی است نشان می‌دهد که شرایط منطقه اگر چه از نظر منابع آب در وضعیتی شکننده قرار گرفته است ولی کشاورزی دیم نیز که متکی بر تأمین رطوبت خاک از نظر بارندگی است کلاً در وضعیتی نامناسب بوده و سرمایه‌گذاری در این بخش با خطر و ریسک زیادی همراه است. به منظور بررسی بیشتر و مقایسه دو شاخص RDI و SPI به شمارش تعداد برآوردهای هر شاخص از هر طبقه خشکسالی اقدام شد. بدین منظور از مقادیر دو شاخص برای دوره‌های ۱۲ ماهه استفاده به عمل آمد. شکل شماره ۸ نتیجه حاصله را نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل شماره ۸ دیده می‌شود برای قزوین هر دو شاخص به نسبتی تقریبا یکسان و حدود ۵۰ درصد دوره آماری را دوره‌های نرمال و مرطوب تشخیص داده‌اند ولی SPI برخلاف RDI دوره خشکسالی بسیار شدید را ندیده و عملا سهم آن را به خشکسالی شدید داده است. برعکس در خشکسالی متوسط پیش بینی SPI تقریباً دو برابر RDI می‌باشد. جمشیدی و همکاران در بررسی خشکسالی هواشناسی در ۴۱ ایستگاه سینوپتیک ایران و منجمله قزوین، به کمک دو شاخص مزبور تقریباً به همین نتیجه رسیدند. محققین مزبور تعداد RDI مساوی ۲- را که معرف خشکسالی نسبتاً شدید می‌باشد بیشتر از SPI برآورد کردند و علت این امر را افزوده شدن پارامتر تبخیر و تعرق به شاخص RDI دانستند(Jamshidi et al., 2011). در مقاله یاد شده به طور قطع از برتری RDI نسبت به SPI در مطالعات منابع آب صحبت شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. یعنی نمی‌توان به علت بالاتر تشخیص دادن تعداد خشکسالیهای هواشناسی شدید، بطور قطع RDI را جایگزین SPI اعلام کرد. اصل اساسی خست در مدلسازی (Parsimony) استفاده از پارامترهای بیشتر را عدم مزیت می‌داند مگر آنکه برتری ویژه‌ای در اثر استفاده از پارامتر جدید در اندکس مورد نظر بوجود آید.

نظیر وضعیتی که در قزوین دیده شد، در مورد تاکستان نیز بطور تقریب تکرار شده است. در مورد تاکستان نیز SPI درصد موارد دارای خشکسالی بسیار

Archive of SID

www.SID.ir

شدید را صفر درصد برآورد می‌نماید در عوض RDI درصد بیشتری را برای شرایط نرمال تا مرطوب در حد ۱۱ درصد بیشتر از SPI قائل شده است. نهایتاً نتیجه‌ای که می‌توان گرفت آن است که RDI نسبت به شرایط حدی از حساسیت بیشتری برخوردار می‌باشد. نتیجه دیگری که می توان برای شرایط دو ایستگاه مزبور گرفت آن است که شرایط خشکسالی هیدرولوژیکی در تعادل با شرایط ترسالی هیدرولوژیکی می‌باشد و همین مسئله شکننده بودن منطقه را از نظر پتانسیل آبی نشان می‌دهد. این امر بدان مفهوم است که در چنین منطقه‌ای درصورت بروز خشکسالی، طبیعت توانایی لازم برای فرار از بحران کم‌آبی نخواهد داشت و لذا باید در حفظ آبهای جاری و مخازن آب زیرزمینی اندکی سخت‌گیرانه‌تر برخورد نمود.



شکل (۸): طبقه بندی کلاسهای خشکسالی با استفاده از شاخصهای SPI(12) و RDI(12) در ایستگاههای قزوین و تاکستان

۴- نتیجه‌گیری

در کشور ایران به عنوان کشوری که در کمربند خشک دنیا قرار دارد، وجودی شاخصی ملی برای کمک به برنامه‌ریزی کلان منابع آب و علی‌الخصوص آب کشاورزی ضروری است. به علت عدم بررسی همه جانبه، علیرغم کوششهایی که از سوی مراجع مختلف اجرایی و پژوهشی کشور به عمل آمده تا کنون شاخصی که بتواند با شرایط ایران با تنوع اقلیمی موجود سازگاری داشته باشد معرفی نگردیده است. همین امر باعث شده است که علاوه بر شاخص ساده‌ای همچون انحراف از نرمال، از شاخصی بنام SPI بطور گسترده‌ای استفاده به عمل آید. دغدغه عدم تناسب این شاخص با شرایط ایران و بررسی شاخص‌های دیگری که بتوانند با این شاخص رقابت نمایند همواره دغدغه پژوهشگران بوده و خواهد بود و تصور می‌رود که هر مقدار تلاش که در این زمینه صورت گیرد پسندیده و به هر حرکت ازاین دست خوشامد گفته شود. بر این اساس تحقیق حاضر به بررسی و مقایسه دو شاخص SPI و RDI برای دوره‌های زمانی گوناگون پرداخته و درصدد است تا کارایی این دو شاخص را برای دو مورد مطالعاتی در نظر گرفته شده در دشت قزوین بیازماید. بر این اساس به تحلیل بارش و دمای تجمعی سه ماهه به عنوان شاخص خشکسالی کشاورزی، ۶ ماهه و ۱۲ ماهه به عنوان

www.SID.ir

شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی پرداخته شد. بر اساس نتایج بدست آمده تفاوت معنی داری میان دو روش برای وضعیت‌های نرمال تا خشکسالی متوسط دیده نمی‌شود ولی برای خشکسالی‌های شدید RDI نشان داد که از حساست بیشتری برخوردار می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده قزوین خشکسالی‌های کشاورزی بسیار شدیدی را تجربه نموده و این امر وضعیت بحرانی کشت دیم متکی بر رطوبت خاک ناشی از باران و لزوم توجه به کشت آبی را گوشزد می‌نماید. در عین حال وضعیت تعادلی که هر دو شاخص بین حالتهای نرما ل و مرطوب در مقابل خشکسالی هیدرولوژیکی بدست می‌دهند وضعیت شکننده منابع آب منطقه را نشان می‌دهد که خود به مفهوم لزوم اتخاذ سیاست‌های سخت گیرانه‌تر برای بهره‌برداری از آب موجود منطقه و لزوم تقویت سیستم منابع آب منطقه از طریق انتقال آب میان حوضه‌ای و بخصوص جلوگیری از انتقال آب رودخانه‌های شاهرود و الموت به سفیدرود و تهران می‌باشد. همین امر یعنی عدم توانایی طبیعت منطقه برای فرار از دام خشکسالی آشکار می‌سازد که طرحهای توسعه اراضی باید با حساسیت هرچه بیشتر و برای سناریوهایی که حداقل آب قابل استحصال را در یک دوره دراز مدت مثلاً ۵۰ ساله مد نظر قرار می‌دهد اجرا گردند.

۵- تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) و تحت اعتبار پژوهشی شماره ۹۱-۷۵۱۰۳۶ انجام شده است.

۶- مراجع

۱- رضیئی، ط؛ ع. شکوهی. ۱۳۹۰. شناسایی برازنده تابع توزیع احتمال بر داد ه های بارش مناطق مختلف آب و هوایی در مقیاس های زمانی مختلف (SPI) ایران به منظور محاسبه نمایه بارش استاندارد. اولین کنفرانس ملی خشکسالی و تغییر اقلیم ایران، کرج، ایران، ص ۳۹-۲۸.

۲- رمضانی اعتدالی، ه؛ ع. لیاقت؛ م. پارسی نژاد؛ م. رمضانی اعتدالی. بررسی وضعیت خشکسالی کشاورزی بر اساس رطوبت خاک در ایستگاه سینوپتیک قزوین. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۱، ص ۹۳-۸۳.

3- Angledis, P.; F. Maris,; N. Kotsovinos,; V. Hrissanthou. 2012. Computation of drought index SPI with alternative distribution functions. Water resources management, DOI 10.1007/s11269-012-0026-0.

4- Borg, D.S. 2009. An application of drought indices in Malta, Case study. European Water, 25/26:25-38.

5- Edossa, D.; M. Babel; A. Gupta. 2010. Drought analysis in the Awash river basin, Ethiopia. Water resources management, 24:1441-1460.

6- Guttman, N.; J. Wallis; J. Hosking. 1992. Spatial compatibility of the palmer drought severity index. Water resources bulletin, 28(6): 1111-1119.

7- Hayes, M. 2004. Drought indices. National drought mitigation center. http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm.

8- Hong, W.; M.J. Hayes; D.A. Wilhite; M.D. Svoboda. 2005. Int. J. of Climatology, 25:505-520.

9- Jamshidi, H.; D. Khalili; M. Rezaeian Zadeh; E. Zia Hosseinipour. 2011. Assessment and Comparison of SPI and RDI Meteorological Drought Indices in Selected Synoptic Stations of Iran. World Environmental and Water Resources Congress, May 22-26, 2011. Palm Springs, California, United States.

10- McKee, T., N. Doesken; J. Kleist; 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Reprints. 9th conference on applied climatology, 15-20 Jan. Dallas, 233-236.

11- McKee, T.B.; N.J. Doesken; J. Kliest. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proc. of the 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Boston, 179–184.

12- Paulo, A.; L.S. Pereira. 2006. Drought concept and characterization: Computing drought indices. Applied at local and regional scales. Water International, 31(1):37-49.

Archive of SID

www.SID.ir

13- Richard, R.;J. Heim.. 2002. A review of twentieth- century drought indices used in the United States. American meteorological society, 1149-1166.
14- Rossi, G.; M. Benedini; G. Tsakiris; S. Giakoumakis. 1992. On regional drought estimation and analysis. Water resources management, 6:249-277
15- Tigkas, D. 2008, Drought characterization and monitoring in region of Greece, European water, 23/24: 29-33.
16- Tsakiris, G.; D. Pangalou; H. Vangelis. 2007. Regional drought assessment based on Reconiassance Drought Index (RDI). Water resources management, 21:821-833.
17- Tsakiris, G.; D. Tigkas. 2007. Assessment of drought consequences in agriculture using RDI. In the proceeding of 5th national conference of agricultural engineering, Larissa, 18-20 Oct. 2007, 353-360.
18- Tsakiris, G.; H. Vangelis. 2005. Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. European Water, 9/10:3-11.
19- Wilhite, D.A.; M.J.Hayes; M.D. Svodoba. 2000. Drought monitoring and assessment in the U.S. In: Voght JV, Somma F (eds.) Drought and drought mitigation in Europe. Kluwer, Dordrecht.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of SPI and RDI in drought analysis in local scale with emphasizing on agricultural drought (Case study: Qazvin and Takestan)

A. Shokoohi

Abstract
The SPI index in spite of its simplicity could not be accepted as a national index for evaluating the drought condition of different climates in Iran. The RDI index with the same structure as the SPI but using PET has outstanding features for agricultural and hydrological drought recognition. In this research, the two indices were applied to evaluate the drought condition of Qazvin and Takestan. The results do not show sharp differences between the two indices with respect to the drought analysis, but the RDI showed more sensitivity to extreme conditions. It seems that the RDI is more powerful than the SPI in agricultural drought recognition. According to the achievements, Qazvin has experienced extreme drought from agricultural point of view which emphasize the inherent risk of rainfed farming in this area. In the meanwhile, both the two indices illustrated the fragile condition of the region based on their evaluation of the hydrological drought which in turn shows the necessity of empowering the water resources system in the region and stopping the water delivery toward neighboring regions like Tehran and Guilan provinces.

Keywords: Drought indices, SPI, RDI, Agricultural and hydrological drought, Qazvin.

Archive of SID

www.SID.ir