دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در پایش خشکسالی چند نمونه اقلیمی ایران

مهدی نادی[1] و سعید شیوخی سوغانلو[2]

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: mehdi.nadi@gmail.com)
۲- دانشجوی دوره دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ ارسال: ۹۷/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۴
صفحه: ۱۰۸ تا ۱۱۸

چکیده

مطالعه و پیش‌بینی خشکسالی مستلزم پایش دقیق این مخاطره آب و هوایی می‌باشد. نمایه بارندگی استاندارد (SPI) پرکاربردترین شاخص در پایش خشکسالی می‌باشد. اما دارای ایراداتی از جمله عدم درنظرگیری تغییرات فصلی، مشکل خودهمبستگی در پنجره‌های زمانی بالا و درنظرگیری توزیع پیش فرض گاما برای همه پنجره‌های زمانی می‌باشد. در این پژوهش، برای رفع ایرادات SPI سعی شد که اولا توزیع مناسب بارش از بین ۸ توزیع مختلف انتخاب گردد و ثانیاً برای رفع مشکل تغییرات فصلی از نمایه بارش استاندارد اصلاح‌شده (SPI_{mod}) استفاده شد. نمایه‌های SPI_{mod} و SPI در پنج ایستگاه از نقاط مختلف ایران با شرایط متفاوت دمایی و رطوبتی، در طی دوره‌ی ۵۵ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۶) با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال داده‌های بارش نشان داد که تابع پیش‌فرض گاما در هیچ یک از ایستگاه‌ها جزو توابع منتخب نبود و توابع پرتو عمومی، ویبول و حدنهایی عمومی مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال برازش یافته در ایستگاه‌های مورد بررسی بودند. مقایسه ضریب همبستگی SPI و SPI_{mod} نشان داد که با افزایش پنجره زمانی ضرایب همبستگی افزایش می‌یابد. همچنین در مناطق مرطوب دو شاخص مورد بررسی شباهت بیشتری به یکدیگر دارند. بر پایه یافته‌های به‌دست‌آمده، اختلاف چشمگیری بین SPI و SPI_{mod} در همه ایستگاه‌ها مشاهده شد، که این اختلاف در گام‌های زمانی کمتر مانند یک، سه و شش‌ماهه، بسیار محسوس‌تر از گام‌های زمانی بالاتر بود و در پنجره‌های زمانی بیشتر از ۱۲ ماه دو شاخص تقریبا منطبق بر یکدیگر شدند. همچنین نتایج نشان داد اختلاف این دو شاخص در ایستگاه‌های خشک‌تر آشکارتر بود. به‌نظر می‌رسد SPI مخصوصاً در مناطق خشک به‌جای خشکسالی، خشکی را پایش می‌کند. بنابراین استفاده از SPI_{mod} به‌جای SPI به‌دلیل حذف اثرات فصلی بارش، نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تابع توزیع احتمال، خشکسالی، پنجره زمانی، نمایه SPI_{mod}

مقدمه

خشکسالی را می‌توان رویدادی طبیعی و غیرقابل تفکیک از نوسانات اقلیمی دانست، که گاهاً اثراتی را به‌صورت طولانی مدت و در برخی موارد به شکل کوتاه مدت بروز می‌دهد (۱۰). این پدیده در تمام نواحی اقلیمی جهان از خیلی خشک تا خیلی مرطوب رخ می‌دهد و به کاهش در مقدار متغیرهای هیدرومتئورولوژیکی در مقایسه با میانگین طولانی مدت آن‌ها مربوط می‌باشد (۱۹). خشکسالی که یکی از پر هزینه‌ترین بلایای طبیعی می‌باشد، در طول دو دهه گذشته چالش بزرگی در مدیریت منابع آب ایران ایجاد کرده است. در طی سال‌های۲۰۰۰-۱۹۹۸، ایران یکی از شدیدترین خشکسالی‌ها در طی ۵۰ سال اخیر را تجربه کرده است. در طی این سه سال در بیش از ۲۷۰ شهر کمبود آب به نقطه‌ی بحرانی رسید، هزاران روستا با کمبود آب نوشیدنی مواجه شدند، میزان آب‌های سطحی تا حد ۵۵٪ کاهش پیدا کرد و منابع آبی و سدهای ایران به‌دلیل جریان‌های کم آب و دمای بالای هوا کمترین حجم آب قابل انتقال را دارا بودند (۱). مطالعه و تحلیل خشکسالی نیازمند پایش دقیق آن است که برای این منظور از نمایه‌های خشکسالی استفاده می‌شود. نمایه‌های خشکسالی هواشناسی از لحاظ متغیرهای مورد نیاز جهت پایش به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از تک‌متغیره، که نیاز به بارش دارند، دومتغیره که شامل ورودی‌های بارش و دما می‌شوند و سه و بیش از سه‌متغیره، که علی‌رغم بارش و دما شامل ورودی‌هایی همچون تبخیر تعرق، جریان رودخانه، ذخیره منابع آب، برف و غیره می‌شوند (۱۱). در بین عناصر مختلف جوی، داده‌های بارندگی نقش بسزایی در پایش خشکسالی ایفا می‌کنند (۲۳). تحقیقات عمده‌ای در پایش خشکسالی با محوریت تغییر بارش انجام شده است که می‌توان به مواردی چون ذبیحی و همکاران (۲۵)، امین و ملکی‌نژاد (۳)، اقتدارنژاد و همکاران (۸)، نساجی‌زواره و صانعی (۲۲) و لشنی‌زند و خرمیان (۱۷) اشاره کرد. با توجه به اینکه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، رطوبت موجود در خاک و جریان‌های سطحی عمدتاً تحت تاثیر تغییرات بارش قرار دارند (۲) و از طرفی کشور ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی خود در کمربند اقلیمی خشک جهان قراردارد، تغییرات بارندگی اهمیت بسیار زیادی پیدا کرده است (۲۷). با توجه به اینکه نمایه‌های خشکسالی علاوه‌بر سادگی در محاسبات بایستی بتوانند شدت و گستره‌ی خشکسالی را نیز به‌خوبی مشخص نمایند، نمایه بارش استاندارد (SPI) ارائه شد (۱۸). این نمایه به‌دلیل عدم نیاز به متغیرهای هواشناسی زیاد و سادگی محاسبه، یکی از پرکاربردترین نمایه‌های پایش خشکسالی محسوب می‌شود. اساس محاسبه این نمایه، احتمالات بارندگی برای هر مقیاس زمانی است که دارای قابلیت انعطاف‌پذیری مطلوبی است به‌طوریکه قابلیت پایش خشکسالی‌های کوتاه مدت (رطوبت خاک) و درازمدت (منابع آب سطحی و زیرزمینی) را دارد (۲۵). از این‌رو این نمایه از

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

سایر نمایه‌های پایش خشکسالی متمایز می‌باشد (۱۲). محسنی‌ساروی و همکاران (۲۰)، استفاده از شاخص SPI را در مقیاس‌های مختلف زمانی چندان مطلوب به‌شمار نیاوردند و اظهار داشتند این شاخص در ماه‌هایی با بارش صفر ناکارآمد می‌باشد. سونمز و همکاران (۲۸)، نشان دادند که به‌دلیل چولگی زیاد و عدم برازش مناسب توزیع گاما بر داده‌های بارش، باعث می‌شود مقادیر SPI محاسبه‌شده به‌طور مطلوب شرایط خشکسالی را نشان نداده و سبب بروز خطاهای قابل توجهی شود. به‌علاوه مساعدی و قبائی سوق (۲۱) دریافتند که توزیع گاما نمی‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین تابع توزیع مقادیر بارش سالانه در محاسبه نمایه SPI در نظر گرفته شود و استفاده از تابع توزیع مناسب منجر به جابجایی طبقات خشکسالی می‌گردد. همچنین حجابی و بذرافشان (۱۲) نیز نشان دادند محاسبه نمایه SPI با توزیع پیش فرض گاما سبب طبقه‌بندی نادرست به‌ویژه در طبقات خفیف و متوسط خشکسالی خواهد شد. ایشان استفاده از توزیع بهینه داده‌های بارش به‌جای استفاده مطلق از توزیع پیش فرض گاما را پیشنهاد دادند. علاوه‌بر مشکل عدم برازش مناسب توزیع پیش فرض گاما بر داده‌های بارش، کائو و گویندراجوا (۱۳) ایرادات دیگری از جمله مشکل عدم درنظرگیری نوسانات فصلی در محاسبه این نمایه را مطرح نمودند و این نتیجه را گرفتند که این نمایه باعث پایش نادرست طبقات خشکسالی می‌شود. با توجه به ایرادات فوق لازم است در محاسبه شاخص SPI طول دوره‌ی آماری و نوع توزیع فراوانی مناسب بر داده‌های بارندگی مورد توجه قرار بگیرد (۱۹). لذا هدف از این پژوهش، تعیین تابع توزیع احتمال مناسب داده‌های بارش، از بین ۸ توزیع مختلف پرکاربرد و اصلاح نمایه بارش استاندارد، در پایش خشکسالی چند نمونه اقلیمی متفاوت در ایران می باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به‌منظور مقایسه کارایی دو شاخص SPI و SPI_{mod} از پنج ایستگاه با آب و هوای متفاوت استفاده شد. که مشخصات آن ها در جدول (۱) نشان داده شده است. این ایستگاه‌ها بر اساس اقلیم‌بندی دمارتن گسترش یافته از اقلیم‌های مرطوب معتدل، فراخشک سرد، خشک گرم، نیمه‌خشک سرد و نیمه‌خشک معتدل انتخاب شدند. دوره‌ی آماری استفاده‌شده ۲۰۱۰-۱۹۶۵ بود.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیکی سه منطقه مورد بررسی با اقلیم‌های متفاوت

Table 1. Synoptic station specifications of the three studied areas with different climates

ایستگاه سینوپتیک	اقلیم منطقه*	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)	میانگین بارندگی سالانه (mm)	انحراف معیار بارندگی سالانه (mm)
بابلسر	مرطوب معتدل	۳۶ ۴۳ ۱۲	۵۲ ۳۹ ۱۱	-۲۱	۸۸۹/۳	۱۶۲/۹۷
اصفهان	فراخشک سرد	۳۲ ۳۱ ۰۳	۵۱ ۴۲ ۲۲	۱۵۵۰/۴	۱۲۵	۵۵/۱۰
بوشهر	خشک گرم	۲۸ ۵۷ ۴۷	۵۰ ۴۹ ۰۹	۹	۲۶۸	۱۶۴/۲۶
مشهد	نیمه‌خشک سرد	۳۶ ۱۴ ۱۱	۵۹ ۳۷ ۵۲	۹۹۹/۲	۳۲۱/۸	۷۰/۱
خرم‌آباد	نیمه‌خشک معتدل	۳۳ ۲۶ ۲۰	۴۷ ۱۷ ۰۱	۱۵۵۰/۴	۵۰۴/۳	۱۲۷/۰۸

نمایه بارش استاندارد (SPI)

مک‌کی و همکاران (۱۸) برای اولین بار در ایالت کلرادو آمریکا شاخص بارندگی استاندارد (SPI) را برای پایش خشکسالی ارائه کردند. امروزه از این نمایه در سراسر جهان به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود.

برای محاسبه این نمایه ابتدا میانگین متحرک داده‌های بارش ماهانه بر اساس پنجره زمانی مشخص w (معمولا ۱ تا ۱۲ ماه) محاسبه می‌شود ($X_w(t)$). سپس با فرض پیروی داده‌های بارش از توزیع گاما، این توزیع به‌صورت پیش‌فرض بر روی سری زمانی ماهانه‌ی بارش تجمعی برازش می‌یابد. در مرحله بعد احتمال به‌دست‌آمده از توزیع تجمعی گاما به توزیع نرمال استاندارد (با میانگین صفر و واریانس ۱) منتقل شده و عدد معادل سطح هم احتمال به‌عنوان شاخص SPI درنظر گرفته می‌شود (۲۱).

نمایه بارش استاندارد اصلاح‌شده SPI_{mod}

نمایه SPI به دو دلیل به‌وسیله‌ی کائو و گویندراجوا (۱۳) اصلاح شد: اول اینکه این نمایه رژیم سالانه بارش را در نظر نمی‌گیرد. به‌عبارتی دیگر این نمایه به‌دلیل برازش یک توزیع احتمالاتی بر کل داده‌های بارش ماهانه، نمی‌تواند ماه‌های پرباران را از ماه‌های خشک جدا کند که در نتیجه اثر فصل را درنظر نمی‌گیرد. دومین ایراد آن این است که هم‌پوشانی مقادیر مختلف بارندگی در پنجره زمانی معین در طول سری زمانی ممکن است خودهمبستگی مشخصی ایجاد نماید و موجب برازش نااریب توزیع‌های احتمالاتی گردد، که این عیب برای پنجره‌های زمانی بزرگتر حادتر بوده و دلیل آن هم‌پوشانی بیشتر سری زمانی با پنجره‌های بزرگتر می‌باشد. بذر افشان و همکاران (۴) و کائو و گویندراجوا (۱۳)، پیشنهاد کردند که بارندگی جمع‌شده برای پنجره زمانی معین $X_w(t)$ بر اساس ماه پایانی گروه‌بندی شود. به‌عبارت دیگر برای پنجره زمانی معین، سری $X_w(t)$ به ۱۲ سری کوچکتر بر اساس ۱۲ ماه سال تقسیم می‌شود. بنابراین در SPI_{mod}، $X_w(t)$ به $X_w^m(y)$ تغییر پیدا می‌کند که m نمایه ماه برای ماه پایانی پنجره زمانی w، m نشان‌دهنده‌ی ماه‌های سال از ۱ (ژانویه) تا ۱۲ (دسامبر) بوده و y نیز نمایه سال می‌باشد. در این روش نمونه‌ها در هر مجموعه $X_w^m(y)$ به‌صورت سالانه جمع می‌شوند و درصورتی که $w \leq 12$ باشد دیگر هم‌پوشانی نخواهند داشت و درجه‌ی خودهمبستگی میان داده‌ها کاهش خواهد یافت.

در نسخه قدیمی SPI توزیع گاما به‌عنوان توزیع مناسب توسط ادواردز و مک کی (۷) و توزیع پیرسون تیپ ۳ توسط

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

گوتمن (۱۹۹۹)، به‌عنوان توزیع مناسب معرفی شدند. با توجه به اینکه جایگزینی توزیع مناسب به‌جای توزیع پیش فرض گاما در ایران قبل نیز گزارش شده است (۲۱،۵). در این پژوهش امکان برازش ۸ تابع توزیع احتمال مختلف شامل: نرمال (N)، لوگ–نرمال (LN)، گاما (G)، ویبول (W)، نمایی (E)، حدنهایی (EV)، حدنهایی عمومی (GEV) و پرتو عمومی (GP) برداده‌های بارش بررسی شد. همچنین انتخاب تابع توزیع مناسب، بر اساس آزمون نکویی برازش کلوموگروف–اسمیرنف انجام شد. در پایان، کلیه محاسبات مربوط به نمایه‌ها در محیط نرم‌افزار متلب انجام شد.

نتایج و بحث

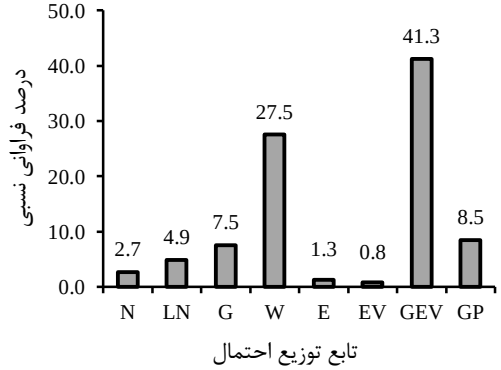
نتایج بررسی و انتخاب تابع توزیع احتمال مناسب از بین ۸ تابع توزیع در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست‌آمده، توزیع‌های حد نهایی عمومی، ویبول و پرتو عمومی پرتکرارترین موارد در بین توزیع‌های منتخب در ایستگاه‌های مختلف بودند. در ایستگاه بابلسر توابع توزیع حد نهایی عمومی و ویبول نسبت به سایر توابع توزیع اولویت داشتند. در حالی‌که در ایستگاه اصفهان سری داده‌ها از توابع توزیع پرتو عمومی و ویبول، و در ایستگاه بوشهر از توابع پرتو عمومی و حد نهایی عمومی پیروی می‌کردند. البته در ایستگاه مرطوب بابلسر توزیع نرمال نیز در SPI ۵ماهه به‌عنوان توزیع مناسب انتخاب شد. همچنین در ایستگاه مشهد به‌استثناء SPI ۴ماهه، سایر پنجره‌های زمانی از تابع توزیع ویبول و در ایستگاه خرم‌آباد تمامی پنجره‌های زمانی از تابع توزیع حد نهایی عمومی پیروی می‌کردند.

همچنین با توجه به نتایج شکل یک که فراوانی انتخاب هر یک از توابع توزیع مورد بررسی را نشان می دهد، تابع توزیع GEV با فراوانی بیش از ۴۱/۳ درصد، بیشترین درصد انتخاب را داشت و پس از آن توزیع‌های ویبول و پرتو عمومی به‌ترتیب با ۲۷/۵ و ۸/۵ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین توزیع پیش فرض گاما تنها در ۷/۵ درصد موارد به‌عنوان توزیع مناسب انتخاب شدند

جدول ۲– انتخاب مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال داده های بارش ماهانه در پنجره‌های زمانی مختلف

Table 2. Selection of the appropriate probability distribution function on monthly precipitation data in different time window

SPI_{mod} (month)	تابع توزیع احتمال بهینه ایستگاه				
	بابلسر	اصفهان	بوشهر	مشهد	خرم‌آباد
۱	ویبول	پرتو عمومی	پرتو عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۲	حد نهایی عمومی	پرتو عمومی	پرتو عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۳	حد نهایی عمومی	پرتو عمومی	پرتو عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۴	حد نهایی عمومی	پرتو عمومی	پرتو عمومی	حد نهایی عمومی	حد نهایی عمومی
۵	نرمال	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۶	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۷	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۸	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۹	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۱۰	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۱۱	ویبول	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی
۱۲	ویبول	ویبول	حد نهایی عمومی	ویبول	حد نهایی عمومی



شکل ۱– فراوانی توابع توزیع برازش یافته بر سری داده‌های بارش

Figure 1. Frequency of fitted distribution functions on rainfall data series

1- Kao and Govindraju

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش مقایسه میزان اختلاف دو نمایه SPI و SPI_{mod} در پنجره‌های زمانی مختلف می‌باشد، در جدول ۳ ضرایب همبستگی بین این دو نمایه و سطح معنی‌داری در پنجره‌های ۱ تا ۱۲ ماه نشان داده شده است. نتایج این جدول حاکی از اختلاف بسیار چشمگیر این دو نمایه در پایش خشکسالی بود. بررسی کلی نتایج این جدول نشان می‌دهد گرچه همبستگی این دو نمایه در همه پنجره‌های زمانی معنادار است اما در پنجره‌های زمانی کمتر همبستگی‌ها کمتر از پنجره‌های زمانی بزرگتر است. و تقریبا بعد از پنجره ۱۰ ماهه همبستگی دو نمایه بیش از ۰/۹ می‌باشد. همچنین می‌توان دریافت که اختلاف SPI و SPI_{mod} در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر از مناطق مرطوب بوده و به‌عبارتی شباهت این دو نمایه در پایش خشکسالی مناطق مرطوب بیشتر می‌باشد. همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود مقادیر ضریب همبستگی میان نمایه‌های SPI و SPI_{mod} در منطقه بوشهر در گام‌های زمانی یک‌ماهه با مقدار (۰/۴۹)، ۳ماهه با مقدار (۰/۰۹) و ۹ماهه با مقدار (۰/۸۱) در مقایسه با مناطق خشک اصفهان به‌ترتیب با مقادیر (۰/۳۷)، (۰/۵۳) و (۰/۹۰) و بابلسر با مقادیر (۰/۷۲)، (۰/۶۰) و (۰/۸۳) و همچنین مناطق نیمه‌خشک مشهد با مقادیر (۰/۳۷)، (۰/۴۶) و (۰/۷۹) و خرم‌آباد به‌ترتیب با مقادیر (۰/۱۶)، (۰/۳۱) و (۰/۷۸)، اختلاف محسوسی را نشان داد. این در حالی بود که در گام زمانی ۱۲ماهه ضریب همبستگی میان نمایه‌های SPI و SPI_{mod} در ایستگاه‌های بابلسر، اصفهان، بوشهر، مشهد و خرم‌آباد به‌ترتیب برابر با (۰/۹۸)، (۰/۹۹)، (۰/۹۹)، (۰/۹۹) و (۰/۹۹) گزارش شد، که بیانگر این بود که در مقیاس سالانه تفاوت چندانی بین نمایه‌های SPI و SPI_{mod} در پایش شدت خشکسالی وجود ندارد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی نمایه‌های SPI و SPImod در پنجره‌های زمانی ۱ تا ۱۲ماهه در ایستگاه‌های مورد بررسی

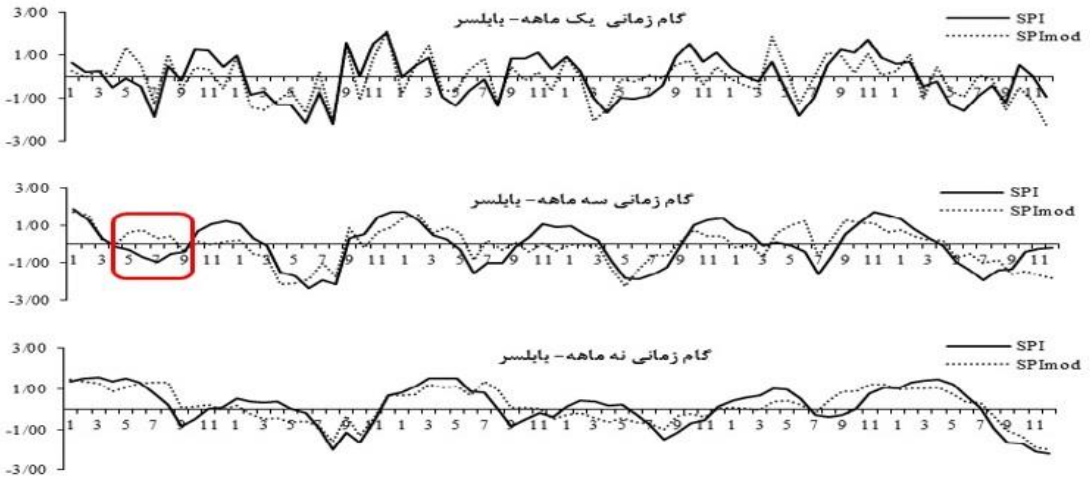
Table 3. Correlation coefficients of SPI and SPI_{mod} at 1 to 12 time windows at the studied stations

پنجره زمانی	ایستگاه									
	بابلسر		اصفهان		بوشهر		مشهد		خرم‌آباد	
	r*	p**	R	p	r	p	r	p	r	p
۱ ماهه	۰/۷۲	≤۰/۰۱	۰/۳۷	≤۰/۰۱	۰/۴۹	≤۰/۰۱	۰/۳۷	≤۰/۰۱	۰/۱۶	≤۰/۰۱
۲ ماهه	۰/۶۳	≤۰/۰۱	۰/۴۷	≤۰/۰۱	۰/۱۲	≤۰/۰۱	۰/۴۶	≤۰/۰۱	۰/۲۳	≤۰/۰۱
۳ ماهه	۰/۶۰	≤۰/۰۱	۰/۵۳	≤۰/۰۱	۰/۰۹	≤۰/۰۱	۰/۴۶	≤۰/۰۱	۰/۳۱	≤۰/۰۱
۴ ماهه	۰/۵۹	≤۰/۰۱	۰/۵۸	≤۰/۰۱	۰/۲۲	≤۰/۰۱	۰/۵۰	≤۰/۰۱	۰/۳۹	≤۰/۰۱
۵ ماهه	۰/۶۱	≤۰/۰۱	۰/۶۴	≤۰/۰۱	۰/۴۱	≤۰/۰۱	۰/۵۴	≤۰/۰۱	۰/۴۸	≤۰/۰۱
۶ ماهه	۰/۶۴	≤۰/۰۱	۰/۷۱	≤۰/۰۱	۰/۵۴	≤۰/۰۱	۰/۵۸	≤۰/۰۱	۰/۵۴	≤۰/۰۱
۷ ماهه	۰/۷۰	≤۰/۰۱	۰/۷۷	≤۰/۰۱	۰/۶۴	≤۰/۰۱	۰/۶۴	≤۰/۰۱	۰/۶۱	≤۰/۰۱
۸ ماهه	۰/۷۶	≤۰/۰۱	۰/۸۳	≤۰/۰۱	۰/۷۲	≤۰/۰۱	۰/۷۱	≤۰/۰۱	۰/۶۹	≤۰/۰۱
۹ ماهه	۰/۸۳	≤۰/۰۱	۰/۹۰	≤۰/۰۱	۰/۸۱	≤۰/۰۱	۰/۷۹	≤۰/۰۱	۰/۷۸	≤۰/۰۱
۱۰ ماهه	۰/۹۰	≤۰/۰۱	۰/۹۵	≤۰/۰۱	۰/۹۰	≤۰/۰۱	۰/۸۹	≤۰/۰۱	۰/۸۸	≤۰/۰۱
۱۱ ماهه	۰/۹۶	≤۰/۰۱	۰/۹۸	≤۰/۰۱	۰/۹۷	≤۰/۰۱	۰/۹۷	≤۰/۰۱	۰/۹۶	≤۰/۰۱
۱۲ ماهه	۰/۹۸	≤۰/۰۱	۰/۹۹	≤۰/۰۱	۰/۹۹	≤۰/۰۱	۰/۹۹	≤۰/۰۱	۰/۹۹	≤۰/۰۱

*r و **p به‌ترتیب ضریب همبستگی و P-value هستند.

به منظور مقایسه چشمی اختلاف SPI و SPI_{mod} تغییرات این دو نمایه در پنجره‌های زمانی مختلف در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۵ برای ایستگاه‌های بابلسر، اصفهان، بوشهر، مشهد و خرم‌آباد به‌ترتیب در شکل‌های ۲ تا ۶ نشان داده شد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از تفاوت آشکار این دو نمایه در پایش خشکسالی می‌باشد. لازم به‌ذکر است برای سهولت در گزارش و تجزیه و تحلیل نتایج، فقط نتایج حاصل از گام‌های زمانی یک، ۳ و ۹ماهه آورده شد. بررسی کلی شکل‌های ۲ تا ۶ نشان می‌دهد که تطابق این دو نمایه در پنجره‌های زمانی یک ماهه کمتر از ۹ماهه بوده و با افزایش پنجره زمانی شباهت دو نمایه بیشتر می‌شود. همچنین شباهت SPI و SPI_{mod} در ایستگاه بابلسر که دارای اقلیم مرطوب می‌باشد به‌ترتیب از اصفهان و بوشهر واقع در مناطق خشک و فراخشک و همچنین مشهد و خرم‌آباد که در مناطق نیمه‌خشک قرار دارند بیشتر است. که به‌نظر دلیل آن ماه‌های بدون بارش بیشتر و بالاتربودن ضریب تغییرات داده‌های بارش است. شکل ۲ مقایسه نمایه SPI و SPI_{mod} را در ایستگاه بابلسر نشان می‌دهد. بررسی این شکل نشان می‌دهد که حدود تغییرات هر دو نمایه در پنجره‌های زمانی مورد بررسی تقریباً به یکدیگر شبیه هستند به‌عبارتی هر دو نمایه در ۶ سال مورد بررسی ترسالی و خشکسالی شدید را نشان دادند. همچنین با افزایش پنجره زمانی نوسانات نمایه‌ها نرم‌تر شده و تطابق آن‌ها افزایش می‌یابد. اما در مواردی مانند پنجره زمانی ۳ماهه، ماه‌های آوریل-سپتامبر نمایه SPI بیانگر خشکسالی خفیف بوده در صورتی‌که نمایه SPI_{mod} نشان‌دهنده ترسالی خفیف در ایستگاه بابلسر می‌باشد که کاملا متضاد یکدیگر می باشند.

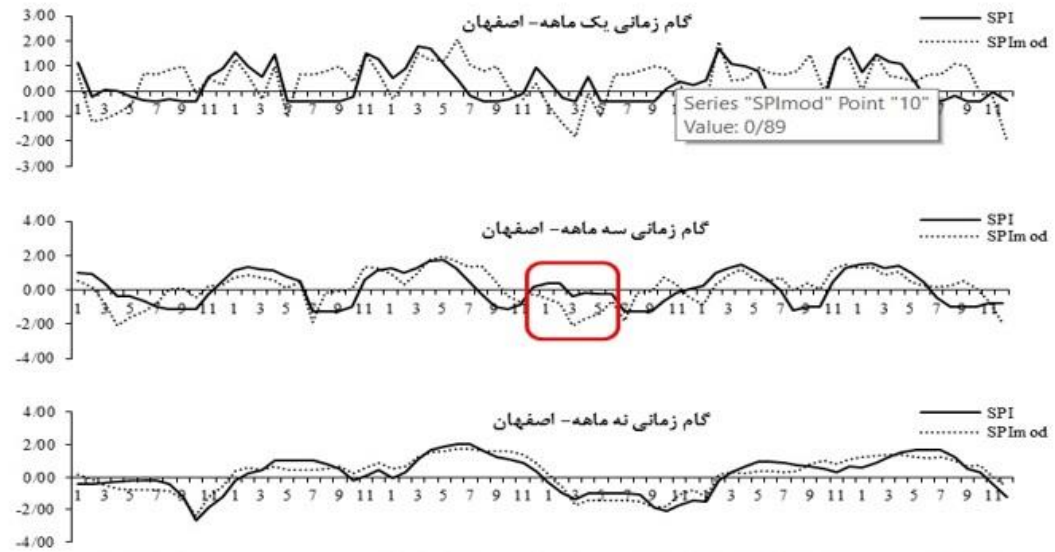
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]



شکل ۲- مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در گام‌های زمانی یک، سه و نه ماهه در ایستگاه بابلسر در طی دوره‌ی (۲۰۰۵-۲۰۱۰)

Figure 2. Comparison of SPI and SPImod indexes in one, three and nine months' time windows at Babolsar station during the period (2005-2010)

شکل ۳ که مقایسه SPI و SPI_{mod} را بر اساس داده‌های اصفهان نشان می‌دهد نیز بیان‌کننده اختلاف این دو نمایه در گام‌های زمانی کمتر است. گرچه شباهت شاخص بارش استاندارد و بارش استاندارد اصلاح‌شده در پایش خشکسالی ۹ماهه رضایت بخش بوده اما اختلاف این دو نمایه در پنجره‌های زمانی ۳ و به‌خصوص یک‌ماهه بسیار فاحش است به‌طوریکه در پنجره زمانی یک‌ماهه، این دو نمایه در ۵ماهه اول و دوم سال ۲۰۰۵ به‌طور کاملاً متضاد وضعیت خشکسالی را پایش نمودند. همچنین در پایش خشکسالی ۳ ماهه (شکل ۳) در شش ماه نخست سال ۲۰۰۸، نمایه SPI وضعیت نرمال را پایش نموده در حالیکه نمایه SPI_{mod} بیانگر وضعیت خشکسالی خفیف تا شدید است. نکته دیگر در مورد پنجره زمانی یک‌ماهه شکل ۳، پایش مقادیر برابر SPI در ماه‌های متوالی ۶ تا ۱۰ در سال‌های مختلف بود که به‌صورت خطوط صاف خود را در نمودار نشان می‌دهد که علت آن وجود داده‌های صفر (ماه‌های بدون بارش) در ماه‌های متوالی فصل تابستان می‌باشد که به‌صورت خطوط صاف نمایان شده است که البته نمایه SPI_{mod} کمتر با آن مواجه بوده است.

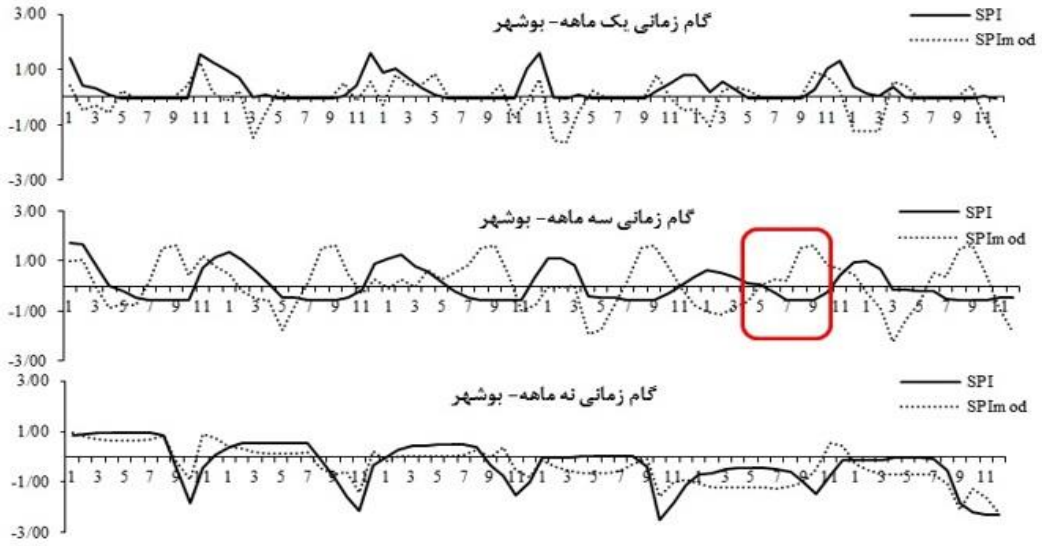


شکل ۳- مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در گام‌های زمانی یک، سه و نه ماهه در ایستگاه اصفهان در طی دوره‌ی (۲۰۰۵-۲۰۱۰)

Figure 3. Comparison of SPI and SPImod indexes in one, three and nine months' time windows at Isfahan station during the period (2005-2010)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

شکل ۴ که پایش خشکسالی ایستگاه بوشهر را با دو نمایه مورد نظر نشان می‌دهد وضعیتی شدیدتر نسبت به ایستگاه اصفهان دارد به طوریکه حتی در گام زمانی ۹ ماهه نیز تطابق این دو نمایه به حد مطلوبی نرسید. بررسی این شکل نشان می‌دهد که نمایه SPI به هیچ وجه در پنجره‌های زمانی کوتاه مدت کمتر از سه ماه قابلیت پایش خشکسالی را در این ایستگاه ندارد. چرا که مثلا در گام زمانی یک ماهه در سال‌های مورد بررسی هیچ طبقه‌ای از خشکسالی را پایش ننموده و همه مقادیر SPI مثبت بود. در حالیکه نمایه SPI_{mod} در همان دوره از خشکسالی خفیف تا بسیار شدید را نشان داده است. در مورد پنجره زمانی سه ماهه نیز شکل ۴ اختلاف چشمگیری بین این دو نمایه بخصوص در ماه‌های فصل تابستان (جولای–سپتامبر) را نشان می‌دهد، که در اغلب سال‌ها نه‌تنها کلاس‌های مشابه خشکسالی را پایش ننموده، بلکه کلاس‌های متضاد را نشان دادند. همچنین در پنجره ۹ ماهه نیز گرچه تطابق دو نمایه بهتر از پنجره‌های زمانی کمتر بوده اما مجدداً نمایه SPI ماه‌های هم مقدار متوالی به‌خصوص در ۵ ماهه نخست هر سال را نشان می‌دهد (شکل ۴).

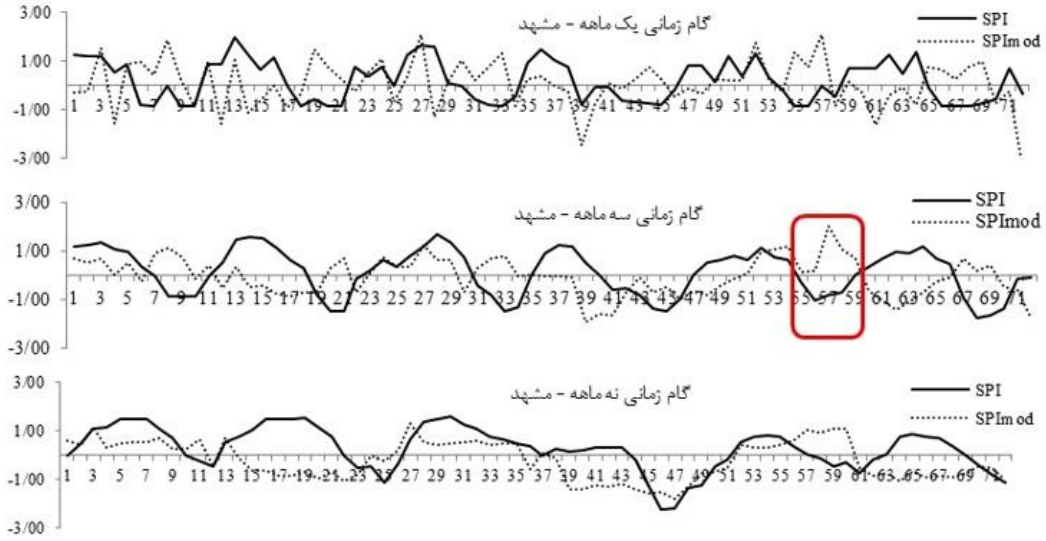


شکل ۴- مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در گام‌های زمانی یک، سه و نه ماهه در ایستگاه بوشهر در طی دوره‌ی (۲۰۰۵–۲۰۱۰)

Figure 4. Comparison of SPI and SPImod indexes in one, three and nine months' time windows at Bushehr station during the period (2005-2010).

شکل ۵ مقایسه این دونمایه را در پایش خشکسالی در مشهد نشان می‌دهد. بوضوح قابل مشاهده است که در مقیاس‌های یک و ۳ماهه این دو نمایه شباهت بسیار کمی با یکدیگر دارند البته در مقیاس ۹ماهه نیز چندان رضایت بخش نیست و حتی در برخی از سال‌ها مانند سال ۲۰۰۶ نمایه SPI ترسالی را پایش می‌کند در حالیکه نمایه SPI_{mod} همین ماه‌ها را در وضعیت نزدیک به خشکسالی نشان می‌دهد. همچنین در این ایستگاه نیز مقدار نمایه SPI به کمتر از ۱- نمی‌رسد که ضعف این نمایه را در پایش خشکسالی‌های شدید نشان می‌دهد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

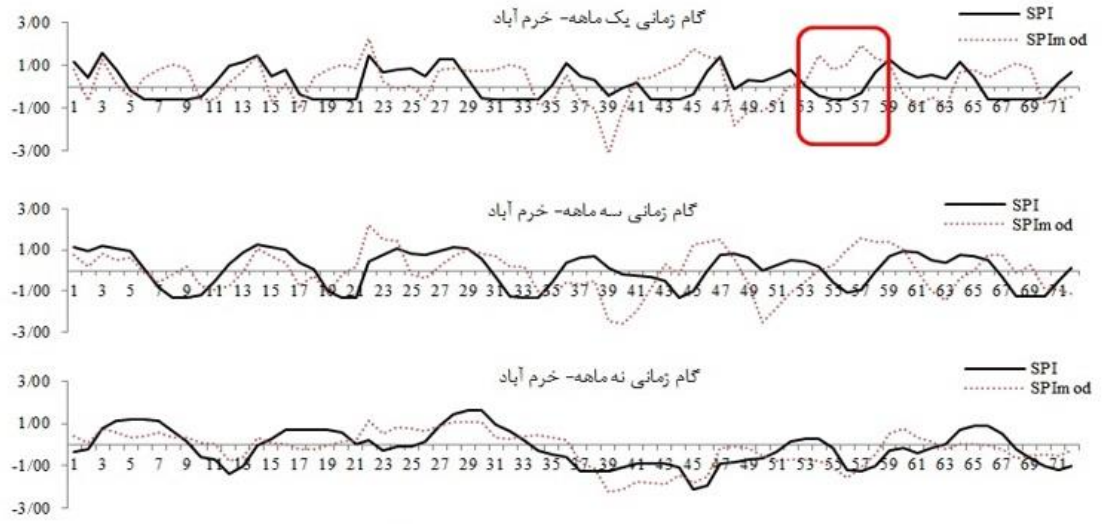


شکل ۵- مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در گام‌های زمانی یک، سه و نه ماهه در ایستگاه مشهد در طی دوره‌ی (۲۰۰۵-۲۰۱۰)

Figure 5. Comparison of SPI and SPImod indexes in one, three and nine months' time windows at Mashhad station during the period (2005-2010)

مقایسه دو نمایه در ایستگاه نیمه خشک معتدل خرم‌آباد در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از داده‌های این ایستگاه تا حدود زیادی شبیه نتایج به‌دست‌آمده از ایستگاه مشهد است، البته شباهت این دو نمایه با یکدیگر در پنجره زمانی ۹ماهه در مقایسه با مشهد بیشتر بود. همچنین به‌نظر می‌رسد مشکل عدم پایش خشکسالی‌های شدید علاوه‌بر مقیاس یک‌ماهه در داده‌های ۳ماهه این ایستگاه نیز وجود دارد به‌طوریکه نمایه SPI در پایش خشکسالی یک‌ماهه از ماه‌های ژوئن تا اکتبر و در مقیاس ۳ماهه، ماه‌های آگوست تا اکتبر یک سال را در شرایط نزدیک به خشکسالی نشان می‌دهد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]



شکل ۶- مقایسه نمایه‌های SPI و SPImod در گام‌های زمانی یک، سه و نه ماهه در ایستگاه خرم‌آباد در طی دوره‌ی (۲۰۰۵-۲۰۱۰)

Figure 6. Comparison of SPI and SPImod indexes in one, three and nine months' time windows at Khorramabad station during the period (2005-2010)

مقایسه کلی شکل‌های ۲ تا ۶ یک نتیجه مهم را نشان می‌دهد که نمایه بارش استاندارد تقریبا در همه ماه‌های کم بارش فصل تابستان (جولای-سپتامبر) مقادیر منفی و در ماه‌های پر بارش زمستان (نوامبر-مارس) مقادیر مثبت را نشان می‌دهد. به‌عبارتی ماه‌های تابستان را در وضعیت خشکسالی و ماه‌های زمستان را در شرایط ترسالی نشان می‌دهد که این بیانگر شرایط خشکسالی در ماه‌های تابستان و شرایط ترسالی در ماه‌های زمستان است. این مطلب در هر پنج ایستگاه با اقلیم‌های مختلف نمایان است و نه‌تنها در دوره مورد بررسی در شکل‌های ۲ تا ۶ (۲۰۰۵-۲۰۱۰) که در کل دوره مطالعه (۲۰۱۰-۱۹۶۵) و در هر سه ایستگاه مورد بررسی با اقلیم‌های متفاوت نیز، نمایه SPI در ماه‌های تابستان خشکسالی و در ماه‌های زمستان ترسالی را نشان می‌دهد در حالیکه SPI_{mod} در کل دوره مقادیر مثبت و منفی را در فصول مختلف نشان می‌دهد. با توجه به اینکه نمایه SPI بر کل داده های بارش دوره یک توزیع آماری برازش می‌دهد، مسلما مقدار این نمایه در ماه‌های خشک منفی و در ماه‌های مرطوب مثبت است که این نوع پایش اساسا با تعریف خشکسالی در تضاد است. بنابراین به‌نظر می‌رسد نمایه SPI در واقع خشکی را پایش می‌کند در حالیکه SPI_{mod} خشکسالی را نمایان می‌سازد. که البته در گام‌های زمانی بالاتر به‌دلیل تلفیق بیشتر ماه‌های کم بارش و پر بارش با یکدیگر این قضیه کم‌رنگ‌تر شده و شباهت SPI و SPI_{mod} بیشتر می‌شود.

این پژوهش به‌منظور بررسی نمایه پرکاربرد بارش استاندارد (SPI) و مقایسه آن با SPI_{mod} در پایش خشکسالی چند نمونه اقلیمی ایران انجام شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که از میان ۸ تابع توزیع احتمال قابل برازش بر داده‌های بارش در ایستگاه‌های مورد بررسی، توزیع‌های حد نهایی عمومی، ویبول و پرتو عمومی به‌ترتیب مناسب‌ترین توابع توزیع احتمال بودند و توزیع پیش‌فرض گاما تنها در ۷ درصد ماه‌ها مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال بود، که این مطلب با نتایج بذرافشان و همکاران (۴) دقیقا همخوانی دارد. همچنین حجابی و بذرافشان (۴) و مساعدی و قبائی‌سوق (۲۱) نیز دریافتند که توزیع گاما لزوما مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال داده‌های بارش در ایستگاه‌های مورد بررسی نبوده و نمی‌تواند به‌عنوان توزیع پیش‌فرض انتخاب شود. ایشان به‌منظور پایش دقیق‌تر خشکسالی با SPI، استفاده از توزیع‌های مناسب منطقه را به‌جای استفاده مطلق از توزیع گاما پیشنهاد نمودند. مقایسه نمایه‌های SPI و SPI_{mod} در پایش خشکسالی نشان داد که اختلاف این دو نمایه در پنجره‌های زمانی کوچکتر بسیار چشمگیر است. البته این دو نمایه بعد از پنجره زمانی ۹ماهه تطابق بسیار زیادی با یکدیگر دارند. به‌نظر می‌رسد اختلاف این دو نمایه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک بسیار بیشتر از اقلیم‌های مرطوب است. مثلا در مناطق مرطوب هر دو نمایه تقریبا روندی مشابه دارند اما در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک نه‌تنها اختلاف دو نمایه افزایش می‌یابد که بلکه در بعضی از دوره‌ها پایشی کاملا متضاد از خشکسالی دارند. علت این قضیه را می‌توان در الگوی بارش مناطق مرطوب دانست چرا که در این مناطق بر خلاف نواحی خشک تقریبا در همه ماه‌ها بارش به‌وقوع می پیوندد و مشکل وجود داده‌های صفر وجود ندارد لذا امکان مقایسه وضعیت رطوبتی ماه‌ها با یکدیگر وجود دارد. یکی از نتایج مهم به‌دست‌آمده از این تحقیق این بود که، بر خلاف مرطوب‌تربودن اقلیم ایستگاه بوشهر نسبت به اصفهان، اختلاف این دو نمایه در ایستگاه بوشهر بسیار بیشتر از ایستگاه اصفهان است. دلیل این قضیه را در پراکنش بارش در طول سال باید دانست. ایستگاه بوشهر گرچه مجموع بارش سالانه بیشتری نسبت به اصفهان دارد اما ماه‌های بدون بارش آن بیشتر از اصفهان است به علاوه‌بر اساس داده‌های جدول یک ضریب تغییرات بارش سالانه ایستگاه بوشهر در حدود ۶۱ درصد بوده که در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

مقایسه با اصفهان (۰/۴۴) بیشتر است. بنابراین می‌توان گفت استفاده از SPI برای پایش خشکسالی در مناطقی با پراکنش شدید بارش (مانند اغلب مناطق جنوبی کشور) خطای زیادی را به‌همراه دارد.

اینگونه به‌نظر می‌رسد که نمایه SPI قابلیت پایش خشکسالی در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌مدت به‌خصوص در مناطق خشک را ندارد که ممکن است دلیل آن واریانس بالای بارش ماهانه و وجود ماه‌های بدون بارش در مناطق خشک و فراخشک در طول سال باشد. با توجه به اینکه نمایه SPI با در نظرگیری کل دوره در غالب یک سری داده و برازش یک تابع توزیع احتمال بر آن، ماه‌های کم‌بارش و پربارش را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد و طبیعتا مقدار این نمایه در ماه‌های کم‌بارش تابستان منفی و در فصول پربارش مثبت خواهد بود. اما نمایه SPI_{mod} به‌دلیل تفکیک ماهانه بارش، ماه‌های کم‌بارش و پربارش را به‌طور جداگانه تحلیل و پایش می‌کند. به‌نظر می‌رسد نمایه SPI مخصوصا در مناطق خشک و در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌مدت، خشکی منطقه را پایش می‌کند چرا که روند تغییرات آن شبیه بارش ماهانه است اما نمایه SPI_{mod} به پایش خشکسالی می‌پردازد. بر اساس نتایج این تحقیق در کارایی کم نمایه SPI در پایش خشکسالی مناطق خشک و با توجه به اینکه اغلب بخش‌های ایران دارای اقلیم فراخشک، خشک و نیمه‌خشک می‌باشند، لذا توصیه می‌شود از نمایه SPI_{mod} به‌جای SPI برای پایش خشکسالی به‌خصوص در مقیاس‌های کمتر از ۹ ماه استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق از محل طرح تحقیقاتی شماره ۱۴-۱۳۹۷-۰۲ توسط دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری حمایت شده و بدین‌وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهشی این دانشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Abbaspour, M. and A. Sabetraftar. 2005 Review of cycles and indices of drought and their effect on water resources, ecological, biological, agricultural, social and economical issues in Iran. International Journal of Environmental Study, 62(6):709-724. Doi:10.1080/002072305002889.
2. Akhtari, R., M.H. Mahdiyan and S. Morid. 2007. Spatial Analysis of SPI and EDI Index in Tehran Province. Iranian Water Resources Research Journal, 2(3): 27-38 (In Persian).
3. Amin, P. and H. Malekinejad. 2017. Investigation and comparison of drought periods using precipitation indexes in some central and western parts of the Iran. Journal of Watershed Management Research, 8(16): 271-281 (In Persian).
4. Azarakhshi, M., B. Farokhzadeh, M. Mahdavi, H. Arzani and H. Ahmadi. 2012. The evaluation of standard annual precipitation indices, standardized precipitation and Palmer drought severity in rangelands of Qom province. Journal of Natural Resources of Iran, 65(2): 159-173 (In Persian).
5. Bazrafshan, J., M. Nadi and K.H. Ghorbani. 2015. Comparison of Empirical Copula-Based Joint Deficit Index (JDI) and Multivariate Standardized Precipitation Index (MSPI) for Drought Monitoring in Iran. Water Resources Management, 29(6): 2027-2044.
6. Binesh, N., M.H. Nik Sokhan and A. Sarang. 2018. Analysis of the Effect of Climate Change on Extreme Rainfall in the West Bank of Tehran. Management year of watershed management, 9(17): 226-234 (In Persian).
7. Eghtedar Nejad., M.A., A. Bazrafshan and J. Bazrafshan. 2017. Investigation of Temporal and Spatial Variations of Meteorological Drought Based on Standardized Transpiration-Evapotranspiration Index in Iran. Agricultural Meteorology Journal, 5(6): 35-46 (In Persian).
8. Guttman, N.B. 1999. Accepting the Standardized Precipitation Index: A Calculation Algorithm. Journal of American Water Resources Association, 35(2): 311-322.
9. Hardy, J. 2003. Climate change, Causes, Effects and Solution, John Wiley Sons. Ltd, pp. 39.
10. Hashemi Nasab, A., J. Bazrafshan and A.N. Ghamashloo. 2015. Evaluation of Drought Drought Index under Climatic Conditions of Iran. Journal of Water and Soil Conservation, 4(3): 53-64 (In Persian).
11. Hejabi, S. and J. Bazrafshan. 2015. Comparison of Two Approaches for Calculating the Standard Rainfall Index in wet and Dry Climates of Iran. Iranian Journal of Watershed Management Sciences and Engineering, 9(28): 61-64 (In Persian).
12. Kao, Sh.Ch. and R.S. Govindaraju. 2010. A copula-based joint deficit index for droughts. Journal of Hydrology, 380: 121-134.
13. Keyantash, J. and J.A. Dracup. 2002. The Quantification of Drought Tndices. American Meteorological Society, 83(8): 1167-1180.
14. Kumar, M.N., C.S. Murthy. M.V.R Sesha Sai and P.S. Roy. 2009. On The Use of Standardized Precipitation Index (SPI) for Drought Intensity Assessment. Journal of Meteorological Application, 16: 381-389.
15. Lashani Zand, M. and N. Khoramian. 2001. Contiental Drought Zoning in Lorestan Province with Statistic Indexes. Proceeding of the First National Conference on the Study of Combat Strategies in Water Crisis, Zabol University, pp. 109-121 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

16. McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The Relationship of Drought frequency and Duration to Time Scales. Preprints 8th Conference on Applied Climatology, 179-184.
17. Mishra, A.K. and V.P. Singh. 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391: 202-216.
18. Mohseni Saravi, M., A. Safdari, B. Saghafian and M. Mahdavi. 2005. Severity, Frequency, Duration and Area Analysis of Karoon Basin Droughts Using the Standardized Precipitation Index (SPI). Iranian Journal Natural Research, 57(4): 607-620 (In Persian).
19. Mosaedi, A. and M. Ghabaei Sogh. 2011. Correction of Standardized Precipitation Index (SPI) based on the selection of the most suitable probability distribution function. Water and Soil Journal, 25(5): 1206-1216 (In Persian).
20. Nasaji Zavare, M. and M. Sanee. 2002. Appointment Period of Drought with Use of Combat Strategies in Water Crisis. Zabol University, pp. 109-121.
21. Noohi, K. and A. Asgari. 2006. Study of Drought and Return Period Drought in Qum Region. Agriculture, 15: 47-64.
22. Roshan, S.H. and M. Habibnejad Doshan. 2018. Monitoring of Temporal and Spatial Variation of Groundwater Drought using GRI and SWI Indices (Case Study: Sari-Neka Plain). Journal of Watershed Management Research, 9(17): 269-279 (In Persian).
23. Sabziparvar, A., A. Kazemi, S. Maroufi, J. Bazrafshan and M. Ghafouri. 2011. Study of Seven Meteorological Drought Indices, Using Cluster Analysis Technique (Case Study: Hamedan Province). Environmental Science and Technology, 12(1): 97-111 (In Persian).
24. Sonmez, F.K., A.U. Komuscu, A. Erkan and E. Turgu. 2005. An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulverability in Turkey using the precipitation index. Natural Hazards, 35: 243-264.
25. Zabihi, M.R. Mostafazadeh and M. Sharari. 2017. Analysis of the intensity and duration of wet and dry periods based on precipitation and evapotranspiration indexes. Journal of Watershed Management Research, 8(15): 125-136 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]

Comparison of SPI and SPImod in Drought Monitoring of Several Climatic Samples of Iran

Mehdi Nadi[1] and Saeid Shiukhy Soqanloo[2]

1- PhD. of Agro Meteorology Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering. Sari Agricultural sciences and Natural Resources University, (Corresponding author: mehdi.nadi@gmail.com)
2- Ph.D. Student of Agricultural Meteorology, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)
Received: 30 January, 2019 Accepted: 6 October, 2019

Abstract

Drought study and forecasting requires accurate monitoring of this climate risk. Standard precipitation index (SPI) is the most common index in drought monitoring. But there are some shortcomings, such as the lack of seasonal changes, the problem of self-affiliation in the high time series, and the consideration of the gamma's distribution function for all-time series. In this research, to resolve the bugs of SPI, it was tried to first select the appropriate distribution of precipitation from 8 different distributions. Secondly, the modified standard precipitation index (SPI_{mod}) was used to resolve the seasonal variation problem. The SPImod and SPI indexes were compared in five stations from different parts of Iran with different temperature and humidity conditions during the 55-year period (1956-2010). The results of the most suitable probability distribution function of precipitation data showed that the gamma function was not one of the selected functions in any of the cases and that the General-pareto, Weibull, and Generalized extreme value functions were the most suitable fitted distribution functions at the stations under study. Comparison of SPI and SPI_{mod} correlation coefficient showed that increasing the time series, increases the correlation coefficients. In the wet areas, the two indexes are more similar to each other. Based on the findings, there was a significant difference between SPI and SPI_{mod} at all stations, which was less significant at time series than one, three, and six months at a much higher level than in the time series Over the last 12 months, the two indexes almost matched each other. The results also showed that the difference between these two indexes was more pronounced in dryer stations. SPI seems to monitor dryness, especially in dry areas rather than droughts, so the use of SPI_{mod} instead of SPI provides more precise results due to the elimination of seasonal effects of precipitation.

Keywords: Drought, Probability Distribution Function, SPImod, Time Window

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.21.5]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.108]