نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۶۵-۸۴۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 845-856

ارزیابی پدیده‌های ترسالی و خشکسالی در استان خراسان با استفاده از نمایه‌های (PNPI, SPI, NITZCHE)

عبدالرضا ظهیری[۱]، حسین شریفان[۲]، فرزانه ابارشی،*[۳]، مهدی رحیمیان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/ ۱ /۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۸

چکیده

خشکسالی یکی از پدیده‌های آب و هوایی است که در همه شرایط اقلیمی و در تمام مناطق کره زمین به وقوع می‌پیوندد. برای بیان کمی این پدیده، ارزیابی و پایش آن از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. شاخص‌هایی که در این تحقیق برای بررسی پدیده خشکسالی و ترسالی به‌کارگرفته شد شامل، شاخص بارش استاندارد شده(SPI)، درصد بارش نرمال(PNPI) و نمایه نیچه(NITZCHE) می‌باشد. برای این منظور داده‌های بارش سالانه ۶ ایستگاه هواشناسی در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی برای یک دوره آماری ۳۰ ساله(۱۳۸۹-۱۳۵۹) با هدف تحلیل آماری بارش و تعیین سال‌های خشک و مرطوب مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از محاسبات انجام شده به روش‌های مختلف و مقایسه آن‌ها با شاخص‌های مورد نظر در طبقه بندی-ها، نتیجه شد که در ایستگاه‌های مورد مطالعه اغلب سال‌ها به صورت نرمال و تا حدودی خشک بوده و سال‌های شدیداً خشک و یا شدیداً مرطوب به ندرت قابل مشاهده می‌باشد. از میان نمایه‌های به کارگرفته شده، نمایه(SPI) به دلیل داشتن قابلیت‌های بیش‌تر در تفکیک دقیق‌تر طبقه‌ها در پدیده‌های ترسالی و خشکسالی به عنوان بهترین شاخص از میان شاخص‌های بررسی شده برای ارزیابی پدیده خشکسالی و ترسالی در استان خراسان انتخاب شد. هم‌چنین با استفاده از روش‌های زمین‌آماری، نقشه پهنه‌بندی شاخص استاندارد بارش برای منطقه مورد مطالعه ترسیم گردید. بر این اساس معلوم گردید که نواحی جنوب و جنوب غربی استان خراسان رضوی و قسمت‌های شمال و شمال غربی خراسان جنوبی در وضعیت خشکی شدیدتری قرار دارند. علاوه بر این مشخص گردید، در طول دوره آماری ۳۰ ساله، شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۸۷ و فراگیرترین خشکسالی در سال ۱۳۸۰به وقوع پیوسته است.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، شاخص بارش استاندارد شده(SPI)، شاخص درصد بارش نرمال(PNPI)، نمایه نیچه(NITZCHE)، ترسالی.

مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که در همه اقلیم‌ها و مناطق جغرافیایی رخ می‌دهد، اما اثرات آن در مناطق خشک و نیمه خشک بیش‌تر ظاهر می‌شود(چناری، ۱۳۸۴). از سویی واقع شدن ایران بر روی کمربند خشک جهانی موجب شده تا نوسانات بارندگی در کشور ما شدید باشد. به همین دلیل در برخی سال‌ها، در اثر طغیان آبی رودخانه‌ها، سیلاب رخ می‌دهد در حالی‌که در مواقعی دیگر وقوع خشکسالی موجب آسیب‌های شدید می‌گردد. در عین حال زمانی که خشکسالی به وقوع پیوسته، وقوع یک بارندگی نیز می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به بار آورد که نمونه این مورد در سال ۱۳۸۰ در استان گلستان به وقوع پیوست(مساعدی و مرعشی، ۱۳۸۸).

پالمر خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیر طبیعی تعریف کرد(palmer., 1965) در حالی که هنوز یک تعریف دقیق و جهانی از پدیده خشکسالی که مورد پذیرش همگان باشد، ارائه نشده است .هریک از رشته‌های مختلف علوم، پدیده خشکسالی را از دیدگاه خود تعریف نموده‌اند. تاکنون بیش از ۱۵۰ تعریف از خشکسالی ارائه شده است. در همه این تعاریف، خشکسالی یک دوره پیوسته و پایدار که در آن مقدار آب موجود در یک منطقه به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد، بیان می‌شود(Wilhite and glantz., 1985). لازم به ذکر است که دو مفهوم خشکسالی و خشکی کاملاً با یکدیگر متفاوت است. خشکی نوعی ویژگی دائم آب و هوایی در یک منطقه است که عدم کفایت بارش در حد لازم برای ادامه فعالیت‌های حیاتی و عادی موجودات زنده در آن منطقه می‌باشد، در حالی که خشکسالی همان‌گونه که بیان شد، خشکی درحد کم‌تر از معمول منطقه است. بنابراین خشکی ویژگی دائمی منطقه نبوده و در هر شرایط آب و هوایی ممکن است مشاهده شود.

اصولاً برای تحلیل کمی خشکسالی، وجود یک شاخص مشخص جهت تعیین دقیق دوره‌های مرطوب و خشک بسیار ضروری است.

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- کارشناس ارشد مهندسی منابع آب
۴- کارشناس ارشد آب منطقه‌ای سمنان
(*- نویسنده مسئول: Email: farzaneh.abareshi@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

تاکنون بیش از ده‌ها شاخص خشکسالی معرفی شده است که بعضی از آن‌ها به شرح زیر عبارتند از:

- شاخص درصدی از نرمال
- شاخص ذخیره آب سطحی
- شاخص شدت خشکسالی پالمر
- شاخص رطوبت محصول
- شاخص دهک‌ها
- شاخص بارندگی استاندارد
- شاخص بارش سراسری برکلی
- شاخص بارش مؤثر

تعیین ویژگی‌های خشکسالی یا ترسالی در یک منطقه، به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و مقابله با مشکلات ناشی از کمبود آب ضروری می باشد.

مک‌کی و همکاران در تحقیقات خود با استفاده از نمایه SPI در کلرادو مشخص کردند که، احتمال وقوع خشکسالی خفیف (۲۴٪)، خشکسالی متوسط(۹/۲٪)، خشکسالی شدید(۴/۴٪) و خشکسالی فوق العاده شدید(۲/۳٪) می‌باشد(Mckee et al., 1993). از سوی دیگر هایز و همکاران به کمک شاخص‌های SPI و پالمر به ارزیابی خشکسالی در ایالت کلرادو آمریکا پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که شاخص SPI، قادر به تشخیص زمان شروع خشکسالی و پیشرفت آن می‌باشد. این محققین نیز، این شاخص را به عنوان شاخص مناسب برای هشدار خشکسالی معرفی نمودند (Hayes et all.,1998).

نصرتی و آذرنیوند(۱۳۸۱) نیز با استفاده از روش شاخص درصد نرمال به آنالیز منطق‌های ریسک خشکسالی در حوضه آبخیز اترک در استان گلستان پرداخته و با استفاده از این شاخص مشخص نمودند که خشکسالی از جنوب شرقی حوضه آغاز و سپس کل حوضه را فرا می‌گیرد. هم‌چنین آن‌ها اضافه می‌کنند که با افزایش دوره بازگشت خشکسالی تعداد هسته‌هایی که منطقه را در بر می‌گیرد به تدریج افزایش می‌یابد(نصرتی و آذرنوند، ۱۳۸۱). جهانبخش و قویدل‌رحیمی(۱۳۸۱) نیز ویژگی‌های دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی را با استفاده از نمایه SPI و روش تحلیل واریانس مورد مطالعه قرار داده و همبستگی بین فراوانی وقوع و استمرار دوره‌های مرطوب و خشک را با استفاده از روش تحلیل رگرسیون بررسی کردند(جهانبخش و قویدل‌رحیمی، ۱۳۸۱).

استینمن شش کلاس شدت خشکسالی از خشک تا مرطوب را برای دو روش پالمر(PDSI) و بارش استاندارد شده(SPI) تعیین و برای تعیین احتمال وضعیت پایدار و دوام هر یک از طبقه‌ها از زنجیره مارکف استفاده نمود. نتایج مطالعات نامبرده نشان داد که نمایه بارش استاندارد(SPI) کارایی بیش‌تری نسبت به نمایه پالمر دارد(Steineman., 2003). از طرفی دیگر صفدری و همکاران در سال(۱۳۸۲) با بررسی فراوانی خشکسالی‌های حوضه‌ی کارون به کمک نمایه بارندگی استاندارد شده درمحیط GIS، به این نتیجه رسیدند که بخش‌های شمالی و جنوب شرقی حوضه دارای فراوانی خشکسالی بیش‌تری نسبت به سایر نواحی می‌باشد(صفدری و همکاران، ۱۳۸۲). بر اساس نتایج تحقیق رضیئی و همکاران(۱۳۸۶) که با استفاده از شاخص بارش استاندارد SPI و زنجیره مارکف در استان سیستان و بلوچستان به انجام رسیده است، نشان داد که احتمال ماندگاری و طولانی‌شدن دوره‌های خشکسالی در نواحی مرکزی این استان بیش‌تر از سایر نواحی آن است.

لوکاس و همکاران در تحقیقی با عنوان اثرات تغییر اقلیم بر شدت خشکسالی به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شدت خشکسالی منطقه وسیع تسلای یونان پرداختند و جهت بررسی از داده‌های ۵۰ ایستگاه هواشناسی در طی دوره آماری ۳۰ ساله(۱۳۶۰-۱۳۹۰) استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که در تمامی بخش‌های این منطقه که از تفاوت اقلیمی نیز برخوردارند، در بازه‌های مختلف زمانی (براساس شاخص SPI) افزایش شدت خشکسالی رخ داده است (Loukas et al., 2008). از سویی دیگر مساعدی و همکاران (۱۳۸۷) جهت ارزیابی و تحلیل مکانی خشکسالی هواشناسی در سطح استان گلستان از شاخص SPI استفاده کردند و به نتایج مختلفی از جمله وجود یک سیکل ۱۱ ساله ترسالی یا خشکسالی مهم و حاکم بودن شرایط با شدت خشکسالی بیش‌تر در مناطق مرزی و نوار ساحلی دریای خزر رسیدند(مساعدی و همکاران، ۱۳۸۷).

مساعدی و مرعشی(۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان بررسی مقایسه‌ای خشکسالی در مناطق پرباران و کم‌باران در استان گلستان با استفاده از شاخص SPI به این نتیجه رسیدند که فراوانی سالانه وضعیت بسیار مرطوب و بسیار خشک در ایستگاه‌های کم باران بیش‌تر از ایستگاه‌های پرباران می‌باشد. در حالی که بر اساس شاخص SPI انتظار می‌رود که در همه مناطق این دو وضعیت با هم برابر باشند. از طرف دیگر فراوانی وضعیت مرطوب و خشک در ایستگاه‌های کم‌باران کم‌تر از ایستگاه‌های پرباران می‌باشد، در حالی که انتظار می‌رود بر اساس شاخص SPI این دو وضعیت در همه مناطق با هم برابر باشند(مساعدی و مرعشی، ۱۳۸۸).

با بررسی منابع انجام شده، مشخص گردید که دامنه مطالعات در خصوص ارزیابی پدیده‌های خشکسالی و ترسالی در استان خراسان که جز مناطق خشک کشور محسوب می‌شود، صورت نگرفته است. لذا این پژوهش با هدف بررسی شاخص‌های مختلف مبتنی بر بارش(PNPI، SPI و NITZCHE) به‌منظور شناخت و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان خراسان و تعیین ویژگی‌های آماری این استان صورت گرفته است.

Archive of SID

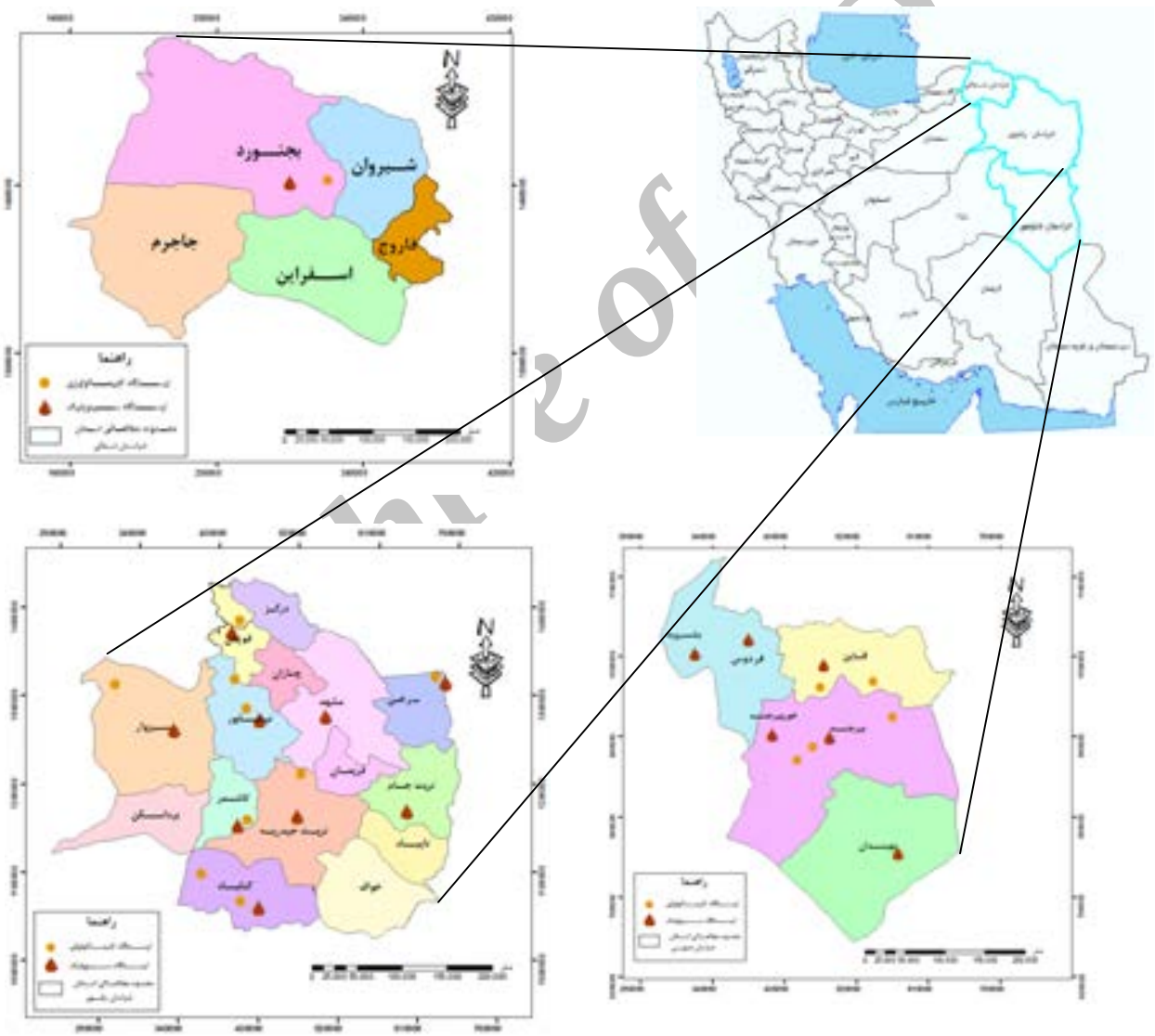
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده

استان خراسان با قرارگیری در قسمت شمال شرقی کشور با مساحتی معادل ۳۱۳۳۳۵ کیلومترمربع، که در حدود یک پنجم مساحت ایران را تشکیل می‌داد، وسیع‌ترین استان کشور بود، که براساس مصوبه دولت در سال ۱۳۸۳ به سه استان خراسان رضوی، خراسان شمالی و خراسان جنوبی تقسیم شد. با توجه به دوری از دریا و میزان بارش‌های محدود در این منطقه در سال‌های اخیر، لزوم بررسی پدیده خشکسالی و ترسالی در این استان‌ها ضروری دانسته شد. شکل(۱) موقعیت جغرافیایی استان خراسان و ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان‌ها را نمایش می‌دهد.

در این پژوهش، به‌منظور بررسی پدیده خشکسالی و ترسالی، از داده‌های بارش سالانه تعدادی از ایستگاه‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی اعم از سینوپتیک و اقلیم‌شناسی، که دارای دوره آماری ۳۰ ساله بودند(۱۳۸۹-۱۳۵۹) مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول(۱) ارائه شده است. پس از تعیین دوره آماری مشترک بین ایستگاه‌های دارای آمار طولانی مدت، به‌منظور تعیین و طبقه‌بندی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه، به محاسبه نمایه‌های درصد بارش نرمال(PNPI)، نمایه نیچه (NITZCHE) و بارش استاندارد شده(SPI)، پرداخته شد.



شکل ۱- نمایی از پراکندگی ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نام استان	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	ارتفاع (متر)
تربت حیدریه	خراسان رضوی	سینوپتیک	۵۹-۱۳	۳۵-۱۶	۱۴۵۰/۸
سبزوار	خراسان رضوی	سینوپتیک	۵۷-۴۳	۳۶-۱۲	۹۷۷/۶
مشهد	خراسان رضوی	سینوپتیک	۵۹-۳۸	۳۶-۱۶	۹۹۹/۲
بجنورد	خراسان شمالی	سینوپتیک	۵۷-۱۹	۳۷-۲۸	۱۰۹۱
بیرجند	خراسان جنوبی	سینوپتیک	۵۹-۱۲	۳۲-۵۲	۱۴۹۱
بجستان	خراسان رضوی	کلیماتولوژی	۵۸-۱۱	۳۴-۳۱	۱۳۷۰

جدول ۲- مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک براساس PNPI

طبقه	بسیار مرطوب	نسبتاً مرطوب	مرطوب	نیمه مرطوب	نرمال	خشکسالی ضعیف	خشکسالی متوسط	خشکسالی شدید	خشکسالی بسیار شدید
درصد PNPI	بیش‌تر از ۱۶۰	۱۶۰-۱۴۵	۱۴۵-۱۳۰	۱۳۰-۱۲۰	۱۲۰-۸۰	۸۰-۷۰	۷۰-۵۵	۵۵-۴۰	کم‌تراز ۴۰
کد طبقه	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

روش‌های ارزیابی ترسالی و خشکسالی

روش درصد بارش نرمال(PNPI):

این نمایه با استفاده از بارش نرمال و از تقسیم بارش واقعی به بارش نرمال، محاسبه می‌شود و معمولاً در مقیاس‌های زمانی ماهانه و یا سالانه به کار می‌رود. این نمایه یکی از ساده‌ترین روش‌های تعیین وضعیت منطقه از نظر بارش می‌باشد(معادله۱):

$$PNPI = \frac{P}{\overline{P_i}} \times 100 \qquad (۱)$$

در رابطه فوق P_i بارش در سال i ام و $\overline{P_i}$ میانگین بارش بلند مدت ایستگاه می‌باشد. مقادیر نمایه درصد نرمال بارندگی در جدول(۲) آمده است.

برای این منظور ابتدا لازم است میانگین بارش ایستگاه مورد نظر را محاسبه نموده، سپس با استفاده از معادله فوق نمایه PNPI برآورد گردد. پس از محاسبه نمایه PNPI برای هر یک از دوره‌های مورد مطالعه وضعیت رطوبتی با توجه مقدار آن براساس جدول(۲) به کلاس‌های مختلف تقسیم می‌شود.

روش نیچه (Nitzche)

نیچه در سال ۲۰۰۰ با استفاده از داده‌های بارش سالانه، معادلات زیر را برای بررسی خشکسالی‌ها، ترسالی‌ها و سال‌های نرمال در نظر گرفت(Nitzche., 2000):

۱) خشکسالی : $P_i \le (\overline{P} + sd)$

۲) بارش نرمال:

$$(\overline{P} - sd) \le P_i \le (\overline{P} + sd) \qquad (۲)$$

۳) ترسالی: $P_i \ge (\overline{P} + sd)$

در معادلات فوق: P_i بارش در سال i ام، $\overline{P}$ میانگین بارش بلندمدت ایستگاه و sd انحراف معیار داده‌های بارش در طول دوره آماری می باشد.

شاخص بارندگی استاندارد(SPI)

در روش شاخص بارندگی استاندارد شده(SPI) که توسط مرید و همکاران تهیه گردیده است، داده‌های ثبت شده در یک دوره نسبتاً طولانی، با توزیع گاما برازش داده شده و سپس به توزیع نرمال استاندارد(با میانگین صفر و واریانس ۱) انتقال داده می‌یابند. مقدار Z قرائت شده همان مقدار شاخص می‌باشد. مقادیر مثبت شاخص، نشان‌دهنده بارندگی‌های بیش‌تر از میانه و مقادیر منفی، بارندگی زیر میانه را نشان می‌دهد. طبقات این شاخص در جدول شماره(۳) آمده است. با توجه به اینکه داده‌های بارندگی از توزیع گاما تبعیت می‌کنند، بنابراین در این روش توزیع فراوانی بارندگی در هر ایستگاه به توزیع گاما برازش داده می‌شود.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}.\Gamma(\alpha)}.x^{\alpha-1}.e^{-X/\beta} \quad \text{برای } x > 0 \qquad (۳)$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1}e^{-y}dy \qquad (۴)$$

که در روابط فوق:

α: پارامتر نمودار، β: پارامتر مقیاس، X: مقدار بارندگی و Γ: تابع گاما می‌باشند. مقادیر α و β برای ایستگاه‌های مختلف در هر

Archive of SID

www.SID.ir

مقیاس زمانی برآورد می‌گردد. پس از محاسبه تابع تجمعی کل، یا استفاده از جدول تابع گامای ناقص برای تعیین احتمالات تجمعی$G(x)$، تغییر نمودار هم احتمالی تابع تجمعی گاما به متغیر تصادفی نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس ۱ صورت می‌گیرد.

امروز شاخص خشکسالی SPI از یک مقبولیت قابل قبول و به نسبت عمومی برخوردار است. شاخص SPI تنها بر مبنای استفاده از داده‌های بارندگی استوار است و از مزایای شاخص SPI این است که برای مقیاس‌های مختلف زمانی(با تعداد مختلف) قابل محاسبه است. از معایب این شاخص این است که بایستی توزیع آمار بارندگی مشاهده‌ای تبدیل به توزیع نرمال شود و برای این منظور به بیش از ۳۰ سال آمار بارندگی نیاز دارد.

جدول۳- طبقات مختلف شاخص استاندارد بارش(SPI)

وضعیت رطوبتی	مقادیر SPI
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیش‌تر
ترسالی شدید	۱/۵ تا ۱/۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
ترسالی ضعیف	۰/۵ تا ۰/۹۹
نرمال	۰/۴۹ تا ۰/۴۹-
خشکسالی ضعیف	۰/۵- تا ۰/۹۹-
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-
خشکسالی شدید	۱/۵- و ۱/۹۹-
خشکسالی بسیار شدید	کم‌تر از ۲-

نتایج و بحث

تعیین اقلیم

براساس محاسبات انجام شده با استفاده از ضریب اقلیمی دومارتن، استان خراسان دارای دو اقلیم خشک و نیمه خشک می‌باشد.

در جدول(۴) متوسط بارش، درجه حرارت و هم‌چنین اقلیم مربوط به هریک از ایستگاه‌ها که با استفاده از روش دومارتن بدست آمده است، ملاحظه می‌شود:

تحلیل‌های آماری

نتایج محاسبات آماری داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های استان خراسان(۱۳۸۹-۱۳۵۹) در جدول(۵) ارائه شده است. مهم‌ترین نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌های بارش این استان‌ها به شرح زیر می‌باشد.

- در طول دوره آماری ۳۰ ساله مقادیر حداکثر و حداقل بارش سالانه به‌ترتیب مربوط به ایستگاه مشهد و ایستگاه سبزوار می‌باشد.
- حداکثر میانگین بارش سالانه مربوط به ایستگاه تربت حیدریه و حداقل میانگین بارش سالانه مربوط به ایستگاه بجستان می‌باشد.
- ضریب تغییرات بارندگی در ایستگاه بیرجند حداکثر و در ایستگاه بجنورد حداقل می‌باشد.

جدول ٤- مقادیر متوسط بارش و درجه حرارت و اقلیم ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	متوسط بارش (میلی‌متر)	متوسط درجه حرارت (سانتی‌گراد)	نوع اقلیم
تربت حیدریه	۲۶۸/۱۱	۱۴/۲	نیمه خشک
سبزوار	۱۹۲/۹	۱۸/۱	خشک
مشهد	۲۵۶/۹	۱۵/۰۴	نیمه خشک
بجنورد	۲۶۰/۴۲	۱۳/۳۷	نیمه خشک
بیرجند	۱۶۶/۶۴	۱۶/۳	خشک
بجستان	۱۷۵	۱۷/۸	خشک

جدول ٥- ویژگی‌های آماری بارش ایستگاه‌های استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی

نام ایستگاه	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
بیرجند	۱۶۶/۶۴	۱۵۹/۲۰	۲۹۲/۷	۷۱/۶	۰/۳۳۸۷	۵۳/۲۶	۳۱/۹۶
تربت حیدریه	۲۶۸/۱۱	۲۵۴/۲۵	۳۹۸/۵	۸۲/۱	۰/۳۱۳۴-	۷۹/۰۹	۲۹/۴۹
سبزوار	۱۹۲/۹	۱۸۵/۹۰	۲۸۵/۹	۵۸	۰/۱۹۷۱-	۵۵/۹۵	۲۹
مشهد	۲۵۶/۹	۲۳۹/۰۵	۴۰۰/۵	۱۲۱/۴	۰/۲۴۱۵	۷۴/۸۴	۲۹/۱۳
بجستان	۱۷۵/۳	۱۶۴/۹۵	۲۷۱.۹	۷۷/۷	۰/۴۹۴۹	۴۹/۲۷	۲۸/۱۱
بجنورد	۲۶۰/۴۲	۲۷۳/۱۵	۳۷۳/۱	۱۳۴/۳	۰/۲۶۳۶-	۶۹/۶۸	۲۶/۷۶

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی‌نمایه‌های خشکسالی

روش درصد بارش نرمال(PNPI)

در این روش پس از آنکه داده‌های حقیقی بارش به ارقام PNPI تبدیل شد، با استفاده از جدول مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک، رده یا کد مربوط به هریک از سال‌ها برای ایستگاه-های مختلف محاسبه می‌شود. مهم‌ترین نتایج حاصل از این روش به قرار زیر است:

در ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها یک مورد ترسالی بسیار مرطوب مشاهده شد، که مربوط به ایستگاه بیرجند در سال ۱۳۶۵ است.

در ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها یک مورد خشکسالی بسیار شدید مشاهده شد، که مربوط به ایستگاه سبزوار و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۸۷ می‌باشد.

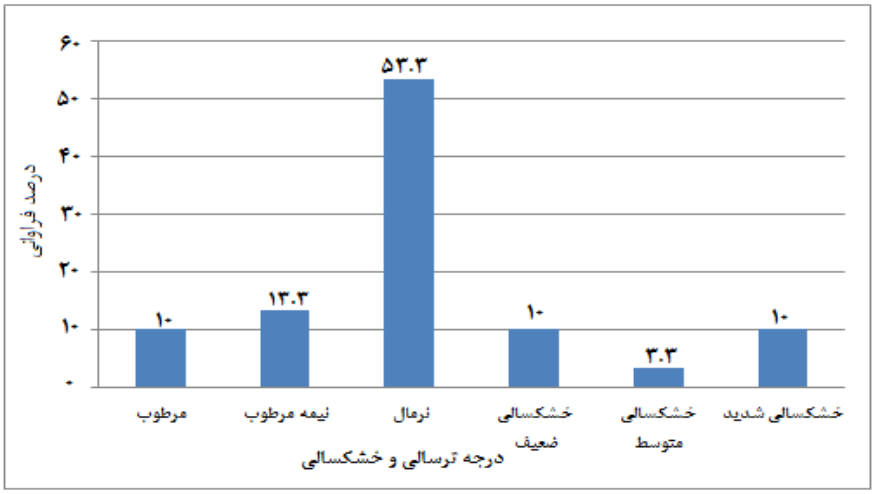
در همه ایستگاه‌های مطالعاتی در سال ۲۰۰۱ خشکسالی شدید تا متوسط رخ داده است.

طولانی‌ترین دوره ترسالی با تداوم ۴ ساله مربوط به ایستگاه تربت‌حیدریه در سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷۵ و طولانی‌ترین دوره خشکسالی با تداوم ۳ ساله مربوط به ایستگاه سبزوار در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۷۹ می‌باشد.

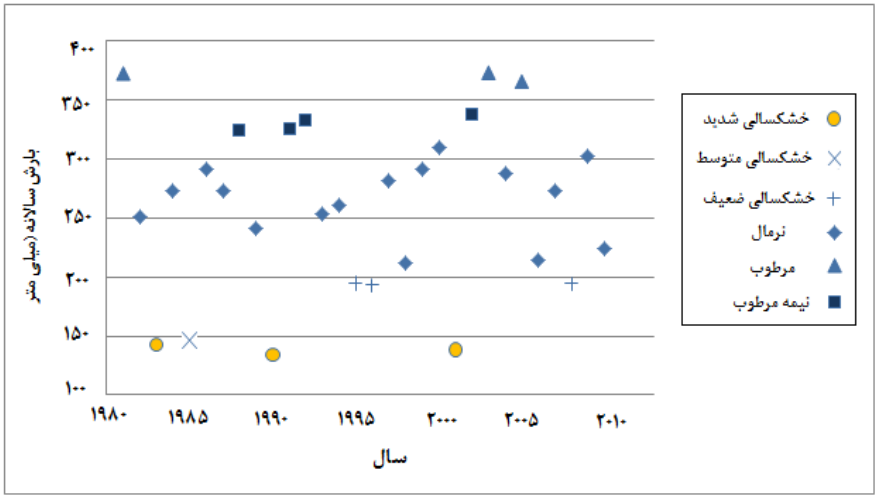
ایستگاه‌های بیرجند و سبزوار بیش‌ترین تعداد خشکسالی(۹ سال) را از بین ایستگاه‌های مطالعاتی در طول این دوره آماری دارا بودند.

به طورکلی در طول دوره آماری مورد نظر در تمام ایستگاه‌ها بیش‌تر سال‌ها از نوع مرطوب تا خشکسالی ضعیف بود.

در شکل‌های(۲) و (۳) نمودارهای درصد فراوانی و نیز توزیع فراوانی ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال مربوط به ایستگاه بجنورد نمایش داده شده است.



شکل۲- نمودار درصد فراوانی ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال در ایستگاه بجنورد به روش PNPI



شکل ۳- نمودار توزیع فراوانی و طبقه‌بندی ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال در ایستگاه بجنورد به روش PNPI

www.SID.ir

روش نیچه(Nitzche)

در این روش ابتدا با استفاده از معادلات روش نیچه(معادله۲)، ابتدا آستانه ترسالی، خشکسالی و نرمال بودن برای هریک ایستگاه‌های مطالعاتی محاسبه گردید(جدول۶)، سپس تفکیک سال‌های مرطوب و خشک و تعیین

ویژگی آماری آن‌ها انجام شد. در شکل‌های(۴) و (۵) نیز نمودارهای مربوط به درصد فراوانی و نیز توزیع فراوانی ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال مربوط به ایستگاه سبزوار نیز نمایش داده شده است.

جدول ٦- مقادیر آستانه بارش محاسبه شده از روش نیچه برای هریک از ایستگاه‌های استان خراسان (میلی‌متر)

نام ایستگاه	اعداد آستانه خشکسالی	سال نرمال	ترسالی
بیرجند	کم‌تر از ۱۱۳/۴	۲۱۹/۹-۱۱۳/۴	بیش‌تر از ۲۱۹/۹
تربت حیدریه	کم‌تر از ۱۸۹/۰	۳۴۷/۲-۱۸۹/۰	بیش‌تر از ۳۴۷/۲
سبزوار	کم‌تر از ۱۳۶/۹	۲۴۸/۸-۱۳۶/۹	بیش‌تر از ۲۴۸/۸
مشهد	کم‌تر از ۳۳۱/۷۱۸۲/۰-	۱۸۲/۰	بیش‌تر از ۳۳۱/۷
بجستان	کم‌تر از ۱۲۶	۲۲۴/۶-۱۲۶	بیش‌تر از ۲۲۴/۶
بجنورد	کم‌تر از ۱۹۰/۷	۳۳۰/۱-۱۹۰/۷	بیش‌تر از ۳۳۰/۱

در بیش‌تر سال‌ها بارش در ایستگاه‌های مطالعاتی در طبقه نرمال قرار گرفته است.

بیش‌ترین فراوانی ترسالی مربوط به ایستگاه تربت‌حیدریه دراستان خراسان رضوی با ۷ سال فراوانی است و بیش‌ترین فراوانی خشکسالی مربوط به ایستگاه‌های مشهد، بیرجند و بجستان با ۵ سال فراوانی است.

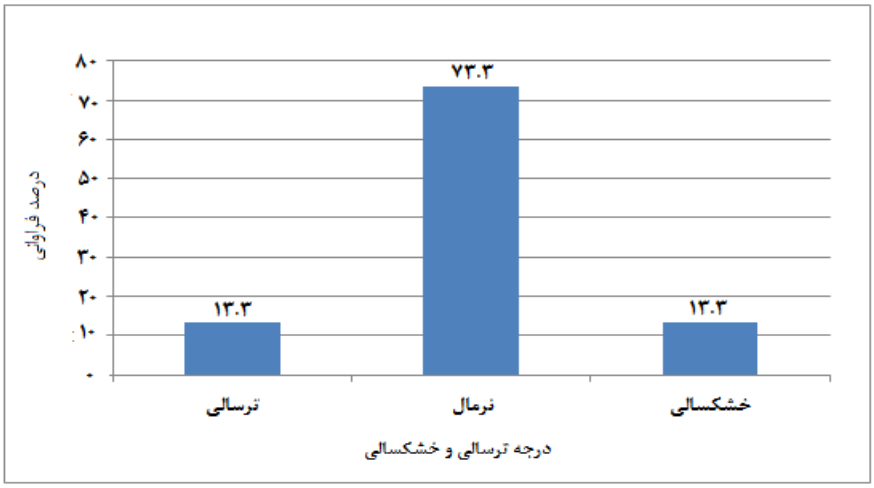
فراگیرترین خشکسالی در سال ۱۳۸۰ در تمام ایستگاه‌های مطالعاتی است.

طولانی‌ترین دوره خشکسالی در ایستگاه بجستان با تداوم ۳ ساله(۱۳۸۱-۱۳۷۹) می‌باشد.

طولانی‌ترین دوره ترسالی در ایستگاه تربت‌حیدریه با تداوم‌های ۳ ساله(۱۳۷۳-۱۳۷۰)و(۱۳۷۷-۱۳۷۵) می‌باشد.

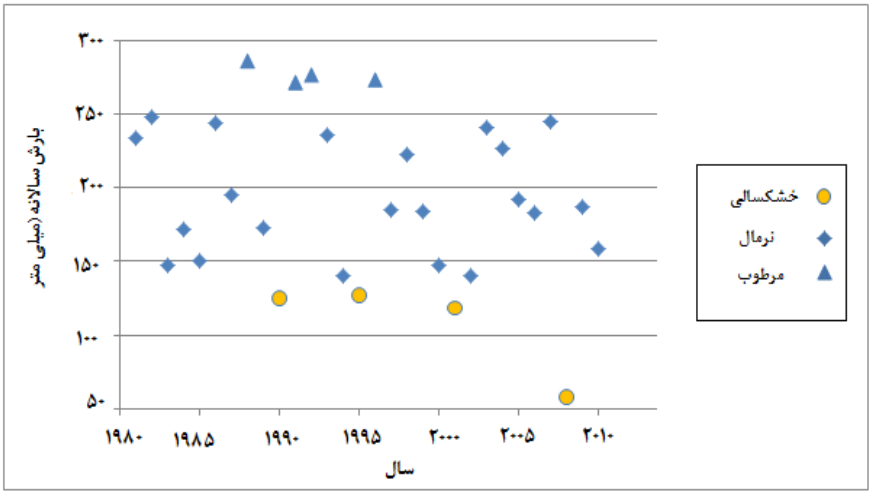
روش شاخص بارندگی استاندارد(SPI)

همان طور که قبلاً بیان شد، برای پیش‌بینی خشکسالی نیاز به آمار طولانی‌مدت می‌باشد. برای این منظور، پس از درنظر گرفتن ایستگاه‌های دارای دوره آماری مشترک ۳۰ ساله و نرمال کردن آن‌ها، احتمال تجمعی داده‌ها در توزیع نرمال محاسبه شد و با توجه به میانگین صفر و انحراف از معیار ۱ در توزیع نرمال استاندارد، شاخص SPI که بیانگر تعداد انحراف هر رخداد بارندگی از مقدار میانگین می‌باشد، محاسبه گردید. به این ترتیب براساس توزیع تجمعی نرمال هر ایستگاه، احتمال مقادیر بارندگی سری زمانی هر ایستگاه و شاخص SPI معادل آن تعیین شد. مقادیر شاخص استاندارد شده بارش برای سال ۱۳۸۹ در مقیاس ماهانه و سالانه، برای تمامی ایستگاه‌های منتخب در جدول(۷) قابل مشاهده است.



شکل ٤- درصد فراوانی ترسالی‌ها، خشکسالی‌ها و بارش نرمال در ایستگاه سبزوار به روش(NITZCHE)

www.SID.ir



شکل ۵- نمودار توزیع فراوانی و طبقه‌بندی ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال در ایستگاه بجنورد به روش(NITZCHE)

با توجه به جدول مذکور و طبقات مختلف شاخص استاندارد بارش(جدول۳) مشاهده می‌شود، در سال۱۳۸۹، در ایستگاه‌های بیرجند و تربت حیدریه وضعیت سالانه خشکسالی ضعیف و در ایستگاه‌های بجنورد، بجستان و سبزوار وضعیت سالانه نرمال و در ایستگاه مشهد وضعیت سالانه خشکسالی متوسط است. هم‌چنین مشاهده می‌شود که در تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی، شدیدترین مقدار خشکسالی ماهانه، مربوط به آذرماه می‌باشد.

شکل(۶) نیز مقدار شاخص SPI را برای تعدادی از ایستگاه‌ها در طول دوره آماری ۳۰ ساله نمایش می‌دهد. با توجه به شکل ملاحظه می‌شود که در طول این دوره آماری، شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه سبزوار به وقوع پیوسته و فراگیرترین خشکسالی در سال ۱۳۸۰ اتفاق افتاده است.

با استفاده از روش‌های زمین آماری نیز، نقشه پهنه‌بندی شاخص استاندارد بارش(SPI) در کل محدوده مطالعاتی برای سال ۱۳۸۹، درون‌یابی و ترسیم گردید(شکل۷). همان‌گونه که در نقشه مشخص می‌باشد، شاخص استاندارد بارش، در تمامی مناطق استان خراسان، به جز محدوده‌ای در قسمت شمال‌غربی، که مربوط به استان خراسان شمالی می‌باشد، مقادیر کم‌تر از ۰/۵- را به خود اختصاص داده‌اند، که موید وضعیت خشکسالی در بیش‌تر نواحی محدوده مطالعاتی می‌باشد. از سویی دیگر، با توجه به درونی‌یابی انجام شده مشخص گردید، به طور کلی مقدار شاخص SPI از سمت مناطق شمالی، شرقی و جنوبی استان، به سمت مناطق مرکزی افزایش می‌یابد، که حاکی از وضعیت خشکی شدیدتر در مناطق مرکزی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

خشکسالی یکی از وقایع محیطی و بخش جدایی‌ناپذیر نوسانات اقلیمی است. بررسی علمی پدیده خشکسالی به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و مقابله با مشکلات ناشی از کمبود آب ضروری است. در دهه‌های گذشته معمولاً تحلیل خشکسالی به‌صورت توصیفی انجام می‌شد، ولی امروزه برای بیان کمی خشکسالی از نمایه‌های رطوبتی استفاده می‌شود.

از میان نمایه‌های بارش استاندارد شده(SPI)، درصد بارش نرمال (PNPI)و روش نیچه(NITZCHE) که در این تحقیق به منظور بررسی پدیده خشکسالی و ترسالی مورد استفاده قرار گرفت، روش نیچه به‌دلیل نیاز آماری کم‌تر و سهولت محاسبات، روشی ساده برای رسیدن به این هدف است. اما از آنجایی که تنها به تفکیک ترسالی، خشکسالی و بارش نرمال می‌پردازد و به شدت وقوع پدیده ها توجهی ندارد، کارایی کم‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارد.

روش درصد بارش نرمال نیز به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش-های ارزیابی محسوب می‌شود. این روش از لحاظ معیارهای آماری مشابه با روش بارش استاندارد شده است و ارزیابی‌های تقریباً یکسانی را از لحاظ توالی و شدت ارائه می‌دهد، اما از آنجایی که در این نمایه، بارندگی‌های ماهانه و فصلی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند بنابراین از این لحاظ نسبت به روش SPI کاربرد کم‌تری دارد.

شاخص درصد بارش استاندارد شده(SPI) به‌دلیل کاربرد در مقیاس‌های زمانی مختلف، روشی به نسبت جامع‌تر از میان روش‌های فوق می‌باشد، که این مهم امکان شناخت خشکسالی را برای اهداف مهمی از قبیل کشاورزی، هیدرولوژی و منابع آب فراهم می‌کند. از دیگر مزایای روش بارش استاندارد شده کاربرد آن برای مقایسه دامنه وسیعی از اقلیم‌ها است، علاوه براین به دلیل داشتن قابلیت بیش‌تر از جمله تفکیک دقیق‌تر طبقه‌ها در هریک از پدیده‌های ترسالی و خشکسالی و توانایی بیش‌تر در جداسازی دوره‌های مرطوب و خشک و در نهایت حساسیت بیش‌تر به تغییرات بارش (شدت و فراوانی) یک

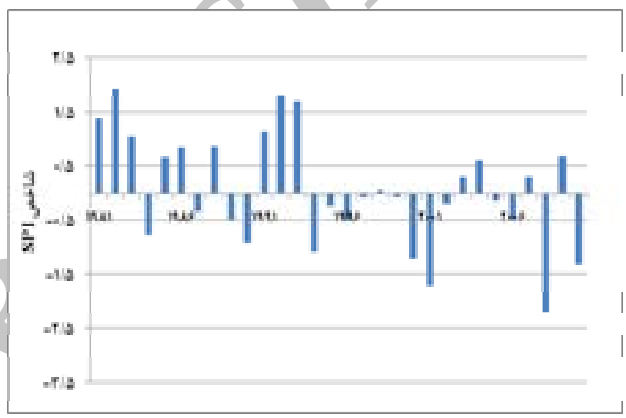
Archive of SID

www.SID.ir

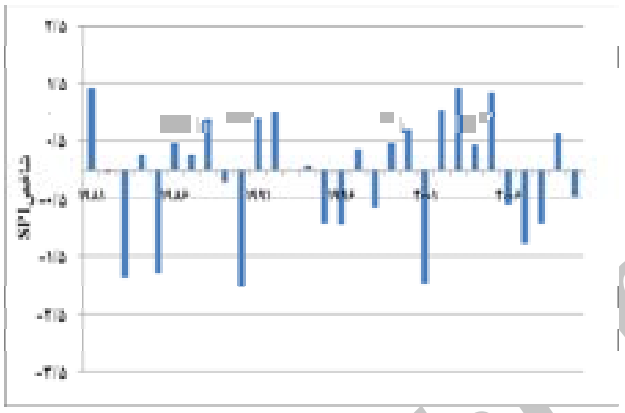
نمایه مهم به شمار می‌آید. بنابراین با توجه به مواردی که بیان شد، از میان روش‌های(PNPI، SPI و NITZCHE) نمایه بارش استاندارد شده(SPI)، به‌عنوان بهترین شاخص، برای ارزیابی پدیده خشکسالی و ترسالی در استان‌های خراسان رضوی، جنوبی و شمالی بیان شد، و براساس نتایج حاصل از تحقیق در ۶ ایستگاه هواشناسی در استان-های خراسان رضوی، جنوبی و شمالی که دارای آمار ۳۰ ساله بودند معلوم گردید، که اقلیم این استان‌ها براساس اقلیم‌نمای دومارتن در وضعیت نیمه‌خشک تا خشک قرار دارد.

جدول۷ -شاخص استاندارد بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه برای سال ۲۰۱۰ و مقیاس سالانه

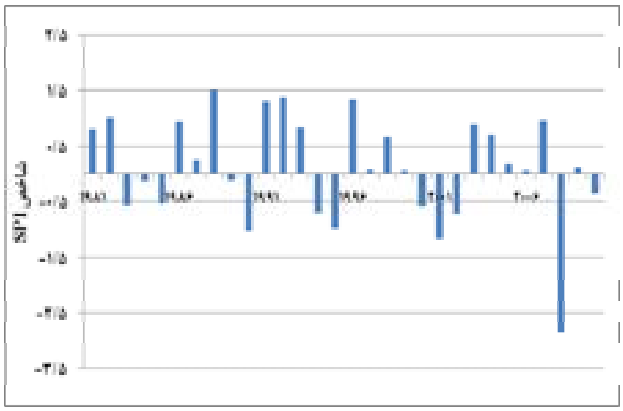
نام ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
بیرجند	۰/۰۷	-۰/۶	-۱/۲۳	۰/۱۶	۰/۶۹	-۰/۱۶	-۰/۵۹	۰/۷۸	۰/۶۹	۱/۱۴	۱/۶	۰/۹۸	-۰/۷
تربت حیدریه	۰/۱۷	-۱/۰۲	-۱/۷۷	-۰/۳۸	۰/۱۲	-۰/۳۱	۰/۲۷	۱/۳	۰/۴۶	۰/۶۲	۰/۸۷	۰/۸۷	-۰/۸۷
سبزوار	-۰/۳۴	-۰/۷	-۱/۸	-۰/۲۹	۰/۹۹	۰/۰۸	-۰/۱۴	۱/۰۱	۱/۲۹	۰/۴۱	۰/۹۹	۰/۵۱	-۰/۳۶
مشهد	-۰/۷۵	-۰/۲۳	-۲/۱۳	-۰/۶۷	-۰/۲۱	-۰/۰۹	-۰/۷۳	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۳	۰/۶۷	۰/۷۶	-۱/۳۲
بجستان	-۰/۰۶	-۰/۴۵	-۱/۱۲	۰/۸۱	-۰/۲۵	-۰/۳۳	۰/۰۴	-۰/۶۱	۰/۷۹	۱/۴۷	۱/۴۷	۱/۴۷	-۰/۳۶
بجنورد	۰/۰۹	-۱/۳۴	-۱/۸۸	-۰/۴۱	۱/۷۲	-۱/۲۹	۰/۴۷	۰/۶۹	۰/۸	-۰/۵۲	-۰/۳۵	۰/۵۸	-۰/۴۶



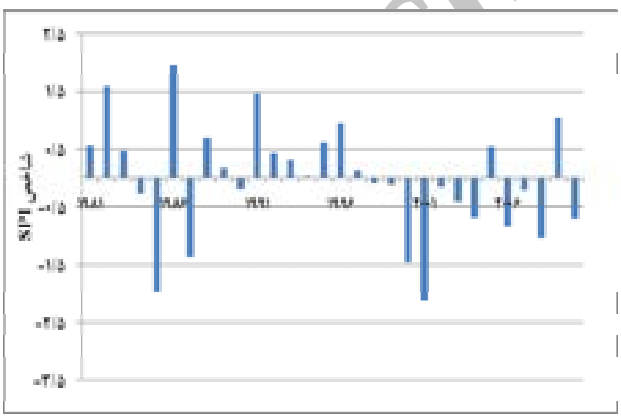
ایستگاه مشهد(خراسان رضوی)



ایستگاه بجنورد(خراسان شمالی)



ایستگاه سبزوار(خراسان رضوی)



ایستگاه بیرجند(خراسان جنوبی)

شکل٦- نمایه شاخص استاندارد بارش(SPI) در تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره آماری ۳۰ ساله(۱۳۸۹-۱۳۵۹)

www.SID.ir

شکل ۷- پهنه‌بندی شاخص استاندارد بارش(SPI) در محدوده مطالعاتی استان‌های خراسان شمالی، جنوبی و رضوی در سال ۲۰۱۰

از سویی دیگر براساس نتایج حاصل از شاخص استاندارد بارش، به‌عنوان بهترین و دقیق‌ترین شاخص از میان شاخص های بررسی شده، معلوم گردید که قسمت‌های مرکزی استان خراسان که مربوط به قسمت‌های جنوب و جنوب غربی خراسان رضوی و شمال و شمال غربی خراسان جنوبی می‌باشد، در وضعیت خشکی شدیدتری قرار دارند. علاوه بر این مشخص گردید، در طول دوره آماری ۳۰ ساله، شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۸۶ و فراگیرترین خشکسالی در سال ۱۳۷۹ به وقوع پیوسته است.

منابع

رضیئی،ط.، دانش‌کار آراسته،پ.، اختری،ر و ثقفیان،ب. ۱۳۸۶. بررسی خشکسالی هواشناسی(اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکف، فصل‌نامه تحقیقات منابع آب ایران.۳: ۱. ۲۵-۳۵

جهانبخش،س و قویدل رحیمی،ی. ۱۳۸۱. تحلیل توزیع فضایی دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی. فصلنامه جغرافیایی۵: ۳۹-۴.

چناری،م. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات چند نمایه خشکسالی با استفاده از زنجیره مارکف در نمونه‌های اقلیمی البرز جنوبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۵۹ص.

صفدری،ع.ا.، محسنی‌ساروی،م.، ثقفیان،ب و مهدوی،م. ۱۳۸۲. پهنه‌بندی فراوانی خشکسالی‌های حوزه کارون به کمک نمایه بارش استاندارد(SPI) در محیط GIS. سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، صفحات ۲۲۸-۲۲۱.

مساعدی،ا.، خلیلی‌زاده،م و محمدی استاد کلایه،ا. ۱۳۸۷. پایش خشکسالی هواشناسی در سطح استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵: ۲. ۱۷۶-۱۸۲.

مساعدی،ا. مرعشی،م. ۱۳۸۸. بررسی مقایسه‌ای خشکسالی در مناطق پرباران و کم باران(مطالعه موردی استان گلستان)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه ۱- الف.

نصرتی،ک و آذریوند،ح. ۱۳۸۱. تحلیل منطقه‌ای شدت، مدت و دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از داده‌های بارندگی(مطالعه موردی:حوضه‌آبریز اترک). مجله بیابان. ۷: ۱. ۵۰-۶۱.

Hayes,M.J., Svoboda,M.D., Wihite,D.A and Vanyarkho,O.V. 1998. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. Bulletin

Archive of SID

www.SID.ir

of American Meteorological Society. 80:429-438.

Loukas,A., Vasiliades,L and Tzabiras,J. 2008. Climate Change Effects on Drought Severity, Advances in Geosciences. 17: 23-29.

McKee,T.B., Doesken,N.J and Kleist,J. 1993. The relation of drought frequency and duration to time scales. Preprints. 8th Conference on Applied Climatology. 17-22 January. 379-384.

Palmer,W.C. 1965. Meteorological drought, Research paper No 45.

Steinemann,A. 2003. Drought indicators and triggers: a stochastic approach to evaluation. Journal of the American Water Resources Association. 39:5. 1217–1233.

Wilhite,D.A and Glantz,M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International. 10: 111–120.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 845-856

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۶۵-۸۴۵

Assessment the Phenomena of Wet and Drought in Khorasan Province by using (PNPI,SPI,NITZCHE) (Case study: Khorasan Province)

A.R. Zahiri[1], H. sharifan [2], F. Abareshi[3]*, M. Rahimian[4]
Recived: Apr. 6, 2014 Accepted: Nov. 19, 2014

Abstract

Drought is one of the most important climate phenomena which occur in all climate conditions and regions of the world. For monitoring and evaluation of various index used. Variable in this study were employed to examine the phenomenon of drought and wet years consist of SPI, PNPI and NITZCHE. therefore, In this research, annual precipitation data of 6 weather station in the province of North, Razavi and South khorasan for a period of 30 years (1981-2010) analyzed the rainfall and the dry and wet years were studied. Using different methods and comparing the results showed most of the years were normal or dry and very dry or wet conditions were rarely observed according to the reluts. The Standardized precipitation Index (SPI) was recognized better and more accurate comparing to the other indexes because of Stronger capabilities in seprating dry and wet classes and higher sensivitivity to precipitation variation in Khorasan Province.

Keywords: Drought, Standardized precipitation Index(SPI), Percent normal precipitation index (PNPI), NITZCHE index, Wet.

Archive of SID

1 - Assitant Deptartment of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural science and Natural Resources
2 - Associate Deptartment of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural science and Natural Resources
3 - M.Sc of Water Resource Engineering
3- Groundwater senior expert, Semnan Regional Water Cooperation
(*-Corresponding Author Email: farzaneh.abareshi@gmail.com)

www.SID.ir