جغرافیا و توسعه شماره ۳۱ تابستان ۱۳۹۲
وصول مقاله : ۱۳۹۰/۵/۲۰
تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۹/۱۴
صفحات : ۵۶- ۴۷

تحلیل روند موسم‌های خشک و تر در شهر زنجان

دکتر حسین عساکره [۱]

چکیده

سامانه‌ی اقلیم، مجموعه‌ای چند بُعدی، درهم تنیده و پویاست. این ویژگی‌ها موجب می‌شود که هم عوامل تغییرزا و هم نتایج تغییر، حاوی تنوع زمانی – مکانی باشد. یکی از ویژگی‌های اقلیمی که بدین لحاظ قابل تأمل است، تداوم موسم‌های خشک و مرطوب است. تداوم موسم‌های خشک و مرطوب به لحاظ شدت و فراوانی رویدادهای بارشی از اهمیّت شایان توجهی برخوردارند. این ویژگی‌ها به دلیل این که مشخصات اقلیم بارشی را منعکس نموده و نیز به لحاظ این که بر فراسنج‌های دیگر اقلیمی تأثیر می‌نهند، نظر بسیاری اقلیم‌شناسان را به خود جلب نموده است.

در تحقیق حاضر با استفاده از مشاهدات بارش روزانه‌ی شهر زنجان طیّ دوره‌ی آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ و بر اساس روش‌های ناپارامتری، روند بیشینه، متوسط و تداوم موسم‌های خشک و تر برای هرسال برآورد گردید. نتایج تحقیق نشان داد که نمایه‌های مورد بررسی در هیچ یک از مقیاس‌های زمانی سالانه و ماهانه حاوی روند معنی‌داری نبوده است. مقدار بارش‌های کم حاوی روند کاهشی معنی‌دار بوده‌اند و با توجه به فقدان روند در دفعات وقوع، دفعات این بارش‌ها و به تبع آن موسم‌های تر و خشک ثابت بوده است. بر اساس یافته‌های تحقیق معلوم شد که چهار ماه سال (جون، جولای، آگوست و سپتامبر) فاقد بارش هستند. بارش‌های احتمالی در این چهار ماه، حاصل رویدادهای محلی- تصادفی و نامنظم می‌باشد. از این رو چهار ماه یاد شده به عنوان فصل خشک زنجان به شمار می‌آید. بیشترین دفعات وقوع بارش مربوط به ماه‌های آوریل و می است. بدین ترتیب پرباران‌ترین فصل را می‌توان فصل بهار دانست.

کلیدواژه‌ها: روند، تداوم بارش، موسم خشک، موسم مرطوب، شهر زنجان.

۱- دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه زنجان
asakereh@znu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

علی‌رغم شناخت نسبتاً زیاد از شرایط هنجار اقلیم، بر این واقعیت واقف شده‌ایم که عناصر اقلیمی به ویژه بارش حاوی رفتار غیرخطی در امتداد زمان‌اند. توضیح این که حالتِ سامانه‌ی اقلیمی در یک زمان معین، نقطه‌ای در فضای چند بُعدی (فضای فاز) است. این فضای چند بُعدی حاصل متغیّرهای سازنده‌ی اقلیم می‌باشد. در واقع چنان‌که لورنز[1] *(1964:1-11)* نیز اشاره کرده است، با تغییری اندک در هر یک از متغیّرهای سامانه‌و فضای فاز اقلیم، نتایج متفاوت و متنوعی مورد انتظار خواهد بود. بدین دلیل جایگاه اقلیم در درازمدت در فضای فاز پایدار نمی‌ماند و در حجم معین از فضای فاز خود تغییر می‌کند. بدین دلیل اعتقاد بر این است که دستگاه اقلیم مجموعه‌ای به شدت پویا و چندبعدی است.

وضعیت اقلیم به عنوان یک سامانه‌ی پویا در یک زمان یا دوره‌ی معین به "حالت" آن وابسته بوده و برای هواسپهر به وسیله‌ی میزان، تداوم و شدت عناصر آن در نظر گرفته می‌شود *(عساکره، ۱۳۸۶: ۳۵-۳۴)*. برای مثال آب و هواشناسان معتقدند که افزایش دمای جوِ نزدیک به سطح زمین منجر به فزونی تبخیر و افزایش گنجایش رطوبتی جو و تسریع چرخه‌ی آب‌شناختی می‌شود. از این رو بسیاری بر این باورند که گرمایش جهانی منجر به تغییر چرخه‌ی آب، بارش ـ رواناب و ... شده است *(Zhang at all, 2008: 36)*.

در این راستا توجه به الگوهای زمانی- مکانی در شناخت پویایی و ابعاد اقلیم از اهمیّت شایان توجهی برخوردار است. زیرا برای مثال در برخی نواحی اقلیمی، دوره‌های ناهنجار و طولانی خشکسالی موجب کاهش منابع آب و متأثر شدن پوشش گیاهی می‌شود؛ درحالی‌که نواحی دیگر با افزایش در تعداد بارش‌های سنگین مواجه بوده، خطر سیلاب در آن‌ها افزایش می‌یابد *(Costa at all, 2008: 22)*. تغییر در مقدار و تداوم دوره‌های بارشی- خشکی موجب تغییر در تناوب چرخه‌های آب و در نتیجه تغییر رژیم جریان رودها نظیر سیلاب، کم‌آبی *(Zhang at all, 2008: 37)*، تغییر در توزیع زمانی- مکانی میزان و نوع فرسایش، تغییر سطح و کاربری زمین و نیز بیابان زایی خواهد شد *(Costa at all, 2008: 22-23)*. همچنین به دلیل چولگی شدید توزیع احتمال بارش، حتی تغییر کم در بارندگی و تداوم آن، مجموع فصلی بارش هر نقطه و تأمین آب آشامیدنی را متأثر سازد *(Liebmann at all, 2001:209)*.

اهمیّت آب، ضرورت فهم چگونگی تغییر اقلیم به ویژه عناصر مرتبط با بیلان آب را روشن می‌سازد. در این میان بارش از عناصر اقلیمی است که در کانون توجه اقلیم‌شناسان بوده است. تحلیل رفتار بارش برای شناخت و حل مسائل مرتبط با طراحی مهندسی، مدیریت خطر زیرساخت‌هایی نظیر ساختمان‌ها، پل‌ها و سامانه‌های زهکشی شهری و نیز سامانه‌های حمل و نقل، بسیار مهم و حیاتی است. توضیح این که بیشتر سامانه‌های مدیریت منابع آب و نیز زیرساخت‌های مرتبط، با فرض تغییرپذیری اقلیم حول میانگین ثابت (ایستایی میانگین) طراحی می‌شوند. درحالی‌که این امر با واقعیت‌های طبیعی هم‌خوانی ندارد. دانسته‌ها درباره‌ی بزرگی، تداوم و فراوانی رویدادهایی نظیر بارش- خشکی برای طراحی ساختارهای حمل آب و حفاظت (زیرساخت‌های آب شهری نظیر فاضل آب، کانال و ...) از خطر سیلاب، تعیین ظرفیت آب گذری کانال‌ها، ظرفیت ایستگاه‌های پمپاژ و... و نیز به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی ضروری است.

این نوع آگاهی‌ها در بسیاری مواقع مفید بوده، می‌تواند آثار مخرب مالی‌ـ جانی و اکولوژیکی را کاهش داده، از جمعیّت انسانیِ در معرض این رویدادها

1-Loranz

Archive of SID

www.SID.ir

محافظت کند *(Sugahara at all, 2009: 1340)*. همچنین تغییر بعضی ویژگی‌های بارش موجب سیلابی شدن برخی رودها و خشک شدن برخی دیگر شده است. این امر موجب مختل شدن شبکه‌های تأمین آب می‌شود *(Bruntti at all, 2002:44)* . از این رو ارزیابی موسم‌های تر و خشک بنیادی مهم برای فهم فرایندهای آتی و استراتژیک مدیریت خطر سیلاب- خشکسالی است *(Bruntti at all, 2002: 44)*.

در خصوص موسم‌های تر- خشک، تداوم و پیشروی- پسروی آن‌ها مطالعات محدود و معدودی در سطح جهان انجام شده است. این در حالی است که نگارنده تحقیقی در این زمینه برای کشور ایران چه در مقیاس ناحیه‌ای و چه در مقیاس ملی مشاهده نکرده است. امید است این نوشتار نقطه‌ی آغازی برای مطالعات بعدی باشد. از مطالعات جهانی برای مثال ریسون[1] و همکاران *(2005:1835-1853)*تغییرپذیری میان سالانه موسم‌های بارانی را برای بخشی از جنوب آفریقا بررسی کردند. بوردی[2] و همکاران *(2006:95-107)* دوره‌های تر و خشک در سیسیل ایتالیا را بررسی کرده‌اند. ایشان علاوه بر به‌کارگیری نمایه‌هایی که مستقیماً از بارش استخراج شده‌اند، فرین‌های نمایه استاندارد شده بارش (SPI) [3] را به کار گرفتند. نتایج تحلیل ایشان نشان داد که نمایه SPI برای نمایش و تعریف دوره‌های خشک و تر بهتر از نمایش مقادیر بارش، واقعیت‌ها را ارائه می‌دهد. ادوکانول[4] *(2006:193-201)* نیز پیشروی و پسروی موسم مرطوب را در نیجریه مطالعه کرده است. بر اساس یافته‌های وی معلوم شد که فصل مرطوب کوتاه شده و میزان بارش و تعداد روزهای بارانی از این تغییر متأثر شده است.

دلیما موسکاتی و آلونزوگان[5] *(2007: 493-512)* تغییرپذیری فصل بارانی را در ناحیه‌ی نیمه‌خشک شمال شرق برزیل بررسی کرده‌اند. در مورد بارش شهر زنجان تحقیقات معدودی انجام شده است. به عنوان مثال عساکره *(۱۳۸۹الف: ۷۶-۶۳)* رژیم بارش استان زنجان را بررسی کرد وی نشان داد که بیش از ۷۹/۴ درصد از مساحت استان با یک فصل کوتاه خشک و بقیه‌ی پهنه‌ی استان رژیم بارش را با توزیع زمانی نسبتاً همگون تجربه کرده است. شهر زنجان در گستره‌ی نخست جای می‌گیرد. شدت‌های‌بارش و روند آن‌ها نیز توسط عساکره *(۱۳۸۹ب : ۱۰۰-۸۹)* مطالعه شده است. وی نشان داد که مجموع بارش‌های کم مقدار، فراوانی و نیز سهم آن‌ها حاوی روند کاهشی معنی‌دار و یک جهش در آغاز دهه‌ی ۱۹۸۰ بوده است. درحالی‌که فراوانی بارش‌های پر مقدار فاقد روند معنی‌داری است.

در تحقیق حاضر روند بیشینه، متوسط و تداوم روزهای خشک و تر بارش زنجان برای دوره‌ی آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ و بر اساس مشاهدات روزانه انجام شده است. هدف این تحقیق دستیابی به شناختی هرچند کلّی از رفتار عمومی موسم‌های خشک و تر در ایستگاه زنجان است.

داده‌ها و روش‌ها

به منظور بررسی بیشینه، متوسط و تداوم روزهای خشک‌وتر، مشاهدات روزانه‌ی بارش‌زنجان برای دوره‌ی آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ (به مدت ۴۶ سال) به صورت یک ماتریس ۴۶ × ۳۶۶ مرتب شد. در این ماتریس ردیف‌ها نشانه‌ی تعداد روزها و ستون‌ها نشانه‌ی سال‌هاست. در واقع مشاهدات بارش روزانه به صورت ستونی برای هرسال مرتب شد.سپس برحسب توصیه‌ی سازمان‌جهانی هواشناسی *(10 :1989)* روزهای با بارش کمتر از ۱ میلیمتر برابر صفر و روزهای دیگر با مقدار

1-Reason
2-Bordi
3-Standard Precipitation Index
4-Odekunl

5-De Lima Moscati and Alonso Gan

Archive of SID

www.SID.ir

واقعی در نظر گرفته شد. تعداد روزهای متوالی بدون بارندگی و توأم با بارندگی برای هرسال محاسبه گردید. منظور از تعداد روزهای متوالی بدون بارندگی، تعداد روزهایی است که در آن‌ها بارش رخ نداده و حداقل به وسیله‌ی یک روز توأم با بارش از روز(های) خشک دیگر جدا می‌شوند. به تبع آن، تداوم روزهای بارانی نیز به تعداد روزهای متوالی توأم با بارش گویند که به وسیله حداقل یک روز خشک از روزهای مشابه جدا شده باشد. دو ویژگی از نمایه‌های فوق، یکی متوسط و دیگری بیشینه‌ی تداوم روزهای بدون بارش در معرض توجه قرارگرفت.درنهایت روند بلندمدت این مشخصه‌ها برآورد گردید. به منظور تحلیل روند از الگوهای رگرسیون خطی بهره گرفته شد. در این الگو فرض بر این است که سری‌های زمانی حاوی روند خطی هستند. اگرچه این فرض همیشه صادق نیست اما قادر است تصویری هر چند کلی از رفتار سری‌های زمانی ارائه نماید. الگوی رگرسیون خطی یک سری زمانی به صورت زیر بیان می‌شود *(عساکره، ۱۳۸۶: ۸)*:

$$Z_T = a + bT + e_T \qquad (۱)$$

در این جا Z_T سری زمانی متغیّر مورد نظر، T زمان (T=1,2,…,n در این جا شماره سال)، a عرض از مبدأ، b شیب خط (تغییر به ازای زمان) و e_T خطا (باقیمانده یا انحراف)های برآورد خوانده می‌شود. a و b را ضرایب رگرسیون گویند. این الگو به منظور تصویر تغییرات تدریجی، خطی راست از میان داده‌ها برازش می‌دهد. مقدار b متوسط تغییر به ازای هر واحد زمانی (روند) را نشان می‌دهد *(کرایر، ۱۳۷۸: ۳۸)*. تنوع روش‌های برآورد a و b موجب تکوین الگوهای رگرسیونی متفاوتی شده است. عساکره *(۱۳۸۶: ۱۴-۸)* با آزمون چندرویه برآورد این فراسنج‌ها، پیشنهاد کرد برای بررسی روند عناصر اقلیمی از رویه‌ای موسوم به روش ناپارامتریک[1] که بعضاً به روش "سن‌روی" [2] معروف است، استفاده شود. با آزمون روش‌های مختلف، شایستگی روش ناپارامتری در برآورد روند محرز شد. در این تحقیق رویه‌ی مذکور به کار گرفته خواهد شد. این رویه برای تحلیل روند در تحقیقات پرشماری به‌کار گرفته شده است. برای مثال می‌توان به اسکندریان و روسن[3] (۲۰۰۰) در مطالعه تغییرات دمایی تروپسفر میانی، روس و الیوت[4] (۲۰۰۱) در خصوص روند بخار آب تروپسفر در نیمکره‌ی شمالی اشاره نمود.

یو و هاشینو[5] (۲۰۰۳) تغییرات بلندمدت دمای ژاپن طیّ قرن بیستم و هیوث و پوکورنا[6] (۲۰۰۴) تغییرات بلندمدت چند عنصر اقلیمی در ایستگاه‌های منتخب چکسلواکی را بر اساس این روش در معرض توجه قرار داده‌اند. برای محاسبه‌ی شیب خط رگرسیون بر اساس روش ناپارامتری، شیب تمام زوج‌های ممکن ($b_{ij} = \frac{Z_i - Z_j}{T_i - T_j}$) محاسبه می‌شود و میانه‌ی این شیب‌ها به عنوان شیب سری زمانی به شمار می‌آید. یعنی *(عساکره، ۱۳۹۰: ۲۳۴)*:

$$b = median\ \frac{Z_i - Z_j}{T_i - T_j} \qquad (۲)$$

برای تشکیل آماره‌ی آزمون مراحل زیر ضروری است *(عساکره، ۱۳۸۶: ۱۱)*:

۱- منظور کردن رتبه‌ی هریک از متغیّرها *(rank (Z_i))* در آماره‌ی U

$$U = \sum_{i=1}^{n} [rank\ (Z_i) - \frac{n+1}{2}]T_i \qquad (۳)$$

۲- محاسبه‌ی انحراف استاندارد آماره‌ی U که با *SE(U)* نشان داده و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$SE(U) = \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \sum_{i=1}^{n} (T_i - \overline{T})^2} \qquad (۴)$$

1-Non - Parametric Statistic
2-Sen-Roy
3-Iskenderian and Rosen
4-Ross and Elliott
5-Yue and Hashino
6-Huth and Pokorna

Archive of SID

www.SID.ir

۳- محاسبه‌ی آماره‌ی آزمون t بر اساس قدر مطلق U ($|U|$) و انحراف استاندارد آن؛ یعنی آماره‌ی $SE(U)$:

$$|t| = \frac{|U|}{SE(U)} \qquad (۵)$$

این آماره دارای توزیع تقریبی t با $n-2$ درجه آزادی است. مقدار a نیز در روش ناپارامتری به شکل زیر برآورد می‌شود:

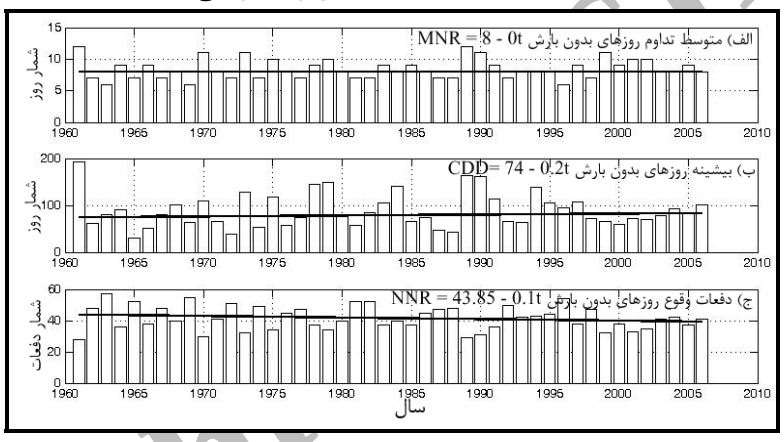
$$a = median(Z_T - bT_i) \qquad (۶)$$

کلیه‌ی مراحل محاسباتی برای این تحقیق با استفاده از امکان برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار MATLAB انجام شده است.

بحث و نتایج

بررسی موسم‌های خشک

متوسط روزهای بدون بارش از میانگین تداوم‌های خشکی در هر سال حاصل شده است. شکل ۱ الف متوسط تعداد روزهای متوالی بدون بارش برای هر سال را نشان می‌دهد.



شکل ۱: میانگین، بیشینه و تعداد دفعات وقوع موسم‌های خشک در زنجان

مأخذ: نگارنده

متوسط روزهای بدون بارش برای دوره‌ی آماری مورد بررسی حدود ۸روز است. حداقل متوسط موسم خشک مربوط به سال ۱۹۶۳ برابر ۶ روز و حداکثر آن مربوط به سال ۱۹۶۱ و برابر۱۲روز است. معادله خط و خط ارائه شده در این شکل گویای عدم وجود روند در میانگین روزهای خشک متوالی است. بنابراین متوسط تداوم روزهای خشک در طیّ دوره‌ی آماری حول میانگین کل (۸ روز) در نوسان است.

بیشینه‌ی تداوم روزهای خشک به عنوان نماینده فصل بدون بارندگی برای هرسال محاسبه و در شکل ۱ ب ارائه شده است. میانگین تداوم بیشینه موسم خشک حدود ۸۹ روز (حدود سه ماه) است. طولانی‌ترین فصل بدون بارش مربوط به سال ۱۹۶۱ حدود ۱۹۳ روز (حدود ۶/۵ ماه) و کوتاه‌ترین فصل بدون بارش در سال ۱۹۶۵، حدود ۳۰روز رخ داده است. معادله‌ی خط روند گویای یک روند کاهشی به میزان دو روز در هر دهه است. در واقع بر اساس این معادله، فصل بدون بارندگی در حال کاهش است و بارندگی به سمت توزیع زمانی افزون‌تر سیر می‌کند. با این وصف روند مزبور در سطح ۹۵ درصد اعتماد، فاقد معنای آماری است.

سومین مشخصه‌ای که درباره‌ی موسم خشک مورد توجه قرار گرفت، تعداد دفعاتی است که دوره‌های خشک در هر سال تکرار شده است. تغییرات زمانی این مشخصه در شکل ۱ ج ارائه شده است. متوسط دفعات رخداد مزبور حدود ۴۲ بار است. یعنی به طور متوسط در هر سال ۴۲ بار انقطاع در بارش مورد انتظار است.

Archive of SID

www.SID.ir

بیشینه‌ی دفعات درسال ۱۹۶۳ حدود ۵۷بار و کمینه‌ی آن در سال ۱۹۶۱ حدود ۲۸ بار رخ داده است. شیب خط و معادله‌ی روند نیز گویای کاهش یک روزه به ازای هر دهه است. با این وصف کاهش مزبور در سطح ۹۵ درصد اعتماد، فاقد معنی آماری است. برازش مدل‌های ARIMA و چندجمله‌ای نیز نتایج مشابهی را ارائه کرده‌اند. به منظور رعایت ایجاز از ارائه‌ی این مدل‌ها صرف نظر شده است. جدول ۱ مشخصات تداوم خشکی ماهانه را در زنجان نشان می‌دهد. برای هر نمایه سه فراسنج کمینه، بیشینه و متوسط و نیز دفعات وقوع، بیشینه‌ی تداوم و متوسط تداوم خشکی، نموده شده است. همچنین روند برای هر سه نمایه نیز ارائه گردیده است. برای مثال در ژانویه به طور متوسط ۵ بار خشکی رخ می‌دهد. بیشینه و کمینه دفعاتی که خشکی رخ داده به ترتیب در سال ۱۹۶۵ برابر با ۸ بار و در سال ۱۹۸۴ برابر با ۲ بار بوده است. متوسط بیشینه تداوم‌خشکی در این ماه ۱۱روز است. بزرگترین تداوم خشکی حدود ۲۰روز (در سال ۱۹۸۶) و کمترین تداوم بیشینه، ۵ روزه (مربوط به سال ۱۹۷۷) بوده است. تداوم خشکی‌ها در ژانویه به طور متوسط ۴روز است. بزرگترین و کمترین متوسط‌ها ۵ و ۱ روز به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۸۷ است. هیچ یک از نمایه‌ها حاوی روند معنی‌داری نیست. این مشخصات برای بقیه‌ی ماه‌ها به طور مشابه قابل تعبیر است.

جدول۱ : مشخصات ماهانه تداوم خشکی در شهر زنجان

	دفعات وقوع			بیشینه‌ی تداوم			متوسط تداوم			روند		
	متوسط	بیشینه	کمینه	متوسط	بیشینه	کمینه	متوسط	بیشینه	کمینه	دفعات	بیشینه	متوسط
ژانویه	۵	۸(۱۹۶۵)	۲(۱۹۸۴)	۱۱	۲۰(۱۹۸۶)	۵(۱۹۷۷)	۴	۵(۱۹۶۶)	۱(۱۹۸۷)	۰	۰	۰
فوریه	۵	۱۰(۱۹۸۸)	۱(۱۹۷۰)	۱۱	۲۹(۱۹۷۰)	۴(۱۹۹۰)	۴	۵(۱۹۶۳)	۲(۱۹۷۰)	۰	۰	۰
مارس	۶	۱۰(۱۹۸۹)	۲(۲۰۰۴)	۱۱	۲۱(۱۹۹۷)	۳(۱۹۸۹)	۴	۵(۱۹۶۱)	۳(۱۹۶۴)	۰	۰	۰
آوریل	۶	۱۱(۱۹۹۶)	۱(۱۹۸۹)	۱۱	۳۰(۱۹۸۹)	۳(۱۹۹۶)	۴	۱۳(۱۹۸۹)	۲(۱۹۹۶)	۰	۰/۰۵	۰
می	۶	۱۱(۱۹۶۳)	۱(۱۹۶۴)	۱۲	۳۱(۱۹۶۴)	۲(۱۹۷۲)	۶	۱۵(۱۹۶۱)	۳(۱۹۶۳)	۰	۰	۰
جون	۲	۸(۱۹۹۵)	۱(۱۹۶۱)	۲۳	۳۰(چند بار)	۸(۱۹۹۵)	۱۹	۳۰(چند بار)	۴(۱۹۹۵)	۰	۰	۰
جولای	۲	۷(۲۰۰۴)	۱(۱۹۶۱)	۲۶	۳۱(چند بار)	۸(۱۹۷۴)	۲۲	۳۱(چند بار)	۴(۲۰۰۴)	۰	۰	۰
آگوست	۲	۵(۱۹۸۸)	۱(۱۹۶۱)	۲۷	۳۱(چند بار)	۱۶(۱۹۸۸)	۲۴	۳۱(چند بار)	۶(۱۹۸۸)	۰	۰	۰
سپتامبر	۱	۴(۱۹۷۴)	۱(۱۹۶۱)	۲۷	۳۰(۱۹۶۱)	۱۳(چند بار)	۲۵	۳۰(چند بار)	۸(۱۹۷۴)	۰	۰	۰
اکتبر	۴	۸(۱۹۶۵)	۱(۱۹۶۱)	۲۰	۳۱(۱۹۶۱)	۹(۱۹۶۵)	۱۴	۳۱(۱۹۶۱)	۴(۱۹۶۵)	۰	۰	۰
نوامبر	۴	۹(۱۹۶۷)	۱(۱۹۶۶)	۱۶	۳۰(۱۹۶۶)	۴(۱۹۶۷)	۱۰	۲۲(۱۹۶۶)	۳(۱۹۶۷)	۰	-۰/۱۳	۰
دسامبر	۵	۱۱(۲۰۰۲)	۱(۱۹۹۵)	۱۴	۳۲(۱۹۹۵)	۶(۱۹۶۸)	۷	۱۶(۱۹۶۱)	۳(۱۹۶۸)	۰	۰/۱۱	۰

مأخذ: نگارنده

عموماً متوسط دفعات وقوع خشکی در ماه‌های فصل بهار به بیشینه‌ی خود می‌رسد در حالی‌که در ماه‌های فصل زمستان کم‌تر و به سمت پاییز کم و در تابستان به کم‌ترین مقدار (۱ تا ۲ بار) می‌رسد (متوسط دفعات وقوع موسم خشکی از ماه ژانویه با تعداد ۵ بار به سمت ماه‌های تابستان تا یک دفعه در ماه سپتامبر کاهش می‌یابد). توجه به متوسط تداوم خشکی‌ها قادر است این وضعیت را توجیه نماید. متوسط تداوم خشکی‌ها از

Archive of SID

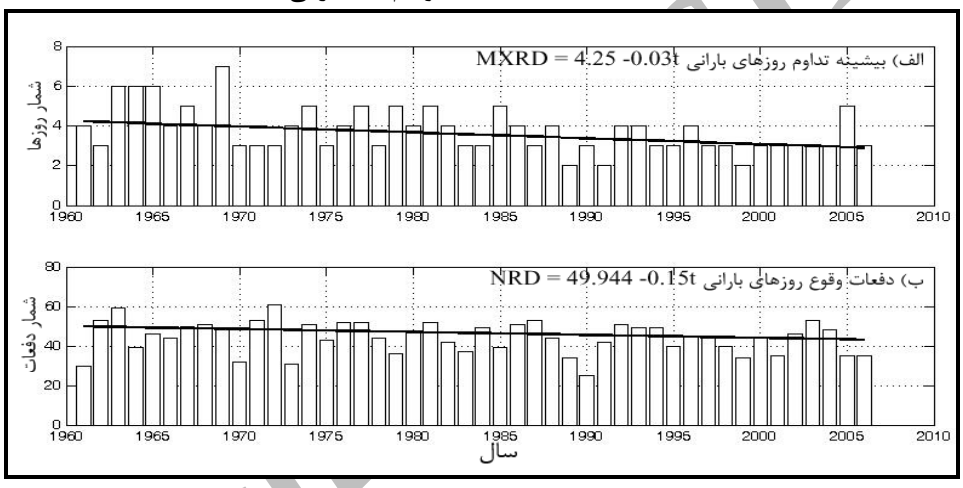
www.SID.ir

چهار روز (در ماه‌های ژانویه تا آوریل) به حداکثر ۲۵ روز (در سپتامبر) افزایش می‌یابد.

در واقع می‌توان دلیل کاهش تعداد دفعات رخداد خشکی در ماه‌های تابستان را به تداوم زیاد آن‌ها نسبت داد. همچنین بیشینه‌ی تداوم‌ها نیز گویای افزایش بیشینه‌ها در ماه‌های تابستان است. کما این‌که بیشینه‌ها در دفعات (سال‌های) متعدد رخ داده است. بنابراین انقطاع‌های خشکی در تابستان عموماً حاصل بارش‌های تصادفی، منقطع و نامنظم است. علاوه بر آن، می‌توان دید که هیچ یک از نمایه‌ها حاوی روند نیست و همگی از ایستایی در میانگین برخوردارند.

بررسی موسم‌های مرطوب

مشخصات تعداد روزهای متوالی توأم با بارندگی در شکل ۲ ارائه شده است. متوسط تعداد روزهای بارانی متوالی برای تمامی سال‌ها یک روز بوده است. از این رو نمودار مربوط به متوسط سال به سال در این شکل ارائه نشده و تنها به بیشینه و تعداد دفعات وقوع موسم‌های بارانی بسنده شده است.



شکل ۲: بیشینه و تعداد دفعات وقوع موسم‌های تر در زنجان

مأخذ : نگارنده

شکل ۲ الف، بیشینه‌ی تداوم بارندگی برای هر سال را نشان می‌دهد. به طور متوسط بیشینه‌ی تداوم بارندگی طیّ دوره‌ی آماری مورد بررسی حدود ۴ روز بوده است. حداکثر تداومِ بارش، نه روز بود که در سال ۱۹۶۹ رخ داده است. حداقلِ بیشینه‌ی تداوم بارندگی مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۹ برابر دو روز رخ داده است.

تغییرات بلندمدت این مشخصه، علی‌رغم فقدان معنای آماری در سطح ۹۵ درصد اطمینان، گویای کاهش سه روزه به ازای هر صد سال می‌باشد. متوسط تعداد دفعات بارش حدود ۴۴ بار است. کمینه و بیشینه‌ی رویداد مزبور به ترتیب ۲۵ و ۶۱ بار و مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۷۲ است. شیب خط برازنده بر رفتار زمانی این مشخصه گویای کاهش غیرمعنی‌دار آن به میزان حدود ۱۵ روز در هر سده است. جدول ۲ مشخصات تداوم بارش را برای هر ماه نشان می‌دهد. تمامی مقادیر این جدول مشابه جدول ۱ است با این تفاوت که جدول ۱ برای تداوم خشکی‌ها ولی جدول ۲ برای تداوم بارش‌هاست. دیده می‌شود که چهار ماه سال (جون، جولای، آگوست و سپتامبر) فاقد بارش و به عنوان دوره‌های کاملاً خشک به شمار می‌آیند. همان‌گونه که در بالا نیز اشاره شد، بارش‌های این چهار ماه حاصل رویدادهای محلی- تصادفی و نامنظم می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: مشخصات ماهانه تداوم بارش در شهر زنجان

	دفعات وقوع			بیشینه تداوم			متوسط تداوم			روند		
	متوسط	بیشینه	کمینه	متوسط	بیشینه	کمینه	متوسط	بیشینه	کمینه	دفعات	بیشینه	متوسط
ژانویه	۵	(۱۹۶۹)۱۰	(۱۹۸۶)۲	۲	(۱۹۶۵)۶	(۱۹۶۶)۱	۲	(۱۹۸۶)۳	(۱۹۶۳)۱	-۰/۰۲	۰	۰
فوریه	۵	(۱۹۷۴)۱۰	(۱۹۷۰)۱	۲	(۱۹۶۴)۶	(۱۹۶۳)۱	۱	(۱۹۷۷)۲	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰
مارس	۶	(۱۹۷۴)۱۲	(۲۰۰۴)۱	۲	(۱۹۶۷)۵	(۱۹۷۱)۱	۱	(۱۹۶۱)۱	(۱۹۶۱)۱	-۰/۰۴	۰	۰
آوریل	۶	(۱۹۶۲)۱۱	(۱۹۸۹)۱	۳	(۱۹۶۴)۷	(۱۹۷۵)۱	۱	(۱۹۶۱)۱	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰
می	۷	(۱۹۶۲)۱۱	(۱۹۸۰)۳	۳	(۱۹۶۳)۸	(۱۹۶۸)۱	۱	(۱۹۶۱)۱	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰
جون	بارش‌های این چهار ماه نادر، اتفاقی و به میزان کم و محدود رخ می‌دهد.											
جولای												
آگوست												
سپتامبر												
اکتبر	۴	(۱۹۶۹)۹	(۱۹۶۱)۱	۲	(۱۹۸۷)۵	(۱۹۶۱)۱	۰	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰	۰
نوامبر	۴	(۱۹۹۳)۹	(۱۹۶۶)۱	۲	(۱۹۹۴)۶	(۱۹۶۱)۱	۱	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰	۰
دسامبر	۵	(۱۹۹۳)۹	(۱۹۹۵)۲	۲	(۱۹۶۳)۵	(۱۹۶۱)۱	۱	(۱۹۶۱)۱	۰	۰	۰	۰

مأخذ : نگارنده

چنانکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین دفعات بارش مربوط به ماه‌های آوریل و می (به ترتیب ۶ و ۷ بار) و کم‌ترین آن مربوط به ماه‌های اکتبر و نوامبر (۴ بار) است. حداکثر تداوم بیشینه نیز مربوط به ماه‌های آوریل و می است. با این وصف متوسط تداوم بارش در ماه ژانویه (۲ روز) از بقیه‌ی ماه‌ها بیشتر است. به جز ماه اکتبر بقیه‌ی ماه‌ها با متوسط تداوم ۱ روزه رخ داده‌اند. متوسط تداوم برای اکتبر صفر است. بنابراین اکتبر را می‌توان یک ماه با بارش‌های اتفاقی تلقی نمود. با این وصف به دلیل فراوانی افزون‌تر بارش‌های این ماه نسبت به ماه‌های تابستان و با توجه به تکرار دفعات افزون‌تر مشخصات آن ارائه گردیده است. در هیچ یک از نمایه‌های مورد بررسی روند معنی‌داری مشاهده نشده است.

نتیجه

تغییر تداوم موسم‌های خشک و مرطوب یکی از ابعاد مطالعه‌ی تغییر اقلیم است. این مشخصه‌ها به لحاظ بررسی تغییر شدت و فراوانی رویدادهای بارشی و انعکاس مشخصات اقلیم بارشی و نیز به لحاظ تأثیر بر فراسنج‌های دیگر اقلیمی از اهمیّت شایان‌توجهی برخوردارند. بدین لحاظ بررسی آن‌ها به منظور تحلیلِ ابعادی از اقلیم ضروری می‌باشد. این ویژگی‌ها همانند دیگر ابعاد اقلیم از الگوی زمانی- مکانی برخوردارند. نتایج تحقیق حاضر برای بارش روزانه شهر زنجان طیّ دوره‌ی آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ و بر اساس آزمون ای ناپارامتری روند، نشان داد که چهار ماه سال (جون، جولای، آگوست و سپتامبر) زنجان فاقد بارش هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

بارش‌های احتمالی در این چهار ماه، حاصل رویدادهای محلی- تصادفی و نامنظم می‌باشد. از این رو چهار ماه یاد شده به عنوان فصل خشک زنجان به شمار می‌آید. بیش‌ترین دفعات وقوع بارش مربوط به ماه‌های آوریل و می است. بدین ترتیب پرباران‌ترین فصل را می‌توان فصل بهار دانست. همچنین نمایه‌های مورد بررسی (روند بیشینه، متوسط و تداوم موسم‌های خشک و تر برای هرسال) در هیچ یک از مقیاس‌های زمانی سالانه و ماهانه حاوی روند معنی‌داری نبوده است. با این وصف برخی ویژگی‌ها را می‌توان برای موسم‌های بارش ایستگاه زنجان به شرح ذیل برشمرد:

۱- متوسط روزهای بدون بارش حدود ۸ روز است. این نمایه فاقد روند معنی‌دار بوده است. همچنین فصل بدون بارش به طور متوسط حدود ۸۹ روز (حدود سه ماه) و با دامنه‌ای بین ۱۹۳روز (حدود ۶/۵ ماه) و ۳۰ روز حاوی روندی کاهشی است. این کاهش حدود دو روز در هر دهه است. از این رو استنباط بر این است که فصل بدون بارندگی در حال کاهش و با گذر زمان، بارش در بازه‌ی زمانی بزرگتری توزیع خواهد شد. با این وصف کمبود دوره‌ی آماری از مشاهدات بارش قطعیت این قضیه را مورد تشکیک قرار داده است. از این رو رفتار مذکور در سطح ۹۵ درصد اعتماد، فاقد معنای آماری است. ابدین دلیل با ۹۵٪ اطمینان و بر اساس طول دوره‌ی آماری مورد بررسی می‌توان گفت که جابه‌جایی در فصل‌های خشک و تر رخ نداده است. این قضیه از تحلیل تکرار تعداد دفعات دوره‌های خشک در هر سال تکرار نیز تأیید شده است. بدین ترتیب ایستایی میانگین این نمایه (حدود ۴۲ بار) گواهی دیگر بر ایستایی موسم‌های تر و خشک است. علاوه بر این، متوسط تعداد روزهای متوالی توأم با بارندگی (یک روز) در طیّ دوره‌ی مورد بررسی هیچ گونه تغییر معنی‌داری را در بلندمدت متحمل نشده است. شاهد دیگری که ایستایی و عدم تغییرموسم‌های بارش را نشان می‌داده است، پایایی بیشینه‌ی تداوم بارندگی برای هر سال (حدود ۴ روز) در طیّ دوره‌ی مورد بررسی است. در نهایت متوسط تعداد دفعات بارش (حدود ۴۴ بار) در هر سال فاقد شیب خط معنی‌دار و گویای ثبات در مقادیر است.

۲- با این تصور که تغییرات درون سالانه در مشاهدات رخ داده و در داده‌های سالانه سرشکن شوند، تغییرات ماه به ماه نیز ارزیابی شد. بدین ترتیب معلوم شد که برای ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، می، جون، جولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر، هیچ یک از نمایه‌های مورد بررسی (دفعات وقوع، بیشینه و متوسط تداوم خشکی) از روند معنی‌داری برخوردار نبوده‌اند. بزرگترین روندها برای بیشینه تداوم خشکی در ماه‌های آوریل، نوامبر و دسامبر به ترتیب حدود ۵، ۱۳ و ۱۱ روز در هر سده بوده است. اما این افزایش‌ها نیز خود فاقد معنی آماری بوده است. بررسی نمایه‌های یاد شده برای بارش نیز گواهی دیگر بر ایستایی مشاهدات است. زیرا علی‌رغم روند کاهشی غیرمعنی‌دار دفعات بارش تنها برای دو ماه (ژانویه و فوریه به ترتیب با ۲ و ۴ دفعه در هر سده)، ایستایی رفتار بارش در دوره‌ی مورد بررسی محرز شده است. بر اساس آن چه گفته شد و با توجه به یافته‌های عساکره (۱۳۸۹ ب) که نشان داد مقدار بارش‌های کم حاوی روند کاهشی معنی‌دار بوده‌اند و با توجه به فقدان روند در دفعات وقوع، دفعات این بارش‌ها و به تبع آن موسم‌های تر و خشک ثابت بوده است. حسب یافته‌های ژلی[1] و همکاران (۲۰۰۵) روند بارش‌ها از الگوی جغرافیایی برخوردار است. از این رو موسم‌های تر و خشک با تفاوت‌های ناحیه‌ای و فصلی توأم بوده است.بدین دلیل برخلاف یافته‌های ادوکانول[2] *(2006:193-201)* برای نیجریه که بر کاهش فصل مرطوب دلالت دارد و همان‌گونه که در بالا نیز گفته شد، موسم‌های خشک و تر زنجان تغییرات محسوسی نداشته است اما میزان بارش از الگویی زمانی برخوردار است.

1-Zhai
2-Odekunl

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- عساکره، حسین (۱۳۸۶). تغییر اقلیم. چاپ اول. زنجان. انتشارات دانشگاه زنجان.

۲- عساکره، حسین (۱۳۸۷). کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای سالانه تبریز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۸۷ .

۳- عساکره، حسین (۱۳۸۹ الف). تحلیلی بر تغییر رژیم بارش در استان زنجان، نشریه نیوار. شماره ۷۱-۷۰.

۴- عساکره،حسین (۱۳۸۹ب). تحلیل تغییرات بارش‌های فرین شهر زنجان، نشریه پژوهش‌های جغرافیایی. شماره اول .

۵- عساکره، حسین (۱۳۹۰). مبانی اقلیم‌شناسی آماری، چاپ اول. زنجان. انتشارات دانشگاه زنجان.

۶- کرایر، جاناتان (۱۳۷۸). تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی. ترجمه حسینعلی نیرومند. مشهد. انتشارات دانشگاه فردوسی.

7- Bordi.I,Fraedrich.K, Petitta.M and Sutera. A (2006). Extreme value analysis of wet and dry periods in Sicily. Theor. Appl. Climatol. DOI 10.1007/s 00704-005-0195-3

8- Brunetti, M., M. Mangeri, T. Nanni and A. Navarra (2002). Droughts and extreme events in regional daily Italian precipitation series. International Journal of Climatology, 22.

9- Costa.Ana.Cristina, Durao.Rita, Soares. Amilcar and Pereire.Maria.Joao (2008). A Geostatistical exploratory analysis of precipitation extrems in Southern Portugal. REVSTAT-Statistical Journal. Volume 6, NO.1.

10- De Lima Moscati, Marley Cavalcante and Alonso Gan, Manoel (2007). Rainfall Variablity in the rainy season of semiarid zone of Northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. Int.J.Climatol. 27.

11- Huth. R, Pokorna.L (2004). Parametric Versus Non-Parametric estimates of climatic Trends. Theor.Appl.Climatol. 77.

12- Iskenderian. H and Rosen. RD (2000). Low-Frequancy Signals in Midtropospheric Submonthly Temperature Variance.J Climate 13.

13- Liebmann.Brant, Jones.Charles and De Carvalho. Leila. M. V (2001). Interannual Variability of daily extreme precipitation event in the state of Sao Paulo,Brazil. Journal of Climate. Vol.14.

14- Loranz ,E.N (1964). The Problem of Deducing The Climate from the Governing Equation. Tellus,Vol 16.

15- Odekunl. T.O (2006). Determining rainy season onset and retreat over Nigeria from precipitation amount and number of rainy days Theor. Appl. Climatol. 83.

16- Ramos, M.H., Creutin, J. D., Leblois, E (2005). Visualization of stormseverity. Journal of Hydrology 315.

17- Reason.C.J.C., Hachigonta , S and Phaladi. R. F (2005). Interannual Variability in Rainy Season Characteristics over the Limpopo Region of South Africa. Int.J.Climatol. 25.

18- Ross .RJ and Elliott .WP (2001). Radiosonde-based Northern Hemisphere Tropospheric Water Vapor Trends. J Climate 14.

19- Sugahara. Shigetoshi, Darocha. Rosmeri. Porfirio and Silveira. Reinaldo (2009). Non – Stationary frequency analysis of extreme daily rainfall in Sao Paulo, Brazil. Int. J. Climatol. 19.

20- WMO (1989). Calculation of Monthly and Annual 30-year Standard Normals, WCDP-No. 10, WMO-TD/No. 341, World Meteorological Organization: Geneva.

21- Yue.S , Hashino.M (2003). Temperature Trends in Japan. (1900-1996). Theor.Appl.Climatol.75.

22- Zhai.Panmao, Zhang. Xuebin, Wan. Hui and Pan.Xiaohua(2005). Trends in total precipitation and frequency of daily precipitation extremes over China. Journal of Climatology. Vol.18.

23- Zhang. Q, Xu. C.– Y., Zhang. Z, Ren. G and Chen. Y. D (2008).Climate change or variability the case of Yellow River as indicated be extreme maximum and minimum air temperature during1960-2004. Theor. Appl. Climatol. 93.

Archive of SID

www.SID.ir