Archive of SID

دکتر قاسم عزیزی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران
علی‌اصغر روشن، دانشگاه امام حسین(ع)
شماره مقاله: ۶۶۱

Gh. Azizi, Ph.D
A. A. Roshan
E.mail: ghazizi@ut.ac.ir

بررسی خشکسالی‌ها- ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز[1] در استان هرمزگان

چکیده

تحقیق حاضر در بخشی از استان هرمزگان به منظور بررسی تغییرات زمانی بارش، تعیین خشکسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها در آینده منطقه انجام شده است. دوره‌های خشکسالی، ترسالی، تداوم و شدت آنها از طریق شاخص استاندارد z محاسبه شده و با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز پیش‌بینی سال‌های آینده صورت گرفته است. برای این منظور از داده‌های بارندگی ماهانه سه ایستگاه هواشناسی استان به مدت ۳۷ سال، (۱۳۸۱- ۱۳۴۵)، استفاده شده است. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که ۳ دوره خشکسالی و ۲ دوره ترسالی در منطقه رخ داده است، به طوری که خشکسالی‌ها ضعیف و متوسط اما با تداوم زیاد بوده، در حالی که ترسالی‌ها شدید و بسیار شدید اما با تداوم کم ظاهر شده‌اند. بررسی مقادیر فصلیِ مشاهده و پیش‌بینی شده داده‌ها، با استفاده از مدل سری زمانی مذکور، دو چرخه سینوسی افزایش و کاهش بارندگی را ارایه می‌کند. اولین چرخه شامل ۲۰ سال (۴۵ تا ۶۵) و دومین چرخه نیز ۱۷ سال (۶۶ تا ۸۱) بوده که با پیش‌بینی روند کاهشی بارش در دو سال بعد (۸۲ و ۸۳) تقریبا چرخه کامل می‌گردد.

کلید واژه‌ها: خشکسالی، ترسالی، شاخص z ، سری زمانی، مدل هالت وینترز، هرمزگان، ایران.

1. Holt Winters.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از معضلات کنونی جامعه بشری است و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید. واقعیت تغییر اقلیم از موضوعات جالب توجه محافل علمی طی چند دهه اخیر بوده است و تحقیقات گسترده‌ای در مقیاس جهانی، ناحیه‌ای و محلی را به خود اختصاص داده است. خشکی و خشکسالی یکی از ویژگی‌های اجتناب‌ناپذیر و زیانبار اقلیمی کشور ایران محسوب می‌شود (*شاه‌محمدی و دیگران، ۱۳۸۰، ۶۳*)، که در واقع انحراف موقتی از توزیع نرمال اقلیمی یک منطقه است. این پدیده از ویژگی‌های اصلی و تکرار شونده اقالیم مختلف به شمار می‌آید و ممکن است در هر جایی رخ داده و باعث کمبود آب گردد. اما ویژگی‌های آن از قبیل شدت و تداوم دوره‌های خشکسالی از محلی به محل دیگر متفاوت می‌باشد (*رضیئی، ۱۳۸۲، ۲۰۷*).

متخصصان علوم جوی با توجه به اهداف و جوانب کار خود تعاریف مختلفی از خشکسالی ارایه داده‌اند، اما نکته مشترک این تعاریف عامل بارش است که به عنوان معیار و شاخص اصلی در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال تعریف خشکسالی از سوی NDMC (2000) به شرح زیر ارایه شده است: خشکسالی اقلیم‌شناسی زمانی رخ می‌دهد که میزان بارندگی سالانه کمتر از میانگین دراز مدت آن باشد. اگر خشکسالی اقلیم‌شناسی تداوم یابد منجر به وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی می‌شود. از ویژگی‌های مهم آن، کاهش جریان رودخانه‌ها و افت سطح آبهای زیرزمینی است. اگر رطوبت قابل دسترس خاک برای محصولات کشاورزی به سطحی برسد که باعث پژمردگی گیاه و اثرات زیانبار بر روی میزان تولید گردد، خشکسالی کشاورزی حادث می‌شود. خشکسالی اقتصادی اجتماعی پس از تداوم خشکسالی اقلیم‌شناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی حادث می‌گردد و موجب قحطی، مرگ و میر و مهاجرت‌های دسته‌جمعی می‌شود (*Hayes, 2000, 54*). زمان آغاز تا پایان خشکسالی به عنوان دوره تداوم خشکسالی خوانده می‌شود که یکی از ویژگی‌های اساسی خشکسالی محسوب می‌شود (*Kieran, L., A.Makarau, 1994, 286*).

ترسالی، برخلاف خشکسالی، ناشی از مقدار بارش فراتر از میانگین دراز مدت آن می‌باشد. بروز ترسالی‌ها نیز نوعی انحراف موقتی از حد نرمال در جهت مثبت است که تحت تأثیر عوامل و جریانات جویِ جهانی، منطقه‌ای و محلی می‌باشد. شدت و تداوم دوره‌های ترسالی نیز در شرایط محیطیِ نواحی، تأثیر بسزایی دارد؛ به طوری‌که وقوع

www.SID.ir

Archive of SID

ترسالی‌های شدید، سبب اختلال محیطی از جمله سیلاب‌های شدید، فرسایش شدید خاک، خسارات زراعی و تلفات جبران‌ناپذیر مالی و جانی می‌گردد (*رمضانی، ۱۳۸۰، ۱۱۲*).

مقیاس‌های زمانی، اثرات خشکسالی را بر روی میزان توانایی منابع آب نشان می‌دهند. کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه مدت، عمدتا بر روی وضعیت رطوبت خاک اثر می‌گذارد، در صورتی‌که کمبود بارش مقیاس زمانی طولانی مدت، اغلب بر آبهای زیر زمینی، جریان رودخانه و ذخیره آب تأثیر می‌گذارد. با توجه به این موضوع mkcee (۱۹۹۳) و همکاران شاخص استاندارد شده بارش را برای مقیاس‌های زمانی ۳-۶-۱۲-۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه کردند.

یکی از روش‌های مطالعاتی بررسی تغییرات بارندگی و پیش‌بینی، روش‌های آماری می‌باشد. سری‌های زمانی یکی از شاخه‌های آماری است که از یک سو در رشته‌های مختلف علوم مانند ژئوفیزیک، اقتصاد، مهندسی، ارتباطات، هواشناسی، اقلیم‌شناسی و ... کاربرد فراوانی دارد. از سوی دیگر ادامه کاربرد آن، روز به روز گسترده‌تر می‌شود. تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی معمولا دو هدف را دنبال می‌کند: درک یا مدل کردن مکانیسم تصادفی که منجر به مشاهده سری می‌شود، پیش‌بینی مقادیر آینده سری که بر مبنای گذشته آن صورت می‌گیرد (*جاناتان، ۱۳۷۸، ۹۱*).

برای پیش‌بینی سری زمانی و تعیین مدل پیش‌بینی، فنون مختلفی وجود دارد. این فنون را می‌توان به دو دسته کمی و کیفی تفکیک کرد. کمی مدل‌های میانگین متحرک ساده و موزون، هموارسازی نمایی ساده و هالت وینترز، باکس جنکینز، اتورگرسیون- میانگین متحرک تلفیقی (ARIMA) و مدل‌های اقتصادسنجی و کیفی روش‌های دلفی، طوفان مغزی و گروه اسمی را شامل می‌شود (*آذر، ۱۳۷۷، ۴۶*). چنانچه تحلیل‌گر بر اساس رفتار مشاهده شده از سری زمانی و تجزیه و تحلیل اجزای آن بتواند مقادیر آینده را با استفاده از مبانی ریاضی پیش‌بینی کند، از مدل‌های کمی برای پیش‌بینی سری زمانی، سود می‌جوید. در بسیاری از موارد برای تصمیم‌گیری، اطلاعات کامل و دقیقی از گذشته در دست نیست یا محیط به گونه‌ای آشفته است که نمی‌توان اطلاعات گذشته را ملاک پیش‌بینی آینده قرار داد. در چنین شرایطی تحلیل‌گر به روش‌های کیفی متوسل می‌شود.

یکی از قدم‌های مهم و اساسی در مطالعات خشکسالی و ترسالی در هر منطقه تعیین شاخص‌هایی است که بتوان بر اساس آنها میزان شدت و تداوم خشکسالی و ترسالی را

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی کرد. از جمله شاخص‌های به کار گرفته شده در بررسی خشکسالی شاخص استاندارد z ، پالمر، استاندارد بارش، تفاضل درصدی بارش، دهک‌ها و ... می‌باشد.

هدف تحقیق

هدف این تحقیق شناخت الگو و روند تغییرات خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و نیز میزان شدت و تداوم آنها در استان مذکور بوده است. با پیدا کردن الگوی آن، روند خشکسالی‌ها و ترسالی‌های سال‌های آتی تعیین گردیده است. این کار با بررسی تغییرات زمانی بارندگی، از طریق شاخص z مورد بررسی قرار گرفته و از مدل هالت وینترز نیز برای پیش‌بینی سری زمانی فصلی استفاده شده است.

پیشینه تحقیق

از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به کار تورگز (۱۹۹۶) اشاره نمود که شاخص‌های مکانی و زمانی تغییرات بارش سالانه را در ترکیه مطالعه کرده است. وی روند طولانی مدت، نوسانات و تغییرات سال‌های خشک و مرطوب را تحلیل نموده است. میز (۱۹۹۶) با استفاده از داده‌های ماهانه، فصلی و سالانه، الگوهای مکانی و زمانی بارش را در ایلز بریتانیا تهیه نموده است. تاز نوریو[2] آمار بارش ۵۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی را در ژاپن تجزیه و تحلیل کرده است و بر اساس آن وقوع سال‌های خشک و مرطوب را بررسی کرده است. بر اساس تعریف این محقق سال‌ها به پنج دسته تقسیم شده‌اند که عبارتند از خیلی خشک، خشک، متوسط، مرطوب و خیلی مرطوب. اگر احتمال بارندگی در یک سال مشخص از ۱۵ کمتر باشد، آن سال خیلی خشک و اگر برای مثال این احتمال بین ۱۵ تا ۳۵ قرار گیرد،آن سال خشک محسوب می‌شود (*Ttase Norio, 1986, 39*).

ایالات متحده آمریکا از جمله کشورهایی است که یک دوره طولانی خشکسالی (۱۹۹۶-۱۹۸۵) را تجربه کرده و در برخی از مناطق این کشور خشکسالی در حدود ۶ تا ۷ سال تداوم داشته، خسارت‌های قابل ملاحظه‌ای به وجود آورده است. مهمترین عکس‌العمل آمریکا در مقابل این پدیده تدوین برنامه جامع مقابله با خشکسالی بوده که تا سال ۱۹۹۷ حدود سی ایالت از آن برخوردار شده‌اند (*Wilhite, D,A, 1997, 652*).

---

2. Tase Norio.

www.SID.ir

Archive of SID

مسعودیان (۱۳۷۵) تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران را مطالعه نموده و نتیجه گرفته است تغییرات سالانه بارش در همه مناطق ایران مشهود می‌باشد. این تغییرات هم در زمان و هم در مکان به چشم می‌خورد و ایران بین سال‌های ۷۱-۱۳۵۹ یک دوره خشک را پشت سر گذاشته در حالی‌که سال‌های ۸۷-۱۳۷۲ ترسالی بر کشور حاکم بوده است. خوش اخلاق (۱۳۷۶) با بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران به روش سینوپتیکی با استفاده از شاخص استاندارد z ، به شناسایی دوره‌های خشک و تر پرداخته است. تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران، بر اساس کاهش یا افزایش بارندگی نسبت به میانگین درازمدت، توسط رمضانی (۱۳۸۰) انجام شده و نتیجه گرفته است وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، اغلب با شدت‌های متوسط و یا تقریباً نرمال بوده و بروز این پدیده‌ها در سطح استان از همزمانی و نظم خاصی برخوردار نیست.

استفاده از مدل‌های سری زمانی برای تحلیل و پیش‌بینی، یکی از روش‌های مناسب برای این منظور به حساب می‌آید. در ایران از جمله تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به تجزیه و تحلیل دما و بارندگی تهران با استفاده از سری زمانی توسط جمشیدی (۱۳۶۸) اشاره نمود. مالکی (۱۳۷۴) به مدلسازی خشکسالی در غرب کشور با استفاده از مدل ARIMA پرداخته است. ذوالفقاری (۱۳۷۷) از طریق تحلیل آماری و بر اساس تغییرات بارندگی روش تحلیل خوشه‌ای را برای غرب ایران به کار گرفته است. پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران با استفاده از مدل باکس- جنکینز کاری است که علیجانی (۱۳۸۱) انجام داده و نتیجه گرفته است در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ ایستگاه‌های قایم‌شهر و بابلسر دوره ترسالی و رامسر و نوشهر دوره خشکسالی را تجربه می‌کنند.

منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان با وسعت ۶۸۴۷۵ کیلومتر مربع در جنوب ایران با مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب و هوای نیمه بیابانی و بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی در تابستان‌ها، بسیار گرم و مرطوب است و گاهی نیز دمای آن از ۵۲ درجه سانتی‌گراد تجاوز می‌کند. دمای متوسط سالانه این منطقه ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. از ویژگی‌های آب و هوایی استان هرمزگان یک فصل طولانی گرم همراه با هوای

www.SID.ir

Archive of SID

شرجی، به مدت ۹ ماه و یک فصل کوتاه خنک است. در این منطقه حدود ۹ ماه از سال بارندگی مهمی صورت نمی‌گیرد و قسمت عمده بارندگی نیز در یک یا دو نوبت ریزش می‌کند که اغلب سیل‌آسا بوده و خسارات فراوانی به بار می‌آورد. متوسط بارندگی سالانه استان ۱۷۱/۴ میلی‌متر می‌باشد (*زنده دل، ۱۳۷۷ ، ۱۲*).

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات بارندگی، از داده‌های ماهانه و سالانه سه ایستگاه سینوپتیک بندرلنگه، بندرعباس و میناب در استان هرمزگان برای سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۱ استفاده شده است. ابتدا داده‌های مذکور از نظر دقت مورد آزمون واقع شده و نقص داده‌ها با استفاده از روش تفاضل و نسبت‌ها، بازسازی گردیده، سپس نمره z استاندارد بارندگی سالانه و فصول، همچنین میانگین متحرک پنج ساله آنها محاسبه و نمودارهای مربوط رسم شده است. به همین جهت با استفاده از فرمول $Z = \frac{Xi - \bar{X}}{S}$ ، مقادیر بارش به نمرات بدون بعد تبدیل، پس از آن برای تعیین فراوانی و شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، از جدول ۱، طبقه‌بندی هایم کوتیل[3] (۱۹۹۶) که متناسب با منطقه خشک اصلاح گردیده، استفاده شده است.

جدول ۱ طبقه‌بندی شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌های اصلاح شده هایم کوتیل (۱۹۹۶)

دوره خشکسالی	نمره z	دوره ترسالی	نمره z
بسیار شدید	<-۱/۵	بسیار شدید	>۱/۵
شدید	۱/۴۹- تا ۱-	شدید	۱/۴۹ تا ۱
متوسط	۰/۹۹- تا ۰/۵-	متوسط	۰/۹۹ تا ۰/۵
ضعیف (تقریبا نرمال)	۰/۴۹- تا ۰	ضعیف (تقریبا نرمال)	۰/۴۹ تا ۰

از مدل هالت وینترز نیز برای پیش‌بینی سری زمانی فصلی بهره گرفته شده است. این مدل نوعی پیش‌بینی را بر اساس میانگین موزون از مقادیر جاری و گذشته ارایه می‌دهد. در شکل‌گیری این میانگین، بیشترین وزن به جدیدترین مشاهده، وزن کمتر به مشاهده قبل از آن و الی آخر داده می‌شود. در این مدل نیاز به برآورد F_t ،T_t ،$\bar{X}_t$ است که به ترتیب برآوردهای سطح، روند و فصل می‌باشند.

3. Haim kutiel.

www.SID.ir

۱۳۴۴۷
Archive of SID

$$\overline{X}_t = \alpha(\overline{X}_{t-1} + T_{t-1}) + (1-\alpha)\frac{X_t}{F_{t-s}}$$

$$T_t = \beta T_{t-1} + (1-\beta)(\overline{X}_t - \overline{X}_{t-1})$$

$$F_t = \gamma F_{t-s} + (1-\gamma)\frac{X_t}{\overline{X}_t}$$

اگر سری، S دوره زمانی در هر سال داشته باشد عامل فصلی مرتبط با آن در سال قبل با F_{t-s} نشان داده می‌شود. α, β و γ ضرایب هموارسازی نمایی هالت وینترز هستند که بین صفر و یک می‌باشند (آذر، ۱۳۷۷، ۱۱۴).

در مدل هالت وینترز ابتدا داده‌ها به صورت سری زمانی فصلی ۱۳۸۱:۴-۱۳۴۵:۱ ، شامل ۱۴۸ مشاهده فصلی، مرتب گردیدند. با توجه به اینکه روش‌های جمعی و ضربی برای این مدل متصور است، روش ضربی برازش بهتری با داده‌های مذکور از خود نشان داد. لذا از آن استفاده شد و ضرایب α, β و γ برای ایستگاه‌ها، محاسبه و پیش‌بینی بر اساس این روش انجام شده است.

یافته‌های تحقیق

الف- فصل بهار

جدول ۲ نشان می‌دهد بندرلنگه ۲۶ سال خشکسالی با شدت‌های متوسط و ضعیف داشته است. بندرعباس و میناب نیز وضعیت تقریبا مشابه با بندرلنگه یعنی ۲۸ سال را تجربه کرده‌اند. ترسالی‌های بندر لنگه در طول دوره آماری، ۱۱ سال بوده که مرطوبترین آن مربوط به بهار سال ۱۳۶۶ با ۸۱/۳ میلی‌متر و Z استاندارد ۳/۳ به دست آمده است. ترسالی‌های بندرعباس و میناب نیز هر کدام ۸ سال محاسبه شده که مرطوبترین آن برای بندرعباس بهار سال ۱۳۶۱ با ۱۳۷ میلی‌متر و برای میناب، بهار ۱۳۵۸ با ۳۴۲ میلی‌متر مشخص شده است. در این فصل درصد ترسالی‌های بسیار شدید سه ایستگاه، چشم‌گیر می‌باشد درحالی‌که خشکسالی‌های آنها عمدتا متوسط و ضعیف بوده و شدید و بسیار شدید را نداشته‌اند.

از نظر تداوم خشکسالی‌های بهاری نیز، بندرلنگه دو بار خشکسالی ۵ ساله یا بیشتر داشته در حالی‌که تداوم ترسالی‌های آن شش بار ۱ یا ۲ ساله به ثبت رسیده است. بندرعباس و میناب نیز همانند بندر لنگه ترسالی‌های بهاری کوتاه مدت و خشکسالی‌های با تداوم بلند مدت را تجربه کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ تعداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدتهای مختلف فصل بهار

شاخص‌ها / ایستگاه‌ها	خشکسالی‌های شدید		خشکسالی‌های متوسط		خشکسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های متوسط		ترسالی‌های شدید		ترسالی‌های بسیار شدید	
	۱/۴۹- تا ۱-		۰/۹۹- تا ۰/۵-		۰/۴۹- و بیشتر		۰/۴۹ و کمتر		۰/۹۹ تا ۰/۵		۱/۴۹ تا ۱		۱/۵ و بالاتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه	۰	۰	۴۳,۲	۱۶	۲۷	۱۰	۱۰,۸	۴	۵,۴	۲	۵,۴	۲	۸,۱	۳
بندرعباس	۰	۰	۴۸,۶	۱۸	۲۷	۱۰	۵,۴	۲	۰	۰	۲,۷	۱	۱۲,۵	۵
میناب	۰	۰	۴۵,۹	۱۷	۲۹,۷	۱۱	۲,۷	۱	۱۰,۸	۰	۱۰,۵	۴	۸,۱	۳

جدول ۳ میزان تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی فصل بهار

تداوم / ایستگاه‌ها	خشکسالی ۵ سال یا بیشتر		خشکسالی ۳ یا ۴ ساله		خشکسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۳ یا ۴ ساله		ترسالی ۵ سال یا بیشتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه		۲		۴		۲		۶		۱		۰
بندرعباس		۳		۲		۰		۳		۱		۰
میناب		۳		۱		۲		۴		۱		۰

ب- فصل تابستان

تابستان بندرلنگه، مطابق جدول ۴، فاقد بارندگی بوده است به جز سه سال که دو سال آن ترسالی بسیار شدید مشخص شده است. ترسالی‌های تابستانی بندرعباس و میناب به ترتیب ۷ و ۵ سال بوده است. در بندرعباس ۴ سال آن بسیار شدید و میناب نیز ۳ سال بسیار شدید به دست آمده است. همانطوری‌که جدول ۵ نشان می‌دهد میزان تداوم خشکسالی‌های تابستانی سه ایستگاه با تداوم بلند مدت قابل توجه بوده اما ترسالی‌های تابستانی آنها کوتاه مدت و فقط در ۱ یا ۲ ساله به ثبت رسیده است.

جدول ۴ تعداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدتهای مختلف فصل تابستان

شاخص‌ها / ایستگاه‌ها	خشکسالی‌های شدید		خشکسالی‌های متوسط		خشکسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های متوسط		ترسالی‌های شدید		ترسالی‌های بسیار شدید	
	۱/۴۹- تا ۱-		۰/۹۹- تا ۰/۵-		۰/۴۹- و بیشتر		۰/۴۹ و کمتر		۰/۹۹ تا ۰/۵		۱/۴۹ تا ۱		۱/۵ و بالاتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه	۰	۰	۰	۰	۹۱,۹	۳۴	۰	۰	۲,۷	۱	۰	۰	۵,۴	۲
بندرعباس	۰	۰	۰	۰	۸۱	۳۰	۲,۷	۱	۰	۰	۵,۴	۲	۱۰,۸	۴
میناب	۰	۰	۰	۰	۸۶,۵	۳۲	۰	۰	۲,۷	۱	۲,۷	۱	۸,۱	۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ میزان تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی فصل تابستان

تداوم / ایستگاه‌ها	خشکسالی ۵ سال یا بیشتر		خشکسالی ۳ یا ۴ ساله		خشکسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۳ یا ۴ ساله		ترسالی ۵ سال یا بیشتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه		۲		۲		۰		۳		۰		۰
بندرعباس		۲		۲		۳		۶		۰		۰
میناب		۳		۰		۱		۳		۰		۰

ج- فصل پاییز

در این فصل بندرلنگه ۲۵ سال خشکسالی با شدت‌های متوسط و ضعیف داشته است. بندرعباس و میناب نیز به ترتیب ۲۲ و ۲۴ سال خشکسالی مشابه تجربه کرده‌اند. ترسالی‌های بندرلنگه ۱۱ سال که ۴ سال بسیار شدید، بوده است. ترسالی‌های بندرعباس و میناب نیز به ترتیب ۳ و ۴ سال بسیار شدید داشته‌اند.

میزان تداوم خشکسالی‌های پاییزی بندرلنگه، بندرعباس و میناب به ترتیب ۱۲، ۱۳ و ۱۰ سال بوده که خشکسالی با تداوم ۵ سال و بیشتر را یکبار داشته‌اند. ترسالی‌های این فصل منطقه همگی کوتاه‌مدت بوده‌اند.

جدول ۶ تعداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدتهای مختلف فصل پاییز

شاخص‌ها / ایستگاه‌ها	خشکسالی‌های شدید ۱/۴۹- تا ۱-		خشکسالی‌های متوسط ۰/۹۹- تا ۰/۵-		خشکسالی‌های ضعیف ۰/۴۹- و بیشتر		ترسالی‌های ضعیف ۰/۴۹ و کمتر		ترسالی‌های متوسط ۰/۹۹ تا ۰/۵		ترسالی‌های شدید ۱/۴۹ تا ۱		ترسالی‌های بسیار شدید ۱/۵ و بالاتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه	۰	۰	۴۵,۹	۱۷	۲۱,۶	۸	۲,۷	۱	۸,۱	۳	۸,۱	۳	۱۰,۸	۴
بندرعباس	۰	۰	۴۵,۹	۱۷	۱۳,۵	۵	۱۶,۲	۶	۲,۷	۱	۵,۴	۲	۸,۱	۳
میناب	۰	۰	۴۵,۹	۱۷	۱۸,۹	۷	۱۰,۸	۴	۵,۴	۲	۸,۱	۳	۱۰,۸	۴

جدول ۷ میزان تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی فصل پاییز

تداوم / ایستگاه‌ها	خشکسالی ۵ سال یا بیشتر		خشکسالی ۳ یا ۴ ساله		خشکسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۳ یا ۴ ساله		ترسالی ۵ سال یا بیشتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه		۱		۲		۹		۱۱		۰		۰
بندرعباس		۱		۱		۱۱		۱۱		۰		۰
میناب		۱		۲		۷		۹		۰		۰

www.SID.ir

Archive of SID

د- فصل زمستان

بر اساس جدول ۸ در این فصل بندرلنگه ۲۱ سال خشکسالی با شدت‌های متوسط و ضعیف داشته، و بندرعباس و میناب نیز وضعیت مشابه یعنی ۲۲ و ۲۰ سال بر آنها حاکم بوده است. ترسالی‌های بندرلنگه ۱۴ سال بوده که مرطوبترین آن مربوط به زمستان سال ۱۳۵۴ با ۳۰۱/۱ میلی‌متر بارندگی به دست آمده است. شدت ترسالی‌های این ایستگاه، بسیار شدید، متوسط و ضعیف بوده است. ترسالی‌های بندرعباس و میناب نیز به ترتیب ۱۴ و ۱۷ سال محاسبه شده است. طبق جدول ۹ تداوم خشکسالی‌های زمستانی بندرلنگه ده بار که یکبار آن طولانی مدت بوده در حالی‌که تداوم ترسالی‌های آن ۹ بار که عمدتا کوتاه‌مدت به ثبت رسیده است. میزان تداوم خشکسالی‌های زمستانی بندرعباس نیز نه بار و میناب ده بار و ترسالی‌های آنها، به ترتیب ۸ و ۹ بار بوده است.

جدول ۸ تعداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدتهای مختلف فصل زمستان

شاخص‌ها / ایستگاه‌ها	خشکسالی‌های شدید		خشکسالی‌های متوسط		خشکسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های متوسط		ترسالی‌های شدید		ترسالی‌های بسیار شدید	
	۱/۴۹- تا ۱-		۰/۹۹- تا ۰/۵-		۰/۴۹- وبیشتر		۰/۴۹ و کمتر		۰/۹۹ تا ۰/۵		۱/۴۹ تا ۱		۱/۵ و بالاتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه	۵,۴	۲	۳۵,۱	۱۳	۱۶,۲	۶	۱۳,۸	۵	۱۰,۸	۴	۲,۷	۱	۱۰,۸	۴
بندرعباس	۵,۴	۲	۳۷,۸	۱۴	۱۶,۲	۶	۱۶,۲	۶	۸,۱	۳	۰	۰	۱۲,۵	۵
میناب	۱۳,۵	۵	۲۷	۱۰	۱۳,۵	۵	۱۸,۹	۷	۱۳,۵	۵	۵,۴	۲	۸,۱	۳

جدول ۹ میزان تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی فصل زمستان

تداوم / ایستگاه‌ها	خشکسالی ۵ سال یا بیشتر		خشکسالی ۳ یا ۴ ساله		خشکسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۳ یا ۴ ساله		ترسالی ۵ سال یا بیشتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه		۱		۲		۷		۸		۱		۰
بندرعباس		۲		۱		۶		۵		۳		۰
میناب		۱		۲		۷		۷		۱		۱

هـ سالانه

مطابق جدول ۱۰، ایستگاه بندر لنگه طی دوره آماری ۳۷ ساله، ۲۰ سال خشکسالی

www.SID.ir

Archive of SID

با شدت‌های متوسط و ضعیف داشته است. بندرعباس و میناب ۲۲ و ۲۰ سال خشکسالی مشابه تجربه کرده‌اند.

جدول ۱۰ تعداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با شدتهای مختلف سالانه

شاخص‌ها / ایستگاه‌ها	خشکسالی‌های شدید		خشکسالی‌های متوسط		خشکسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های ضعیف		ترسالی‌های متوسط		ترسالی‌های شدید		ترسالی‌های بسیار شدید	
	۱/۴۹- تا ۱-		۰/۹۹- تا ۰/۵-		۰/۴۹- و بیشتر		۰/۴۹ و کمتر		۰/۹۹ تا ۰/۵		۱/۴۹ تا ۱		۱/۵ و بالاتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه	۱۸,۹	۷	۱۶,۲	۶	۱۸,۹	۷	۱۶,۲	۶	۱۶,۲	۶	۲,۷	۱	۱۰,۸	۴
بندرعباس	۱۰,۸	۴	۳۲,۴	۱۲	۱۶,۲	۶	۱۶,۲	۶	۵,۴	۲	۵,۴	۲	۱۳,۵	۵
میناب	۱۳,۵	۵	۲۷	۱۰	۱۳,۵	۵	۱۸,۹	۷	۱۳,۵	۵	۵,۴	۲	۸,۱	۳

ترسالی‌های بندرلنگه در طول دوره آماری، ۱۷ سال بوده که مرطوب‌ترین آن مربوط به سال ۱۳۷۴ با ۴۳۳/۵ میلی‌متر بارندگی و Z استاندارد ۲/۷ به دست آمده است. شدت ترسالی‌های این ایستگاه، بسیار شدید، شدید، متوسط و ضعیف بوده است. ترسالی‌های بندرعباس و میناب ۱۵ و ۱۷ سال با شدت‌های مشابه بندر لنگه مشخص شده است. مرطوبترین سال برای دو ایستگاه نیز مربوط به سال ۱۳۷۴ با ۵۰۶/۹ و ۵۲۶/۹ میلی‌متر می‌باشد. هیچ یک از سه ایستگاه مذکور خشکسالی بسیار شدید را در طول دوره آماری تجربه نکرده‌اند در حالی‌که ترسالی‌های بسیار شدید آنها از نظر فراوانی قابل توجه است. همانطوری‌که جدول ۱۱ نشان می‌دهد، از نظر میزان تداوم خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها نیز، بندرلنگه و بندرعباس به ترتیب ۱ و ۲ دوره خشکسالی بلند مدت (۵ ساله و بیشتر) داشته‌اند در حالی‌که بیشترین دوره‌های ترسالی دو ایستگاه مذکور کوتاه مدت (۱ یا ۲ ساله) بوده‌اند.

جدول ۱۱ میزان تداوم دوره‌های خشکسالی و ترسالی سالانه

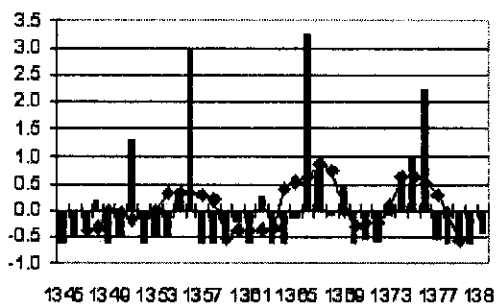
تداوم / ایستگاه‌ها	خشکسالی ۵ سال یا بیشتر		خشکسالی ۳ یا ۴ ساله		خشکسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۱ یا ۲ ساله		ترسالی ۳ یا ۴ ساله		ترسالی ۵ سال یا بیشتر	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
بندرلنگه		۰		۲		۶		۶		۱		۱
بندرعباس		۲		۱		۶		۶		۲		۰
میناب		۰		۳		۷		۹		۱		۰

www.SID.ir

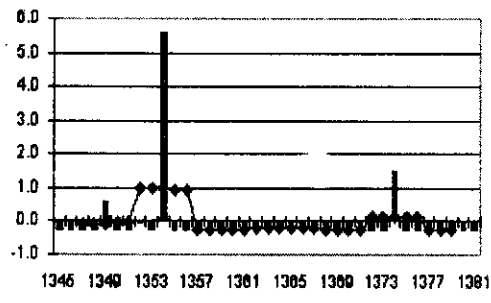
Archive of SID

پدیده خشکسالی در استان هرمزگان از فراوانی وقوع زیادی (بیشتر از ترسالی) برخوردار است ولی در زمره خشکسالی ضعیف و متوسط با میزان تداوم بالا به شمار می‌آید. در حالی‌که ترسالی‌های استان، از فراوانی کمتری برخوردار بوده و اغلب دارای ترسالی بسیار شدید و شدید با میزان تداوم کم (۱ یا ۲ ساله) می‌باشد. با توجه به تعریف NDMC (2000) از خشکسالی، که در مقدمه اشاره شد، خشکسالی‌های استان، با ویژگی ضعیف یا متوسط و میزان تداوم بالا، منجر به خشکسالی‌های هیدرولوژی و کشاورزی می‌گردد. ترسالی‌ها نیز با خصوصیت شدید و بسیار شدید و میزان تداوم کم سیلاب‌های بسیار مخرب، فرسایش شدید خاک، خسارات زراعی و تلفات مالی و جانی را به همراه دارد.

و- نمودارهای شماره ۱۶ تا ۱۸ منحنی مقادیر فصلی مشاهده و پیش‌بینی شده ایستگاه‌ها را بر اساس مدل ضربی هالت وینترز نشان می‌دهد. به طور کلی طی دوره آماری ۳۷ ساله (۱۴۸ فصل) استان، دو چرخه سینوسی افزایش و کاهش بارندگی مشاهده می‌شود که اولین چرخه شامل ۲۰ سال (۴۵ تا ۶۵) و دومین چرخه نیز ۱۷ سال (۶۶ تا ۸۱) بوده که با پیش‌بینی دو سال بعدی (۸۲ و ۸۳) چرخه تقریباً کامل می‌شود. با توجه به منحنی‌های مذکور، روند کاهش بارندگی در دو سال ۸۲ و ۸۳ پیش‌بینی می‌شود. آزمون دوربین واتسن[4] آنها که شاخصی برای تعیین وجود یا عدم وجود خود همبستگی میان باقیمانده‌های[5] متوالی داده‌ها می‌باشد نشان از عدم وجود خود همبستگی است؛ زیرا این شاخص برای بندرلنگه، بندرعباس و میناب به ترتیب ۱/۸۸، ۱/۹۱ و ۲/۰۵ به دست آمده است که صحت پیش‌بینی را تأیید می‌کند.



نمودار ۱ نمره Z استاندارد بارندگی فصل بهار بندر لنگه



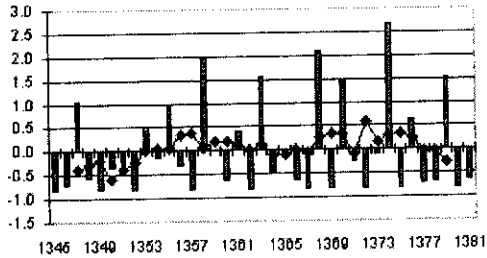
نمودار ۲ نمره Z استاندارد بارندگی فصل تابستان بندر لنگه

4. D.W.

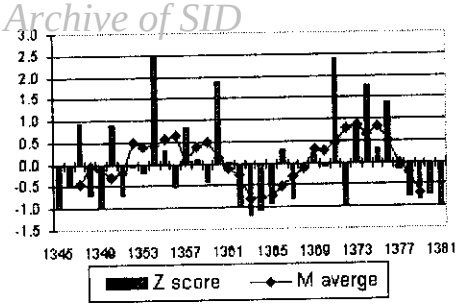
5. Residuals.

www.SID.ir

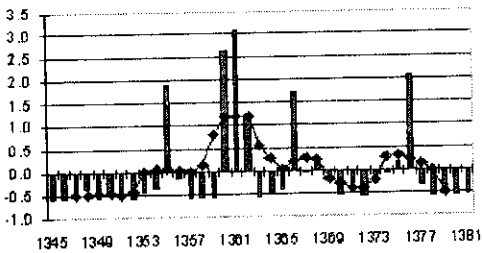
۱۳۴۵۳
Archive of SID



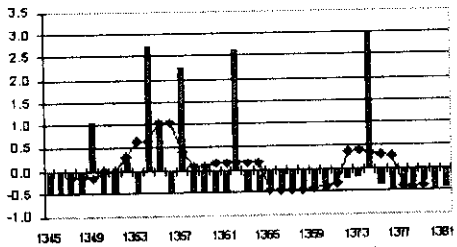
نمودار ۳ نمره Z استاندارد بارندگی فصل پاییز بندر لنگه



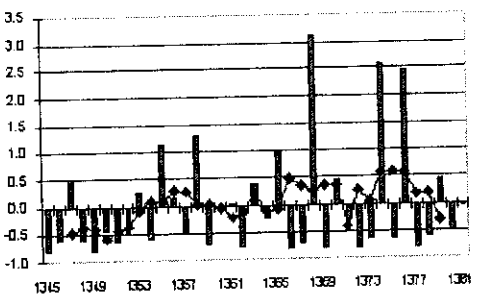
نمودار ۴ نمره Z استاندارد بارندگی فصل زمستان بندر لنگه



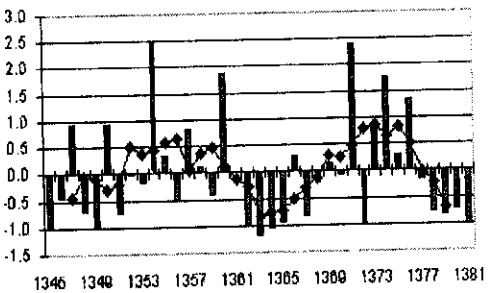
نمودار ۵ نمره Z استاندارد بارندگی فصل بهار بندرعباس



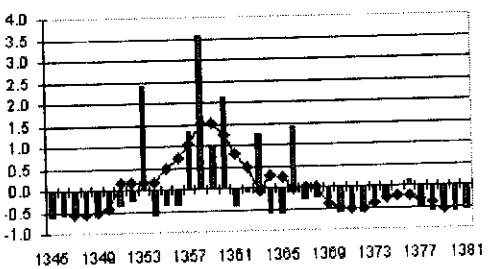
نمودار ۶ نمره Z استاندارد بارندگی فصل تابستان بندرعباس



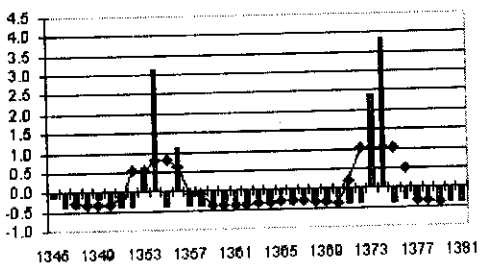
نمودار ۷ نمره Z استاندارد بارندگی فصل پاییز بندرعباس



نمودار ۸ نمره Z استاندارد بارندگی فصل زمستان بندرعباس



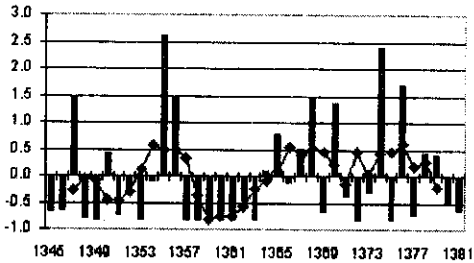
نمودار ۹ نمره Z استاندارد بارندگی فصل بهار میناب



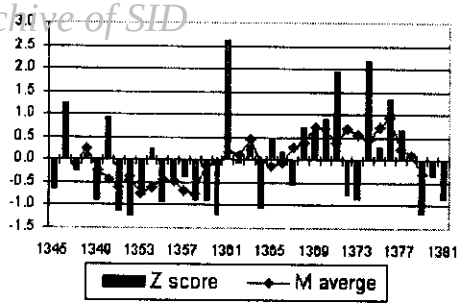
نمودار ۱۰ نمره Z استاندارد بارندگی فصل تابستان میناب

www.SID.ir

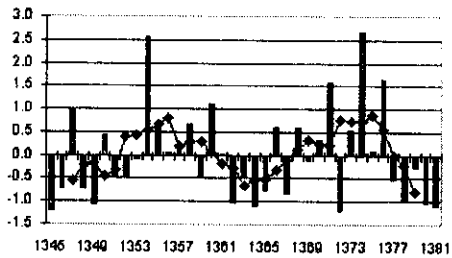
Archive of SID



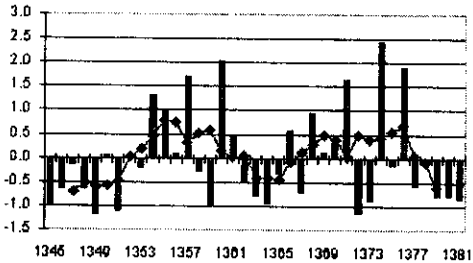
نمودار ۱۱ نمره Z استاندارد بارندگی فصل پاییز میناب



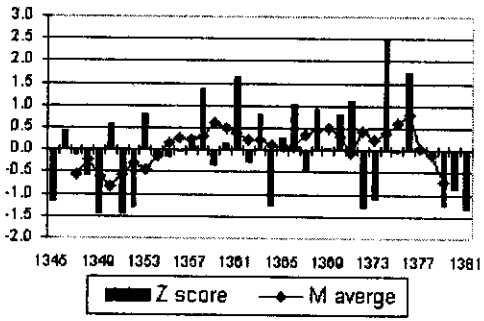
نمودار ۱۲ نمره Z استاندارد بارندگی فصل زمستان میناب



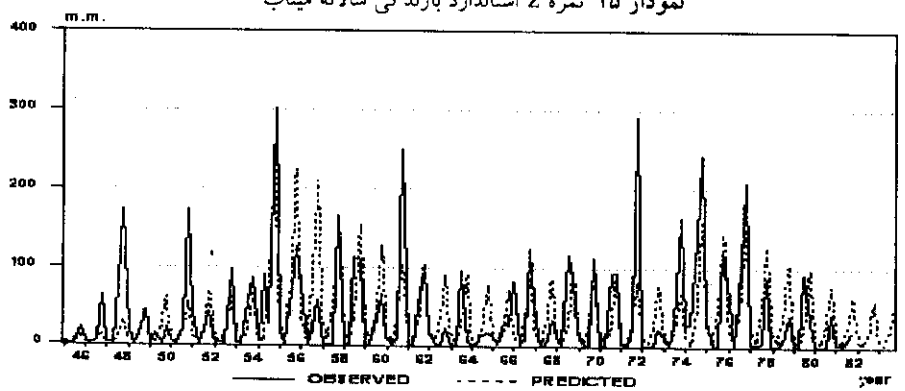
نمودار ۱۳ نمره Z استاندارد بارندگی سالانه بندرلنگه



نمودار ۱۴ نمره Z استاندارد بارندگی سالانه بندرعباس



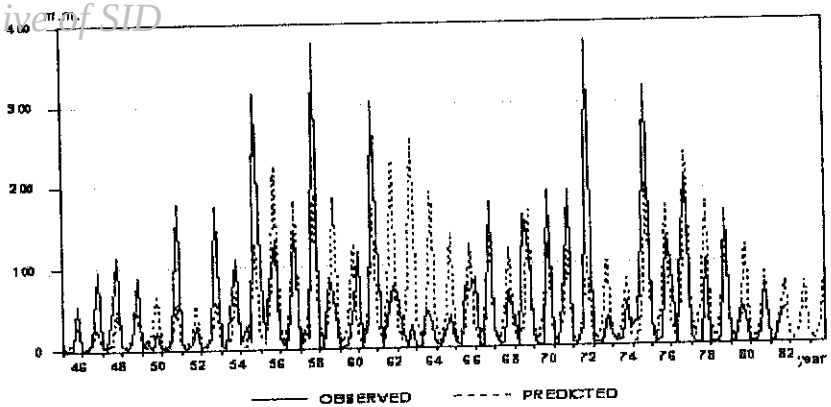
نمودار ۱۵ نمره Z استاندارد بارندگی سالانه میناب



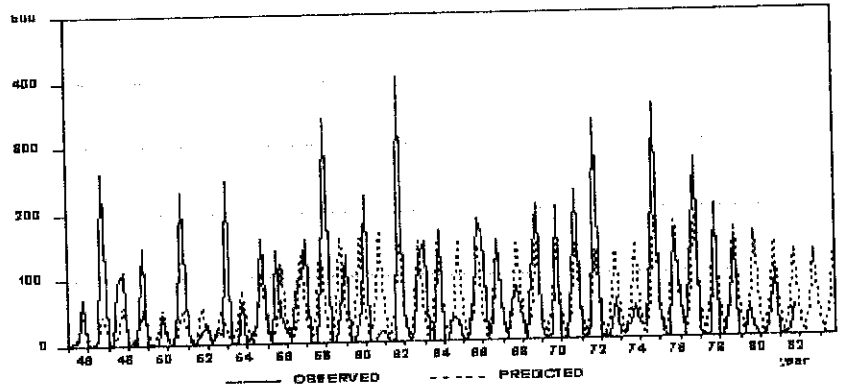
نمودار ۱۶ مشاهدات و پیش‌بینی سری زمانی بارندگی فصلی بندر لنگه

www.SID.ir

۱۳۴۵۵
Archive of SID



نمودار ۱۷ مشاهدات و پیش‌بینی سری زمانی بارندگی فصلی بندر عباس



نمودار ۱۸ مشاهدات و پیش‌بینی سری زمانی بارندگی فصلی میناب

نتیجه‌گیری

خشکسالی در استان هرمزگان از فراوانی وقوع زیادتر و تداوم بلندمدت‌تری نسبت به ترسالی برخوردار است. در حالی‌که ترسالی‌های آن دارای شدت بیشتر و میزان تداوم کوتاهتری (۱ یا ۲ ساله) می‌باشد. خشکسالی‌های استان، با ویژگی ضعیف یا متوسط و میزان تداوم بالا، منجر به خشکسالی‌های هیدرولوژی و کشاورزی می‌گردد و ترسالی‌ها نیز با خصوصیت شدید و بسیار شدید و میزان تداوم کم سیلاب‌های بسیار مخرب، فرسایش شدید خاک، خسارات زراعی و تلفات مالی و جانی را به همراه دارد. مطالعه، شناسایی و پیش‌بینی این‌گونه خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، جهت جلوگیری از بروز خسارت و برنامه‌ریزی مناسب امری ضروری به نظر می‌رسد. بررسی مقادیر فصلیِ مشاهده و پیش‌بینی شده داده‌های ماهانه منطقه، با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز، دو چرخه سینوسی افزایش و کاهش بارندگی را نشان می‌دهد. اولین چرخه شامل ۲۰ سال

www.SID.ir

Archive of SID

(۴۵ تا ۶۵) و دومین چرخه نیز ۱۷ سال (۶۶ تا ۸۱) بوده که با پیش‌بینی روند کاهشی بارش در دو سال ۸۲ و ۸۳ تقریباً چرخه کامل می‌گردد.

منابع و مآخذ

۱. آذر، عادل و منصور مؤمنی (۱۳۷۷)؛ **آمار و کاربرد آن در مدیریت**، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران، ۲۱۴.

۲. انصافی مقدم، طاهره (۱۳۸۲)؛ **پایش و ارزیابی روند بیابانی شدن اقلیم بر اساس شاخص آماری نمره z در ایستگاه‌های ایران مرکزی ایران**، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، صص ۱۴-۲.

۳. ترابی، صدیقه و محمد کارآموز (۱۳۸۱)؛ **تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی: کاربرد روی حوزه آبریز زاینده‌رود**، مجله بین‌المللی علوم مهندسی، شماره ۲ صص ۵۷-۳۷.

۴. دی. کرایر، جاناتان، ترجمه حسینعلی نیرومند (۱۳۷۸)؛ **تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی**، انتشارات دانشگاه مشهد چاپ دوم.

۵. رضیئی، طیب و همکاران (۱۳۸۲)؛ **پایش پدیده خشکسالی در ایران مرکزی با استفاده شاخص SPI**، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، صص ۲۱۳-۲۰۴.

۶. رمضانی، بهمن (۱۳۷۸)؛ **بررسی روند تغییرات دما- بارش در غرب گیلان با تکیه بر خشکسالی**، مجله سپهر شماره ۳۲، صص ۱۶-۱۱.

۷. رمضانی، نبی‌الله (۱۳۸۰)، **تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران**، به راهنمایی آقای دکتر بهلول علیجانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، گروه جغرافیا.

۸. روشن علی‌اصغر (۱۳۸۲)؛ **محاسبه تبخیر فصل سرد سال در مجموع تبخیر سالانه (مطالعه موردی حوضه مرکزی ایران)**، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، اصفهان، صص ۶۵-۶۳.

۹. زنده دل، حسن و دستیاران (۱۳۷۷)؛ **مجموعه راهنمای جامع ایرانگردی استان هرمزگان**، نشر ایرانگردان.

۱۰. شاه محمدی و دیگران (۱۳۸۰)؛ **تعیین خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها بر اساس آمار بلند مدت بارندگی‌های سالانه ایران**، سی دی مقالات همایش بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل، صص ۷۰-۶۳.

۱۱. فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۷۷)؛ **خشکسالی و روش‌های مطالعه آن**، نشریه جنگل و مرتع، شماره ۳۲.

۱۲. لشنی زند، مهران (۱۳۸۲)؛ **بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی‌های اقلیمی**، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، صص ۲۶۶-۲۵۷.

۱۳. مرادی‌نژاد، امیر و حشمت‌الله آقارضی (۱۳۸۱)؛ **بررسی خشکسالی در استان مرکزی با توجه به تحلیل داده‌های بارندگی**، مجله آب و فاضلاب شماره ۴۲ ، صص ۲۵-۲۰.

۱۴. وی. ویلیام، ترجمه حسینعلی نیرومند (۱۳۷۶)؛ **تحلیل سری‌های زمانی**، انتشارات دانشگاه مشهد چاپ اول.

15. Haim Kutiel (1996); **Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediteranean during the last century**, Int. J. climatology, Vol. 16، P. 73-92.

16. Hayes, M. J. (2000); **"Drought Indices"**, National Drought Mtigation Center (NDMC).

17. Henriques, A.G., M.J. Santos, (1999); **Regional drought distribution model, Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology Oceans and Atmosphere**, European water Resources and Climate Change Processes, European Geophysical Society, Vol.24,pp. 19-22.

18. Kieran, L., A. Makarau, (1994); **Drought and Desertifivation**, Report series. World climate programmed, WCASP(28) WMO / TD, No 605, pp286.

19. 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, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.

20. Olaniran, J. Olajire (1991); **Evidence of Climatic Change in Nigeria Based on Annual Series of Rainfall of Different Daily Amounts**، 1919- 1985، Climate change، 19: 319- 341.

21. Rossi, M.R., (1999); **Analysis of the European Annual Precipitation Series**, ARIDE Technical Report no.3. INAG, Lisbon, Portugal.

22. Sheskin, D. J (2000); **Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical procedures,** Chapman & Hall/CRC.

23. Shonwiese, C.D (1997); **Statistical Analysis of Observed Climate Trends and Statistical Signal Detection Analysis,** WMO Publ. No. 834, Geneva.

24. Tase, Norio, (1982); **Regional occurences of wet and dry years in Japan**. Tsukuba Univ. Instit, Of Geoscience, Annal Rep. No. 8:37-40

25. Wilhite, D,A. (1997); **Response to drought: Common threads From the past,** Vision for the future American Water Resources Association, vol. 33, No. 4, pp 6 51-959.

www.SID.ir