

تحلیل روند و خصوصیات مکانی شدت خشکسالی های استان فارس

حمید رضا مرادی^۱، منصور رجیبی^۲ و منوچهر فرج زاده^۳

۱- استادیار گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس Morady5hr@Yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

۳- استاد یار گروه سنجش از دور، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۱۰/۱۴

چکیده

خشکسالی در زمره پیچیده ترین و ناشناخته ترین بلا یای طبیعی است که نسبت به سایر بلا یای طبیعی افراد بیشتری را تحت تأثیر قرار می دهد. تجربه خشکسالی در دهه های اخیر در استان فارس، اهمیت بررسی خصوصیات خشکسالی را در این منطقه پر رنگ می کند. در این پژوهش شاخص بارش استاندارد (SPI) بر اساس بارندگی ماهانه ۲۶ ایستگاه باران سنجی در طی دوره آماری ۳۲ ساله (۱۳۴۲-۱۳۷۸) محاسبه شد. برای مطالعه تغییرات مکانی خشکسالی ها در سطح استان فارس از روش میان یابی کریجینگ استفاده گردید. بعد با استفاده از روشهای روند یابی مدل رگرسیون خطی و آزمون نا پارامتری من- کندال در ایستگاههای مورد مطالعه، وجود روند مورد بحث و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که شدت خشکسالی ها در نواحی مرکزی استان نسبت به سایر نواحی بیشتر است. وجود روند در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه به جز ایستگاه چهار دانگه آشکار گردید.

واژه های کلیدی: خشکسالی، روند خشکسالی، شاخص بارش استاندارد (SPI)، استان فارس

مقدمه

خشکسالی در اثر کمبود طبیعی رژیم بارشی در منطقه تحت تأثیر ایجاد می گردد که معمولاً یک فصل یا بیشتر تداوم دارد (Wilhite & Glantz., 1985). خشکسالی بر خلاف دیگر بلا یای طبیعی مانند طوفان، سیل، زمین لرزه، آتشفشان، تسونامی و غیره به آرامی آغاز و به طور خزنده ای گسترش می یابد و تقریباً در همه رژیم های اقلیمی دیده می شود (Wilhite, 1993 ; Wilhite, 2000). کاهش بارندگی تأثیرات متفاوتی روی اجزاء مختلف چرخه هیدرولوژیکی مانند جریان رودخانه، آب زیر زمینی و ترکیبهای بیوسفر مانند اکوسیستم های طبیعی و انسان دارد (Hisdal, & Tallaksen, 2000). این ناهنجاریها باعث شده است که انواع متعددی از

خشکسالیها متصور شود، ولی در کل چهار نوع اصلی خشکسالی وجود دارد که عبارتند از خشکسالی هواشناسی، خشکسالی کشاورزی، خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی اقتصادی- اجتماعی (; Dracup et al , 1980 Wilhite & Glantz, 1985).

خشکسالی هواشناسی در اصل به وسیله نقصان بارندگی از مقدار نرمال یا بلند مدت آن در طول یک دوره زمانی خاص تعریف می شود. از آنجایی که سیستم های حیاتی منطقه خود را با وضعیت متعارف منطقه وفق داده اند. رطوبت موجود نیاز سیستم های حیاتی به آب را تأمین نمی کند و چه بسا که این سیستم ها متلاشی شده و از بین بروند. خشکسالی کشاورزی بر اساس آب قابل دسترس برای رشد گیاهان و بذرها تعریف می شود، زیرا

آنها با داده های خصیصه ای این نقاط در یک پایگاه اطلاعاتی بشمار می رود (Shahid *et al*, 2000). در تحقیق حاضر GIS برای مدل کردن فضایی و مکانی خشکسالی ها در سطح استان فارس استفاده شد.

روشهای مختلفی برای تحلیل روند متغیرهای محیطی ارائه شده است. از میان این روشها می توان به تجزیه و تحلیل همبستگی و رگرسیون، تجزیه و تحلیل سری های زمانی و آزمون های ناپارامتری اشاره نمود. وجود روند در سری های هیدرومتئولوژی ممکن است ناشی از تغییرات طبیعی، تغییر اقلیم یا فعالیتهای انسانی باشد (Brooks & Carrthers, 1953).

کاربرد آزمون ناپارامتری من-کندال توسط سازمان هواشناسی جهانی برای تجزیه و تحلیل روند سری های هیدرو متئولوژی توصیه می گردد (Mitchell *et al*, 1966). در این تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل روند شدت خشکسالی های استان فارس از روش مدل رگرسیون خطی و آزمون ناپارامتری من - کندال استفاده گردید.

هیدرولوژیست ها و هواشناسان برای پایش و ارزیابی خشکسالی ها شاخص هایی را ارائه داده اند که وابسته به پارامترهای هیدرو اقلیمی و یا اعتماد به احتمال وقوع آنها است (Paulo *et al*, 2005).

Gibbs و Maher (1967)، از شاخص دهکهای بارندگی برای تعیین مشخصات خشکسالی استرالیا استفاده نمودند، Palmer (1965)، شاخص شدت خشکسالی خود را بر اساس وزن تجمعی بارندگی و تبخیر بیان نمود و Mckee و همکاران (1995, 1993) شاخص بارش استاندارد^۱ (SPI) را برای پایش خشکسالی ها معرفی کردند. Guttmn (1999) به این نتیجه رسید که SPI نسبت به سایر شاخص ها بهتر قادر است که تفاوت خشکسالی ها را در یک ناحیه خاص نسبت به سایر نواحی نشان دهد (Lloyd & Saunders, 1998). Hayes و همکاران

اگرچه کمبود بارندگی بسیار مهم است اما شدت خشکسالی کشاورزی وابسته به کمبود رطوبت خاک می باشد که مهمترین عامل در توان تولید بذر ها و گیاهان می باشد (Dracup *et al*, 1980). خشکسالی هیدرولوژیکی با کمبود تأمین آبهای سطحی و زیر زمینی تعریف می شود که باعث کمبود آب قابل دسترس نرمال یا ویژه مورد تقاضا می شود و خشکسالی اقتصادی- اجتماعی زمانی رخ می دهد که تقاضا برای یک کالای اقتصادی به دلیل نقصان آب حاصل از کمبود بارش از میزان عرضه فزونی می گیرد.

پذیرش این نکته مهم است که عدم پیش بینی دقیق خصوصیات خشکسالی آن را به صورت بلا و مخاطره در آورده است. بلا به این خاطر که این پدیده با کمبود بارش و منابع آبی متعارف منطقه همراه است که باعث اختلال در اکوسیستم های طبیعی و همچنین فعالیتهای انسانی می گردد و مخاطره به این دلیل که یک واقعه طبیعی غیر قابل پیش بینی، ولی با دوره بازگشت مشخص و قابل انتظار می باشد. این طبیعت مصیبت بار و مخاطره انگیز خشکسالی است که اهمیت شناسایی آن به کمک روشهای مختلف آماری برای آمادگی به موقع و تخفیف خسارات وارده را نشان می دهد (Paulo *et al*, 2005).

در دهه های اخیر خشکسالی های محیطی بخاطر مداخله بیش از حد انسان در طبیعت، بدتر و وخیم تر شده است (Banglapedia, 2003). خشکسالی پدیده ای پویا است که در طول زمان و مکان تغییر می یابد. بنابراین تجزیه و تحلیل کامل پدیده خشکسالی نیازمند مطالعه گستره مکانی و زمانی خشکسالی می باشد (Sirdas & Sen, 2003). برای مطالعه خصوصیات مکانی و زمانی خشکسالی در یک منطقه وسیع اغلب نیاز به یکسان کردن اطلاعات از مناطق مختلف و دوره های زمانی متفاوت است که هر کدام مختصات جغرافیایی منحصر به فرد دارند. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مکان فضایی نقاط نمونه برداری را نگهداری و وسیله ای برای ارتباط

¹ -Standard Precipitation Index

مواد و روشها

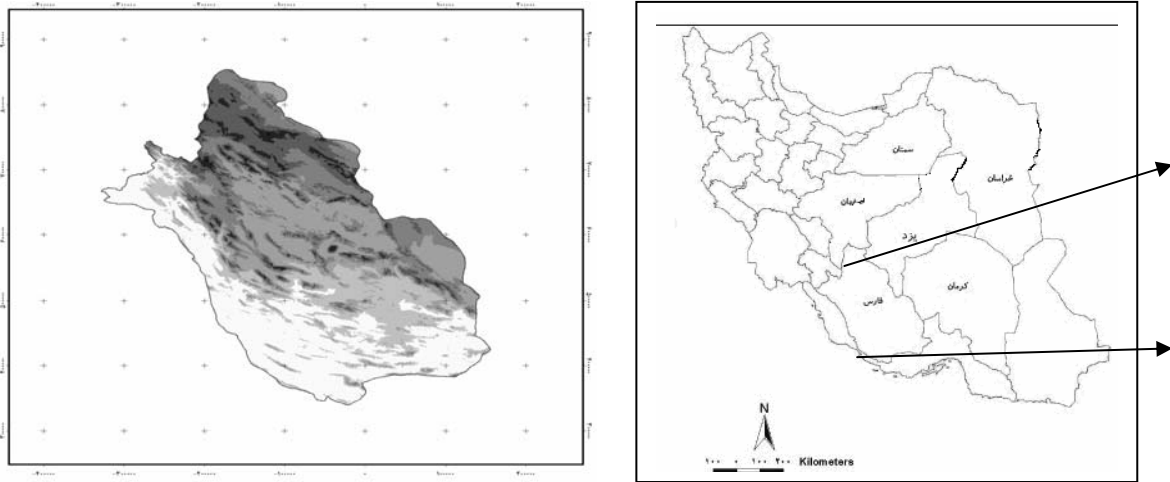
داده های مورد استفاده

در این تحقیق، از آمار بارندگی ۲۶ ایستگاه بارانسنجی موجود در داخل و خارج استان فارس با در نظر گرفتن معیارهای مختلف در انتخاب ایستگاهها از جمله داشتن آمار طولانی مدت، داشتن حداقل نواقص آماری و پراکنش مناسب در منطقه با طول دوره آماری مشترک ۳۲ سال (۱۳۷۸-۱۳۴۲) استفاده گردید. برای بازسازی نواقص آماری از روش همبستگی بین ایستگاهها و روش نسبت نرمال استفاده شد. در این تحقیق از روش آزمون توالی برای بررسی همگنی داده های بارش استفاده گردید. موقعیت ایستگاههای منتخب در جدول ۱ و شکل ۱ آمده است.

(1999) در مطالعات خود اثبات نمودند که شاخص SPI وقوع خشکسالی را حداقل یک ماه زودتر از دیگر شاخص ها نشان می دهد. به همین دلیل در تحقیق حاضر شاخص بارش استاندارد (SPI) برای مطالعه تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی ها در استان فارس استفاده شد. هدف اصلی این تحقیق، تعیین گستره شدت خشکسالی های سالانه استان فارس و آشکار سازی روند آنها در یک دوره نسبتاً بلند مدت آماری است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاههای انتخاب شده جهت بررسی خشکسالی های استان فارس

شماره	ایستگاه	عرض جغرافیایی (لامبرت)	طول جغرافیایی (لامبرت)	ارتفاع (متر)
۱	تنکاب	۵۴۳۶۹۴/۵۰	-۱۴۰۳۳۷/۹۲	۱۴۵۰
۲	تنگ حسنویه	۵۰۵۴۲۰/۶۲	۳۶۹۰۹/۲۳	۱۰۵۰
۳	مروزه	۶۸۳۰۲۴/۳۸	-۱۸۸۱۶۴/۷۷	۲۰۵۰
۴	پل خان (سیوند)	۶۴۷۸۹۷/۰۱	-۱۱۶۹۱۲/۶۴	۱۶۰۰
۵	منصور آباد (فارس)	۷۰۱۴۰۰/۸۵	-۱۶۹۷۱۴/۳۳	۱۴۹۰
۶	مهر آباد (رامجرد)	۶۵۸۹۷۹/۹۴	-۱۲۴۴۴۷/۹۶	۱۶۰۰
۷	هواشناسی جهرم	۴۹۹۹۴۴/۶۰	-۴۳۷۳۰/۹۰	۱۰۵۰
۸	لار (لارستان)	۴۰۰۸۲۶/۶۵	۳۱۳۸۷/۵۴	۹۰۰
۹	قنطره	۴۷۱۰۶۲/۱۲	-۲۰۷۵۸۰/۷۰	۳۳۰
۱۰	گوزون	۵۳۱۸۵۲/۳۸	۴۳۵۹۲/۵۸	۱۳۰۰
۱۱	جمال بیگ شیرین	۷۲۹۲۷۸/۱۰	-۱۹۲۰۸۶/۹۶	۲۱۵۰
۱۲	قلات شیراز	۶۴۰۷۸۵/۵۳	-۱۶۱۱۰۹/۷۲	۱۳۴۹
۱۳	بختاجرد (برگان)	۵۲۴۱۵۱/۱۱	۴۳۶۳۱/۲۸	۱۱۵۰
۱۴	بند بهمن	۵۷۶۶۲۸/۳۴	-۱۳۵۰۷۶/۴۲	۱۷۰۰
۱۵	بوشیگان	۶۳۳۴۹۴/۱۴	-۲۳۹۹۳۶/۲۷	۸۲۰
۱۶	چهار دانگه	۷۰۴۰۷۷/۰۳	-۱۲۵۸۱۸/۲۵	۲۰۰۰
۱۷	چشمه برغان	۶۸۷۴۳۸/۶۷	-۱۸۹۰۴۰/۱۸	۲۴۰۰
۱۸	چوبخله	۷۲۳۹۶۲/۴۰	۲۰۱۷۰۱/۶۳	۲۱۵۰
۱۹	کنه نی ریز (هرگان)	۵۶۵۸۹۱/۸۸	۲۴۱۴۴/۰۶	۲۱۰۰
۲۰	پل شکسته	۵۸۳۳۰۱/۳۸	-۲۰۷۳۲۲/۹۵	۶۹۰
۲۱	درب قلعه	۵۴۲۸۲۷/۸۳	۳۶۷۷۹/۲۲	۱۴۵۰
۲۲	دشتبال	۸۳۶۶۴۲۰۱	-۹۸۵۵۰/۱۵	۱۶۵۰
۲۳	جهان آباد بختگان	۶۳۰۷۶۰/۸۰	-۱۴۳۹۷/۴۳	۱۳۵۵
۲۴	آباده طشک	۶۴۲۸۷۳/۸۸	-۲۳۹۶۸/۰۴	۱۶۰۰
۲۵	دوبنه	۵۹۰۶۷۵/۱۲	-۱۱۳۶۹۶/۷۲	۱۳۴۹
۲۶	چنار راهوار	۶۲۰۴۴۱/۰۴	-۱۲۰۱۰۱/۶۹	۱۶۰۰



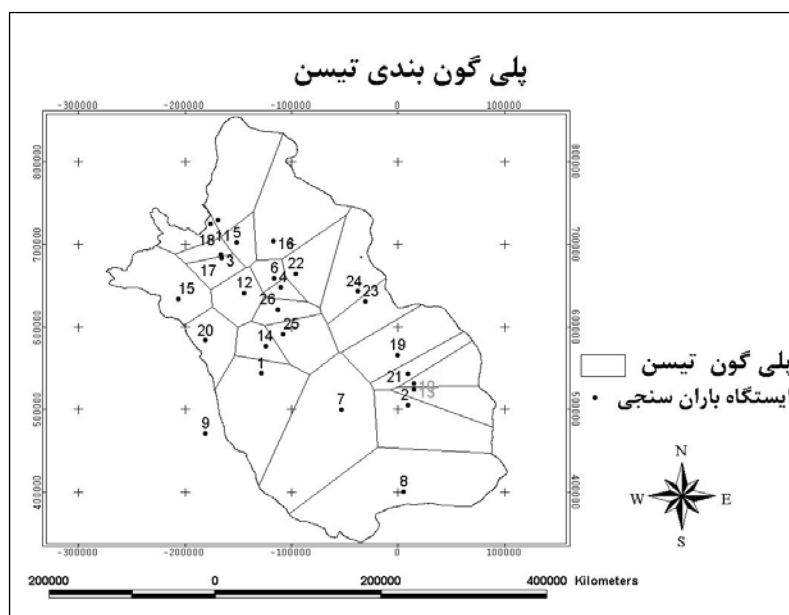
شکل ۱ - موقعیت استان فارس در روی نقشه ایران

رابطه ۱
که در آن:

متوسط بارش منطقه ای، A_i سطح تحت تأثیر ایستگاه
و بارش متوسط ماهانه ایستگاه i می باشد.

برای تعیین رژیم بارشی منطقه ای استان فارس از روش تیسن استفاده گردید (شکل ۲). به این ترتیب که با استفاده از ایستگاههای باران سنجی موجود، بارش متوسط ماهانه منطقه ای استان بر اساس چند ضلعی های تیسن و رابطه ۱ تعیین گردید.

$$P = \frac{\sum A_i \times P_i}{\sum A_i}$$



شکل ۲ - منطقه تحت تاثیر هر ایستگاه به روش چندضلعی های تیسسن

می شود. سپس احتمال توزیع تجمعی به توزیع نرمال استاندارد برای محاسبه SPI تغییر شکل داده می شود (سونمز و همکاران، ۲۰۰۵). شدت خشکسالی ها می تواند توسط مقدار SPI تخمین زده شود. طبقات مختلف SPI در جدول ۲ نشان داده شده است (Mckee et al, 1995).

شاخص بارش استاندارد (SPI)

اساس شاخص بارش استاندارد (SPI) بر احتمال وقوع بارندگی برای هر مقیاس زمانی استوار است. SPI صرفاً از داده های بارندگی ماهانه استفاده می کند. داده های تاریخی بارندگی یک ایستگاه با توزیع گاما برازش داده می شود. توزیع گاما $g(x)$ به وسیله تابع چگالی احتمال تعریف

جدول ۲ - طبقه بندی طبقات شدت خشکسالی SPI

مقادیر SPI	طبقه خشکسالی	درصد در هر طبقه
۰ تا ۰/۹۹	خشکسالی ملایم	٪۲۴
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط	٪۹/۲
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشکسالی شدید	٪۴/۴
-۲ و کمتر	خشکسالی بسیار شدید	٪۳/۲

مناسب Lag با استفاده از نرم افزار GS+ تعیین شد و بعد واریوگرام تجربی و در پی آن واریوگرام مدل به صورت مجزا با استفاده از روشهای مختلف تولید واریوگرام تهیه

درون یابی

برای پهنه بندی شدت خشکسالی ها از روش درون یابی کریجینگ استفاده شد. برای این منظور ابتدا مقادیر

۴- محاسبه آماره آزمون Mann-Kendall یا MK از

$$MK = \frac{\tau - E(\tau)}{\sqrt{V(\tau)}} \quad \text{رابطه ۵ تعیین می شود:}$$

رابطه ۵

فرض صفر آزمون (عدم وجود روند) در مقابل فرض یک (وجود روند) در صورتی رد می شود که در یک فاصله اطمینان $\alpha = 95\%$ شرط زیر (رابطه ۶) برقرار باشد:

$$P_r(|Z| < |MK|) > \alpha \quad \text{رابطه ۶}$$

آماره آزمون Mann-Kendall بر روی سری های زمانی خشکسالی های سالانه ایستگاههای منتخب استان فارس اعمال گردید.

مدل رگرسیون خطی

به رغم ناشناخته بودن تابع روند مدل رگرسیون خطی^۲ با زمان، بر اساس اصل کمترین مربعات^۳ مطابق رابطه ۷ بر سری زمانی بارندگی برازش یافت و معنی دار بودن شیب آن با استفاده از آزمون دو دامنه ای t-استیودنت در سطح ۵ درصد به انجام رسید:

$$D = a + b\theta \quad \text{رابطه ۷}$$

که در آن a و b به ترتیب ثابت و شیب خط رگرسیون، θ ، زمان بر حسب سال و D خشکسالی سالانه است. چنانچه علامت شیب منفی باشد، روند نزولی و در صورت مثبت بودن علامت آن، روند صعودی خواهد بود.

نتایج

با توجه به روش کار، نتایج مربوط به رژیم بارندگی استان فارس در شکل ۳ ارائه شده است. با توجه به شکل، بیشترین مقدار بارندگی استان در طول فصل پاییز و زمستان اتفاق می افتد، ولی مقدار بارندگی در طول فصل

گردید. در مراحل مختلف تولید واریوگرام مدل، میانگین مجذور مربعات خطای بدست آمده برای روشهای مختلف، تولید واریوگرام با یکدیگر مقایسه و بهترین و مناسبترین روش با کمترین مقادیر میانگین مجذور مربعات خطا انتخاب گردید. پس از انتخاب بهترین روش بر اساس معادله بدست آمده برای واریوگرام مدل، مقادیر شاخص محاسبه شده در ایستگاهها به سطح تعمیم داده شد.

تحلیل روند خشکسالی ها

روشهای مختلفی برای تحلیل روند خشکسالی ها ارائه شده است. در این تحقیق به منظور تجزیه و تحلیل روند خشکسالی ها در مقیاس سالانه در ایستگاههای مطالعاتی از روش رگرسیون خطی و آزمون ناپارامتری استفاده گردید. از آزمون من-کنندال برای آزمون فرض تصادفی بودن داده ها در مقابل وجود روند استفاده می شود (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۳). مراحل محاسبه این آزمون به شرح زیر است:

۱- مقایسه هر یک از جملات سری زمانی p_1, p_2, \dots, p_n با جملات بعدی آن و محاسبه C_i که عبارتست از تعداد داده هایی که بعد از داده i ام قرار داشته و بزرگتر از آن باشند.

۲- با داشتن برای هر یک از عناصر سری زمانی تا عنصر n-1، مجموع سری C_1, C_2, \dots, C_{n-1} یا آماره رتبه ای τ از رابطه ۲ تعیین می شود (سونمز و همکاران، ۲۰۰۵):

رابطه ۲

۳- امید ریاضی $(E(\tau))$ و واریانس $(V(\tau))$ از روابط ۳ و ۴ تعیین می شوند:

$$E(\tau) = \frac{n(n-1)}{4} = \sum_{i=1}^{n-1} C_i$$

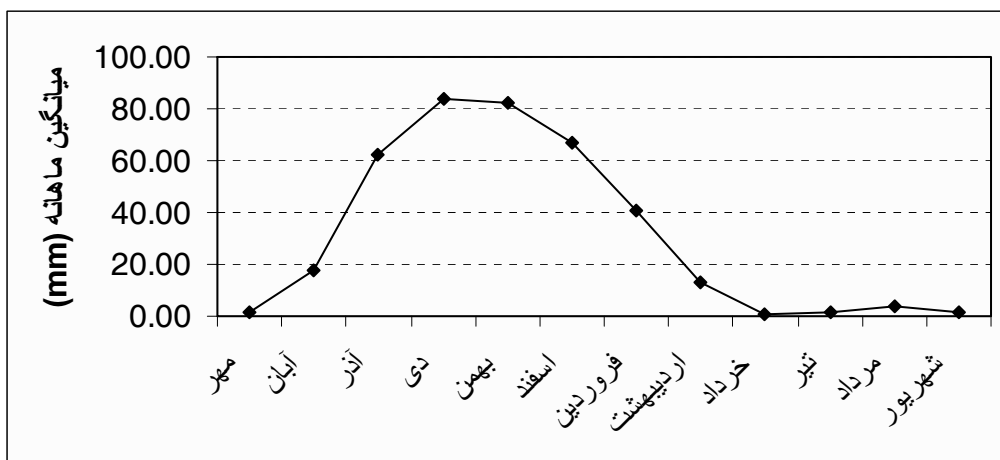
رابطه ۳

$$V(\tau) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad \text{رابطه ۴}$$

² - Linear Regression Model

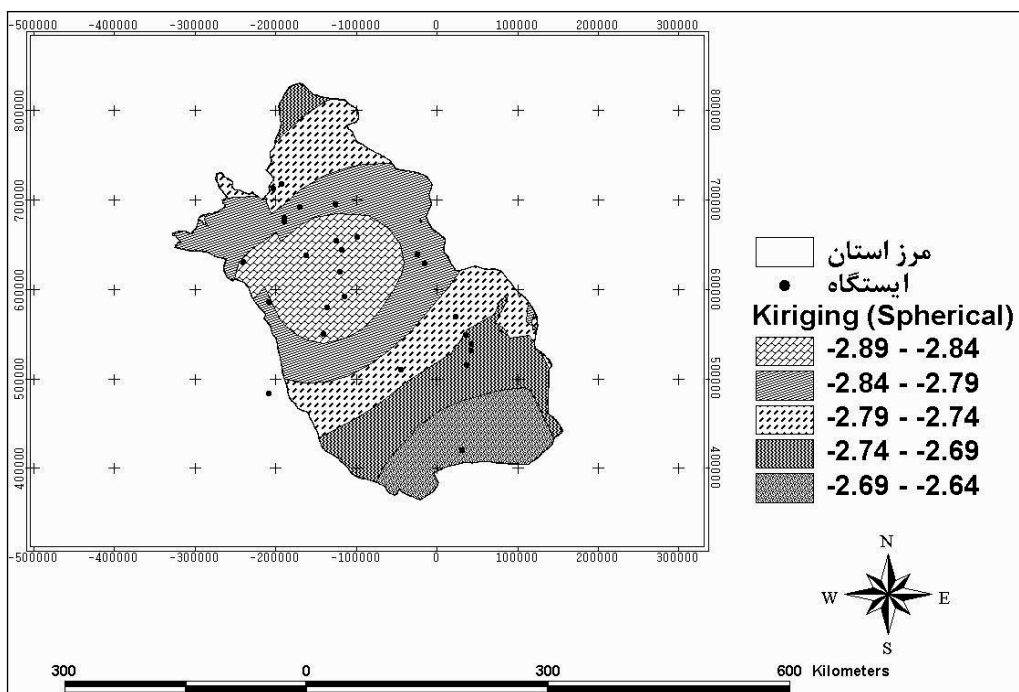
³ - Least squares

تابستان به شدت کم می شود که این خصوصیت نشان دهنده رژیم بارندگی استان از نوع مدیترانه ای می باشد.



شکل ۳ - توزیع بارندگی ماهانه استان فارس با طول دوره آماری مشترک ۳۲ سال (۱۳۴۲-۱۳۷۸)

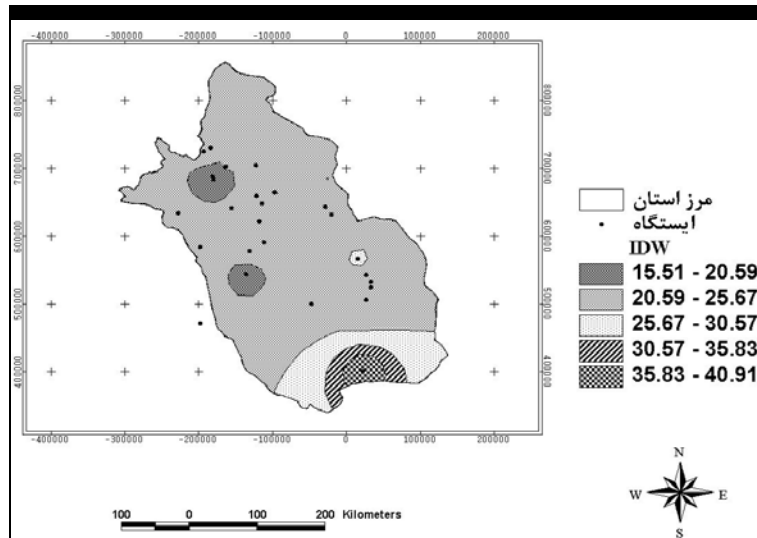
گستره شدید ترین خشکسالی ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه در شکل ۴ ارائه شده است. در این مقیاس زمانی ملاحظه می شود که کمترین شدت خشکسالی ها در نواحی جنوبی استان دیده می شود. در حالی که بیشترین شدت ها در نواحی مرکزی استان مشاهده می گردد و نواحی شمالی استان از شدت خشکسالی کمتری بر خوردار است (لازم به یادآوری است که برای آشکار سازی بیشتر اختلاف شدت خشکسالی در ایستگاههای مورد مطالعه فاصله طبقاتی ۰,۰۵ در نظر گرفته شده است).



شکل ۴ - گستره شدید ترین خشکسالی ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه

نواحی استان بر خوردار هستند و کمترین مقادیر تداوم خشکسالی‌ها در نواحی شمالی استان به ویژه نواحی اطراف ایستگاه مزوزه و چشمه برغان دیده می‌شود.

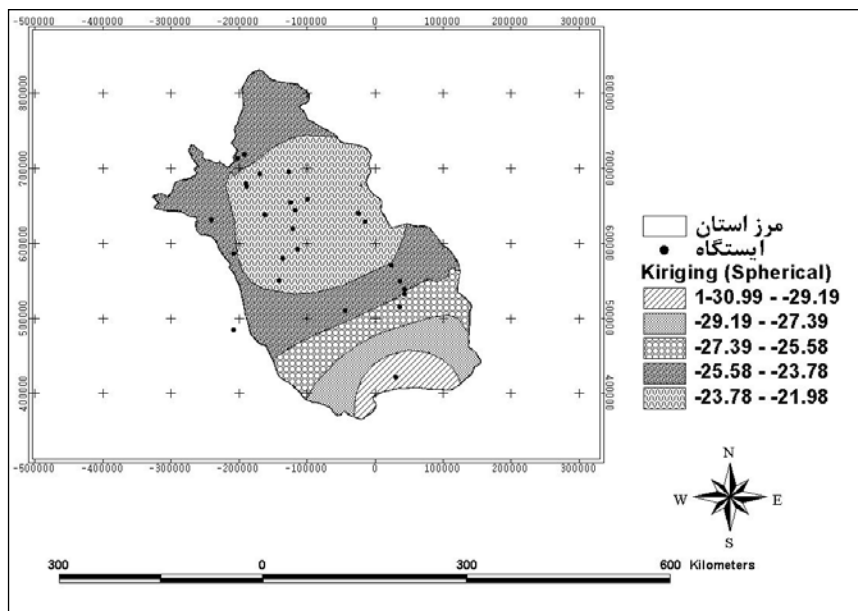
نقشه تداوم خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه و با دوره بازگشت ۱۰ ساله در شکل ۵ ارائه شده است. در این مقیاس زمانی ملاحظه می‌شود که خشکسالی‌ها در نواحی جنوبی استان از تداوم بیشتری نسبت به سایر



شکل ۵ - نقشه تداوم خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه و دوره بازگشت ۱۰ ساله

افزایش مقدار بزرگی خشکسالی‌ها از شمال به سمت جنوب استان می‌باشد.

نقشه بزرگی خشکسالی‌ها (شکل ۶) در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه و با دوره بازگشت ۱۰ ساله، نشان دهنده



شکل ۶ - نقشه بزرگی خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه و دوره بازگشت ۱۰ ساله

استیودنت، معنی دار بودن شیب خط روند را در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه به جز ایستگاه چهار دانگه که دارای شیب صفر می باشد، در سطح ۵ درصد تأیید می کند (جدول ۴). با مقایسه تحلیل روند در دو روش مذکور به دلیل مشابه بودن نتایج حاصل از هر دو روش در سری های زمانی شدت خشکسالی ها سالانه وجود روند آشکار می شود.

برای تحلیل روند شدت خشکسالی از آزمون Mann-Kendall استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون فرض تصادفی بودن سری زمانی شدت های خشکسالی را برای تحلیل روند شدت های خشکسالی در سطح معنی داری ۵ درصد در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه رد می کند (جدول ۳). برازش مدل رگرسیون خطی بر سری های شدت خشکسالی نشان دهنده روند مثبت در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه می باشد و آزمون آماره t -

جدول ۳ - تجزیه و تحلیل روند زمانی خشکسالی ها با روش Mann-kendall در ایستگاه های مورد مطالعه

ایستگاه	MK	ایستگاه	MK
آباد طشک	-۶/۶۱۳	قنطره	-۷/۷۵۱
بختاجرد	-۸/۶۵۹	قلات شیراز	-۵/۷۴۰
بند بهمن	-۵/۲۳۱	جمال بیگ	-۷/۱۰۲
تنکاب	-۷/۷۵۱	جهان آباد	-۴/۵۷۳
تنگ حسنویه	-۷/۴۲۷	دوبنه	-۵/۵۴۶
پل خان	-۴/۸۳۲	دشتبال	-۶/۷۷۸
موروزه	-۷/۰۳۸	درب قلعه	-۶/۰۶۵
کنه نی ریز (هرگان)	-۶/۶۱۲	بوشیگان	-۶/۰۰۰
مهر آباد (رامجرد)	-۵/۸۷۰	درب	-۶/۰۶۵
منصور آباد (فارس)	-۴/۹۶۲	چوبخه	-۶/۳۲۴
لار	-۴/۸۹۷	چنار راهوار	-۵/۲۷۶
هواشناسی جهرم	-۸/۰۷۶	چشمه برغان	-۵/۸۰۵
گوزون	-۷/۹۴۶	چهار دانگه	-۸/۹۸۳

بحث

خشکسالی های بدست آمده در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه، دارای روند مثبت با شیب ملایم هستند. ثنایی نژاد (۱۳۷۹) در مطالعات خود نتوانست در هیچ دوره زمانی، روند خاصی را در میان خشکسالی ها و ترسالی های استان خراسان بدست آورد. Lioyd و Saunders (1998)، نیز نتوانستند روند معنی داری در کل اروپا بین سالهای ۱۹۹۹-۱۹۰۱ با استفاده از شاخص بارش استاندارد بدست آورند.

نقشه پهنه بندی شدت خشکسالی ها، شدید ترین خشکسالی ها را در نواحی مرکزی استان نشان می دهد. نقشه تداوم خشکسالی در دوره بازگشت ۱۰ سال و در این مقیاس زمانی نشان می دهد که خشکسالی ها در نواحی جنوبی استان از تداوم بیشتری نسبت به سایر نواحی استان برخوردار هستند و کمترین مقادیر تداوم خشکسالی ها در نواحی شمالی استان به ویژه نواحی اطراف ایستگاه مزوژه و چشمه برغان

جدول ۴ - شیب خط روند خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها برحسب زمان و آماره آزمون t - استیودنت برای شیب روند در ایستگاههای مورد مطالعه

شماره	ایستگاه	آماره t - استیودنت	شیب خط	معادله خط
۱	آباد طشک	۶/۵۴	۰/۰۳۶	$D = -70.7 + 0.036Y$
۲	بختاجرد	۳/۲۰	۰/۰۱۸	$D = -36.0 + 0.0183Y$
۳	تنکاب	۱/۹۷	۰/۰۱۰	$D = -20.3 + 0.010Y$
۴	تنگ حسنویه	۴/۳۲	۰/۰۲۴	$D = -48.1 + 0.024Y$
۵	پل خان	۶/۶۸	۰/۰۳۷	$D = -71.9 + 0.037Y$
۶	مزوزه	۳/۱۲	۰/۰۱۷	$D = -35.2 + 0.018Y$
۷	مهر آباد	۵/۳۸	۰/۰۳۰	$D = -59.2 + 0.030Y$
۸	منصور آباد	۷/۷۴	۰/۰۴۱	$D = -82.1 + 0.041Y$
۹	لار	۷/۶۶	۰/۰۴۱	$D = -81.3 + 0.041Y$
۱۰	هواشناسی جهرم	۲/۰۱	۰/۰۱۱	$D = -22.9 + 0.011Y$
۱۱	گوزون	۲/۴۴	۰/۰۱۴	$D = -27.7 + 0.014Y$
۱۲	قنطره	۲/۹۱	۰/۰۱۶	$D = -32.9 + 0.016Y$
۱۳	قلات شیراز	۵/۶۰	۰/۰۱۳	$D = -61.4 + 0.013Y$
۱۴	جمال بیگ	۳/۲۱	۰/۰۱۸	$D = -36.1 + 0.018Y$
۱۵	جهان آباد	۸/۰۳	۰/۰۴۳	$D = -84.7 + 0.043Y$
۱۶	دوبنه	۷/۳۲	۰/۰۴۰	$D = -78.2 + 0.040Y$
۱۷	دشتبال	۵/۴۱	۰/۰۳۰	$D = -59.5 + 0.030Y$
۱۸	درب قلعه	۶/۵۰	۰/۰۳۹	$D = -70.3 + 0.039Y$
۱۹	چوبیخله	۲/۹۷	۰/۰۱۷	$D = -33.6 + 0.017Y$
۲۰	چنار راهوار	۱۲/۱۸	۰/۰۶۰	$D = -118 + 0.060Y$
۲۱	چشمه برغان	۵/۲۰	۰/۰۲۹	$D = -57.3 + 0.029Y$
۲۲	چهار دانگه	-۰/۱۳	۰/۰۰۰	$D = 1.5 - 0.000Y$
۲۳	پل شکسته	۶/۵۰	۰/۰۳۵	$D = -70.3 + 0.035Y$
۲۴	بوشیگان	۳/۳۷	۰/۰۱۹	$D = -37.9 + 0.019Y$
۲۵	کنه نی ریز (هرگان)	۶/۲۵	۰/۰۳۶	$D = -70.3 + 0.036Y$
۲۶	بند بهمن	۴/۷۶	۰/۰۳۷	$D = -72.6 + 0.037Y$

- Using the Standardized precipitation Index. Bulletin of American Meteorological Society. 80(3): 429-438.
- 9- Hisdal, H and Tallaksen, L.M., 2000. Drought Event Definition, Technical Report No. 6, Assessment of the Regional Impact of Droughts in Europe, Department of Geophysics, University of Oslo, Blindern, Norway.
 - 10- Liody- Hungnes, B., Saunders, M.A., 1998, Mediterranean terrestrial ecosystems: research patrollers on global change effects. Global Ecol Biogeography, 7:157-166.
 - 11- Mckee, T.B., Doesken, N.J. & Kleist, J., 1993, the Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scale, 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, American Meteorological Society, pp: 179-184.
 - 12- Mckee, T.B., N.J. Doesken, and Kleist, J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 15-20, 1995, Dallas TX, pp. 233-236.
 - 13- Mitchell, J. M., Dzerdzevskii. B., Flohn. H., Hoftneyr. W. L, Lamb, H.H., Rao, K. N., and Wallen, C.C, 1966. Climatic Change, WMO Technical Note No. 79, World Meteorological Organization, 79 pp.
 - 14- Palmer, W.C., 1965, Meteorological drought, U.S. Weather Bureau Res, Paper No. 45, 58.
 - 15- Paulo, A.A., Ferreira, E., Coelho, C. and Pereira, L.S. 2005. Drought class transition analysis through Markov and Log linear models, an approach to early warning. Agriculture Water management. 77. Pp 59-81.
 - 16- Shahid, S., Nath, S.k., and Roy, J., 2000. Ground water potential modeling in a soft rock area using GIS. International Journal of Remote Sensing, 21(9), 1919-1924.
 - 17- Sirdas, S. and Sen, Z, 2003. Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region, Turkey. Hydrological Sciences Journal, 48(5), 809-819.
 - 18- Sonmez, F.K., Komuscu, A.U., Erkan, A. and Turgu, E., 2005. An Analysis of Spatial and Temporal Dimension of Drought Vulnerability in Turkey Using the Standardize Precipitation Index. Natural Hazards, 35: 243-264.
 - 19- Wilhite, D.A. and Glantz., M.H, 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International, 10(3), 111-120.
 - 20- Wilhite, D.A., 1993. The enigma of drought, Chapter 1, In: D. A. Wilhite (ed), Drought Assessment, Management, and Planing: Theory and Case Studies, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp.3-17.
 - 21- Wilhite, D.A., 2000. Drought as a natural hazard: Concepts and de. Nations, Chapter1, In: D. A. Wilhite, Drought: A Global Assessment, Natural Hazards and Disasters Series, Rutledge Publishers, UK.
- دیده می‌شود. نقشه بزرگی خشکسالی‌ها در همین مقیاس و دوره بازگشت، افزایش مقدار بزرگی خشکسالی‌ها از سمت شمال به جنوب استان را نشان می‌دهد.
- از آنجایی که دقت نتایج حاصل از شاخص بارش استاندارد وابسته به صحت و کیفیت داده‌های بارندگی می‌باشد. بنابراین برای بازسازی داده‌ها پیشنهاد می‌گردد که از روشهای با دقت بالاتر مانند منطق فازی استفاده شود و روند وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان با استفاده از دیگر روشهای روندیابی سری‌های زمانی تعیین و با نتایج بکار گرفته شده در این تحقیق (روش من کندال و مدل رگرسیون خطی) مقایسه گردد.
- ### منابع مورد استفاده
- ۱- ثنائی نژاد، س.، ۱۳۷۹.، بررسی شاخصهای خشکسالی و ارزیابی شاخصهای SPI و در صد نرمال در چند ایستگاه سینوپتیک در استان خراسان. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، ۹ و ۱۰ اسفند، کرمان: ۹۵۲ - ۹۶۰.
 - ۲- خلیلی، ع.، بذرافشان، ج.، ۱۳۸۳. تحلیل روند تغییرات بارندگیهای سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته. مجله بیابان. ۱(۹): ۲۵-۳۲.
 - 3- Banglapedia, E., 2003. National Encyclopedia of Bangladesh, Islam, S. edited, Asiatic Society of Bangladesh.
 - 4- Brooks, C. E. P. and Carrthers, N., 1953. Handbook of statistical methods in meteorology. London, H.M. S. O., 412 pp.
 - 5- Dracup, J. A., Lee, K. S. and Paulson, E. G. Jr., 1980. On the definition of droughts. Water Resources Research, 16(2), 297-302.
 - 6- Gibbs, W. J., & Maher, 1967, Rainfall Deciles as Drought Indicators, Bureau of Meteorology Bulletin, 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
 - 7- Guttman, B. N. 1999. Comparing the Drought Index and the Standardized Precipitation Index. J of American Water Resources Association: 34(1):113-121.
 - 8- Hayes, M. J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A. and Vanyarkho, O. 1999. Monitoring the 1996 Drought

Analysis trend and spatial characteristics of droughts intensity in Fars province

¹ H.R. Moradi, ² M. Rajabi and ³ M. Faragzadeh

¹ Assistant Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, morady5hr@yahoo.com

² M.Sc. Student, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University

³ Assistant Professor, Department of Remote Sensing College of Human Sciences, Tarbiat Modares University

Abstract

. Drought is the most complex and unknown natural disaster that affects human more than other natural disasters. Droughts occurred in Fars province in recent decades showed the importance of drought study in this region. In this research, standard precipitation index (SPI) was calculated based on monthly rain of 26 stations in a period of 36 years (1963-1999). For investigation of spatial droughts changes in study area Kriging interpolate method were used. Then analyses were performed using linear regression model trend and Man-Kendal nonparametric test in studied stations. The results showed that the intensity of droughts in central parts of this province is more than other regions. The trends exist in all of studied stations except Chardangeh station.

Key words: Drought, drought trend, standard precipitation index, Fars province