

پهنه‌بندی چرخه‌های معنادار بارش‌های فوق سنگین سیستان و بلوچستان

سعیده اشرفی^۱

چکیده

مطالعه‌ی فرین‌های اقلیمی با بهره‌گیری از داده‌های روزانه می‌تواند زوایای پنهان اقلیم نواحی را آشکار سازد. چرا که با تبدیل هر پارامتر اقلیمی به داده‌های ماهانه یا سالانه، اثرات داده‌های بیش از حد بزرگ یا بیش از حد کوچک تعدیل شده و نمی‌توان از طریق این نوع داده‌ها، نقش فرین‌ها را شناسایی نمود. در این تحقیق چرخه‌های معنادار بارش‌های بیش از حد بزرگ (بارش‌های فوق سنگین) استان سیستان و بلوچستان طی دوره آماری ۲۰۰۸-۱۹۶۸ مورد بررسی قرار گرفته است. تحلیل طیفی وجود چرخه‌های ۳-۲، ۵-۳، ۱۱-۵ و ۱۱+ ساله را در بارش‌های فوق سنگین استان آشکار ساخت. اعمال تحلیل خوشه‌ای بر مجموع بارش‌های فوق سنگین سالانه و احتمال چرخه‌ها، وجود سه گروه در داده‌های مورد بررسی را نشان داد. آزمون نتایج به دست آمده از تحلیل خوشه‌ای از طریق تحلیل ممیزی، صحت نتایج را تایید می‌کند.

واژگان کلیدی: بارش‌های فوق سنگین، تحلیل طیفی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل ممیزی، استان سیستان و بلوچستان

مقدمه

رفتار مکانی - زمانی متفاوت بارش اهمیت مطالعه این عنصر اقلیمی را افزون می نماید. چرا که اساساً بارش متغیری سرکش است و تغییرات مکانی شدیدی از خود نشان می دهد. از سوی دیگر، تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران سبب شده است تا در هر منطقه، مقدار ریزش های جوی و زمان بارش متفاوت باشد (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷، ۸۱). همین تنوع در زمان و مکان، ارزش بررسی عناصر اقلیمی از طریق بررسی میانگین این عناصر را کاهش می دهد. زیرا میانگین به منظور بررسی تغییرات، آماره مناسبی برای بیان همه صفات اقلیم نیست. چرا که ممکن است بی آن که میانگین اقلیمی تغییر یابد، جنبه هایی از ویژگی های اقلیم دگرگون گردد (عساکره، ۱۳۹۱). به عنوان مثال تغییر در مقادیر فرین رویدادهای آب و هوایی اثرات مهمی دارد و یکی از مسائل اساسی در زمینه تغییر اقلیم می باشد (WMO, 2009). از این رو مطالعات فراوانی در این زمینه انجام شده است. برای نمونه می توان به مطالعات زیر اشاره کرد: الکساندر و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات جهانی فرین های دما و بارش (۲۰۰۳ - ۱۹۰۱) را مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه نشان دهنده تمایل شاخص بارش نسبت به شرایط مرطوب تر در سراسر قرن ۲۰ می باشد. بوردی و همکاران^۱ (۲۰۰۷) به مطالعه مقادیر فرین دوره های خشک و تر در جزیره سیسیل پرداخته و دریافته اند که رخدادهای فرین این جزیره به چرخش های بزرگ مقیاس اتمسفر وابسته است. سن روی^۲ (۲۰۰۹) الگوهای بارش های فرین را در هند مورد بررسی قرار داده است. مطالعه وی نشان دهنده روند افزایشی بارش های سنگین در ارتفاعات بالای شمال غربی هیمالیا است. شوگهارا و همکاران (۲۰۰۹)^۳ به تحلیل فراوانی بارش های فرین در سائوپائولوی برزیل بین سال های ۱۹۳۳ و ۲۰۰۵ پرداخته اند. نتایج کار ایشان نشان می دهد که چارک های بالایی بارش روزانه سائوپائولو در مقدار و فراوانی روند افزایشی داشته اند. لویکازا و همکاران^۴

1. Bordi et al
 2. Sen Roy
 3. Sugahara et al
 4. Lupikasza et al

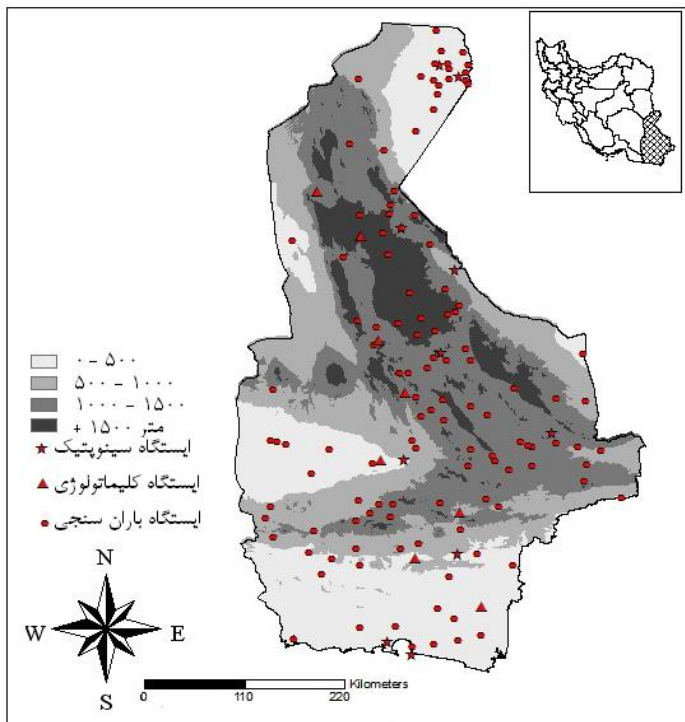
(۲۰۱۰) بارش های فرین فصلی را در طول دوره ۲۰۰۶ - ۱۹۵۱ در جنوب لهستان و مرکز و شرق آلمان مورد بررسی قرار داده اند. نتیجه کار ایشان نشان می دهد که در همه فصول، روند افزایشی بارش های فرین در مرکز و شرق آلمان دیده می شود در حالی که روندهای معکوس در جنوب لهستان واقع شده اند که این الگو به ویژه در زمستان غالب است.

در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است. برای مثال رحیم زاده و همکاران (۲۰۰۹) تغییر پذیری فرین های دمایی و بارشی ایران را در دهه های اخیر مورد مطالعه قرار داده اند. مطالعه ایشان نشان می دهد که روند مجموع بارش در دو سوم کشور روند منفی داشته و بارش های حاصل از صدک ۹۹ نیز در بیشتر مناطق دارای روند منفی بوده است. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۸) نسبت حداکثر بارش روزانه نسبت به بارش سالانه را پهنه بندی نموده و در نهایت ۵ طبقه اقلیمی از نظر حداکثر بارش روزانه شناسایی نموده اند. عساکره (۱۳۸۹) با استفاده از صدک های بارشی به عنوان نمایه های بارش فرین به بررسی مجموع بارش های کم مقدار و بارش های سنگین، بسیار سنگین و ابر سنگین شهر زنجان پرداخته است. براساس یافته های ایشان روزهای کم بارش و روزهای توام با بارش های سنگین کاسته شده است، لذا بارش های سنگین شهر زنجان با ملایمت و بارش های کم مقدار با مقادیر کمتری رخ داده است. علیجانی (۱۳۹۰) ابتدا به تعریف آستانه هایی برای عناصر روزانه اقلیمی ایران پرداخته و سپس بر اساس آنها توزیع مکانی مقدار عناصر اقلیمی بحران را در ایران مشخص کرده است. به دلیل اهمیت موضوع و وجود تغییرات در مقادیر فرین های اقلیمی در ایران و جهان در تحقیق حاضر مقادیر انتهایی (فرین های بالا) متغیر بارش به صورت موردی در استان سیستان و بلوچستان مورد مطالعه قرار گرفته است.

در تحقیق حاضر داده‌های روزانه ارتفاع بارش ۱۳۷ ایستگاه سنجش بارش (همدید، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی) در استان سیستان و بلوچستان مورد استفاده قرار گرفته است. شکل (۱) موقعیت استان، پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه و سطوح ارتفاعی را نشان می‌دهد. استان سیستان و بلوچستان با مساحت ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع (معادل ۱۱/۵٪ مساحت کشور) در منتهی‌الیه جنوب شرقی کشور و در مختصات جغرافیایی زیر واقع شده است (سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۸):

$$E: 58^{\circ} 49' - 63^{\circ} 20'$$

$$N: 25^{\circ} 3' - 31^{\circ} 29'$$



شکل (۱): توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده و سطوح ارتفاعی استان

جهت انجام پژوهش حاضر، ابتدا داده‌های روزانه بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه با دوره‌های آماری مختلف مرتب گردید. سپس برای برطرف نمودن نقایص موجود در داده‌ها و تبدیل داده‌های ایستگاهی به داده‌های پهنه‌ای ۱۴۹۷۵ نقشه روزانه بارش تهیه

گردید. بدین منظور از روش کریجینگ و نرم افزار *surfer/win* بهره گرفته شد. نقشه های مذکور در ابعاد ۱۴ کیلومتر در ۱۴ کیلومتر ترسیم شد و با حذف یاخته های خارج از استان در نهایت ۹۳۲ یاخته در داخل استان به دست آمد.

روش ها

پس از تهیه نقشه های روزانه بارش و رفع نقایص آماری موجود در داده ها، روش های زیر بر یاخته های به دست آمده از نقشه ها اعمال گردید.

۱- محاسبه صدک ۹۹

یکی از شاخص های آستانه های صدکی در رابطه با مطالعه بارش، بارش با آستانه صدک ۹۹ (R99p) است که روز با بارش فوق العاده سنگین نامیده می شود (الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶). $R99pTOT$ مجموع بارش روزهایی است که میزان بارش بیش از مقدار صدک ۹۹ باشد (WMO, 2009). برای محاسبه مجموع بارش روزهای مذکور، ابتدا مقادیر صدک ۹۹ بارش هر یاخته در سال های مورد بررسی به دست آمد. پس از استخراج مقادیر صدک ۹۹ به عنوان آستانه بارش های فوق سنگین، روزهای دارای بارندگی بالاتر از این آستانه مشخص و مجموع بارش این روزها محاسبه گردید. در نهایت برای هر یاخته مقداری از بارش برای هر سال به دست آمد که مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ می باشد.

۲- تحلیل طیفی

یکی از ابزارهای مفید برای جستجو و ارزیابی نوسانات اقلیمی تحلیل طیف توان^۱ (تحلیل طیفی) است. به طور دقیق می توان اذعان داشت که طیف، اندازه ای از توزیع واریانس در یک سری زمانی را در امتداد تمامی موج های مختلف به دست می دهد. این مقادیر از طول موج های نامتناهی (روند خطی) تا کوچک ترین طول موج (دو برابر فاصله بین دو مشاهده متوالی) را در بر می گیرد (عساکره، ۱۳۸۹). در تحلیل طیف،

تصادفی نبودن نوسانات در سری زمانی آزمون می‌شود (عساکره، ۱۳۸۸). در این روش فرض می‌کنیم سری از ترکیب موج‌های سینوسی با بسامدهای مختلف تشکیل شده است. در تحلیل طیفی، ابزار شناسایی مدل‌ها، دوره‌نگار است. در حقیقت در تحلیل طیفی سری، همبستگی میان مشاهدات سری در حوزه‌ی زمان، جای خود را به بسامدهای متفاوت مشاهدات در حوزه فراوانی می‌دهد (گلدسته و همکاران، ۱۳۷۷: ۲۴۳). با اعمال تحلیل طیفی بر یاخته‌ها و بررسی دوره‌نگار حاصل، بالاترین چرخه معنادار برای هر یاخته به دست آمد.

۵- تحلیل خوشه‌ای^۱

تحلیل خوشه‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که به طور گسترده و فزاینده برای تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره استفاده می‌شود (کتترینگ^۲، ۲۰۰۶). تحلیل خوشه‌ای به دلیل پیدا کردن گروه‌های واقعی و نیز کاهش داده‌ها مفید و ارزشمند است (مانلی، ۱۳۷۳). هدف پایه‌ی تحلیل خوشه‌ای یافتن گروه‌های طبیعی است، که می‌توانند شامل تمامی یا برخی افراد نمونه باشند (چتفیلد و کولینز، ۱۹۹۲). در این روش دسته‌بندی کردن بر اساس مشابهت‌ها یا فواصل (عدم شباهت‌ها) انجام می‌شود (جانسون و ویچرن، ۱۳۸۶).

۶- تحلیل ممیزی^۳

تحلیل ممیزی در سال ۱۹۳۶ توسط آر. ا. فیشر^۴ معرفی شد. این روش تکنیکی چند متغیری است که با جدا کردن مجموعه‌های متمایز اشیاء (یا مشاهدات) و با تخصیص دادن اشیاء (یا مشاهدات) جدید به دسته‌های تعریف شده‌ی قبلی سر و کار دارد (جانسون و ویچرن، ۱۳۸۶).

1. Cluster analysis
2. Kettening
3. discriminant analysis
4. R. A. Fisher

هدف کلی تحلیل ممیزی به وجود آوردن یک ترکیب خطی بین متغیرهاست که از آن برای گروه بندی افراد استفاده می شود. این ترکیب خطی سبب می شود که یک مسئله ی پیچیده ی چند متغیره به یک مسئله ی آماری ساده ی یک متغیره تبدیل شود. انتصاب افراد به یکی از گروه ها بر مبنای ترکیب خطی مربوط به آن فرد بخصوص است. ترکیب خطی هر فرد به صورت زیر است (فرشادفر، ۱۳۸۴):

$$L = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \quad (1)$$

مقدار به دست آمده برای L تعیین کننده ی انتصاب فرد به گروه مشخص است.

X_1, X_2, \dots, X_p متغیرهای اندازه گیری شده برای هر فرد است.

ضرایب $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ ماهیتی مثل ضریب β در رگرسیون دارند. اگر مقادیر β ها را بدانیم، می توانیم برای هر یک از افراد یک ترکیب خطی تعریف کنیم. در پژوهش حاضر از تحلیل ممیزی برای آزمون نتایج حاصل از تحلیل خوشه ای بهره گرفته شده است.

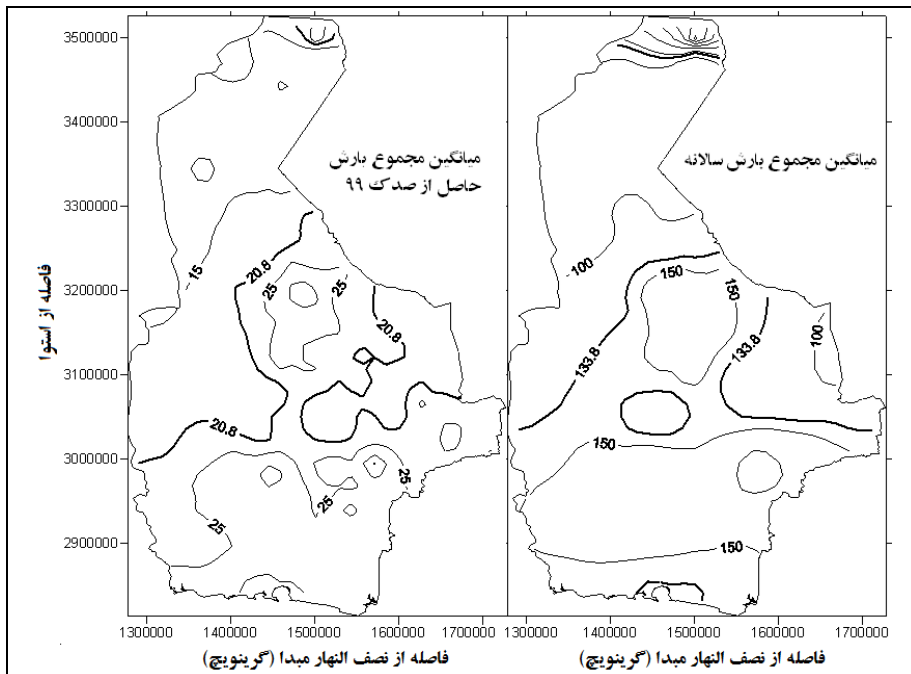
بحث

شکل (۱) نقشه میانگین مجموع بارش سالانه و میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ استان و جدول (۱) آماره های مکانی را نشان می دهد. همان طور که در شکل نیز دیده می شود میانگین مکانی بارش سالانه استان ۱۳۳/۸ میلی متر است که با منحنی ضخیم در نقشه نمایش داده شده است. ضریب تغییرات مکانی بارش ۲۸ درصد می باشد. از آنجا که چولگی بارش ۱/۰۳ به دست آمده، می توان استنباط نمود که مساحت پهنه با بارش کوچک تر از میانگین بیش از مساحت پهنه با بارش بیش از میانگین است. در واقع پهنه بزرگی از استان بارش کمتر از میانگین دریافت می دارد. میانگین مکانی مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ نیز با منحنی ضخیم نمایش داده شده ۲۰/۸ میلی متر با ضریب تغییرات ۲۵ درصد است. چولگی منفی بارش های فوق سنگین حاکی از آن است که پهنه بزرگی از استان بارش بیش از میانگین بارش های فوق

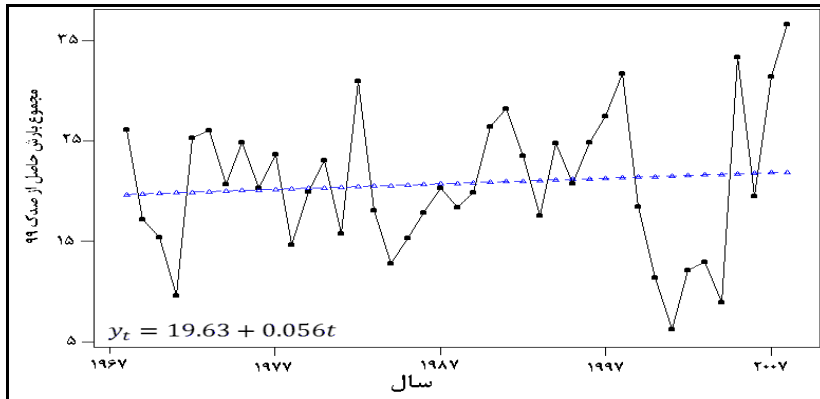
سنگین دریافت کرده است. همچنین شکل (۲) نمودار روند میانگین مکانی بارش های حاصل از صدک ۹۹ را طی دوره مورد مطالعه نشان می دهد. معادله خط روند نیز در شکل مذکور دیده می شود. روند بارش های فوق سنگین طی ۴۱ سال (دوره مورد بررسی) روند افزایشی نشان می دهد. این مسئله نشان می دهد که بارش های استان میل به تمرکز دارد. با این وصف می توان انتظار داشت که بارش استان در روزهای کمتری ریزش کند و هر سال از تعداد روزهای بارانی کاسته شود.

جدول (۱): آماره های مکانی بارش

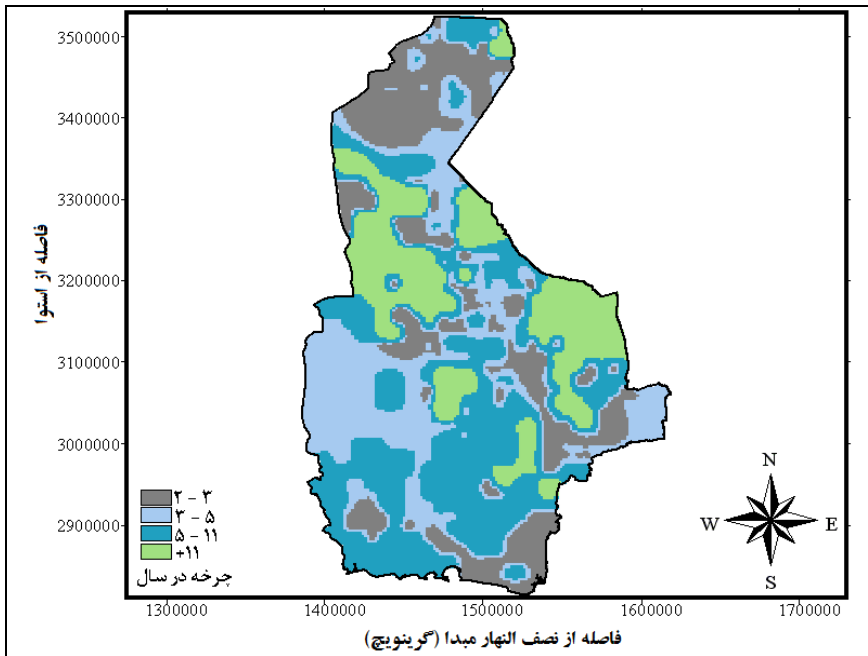
چولگی	ضریب تغییرات (درصد)	میانگین	شاخص های آماری
			متغیر
۱/۰۳	۲۸	۱۳۳/۸	میانگین مجموع بارش سالانه
-۰/۱۲	۲۵	۲۰/۸	میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹



شکل (۱): نقشه میانگین مجموع بارش سالانه و میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ سالانه



شکل (۲): نمودار روند میانگین مکانی بارش های حاصل از صدک ۹۹ طی دوره آماری مورد مطالعه
 اعمال تحلیل طیفی بر مجموع بارش های حاصل از صدک ۹۹ یاخته های مورد
 بررسی، چرخه های سینوسی معنی دار ۲-۳، ۳-۵، ۵-۱۱ و بیش از ۱۱ ساله را آشکار
 ساخت. شکل (۳) نتایج حاصل از تحلیل طیفی را نشان می دهد.



شکل (۳): چرخه های بارش فوق سنگین طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۸

همان طور که در نقشه نیز قابل رویت است، چرخه های ۲-۳ ساله بیشتر در قسمت
 های شمالی و جنوب شرق استان رخ داده است. چرخه های ۳-۵ ساله بیشتر در قسمت

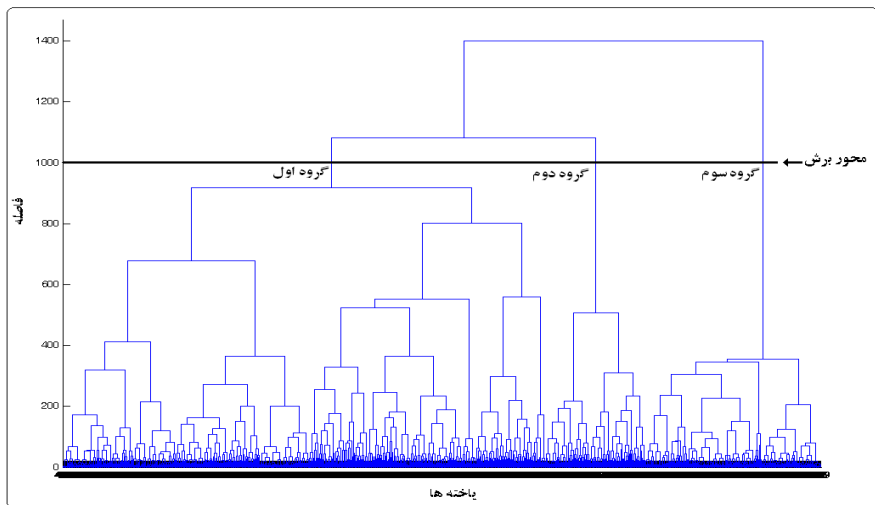
غربی و همچنین به صورت پراکنده در مرکز، شمال و شرق استان دیده می شوند. چرخه های ۱۱ - ۵ ساله بیشتر در نیمه جنوبی استان متمرکز شده اند. چرخه های مذکور بیشترین مساحت استان را تحت پوشش دارند. مساحت چرخه ها در جدول (۲) دیده می شود. دانشمندان این چرخه ها را به نوسانات اطلس شمالی، فعالیت لکه های خورشیدی و بارش موسمی هند نسبت داده اند (عساکره و رزمی، ۱۳۹۱) چرخه های بالاتر از ۱۱ سال نیز در شرق و غرب استان نمود دارند.

جدول(۲): مساحت چرخه های بارش های فوق سنگین

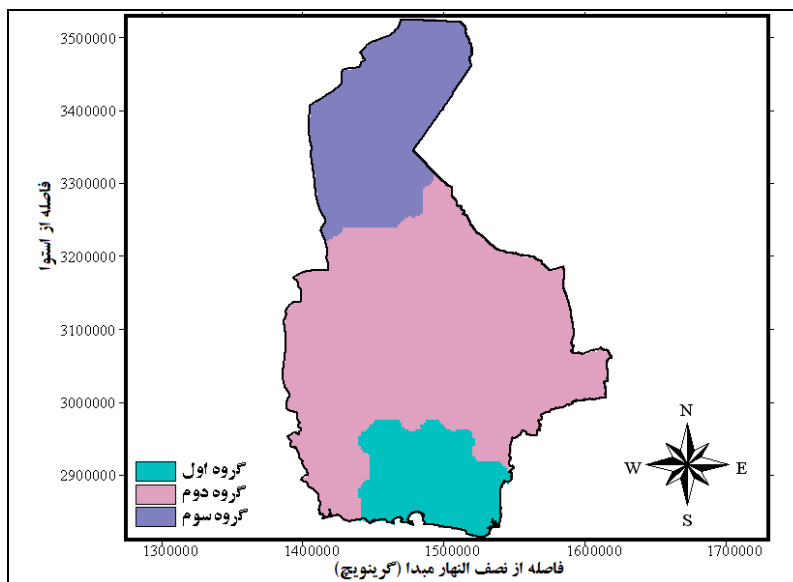
چرخه ها (سال)	مساحت به درصد
۲-۳	۱۴/۶۳
۳-۵	۲۲/۶۷
۵-۱۱	۴۲/۲۷
+۱۱	۲۰/۴۳

پس از اعمال تحلیل طیفی و استخراج احتمال چرخه ها، پایگاه داده ها تشکیل گردید. ماتریس مذکور حاوی ۴۴ متغیر (ستون) و ۹۳۲ یاخته (ردیف) است که ۴۱ ستون مربوط به مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ برای هر سال و ستون های باقیمانده به ترتیب: میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹، احتمال بالاترین چرخه معنادار در سطح ۹۵٪ اطمینان و روند مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ می باشند.

پس از اعمال تحلیل خوشه ای و آزمون نتایج به دست آمده توسط تحلیل ممیزی، ۳ گروه برای بارش های فوق سنگین و چرخه های معنادار آن تشخیص داده شد. شکل (۴) نمودار درختی^۱ حاصل از تحلیل خوشه ای و محور برش نمودار و شکل (۵) نقشه موقعیت هر یک از سه گروه را در استان نشان می دهد.



شکل (۴): نمودار درختی



شکل (۵): نقشه گروه های حاصل از تحلیل خوشه ای

مشخصات توصیفی گروه ها

گروه اول

گروه اول ۱۳/۴۶ درصد از مساحت استان را در بر گرفته است. میانگین مجموع بارش سالانه این گروه ۱۵۵/۴ میلی متر و میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹،

۲۷/۳ میلی متر است. در این گروه چرخه های با دوره بازگشت ۸ - ۲ ساله و همچنین روند در بارش های فوق سنگین دیده می شود. روند بارش های فوق سنگین این گروه در شکل (۶) دیده می شود. همان طور که در شکل نیز مشهود است، مجموع بارش های فوق سنگین این گروه روند افزایشی داشته است.

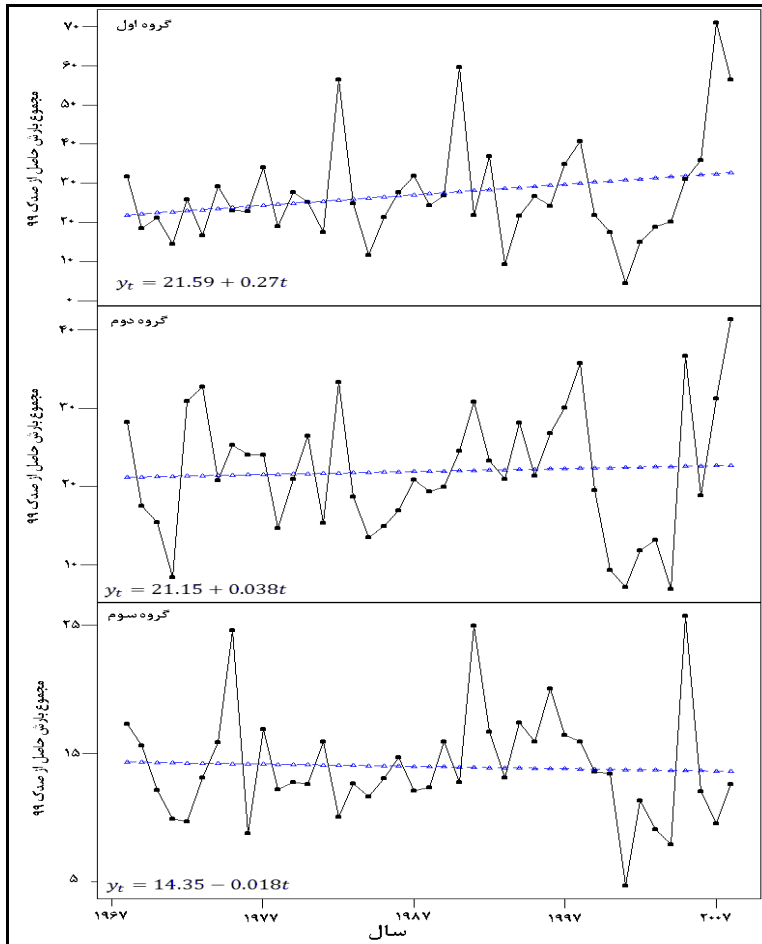
گروه دوم

گروه دوم ۶۳/۰۶ درصد از مساحت استان را در بر دارد. میانگین مجموع بارش سالانه این گروه ۱۴۲/۴ میلی متر است. میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ در این گروه ۲۱/۹ میلی متر است. در این گروه چرخه های با دوره بازگشت ۱۱ - ۵ ساله و همچنین روند در بارش های فوق سنگین دیده می شود. روند بارش های فوق سنگین در این گروه نیز افزایشی است ولی میزان این روند بسیار کمتر از روند در گروه اول است.

گروه سوم

گروه سوم ۲۳/۴۸ درصد از مساحت استان را در بر دارد. میانگین مجموع بارش سالانه این گروه ۹۷/۸۵ میلی متر و میانگین مجموع بارش حاصل از صدک ۹۹ در این گروه ۱۳/۹ میلی متر است. در این گروه چرخه های با دوره بازگشت ۵ - ۲ ساله دیده می شود. همچنین با توجه به معناداری چرخه اول در این گروه، می توان گفت که بارش های فوق سنگین در این گروه دارای روند می باشند. بر خلاف دو گروه قبل، روند بارش های فوق سنگین در این گروه کاهشی است. البته میزان روند بسیار کم است.

با مقایسه نمودارهای شکل (۶) می توان دریافت که مجموع بارش های فوق سنگین در گروه اول نقش پررنگ تری دارد.

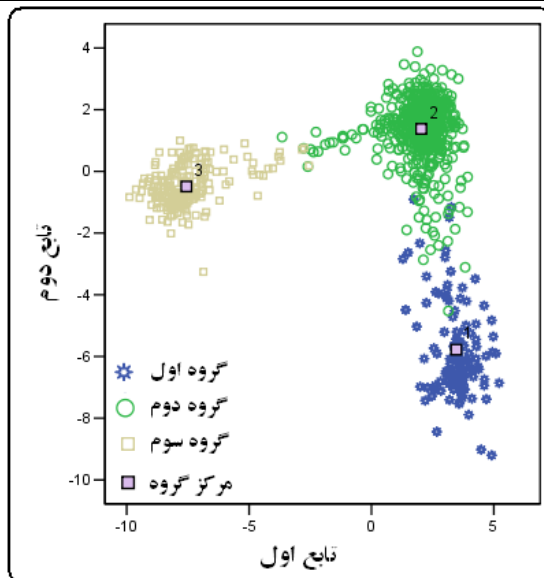


شکل (۶): نمودارهای روند میانگین مکانی بارش های حاصل از صدک ۹۹ در گروه ها طی دوره آماری مورد مطالعه

شکل (۷) پراکنش یاخته های گروه های به دست آمده از تحلیل ممیزی را نشان می دهد. همان طور که در شکل نیز دیده می شود، گروه های به دست آمده پراکنش مناسبی حول مرکز گروه ها دارند. این امر نشان دهنده صحت گروه های به دست آمده می باشد. نتایج حاصل از تحلیل ممیزی در ۹۸/۶ درصد از مساحت استان با نتایج حاصل از تحلیل خوشه ای مطابقت می کند.

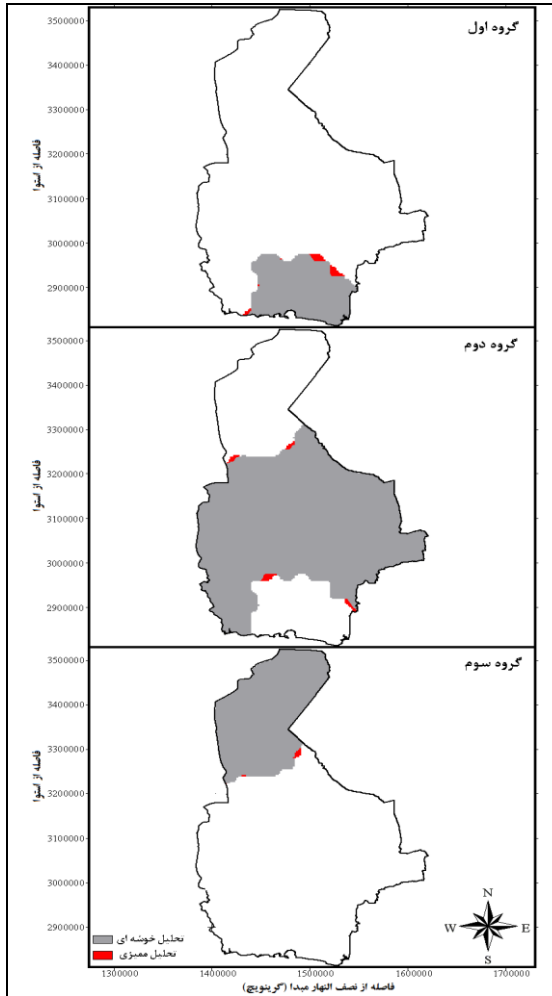
جدول (۳): شاخص های آماری گروه ها

گروه ها	شاخص های آماری	میانگین مجموع بارش	
		سالانه	حاصل از صدک ۹۹
گروه اول	میانگین	۱۵۵/۴	۲۷/۳
	انحراف معیار	۱۵/۹	۱/۸
	ضریب تغییرات	۱۰	۶
	چولگی	۰/۱۷	۱/۵
گروه دوم	میانگین	۱۴۲/۴	۲۱/۹
	انحراف معیار	۲۳/۱	۳/۶
	ضریب تغییرات	۱۶	۱۷
	چولگی	۰/۵	۰/۲۷
گروه سوم	میانگین	۹۷/۸۵	۱۳/۹
	انحراف معیار	۵۴/۹	۲/۷
	ضریب تغییرات	۵۶	۱۹
	چولگی	۳/۳	۱/۸



شکل (۷): پراکنش یاخته های گروه های به دست آمده از تحلیل ممیزی

شکل (۸) نقشه مقایسه موقعیت گروه ها حاصل از تحلیل خوشه ای و تحلیل ممیزی را نشان می دهد. همان طور که در شکل نیز مشهود است، تفاوت در نتایج این دو روش در قسمت های مرزی گروه ها و تنها در ۱/۴ درصد از مساحت استان وجود دارد.



شکل (۸): نقشه مقایسه گروه های حاصل از تحلیل خوشه ای و تحلیل ممیزی

نتیجه گیری

در پژوهش حاضر بارش های فوق سنگین استان سیستان و بلوچستان مورد بررسی قرار گرفته است. میانگین طولانی مدت مکانی مجموع بارش ۱۳۳/۸ میلی متر بوده که

استان را به دو قسمت شمالی (کم بارش) و جنوبی (پربارش) تقسیم کرده است. نتایج حاصل، حاکی از وجود روند افزایشی در بارش های حاصل از صدک ۹۹ می باشد. روند افزایشی بارش های سنگین در استان می تواند نشان گر میل رژیم بارش به تمرکز در زمان خاصی از سال باشد. همچنین اعمال تحلیل طیفی وجود چرخه های ۲ - ۳ ساله، ۵ - ۳ ساله، ۱۱ - ۵ ساله و چرخه های بالاتر از ۱۱ سال را در بارش های فوق سنگین آشکار ساخت. نتایج حاصل از تحلیل خوشه ای نیز حاکی از وجود سه گروه در داده های مورد بررسی است. گروه های استخراج شده ویژگی های متفاوتی دارند. از جمله این تفاوت ها، وجود روند متفاوت در میانگین مکانی بارش های فوق سنگین گروه هاست. همچنین گروه ها چرخه های متفاوتی در بارش های فوق سنگین داشته اند. اعمال تحلیل ممیزی نتایج حاصل از تحلیل خوشه ای را تایید می کند.

منابع

- ۱ - جانسون، ریچارد آ و ویچرن، دین دلبو، ترجمه نیرومند، حسینعلی، ۱۳۸۶، تحلیل آماری چند متغیری کاربردی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- ۲ - ذوالفقاری، حسن، هاشمی، رضا و فشی، مهدی، ۱۳۸۸، بررسی نسبت حداکثر بارش های روزانه به بارش های سالانه در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۲
- ۳ - سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۸)
- ۴ - مسعودیان، ابوالفضل، کاویانی، محمد رضا، ۱۳۸۷، اقلیم شناسی ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان
- ۵ - عساکره، حسین، ۱۳۸۸، تحلیل طیفی سری های زمانی دمای سالانه تبریز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳
- ۶ - عساکره، حسین، ۱۳۸۹، تحلیل چرخه های میانگین دمای سالانه شهر زنجان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹
- ۷ - عساکره، حسین (۱۳۹۱)، تغییر توزیع فراوانی بارش های فرین شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره پیاپی ۴۵،

- ۸- عساکره، حسین و رزمی، رباب (۱۳۹۱)، تحلیل تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره پیاپی ۴۷،
- ۹ - علیجانی، بهلول (۱۳۹۰)، تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۰: صص ۹-۳۰،
- ۱۰ - فرشادفر، عزت ا...، ۱۳۸۴، اصول و روش های آماری چند متغیره، چاپ دوم، طاق بستان، کرمانشاه
- ۱۱ - گلدسته اکبر، آقامیرکریمی سعید، خدارحمی مصطفی، ترابی محمود و اصغری راحله، ۱۳۷۷، راهنمای کاربری SPSS 6.0 For Windows، جلد اول، چاپ اول ۱۳۷۷، تهران، مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی
- ۱۲ - مانلی، بی.اف.جی، ترجمه مقدم، محمد و محمدی شوطی، ابوالقاسم و آقائی سربزه، مصطفی، ۱۳۷۳، آشنایی با روش های آماری چند متغیره، چاپ اول، انتشارات پیشنهاد علم
- 13 - Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzdeh F, Tagipour A, Kumar Kolli R, Revadekar JV, Griffiths G, Vincent L, Stephenson DB, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, Rusticucci M, Vazquez Aguirre JL. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres* 111: D05109, DOI:10.1029/2005JD006290
- 14 - Bordi, I, Fraedrich, K, Petitta, M and Sutera, A (2007), Extreme value analysis of wet and dry periods in Sicily, *Theor. Appl. Climatol.* 87, 61-71
- 15 - Chatfield, Christopher and Collins, Alexander j, 1992, Introduction to Multivariate Analysis, Chapman & Hall
- 16 - Kettenring, Jon R, 2006, The Practice of Cluster Analysis, *Journal of Classification* 23, pp 3-30
- 17 - Klein Tank, Albert M.G, Zwiers, Francis W and Zhang, Xuebin (2009), Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation, World Meteorological Organization (WMO)
- 18 - Lupikasza, Ewa B, Hansel, Stephanie and Matschullat, Jörg (2010), Regional and seasonal variability of extreme precipitation trends in southern Poland and central-eastern Germany 1951-2006, *International Journal of Climatology*, (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.2229



- 19 - Rahimzadeh, Fatemeh, Asgari, Ahmad, Fattahi, Ebrahim(2009), Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades, *International Journal of Climatology*, Volume 29, 329–343
- 20 - Sen Roy , Shouraseni (2009), A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India, *International Journal of Climatology*, Volume 29, 345–355
- 21 – Sugahara, Shigetoshi, Porfirio da Rocha, Rosmeri and Silveira, Reinaldo (2009), Non-stationary frequency analysis of extreme daily rainfall in Sao Paulo, Brazil, *Int. J. Climatol.* 29: 1339–1349