

جغرافیا و توسعه شماره ۴۱ زمستان ۱۳۹۴

وصول مقاله : ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

تأیید نهایی : ۱۳۹۴/۰۷/۱۵

صفحات : ۱۴۶-۱۳۱

بررسی و تحلیل خوشه‌های آستانه بارش‌های شدید ایران

مهدی دوستکامیان^۱، دکتر سیدحسین میرموسوی^۲

چکیده

هدف از این مطالعه تحلیل نواحی آستانه‌های بارش شدید ایران می‌باشد. بدین منظور، داده‌های بارش روزانه، طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۴۰، از پایگاه داده‌ای اسفزاری استخراج گردیده است. در ادامه، به‌منظور تعیین آستانه بارش شدید، از صدک ۹۵ استفاده شده است. به منظور بررسی و ناحیه‌بندی آستانه‌ها از تحلیل خوشه‌ای و برای استخراج چرخه‌های آستانه‌ها از تحلیل همسازها بهره گرفته شده است. با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی آستانه‌های بارش شدید چهار ناحیه به شرح زیر مشخص شد: ناحیه با آستانه بارش‌های شدید زیاد و ضریب تغییرات زیاد (ناحیه اول)، ناحیه با آستانه بارش شدید متوسط و ضریب تغییرات متوسط (ناحیه دوم)، ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار زیاد و ضریب تغییرات بسیار کم (ناحیه سوم) و ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار کم و ضریب تغییرات بسیار زیاد (ناحیه چهارم). در بین نواحی یاده شده ناحیه سوم یعنی کرانه‌های ساحلی دریای خزر دارای بالاترین آستانه بارش‌های شدید بوده است این درحالی می‌باشد که بخش‌های زیادی از نواحی مرکزی ایران از آستانه بارش‌های شدید پایین برخوردار بوده است. نتایج حاصل از تحلیل چرخه‌ها در هر چهار ناحیه بیانگر این است که بجز در ناحیه سوم که چرخه‌ی میان‌مدت حاکم بوده است در سایر نواحی چرخه‌های کوتاه‌مدت بر آستانه‌ی بارش شدید ایران حاکم است.

کلیدواژه‌ها: آستانه‌های بارش شدید، ثقل فضایی، تحلیل خوشه‌ای، ایران.

مقدمه

بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است. این تغییرات هم در بُعد مکان و هم در بُعد زمان در قالب اقلیم منطقه رخ می‌دهد (عساکره و دوستکامیان، ۱۳۹۳: ۷۴). این عنصر یکی از مهمترین داده‌های ورودی به سیستم‌های هیدرولوژیکی به لحاظ ایجاد جریان‌ات سطحی، تأثیر بر سفره‌های آب‌زیرزمینی و به‌عنوان منبع مهم در تغذیه‌ی رودها و چشمه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از مهمترین عناصر اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می‌تواند مؤثر باشد (خورشیددوست و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۱۸-۱۰۱). همچنین بارش به عنوان مهمترین عنصر اقلیمی از پیچیدگی خاصی برخوردار است (علیچانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۴). این عنصر همواره طی چند دهه‌ی گذشته دچار تغییراتی گردیده است. تغییر عناصر اقلیمی به ویژه بارش از پدیده‌های پیچیده‌ی محیطی است که کلیه‌ی جنبه‌های طبیعی، اجتماعی، اقتصادی را متأثر می‌سازد. از این رو بارش پدیده‌ی حاصل از اندرکنش‌های پیچیده‌ی جو است و در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن اهمیت ویژه‌ای دارد؛ و نسبت به پدیده‌های اقلیمی دیگر از پیچیدگی رفتاری چشمگیرتری برخوردار است.

اهمیت بررسی پدیده‌ی بارش زمانی آشکارتر است که یک مکان شاهد بارش ناچیز یا قابل‌توجه و یا ناگهانی حجم زیادی از بارش باشد. ایران از جمله مناطقی است که شاهد رفتار ناهنجار و بی‌قاعده‌ی بارش است (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۴۷). ویژگی اصلی بارش‌های ایران تغییرپذیری آنها است. در واقع تغییرات بارشی، ناشی از تغییرات عوامل تولیدکننده‌ی آنها است. بی‌نظمی موجود، در عوامل ایجاد بارش است

که به توزیع مکانی و زمانی بارش منتقل شده است (Olga&Pisa, 2008: 195-208; Petra et al, 2005: 8; Harnack et al, 2000: 269-284; Haylock et al, 2006: 1533-1541).

بارش‌های بحرانی در مقیاس‌های مختلف زمانی به ویژه روزانه، خسارت شدیدی به جوامع انسانی به ویژه مناطق پرجمعیت شهری و اکوسیستم‌ها وارد می‌کنند. بنابراین مطالعه و شناسایی دقیق آنها برای زندگی آرام و پایدار انسان و حفظ تعادل محیط‌زیست لازم است (علیچانی، ۱۳۹۰: ۲۰-۱).

بارش‌ها به‌عنوان عاملی مخاطره‌انگیز در بروز عوامل طبیعی از جمله سیلاب‌ها مطرح هستند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۳-۱) و زمانی که این بارش‌ها در یک نقطه‌ی مکانی متناسب با نواحی مختلف از آستانه‌ی خاصی بالاتر رود به‌عنوان بارش‌های شدید یا همان بارش‌های شدید و فوق‌شدید شناخته می‌شوند. کشور ایران از ناهمواری‌های پیچیده‌ای برخوردار است. بطوری که این ناهمواری‌ها ناحیه‌ی مناسبی برای گسترش بارندگی و گاهی جاری شدن سیل می‌باشد.

در متون اقلیمی، تعاریف متعدد و مقادیر متفاوتی برای این‌گونه بارش‌ها ارائه شده است. مطالعاتی که تاکنون در کشور صورت گرفته، تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای را از جهت معیار تعیین بارش‌های شدید و حدی نشان داده است. شاخص‌هایی که توسط پژوهشگران برای تعیین بارش‌های شدید و حدی مورد استفاده قرار گرفته عبارتند از: ۱- شاخص آستانه مطلق یا آستانه اختیاری، ۲- شاخص مساحت منحنی هم بارش خاص، ۳- شاخص آستانه‌ی درصدی ۴- شاخص پایه صدک شاخص پایه صدک که در حال حاضر رایج‌ترین روش محاسبه و تعیین بارش‌های حدی محسوب می‌شود.

الف- مقدار آن بالای ۱۰۰ میلی‌متر در یک روز باشد.
 ب- فراگیر باشد یعنی در بیش از یک‌سوم ایستگاه‌های محدوده‌ی مورد مطالعه ثبت گردیده باشد.
 ج- تکرار آن در دوره‌ی مورد مطالعه حداقل باشد (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۵).

از آنجایی که محققان در بررسی روند بارش‌های شدید، بیشتر صدک ۹۵ را در نظر گرفتند؛ بنابراین در این مطالعه به منظور بررسی آستانه‌های بارش شدید ایران آستانه‌ی صدک ۹۵ به عنوان مرز آستانه‌ی بارش شدید انتخاب شده است.

مواد و روش

در این مطالعه به منظور بررسی و تحلیل نواحی آستانه‌های بارش شدید ایران داده‌های بارش روزانه طی دوره‌ی ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۳ از پایگاه داده‌ای اسفزاری استخراج گردیده است. پایگاه داده‌های اسفزاری ویرایش نخست در دانشگاه اصفهان توسط دکتر سید ابوالفضل مسعودیان با استفاده از ۱۴۳۷ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی طراحی شده است. تفکیک مکانی داده‌ها ۱۵×۱۵ کیلومتر است که در سیستم تصویر لامبرت مخروطی هم‌شکل نگاشته شده‌اند. بدین ترتیب تعداد یاخته‌ها در سراسر ایران ۷۱۸۷ یاخته می‌باشد. به منظور افزایش تفکیک زمانی پایگاه داده مذکور مشاهدات روزانه بارش از سال ۱۳۸۳ تا انتهای ۱۳۹۰ با استفاده از همان روش و همان تفکیک مکانی، میان‌یابی و به پایگاه داده‌های مذکور افزوده شده است. به منظور تکمیل پایگاه داده‌های اسفزاری، بارش در ۶۴۷ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی کشور طی دوره‌ی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ از سازمان هواشناسی کشور استخراج گردیده است. سپس به همان روش و تکنیک میان‌یابی شده است و به پایگاه داده‌ای افزوده شده است. در شکل ۱ پراکنش ایستگاه‌ها را هر دو مرحله تکمیل داده‌های اسفزاری نشان می‌دهد.

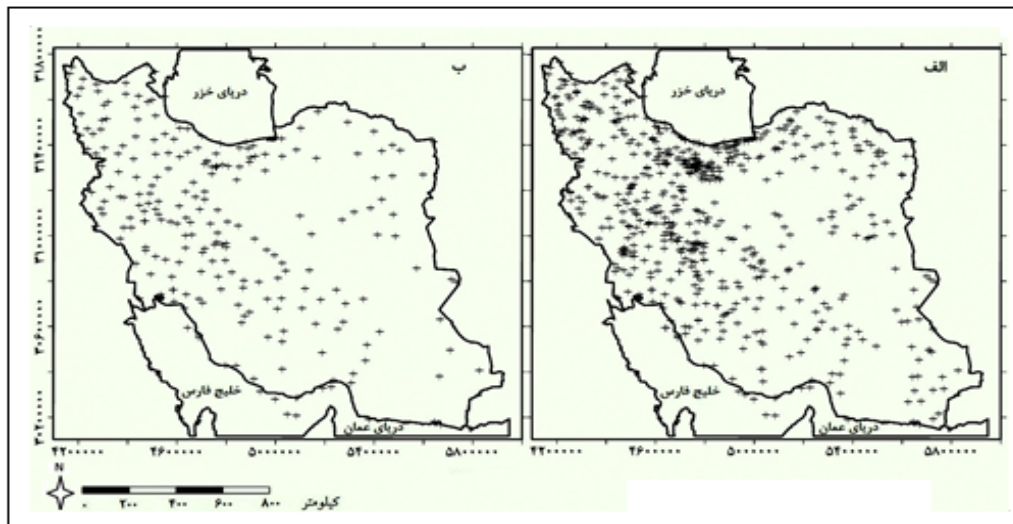
این روش عمدتاً برای تعیین تعداد روزهای دارای بارش شدید، خیلی شدید و حدی بر مبنای آستانه‌ی صدک خاص استفاده می‌شود این در حالی می‌باشد که در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در آمریکا بارش‌های ۵۰ میلی‌متر به بالا را به عنوان آستانه حدی بارش‌های شدید در نظر گرفته‌اند (Karel et al 1996:271-291; Groisman et al, 2005: 1326-1350).

برای مثال در اوراسیای هند به منظور بررسی بارش‌های شدید در یک دوره‌ی ۲۰ ساله آستانه بالاتر از ۱۲۵ میلی‌متر را به عنوان بارش شدید انتخاب کرده‌اند (Mohapatra & Mohanty, 2005: 17-36). ولی با همه این تفاسیر همانطوری که اشاره شد آستانه بارش‌های شدید در نواحی مختلف متفاوت می‌باشد. برای مثال در تحقیقی مطالعه‌ی بارش‌های شدید و حدی در ناحیه‌ی خزر به منظور تعیین روزهای بارش شدید روزی را بارش شدید به حساب آوردند که حداقل یک ایستگاه در مدت ۲۴ ساعت، یک میلی‌متر بارش دریافت کرده باشد (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۵۴-۱۳۱).

در مطالعه‌ای دیگر که بر روی بارش‌های شدید نواحی غرب کشور انجام شده است، روزی را به عنوان بارش شدید معرفی کرده‌اند که ۷۰ درصد بارش همان ماه را تشکیل دهد (عزیزی و همکاران ۱۳۸۸: ۸).

در مطالعه‌ای دیگر مسعودیان برای بررسی شرایط همدید همراه با بارش‌های شدید بر روی بارش‌های یک روزه، آستانه یک روز با بارش بیش از صد میلی‌متر را انتخاب کرده است (مسعودیان، ۱۳۸۷: ۸).

در همین رابطه علیجانی و همکاران به منظور تحلیل همدیدی بارش‌های شدید در جنوب شرق ایران برای مشخص نمودن بارش شدید شرایط زیر را در نظر گرفته‌اند:



شکل ۱: پراکنش ایستگاه‌ها در پایگاه داده اسفزاری طی دوره‌ی ۱۳۴۰-۱۳۸۳ (الف) مأخذ: مسعودیان، ۱۳۸۳ و پراکنش ایستگاه‌ها برای تکمیل پایگاه اسفزاری ۱۳۹۰-۱۳۸۴ (ب) مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

تکنیک تحلیل طیفی بهره گرفته شد. تحلیل طیف اندازه‌های از توزیع واریانس در امتداد تمامی طول موج‌های سری زمانی را گویند. در تکنیک تحلیل طیف ابتدا سری‌های زمانی به توابع فرکانسی (به صورت تابعی دوره‌ای ۱ با دامنه‌ی ۲ و فراوانی ۳) تبدیل می‌شوند (عساکره و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۴۴-۴۳۵). در عمل در تحلیل طیفی صحبت از زمان نمی‌شود، بدین معنی که گفته نمی‌شود که رخدادی در زمان معینی رخ داده، به جای آن احتمال وقوع چرخه‌هایی که بیشترین واریانس را در سری زمانی دارند، مورد توجه قرار می‌گیرد. ابزاری که به وسیله‌ی آن می‌توان رفتار چرخه‌های یک سری را به مدل در آورد توابع مثلثاتی است. بنابراین در این تکنیک، تک تک موج‌ها، استخراج و سهم هر یک از آنها در واریانس کل تعیین و در نهایت، پس از استخراج واریانس، تک تک موج‌ها از لحاظ معنی‌داری آماری بررسی می‌شود.

به منظور استخراج آستانه‌های بارش شدید با استفاده از امکانات برنامه نویسی برای هر ماه در هر سال این آستانه‌ها در تمام یاخته‌ها استخراج و محاسبه شده است؛ که در مجموع ماتریسی به ابعاد (۶۰۰×۸۲۳۰) ایجاد گردید و به عنوان پایگاه داده‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای اینکه اطلاعات دقیق‌تری نسبت به آستانه‌های بارش شدید ایران به دست بیاید، مرکز میانگین (ثقل میانگین) آستانه‌های بارش شدید مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. مرکز میانگین در واقع همان مرکز ثقل توزیع فضایی است که به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\bar{X}_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_i X_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad 1$$

$$\bar{Y}_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad 2$$

جهت استخراج چرخه‌ها از نرم‌افزار متلب و با استفاده از

$$\alpha = \left(\frac{360^0}{\text{چرخه}}\right) \left(\frac{t}{n/\text{چرخه}}\right) = \frac{t}{n} 360^0 \quad ۳$$

$$\alpha = \left(\frac{2\pi}{\text{چرخه}}\right) \left(\frac{t}{n/\text{چرخه}}\right) = 2\pi \frac{t}{n} \quad ۴$$

که در روابط فوق t و n متعلق به مقیاس داده‌های زمانی است و به ترتیب زمان و تعداد داده‌ها می‌باشد. برای رفع مشکل دوم، با توجه به اینکه وقتی متغیری مثل بارش را به صورت توابع مثلثاتی در می‌آوریم مقادیر حاصله بین $+1$ و -1 خواهد شد درحالی که داده‌های دما مقادیر مختلف و متنوعی دارند. بدین منظور برای تبدیل داده‌های خام به توابع مثلثاتی از یک ضریب ثابت (C) استفاده می‌کنند که به آن دامنه^۳ نیز گفته می‌شود. ترکیب دو راه‌حل فوق برای مشکلات ذکر شده در بالا برای یک سری داده به صورت زیر است:

$$y_t = \bar{y} + C_k \cos\left(\frac{2\pi}{n}\right) \quad ۵$$

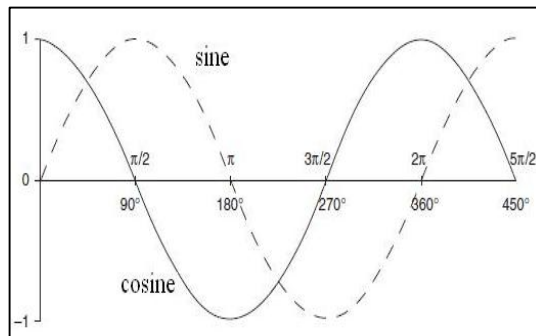
در نهایت برای رفع مشکل سوم و جهت هماهنگ کردن فراز و فرود توابع مثلثاتی با داده‌های زمانی و برای جبران اختلاف فاز از پارامتر استفاده می‌شود که به آن پارامتر تغییر فاز نیز می‌گویند. در نتیجه داریم:

$$y_t = \bar{y} + C_k \cos\left(\frac{2\pi}{n} - \phi\right) \quad ۶$$

در رابطه‌ی فوق که معادله کلی تبدیل داده‌های زمانی به داده‌های فرکانسی (توابع مثلثاتی) است پارامترهای C_k و ϕ به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$C_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2} \quad ۷$$

شکل ۲ نسبت‌های توابع مثلثاتی کسینوس^۱ و سینوس^۲ را در بازه زاویه‌ای ۰ تا ۴۵ درجه نشان می‌دهد.



شکل ۲: نسبت‌های توابع مثلثاتی سینوسی و کسینوسی در بازه‌ی ۰ تا ۴۵۰ درجه مأخذ: وایکس، ۲۰۰۶

با این حال برای استخراج چرخه‌ها باید سری‌های زمانی به سری مثلثاتی (فرکانسی) تبدیل شود. برای حصول این امر باید سه مشکل مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- اینکه توابع مثلثاتی از جنس زاویه هستند درحالی که سری‌های زمانی توابعی از زمان می‌باشند.
- ۲- توابع مثلثاتی سینوسی و کسینوسی مابین $+1$ و -1 نوسان می‌کنند در صورتی که داده‌های زمانی در دامنه‌های متفاوتی نوسان دارند.
- ۳- در نهایت، تابع کسینوسی برای زوایای صفر و ۳۶۰ درجه بیشترین مقدار خود را داراست ($+1$) در حالی که داده‌های زمانی در زمان‌های مختلف مقادیر بیشینه دارند. بطور مثال دما در وسط روز درحالت اوج قرار دارد در صورتی که تابع کسینوسی در ابتدا مقدار بیشینه را دارا می‌باشد.

برای رفع مشکل اول بایستی مقیاس داده‌های زمانی به مقیاس مثلثاتی تبدیل شود. با توجه به اینکه چرخه کامل زاویه‌ای ۳۶۰ درجه رادیان می‌باشد برای نیل به این هدف می‌توان به طرق زیر عمل کرد:

فرض صفر: واریانس موج معنی‌دار نیست.	فرض مخالف: واریانس موج معنی‌دار است.
--	---

اگر آماره χ_0^2 محاسبه شده برای هر موج، بزرگتر از آماره χ_0^2 باشد، آن موج (چرخه) معنی‌دار است.

بحث

شکل ۳ دندروگرام حاصل از انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی آستانه‌های بارش شدید در ماتریسی به ابعاد (۶۰۰×۸۲۳۰) طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۴۰ را نشان می‌دهد. پس از انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی این آستانه‌ها با استفاده از آزمون اختلاف میانگین و مشخصات توصیفی خوشه‌های مختلف، مشخص شد که ایران به لحاظ آستانه‌های بارش شدید در چهار ناحیه قابل بررسی می‌باشد؛ که نتایج آن به صورت نقشه در شکل ۴ آورده شده است. بدین ترتیب ناحیه اول امتداد کوه‌های زاگرس و بخش‌هایی از جنوب غرب به ویژه لرستان و کردستان را در بر می‌گیرد. ناحیه دوم به صورت نواری در نیمه‌ی شمالی کشور بجز دریای خزر یعنی از شمال غرب تا شمال شرق کشور به صورت شرق به غرب کشیده شده است.

ناحیه‌ی سوم شامل کرانه‌های ساحلی دریای خزر می‌باشد. بالاخره ناحیه‌ی چهارم که مساحت خیلی زیادی از کشور را در برمی‌گیرد نواحی مرکزی، جنوب شرق و قسمت‌هایی از جنوب و جنوب غرب کشور را شامل می‌شود (شکل ۴).

ناحیه‌ی اول (ناحیه با آستانه بالا و ضریب تغییرات زیاد):

این ناحیه از کشور ۱۱/۸۳۴۸ درصد از مساحت را به خود اختصاص داده است. میانگین آستانه بارش شدید در این ناحیه از کشور ۷/۸۵ میلی‌متر می‌باشد. ضریب تغییرات ۱۲۶/۹ درصد بیانگر تغییرپذیر زیاد آستانه‌های بارش شدید در این ناحیه از کشور می‌باشد بطوری‌که

$$A_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos\left(\frac{2k\pi t}{n}\right) \quad ۸$$

$$B_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin\left(\frac{2k\pi t}{n}\right) \quad ۹$$

در روابط فوق، k همان تعداد (شماره) موج‌ها می‌باشد. چون هر موج یک فراز و یک فرود دارد، پس به تعداد نصف طول سری (n)، موج (k) وجود خواهد داشت، یعنی $k = \frac{n}{2}$. حال اگر طول سری زمانی فرد باشد تعداد موج‌ها بدین صورت خواهد بود:

$$k = \frac{(n-1)}{2} \quad ۱۰$$

پس از محاسبه‌ی همسازها، میزان واریانس که توسط هر موج توجیه می‌شود از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$R_k^2 = \frac{n}{2} C_k^2 \quad ۱۱$$

در رابطه‌ی فوق R_k^2 همان قدرت کنترل موج k ام می‌باشد. برای تشخیص معنی‌داری یا عدم معنی‌داری واریانس یک موج خاص و یا معنی‌داری یک موج، از آزمون χ^2 دو استفاده می‌شود. آماره χ^2 مشاهده‌ای (محاسبه‌ای) از رابطه‌ی زیر حاصل می‌شود:

$$\chi_0^2 = \frac{R_k^2}{R_{k(E)}^2} \quad ۱۲$$

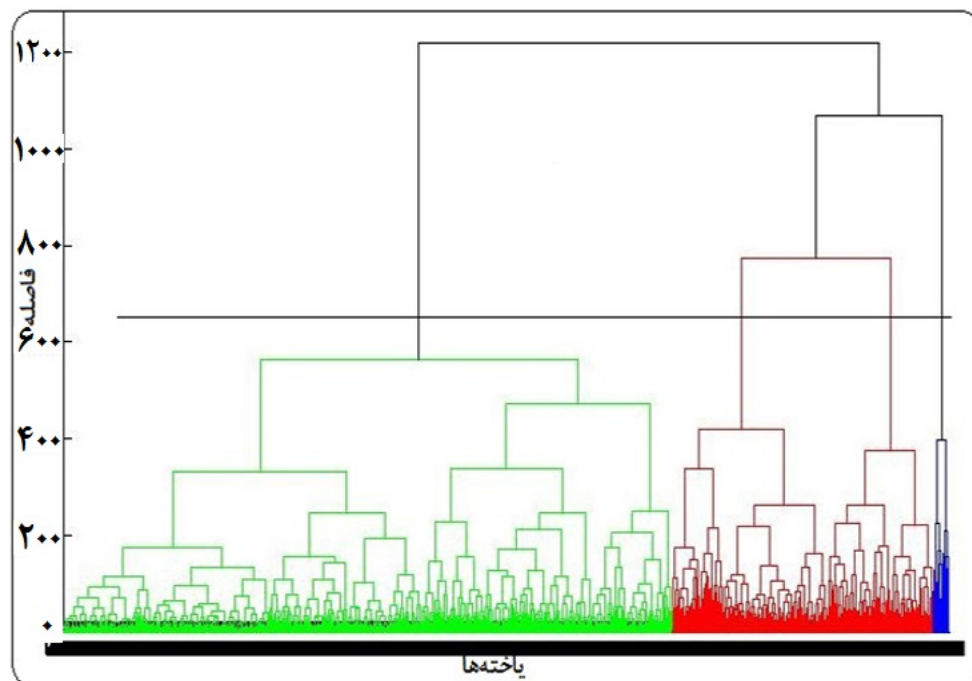
در معادله بالا $R_{k(E)}^2$ قدر کنترل مورد انتظار است که بدین صورت به دست می‌آید:

$$R_{k(E)}^2 = \frac{\sum_{k=1}^m R_k^2}{m} \quad ۱۳$$

در اینجا، m تعداد موج‌ها و k شماره موج است. آماره‌ی χ_0^2 جدول، در سطح اطمینان مشخص و با درجه آزادی $df = \frac{2n}{m} - 0.5$ به دست می‌آید و واریانس هر موج تحت فرضیات زیر آزمون می‌شود

وجود بالاترین آستانه بارش شدید ۱۵۴/۹۶ میلی‌متر می‌باشد (جدول ۳). این در حالی می‌باشد که بعضی از محققان در بیان علل رخداد بارش‌های شدید این ناحیه علاوه بر سیستم کم‌فشار دریای مدیترانه، زبانه کم‌فشار سودانی نقش بسزایی دارد (عزیزی و همکاران ۱۳۸۵: ۱۶-۱۳).

مطالعه‌ی نظری‌پور و همکاران تأییدی بر گفته‌ی فوق می‌باشد (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۳۳-۱۱۹). چولگی مثبت آستانه بیانگر این است که مکان‌هایی که آستانه بارش شدید آنها کمتر از میانگین مکانی این ناحیه است، بیشتر از مساحت‌هایی می‌باشد که میانگین آنها بالاتر از میانگین آستانه می‌باشد. با این



شکل ۳: دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی آستانه‌های بارش شدید

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

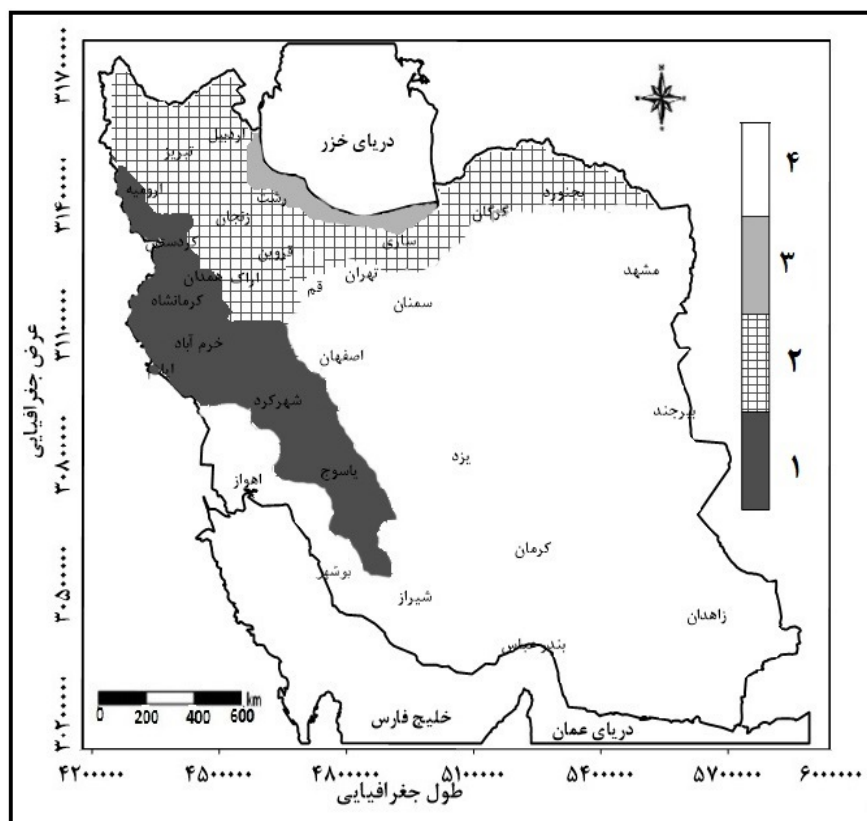
کشور چرخه‌های کوتاه‌مدت ۲ تا ۸ ساله حاکم می‌باشد (شکل ۵ و جدول ۳).

ناحیه دوم: (ناحیه با آستانه بارش شدید متوسط و ضریب تغییرات متوسط): این ناحیه که ۱۷/۵۲ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد شامل قسمت‌هایی از شمال شرق، کمربند شمال و شمال غرب کشور می‌باشد. میانگین آستانه‌های بارش شدید در این ناحیه از کشور ۵/۱۴ میلی‌متر می‌باشد. این بدین معنی می‌باشد که اگر در این بخش از کشور بارش بالاتر از

توزیع مکانی گرانیگاه آستانه‌های بارش شدید به صورت نواری با جهت شمال غرب و جهت شرق در امتداد کوه‌های زاگرس کشیده شده است (شکل ۵). عدم فشردگی این گرانیگاه بیانگر این است که آستانه‌های بارش شدید در این نواحی از الگوی نامنظم و ناهمگنی تبعیت می‌کند. تحلیل چرخه‌های آستانه بارش شدید در این نواحی نشان می‌دهد که آستانه‌های بارش شدید در شماره چرخه ۵ و ۱۵ با دوره‌ی بازگشت معادل ۸ و ۲ ساله می‌باشد. بنابراین بر این ناحیه از

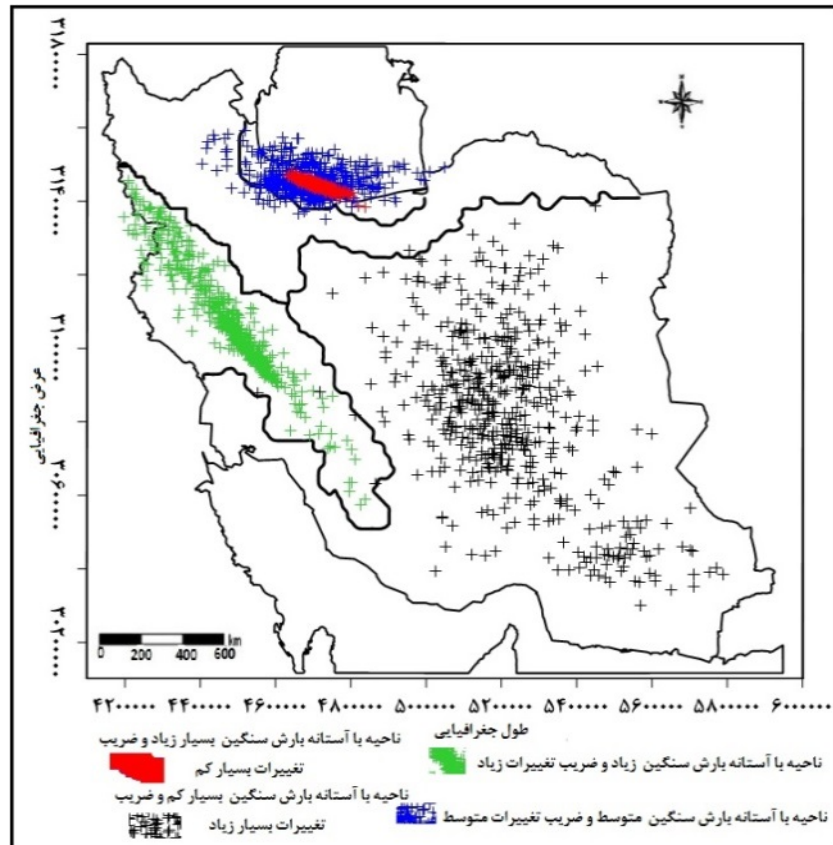
ناحیه‌ی مطالعاتی که توسط بعضی از محققان انجام شده است بیانگر وجود یک ناوه‌ی عمیق در شمال شرق اروپا و امتداد یافتن محور آن بر روی دریای خزر موجب فرارفت هوای سیبری (C.P) از عرض‌های شمالی بر روی دریای خزر گردیده است بطوری که هم‌زمانی عوامل مذکور و تشدید حداکثر اختلاف حرارتی بین هوای سرد قطبی و سطح آب دریا در این فصل، در این منطقه ایجادکننده‌ی بارش سیل‌آسا و شدید فوق می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۱-۱).

این آستانه رخ دهد بارش شدید به حساب می‌آید. هر چند که ضریب تغییرات این بخش از کشور نسبت به ناحیه‌ی اول کمتر می‌باشد اما ۹۶/۶ درصد معرف تغییرپذیر زیاد آستانه‌ها در این ناحیه می‌باشد. همانند ناحیه‌ی اول چولگی و کشیدگی آستانه‌های بارش شدید مثبت می‌باشد. البته فشردگی تقریبی مرکز ثقل آستانه‌ها بیانگر این است که الگوی حاکم بر آستانه‌ها نسبت به ناحیه‌ی اول از مکانیسم منظم‌تری پیروی می‌کند (شکل ۴). در بیان علل بارش‌های شدید در این



شکل ۴: نقشه‌ی نهایی نواحی آستانه‌های بارش شدید ایران به روش تحلیل خوشه‌ای

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۵: گرانیگاه و مرکز میانگین آستانه‌های بارش شدید در نواحی مختلف

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

جدول ۱: مساحت تحت پوشش نواحی آستانه‌های بارش شدید

درصد مساحت	ناحیه	
۱۱/۸۳۴۸	ناحیه با آستانه بارش شدید زیاد و ضریب تغییرات زیاد	۱
۱۷/۵۲۱۳	ناحیه با آستانه بارش شدید متوسط و ضریب تغییرات متوسط	۲
۱/۸۷۱۲	ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار زیاد و ضریب تغییرات بسیار کم	۳
۶۸/۷۷۲۸	ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار کم و ضریب تغییرات بسیار زیاد	۴

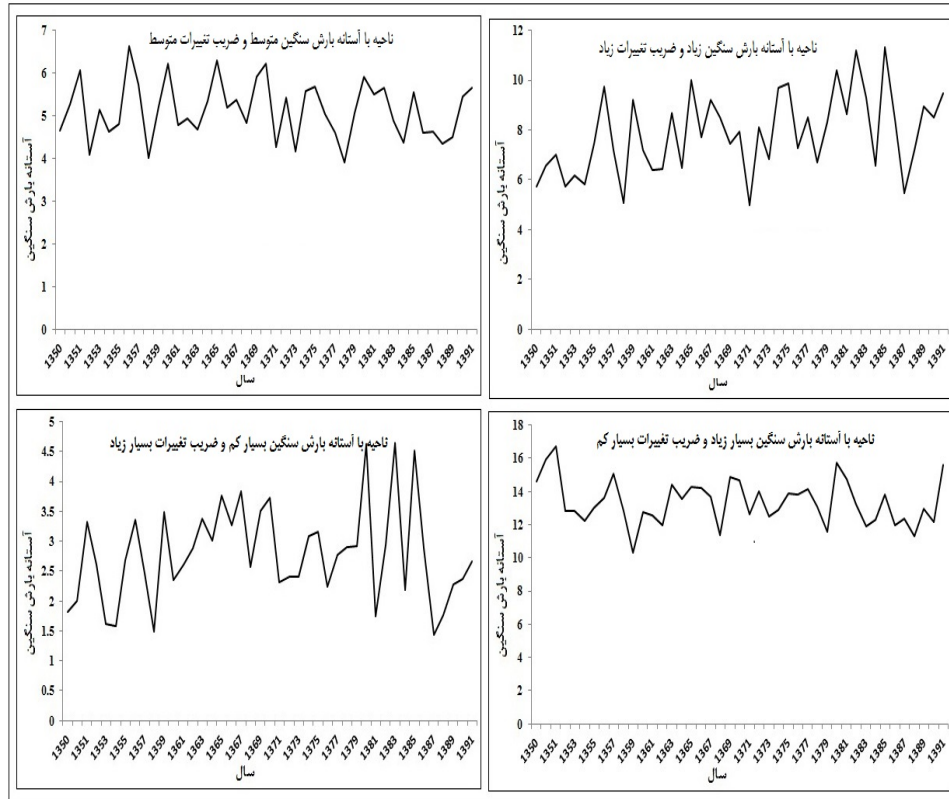
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

عمومی‌جو و جریان‌مداری و سایر فرایندهای اقلیمی -
 اقیانوسی نسبت داده‌اند Lana et al, 2005: 183-198
 (Hartman et al 2008: 155-163).

آستانه‌های بارش این منطقه دارای چرخه‌ی میان مدت ۹ ساله با احتمال وقوع ۲۰۹/ و واریانس ۳/۸۸ می‌باشد. بیشتر دانشمندان این چرخه‌ها را به ال‌نینو نوسانات جنوب^۱ و تغییرات دوسالانه^۲ الگوی بزرگ مقیاس گردش

ناحیه سوم (ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار زیاد و ضریب تغییرات بسیار کم): این ناحیه از کشور با وجود مساحت کمتر در بین سایر نواحی کشور از بالاترین آستانه برای بارش شدید برخوردار است بطوری که میانگین آستانه‌های بارش شدید در این ناحیه از کشور بطور متوسط $۱۳/۳$ میلی‌متر می‌باشد (جدول ۲). این در حالی می‌باشد که این آستانه در بخش‌های دیگر کشور ممکن است باعث خسارت‌های اقتصادی و مالی شود. ولی مشاهده می‌شود که پایین‌تر از این آستانه در این بخش از کشور یک بارش عادی به حساب می‌آید. در بین نواحی دیگر کمترین ضریب تغییرات را دارد به طوری که فشردگی مرکز ثقل میانگین گویای این امر است. این درحالی است که میانگین سری زمانی آستانه‌های بارش شدید طی دوره مورد مطالعه نسبت به نواحی دیگر نوسانات کمتری را دربر داشته است (شکل ۵). با مراجعه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که بالاترین آستانه بارش شدید با $۱۶۸/۰۸$ میلی‌متر در این ناحیه رخ داده است. تحلیل چرخه‌های آستانه بارش شدید در این نواحی بیانگر این است که چرخه‌ی میان‌مدت با دوره‌ی بازگشت ۱۴ ساله بر آستانه بارش شدید این بخش از کشور حاکم است (جدول ۳). با این وجود بعضی از محققان معتقدند که بارش‌های شدید این ناحیه در سه الگوی پرفشار، کم‌فشار و زوجی جا می‌گیرند بطوری که استقرار مرکز پرفشاری بر غرب دریای خزر و وجود تاوایی منفی روی دریا در ترازهای تحتانی جو همراه با جریان‌های شدید و غالب شمالی-جنوبی، از عوامل اصلی ایجاد بارش‌های شدید و حدی پاییزه در همه‌ی الگوهای همدیدی بارش‌زای خزری محسوب می‌شود (عربی، ۱۳۸۷: ۱۵-۱).

ناحیه‌ی چهارم: (ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار کم و ضریب تغییرات بسیار زیاد): این ناحیه از ایران که تقریباً نزدیک به ۷۰ درصد از مساحت آن را تشکیل می‌دهد نواحی مرکزی، جنوب شرق و قسمت‌هایی از جنوب و جنوب غرب را شامل می‌شود. میانگین آستانه بارش شدید در این نواحی $۲/۸$ میلی‌متر می‌باشد؛ بنابراین اگر بارشی بالاتر از این آستانه در این نواحی رخ دهد یک بارش شدید به حساب می‌آید. این درحالی است که این آستانه برای نواحی دیگر ایران یک بارش عادی محسوب می‌گردد. در بین نواحی آستانه‌های بارش شدید ایران بیشترین ضریب تغییرات را این ناحیه دارد بطوری که پراکندگی مرکز میانگین و گرانیگاه آستانه‌های بارش شدید بیانگر این امر است؛ بنابراین می‌توان گفت که برخلاف ناحیه‌ی سوم که الگوی منظمی بر آن حاکم بود در این نواحی الگوی ناهنجار و نامنظمی بر آستانه‌های بارش شدید حاکم است. بررسی و تحلیل چرخه‌های بارش شدید در این نواحی نشان داد که آستانه‌های بارش شدید این نواحی در شماره چرخه‌های ۹ و ۱۶ به ترتیب دارای دوره بازگشتی کوتاه‌مدت ۲ و ۴ ساله می‌باشد. سری زمانی آستانه‌های بارش شدید طی دوره ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۰ در شکل ۶ برای این نواحی ترسیم شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود این آستانه طی سال‌های مختلف دچار نوسانات زیادی شده‌اند بطوری که این نوسانات را می‌توان به تغییر در واریانس‌های نسبت داد. همانند سایر نواحی دیگر آستانه‌های بارش شدید دارای چولگی مثبت می‌باشد (جدول ۲). بالاترین آستانه بارش‌شدیدی که در این نواحی رخ داده است $۹۸/۵$ میلی‌متر می‌باشد.



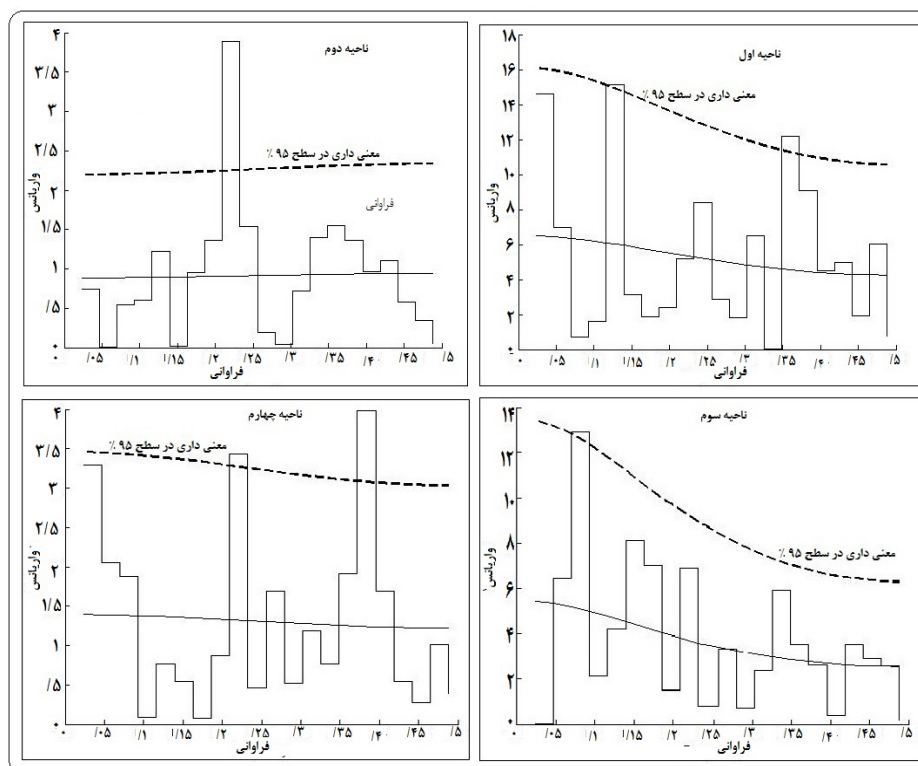
شکل ۶: میانگین آستانه‌های بارش شدید در نواحی مختلف

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

جدول ۲: مشخصات توصیفی آستانه‌های بارش شدید ایران در نواحی مختلف طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۴۰

مشخصات	ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳
میانگین	۷/۸۵	۵/۱۴	۲/۸۰
انحراف معیار	۹/۹۷	۴/۹۷	۴/۹۶
ضریب تغییرات	۱۲۶/۹۳	۹۶/۶	۱۷۷/۱۳
بیشینه	۱۶۴/۹۶	۱۵۶/۴۸	۹۸/۵
کمینه	۰	۰	۰
چولگی	۱/۸۷	۱/۸	۳/۷
کشیدگی	۸/۶۰	۱۲/۰۸	۲۶/۲۴
دامنه تغییرات	۱۶۴/۹۶	۱۵۶/۴۸	۹۸/۵
میانه	۴/۲۴	۴/۰۴	۰/۶۱۵

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۷: دندروگرام آستانه‌های بارش شدید برای نواحی مختلف ایران طی دوره ۱۳۴۰-۱۳۹۰
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

جدول ۳: مشخصات چرخه‌های آستانه بارش‌های شدید ایران طی دوره ۱۳۴۰-۱۳۹۰

ایستگاه	شماره چرخه معنی‌دار	بسامد (احتمال)	دوره بازگشت	واریانسی
ناحیه ۱	۵	۰/۱۱۶۲۷	۸	۱۵/۱۱
	۱۵	۰/۳۴۸۸	۲/۸	۱۲/۱۶
ناحیه ۲	۹	۰/۲۰۹۳	۴/۷	۳/۸۸
ناحیه ۳	۳	۰/۰۶۹۸	۱۴	۱۲/۹
ناحیه ۴	۹	۰/۲۰۹۳	۴/۷	۳/۴۳
	۱۶	۰/۳۷۲۱	۲/۶	۳/۹۸

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۴

نتیجه

ویژگی آب و هوای خاص خود، محرز بوده و همواره یکی از عواملی بوده که در نواحی مختلف جغرافیایی آثار زیادی داشته است. از این رو برای دستیابی به این هدف به بررسی و تحلیل آستانه‌های بارش شدید پرداخته شده است. بدین منظور در هر ماه از هر سال براساس صدک ۹۵ آستانه بارش شدید برای هر یاخته

بررسی و شناخت نواحی آستانه بارش‌های شدید از اهمیت بسزایی برخوردار است. بطوری‌که شناخت نواحی آستانه بارش‌های شدید، به برنامه‌ریزی برای این گونه مخاطرات کمک شایان می‌کند. اهمیت بارش‌های شدید و گاهی سیل‌آسا برای کشوری مانند ایران با

نکته‌ی مهمی که باید توجه داشت این است که شباهتی در چرخه‌های غالب این منطقه از کشور مشاهده نمی‌شود این امر گویای این مطلب است که چرخه‌های غالب این قسمت از کشور تحت تأثیر سامانه‌ی کلان مقیاس جوی اقیانوسی یکسان نیست. بطوری که می‌توان گفت آستانه‌های بارش شدید این منطقه علاوه بر اینکه از شرایط محلی تأثیر می‌پذیرد، از عوامل کلان مقیاس تأثیر می‌پذیرد. این در حالی است که نتایج اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی آستانه بارش شدید ایران نشان داد آستانه بارش شدید در چهار ناحیه قابل بررسی می‌باشد:

ناحیه‌ی اول امتداد کوه‌های زاگرس و بخش‌هایی از جنوب‌غرب به ویژه لرستان و کردستان را دربرمی‌گیرد. ناحیه‌ی دوم به‌صورت نواری در نیمه شمالی کشور بجز دریای خزر یعنی از شمال غرب تا شمال شرق کشور به‌صورت شرق به غرب کشیده شده است.

ناحیه‌ی سوم شامل کرانه‌های ساحلی دریای خزر می‌باشد. بالاخره ناحیه‌ی چهارم که مساحت خیلی زیادی از کشور را در برمی‌گیرد نواحی مرکزی، جنوب شرق و بخش‌هایی از جنوب و جنوب غرب کشور را شامل می‌شود.

ج- نتایج حاصل از تحلیل چرخه نشان داد که در هر چهار ناحیه در مجموع بیشتر چرخه‌های کوتاه‌مدت ۲ تا ۴ ساله بر آستانه‌های بارش این منطقه حاکم بوده است. این نتایج با نتایج مطالعه‌ی عساکره و همکاران (۱۳۹۳) که بیشتر بر روی آب قابل بارش، عساکره و رزمی (۱۳۹۲) بر روی بارش شمال غرب انجام شده است مطابقت دارد. همچنین مطالعه‌ای که علیجانی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی بارش ایران انجام دادند بیانگر این بوده است که چرخه‌های کوتاه مدت ۲ تا ۸ ساله بیشترین حاکمیت را داشته است؛ تاییدی دیگر بر نتایج این مطالعه می‌باشد.

استخراج گردیده است که در مجموع ماتریسی به ابعاد (۶۰۰×۸۲۳۰) تشکیل و به عنوان پایگاه داده در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این بوده است که:

الف- بررسی نتایج حاصل از اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی آستانه بارش‌های شدید نشان داد که بارش‌های شدید در کشور بر چهار ناحیه قابل تقسیم می‌باشد. ناحیه با آستانه بارش‌های شدید زیاد و ضریب تغییرات زیاد (ناحیه‌ی اول)، ناحیه با آستانه بارش شدید متوسط و ضریب تغییرات متوسط (ناحیه‌ی دوم)، ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار زیاد و ضریب تغییرات بسیار کم (ناحیه‌ی سوم) و ناحیه با آستانه بارش شدید بسیار کم و ضریب تغییرات بسیار زیاد (ناحیه‌ی چهارم).

ب- کشور ایران به دلیل برخورداری از توپوگرافی متنوع دارای شرایط اقلیمی پیچیده می‌باشد. همین شرایط توپوگرافی خاص در کنار سایر عوامل محیطی دیگر سبب شکل‌گیری اقلیم‌های متنوع شده است. بطوری که به گفته بیشتر محققان تفکیک اقلیمی ایران بیشتر ناشی از توپوگرافی خاص آن است. این درحالی است که ناحیه‌بندی آستانه‌های بارش شدید ایران بیشتر از عوامل محلی به ویژه توپوگرافی و دوری و نزدیکی به دریا تأثیر می‌پذیرد.

این نتایج با نتایج مطالعه مسعودیان (۱۳۹۱) و علیجانی (۱۳۸۶) و همچنین عساکره (۱۳۸۸) مطابقت دارد. با این وجود نتایج بیانگر این است که به دلیل تأثیر توپوگرافی آستانه‌های بارش شدید از تغییرپذیری بالایی برخوردار است. با این وجود مناطق کوهستانی، ناحیه‌ی مناسبی برای تشدید و گسترش بارندگی و گاهی جاری شدن سیل می‌باشد زیرا آثار کوهستان‌ها در جذب رطوبت هوا، نقش مهمی را در افزایش ریزش‌های جوی ایفا می‌کند.

منابع

- علیجانی، بهلول؛ مهدی دوستکامیان؛ علی بیات؛ سعید بلیانی؛ هدیه بخشی (۱۳۹۳) تحلیل سری‌های زمانی بارش ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز. شماره ۲.
- علیجانی، بهلول (۱۳۹۰). تحلیل فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. شماره ۲۰. صفحات ۳۰-۹.
- علیجانی، بهلول؛ مجید جاوری (۱۳۸۶). تحلیل آماری و همبستگی بارندگی آذربایجان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۵۴۹. صفحات ۲۱۷-۲۰۲.
- محمدی، بختیار؛ ابوالفضل مسعودیان (۱۳۸۹). تحلیل همبستگی بارش‌های شدید ایران، جغرافیا و توسعه. شماره ۱۹. صفحات ۷۰-۴۷.
- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۷). شناسایی شرایط همبستگی همراه با بارش‌های شدید ایران، بر روی بارش‌های یک روزه بیش از صد میلی‌متر، کنفرانس مدیریت منابع آب. دانشگاه تبریز. ۲۵-۲۳ مهرماه ۱۳۸۷.
- مفیدی، عباس؛ آذر زرین؛ غلامرضا جانباز قبادی (۱۳۸۶). تعیین الگوی همبستگی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله فیزیک زمین و فضا. شماره ۳. صفحات ۱۵۴-۱۳۱.
- نظری‌پور، حمید؛ مهدی دوستکامیان؛ علی بیات؛ آرزو اسدی (۱۳۹۳). ناحیه‌بندی اقلیمی جنوب و جنوب غرب ایران با رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای. سال چهارم. شماره ۱۵. صفحات ۱۳۲-۱۱۹.
- Alexander, L. V., and 23 Co-authors (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *J. Geophys. Res.*, 111, D05109, doi: 10.1029/2005/JD006290
- Groisman, P. Y., Knight, R. W., Easterling, D. R., Karl, T. R., Hegerl, G. C., and Razuvaev, V. N (2005). Trends in intense precipitation in the climate record, *J. Climate.*, 18, 1326-1350.
- خورشید دوست، علی محمد؛ علی اصغر شیرزاد (۱۳۹۳). بررسی و تحلیل بارش‌های ناحیه شمال غرب ایران با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تجزیه تابع تشخیص، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز. شماره ۴۹. صفحات ۱۱۸-۱۰۱.
- عربی، زهرا (۱۳۸۷). تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۶-۲۱ تیرماه ۱۳۸۷ در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۶. صفحات ۱۵-۱.
- عزیزی، قاسم؛ معصومه نیری؛ شیما جلیلیان (۱۳۸۵). تحلیل همبستگی بارش‌های شدید در غرب کشور (مطالعه مورد: بارش دوره‌ی ۱۴-۷ مارس ۲۰۰۵، ۱۶ تا ۲۴ اسفند ۱۳۸۵)، فصلنامه جغرافیایی طبیعی. شماره ۴. صفحات ۱۸-۱.
- عساکره، حسین (۱۳۸۸). تحلیل طیفی سری‌های زمانی دمای سالانه تبریز تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳. صفحات ۵۰-۳۳.
- عساکره، حسین؛ مهدی دوستکامیان (۱۳۹۴). تحلیل چرخه‌های آب قابل بارش جو در ایران زمین، پژوهش‌های جغرافیایی تهران. شماره ۱۲. صفحات ۴۴۴-۴۳۵.
- عساکره، حسین؛ مهدی دوستکامیان (۱۳۹۳). تغییرات زمانی و مکانی آب قابل بارش جو ایران، تحقیقات منابع آب ایران. شماره ۱. صفحات ۸۵-۷۲.
- علیجانی، بهلول؛ پیمان محمودی؛ عبدالجبار چوگان؛ مرتضی بیشه‌نیاسر (۱۳۹۰). بررسی ساختار تداوم دو وضعیتی بارش‌های سالانه جنوب ایران با استفاده از مدل وضعیت نهان زنجیره‌ای مارکوف، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۲۵. صفحات ۲۰-۱.
- علیجانی، بهلول؛ محمود خسروی؛ مرتضی اسمعیل‌نژاد (۱۳۸۹). تحلیل همبستگی بارش‌های شدید ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران، پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. شماره سوم. صفحات ۱۲-۱.

- Lana, M. D. Martinez, C. Serra, and A. Burguen (2005). "Periodicities and irregularities of indices describing the daily pluviometric regime of the Fabra Observatory (NE Spain) for the years 1917-1999" *Theor. Appl. Climate*. 82, PP:183-198.
- Mohapatra. M, Mohanty. U C (2005). some characteristics of very heavy rainfall over Orissa during summer monsoon season, *J. Earth Syst. Sci.*, 114, No. 1, February 2005, PP:17-36
- Olga Matlik&Pisa Post (2008). Synoptic Weather types that have caused heavy Precipitation in Estonia in the period 1961-2005, *Estonia Journal of Engineering*, Vol 4, PP:195-208.
- Petra, seibert, Andreas frank and Herbert forayers (2005). Synoptic and Regional Patterns of heavy precipitation in Austria, *Institute of Meteorology, university of Natural resource and Applied life science Vienna*, Vol 8, PP: 17-36.
- Harnack, R. P., Apffel, K., and Joseph, R. C (2000). Heavy Precipitation Events in New Jersey: Attendant Upper-Air Conditions, *Weather. Forecast.* 14, 933-954.
- Hartmann, S. Becker, and L. King (2008). "Quasi-periodicities in Chinese precipitation time series" *Theor. Appl. Climatology*. 92, 155-163.
- Haylock, M., and Nicholls, N (2006). Trends in extreme rainfall indices for an updated high quality data set for Australia, 1910-1998, *Int. J. climatology.*, 20, PP: 1533-1541.
- Wilks S. Daniele (2006), *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, publishing service manager, PP: 236
- Karl, T. R., Knight, R. W., Easterling, D. R., and Quayle, R. G (1996). Indices of Climate change for the United States, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 77, PP: 279-291.

