

## بررسی تغییرات فصل پذیری و ناهنجاری های بارش فصلی در ایران طی دوره ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶

شیرین زرین کمر مجد و پری سیما کتیرایی بروجردی\*

گروه هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۵

### چکیده

تغییر اقلیم و پیامدهای آن از مهم ترین موضوعات زندگی بشر در دهه های اخیر است. تغییر در توزیع درون سالانه بارش و فصل پذیری می تواند نمودی از تغییر اقلیم باشد. علاوه بر آن تغییر در فصل پذیری و تاخیر یا تقدم بارش های فصلی برای تصمیم گیری های کلان در زمینه های کشاورزی و هیدرولوژی تاثیر زیادی دارد. در پژوهش حاضر برای بررسی چگونگی توزیع درون سالانه بارش به صورت کمی، ابتدا شاخص فصل پذیری و همچنین ناهنجاری های نرمال شده بارش فصلی در ۳۳ ایستگاه سینوپتیک در سراسر ایران محاسبه و چگونگی توزیع مکانی و فصل پذیری ایستگاه ها در ایران مطالعه و سپس روند تغییرات آن طی دوره ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶ با استفاده از آزمون من-کندال بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که ایستگاه گرگان در جنوب شرق دریای خزر کوچکترین و ایستگاه بندرعباس در جنوب و کنار خلیج فارس بزرگترین فصل پذیری را دارند. طی دوره آماری مورد بررسی در اغلب ایستگاه ها تمایل به تمرکز بارش در بعضی ماه های خاص وجود دارد (روند افزایشی تنها در سه ایستگاه معنی دار است). از طرفی بیشینه فصل پذیری در اغلب ایستگاه ها پس از دهه ۱۹۹۰ در ایران مشاهده شده است. روند ناهنجاری های بارش فصلی در هر چهار فصل در مناطق شمال غربی منفی است اما در مناطق مرکزی و غربی روند تغییرات ناهنجاری ها در اکثر ایستگاه ها مثبت است. بیشترین تعداد روند معنی دار مربوط به فصل زمستان است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، ناهنجاری بارش، شاخص فصل پذیری، روند فصل پذیری، روند ناهنجاری بارش

\*نگارنده پاسخگو: [sima\\_katiraie@yahoo.com](mailto:sima_katiraie@yahoo.com)

## مقدمه

بارش و تغییرات آن از جنبه های مختلف بر اقتصاد جوامع تاثیر داشته و کشورها سالانه بهای سنگینی برای پدیده های مختلف اعم از سیل و خشکسالی و حتی بارش های نه چندان شدید ولی در زمان غیر قابل انتظار می پردازند. بنابراین آگاهی از چگونگی تغییرات بارش در آینده دور و نزدیک و آمادگی برای آن یکی از مهم ترین هدف های اداره کنندگان یک کشور است. از طرفی کلید اصلی پیش بینی تغییرات اقلیم و کمیت های اصلی آن (دما و بارش) آگاهی از تغییرات این کمیت ها در گذشته است. در این راستا بررسی های متعددی درباره تغییرات بارش (از حیث مقدار و شدت و بارش های حدی) در مناطق مختلف جهان (Karl & Knight, 1998; Guo et al., 2016) و ایران (کتیرایی بروجردی و همکاران، ۱۳۸۶؛ ایران نژاد و همکاران، ۱۳۸۸) انجام شده است. پاره ای از بررسی ها در باره روند تغییرات مقدار بارش اعم از سالانه و فصلی به تغییرات شدت بارش و رویدادهای حدی بارش پرداخته اند. اما بسته به کاربرد و اهمیت آن در زمینه های متفاوت (به ویژه در زمینه کشاورزی و هیدرولوژی) مطالعه تغییرات و ناهنجاری های بارش فصلی و روند آن نیز در سایر نقاط جهان انجام شده است (Turkes, 1996; De Luis et al., 2010; Gitau et al., 2000; De Luis et al., 2010; Sumner et al., 2016). از جمله نتایج بررسی های Sumner (۱۹۸۸)، Sumner و همکاران (۲۰۰۱) در اسپانیا نشان دهنده تغییر کمی فصل پذیری بارش و رژیم بارش در طولانی مدت است که می تواند نمودی از تغییر اقلیم باشد. همچنین مطالعات González-Hidalgo و همکاران (۲۰۰۱) نشان دهنده خشکی تدریجی در فصل پاییز و افزایش تغییر پذیری درون سالانه زمستانی و تابستانی در والنسیا اسپانیا است. Bari و همکاران (۲۰۱۶) شاخص فصل پذیری و روند آن را در بنگلادش بررسی و نتیجه گرفتند که کمترین تغییرپذیری مربوط به فصل مانسون و بیشترین آن مربوط به فصل زمستان است.

بررسی های مختلفی نیز در مورد روند بارش سالانه، فصلی و همچنین شاخص های حدی بارش های روزانه بر روی ایران انجام شده است (کتیرایی بروجردی و همکاران ۱۳۸۶، حجام و همکاران ۱۳۸۷، علیجانی و همکاران ۱۳۹۱). نتایج آنها نشان دهنده روند بارش سالانه و زمستانی منفی در منطقه غرب، شمال غرب ایران است. به طوری که بررسی ها نشان می دهد، مطالعه بارش فصلی و تغییرات آن در ایران تنها محدود به روند مقدار بارش سالانه و فصلی است و به نظر می رسد تاکنون بررسی در مورد روند تغییرات ناهنجاری های بارش فصلی و چگونگی توزیع درون سالانه آن (فصل پذیری) انجام نگرفته است. از طرفی توزیع مکانی تغییرات ناهنجاری های بارش پیوسته تر (از نظر مکانی) از توزیع بارش است (Harris, 2014). لازم به ذکر است آگاهی از این تغییرات و احتمال ادامه این روند در آینده کاربرد های مختلفی از جمله در زمینه های کشاورزی (تغییر الگوی کشت) و هیدرولوژی دارد. در تحقیق حاضر برای بررسی چگونگی توزیع درون سالانه بارش ابتدا شاخص های فصل پذیری و همچنین ناهنجاری های نرمال شده بارش در ۳۳ ایستگاه سینوپتیک محاسبه و سپس روند تغییرات آن طی دوره ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶ بررسی شده است. چون تغییر اقلیم ممکن است بر توزیع درون سالانه در تاخیر یا تقدم بارش های فصلی تاثیر گذار باشد، بررسی این موضوع در تصمیم گیری برای برنامه ریزی های کشاورزی و هیدرولوژی اهمیت دارد.

## مواد و روش ها

## داده ها

داده های "بارش ماهانه" جمع آوری شده از ۳۳ ایستگاه سینوپتیک ایران طی دوره ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶، مجموعه داده های مورد بررسی در این پژوهش را تشکیل می دهد. از آنجا که منطقه شمال ایران (یعنی حاشیه دریای مازندران) از نظر طبقه بندی اقلیمی جزو مناطق مرطوب به شمار می رود و تقریباً در تمام ماه های سال بارندگی دارد یکی از مناطق اصلی بررسی و منطقه شمال غرب که طبق مطالعات پیشین دارای روند کاهشی بارش

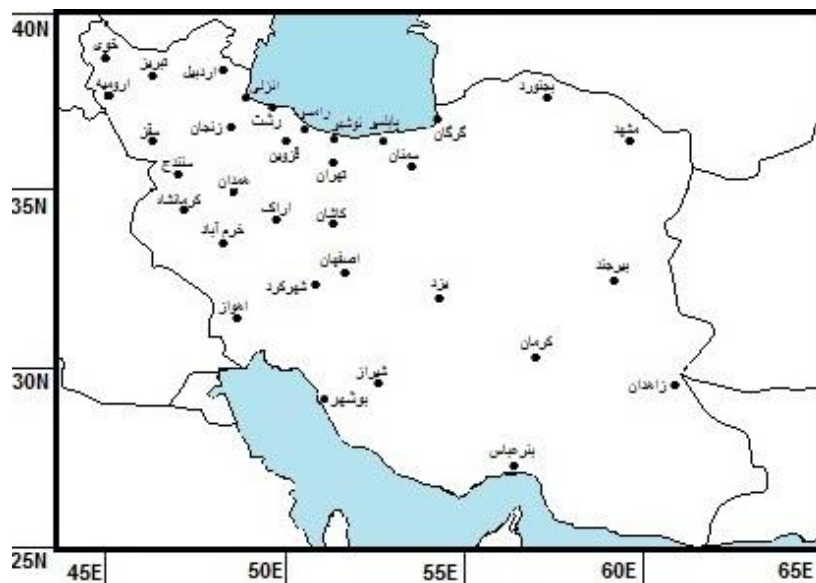
سوم رژیم بارش پاییزی که از دو رژیم دیگر کاملاً متمایز است. بارش در بین فصول سال به صورت تقریباً متعادل تقسیم شده است اما بارش های پاییزه از سهم بالاتری برخوردارند (مسعودیان و عطایی، ۱۳۸۴). بنابراین ۳۳ ایستگاه که شامل انواع رژیم های بارندگی هستند در کل ایران برای بررسی در نظر گرفته شده اند. مشخصات ایستگاه ها در جدول (۱) و موقعیت جغرافیایی آنها در شکل (۱) نشان داده شده است.

زمستانی و عمدتاً بارش در چند ماه خاص سال اتفاق می افتد، دومین منطقه اصلی در نظر گرفته شده است. پراکندگی جغرافیایی قلمرو رژیم های بارندگی در ایران نشان می دهد که تفاوت این رژیم ها عمدتاً متأثر از عرض جغرافیایی و توپوگرافی است. سه رژیم بارش اصلی در ایران دیده می شود. نخست رژیم بارش زمستانی است. بیش از نیمی از بارش سالانه در زمستان رخ می دهد. دوم رژیم بارش بهاری-زمستانی است که در آن سهم زمستان و بهار از بارش سالانه تقریباً برابر است و

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه های مورد بررسی طی دوره ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶

ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی (درجه ، دقیقه)	عرض جغرافیایی (درجه ، دقیقه)	نام ایستگاه	
۱۷۰۸	۴۹ ۴۶	۳۴ ۰۶	اراک	۱
۱۳۳۲	۴۸ ۱۷	۳۸ ۱۵	اردبیل	۲
۱۳۱۵/۹	۴۵ ۰۵	۳۷ ۳۲	ارومیه	۳
۱۵۵۰/۴	۵۱ ۴۰	۳۲ ۳۷	اصفهان	۴
-۲۶/۲	۴۹ ۲۸	۳۷ ۲۸	انزلی	۵
۲۲/۵	۴۸ ۴۰	۳۱ ۲۰	اهواز	۶
-۲۱	۵۲ ۳۹	۳۶ ۴۳	بابلسر	۷
۱۰۹۱	۵۷ ۱۹	۳۷ ۲۸	بجنورد	۸
۹/۸	۵۶ ۲۲	۲۷ ۱۳	بندرعباس	۹
۱۹/۶	۵۰ ۵۰	۲۸ ۵۹	بوشهر	۱۰
۱۴۹۱	۵۹ ۱۲	۳۲ ۵۲	بیرجند	۱۱
۱۳۶۱	۴۶ ۱۷	۳۸ ۰۵	تبریز	۱۲
۱۹۵۱	۵۱ ۱۹	۳۵ ۴۱	تهران(مهرآباد)	۱۳
۱۱۴۷/۸	۴۸ ۱۷	۳۳ ۲۶	خرم آباد	۱۴
۱۱۰۳	۴۴ ۵۸	۳۸ ۳۳	خوی	۱۵
-۲۰	۵۰ ۴۰	۳۶ ۵۴	رامسر	۱۶
۳۶/۷	۴۹ ۳۹	۳۷ ۱۲	رشت	۱۷
۱۳۷۰	۶۰ ۵۳	۲۹ ۲۸	زاهدان	۱۸
۱۶۶۳	۴۸ ۲۹	۳۶ ۴۱	زنجان	۱۹
۱۵۲۲/۸	۴۶ ۱۶	۳۶ ۱۵	سقز	۲۰
۱۱۳۰/۸	۵۳ ۳۳	۳۵ ۳۵	سمنان	۲۱
۱۳۷۳/۴	۴۷ ۰۰	۳۵ ۲۰	سنندج	۲۲

۲۰۴۸/۹	۵۰ ۵۱	۳۲ ۱۷	شهرکرد	۲۳
۱۴۸۴	۵۲ ۳۶	۲۹ ۳۲	شیراز	۲۴
۱۹۵۹	۵۰ ۰۳	۳۶ ۱۵	قزوین	۲۵
۹۸۲/۳	۵۱ ۲۷	۳۳ ۵۹	کاشان	۲۶
۱۷۵۳/۸	۵۶ ۵۸	۳۰ ۱۵	کرمان	۲۷
۱۳۱۸/۶	۴۷ ۰۹	۳۴ ۲۱	کرمانشاه	۲۸
۱۳/۳	۵۴ ۱۶	۳۶ ۵۱	گرگان	۲۹
۹۹۹/۲	۵۹ ۳۸	۳۶ ۱۶	مشهد	۳۰
-۲۰/۹	۵۱ ۳۰	۳۶ ۳۹	نوشهر	۳۱
۱۷۴۱/۵	۴۸ ۳۲	۳۴ ۵۲	همدان	۳۲
۱۲۳۷/۲	۵۴ ۱۷	۳۱ ۵۴	یزد	۳۳



شکل ۱- محل ۳۳ ایستگاه مورد بررسی در نقشه ایران

### شاخص فصل پذیری

در بررسی فصل پذیری بارش در گذشته عمدتاً تأکید روی تعریف نمودن فصل های "خشک" و "مرطوب" به صورت مطلق بوده است. فصل پذیری نسبی بارش به میزان تغییرپذیری بارش ماهانه در طول سال اطلاق می گردد. این شاخص بجای اینکه ماه ها را به طور مطلق "خشک" یا "مرطوب" بداند، به ارزیابی تضاد های فصلی مقادیر بارش می پردازد. شاخص فصل پذیری  $SI$  این

امکان را می دهد تا تنها با استفاده از یک عدد، ارزیابی کمی از تغییر پذیری بارش در طول سال وجود داشته باشد چنین شاخصی به تنهایی قادر به فراهم آوردن یک نگاه دقیق ماه به ماه در تغییرات فصلی نمی باشد. یکی از رایج ترین روش های بدست آوردن  $SI$  که توسط Walsh & Lawler در سال ۱۹۸۱ تعریف شده است به صورت رابطه (۱) است:

$$SI = \frac{1}{\bar{R}} \sum_{n=1}^{12} \left| \bar{X}_n - \frac{\bar{R}}{12} \right|$$

رابطه (۱)

زیرا فرآیند میانگین گیری بارش ماهانه "نوفه" سال به سال را در مقادیر بارش ماهانه هموار می سازد. لذا در این بررسی شاخص فصل پذیری را با استفاده از رابطه زیر به صورت سال به سال حساب کرده و سپس میانگین سی ساله را بدست آورده و آنرا با میانگین بدست آمده از رابطه فوق مقایسه کرده ایم (سامنر و همکاران ۲۰۰۱، گیتا ۲۰۱۶). شاخص فصل پذیری سال به سال از رابطه (۲) بدست می آید:

$$SI_i = \frac{1}{R_i} \sum_{n=1}^{n=12} \left| X_{in} - \frac{R_i}{12} \right|$$

تنها به مجموع اختلاف های ماهانه مدول از یک میانگین ماهانه تکیه دارد که توزیع یکنواختی از بارش در ۱۲ ماه را ارائه می دهد که هم ارز با ۸/۳۳ درصد مجموع سالانه در هر ماه می باشد. مقادیر بالای این شاخص نشان دهنده فاصله کلی بیشتری از یک توزیع یکنواخت بارش در طول سال بوده و مقادیر نزدیک به صفر این شاخص، نشان دهنده توزیع یکنواخت بارش در همه ماه های سال است (جدول ۲).

در این رابطه به طور مستقیم از داده های میانگین بلند مدت ماهانه بارش استفاده می شود. در این رابطه  $\overline{SI}$  میانگین شاخص فصل پذیری است که از میانگین بارش سالانه و ماهانه بدست آمده،  $\overline{R}$  میانگین بلند مدت بارش سالانه و  $\overline{X_n}$  میانگین بلند مدت بارش ماهانه در ماه  $h$  سال است. اما دامنه تغییرات این شاخص بسیار کوچک بوده و اختلاف فصل پذیری (به عبارتی توزیع درون سالانه بارش) در ایستگاهها را به وضوح مشخص نمی کند

رابطه (۲)

در رابطه (۲)،  $R_i$  مجموع بارش سالانه برای یک سال  $i$ ام و  $X_{in}$  مقدار حقیقی بارش ماهانه برای ماه  $n$  و سال  $i$  می باشد. گرچه این شاخص تنها یک مفهوم ریاضی نسبتاً محض از فصل پذیری بارش است، با این حال یک ابزار ایده آل برای مطالعه تغییرات مکانی و زمانی فصل پذیری است، به شرطی که اطلاعات تکمیلی مربوط به مقدار بارش نیز در نظر گرفته شود. این شاخص اطلاعات مربوط به زمان و نحوه وقوع بارندگی را فراهم نمی کند و

جدول ۲- رژیم های فصلی بارش که توسط  $SI_i$  با استفاده از روش (Walsh & Lawler, 1981) نشان داده شده است.

شاخص فصل پذیری ( $SI_i$ )	رژیم بارش
< ۰/۱۹	بارش پراکنده در سراسر سال
۰/۲۰-۰/۳۹	بارش پراکنده در سراسر سال به همراه یک فصل مرطوب تر
۰/۴۰-۰/۵۹	بارش نسبتاً فصلی به همراه یک فصل کوتاه خشک تر
۰/۶۰-۰/۷۹	فصلی
۰/۸۰-۰/۹۹	بارش فصلی قابل توجه به همراه یک فصل خشک طولانی
۱/۰۰-۱/۱۹	وقوع بیشترین مقدار بارش طی یک دوره کمتر از ۳ ماه
> ۱/۲۰	فصل پذیری مطلق، به صورتی که تقریباً تمام بارش طی ۱ تا ۲ ماه روی دهد

یک دوره طولانی تر، که در این تحقیق یک دوره ۳۰ ساله است، محاسبه نمود (رابطه ۳):

$$\overline{SI}_i = \frac{1}{30} \sum_{j=1}^{j=30} SI_{ij}$$

یک میانگین طولانی مدت  $\overline{SI}_i$  برای هر ایستگاه را می توان به صورت مستقیم با استفاده از  $SI_i$  های تجمعی در

رابطه (۳):

ژوئن، ژوئیه و اوت به عنوان فصل تابستان و ماه های سپتامبر، اکتبر و نوامبر به عنوان فصل پاییز در نظر گرفته شده است.

از آنجائیکه مقدار بارش (اعم از سالانه و فصلی) در ایستگاه های مختلف مورد بررسی در این تحقیق تفاوت بسیاری دارد (مانند ایستگاه یزد و انزلی) به منظور مقایسه بهتر سعی شده از ناهنجاری نرمال شده استفاده گردد. در این موارد یک مقدار نسبی تغییرپذیری، که توسط Turkes در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد شده است، مورد استفاده قرار گرفته است. ناهنجاری های نرمال شده بارندگی برای یک ایستگاه بخصوص (S) و برای یک سال بخصوص (y) به صورت نسبت هر مقدار به متوسط محاسبه شده برای دوره مرجع تعریف می شود (رابطه ۴):

$$AR_{sy} = (R_{sy} - \overline{R_s}) / \overline{R_s}$$

#### نتایج

در این بررسی ایستگاه ها با توجه به میانگین بارش ماهانه (برای مناطق مرطوب، نیمه مرطوب و خشک) به سه دسته تقسیم شده است (جدول ۳). بیشترین میانگین بارش ماهانه مربوط به ایستگاه های واقع در کرانه دریای خزر است (بارش ماهانه بین صفر و بالاتر از ۱۰۰ میلی متر). بارش در تمام ماه های سال وجود دارد که البته بیشتر بارش در ماه های آخر سال میلادی و قسمت اعظم آن در فصل پاییز (ماه های اکتبر یا نوامبر) رخ می دهد و کمینه آن در ماه ژوئیه اتفاق می افتد (شکل ۲). ایستگاه های نیمه مرطوب مانند اراک، ارومیه و ... که قسمت اعظم بارش در فصل زمستان و بهار اتفاق می افتد و اغلب ماه های تابستان خشک است (بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۱۰۰ میلی متر).

در این روش تمامی  $SI_{ij}$  های مربوط به سال های مورد بررسی محاسبه شده و سپس از آنها میانگین گرفته می شود.

#### ناهنجاری بارش فصلی

ناهنجاری به صورت انحراف بارش طی یک دوره زمانی مشخص نسبت به مقدار میانگین طولانی مدت (معمولاً ۳۰ ساله) در همان ایستگاه تعریف شده است. ناهنجاری های بارش سالانه، فصلی و یا ماهانه را می توان به همین صورت محاسبه نمود که در تحقیق حاضر به محاسبه ناهنجاری بارش فصلی پرداخته شده است.

برای محاسبه مقادیر مربوط به ناهنجاری ها، ابتدا مقادیر بارش فصلی را محاسبه شده است. در این بررسی ماه های دسامبر، ژانویه و فوریه به عنوان فصل زمستان، ماه های مارس، آوریل و مه به عنوان فصل بهار، ماه های

رابطه (۴)

که در آن  $AR_{sy}$  ناهنجاری بارش در ایستگاه  $s$  و سال  $y$ ،  $R_{sy}$  بارش در ایستگاه  $s$  و سال  $y$  و  $\overline{R_s}$  بارش متوسط ایستگاه می باشد. شایان ذکر است که بارش متوسط ایستگاه طی دوره آماری محاسبه شده است که در این تحقیق این دوره ۳۰ ساله طی سال های ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۶ در نظر گرفته شده است.

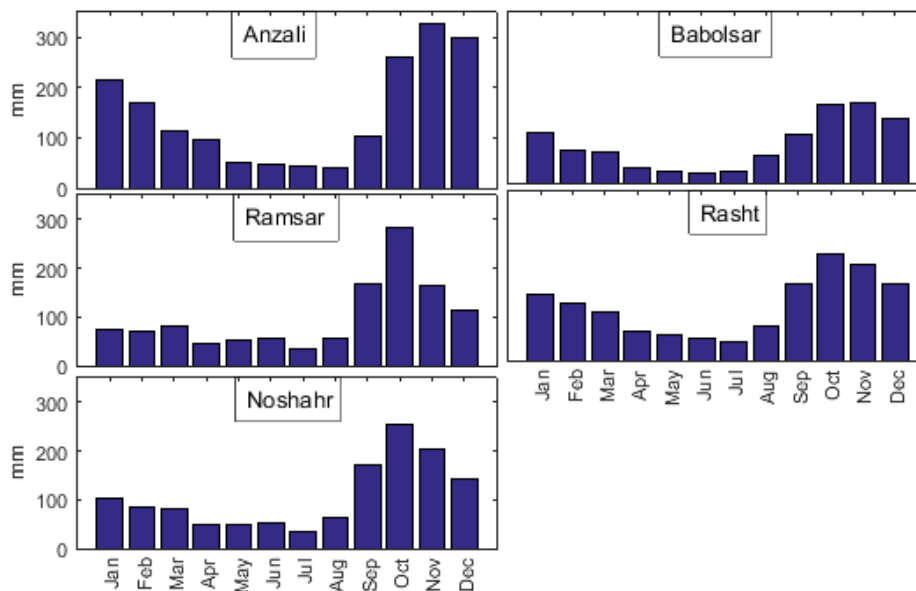
#### محاسبه روند

پس از محاسبه شاخص فصل پذیری و ناهنجاری نرمال شده بارش های فصلی میزان معنی داری روند این کمیت ها برای ایستگاه های مورد بررسی طی دوره آماری (۱۹۷۷-۲۰۰۶) با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال (اسنیرز ۱۹۹۰) مشخص شد.

جدول ۳- تقسیم بندی ایستگاه های مورد بررسی بر حسب بارش ماهانه

نام ایستگاه	مقدار بارش	
انزلی ، بابلسر ، رامسر ، رشت ، نوشهر	۳۵۰-۰ میلی لیتر	گروه ۱
اراک ، ارومیه ، اهواز ، بجنورد ، بوشهر ، خرم آباد ، سقز ، سنندج ، شیراز ، شهرکرد ، قزوین ، کرمانشاه ، گرگان ، مشهد ، همدان ،	۱۰۰-۰ میلی لیتر	گروه ۲
اردبیل ، اصفهان ، بندرعباس ، بیرجند ، تبریز ، تهران ، خوی ، زاهدان ، زنجان ، سمنان ، کاشان ، کرمان ، یزد	۵۰-۰ میلی لیتر	گروه ۳

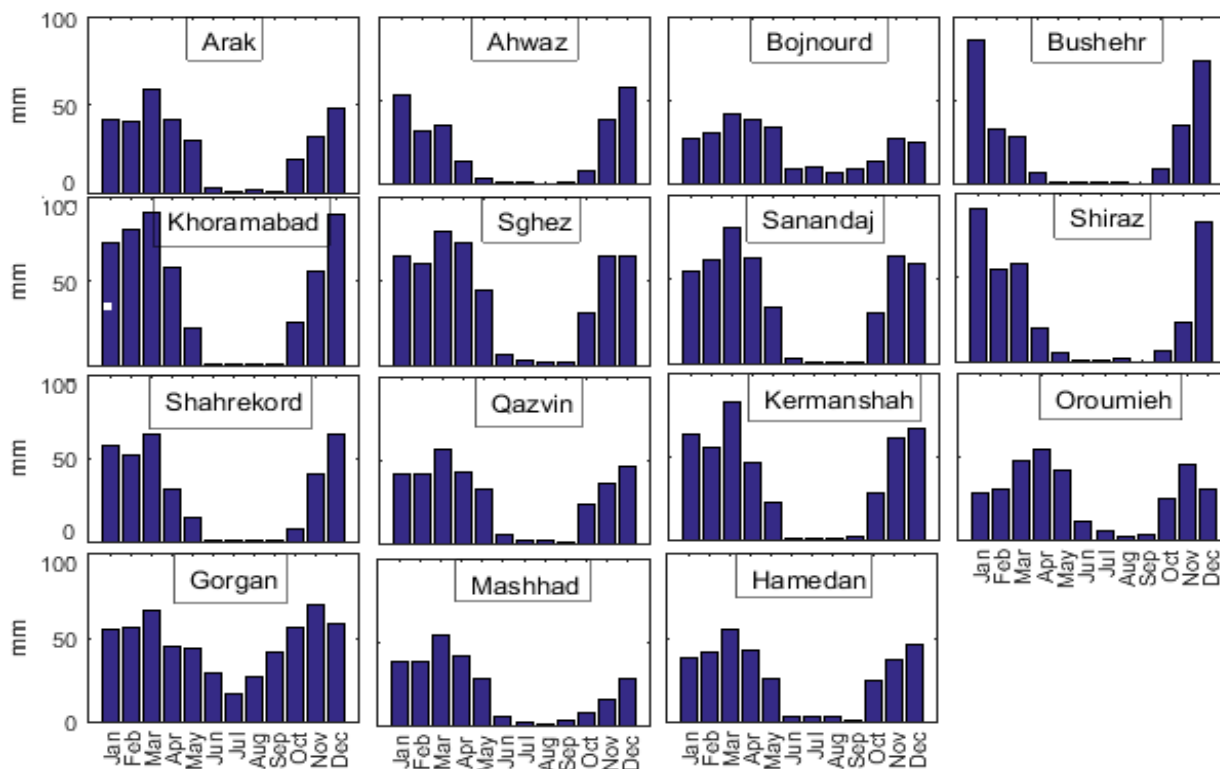
بیشینه بارش در اغلب ایستگاه ها در ماه مارس و بعضا ژانویه است و کمینه آن در سپتامبر و اوت (غالباً کمتر از یک میلی متر در ماه) است (شکل ۳).



شکل ۲- پراکنش درون سالانه بارش در ایستگاه های مرطوب (بارش ماهانه بیش از ۱۰۰ میلی متر).

قبلی است (بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۵۰ میلی متر، شکل ۴). در واقع این شکل ها رابطه نزدیکی با  $\overline{SI}$  دارد.

گروه سوم شامل ایستگاه های خشک و نیمه خشک مانند اصفهان، یزد و غیره که شبیه ایستگاه های قبلی است با این تفاوت که مقدار بارش ماهانه بسیار کمتر از گروه

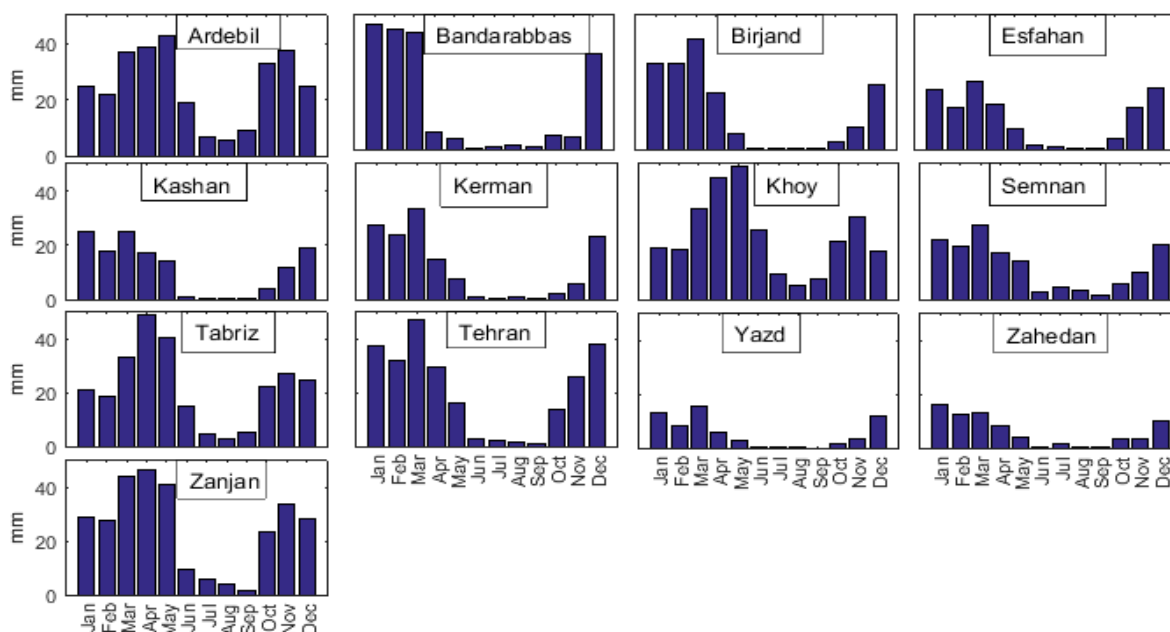


شکل ۳- پراکنش درون سالانه بارش در ایستگاه های نیمه مرطوب (بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۱۰۰ میلی متر).

ایستگاه مورد مطالعه محاسبه و نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است.

شاخص فصل پذیری  $SI_i$  و روند آن

شاخص فصل پذیری  $SI_i$  که شرح داده شد، برای ۳۳



شکل ۴- پراکنش درون سالانه بارش در ایستگاه های نیمه خشک و خشک (بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۵۰ میلی متر).



جدول ۴- میانگین، بیشینه و کمینه شاخص فصل پذیری ( $SI_1$ ) و زمان وقوع آن برای ایستگاه های مورد بررسی

سال وقوع کمینه	کمینه	سال وقوع بیشینه	بیشینه	میانگین شاخص	نام ایستگاه	
۱۹۸۱	۰/۷۶	۱۹۷۸	۱/۱۴	۰/۹۱	اراک	۱
۱۹۸۸	۰/۵	۱۹۷۸	۰/۹۳	۰/۶۹	اردبیل	۲
۱۹۸۸	۰/۵	۱۹۸۴ و ۱۹۸۹	۱	۰/۷۹	ارومیه	۳
۱۹۹۲	۰/۷۹	۱۹۹۹	۱/۲۹	۱/۰۷	اصفهان	۴
۱۹۹۲	۰/۳۷	۲۰۰۶	۰/۹۹	۰/۷۳	انزلی	۵
۱۹۸۲	۰/۹۹	۱۹۸۴	۱/۳	۱/۱۵	اهواز	۶
۱۹۸۸	۰/۵	۲۰۰۶	۱/۰۹	۰/۷۳	بابلسر	۷
۱۹۸۶	۰/۴۹	۱۹۸۹	۱/۰۴	۰/۷۳	بجنورد	۸
۱۹۹۴	۱/۰۷	۱۹۸۷	۱/۶۷	۱/۳۹	بندرعباس	۹
۱۹۸۱	۱/۰۶	۲۰۰۴	۱/۵۲	۱/۲۹	بوشهر	۱۰
۲۰۰۶	۰/۷۹	۲۰۰۴	۱/۳۳	۱/۱	بیرجند	۱۱
۱۹۸۸	۰/۳۹	۱۹۹۰	۱/۰۱	۰/۷۵	تبریز	۱۲
۱۹۷۷	۰/۷۱	۱۹۸۹	۱/۱۵	۰/۹۲	تهران	۱۳
۱۹۷۷	۰/۷۷	۱۹۷۸	۱/۱۸	۰/۹۶	خرم آباد	۱۴
۱۹۸۸	۰/۴۳	۱۹۸۸	۰/۹۸	۰/۷	خوی	۱۵
۱۹۷۹	۰/۳۷	۱۹۹۰	۰/۹۵	۰/۶۸	رامسر	۱۶
۱۹۹۲	۰/۲۵	۱۹۸۹ و ۲۰۰۶	۰/۸۷	۰/۶۱	رشت	۱۷
۱۹۸۲	۰/۸۵	۲۰۰۴	۱/۶۵	۱/۲۳	زاهدان	۱۸
۱۹۹۷	۰/۵۲	۱۹۹۵	۰/۹۹	۰/۷۴	زنجان	۱۹
۲۰۰۱	۰/۵۶	۱۹۹۰	۱/۰۱	۰/۸۶	سقز	۲۰
۱۹۸۱	۰/۶۱	۱۹۹۷	۱/۲۶	۰/۹۵	سمنان	۲۱
۱۹۸۲	۰/۷	۱۹۹۸	۱/۱۱	۰/۸۶	سنندج	۲۲
۱۹۸۷	۰/۸۱	۱۹۹۱	۱/۱۵	۱/۰۲	شهرکرد	۲۳
۱۹۸۲	۰/۹۵	۲۰۰۴	۱/۴	۱/۱۹	شیراز	۲۴
۱۹۸۶	۰/۶۲	۱۹۹۶	۱/۰۹	۰/۸۳	قزوین	۲۵
۱۹۸۲	۰/۸	۲۰۰۰	۱/۳۱	۱/۰۵	کاشان	۲۶
۱۹۸۲	۰/۸۵	۲۰۰۱	۱/۳۷	۱/۱۴	کرمان	۲۷
۱۹۸۲	۰/۶۷	۱۹۷۹	۱/۱۷	۰/۹۰	کرمانشاه	۲۸
۱۹۷۷	۰/۲۷	۱۹۹۵	۰/۷۶	۰/۵۲	گرگان	۲۹
۱۹۸۲	۰/۸۱	۲۰۰۱	۱/۱۳	۰/۹۲	مشهد	۳۰
۱۹۸۸	۰/۳۴	۱۹۹۵	۰/۸۳	۰/۶۵	نوشهر	۳۱
۲۰۰۱	۰/۵۹	۱۹۸۷	۱/۱۱	۰/۸۴	همدان	۳۲
۱۹۹۴	۰/۸	۱۹۹۹	۱/۴۱	۱/۲	یزد	۳۳

همانگونه که پیش از این اشاره شده است، شاخص فصل پذیری  $\overline{SI}_1$  تغییرپذیری سالانه و مکانی قابل توجهی را نشان می دهد. در ایستگاه های واقع در نواحی شمالی که ارتفاع آنها در مقایسه با قسمت های دیگر ایران بسیار کمتر است با توجه به آب و هوای مرطوب در این مناطق و شرایط اقلیمی که در آن به سبب وجود رشته کوه البرز توده هوایی با رطوبت بالا از این منطقه عبور نمی کنند و همواره شرایط را برای بوجود آمدن بارش فراهم می سازند، فصل پذیری بسیار کمی مشاهده می شود و بارش در سراسر سال پراکنده است و مقادیر  $\overline{SI}_1$  اغلب بسیار پایین می باشد یعنی در این نواحی بارش به طور یکنواختی در ماه های سال توزیع شده است. این در حالی است که در ایستگاه هایی با اقلیم خشک (ایستگاه های اهواز، بندرعباس، بوشهر، زاهدان، شیراز، کاشان، کرمان و یزد)، فصل پذیری به شدت بالا است. بارش در ماه های خاصی نسبت به ماه های دیگر به طور چشمگیری اختلاف مقدار دارد. با توجه به جدول (۴) می توان اظهار نمود در این قسمت ها فصل پذیری مطلق وجود دارد، به صورتی که تقریباً تمام بارش طی ۱ تا ۲ ماه روی می دهد.

در میان ۳۳ ایستگاه مورد بررسی، ایستگاه بندرعباس و گرگان به ترتیب با مقادیر  $1/39$  و  $0/52$  بیشترین و کمترین مقادیر میانگین شاخص  $\overline{SI}_1$  را دارند که مطابق جدول (۲) اولی نشان دهنده بارش تنها در یکی دو ماه از سال و دومی نشان دهنده بارش نسبتاً فصلی به همراه یک فصل کوتاه خشک تر می باشد. در ایستگاه بندرعباس با وجود اینکه  $\overline{SI}_1 = 1/39$  ولی به نظر می رسد بارش کل تقریباً در چهار ماه از سال توزیع شده است (شکل ۴). البته باید توجه داشت که نتایج موجود در جدول شماره (۴)،  $\overline{SI}_1$  است ولی توزیع بارش در شکل های ۲-۴ مربوط به  $\overline{SI}$  و به طوریکه قبلاً توضیح داده شد نتایج جدول (۴) دقیق تر از شکل ها می باشد. همچنین ایستگاه های رشت، نوشهر، رامسر و اردبیل نیز به ترتیب با مقادیر  $0/61$ ،  $0/646$ ،  $0/678$  و  $0/686$  که همگی کمتر از مقدار  $0/7$  می باشند، کمترین مقادیر میانگین شاخص  $\overline{SI}_1$  را دارند. کم بودن مقادیر میانگین شاخص

$SI$  نشان دهنده توزیع بارش در تمام ماه های سال می باشد.

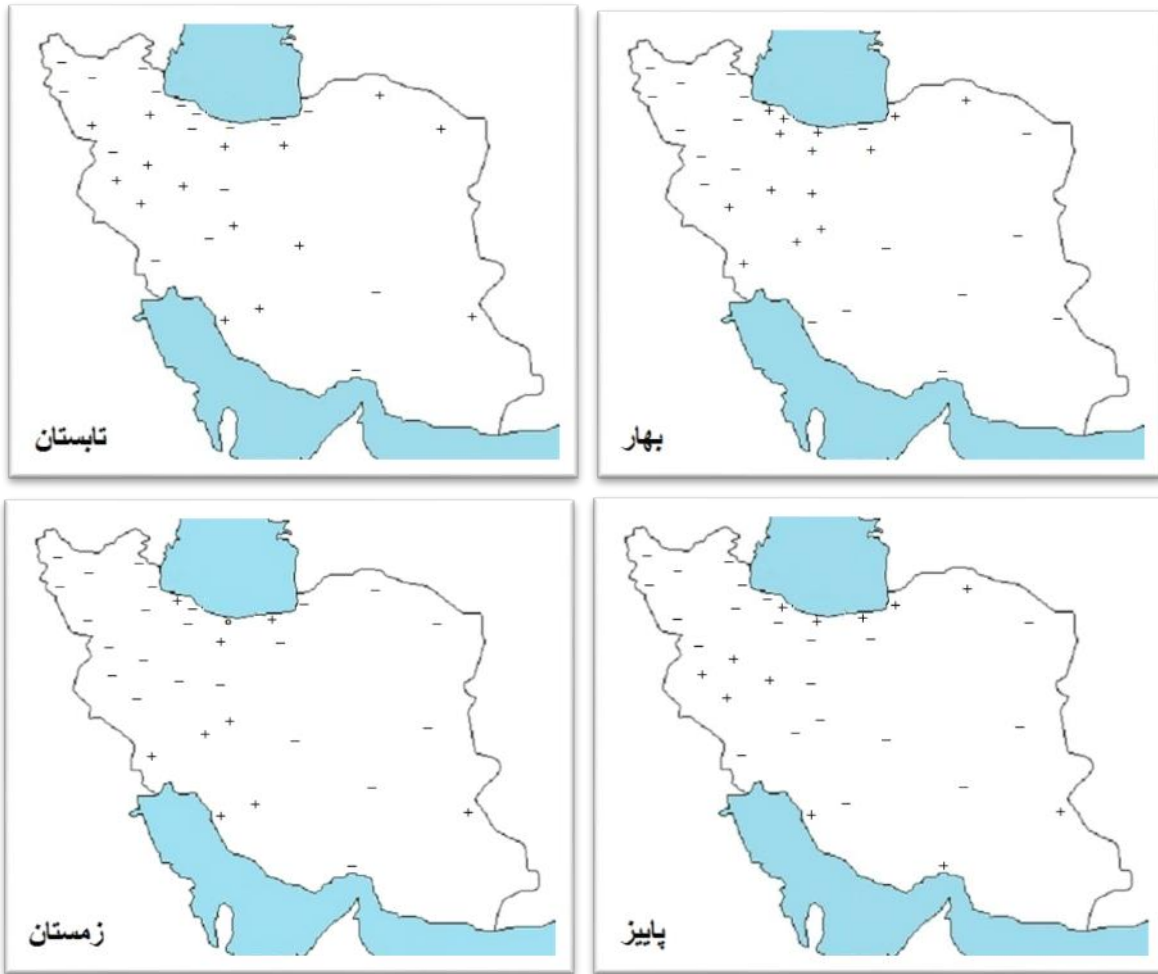
لازم به ذکر است که ایستگاه هایی که دارای مقادیر پایین میانگین شاخص  $\overline{SI}_1$  می باشند همگی در مناطق شمال و شمال غرب کشور واقع هستند که آب و هوای مرطوب و نیمه مرطوب دارند. نکته قابل توجه دیگر این است که با در نظر گرفتن دهه های میلادی، مقدار بیشینه شاخص  $SI_i$  تنها در ۹ ایستگاه پیش از دهه ۱۹۹۰ و ۲۴ ایستگاه پس از دهه ۱۹۹۰ اتفاق افتاده است. از طرفی کمینه شاخص  $SI_i$  در ۹ ایستگاه بعد از دهه ۱۹۹۰ و ۲۴ ایستگاه پیش از دهه ۱۹۹۰ بوده است. در این حالت می توان نتیجه گرفت که فصل پذیری بیشتری پس از دهه ۱۹۹۰ در ایران مشاهده شده است.

نتایج کاربرد آزمون من-کندال برای روند شاخص فصل پذیری ( $SI_i$ ) در ایستگاه های مورد بررسی طی دوره ۱۳۷۷-۲۰۰۶ نشان می دهد که به جز ۵ ایستگاه اهواز، زنجان، سقز، کرمانشاه و همدان (که روند منفی نشان می دهند) که همه در غرب ایران واقع شده اند بقیه ایستگاه ها دارای روند مثبت هستند. روند این شاخص تنها برای سه ایستگاه بیرجند، بوشهر و گرگان معنی دار (۹۵ درصد) است. روند شاخص فصل پذیری در هر سه ایستگاه مثبت است که نشان دهنده افزایش فصل پذیری معنی دار (۹۵ درصد) در این ایستگاه ها است.

### ناهنجاری های بارش فصلی و روند آن

ناهنجاری های بارش فصلی با استفاده از رابطه (۴) برای هر یک از سال های دوره آماری محاسبه شده است. میزان معنی دار بودن روند ناهنجاری های بارش فصلی با استفاده از روش من-کندال محاسبه شده است. نتایج بدست آمده از تحلیل روند های معنی داری من-کندال (Sneyers, 1990) در ناهنجاری های فصلی بارش نشان می دهند که به جز موارد معدودی روند معنی داری در ناهنجاری های بارش مشاهده نشده است.

نتایج مقدار روند ناهنجاری های بارش برای بازه ۳۰ ساله مورد مطالعه (۱۹۷۷-۲۰۰۶) در شکل (۵) نمایش داده شده اند.



شکل ۵- روند ناهنجاری های بارش در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان که در آن روندهای منفی با (-)، روندهای مثبت با (+) و روند صفر با 0 نمایش داده شده است

پاییز ایستگاه های حاشیه دریای خزر بخصوص شرق آن و همچنین برخی از مناطق غربی (ایستگاه های اراک، خرم آباد، کرمانشاه و همدان) و نیز ایستگاه های جنوبی ایران (بندرعباس، بوشهر و زاهدان) دارای روند مثبت هستند. لازم به ذکر است که قسمت اعظم بارش در ایستگاه های کرانه دریای خزر در فصل پاییز اتفاق می افتد. همچنین در این فصل مناطق شمال غرب و مرکزی دارای روند منفی می باشند.

شکل مربوط به فصل پاییز در مقایسه با شکل فصل تابستان از لحاظ دسته بندی منطقه ای روند ناهنجاری ها دارای نظم بیشتری می باشد و می توان مناطقی با روند مثبت یا منفی را به راحتی در آن تشخیص داد. در فصل زمستان بیشتر مناطق ایران تغییر پذیری بارش زمستانی دارای روند منفی می باشد به این ترتیب که

با توجه به شکل (۵) می توان مشاهده نمود که در فصل بهار مناطق شمال غرب و جنوب شرق دارای روند منفی می باشند به این معنی که با گذشت زمان تغییر پذیری بارش فصل بهار کاهش یافته است، همچنین مناطق شرق کوه های زاگرس و نواحی غربی حاشیه دریای خزر دارای روند مثبت می باشند، یعنی با گذشت زمان تغییرات سال به سال بارش بهاری افزایش یافته است (روند تنها در بندرعباس ۹۰ درصد، زاهدان و یزد ۹۵ درصد معنی دار است). در فصل تابستان مناطق شمال و شمال غرب دارای روند منفی هستند (کاشان ۹۰ درصد، و یزد ۹۵ درصد معنی دار). لازم به ذکر است که در اکثر ایستگاه ها غیر از منطقه کرانه دریای خزر تابستان تقریباً خشک بوده و مقدار کم بارش در این فصل می تواند ناهنجاری نسبی بزرگی ایجاد کند. در فصل

شود و بارش در سراسر سال پراکنده است و مقادیر  $SI_i$  اغلب بسیار پایین می باشد، یعنی در این نواحی بارش به طور یکنواختی در ماه های سال توزیع شده است. این در حالی است که در ایستگاه هایی با اقلیم خشک (ایستگاه های اهواز، بندرعباس، بوشهر، زاهدان، شیراز، کاشان، کرمان و یزد)، فصل پذیری به شدت بالا است. بارش در ماه های خاصی نسبت به ماه های دیگر به طور چشمگیری اختلاف مقدار دارد. با توجه به جدول (۴) می توان گفت در این قسمت ها فصل پذیری مطلق وجود دارد، به صورتی که تقریباً تمام بارش طی ۱ تا ۲ ماه روی می دهد

ایستگاه بندرعباس و گرگان به ترتیب با مقادیر  $1/39$  و  $0/52$  بیشترین و کمترین مقادیر میانگین شاخص  $SI_i$  را دارند که مطابق جدول (۲) اولی نشان دهنده بارش تنها در یکی دو ماه از سال و دومی نشان دهنده بارش نسبتاً فصلی به همراه یک فصل کوتاه خشک تر می باشد. در ایستگاه بندرعباس با وجود اینکه  $SI_i = 1/39$  ولی بارش کل تقریباً در چهار ماه از سال توزیع شده است (شکل ۴). البته باید توجه داشت که نتایج موجود در جدول (۴)،  $SI_i$  است ولی توزیع بارش در شکل های (۲ الی ۴) مربوط به  $SI$  است. ایستگاه گرگان با  $SI_i = 0/52$  کمترین مقدار فصل پذیری را دارد که نشان دهنده توزیع بارش در تمام ماه های سال و بارش نسبتاً فصلی به همراه یک فصل کوتاه خشک تر است. با توجه به جدول (۲) غیر از ایستگاه گرگان توزیع بارش در سایر ایستگاه ها حتی ایستگاه های واقع در کرانه دریای خزر (مانند انزلی، رشت و غیره) فصلی است (ولی با توزیع یکنواخت تر نسبت به سایر ایستگاه ها در این بررسی). از طرفی با در نظر گرفتن دهه های میلادی، مقدار بیشینه شاخص  $SI_i$  تنها در ۹ ایستگاه پیش از دهه ۱۹۹۰ و ۲۴ ایستگاه پس از دهه ۱۹۹۰ اتفاق افتاده است. به نظر می رسد که فصل پذیری بیشتر پس از دهه ۱۹۹۰ در ایران مشاهده شده است. غیر از تعدادی ایستگاه واقع در غرب بقیه ایستگاه ها دارای روند شاخص فصل پذیری مثبت هستند. روند این شاخص تنها برای سه ایستگاه بیرجند، بوشهر و گرگان معنی دار (۹۵ درصد) است. روند شاخص فصل پذیری در

مناطق شمال غرب و شمال شرق به طور یکپارچه دارای روند منفی بوده و همچنین مناطق جنوب غرب دارای روند مثبت می باشند. در فصل زمستان تنها روند ایستگاه های بوشهر (۹۵ درصد)، سمنان (۹۹ درصد)، گرگان و مشهد (۹۰ درصد) معنی دار است.

به طور کلی با بررسی چهار شکل فوق می توان مشاهده نمود که در مناطق شمال غربی ایران در هر چهار فصل روند ناهنجاری ها همواره منفی بوده است به این معنا که تغییر پذیری بارش فصلی طی دوره مورد مطالعه در این مناطق کاهش داشته است اما در مناطق مرکزی و غربی ناهنجاری ها در اکثر ایستگاه ها مثبت بوده و رو به افزایش می باشد. در سایر مناطق در فصل های مختلف روندهای متفاوتی دیده می شود و نمی توان نتایج منسجمی را برای سایر مناطق طی چهار فصل ارائه نمود.

### بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، برای بررسی چگونگی توزیع درون سالانه بارش و تغییرات آن با استفاده از داده های بارش ماهانه ۳۳ ایستگاه سینوپتیک در ایران ابتدا این ایستگاه ها براساس بیشینه بارش ماهانه به سه دسته تقسیم شدند. ایستگاه های با بارش ماهانه بین صفر تا بیش از ۱۰۰ میلی متر (گروه اول)، ایستگاه های با بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۱۰۰ میلی متر (گروه دوم) و بارش ماهانه بین صفر تا حداکثر ۵۰ میلی متر (گروه سوم) انتخاب شدند. نمودار میانگین بارش ماهانه نشان دهنده شاخص  $SI$  است. اما از آنجاییکه تغییرات سال به سال شاخص فصل پذیری بسیار مهم است، سپس شاخص فصل پذیری ( $SI_i$ ) هر ایستگاه برای هر یک از سال های مورد بررسی محاسبه و سال وقوع مقدار بیشینه و کمینه، میانگین آن ( $SI_i$ ) و همچنین میزان معنی دار بودن روندها با توجه به آزمون من-کندال محاسبه شده است. ناهنجاری نرمال شده بارش فصلی هر یک از ایستگاه ها طی سال های ۱۹۷۷ الی ۲۰۰۶ با توجه به رابطه (۴) و روند تغییرات آن (آزمون من-کندال) محاسبه شده است. به طوری که انتظار می رفت در ایستگاه های واقع در کرانه دریای خزر فصل پذیری بسیار کمی مشاهده می

هر سه ایستگاه مثبت است که نشان دهنده افزایش فصل پذیری معنی دار در این ایستگاه ها است. از طرفی به نظر می رسد شرایط مشابهی در جنوب اسپانیا وجود دارد. بنابر تحقیقات Sumner (۱۹۸۸) که شاخص فصل پذیری، سهم بارش ماهانه در شاخص فصل پذیری کل در این مناطق را مورد بررسی قرار داده است، تغییرات مداوم در بارش سالانه موجود در دوره های ده ساله (مانند بررسی حاضر بر روی ایران) تغییرات اقلیمی چشمگیر را نشان دهد. نتایج متفاوتی در بخش های شرقی (مدیترانه ای) و جنوبی (مناطق تحت تأثیر اقیانوس اطلس) مشاهده شد. از طرفی به نظر می رسد در مناطق حاره ای و معتدل تغییر در بارش ناشی از تغییرات فصلی در گردش جوی منطقه ای است. در واقع تغییر در توزیع بارش می تواند ناشی از تغییر در گردش عمومی جو باشد. نتایج بررسی ناهنجاری های بارش فصلی نشان می دهد که در مناطق شمال غربی ایران در هر چهار فصل روند ناهنجاری ها همواره منفی بوده است به این معنا که تغییر پذیری بارش فصلی طی دوره مورد مطالعه در این مناطق کاهش داشته است. لازم به ذکر است که نتایج بررسی های کتیرایی بروجردی و همکاران (۱۳۸۶) و همچنین علیجانی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دهنده روند منفی بارش سالانه و همچنین بارش فصل زمستان در این مناطق است. اما در مناطق مرکزی و غربی ناهنجاری ها در اکثر ایستگاه ها مثبت بوده و رو به افزایش می باشد. به طور کلی روند ناهنجاری های بارش فصل زمستان تنها در ایستگاه های بوشهر، سمنان، گرگان و مشهد معنی دار است. در فصل بهار نیز روند ایستگاه های بندر عباس، زاهدان و یزد و در فصل تابستان روند ایستگاه های کاشان و یزد معنی دار است. همچنین González-Hidalgo و همکاران (۲۰۰۱) روند تغییرات فصلی و تغییرپذیری بارش را طی دوره ۱۹۶۱ الی ۱۹۹۰ در والنسیا، اسپانیا بدست آورده و تغییرات بلند مدت آنها را محاسبه کردند. نتایج آنها در این منطقه که از لحاظ اقلیمی شبیه به ایستگاه گرگان است، ناهمگنی مکانی زیادی را در تغییرات مقدار بارش نشان می دهد. ویژگی بارز مشاهده شده، خشکی تدریجی در فصل پاییز است

که با افزایش درون سالانه تغییر پذیری همراهی می کند. همچنین نتایج آنها، افزایش تغییر پذیری درون سالانه زمستانی و تابستانی و کاهش مقادیر بارش زمستانی را نشان می دهد.

همه‌هنگی بین روند معنی دار مثبت شاخص فصل پذیری و روند معنی دار مثبت ناهنجاری بارش زمستانی در ایستگاه گرگان (تنها ایستگاهی که توزیع بارش در آن تقریباً یکنواخت است) نشان دهنده افزایش اختلافات بارش فصلی و افزایش تغییرات سال به سال بارش در این ایستگاه است که از نتایج قابل تامل در این بررسی است.

### منابع

- ایران نژاد، پ.، احمدی گیوی، ف. و محمدنژاد، ع. ۱۳۸۸. اثر مراکز چرخندزای مدیترانه بر بارش سالانه ایران در دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲. مجله ژئوفیزیک ایران، ۳ (۱): ۱۰۵-۹۱.
- حجام، س.، خوشخو، ی. و شمس الدین وندی، ر. ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روشهای ناپارامتری. پژوهش های جغرافیایی، ۶۴: ۱۶۸-۱۵۷.
- علیجانی، ب.، محمودی، پ. و چوگان، ع. ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات بارش های سالانه و فصلی ایران با استفاده از روش ناپارامتریک "برآورد کننده شیب سنس". نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، ۳ (۹): ۴۲-۲۳.
- کتیرایی بروجردی، پ.س.، حجام، س. و ایران نژاد پ. ۱۳۸۶. سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱. مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۳ (۱): ۸۳-۶۷.

- Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J. & Lister, D.H. 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*, 34: 623–642. DOI: 10.1002/joc.3711.
- Karl, T.R. & Knight, R.W. 1998. Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(2): 231-241.
- Sneyers, R. 1990. On the statistical analysis of series of observations, WMO Technical Note No. 143. World Meteorological Organization, Geneva.
- Sumner, G.N. 1988. Precipitation: Process and analysis. John Wiley. Chichester, UK.
- Sumner, G.N., Homar, V. & Ramis, C. 2001. Precipitation seasonality in eastern and southern coastal Spain. *International Journal of Climatology*, 21: 219–247. Doi: [10.1002/joc.600](https://doi.org/10.1002/joc.600).
- Turkes, M. 1996. Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in turkey, *International Journal of Climatology*, 16: 1057-1076.
- Walsh, P.D. & Lawler, D.M. 1981. Rainfall seasonality: description, spatial patterns and change through time. *Weather*, 36: 201-208.
- Bari, S.H., Hussain, M.M. & Shourov, N.E.A.H. 2016. Rainfall variability and seasonality in northern Bangladesh. *Theoretical and Applied Climatology*, 1-7.
- De Luis, M., Raventos J., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Sanchez, J.R. & Cortina, J. 2000. Spatial analysis of rainfall trends: a cause of study in Valencia region (Spain). *International journal of climatology*, 20: 1451-1469.
- De Luis, M., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Longares, L.A. & Martín-Vide, J. 2010. Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946–2005. *Global and Planetary Change*, 74(1): 27-33.
- Gitau, M. 2016. Long term seasonality of rainfall in the southwest Florida Gulf coastal zone. *Climate Research*, 69: 93-105.
- González-Hidalgo, J.C., De Luis, M., Raventós, J. & Sánchez, J.R. 2001. Spatial distribution of seasonal rainfall trends in a western Mediterranean area. *International Journal of Climatology*, 21: 843–860.
- Guo, Y., Wen, Z. & Wu, R. 2016. Interdecadal Change in the Tropical Pacific Precipitation Anomaly Pattern around the Late 1990s during Boreal Spring. *Journal of Climate*, 29: 5979–5997, doi: 10.1175/JCLI-D-15-0462.1.

## **The analysis of seasonality and seasonal precipitation anomaly changes in Iran during 1977-2006**

Zarin Kamar Majd, Sh. & Katirayi Broujerdi\*, P.S.

Dept. of Meteorology, Faculty of Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran  
North Branch

### **Abstract**

**Rainfall change as a result of climate change is one of the important issues of recent decades. Climate change can be represented as changes in the inter-annual precipitation distribution and seasonality. Furthermore, the seasonality changes and the transposition of the seasonal precipitation are very important for agricultural and hydrological domains decision makings. In this paper, in order to quantitatively investigate the inter-annual distribution of precipitation, at first the seasonality index and the normalized seasonal precipitation anomaly are calculated. For this purpose the monthly rainfall of 33 synoptic stations are used over Iran. The spatial distribution of the seasonality index average and also the year occurrence of maximum and minimum index for each station are identified. Then the significant trends of seasonality indices and also the normalized seasonal precipitation anomaly are examined using Mann-Kendall test for the period 1977-2006. The results show the minimum seasonality index for Gorgan station in the south east of the Caspian Sea, and the maximum seasonality index for Bandarabas station in the south of the country (the coast of the Persian Gulf). The precipitation tends to be concentrated in few months of the year in most stations for the study period (only three stations show significant trends). The maximum seasonality index is observed after 1990 in most stations. However, the trends of seasonal rainfall anomalies for all four seasons in the northwest parts of Iran are negative, but in the central and western regions changes in anomaly trends are positive. This means that seasonal rainfall year to year variations are reduced in the northwest of the country. Highest number of significant trends is observed in winter precipitation.**

**Key words:** Climate change, precipitation anomaly, seasonality index, seasonality trend, precipitation anomaly trend

**\*Corresponding author:** [sima\\_katiraie@yahoo.com](mailto:sima_katiraie@yahoo.com)