

فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ۷، شماره پیاپی ۲۶، تابستان ۱۳۹۶

شاپای چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ - شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱-۲۴۲۳

<http://jzpm.miau.ac.ir>

ارزیابی روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران

پیمان محمودی^۱: استادیار گروه جغرافیای طبیعی و اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان

و بلوچستان، زاهدان، ایران

تقی طاوسی: استاد گروه جغرافیای طبیعی و اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و

بلوچستان، زاهدان، ایران

عبدالمجید شهاب مقدم: کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و

بلوچستان، زاهدان، ایران

پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۸

صص ۶۸-۵۵

دریافت: ۱۳۹۴/۷/۶

چکیده

بررسی روند تغییرات پدیده‌های اقلیمی و هواشناسی در درازمدت اهمیت ویژه‌ای در مطالعات تغییر اقلیم و آشکار سازی آن دارد. در این پژوهش جهت شناسایی و دستیابی به روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران، داده‌های ساعتی فشار جزئی بخار آب مربوط به ۱۵ ایستگاه همدید نیمه جنوبی ایران برای یک دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۰۹ - ۱۹۸۰) از سازمان هواشناسی ایران اخذ شد. بعد از اخذ داده‌ها و تشکیل بانک اطلاعاتی آن، بر اساس آستانه فشار جزئی بخار آب برابر یا بیشتر از ۱۸/۸ هکتوپاسکال فراوانی روزهای شرجی در دو مقیاس زمانی فصلی و سالانه برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج شدند. جهت آشکار سازی روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی نیز از روش ناپارامتریک برآورد کننده شیب سنس بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که در سه فصل پاییز، زمستان و بهار هیچگونه روند معناداری در فراوانی روزهای شرجی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد مشاهده نشد. در فصل تابستان تنها ایستگاهی که روند معناداری در آن مشاهده شد ایستگاه دزفول (شیب روند: ۱/۰۵-) بود که جهت روند آن نیز کاهش بوده است. در مقیاس سالانه هم تنها در چهار ایستگاه کرمان (شیب روند: ۰/۱-)، دزفول (شیب روند: ۱/۴۶-)، ایرانشهر (شیب روند: ۱/۰۸-) و زاهدان (شیب روند: ۰/۱۶-) روند معناداری در فراوانی روزهای شرجی مشاهده شد که این روند برای هر چهار ایستگاه یک روند کاهشی بوده است.

واژه‌های کلیدی: روند، تخمینگر شیب سنس، روز شرجی، تغییر اقلیم، نیمه جنوبی ایران.

^۱. نویسنده مسئول: p_mahmoudi@gep.usb.ac.ir، ۰۹۱۸۳۸۰۳۴۶۲

بیان مسأله:

تغییرات در رخدادهای فرین اقلیمی می‌تواند از بسیاری جهات جوامع انسانی، زیست بومها و حیات وحش را تحت تأثیر قرار دهد (Parmesan et al, 2000: 443). از جمله چالش‌هایی که در ارتباط با آب و هوا وجود دارد بحث تغییر اقلیم است که همزمان با ماشینی شدن امورات و گسترش کارخانه‌ها از قرن ۱۹ شروع شده و در دهه اول قرن ۲۱ به بالاترین حد خود رسیده است به گونه‌ای که سال ۲۰۱۰ در گزارش سازمان جهانی هواشناسی گرم‌ترین سال تاریخ زمین تعیین شده است (Molaei et al, 2014: 217). با اینکه روند تغییرات اقلیم در طول تاریخ همواره وجود داشته است، ولی با افزایش رشد جمعیت و رشد صنایع و کارخانه‌ها و آغاز انقلاب صنعتی و به تبع آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی از یکسو و تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری اراضی کشاورزی از سوی دیگر باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای مخصوصاً گاز دی اکسید کربن در چند دهه اخیر شده است. آن چه مسلم است میزان گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی رو به افزایش است و این افزایش باعث افزایش دمای کره زمین در آینده می‌گردد (Alizadeh et al, 2011). نتایج تحقیقات و بررسی‌های هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم بیانگر این است که تغییرات آب و هوایی مشاهده شده نتیجه عوامل طبیعی و انسانی می‌باشد (IPCC, 2007). یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده فعالیت‌های انسانی در سواحل جنوبی کشور پدیده اقلیمی شرجی می‌باشد. این پدیده یکی از ویژگی‌های اقلیمی نواحی ساحلی جنوب در ماه‌های گرم سال است. دمای بالا همراه با رطوبت زیاد، سبب بروز هوای شرجی می‌شود. بالا بودن رطوبت نسبی در حد اشباع حاصل از شدت تبخیر آب‌های گرم دریای عمان و خلیج فارس و حاکمیت کمربند کم فشار جنب حاره که مانع از صعود و ریزش باران می‌شود، باعث تراکم بیشتر بخار آب در سطح زمین و بروز هوای آزار دهنده شرجی می‌شوند. در میان متغیرها و پدیده‌های اقلیمی در مقایسه با دما و بارش، تحقیقات خاصی بویژه در زمینه بررسی روند تغییرات زمانی پدیده شرجی انجام نشده است. درحالی‌که این پدیده به دلیل تأثیر مستقیم آن بر زندگی انسانی و محدود کردن فعالیت‌های او در جوامع، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش جهت برآورد نمودن روند تغییرات در فراوانی روزهای شرجی ایستگاه‌های نیمه جنوبی ایران در دو مقیاس فصلی و سالانه از روش ناپارامتریک تخمینگر شیب سنس استفاده شده است.

پیشینه نظری تحقیق:

یکی از راه‌های دفع گرمای بدن تعریق از سطح پوست است. هنگامی که دمای بدن بالا می‌رود، مایعی در سطح پوست جمع می‌شود که در اثر تبخیر آن، بدن خنک می‌شود. در صورتی که دمای هوای محیط گرم و غلظت بخار آب موجود در هوا بالا باشد، این عمل در سطح پوست با مشکل مواجه شده و گرما براحتی از بدن دفع نخواهد شد. بدین ترتیب فرایندهای تشعشعی و تبخیری کاهش حرارت بدن دچار اختلال شده و بدن از طریق تنفس با تجمع حرارت خود مقابله می‌کند که این عمل فعالیت عضلانی را بالا برده و گرمای بیشتری تولید می‌کند. به همین علت است که افراد در هوای شرجی دچار تنگی نفس می‌شوند (Jam-e-Jam newspaper, 2013: 16). لذا مطالعات مختلفی پدیده شرجی و اثرات آن بر روی فعالیت‌های انسانی را مورد توجه قرار داده‌اند که در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌شود:

دام من^۳ با بررسی ویژگی‌های زمانی وقوع پدیده شرجی در فصل تابستان کشور آلمان و تحلیل دمای نقطه شبنم به این نتیجه رسید که در طول روز کمینه میزان فشار بخار آب کمی قبل از طلوع آفتاب و بیشینه آن در زمان حداکثر حرارت روز مشاهده می‌شود و احساس شرجی با سیر حرارتی در طول روز افزایش می‌یابد (Kavyani, 1981:30). گافن و روس با استفاده از داده‌های ساعتی، روند مقادیر فصلی و ماهانه پارامترهایی همچون دما، نقطه شبنم، رطوبت نسبی و رطوبت ویژه را در ایالات متحده آمریکا مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که روند رطوبت ویژه و نقطه شبنم در فصول زمستان، بهار و تابستان یک روند افزایشی بوده و میزان روند رطوبت نسبی از روند رطوبت ویژه کمتر بوده است (Gaffen and ross, 1999).

1- Intergovernmental Pannel on Climate Change

3 - Dammen

811)، ژائو و چه در پژوهشی تغییرات زمانی پدیده شرجی شهر شیجیاژوانگ^۴ چین را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که بیشترین فراوانی وقوع این پدیده در دهه ۱۹۹۰ رخ داده است (Zhao and Che, 2001: 23).

تونکاز و همکاران در مطالعه‌ای روند طولانی مدت تغییرات فشار بخار آب ماهانه مناطق نیمه خشک ترکیه را با استفاده از آزمون من کندال و همبستگی اسپیرمن مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنها بیانگر آنست که فشار بخار آب در طول دوره مورد مطالعه در فصل تابستان روند افزایشی داشته و روند تغییرات رطوبت نسبی رو به کاهش بوده است و همچنین افزایش قابل توجه فشار بخار آب در تابستان می‌تواند کشت دیم و کشت آبی این منطقه را تحت تأثیر قرار دهد (Tonkaz, et al, 2007: 195).

ویپیچ تغییرات طولانی مدت رطوبت هوا را در شهر کراکوف^۵ (لهستان) در طی بازه زمانی ۲۰۰۰ - ۱۹۰۱ با استفاده از تجزیه و تحلیل مقادیر فشار بخار آب، کسری اشباع و دما مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که تغییرات طولانی مدت رطوبت هوا در کراکوف بیش تر از همه در تغییرات کسری اشباع قابل مشاهده است و رشد مقادیر کسری اشباع در نیمه گرم سال بیشتر است (Wypych, 2010: 475). همچنین مطالعات بر روی تغییرات امواج گرمایی و آب و هوای شرجی از سال ۲۰۰۰ - ۱۹۴۰ در شهر پکن نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روزهای گرم و همراه با پدیده شرجی در طول دهه چهل رخ داده است و اثر جزیره گرمایی شهر بیش از پدیده گرمایش جهانی در ایجاد امواج گرمایی و پدیده شرجی در شهر پکن نقش داشته است (XiQuan and YanBan, 2010: 1657).

ورسکی و ورسکی با استفاده از روش‌های مختلفی همچون؛ فشار جزئی بخار بیشتر یا مساوی ۱۸/۸ هکتوپاسکال، درجه حرارت معادل یا بیشتر از ۵۶ درجه سلسیوس، کسری فیزیولوژیک کمتر از ۴۵ اینچ، شاخص استرس حرارتی بیش از ۳۰ درصد و شاخص استرس حرارتی بیش از ۷۰ درصد، به تعیین شرجی بودن هوا، طول دوره و روند فراوانی روزهای شرجی در شهر لسکو لهستان پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد متوسط فراوانی روزهای شرجی در سال بین ۷ تا ۶۵ روز متغیر است و طول دوره و روند آن نیز با توجه به روش مورد استفاده نتایج متفاوتی بدست داده است (Wereski and Wereski, 2012: 223).

Kavyani (1981:30) قطعاً جزء اولین محققینی ایرانی باشد که با استفاده از تجربیات محققینی چون شارلو، لانکستر، کارستون و روگه به بررسی روش‌های مختلف تعیین شرایط شرجی، آغاز و خاتمه ماه‌های شرجی در مناطق ساحلی جنوب ایران پرداخته باشد. وی ایستگاه‌های بندر امام خمینی و بندرعباس را به عنوان قطب واقعی شرجی در کره زمین معرفی کرده است.

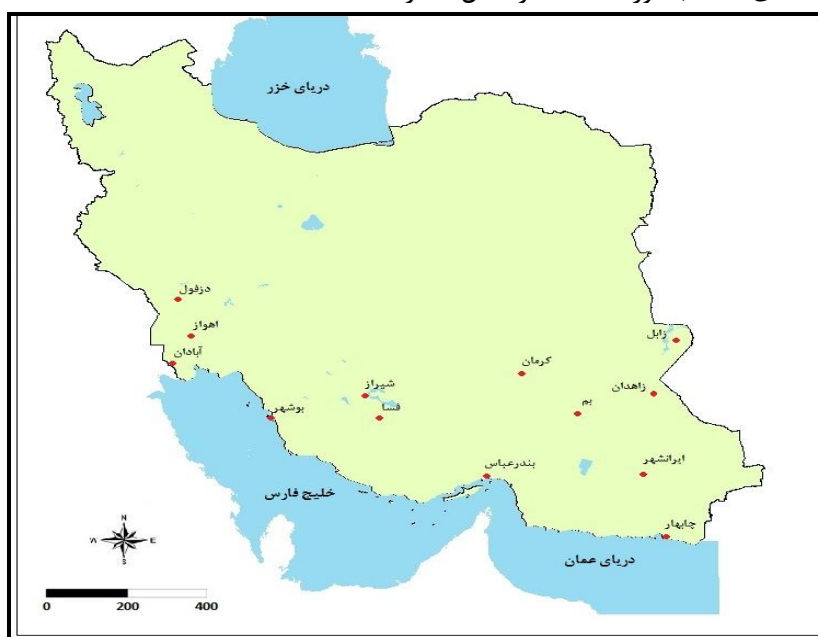
Gharekhani and Ghahreman (2010:436) با استفاده از آزمون من-کندال، ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیونی به بررسی روند رطوبت نسبی و نقطه شبنم در چند نمونه اقلیمی ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بر اساس روش من-کندال بیشترین روند کاهش متغیر نقطه شبنم در فصل بهار و همچنین بیشترین روند کاهش رطوبت نسبی در زمستان و تابستان و کمترین روند تغییرات کاهش در فصل پاییز بوده است. با توجه به ضریب اسپیرمن، بیشترین روند کاهش رطوبت نسبی در سری سالانه و بهار مشاهده گردید. براساس روش پارامتری تحلیل رگرسیون رطوبت نسبی در تمامی سری‌های زمانی فصلی دارای روند بودند. این روند کاهش با نتایج (Abu-Taleb et al. (2007) در کشور اردن و (Tonkaz et al. (2007) در ترکیه مطابقت دارد. Masoodian et al. (2010: 386) در مطالعه‌ای تحت عنوان شناسایی تیپ‌های همدید کرانه جنوبی خزر و ارتباط آن با الگوهای گردشی، ضمن رابطه سنجی الگوهای سینوپتیکی تراز میانی جو با تیپ‌های همدید ناحیه جنوبی خزر، رابطه الگوهای سینوپتیکی و وجود شرایط گرم و شرجی در سواحل شمالی کشور را بررسی کردند و وجود شرایط فشار زیاد توأم با پایداری را از علل عمده افزایش دما و بروز پدیده شرجی در منطقه معرفی کردند.

Alijani (2011: 17) در بررسی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران نشان می‌دهد که در همه جای کشور حداقل ۴۰ درصد از سال بحران اقلیمی وجود دارد. در این بین شاخص روزهای شرجی این گونه نشان می‌دهد که ایستگاه خلخال با کمتر از ۴۰ روز و بندرعباس با بیشتر از ۲۴۰ روز در سال، بیشترین فراوانی روزهای شرجی را تجربه می‌کند. (Nami (2012:159) در پژوهشی با عنوان تحلیل همیدی - پویشی پدیده شرجی در سواحل شمال ایران با توجه به تهیه نقشه‌های دمایی - رطوبتی،

همگرایی رطوبتی- دمایی و ارتفاع ژئوپتانسیل برای روزهای نماینده، نشان می‌دهد که در مقیاس سالانه فراوانی روزهای شرجی توزیع نسبتاً نرمالی داشته و در فصل تابستان، ماه مرداد حداکثر پوشش و شدت‌های شرجی را دارد. (Almasi 2012:101) نیز در بررسی پدیده شرجی در استان خوزستان به این نتیجه رسید که ایستگاه‌های آبادان، بندر ماهشهر و اهواز نسبت به دیگر ایستگاه‌های استان بیشترین فراوانی روزهای شرجی شدید و شرجی خطرناک را داشته‌اند و همچنین روند سالانه این رخداد در آبادان و شوشتر افزایش چشمگیری داشته است. در نهایت (Baaghideh et al. 2013: 135) در بررسی پدیده شرجی در سواحل شمالی کشور با استفاده از شاخص شدت شرجی و فشار جزئی بخار آب به این نتیجه رسیدند که بیشترین رخدادهای شرجی در نوار ساحلی بویژه در ایستگاه نوشهر و همچنین در استان مازندران مشاهده شده است که علل همدیدی آن حاکمیت پرفشار جنب حاره معرفی شده که با افزوده شدن شدت و وسعت این پرفشار شدت شرجی در منطقه افزایش پیدا می‌کند. در این تحقیق تلاش بر آنست که با استفاده از روش ناپارامتریک تخمینگر شیب سنس، بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه فراوانی روزهای شرجی در گستره نیمه جنوبی ایران توجه شود، لذا در این مطالعه، روند یابی این رخداد اقلیمی در ۱۵ ایستگاه همدید در بازه زمانی سی ساله (۲۰۰۹-۱۹۸۰) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

داده‌ها و روش تحقیق:

جهت شناسایی و دستیابی به روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران، نخست داده‌های ساعتی فشار جزئی بخار آب برای یک دوره سی ساله (۲۰۰۹ - ۱۹۸۰) مربوط به ۱۵ ایستگاه همدید جنوب ایران از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. این داده‌ها دارای آماری کامل و قابل اعتماد بودند که اندک خلاء آماری داده‌ها با استفاده از همبستگی و مدل‌های رگرسیونی بازسازی شدند همچنین جهت بررسی درجه صحت و اطمینان داده‌ها از نظر همگنی، از آزمون ران تست (Run Test) که مورد توصیه مراجع علمی هواشناسی است برای کلیه ایستگاه‌ها مورد آزمون قرار گرفت و همگنی آن‌ها در سطح بالایی مورد پذیرش قرار گرفت. فشار جزئی بخار آب متغیری است که به مقدار بخار آب موجود در هوا بستگی دارد. در هر دمایی یک فشار بخار حداکثر یا فشار اشباع وجود دارد که به مقدار اشباع در دماهای مختلف مربوط می‌شود (Alizadeh et al., 2011: 95). هر چه مقدار بخار آب در جو زیاد باشد فشار بخار نیز زیاد خواهد بود (Alizadeh, 2010: 118). توزیع و پراکنش ایستگاه‌های منتخب مورد مطالعه در شکل شماره ۱ آمده است.



شکل ۱- موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه - (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶).

برای پردازش داده‌ها ابتدا، آستانه فشار جزئی بخار آب معادل یا بیشتر از ۱۸/۸ هکتوپاسکال جهت تعیین روزهای شرجی از غیر شرجی استفاده شد، بدین معنی که روزهایی که در یکی از هشت دیده بانی گزارش شده، فشار بخار آب برابر یا بیشتر از ۱۸/۸ هکتوپاسکال بوده است (Zarnowiecki, 2003) به عنوان روز شرجی استخراج شدند. در مرحله بعد، پس از استخراج فراوانی روزهای شرجی برای هر یک از ماه‌های سال، فراوانی روزهای شرجی به تفکیک هر یک از ایستگاه‌ها، در مقیاس فصلی و سالانه محاسبه گردید. در پایان برای ارزیابی و آشکار سازی روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در ایستگاههای منتخب نیمه جنوبی ایران از روش ناپارامتریک برآورد کننده شیب سنس استفاده شد که در زیر جبر ریاضی و آماری این روش نیز آورده شده است (Alijani et al., 2012).

تخمینگر شیب سنس:

جهت برآورد نمودن شیب واقعی یک روند در یک سری زمانی، استفاده از روش ناپارامتریک سنس می‌تواند یکی از روش‌های مناسب در این زمینه باشد. این روش ابتدا توسط تیل در سال ۱۹۵۰ ارائه و سپس توسط سن در سال ۱۹۶۸ بسط و گسترش داده شد. این روش نیز همانند بسیاری دیگر از روش‌های ناپارامتریک همچون من - کندال بر تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی استوار است. این روش زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که روند موجود در سری زمانی یک روند خطی باشد. این بدان معناست که $f(t)$ در معادله شماره ۱ برابر است با:

$$f(t) = Qt + B \quad (1)$$

که Q ، شیب خط روند و B ، مقدار ثابت است.

جهت محاسبه شیب خط روند یعنی Q ، ابتدا بایستی شیب بین هر جفت داده مشاهده‌ای، با استفاده از معادله شماره ۲ محاسبه گردد:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (2)$$

که $j > k$ است. در این معادله x_j و x_k به ترتیب داده‌های مشاهده‌ای در زمان‌های j و k است. با اعمال این رابطه، برای هر جفت داده مشاهده‌ای، یک شیب بدست می‌آید. با قرار دادن این شیب‌ها در کنار یکدیگر یک سری زمانی از شیب‌های محاسبه شده حاصل می‌آید. یعنی اگر n تعداد x_j در سری زمانی وجود داشته باشد؛ ما به اندازه $(N = n(n-1)/2)$ برآورد شیب، Q_i خواهیم داشت.

در مرحله بعد، میانه سری زمانی مورد مطالعه بایستی بدست آید. برای این کار N تعداد از Q_i ها از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و سپس با استفاده از یکی از معادلات زیر اقدام به تعیین میانه سری زمانی می‌گردد. اگر تعداد مشاهدات سری زمانی مورد مطالعه فرد باشد از معادله شماره ۳ و اگر زوج باشد از معادله شماره ۴ استفاده می‌گردد:

$$Q = Q_{[(N+1)/2]} \quad (3)$$

$$Q = \frac{1}{2} [Q_{[N/2]} + Q_{[(N+2)/2]}] \quad (4)$$

نتیجه حاصل از این معادلات، بدست آمدن شیب خط روند (Q_{med}) است. اگر شیب خط روند مثبت باشد حاکی از صعودی بودن روند و اگر منفی باشد دال بر نزولی بودن روند است.

مرحله بعد، آزمون نمودن شیب بدست آمده در فاصله اطمینان ۹۵ درصد است. جهت انجام این آزمون از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$C_a = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(S)} \quad (5)$$

که Z عبارت است از آماره توزیع نرمال استاندارد در یک آزمون دو طرفه که برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با $Z = 1.96$ است و $VAR(S)$ ، نیز واریانس پارامتر S است. جهت بدست آوردن مقدار پارامتر S و همچنین $VAR(S)$ مراحل زیر بایستی پیموده شود:

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع sgn و استخراج پارامتر S

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sgn(x_j - x_k) \quad (۶)$$

که n تعداد مشاهدات سری x_j و x_k نیز به ترتیب داده های j ام و k ام سری می باشند.
ب) محاسبه تابع علامت^۶ (sgn) که به شرح ذیل قابل محاسبه است:

$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۷)$$

ج) محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر. اگر تعداد داده های سری زمانی بزرگتر از ۱۰ مورد باشند از معادله شماره ۸ و اگر کوچکتر از ۱۰ مورد باشند از رابطه شماره ۹ بهره گرفته می شود.

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (۸)$$

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (۹)$$

که n تعداد داده های مشاهده ائی، m تعداد سری هائی است که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده های با ارزش یکسان می باشد.

و در نهایت حدود اعتماد بالا و پائین به کمک روابط زیر محاسبه می گردد:

$$\begin{cases} M_1 = \frac{n' + C_a}{2} \\ M_2 = \frac{n' - C_a}{2} \end{cases} \quad (۱۰)$$

که n' تعداد شیب هائی است که از طریقه معادله ۲ بدست آمده است.

حال M_1 امین و M_{2+1} امین شیبها را از بین شیبهای محاسبه شده استخراج می نمائیم. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد فرض صفر پذیرفته شده و عدم وجود روند در سری داده ها تأیید می گردد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون پذیرفته می گردد. در نهایت جهت بدست آوردن مقدار B در معادله شماره ۱، n تعداد تفاضل $x_i - Qt_i$ محاسبه می شود. سپس میانه این مقادیر، برآورد B را در اختیار می گذارد.

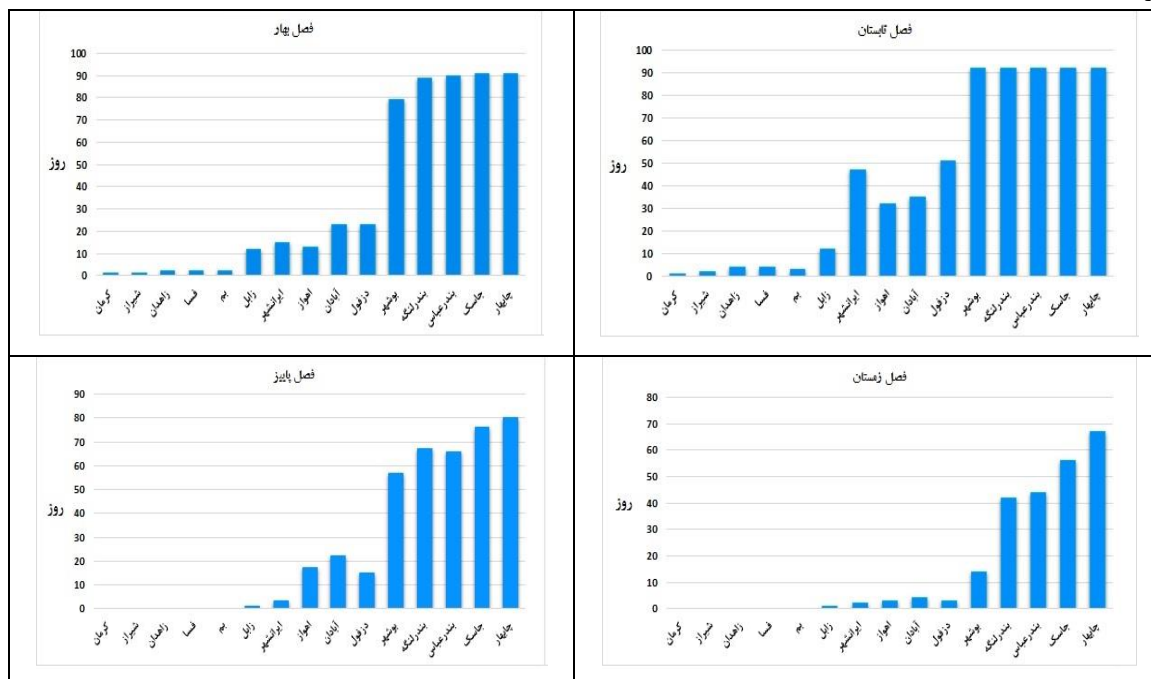
یافته های تحقیق:

قبل از اینکه روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی مورد بحث قرار گیرد؛ لازم دیده شد که ابتدا چشم اندازی از میانگین فراوانی وقوع روزهای شرجی به تفکیک فصول و سال برای منطقه مورد مطالعه در اختیار قرار داده شود. فصل بهار از لحاظ تعداد فراوانی روزهای شرجی بعد از فصل تابستان، دومین فصل شرجی نیمه جنوبی ایران به حساب می آید. در این فصل تمامی ایستگاه های مورد مطالعه، به طور میانگین حداقل یک یا دو روز شرجی را تجربه نموده اند. در این فصل دو ایستگاه

⁶ - Sign Function

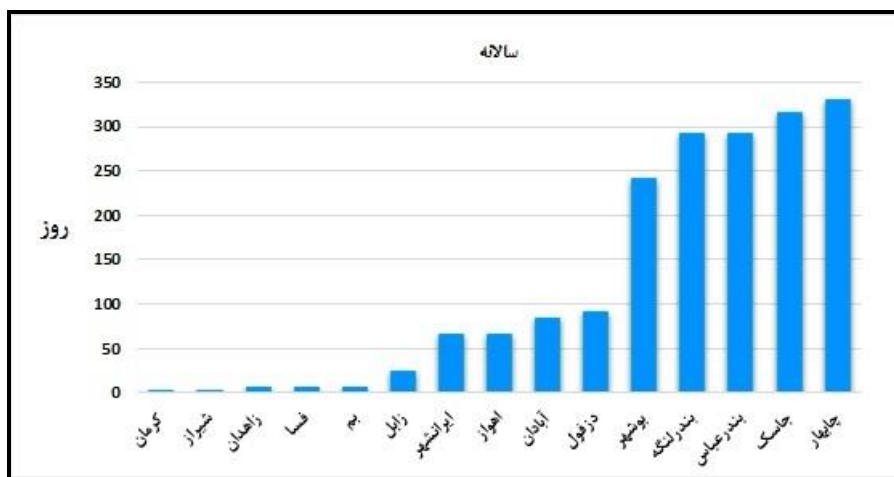
کرمان و شیراز با داشتن میانگین حداقل یک روز دارای کمترین تعداد فراوانی روزهای شرعی و دو ایستگاه چابهار و جاسک در گوشه جنوب شرقی ایران با داشتن ۹۱ روز شرعی دارای بیشترین فراوانی تعداد روزهای شرعی بوده‌اند. (شکل شماره ۲). فصل تابستان، شرعی ترین فصل نیمه جنوبی ایران به شمار می‌رود به طوری که تمام ۹۲ روز ایستگاه های واقع در جنوب شرقی ایران شرایط شرعی را دارا هستند. نکته جالب توجه در این فصل تعداد روزهای شرعی دو ایستگاه زابل و ایرانشهر است که به ترتیب ۱۲ و ۴۷ روز شرعی را دارا می باشند. ایستگاه های واقع در جنوب غرب نیز به ترتیب ۵۱، ۳۵ و ۳۲ روز را برای دزفول، آبادان و اهواز نشان می‌دهد. (شکل شماره ۲).

فصل پاییز، بعد از فصل زمستان دارای کمترین روزهای شرعی در نیمه جنوبی ایران است. در این فصل تعداد روزهای شرعی ایستگاه های چابهار، بندرعباس و بوشهر به ترتیب به ۸۰، ۶۶ و ۵۷ روز کاهش پیدا می‌کند. ایستگاه‌های جنوب غرب نیز چنین شرایطی در کاهش روزهای شرعی را تجربه می‌کنند به طوری که تعداد روزهای شرعی سه ایستگاه آبادان، اهواز و دزفول به ترتیب به ۲۲، ۱۷ و ۱۵ روز تقلیل می‌یابند. ایستگاه‌های کرمان، بم، زاهدان، شیراز و فسا در این فصل هیچ روز شرعی ندارند. فصل زمستان دارای کمترین تعداد روزهای شرعی در نیمه جنوبی ایران می‌باشد. در این فصل ایستگاه‌های چابهار (۶۷ روز)، جاسک (۵۶ روز)، بندر عباس (۴۴ روز) و بندر لنگه (۴۲ روز) دارای بیشترین تعداد روزهای شرعی در این فصل می‌باشند. ایستگاه های کرمان، بم، زاهدان، شیراز و فسا نیز در این فصل حتی یک روز شرعی هم نداشته‌اند. (شکل شماره ۲).



شکل ۲- میانگین فراوانی تعداد روزهای شرعی در نیمه جنوبی ایران به تفکیک فصل. بالا سمت چپ: فصل بهار، بالا سمت راست: فصل تابستان، پایین سمت چپ: فصل پاییز و پایین سمت راست: فصل زمستان - (منبع: یافته‌های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶)

در مقیاس سالانه نیز بیشترین تعداد روزهای شرعی با ۳۳۰ روز متعلق به ایستگاه چابهار و کمترین آن متعلق به ایستگاه کرمان با ۲ روز بوده است. (شکل شماره ۳).



شکل ۳- میانگین فراوانی روزهای شرجی در مقیاس سالانه به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه - (منبع: یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۶)

اکنون با چشم‌اندازی که از فراوانی وقوع روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران حاصل آمده است، می‌توان در ادامه روند فراوانی وقوع روزهای شرجی را در این قسمت از ایران مورد بررسی قرار داد.

فصل بهار: فراوانی روزهای شرجی ۱۵ ایستگاه همدید جنوب ایران برای دوره آماری (۲۰۰۹ - ۱۹۸۰) بوسیله روش ناپارامتریک تخمینگر شیب سنس مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در بین تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل بهار هیچ‌گونه روند معناداری در فراوانی روزهای شرجی مشاهده نمی‌شود. در اینجا لازم به توضیح است که روند معناداری از لحاظ آماری توسط تخمینگر شیب سنس زمانی مشخص می‌شود که هر دوی $Q_{min} 95$ و $Q_{max} 95$ مثبت باشند یا منفی. اگر هر دوی آنها منفی باشند حاکی از روند منفی (کاهشی) و اگر هر دوی آنها مثبت باشند حاکی از روند مثبت (افزایشی) در سری زمانی مورد مطالعه خواهد بود. اما اگر یکی از آنها منفی و دیگری مثبت باشد و یا اینکه یکی از آنها صفر باشد و دیگری مثبت یا منفی حاکی، از عدم وجود روند در سری زمانی مورد مطالعه است. (جدول شماره ۱).

جدول ۱- نتایج خروجی آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۹۵٪ در فصل بهار

ایستگاه	Q	$Q_{min} 95$	$Q_{max} 95$	B
آبادان	-۰/۲۲۲	-۰/۹۶۶	۰/۳۹۰	۲۴/۰۶
اهواز	-۰/۲۰۰	-۰/۵۰۵	۰/۰۴۲	۱۵/۴۰
بم	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۶	۰/۰۰۰	۱/۰۰
زابل	-۰/۲۵۰	-۰/۵۷۱	۰/۱۳۲	۱۲/۷۵
کرمان	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰
دزفول	-۰/۴۲۹	-۱/۰۰۰	۰/۰۸۶	۲۶/۷۹
زاهدان	۰/۰۰۰	-۰/۰۸۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰
شیراز	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰
فسا	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰
بوشهر	-۰/۱۶۷	-۰/۶۲۶	۰/۱۸۸	۸۲/۴۲
بندرعباس	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۵	۹۰/۰۰
ایرانشهر	-۰/۲۷۸	-۰/۶۰۵	۰/۱۱۴	۱۸/۰۸
بندر لنگه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۹۱	۹۰/۰۰
جاسک	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۹۱/۰۰
چابهار	-	-	-	-

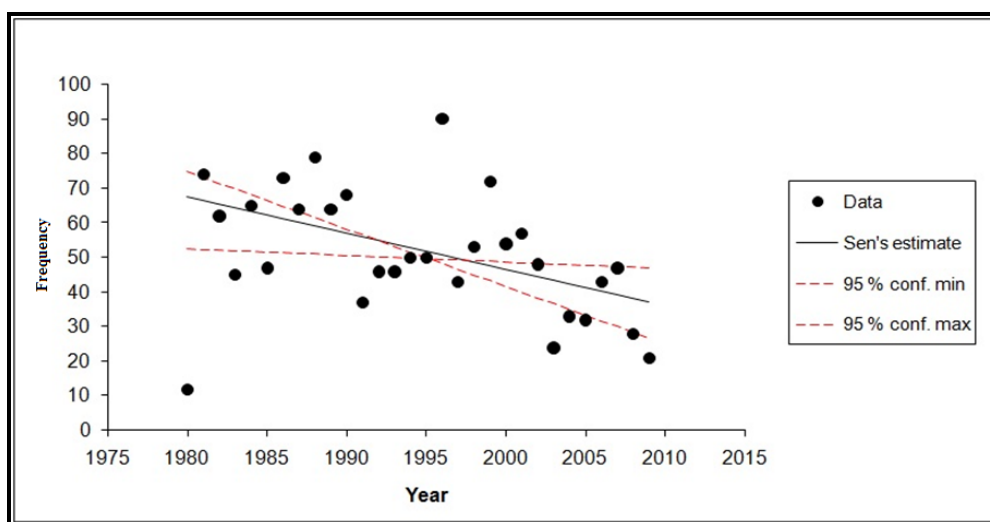
منبع: یافته‌های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.

فصل تابستان: در فصل تابستان تنها ایستگاهی که روند معنادار در سری زمانی فراوانی روزهای شرجی آن مشاهده شد ایستگاه دزفول بود. (جدول شماره ۲). روندی که در این ایستگاه مشاهده شد روند کاهشی بوده است. (شکل شماره ۴). در سایر ایستگاه‌ها روند معناداری در سری‌های زمانی فراوانی روزهای شرجی مشاهده نگردید. نکته جالب توجه در این فصل مربوط به ایستگاه‌های چابهار، جاسک، بندرعباس، بندر لنگه و بوشهر می باشد که تقریباً تمام ۹۳ روز تابستان آنها دارای شرایط شرجی بوده‌اند. لذا استفاده از تخمینگر شیب سنس جهت آشکار سازی روند فراوانی روزهای شرجی منطقی به نظر نمی‌رسد. بنابراین در جدول ۲ نتایجی برای این ایستگاه‌ها لحاظ نشده است. علاوه بر ایستگاه‌های فوق‌الذکر، دیگر ایستگاه‌های باقیمانده دارای روند کاهشی در فراوانی روزهای شرجی بوده‌اند، اما هیچ کدام از این روندها در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد مورد تأیید قرار نگرفته‌اند. (جدول شماره ۲).

جدول ۲. نتایج خروجی آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۹۵٪ در فصل تابستان

ایستگاه	Q	$Q_{min 95}$	$Q_{max 95}$	B
آبادان	-۰/۳۸۹	-۱/۱۴۳	۰/۲۱۲	۴۰/۵۶
اهواز	-۰/۲۰۰	-۰/۷۵۰	۰/۴۰۰	۳۲/۶۰
بم	-۰/۰۶۳	-۰/۱۹۰	۰/۰۰۰	۲/۷۵
زابل	-۰/۲۵۰	-۰/۵۲۸	۰/۱۰۰	۱۲/۸۸
کرمان	-۰/۰۴۳	-۰/۰۹۱	۰/۰۰۰	۱/۱۵
دزفول	-۱/۰۵۰	-۱/۶۶۷	-۰/۲۰۰	۶۷/۴۸
زاهدان	-۰/۰۵۹	-۰/۱۳۵	۰/۰۰۰	۱/۶۲
شیراز	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۱	۱/۰۰
فسا	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۱	۰/۲۴۵	۳/۰۰
بوشهر	-	-	-	-
بندرعباس	-	-	-	-
ایرانشهر	-۰/۵۸۸	-۱/۳۱۶	۰/۰۰۰	۵۴/۷۹
بندر لنگه	-	-	-	-
جاسک	-	-	-	-
چابهار	-	-	-	-

منبع: یافته‌های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.



شکل ۴- نمودار روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در ایستگاه دزفول برای فصل تابستان - منبع: یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۶.

فصل پاییز: در فصل پاییز همانند فصل بهار در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه روند معناداری در فراوانی روزهای شرجی در سطح احتمالاتی ۹۵٪ مشاهده نگردید. نکته جالب توجه در این فصل عدم وقوع روزهای شرجی در ایستگاه‌های بم، زابل، کرمان، زاهدان، شیراز و فسا بوده است. لذا با توجه به عدم وقوع روزهای شرجی در این فصل در این ایستگاه‌ها نایبستی انتظار داشت که تخمینگر شیب سنس نتیجه ای را در برداشته باشد. لذا در جدول شماره ۳ برای این ایستگاه‌ها هیچگونه اطلاعاتی آورده نشده است. اما صرف نظر از ایستگاه‌هایی که فاقد وقوع هرگونه روز شرجی بوده اند، ایستگاه‌هایی نیز مشاهده شده اند که دارای یک روند ضعیف افزایشی (آبادان، بوشهر، بندرلنگه و جاسک) و یا کاهش (دزفول، بندرعباس، ایرانشهر و چابهار) بوده اند. اما هیچکدام از این روندها در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد معنادار نبوده‌اند.

جدول ۳. نتایج خروجی آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۹۵٪ در فصل پاییز

ایستگاه	Q	$Q_{min 95}$	$Q_{max 95}$	B
آبادان	۰/۰۶۷	-۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۲۰/۲۳
اهواز	۰/۰۰۰	-۰/۳۳۳	۰/۲۹۵	۱۶/۵۰
بم	-	-	-	-
زابل	-	-	-	-
کرمان	-	-	-	-
دزفول	-۰/۱۳۰	-۰/۳۵۹	۰/۱۳۸	۱۵/۸۷
زاهدان	-	-	-	-
شیراز	-	-	-	-
فسا	-	-	-	-
بوشهر	۰/۲۲۷	-۰/۱۱۱	۰/۵۰۰	۵۵/۱۴
بندرعباس	-۰/۲۱۱	-۰/۶۱۲	۰/۱۵۱	۶۹/۳۹
ایرانشهر	-۰/۰۸۰	-۰/۱۴۳	۰/۰۰۰	۲/۳۲
بندر لنگه	۰/۰۴۵	-۰/۳۳۶	۰/۵۸۷	۶۷/۰۷
جاسک	۰/۱۴۳	-۰/۱۸۲	۰/۵۸۳	۷۴/۰۰
چابهار	-۰/۲۵۰	-۰/۵۰۰	۰/۰۱۲	۸۴/۱۳

منبع: یافته‌های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.

فصل زمستان: در فصل زمستان فراوانی روزهای شرجی به کمترین تعداد خود می‌رسد به طوری که به استثنای ایستگاه‌های ساحلی ایران، دیگر ایستگاه‌هایی که از ساحل فاصله دارند تعداد روزهای شرجی آنها به تعداد انگشتان یک دست هم نمی‌رسد. ایستگاه‌های بم، کرمان، زاهدان، شیراز و فسا در این فصل فاقد حتی یک روز شرجی هستند. بنابراین این ایستگاه‌ها از دایره محاسبات روند در این فصل خارج می‌شوند. دیگر ایستگاه‌های باقیمانده نیز یا دارای روند افزایشی (بوشهر، بندرعباس، بندر لنگه و جاسک) یا دارای روند کاهش (آبادان، اهواز، ایرانشهر و چابهار) بوده اند. اما روند هیچکدام از این ایستگاه‌ها از لحاظ آماری در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد معنادار نبوده اند.

جدول ۴. نتایج خروجی آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۹۵٪ در فصل زمستان

ایستگاه	Q	Qmin 95	Qmax 95	B
آبادان	-۰/۰۶۳	-۰/۲۳۸	۰/۰۳۵	۳/۳۱
اهواز	-۰/۰۷۷	-۰/۲۰۰	۰/۰۰۰	۳/۷۷
بم	-	-	-	-
زابل	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰
کرمان	-	-	-	-
دزفول	۰/۰۰۰	-۰/۱۲۵	۰/۰۰۰	۲/۰۰
زاهدان	-	-	-	-
شیراز	-	-	-	-
فسا	-	-	-	-
بوشهر	۰/۱۶۷	-۰/۱۴۳	۰/۵۰۰	۱۲/۰۰
بندرعباس	۰/۲۰۷	-۰/۱۶۲	۰/۵۸۰	۳۹/۲۶
ایران‌شهر	-۰/۰۵۰	-۰/۱۰۵	۰/۰۰۰	۱/۴۳
بندر لنگه	۰/۳۷۵	-۰/۱۸۷	۰/۹۰۲	۳۵/۰۰
جاسک	۰/۲۰۰	-۰/۱۳۹	۰/۶۳۶	۵۲/۱۰
چابهار	-۰/۱۰۰	-۰/۵۰۰	۰/۲۷۱	۶۸/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.

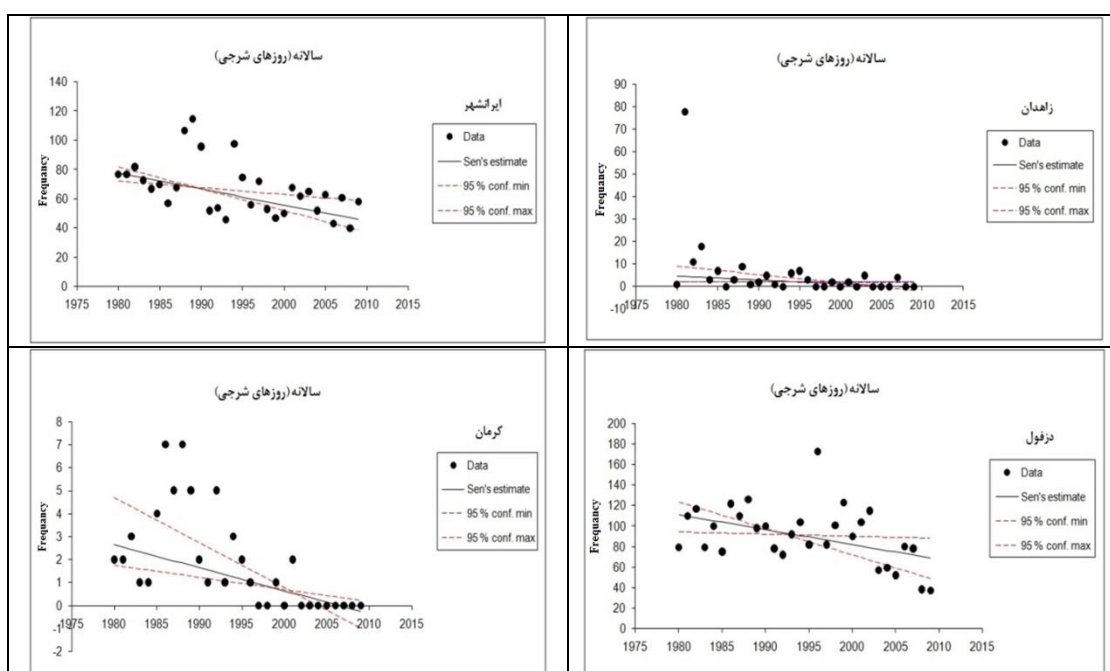
مقیاس سالانه:

پس از ارزیابی روند تغییرات فصلی فراوانی روزهای شرجی، بررسی روند روزهای شرجی بصورت سالانه نیز انجام شد. ایستگاه‌های کرمان، دزفول، ایران‌شهر و زاهدان در مقیاس سالانه به لحاظ آماری در سطح احتمالاتی ۹۵٪ دارای روند کاهشی معنادار می‌باشند. (شکل شماره ۵). این روند کاهشی در ایستگاه‌های بم، زابل، اهواز، آبادان و چابهار نیز مشاهده می‌شود ولی در سطح آماری مورد نظر روند آنها تأیید نمی‌شود. نکته جالب توجه افزایشی بودن روند در ایستگاه‌های ساحلی همچون؛ بوشهر، بندر لنگه و جاسک می‌باشد. شیراز، فسا و بندرعباس سه ایستگاهی هستند که در فراوانی روزهای شرجی آنها هیچگونه روند کاهشی یا افزایشی دیده نمی‌شود. در نهایت در هیچ یک از شهرهای ساحلی جنوب ایران در تعداد روزهای شرجی تغییر معنی داری رخ نداده است و بیشترین تغییرات در روند روزهای شرجی در ایستگاه‌های نواحی داخلی و دورتر از خطوط ساحلی قابل مشاهده است. (جدول شماره ۵).

جدول ۵. نتایج خروجی آزمون سنس در سطح احتمالاتی ۹۵٪ در مقیاس سالانه

ایستگاه	Q	$Q_{min\ 95}$	$Q_{max\ 95}$	B
آبادان	-۰/۷۳۷	-۲/۱۲۰	۰/۴۲۱	۸۹/۰۰
اهواز	-۰/۵۷۱	-۱/۲۳۸	۰/۱۲۹	۷۳/۲۹
بم	-۰/۱۲۵	-۰/۳۱۶	۰/۰۴۷	۵/۹۴
زابل	-۰/۶۳۶	-۱/۲۶۴	۰/۲۴۹	۲۶/۶۴
کرمان	-۰/۱۰۰	-۰/۱۹۵	-۰/۰۵۳	۲/۶۵
دزفول	-۱/۴۶۴	-۲/۵۷۶	-۰/۲۰۷	۱۱۱/۳۲
زاهدان	-۰/۱۶۷	-۰/۳۷۴	-۰/۱۰۰۵	۴/۵۰
شیراز	۰/۰۰۰	-۰/۱۳۳	۰/۱۰۰۰	۱/۵۰
فسا	۰/۰۰۰	-۰/۱۶۶	۰/۲۴۹	۵/۰۰
بوشهر	۰/۲۴۰	-۰/۵۵۳	۰/۱۸۸۷	۲۴۱/۴۴
بندرعباس	۰/۰۰۰	-۰/۵۴۷	۰/۵۰۰	۲۹۲/۰۰
ایرانشهر	-۱/۰۸۷	-۱/۵۰۰	-۰/۴۵۳	۷۷/۵۴
بندر لنگه	۰/۲۷۳	-۰/۳۸۰	۱/۱۱۹	۲۸۸/۹۵
جاسک	۰/۱۵۴	-۰/۴۵۵	۰/۸۰۰	۳۱۴/۱۹
چابهار	-۰/۲۰۰	-۰/۸۶۷	۰/۲۸۴	۳۳۲/۶۰

منبع: یافته های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.



شکل ۵. نمودار روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی. نمودار سمت راست بالا: ایستگاه زاهدان،

نمودار سمت چپ بالا: ایستگاه ایرانشهر، نمودار سمت راست پایین: ایستگاه دزفول،

نمودار سمت چپ پایین: ایستگاه کرمان. منبع: یافته های پژوهشی نگارندگان، ۱۳۹۶.

نتیجه گیری:

بر اساس آستانه فشار جزئی بخار آب معادل یا بیشتر از ۱۸/۸ هکتوپاسکال، روزهای شرجی از غیر شرجی تفکیک شدند. فراوانی فصلی و سالانه روزهای شرجی برای تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج گردیدند. سپس با استفاده از روش ناپارامتریک تخمینگر شیب سنس روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی مورد بررسی قرار گرفت. در نیمه جنوبی ایران، فصل

تابستان دارای بیشترین فراوانی روزهای شرجی می باشد به طوری‌که تمامی ایستگاه های ساحلی نیمه جنوبی ایران همچون چابهار، جاسک، بندرعباس، بندر لنگه و بوشهر تقریباً تمام ۹۳ روز تابستان آنها دارای شرایط شرجی هستند. فصل زمستان نیز فصلی است که وقوع روزهای شرجی در آن به حداقل مقدار خود می رسد. با فاصله گرفتن از ساحل و با حرکت به سمت نواحی مرکزی ایران مشاهده می شود که تعداد روزهای شرجی به شدت کاهش پیدا می کند به طوری‌که در بعضی از ایستگاه همچون کرمان، بم، فسا و شیراز در بعضی از فصول تعداد آنها به کمترین مقدار خود می‌رسد.

نتایج تخمینگر شیب سنس نشان دهد که در مقیاس فصلی هیچ روند معناداری در فراوانی روزهای شرجی در سه فصل بهار، پاییز و زمستان در نیمه جنوبی ایران مشاهده نشد. در فصل تابستان تنها ایستگاه دزفول است که کاهش فراوانی روزهای شرجی آن در سطح احتمالاتی ۹۵ درصد معنادار است و در بقیه ایستگاه کاهش یا افزایش فراوانی روزهای شرجی دارای هیچگونه روند معناداری نیستند.

در مقیاس سالانه تنها چهار ایستگاه کرمان، دزفول، زاهدان و ایرانشهر فراوانی روزهای شرجی آنها دارای روند معنادار بوده است. روند این ایستگاه‌ها در مقیاس سالانه نیز یک روند کاهشی بوده است. با دقت در موقعیت جغرافیایی ایستگاه هایی که فراوانی روزهای شرجی آنها دارای روند کاهشی معنادار بوده‌اند مشاهده می‌شوند که همگی آنها متعلق به عرض‌هایی جغرافیایی بالا بوده است و فاصله آنها نیز از دریا زیاد می‌باشد. دلایل این روند کاهشی می تواند برای هر کدام از این چهار ایستگاه متفاوت باشد. اما به طور کلی می توان بیان داشت که ماهیت وقوع روزهای شرجی در ایستگاه های دورتر از ساحل با ایستگاه-های ساحلی متفاوت تر است. در ایستگاه های ساحلی به دلیل وجود همیشگی منابع آب و پایین بودن عرض جغرافیایی که نتیجه آن بالا بودن دما است وقوع روزهای شرجی یک پدیده معمول و دائمی این مناطق به شمار می آید که در تمام طول سال اما با شدت و ضعف های مختلف مشاهده می شود. لذا انتظار اینکه شاهد یک روند معنادار کاهشی یا افزایشی در فراوانی روزهای شرجی در ایستگاه های ساحلی باشیم شاید انتظار بسیار به جایی نباشد. اما در مورد ایستگاه هایی که از سواحل دور می شوند مسئله مقداری متفاوت تر خواهد بود چون دیگر اثر دائمی منابع آبی خلیج فارس و دریای عمان که برای ایستگاه های ساحلی ساری و جاری بود دیگر برای این ایستگاه ها صادق نیست. در این ایستگاه ها تعداد روزهای شرجی بسیار اندک و مختص به یک یا دو فصل خاص می باشند. علل آن نیز از لحاظ همدید می تواند گسترش الگوهای مرطوب بر روی منطقه باشد که شرایط صعود برای آنها فراهم نشده است. اما نکته بسیار ریزتر و دقیق تر آن این است که روزهای شرجی در ایستگاه های دورتر از ساحل تنها مختص به چند ساعت اواسط روز است و کمتر اتفاق می افتد که تمام ۲۴ ساعت شبانه روز را درگیر خود کند. بنابراین افزایش الگوهای همدید مرطوب یا خشک بر روی منطقه برای یک مدت طولانی می‌تواند بر روی روند افزایشی یا کاهشی آنها تأثیرگذار باشد.

References:

1. Abu-Taleb A.A., A.J. Alawneh, and M. Smadi. (2007): *Statistical analysis of recent changes in relative humidity in Jordan*. *Am. J of Environ Sci*, 3, pp: 75 - 77.
2. Alijani, B. (2011). *Spatial analysis of daily extreme temperatures and rains in Iran*. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 20: 9-31. (In Persian)
3. Alijani, B., P. Mahmoudi, and A. J. Chogan. (2012). *A Study of Annual and Seasonal Precipitation Trends in Iran Using a Nonparametric Method (Sen's Slope Estimator)*. *Journal of Climate Research*, 3(9): 23-42. (In Persian)
4. Alijani, B., P. Mahmoudi, M. Salighe, and A. Rigi chahi. (2011). *Study of annual maximum and minimum temperatures Changes in Iran*. *Geographical Research*, 26(3):101-122. (In Persian)
5. Alizadeh, A. 2010. *Principle of Applied Hydrology*. Emam Reza University Press, 650p. (In Persian)
6. Alizadeh, A., Gh. A. Kamali, F. Mousavi, and M. Mousavi-Bygi. (2011). *Weather & Climate*. Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran. (In Persian).

7. Almasi, F. (2012). *Statistical and Synoptical Analysis of Sultry Phenomena in Khozistan Province. Master degree thesis of Climatology. Supervisor: Dr Mahmood Khosravi. University of Sistan and Baluchestan, Geography and Environmental Planning, Physical Geography Department. (In Persian)*
8. Baaghideh, M., E. Entezari, A. Naimi, and M. Salary. (2013). *Investigation of sultry phenomenon by Statistical and Synoptic methods at the Northern provinces Of Iran (Gilan, Mazandaran and Golestan). Geographical Space, 13 (43) :135-152. (In Persian)*
9. Gaffen, D. J. and R. J. Rose, (1999): *Climatology and Trends of U.S. Surface Humidity and Temperature, Journal of climate, 12 , pp: 811- 828.*
10. Gharekhani, A., and Ghahreman, N. (2010). *Seasonal and Annual Trend of Relative Humidity and Dew Point Temperature in Several Climatic Regions of Iran. Journal of Water and Soil, 24(4): 636-646. (In Persian)*
11. IPCC—Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) *Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.*
12. *Jam-e-Jam Newspaper (Health). Number: 3769, Date: 20/8/2013, p: 16. (In Persian)*
13. Kavyani, M. R. (1981). *Studying Sultry Climatic Phenomenon in the Coastal and Southern Regions of the Country. Journal of Iranian Geographers, 1(3): 36-59. (In Persian)*
14. Masoodian, S. A., H. Asakere, S. M. Hossaini. (2010). *The Identification of Weather Types of South Coast of Caspian Sea and its relationship with Circulation Patterns. 4th Regional Conference on Climate Change, 21-22 December, Tehran, Iran. (In Persian)*
15. Molaei, A., F. Khosh Akhlagh, M. A. Heydary. (2014). *Studying Climate Change and Its Effects on Climatic Tourism in Shiraz City based on Comparative study of both Indices of TCI and ET. National Conference on Climate Change and Engineering Sustainable Agriculture & Natural Resources, 26 June, Hamedan, Iran. (In Persian)*
16. Nami, F. (2012). *Synoptic-Dynamic Analysis of Sultry Weather Phenomenon in The Northern Coasts of Iran. Master degree thesis of Climatology. Supervisor: Dr Hossain Asakerh. University of Zanjan, Faculty of Humanities, Department of Geography. (In Persian)*
17. Parmesan, C. T. L. Root, and M, R, Willig. (2000). *Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. Bulletin of the American Meteorological Society, 81, pages 443 - 450.*
18. Sen, P. K. (1968). *Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. Journal of the American Statistical Association, 63, pp: 1379 - 1389.*
19. Thiel, H. (1950). *A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis: part 3. Proceeding of Koninalijke Nederlandse Akademie van Weinenschatpen A, 53, pp: 1397-1412.*
20. Tonkaz, T., M. Cetin, and K. Tulucu, (2007): *The impact of water resources development projects on water vapor pressure trends in a semi-arid region", Turkey. J.Climatic change, 82, pp: 195 - 209.*
21. 21- wereski, s. and s. wereski, (2012). *The methods of determining sultriness based on meteorological data from Lesko during the period 1981-2010, J Przegląd Geofizyczny, (In English abstract).*
22. Wypych, A. (2010). *Twentieth century variability of surface humidity as the climate change indicator in Kraków (Southern Poland), Theor Appl Climatol, 101, PP: 475- 482.*
23. Xiquan, W. and , G . YanBang, (2010). *The impact of an urban on the summer heat wave and sultry weather in Beijing City, Chinese science Bulletin, 55, (16), pp: 1657-1661.*
24. Zarnowiecki, G., (2003). *Sultry Weather Characteristics in KIELCE. Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Climate, 1-5 September, Lodz, Poland.*
25. Zhao, S. L. and S. J. Che, (2001). *High Temperature and Muggy Weather in Shijiazhuang City. Meteorological Monthly, 9, pp: 23-25 (In Chinese with English abstract).*