جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۳۹۹، دوره۳، شماره۱

آشکارسازی و تحلیل ناهنجاری بارش زمستانه در جنوب‌شرق ایران

محمد مرادی

۱-دکترای هواشناسی، دانشیار و عضو هیات علمی پژوهشگاه هواشناسی

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰٤/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰٤/۱۰

چکیده

در این پژوهش داده‌های بارش زمستانه ایستگاه‌های همدیدی زابل، زاهدان، ایرانشهر و چابهار در استان سیستان‌وبلوچستان در جنوب‌شرق ایران برای آشکارسازی زمستان‌های خشک و تر این استان بررسی شد. برازش تابع توزیع گاما بر این داده‌ها، ده درصد بالا و پایین منحنی برازش شده برای هر ایستگاه مشخص و بر اساس آن زمستان‌های خیلی‌خشک و خیلی‌تر تعریف شد. با انتخاب دو زمستان خیلی‌خشک و دو زمستان خیلی‌تر برای نیمه جنوبی و شمالی استان، ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو بررسی شد.

نتایج بررسی داده‌های بارش نشان‌داد که در ایستگاه‌های مختلف استان، بارش زمستانه بین ۵۰ تا ۵۹ درصد سهم بارش را به خود اختصاص داده است. از بررسی تغییرات بارش زمستانه ایستگاه‌های معرف تعدادی زمستان خیلی‌خشک آشکار شد که خشکی زمستان ۲۰۰۱ در ایستگاه‌های زاهدان و زابل و خشکی زمستان ۲۰۰۰ در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار شدیدتر بود. تعدادی زمستان خیلی‌تر نیز در این استان مشخص شد که زمستان ۱۹۹٦ (۱۹۹۰) در نیمه شمالی(جنوبی) استان از شدت بیشتری برخوردار بود. در زمستان‌های خیلی‌خشک به سبب توسعه غرب سوی پرفشار سرد و شرق سوی پرفشار آزروس، فراوانی ایجاد و توسعه کم‌فشارهای بارشی کاهش یافته و مسیر عبور آنها تغییر کرده‌است. در زمستان‌های خیلی‌تر، ناوه ارتفاعی تقویت و فراوانی کم فشارهای عبوری از ایران افزایش یافته است. در این زمستانها فعالیت ناوه فشاری وارون دریای سرخ افزایش یافته است که سبب ریزش بارش شدید در مناطق جنوبی کشور و ایستگاه‌های استان سیستان‌و بلوچستان شده‌است.

واژگان کلیدی : ترسالی، خشکسالی، تابع توزیع گاما، سیستان و بلوچستان.

Doi: 10.22034/gahr.2020.109953

مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که به سبب کاهش بلند مدت بارش ایجاد می‌شود. این پدیده در دوره زمانی رخ می‌دهد که در آن دوره، مقدار بارش از میانگین مجموع بارش بلند مدت کمتر می‌باشد. از آنجائی که خشکسالی بطور مستقیم بر منابع آب و کشاورزی تاثیر دارد، از این رو این پدیده همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. برخی از این پژوهشگران سعی کرده‌اند تا با استفاده از بارش ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی، نمایه‌های مختلفی را برای بررسی خشکسالی ارائه نمایند. برخی نیز با استفاده از این نمایه‌ها، به بررسی خشکسالی در مناطق مختلف پرداخته‌اند.

لوکاس و همکاران(۲۰۰۳) با استفاه از نمایه های مختلف بارش استاندارد و ناهنجاری بارش، خشکسالی هواشناسی را در یونان بررسی کردند و نشان دادند که این شاخصها در تعیین خشکسالی مناسبند و با شاخص پالمر نیز مطابقت دارند. فانگ و همکاران(۲۰۱۰) با استفاده از نمایه پالمر، در یک دوره آماری بلند مدت، خشکسالی را در مناطق مرکزی آسیا را بررسی کردند. آنها در تحقیقات خود از داده‌های منتج از حلقه درختان استفاده کردند و نشان دادند که در دوره آماری تحت بررسی، خشکسالی‌های شدیدی در غرب و مرکز آسیا رخ داده است. این شدت در دهه ۱۶۵۰-۱۶۴۰ از شدت بیشتری برخوردار بوده است. سالتوس و همکاران(۲۰۱۱) در دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۱۰، از داده‌های بارش ۱۴۴ ایستگاه برای بررسی خشکسالی در پرتقال استفاده کردند. این پژوهشگران با استفاده از نمایه بارش استاندارد شده نشان دادند که خشکسالی در مناطق تحت بررسی دارای الگوی متجانسی می‌باشد. النیکی و همکاران(۲۰۱۵) با بررسی داده های میانگین دما و مجموع بارش در نه ایستگاه هواشناسی حوضه آبریز رودخانه وارتا در لهستان، در سه دوره متفاوت ۲۰۱۰-۱۹۴۸، ۱۹۵۱-۲۰۱۰ و ۲۰۱۰-۱۹۸۱ نشان دادند که در سی ساله اخیر، مجموع بارش سالانه در شمال حوضه دارای روند صعودی و در جنوب حوضه دارای روند نزولی می‌باشد. آنها همچنین نشان دادند که بارش زمستانه و بهاری این حوضه روند صعودی ضعیفی دارد در حالیکه بارش تابستانه این حوضه دارای روند نزولی می باشد. با این تحلیل آنها نشان دادند که در این حوضه آبریز به سبب کم بودن شیب خط روند، تغییر اقلیم با افزایش دما و کاهش بارش کمتر نفوذ کرده است. ناهید و همگاران(۲۰۱۱) با بررسی بارش پاکستاد در دوره اماری ۲۰۰۹-۱۹۶۰، بیشترین ضریب تغییرات بارش را در منطقه بلوچستان پاکستان برآورد نمودند.

در ایران نیز پژوهشگران زیادی به خشکسالی و شاخص‌های ارائه شده در مناطق مختلف کشور پرداخته‌اند که برای کاهش حجم فقط به چند پژوهش بطور کوتاه اشاره می‌شود. رزمی وستوده(۱۳۹۶)، با استفاده از شاخص استاندارد، در یک دوره ۲۰ ساله، بارش ماهانه ۵۵ ایستگاه شمالغرب ایران را بررسی کردند و نشان دادند که بیشترین احتمال وقوع خشکسالی‌های شدید در جنوب منطقه و بیشترین احتمال وقوع ترسالی‌های شدید در بخش شرقی و مرکزی آن به وقوع می‌پیوندد. روح‌بخش و همکاران(۱۳۹۸)، در تحلیل آماره‌ها و بی‌هنجاریهای بارش ایران در دوره گرم سال، نشان دادند که از شمال و شمال غرب به سوی جنوب و جنوب‌شرق از میانگین

بارش کاسته و بر مقدار ضریب تغییرات و چولگی افزوده می‌شود و در جنوب و جنوب‌شرق میانگین بارش بهاره بیشتر از میانگین بارش دوره تابستان است. یاراحمدی و همکارن(۱۳۹۸) نیز با بررسی تغییرات بارش در دو دوره سی ساله مجزا، نشان دادند که از شدت و گستره عملکرد سامانه‌های بارشی فراگیر فصل زمستان در دوره ۳۰ ساله دوم در سطح کشور کاسته شده است. آذرخشی و همکاران (۱۳۹۲) روند تغییرات سالانه و فصلی بارش مناطق مختلف ایران را بررسی کردند و با استفاده از روش من کندال و رگرسیون خطی نشان دادند روندهای کاهشی در داده‌های بارش سالانه مناطق شرق و جنوب شرق ایران وجود دارد. نصرآبادی (۱۳۹٦) با بکارگیری توزیع نرمال و گاما بر داده‌های بارش روزانه ایران نشان داد که نمیتوان تغییرات بارش در دو دوره آماری مختلف را بعنوان تغییر اقلیم در نظر گرفت.

استان سیستان و بلوچستان یکی از استانهای پهناور ایران است که در محدوده بیست و پنج درجه و سه دقیقه تا سی و یک درجه و بیست و هفت دقیقه عرض جغرافیائی شمالی و پنجاه و هشت درجه و پنجاه دقیقه تا شصت و سه درجه و بیست و یک دقیقه طول جغرافیائی شرقی قرار دارد. این استان دارای آب و هوائی گرم و خشک است و در تابستان تحت تاثیر کم فشار گرمائی است که در نیمه جنوبی استان با بارش‌های مونسونی همراه است و در زمستان به سبب عبور کم فشارهای جنوبی، تحت تاثیر بارش‌های این گونه سامانه‌ها قرار می‌گیرد.

در دو دهه اخیر استان سیستان و بلوچستان با خشکسالی‌های پی در پی مواجه بوده است. کاهش بارش، کاهش پوشش گیاهی، افزایش فرسایش سطحی خاک، افزایش سرعت بادهای ۱۲۰ روزه، افزایش فراوانی طوفان گردوخاک و کاهش منابع آب و کیفیت آن از عوامل متعددی است که مردم این سرزمین را با بحران و کوچ نشینی مواجه کرده است. به همین دلیل خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان همواره مورد توجه پژوهشگران اقلیم شناسی، هواشناسی و آبشناسی قرار گرفته است که در زیر به چند مورد اشاره می‌شود.

رضیئی و همکاران(۱۳۸٦) در بررسی خشکسالی‌های هوشناسی در استان سیستان و بلوچستان، از نمایه SPI و زنجیره مارکوف استفاده کردند و رخداد و گسترش خشکسالی را در استان سیستان و بلوچستان بررسی کردند. نتایج کار این پژوهشگران نشان داد که بخشهای مرکزی استان در سی درصد مواقع در خشکسالی بسر می‌برد و نسبت به بخشهای دیگر استان آسیب پذیرتر می‌باشد. خوش اخلاق و همکاران(۱۳۹۱) در بررسی الگوهای همدید خشکسالی و تر سالی زمستانه جنوبغرب ایران با استفاده از شاخص استاندارد بارش، در یک دوره آماری بیست ساله بارش ایستگاه‌های جنوبغرب ایران را تحلیل کردند و نشان دادند که فراوانی دوره‌های خشک در منطقه بیش از دوره‌های تر است. بعلاوه دوره های خشک با جابجائی غرب سوی پرفشار جنب حاره و دوره‌های تر با استقرار ناوه مدیترانه در شرق جنوبغرب همراهی می کنند.

پیری و همکاران(۱۳۹۲) کارایی نمایه‌های خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان را بررسی کردند. آنها با استفاده از داده‌های بارش هفت ایستگاه هواشناسی این استان از سال ۱۳٦۰ تا ۱۳۸۹، خشکسالی سطح استان

را پهنه بندی کردند. زارع ابیانه و همکاران(۱۳۹٤) در تحلیل و پایش خشکسالی هواشناسی منطقه سیستان و بلوچستان با استفاده از دما در دوره آماری سی ساله و بارش در دوره آماری چهل و دو ساله ایستگاه‌های هواشناسی زابل، زاهدان، ایرانشهر و چابهار و استفاده از روش نمایه‌های مختلف، نشان دادند که خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان رو به افزایش است که به تدریج بر شدت آن نیز افزوده شده است. محمودی و همکاران(۱۳۹٤) جهت تحلیل خشکسالی های استان سیستان و بلوچستان از شاخص نمره استاندارد استفاده کردند و بر اساس آن شاخص نشان دادند که استان سیستان و بلوچستان در طـول دوره آمـاری ۲۰۰۵-۱۹۷٦، به تناوب خشکسالی‌ها و ترسالی‌های گوناگونی را با شدت‌های مختلف تجربه کرده است. آنها سال‌های ۲۰۰ تا ۲۰۰٤ را به عنوان نماینده سال‌های خشک برای تحلیل کیفیت منابع آب استان انتخاب کردند و نشان دادند که در این سالهای خشک، حجم دبی چهار رودخانه سیانجاه، هیرمند، بمپور و باهوکلات، کاهش یافته و مقدار نسبت جذب سدیم آب نیز ۵/۵ درصد افزایش داشته است.

لشگری و خزائی(۱۳۹۳) در تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین استان سیستان و بلوچستان با استفاده از بارش شش ایستگاه همدیدی این استان و استفاده از داده های بایگانی *NCEP/NCAR* در دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۷ نشان دادند که دو الگوی کلی در ایجاد بارش‌های سنگین در استان سیستان و بلوچستان نقش دارند. در این پژوهش یک الگوی زمستانه مربوط به دسامبر ۱۹۹۵ و یک الگوی تابستانه مربوط به ژوئن ۲۰۱۰ بررسی شده است. علیجانی و همکاران(۱۳۹۰) در الگوهای گردش جو بارش‌های تابستانه جنوب‌شرق ایران در ماه ژوئیه ۱۹۹٤، با استفاده ار داده‌های بایگانی *NCEP/NCAR* نشان دادند که منطقه اصلی بارش تابستانه جنوب‌شرق کشور محدوده‌ای مثلثی شکل در استان سیستان و بلوچستان در شرق ۵۸/۳۰ درجه طول شرقی و جنوب ۲۸/۳۰ درجه عرض شمالی است که هر سال دارای بارش تابستانه است.

هدف از این پژوهش بررسی بارش زمستانه ایستگاه‌های زابل، زاهدان، ایرانشهر و چابهار در استان سیستان و بلوچستان برای تعیین سالهای خشک و تر و تحلیل ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی در حالتهای انتخابی برای شناسائی عوامل موثر بر ترسالی و خشکسالی در این خطه از میهن است.

آنچه این پژوهش را از سایر پژوهش‌های مشابه متمایز می‌کند، تحلیل فصلی بارش و استفاده از تابع توزیع گاما برای تعیین سالهای خشک و تر است که بوسیله سازمان هواشناسی جهانی توصیه شده است. این تحلیل با بررسی ناهنجاریهای فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو کاملتر می‌شود.

مواد و روشها

در این مطالعه از داده‌های مجموع بارش ماهانه ایستگاه همدیدی زابل، زاهدان، ایرانشهر و چابهار که به ترتیب در مناطق شمال، مرکز، غرب و جنوب استان سیستان و بلوچستان قرار دارند و دوره آماری آنها بطور پیوسته بیش از سی سال است، به عنوان ایستگاه معرف استفاده شد. این داده‌ها که از بدو تاسیس ایستگاه تا پایان سال ۲۰۱٦ را پوشش می‌دهند، از سازمان هواشناسی کشور گرفته شد. پس از کنترل داده‌ها برای آشکار سازی و حذف خطای فاحش، مجموع بارش فصلی ایستگاه‌های تحت بررسی بدست آمد و سهم بارش هر فصل تحلیل شد. از آنجائی که بارش زمستانه بیشترین سهم بارش را در ایستگاه‌های معرف بر عهده داشت، از این رو بارش زمستانه برای بررسی انتخاب شد. در این پژوهش داده‌های مجموع بارش ماه‌های متوالی دسامبر، ژانویه و فوریه برای فصل زمستان در نظر گرفته شد و از نظر دارا بودن روند بررسی شد.

برای تعیین آستانه‌های بارشی فصل‌های خشک و تر ایستگاه‌های فوق، بنا به توصیه سازمان هواشناسی جهانی(سمیعی، ۱۳٦۳) از توزیع آماری گاما استفاده شد. این توزیع که برای بیان قوانین آماری برخی متغیرهای پیوسته اقلیمی و هواشناسی که حد پائین آنها صفر است توزیع مناسبی است(نوحی و عسگری، ۱۳۸٤)، به صورت زیر تعریف می‌شود (بوردی و همکاران، ۲۰۰۱) :

(۱)

$$f(x) - \frac{(x-\gamma)^{\alpha-1}}{\beta \ \Gamma(\alpha)} \exp[-\frac{(x-\gamma)}{\beta}]$$

در این رابطه، x یک متغیر تصادفی، $f(x)$ تابع چگالی احتمال، Γ تابع معمولی گاما، $\alpha \ \ 0$ فراسنج شکل، $\beta \ \ 0$ فراسنج مقیاس و γ فراسنج محل است که در تابع گامای دو فراسنجی این مقدار صفر می‌باشد. با محاسبه فراسنج‌های تابع گاما به کمک نرم افزار آماری ایزی فیت و بکارگیری نرم افزار مینی‌تب، دهک اول و آخر توزیع زمستانه بارش ایستگاه‌های انتخابی بدست آمد و بر اساس آن، زمستان خشک و تر تعریف شد. در این پژوهش اگر بارندگی زمستانه هر ایستگاه از بارش متناظر سطح احتمال ۱۰ درصد پایین(بالای) منحنی کمتر(بیشتر) باشد، آن زمستان یک زمستان خیلی خشک(تر) است. با فرض آنکه P_{Total} مجموع بارش ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه و $P_{\%10U}$ و $P_{\%10L}$ به ترتیب بارش متناظر با ۱۰ درصد بالا و پایین منحنی برازش شده بر داده‌های بارش زمستانه باشد، بیان ریاضی این تعریف به صورت زیر است (برنت و همکاران،۲۰۰۷) :

خیلی تر $P_{Total} \ \ P_{\%10U}$ ، خیلی خشک $P_{Total} \ \ P_{\%10L}$

با این تعریف زمستان‌های خیلی خشک و خیلی تر در ایستگاه‌های معرف آشکار شد. برای تحلیل ناهنجاری فشار و ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، از داده‌های روزانه فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز ۵۰۰

هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ استفاده شد. این داده‌ها، در روی یک شبکه منظم ۳۳ در ۲۱ نقطه‌ای محدود به صفر تا هشتاد درجه طول جغرافیائی شرقی و ده تا شصت درجه عرض جغرافیائی شمالی، از بایگانی *NCEP/NCAR* گرفته شد. این محدوده برای آشکارسازی امواج همدیدی مناسب است. با محاسبه میانگین داده‌ها در هر نقطه شبکه، میانگین ماهانه برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه در سال‌های مختلف دوره آماری ۱۹۸۰–۲۰۱۶ محاسبه شد. سپس میانگین سی ساله این کمیت‌ها در هر نقطه شبکه محاسبه و در انتها میانگین فصل زمستان در هر سال انتخابی از میانگین زمستانه سی ساله دوره آماری کم شد تا مقادیر منفی و مثبت بامعنای ناهنجاری بدست آید. از آنجائیکه از بررسی الگوهای همدیدی مربوط به زمستان‌های خیلی خشک و تر، اختلاف قابل توجهی بدست نیامد، از این رو ناهنجاری الگوها به صورت ماهانه بررسی شد.

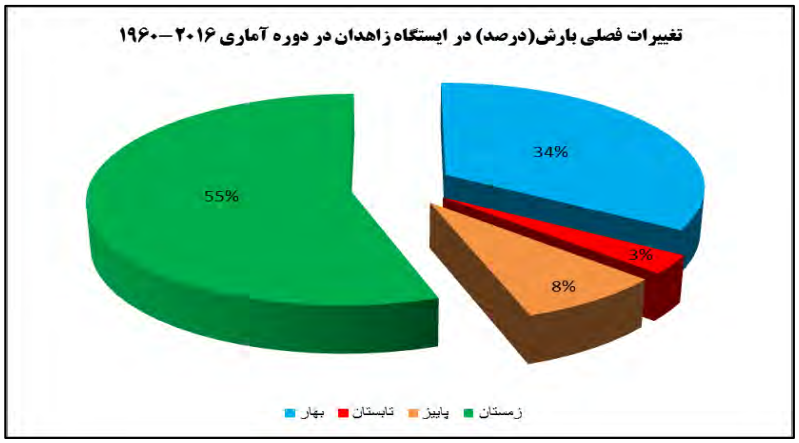
یافته‌ها

برای بررسی بارش زمستانه، ابتدا توزیع فصلی بارش ایستگاه‌های استان سیستان و بلوچستان تحلیل شد. شکل ۱ توزیع بارش فصلی ایستگاه زاهدان از دسامبر ۱۹۵۹ تا دسامبر ۲۰۱۶ بر حسب درصد را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که در ایستگاه زاهدان در فصل زمستان ۵۵ درصد، در فصل بهار ۳۴ درصد، در فصل تابستان ۳ درصد و در فصل پاییز ۸ درصد بارش ریزش کرده است. این شکل همچنین نشان می‌دهد که ۸۹ درصد بارش‌های ایستگاه زاهدان در فصل‌های زمستان و بهار رخ داده است. درصد بارش فصل ایستگاه های معرف دیگر نیز در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ : درصد بارش فصلی ایستگاه های معرف استان سیستان و بلوچستان.

نام ایستگاه	دوره آماری	درصد بارش فصلی			
		بهاره	تابستانه	پاییزه	زمستانه
زاهدان	دسامبر ۲۰۱۶–دسامبر ۱۹۵۹	۳۴	۳	۸	۵۵
زابل	دسامبر ۲۰۱۶–دسامبر ۱۹۸۴	۳۵	کمتر از ۱	۷	۵۸
ایرانشهر	دسامبر ۲۰۱۶–دسامبر ۱۹۸۴	۲۸	۱۷	۵	۵۰
چابهار	دسامبر ۲۰۱۶–دسامبر ۱۹۸۴	۱۶	۱۲	۱۳	۵۹

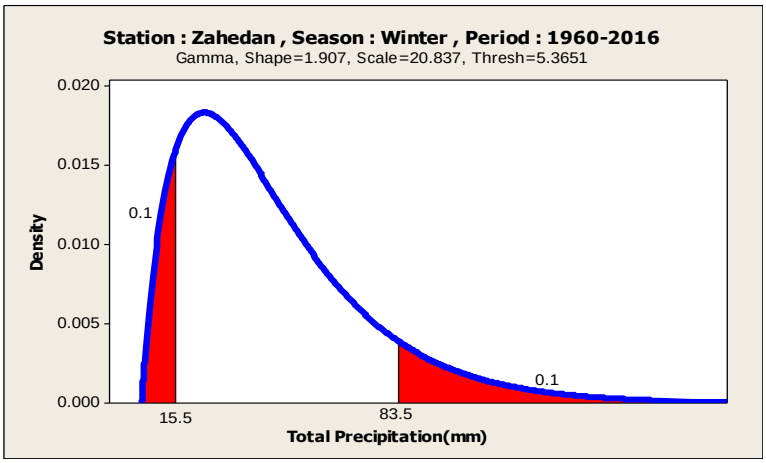
تحلیل آماری بارش ایستگاه‌های معرف نشان داد که بارش زمستانه استان سیستان و بلوچستان بیشتر از بارش فصل‌های دیگر است و بارش این استان نیز تحت تاثیر الگوهای همدیدی عرضهای میانی است که معمولا از غرب به شرق حرکت می‌کنند. برخی از ایستگاه‌های این استان تحت تاثیر مونسون، دارای بارش‌های تابستانه نیز هستند که درصد کمی از بارش کلی ایستگاه می‌باشد. مقادیر بارش تابستانه در مناطق شمالی استان کمتر از مناطق مرکزی و جنوبی استان می‌باشد. برای نمونه ایستگاه‌های زابل و زاهدان تقریبا بارش تابستانه ندارند ولی در ایستگاه ایرانشهر بارش تابستانه بیشتر از بارش پاییزه است. در ایستگاه چابهار نیز این دو مقدار تقریبا هم اندازه می‌باشند. یکی از دلایل این اختلاف بارش، محدود بودن جریان‌های مرطوب مونسون و نرسیدن هوای مرطوب به عرض‌های شمالی استان سیستان و بلوچستان می‌باشد.



شکل ۱ : توزیع بارش فصلی ایستگاه زاهدان (درصد) از دسامبر ۱۹۵۹ تا دسامبر ۲۰۱٦.

با تعیین بارش زمستانه ایستگاه‌های معرف، این داده‌ها از نظر وجود روند بررسی شد و در هر چهار ایستگاه روند نزولی بارش زمستانه آشکار گردید. این روندها به کمک نرم افزار مینی‌تب در سطح اطمینان ۹۵ درصد با آزمون من-کندال آزمایش شد. روند نزولی در ایستگاه‌های زابل و زاهدان تایید و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار رد شد. معادله خط روند در ایستگاه‌های زابل و زاهدان به ترتیب به صورت زیر بدست آمد. از این معادلات دیده شد که مجموع بارش زمستان در هر دهه در زاهدان ۳/٤ میلیمتر و در زابل ۲/۷ میلیمتر کاهش دارد. این روند نزولی ضعیف می‌تواند به عنوان تغییر اقلیم خفیف در نظر گرفته شود. بنابراین به نظر می‌رسد که نیمه شمالی استان سیستان و بلوچستان در اثر تغییر اقلیم، توان کاهش بارش زمستانه را دارا می‌باشد.

شکل ۲ برازش تابع گاما بر داده‌های بارش زمستانه ایستگاه زاهدان را نشان می‌دهد. از این شکل دیده می‌شود که دهکهای اول و آخر بارش زمستانه ایستگاه زاهدان به ترتیب ۱۵/۵ و ۸۳/۵ میلیمتر است. این مقادیر آستانه بارش زمستانه این ایستگاه برای زمستان‌های به ترتیب خیلی خشک و خیلی تر می‌باشد. به روش مشابه با محاسبه فراسنج‌های تابع گاما و بکارگیری نرم افزار آماری مینی‌تب، آستانه‌های بارشی فصل زمستان در همه ایستگاه‌های تحت بررسی تعیین شد. نتایج در جدول ۲ آورده شده است.



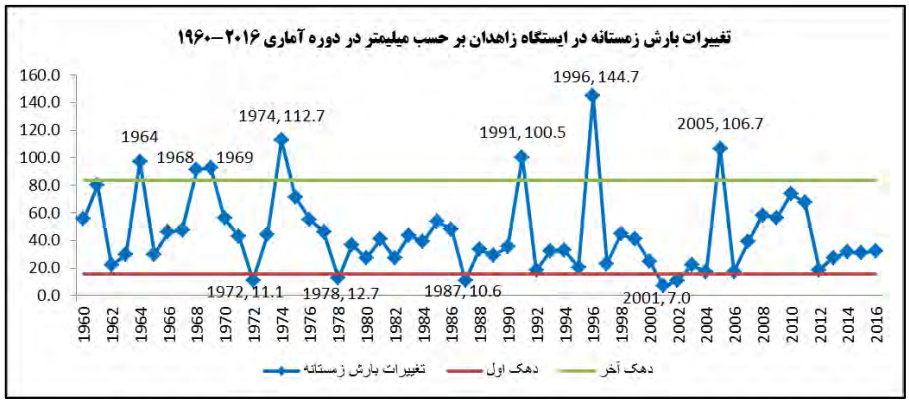
شکل ۲ : برازش تابع گاما بر داده‌های بارش فصل زمستان ایستگاه زاهدان(۱۹۶۰-۲۰۱۶).

جدول ۲: آستانه بارش زمستانه ایستگاه‌های منتخب استان سیستان و بلوچستان بر اساس تابع گاما برای تعیین سالهای خیلی خشک و تر.

نام ایستگاه	زابل		زاهدان		ایرانشهر		چابهار	
بارندگی متناظر سطح ۱۰ درصد(میلیمتر)	اول	آخر	اول	آخر	اول	آخر	اول	آخر
فصل زمستان	۱۰/۱	٦۱/۱	۱۵/۵	۸۳/۵	۹/۹	۱۱۲/۸	۷/۵	۱۵۹/۱

در ادامه، بر اساس داده‌های این جدول، تغییرات بارش زمستانه ایستگاه‌های معرف بررسی شد تا زمستان‌های خشک و تر در این ایستگاه‌ها تعیین شود. در شکل ۳ تغییرات بارش زمستانه ایستگاه زاهدان در دوره آماری انتخابی نشان داده شده است. از این شکل دیده می‌شود که ایستگاه زاهدان طی سالهای ۱۹۷۲، ۱۹۷۸، ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ دارای زمستان‌های خیلی خشک بوده است و از بین آنها خشکی زمستان ۲۰۰۱ با مجموع بارش ۷ میلیمتر، از همه شدیدتر بوده است. همچنین این شکل نشان می‌دهد که سالهای ۱۹٦٤، ۱۹٦۸، ۱۹٦۹، ۱۹۷٤، ۱۹۹۱، ۱۹۹٦ و ۲۰۰۵ از جمله زمستان‌های خیلی تر این ایستگاه می‌باشند. بطوریکه در زمستان مربوط به سال ۱۹۹٦، طی دسامبر ۱۹۹۵ و ژانویه و فوریه ۱۹۹٦ مجموع بارش ایستگاه زاهدان ۱٤٤/۷ میلیمتر بوده است.

این تجلیل برای ایستگاه‌های زابل، ایرانشهر و چابهار نیز انجام شد. در ایستگاه زابل، زمستان ۱۹۷۵، با مجموع بارش ۹۵/۲ میلیمتر، در ایستگاه ایرانشهر در زمستان‌های مربوط به سالهای ۱۹۹٦ و ۲۰۰۸ با مجموع بارش به ترتیب ۱٦۳/۷ و ۱٦۳/۵ میلیمتر و در ایستگاه چابهار در زمستان ۱۹۹۰، مجموع بارش ۲۵۳ میلیمتر ثبت شده است. که بیشترین ریزش زمستانه ایستگاه های فوق می باشند. نتایج این تحلیل در جدول ۳ آورده شده است. در این جدول زمستان سالهائی که در آن مجموع بارش ایستگاه از مجموع بارش زمستان‌های دیگر بیشتر می‌باشد، با خط زیر مشخص شده است.



شکل ۳: تغییرات بارش زمستانه ایستگاه زاهدان بر حسب میلیمتر(۱۹۶۰-۲۰۱۶).

جدول ۳ : سال‌های مربوط به زمستان‌های خشک و تر در ایستگاه‌های تحت بررسی در دوره آماری منتهی به سال۲۰۱۶.

وضعیت	ایستگاه(دوره آماری)	سال
سال‌های خشک	زابل(۲۰۱۶-۱۹۶۳)	۱۹۷۱، ۱۹۸۹، ۲۰۰۱، ۲۰۱۳
	زاهدان(۲۰۱۶-۱۹۶۰)	۱۹۷۲، ۱۹۷۸، ۱۹۸۷، ۲۰۰۱، ۲۰۰۲
	ایرانشهر(۲۰۱۶-۱۹۸۰)	۲۰۰۰، ۲۰۰۲، ۲۰۰۴، ۲۰۰۶
	چابهار(۲۰۱۶-۱۹۸۵)	۱۹۸۵، ۱۹۸۹، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲، ۲۰۰۴، ۲۰۱۱، ۲۰۱۶
سال‌های تر	زابل(۲۰۱۶-۱۹۶۳)	۱۹۷۴، ۱۹۷۵، ۱۹۹۶، ۱۹۹۸، ۱۹۹۹، ۲۰۰۵
	زاهدان(۲۰۱۶-۱۹۶۰)	۱۹۶۴، ۱۹۶۸، ۱۹۶۹، ۱۹۷۴، ۱۹۹۱، ۱۹۹۶، ۲۰۰۵
	ایرانشهر(۲۰۱۶-۱۹۸۰)	۱۹۹۰، ۱۹۹۳، ۱۹۹۶، ۲۰۰۸
	چابهار(۲۰۱۶-۱۹۸۵)	۱۹۹۰ ، ۱۹۹۸

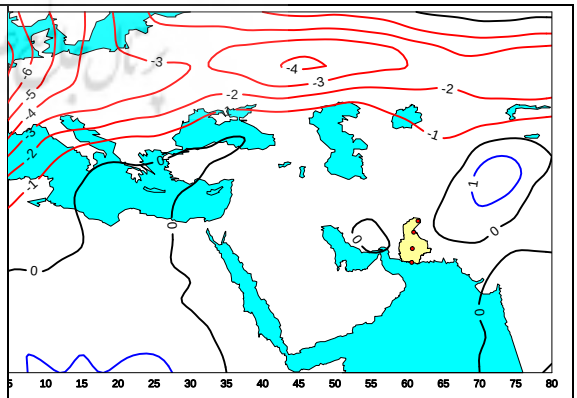
بر اساس نتایج این جدول، دیده شد که زمستان‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۰ در شمال استان و ۲۰۰۰-۱۹۹۹ در جنوب استان از شدت بیشتری برخوردار هستند بطوریکه مجموع بارش زمستان ۲۰۰۱-۲۰۰۰ در ایستگاه‌های زابل و زاهدان در نیمه شمالی استان، به ترتیب سه و هفت میلیمتر و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار در نیمه جنوبی استان، به ترتیب ۱۲ و ٤۳ میلیمتر ثبت شده است. این کمیت در زمستان ۲۰۰۰-۱۹۹۹ در ایستگاه‌های زابل و زاهدان، به ترتیب ۱۷ و ۲۵ میلیمتر و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار، به ترتیب دو و صفر میلیمتر ثبت شده است. از این رو این دو زمستان به عنوان دو زمستان خیلی خشک برای تحلیل و بررسی ناهنجاری انتخاب شد. به روش مشابه از بین زمستان‌های خیلی تر نیز دیده شد که زمستان ۱۹۹٦-۱۹۹۵ در زاهدان(۱۹۹۰-۱۹۸۹ در چابهار) نسبت به زمستان‌های تر آشکار شده، بارش بیشتری ریزش کرده است و این زمستان در ایستگاه زابل(ایرانشهر) نیر به عنوان یک زمستان خیلی تر آشکار شده است. مجموع بارش زمستان ۱۹۹٦-۱۹۹۵ در ایستگاه‌های زابل و زاهدان، به ترتیب ٦۵ و ۱٤۵ میلیمتر و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار، به ترتیب ۱٦٤ و ۱۵۷ میلیمتر ثبت شده است. این کمیت در زمستان ۱۹۹۰-۱۹۸۹ در ایستگاه‌های زابل و زاهدان، به ترتیب

۳۵ و ۵۲ میلیمتر و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار، به ترتیب ۱٤٤ و ۲۵۳ میلیمتر ثبت شده است. بنابراین این زمستان نیز برای تحلیل ناهنجاری در شمال(جنوب) استان انتخاب شد. در ادامه ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو برای زمستان‌های خشک و تر بررسی می‌شود. برای کاهش حجم مطالب، فقط شکلهای مربوط به چند مورد نشان داده شده است.

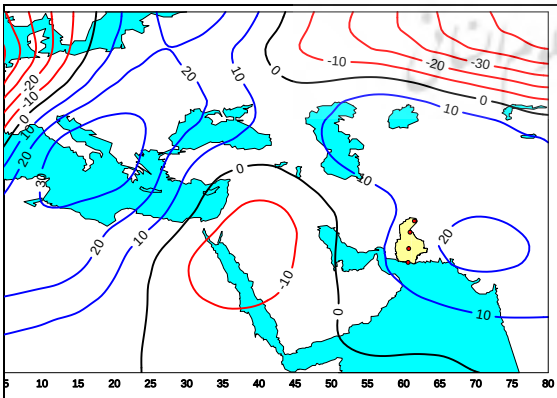
بررسی همدیدی زمستان‌های خشک

شکل‌های ٤ تا ۹ ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو در ماه‌های دسامبر ۲۰۰۰، ژانویه و فوریه ۲۰۰۱ را نشان می‌دهند. از شکلهای ٤ و ۵ دیده می‌شود که در ماه دسامبر ۲۰۰۰، ناهنجاری فشار در استان سیستان و بلوچستان قابل توجه نیست ولی در جنوب استان ناهنجاری منفی کوچکی وجود دارد. در زیر دریاچه بالخاش ناهنجاری مثبت قرار گرفته است که معرف تقویت پرفشار سرد سیبری در منطقه و گسترش دامنه آن به مناطق شرق و جنوب‌شرق ایران می‌باشد. میانگین ماهانه ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه نیز نسبت به میانگین سی ساله، ۱۰ تا ۲۰ ژئوپتانسیل متر افزایش یافته است و ناهنجاری مثبت ایجاد شده است. در مناطق مختلف نیمه شرقی ایران و مرکز دریای مدیترانه ناهنجاری مثبت و در روی عربستان ناهنجاری منفی این کمیت دیده می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که این شرایط به سبب کاهش فراوانی سامانه‌های بارشی عبوری از روی سیستان و بلوچستان رخ داده است. این شکلها نشان می دهد که در ماه دسامبر ۲۰۰۰، فراوانی سامانه‌های بارشی مدیترانه نیز کاهش یافته است و باوجودیکه در اطراف دریای سرخ ناهنجاری منفی ارتفاع وجود دارد، ولی ناهنجاری مثبت نیمه شرقی اجازه عبور سامانه‌های بارشی به این منطقه از ایران را نداده است. از آنجائی که ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا در ماه دسامبر در جنوب استان سیستان و بلوچستان منفی است و این مناطق منبع رطوبتی مناسبی برای بارش وجود دارد، از این رو انتظار بارش همرفتی در جنوب استان در این ماه می‌تواند توجیه شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

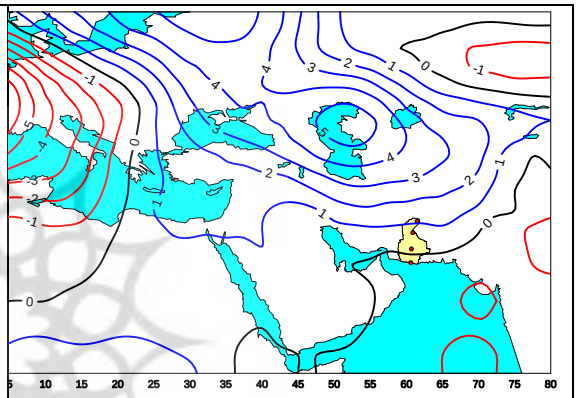


شکل ٤ : ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا بر حسب هکتوپاسکال مربوط به دسامبر۲۰۰۰. خطوط آبی (قرمز) ناهنجاری مثبت (منفی) را نشان می‌دهد.

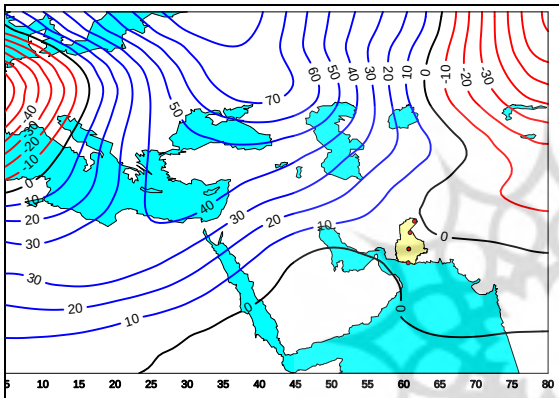


شکل ۵ : ناهنجاری ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال بر حسب ژئوپتانسیل‌متر مربوط به دسامبر ۲۰۰۰. خطوط آبی(قرمز) ناهنجاری مثبت (منفی) را نشان می‌دهد.

از شکل‌های ٦ و ۷ دیده می‌شود که در ماه ژانویه ۲۰۰۱، بیشینه ناهنجاری مثبت فشار به خط هم مقدار ۵ هکتوپاسکال در روی دریای خزر قرار گرفته است و مناطق مختلف ایران به جز نوار جنوبی کشور، تحت تاثیر این بیشینه قرار گرفته است. این مرکز بیشینه ناهنجاری مثبت به سوی غرب و شرق دریای خزر نیز امتدا یافته است. از غرب تا دریای سیاه و شرق دریای مدیترانه و از شرق تا جنوب دریاچه بالخاش را تحت تاثیر قرار داده است. بیشینه ناهنجاری ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه نیز در روی دریای مدیترانه قرار گرفته است و ایران نیز تحت تاثیر این ناهنجاری می‌باشد. به نظر می‌رسد که این شرایط به سبب استقرار سامانه پرفشار آزرورس در شرق دریای مدیترانه و پرفشار سرد سیبری در غرب دریاچه بالخاش و ترکیب پشته‌های این دو سامانه در روی دریای خزر ایجاد شده باشد. این شرایط می‌تواند مانع عبور سامانه‌های بارشی از روی ایران در این ماه باشد.

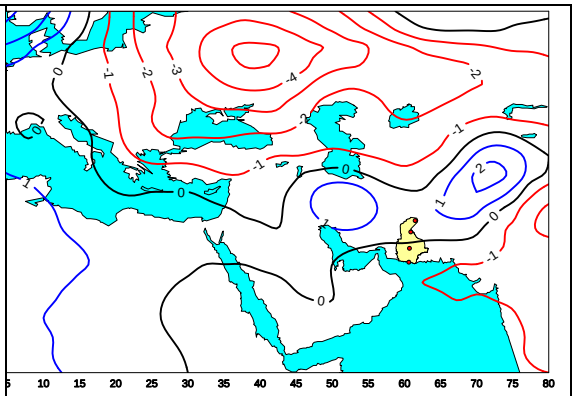


شکل ٦ : مانند شکل ٤ ولی برای ژانویه ۲۰۰۱.

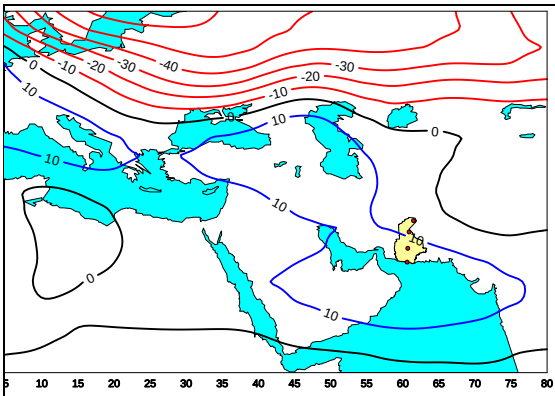


شکل ۷ : مانند شکل ۵ ولی برای ژانویه ۲۰۰۱.

از شکل‌های ۸ و ۹ دیده می‌شود که در ماه فوریه ۲۰۰۱، بیشینه ناهنجاری مثبت فشار با خط هم مقدار ۲ هکتوپاسکال در جنوب دریاچه بالخاش قرار گرفته است و این مرکز بیشینه، به سوی غرب افغانستان امتدا یافته است. در مرکز و جنوبغرب ایران نیز ناهنجاری مثبت یک هکتوپاسکال قرار گرفته است. بنابراین به جز سواحل جنوبی دریای عمان در استان سیستان و بلوچستان، بقیه مناطق کشور نیز تحت تاثیر این ناهنجاری مثبت قرار دارند. در شمال دریای خزر و دریای سیاه نیز بیشینه ناهنجاری منفی بسته شده است که بیانگر عبور فراوان سامانه‌های کم فشار بارشی از این منطقه می‌باشد. بیشینه ناهنجاری ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه نیز در روی ایران جای گرفته است. به نظر می‌رسد که در این ماه استقرار سامانه پرفشار آزرورس در جنوبغرب دریای مدیترانه و پرفشار سرد سیبری در جنوب دریاچه بالخاش و ترکیب پشته‌های این دو سامانه در روی مرکز ایران مانع عبور سامانه‌های بارشی از روی ایران شده است و آنها با تغییر جهت از حالت مداری، از شمال دریای سیاه و شمال دریای خزر عبور کرده‌اند.



شکل ۸ : مانند شکل ٤ ولی برای فوریه ۲۰۰۱.



شکل ۹ : مانند شکل ٥ ولی برای فوریه ۲۰۰۱.

در ماه دسامبر ۱۹۹۹، بیشینه ناهنجاری مثبت فشار در جنوب دریاچه بالخاش قرار گرفته است که پشته آن به سوی غرب و شمالغرب ایران امتدا یافته است. استان سیستان و بلوچستان نیز تحت تاثیر این ناهنجاری مثبت قرار گرفته است. این شرایط معرف تقویت پرفشار سرد سیبری در منطقه و گسترش دامنه آن به مناطق مختلف ایران از جمله شرق و جنوب‌شرق در این ماه می‌باشد. بیشینه ناهنجاری مثبت ارتفاع ژئوپتانسیل تراز میانی جو با مرکز ۸۰ ژئوپتانسیل متر نیز در روی دریای خزر قرار گرفته است و پشته های آن در راستای غرب تا مرکز دریای مدیترانه، در راستای شرق تا شمال دریاچه بالخاش و در راستای جنوب تا جنوب ایستگاه چابهار را تحت تاثیر قرار داده است. بعلاوه در ماه دسامبر ۱۹۹۹، به سبب توسعه و گسترش غرب سوی پرفشار سرد که با گسترش شرق سوی پرفشار آزروس همراه بوده است، شرایط برای توسعه و عبور سامانه های کم فشار بارشی از روی مدیترانه و ایران فراهم نشده است. بنابراین استان سیستان و بلوچستان نیز تحت تاثیر سامانه های بارشی قرار نگرفته است.

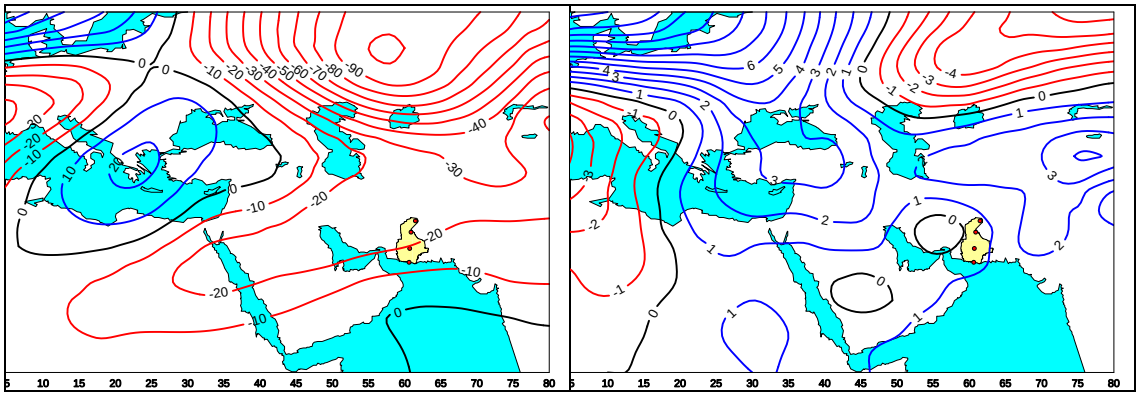
در ماه ژانویه ۲۰۰۰، ناهنجاری منفی فشار سطح متوسط دریا در شرق دریای مدیترانه، ایران و استان سیستان و بلوچستان وجود دارد که مقدار این ناهنجاری یک تا دو هکتوپاسکال است. در شمال سیستان و بلوچستان ناهنجاری منفی بیش از یک واحد و در جنوب آن ناهنجاری منفی کمتر از یک واحد می‌باشد. در روی ایران، ناهنجاری مثبت ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه قرار گرفته است که در جنوب سیستان و بلوچستان و جنوب دریاچه اورال، هم مقدار بیست ژئوپتانسیل‌متر بسته شده است. در روی ترکیه و دریای مدیترانه نیز ناهنجاری منفی ارتفاع قرار دارد که بیشینه آن نود ژئوپتانسیل‌متر می‌باشد. این شرایط نشان می‌دهد که سامانه‌های کم‌فشار بارشی، از شرق دریای مدیترانه به سوی غرب و شمال غرب ایران و یا شرق دریای سیاه حرکت کرده‌اند و نتوانسته‌اند مناطق جنوبی استان سیستان و بلوچستان را تحت تاثیر فعالیت بارشی خود قرار دهند اگر چه در این ماه برای بارش‌های موردی در شمال استان شرایط سطح زمین مناسب می‌باشد.

در ماه فوریه ۲۰۰۰، ناهنجاری مثبت فشار در سراسر اطراف مدار ٤۰ درجه شمالی قرار گرفته است که هسته‌های بیشینه آن جنوب دریاچه بالخاش و غرب دریای مدیترانه می‌باشند. پشته ناشی از مرکز بیشینه غرب

دریای مدیترانه در راستای مداری به سوی شرق امتدا یافته است ونیمه غربی ایران را تحت تاثیر قرار داده است. پشته ناشی از مرکز بیشینه جنوب دریاچه بالخاش نیز به سوی استان سیستان و بلوچستان امتداد یافته است. این شرایط معرف وجود دو سامانه فشاری مختلف در شرق و غرب مدار ٤٠ درجه می‌باشد که هر یک به ترتیب به سوی غرب و شرق گسترش یافته‌اند. ناهنجاری مثبت ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه نیز در روی نیمه غربی ایران جای گرفته است. به طوری که هسته بیشینه بیست ژئوپتانسیل متر در جنوب خلیج فارس بسته شده است. ولی در شرق و جنوب شرق ایران ناهنجاری منفی این کمیت قرار گرفته است و استان سیستان و بلوچستان را تحت تاثیر قرار داده است. در این ماه در حالیکه از نظر ارتفاع تراز میانی شرایط مناسب است ولی الگوی فشاری سطح متوسط دریا برای فعالیت سامانه‌های بارشی در استان سیستان و بلوچستان فراهم نشده است. به نظر می‌رسد که در غرب ایران نیز هر دو کمیت برای ایجاد و توسعه سامانه‌ها نامناسب می‌باشند.

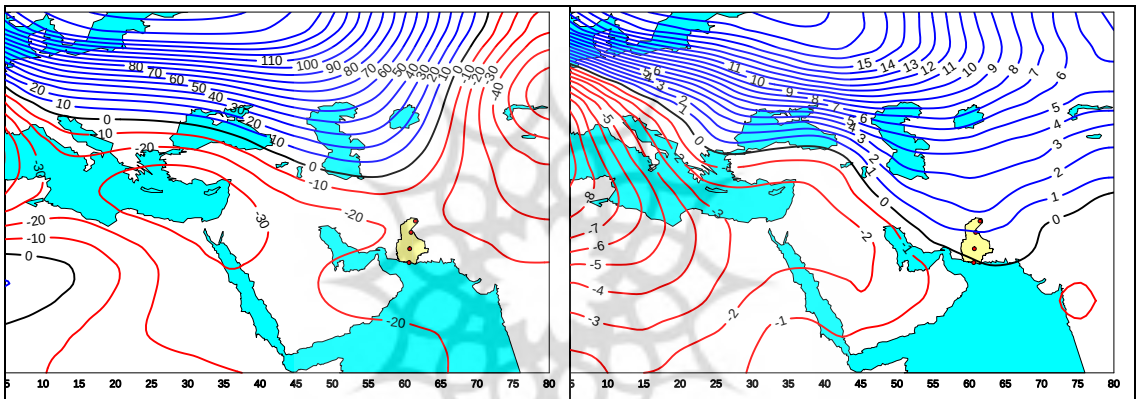
بررسی همدیدی زمستان‌های تر

شکل‌های ۱۰ تا ۱۵ ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو در ماه‌های دسامبر ۱۹۹۵، ژانویه و فوریه ۱۹۹٦ را نشان می‌دهند. از بررسی شکلهای ۱۰ و ۱۱ دیده می‌شود که در دسامبر سال ۱۹۹۵، هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار، در شمال دریای سیاه قرار گرفته است. مقادیر منفی این کمیت در این ماه در غرب دریای مدیترانه و شمال دریای خزر قرار دارد. در روی استان سیستان و بلوچستان ناهنجاری فشار بین صفر تا یک هکتوپاسکال است. در شرق دریای سرخ نیز ناهنجاری فشار صفر واحدی بسته شده است. بیشینه ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی جو در این ماه، در شمال دریاچه اورال است که دامنه آن تا جنوب آن دریاچه گسترده شده است. در روی ایران نیز ناهنجاری منفی این کمیت دیده می شود که تا غرب دریای سرخ امتداد یافته است. این شرایط معرف تقویت ناوه ارتفاعی یا افزایش فراوانی کم‌فشارهای عبوری از ایران بوده است که برخی از آنها در حین فعال کردن ناوه فشاری وارون دریای سرخ، سبب ریزش بارش شدید در مناطق جنوبی کشور و ایستگاه‌های استان سیستان و بلوچستان شده‌اند. به سبب افزایش فراوانی سامانه‌های جنوبی و انتقال نم ویژه به دورن این سامانه ها، مجموع بارش ماهانه زیاد بوده است.



شکل ۱۰ : مانند شکل ٤ ولی برای دسامبر ۱۹۹۵.	شکل ۱۱ : مانند شکل ٥ ولی برای دسامبر ۱۹۹۵.

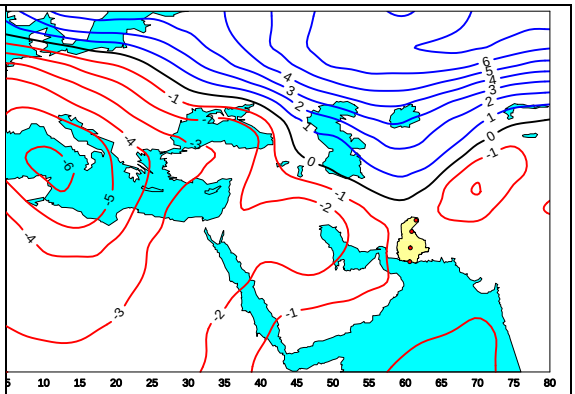
از بررسی شکل‌های ۱۲ و ۱۳ دیده می شود که در ژانویه سال ۱۹۹٦، هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار، در شمال دریای سیاه و دریای خزر قرار گرفته است که دامنه آن تا شمال استان سیستان و بلوچستان امتداد یافته است. بیشینه مقادیر منفی این کمیت نیز در غرب دریای مدیترانه قرار دارد که دامنه آن با عبور از آفریقا و شمال دریای سرخ تا غرب خلیج فارس امتداد دارد. بیشینه ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی جو در این ماه، مشابه با ناهنجاری منفی فشار سطح متوسط دریا می‌باشد. این شرایط نقش ناوه فشاری وارون دریای سرخ در انتقال رطوبت و ریزش بارش در استان سیستان و بلوچستان را آشکار کرده است. در این ماه فراوانی تعداد سامانه‌های جنوبی از استان سیستان و بلوچستان کمتر بوده است و به همین دلیل مجموع بارش این ماه نیز کمتر شده است.



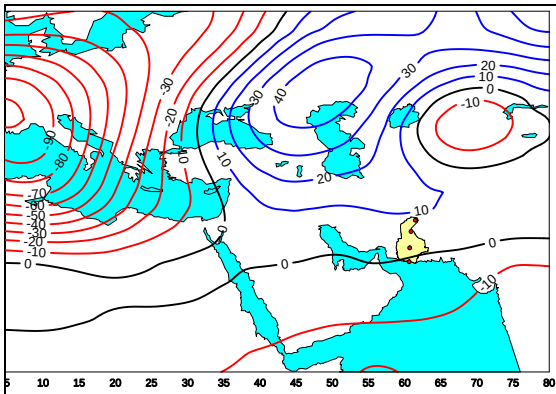
شکل ۱۲ : مانند شکل ٤ ولی برای ژانویه ۱۹۹٦.

شکل ۱۳ : مانند شکل ٥ ولی برای ژانویه ۱۹۹٦.

از بررسی شکل‌های ١٤ و ١٥ دیده می‌شود که در فوریه سال ۱۹۹٦، هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار، در شمال دریای خزر قرار گرفته است که دامنه آن تا شمال شرق ایران امتداد یافته است. بیشینه مقادیر منفی این کمیت نیز در مرکز دریای مدیترانه قرار دارد که دامنه آن با عبور از شرق آن دریا، تا تنگه هرمز امتداد دارد. بیشینه ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی جو در این ماه، در شمالغربی دریای مدیترانه و بیشینه ناهنجاری مثبت نیز در شمال دریای خزر است. این وضعیت، شرایط را برای توسعه سامانه‌های کم فشار بارشی فراهم کرده است. بنابراین شرایط برای عبور امواج همدیدی از نوار جنوبی ایران مهیا بوده است.



شکل ١٤ : مانند شکل ٤ ولی برای فوریه ١٩٩٦.



شکل ١٥ : مانند شکل ٥ ولی برای فوریه ١٩٩٦.

بررسی ناهنجاری فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو در ماه‌های دسامبر ۱۹۸۹، ژانویه و فوریه ۱۹۹۰ نیز نشان داد که در دسامبر سال ۱۹۸۹، هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار سطح متوسط دریا در روی دریای مدیترانه قرار دارد. مقادیر منفی این کمیت در این ماه از شمال دریای خزر تا شمال استان سیستان و بلوچستان را تحت تاثیر قرار داده است. خط هم مقدار ناهنجاری صفر نیز از جنوب استان در امتداد تنگه هرمز و خلیج فارس به سوی دریای سیاه کشیده شده است. دو مرکز بیشینه ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی در شمال و جنوب دریای خزر قرار دارد. هسته بیشینه شمال این دریا عمیق تر و گسترده تر از مرکز بیشینه جنوب آن است. در نوار جنوبی ایران نیز مرکز بیشینه ناهنجاری منفی ۲۰ ژئوپتانسیل متر بسته شده است. در مناطق غربی و شرقی دریای خزر نیز دو مرکز بیشینه ناهنجاری مثبت ارتفاع قرار گرفته است که مرکز بیشینه روی دریای مدیترانه عمیق‌تر و گسترده‌تر از مرکز بیشینه روی دریاچه بالخاش است. این شرایط نشان می‌دهد که فراوانی سامانه‌های بارشی عبوری از نوار جنوبی ایران در این ماه افزایش یافته است. با وجودیکه ناهنجاری منفی فشار سطح زمین در شمال استان بیشتر از جنوب آن است، ولی ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی در جنوب استان از شمال آن بیشتر است که نشان می‌دهد تضاد دمائی در جنوب استان بیشتر است و چون منبع رطوبتی دریای عمان نیز در جنوب استان قرار گرفته است، از این رو مجموع بارش ماهانه در نوار جنوبی استان نسبت به نوار شمالی آن، بیشتر می‌باشد.

در ژانویه سال ۱۹۹۹، هسته بیشینه ناهنجاری مثبت فشار سطح متوسط دریا در روی ایتالیا قرار دارد که در راستای مداری به سوی غرب و شرق امتدا یافته است و بیشتر نقاط ایران را به جز جنوب شرق و جنوب تحت تاثیر قرار داده است. بیشینه مقادیر منفی این کمیت در این ماه در جنوب دریاچه بالخاش است که دامنه آن تا مرکز استان سیستان و بلوچستان گسترش یافته است. خط هم مقدار ناهنجاری صفر نیز از جنوب استان عبور کرده است. دو مرکز بیشینه ناهنجاری مثبت ارتفاع تراز میانی در روی ترکیه و جنوب دریاچه بالخاش است که دامنه بیشینه مثبت ب سوی تنگه هرمز امتداد یافته است. شمال دریاچه اورال و دریای خزر نیز بیشینه ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی وجود دارد که دامنه آن مناطق مختلف ایران را تحت تاثیر قرار داده است.

این شرایط نشان می‌دهد که مسیر عبوری سامانه‌های بارشی از جنوبغرب به شمالشرق ایران می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد که در این ماه مرکز پرفشار سرد از جنوب دریاچه بالخاش کمی به عرضهای شمالی جابجا شده باشد و عبور امواج کوتاه از زیر این سامانه فشاری شرایط را برای ناپایداری جو و بارش در استان سیستان و بلوچستان فراهم کرده باشد. به سبب وجود ناهنجاری مثبت ارتفاع در این استان، مجموع بارش ماه‌ها کمتر از مجموع بارش دسامبر ۱۹۸۹ بوده است.

در فوریه سال ۱۹۹۰، مناطق مختلف ایران تحت تاثیر ناهنجاری منفی فشار سطح متوسط دریا قرار دارد و هسته بیشینه دو واحدی منفی در شمال استان سیستان و بلوچستان است. در این ماه بیشترین ناهنجاری منفی ارتفاع تراز میانی در شمال دریای سرخ است که دامنه آن مناطق مختلف ایران را تحت تاثیر قرار داده است بطوریکه استان سیستان و بلوچستان تحت تاثیر خط هم مقدار ۲۰- ژئوپتانسیل متر می‌باشد.این شرایط معرف افزایش فراوانی سامانه‌های عبوری از روی ایران است که برخی از آنها نیز از روی استان سیستان و بلوچستان عبور کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

بر پایه مطالب بندهای پیش، علاوه بر ارائه شکل‌ها و جدولها به عنوان نتایج این تحقیق، موارد زیر نیز به عنوان نتایج موردی ارائه می‌شود :

-بررسی آماری داده‌های بارش ایستگاه‌های معرف استان سیستان و بلوچستان نشان داد که فراوانی بارش زمستانه نسبت به سایر فصل‌های دیگر بیشتر است به طوری که بین ۵۰ تا ۵۹ درصد بارش، به بارش زمستانه اختصاص دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که بارش این استان تحت تاثیر الگوهای همدیدی عرضهای میانی است که معمولا در فصل سرد از غرب به شرق حرکت می‌کنند. برخی از ایستگاه‌های این استان تحت تاثیر مونسون، دارای بارش‌های تابستانه نیز هستند که این بارش، درصد کمی از بارش کلی ایستگاه می‌باشد. مقادیر بارش تابستانه در مناطق شمالی استان کمتر از مناطق مرکزی و جنوبی استان است بطوریکه ایستگاه‌های زابل و زاهدان تقریبا بارش تابستانه ندارند ولی در ایستگاه ایرانشهر بارش تابستانه بیشتر از بارش پاییزه است و در ایستگاه چابهار نیز این دو مقدار تقریبا هم اندازه می‌باشند. یکی از دلایل این اختلاف بارش، محدود بودن جریانهای مرطوب مونسون و نرسیدن هوای مرطوب به عرضهای شمالی استان سیستان و بلوچستان می‌باشد. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های پیشین مانند علیجانی و همکاران(۱۳۹۰) هماهنگ می‌باشد.

-از بررسی تغییرات بارش زمستانه ایستگاه‌های معرف تعدادی زمستان خیلی خشک آشکار شد که خشکی زمستان ۲۰۰۱ در ایستگاه‌های زاهدان و زابل و خشکی زمستان ۲۰۰۰ در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار شدیدتر بود. تعدادی زمستان خیلی تر نیز در این استان مشخص شد که زمستان ۱۹۷۵ در زابل، زمستان ۱۹۹۶ در زاهدان، زمستان ۲۰۰۸ در ایرانشهر و زمستان ۱۹۹۰ در چابهار از شدت بیشتری برخوردار بودند. برخی از

پژوهشگران پیشین، در تحلیل سامانه‌های همدیدی منجر به بارش شدید در استان سیستان و بلوچستان به ژانویه ۲۰۰۸ در ایرانشهر، فوریه ۱۹۹۰ در چابهار و دسامبر ۱۹۹۵ در زاهدان، به عنوان ماه‌های با فراوانی بارش سنگین اشاره کرده‌اند. این ماه‌ها با تعریف بارش بیست و چهار ساعته بیش از ۵۰ میلیمتر در شبانه روز در این تحقیقات آشکار شده است(لشگری و خزائی، ۱۳۹۳).

-بررسی وجود روند در در ایستگاه‌های معرف استان نشان داد که بارش زمستانه این ایستگاه‌ها دارای روند نزولی است. این روند نزولی در ایستگاه‌های زابل و زاهدان تایید و در ایستگاه‌های ایرانشهر و چابهار رد شد. بنابراین به نظر می‌رسد که نیمه شمالی(نیمه جنوبی) استان سیستان و بلوچستان بیشتر(کمتر) تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار گرفته است و این نیمه از نظر بارش زمستانه، می‌تواند آسیب پذیرتر از نیمه جنوبی باشد. برخی پژوهشگران پیشین نشان داده‌اند که بخش مرکزی استان سیستان و بلوچستان بیشتر در معرض آسیب قرار دارد(رضیئی و همکاران، ۱۳۸٦). پس این نتیجه می‌تواند نتیجه پژوهشگران پیشین را تکمیل نماید.

-از بررسی ناهنجاری میدان فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو در زمستان‌های خیلی خشک، دیده شد که ناهنجاری مثبت این دو کمیت در شرق دریای مدیترانه و در روی ایران قرار گرفته است که معرف توسعه غرب سوی پرفشار سرد و شرق سوی پر فشار آزروس در این مناطق می‌باشد. بنابراین فراوانی ایجاد و توسعه کم‌فشارهای بارشی در این زمستانها کاهش یافته است. در برخی ماه‌های زمستان نیز مسیر عبور کم‌فشارهای بارشی تغییر کرده است. تفاوت ناهنجاری فشار و ارتفاع تراز میانی در دو زمستان خیلی خشک به نحوه قرارگیری ناهنجاری مثبت استان سیتان و بلوچستان بستگی دارد.

-از بررسی ناهنجاری میدان فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع تراز میانی جو در زمستان‌های خیلی تر، دیده شد که ناهنجاری منفی این دو کمیت در جنوب دریای مدیترانه و در روی ایران قرار گرفته است که معرف تقویت ناوه ارتفاعی یا افزایش فراوانی کم فشارهای عبوری از ایران بوده است که برخی از آنها در حین فعال کردن ناوه فشاری وارون دریای سرخ، سبب ریزش بارش شدید در مناطق جنوبی کشور و ایستگاه‌های استان سیستان و بلوچستان شده‌اند. تفاوت ناهنجاری فشار و ارتفاع تراز میانی در دو زمستان خیلی تر نیز به نحوه قرارگیری ناهنجاری منفی استان سیتان و بلوچستان بستگی دارد.

منابع

۱-آذرخشی، م.، فرزادمهر، ج.، اصلاح، م. و صحابی، ح.، ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی. د.ره ٦ شماره ۱ صص ١٦-۱.

۲-سمیعی، م.، ۱۳٦۳، مدلهای آماری در تجزیه و تحلیل رژیم بارندگی ایران. گزارش شماره ۷ سازمان هواشناسی کشور.

۳-نوحی، ک. و عسگری،ا.، ۱۳۸٤، مطالعه خشکسالی و دوره های برگشت ترسالیها و خشکسالیها در منطقه قم. خشکی و خشکسالی کشاورزی، ۱۵، بهار ۱۳۸٤، صص ۱۷-۱.

٤-خوش اخلاق، ف.، عزیزی، ق. و رحیمی، م.، ۱۳۹۱، الگوهای همدید خشکسالی و تر سالی زمستانه در جنوبغرب ایران. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیا، ۲۵، تابستان ۱۳۹۱، صص ۷۷-۵۷.

۵-پیری، ح.، راهداری، و. و ملکی، س.، ۱۳۹۲، بررسی و مقایسه کارائی خشکسالی هواشناسی در مدیریت خطر خشکسالی‌های استان سیستان و بلوچستان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۱۱، بهار ۱۳۹۲، صص ۱۱٤-۹٦.

٦-رزمی، ر. و ستوده، ف.، ۱۳۹٦. پهنه بندی احتمال وقوع خشکسالیها و ترسالیهای شمالغرب ایران. اندیشه جغرافیا، ۱٦، بهار ۱۳۹٦، صص ۹۵-٦۸.

۷-رضیئی، ط.، دانش کار آراسته، ب.، اختری، ر. و ثقفیان، ب.، ۱۳۸٦، بررسی خشکسالیهای هواشناسی در استان سیستان و بلوچستان. تحقیقات منابع آب، ۱، بهار ۱۳۸٦، صص ۳۵-۲۵.

۸-روح بخش سیگارودی، ح.،ع...، کرمپور، م.، قائمی، ه.، مرادی، م.، آزادی، م.، ۱۳۹۸، تحلیل آماره ها و بی هنجاری های بارش های ایران در دوره گرم سال (۱۹۵۱-۲۰۱۰). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۸; ۱۹ (۵۵) :۷۹-۹۸

۹-زارع ابیانه، ح.، سبزی پرور، ع.، ا.، معروفی، ص.، قیامی، ف.، میر مسعودی، ش. و کاظمی، آ.، ۱۳۹٤، تحلیل و پایش خشکسالی هواشناسی منطقه سیستان و بلوچستان. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۳، ۱۳۹٤، صص ٦۱-٤۹.

۱۰-محمودی، پ.، طاووسی، ت. و شاهوزئی، ع.، ۱۳۹٤، خشکسالی و تاثیر آن بر کیفیت منابع آبهای سطحی در استان سیستان و بلوچستان. نشریه پژوهشی آب در کشاورزی، ۱، ۱۳۹٤، صص ۳٤-۲۱.

۱۱-لشگری، ح. و خزائی، م. ۱۳۹۳، تحلیل سینوپتیکی بارش های سنگین استان سیستان و بلوچستان. فصلنامه علمی-پژوهشس اطلاعات جغرافیائی(سپهر)، ۹۰، ۱۳۹۳، صص ۷۹-۷۰.

۱۲-علیجانی، ب.، مفیدی، ع.، جعفرپور، ز. و علی اکبری بیدختی، ع.،ع، ۱۳۹۰. الگوهای گردش جو بارش‌های تابستانه جنوب‌شرق ایران در ماه ژوئیه ۱۹۹٤. فیزیک زمین و فضا، ۳، ۱۳۹۰، صص ۲۲۷-۲۰۵.

۱۳-یاراحمدی ا.، کرمپور، م.، قائمی ،ه.، مرادی، م.، نصیری، ب.، ۱۳۹۸، تحلیل آماره ها و بی هنجاری های بارش در دوره سرد به منظور درک اثر تغییر اقلیم بر مناطق مختلف ایران (۲۰۱۰-۱۹۵۱) . نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۸; ۱۹ (۵۳) :-۱ ۱۸.

۱٤- نصرآبادی، ا.، ۱۳۹٦، واکاوی توزیع فراوانی چهار دهه بارش روزانه ایران، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۸، پیاپی ٦۷، شماره ۳، صص ۱۵۸-۱٤۷.

15-Bordi, I., Frigio, S., Parenti, P., Speranza, A., and Sutera. A. 2001, The analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean area: large scale patterns, Annali Di Geofisica, Vol.44, No. 5/6: pp. 965-978.

16-Brunet, M., Sigró, J., Jones, P.,D., Saladié, O., Saladié, E., Moberg, A., Lister, D. and Walther, A. 2007, Long-term changes in extreme temperatures and precipitation in Spain, Contributious to Science, 3(3): pp. 331-342.

17-Fang, K., Davi, N., Gou, X., Chen, F., Cook, E., Li, J. and Arrigo, R., D. 2010, Spatial drought reconstructions for central High Asia based on tree rings. Clim., Dyn., 35,2010, pp 941-951.

18-Filipe, S., J., Portela, M., M. and Calvo, I., P. 2011. Regional Frequency Analysis of Droughts in Portugal. Water Resource Manage,25, 2011, pp 353–355.

19-Lokas, A., Vasiliades, L.and Dalezios, N.R., 2003, Inter comparison of meteorological drought indices for drought assessment and monitoring in Greece, 8th International Conference on Environmental Science and Technology Lemons Island, 8-10 September: 484-491.

20-Ilnicki P., Farat R., Górecki K., Lewandowski P. 2015. Long-term air temperature and precipitation variability in the Warta River catchment area. Journal of Water and Land Development. No. 27 p. 3–13.

21- Naheed, G., Ghulam, R., 2011, Investigation of Rainfall Variability for Pakistan. Pakistan Journal of Meteorology, 7(14):25-32.