

آشکار سازی فازهای تأثیر گذار شاخص نوسان شبه دوسالانه (QBO) بر افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین در نیمه جنوبی ایران

حسن مهرزاد^{۱*}، محمد سلیقه^۲، مهری اکبری^۲، زهرا حجازی زاده^۲

^۱ دانشجوی دکترای آب و هواشناسی دانشگاه خوارزمی تهران

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶ ، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸

چکیده

نوسان شبه دو سالانه یا QBO یکی از شاخص های مهم پیوند از دور است. پژوهش حاضر، به آشکار سازی فازهای تأثیر گذار شاخص نوسان شبه دوسالانه (QBO) بر افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین در نیمه جنوبی ایران در فصل سرد سال پرداخته است. برای این منظور، داده های QBO از ایستگاه سنگاپور در تراز ۳۰ هکتوپاسکال از پایگاه داده IGRA و داده های بارش نیز به صورت روزانه برای ۸۹ ایستگاه نیمه جنوبی ایران، با مقیاس زمانی روزانه در شش ماه سرد سال (از ژانویه سال ۱۹۸۵ تا آوریل سال ۲۰۱۸) با توجه به صدک ۸۰ (بارش سنگین) همراه اتخاذ شد. بر اساس داده های اخذ شده، با تقسیم مقادیر QBO به ۶ فاز (سه فاز مثبت ضعیف، متوسط و شدید (+۱ تا +۳) و سه فاز منفی ضعیف، متوسط و شدید (-۱ تا -۳)) و محاسبه تعداد روزهای همراه با بارش سنگین در هر کدام از این ۶ فاز، یک پایگاه داده برای هر کدام از ماه ها، تهیه و مشخص شد که برای هر ماه و در هر ایستگاه، کدام فاز از QBO، تعداد روزهای با بارش سنگین بیشتری را باعث شده است. سپس با استفاده از روش درون یابی IDW، نقشه های پهنه بندی فازهای تأثیر گذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین برای هر کدام از ۶ ماه و همچنین برای ۶ ماه سرد به طور کلی، ترسیم گردید.

بر اساس نتایج حاصله، در ماه های نوامبر تا ژانویه، فازهای منفی ضعیف تا متوسط و در سه ماه بعدی یعنی ماه های فوریه تا آوریل، فازهای مثبت ضعیف بیشتر توانسته اند در افزایش تعداد روزهای بارش نقش داشته باشند. در برآورد کلی از تعداد روزهای بارش سنگین و ارتباط آن با فازهای QBO، نیز بیشترین تعداد روزهای با بارش سنگین در اکثر ایستگاه ها در فاز مثبت ضعیف (+۱) رخ داده است.

کلمات کلیدی: نوسان شبه دوسالانه (QBO)، بارش سنگین، پیوند از دور، درون یابی، روش IDW

از موارد جهت شرقی و در برخی از موارد دارای جهت غالب غربی بودند، دلالت داشت. این بادهای در سال ۱۸۳۳ بعد از فوران آتش‌فشان موردتوجه قرار گرفت و به بادهای شرقی کراکاتوا شهرت یافت؛ در سال ۱۹۰۸ برسون^۸ بعد از فرستادن بالونی به سطح پوشش سپهر، متوجه انحراف جهت حرکت آن به سمت غرب شد؛ بنابراین این بادهای شرق سو به بادهای غربی برسون شهرت یافت. اما در سال ۱۹۶۱ رید^۹ و ابدون^{۱۰} در دو کار مستقل به‌طور هم‌زمان به این نتیجه رسیدند که کمربند باد غربی و شرقی که حالت جایگزین شونده دارند و از ارتفاعی بالاتر از ۳۰ کیلومتری منشأ می‌گیرند، سرتاسر لایه پوشش سپهر منطقه حاره را در زیر ۳۵ کیلومتری با سرعت متوسطی حدود ۱ کیلومتر در ماه به سمت پایین درمی‌نوردند (Reed, 1966). بر سیهای بعدی توسط این دو پژوهشگر، مشخص نمود که این بادهای در حدفاصل زمانی حدود ۱۳ ماه جایگزین شده و در فاصله زمانی حدود ۲۷ الی ۲۸ ماه یک سیکل کامل را تشکیل می‌دهند (ابدون، ۱۹۶۱).

در سال ۱۹۶۴ آنجل^{۱۱} و کورشور^{۱۲} نام نوسان شبه‌دوسالانه را برای این بادهای شرقی و غربی استوایی برگزیدند که مقبولیت عام یافت و از آن‌پس با نام اختصاری QBO خوانده شد (آنجل و کورشور، ۱۹۶۴). این دو محقق در پژوهش دیگری در سال ۱۹۶۸ عنوان کردند که نوسان شبه دوسالانه در وردسپهر نیز وجود دارد؛ اما از نظر قدرت بسیار ضعیف‌تر از نوسانات پوشش سپهری آن است. آن‌ها در مطالعات خود به وجود نوسان شبه دوسالانه در بادهای مداری سطح دریا اشاره کرده‌اند (آنجل و کورشور، ۱۹۶۸). در اواخر دهه شصت میلادی، لیندن^{۱۳} و هولتون^{۱۴} عنوان کردند که بادهای پوشش سپهر فوقانی، نوسان نیمه دوسالانه دارند (هولتون و لیندن، ۱۹۶۸). این دو پژوهشگر ۴ سال بعد در ۱۹۷۲ به نقش امواج گرانی و امواج راسبی مخلوط در ایجاد تکانه زاویه ای

گاهی اجزای سیستم اقلیمی اثرات خود را بر منطقه ای دورتر از محل وقوع آن اعمال می‌کنند که در اصطلاح علم اقلیم شناسی به آن‌ها مکانیسم "پیوند از دور"^۱ گفته می‌شود (غیور و عساکره، ۱۳۸۱). از نمونه‌های این‌گونه تأثیرات دورپیوندی که تاکنون شناخته‌شده، می‌توان به نوسان انسو^۲، نوسان اطلس شمالی^۳، نوسان شمالگان^۴ و نوسان مادر جولیان^۵ اشاره نمود. "نوسان شبه دوسالانه" یا QBO^۶ نیز یکی از مکانیسم‌های پیوند از دور است که در پوشش سپهر مناطق حاره ای رخ می‌دهد؛ اما بر روی پوشش سپهر مناطق جنب حاره و عرض‌های بالاتر و به دنبال آن بر روی وردسپهر این مناطق نیز تأثیرگذار است (چرخه برور-دابسون^۷). این نوسان که با شاخص باد مداری در پوشش سپهر (سطوح بالاتر از ۱۰۰ هکتوپاسکال) اندازه‌گیری می‌شود (سوینبانک و همکاران، ۱۹۹۸)، دارای دو فاز مثبت و منفی است. در فاز مثبت آن بادهای غربی و در فاز منفی آن بادهای شرقی در پوشش سپهر حاره ای حاکم می‌شود. یک چرخه کامل این نوسان (فاز مثبت و منفی) حدود ۲۷ ماه به طول می‌انجامد (برجمن و اولیور، ۲۰۰۶) و در این مدت به‌تدریج هرکدام از این فازها جایگزین فاز دیگری می‌شوند. ازجمله تأثیرات این نوسان می‌توان به تضعیف و تشدید ورتکس قطبی (هولتون و همکاران، ۲۰۰۸)، تقویت بادهای غربی در فاز مثبت، گرمایش پوشش سپهر و ایجاد بلاکینگ‌های طولانی‌مدت در فاز منفی آن، تغییرپذیری سال‌به‌سال دما و مقادیر ازن و همچنین میزان فعالیت امواج مقیاس سیاره ای در نیمکره زمستانی اشاره کرد (سوینبانک و همکاران، ۱۹۹۸).

درباره تاریخچه مطالعات نوسان شبه دوسالانه یا QBO می‌توان این‌گونه بیان کرد که مشاهدات اولیه از منطقه پوشش سپهر استوایی، بر وجود بادهایی که در برخی

8 A. Berson

9 Reed

10 Ebdon

11 Angell

12 Korshover

13 Richard S. Lindzen

14 Holton

1 Teleconnection

2 ENSO

3 NAO (North Atlantic Oscillation)

4 Arctic Oscillation

5 Madden-Julian Oscillation

6 Quasi Biennial Oscillation-QBO

7 Brewer-Dobson Circulation

ماندگاری پرفشارها به مدت طولانی بر روی یک منطقه در جهت نصف النهاری مرتبط است (کارمارگو و سوبل، ۲۰۱۰).

پژوهشگران کره ای، چانگ هوی هو^{۲۳} و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۹ در بررسی اثر نوسان شبه دوسالانه بر مسیر سیکلون های حاره ای، به این نکته پی بردند که در فاز مثبت نوسان شبه دوسالانه، تعداد سیکلون های حاره ای که به شرق دریای چین می رسند زیاد می شود؛ در مورد سواحل ژاپن، این اتفاق، در فاز شرقی نوسان شبه دوسالانه رخ می دهد (چانگ هوی هو و همکاران، ۲۰۰۹).

کین^{۲۴} در سال ۲۰۰۹ پس از تحلیل طیفی نوسانات بارش در یک دوره ۹۸ ساله در آفریقای جنوبی، تناوب هایی در بارش را در دامنه ۲ تا ۳ ساله (QBO) و ۳ تا ۴ سال (QTO^{۲۵}) مشاهده کرد (کین، ۲۰۰۹).

همچنین در سال ۲۰۱۴ فادناویس^{۲۶} و همکارانش با بررسی اثر نوسان شبه دوسالانه بر مسیر سیکلون های حاره ای خلیج بنگال در دوره ی بین سال های ۱۹۶۸ تا ۲۰۱۰، عنوان کردند که در فاز شرقی نوسان شبه دوسالانه، در فصول قبل از مونسون و بعد از مونسون، جهت حرکت سیکلون های تشکیل شده در این خلیج، به سمت غرب و شمال غرب منحرف می شود؛ درحالی که در فاز غربی نوسان شبه دوسالانه، جهت حرکت سیکلون ها، شمالی و شمال شرقی است. همچنین در این تحقیق مشاهده شد که اثر نوسان شبه دوسالانه بر سیکلون های خلیج بنگال، در فاز شرقی قوی تر از فاز غربی است (فادناویس و همکاران، ۲۰۱۳).

ژانگ^{۲۷} و همکارانش در سال ۲۰۱۹ با بررسی تأثیر تکامل فصلی نوسانات شبه دوسالانه بر تاوه قطبی نیمکره شمالی در زمستان، دریافتند که تضعیف یا تقویت تاوه قطبی NH در پوشش سپهر تحتانی در طی فازهای شرقی یا غربی QBO در ژانویه و فوریه از ماه نوامبر و

برای تولید بادهای غربی و شرقی پوشش سپهری پی بردند (هولتون و لیندزن، ۱۹۷۲). جزئیات این کشف توسط لیندزن در سال ۱۹۸۷ منتشر شد (لیندزن، ۱۹۸۷).

در تحقیق دیگری که در سال ۱۹۶۸ انجام شد، والاس^{۱۵} و هولتون دریافتند که این نوسان از انتشار رو به بالای امواج گرانی و دیگر امواج اتمسفری به وجود می آید؛ والاس و هولتون همچنین قبل از آن در سال ۱۹۶۷ یک مدل رقومی برای نوسان شبه دوسالانه طراحی کرده بودند (والاس و هولتون، ۱۹۶۸). این مدل بعدها در سال ۱۹۷۷ توسط پلامب تکمیل شد (پلامب، ۱۹۷۷).

در مورد اثر نوسان شبه دوسالانه بر سیکلون های حاره ای می توان به پژوهش گرای^{۱۶} در سال ۱۹۸۴ اشاره کرد که در آن به تأثیرات ال نینو و نوسان شبه دوسالانه در سطح ۳۰ میلی باری بر روی فراوانی تعداد سیکلون های فصلی اقیانوس اطلس پرداخته است. این محقق در پژوهش خود به این نتیجه رسیده است که فعالیت سیکلون های حاره ای اقیانوس اطلس در دوره فاز مثبت نوسان شبه دوسالانه وسیع تر و بیشتر است (گرای، ۱۹۸۴).

همچنین تأثیر نوسان شبه دوسالانه بر روی مقدار بارندگی ۹۸ ناحیه اروپا در تحقیقی توسط برازدیل^{۱۷} و زولوتوکریلین^{۱۸} (۱۹۹۵) بررسی و میزان تغییرپذیری بارش در هر کدام از ماه ها و در هر ناحیه به طور جداگانه مورد تحلیل قرار گرفت (برادزیل و زولوتوکریلین، ۱۹۹۵).

ونه^{۱۹} و دارت^{۲۰} در سال ۱۹۹۰ و بوچنیسک^{۲۱} و هید^{۲۲} در سال ۲۰۰۶ به فاصله ۱۶ سال در دو کار مستقل در زمینه ایجاد الگوهای بلاکینگ، اظهار داشتند که با کم شدن فعالیت خورشیدی و فاز مثبت نوسان شبه دوسالانه، بادهای مداری بین شبه جزیره اسکاندیناوی و گرینلند تضعیف می شود. این الگو با وقوع پدیده بلاکینگ و

15 J.M Wallas

16 Willam M Gray

17 Brazdil

18 Zolotkrylin

19 D. E Venne

20 D. G. Dartt

21 J Bochni 'c'ek

22 P. Hejd

23 Chang-Hoi Ho

24 Kane

25 Quasi-Triennial Oscillations

26 S. Fadnavis, P. Ernest Raj, Pallavi

27 iankai Zhang

دسامبر قابل توجه تر است. علاوه بر این، تاوه قطبی NH جابجایی هایی را به سمت خشکی اوراسیا و به دور از آمریکای شمالی در زمستان در فاز شرقی در مقایسه با آن در فاز غربی، با تغییر بیشتر در ژانویه و فوریه نسبت به ماه های نوامبر و دسامبر نشان می دهد. در طی فاز شرقی، آنومالی بادهای شرقی پوشن سپهر بالایی در اوایل زمستان، فراوانی ضریب شکست منفی در عرض های میانی و بالا را در اواخر زمستان را افزایش می دهد. موج حداقل سیاره ای ۱ به سمت بالا به سمت پوشن سپهر فوقانی پخش می شود و موج حداکثر ۱ در پوشن سپهر تحتانی تجمع می یابد و منجر به تضعیف و تغییر تاوه قطبی در اواخر زمستان می شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

در مورد نوسان شبه دوسالانه، پژوهش هایی نیز به زبان فارسی انجام گرفته که البته تعداد آن ها بسیار محدود است. به عنوان نمونه مفیدی در سال ۱۳۸۵ به بررسی کاهش ازن پوشن سپهری با توجه به فعل و انفعالات پوشن سپهر و وردسپهر بالایی پرداخته است (مفیدی، ۱۳۸۵). همچنین اسبقی و همکارانش اثر نوسان شبه دوسالانه را بر ساختار تاوه قطبی در ابتدای زمستان بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که تاوه در فاز غربی QBO قوی تر و متقارن تر از فاز شرقی QBO است؛ به علاوه جرم محصور در لوله های تاوه در فاز غربی بیشتر از فاز شرقی است (اسبقی و همکاران، ۱۳۹۳).

همین پژوهشگران (اسبقی و همکاران، ۱۳۹۴) اثرات QBO را نیز بر وردسپهر مناطق برون حاره در اوایل زمستان از دیدگاه انرژی مورد مطالعه قرار دادند؛ نتایج کار آن ها حاکی از آن است که بیشینه انرژی جنبشی پیچکی بر روی مسیرهای توفان که دارای بیشینه فعالیت پیچکی هستند، قرار دارد. شدت و محل این بیشینه مقادیر در فازهای مختلف QBO متفاوت است، به طوری که این مقادیر بیشینه در همه ماه ها در فاز غربی قوی تر و گسترده تر از فاز شرقی است و در ماه دسامبر بیشترین مقدار خود را در مسیر توفان اطلس در ناحیه گسترده ای از شرق تا غرب اطلس دارد. همچنین شار کل نیز در ماه دسامبر شدت و گستره بیشتری نسبت به دیگر ماه ها

دارد.

برای تعیین اینکه چه مقداری از بارش، به عنوان "بارش سنگین روزانه" شناخته می شود، تاکنون روش ها و شاخص های متعددی ارائه شده است. در برخی از بررسی ها، از درصدی از بارش روزانه به مثابه شاخص بارش سنگین استفاده شده است؛ مانند پژوهش استرلینگ^{۲۸} و همکارانش که از مقادیر بارش روزانه بیش از آستانه ۹۵ درصد به همراه نسبت سنگین ترین بارش پنج روزه به میانگین مجموع بارش سالانه به صورت درصد استفاده کردند. پژوهش مذکور، سه هدف عمده داشت: (۱) یک سری مذاکرات در مورد کیفیت داده ها و مسائل همگن بودن. (۲) استفاده از نرم افزارهایی که به طور اختصاصی توسط مرکز ملی داده های اقلیمی (NCDC) تهیه شده است با هدف ارزیابی کیفیت و همگن بودن روزانه داده های اقلیمی (۳) استفاده از این داده ها برای محاسبه روند بلند مدت در تعدادی از شاخص های حدی جوی و تهیه گزارش کوتاه برای هر کشور. (استرلینگ و همکاران، ۲۰۰۳).

اشمیدلی^{۲۹} و فرای^{۳۰} با استفاده از داده های بارش یک روزه و چندروزه و شاخص مربوط به دوره های خشک و مرطوب، در ۱۴۰ ایستگاه باران سنجی، به بررسی بارش سنگین در سوئیس پرداختند. در مجموع، آن ها شاخص های متعددی را به کار بردند؛ از جمله NLNN (تعداد روزهایی که بارش ایستگاه و فصل مورد نظر از آستانه ۹۰ و ۹۵ درصد بارش طولانی مدت تجاوز کرده است) Q90 (بارشی که به طور متوسط در هر صد بارش، ده بارش برابر یا بیشتر از آن است) و همین طور XND (که به مقدار بیشینه بارش دریافت شده در ۱، ۳، ۵ و ۱۰ روز متوالی اشاره دارد) (اشمیدلی و فرای، ۲۰۰۵).

کامیگوچی^{۳۱} و همکارانش در بررسی تغییر شاخص های حدی بارش در ارتباط با گرمایش جهانی، به مقایسه الگوهای مختلف برای پیش بینی مقادیر حدی بارش پرداختند؛ آن ها برای بارش سنگین تعداد روزهای یا

28 Easterling
29 Schmidli, J
30 Frei, C
31 Kamiguchi

و از بارشی که احتمال وقوع آن، میان بارش های ثبت شده پنج درصد بود، به مثابه معیار اولیه استفاده شده است. در تحلیل عاملی از یازده مؤلفه بارشی، دو مؤلفه ی میانگین مجموع بارش سالانه و تعداد روزهای بارشی یک میلی متر، در مجموع ۸۶ درصد اثر را پوشش می دهد. رابطه ی نهایی از نسبت میانگین مجموع بارش سالانه به میانگین تعداد روزهای بارشی یک میلی متر و بیشتر، همراه یک ضریب عددی تشکیل شده و برای تعیین گروه، ضریب عددی، ایران به هفت گروه تقسیم شد و برای هر گروه، ضریب جداگانه به دست آمده است، بارش سنگین محاسبه شده با معیار اولیه، همبستگی زیادی (۰/۹۹۷) نشان داد. (برزو و عزیزی، ۱۳۹۴).

به نظر می رسد اطلاق صفت سنگین به بارش تا اندازه زیادی تابع مکان و قلمرو جغرافیایی منطقه دریافت بارش است. بوم سازگان های طبیعی هر منطقه در طول زمان با بارش سالانه خود و آستانه زیاد و کم بارش انطباق یافته است. به همین دلیل، مقدار بارشی که در یک ایستگاه کم باران، بارش سنگین به حساب می آید، ممکن است در منطقه ای مرطوب و پر باران، طبیعی و در حد بارش های معمول آن منطقه به شمار آید (عزیزی ۱۳۹۴).

از آن جهت که نوسان شبه دوسالانه یکی از منظم ترین پدیده های شناخته شده در پوشش سپهر و جو مناطق حاره ای است (دانکرتون، ۲۰۰۳)، مطالعه آن به پیش بینی زمان و مکان وقوع بلاکینگ و زمان نفوذ و چیرگی بادهای غربی در مناطق جنب حاره و عرض های بالا کمک می کند. از آنجاکه کشور ایران در منطقه جنب حاره قرار دارد و نیمه جنوبی ایران بیشترین بارش خود را در فصل سرد دریافت می کند، می توان گفت که وقوع بلاکینگ های طولانی مدت بر سر راه بادهای غربی نقش عمده ای در بروز خشک سالی ها و ترسالی ها دارد. از طرفی بسط و گسترش بادهای غربی بر روی ایران با شدت و ضعف ورتکس قطبی و جابجایی پرفشار جنب حاره ارتباط مستقیمی دارد. بنابراین مطالعه اثر فازهای مثبت و منفی نوسان شبه دوسالانه بر اقلیم ایران و اثر آن به طور خاص بر میزان بارندگی از این جهت حائز اهمیت است. از

بارش بیش از ده میلی متر را در نظر گرفتند (کامیگوچی و همکاران، ۲۰۰۶).

علیجانی در کتاب آب و هوای ایران، بارش بیش از سی میلی متر در روز را بارش سنگین دانسته است (علیجانی، ۱۳۸۱). مسعودیان در سال ۱۳۸۷ شرایط همدید همراه با بارش های ابرسنگین را مورد پژوهش قرار داد و از ۳۵۱ ایستگاه با دست کم بیست سال آمار روزانه و ۶۴ بارش یک روزه با بزرگی دست کم، صد میلی متر استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که دو الگوی گردشی در پدید آمدن بارش های ابرسنگین یک روزه ی ایران نقش دارند، الگوی اول با استقرار یک پرفشار بر روی دریای سیاه و گسترش فرود خلیج فارس مشخص می شود و الگوی دوم با شکل گیری فرود بر روی عراق و رخنه ی زبانه ی پرفشار سبیری - سیاه به درون ایران همراه است (مسعودیان، ۱۳۸۷).

همچنین علیجانی برای تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران با اشاره به ماهیت خشک اقلیم ایران و فراوانی کم روزهای با بارش بیش از آستانه ۹۵ درصد، فراوانی روزهای با بارش بیش از آستانه ۹۰ درصد را استفاده کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که هر نقطه ای از کشور حداقل از نظر یک شاخص اقلیمی دچار بحران است. بحران دماهای بالا در سواحل جنوب و مناطق مرکزی فراوان هستند و به طور عکس، بحران های سرما در نواحی کوهستانی شمال غرب و مناطق کوهستانی زیاد است، بنابراین، بحران های بارشی در همه جای کشور پراکنده است. بر اساس نتایج تحقیق، در همه جای کشور، حداقل ۴۰ درصد از سال، بحران اقلیمی وجود دارد (علیجانی، ۱۳۹۰).

برزو و عزیزی برای تعیین اینکه برای هر منطقه چه مقدار بارش به عنوان بارش سنگین شناخته می شود، یک ضریب عددی به عنوان معیاری ساده برای برآورد بارش سنگین در مناطق مختلف ایران پیشنهاد دادند. در این پژوهش مقدار بارش سنگین با استفاده از داده های روزانه، ماهانه و سالانه محاسبه و با یکدیگر مقایسه شده و از داده های سالانه، برای تعیین شاخص بارش سنگین ایران

جدول ۱- نامگذاری فازهای QBO با توجه به دامنه آن‌ها

توصیف فاز	نام فاز QBO	تا مقدار	از مقدار
منفی شدید	۳-	۳۱۰.۱-	۴۶۵-
منفی متوسط	۲-	۱۵۵.۱-	۳۱۰-
منفی ضعیف	۱-	۰	۱۵۵-
مثبت ضعیف	۱	۱۰۶.۹	۰
مثبت متوسط	۲	۲۱۳.۹	۱۰۷
مثبت شدید	۳	۳۲۱	۲۱۴

همان طور که در جدول بالا دیده می شود، برای بالا رفتن دقت کار فاز مثبت (غربی) QBO به سه فاز مثبت شدید، مثبت متوسط و مثبت ضعیف و نیز فاز منفی (شرقی) QBO نیز در سه فاز منفی ضعیف، منفی متوسط و منفی شدید طبقه بندی شده است.

سپس داده های روزانه بارش ۳۳ ساله برای بازه زمانی ژانویه ۱۹۸۵ تا آوریل ۲۰۱۸ از سازمان هواشناسی ایران تهیه گردید. از بین داده های اخذ شده، ۸۹ ایستگاه سینوپتیک، اقلیم شناسی و باران سنجی در استان های نیمه جنوبی ایران شامل استان های خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر، فارس، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان (شکل ۱) که آمار کامل تر و درازمدت تری داشتند، انتخاب گردید.

با توجه به اینکه برای بررسی بارش های سنگین، استفاده از تکنیک های بازسازی داده ها ممکن است به تولید داده های غیرواقعی در مورد بارش بیانجامد، داده های ثبت نشده ایستگاه های مذکور با استفاده از پایگاه داده GPCP^{۳۳} (مرکز اقلیم شناسی جهانی بارش) که در حال حاضر دقیق ترین و کامل ترین آرشیو داده های شبکه ای را برای خاورمیانه دارد، تکمیل گردید. سپس با توجه به اینکه دوره زمانی پژوهش حاضر، شش ماه سرد سال را شامل می شود، داده های روزانه بارش شش ماه نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس و آوریل از داده های سالانه استخراج گردید و برای مشخص کردن

طرفی، در نیمه جنوبی ایران مکانیسم صعود هوا برای وقوع بارش بیشتر در طول دوره سرد سال ایجاد می شود و در همین زمان هاست که تزریق رطوبت فراوان از آب های جنوبی به جلوی ناوه بادهای غربی، منجر به بارش های سیل آسا و سنگین می شود. بنابراین شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد بارش های سنگین و چگونگی برهمکنش عوامل پیوند از دور با بارش، برای برنامه ریزی عملیات پیشگیری از سیلاب و همچنین استفاده بهینه از بارش ها اهمیت زیادی خواهد داشت.

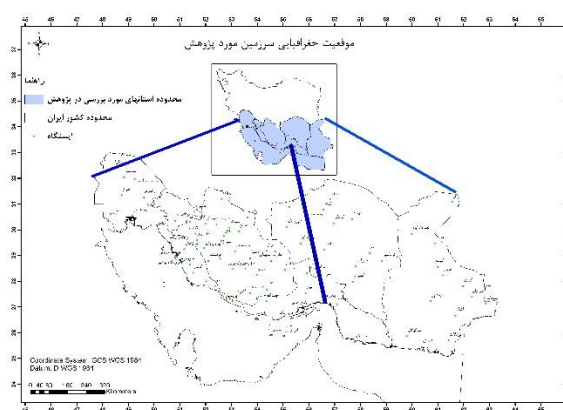
مواد و روش ها

ابتدا داده های شاخص نوسان شبه دوسالانه (سرعت باد مداری (U wind) در تراز ۳۰ هکتوپاسکال) از پایگاه داده IGRA^{۳۲} (بایگانی یکپارچه جهانی رادیوسوند) اتخاذ شد. داده های گرفته شده از IGRA مربوط به ایستگاه سنگاپور است، مقیاس زمانی داده ها، روزانه و از ابتدای ژانویه سال ۱۹۸۵ تا آخر آوریل سال ۲۰۱۸ است. همچنین برای رتبه بندی کردن فازهای شاخص QBO، بالا بردن دقت تحلیل ها و مشخص کردن فازها با عناوین شدید متوسط و ضعیف، ابتدا دامنه تغییرات مقادیر روزانه QBO در طی ۳۳ سال دوره آماری، استخراج شد. این دامنه بین اعداد ۴۶۲- تا ۳۲۱ مثبت قرار دارد. در جدول شماره (۱) چگونگی نام گذاری فازهای QBO آمده است.

33 Global Precipitation Climatology Centre

32 Integrated Global Radiosonde Archive

شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و ایستگاههای انتخاب شده



نتایج و بحث

با بررسی تعداد روزهای همراه با بارش های سنگین هر ایستگاه در ماه نوامبر، فازی که بیشترین تعداد روز با بارش سنگین هر ایستگاه در آن اتفاق افتاده است، مشخص گردید. از بین ۸۹ ایستگاه در نیمه جنوبی ایران، در ماه نوامبر، بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۵۳ ایستگاه، در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز مثبت ضعیف نیز شناخته می شود. در جدول شماره ۲ وضعیت ماه نوامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای با بارش سنگین، آورده شده است. همان طور که در شکل شماره ۲ مشاهده می گردد، در ماه نوامبر در مناطقی مانند بوشهر، بیشتر مناطق خوزستان، شمال کهکیلویه و بویراحمد، مناطق مرکزی و شرقی فارس، نیمه غربی کرمان، شمال هرمزگان و شرق سیستان و بلوچستان در فاز ۱- QBO و مناطق شمالی فارس، شمال بوشهر، شمال غرب کرمان و جنوب کهکیلویه و بویراحمد در فاز ۲- QBO با افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین مواجه بوده اند. در بیشتر نواحی سیستان و بلوچستان، هرمزگان، شرق کرمان، جنوب فارس و نیمه جنوبی خوزستان، تعداد روزهای با بارش های سنگین در ماه نوامبر، با فاز ۱+ QBO یعنی فاز مثبت ضعیف، افزایش یافته است.

همچنین با بررسی تعداد روزهای همراه با بارش های سنگین هر ایستگاه در ماه دسامبر، بیشترین تعداد روز با

بارش سنگین، صدک ۸۰ همراه برای هر ایستگاه محاسبه گردید و داده های بارش سنگین از بین کل بارش های روزانه استخراج گردید.

با تشکیل یک سری زمانی ۶ ماهه از بارش های سنگین دوره سرد و مقادیر متناظر QBO آن ها در سطح ۳۰ هکتوپاسکال، برای هر کدام از ۸۹ ایستگاه، پایگاه داده این پژوهش تکمیل گردید.

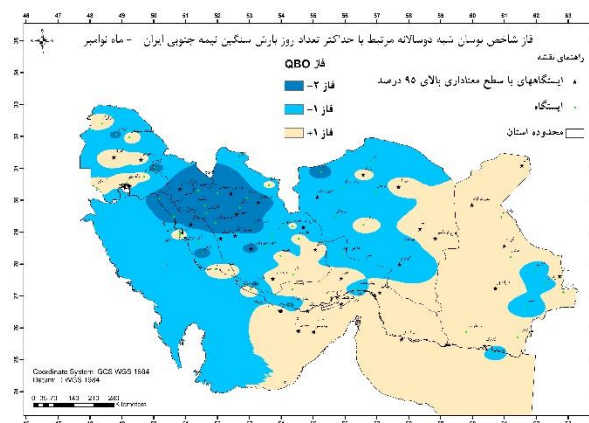
سپس، تعداد روزهای بارش سنگین برای هر فاز از QBO و در همراه، به طور جداگانه شمارش شد. به عنوان مثال، در مورد ایستگاه آبادان تعداد روزهای بارش سنگین این ایستگاه در هر کدام از فازهای QBO شمارش گردید. در نهایت مشخص شد که هر کدام از ایستگاه ها در کدام فازها، تعداد روز همراه با بارش سنگین بیشتری داشته است. بیشینه تعداد روز همراه با بارش سنگین برای همراه و برای هر ایستگاه، در یک پایگاه داده دیگر جایگذاری شد؛ با توجه به پراکنش داده ها و محاسبه خطای جذر میانگین مربعات ($RMSE^{34}$) روش درون یابی IDW (وزن دهی معکوس فاصله) برای پهنه بندی مقادیر همبستگی انتخاب گردید و نقشه پهنه بندی "ارتباط فازهای QBO با تعداد روزهای همراه با بارش سنگین در نیمه جنوبی ایران" با استفاده از روش IDW در محیط نرم افزار ArcGIS ترسیم گردید.

34 root-mean-square error (RMSE)

جدول ۲- وضعیت ماه نوامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
ایستگاه در فاز -۳	ایستگاه در فاز -۲	ایستگاه در فاز -۱	ایستگاه در فاز ۰	ایستگاه در فاز ۱	ایستگاه در فاز ۲
۲۵	۲۵	۳۵	۵۳	۱	۰
تعداد ایستگاه					

شکل ۲- نقشه وضعیت ماه نوامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین



جدول ۳- وضعیت ماه دسامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

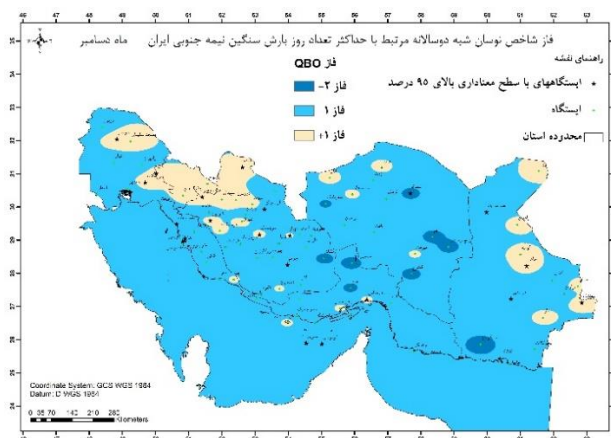
تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
ایستگاه در فاز -۳	ایستگاه در فاز -۲	ایستگاه در فاز -۱	ایستگاه در فاز ۰	ایستگاه در فاز ۱	ایستگاه در فاز ۲
۰	۱۱	۴۸	۴۴	۰	۰
تعداد ایستگاه					

سنگین مواجه بوده اند.

پس از بررسی تعداد روزهای همراه با بارش های سنگین هر ایستگاه در ماه ژانویه، مشخص شد که بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۵۸ ایستگاه، در فاز -۱ و در ۴۳ ایستگاه در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز منفی و مثبت ضعیف نیز شناخته می شوند. در جدول شماره (۴) وضعیت ماه ژانویه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای با بارش سنگین، آورده شده است.

همان طور که در شکل شماره (۴) مشاهده می گردد، در ماه ژانویه در مناطقی مانند خوزستان، شمال و جنوب

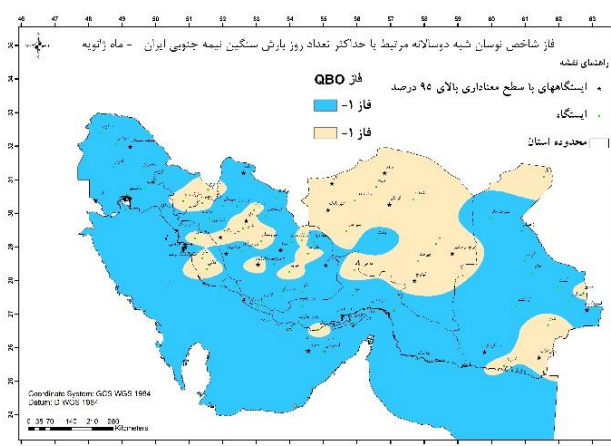
بارش سنگین در ۴۸ ایستگاه، در فاز -۱ و در ۴۴ ایستگاه در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز منفی و مثبت ضعیف نیز شناخته می شوند. در جدول شماره (۳) وضعیت ماه دسامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای با بارش سنگین، آورده شده است. همان طور که در شکل شماره ۳ مشاهده می گردد، در ماه دسامبر در غالب مناطق نیمه جنوبی ایران در فاز -۱ QBO تعداد روزهای بارش افزایش یافته است و فقط بخش های محدودی از شمال فارس، کهگیلویه و بویراحمد، شرق خوزستان و شرق سیستان و بلوچستان در فاز ۱+ QBO با افزایش تعداد روزهای همراه با بارش



شکل ۳- نقشه وضعیت ماه دسامبر از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

جدول ۴- وضعیت ماه ژانویه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
ایستگاه در فاز ۳-	ایستگاه در فاز ۲-	ایستگاه در فاز ۱-	ایستگاه در فاز ۰	ایستگاه در فاز ۱+	ایستگاه در فاز ۲+
۰	۰	۵۸	۴۳	۴	۰
تعداد ایستگاه					



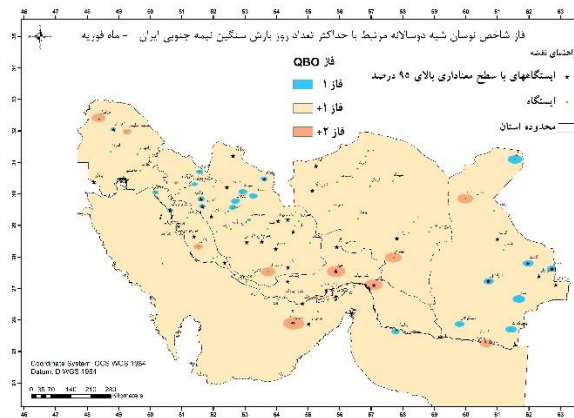
شکل ۴- نقشه وضعیت ماه ژانویه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

روزیهای همراه با بارش سنگین مواجه بوده اند. همچنین از بین ۸۹ ایستگاه در نیمه جنوبی ایران، در ماه فوریه، بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۵۷ ایستگاه، در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز مثبت ضعیف نیز شناخته می شود. در جدول شماره (۵) وضعیت ماه فوریه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در

بوشهر، شمال کهکیلویه و بویراحمد، مرکز فارس، جنوب کرمان، هرمزگان و بیشتر مناطق سیستان و بلوچستان در فاز ۱- QBO یعنی فاز منفی ضعیف و مناطق شمالی و غربی فارس، مرکز بوشهر، شمال کرمان، شمال و جنوب سیستان و بلوچستان و جنوب کهکیلویه و بویراحمد در فاز ۱+ QBO یعنی فاز مثبت ضعیف با افزایش تعداد

جدول ۵- وضعیت ماه فوریه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه
در فاز ۳-	در فاز ۲-	در فاز ۱-	در فاز ۱+	در فاز ۲+	در فاز ۳+	فوریه
۰	۰	۲۵	۵۷	۱۸	۰	تعداد ایستگاه



شکل ۵- نقشه وضعیت ماه فوریه از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

همراه با بارش سنگین مواجه بوده اند. در بخشهای شرقی سیستان و بلوچستان نیز وقوع فاز ۲+ همراه با افزایش تعداد روزهای بارش سنگین بوده است. تنها در بخش هایی از ارتفاعات مرکزی فارس از شمال تا جنوب آن، در جنوب شرق فارس و در ارتفاعات غربی کرمان فاز ۱- و ۲- QBO باعث افزایش در تعداد روزهای همراه با بارش سنگین شده است.

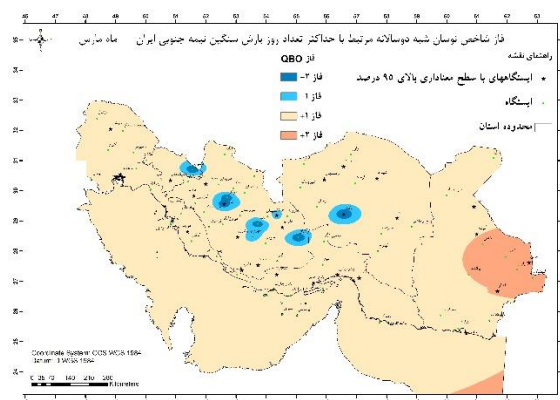
همچنین، از بین ۸۹ ایستگاه در نیمه جنوبی ایران، در ماه آوریل، بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۸۴ ایستگاه، در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز مثبت ضعیف نیز شناخته می شود. در جدول شماره (۷) وضعیت ماه آوریل از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای بارش سنگین، آورده شده است. همان طور که در شکل شماره (۷) مشاهده می گردد، در ماه آوریل در غالب مناطق جنوبی منطقه مورد مطالعه در فاز ۲+ QBO یعنی فاز مثبت متوسط با افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین مواجه بوده اند. درنیمه

افزایش تعداد روزهای بارش سنگین، آورده شده است. همان طور که در شکل شماره (۵) مشاهده می گردد، در ماه فوریه در غالب مناطق نیمه جنوبی ایران در فاز ۱+ QBO یعنی فاز مثبت ضعیف با افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین مواجه بوده اند. تنها در بخش هایی از شمال فارس و سیستان و بلوچستان، فاز ۱- QBO باعث افزایش در تعداد روزهای همراه با بارش سنگین شده است.

از بین ۸۹ ایستگاه در نیمه جنوبی ایران، در ماه مارس، بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۸۱ ایستگاه، در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز مثبت ضعیف نیز شناخته می شود. در جدول شماره (۶) وضعیت ماه مارس از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای بارش سنگین، آورده شده است. همان طور که در شکل شماره (۶) مشاهده می گردد، در ماه مارس در غالب مناطق نیمه جنوبی ایران در فاز ۱+ QBO یعنی فاز مثبت ضعیف با افزایش تعداد روزهای

جدول ۶- وضعیت ماه مارس از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

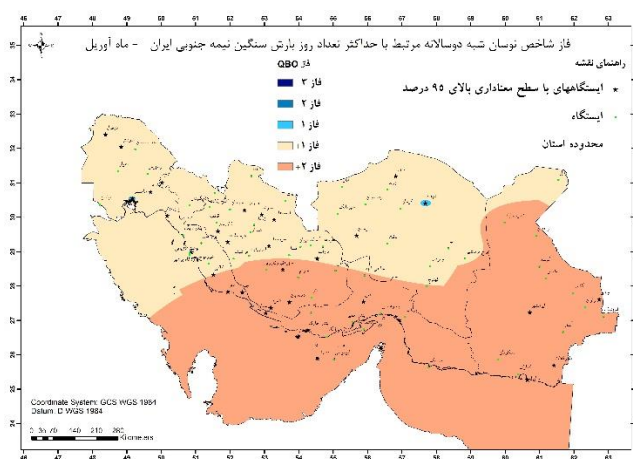
تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه
در فاز ۳-	در فاز ۲-	در فاز ۱-	در فاز ۱+	در فاز ۲+	در فاز ۳+	ارس
۰	۸	۲	۸۱	۲	۰	تعداد ایستگاه



شکل ۶- نقشه وضعیت ماه مارس از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

جدول ۷- وضعیت ماه آوریل از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
ایستگاه در فاز ۳-	ایستگاه در فاز ۲-	ایستگاه در فاز ۱-	ایستگاه در فاز ۱+	ایستگاه در فاز ۲+	ایستگاه در فاز ۳+	آوریل
۱	۴	۰	۸۴	۸	۰	تعداد ایستگاه

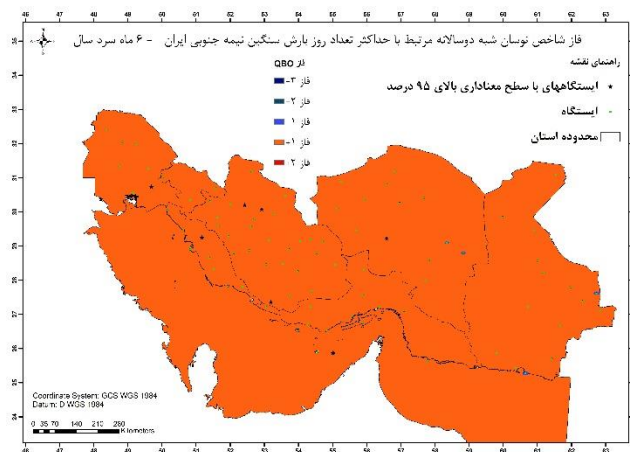


شکل ۷- نقشه وضعیت ماه آوریل از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

شمالی نیز وقوع فاز ۱+ همراه با افزایش تعداد روزهای بارش سنگین بوده است. تنها در بخشی از شمال کرمان فاز ۱- و ۲- QBO باعث افزایش در تعداد روزهای همراه با بارش سنگین شده است.

جدول ۸- وضعیت ۶ ماه سرد سال از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه	تعداد ایستگاه
در فاز ۳-	در فاز ۲-	در فاز ۱-	در فاز ۱+	در فاز ۲+	در فاز ۳+	۶ ماه سرد سال
۰	۰	۴	۸۵	۰	۰	تعداد ایستگاه



شکل ۸- نقشه وضعیت ۶ ماه سرد سال از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین

همراه با بارش سنگین شده است.

جمع‌بندی

نقشه‌های شماره ۲ تا ۸، به خوبی نشان می‌دهند که در سه ماه نوامبر، دسامبر و ژانویه، فازهای منفی و شرقی QBO شامل فاز ۱- و ۲- در اکثر مناطق نیمه جنوبی ایران همراه با حداکثر تعداد روزهای همراه با بارش سنگین بوده‌اند. این موضوع در مورد سه ماه بعدی یعنی فوریه، مارس و آوریل کاملاً برعکس بوده و تعداد روزهای همراه با بارش سنگین با فازهای غربی ۱+ و ۲+ QBO افزایش داشته است. نقش فازهای ضعیف و در رده بعدی فازهای متوسط (هم QBO مثبت و هم QBO منفی) بیشتر از فازهای شدید به چشم می‌آید و فازهای شدید و قوی ۳+ یا ۳- قش‌چندانی در افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین نداشته‌اند. به طور کلی در ۶ ماه سرد سال (به جز ۴ ایستگاه

با بررسی تعداد روزهای همراه با بارش‌های سنگین هر ایستگاه در ۶ ماه سرد سال، فازی که بیشترین تعداد روز با بارش سنگین هر ایستگاه در آن اتفاق افتاده است، مشخص گردید. از بین ۸۹ ایستگاه در نیمه جنوبی ایران، در ۶ ماه سرد سال، بیشترین تعداد روز با بارش سنگین در ۸۵ ایستگاه، در فاز ۱+ اتفاق افتاده است که به عنوان فاز مثبت ضعیف نیز شناخته می‌شود. در جدول شماره (۸) وضعیت ۶ ماه سرد سال از نظر فازهای QBO تأثیرگذار در افزایش تعداد روزهای با بارش سنگین، آورده شده است.

همان‌طور که در شکل شماره (۸) مشاهده می‌گردد، در ۶ ماه سرد سال در غالب مناطق نیمه جنوبی ایران در فاز ۱+ QBO یعنی فاز غربی ضعیف با افزایش تعداد روزهای همراه با بارش سنگین مواجه بوده‌اند. تنها در ۴ ایستگاه گشت، چابهار، جاسک و میناب فاز ۱- QBO یعنی فاز منفی ضعیف باعث افزایش در تعداد روزهای

- Chang-Hoi Ho, Hyeong-Seog Kim, Jee-Hoon - Jeong2 and Seok-Woo Son. (2009). Influence of stratospheric quasi-biennial oscillation on tropical cyclone tracks in the western North Pacific. *Geophysical Research Letters*. March 2009. 36:6
- Dunkerton, T J. (2003). *Middle Atmosphere: - Quasi-Biennial Oscillation*. Northwest Research Associates, Bellevue, WA, USA. Elsevier Science Ltd. 2003 Bellevue, WA, USA.
- Easterling, D. R., Alexander, L.V., Mokssit, A. - and Detemmermen, V. (2003). CC1/CLIVAR Workshop to develop priority climate indices. American Meteorological Society.
- Gray, W. M., (1984). Atlantic seasonal hurricane - frequency. Part I: El Nin~ o and 30-mb quasi-biennial oscillation influences. *Mon. Wea. Rev.*, 112:1649-1688.
- Holton, J. R., Tan, H.-C., (1980). The influence - of the equatorial quasi-biennial oscillation on the global circulation at 50 mb. *J. Atmos. Sci.*, 37:2200-2208.
- Kamiguchi, K., Kitoh, A., Uchiyama, T., - Mizuta, R., and Noda, A. (2006). Changes in Precipitation-based Extremes Indices Due to Global Warming Projected by a Global 20-km-mesh Atmospheric Model. *SOLA*. 2:64-67.
- KANE, R.P., (2009). Periodicities, ENSO effects - and trends of some South African rainfall series: an update. *S. Afr. j.sci.* 105(5-6):199-207.
- Lindzen, R. S. and Holton J. R. (1968). A theory - of the quasi-biennial oscillation. *J. Atmos.Sci.* 25:1095.
- Lindzen, R. S. and J. R. Holton. (1972). an updated - theory for the quasi-biennial cycle of the tropical stratosphere," *J. Atmos. Sci.* 29:1076.
- Lindzen, R. S. (1987). On the Development of - the Theory of the QBO. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 68:329-337.
- Lu, H., M. P. Baldwin, L. J. Gray, and M. J. Jarvis. - (2008). Decadal-scale changes in the effect of the QBO on the northern stratospheric polar vortex. *J. Geophys. Res.* 113.
- Plumb, R.A. (1977) The Interaction of two internal - waves with the mean flow: implications for the theory of the quasi-biennial oscillation. *Journal of Atmospheric Sciences*. 34:1847-1858.
- Reed, Richard J. (1966). Zonal wind behavior - in the equatorial stratosphere and lower mesosphere. *Journal of Geophysical Research*. 71(18):4223-4233
- Schmidli, J., Frei, C. (2005). Trends of heavy - precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century. *Int. J. climatology*. 25:771-773.
- Swinbank, R., Douglas, C. S., Lahoz, W. A., - O'Neill, A. and Heaps, A. (1998). Middle

میناب، جاسک، چابهار و گشت که در فاز ۱- تأثیرگذاری بیشتر در افزایش تعداد روزهای بارش سنگین در آنها دیده می شود) در بیش از ۹۵ درصد ناحیه مورد مطالعه، فاز ۱+ QBO مثبت ضعیف، با بیشترین تعداد روزهای بارش سنگین همراه بوده است.

== مراجع

- اسبقی، قربان و محمد جغتایی و علیرضا محب الحجه. بررسی اثر نوسان شبه دوسالانه (QBO) بر ساختار تاول قطبی در ابتدای زمستان. مجموعه مقالات شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران، اردیبهشت ۲۳-۲۵، ۱۳۹۳. ص ۳۶۲-۳۶۶.
- اسبقی، قربان و محمد جغتایی و علیرضا محب الحجه. بررسی اثر نوسان شبه دوسالانه (QBO) بر وردسپهر برون حاره ای در اوایل زمستان از دیدگاه انرژی. پژوهش های اقلیم شناسی. سال ششم. شماره ۲۳ و ۲۴. پاییز و زمستان ۱۳۹۴. ص ۳۳-۳۹.
- برزو، فرزانه و قاسم عزیزی. پیشنهاد معیاری ساده برای برآورد بارش سنگین در مناطق مختلف ایران. پژوهش های جغرافیای طبیعی. ۱۳۹۴. دوره ۴۷، شماره ۳، ص ۳۴۷-۳۶۵.
- علیجانی، بهلول. ۱۳۸۱. آب و هوای ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور. چاپ پنجم. ص ۱۱۸-۱۲۰.
- علیجانی، بهلول. تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۰. جلد ۱۷. ش ۲۰. ص ۹-۳۰.
- غیور، حسنعلی و حسین عساکره. مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک. تحقیقات جغرافیایی. ۱۳۸۱. شماره ۶۴. ص ۹۳-۱۱۳.
- مسعودیان، سید ابوالفضل. شناسایی شرایط همدید همراه با بارش های ابرسنگین ایران، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، تبریز، ۱۳۸۷. انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز.
- مفیدی، عباس. تحلیل دینامیکی نقش گردش بزرگ مقیاس پوش سپهری در کاهش آزون پوش سپهری. فصل نامه جغرافیایی سرزمین. ۱۳۸۵. سال سوم، شماره ۱۰. ص ۱۲۷-۱۵۵.
- Angell, J K, Korshover, J., (1964). Quasi-biennial variations in temperature, total ozone, and tropopause height. *J. Atmos. Sci.*, 21:479-492.
- Angell, J. K., Korshover, J. (1968). Additional - evidence for quasi-biennial variations in troposphere in parameters. *Monthly weather review*. 96(11):778-784.
- Brazdil R., Zolotokrylin, A.N., (1995). The QBO - signal in monthly precipitation fields over Europe. *Theoretical and applied climatology*. 51(1-2):3-12.
- Bridgman, Howard. Oliver, John. (2006). the - Global Climate System: Patterns, Processes, and Teleconnections. Cambridge University Press. 36p
- Camargo, S.J., Sobel, A.H., (2010). Revisiting - the influence of the Quasi-biennial oscillation on tropical cyclone activity. *Journal of Climate*, 23:5810-5825

Zhang, Jiankai. Xie, Fei. Ma, Zhichao. Zhang, -
Chongyang. Xu, Mian. Wang, Tao. Zhang,
Ruhua. (2019): Seasonal Evolution of the
Quasi-biennial Oscillation Impact on the
Northern Hemisphere Polar Vortex in Winter.
JGR Atmospheres. 124:23. 12568-12586.

atmosphere variability in the UK Meteorological
Office Unified Model. Q.J.R. Meteorol. Soc.,
124:1485–1525.

Wallace, J. M., J. R. Holton. (1968): A diagnostic -
numerical model of the quasi-biennial
oscillation. J. Atmos. Sci., 25:280-292.

Detecting the Influential Phases of the Quarterly Oscillating Index (QBO) on Increasing Number of Days with Heavy Rainfall in the Southern Half of Iran

Hassan Mehrzad^{*1}, Mohammad Saligheh², Mehry Akbari², Zahra Hedjazizadeh²

¹ PhD Student of Kharazmi university of Tehran

² PhD, Geographic science Department, Kharazmi university, Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: hasan.mehrzad@gmail.com

Received: 28 October 2018 , accepted: 17 February 2019

ABSTRACT

The quasi-biennial oscillation is one of the important indices of teleconnections which has a significant impact on the quantity and quality of rainfall in a region by changing the geopotential height and high and low-pressures. This study investigates the effect of the quasi-biennial oscillation on the occurrence of heavy rainfall in the southern part of Iran during the cold season.

For this purpose, QBO data from the Singapore station at 30 hPa level from the IGRA database and precipitation data for 89 stations in the southern half of Iran are also provided with daily time scale during the cold six-month period (January 1985 to end of April 2018) according to the 80th percentile (heavy rainfall), for each 6 month.

Then, using IDW interpolation, correlation maps were plotted for each month separately and for six cold months

Based on the obtained data, the QBO values were divided into 6 phases (three weak, moderate, and severe positive phases (+1 to +3) and three weak, moderate, and severe negative phases (-1 to -3)) and the number of days with heavy rainfall in each of these six phases is calculated. Then, by using the IDW interpolation method, the zoning maps of the effective phases in increasing the number of days with heavy rainfall for each of the 6 months as well as for the cold months, in general, were plotted. Based on the results, from November to January, the weak to moderate negative phases and the next three months, February to April, the weak positive phases were more likely to contribute to the increase in heavy precipitation days. Overall estimation of the number of days of heavy rainfall and its relation to the QBO phases showed that the highest number of days of heavy rainfall occurred at most stations in the weak positive phase (+1).

Keywords: QBO, Heavy rainfall, Teleconnection, Interpolation, IDW Method

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Mehrzad H., Saligheh M., Akbari M., Hedjazizadeh Z. (2019). Detecting the Influential Phases of the Quarterly Oscillating Index (QBO) on Increasing Number of Days with Heavy Rainfall in the Southern Half of Iran. *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 2(1): 15-28.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

