نیوار، دوره ۴۵، شماره ۱۱۳-۱۱۲، بهار و تابستان ۱۴۰۰ (دو فصلنامه) (مقاله پژوهشی) DOI: 10.30467/NIVAR.2021.276760.1183
Archive of SID

تغییرات میانگین مداری و نصف‌النهاری بادهای غربی در دوره‌های تر و خشک غرب ایران

بهلول علیجانی[۱]، محمد سلیقه[۲]، محمد دارند[۳]، آرمان جاهدی[۴*]

۱- استاد آب‌وهواشناسی، گروه آب‌وهواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۲- دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه آب‌وهواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳- استاد آب‌وهواشناسی، گروه آب‌وهواشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۴- دانشجوی دکترای آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

(تاریخ دریافت:۹۹/۱۲/۱۹ ، تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۳/۱۸)

چکیده

در این پژوهش، ارتباط بین تغییرات میانگین مداری و نصف‌النهاری بادهای غربی با دوره‌های تر و خشک غرب ایران بررسی شد. از همین رو، داده‌های مقادیر بارش تجمعی منطقه‌ی مورد مطالعه از مرکز پیش‌بینی میان مدّت نیواری اروپایی (ECMWF) نسخه‌ی (ERA-Interim) با تفکیک مکانی۰,۱۲۵*۰,۱۲۵ درجه و همچنین داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل نسخه‌ی (ERA5) با قدرت تفکیک مکانی ۰,۲۵*۰,۲۵ درجه از همان مرکز برای سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۹ دریافت شد. برای تعیین دوره‌های تر و خشک ماهانه از شاخص بارش استاندارد (SPI) استفاده شد. بنابراین، برای بررسی ارتباط بین تغییرات میانگین مداری و نصف‌النهاری بادهای غربی با دوره‌های تر و خشک غرب ایران، شاخص همدیدی خاورمیانه‌ای (MESI) بر اساس تغییرات بادهای غربی از ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی در ترازهای نیواری ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی تعریف شد. نتایج نشان داد، که هنگام رخداد دوره‌های تر در غرب ایران، (MESI) بالاتر از آستانه و بادهای غربی بر روی خاورمیانه (دریاهای مدیترانه و سرخ) جریان نصف‌النهاری دارند. در حالی که در دوره‌های خشک، شاخص (MESI) پایین‌تر از آستانه و بادهای غربی جریان مداری دارند. با توجّه به نتایج، دوره‌ی تر و خشک یافت نشد، که مقدار (MESI) آن پایین‌تر و بالاتر از آستانه باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که تغییرات در جریان بادهای غربی می‌تواند به عنوان یکی از عوامل در ایجاد دوره‌های تر و خشک غرب ایران اثرگذار باشد.

کلمات کلیدی: بادهای غربی، میانگین مداری و نصف‌النهاری، دوره‌های تر و خشک، غرب ایران.

مقدمه

بادهای غربی، بادهای غالب در عرض‌های میانه‌ی سیاره زمین هستند، که از غرب به شرق جریان دارند توگویلر(۲۰۰۹). این بادها سیستم‌های همدید با مقیاس از چندین صد تا چندین هزار کیلومتر را در داخل خود ایجاد و حرکت می‌دهند علیجانی(۱۳۷۴). بر این اساس در طول زمستان نیم‌کره شمالی شرایط آب‌وهوای عرض‌های میانه به وسیله‌ی سامانه‌های همدیدی به مناطق دیگر انتقال می‌یابند رضی و همکاران(۲۰۱۲). بنابر مطالعات پالمن و نیوتون (۱۹۶۹) یکی از سه فرود اصلی بادهای غربی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی محل شکل‌گیری آن بر روی دریای مدیترانه می‌افتد. مطالعه‌ی وانگ و افیو (۲۰۱۴) نشان می‌دهد، جریان نصف‌النهاری شدید دربادهای غربی به صورت سیستم‌های حلقوی بسته و مانع عمل می‌کندکه باعث اثرگذاری در آب‌وهوای مناطق می‌شوند. علیجانی (۱۳۸۰) چرخندهای غربی را عامل اصلی بارش در سراسر ایران به جز نواحی ساحلی دریای خزر می‌داند. ابراهیمی نیک و همکاران، (۱۳۹۱) حرکت سینوسی محور فرود رود باد در شرق دریای مدیترانه و دریای سرخ را از عامل‌های ایجاد بارش‌های شدید در منطقه می‌دانند. در راستای موضوع بادهای غربی و تغییرات آن‌ها، علیجانی (۱۳۶۶) عامل اصلی پراکندگی مکانی چرخندهای خاورمیانه را بادهای غربی سطح بالا می‌داند. از این رو به نظر می‌رسد، بادهای غربی و

* نگارنده رابط: a.jahedi@znu.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات جریان‌های حرکتی آن‌ها دارای نقش اساسی در آب‌وهوای نواحی می‌باشد. وو و همکاران (۲۰۱۶) بر این باورند که فراوانـــی سال‌های بارش درحوضه‌ی رودخانه‌ی تاریم را مرتبط با جریان‌های نصف‌النهاری بادهای غربی می‌دانند.
علاوه بر این، چاوایلاز و همکاران (۲۰۱۲) بادهای غربی را از اجزای اصلی گردش نیوار می‌دانند، از همین رو بر این باورند که درک و شناخت رفتار آن‌ها در بین اقیانوس‌ها و نیوار شایان توجّه است. گارود (۲۰۰۶) تغییرات جریانی بادهای غربی را در انتقال عامل‌های ایجاد بارش‌های خارج از مناطق گرمسیری، مهم می‌داند. بادهای غربی ویژگی غالب نیوار در عرض‌های میانه هستند، در نزدیکی سطح زمین بین مدار ۳۵ درجه‌ی شمالی و جنوبی گسترش دارند مسعودیان(۱۳۹۰). در همین راستا گریگوری و پالِکی (۲۰۰۶) باد را به عنوان یکی از متغیرهای اصلی جو دانسته، که نقش مهمی را درآب‌وهوای سطح زمین بازی می‌کند. انفیلد و همکاران (۲۰۰۱) عامل نصف‌النهاری باد را به عنوان یک عامل در فراز و فرودهای بلند، برای انتقال توده‌های هوا و رطوبت اقیانوس‌ها می‌دانند. با عنایت به مطالعات پژوهشگران دیگر، دوگام و همکاران (۲۰۰۹) نیز رابطه‌ی معکوس و معنادار بارش را با نمایه‌ی وزش باد مداری در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکالی در فصل قبل از باران‌های موسمی بررسی کرده‌اند. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۱) دلایل بروز ترسالی و خشکسالی را در تغییرات و ناهنجاری‌های الگوهای نیواری می‌دانند. آلساندرو (۲۰۰۱) گسترش مقیاس سیتم‌های همدید عرض‌های میانه را مرتبط با امواج بلند بادهای غربی می‌داند. از همین رو خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) جریان نصف‌النهاری بادهای غربی عرض‌های میانه به سمت منطقه‌ی خاورمیانه، را در بارش‌های جنوب غرب ایران مهم دانسته‌اند. در همین موضوع پژوهشگران دیگری نیز مانند، وِرما (۱۹۸۰) ارتباط بارش موسمی ماه می در هند و نمایه‌ی باد نصف‌النهاری در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال را طی دوره‌ی۱۹۶۴ تا ۱۹۸۵را مورد واکاوی قرار داده است، نتیجه‌ی مطالعه‌ی او نشان می‌دهد، که نمایه‌ی نصف‌النهاری باد، به عنوان یک مؤلفه برای پیش‌بینی بارش‌های موسمی می‌تواند، به کار گرفته شود. علاوه بر این، ماهیراس (۱۹۸۸) با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و رسم منحنی مربوط به نمرات عامل‌ها، تغییرات بارش و نمایه‌ی مداری باد را بررسی کرده، نتیجه‌ی پژوهش او نشان می‌دهد،که با استقرار گردش نصف‌النهاری در شرق مدیترانه، میزان بارش بیش‌تر و با غلبه‌ی الگوی گردش مداری از میزان بارش کاسته می‌شود. ارتباط بین گردش‌های نیواری مربوط به بارش‌های حدی در یک قرن گذشته را کوتیل و همکاران (۱۹۹۶) در شرق مدیترانه، را واکاوی کرده‌اند، و با محاسبه‌ی شاخص مداری و نصف‌النهاری برای منطقه، سری زمانی این نمایه‌ها را محاسبه کرده، و ضریب همبستگی این شاخص و بارش را نشان داده و وجود رخداد خشکسالی را با کاهش وزش شمالی و افزایش جریان جنوبی مرتبط دانسته‌اند. مطالعات علیجانی (۲۰۰۲) نشان می‌دهد، که نزدیک بودن محل فرودها و فرازها اثرگذاری بیش‌تری در آب‌وهوای ایران دارد. همچنین در ادامه‌ی مطالعات صورت گرفته، فدروف و همکاران (۲۰۱۵) بر نقش مهم وزش بادهای غربی در مناطق گرمسیری غرب اقیانوس آرام در ایجاد رخداد النینو، اذعان دارند. باتوجه به پژوهش‌های انجام گرفته، برآشکارکردن نقش تغییرات در جریان‌های بادهای غربی، پژوهشگرانی مانند راسبی و همکاران (۱۹۳۹) شاخص مداری (ZI) را که بر اساس تفاوت میانگین فشار سطح دریا (SLP) مدار ۳۵ درجه شمالی و ۵۵ درجه شمالی، را برای اندازه‌گیری شدّت گردش مداری و تغییرپذیری آن در نیم‌کره‌ی شمالی تعریف کردند. علاوه بر این، نامیاس و کلاپ (۱۹۵۱) شاخص گردش مداری برای نیم‌کره‌ی شمالی، بر اساس تفاوت میانگین فشار بین عرض‌های جنب حاره و جنب قطبی را معرفی نمودند. لی و وانگ (۲۰۰۳)، نظر به مطالعه‌ی راسبی و همکاران (۱۹۳۹)، شاخص مداری برای گردش عمومی نیوار نیم‌کره‌ی شمالی را به صورت تفاوت نرمال شده در میانگین ناهنجاری‌های فشار سطح دریا بین مدار ۳۵ تا ۵۵ درجه شمالی

www.SID.ir

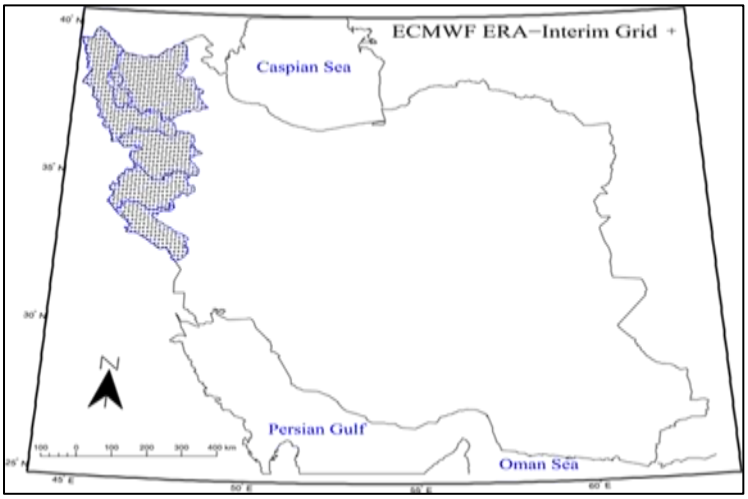
Archive of SID

را اصلاح کردند. با توجّه به مطالعات صورت گرفته پیرامون واکاوی تغییرات بادهای غربی می‌توان بیان داشت که تغییرات بادهای غربی به عنوان یکی از عامل‌های اثرگذار نیواری در توجیه و تبیین آب‌وهوای سطح زمین همواره مورد توجّه بسیاری از پژوهشگران بوده است. بنابراین هدف اصلی این پژوهش واکاوی تغییرات جریان‌های مداری و نصف‌النهاری بادهای غربی در دوره‌های ماهانه‌ی تر و خشک در غرب ایران می‌باشد.

داده‌ها و روش تحقیق

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

تعداد یاخته‌های بارش تجمعی پایگاه داده‌ی مرکز پیش‌بینی میان مدّت نیواری(ECMWF) نسخه‌ی (ERA-Interim) با قدرت تفکیک ۰/۱۲۵*۰/۱۲۵ درجه قوسی در شکل (۱) برابر تعداد ۹۹۱ یاخته برای منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد.



شکل۱. توزیع مکانی و تعداد یاخته‌های بارش تجمعی نسخه‌ی(**ERA-Interim**)

داده‌های بارش تجمعی نسخه‌ی (Interim-ERA) طی بازه‌ی زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۹ برای ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، اکتبر، نوامبر و دسامبر به صورت میانگین ماهانه برای محاسبه‌ی شاخص بارش استاندارد (SPI) به کار گرفته شد.

۲-۲ محاسبه‌ی بارش استاندارد

برای ارزیابی و شناخت دوره‌های تر و خشک شاخص‌های زیادی وجود دارد، شاخص بارش استاندارد، یکی از شاخص‌هایی است، که می‌توان برای شناخت دوره‌های تر و خشک استفاده کرد WMO (۲۰۱۲). بر پایه‌ی شاخص بارش استاندارد رابطه‌ی ۱ مقادیر بارش در هر ماه از سال طبقه بندی شدند.

$$\mathbf{SPI} = \frac{\boldsymbol{P_i} - \overline{\boldsymbol{P}}}{\boldsymbol{Sd}} \qquad (۱)$$

در رابطه‌ی یاد شده **pi** میزان بارش در ماه **i** ام، $\overline{\boldsymbol{P}}$ میانگین بلند مدّت بارش در ماه**i** ام و $\boldsymbol{Sd}$ انحراف معیار بلند مدّت بارش در ماه **i** ام است. شاخص بارش استاندارد در تمامی رژیم‌های آب‌وهوایی قابل اجرا می‌باشد و مقادیر آن برای اقلیم‌های بسیار متفاوت می‌تواند مقایسه شود آذرنگ(۱۳۹۴). مک‌کی و همکاران (۱۹۹۳) نیز بر این باورند که محاسبه‌ی شاخص بارش استاندارد (SPI) در هر یک از مقیاس‌های زمانی را می‌توان از مزیت‌های این شاخص برشمرد. مقادیر بارش استاندارد حاصل، برای تعیین دوره‌های تر و خشک باید با مقادیر طبقه بندی شده

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول مقایسه شود، در این پژوهش مقادیر بالاتر از ۱+ به عنوان دوره‌ی تر ماهانه و مقادیر کمتر از ۱- به عنوان دوره‌ی خشک ماهانه در نظر گرفته شد.

جدول ۱. طبقه بندی دوره‌های تر و خشک بر اساس شاخص بارش استاندارد (SPI).

مقادیر(SPI)	وضعیت ترسالی و خشکسالی
۲ و بیش‌تر	ترسالی بسیار شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی متوسط
۹۹/ تا ۹۹/-	تقریباً نرمال
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشکسالی شدید
-۲ و کمتر	خشکسالی بسیار شدید

۳-۲-محاسبه‌ی شاخص همدیدی خاورمیانه‌ای (MESI)

$$\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\boldsymbol{H_{10}}} : \overline{\boldsymbol{H_{52.5}}}\right)\right] \quad (۲)$$

$$\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\overline{\boldsymbol{H_{10}}}}, \overline{\overline{\boldsymbol{H_{30}}}}, \overline{\overline{\boldsymbol{H_{52.5}}}}\right)\right] \quad (۳)$$

$$\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\overline{\boldsymbol{H_{10}}}} - \overline{\overline{\boldsymbol{H_{30}}}}\right), \left(\overline{\overline{\boldsymbol{H_{52.5}}}} - \overline{\overline{\boldsymbol{H_{30}}}}\right)\right] \quad (۴)$$

$$\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{10-30}}}}}\right), \left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{52.5-30}}}}}\right)\right] \quad (۵)$$

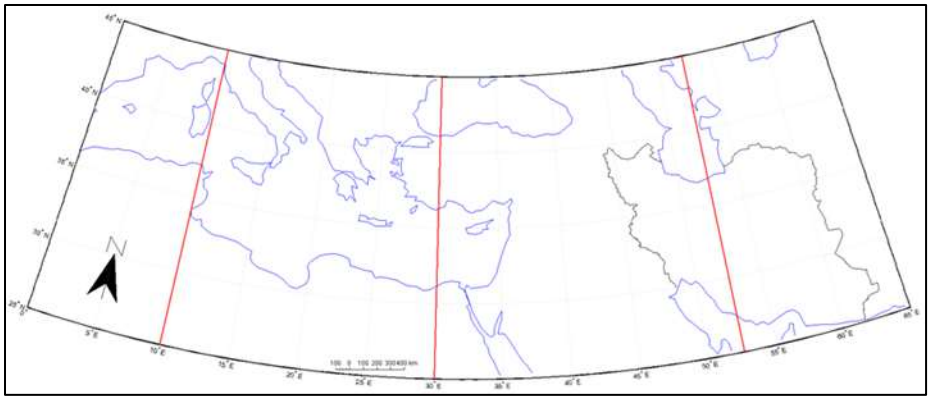
$$\frac{1}{2}\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{10-30}}}}}\right), \left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{52.5-30}}}}}\right)\right] \quad (۶)$$

$$\boldsymbol{MESI} = \frac{1}{2}\sum_{I=25}^{N=45}\left[\left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{10}}}}} - \overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{30}}}}}\right) + \left(\overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{52.5}}}}} - \overline{\overline{\overline{\boldsymbol{H_{30}}}}}\right)\right] \quad (۷)$$

که‌درآن (MESI) شاخص همدیدی خاورمیانه‌ای، **I** شمارشگر مدارها. در همین راستا برای محاسبه‌ی شاخص در دوره‌های تر و خشک ماهانه، ابتدا میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل از مدار ۲۵ تا درجه ۴۵ عرض شمالی از روی نصف‌النهار ۱۰ تا ۵۲/۵ درجه طول شرقی گرفته شد (رابطه‌ی ۲). درگام بعدی با در نظر گرفتن رابطه‌ی (۲) که برای تک‌تک ماه‌های تر و خشک مقادیر برآورد گردید، بار (-) دیگر نیز از تمام ماه‌های تری که در کنار هم قرار گرفته بودند بر روی همان سه نصف‌النهار گرفته شد، این کار برای ماه‌های خشک نیز انجام شد (رابطه‌ی ۳)، در گام بعدی مقادیری که در رابطه‌ی (۳) برآورد گردیده بود، در رابطه‌ی (۴) میانگین، میانگین‌های روی نصف‌النهارهای ۱۰ و ۵۲/۵ از ۳۰ درجه طول شرقی تفریق گردید، در واقع بر اساس رابطه‌ی (۴) چهار مقدار به دست می‌آید، دو مقدار حاصل از دوره‌های تر و دو مقدار دیگر نیز برای دوره‌های خشک. در مرحله‌ی بعد بار (-) سوّم برای دو مقدار حاصل از دوره‌های تر و دو مقدار دیگر حاصل از دوره‌های خشک گرفته می‌شود (رابطه‌ی ۵)، بدین معنا که یک مقدار برای دوره‌ی تر و یک مقدار دیگر برای دوره‌ی خشک برآورد می‌گردد. در نهایت در رابطه‌ی (۶)، (۱/۲) مقدار دوره‌های خشک و دوره‌های تر گرفته می‌شود تا مقدار آستانه به دست آید. با عنایت به برآوردهای شاخص همدیدی خاورمیانه‌ی، انتظار بر این است که مقدار حاصل از دوره‌های تر و خشک که از رابطه‌ی ۲ تا ۶ به دست می‌آید، مقدار حاصل از ماه‌های تر بیش‌تر از آستانه و مقدار حاصل از دوره‌های خشک کم‌تر از آستانه باشد. با مقایسه‌ی مقادیر دوره‌های تر و خشک با آستانه‌ی حاصل از خود، می‌توان گفت که جریان بادهای غربی به چه صورت رخ داده است. شکل‌های که در بحث و نتایج آورده شده است بر اساس رابطه‌ی (۲) و نتایج در جدول (۲) بر اساس گام‌های که در روابط ۲ تا ۶ برداشته شده و رابطه‌ی نهایی آن در رابطه‌ی (۷) بیان گردیده است، آورده شده‌اند. فرض بر این است زمانی که ما در غرب ایران دوره‌های تر و خشک ماهانه را داریم، بادهای غربی جریان نصف‌النهاری و مداری داشته باشند. در نشکل (۲) شمایی از منطقه مورد واکاوی برای برآورد (MESI- Middle East Synoptic Index) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

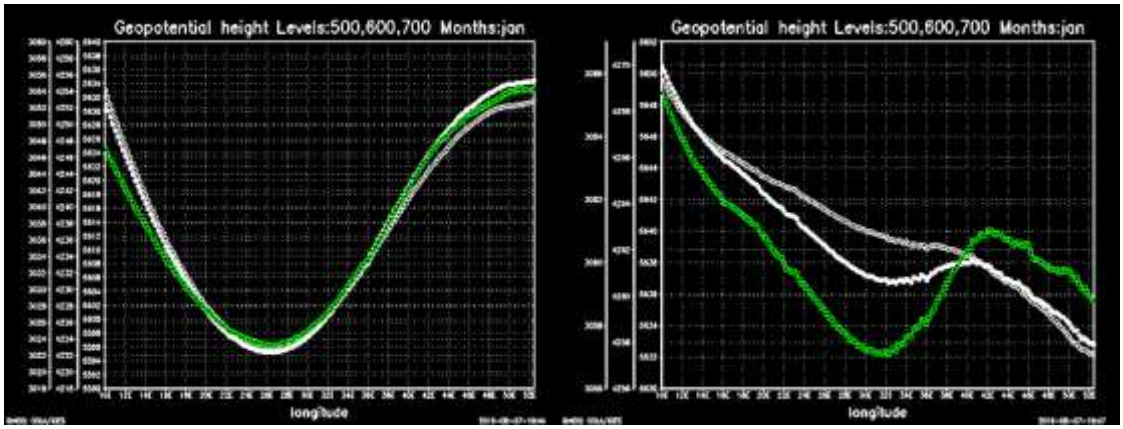


شکل۲. منطقه‌ی مورد واکاوی جهت برآورد شاخص همدیدی خاورمیانه‌ای (MESI).

نتایج و بحث

۱-۳- وضعیّت بادهای غربی درماه های ژانویه

دوره‌های تر و خشک بر اثر تغییر در فراوانی و تاثیرگذاری الگوهای گردش نیواری در یک منطقه ایجاد می‌شوند فتاحی و بهیار،(۱۳۹۰). آنچنان که در شکل ۳ سمت چپ دیده می‌شود، بادها غربی در هر سه تراز نیواری بر هم‌دیگر همپوشانی دارند، و همچنین نصف‌النهارهای ۱۰ و ۵۲/۵ درجه طول شرقی تغییرات ارتفاعی بالایی نسبت به ۳۰ درجه طول شرقی دارند، که این حالت (عمیق بودن جریان‌های نصف‌النهاری) می‌تواند، در به وجود آمدن شرایط دوره‌های تر کمک بیش‌تری کند. نمودارهای شکل سمت راست وضعیت بادهای غربی را برای دوره‌های خشک ماه‌های ژانـویه نشان می‌دهند،از ویژگی های بادهای غربی در دوره‌های خشک پیدا است که بادهای غربی با وجود ارتفاع کم در روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی، پایین آمده‌اند، امّا در بین نصف‌النهارهای ۳۰ تا ۵۲/۵ درجه طول شرقی تغییر مسیر به سمت ارتفاع‌های بالا نداده‌اند. جریان بادهای غربی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی یک فرود کوچک ایجاد کرده است، امّا به دلیل جریان بادهای غربی در ترازهای دیگر به مانند این تراز نبوده است، نمی‌توان آن را به عنوان یکی از عامل‌های اثر گذار در دوره‌های تر ماهانه غرب ایران در نظر گرفت.



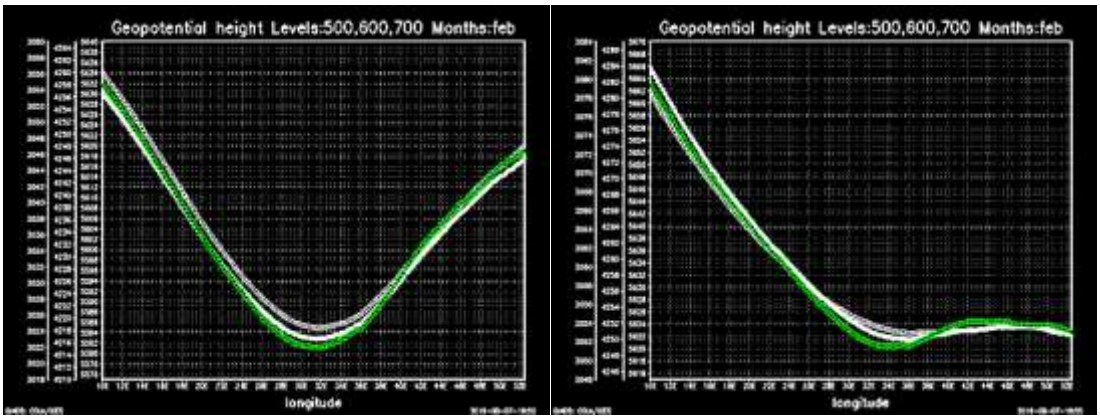
شکل ۳. وضعیت بادهای غربی در ماه‌های ژانویه‌ی دوره‌های خشک (راست) و تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۲- وضعیّت بادهای غربی در ماه‌های فوریه

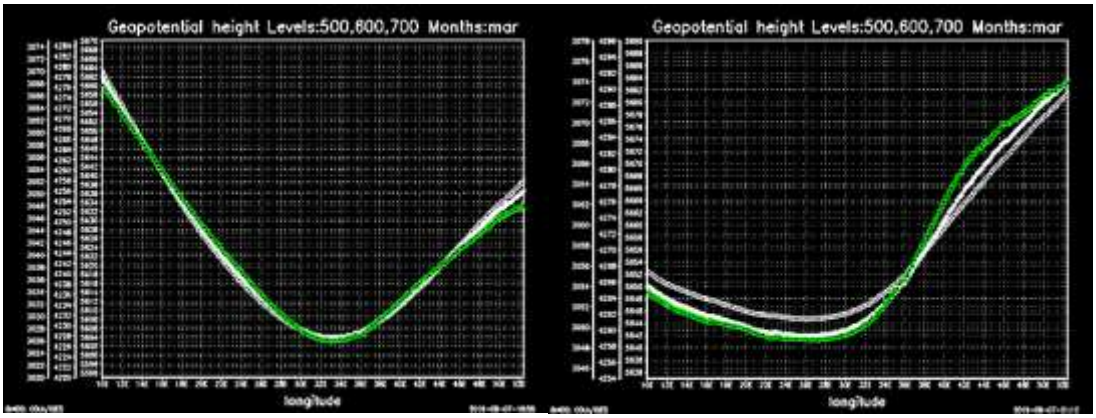
منابع رطوبت اصلی برای بارش‌های غرب ایران، دریای عرب و عمان در ترازهای پایین، دریای سرخ در ترازهای میانی و دریای مدیترانه در ترازهای بالا می‌باشند فرج زاده و همکاران(۲۰۰۷). از همین رو درشکل ۴ (راست) وضعیّت بادهای غربی بر روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی به صورت جریان نصف‌النهاری می‌باشد، ولی از نصف‌النهار ۳۰ تا ۵۲/۵ درجه طول شرقی بادهای غربی به حالت مداری جریان دارند، یعنی متناسب با حرکت مداری بادهای غربی، در غرب ایران زمین ماه‌های فوریه در شرایط خشکی بوده اند. در دوره‌های تر بادهای غربی علاوه بر اینکه ارتفاع بالای بر روی نصف‌النهار۱۰ درجه طول شرقی داشته‌اند، دوباره به سمت ارتفاع‌های بالای نیواری جریان داشته‌اند، که این حالت را می‌توان به عنوان جریان نصف‌النهاری بادهای غربی در نظر گرفت. فرود بادهای غربی در شکل ۴، (سمت چپ) متناسب با ارتفاعی که بادهای غربی پایین آمده‌اند، نیز به ارتفاع بالاتر رفته‌اند. یعنی دو سمت فرود به گونه‌ی هماهنگ است ، که می‌تواند شرایطی را که در سطح زمین وجود دارد، منتقل کند.



شکل ۴ . وضعیت بادهای غربی در ماه‌های فوریه دوره‌های خشک (راست) و تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

۳-۳- وضعیّت بادهای غربی در ماه‌های مارس

حالتی که برای بادهای غربی در ماه‌های خشک مارس رخ داده‌است، ازحالت‌هایی‌است که عامل پُرارتفاع درروی اقیانوس اطلس خیلی ضعیف عمل کرده است، بدین معنا که بادهای غربی از مرکز اقیانوس اطلس شمالی تقریباً جریان مـــداری

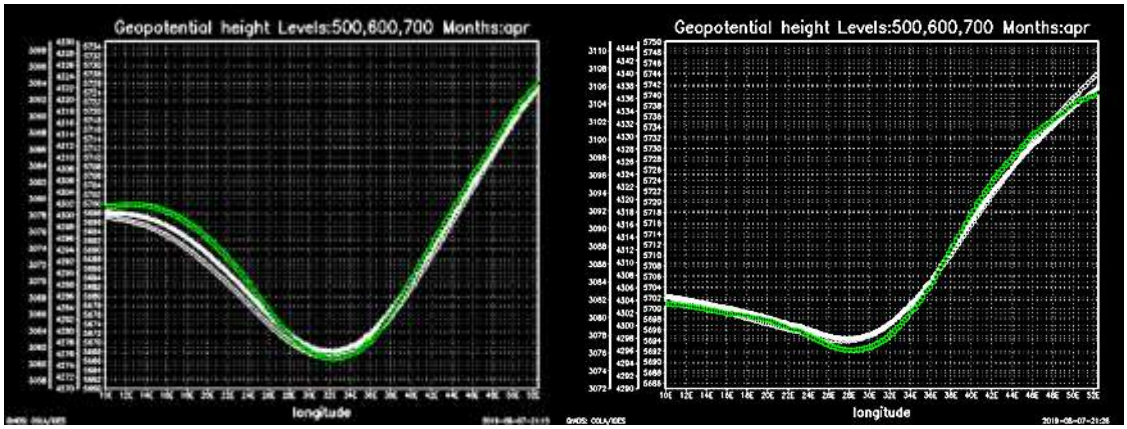


شکل ۵ . وضعیت بادهای غربی در ماه‌های مارس دوره‌های خشک (راست) و تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

www.SID.ir

Archive of SID

خود را آغاز کرده و آن‌چنـــان که نمودارهای شکل ســـمت راست نشان می‌دهند، در شرق مدیترانه این بادها به جریان مداری میل پیدا کرده‌اند، یعنی بین نصف‌النهـــــارهای ۳۰ تا ۵۲/۵ درجه طول شرقی به سمت ارتفاع‌های بالا رفته‌اند، اما چون که در قبل از نصف‌النهـــار ۱۰ درجه طول شرقی برروی اقیانوس اطلس شمالی جریان نصف‌النـهاری در عرض‌های به سمت منابع رطوبتی بارش‌های غرب ایران نداشته‌اند، در نتیجه شاهد ماه‌های مارس خشک در غرب سرزمین ایران بوده‌ایم. امّا وضعیت نصف‌النهـــــاری شدن در دوره‌های تر به گونه‌ای است که مقدار تغییرات روی ۱۰ درجه طول شرقی بسیار بالا و در روی نصف‌النهار ۵۲/۵ درجه طول شرقی بادهای غربی تقریباً نصف حرکت نصف‌النهاری اوّل ارتفاع گرفته‌اند.



شکل ۶ . وضعیت بادهای غربی در ماه‌های آپریل دوره‌های خشک (راست) و تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

٤-۳-وضعیت بادهای غربی در ماه های آوریل

گیراردین و تردیف، (۲۰۰۵) تغییرات خشکسالی‌های منطقه‌ی بورئال کاناد را متأثر از دو مؤلفه‌ی بزرگ مقیاس گردش نیواری می‌دانند، آن‌ها بر این باورند که مؤلفه‌ی مداری با گردش سرد ومرطوب غرب وزان در طی سال های همراه با خشکسالی ضعیف و گردش گرم و مرطوب شمال وزان همراه با خشکســـــالی ضعیف و گردش گرم و مرطوب شمال وزان در طی سال های همراه با خشکسالی شدید می‌باشد. نمودارهای شکل۶ (سمت چپ) نشان می‌دهند که بادهای غربی در ماه‌های تر آوریل آن‌چنان از ارتفاع بالا پایین نیامده‌اند، امّا در مقایســه با نمودارهای سمت راست در همان شکل، تفاوت ارتفاعی بادهای غربی را می‌توان مقایسه کرد.

بدین معنا در زمانی که در غرب ایران ماه‌های آوریل خشک بوده‌اند، ارتفاع بادهای غربی در ترازهای میانی نیوار، زمانی که از روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی پایین آمده‌اند، با ارتفاع بالای پایین نیامده‌اند، با این حال در همان دوره‌های خشک از نصف‌النهارهای بعد از نصف‌النهار ۳۰ درجه طول شرقی به سمت ارتفاع‌های بالا جریان داشــته‌اند.در مقابل نمودارهای شکل سمت راست حالتی را از رفتار بادهای غربی نشان می‌دهد که برای ایجاد دوره‌های تر می‌تواند با نظریات پیشین مطابقت داشته باشد. باید بر اساس شکل‌های آورده شده گفت که ویژگی‌های آب‌وهوایی غرب ایران (دوره‌های تر و خشک) اثرپذیر از شدّت تغییرات بادهای غربی عرض‌های میانه، که شدّت این تغییرات نیز در گرو نوسانات مکانی پرارتفاع روی اقیانوس اطلس می‌باشد. یعنی به فرض اینکه پراکندگی مکانی پرارتفاع اطلس شمالی در درازمدّت در ارتفاع‌های پایین‌تر می‌بود، بادهای غربی مجبور به دور زدن

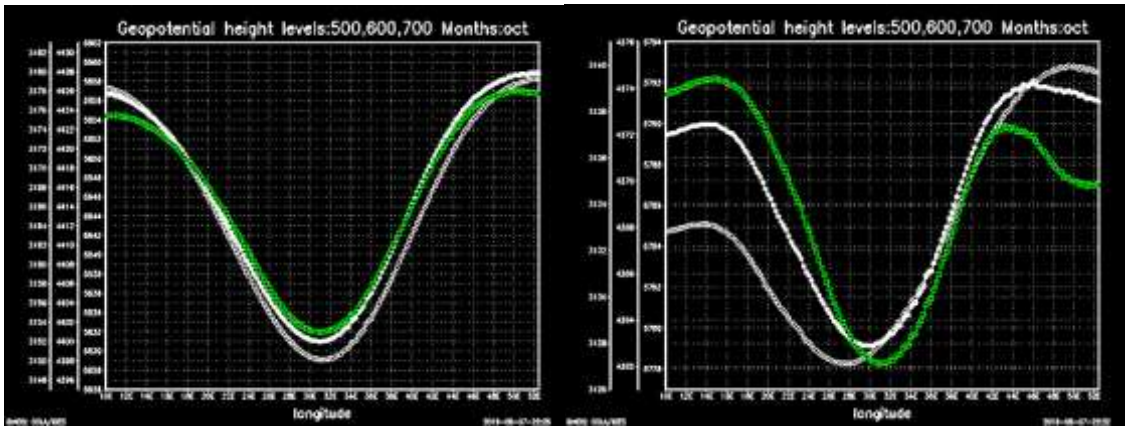
www.SID.ir

Archive of SID

این پرارتفاع نبودند، و درنتیجه شدّت ارتفاع آن‌ها در هنگام حرکت به سمت منطقه‌ی خاورمیانه پایین‌تر می‌بود یا در بعضی حالت‌ها چنان که درشکل‌ها آورده شده است، به طور کامل جریان موازی مدارات را به خود می‌گرفتند.

۵-۳- وضعیّت بادهای غربی در ماه‌های اکتبر

گردش نیوار به عنوان یک عامل اصلی در تعیین شرایط آب‌وهوایی هر منطقه نقش مهمی ایفا می‌کند، افزایش تعداد مراکز پرفشار محلی در مناطق کوهستانی مرتفع غرب ایران و قفقاز، ناشی از بالا بودن میزان شاخص مداری و در نتیجه کمتر متأثر شدن منطقه‌ی خاورمیانه از سامانه‌های برون حاره می‌باشد مفیدی و همکاران(۱۳۹۳). شکل ۷ (سمت چپ) که در دوره‌های تر غرب ایران بادهای غربی در سه تراز میانی نیوار، به طورکامل داری هم پوشانی حرکتی، و این که از ارتفاع‌های بالا به سمت منطقه خاورمیانه آمده‌اند. محور فرود بر روی شرق مدیترانه واقع شده است، و در بین نصف‌النهارهای ۳۰ تا ۵۲/۵ نیز بادهای غربی تقریباً بـه همان ارتفاعی که قبل از نصف‌النـهارهای ۳۰ درجه طول شرقی پایین آمده‌اند نیز بالا رفته‌اند.



شکل ۷. وضعیت بادهای غربی در ماه‌های اکتبر دوره‌های خشک (راست) و دوره‌های تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

آمده‌اند نیز بالا رفته‌اند. چنان که ملاحظه می‌شود، بادهای غربی در دوره‌های خشک بر برخلاف دوره‌های تر در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی دارای اختلاف ارتفاع نسبت به ۳۰ درجه طول شرقی بوده‌اند، ولی این اختلاف ارتفاع‌ها را در مقایسه با ارتفاع آن‌ها در دوره‌های تر نمی‌توان به عنوان جریان‌های نصف‌النهاری در نظر گرفت. در واقع می‌توان گفت که بادهای غربی در روی دو نصف‌النهار ۱۰ و ۵۲/۵ نسبت به نصف‌النهار ۳۰ درجه طول شرقی تغییرات ارتفاعی پایینی دارند. علاوه بر این، عدم هم پوشانی که در نمودارهای سمت راست دیده می‌شود، نیز می‌تواند به عنوان یکی از عواملی که در به وجود آوردن دوره‌های ماهانه‌ی خشک، اثرگذار باشد.

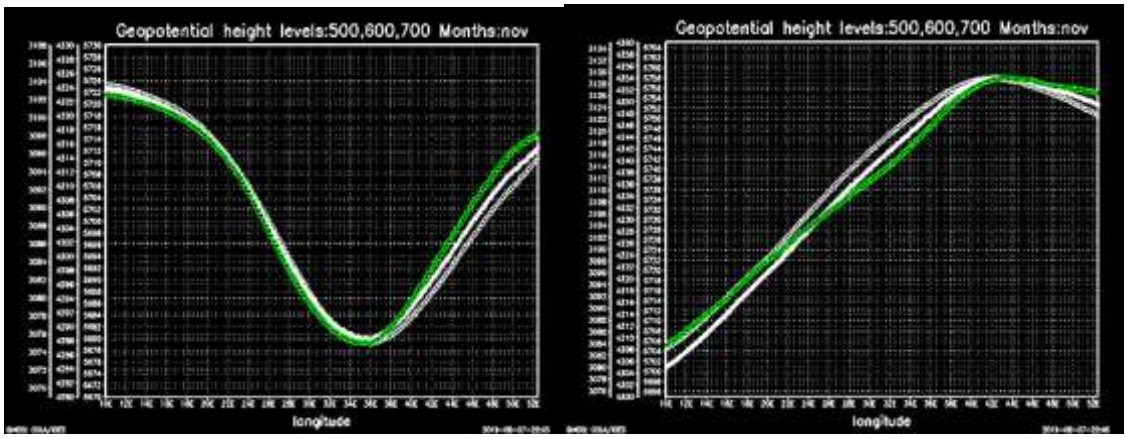
٦-۳- وضعیّت بادهای غربی در ماه‌های نوامبر

وضعیت بادهای غربی در ماه‌های خشک نوامبر در نمودارهای شکل ۸ (سمت راست)، ارتباطی را با دوره‌های خشک در غرب ایران نشان می‌دهند، که این ارتباط به صورت فراز بر روی نصف‌النهار ۳۰ نسبت به نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی می‌باشد. در این ماه‌ها وضعیّت بادهای غربی به گونه‌ی بوده است، که جریان آن‌ها از ارتفاع‌های بالا صورت نگرفته است، یعنی الگوی همدیدی بادهای غربی در ماه‌های نوامبر را می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان یکی از عامل‌های که در خشک بودن این ماه‌ها اثر داشته است را معنی‌دار دانست. حالتی که در نمودارهای سمت راست نمایان است، وزش بادهای غربی از ارتفاع‌های پایین بر روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی تا نصف‌النهارهای شرق دریای مدیترانه است. به عبارت دیگر در شرق دریای مدیترانه به جای الگوی فرود، حالت فراز رخ داده است، با این الگو انتظار بر این است که در غرب سرزمین ایران دوره‌های خشک ماهانه را داشته باشیم. اگر به نمودارهای شکل ۸ در سمت چپ نگاه بیندازیم، متوجّه خواهیم شد، که چگونه بادهای غربی دارای ارتباط با ماه‌های تر در ناحیه‌ی مورد مطالعه می‌باشند. در این دوره‌ها بادهای غربی از ارتفاع‌های بالا بر روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی پایین آمده‌اند، در شرق دریای مدیترانه فرود ایجاد کرده‌اند و در فاصله‌ی بین نصف‌النهار ۳۰ تا ۵۲/۵ دوباره به سمت ارتفاع‌های بالا جریان نصف‌النهاری داشته‌اند. الگوی همدیدی تغییرات بادهای غربی در دوره‌های تر ماه‌های نوامبر به شدّت حالت نصف‌النهاری به خود گرفته است. به نظر می‌رسد که تغییرات در جریان بادهای غربی عرض‌های میانه، نقش مهمی در کنترل و شدّت جریان نصف‌النهاری و مداری بادهای غربی دارد، به عبارت دیگر شاید بتوان گفت که تغییرات در جریان بادهای غربی عرض‌های میانه نقش بسزایی در به وجود آوردن شرایط آب‌وهوایی غرب ایران دارد.



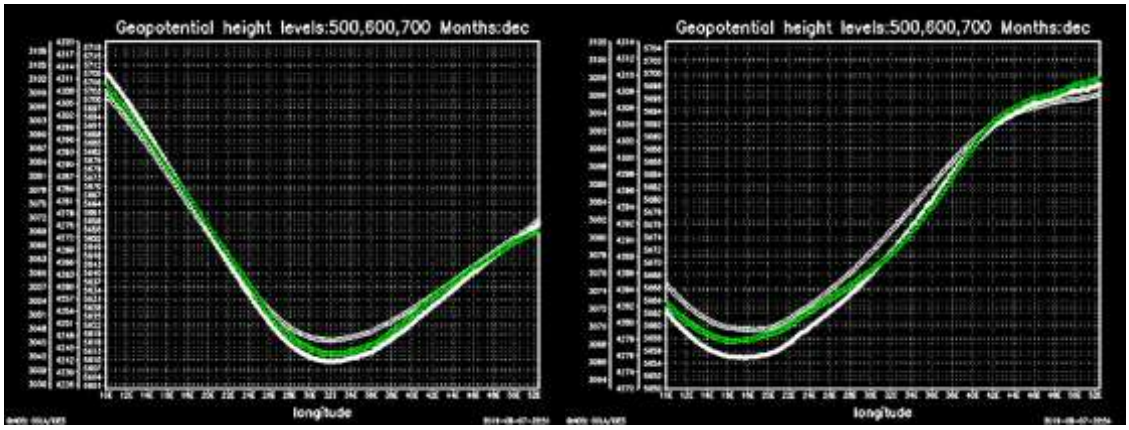
شکل ۸. وضعیت بادهای غربی در ماه‌های نوامبر دوره‌های خشک (راست) و تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

۷-۳- وضعیّت بادهای غربی درماه‌های دسامبر

تغییرات بادهای غربی در شکل ۹ (سمت چپ)، نشان از رابطه‌ی جریان‌های نصف‌النهاری بادهای غربی با دوره‌های تر غرب ایران دارد، همان طور که در شکل پیداست، بادهای غربی از ارتفاع‌های بالا به سمت خاورمیانه جریان داشته، و از طرف دیگر بعد از شکل‌گیری فرود، دوباره به سمت ارتفاع‌های بالا جریان داشته‌اند. نتیجه‌ی که از نمودارهای سمت چپ می‌توان گرفت این است که‌اگریک محدوده‌ی جغرافیایی درجلوفرود (نیمه شرقی) قرار بگیرد، چه شرایط آب‌وهوایی برآن محدوده حاکم می‌شود. در همین راستا نمودارهای در سمت راست از شکل ۹ نمایانگر آن است که بادهای غربی از ارتفاع‌های بالاتر پایین نیامده‌اند، البتّه بادهای غربی وجود دارند، ولی بادهای غربی از ارتفاع بالاتری پایین نیامده‌اند. با توجه شکل۹ (چپ) به نظر می‌رسد، که در به وجود آمدن دوره‌های تر، جریان بادهای غربی از بالا به پایین و تغییر مسیر دوباره آن‌ها، یعنی از پایین به بالا به عنوان یکی از عامل‌های اثرگذار، دارای هم‌نوایی بیش‌تری است. ژیشنگ و همکاران (۲۰۱۲) بر این

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. وضعیت بادهای غربی در ماه‌های دسامبر دوره‌های خشک (راست) و دوره‌های تر (چپ) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ هکتوپاسکالی

باورند که بادهای غربی عرض‌های میانه نقش کلیدی در تغییرات آب‌وهوای نیم‌کره‌ی شمالی دارند. از این رو به نظر می‌رسد که تغییرات در رفتار جریان آن‌ها شایان توجّه است. در همین راستا در این پژوهش با استناد به روابط ۲ تا ۶، تغییرات ارتفاعی آن‌ها برای در نظر گرفتن تغییرات در جریان آن‌ها کمی‌سازی و آستانه‌هایی برای اندازه‌گیری تغییرات مداری و نصف‌النهاری برآورد گردید، که نتایج آن برای سه تراز میانی نیوار در جدول ۲ آورده شده است. بیشینه جریان نصف‌النهاری بادهای غربی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در ماه‌های دسامبر تر با مقدار تغییرات۶۲/۳۴۸۷۵ متر می‌باشد، و بیشینه‌ی جریان‌های مداری آن‌ها در ماه‌های نوامبر خشـک درتراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی با مقدار۱۵/۸۶۷۵ – متر می‌باشد. شواهد نشان می‌دهد، که در ماه‌های نوامبر خشک بادهای غربی که بیشینه جریان مداری را داشته‌اند، بر روی نصف‌النهار ۳۰درجه حالت فراز مانند به خود گرفته‌اند، ولی در ماه‌های دسامبر تر که بیشینه‌ی جریان نصف‌النهاری را داشته‌اند، بیشینه‌ی کشیدگی نصف‌النهاری بر روی نصف‌النهار ۱۰ درجه طول شرقی می‌باشد. با مقایسه‌ی بین مقادیر در جدول ۲ بر اساس محدوده‌ی تعریف شده در (MESI- Middle East Synoptic Index) و با در نظر گرفتن آستانه‌های برآورد شده، در تمام ماه‌های خشک در سه تراز میانی نیوار، دوره‌ی خشک و تری یافت نشد که مقدار تغییرات بادهای غربی بالاتر از آستانه و پایین‌تر از آستانه باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقادیر آستانه و تغییرات بادهای غربی با استناد به (MESI) در دوره‌های تر و خشک ماه‌های مختلف سال(واحد مقادیر جدول بر حسب متر (m).

ماه‌ها	دوره	تراز۵۰۰	تراز۶۰۰	تراز۷۰۰
ژانویه	تر	۳۴/۴۲۵	۲۹/۷	۲۵,۷۰۱۴۳
	خشک	۰/۸۸۱۶۶۷۸۸	۳/۰۵۲۲۲۲	۴/۸۶۵۵۵۶
	آستانه	۱۷/۶۵۳۳۳	۱۶/۳۷۶۱۱	۱۵/۲۸۳۴۹
فوریه	تر	۴۱/۶۰۷۵	۳۴/۳۶۷۴	۲۸/۲۹۳۳
	خشک	۱۶/۳۱۰۷۱	۱۴/۶۷۶۴۳	۱۲/۹۹۱۴۳
	آستانه	۲۸/۹۵۹۱۱	۲۴/۵۲۱۹۶	۲۰/۶۴۲۳۸
مارس	تر	۴۵/۴۵۵	۳۷/۳۵۳	۳۰/۱۳۴۲۹
	خشک	۲۱/۴۶۰۶۳	۱۸/۳۳۲۵	۱۴/۴۲۸۷۵
	آستانه	۳۳/۴۵۷۸۱	۲۷/۹۳۳۷۵	۲۲/۲۸۱۵۲
آوریل	تر	۴۳/۷۹۳۷۵	۳۳/۹۹۵	۲۴/۹۲۱۸۸
	خشک	۲۸/۳۷۶۶۷	۲۲//۶۷۷۵	۱۶/۷۷۲۵
	آستانه	۳۶/۰۸۵۲۱	۲۸/۳۳۶۲۵	۱۶/۷۷۲۵
اکتبر	تر	۲۸/۱۵۲۵	۲۶/۳۵۱۶۷	۲۳/۱۶۷۵
	خشک	۹/۸۶۳۳۳۳	۹/۸۰۱۶۶۷	۹/۴۹۶۶۶۷
	آستانه	۱۹/۰۰۷۹۲	۱۸/۰۷۶۶۷	۱۶/۳۳۲۰۸
نوامبر	تر	۲۹/۲۶۱۲۹	۲۵/۱۱۸۷۵	۲۰/۹۷۷۵
	خشک	-۱۵/۸۶۷۵	-۱۱/۲۸۶۲	-۶/۴۵۳۷۵
	آستانه	۶/۶۹۶۸۷۵	۶/۹۱۶۲۵	۷/۲۶۱۸۷۵
دسامبر	تر	۶۲/۳۴۸۷۵	۵۱/۳۶	۴۱/۱۲۸۷۵
	خشک	۱۰/۱۵	۹/۳۲۵	۸/۹۸۵
	آستانه	۳۶/۲۴۹۳۷	۳۰/۳۴۲۵	۲۵/۰۵۶۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش، شناخت ارتباط بین تغییرات مداری و نصف‌النهاری بادهای غربی با دوره های تر و خشک غرب ایران بود. برای دستیابی به این هدف از داده های بارش شبکه ای پایگاه داده (ECMWF) نسخه (ERA-Interim) طی بازه ی زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۹ استفاده شد. داده های ارتفاع ژئوپتانسیل نیز از همان پایگاه داده نسخه ی (ERA5) برای ترازهای نیواری ۷۰۰ ، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال برداشت شد. برای ارزیابی ارتباط دوره ی تر و خشک منطقه ی مورد واکاوی از شاخص بارش استاندارد (SPI) استفاده شد. با عنایت به برآوردهای (MESI)، انتظار بر این است که مقدار حاصل از دوره‌های تر و خشک که از رابطه‌ی ۲ تا ۶ به دست می‌آید، مقدار حاصل از ماه‌های تر بیش‌تر از آستانه و مقدار حاصل از دوره‌های خشک کم‌تر از آستانه باشد. فرض بر این است زمانی که ما در غرب ایران دوره‌های تر و خشک ماهانه را داریم، بادهای غربی جریان نصف‌النهاری و مداری داشته باشند. برپایه ی نتایج بدست آمده پژوهش می توان دریافت که جریان نصف‌النهاری بادهای غربی هماهنگی مناسبی با دوره های تر در غرب ایران دارند. جریان نصف‌النهاری بادهای غربی با شکل‌گیری یک ناوه‌ی عمیق بر روی نصف‌النهار ۳۰ درجه طول شرقی همراه هستند، و قرارگیری نیمه ی غربی ایران در شرق ناوه ی عمیق یاد شده منجر به ناپایداری و صعود هوا و فرارفت هوای مرطوب پهنه های آبی مدیترانه و دریای سرخ به سمت غرب ایران خواهد شد. ناوه ی عمیق بر روی شرق مدیترانه (نصف‌النهار ۳۰ درجه طول شرقی) هنگامی شکل می‌گیرد که پشتهی روی غرب مدیترانه (نصف‌النهار۱۰ درجه طول شرقی) و روی (نصف‌النهار ۵۲/۵ درجه طول شرقی) همزمان پرارتفاع و قابل ملاحظه باشد. در صورت هماهنگ بودن محور ناوه در سه تراز ۷۰۰ ، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی شرق مدیترانه نقش بادهای غربی به مراتب بیشتر خواهد شد. حالت های مختلف دیگری را نیز برای رفتار دو پشته‌ی یاد شده نسبت به ناوه‌ی شرق مدیترانه می توان متصور شد. حالت اول آن است که پشته‌ی روی غرب مدیترانه قوی‌تر از پشته‌ی روی نصف‌النهار ۵۲/۵ درجه طول شرقی باشد و حالت دوم برعکس بدین صورت که پشته ی روی نصف‌النهار ۵۲/۵ طول شرقی قوی‌تر از پشته ی غرب مدیترانه (نصف‌النهار۱۰ درجه طول شرقی) باشد. چندین حالت را با استناد به شکل‌های ۳ تا ۹ می‌توان برای بادهای غربی در دوره‌های تر و خشک شناسایی کرد:

حالت اوّل: بادهای غربی از غرب دریای مدیترانه تا نصف‌النهارهای خارج از محدوده ی جغرافیای ایران جریان مداری داشته باشند.

حالت دوّم: این که بادهای غربی از عرض‌های بالای غرب دریای مدیترانه پایین آمده‌اند، ولی تا نصف‌النهار۵۲,۵ درجه طول شرقی جریان مداری داشته باشند.

حالت سوم: بادهای غربی تا نصف‌النهار۳۰ درجه طول شرقی جریان مداری داشته اند، ولی از نصف‌النهار ۳۰ تا ۵۲/۵ درجه طول شرقی جریان نصف‌النهاری داشته باشند.

حالت چهارم: این که در روی نصف‌النهار ۳۰ درجه طول شرقی و شرق مدیترانه بادهای غربی به صورت پُشته عمل کنند.

با استناد به نتایج به دست آمده‌ی پژوهش می‌توان بیان کرد، که نقش بادهای غربی و تغییرات در جریان آن‌ها در ترازهای میانی نیوار به عنوان یک عامل مهم سطح بالا در به وجود آوردن دوره‌های تر و خشک عمل می‌کند. با استناد به پژوهش‌های علیجانی(۱۳۶۶) مبنی بر نقش بیش‌تر اثرگذاری سیستم‌های سطح بالا بر پراکندگی چرخندهای خاورمیانه نسبت به ناهمواری و یا پراکندگی فشار سطح دریا، باید براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، اضافه کرد که علاوه بر سیستم‌های سطح بالا، تغییرات در جریان‌های بادهای غربی عرض‌های میانه در ترازهای میانی و در نتیجه‌ی آن دوره‌های تر و خشک اثر گذار می‌باشد. شدّت پرارتفاع موج بادهای غربی بر روی اقیانوس اطلس شمالی نقش کلیدی در شکل گیری ناوه و پشته های متوالی خود در جانب شرق خود دارد. لذا مطالعه ارتباط بین پشته ی فراز اقیانوس اطلس و شکل گیری جریان‌های مداری و نصف‌النهاری در جانب شرقی خود برای پژوهش های آتی پیشنهاد می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

قدردانی

نگارندگان سپاس خود را به توسعه دهندگان برنامه‌ی گردس (GRADS) و همچنین پایگاه داده‌ی مرکز پیش‌بینی میان مدّت نیواری اروپایی (ECMWF)، پیشکش می‌نمایند.

منابع

۱-آذرنگ، ف.، ۱۳۹۴، کاربرد شاخص‌های خشکسالی در سطح استان خوزستان. کنفرانس ملی ایده‌های نوین در کشاورزی، محیط زیست و گردشگری اردبیل.

۲- ابراهیمی نیک، م.، لشکری، ح.، و آزادی، م.، ۱۳۹۱.، نقش موقعیت رودباد جنب‌حاره‌ی و قطبی بر ترسالی‌ها و خشکسالی‌های جنوب غرب ایران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، استاد راهنما: حسن لشکری.

۳- خوش اخلاق، ف.، عزیزی، ق.، و رحیمی، م.، ۱۳۹۱.، الگوهای همدید خشکسالی و ترسالی زمستانه در جنوب غرب ایران، نشریه‌ی تحقیقات کاربردی علوم جغرافیای، سال دوازدهم، شماره۲۵، صفحات۷۷-۵۵.

۴- ذوالفقاری، ح.، معصوم پور سماکوشی، ج.، رشیدی ناصرخانی، ا.، و میری، م.، ۱۳۹۱.، تاثیر سامانه‌های بندالی جو بر وقوع استمرار دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران، مطالعات جغرافیای مناطق خشک، سال سوم، شماره ۹و۱۰، صفحات:۱۱۹-۱۰۱.

۵- علیجانی، ب.، ۱۳۶۶.، رابطه پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های سطح بالا، تحقیقات جغرافیایی، شماره۴ (ISC)، صفحات :۱۲۵-۱۴۳.

۶- علیجانی، ب.، ۱۳۷۴.، آب‌وهوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ دوازدهم، ص:۳۰.

۷- علیجانی، ب.، ۱۳۸۰.، تیپ‌های هوا و اثر آن‌ها بر اقلیم ایران، کاوش‌نامه، سال دوم، شماره۳.

۸- فتاحی، ا.، بهیار، م، ب.، ۱۳۹۰.، بررسی الگوهای سینوپتیکی خشکسالی‌های فراگیر در استان چهارمحال و بختیاری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۶، شماره دوّم، تابستان ۱۳۹۰، شماره پیاپی: ۱۰۱.

۹- مفیدی، ع.، زرین، آ.، و کارخانه، م.، ۱۳۹۲.، بررسی الگوی گردش جو در طول دوره‌های خشک و مرطوب در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد۸، شماره۱، صفحات:۱۷۶-۱۴۰.

۱۰-مسعودیان، س، ا.، ۱۳۹۰.، آب‌وهوای ایران، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اوّل:ص ۳۸

11- Alessandro, Adelia., 2001, Long Waves Around South America and Precipitation in Argentina, Meteorological Applications. Volume 8, Issue 1, pp. 85-94, DOI : https:// doi.org/ 10.1017/ s1350482701001074.

12- Alijani, B., 2002, Varitions of 500 flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with the climate of Iran, Theoritical and Applied Climatology. 72: 41-54.

13- Chavaillaz, Y., Codron, C., Kagyama, M., 2012, Southern Westerlies and lgm and further (RCP4.5) Climates, Climate of the Past Discussions. DOI:105194/cpd-8-3693.

14- Dugam, S. S., Bansod, S. D., Kakade, S. B., 2009, Pre-monson zonal wind index over Tibetan Plateau and sub-seasonal Indian summer monsoon rainfall variability, Journal of Geophysical Research Letters. pp:1-4.

15- Enfield, D. B., Mestas-Nunes, A. M., Trimble, P. J., 2001, The Atlantic multidecadale oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental US, Journal of Geophisical Research Letters. 28(10):2077-2080.

16- Farajzadeh, M., Khorany, A., Lashkary, H., 2007, The relation between jet stream location and cyclones over the Western Iran, American Journal of Applied Sciences. 5 (10):1308-1312, ISSN 1546-9239.

17- Fedorov, A. V., Hu, S., Lengaigne, M., & Guilyardi, E., 2015, The Impact of Westerly wind Burts and Ocean Initial state on the Development, and Diversity of El Nino Events. Journal of Climate Dynamics. 44. 1381-1401.

18- Gregory, J. M., Palecki. M. A., 2006, Multidecadly climate variability of global lands and oceans, International Journal of Climatology. DOI:10, 1002/joc.1289.

19- Garreaud, D, R., 2007, Atmospheric circulation and climatic variability, in the physical Geography of south America, Oxford University Press.

20- Girardin, M. P., Tradif, J. C., Flannigan, M. D., Bergeron, Y., 2005 Synoptic-Scale Atmoshoeric Circulation and Boreal Canada Summer Drought Variability of the Past Three Centureis, Jornal of

www.SID.ir

Archive of SID

Cliamte.1922:1947.Doi:https://doi.org/10.1175/JCL13716, 1.

21- Kutiel, H., Maheras, P., Guika, S., 1996, Circulation extreme rainfall conditions in the Eastern Mediterranean during the lastcentury, International Journal of Climate. doi. 10.1002 - (SlCl) 1097 – 0088 (199601) 16: 1<73.

22- Li, J., Wang, J. X. L., 2003, A Modified Zonal Index and Its Physical Sense, Geophysical Research Letters. https://DOI.org/10.1029/2003GL017441.

23- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993, The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, Proceeding of 8the Conference on Applied Climatology. 17-22 January 1993, Anaheim. California.

24- Maheras, B., Konstantin, T., Christina, A., Margaritis, V., Iioanis, P., Helena, F., 2004, On the relationship between circulation types and changes in rainfall variability in Greece, International Journal of Climatology. DOI:10.1002/joc.10.

25- Namias, J., Clapp, P. F., 1951, Observational Studies of General Circulation Patterns, In:Malone T.F, (eds) Compendium of Meteorology, American Metherology Society. Boston, MA, https://doi.org/10.1007/978-1-940033-70-9_46.

26- Palmen, J. P., & Newton, C. W., 1969, Atmosphere Circulations Systems. New York. Academic Press.

27- Rossby, G. C., & Collaborators., 1939, Relationship Between Variations in the Intensity of the Zonal Circulation of the Atmosphere and the Displacements of the Semi-Permanent Centers of Action, Journal of Marine Research 2(1). 38-55.

28- Raziei, T., Bordi, I., Pereira, L. S., Corte, Real, J., Santos, Joao, A., 2012, Relationship between daily atmospheric circulation types and winter dry/wet spells in western Iran, International Journal of Climatolgy. Int, J, Climatol, 32: 1056–1068.

29- Toggweiller, J. R., 2009, Climate Change Shifting Westerlies, National Oceanic and Atmoshpheric Administration. VOL: 323, Issue 5920, pp: 1434-1435, DOI:10, 1126/science, 1169823.

30- Verma, R. K., Kamte, P. P., 1980, Statistical technique for long-range forecasting of summer Monsoon activity over India, proceeding of symposium on the probabilistic and statistical methods in weather forecasting. 8-12 September 1980, Nice World Meteorological Organization. Genva, pp, 303-307.

31- World Meteorological Organization., 2012, Handbook of drought indicators and indces, WMO-NO, 1173, 52p.

32- Wang, H., & Fu, R., 2001, Cross Equatorial flow and seasonal cycle of precipitation over South America Meteorological Society. pp:1591-1608.

33- Zhisheng, An., Steven, M. C., Weijing, Z., Xiaoqiang, L., Eric, T. B., Timothy, J., Yanjun, C., Yongsong, H., Xuefeng, L., Hong, C., Yougui, S., Youbin, S., Hai, X., Weiguo, L., Zhangdong, J., Xiaodong, L., Peng, C., Yu, L., Li, A., Xiangzhong, L., Xiuju, L., Libin, Y., Zhengguo, S., Xulong, W., Feng, W., Xiaoke, Q., Jibao, D., Fengyan, L., & Xinwen, X., 2012, Interplay between the Westerlies and Asian monsoon recorded in Lake Qinghai sediments since 32 ka, Scientific reports. DOI:https://doi, org/10, 1038/srep00619

www.SID.ir