ارتباط دمای سطح آب دریاها با بارش‌های سیل‌آسا در غرب ایران (مطالعه موردی :آوریل ۲۰۱۶)

سحر تاج بخش*[۱]، پروین غفاریان[۲]، نفیسه پگاه فر[۳]

۱- استادیار پژوهشکده هواشناسی

۲ و ۳- استادیار پژوهشگاه علوم جوی پژوهشگاه اقیانوس‌شناسی و علوم جوی تهران

(دریافت: ۹۵/۰۴/۲۳، پذیرش: ۹۵/۰۹/۰۹)

چکیده

بارش‌های سیل‌آسای (زمستان ۲۰۱۵ و بهار ۲۰۱۶) در کشور خسارات مالی و گاهی جانی جبران‌ناپذیری را به همراه داشته است. بررسی داده‌های دیدبانی نشان می‌دهند که مقدار مجموع بارش در برخی از ایستگاه‌های واقع در غرب کشور در ماه آوریل ۲۰۱۶ بیش از ۳ برابر میانگین بلندمدت آن‌ها می‌باشد. افزایش دمای آب سطح دریاها می‌تواند نقش مهمّی در این رخداد داشته باشد. از این رو، در این پژوهش ارتباط وقوع این بارش‌ها با تغییرات دمای سطح آب دریاهایی که رطوبت لازم برای تولید بارش را در کشور ایران فراهم می‌سازند، به صورت موردی بررسی شده است. مطالعه موردی، رخداد سیلاب استان خوزستان در ماه آوریل ۲۰۱۶ می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که دمای سطح آب دریاهای سرخ، مدیترانه و غرب اقیانوس هند، در برخی نقاط، تا $3^{\circ}C$ افزایش داشته‌اند. این وضعیت با کاهش دمای هوا تا $1^{\circ}C$ در جنوب و جنوب‌غرب ایران و افزایش آن تا $2^{\circ}C$ در شمال‌غرب ایران به وقوع پیوسته است. در سطح زمین نیز بی‌هنجاری افزایشی فشار ۱ هکتوپاسکال در تراز دریا و افت ارتفاع تا ۲۰ متر در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوهای میانگین ماهانه از دیگر نتایج این مطالعه می‌باشد. به این ترتیب سطح آب دریاها گرم و هوای روی آن سرد شده است که در تقویت شرایط جوی برای وقوع همرفت بسیار مؤثر است. از سوی دیگر با توجه به همگرایی جریانات جنوبی (از جنوب به شمال) و غربی، انتقال رطوبت از دریای سرخ، دریای عمان و غرب اقیانوس هند به سمت ایران بهتر انجام می‌شود که می‌تواند تقویت بارش‌ها را در دامنه‌های رشته کوه زاگرس و حاشیه غربی کشور افزایش دهد. به این ترتیب دیده می‌شود که بی‌هنجاری مثبت دمای سطح آب‌ها که با کاهش دمای ستون هوای روی آن همراهی می‌شود منجر به وقوع همرفت‌های شدید روی دریاها شده و قطعاً در وقوع باران‌های سیل‌آسا در منطقه سهم داشته است.

کلمات کلیدی: دمای سطح آب، همرفت، باران‌های سیل‌آسا، ارتفاع ژئوپتانسیلی، فشار تراز دریا، بارش ماهانه.

مقدمه

در سال‌های اخیر بررسی بر هم‌کنش بین عوامل آب و هوایی در خشکی، اقیانوس و جو مورد توجه بسیاری از دانشمندان علوم هواشناسی و اقلیم‌شناسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که تغییرات دما در سطح گستره بزرگ آبی می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر نوسان‌های بارش در سطح خشکی‌های زمین داشته باشد (بارنستون و همکاران، ۱۹۹۴). اقیانوس‌ها و دریاها به علت داشتن ظرفیت گرمایی بالا منبع اصلی انرژی و رطوبت جو هستند و تغییرات دمای سطح دریا اثر مهمی روی تغییرات اقلیم خشکی‌ها دارد (بری و برتوسا، ۲۰۱۴). تأثیر دمای سطح آب بر مقدار بارش محدود به نقاط ساحلی نبوده بلکه نواحی بسیار دور از دریا نیز می‌توانند تحت تأثیر تغییرات الگوهای دمای سطح گستره‌های آبی قرار گیرد (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۳). نتایج بررسی ناظم‌السادات و شیروانی در سال ۱۳۸۵ برای دوره‌ی زمانی ۱۹۹۳-۱۹۹۵ نشان داد که نوسان‌های دمای سطح دریا در ناحیه مرکزی خلیج فارس نقش مؤثری در توجیه نوسان‌های بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند. مطالعات کلارک و همکاران (۲۰۰۰) همبستگی مثبت تغییرات دمای سطح آب اقیانوس هند حاره‌ای و مونسون تابستان را نشان داد. باتس و همکاران در سال ۲۰۰۱ در خصوص فرین‌های بارش بهاره در آمریکای مرکزی تحقیق انجام داده‌اند و ارتباط میان دور پیوندها با دمای سطح آب را در این خصوص مؤثر دانسته‌اند. الگوهای دمای سطح دریا، باد و رطوبت و تأثیر النینو - نوسان جنوبی(انسو) و دو قطبی اقیانوس هند بر بارش‌های کوتاه سنگین شرق آفریقا توسط بلاک و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شده است. بازو و

* نگارنده رابط: sahartajbakhsh@gmail.com

همکاران در ۲۰۱۲ دریافتند که دور پیوندهای النینو - نوسان جنوبی، نینای منطقه ۳/۴، دو قطبی اقیانوس هند و نوسان اطلس مرکزی نقش مؤثری در بارش‌های این منطقه دارند. برخی دیگر از دانشمندان نشان دادند که دمای سطح آب اطلس شمالی با بی‌هنجاری بارش در مناطق مختلف اروپا از جمله ایتالیا، ایسلند، انگلستان و آفریقا همراهی می‌شود (دلیتالا و همکاران، ۲۰۰۰؛ فلیپس و مک گروگر، ۲۰۰۲؛ فلیپس و تورپ، ۲۰۰۶؛ لورنزو و همکاران۲۰۱۰). تدشکی و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ با مقایسه الگوهای مختلف جوی - اقیانوسی و انسو کنونیکال، دریافتند اثرات هر دو بر بارش‌های آمریکای جنوبی بسیار قابل ملاحظه می‌باشد. بررسی تأثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر بارش‌های فصلی جنوب ایران توسط جهانبخش و همکاران در ۱۳۹۰ انجام شده است.

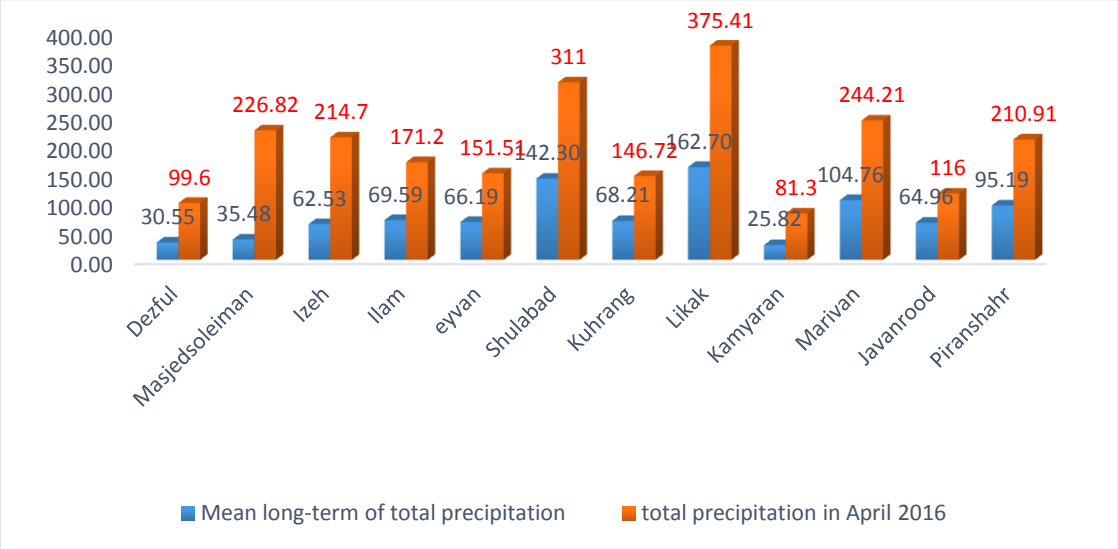
در سال ۲۰۱۵ نیز رویدادهای حدی خارج از حد انتظار زیادی به وقوع پیوسته است. سیلاب پیش‌بینی نشده انگلستان، موج گرمایی شمالگان، خشکسالی شدید جنوب آفریقا، توفان (چرخند) بی‌سابقه‌ی کاپالا در یمن، موج گرمایی نادر در تابستان خاورمیانه، بارش‌های سیل‌آسا همراه با طغیان رودخانه‌ها و آبگرفتگی معابر در غرب کشور در زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ با تأکید بر وقوع سیلاب در استان خوزستان از مهمترین آن‌ها می‌باشند. از این رو در این تحقیق به بررسی موردی الگوهای جوی رویدادهای حدی یاد شده در بالا و ارتباط آن‌ها با ناهنجاری‌های دمای سطح آب دریاها و احتمال ارتباط آن‌ها با النینوی سال ۲۰۱۵ پرداخته می‌شود. به همین منظور پس از معرفی داده‌ها و روش کار در بند دوم، الگوهای فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیلی، خطوط جریان، رطوبت و دمای سطح آب‌ها در محدوده مورد مطالعه بررسی و سپس ناهنجاری‌های آن‌ها نسبت به میانگین بلندمدت در بخش سوم محاسبه و برررسی می‌شوند. تلاش بر آن است که علت وجود این ناهنجاری‌ها در این یک مطالعه موردی با بررسی علت تغییرات دمای آب‌شناسایی شوند.

داده‌ها و روش‌ها

به منظور بررسی اثر دمای سطح آب‌های دریاهای سرخ و مدیترانه و همچنین بخش‌های غربی اقیانوس هند بر بارش‌های شدید در منطقه غرب ایران محدوده جغرافیایی ۱۰ تا ۵۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۰ تا ۷۵ درجه طول جغرافیایی شرقی برای این مطالعه در نظر گرفته شده است. همچنین در این بررسی از داده‌های مرکز داده و فناوری اطلاعات سازمان هواشناسی کشور آمار داده‌های بارشی برای ایستگاه‌های منتخب دریافت شده است. برای تهیه نقشه‌های بی‌هنجاری بارش و مطالعات موردی از داده‌های باز تحلیل مرکز ملی پیش‌بینی محیط زیست- مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) استفاده شده است (کالنای و همکاران،۱۹۹۶). بی‌هنجاری‌ها نسبت به دوره‌ی بلندمدت ۳۰ ساله از ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ محاسبه شده‌اند.

بحث و بررسی

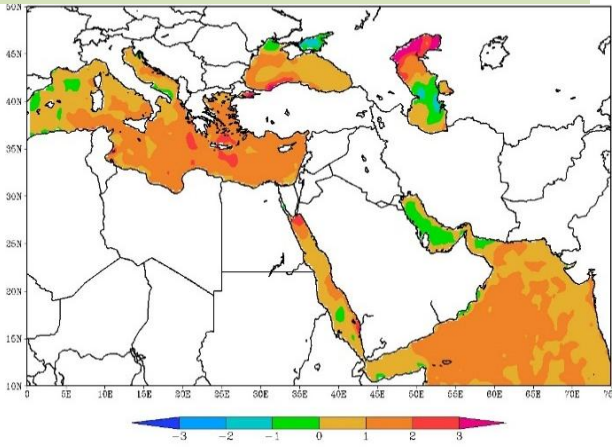
در این بخش ابتدا مجموع بارش‌های ثبت شده در برخی از پر بارش‌ترین ایستگاه‌های غرب کشور شامل دزفول، مسجد سلیمان و ایذه (استان خوزستان)، ایلام، شول آباد و ایوان (استان ایلام)، پیرانشهر (استان آذربایجان غربی)، جوانرود و مریوان (استان کردستان)، کامیاران (استان کرمانشاه)، کوهرنگ (استان چهارمحال و بختیاری) و لیکاک (استان لرستان) در ماه آوریل ۲۰۱۶ با میانگین بلندمدت آن (مجموع بارش) مقایسه و سپس ناهنجاری‌های دما و رطوبت هوا در ارتفاع ۲ متری سطح زمین، دمای سطح آب، فشار تراز میانگین دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل متر در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به میانگین بلندمدت بررسی می‌شود و با توجه به شرایط موجود در مطالعه موردی سیل خوزستان ضمن بررسی الگوهای جوی موقعیت تغذیه رطوبت شناسایی می‌گردد. اندازه‌گیری داده‌های بارش برای برخی از پر بارش‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی واقع در غرب کشور که بارش‌های قابل توجهی را در ماه‌های مارس و آوریل ۲۰۱۶ داشته‌اند در شکل‌های ۲- الف و ۲- ب آمده است.



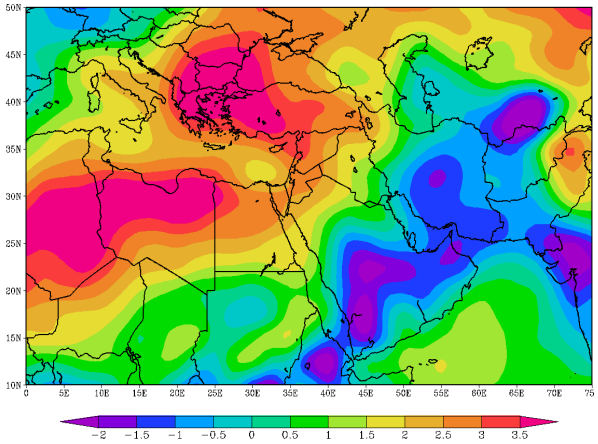
شکل ۱- مقایسه مجموع بارش ایستگاه‌های دزفول، مسجدسلیمان، ایذه (استان خوزستان)، ایلام، شول آباد، ایوان(ایلام)، کوهرنگ (چهارمحال و بختیاری)، لیکاک (لرستان) کامیاران (کرمانشاه)، جوانرود، مریوان (کردستان) و پیرانشهر (آذربایجان غربی) در ماه آوریل ۲۰۱۶ نسبت به میانگین بلندمدت

همان‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود مجموع بارش در ماه آوریل ۲۰۱۶ در مقایسه با میانگین بلندمدت برای هر ایستگاه به میزان قابل توجهی افزایش داشته است. به گونه‌ای که مقدار آن‌ها بیش از ۲ تا ۳ برابر میانگین بلندمدت در ایستگاه‌های منتخب می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد عوامل ویژه‌ای در ایجاد این گونه بارش‌ها مؤثر بوده‌اند که در ادامه تلاش می‌شود با بررسی الگوهای ناهنجاری برخی از مهمترین پارامترهای مؤثر شامل دمای سطح آب دریاها، فشار میانگین تراز دریا، دمای هوا در ارتفاع ۲ متری و ارتفاع ژئوپتانسیل در ماه آوریل و همچنین ارائه یک مطالعه موردی، علت وقوع این شرایط بررسی می‌شود.

شکل ۲ الگوی ناهنجاری دمای سطح آب را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. همانگونه که در این شکل دیده می‌شود در اقیانوس هند غربی، دریای سرخ و شرق مدیرانه دمای سطح اب بین ۱ تا ۳ درجه سلسیوس افزایش داشته است. این امر حکایت از ایجاد شرایط مناسب برای صعود هوای مرطوب در این مناطق دارد. از سوی دیگر ناهنجاری دمای هوا در ارتفاع ۲ متری (شکل ۳) و در ماه آوریل کاهش دما را به صورت نوار گسترده‌ای از جنوب دریای سرخ تا روی کشور عربستان و خلیج فارس و دریای عمان نشان می‌دهد. این کاهش دما که تا بخش‌های جنوبی، جنوب‌غربی و شرق ایران گسترده شده است کاهش ۰/۵ تا ۲ $^{\circ}C$ دما را برای ماه مارس نسبت به میانگین بلندمدت در این مناطق تأیید می‌کند. به این ترتیب و با توجه به افزایش دمای سطح آب دریاها در شکل ۲ به نظر می‌رسد شرایط ایده‌الی برای ایجاد همرفت‌های قوی در منطقه وجود دارد.

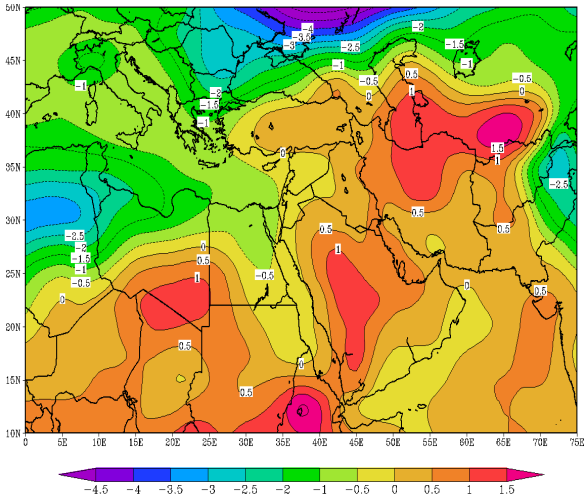


شکل ۲- ناهنجاری دمای سطح آب دریا (°C) –آوریل ۲۰۱۶

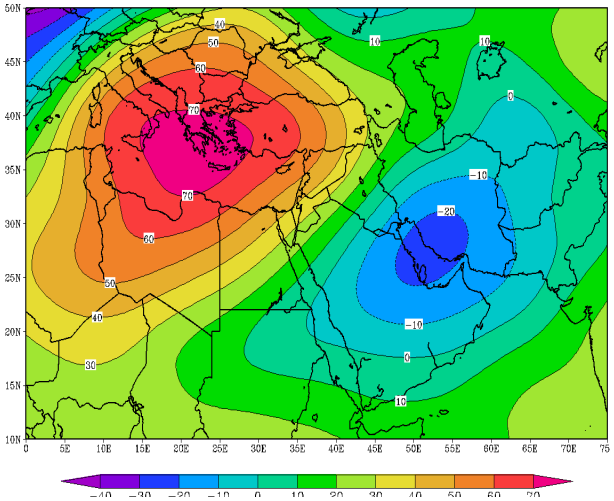


شکل ۳- ناهنجاری دمای هوای دو متری (°C)–آوریل ۲۰۱۶

شکل ۴ نیز معرف ناهنجاری فشار میانگین تراز دریا برای ماه آوریل سال ۲۰۱۶ می‌باشد. این شکل نیز مؤید افزایش نیم تا یک هکتوپاسکالی فشار نسبت به میانگین بلندمدت در محدوده جنوب دریای سرخ، عربستان، جنوب‌غرب و غرب ایران است که در بخش‌های جنوبی کشور ناهنجاری فشار چندان قابل ملاحظه نمی‌باشد. افزایش فشار در سطح زمین با افت ارتفاع ۲۰ ژئوپتانسیل متر نسبت به میانگین بلندمدت همراه است در منطقه همراهی می‌شود (شکل ۵) که به ویژه در بخش‌های جنوبی کشور شاخص است. به این ترتیب شکل‌های ۲ تا ۵ مؤید افزایش دمای سطح آب‌ها و کاهش دمای ستون جو (از سطح زمین تا تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال) می‌باشند که شرایط مساعدی را برای ایجاد همرفت در محدوده آب‌های دریاهای سرخ، عمان و خلیج فارس فراهم می‌سازد. چنانچه این شرایط با جریان‌های مساعدی در سطح زمین همراهی شوند تا رطوبت دریاها را به منطقه ایران منتقل نمایند، وقوع بارش‌های شدید دور از انتظار نمی‌باشد. با این دیدگاه، در ادامه به بررسی یک مطالعه موردی پرداخته می‌شود.



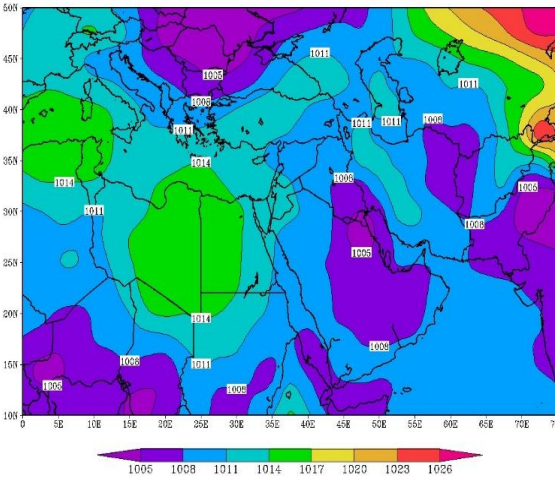
شکل ٤- ناهنجاری میانگین فشار تراز دریا (hPa) آوریل ۲۰۱٦



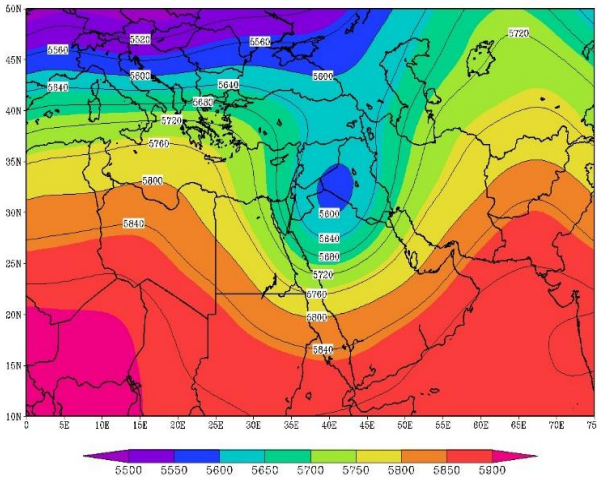
شکل ٥- ناهنجاری ارتفاع ژئوپتانسیل (m) تراز ۵۰۰ hPa آوریل ۲۰۱٦

مطالعه موردی ۱۴ آوریل ۲۰۱۶

در تاریخ ۱۲ تا ۱۶ آوریل ۲۰۱۶ سامانه بارش‌زای شدیدی ضمن فعالیت، موجب وقوع سیلاب و آبگرفتگی معابر در بسیاری از استان‌های کشور شد که مهم‌ترین آن طغیان رودخانه و جاری شدن سیلاب در دشت خوزستان بود. وقوع این بارش در این فصل از سال (با توجه به شکل ۱) در منطقه گرم خوزستان بی‌سابقه می‌باشد از این رو این مورد به عنوان مطالعه موردی رخداد پدیده‌های حدی انتخاب شده است. الگوهای فشار میانگین تراز دریا در این روز استقرار جریان‌های رو به شمال را در نیمه غربی کشور نشان می‌دهد که ماحصل شاخه غربی زبانه یک پرفشار (با سلول بسته ۱۰۱۱ هکتو پاسکال) در غرب ایران و شاخه شرقی یک سامانه کم‌فشار (با سلول بسته ۱۰۰۵ هکتو پاسکال) مستقر روی کشور کویت و شمال‌شرق عربستان می‌باشد (شکل ۶). در این شکل همچنین استقرار مرکز یک سامانه پرفشار در شمال آفریقا (با مرکز ۱۰۱۴ هکتوپاسکال) دیده می‌شود که در شاخه شرقی آن هوای گرم و مرطوب دریای مدیترنه به سمت عرض‌های جنوبی‌تر هدایت می‌شود. استقرار این الگو در سطح زمین با افت فشار قابل ملاحظه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال همراهی می‌شود (شکل ۷) و در این تاریخ، نیمه غربی ایران در دامنه فعالیت این هوای سرد قرار گرفته است. به این ترتیب غرب ایران در تاریخ ۱۴ آوریل ۲۰۱۶ در دامنه فعالیت یک سامانه مشخص دینامیکی واقع شده است.

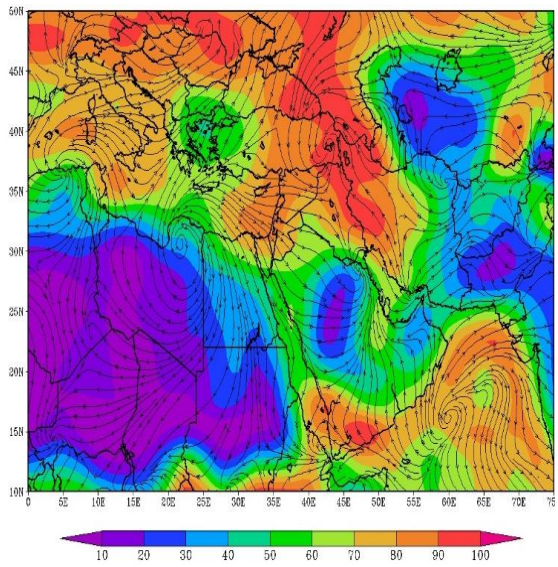


شکل ٦- الگوی فشار تراز میانگین دریا (hPa) برای ۱۴ آوریل ۲۰۱٦

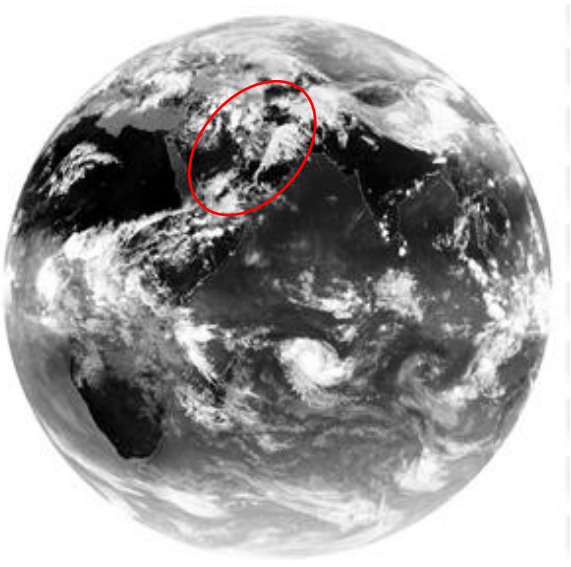


شکل ۷- الگوی ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال (m) برای۱۴ آوریل ۲۰۱٦

این مسیر حرکت این جریان‌ها موجب شده است که هوای گرمتر از نرمال دریاهای سرخ، عمان و مدیترانه به سمت ایران حرکت نموده و در راستای قائم نیز، با توجه به هوای سرد ترازهای بالای جو، همرفت قابل توجهی شکل گیرد. این شرایط در شکل ۸ به وضوح دیده می‌شود. در این شکل هاشورهای رنگی مقدار رطوبت (بر حسب درصد) و خطوط تو پر سیاه خط جریان را نشان می‌دهند. همان گونه که به وضوح دیده می‌شود الگوی پربندهای رطوبت نسبی تا ۸۰٪ از جنوب دریای سرخ، شرق مدیترانه و غرب اقیانوس هند به سمت غرب و جنوب‌غرب ایران گسترده شده‌اند که با حرکت‌های صعودی ناشی از همرفت در شکل‌گیری بارش‌های سیل‌آسا دخالت دارند. به این ترتب دیده می‌شود که افزایش دمای سطح آب‌ها که با کاهش دمای جو روی آن رخ می‌دهد، می‌تواند موجب ایجاد همرفت‌های قوی و تولید بارش‌های سنگین گردد. مطالعات بیشتر در خصوص عوامل و علل وقوع همرفت از بحث این مطالعه خارج است.



شکل ۸- الگوی رطوبت و خطوط جریان در سطح زمین برای ١٤ آوریل ٢٠١٦ هاشورها میدان رطوبت (بر حسب درصد) و خطوط توپر خطوط جریان می‌باشند.



شکل ۹- تصویر ماهواره فرو سرخ برای ١٤ آوریل ٢٠١٦. خط توپر قرمز محدوده انتقال رطوبت و ابرها را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

پژوهش بسیاری برای بررسی بر هم‌کنش آب اقیانوس‌ها و دریاها با جو نشان داده است که تغییرات دما در سطح گستره بزرگ آبی می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر نوسان‌های بارش در سطح خشکی‌های زمین داشته باشد. در این مقاله کوشش شده است ارتباط وقوع این بارش‌ها با تغییرات دمای سطح آب دریاهایی که رطوبت لازم برای تولید بارش را در کشور ایران فراهم می‌سازند، بررسی شود و در یک مطالعه موردی در ماه آوریل ۲۰۱۶ برخی از مهم‌ترین علل وقوع بارش شدیدی که منجر به وقوع سیلاب و آبگرفتگی معابر شد، ارائه شود. بر اساس داده‌های دریافتی از سازمان هواشناسی کشور، مجموع بارش‌های ثبت شده در برخی از پر بارش‌ترین ایستگاه‌های غرب کشور شامل دزفول، مسجد سلیمان و ایذه (استان خوزستان)، ایلام، شول آباد و ایوان (استان ایلام)، پیرانشهر (استان آذربایجان غربی)، جوانرود و مریوان (استان کردستان)، کامیاران (استان کرمانشاه)، کوهرنگ (استان چهارمحال و بختیاری) و لیکاک (استان لرستان) در ماه آوریل ۲۰۱۶ حکایت از افزایش ۲ تا ۳ برابری مقدار میانگین بلندمدت دارد. این اطلاعات نشان می‌دهد که در ماه آوریل ۲۰۱۶ شرایط عادی بارش در منطقه مورد مطالعه برقرار نمی‌باشد. از این رو ناهنجاری‌های دما و رطوبت هوا در ارتفاع ۲ متری سطح زمین، دمای سطح آب دریاهای مرتبط در منطقه، فشار تراز میانگین دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل متر در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به میانگین بلندمدت بررسی شد. نتایج این مطالعات نشان داد که دمای سطح آب اقیانوس هند غربی، دریای سرخ و شرق مدیرانه دمای سطح آب بین ۱ تا ۳ درجه سلسیوس افزایش داشته است که معرف ایجاد شرایط مناسب برای صعود هوای مرطوب در این مناطق می‌باشد. از سوی دیگر کاهش دمای هوا در ارتفاع ۲ متری در نوار گسترده‌ای از جنوب دریای سرخ تا روی کشور عربستان و خلیج فارس و دریای عمان به میزان ۰/۵ تا ۲ ^{o}C

برای این ماه نسبت به میانگین بلندمدت و افت ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر سرد بودن ستون هوا دلالت دارد که با عنایت به گرم شدن سطح آب‌ها، شرایط ایده‌الی برای ایجاد همرفت‌های قوی در منطقه بوجود می‌آید. این ادعا با بررسی مطالعه موردی سامانه بارشی ۱۴ آوریل ۱۰۱۶ که منجر به وقوع سیلاب در بسیاری از نقاط کشور به ویژه غرب و جنوب‌غرب ایران شد، هم‌خوانی دارد. الگوهای فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیلی ۵۰۰ هکتوپاسکال و جهت خطوط جریان از سمت آب‌های گرم دریاهای سرخ، مدیترانه و عمان موجب ایجاد همرفت عمیقی در منطقه شده است که به وقوع بارش‌های سیل‌آسا منجر شده است. این الگو در تصویر ماهواره‌ای همان روز۱۴ آوریل به وضوع دیده می‌شود. از این رو تغییر دمای سطح آب‌ها منجر به وقوع همرفت عمیقی شده که بارش‌های مناسبی را در منطقه ایجاد نموده است. البته توجه به شرایط وقوع همرفت در مطالعات میان مقیاس بهتر دیده می‌شود که از بحث این تحقیق فراتر است و در بررسی دیگری در ادامه این مطالعه در دست بررسی می‌باشد.

قدردانی

نویسندگان این مقاله از سازمان هواشناسی کشور به منظور در اختیار قرار دادن داده واطلاعات لازم نهایت تشکر را دارند.

منابع

۱- سعید جهانبخش، بهروز ساری‌صراف، هوشنگ قائمی و فرناز پوراصغر (۱۳۸۵)"بررسی تأثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور"، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، شماره چهارم، ص۱۷۵۲۶-۱۷۵۴۶.

۲- ناظم‌السادات، سید محمدجعفر و احمدرضا، قاسمی (۱۳۸۳) تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب خزر بر بارش فصول زمستان و بهار نواحی شمالی و جنوب‌غربی ایران ۱، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، ش ۴.

۳- ناظم‌السادات، سید محمدجعفر و امین شیروانی (۱۳۸۵) و پیش‌بینی بارش زمستانه مناطق جنوبی ایران با استفاده از دمای سطح آب خلیج فارس مدل‌سازی تحلیل متعارف مجله علمی کشاورزی، ج ۲۹ 65- 77، مجله علمی کشاورزی، ج ۲۹، ش.

4- Barnston A. G.,(1994), "Linear statistical short-termclimate predictive skill in the Northern Hemisphere," Journal of Climate, vol. 7, pp. 1513–1564.

5- Bazo, J., Nieves Lorenzo, M., and R. Porfirio da Rocha, R.,(2012), "Relationship between Monthly Rainfall in NW Peru and Tropical Sea Surface Temperature", International Journal of Climatology, vol , pp - .

6- Berri, G. J. and Bertossa G., (2004): The Influence of the Tropical and Subtropical Atlantic and Pacific Oceans on Precipitation Variability over Southern Central South America on Seasonal Time Scales, International Journal of Climatology. 24:415-435.

7- Black E., Slingo J. and Specrber K. R., (2002): An Observational Study of the Relationship between Excessively Strong short Rains in Coastal East Africa and Indian Ocean SST, Monthly weather Review, American eteorological Society, 131:74-94.

8- Clark C. O., Cole J. E. and Webster P. J., (2000): Indian Ocean SST and Indian Summer Rainfall: Predictive Relationships and their Decadal Variability, Journal of Climate, 13:2503-2519.

9- Delitala, A., M., S., Cesari, D., Chessa, P., A., and Ward, M., N., (2000) "Precipitation over Sardinia (Italy) during the 1946–1993 rainy seasons and associated large scale climate variations," International Journal of Climatology, vol. 20, pp. 519–541.

10- Bates, T., G., and Hoerling, M., P., (2001), "Central U.S. Springtime Precipitation Extremes: Teleconnections and Relationships with Sea Surface Temperature", Journal of Climate, vol. 14, 1651-1676.

11- Kalnay, E., and Coauthors, (1996), the NCEP/NCAR 40 -Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471.

12- Lorenzo, M., N., Iglesias, I., Taboada, J. and omez-Gesteira, M., G., (2010), "Relationship between monthly rainfall in Northwest Iberian Peninsula and North Atlantic Sea surface temperature," International Journal of Climatology, vol. 30, no. 7, pp. 980–990.

13- Phillips I., D., and Mcgregor, G., D., (2002) "The relationship between monthly and seasonal South-West England rainfall anomalies and concurrent North Atlantic sea surface temperatures," International Journal of Climatology, vol. 22, no. 2, pp. 197–217.

14- Phillips I., D., and Thorpe, J., (2006), "Icelandic precipitation—North Atlantic sea-surface temperature associations," International Journal of Climatology, vol. 26, no. 9, pp. 1201–1221.

15- Tedeschi, R., G., Cavalcanti, I., F., and Grimm, A., M.,(2012), "Influences of two types of ENSO on South American precipitation," International Journal of Climatology.