

بررسی شار رطوبت از دریا‌های مجاور در دوره‌های مرطوب و خشک فصل زمستان نیمه جنوبی کشور

فرناز پوراصغر*^۱، هوشنگ قائمی^۲، سعید جهانبخش^۳، بهروز ساری صراف^۴

۱- دکتری اقلیم شناسی، اداره کل و مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان آذربایجان شرقی، تبریز

۲- استاد، سازمان هواشناسی کشور

۳ و ۴- استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۱/۲۹

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۲/۲۳

چکیده

در این پژوهش، نقش منابع آبی مجاور روی بارش فصل زمستان نیمه جنوبی کشور با استفاده از داده‌های ماهانه بارش ۱۸۳ ایستگاه سینوپتیک، اقلیمی و باران سنجی سازمان هواشناسی کشور و سازمان آب برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۴ مورد بررسی قرار گرفت. توزیع مکانی ناپهنجاری بارش برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه با استفاده از روش تابع متعامد تجربی EOF شناسایی شده و مؤلفه‌های اول و دوم که بیش از ۶۶ درصد واریانس بارش را تعیین می‌کنند برای مطالعه تعیین شدند. برای شناسایی الگوهای همبستگی و دینامیکی رژیم بارش هر منطقه نقشه‌های ترکیبی ناپهنجاری دمای سطح آب، شار رطوبت و فشار سطح دریا برای دوره‌های مرطوب و خشک محاسبه و ترسیم شد. الگوی ناپهنجاری دمای سطح آب پهنه‌های آبی نیمه جنوبی کشور در دوره مرطوب و خشک نشان داد که تغییرات دمای سطح آب نقش مهمی در نوسانات بارش دارد به طوری که ناپهنجاری دمای سطح آب برای مؤلفه‌های اول EOF که بیش از ۵۰ درصد واریانس کل بارش را در نیمه جنوبی کشور تبیین می‌کند در دوره مرطوب (خشک) مثبت (منفی) است از آنجائیکه گردش جو حاکم در منطقه نقش مهمی در انتقال رطوبت به جنوب ایران دارد در دوره مرطوب رطوبت از دریای عرب، دریای سرخ و خلیج عدن به جنوب ایران منتقل می‌شود و در دوره خشک از جنوب ایران خارج می‌گردد. ناپهنجاری دمای سطح آب دریای عرب برای مد دوم EOF مثبت می‌باشد اما تغییرات دمایی در دوره خشک برجسته نیست. جابه جایی پر فشار عربستان به سمت راست (چپ) در دوره‌های مرطوب (خشک) رطوبت بیشتری را از دریای عرب به نواحی جنوبی - شرقی (غربی) کشور انتقال می‌دهد.

واژگان کلیدی: بارندگی، شار رطوبت، جنوب ایران.

مقدمه

یکی از عوامل مهم که در آب و هوای یک منطقه اثر می‌گذارد، توزیع خشکی‌ها و دریاهاست. هر نوع تغییری در موقعیت خشکیها و دریاها نسبت به یکدیگر سبب تغییراتی در آب و هوای منطقه می‌شود (قائمی، ۱۳۷۳). حجم وسیعی از آب‌های کره زمین در دریاها و اقیانوس‌ها متمرکز شده است. اقیانوس‌ها یکی از مولفه‌های اساسی در سامانه اقلیمی محسوب می‌گردد. این منابع آبی مقادیر زیادی از گرما، آب، گازها، ذرات آئروسول و تکانه^۱ را با آتمسفر مبادله می‌کنند و نقش مهمی در توزیع گرمای جهان از مناطق حاره به مناطق قطبی از طریق جریانات اقیانوسی و گردش‌های بزرگ مقیاس جوی دارند و بدین ترتیب سیاره را قابل سکونت می‌کنند (Bigg et al., 2003). در سالهای اخیر بررسی برهم‌کنش 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 گستره‌های بزرگ آبی می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر نوسان‌های بارش در سطح خشکی‌های زمین داشته باشد. روشن شده است که تاثیر دمای سطح آب بر مقدار بارش محدود به نقاط ساحلی نبوده بلکه نواحی بسیار دور از دریا نیز می‌توانند تحت تاثیر تغییرات الگوهای دمای سطح گستره‌های آبی قرار گیرد (ناظم السادات و قاسمی، ۱۳۸۳). نتایج تحقیق روکا و همکاران (Rocha et al., 1997) برای بارش تابستان جنوب شرقی آفریقا توسط مدل گردش عمومی GCM^۲ و با در نظر گرفتن تاثیر الگوهای ناهنجاری دمای سطح آب اقیانوس‌ها نشان داد که ناهنجاری مثبت دمای سطح آب در منطقه حاره اقیانوس آرام (معرف پدیده انسو^۳) و مرکز اقیانوس هند شرایط خشکسالی را در آفریقای جنوبی- شرقی ایجاد می‌کند. دمای سطح آب در اقیانوس اطلس اثر کمی روی بارش دارد. این تحقیق نشان داد که الگوهای ناهنجاری دمای سطح آب که قبل از فصل بارش گسترش یافته و در طول تابستان باقی می‌ماند، می‌تواند شرایط خشکسالی را روی آفریقای جنوب شرقی

ایجاد کنند. لطیف و همکاران (Latif et al., 1999) نقش ناهنجاری دمای سطح آب اقیانوس هند را در ایجاد ناهنجاری بارش شرق آفریقا در ماه‌های دسامبر و ژانویه ۹۸-۱۹۹۷ توسط مدل ECHAM3 مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بارش‌های شدید شرق آفریقا در فصل پائیز مستقیماً به تغییرات دمای سطح آب اقیانوس هند ارتباط دارد.

تسچوک و همکاران (Tschuck et al., 2004) اثر ناهنجاری دمای سطح آب در غرب اقیانوس آرام و هند حاره‌ای را روی بارش مونسون تابستانی توسط سه مدل گردش عمومی جو UGAMP, ECHAM, ARPGE مقایسه کردند. نتایج نشان داد که ناهنجاری مثبت دمای سطح آب در غرب اقیانوس آرام سبب حداکثر همرفت حاره‌ای و شروع زود هنگام مونسون می‌شود و همچنین ناهنجاری دمای سطح آب اقیانوس هند روی شدت مونسون تأثیر می‌گذارد. با توجه به آزمایشات مدل ECHAM، زمانی که دمای سطح آب دریای عرب و خلیج بنگال ناهنجاری‌های مثبتی به اندازه 4°K را تجربه می‌کند سبب افزایش بارش هند می‌شود. مطالعه شار رطوبتی عربستان توسط چاکرا بورتی و همکاران (Chakraborty et al., 2006) نشان داد که گرچه مقدار حجم آب قابل بارش در ورودسپهر میانی بالاست ولی بارش در این منطقه نیمه خشک در طول فصل مونسون تابستان نیمکره شمالی بدلیل واگرایی شدید شار رطوبتی کمتر از مقدار قابل انتظار است. شار رطوبتی تروپوسفر در مناطق خشک و نیمه خشک عربستان تغییرات بین سالی را نشان می‌دهد. به طوری که انتقال شار رطوبتی در زمان رویداد ال‌نینو و فاز مثبت دو قطبی اقیانوس هند افزایش می‌یابد. در این شرایط شار ورودی به منطقه از دریای سرخ و غرب عربستان (سواحل دریای سرخ) افزایش و شار رطوبتی منطقه به دلیل افزایش شار خروجی از خلیج فارس (شرق عربستان) کاهش می‌یابد. نتایج مدل‌های تجربی نشان می‌دهد که شار رطوبتی در زمان ال‌نینو یا رویداد همزمان فاز مثبت دو قطبی اقیانوس هند و ال‌نینو نسبت به رخداد مستقل دو قطبی اقیانوس هند

نحوه انتقال رطوبت در سامانه‌های بارش‌زای ایران و شناسایی منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران پرداخت. نتایج نشان داد که منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران با توجه به زمان و مکان متفاوتند. بر همین اساس ترکیب دریا‌های مدیترانه و عرب قسمت اعظم رطوبت بارش‌های مناطق شمال غربی و جنوب غربی را فراهم می‌سازد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که دریای عرب به تنهایی بارش نواحی جنوب و جنوب شرق کشور را تأمین می‌نماید. بیشترین رطوبت بارش‌های سواحل جنوبی خزر نیز از ترکیب دریا‌های مدیترانه، خزر و عرب فراهم می‌شود. بررسی فصلی منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران نشان داد که در فصول پاییز، بهار و زمستان دریا‌های مدیترانه و عرب و در فصل تابستان دریا‌های خزر، مدیترانه و سیاه بیشترین رطوبت را به ایران انتقال می‌دهند. فرج زاده و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه خود روی بارش‌های سنگین ۷ روز ژانویه سال ۱۹۹۶ نشان دادند که منابع رطوبت اصلی برای بارش‌های غرب ایران دریای عرب و عمان در ترازهای پایین می‌باشد. دریای سرخ در ترازهای میانی و دریای مدیترانه در ترازهای بالا از نظر تأمین رطوبت نقش غالب را در بارش دارا می‌باشند. همچنین بررسی آنها نشان داد که بخش عمده رطوبت در سطوح پایین جو به کشور منتقل می‌شود. همچنین انتقال رطوبت به سوی ایران بیش از همه متأثر از جریانات هوای مرطوب منشأ یافته از سامانه‌های فشار مسلط در ترازهای پایین جو می‌باشد. قاسمی و خلیلی (۲۰۰۸) رابطه بین الگوی گردش جوی منطقه با الگوی بارش فصل زمستان ایران را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از روش تحلیل مولفه‌های اصلی، همبستگی و تحلیل نقشه‌های سینوپتیک دوره‌های خشک و مرطوب استفاده شده است. دو شاخص الگوی خزر شمالی و نوسان مدیترانه غربی دو شاخصی هستند که بیشترین معنی داری را با مولفه‌های اصلی بارش ایران دارند. بابائیان (۱۳۹۰) به منظور بررسی و شناخت ارتباط بین دمای سطح آبی منطقه با بارش‌های فصلی ایران و سنجش میزان حساسیت بارش فصلی کشور به افزایش دمای پهنه‌های آبی از روش تحلیل عاملی و مدل اقلیمی RegCM3 استفاده کرد. نتایج تحلیل ارتباط دمای سطح پهنه‌های آبی و بارش فصلی کشور ۱۰

بیشتر تقویت می‌شود. ناظم السادات و قاسمی (۱۳۸۲) میزان تأثیر پدیده نوسان‌های جنوبی بر بارندگی شش ماهه فصل سرد استان‌های اصفهان، فارس، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد (۲۲ ایستگاه) را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که وقوع لائینا موجب کاهش ۲۰ تا ۵۰ درصدی بارندگی در استان‌های بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد و جنوب فارس می‌شود. در دیگر استان‌های مورد بررسی، این پدیده تغییر چندانی در بارندگی شش ماهه سرد سال ایجاد نمی‌کند. بر خلاف لائینا، وقوع ال نینو موجب افزایش ۲۰ تا ۷۰ درصدی بارندگی در بیشتر ایستگاه‌ها می‌شود که مقدار این افزایش به موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها بستگی دارد. در حالی که بیشتر سالی‌های شدید در منطقه مورد بررسی در شرایط ال نینو بوده و احتمال وقوع خشکسالی شدید در این حالت در اکثر ایستگاه‌ها صفر تا ۲۵ درصد می‌باشد. هم چنین، درصد وقوع خشکسالی شدید در شرایط لائینا در استان خوزستان و نواحی جنوبی استان فارس به ۵۰٪ افزایش می‌یابد. ناظم السادات و شیروانی (۱۳۸۵) داده‌های بارش ۹ ایستگاه سینوپتیک نواحی جنوب غربی کشور و نیز داده‌های دمای سطح آب خلیج فارس برای دوره‌های ۹۳-۱۹۵۹ را مورد مطالعه قرار دادند. به منظور کاهش حجم داده‌ها و استخراج مؤلفه‌های اصلی، تحلیل توابع متعامد تجربی (EOF) انجام گرفت که دو مولفه اصلی بارندگی و چهار مولفه دمای سطح آب انتخاب گردید. مولفه‌های اصلی بارش و دمای سطح دریا به ترتیب ۷۸٪ و ۷۳٪ از کل واریانس داده‌های مشاهده شده را توجیه نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که نوسان‌های دمای سطح آب در ناحیه مرکزی خلیج فارس، در مقابل سواحل بوشهر نقش مؤثری در توجیه نوسان‌های بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند. چهار مؤلفه اصلی دمای سطح دریا در مجموع حدود ۲۷٪ از کل واریانس بارش زمستانه در مناطق مورد مطالعه را تعریف می‌نمایند. در استان‌های فارس و بوشهر تأثیر دمای سطح دریا در فصل زمستان بر بارش، بیشتر از استان خوزستان تشخیص داده شد. فرآیند تغییرات دمای سطح دریا در فصول بهار و تابستان یکی از عناصر قابل توجه در پیش بینی بارش زمستانه خوزستان تعیین گردید. کریمی (۱۳۸۶) بررسی

بلکه در سراسر کشور رخدادهایی هستند که در ایجاد رکود اقتصادی، کشاورزی و دامپروری نقش اساسی دارند. در طی چند سال اخیر پدیده خشکسالی با خزشی آرام ولی با تحمیل اثرات عمیق و مخرب گونه خود باعث از هم پاشیدن سیستم‌های اکولوژیکی، بیولوژیکی و اقتصادی بومی در سراسر سرزمین ایران و به ویژه در جنوب و شرق کشور شده است (نجار سلیقه، ۱۳۸۵ و کوثری و اسدی، ۲۰۱۱).

شناخت عوامل مؤثر در ایجاد این تغییر پذیری نقش قابل ملاحظه‌ای در پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های دقیق محیطی و اقتصادی دارد. با توجه به اینکه اکثر بارندگی‌ها در نیمه جنوبی ایران در فصل زمستان به وقوع می‌پیوندد و از آنجایی که پهنه‌های آبی مجاور جنوب کشور به عنوان وسیع‌ترین منابع رطوبتی نقش مهمی در تغییرات بارندگی این منطقه دارند. از اینرو بررسی شار رطوبتی در دوره‌های خشک و مرطوب برای استفاده در پیش‌بینی‌های هواشناسی و مدیریت منابع آب در منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

پهنه‌های آبی مجاور جنوبی کشور بیشترین تأثیر را روی بارش‌های نیمه جنوبی کشور دارند. لذا در این مطالعه استان‌های ایلام، خوزستان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر، اصفهان، یزد، کرمان، هرمزگان، فارس و سیستان و بلوچستان به عنوان محدوده نیمه جنوبی کشور در نظر گرفته شده‌اند. در این پژوهش به منظور بررسی بارش در ایستگاه‌های جنوبی کشور از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیکی، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی و سازمان تحقیقات منابع آب ایران (تماب) برای دوره آماری ۱۹۷۴ الی ۲۰۰۵ استفاده گردید. خلاءهای موجود در بعضی از ایستگاه‌ها توسط ایستگاه‌های مجاور بازسازی شده و با استفاده از آزمون تست همگنی (Run test) همگنی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بعضی از ایستگاه‌ها به علت کیفیت پایین داده‌ها و نیز داشتن داده‌های گم شده زیاد حذف شدند و تعداد ۱۸۳ ایستگاه برای این تحقیق انتخاب گردید (جزایر مورد بررسی قرار

عامل را نشان داد که حداقل ۹۰ درصد از واریانس داده‌های اولیه را توضیح می‌دهد. بر این اساس غرب اقیانوس هند، در مجاورت سواحل سومالی، سواحل جنوب هند، شرق مدیترانه- دریای سیاه و شمال دریای عرب کانون‌های تغییر تعیین شدند. بررسی فصلی کانون‌های تغییر نشان داد که در تمامی فصول، غرب اقیانوس هند و دریای مدیترانه مهمترین کانون‌های تغییر دما هستند که بیشترین درصد واریانس را در هر فصل تبیین می‌کنند. نتایج بررسی خروجی‌های مدل RegCM3 نشان داد که حساسیت بارش‌های ایران در فصل زمستان به دمای سطح پهنه‌های آبی مجاور کشور است. به طوری که افزایش دمای پهنه‌های آبی مجاور کشور عمدتاً موجب افزایش بارش شده اما افزایش دمای پهنه‌های آبی دریای مدیترانه، دریای سیاه و غرب اقیانوس هند که کمی دوردست‌تر قرار گرفته‌اند موجب کاهش بارش ایران می‌شوند. همچنین افزایش دما موجب افزایش ناهمگنی بارش و حذف هسته‌های پر بارش در جنوب کشور می‌شود.

رضیی و همکاران (۲۰۱۱) رابطه بین انواع گردش جوی و رژیم بارش روزانه ایران را مورد بررسی قرار دادند. تغییرپذیری مدهای مکانی بارش روزانه با روش تحلیل مولفه اصلی و چرخش واریماکس^۱ برای بازه زمانی ۲۰۰۴-۱۹۶۱، ۵ منطقه در فصول پاییز و زمستان و ۴ منطقه در فصل بهار شناسایی نمود. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که توزیع مکانی بارش ایران به طور وسیع بوسیله موقعیت جغرافیایی ناوه وردسپهر میانی روی خاورمیانه و واپرخند تروی عربستان کنترل می‌شود. در حقیقت در همه طبقه بندی‌های رژیم بارش، توزیع مکانی بارش بر روی ایران توسط ناوه شرق مدیترانه که یک عامل اولیه برای حرکت صعودی در منطقه می‌باشد و واپرخند عربستان که سبب انتقال رطوبت از پیکره‌های آبی جنوبی از طریق لایه پایین وردسپهر می‌باشد ایجاد می‌گردد. با توجه به قرار گرفتن کشور ایران در ناحیه آب و هوایی خشک و نیمه خشک جهان، تغییرات بارندگی و وقوع خشکی و خشکسالی از ویژگی‌های اجتناب ناپذیر و زیانبار اقلیمی آن محسوب می‌شود. سیل‌های ویرانگر و نیز خشکسالی‌های پی در پی و طولانی نه تنها در قسمت‌های مختلف استان‌های جنوبی

که g شتاب گرانش، q نم ویژه می‌باشد. P_{surf} فشار در ۱۰۰۰ میلی باری و P_{top} فشار در ۳۰۰ میلی باری می‌باشد. به طور مشابه، شار رطوبتی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp + \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} q'V' dp \quad (2)$$

$$V = u\hat{i} + v\hat{j} \quad (3)$$

که بردار باد به صورت می‌باشد. که به ترتیب جمله اول مد پایا^۷ و مد دوم مد گذرا^۸ را نشان می‌دهد. انتقال مداری و نصف النهاری شار رطوبت به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$Q_{\lambda} = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp + \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} q'u' dp \quad (4)$$

$$Q_{\phi} = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp + \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} q'v' dp \quad (5)$$

با توجه به اینکه جهت جریانات یا به طور کلی چگونگی گردش هوا در ترازهای مختلف ممکن است با یکدیگر متفاوت باشد و همچنین میزان بخار آب موجود در جو در ترازهای پایین بسیار بیشتر از ترازهای میانی و بالای و ردسپهر است بنابراین شار رطوبتی در ۳ لایه ترازهای پایین ۷۰۰-۱۰۰۰، میانی ۵۰۰-۷۰۰ و لایه فوقانی ۵۰۰-۳۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$Q_{\lambda} = \frac{1}{g} \int_{1000}^{700} qV dp + \frac{1}{g} \int_{700}^{500} qV dp + \frac{1}{g} \int_{500}^{300} qV dp = \frac{1}{g} \int_{1000}^{300} qV dp \quad (6)$$

$$Q_{\phi} = \frac{1}{g} \int_{1000}^{700} qV dp + \frac{1}{g} \int_{700}^{500} qV dp + \frac{1}{g} \int_{500}^{300} qV dp = \frac{1}{g} \int_{1000}^{300} qV dp \quad (7)$$

نقشه نابهنجاری^۹ دمای سطح آب، شار رطوبتی و فشار سطح دریا برای دوره‌های مرطوب و خشک برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه ترسیم گردید.

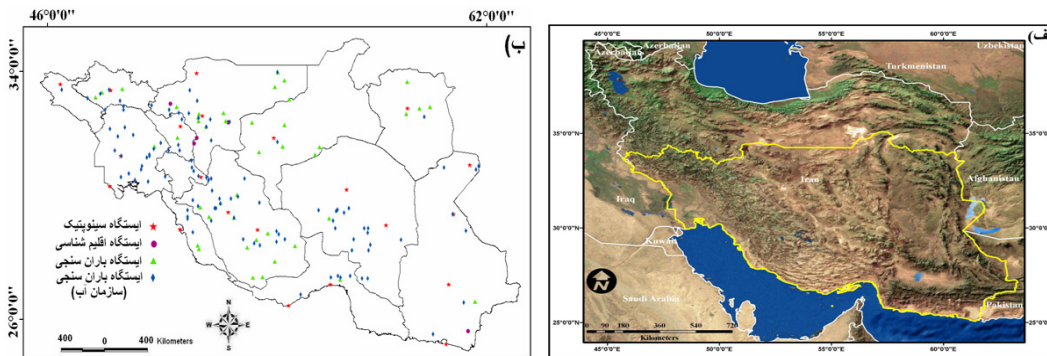
نگرفتند) شکل (۱). داده‌های دمای سطح آب از داده‌های ماهانه تولید شده بوسیله مرکز هدلی سازمان هواشناسی انگلیس HadISST^۲ با قدرت تفکیک مکانی ۱ درجه طول و عرض جغرافیایی و داده‌های جوی بازواکایی شده NCEP^۳-NCAR^۴ با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی برای مطالعه دمای سطح آب دریاها و شرایط جوی در ترازهای مختلف استفاده می‌گردد (Rayner et al., 2003, Kalnay et al., 1996).

مطالعه رژیم بارش در نیمه جنوبی کشور نشان داد که مقدار بارش در ماه‌های ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر ناچیز بوده و بارش سالانه این منطقه در ماه‌های اکتبر تا مه رخ می‌دهد که بیشترین مقدار آن در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه است. لذا برای بررسی تغییرات زمانی- مکانی بارش و ناحیه بندی بارش سه ماه فصل زمستان در نیمه جنوبی کشور از روش تابع متعامد تجربی EOF^۵ که بطور گسترده در پژوهش های اقلیمی و اقیانوسی بکار برده می‌شود استفاده گردید (ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸۳، ۱۳۸۵، کرمی و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹، Brjornsson & Venegas, 1997, Rodriguez et al., 1998, Pritchard & Somerville, 2009). نتایج تحلیل های EOF بر روی داده‌های نابهنجاری بارش ۱۸۳ ایستگاه برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه چندین مد تغییرات را نشان می‌دهد که هر مد می‌تواند با چندین مکانیزم تغییرات همراه باشد. برای مطالعه دوره‌های مرطوب و خشک، سال‌های مرطوب و خشک تعیین شدند. سال‌های مرطوب (خشک) به سال‌هایی اطلاق می‌گردند که مولفه‌های اصلی^۶ (PC) مدهای EOF برای هر ماه بالاتر از ۰/۸ (پایین تر از ۰/۸-) انحراف معیار در هر ماه باشند. همچنین برای بررسی منابع رطوبت و شارش رطوبت از روش دینامیکی استفاده شد. بنا به تعریف آب قابل بارش عبارتست از مجموع جرم بخار آب موجود در جو در یک محل خاص از سطح زمین تا پایان جو می‌باشد (Tsing Chang, 1985).

$$PWC = \frac{1}{g} \int_{P_{top}}^{P_{surf}} qV dp \quad (1)$$

1. Hadley center Sea Ice and Sea Surface Temperature data set
3. National Center for Atmospheric Research
5. Principle Component
8. Transient Mode

2. National Center for Environmental Prediction
4. Empirical Orthogonal Function
6. Stationary Mode
8. Composite Map



شکل ۱- الف) محدوده مورد مطالعه به همراه توپوگرافی منطقه ب) موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر

نتایج و بحث

سری زمانی ۱۸۳ ایستگاه، در هر ماه پنج مؤلفه اصلی بارش استخراج گردید. جدول ۱ به ترتیب درصد واریانس پنج مؤلفه اصلی از کل واریانس بارش در هر ماه را نشان می‌دهد.

به منظور شناسایی رژیم بارش فصل زمستان در نیمه جنوبی ایران، بارش ماهانه طی بازه زمانی ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۵ برای ماه‌های دسامبر تا فوریه مورد مطالعه قرار گرفت. با انجام روش توابع متعامد تجربی بر روی داده‌های بارش

جدول ۱- واریانس (% مؤلفه‌های اصلی مد اول تا پنجم EOF برای ماه‌های دسامبر تا فوریه

ماه	EOF1	EOF2	EOF3	EOF4	EOF5	درصد واریانس مؤلفه‌های اصلی
دسامبر	۵۴/۶	۲۱/۹	۴/۵	۳/۵	۲/۶	۸۷/۱
ژانویه	۵۴/۹	۱۱/۰	۹/۳	۲/۹	۲/۸	۸۰/۹
فوریه	۶۵/۸	۸/۴	۷/۰	۳/۷	۲/۵	۸۷/۴

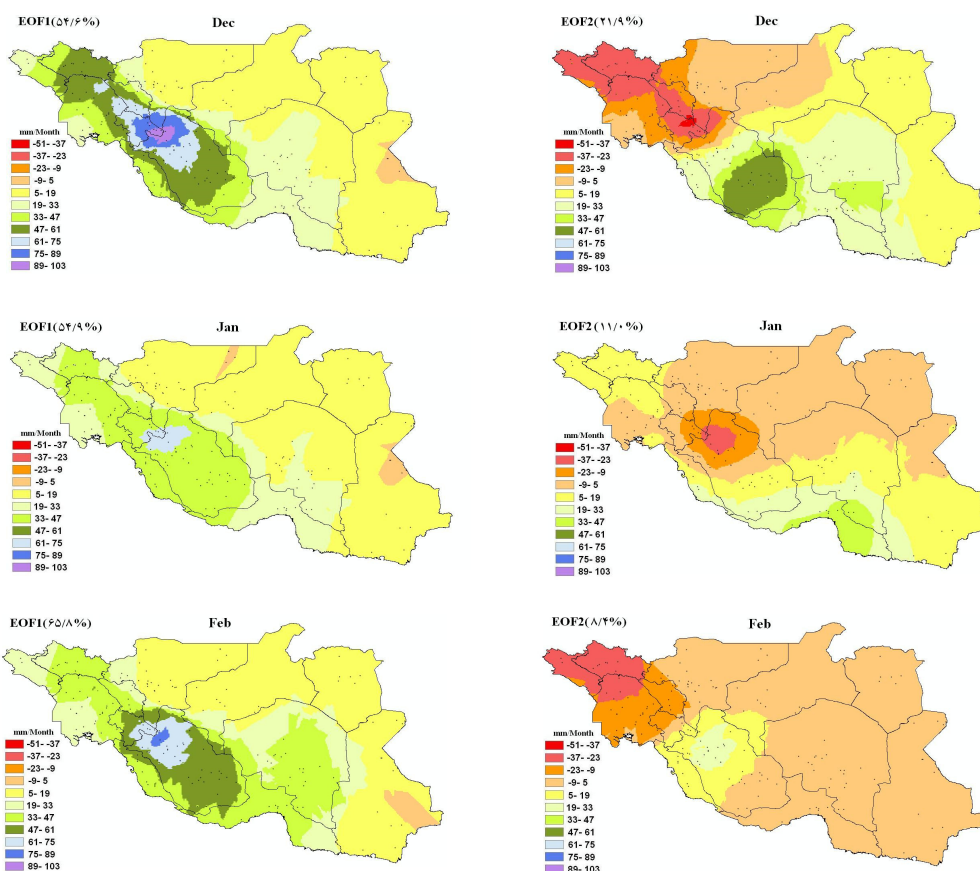
و بویراحمد، خوزستان، بوشهر و فارس) نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود ساختار بارش بر روی زاگرس با ساختار بارش در دیگر قلمرو بررسی شده متفاوت است به عبارتی ناهموازی‌ها نقش مهمی در توزیع نابهنجاری بارش دارد. مؤلفه دوم EOF در ماه دسامبر و ژانویه به ترتیب ۲۱/۹ و ۱۱ درصد واریانس کل بارش را توصیف می‌نماید که بیشترین نابهنجاری بارش نواحی جنوبی کشور (جنوب بوشهر، فارس، هرمزگان و کرمان) می‌باشد. در ماه فوریه، مؤلفه دوم EOF این مد ۸/۴ درصد واریانس کل بارش را توصیف می‌کند که بیشترین نابهنجاری بارش مربوط به استان‌های فارس و بوشهر می‌باشد. بیشترین نابهنجاری بارش در این مناطق بیانگر مسیر ورود سامانه‌های جنوبی می‌باشد که از مسیر خلیج فارس وارد ایران می‌شوند. با مطالعه سری زمانی مؤلفه اصلی (PC) سال‌های خشک و

همانطور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد مؤلفه‌های اول و دوم ماه‌های دسامبر تا فوریه مجموعاً به ترتیب ۷۶/۵، ۶۶/۹ و ۷۴/۲ بیش از ۶۵ درصد کل واریانس بارش ماهانه را بیان می‌کنند. لذا مؤلفه‌های اول و دوم EOF برای مطالعه انتخاب شدند. نتایج حاصل از تابع متعامد تجربی EOF بر روی داده‌های نابهنجاری بارش ماهانه ۱۸۳ ایستگاه امکان شناسایی مناطق با اقلیم‌های متفاوت را فراهم می‌سازد. شکل ۲ توزیع مکانی طبقه بندی شده بارش ماهانه مد اول و دوم ماه‌های دسامبر تا فوریه را که با روش کریجینگ میانابایی شدند نشان می‌دهد. همانطوری که از شکل ۲ مشاهده می‌شود مد اول EOF که بیش از ۵۰ درصد کل واریانس بارش در ماه‌های دسامبر تا فوریه بیان می‌کند، بیشترین نابهنجاری بارش را در نواحی غربی و جنوب غربی (استان‌های ایلام، لرستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه

مرطوب مؤلفه‌های اصلی مد اول و دوم برای ماه‌های دسامبر- فوریه شناسایی گردیدند (جدول ۲ و ۳). نقشه‌های ترکیبی نابهنجاری دمای سطح آب دریا، شار رطوبتی، ارتفاع ژئو پتانسیل و فشار سطح دریا بر اساس سال های خشک و مرطوب ترسیم شدند.

جدول ۲- سال های خشک و مرطوب مولفه اصلی مد اول EOF در ماه‌های دسامبر- فوریه

سال های خشک	سال های مرطوب	ماه
۱۹۸۱ و ۱۹۸۳ و ۱۹۹۰ و ۱۹۹۳ و ۱۹۹۶ و ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹	۱۹۷۴ و ۱۹۸۶ و ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴	دسامبر
۱۹۸۴ و ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ و ۱۹۸۹ و ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱	۱۹۷۹ و ۱۹۹۱ و ۱۹۹۶ و ۲۰۰۴	ژانویه
۱۹۷۷ و ۱۹۷۹ و ۱۹۸۴ و ۱۹۸۷ و ۱۹۹۴ و ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰	۱۹۷۶ و ۱۹۸۰ و ۱۹۸۸ و ۱۹۹۳ و ۱۹۹۵ و ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹	فوریه



شکل ۲- توزیع فضایی نابهنجاری های بارش برای مد اول (چپ) و دوم (راست) EOF برای ماه‌های دسامبر تا فوریه

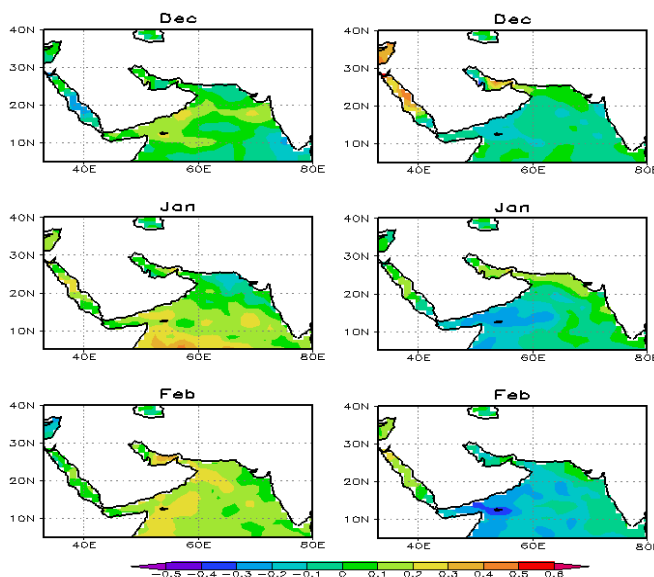
جدول ۳- سال های خشک و مرطوب مولفه اصلی مد دوم EOF در ماه‌های دسامبر- فوریه

سال های خشک	سال های مرطوب	ماه
۱۹۷۵ و ۱۹۸۷ و ۱۹۹۱	۱۹۸۶ و ۱۹۹۲ و ۱۹۹۵ و ۲۰۰۴	دسامبر
۱۹۷۶ و ۱۹۷۸ و ۱۹۹۱ و ۱۹۹۵ و ۲۰۰۴	۱۹۷۵ و ۱۹۷۷ و ۱۹۷۹ و ۱۹۹۲ و ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸	ژانویه
۱۹۸۰ و ۱۹۸۱ و ۱۹۸۶ و ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ و ۱۹۹۶	۱۹۷۶ و ۱۹۷۷ و ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵ و ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹	فوریه

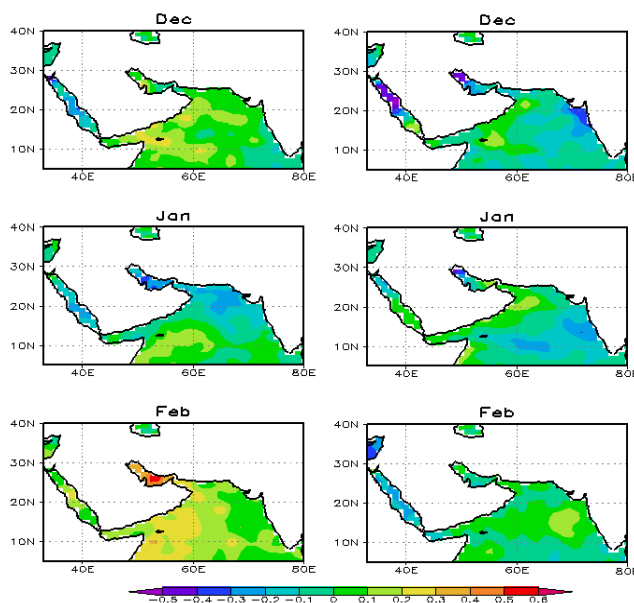
نقشه ترکیبی دمای سطح آب اقیانوس هند

ابتدا برای بررسی تغییرات نابهنجاری دمای سطح آب پهنه‌های جنوبی کشور، نقشه‌های ترکیبی دوره‌های خشک و مرطوب برای هر مؤلفه اصلی EOF (مد اول و دوم) تهیه گردیدند. نقشه‌های ترکیبی امکان مطالعه تغییرات در دوره‌های خشک و مرطوب را فراهم می‌آورد. شکل ۳ نقشه ترکیبی دمای سطح آب را در دوره خشک (سمت راست) و مرطوب (سمت چپ) ماه‌های دسامبر تا فوریه را نشان

می‌دهد. همانطوری که از شکل مشاهده می‌شود نابهنجاری دمای سطح آب در دوره‌های خشک و مرطوب مؤلفه اول EOF در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه عکس هم می‌باشد به طوری که در دوره مرطوب در دریای عرب، خلیج عدن و غرب اقیانوس هند (شرق سومالی) نابهنجاری دما مثبت و در دوره خشک نابهنجاری منفی است. شکل ۴ نابهنجاری دمای سطح آب را برای مد دوم EOF نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه ترکیب نابهنجاری دمای سطح آب در دوره خشک (سمت راست) و مرطوب (سمت چپ) برای مد اول EOF



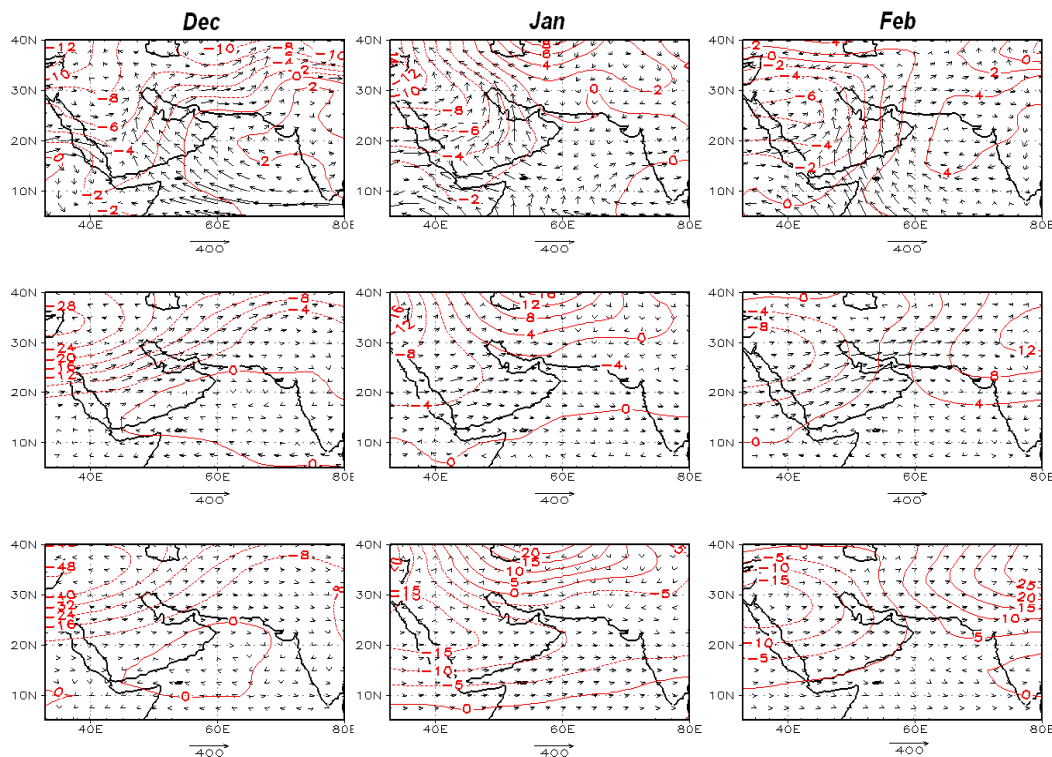
شکل ۴- نقشه ترکیب نابهنجاری دمای سطح آب در دوره خشک (سمت راست) و مرطوب (سمت چپ) برای مد دوم EOF

رطوبتی به مناطق مختلف توسط گردش جو است. مشخصات شار رطوبت برای لایه های مختلف جو به تفکیک هر ماه برای هر مولفه EOF در این بخش ارائه می گردد. شکل ۵، نقشه ترکیبی نابهنجاری شار رطوبت را برای دوره مرطوب ماه های دسامبر، ژانویه و فوریه برای ترازهای پایین (۷۰۰-۱۰۰۰)، میانی (۵۰۰-۷۰۰) و فوقانی (۳۰۰-۵۰۰) به همراه نابهنجاری ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۸۵۰، ۶۰۰ و ۴۰۰ هکتو پاسکال را برای مد اول EOF نشان می دهد. در تراز پایین، نابهنجاری جنوب شرقی شار رطوبت با چرخشی و اچرخند رطوبت را از دریای عرب، خلیج عدن به نواحی شرقی و شمالی شبه جزیره عربستان منتقل می نماید که با ادغام با نابهنجاری غربی- جنوب غربی شار رطوبت دریای سرخ به نواحی جنوب غربی و غربی کشور انتقال می یابد.

در ماه دسامبر در دوره خشک (مرطوب) شرق دریای عرب نابهنجاری منفی و در غرب آن نابهنجاری مثبت (نابهنجاری مثبت در دریای عرب) مشاهده می شود. در ماه ژانویه در دوره خشک (مرطوب) شرق دریای عرب نابهنجاری منفی و غرب آن نابهنجاری مثبت ضعیفی (نابهنجاری منفی در شمال و نابهنجاری مثبت در جنوب دریای عرب) مشاهده می گردد. همچنین در ماه فوریه در دوره مرطوب (خشک) نابهنجاری دما در دریای عرب مثبت (مثبت ضعیف) است. در دریای سرخ به جز دوره مرطوب ماه فوریه (نابهنجاری مثبت) در بقیه ماه ها نابهنجاری منفی و در خلیج فارس در دوره مرطوب ماه های دسامبر و فوریه نابهنجاری مثبت و در بقیه ماه ها نابهنجاری منفی مشاهده می گردد.

نقشه ترکیبی نابهنجاری شار رطوبت

نقشه های شار رطوبت نشان دهنده انتقال رطوبت از منابع

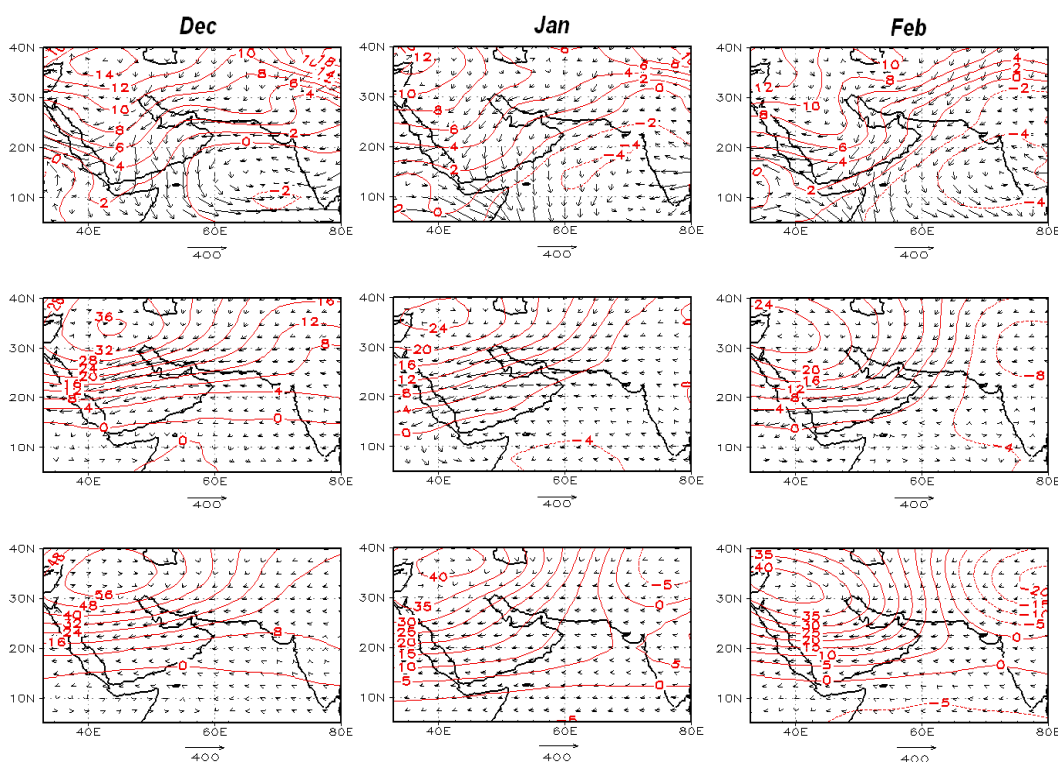


شکل ۵- نقشه ترکیب نابهنجاری شار رطوبتی برای دوره مرطوب مد اول EOF در ماه دسامبر، ژانویه و فوریه الف) لایه ۷۰۰-۱۰۰۰ (ب) ۵۰۰-۷۰۰ (ج) ۳۰۰-۵۰۰ هکتو پاسکال و نابهنجاری ارتفاع ژئو پتانسیل الف) تراز ۸۵۰ (ب) تراز ۶۰۰ (ج) تراز ۴۰۰ هکتو پاسکال.

شار رطوبت با پیکان مشخص شده بر حسب $\text{Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ و ارتفاع ژئو پتانسیل با کنتور بر حسب gpm

غربی - جنوب غربی از دریای سرخ به نواحی جنوب غربی کشور منتقل می‌شود. بیشترین رطوبت انتقالی در این تراز از دریای سرخ می‌باشد (شکل ۵-ب). در تراز سطوح فوقانی جو نیز ناپهنجاری ارتفاع تراز ۴۰۰ هکتو پاسکال نشان می‌دهد که ناوه شرق مدیترانه عمیق تر شده و ناپهنجاری ضعیف شار رطوبتی در جلوی ناوه با جهت غربی - جنوب غربی به شرق - شمال شرقی منتقل می‌گردد (شکل ۵-ج). شکل ۶، نقشه ناپهنجاری شار رطوبت دوره خشک مد اول EOF برای ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه نشان می‌دهد.

بیشترین شار رطوبتی انتقالی در این تراز از دریای عرب می‌باشد. ناپهنجاری ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال نیز نشان می‌دهد که کم ارتفاع در شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ و پر ارتفاع در روی دریای عرب در ماه‌های دسامبر - فوریه و در ماه ژانویه ناپهنجاری بسیار ضعیف منفی ارتفاع در دریای عرب مشاهده می‌گردد (شکل ۵-الف). در تراز میانی جو (۷۰۰-۵۰۰) ناپهنجاری ارتفاع تراز ۶۰۰ هکتو پاسکال نشان می‌دهد که ناوه شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ تقویت شده و جریان شار رطوبتی جلوی ناوه با جهت



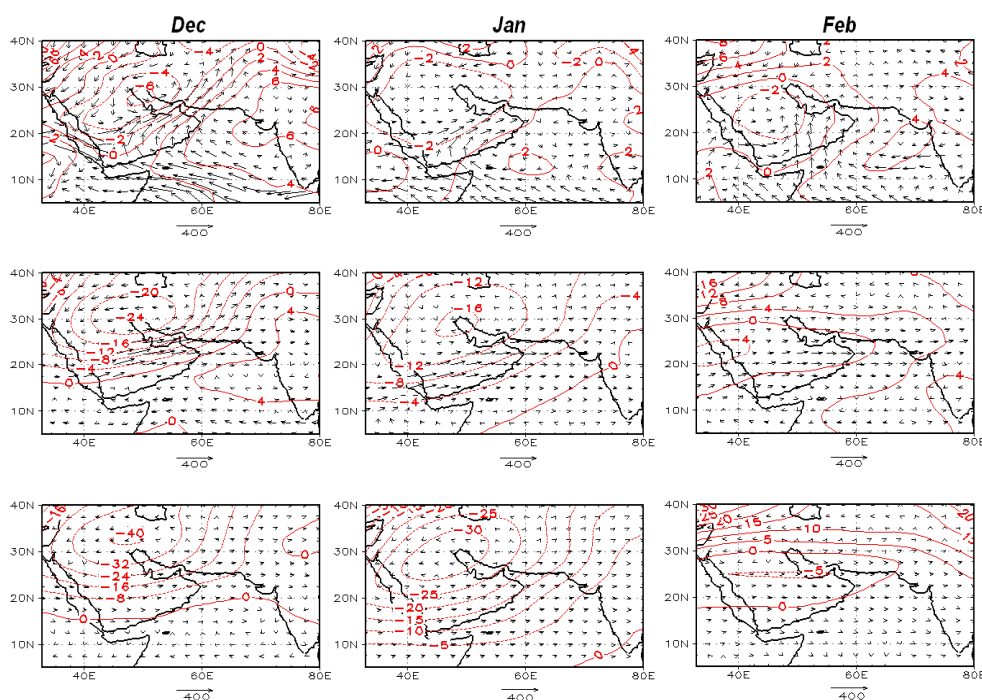
شکل ۶- نقشه ترکیب ناپهنجاری شار رطوبتی برای دوره خشک مد اول EOF در ماه دسامبر، ژانویه و فوریه (الف) لایه ۷۰۰-۱۰۰۰ (ب) ۵۰۰-۷۰۰ (ج) ۳۰۰-۵۰۰ هکتو پاسکال و ناپهنجاری ارتفاع ژئو پتانسیل الف) تراز ۸۵۰ (ب) تراز ۶۰۰ (ج) تراز ۴۰۰ هکتو پاسکال. شار رطوبت با پیکان مشخص شده بر حسب $\text{Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ و ارتفاع ژئو پتانسیل با کنتور بر حسب gpm

پر ارتفاع مستقر در روی عراق و سوریه تقویت گردیده و ناپهنجاری شرقی و شمال شرقی شار رطوبت از جنوب ایران خارج می‌گردد (شکل ۶-ب و ج). شکل ۷، نقشه ناپهنجاری شار رطوبت دوره مرطوب مد دوم EOF برای ماه‌های دسامبر تا فوریه همراه با ناپهنجاری ارتفاع تراز ۸۵۰، ۶۰۰ و ۴۰۰ هکتو پاسکال را نشان می‌دهد.

در تراز پایین ماه‌های دسامبر تا فوریه ناپهنجاری شرقی و شمال شرقی شار رطوبت با چرخشی چرخندی از جنوب ایران خارج می‌گردد. ناپهنجاری ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال نیز نشان می‌دهد که پر ارتفاع در روی عراق، سوریه و شمال دریای سرخ و کم ارتفاع در روی دریای عرب مستقر هستند (شکل ۶-الف). در تراز میانی و فوقانی جو

فوقانی جو کم ارتفاع مستقر در غرب ایران و خلیج فارس در ماههای دسامبر و ژانویه تقویت گردیده و جریانات جنوب غربی به شمال شرقی جلوه ناوه رطوبت دریای سرخ را به نواحی جنوبی- جنوب شرقی کشور منتقل می کند. در ماه فوریه با تقویت کم ارتفاع شمال دریای سرخ و شبه جزیره عربستان نابهنجاری شار رطوبت با جهت غربی- جنوب غربی به شرق- شمال شرقی به نواحی جنوبی و جنوب شرقی کشور انتقال می یابد.

همانطور که مشاهده می شود در تراز پایین نابهنجاری جنوب شرقی- جنوبی شار رطوبتی از دریای عرب، خلیج عدن به نواحی شرقی شبه جزیره عربستان انتقال یافته و با ادغام با نابهنجاری غربی و جنوب غربی شار رطوبت دریای سرخ به جنوب ایران منتقل می گردد. نابهنجاری ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نشان می دهد که کم ارتفاع در روی خلیج فارس (دسامبر و ژانویه)، شبه جزیره عربستان و شمال دریای سرخ (فوریه) و پر ارتفاع در روی دریای عرب مستقر هستند شکل (۷-الف). در سطوح میانی و



شکل ۷: نقشه ترکیب نابهنجاری شار رطوبتی برای دوره مرطوب مد دوم EOF در ماه دسامبر، ژانویه و فوریه الف) لایه ۷۰۰-۱۰۰۰ (ب) ۵۰۰-۷۰۰ (ج) ۳۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال و نابهنجاری ارتفاع ژئوپتانسیل الف) (تراز ۸۵۰ ب) (تراز ۶۰۰ ج) (تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال).

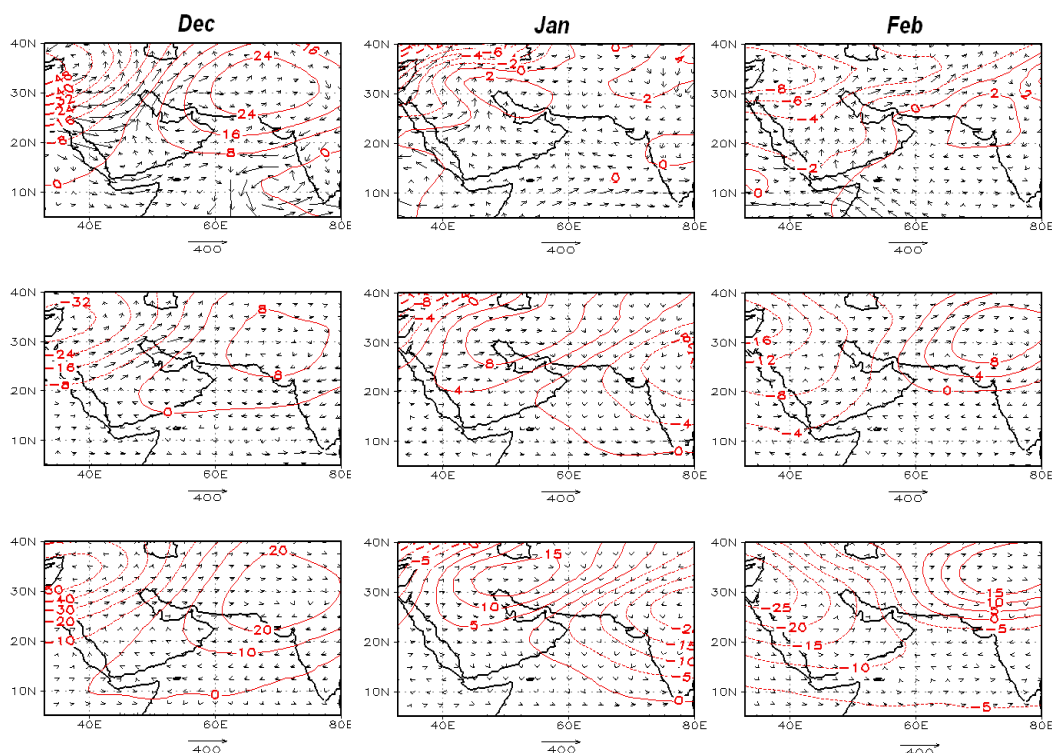
شار رطوبت با پیکان مشخص شده بر حسب $\text{Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ و ارتفاع ژئوپتانسیل با کنتور بر حسب gpm

(ژانویه) مستقر می باشند. در ماه فوریه نیز نابهنجاری جنوب شرقی شار رطوبت با چرخشی چرخندی رطوبت را از دریای عرب، خلیج عدن به شرق شبه جزیره عربستان منتقل می نماید و با ادغام با نابهنجاری جنوب- جنوب غربی شار رطوبت دریای سرخ به نواحی جنوب غربی کشور انتقال می یابد. در تراز میانی ماههای دسامبر و فوریه نابهنجاری شرقی شار رطوبت با چرخشی چرخندی به نواحی شرقی شبه جزیره عربستان وارد و با ادغام با نابهنجاری جنوب

در شکل ۸، در دوره خشک مد دوم EOF در سطوح پایین نابهنجاری شرقی- جنوب شرقی شار رطوبت در ماههای دسامبر و ژانویه از نواحی شمالی دریای عرب رطوبت را به شمال شبه جزیره عربستان منتقل و با ادغام با نابهنجاری غربی شار رطوبت شمال دریای سرخ به نواحی غربی- شمال غربی کشور انتقال می یابد. در ماههای مذکور کم ارتفاع در شرق مدیترانه، شمال دریای سرخ و پر ارتفاع به ترتیب در جنوب شرقی (دسامبر) و جنوب غربی ایران

ضعیف می‌باشد به طوری که در ماه دسامبر نابهنجاری شرقی شار رطوبت با چرخشی چرخندی وارد شرق عربستان گردیده و با ادغام با نابهنجاری جنوب غربی شار رطوبت دریای سرخ به نواحی غربی- جنوب غربی کشور منتقل می‌گردد. در ماه‌های ژانویه و فوریه کم ارتفاع شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ تقویت گردیده و نابهنجاری شار رطوبت در جلوی ناوه با جهت جنوب غربی- شمال شرقی به مناطق شمال غرب- غرب (ژانویه) و جنوب- جنوب شرق (فوریه) وارد می‌گردد.

غربی شار رطوبت دریای سرخ به نواحی غرب- جنوب غربی کشور منتقل می‌شود. نابهنجاری ارتفاع تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که کم ارتفاع در شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ و پر ارتفاع در جنوب شرقی ایران تقویت گردیده است. در ماه ژانویه نابهنجاری ارتفاع نشان می‌دهد که کم ارتفاع در شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ تقویت گردیده و نابهنجاری شار رطوبت در جلوی ناوه با جهت جنوب غربی- شمال شرقی وارد نواحی شمال غرب و غرب کشور می‌گردد. در تراز فوقانی جو انتقال رطوبت



شکل ۸- نقشه ترکیب نابهنجاری شار رطوبتی برای دوره خشک مد دوم EOF در ماه دسامبر، ژانویه و فوریه الف) لایه ۷۰۰-۱۰۰۰ (ب) ۵۰۰-۷۰۰ (ج) ۳۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال (واحد: $\text{Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$) و نابهنجاری ارتفاع ژئو پتانسیل الف) تراز ۸۵۰ (ب) تراز ۶۰۰ (ج) تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال (واحد: gpm)

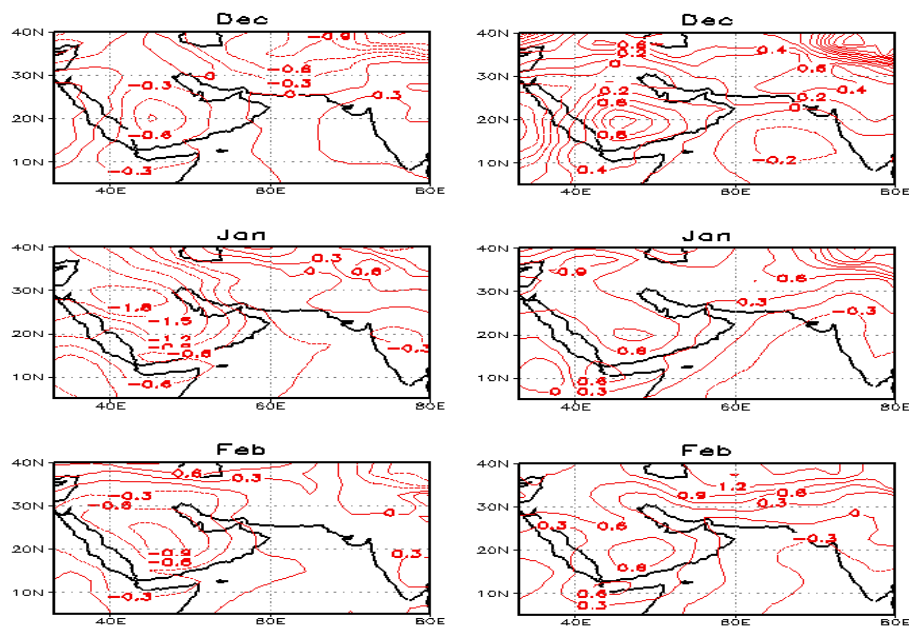
عربستان و نابهنجاری مثبت (به جز ماه ژانویه) در دریای عرب و هند مشاهده می‌گردد. در دوره خشک نابهنجاری مثبت (منفی) فشار سطح دریا در روی شبه جزیره عربستان و جنوب غربی ایران (دریای عرب) مشاهده می‌گردد. شکل ۱۰ نقشه ترکیبی نابهنجاری فشار سطح دریا را برای دوره‌های مرطوب (چپ) و دوره خشک (راست) مد دوم EOF را نشان می‌دهد. در دوره مرطوب ماه‌های دسامبر تا فوریه نابهنجاری منفی فشار سطح دریا در روی شبه جزیره

نقشه ترکیبی نابهنجاری فشار سطح دریا

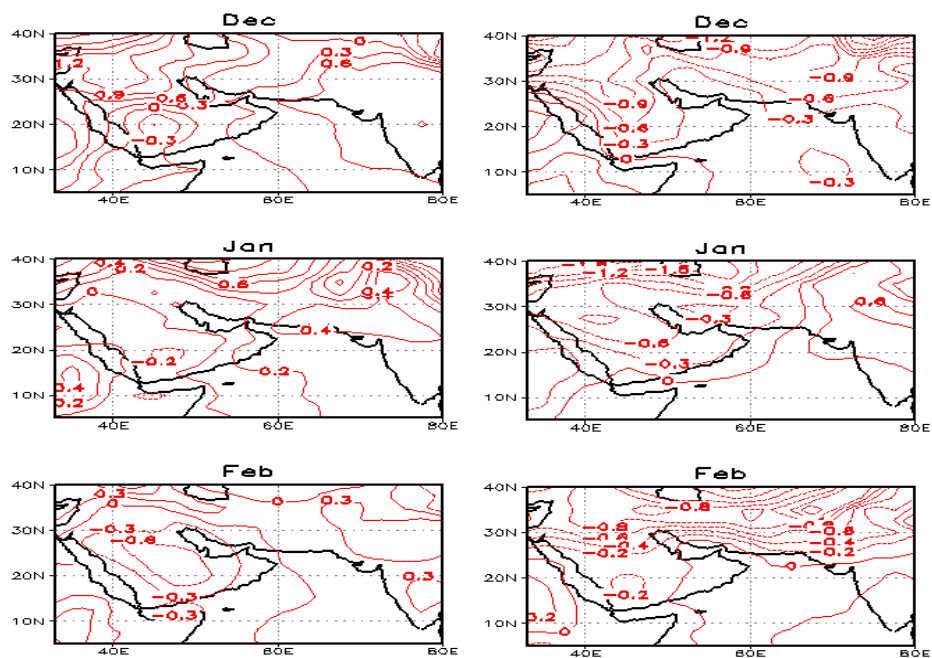
شکل ۹ نقشه ترکیبی نابهنجاری فشار سطح دریا را برای دوره‌های مرطوب (چپ) و خشک (راست) مؤلفه اول EOF نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌گردد الگوی نابهنجاری فشار سطح دریا برای دوره‌های مرطوب و خشک عکس یکدیگر می‌باشند. در دوره مرطوب ماه‌های دسامبر تا فوریه نابهنجاری منفی فشار سطح دریا در روی شبه جزیره

دریا به سمت شمال عربستان، سوریه عراق و ایران جابه جا شده است.

فوریه نابهنجاری منفی فشار سطح دریا در روی شبه جزیره عربستان و نابهنجاری مثبت در روی دریای عرب مشاهده می شود. در دوره خشکسالی نابهنجاری منفی فشار سطح



شکل ۹- نقشه ترکیب نابهنجاری فشار سطح دریا (واحد:mb) برای دوره خشک (راست) و مرطوب (چپ) مد اول EOF



شکل ۱۰- نقشه ترکیب نابهنجاری فشار سطح دریا (واحد:mb) برای دوره خشک (راست) و مرطوب (چپ) مد دوم EOF

نتیجه گیری و جمع بندی

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر منابع آبی مجاور روی بارش فصل زمستان در نیمه جنوبی کشور در دوره‌های مرطوب و خشک می‌باشد. در این پژوهش از داده‌های بارش مربوط به ۱۸۳ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران سنجی کشور استفاده گردید. از آنجایی که اکثر بارش‌ها در نیمه جنوبی کشور در فصل زمستان رخ می‌دهد به مطالعه تغییرات بارش در فصل زمستان پرداخته شد. بررسی تغییرات زمانی-مکانی بارش در نیمه جنوبی کشور با استفاده از تابع متعامد تجربی EOF بر روی داده‌های بارش، پنج مؤلفه اصلی بارش را نشان داد. با توجه به اینکه مؤلفه‌های اول و دوم ماه‌های دسامبر تا فوریه مجموعاً بیش از ۶۶ درصد واریانس بارش ماهانه را تبیین کردند لذا دو مؤلفه اصلی برگزیده شدند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در الگوی نابهنجاری دمای سطح آب دریاها در دوره‌های مرطوب و خشک مؤلفه اول EOF که بیش از ۵۰ درصد واریانس بارش را در نیمه جنوب ایران بیان می‌کند عکس هم می‌باشد به طوری که در دوره مرطوب نابهنجاری مثبت و در دوره خشک نابهنجاری منفی در دریای عرب مشاهده می‌گردد و این بیانگر این مطلب است که افزایش دمای سطح آب دریای عرب سبب افزایش بارش در بخش‌های غربی و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه می‌شود. برای مؤلفه دوم EOF در دوره مرطوب نابهنجاری مثبت دمایی در دریای عرب در ماه‌های دسامبر-فوریه مشاهده می‌شود و در دوره خشک نابهنجاری مثبت ضعیف می‌گردد. بررسی نابهنجاری شار رطوبت برای دوره‌های مرطوب و خشک نشان داد که الگوهای جریان‌ات جوی حاکم در منطقه نقش مهمی در انتقال رطوبت از منابع رطوبتی به نواحی غربی، جنوب غربی، جنوبی، مرکزی و جنوب شرقی ایران دارد. مؤلفه اول EOF تغییرات بارش مناطق غرب، جنوب غرب و جنوب ایران را تبیین می‌نماید که دریای عرب و دریای سرخ بیشترین تأمین کننده رطوبت برای این مناطق هستند. وجود ناوه تقریباً ژرف در شرق مدیترانه به سبب ادغام کم فشار سودانی و کم فشار مدیترانه در جنوب غربی دریای سرخ (روی سودان و مصر) و عمیق شدن ناوه در روی دریای سرخ و همچنین الگوی پر فشار عربستان که در شرق

عربستان استقرار دارد بارش مناسب را برای این مناطق فراهم می‌سازد. در دوره خشک پر فشاری که در روی عراق و عربستان قرار دارد و زبانه آن روی ایران نیز کشیده شده است به همراه کم فشار مستقر بر روی دریای عرب به خروج رطوبت از نواحی جنوبی ایران کمک می‌کند. به عبارتی گسترش پر فشار شرق مدیترانه و دریای سرخ و ارتباط آن با پر فشار جنب حاره عربستان، شمال آفریقا (چه در سطح و چه در ترازهای فوقانی) مقدمه آغاز دوره خشک در کشور است. مؤلفه دوم EOF نیز نشان داد که پر فشار عربستان نقش مهمی در کنترل توزیع مکانی بارش در جنوب ایران دارد به طوری که جا به جایی شرق سوی (غرب سوی) پر فشار عربستان در دوره مرطوب (خشک)، سبب انتقال رطوبت از دریای عرب و دریای سرخ به نواحی جنوبی و شرقی (غربی) ایران می‌شود. پر فشار شرق عربستان در حاشیه شرقی جریان‌ات شمال شرقی بر روی دریا‌های عمان و عرب ایجاد نموده و هوای خشک و سردتر عرض‌های بالاتر را بر روی دریا‌های مذکور منتقل می‌کند. این جریان‌ات در حاشیه جنوبی شبه جزیره عربستان به سمت داخل شبه جزیره تغییر مسیر داده و قسمتی از آن در خلیج عدن به سمت دریای سرخ جریان می‌یابد با ادغام با شار رطوبتی انتقالی از دریای سرخ در جلوی ناوه مستقر بر شرق مدیترانه که تا مرکز دریای سرخ گسترش یافته، به سمت ایران حرکت می‌کند. جریان مذکور حاوی رطوبت دریا‌های عمان، عرب و سرخ می‌باشد. در چنین حالتی ریزش بارش در نواحی غربی کشور شروع شده و با حرکت شرقی سوی ناوه و پر فشار شرق عربستان بارش به سمت دیگر نواحی ایران گسترش می‌یابد. دریای عرب بدلیل وسعت خود دارای انرژی بالایی است و به دلیل قرار گیری در عرض‌های پایین در دوره سرد سال اختلاف دمای بیشتری با دمای هوای خود دارد که این امر در ایجاد رطوبت در منطقه و انتقال آن به جو نقش مهمی دارد. بنابر این می‌توان نتیجه گرفت رخدادهای مرطوب و خشک و همچنین سیل در ایران به چگونگی الگوی گردش جو در منطقه و در نتیجه به میزان انتقال رطوبت از دریا‌های جنوبی به ویژه دریای عرب مرتبط دانست. این نتایج ضمن تأیید نظرات گذشته در خصوص سامانه‌های بارش از نقش جریان‌ات به

- ویژه جریان های ایجاد شده به وسیله پر فشار غرب دریای عرب و شرق شبه جزیره عربستان در انتقال رطوبت از دریاهای مجاور از طریق شبه جزیره عربستان، بر روی ایران مشخص تر کرده است (مفیدی و زرین، ۱۳۸۴، فرج زاده، ۲۰۰۷، قاسمی و خلیلی، ۲۰۰۸، کریمی، ۱۳۸۶ و رضیعی، ۲۰۱۱).
- منابع**
- Babaeian, I., 2011, Assessment of the regional water bodies temperature effects on seasonal precipitation of Iran. PhD Thesis, Department of Physical Geography, University of Tabriz.
 - Bigg G. R., T. D. Jickells, P. S. Liss and T. J. Osborn, 2003, The role of the oceans in climate. *International Journal of Climatology*, No. 23, pp. 1127-1159.
 - Brjornsson H., S.A. Venegas, 1997, a manual for EOF and SVD analysis of climate data. MacGill University, CCGCR Report No.97-1, Montreal, Quebec, Canada, 52pp.
 - Chakraborty, A., M. Mujumdar, S. K. Behera, R. Ohba, and T. Yamagata., 2006, a cyclone over Saudi Arabia on 5 January 2002: A case study. *Meteorology and Atmospher Physics*, No. 93, pp. 115-122.
 - Farajzadeh, M., M. Karimi, H. Ghaemi and M. R. Mobasheri, 2007, studying the moisture flux over west of Iran: A case study of January 1 to 7, 1996 ran storm. *Journal of Applied Science*, No 7, pp. 3023-3030.
 - Ghaemi, H., 1994, *Global Climate*, Vol.1, Samt Publications, pp. 272.
 - Ghasemi A.R., D. Khalili, 2008, the association between regional and global atmospheric patterns and winter precipitation in Iran. *Atmospheric Research*, No. 88, pp.116-133
 - Kalnay et al, 1996., The NCEP/NCAR-40 year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, No. 77, pp. 437-471.
 - Karami Khaniki, E., S. Javansamadi and M. Torabi Azad, 2010, Temporal and spatial analysis of sea surface temperature of Caspian Sea using Empirical Orthogonal Function. *Journal of Physical Geography*, No. 6, pp. 81-90.
 - Karimi, A., 2006, Analysis of Iran rainfall moisture resource, PhD Thesis, Department of Physical Geography, University of Tarbiat Modares.
 - Kousari, M.R., M.A. Asadi Zarch, 2011, Minimum, Maximum and Mean annual temperature; relative humidity and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, No. 4, pp. 907-917.
 - Latif M., D. Dommenguet, M. Dima and A. Grotzner, 1999, The Role of Indian Ocean sea surface temperature in forcing east African rainfall anomalies during December-January 1997/98. *Journal of Climate*, No. 12, pp. 3497-3509.
 - Mofidi A., A. Zarrin, 2005, Synoptic analysis of influence of Sudan Low on heavy rainfall over Iran. *Journal of Geography Research*, No. 77, pp. 113-136.
 - Najarsalige, M., 2006, Mechanism of precipitation in South East of Iran. *Journal of Geography Research*, No. 55, pp. 1-13.
 - Nazemosadat, M. H., A. Ghasemi, 2004, Relation of ENSO with cold season rainfall over central and southwest of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resource*, No. 3, pp. 1-13.
 - Nazemosadat, M. H., A. Shiravani, 2004, Effect of Caspian Sea SST fluctuation on winter and spring precipitation over northern and southwest of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resource*, No. 4, pp. 1-15.
 - Nazemosadat, M. H., A. Shiravani, 2004, Evaluation the ability of SOI, Nino's SST to predict winter precipitation in the Caspian Sea coast by CCA. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resourc*, No. 1, pp. 11-26.
 - Nazemosadat, M. H., A. Shiravani, 2006, Prediction of winter precipitation in southern Iran using SST of Persian Gulf. *Journal of Agriculture*, No. 29, pp. 65-77.
 - Pritchard, M. S., R. C. J. Somerville, 2009, Empirical orthogonal function analysis of the diurnal cycle of precipitation in a multi-scale climate model. *Geophysical Research Letter*.36:Lo5812; 1-5. Doi: 10.1029/2008GL036964.
 - Raziei T., A. Mofidi, J.A. Satos, I. Bordi, 2011, Spatial pattern and regimes of daily precipitation in Iran relation to large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*, 32, 1126-1237. doi:10.1002/joc.2347.
 - Rayner NA et al., 2003, Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research*, 108, doi: 10.1029/2002JD002670

24. Tschuck P., F. Chaurin, B. Dong and K. Arpe, 2004, Impact of Sea Surface temperature anomalies in the equatorial Indian Ocean and western Pacific on the Asian summer monsoon in three general circulation models. *International Journal of Climatology*, No. 24, pp. 181-191.
25. Tsing Chang, C., 1985, Global water vapor flux and maintenance during FGGE. *Monthly Weather Review*, No. 113, pp. 1801-1819.
22. Rocha A., I. Simmonds 1997, International variability of south- eastern African summer rainfall Part II modeling the impact of Sea surface temperature on rainfall and circulation. *International Journal of Climatology*, No. 17, pp. 267-290.
23. Rodriguez_Duebla, C., A. H. Encinas, S. Nieto, and J. Garamendia, 1998, Spatial and temporal pattern of annual precipitation variability over the Iberian Peninsula. *International Journal of climatology*, No. 18, pp. 299-316.