

بررسی اثر انسو (ENSO) بر توزیع فشار سطحی بر روی خاورمیانه

در دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱

داود پرهیزکار^{۱*}، فرهنگ احمدی گیوی^۲

۱- دکتری هواشناسی، سازمان هواشناسی کشور

۲- دکتری هواشناسی، عضو هیات علمی موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۰/۰۶/۱۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۴/۱۴

چکیده

در این پژوهش اثر انسو بر توزیع فشار سطحی بر روی ایران و خاورمیانه بررسی شده است. دوره سی ساله از ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ میلادی به عنوان پایه مطالعه انتخاب و داده‌های فشار سطحی و شاخص نینوی اقیانوسی از پایگاه‌های اینترنتی نوآی آمریکا گرفته شد. بخش ایستای فشار سطحی که مستقل از نوسانات جوی است، از بخش گذرا جدا شده و بخش گذرا مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که بخش گذرا از انسو تبعیت نکرده و لذا در سال‌های هم فاز انسو، توریع‌های متفاوتی از بی‌هنجاری‌ها به چشم می‌خورد. اما با جداسازی اثر انسو از اثر سایر نوسان‌های جوی، مشاهده می‌گردد که فاز گرم انسو باعث توسعه پر فشار بر روی اروپای شرقی و دریای سیاه در فصول سرد سال می‌شود که پی آمد آن عبور چرخندهای عرض‌های میانی و مدیترانه از روی ایران و شکل دهی بارش‌های زمستانی در منطقه خواهد بود. این وضعیت برای لائینا، تنها در فصل پاییز آن هم با شدت کمتر دیده می‌شود. نتایج هم چنین نشانگر آن هستند که در شرایط النینو، میانگین مداری بی‌هنجاری‌های فشار در تمامی عرض‌های جغرافیایی منطقه خاورمیانه، نسبت به لائینا دارای مقادیر مثبت بزرگتر است. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهند که لائینا سبب می‌گردد که کم فشار گرمایی ایران در تابستان در عرض‌های بالاتری نسبت به شرایط النینو قرار گرفته و امکان عبور امواج شرقی از روی جنوب شرق و جنوب ایران را فراهم نماید که پی آمد آن رخداد بارش‌های تابستانی در منطقه یاد شده در شرایط لائینا است.

واژگان کلیدی: انسو، فشار سطح دریا، اثر خالص، خاورمیانه، ارتباط از دور.

مقدمه

گردش کلی جو یکی از عوامل مهم شکل‌گیری اقلیم‌های متفاوت بر روی کره زمین است. جنگل‌های انبوه مناطق حاره‌ای، کویرهای وسیع مناطق جنب حاره‌ای، سرزمین‌های سرسبز عرض‌های میانی و آب‌ها و خشکی‌های یخ‌زده عظیم مناطق قطبی، همگی به طور مستقیم متأثر از گردش کلی جو هستند. گردش‌های جوی و اقیانوسی دو ساز و کار اصلی انتقال گرمای انباشته شده عرض‌های حاره‌ای به سمت قطب می‌باشند. گردش کلی جو شامل سه سلول عمده استوایی (هادلی)، میانی (فرل) و قطبی است. دو سلول استوایی و قطبی ماهیت گرمایی داشته و گردش‌های گرمایی مستقیم نامیده می‌شوند که در آنها تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی صورت می‌گیرد (جیمز، ۱۹۹۴). از سوی دیگر، در سلول فرل که یک سلول دینامیکی بوده و گردش گرمایی غیرمستقیم نامیده می‌شود، انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود؛ به بیان دیگر انرژی این سلول از دو سلول دیگر به دست می‌آید. برای مثال، این سلول را می‌توان مانند چرخ‌دنده‌ای در نظر گرفت که بین دو چرخ‌دنده دیگر که متحرک هستند، قرار گرفته و با حرکت آنها می‌چرخد.

شاخه نزولی سلول استوایی سبب شکل‌گیری مراکز واپرخندی جنب حاره‌ای در سطح زمین و در عرض‌های حوالی ۳۰ درجه می‌گردد. این مراکز به صورت یک کمربند، پیرامون کره زمین دیده می‌شوند. از جمله این مراکز، مرکز واپرخندی جنب حاره‌ای خاورمیانه است. این واپرخند در طی حرکت انتقالی زمین، دچار نوساناتی در موقعیت مکانی در راستای شمال-جنوب می‌شود که پی‌آمد آن چیرگی گرده‌های مختلف آب و هوایی در فصول مختلف سال بر منطقه است. در اواخر بهار، واپرخند یاد شده شروع به حرکت به سمت عرض‌های بالا نموده و در تابستان تقریباً تمام ایران و خاورمیانه را تحت پوشش خود قرار می‌دهد. با استقرار این واپرخند، امکان نفوذ امواج عرض‌های میانی به منطقه از بین رفته و آسمان صاف همراه با هوایی گرم و خشک، بخش بزرگی از کشور و خاورمیانه را در بر می‌گیرد. با پایان یافتن تابستان، واپرخند جنب حاره‌ای رو به تضعیف گذاشته و کم‌کم به عرض‌های پایین باز

می‌گردد. با کاهش دامنه نفوذ این واپرخند، امواج عرض‌های میانی می‌توانند با عبور از روی ایران و خاورمیانه سبب وقوع بارش‌های زمستانی شوند که بخش اعظم بارش سالانه کشور را تشکیل می‌دهند.

بروز هرگونه ناهنجاری، به ویژه بلند مدت، در تغییرپذیری طبیعی مکان واپرخند جنب حاره‌ای می‌تواند باعث به‌وجود آمدن بی‌هنجاری در رژیم‌های فشاری، دمایی و بارشی منطقه شود. عواملی که می‌توانند در ایجاد این ناهنجاری مشارکت کنند، باید دارای مقیاس زمانی و مکانی در حد مقیاس زمانی و مکانی پدیده‌های اقلیمی باشند. یکی از این عوامل، پدیده النینو-نوسان جنوبی (انسو) است که در منطقه اقیانوس آرام حاره‌ای رخ می‌دهد. در سه دهه اخیر تحقیقات زیادی در رابطه با اثر انسو بر کمیت‌های هواشناختی در مناطق مختلف جهان صورت گرفته و نشان داده شده است که این تاثیر از طریق سازوکار دور پیوند امکان پذیر است. برای نمونه، تارتاگیون و همکاران در سال ۲۰۰۳ (Tartaglione et al, 2003)، نشان داده‌اند که النینو سبب تضعیف فعالیت هاریکن و بارش همراه آن در اقیانوس اطلس و دریای کارائیب شده و لائینا سبب تقویت آن می‌شود. نتیجه مطالعه اثرات انسو بر بیشینه مقدار بادهای جستی توسط انلو و همکاران در سال ۲۰۰۴ (Enloe et al, 2004) نشانگر آن است که در فاز سرد انسو در بخش وسیعی از ایالات متحده آمریکا شدت بادهای جستی افزایش یافته و به عکس، در فاز گرم ضعیف‌تر می‌شوند. پاور و همکاران در ۲۰۰۶ (Power et al, 2006)، به این نتیجه رسیده‌اند که ارتباط انسو با بارش و دمای استرالیا غیرخطی است و در لائیناهای قوی، استرالیا معمولاً شاهد ترسالی می‌باشد؛ اما در شرایط النینوی قوی الزاماً خشکسالی رخ نداده و میزان خشکسالی نیز ارتباط محکمی با شدت النینو ندارد. وانگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ (Wang et al, 2007)، نشان داده‌اند که در شرایط لائینا، یک پرفشار غیر عادی در مقیاس قاره‌ای بر بخش بزرگی از آمریکای شمالی چیره می‌شود که پی‌آمد آن شکل‌دهی تابستانی خشک و داغ برای مرکز آمریکا است؛ در حالی که اثر النینو بر روی آمریکای شمالی ضعیف و بسیار متغیر است.

خطی اثر انسو با دیگر پدیده‌های بزرگ مقیاس جوی و اقیانوسی مانند نوسان اطلس شمالی، نوسان مادن-جولین و مانسون باشد.

هدف اصلی پژوهش حاضر، مطالعه اثر انسو بر توزیع فشار سطحی بر روی خاورمیانه و ایران است. در این راستا، بخش ایستا از بخش گذرای فشار سطحی جدا شده و بخش گذرا در سه سال از قوی‌ترین سال‌های النینو و سه سال از قوی‌ترین سال‌های لانینا در دوره سی ساله، مورد مطالعه قرار گرفته است. به علاوه، در ارتباط با اثر خالص انسو بر بخش گذرای فشار سطحی نیز سعی شده است که با جداسازی اثر احتمالی انسو از اثر سایر نوسان‌های جوی، این بررسی صورت گیرد.

داده‌ها و روش کار

در این پژوهش، دوره سی ساله ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ میلادی به عنوان پایه مطالعات انتخاب گردیده و داده‌های فشار سطحی از بانک داده تحلیل مجدد پایگاه اینترنتی نوآی آمریکا تهیه شده است. سه نمونه از سال‌های فعالیت انسو در فازهای گرم (سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۲ و ۱۹۹۷)، سه نمونه سرد (۱۹۷۳، ۱۹۷۵ و ۱۹۸۸) و سه نمونه خشی (۱۹۷۹، ۱۹۸۰ و ۱۹۸۱) در دوره سی ساله انتخاب شدند. فازهای گرم و سرد انسو بر اساس عبور شاخص نینوی اقیانوسی (Oceanic Nino Index) از مقدار آستانه ± 0.5 درجه سلسیوس تعریف می‌شوند. مقدار این شاخص با تفریق مقدار میانگین دوره سی ساله دمای سطح دریا (Sea Surface Temperature) در منطقه نینو $3/4$ ، از میانگین رونده سه ماهه آن به دست می‌آید. نمونه‌های انتخاب شده فاز گرم و سرد، دارای بالاترین بی‌هنجاری (بیش از $1/5$ درجه سلسیوس) هستند. به عبارت دیگر قوی‌ترین النینوها و لانیناهای موجود در دوره یاد شده انتخاب شده‌اند. فاز خشی به شرایطی گفته می‌شود که مقدار شاخص نینوی اقیانوسی بین -0.5 تا $+0.5$ درجه سلسیوس در نوسان باشد. مقدار میانگین سی ساله فصلی و سالانه فشار سطحی به روش زیر تعیین شده است:

$$\bar{P} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} P_i \quad (1)$$

پژوهش‌های داخلی انجام شده در رابطه با اثر دورپیوند انسو، عمدتاً بر بارش ایران متمرکز بوده و مطالعه بسیار کمی در باره دیگر کمیت‌های هواشناختی انجام شده است. برای نمونه می‌توان به: غیور و خسروی، ۱۳۸۰؛ قوی دل رحیمی، ۱۳۸۴؛ ناظم‌السادات، ۱۳۸۵؛ ناظم‌السادات و همکاران، ۱۳۸۶؛ اشاره کرد. غیور و عساکره (۱۳۸۱) در مطالعه ارتباط انسو با تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک به این نتیجه رسیده‌اند که انسو به شدت بر دمای جاسک موثر بوده و در مجموع تا 40% از تغییرات مولفه‌های نوسانی دمای در دوره ۱۰۴ ساله را توجیه می‌کند. معتمدی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی ارتباط از دور اثر انسو بر نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان نتیجه گرفته‌اند که با افزایش مقادیر شاخص نوسان جنوبی، مقادیر بارندگی و دما در سطح استان خراسان در فصول و سال‌های مختلف کاهش می‌یابد. نکته بسیار مهمی که در این نوع مطالعات و در نتایج حاصل از آنها باید در نظر داشت و در بالا به آن اشاره شد، همخوانی مقیاس زمانی و مکانی کمیت‌های اقلیمی مورد بررسی و تغییرات آنها با مقیاس‌های زمانی و مکانی پدیده انسو است. از نظر فیزیکی و دینامیکی نمی‌توان اثر تغییرات در مقیاس سیاره‌ای انسو (فازهای سرد و گرم) را بر تغییرات برخی کمیت‌های اقلیمی (مانند بارش و دما) در مقیاس بسیار کوچک محلی که به شدت متأثر از عوامل محلی می‌باشد، در نظر گرفت.

نگارندگان این مقاله در پژوهش‌های دیگر (احمدی گیوی و پرهیزکار، ۱۳۸۷؛ احمدی گیوی و همکاران، ۱۳۸۸) در خصوص ارتباط انسو با توزیع بی‌هنجاری‌های بارش فصلی و سالانه ایران در یک دوره سی ساله، نشان داده‌اند که در هیچ یک از فازهای انسو (النینو و لانینا)، توزیع بارش فصلی و سالانه از الگو و روندی خاص تبعیت نمی‌کند. مقایسه بی‌هنجاری‌های بارش فصلی و سالانه کل کشور و شاخص نینوی اقیانوسی نیز حاکی از آن است که هم علامت و هم شدت بی‌هنجاری‌های بارش در هر یک از فازها متفاوت بوده و در سال‌های النینو (یا لانینای) بررسی شده، هم بی‌هنجاری مثبت و هم بی‌هنجاری منفی بارش وجود دارد. در نتیجه‌گیری این پژوهش‌ها ذکر شده است که علت احتمالی می‌تواند مربوط به برهم‌کنش پیچیده و غیر

$$\hat{P}_{NetLa-Nina} = \tilde{P}_{La-Nina} - \tilde{P}_{Neutral}$$

که در آن $\hat{P}_{NetLa-Nina}$ و $\hat{P}_{NetEl-Nino}$ به ترتیب بی‌هنجاری‌های (تقریباً) خالص ناشی از النینو و لانینا هستند. مزیت دیگر میانگین‌گیری از بخش گذرای سال‌های انسو آن است که نقش انسو در ایجاد این بی‌هنجاری‌ها حفظ شده و نقش سایر نوسان‌ها تعدیل می‌شود؛ چرا که النینو و لانیناهای انتخاب شده از قوی‌ترین‌ها بوده و میانگین‌گیری تأثیری در شدت آن‌ها ندارد.

در ادامه مطالعه، از بی‌هنجاری‌های خالص فشار سطحی ناشی از انسو در محدوده خاورمیانه (از ۳۰ تا ۷۰ درجه شرقی) در راستای مداری میانگین‌گیری شده و تغییرات آن در راستای نصف‌النهاری مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پایانی این پژوهش، میزان همبستگی بین داده‌های فشار سطحی منطقه مورد مطالعه با دمای سطح دریای منطقه نینوی ۳/۴ اقیانوس آرام حاره‌ای به روش گشتاور حاصل‌ضرب پیرسن محاسبه و نقشه پهنه‌بندی آن تهیه و با تمرکز بر منطقه خاورمیانه تحلیل شده است.

بحث

بی‌هنجاری بخش گذرای فشار سطحی

در بخش گذرای فشار سطح دریای سالانه برای سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۲ و ۱۹۹۷، وجود بی‌هنجاری منفی در بخش شرقی اقیانوس آرام حاره‌ای مبین حضور شرایط النینو است که هر سال نسبت به سال دیگر متفاوت است. بر روی اقیانوس آرام شمالی در سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۸۲ بی‌هنجاری مثبت مشاهده می‌شود که با سال ۱۹۹۷ کاملاً متضاد است. بر روی خاورمیانه نیز توزیع بی‌هنجاری‌های فشار، هم سالانه و هم فصلی، در سال‌های فوق متفاوت است (برای پرهیز از طولانی شدن مقاله، شکل‌ها نشان داده نشده‌اند). در سال ۱۹۷۲، یک بی‌هنجاری منفی در منطقه خاورمیانه و در دو سال دیگر بی‌هنجاری مثبت دیده می‌شود. در فصل زمستان سال‌های النینو، بی‌هنجاری فشار سطحی در تمام نقاط خاورمیانه در سال ۱۹۷۲ مثبت بوده، حال آن که در دو سال دیگر تنها بخش غربی آن چنین وضعیتی داشته است. در بهار ۱۹۹۷، شمال خاورمیانه شاهد بی‌هنجاری

که در آن P_i فشار فصلی یا سالانه سال i -ام و \bar{P} میانگین فشار فصلی یا سالانه نقطه شبکه‌ای مورد نظر است. پیش‌بینی فشار فصلی یا سالانه از مقدار میانگین آنها (P') نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P' = P - \bar{P} \quad (۲)$$

که در آن $\bar{P} = 0$ است. به بیان دیگر در رابطه فوق \bar{P} بخش ایستا و P' بخش گذرای فشار سطحی را تشکیل می‌دهند. بخش ایستا مستقل از زمان بوده و می‌توان گفت که پدیده انسو در آن نقشی ندارد. از سوی دیگر، بخش گذرا که تابع زمان است، تنها متأثر از انسو نبوده و سایر نوسان‌های جوی که در آن بازه زمانی حضور داشته‌اند نیز می‌توانند اثری اساسی و متفاوت داشته باشند.

در گام بعدی سعی شده است با انتخاب روشی، تا حد امکان اثرات ناشی از انسو را از بقیه نوسان‌ها جدا کرد. با شناختی که از مقیاس‌های زمانی و مکانی دیگر نوسان‌های موثر بر منطقه خاورمیانه وجود دارد که همه آنها یا دارای مقیاس‌های ماهانه (مانند نوسان اطلس شمالی)، یا میان فصلی (مانند نوسان مادن-جولین) یا میان سالانه (مانند پرفشار سیبری) هستند، می‌توان فرض کرد که در نه سال انتخاب شده تمامی نوسان‌ها حضور داشته و اثرات ناشی از آن‌ها در بخش گذرای فشار سطحی دخالت دارد. اما در سه سال از این نه سال، انسو در فاز خنثی بوده و نقشی در بی‌هنجاری فشار سطحی منطقه خاورمیانه نداشته است. بنابراین، از مقایسه بی‌هنجاری سال‌هایی که انسو فعال بوده با بی‌هنجاری سال‌هایی که انسو در فاز خنثی بوده است، می‌توان تا حدود زیادی اثر انسو را از اثرات سایر نوسان‌ها جدا کرد. برای این منظور، ابتدا میانگین بی‌هنجاری‌های بخش گذرای سال‌های النینو، لانینا و خنثی به طور جداگانه از رابطه زیر به دست آمده‌اند:

$$\tilde{P} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 P'_k \quad (۳)$$

سپس بی‌هنجاری (تقریباً) خالص فشار سطحی ناشی از اثر فازهای گرم و سرد انسو به روش زیر محاسبه شده است:

$$\hat{P}_{NetEl-Nino} = \tilde{P}_{El-Nino} - \tilde{P}_{Neutral} \quad (۴)$$

دیگر نوسان‌ها و برهمکنش غیر خطی و پیچیده بین آنها و انسو باشد. در بخش بعد سعی شده است که اثر تقریباً خالص فازهای انسو بر بی‌هنجاری فشار سطحی در منطقه خاورمیانه مورد بررسی قرار گیرد.

بی‌هنجاری فشار سطحی خالص ناشی از انسو

بی‌هنجاری‌های فشار سالانه و فصلی تنها ناشی از اثر الینو و لائینا برای منطقه خاورمیانه در شکل (۱) نشان داده شده است. با توجه به شکل، در تمامی نقشه‌ها اثر انسو (فازهای گرم و سرد) در عرض‌های پایین بسیار اندک است. در نقشه‌های سالانه (شکل‌های ۱-الف و ۱-ب)، مشاهده می‌شود که در عرض‌های بالا و در فاز گرم انسو، افزایش فشار گسترده نسبت به فاز خنثی وجود دارد. حال آن که در لائینا افزایش فشار محدودتر و کم‌تر بوده و در بعضی مناطق حتی کاهش فشار نسبت به فاز خنثی دیده می‌شود. زمستان الینو نیز با یک افزایش فشار قابل توجه در بخش شمال غرب منطقه خاورمیانه همراه بوده، اما در زمستان لائینا این وضعیت دیده نمی‌شود (شکل‌های ۱-ج و ۱-د). شمال شرق منطقه در هر دو فاز، شاهد افت فشار نسبت به فاز خنثی است؛ هرچند این افت فشار در فاز گرم شدیدتر از فاز سرد است. در این فصل، کم فشار گرمایی سودان در فاز سرد قوی‌تر از فاز گرم دیده می‌شود. در فصل بهار (شکل‌های ۱-ه و ۱-و)، بخش جنوب شرق ایران، شرق شبه جزیره عربستان و دریای عمان از یک افزایش فشار در فاز گرم برخوردار بوده و سایر نقاط در هر دو فاز گرم و سرد کاهش فشار نشان می‌دهند. در فصل تابستان لائینا، تمامی منطقه خاورمیانه با افت فشار و در تابستان الینو، شمال شرق منطقه و شمال عربستان با افزایش فشار و دریای سیاه و ایران با افت فشار همراه هستند (شکل‌های ۱-ز و ۱-ح). افت فشار شدید در فاز گرم بر روی ایران بیانگر آن است که کم فشار گرمایی ایران، در شرایط الینو قوی‌تر از لائینا است. بی‌هنجاری‌های فصل پاییز هر دو فاز بسیار شبیه هم هستند (شکل‌های ۱-ط و ۱-ی)؛ با این تفاوت که در فاز گرم افزایش فشار کشیده شده تا دریای خزر و ترکمنستان، شدیدتر از فاز سرد است.

منفی و جنوب آن شاهد بی‌هنجاری مثبت بوده و در دو سال دیگر، شکلی متفاوت وجود دارد. بی‌هنجاری مثبت فشار در تابستان ۱۹۸۲ در منطقه خاورمیانه فراگیر بوده است، در صورتی که در دو تابستان دیگر بی‌هنجاری منفی بر روی ایران وجود داشته است. در فصل پاییز از سال‌های الینو، هم چنان بر روی خاورمیانه توزیع هم‌آهنگی از فشار وجود ندارد. در پاییز سال ۱۹۹۷، بخش شمالی و غربی خاورمیانه شاهد بی‌هنجاری منفی است، ولی در دو سال دیگر وضعیت متفاوت است.

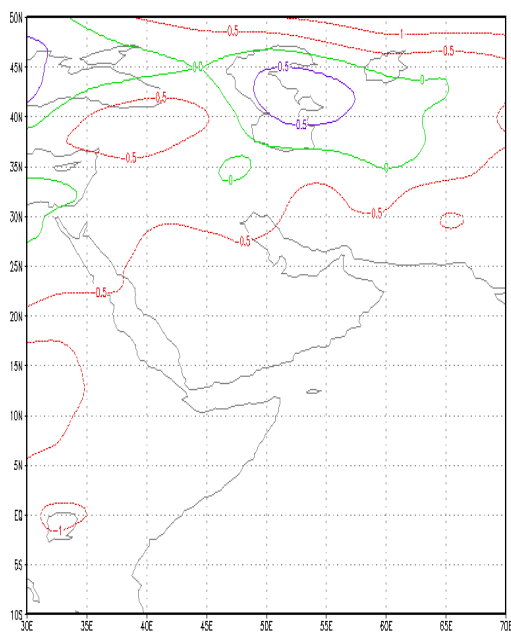
بخش گذرای فشار سطح دریای سالانه برای سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۷۵ و ۱۹۸۸، حضور بی‌هنجاری مثبت فشار در بخش شرقی اقیانوس آرام حاره‌ای را نشان می‌دهد که بیانگر استقرار شرایط لائینا است. با آن که بخش وسیعی از اقیانوس آرام شمالی شاهد بی‌هنجاری مثبت فشار در هر سه سال بوده است، اما توزیع آن‌ها متفاوت است. بر روی خاورمیانه نیز الگوهای متفاوتی از توزیع بی‌هنجاری فشار، هم سالانه و هم فصلی، در هر یک از این سال‌ها دیده می‌شود (شکل‌ها نشان داده نشده‌اند). در زمستان سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۵، بر خلاف زمستان ۱۹۸۸، منطقه شرق آرام حاره‌ای از یک بی‌هنجاری منفی فشار برخوردار بوده است. بر روی خاورمیانه، در زمستان سال ۱۹۸۸ بی‌هنجاری فشار تقریباً در تمامی نقاط مثبت می‌باشد که متفاوت با دو سال دیگر است. در فصل بهار، بی‌هنجاری فشار سطحی در خاورمیانه نشانگر توزیع‌های متفاوت و در برخی مناطق حتی متضاد است. در تابستان سال‌های لائینا، با آن که در بخش جنوبی منطقه خاورمیانه تقریباً هم‌آهنگی در توزیع فشار دیده می‌شود، اما در بخش شمالی آن، توزیع فشار در تابستان ۱۹۷۳ متفاوت با دو سال دیگر است. در فصل پاییز سال‌های لائینا نیز بخش شمالی منطقه خاورمیانه در پاییز ۱۹۷۵ دارای توزیع متفاوتی نسبت به دو سال دیگر است.

با توجه به مطالب فوق مشاهده می‌شود که در سال‌های هم فاز انسو، هیچ روند و آهنگ مشخصی در توزیع بخش گذرای بی‌هنجاری فشار سطحی در منطقه خاورمیانه وجود ندارد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که انسو دارای اثر غالب و تعیین کننده بر توزیع میانگین سالانه و فصلی فشار در خاورمیانه نیست. این موضوع می‌تواند به علت اثرات

پژوهش‌گران ایرانی که در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند که النینو با ترسالی و لانینا با خشک سالی برای ایران همراه است هم خوانی دارد اما نباید فراموش کرد که همان گونه که در بالا نیز اشاره شد اثر انسو در حضور سایر نوسانات غالب نبوده و احتمالاً در طی یک برهم‌کنش غیر خطی پیچیده تضیف شده و حتی از بین می‌رود). همچنین می‌توان گفت که در فصول گرم، در قیاس با النینو، لانینا باعث می‌شود که کم فشار گرمایی ایران به عرض‌های بالاتر منتقل شده و در نتیجه این جا به جایی، شرایط برای عبور امواج شرقی از روی جنوب شرق و جنوب ایران فراهم گردد. در نتیجه، احتمال رخداد بارش‌های تابستانی در منطقه جنوب شرق و جنوب ایران در شرایط لانینا بسیار بیش‌تر از شرایط النینو است.

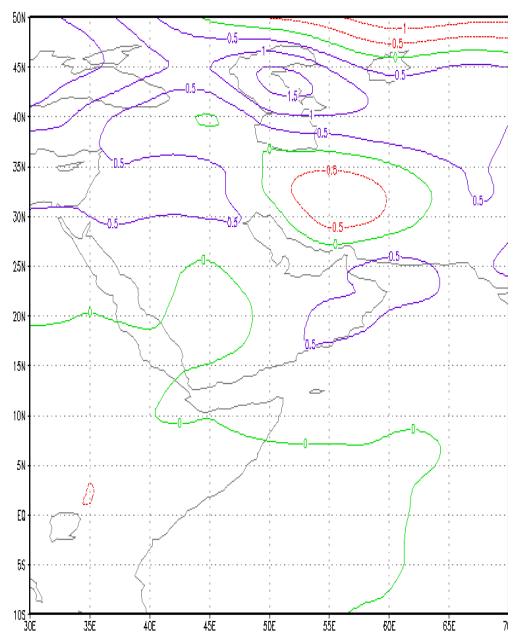
از مطالب فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که در فصول سرد فاز گرم انسو، شرایط برای شکل‌گیری و تقویت مرکز پرفشار بر روی اروپای شرقی فراهم‌تر از فاز سرد است. این بدان معنی است که در شرایط النینو، با شکل‌گیری مرکز پرفشار بر روی اروپای شرقی، چرخندهای عرض‌های میانی و مدیترانه در حرکت شرق‌سوی خود به عرض‌های پایین‌تر منتقل شده و از روی ایران می‌گذرند. گذر این چرخندها از روی ایران، همراه با بارش‌های پاییزی و زمستانی خواهد بود. این شرایط در فاز سرد انسو دیده نمی‌شود. به بیان دیگر، اثر جزئی انسو بر توزیع فشار سطحی خاورمیانه به گونه‌ای است که در هنگام النینو، شرایط برای افزایش بارش در فصول سرد بر روی ایران، نسبت به لانینا بهتر می‌باشد (این نتیجه با نتایج دیگر

Pressure Anomaly because of Lanina-Annual



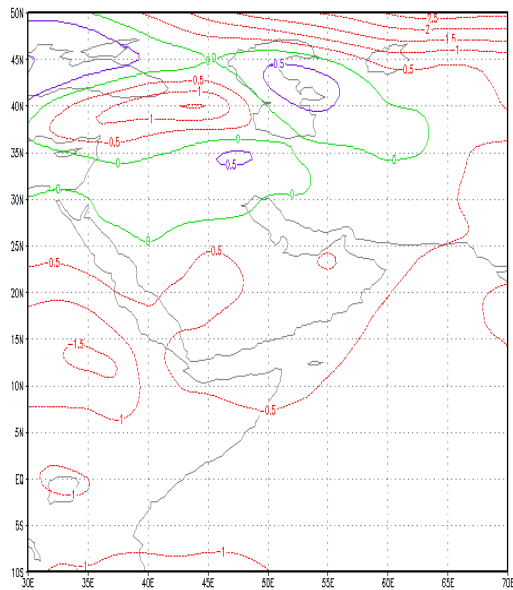
(ب)

Pressure Anomaly because of Elnino-Annual



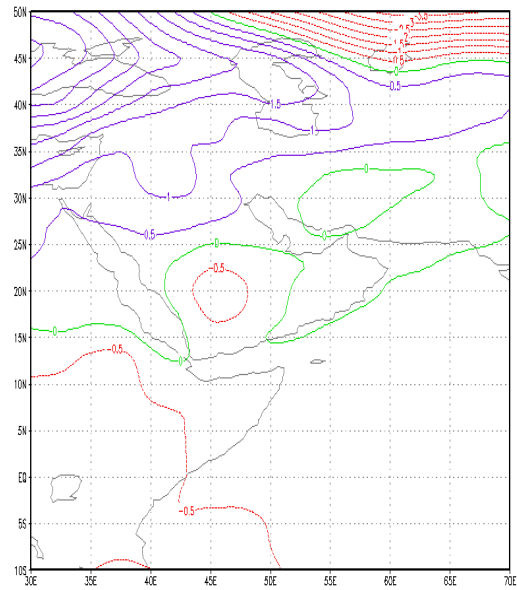
(الف)

Pressure Anomaly because of Lanina-Winter



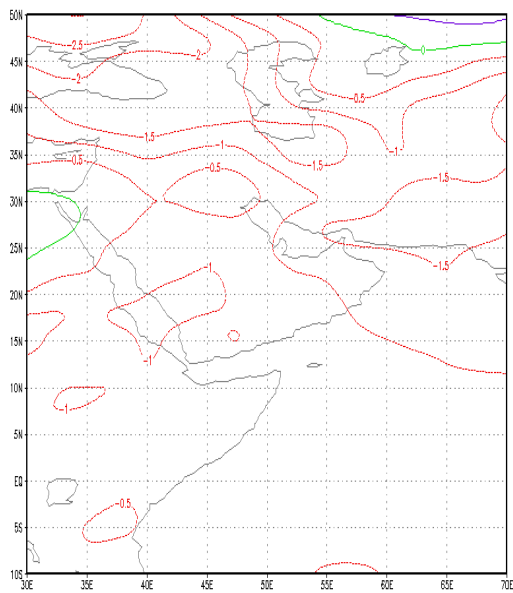
(د)

Pressure Anomaly because of Elnino-Winter



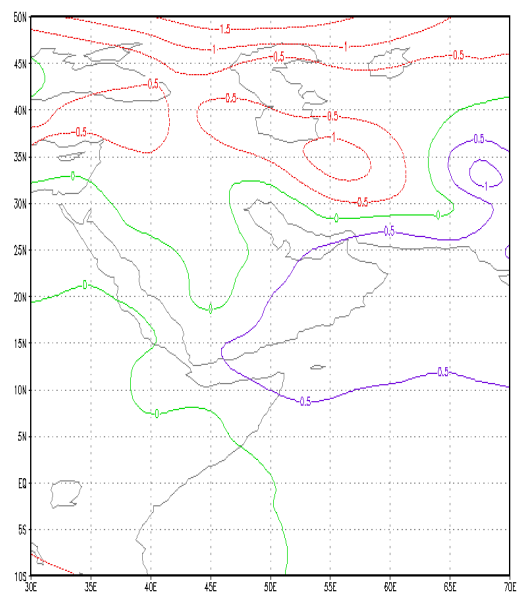
(ج)

Pressure Anomaly because of Lanina-Spring



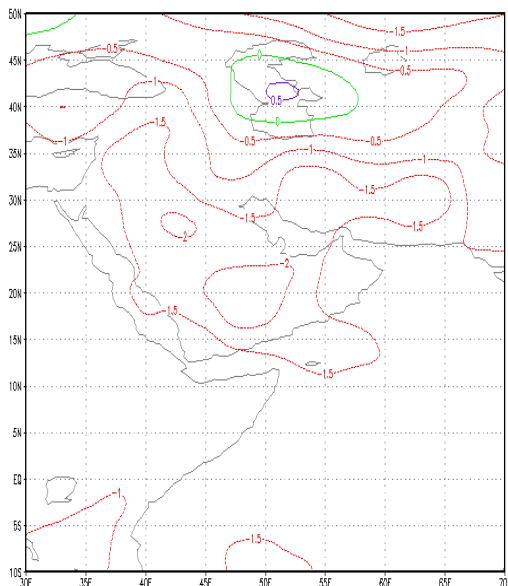
(و)

Pressure Anomaly because of Elnino-Spring



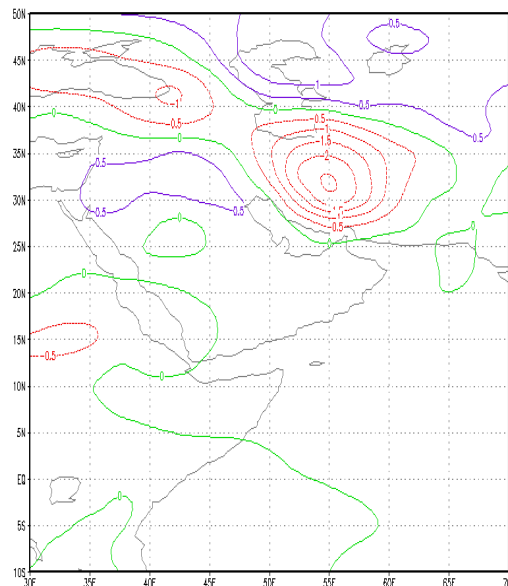
(ه)

Pressure Anomaly because of Lanina-Summer



(ح)

Pressure Anomaly because of Elnino-Summer



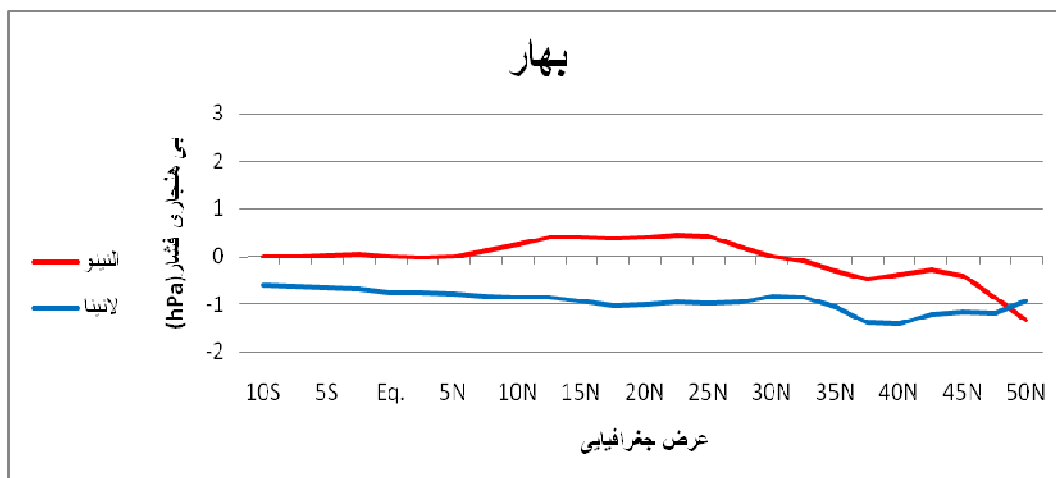
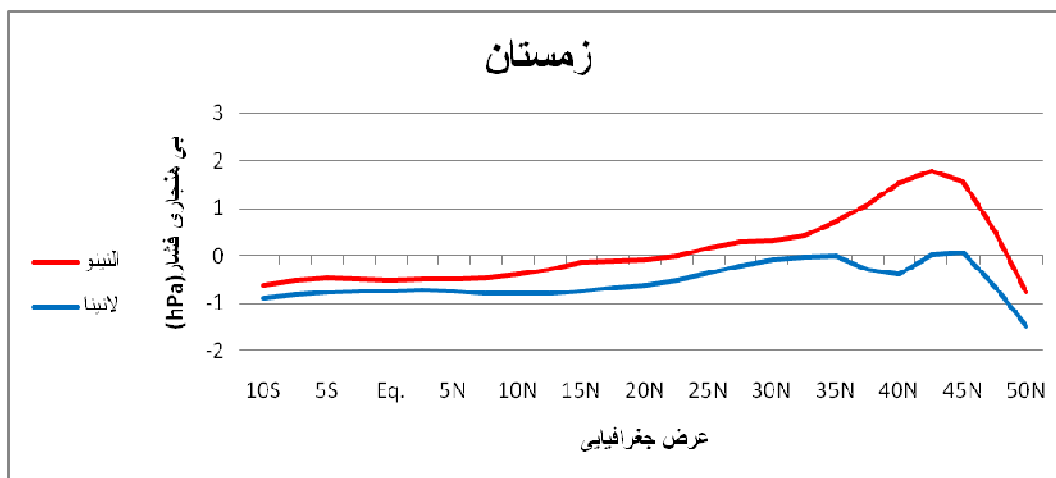
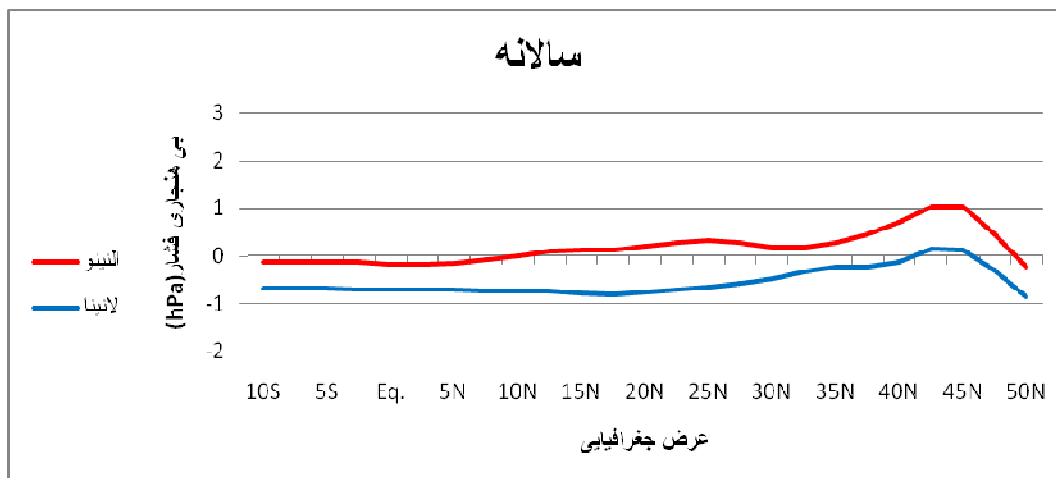
(ز)

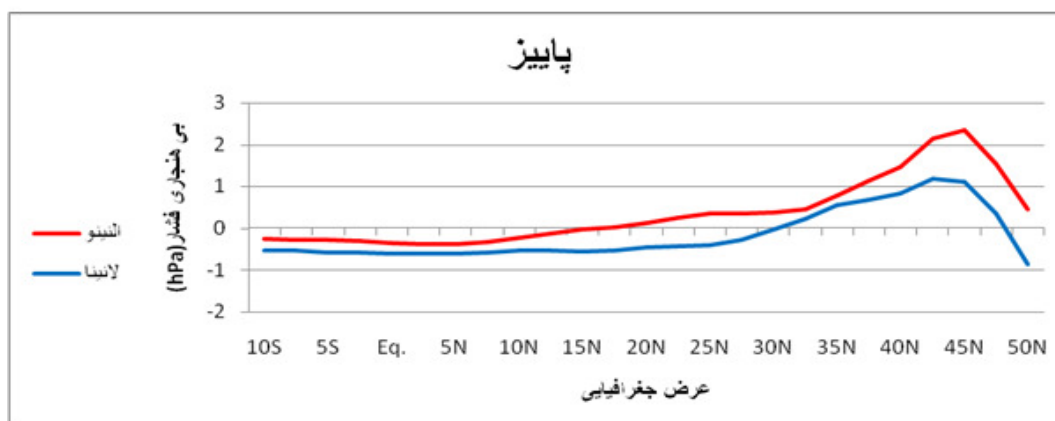
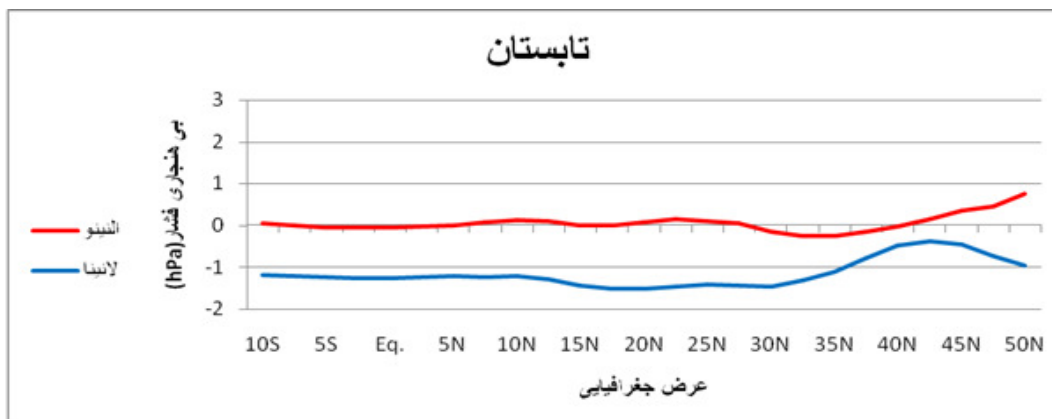
شکل شماره ۱- بی‌هنجاری‌های خالص فشار سطحی دریا ناشی از انسو بر روی خاورمیانه: (الف) سالانه النینو، (ب) سالانه لانینا، (ج) زمستان النینو، (د) زمستان لانینا، (ه) بهار النینو، (و) بهار لانینا، (ز) تابستان النینو، (ح) تابستان لانینا، (ط) پاییز النینو و (ی) پاییز لانینا. رنگ آبی بی‌هنجاری مثبت و رنگ قرمز بی‌هنجاری منفی است. خطوط هم‌مقدار با پیمانه ۰/۵ هکتو پاسکال رسم شده‌اند.

حاره‌ای واقع در محدوده مورد نظر، روند تقریباً مشابهی در تغییرات منحنی‌های مربوط به النینو و لانینا در همه موارد، به ویژه فصول پاییز و زمستان و هم‌چنین سالانه دیده می‌شود؛ به طوری که می‌توان با یک انتقال خطی ساده از یکی به دیگری رسید. نکته بعدی آن که در فصل بهار، بی‌هنجاری منفی قابل ملاحظه‌ای در شمال خاورمیانه در فاز گرم رخ داده است. این موضوع می‌تواند ناشی از میرایی پرفشار یاد شده بر روی اروپای شرقی باشد. و بالاخره این که در تابستان، بی‌هنجاری‌های لانینا در تمامی عرض‌ها منفی است حال آن که برای النینو بی‌هنجاری مثبت در عرض‌های بالاتر از ۴۰ درجه شمالی دیده می‌شود. این به آن معنی است که کم‌فشار گرمایی ایران در تابستان النینو در عرض‌های پایین‌تری نسبت به تابستان لانینا قرار می‌گیرد.

توزیع نصف‌النهاری میانگین مداری بی‌هنجاری فشار سطحی ناشی از اثر انسو

شکل (۲) توزیع نصف‌النهاری میانگین مداری بی‌هنجاری‌های سالانه و فصلی خالص فشار سطحی دریا ناشی از فازهای گرم و سرد انسو را نشان می‌دهد. چند نکته حائز اهمیت در نمودارهای ارائه شده در این شکل به چشم می‌خورد. اول آن که منحنی تغییرات مربوط به النینو در تمامی فصول و کل سال، بالاتر از منحنی لانینا قرار دارد. به عبارت دیگر، بی‌هنجاری‌های فشار در فاز گرم انسو همواره مثبت‌تر از فاز سرد است. نکته دوم مربوط به شیب تغییرات در شمال خاورمیانه، به ویژه در زمستان و پاییز، است که در فاز گرم بیش‌تر از فاز سرد می‌باشد. این موضوع نیز تقویت پرفشار در عرض‌های بالا در شرایط النینو را تایید می‌کند. سومین نکته قابل توجه آن که در جنوب خاورمیانه و منطقه





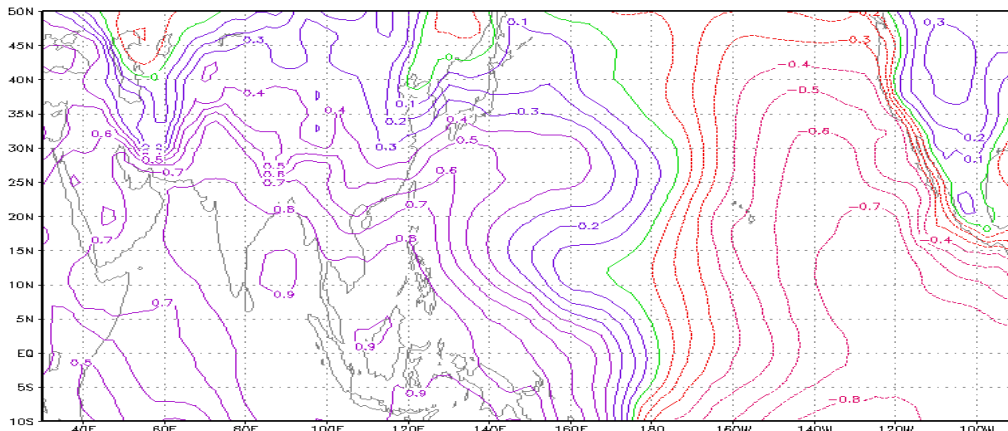
شکل شماره ۲- توزیع نصف‌النهاری میانگین مداری بی‌هتجاری سالانه و فصلی فشار سطح دریا ناشی از اثر انسو. رنگ قرمز تغییرات مربوط به النینو و رنگ آبی تغییرات مربوط به لانینا را نشان می‌دهد.

ضرب هم بستگی

اندونزی این مقدار بسیار نزدیک به یک است. در عرض‌های جنب حاره‌ای از میزان ضرب همبستگی کاسته می‌شود. در جنوب خاورمیانه ضرب همبستگی بالاتر از ۰/۸ است، اما با یک شیب تند به سوی شمال، سریعاً در جنوب ایران از مقدار آن کاسته شده و به حدود صفر در شمال ایران می‌رسد.

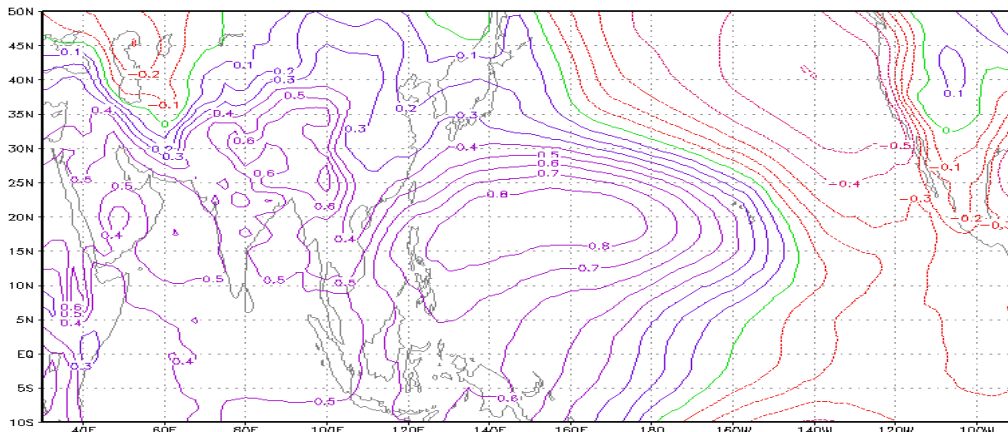
ضرب هم‌بستگی بین میانگین سالانه و فصلی فشار سطح دریا در منطقه مورد مطالعه و دمای سطح دریا در منطقه نینوی ۳/۴ در شکل (۳) ارائه شده است. در شکل مربوط به میانگین سالانه فشار (شکل ۳- الف)، منطقه حاره دارای بیش‌ترین هم‌بستگی است، به طوری که بر روی

Correlation Coefficient of Sea Level Pressure and Tropical Pacific SST—Annual



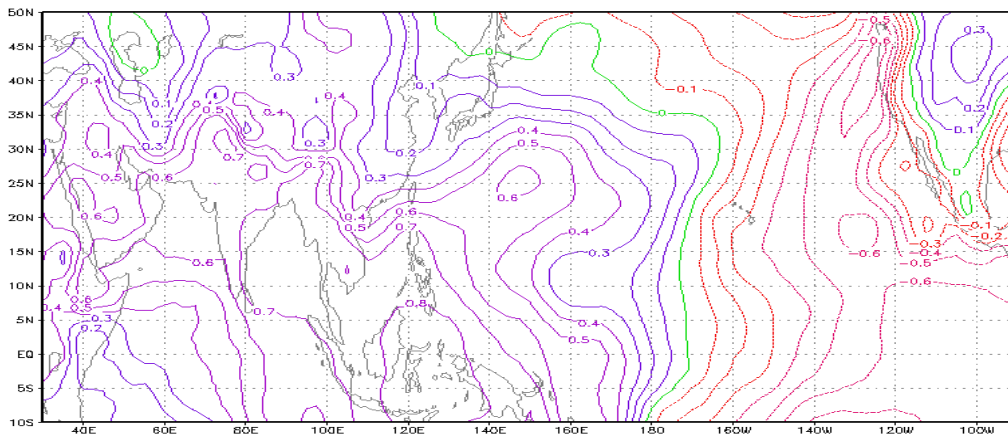
(الف)

Correlation Coefficient of Sea Level Pressure and Tropical Pacific SST—Winter

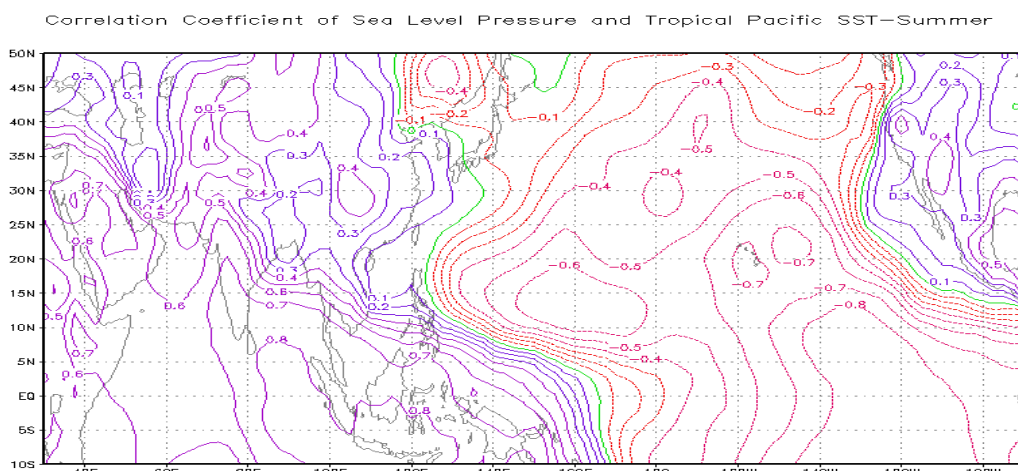


(ب)

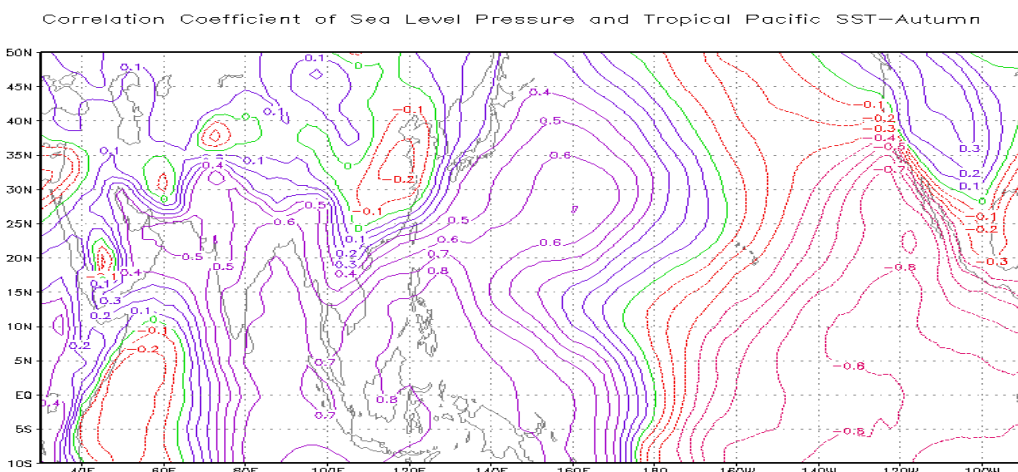
Correlation Coefficient of Sea Level Pressure and Tropical Pacific SST—Spring



(ج)



(د)



(ه)

شکل شماره ۳- توزیع ضریب هم‌بستگی بین میانگین سالانه و فصلی فشار سطح دریا در منطقه مورد مطالعه و دمای سطح دریا در منطقه نیوی ۳/۴: (الف) سالانه، (ب) زمستان، (ج) بهار، (د) تابستان و (ه) پاییز. رنگ آبی هم‌بستگی مثبت و رنگ قرمز هم‌بستگی منفی را نشان می‌دهد. خطوط هم‌مقدار با پیمانه ۰/۱ کشیده شده‌اند. خط سبز رنگ مربوط به ضریب هم‌بستگی صفر است.

زمستان نشان می‌دهد. در جنوب خاورمیانه هم‌بستگی بیش از ۰/۶ است که در این فصل نیز مانند دو مورد قبل با شیبی کاهشی در شمال آن به صفر می‌رسد. به طور کلی، در بخش بزرگی از خاورمیانه ضریب هم‌بستگی در این فصل کمتر از ۰/۵ است. در فصل تابستان نیز بیشترین مقادیر هم‌بستگی در منطقه حاره دیده می‌شود (شکل ۳-د). در بخش غربی خاورمیانه شاهد ضریب هم‌بستگی بیش از ۰/۷ بر روی

در فصل زمستان (شکل ۳-ب)، بیشترین هم‌بستگی در غرب اقیانوس آرام دیده می‌شود. منطقه آرام حاره‌ای در این فصل هم‌بستگی ضعیفی را نشان می‌دهد. در خاورمیانه نیز بخش بزرگی از منطقه دارای هم‌بستگی کمتر از ۰/۵ است، به گونه‌ای که در شمال آن به صفر می‌رسد. فشار سطح دریا در منطقه آرام حاره‌ای هم‌بستگی بیشتری را با دمای سطح دریا در فصل بهار (شکل ۳-ج)، نسبت به

منابع

1. Ahmadi Givi, F., D., Parhizkar, 2008, How ENSO Affects the Annual Precipitation Over Iran (1971-2000), Journal of Geophysics, Vol. 2, No. 2, pp. 25-37.
2. Ahmadi Givi, F., D., Parhizkar and S., Hajam, 2009, How ENSO Affects the Seasonal Precipitation Over Iran (1971-2000), Journal of Earth & Space Sciences, Vol. 35, No. 4, pp. 95-113.
3. Ghayour, H., M., Khosravi, 2001, Impacts of ENSO on Summertime and Autumnal Precipitation in South-West of Iran, Geographical Research Quarterly, No. 16, pp. 141-174.
4. Ghayour, H., H. Asakereh, 2002, A Study on Impacts of Tele-Connections on Iran Climate: How NAO and SO Affect Mean Monthly Temperature Anomalies in Jask, Geographical Research Quarterly, No. 17, pp. 93-113.
5. Ghavidel Rahimi, Y., 2005, Impacts of ENSO on Seasonal Climate Variability in Iran: The Impacts of El Nino and La Nina on Spring Precipitation Variability in East Azerbaijan Province, Modarres Magazine, No. 9, pp. 117-132.
6. Motamedi, M., K., Ehteramian and A. Shahabfar, 2007, A Study on ENSO Impacts on Precipitation and Temperature Anomalies

عربستان بوده، اما در بخش شرقی به ویژه بر روی ایران، مقدار هم‌بستگی بسیار پایین و در حد صفر است. منطقه آرام حاره‌ای در فصل پاییز (شکل ۳-ه) شاهد بیش‌ترین مقادیر هم‌بستگی می‌باشد؛ حال آن که در منطقه حاره اقیانوس هند، بر خلاف آرام حاره‌ای، ضریب هم‌بستگی بین فشار سطح دریا و دمای سطح دریای منطقه نینو ۳/۴ بسیار ضعیف است. در خاورمیانه نیز تنها دریای عمان دارای هم‌بستگی ۰/۵ بوده و در سایر نقاط، هم‌بستگی ضعیف و بسیار کمتر از آن است.

نتیجه‌گیری

با توجه به آن چه که ارائه شد می‌توان گفت که بی‌هنجاری‌های بخش گذرای فشار که ناشی از حضور همه نوسان‌های جوی از جمله انسو است، از فازهای گرم و سرد انسو تبعیت نمی‌کند. مقادیر کم ضریب هم‌بستگی نیز این موضوع را تایید می‌کند. به بیان دیگر در حضور سایر نوسان‌های جوی، انسو نقش تعیین کننده‌ای بر توزیع فشار سطحی ایران و خاورمیانه نداشته و احتمالاً اثر آن در طی یک برهم‌کنش غیر خطی پیچیده با سایر نوسان‌ها، تضعیف شده و یا از بین می‌رود. در نتیجه نمی‌توان تنها با توجه به فازهای انسو نسبت به توزیع فشار بر روی ایران و خاورمیانه اظهار نظر کرد. اما با توجه به اثر خالص انسو بر توزیع فشار سطحی در این منطقه، می‌توان گفت که الینو در فصل زمستان فشار سطحی را به گونه‌ای توزیع می‌کند که شرایط برای عبور چرخندهای عرض‌های میانی و مدیترانه‌ای از روی ایران فراهم گردد، که پی‌آمد آن بارش‌های خوب زمستانی برای ایران خواهد بود. حال آن که لاینیا در فصل تابستان فشار سطحی را به نوعی توزیع می‌کند که شرایط برای عبور امواج شرقی از روی جنوب شرق و جنوب ایران فراهم شده و بارش‌های تابستانی خوبی را به همراه بیاورد.

تشکر و قدردانی

این مقاله با حمایت سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است که باعث تشکر و قدردانی است.

- in Khorasan Province, Environmental Magazine, No. 4, pp. 75-90.
7. NazemSadat, M., 2006, Impacts of ENSO on Climate Change in Iran Using Precipitation Data Analysis, Science & Technology Magazine, No. 30, pp. 555-565.
 8. NazemSadat, M., J. Ansari Basir and M. Pishvaei, 2007, Evaluating the Meaningful Level in Forecasting Drought and Wet Periods in Autumn and Winter Based on Summertime ENSO Phases, Water Resource Magazine, No. 3, pp. 12-24.
 9. Enloe, J., J. J. O'Brien and S. R. Smith, 2004: ENSO Impacts on peak wind gusts in the United States. J. Climate, 17, 1728-1737.
 10. James, I. N., 1994: Introduction to Circulating Atmospheres. Cambridge University Press, New York, 422pp.
 11. Power, S., M. Haylock, R. Colman, and X. Wang, 2006: The predictability of interdecadal changes in ENSO activity and ENSO teleconnections. J. Climate, 19, 4755-4771.
 12. Tartaglione, C. A., S. R. Smith, and J. J. O'Brien, 2003: ENSO impact on Hurricane landfall probabilities for the Caribbean. J. Climate, 17, 2925-2931.
 13. Wang, Z., C. P. Chang and B. Wang, 2007: Impacts of El Niño and La Niña on the U.S. climate during Northern Summer. J. Climate, 20, 2165-2177.
 14. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml.
 15. <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.pressure.html>.