

بررسی مکانیسم گسترش و شدت کم فشار دریای سرخ

حسین عساکره^۱، هوشنگ قائمی^۲، *شیمارضایی^۳

^۱استاد دانشگاه زنجان، ^۲کارمند پژوهشکده هواشناسی

^۳کارشناس ارشد (اقلیم‌شناسی سینوپتیک)

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۹

چکیده

کم فشار دریای سرخ، یکی از عوامل سازنده اقلیم در شمال آفریقا است که در ابتدا حالت حرارتی داشته و در فصل زمستان حالت ترمودینامیکی پیدا می‌کند و با گسترش زبانه کم فشار تراز پایین در دوره سرد سال به سمت شرق دریای سرخ حرکت کرده، بر روی ایران نیز گسترش می‌یابد. از آنجایی که بررسی زمانی - مکانی کم فشار دریای سرخ در شناخت زمان فعالیت و بارش‌های این سامانه نقش بسزایی دارد، آشنایی با ویژگی‌های این کم فشار، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. با توجه به این شرایط که بارندگی، اصلیترین منبع تأمین آب است، تغییرات زمانی و مکانی بارش در منطقه، بسیار چشمگیر بوده و این موضوع موجب آثار سوء در فعالیت‌های اقتصادی و معیشتی به‌ویژه کشاورزی شده است. در این پژوهش سعی بر آن شده که با روش‌های مختلف، این تغییرات شناسایی و تحلیل شود. برای انجام این پژوهش از داده‌های بازکاوی شده NCEP/NCAR ارتفاع تراز هزار هکتوپاسکال با تفکیک شبکه‌ای ۲/۵ در ۲/۵ استفاده شده است. بررسی‌ها نشان داد کم فشار دریای سرخ در فصل سرد به سبب تأمین رطوبت کافی در منطقه شمال آفریقا، نقش عمده‌ای در بارش‌های جنوب غربی ایران دارد. همچنین بیشترین زمان گسترش آن در ماه‌های آبان و آذر شناسایی و کمترین فعالیت آن مربوط به ماه‌های گرم سال است. در ماه‌های آبان و آذر نیز اوج فعالیت این سامانه شناسایی شده است. همچنین شدت و گسترش کم فشار مورد مطالعه قرار گرفت که با توجه به یافته‌ها، طی سال‌های اخیر کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: کم فشار دریای سرخ، فراسنج‌های آماری، کم فشار، ناوه.

مقدمه و طرح مسأله

بررسی زمانی - مکانی کم فشار دریای سرخ در شناخت زمان فعالیت و بارش‌های این سامانه نقش بسزایی دارد. بنابراین آشنایی با ویژگی‌های این کم فشار، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. با توجه به این شرایط که بارندگی، اصلی‌ترین منبع تأمین آب است، تغییرات زمانی و مکانی بارش در منطقه بسیار چشمگیر بوده و این موضوع باعث اثرات سوء در فعالیت‌های اقتصادی و معیشتی به‌ویژه کشاورزی شده است. شرایط لازم برای تکوین و تقویت و توسعه این کم فشار، عبارتند از:

۱. پشته شرق عربستان: در مطالعه مکانیسم بارش

دریای سرخ در اغلب موارد، پشته‌های در سطوح میانی تروپوسفر در شرق عربستان و روی دریای عرب مشاهده می‌شود. این پشته با استقرار الگوی گردش و اچرخندی امکان انتقال گرما و رطوبت را از روی دریای عرب و منابع رطوبتی شرق عربستان به داخل سیستم سودانی فراهم می‌آورد (Elfandy, 1952).

۲. منطقه همگرایی دریای سرخ: جریان شرق - جنوبشرقی ناشی از استقرار گردش و اچرخندی

روی دریای عرب به داخل ریفت دریای سرخ و برخورد آن با جریان‌های شمال - شمالغربی موجب پیدایش یک منطقه همگرایی کمعمق در داخل ریفت دریای سرخ می‌شود (Flohn, 1965).

۹. استقرار یک مرکز واچرخند در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال روی شرق شبه‌جزیره عربستان و دریای عمان (همان).

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

هابت چمن و همکاران (۱۹۷۴)، در بررسی باران‌های بهاری در دریای سرخ به تجزیه و تحلیل سینوپتیکی در سطح ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۰۰، ۸۵۰ پرداخته‌اند. بیتان و همکاران (۱۹۹۲) در بررسی عوامل مؤثر بر شدت کم فشار دریای سرخ، بادهای شدید شرقی روی فلسطین را نشان دادند که در طول زمستان وجود پر فشار در شرق عربستان که تا تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال گسترش می‌یابد، سبب می‌شود که فرایند توسعه و حرکت رو به شرق ناوه فشاری تسریع گردد. کریچاک و همکاران در سال ۱۹۹۷، پس از مطالعه موقعیت متوسط جت در تراز ۲۵۰ میلی بار (به همراه هسته سرعت آن در فصل سرد) در یک دوره ۲۵ ساله (۱۹۶۵-۸۹) به این نتیجه رسیدند که در طی انتقالی بخش جنوبی مدیترانه شرقی و نیمه شمالی دریای سرخ همواره در تسلط هسته جت جنب حاره قرار دارد؛ در حالی که در زمستان چنین حالتی وجود ندارد و جت و هسته سرعت آن عمدتاً بر ساحل شمالی آفریقا و مدیترانه مرکزی جای می‌گیرند. سارونی و همکاران (۱۹۹۸)، به بررسی طوفان در شرق فلسطین پرداخته‌اند؛ بیشترین طوفان حاره‌ای در اطراف دریای مدیترانه-که سیستم کم فشار فعال است-رخ داده است. برای این پژوهش از یازده ایستگاه استفاده شده است. کیدرن (۱۹۹۹)، نقش طوفان‌های همرفتی رادر غرب بیابان نقب بررسی کرد.

فیلیپون و کمبرلین (۲۰۰۲) نیز بارش‌های بهاری دریای سرخ جنوبی و اریتره و اتیوپی شمالی را برای یک دوره آماری سیساله (۱۹۶۸-۱۹۹۷) بررسی کرد. عبدالحسینی (۱۳۵۸)، در پایان‌نامه خود پس از بررسی چندین کم فشار سودانی حرکت به سمت جنوب پرفشار جنب حاره و عمیق شدن ناوه در شرق مدیترانه و خاورمیانه، همچنین استقرار جت جنب حاره در ماه‌های زمستانی روی دریای سرخ را در گسترش، حرکت و تغییر جهت این کم فشارها لازم

۳. **منطقه همگرایی عمان:** در دوره سرد سال در نتیجه برخورد جریان‌های شرق-جنوب شرقی حاصل از گردش واچرخندی روی دریای عرب و دریای عمان با جریان‌های شمال-شمال غربی، منطقه همگرایی کمعمقی در حاشیه شرقی شبه‌جزیره عربستان ایجاد می‌شود که به منطقه **همگرایی عمان** موسوم گردیده است (Pedgley, 1970).

۴. **تقویت سلول هدلی و جت جنب حاره روی آفریقا و خاورمیانه:** جریان مرطوب شمال شرقی موجب افزایش رطوبت و تقویت همگرایی در شاخه بالا سوی گردش هدلی مستقر روی آفریقا حاره‌ای، به‌ویژه خلیج گینه می‌شود. چنین مکانیسمی از طریق آزاد شدن گرمای نهان بیشتر، علاوه بر افزایش سرعت واگرایی در زیر تروپوپازحاره‌ای، تقویت جت جنب حاره را روی شمال شرق آفریقا و خاورمیانه به دنبال دارد (Krichak et al., 1977).

۵. **پرفشار سیبری:** نفوذ زبانه پرفشار سیبری به دریای عمان و دریای عرب موجب ایجاد و تقویت گردش واچرخندی روی منطقه مذکور می‌گردد (Garid, 2001). در مطالعه کم‌فشار دریای سرخ و در تحلیل مکانیسم ایجادکننده آن‌ها در برخی از موارد به نفوذ زبانه‌ای از آسیای مرکزی و یا شمال شرقی ایران برخورد می‌شود. این زبانه‌ها عمدتاً از سمت شمالشرق و شرق ایران به سمت جنوب و غرب نفوذ می‌کند (چوخاچیزاده مقدم، ۱۳۷۵).

۶. وجود یک مرکز یا زبانه پرفشار نسبتاً قوی روی شمال غرب مصر و دریای مدیترانه، به‌طوری‌که بتواند هوای سرد عرض‌های شمالی را روی شمال دریای سرخ و شمال آفریقا و سودان منتقل کند (لشکری، ۱۳۷۵).

۷. وجود یک مرکز واچرخند روی جبل‌الطارق و اسپانیا.

۸. وجود یک ناوه عمیق روی شمال آفریقا.

۹۲۵، ۸۵۰) عنوان کرده است. از آنجایی که بررسی زمانی - مکانی کم فشار دریای سرخ در شناخت زمان فعالیت و بارش های این سامانه نقش بسزایی دارد، از اینرو آشنایی با ویژگی های این کم فشار، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. با توجه به این شرایط که بارندگی اصلی ترین منبع تأمین آب است، تغییرات زمانی و مکانی بارش در منطقه بسیار چشمگیر بوده و این موضوع باعث اثرات سوء در فعالیت های اقتصادی و معیشتی به ویژه کشاورزی شده است. با توجه به اینکه تاکنون بررسی کاملی درباره شدت و گسترش کم فشار دریای سرخ بر روی ایران صورت نگرفته است، در این پژوهش سعی بر آن است که با روش های مختلف این تغییرات شناسایی و تحلیل شوند.

روش تحقیق

با توجه به اینکه هدف اصلی مطالعات سینوپتیک، کسب یک تصویر سه بعدی جامع و هم زمان از شرایط جو در یک مکان خاص است (علیچانی، ۱۳۸۸)، در واکاوی زمانی - مکانی کم فشار جنوب غربی دریای سرخ از روش های سینوپتیکی استفاده شده است. برای انجام این پژوهش از داده های بازکاوی شده NCEP/NCAR با قدرت تفکیک مکانی ۲/۵ در ۲/۵ درجه جغرافیایی بهره گرفته شده است و با توجه به نیاز شناسایی بیشتر جزئیات در منطقه مورد مطالعه در این تحقیق از تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و داده های طولانی مدت شصت ساله استفاده شده است. برای این منظور ۲۱۹۱۴ روز داده به صورت روزانه استخراج و محدوده مورد مطالعه در ۵۵۱ پیکسل شناسایی شده است.

مختصات جغرافیایی بین ۰ درجه غربی تا ۷۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی بین ۰ تا ۴۵ درجه شمالی برای این پژوهش انتخاب شده است. برای نشان دادن بهتر موقعیت کم فشار، با پیکسل های مجاور آن مقایسه شد و با توجه به مقدار فشار پیکسل ها، مرکز کم فشار مذکور تعیین گردید. پیکسل هایی که کمترین ارتفاع را داشتند، به عنوان مرکز کم فشار تعیین شدند. سپس تفکیک پیکسل هایی که همراه با

دانسته است. ایزد نگهدار (۱۳۷۰) در مطالعه ای که انجام داد، عمیق شدن ناوه در شرق مدیترانه تا منطقه دریای سرخ را در تقویت یک کم فشار سودانی و حرکت آن به سمت شمال شرقی دانسته و پرفشار مستقر روی عربستان را عامل اصلی انتقال رطوبت دریای عمان به درون کم فشار سودانی واقع در غرب پرفشار عربستان می داند. مفیدی (۱۳۸۲) چنین نتیجه می گیرد که مهم ترین عامل تشکیل کم فشارهای دریای سرخ، دینامیک است که در صورت همراهی با ناوه تقویت شده و به دلیل داشتن مقادیر زیادی رطوبت باعث ایجاد بارش های رگباری سنگین در این منطقه می گردد (جوانمرد، ۱۳۸۳). پروژه تحلیل دینامیکی و سینوپتیکی تغییر اقلیم بیان می کند که الگوی کم فشار سودانی در شمال آفریقا تشکیل شده و در فصل تابستان به صورت یک کم فشار حرارتی عمل می کند.

مفیدی و زرین (۱۳۸۴) در بررسی هم دید تأثیر کم فشارهای سودانی در وقوع بارش های سیل زار در ایران دریافتند که کم فشارهای منطقه دریای سرخ، کم فشارهای کم عمقی هستند که تنها با یاری الگوی گردش در تراز بالای میانی جو، امکان گسترش و جابه جایی آن ها به سمت ایران وجود دارد. مرادی (۱۳۸۶) عنوان می کند که در اثر جذب انرژی خورشیدی در عرض های نزدیک استوا و در نتیجه گرم شدن هوای مجاور سطح در اثر کسب انرژی گرمایی، کم فشارهای گرمایی در اطراف استوا تشکیل می شود. یکی از این کم فشارها که در ماه های سرد سال نیز در اتیوپی و سودان وجود دارد، کم فشار سودانی است که با پدیده های جوی همراهی ندارد و در ماه های سرد سال در اثر برخی شرایط همدیدی به صورت یک سامانه فعال آب و هوایی، در مناطق اطراف دریای سرخ تأثیر می گذارد. این سامانه سپس در حرکت شرق سوی خود از مناطق جنوب و جنوب غرب ایران عبور می کند و سبب بارش شدید باران در این نقاط می شود.

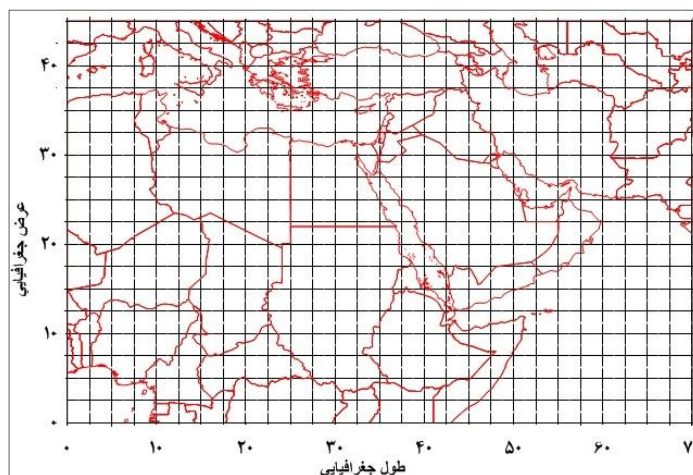
قائدی (۱۳۹۰) در رساله خود، منبع اصلی رطوبتی را که روی ایران آمده است، در تراز پایین (۱۰۰۰،

کانال سوئز در شمال، آن را به دریای مدیترانه وصل می‌کند. همسایگان ایندریا، کشور عربستان، یمن، جیوتی، اتیوپی، سودان، مصر، اسرائیل و اردن هستند. این دریا درحد فاصل دو قاره آسیا و آفریقا است. دریای سرخ با طول حدود ۱۹۰۰ کیلومتر و گستردگی غربی- شرقی ("۶۷'۳۳" تا "۴۳'۴۸" شرقی) و گستردگی شمالی- جنوبی ("۱۲'۴۸" تا "۲۸'۱۴" شمالی) است. مساحت این دریا، ۴۳۸۰۰۰ کیلومتر و متوسط است. برای انجام این پژوهش مختصات جغرافیایی بین ۰ درجه غربی تا ۷۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی بین ۰ تا ۴۵ درجه شمالی انتخاب شده است.

کاهش ارتفاع و پیکسل‌هایی که همراه با افزایش ارتفاع بوده‌اند، انجام پذیرفت. به طوری که عنوان شد، با مقایسه ارتفاع پیکسل‌های اطراف دریای سرخ، روزهایی که همراه با کاهش ارتفاع بوده‌اند، به صورت ماهانه مرکز کم فشار تعیین و فراوانی آن به صورت نمودار ترسیم شد.

محدوده و قلمرو پژوهش

دریای سرخ، خلیجی از اقیانوس هند است که بین شبه جزیره عربستان و شمالشرق قاره آفریقا قرار دارد. دهانه باب‌المندب، آن را به اقیانوس هند می‌پیوندد.



شکل ۱: محدوده مورد بررسی متغیرهای جو بالا با ۵۵۱ یاخته‌ای با تفکیک ۲/۵ در ۲/۵ (مأخذ: ترسیم نگارنده)

۱۳۴۲ تا ۱۳۴۵ و ۱۳۸۵ در کمترین شکل فعالیت خود قرار داشته است و در سال‌های بین ۱۳۳۳ تا ۱۳۳۸ و ۱۳۷۴ و بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ مکانیسم کم‌فشار در بیشترین حالت فعالیت خود قرار داشته و در مابقی سال‌ها کم‌فشار دریای سرخ، روند مشابهی داشته است.

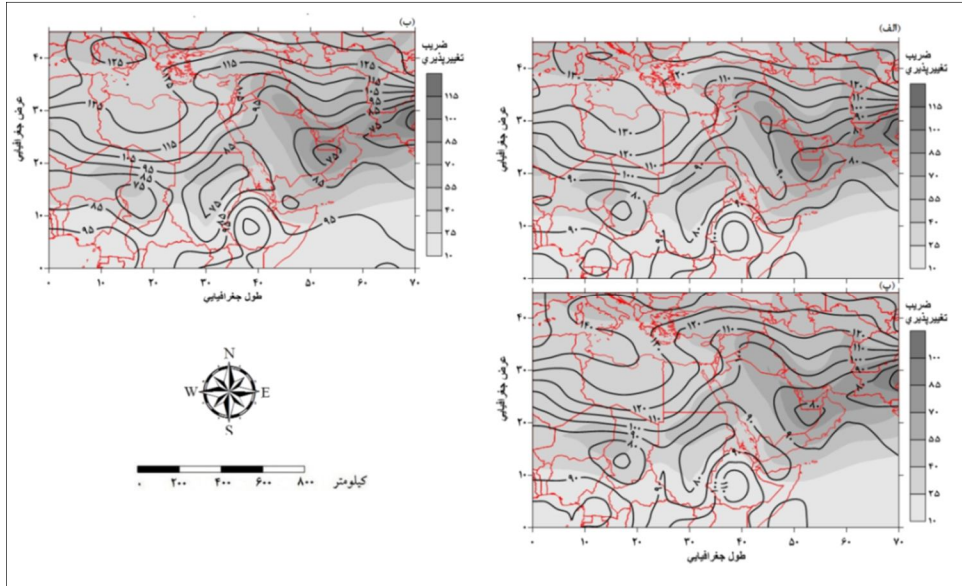
فراوانی کم فشار در ماه‌های مختلف در شکل (۳) دیده می‌شود. از روزهایی که همراه با کاهش ارتفاع بوده‌اند، میانگین گرفته شد و به صورت ماهانه فراوانی آن مشخص شده است. بنابراین نتایج بیانگر وجود یک روند کاهشی از ماه اردیبهشت به سمت فصل گرم است که در اواخر تیر به بیشترین افت ممکن می‌رسد. همچنین در ماه شهریور روندی افزایشی داشته است.

بحث اصلی

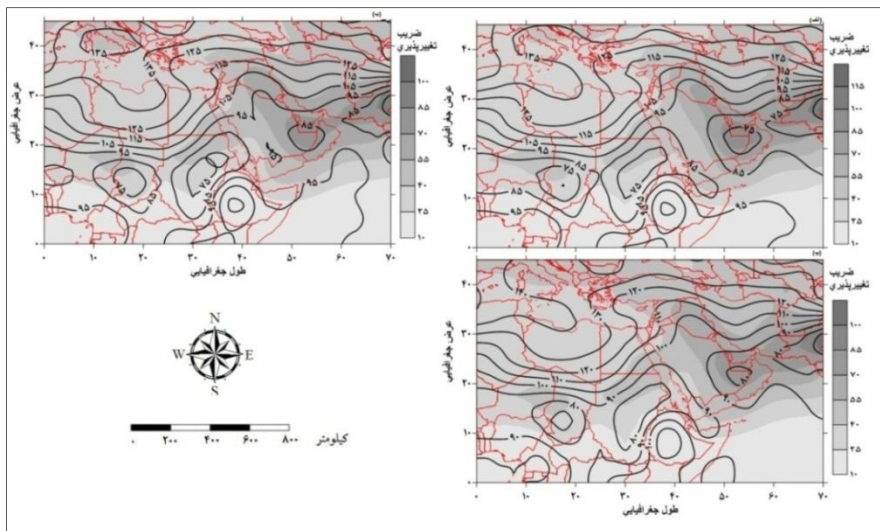
مشخصات عمومی کم‌فشار دریای سرخ: در اقلیم‌شناسی، مطالعه درازمدت شرایط جوی، موجب تکوین مفهوم پسرزمینه و حالت پایدار اقلیم شده و اقلیم‌شناسان را به این واقعیت سوق داده است که برای دستیابی به نمود غالب باید هر مکان با تمامی خصوصیاتش در دوره‌ای طولانی در معرض توجه قرارگیرد (عساکره، ۱۳۸۶). فراوانی سالانه کم‌فشار دریای سرخ، طبق شکل (۲)، پس از استخراج روزهایی با کاهش ارتفاع، تفکیک سالانه روی روزها صورت گرفت و فراوانی وقوع فعالیت کم فشار در هر سال جدا شد. طبق بررسی‌ها، توسعه مرکزی کم‌فشار دریای سرخ در سال‌های ۱۳۳۰، ۱۳۳۹ و بین سال‌های

بنابراین در ماه‌های فصل گرم، کمترین فراوانی فعالیت کم فشار در ماه‌های تیر ۴/۳۹ درصد و مرداد ۳/۷۷ درصد مشاهده شده است و در فصل سرد (پاییز و زمستان) بیشترین فعالیت را در ماه‌های آبان

داشته است. همچنین در ماه‌های انتهایی فصل سرد سال از گسترش آن کاسته می‌شود.



شکل ۲: فراوانی سالانه توأم فعالیت کم فشار دریای سرخ طی سال‌های ۱۳۲۰-۱۳۸۹ (مأخذ: محاسبات نگارنده)



شکل ۳: فراوانی فعالیت کم فشار دریای سرخ در ماه‌های مختلف سال برای تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (مأخذ: محاسبات نگارنده)

بوده‌اند، شدت کم فشار و همچنین منحنی خارجی این مراکز نیز شناسایی شد و گسترش آن نیز به دست آمد. چون مدارها و نصف النهارها به شکل قوسی قرار گرفته، با ضرب شمارش پیکسل در امتداد

برای شناسایی کم فشار دریای سرخ به بررسی مراکز و منحنی خارجی خطوط ارتفاعی پرداخته شد. در این بررسی، مراکز ارتفاعی در منطقه شناسایی و با شمارش تعداد پیکسل‌هایی که درون این مرکز

نصف‌النهارها در شمارش پیکسل‌ها در امتداد مدارات، سطح زیر منحنی کم‌فشار مزبور به دست آمد.

بررسی مراکز ارتفاعی و منحنی خارجی آن: در بررسی نقشه‌های توزیع مکانی، ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به صورت ماهانه میانگین موقعیت مرکز کم‌فشار دریای سرخ طی ماه‌های مختلف استخراج شده است. برای بررسی شدت کم‌فشار از شمارش پیکسل‌های که دارای مرکز بوده‌اند، استفاده شده و برای شناسایی گسترش آن از شمارش پیکسل‌های منحنی خارجی استفاده شده است. برای نشان دادن بهتر موقعیت، کم‌فشار مزبور با پیکسل‌های مجاور آن

مقایسه شد و با توجه به مقدار فشار پیکسل‌ها مرکز کم‌فشار مزبور تعیین شد. در جدول (۱) یعنی توزیع مکانی منحنی خارجی خطوط ارتفاعی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال که در محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است، بیشترین گستره منحنی خارجی در ماه‌های سرد سال (پاییز و زمستان) قرار داشته است. در جدول (۲)، خطوط ارتفاعی که دارای مرکز بوده‌اند و ماه‌هایی که دارای دو مرکز هستند و گستره آن‌ها به ترتیب کنار یکدیگر عنوان شده است. بیشترین شدت کم‌فشار مربوط به ماه‌های آبان با ۱/۲۵ درجه قوسی و ماه‌های دی و بهمن است.

جدول ۱: توزیع مکانی منحنی خارجی ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

ماه	گستره (درجه قوسی)	ارتفاع تراز به متر	محدوده
فروردین	۵/۵	۸۰	E:40-28 N: 5/21-5/7
ارابهشت	۵	۷۵	E:38-29 N: 20-10
خرداد	۱۰	۷۵	E:5/38-29 N: 20-10
تیر	۸/۷۵	۷۵	E:5/38-29 N: 20-10
مرداد	۸/۷۵	۷۰	E:5/35-28 N: 5/18-10
شهریور	۸/۷۵	۷۰	E:35-28 N: 18-10
مهر	۹/۵	۷۰	E:35-28 N: 20-10
آبان	۱۱/۲۵	۸۵	E:5/37-28 N: 5/18-5/10
آذر	۱۳/۷۵	۸۵	E:38-28 N: 5/18-5/10
دی	۱۱/۲۵	۸۵	E:38-28 N: 5/18-5/10
بهمن	۲۰	۹۰	E:40-25 N: 5/20-10
اسفند	۱۳/۷۵	۹۰	E:5/38-26 N: 5/19-10

مرتفع و کم ارتفاع به ویژه در مجاورت هم موجب تنوع نواحی فشار در محدوده مورد بررسی شده است (شکل ۴-الف). در ماه فروردین (با میانگین شصت ساله ۸۶/۹ متر)، ناوه نسبتاً اریب (شمالغرب - جنوبشرق) و عمیقی روی اروپا و مدیترانه مستقر شده که از شرق اطلس جریان پیدا کرده و در شمال آفریقا عمق آن

شکل (۴)، توزیع مکانی میانگین ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال فصل بهار را طی دوره آماری شصت ساله (۱۳۸۹-۱۳۳۰) نشان می‌دهد. در این نقشه پس زمینه سایه روشن بیان کننده ضریب تغییرات و خطوط منحنی میزان نشان‌دهنده میانگین ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. در فصل بهار، تقابل نواحی

محدوده جنوبشرقی شهر امدرمان قرار گرفته است که پشت‌های روی شمال دریای سرخ ایجاد کرده است. در ادامه این پشته، ناوهای تشکیل یافته که تا جنوب عربستان امتداد یافته است.

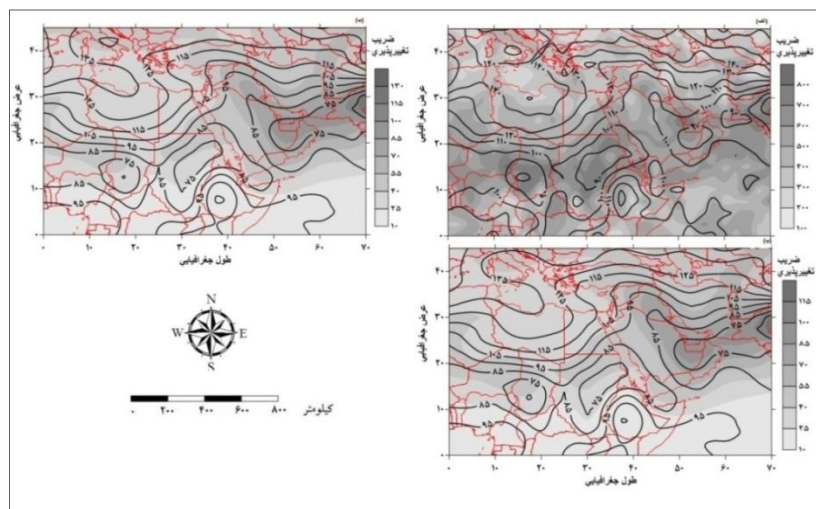
افزایش یافته است. در مجاورت این ناوه در شمال کشور ترکیه، یک پشته مشاهده می‌شود که ناوه جلوی این پشته، روی ایران کشیده شده است. همچنین هسته فشاری روی کشور سودان با ارتفاع هشتاد متر ژئوپتانسیل در امتداد جنوبغربی - شمالشرقی در

جدول ۲: توزیع مراکز ارتفاعی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

ماه	گستره (درجه قوسی)	ارتفاع به متر	گستره
فروردین	۰/۲۵	۷۵	E:5/30-29 N:5/15-5/14
اردیبهشت	۰/۰۲۵	۸۰	E:5/30-30 N:15-5/14
خرداد	۰/۰۵	۷۵	E:31-29 N:15-13
تیر	۰/۰۲۵	۶۵	E:5/32-31 n:5/14-5/15
آبان	۱/۲۵	۷۵	E:32-29 N:16-5/12
آذر	۰/۶۲۵	۷۵	E:32-29 N:5/12- 16
دی	۱	۷۵	E:31-29 N:5/12- 5/16
بهمن	۰/۰۰۲۵ و ۲۵/۱	۸۵	E:5/32-28 N:11- 18 E:5/34-33 N:5/18- 17
اسفند	۰/۲۵ و ۵/۲	۸۵	E:5/31-5/28 N:5/11- 18 E:36-33 N:5/18- 5/17

همچنین در جنوب شرقی عربستان نیز هسته فشار با ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل بسته شده است. ضریب تغییرات این ماه ۱۱/۰۸ بوده که تغییرات آن مشابه ماه قبل است. ماه اردیبهشت دارای چولگی ۰/۰۲ و کشیدگی آن همانند ماه فروردین است. مقادیر کمینه و بیشینه نیز مشابه ماه قبل است. (شکل ۴-پ)، میانگین ماه خرداد با ۱۱۰/۶ متر ژئوپتانسیل همانند ماه اردیبهشت است. با این تفاوت که روی سودان ارتفاع هشتاد متر ژئوپتانسیل محور تقریباً شمالی - جنوبی در غرب شهر امدرمان قرار گرفته و کمینه در مرکز این سامانه وجود دارد که گویای پایایی در این ماه است. ضریب تغییرات این ماه ۹/۹۳ و چولگی، کشیدگی و نیز کمینه و بیشینه آن همانند ماه قبل تفسیر می‌شود.

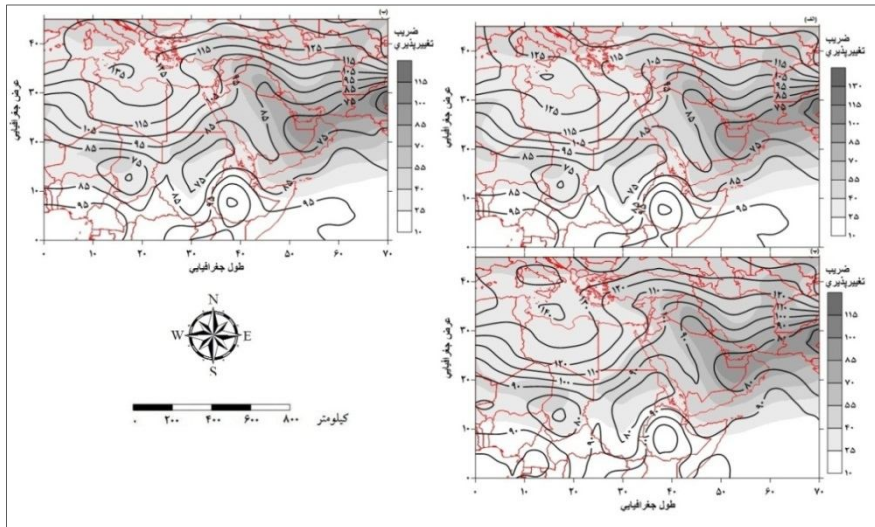
بیشترین ضریب تغییرات (با ضریب تغییرات ۱۱/۳) در جنوبشرقی عربستان است. همچنین شمال و جنوب نقشه دارای کمترین ضریب تغییرات بوده است. ماه فروردین دارای چولگی ۰/۲ است که نشاندهنده فراوانی داده‌های کوچک‌تر از میانگین است. همچنین کشیدگی ۳/۳ تمرکز داده‌ها را بیان میکند. کمینه و بیشینه این ماه به ترتیب ۵۶/۵ و ۱۲۹/۷ و دامنه تغییرات آن نیز ۷۳/۲ است (شکل ۴-ب)، در ماه اردیبهشت (با میانگین ۹۴ متر ژئوپتانسیل) برخلاف ماه قبل، هسته فشار با مرکز ۱۲۵ متر ژئوپتانسیل روی شمال اروپا تشکیل شده، روی کشور سودان نیز ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل با امتداد جنوبغربی - شمالشرقی در محدوده بین شهر شمال دلقو و شهر تلودی را در بر می‌گیرد که روی دریای سرخ کشیده شده است.



شکل ۴: توزیع مکانی میانگین و ضریب تغییرات (درصد) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (به متر) بهار طی دوره

نشان از ناپایایی این سیستم دارد. همچنین شمال و جنوب نقشه دارای کمترین ضریب تغییرات است (ضریب تغییرات این ماه ۳۹۱/۶ است). چولگی این ماه ۱/۸ است که نشان از فراوانی داده‌های کمتر از میانگین و انحراف به چپ دارد. همچنین کشیدگی ۴۳/۰۶ نشان از تمرکز این داده‌ها دارد. به دلیل تغییرات جوی از فصل بهار به تابستان، داده‌های ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال با تغییرات مواجه شده‌اند. در این ماه کمینه و بیشینه به ترتیب ۹۱/۵ و ۲۳۰۰۰/۸ با دامنه ۲۲۹۰۹/۳ است. (شکل ۵-ب) در ماه مرداد (با میانگین ۱۲۵/۲ متر) حرکات خطوط میزان میانگین و ضریب تغییرات مشابه ماه قبل است. ماه مرداد دارای ضریب تغییرات ۷/۵، چولگی ۰/۰۴ و کشیدگی ۲/۹ است. ماه شهریور (شکل ۵-پ) (با میانگین ۱۱۷/۶ متر ژئوپتانسیل) همانند ماه قبل بوده، با این تفاوت که بر روی سودان، ارتفاع ۸۰ متر ژئوپتانسیل است که گویای پایایی این سامانه در این ماه است. همچنین بیشتر حرکات در ماه شهریور مطابق ماه قبل مشاهده شده، ضریب تغییرات این ماه ۸/۲، چولگی ۰/۰۸ و کشیدگی آن ۲/۹ است.

توزیع مکانی میانگین ارتفاع ۱۰۰۰ هکتوپاسکال فصل تابستان در شکل (۵)، طی دوره آماری ۱۳۳۰-۱۳۸۹ نشان داده شده است. در این نقشه پسزمینه سایه‌روشن بیان‌کننده ضریب تغییرات و خطوط منحنی میزان نشان‌دهنده میانگین ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. ماه تیر (شکل ۵-الف) با میانگین ۱۳۷/۴ متر ژئوپتانسیل ناوه اریب (شمالغرب-جنوبشرق) و نسبتاً عمیقی بر روی اروپا-مدیترانه مستقر شده که از شرق اطلس جریان دارد. عمق این ناوه در شمال آفریقا افزایش یافته و تا شمال کشور چاد کشیده شده است. در مجاورت این ناوه در شمال کشور ترکیه یک پشته مشاهده می‌شود که ناوه آن روی ایران امتداد دارد. همچنین روی دریای سرخ جنوبی تا سراسر کشور سودان، هسته فشاری با ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل در امتداد جنوبغربی-شمالشرقی بین شهر امدرمان مستقر شده و ایجاد پشته‌های روی شمال دریای سرخ کرده است. روی کشور چاد و جنوبشرقی عربستان نیز هسته فشاری با ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل بسته شده است. بیشترین ضریب تغییرات در جنوبشرقی عربستان مشاهده می‌شود که



شکل ۵: توزیع مکانی میانگین و ضریب تغییرات (درصد) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (به متر) فصل تابستان

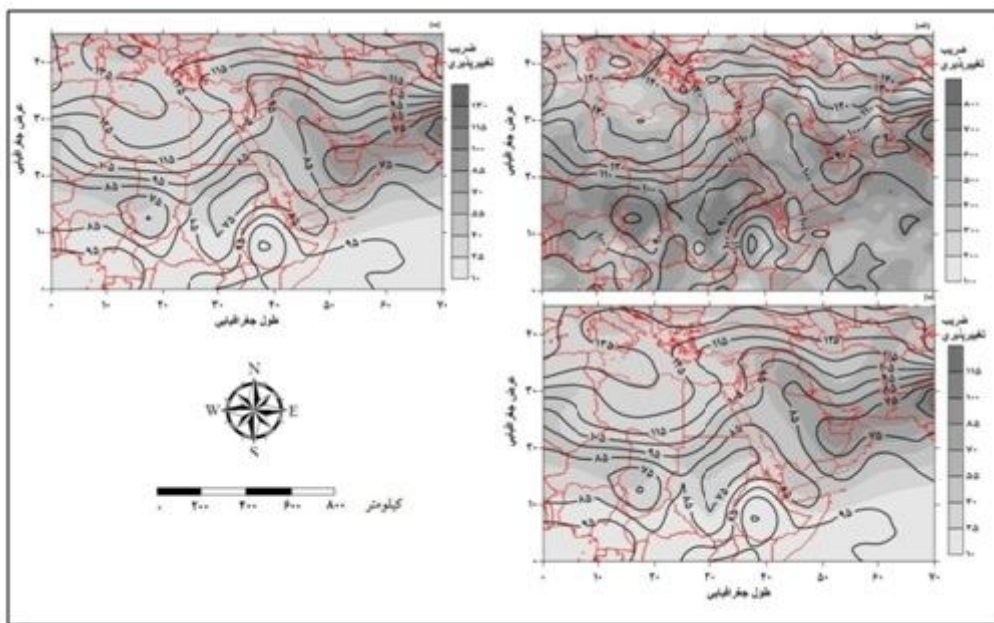
عربستان و شمال آفریقا پرفشار حاکم است. برخورد جریانات پرفشار شرق عربستان با جریانات شمال غرب مصر در مرکز دریای سرخ ایجاد همگرایی و ناپایداری کرده است. همچنین روی کشورهای سودان و چاد هسته فشار، با ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل تشکیل یافته، که بیشترین ضریب تغییرات در جنوبشرقی عربستان و جنوب خلیج فارس قرار گرفته (ضریب تغییرات ماه آبان، ۱۰/۵ است) و مشخصات توصیفی آن مشابه ماه قبل است. در ماه آذر (شکل ۶-پ) حرکات خطوط ارتفاع میانگین و ضریب تغییرات همانند ماه آبان است. با این تفاوت که در ماه آذر چولگی داده‌ها ۰/۱- است که نشان از فراوانی داده‌های بالاتر از میانگین و انحراف به راست داده‌هاست.

توزیع مکانی میانگین ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال فصل زمستان در شکل (۷) نشان داده شده است. سایه‌روشن بیانگر ضریب تغییرات و منحنی میزان‌ها نشان‌دهنده میانگین تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. در ماه دی (شکل ۷-الف با میانگین ۹۴/۸ متر ژئوپتانسیل) ناه نسبتاً عمیق از طرف اقیانوس اطلس در حرکت بوده که در الجزایر، عمق آن افزایش و تا جنوب کشور چاد امتداد داشته است، که پشته آن روی ترکیه و جنوب مدیترانه مرکزی مستقر شده و گسترش این پشته تا اروپا نیز امتداد دارد. همچنین روی کشور سودان، هسته مرکزی با ارتفاع ۷۵ متر ژئوپتانسیل با امتداد جنوب‌غربی- شمالشرقی تا مرکز

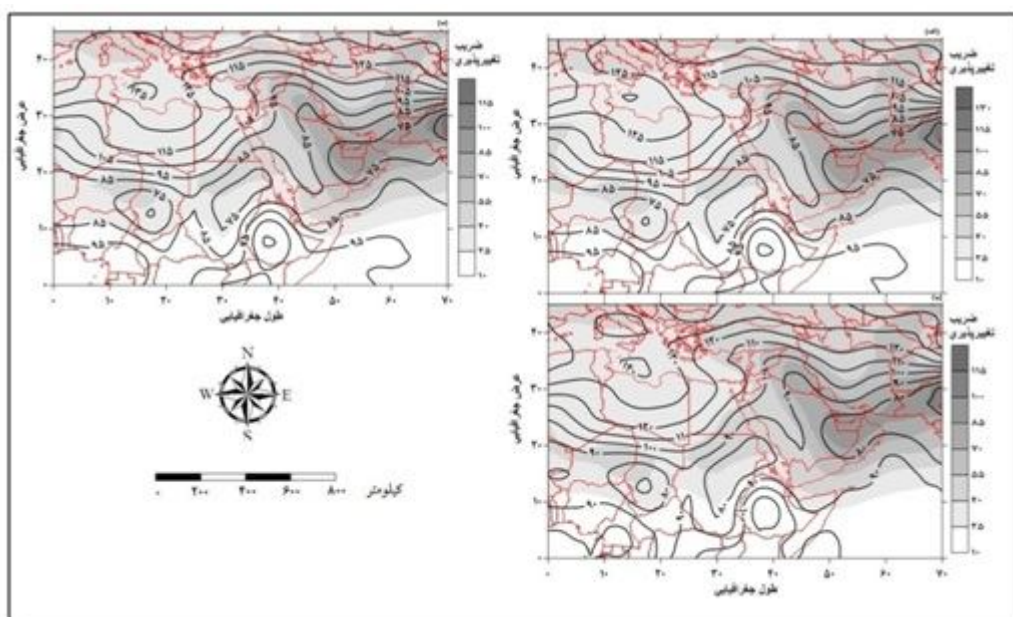
توزیع مکانی میانگین ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در فصل پاییز شکل (۶) طی دوره آماری ۱۳۳۰-۱۳۸۹ دیده می‌شود. در ماه مهر (شکل ۶-الف) با میانگین ۱۰۹/۲ متر ژئوپتانسیل ناهای نسبتاً عمیق و اریب (شمالغرب- جنوبشرق) بر روی اروپا-مدیترانه مستقر شده که از جانب شرق اقیانوس اطلس جریان پیدا کرده و عمق ناه تا جنوب کشور چاد افزایش داشته است. در امتداد این ناه، پشته‌های تشکیل شده که روی شمال مدیترانه و ترکیه کشیده شده و تا مرکز ایران امتداد دارد. همچنین هسته مرکزی روی شمال اروپا با ارتفاع ۱۴۰ متر ژئوپتانسیل و روی کشور چاد و جنوبشرقی عربستان با ارتفاع ۹۰ متر ژئوپتانسیل مشاهده می‌شود. همچنین روی سودان نیز ارتفاع ۹۰ متر ژئوپتانسیل تشکیل شده که در جهت دریای سرخ در حال پیشروی است. روی عربستان خطوط ارتفاع ۱۰۰ متری دیده می‌شود و در حال نزدیک شدن به منحنی ارتفاع دریای سرخ است. بیشترین ضریب تغییرات با ۸۰۰ متر در قسمت جنوب شرق عربستان واقع شده است. به دلیل گذر از فصل گرم به سرد، ضریب تغییرات بالای آن، گویای پایایی این سامانه در این ماه بوده است و دارای چولگی ۰/۰۶ و کشیدگی ۹/۳ بوده که نشان از تمرکز داده‌ها و کمینه و بیشینه نیز در این ماه دارای دامنه ۶۷ است. در ماه آبان (شکل ۶-ب) (میانگین ۹۹/۷ متر ژئوپتانسیل) نفوذ زیانه کم‌فشار تا عرض‌های بالایی امتداد دارد و روی

و تمام شاخ آفریقا را نیز در بر گرفته است. روی جنوبشرقی و شرق عربستان و جنوب خلیج فارس، بیشترین ضریب تغییرات رخ داده است که نشانه ناپایایی و سردسیری سامانه یاد شده است.

دریای سرخ کشیده شده است روی کشورهای چاد و اتیوپی به ترتیب ارتفاع ۷۵ و ۹۵ متر ژئوپتانسیل مشاهده می‌شود. در این ماه، زبانه‌ای از مرکز پر فشار سیبری روی ایران و عربستان گسترش داشته که در مقایسه با ماه گذشته، نفوذ آن به سمت جنوب بیشتر



شکل ۶: میانگین و ضریب تغییرات (درصد) فصل پاییز تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (به متر) فصل پاییز



شکل ۷: توزیع مکانی میانگین و ضریب تغییرات (درصد) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (به متر) فصل زمستان

طبق بررسی‌ها از بین ۲۱۹۱۴ روز داده‌های ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵۱۹۰ روز افزایش ارتفاع و ۱۶۷۲۴ روز کاهش ارتفاع داشته است. بیشترین فعالیت سامانه کم‌فشار دریای سرخ در ماه‌های آبان و آذر و در ماه‌های تیر و مرداد درک‌ترین حالت فعالیت خود قرار دارد. در بررسی نقشه‌های ارتفاعی، میانگین (متر) و ضریب تغییرات (درصد) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نقشه روزانه، خط هم‌فشار ۸۰ متر ژئوپتانسیل است. با توجه به فعالیت پرفشار سیبری و عمیق‌تر شدن ناوه مدیترانه، رطوبت کافی برای ایجاد حالت حرارتی-دینامیکی در منطقه مورد مطالعه ایجاد کرده است که همراه با ناپایایی در منطقه یادشده است. هرچه ماهها به طرف فصل گرم نزدیک می‌شود، عمق ناوه در شمال آفریقا کمتر شده و روی عربستان نیز پرفشاری تشکیل نخواهد شد. همچنین پرفشار سیبری نیز گسترش کمتری در ماه‌های گرم داشته است. در فصل پاییز در ماه مهر به دلیل گذار بودن از فصل گرم به فصل خنکتر، ضریب تغییرات به بیشترین حد خود رسیده، در ماه آبان و آذر، عمیق شدن ناوه سبب ورود رطوبت به منطقه شده است. در فصل زمستان نیز پشته‌ای که روی دریای سرخ تشکیل شده، در امتداد خود در جنوب عربستان ایجاد ناوه کرده است. با گسترش این ناوه و فعال شدن آن و جذب رطوبت کافی در منطقه خاورمیانه و جنوب غربی ایران باعث ریزش باران‌های سیل‌آسا در این فصول است.

پیشنهادها

با توجه به تأثیرات فراوانی که کم‌فشار دریای سرخ بر کشور ایران دارد، بررسی مطالب ذیل کمک زیادی به شناخت کم‌فشار می‌کند:

۱. بررسی تأثیر کوه‌های کناره دریای سرخ بر دینامیکی شدن کم‌فشار دریای سرخ
۲. یافتن علت دینامیکی عواملی که سبب می‌شود در جنوب شرق عربستان، انتقال رطوبت درموردی به خوبی انجام نپذیرد و در موارد دیگر انجام پذیر باشد.

در شمال و جنوب نقشه نیز ضریب تغییرات کم مشاهده شده است که نشان از پایایی و گرمسیری این سامانه دارد و باعث تنوع این رویداد در این منطقه شده است. این ماه دارای ضریب تغییرات ۱۱/۲ و نیز چولگی ۱۱/۲ است که فراوانی داده‌های کوچک‌تر از میانگین را نشان می‌دهد. همچنین دارای کشیدگی ۰/۰۶ بوده که تمرکز داده‌ها را بیان می‌کند. کمینه و بیشینه در این ماه به ترتیب ۵۹/۵ و ۱۳۶/۲ است.

در ماه بهمن (شکل ۷-ب با میانگین ۹۲/۵ متر ژئوپتانسیل) روی کشور سودان و نیز دریای مدیترانه هسته مرکزی با ارتفاع به ترتیب ۷۵ و ۱۳۵ متر ژئوپتانسیل وجود داشته است. نحوه فعالیت و عملکرد این سیستمها همانند عملکرد سیستمهای ماه گذشته است. ضریب تغییرات این ماه مشابه ماه گذشته بوده، با این تفاوت که چولگی منفی نشان از فراوانی داده‌های بالاتر از میانگین است (شکل ۷-پ). حرکات خطوط میزان در ماه اسفند (میانگین ۸۸/۲ متر ژئوپتانسیل) نیز همانند ماه‌های دی و بهمن بوده، اما روی دریای مدیترانه ارتفاع ۱۴۰ متر ژئوپتانسیل دیده می‌شود. همچنین ارتفاع ۸۰ متر ژئوپتانسیل در مرکز سودان تشکیل و تا طول ۱۰ متری پایین کشیده شده است که در جهت شمالشرق حرکت کرده و تا دریای سرخ امتداد داشته است. ضریب تغییرات، کشیدگی، کمینه و بیشینه این ماه نیز مانند ماه‌های گذشته است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پس از بررسی‌های انجام شده برای داده‌های ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، شدت و گسترش زبانه زمانی-مکانی کم‌فشار دریای سرخ شناسایی شد و مراکز ارتفاعی که بیشترین ارتفاع را داشته‌اند، در ماه‌های بهمن و اسفند با ارتفاع ۸۵ متر ژئوپتانسیل و کمترین ارتفاع مربوط به ماه تیر با ارتفاع ۶۵ متر ژئوپتانسیل به دست آمد. همچنین بیشترین شدت مراکز مربوط به ماه آبان با ۱/۲۵ و ماه دی با ۱ درجه قوسی است. بنابراین بیشترین افزایش که کم‌فشار تجربه کرده، در ماه آبان است.

رساله دکتری هواشناسی، استاد راهنما دکتر هوشنگ قائمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

12. Abdol Hoseini Mohammed Ali, 2007. Pathways and effects of low pressure on Iran in winter weather Thesis, Institute of Tehran University.
13. Asakreh, H. 2008. Climate Change, published by the
14. Alijani, B. 2010. synoptic climatology, published by the
15. Bitan and Saaroni. 1992. The horizontal and vertical extension of the Persian Gulf pressure, trough, int. J. climatol, 12(1): 733-747.
16. Camberlin, P. and Philippon, 2002. The east African march-may Rainy season; Associated Atmospheric Dynamics and predictability over the 1968-1997 period, J. Climate, 15: 1002-1049.
17. Chokhachi zade, Moghaddam, Mohammad Bagher, 1997. Synoptic patterns Frabar Brdmay North East Siberia and its influence in Iran, Ph.D thesis, Geography, Tehran University
18. Elfandy, 1952. Forecasting thunderstorms in the Red Sea, Bull. Amr. Met. Soc, 33(8): 332-338.
19. Eizanegahdar, Z. 1992. Synoptic review of some of the systems for the Mediterranean and its impact on Iran, M.Sc. Thesis Meteorology, Geophysics Institute of Tehran University.
20. Flohn, H. 1965a. Studies on the Meteorology of tropical Africa, Part A: climatic Anomalies in the Redsea, pp: 3-35.
21. Pedgley, D.E. 1970. Climate of interior Oman, Met. Mag. 99(1171): 29-37.
22. Habtemichael and Pedgley, 1974. Synoptic case-study Rains in Eritrea, Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. A, 23: 285-296.
23. Ghaedi, S., 2012. landing a synoptic review of the Red Sea and its effect on precipitation in Iran, Ph.D thesis, physical Geography (climate)
24. Javanmard, 2005. Analysis of dynamic and synoptic climate change, the Meteorological Research Institute.
25. Krichak, S., Alpert, P., and Krishnamurti, T.N. 1997a. Interaction of topography and Tropospheric flow-

۳. بررسی رابطه ال نینو با شدت و یا کاهش گسترش کم فشار دریای سرخ

منابع

۱. ایزدنگهدار، زهرا. ۱۳۷۰. بررسی سینوپتیکی بعضی از سیستم‌های مدیترانه‌ای مخصوص و اثرات آن بر روی ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد هواشناسی مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
۲. جوانمرد، ۱۳۸۳. تحلیل دینامیکی و سینوپتیکی تغییر اقلیم، طرح تحقیقاتی پژوهشگاه هواشناسی.
۳. چوخاچیزاده مقدم، محمدباقر. ۱۳۷۵. بررسی الگوهای سینوپتیکی فرابارسیری و اثر آن بردمای شمال شرق ایران، پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران.
۴. عبدالحسینی، محمدعلی. ۱۳۸۵. مسیر و اثرات کم فشار بر روی ایران در زمستان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد هواشناسی. مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
۵. عساکره، حسین. ۱۳۸۶. تغییر اقلیم. تهران، انتشارات سمت.
۶. علیجانی، بهلول. ۱۳۸۸. اقلیم‌شناسی سینوپتیک. تهران، انتشارات سمت.
۷. قائدی، سهراب. ۱۳۹۰. بررسی همدیدفروند دریای سرخ و تأثیر آن بر بارش ایران، پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی (آب و هواشناسی)، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم انسانی، استاد راهنما: سیدابوفاضل مسعودیان.
۸. لشکری، حسن. ۱۳۷۵. الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب و جنوب غرب ایران. پایان‌نامه دکتری، استاد راهنما: هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.
۹. مفیدی، عباس. ۱۳۸۲. اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه دریای سرخ در خاورمیانه. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵ (۲۳ صفحه از ۷۱ تا ۹۳).
۱۰. مفیدی، عباس. آذر زین. (۱۳۸۴). بررسی نوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۳۶: ۷۷-۱۱۳.
۱۱. مرادی، محمد. ۱۳۸۶. بررسی نقش کم فشار گرمایی سودان-اتیوپی به ارتفاعات زاگرس در سامانه‌های مؤثر.

- pressure systems Sudanese flood-causing precipitation in Iran, Geographical Research Quarterly, 77.
29. Moradi, M. 2008. Evaluation of thermal units in the Sudanese-Ethiopian highlands of the Zagros effective systems, PhD thesis.
30. Saaroni, H., Ziv, B., Bitan, A. and Alpert, P. 1998. Easterly Wind Storms over Israel, Theor. Appl. Climatol., 59: 61-77.
- A possible Generator for the Red Sea Trough, Met. Atmos. Phys., 63:149-158.
26. Lashkari, H. 1996. Synoptic patterns of heavy rainfall in south and southwest Iran, Ph.D thesis, Tarbiat Modarres University, Department of Geography
27. Mofidi, A. 2004. Synoptic Climatology rains causing flooding in the Red Sea origin in the Middle East, Journal of Geographical Research.
28. Mofidi, A., and Zarin, A. 2006. To investigate the influence of synoptic low

