

تحلیل زمانی - مکانی چرخندهای ایران در سال ۱۳۷۶ خورشیدی

چکیده

در این پژوهش، برای تحلیل زمانی - مکانی چرخندهای ایران در سال ۱۳۷۶ خورشیدی، از محدوده مکانی ۳۰°-تا ۸۰° درجه طول شرقی و ۰° تا ۸۰° درجه عرض شمالی و داده‌های رئوپتانسیل با شبکه بندی $2/5^{\circ}$ درجه قوسی در ترازهای $1,000, 850, 925, 700, 600$ هکتوپاسکال استفاده گردید که به صورت شش ساعته ($00, 06, 12, 18$ زولو) از پایگاه داده (NCEP/NCAR)^۱ استخراج شده است: بدین صورت که، ابتدا پایگاه داده‌های رئوپتانسیل در نرم افزار متلب^۲ ایجاد گردید، در گرادس^۳ داده‌ها به نقشه تبدیل شده و در سرفر^۴ نقشه‌ها ترکیب و مورد بررسی و تحلیل نهایی است. تحلیل زمانی چرخندهای ایران نشان داد که بیشترین فراوانی چرخدنی مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با $27/2$ درصد و کمترین فراوانی با 11 درصد از آن تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال است. فصل زمستان با $31/5$ درصد چرخدنایی، بیشترین و فصل تابستان با $18/8$ درصد، کمترین میزان چرخدنایی را به خود اختصاص داده است. بررسی مکانی چرخندهای ایران حاکی از این است که کم فشار پاکستان در اغلب فصل‌ها در ترازهای پایین گسترش یافته است. بر روی ایران، چرخدنایی قوی یافت نمی‌شود و مراکز چرخدنی که ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند، عمدهاً از مناطق مختلف جغرافیایی نشأت می‌گیرند و در داخل کشور فعال نیستند.

1 - National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research

2 - MATLAB

3 - GRADS(The Grid Analysis and Display System program)

4 - SURFER

واژه‌های کلیدی: چرخندزایی، توزیع فصلی، ارتفاع ژئوپتانسیل، شیو ارتفاع ژئوپتانسیل، ایران.

مقدمه

گردش عمومی هوا بر اثر اختلاف فشار بین منطقه حاره و نواحی برون حاره به وجود آمده است و در مقیاس وسیع، تبادلات انرژی و ماده سیاره زمین را سبب می‌شود. از جمله عناصر عمده گردش عمومی هوا که جزو سامانه‌های همدید برون حاره به شمار می‌آیند، می‌توان چرخندها را نام برد. از آنجا که این سامانه‌ها موقع ورود به یک منطقه، هوای آنجا را آشفته و منقلب می‌کنند، اغتشاش نامیده می‌شوند و چون در داخل بادهای غربی تولید شده، حرکت کرده و بالاخره از بین می‌روند، به اغتشاشات غربی موسومند(علیجانی، ۱۳۸۱: ۲۷). معمولاً چرخندها به عنوان ناقل هوای بد و ابری همراه با بارندگی شناخته می‌شوند که اغلب به علت وجود جبهه‌هاست(فرج زاده، ۱۳۸۶-۱۶۸). به عبارتی دیگر، چرخند یک مرکز کم فشاری است که دارای دو جبهه‌ی سرد و گرم است. فشار هوا در مرکز چرخند کمتر از اطراف است. چرخندها، سامانه‌های ناپایدارند و سبب صعود هوا و نهایتاً تراکم و ایجاد بارش می‌شوند(علیجانی، ۱۳۸۵: ۸۹). به ویژه چرخندهای عرض میانه که بسیار پویا هستند و روزانه حدود ۱۲۰۰ کیلومتر جا به جا می‌شوند. این گونه چرخندها پس از پیدایش، مسیر رودبادها را دنبال می‌کنند و به دلیل حرکات عمودی هوا در آنها، اعکان پیدایش ابر، بارش و حتی توفان تندری فراهم می‌شود(مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷: ۲۷). به طور کلی می‌توان گفت: چرخندزایی و تأثیرات آن، مستقیم یا غیرمستقیم به دگرگونی بر روی زندگی انسان و فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، راه و ترابری، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، مسائل زیست-محیطی و رویدادهای طبیعی منجر می‌شود که همگی به نحوی با زندگی انسان و سایر موجودات زنده در ارتباط هستند. با توجه به اهمیت سامانه‌های گردشی و نقش آنها در اقلیم کشور خشکی مانند ایران، هر پژوهشی که در زمینه چرخند و ویژگی‌های آن به عنوان یکی از سامانه‌های مهم و تأثیرگذار بر اقلیم ایران انجام شود، می‌تواند برای پیش‌بینی آب و

هوایی در آینده ارزشمند باشد. البته، آنچه آشکارا در این تحقیقات می‌توان مشاهده نمود، این است که برخی از محققان و دانشمندان به شناسایی شرایط همدید چرخندها و آگاهی از روند تغییرات آن در سال‌های اخیر توجه کرده‌اند و برخی نیز تأثیرات مستقیم یا غیرمستقیم تغییرات چرخندها را بر جنبه‌های مختلف مؤثر در حیات جانداران، انسان و فعالیت‌های زیست اقلیم انسانی بررسی کرده‌اند. برای نمونه، آلپرت^۵(۱۹۹۰)، به بررسی تغییرات ماهانه مسیر چرخندهای مدیترانه به روش برون سو^۶ سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۷ در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال پرداخت و به این نتیجه رسید که مسیرهای چرخندی در سه ماهه زمستان در بخش‌های شمالی مدیترانه شبیه همدیگر بوده است، اما خصوصیات آنها متفاوت است. سی蒙د و مورای^۷(۱۹۹۱)، به تشریح راهکاری خودکار برای یافتن چرخندهای برون حاره از طریق نقشه‌های رقومی پرداختند. آنها آماره‌های چرخندها را از نیمکره جنوبی طی دوره‌های متعدد گردآوری نمودند و به تعیین کم‌شاره‌های سطحی و عمیق و تعیین دقیق موقعیت آنها پرداختند. تریگو و دیویس^۸(۱۹۹۹)، به مقایسه چرخندهای ناحیه مدیترانه با دیگر چرخندهای نیمکره شمالی پرداختند و نشان دادند که ویژگی‌های کم‌شاره‌های مدیترانه مانند شدت و مدت دوام سالیانه کاملاً متغیر است و در مناطقی که چرخندزایی به وسیله ناهمواری کنترل می‌شود، چرخندهای قوی‌تر شکل می‌گیرد. کاراکا^۹(۲۰۰۰)، با بررسی تغییرات مسیرهای چرخندی بر روی ترکیه و ارتباط آنها با اقلیم این منطقه به این نتیجه رسید که پنج مسیر چرخندی عمدی، ترکیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند که بالاترین تعداد چرخندها در زمستان است. ماهراس و همکاران^{۱۰}(۲۰۰۱)، چرخندها را به روش برون سو در یک دوره ۴۰ ساله در منطقه مدیترانه به صورت روزانه و فصلی بررسی کردند و معتقدند تعداد چرخندهای خیلی عمیق از جنوب به شمال مدیترانه افزایش می‌یابد و بیشترین آن، در باد پناه آلب و در خلیج ونیز است که پس از ساعت ۶ رخ می‌دهد. ماهراس و

5 - Alpert

6 - Abjectively Method

7 - Simmonds and Murray

8 - Trigo and Davies

9 - Karaca

10 - Maheran and et al

همکاران (۲۰۰۲)، در پژوهشی به مطالعه ساختار عمودی چرخندگان سطحی مدیترانه به پیروی از مقاله ماهراس و همکاران (۲۰۰۱) پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که سازوکارهای اصلی در رخداد چرخندگان مناطق خلیج جنوای، جنوب ایتالیا و قبرس متفاوتند. در جنوا کمینه فشار چرخندگان، تابع ناهمواری است. اسپانوس و همکاران^(۱) (۲۰۰۳)، در مطالعه بروونسوی چرخندگان مرکز و شرق مدیترانه در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، روند معناداری را در رخداد این چرخندگان پیدا نکردند. اوستینسکی و آلپرت^(۲) (۲۰۰۶)، با مطالعه چرخندگان مدیترانه شرقی به این نتیجه رسیدند که فروبارهای زمستانی بر روی مناطق مرکزی و شمالی شامل قبرس، اسرائیل، لبنان، شمال غرب سوریه و غرب اردن بارش ایجاد می‌کنند و مناطق جنوبی؛ یعنی جنوب اسرائیل و شمال شرق مصر بارش‌های را توسط سیلاپ دریافت می‌دارند. وانگ و همکاران^(۳) (۲۰۰۶)، در پژوهشی به مقایسه فعالیت‌های چرخندگان بروون حاره در مدل ERA-40 با مدل NCEP/NCAR(NNR) پرداختند. هر دو مدل در مناطق بروون حاره شمالی نظری اطلس شمالی و آرام شمالی شکل‌گیری چرخندگانی را از ژانویه تا مارس نشان می‌دهند. لیکن اسپرگر و همکاران^(۴) (۲۰۰۸)، با مسیریابی چرخندگان عرض‌های میانه در آمریکای شمالی شرقی به این نتیجه رسیدند که فراوانی چرخندگان در شمال شرق آمریکا به علت افزایش گازهای گلخانه‌ای، کاهش چشمگیری یافته است. فرجزاده و همکاران^(۵) (۲۰۰۸)، به بررسی ارتباط بین موقعیت رودبادها و چرخندگان غرب ایران پرداختند و بر این باورند که ارتباط معناداری بین رودباد و بارش در غرب ایران در نتیجه متمرکز شدن مسیر رودباد در این ناحیه وجود دارد. علیجانی^(۶) (۱۳۶۶)، نشان داد که بیشتر چرخندگان خاورمیانه در چهار مرکز اصلی چرخندگانی در دریای آدریاتیک، دریای یونان، جزیره قبرس و جنوب شرقی زاگرس ایجاد می‌شوند و در سه مسیر اصلی (A, B, C) وارد ایران می‌شوند. احمدی گیوی و همکاران^(۷) (۱۳۸۲)، سامانه‌های جوی واقع در ایران در آذر ماه ۱۳۸۲ را از دیدگاه توابی پتانسیل

11 - Spanos and et al

12 - Osetinsky and Alpert

13 - Wang and et al

14 - European Re-Analysis

15 - Leibensperger and et al

بررسی نمودند. با محاسبه دمای پتانسیلی روی همه سطوح هم فشار، تاوایی پتانسیلی بر روی نمونهایی از سطوح همدماهی پتانسیلی به منظور بررسی نقش عوامل سطح زمین، سطح میانی و زیرین در مراحل مختلف چرخندهایی درونیابی شدند. احمدی گیوی و نجیبی فر(۱۳۸۳)، تشکیل و رفتار چرخندهای لی^{۱۶}(بادپناهی) واقع در کوههای آلپ در دوره یک ساله(سال ۲۰۰۲ میلادی) و تأثیر احتمالی آنها در آب و هوای خاورمیانه و ایران در دوره‌های مختلف سرد، گرم و معتدل سال را مطالعه کردند و معتقدند تعداد چرخندهای واقع در خلیج جنوا(ضعیف و قوی) در فصل سرد سال به طور قابل توجهی بیشتر از فصل گرم سال است. حبیبی(۱۳۸۵)، به مطالعه سامانه‌های بندآلی که در اقیانوس اطلس، به ویژه در منطقه مدیترانه تشکیل شده‌اند و به چرخندهایی در شرق مدیترانه منجر شده و پیامدهایشان ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند، پرداخته است. صداقت(۱۳۸۵)، با استفاده از روش‌های رقومی و رایانه‌ای در کنار دیدگاه‌های تئوریک به بررسی مسیریابی رقومی چرخندهای خاورمیانه پرداخت و به این نتیجه رسید که مراکز چرخندهایی عمده به ترتیب اهمیت، سودان، قبرس، خلیج جنوا، اژه، دریای آدریاتیک، کوههای اطلس و ناحیه دریای سیاه را شامل می‌شوند که عامل توپوگرافی در شکل‌گیری هسته اولیه کم فشارها تأثیر زیادی داشته است.

به طور کلی، هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل زمانی- مکانی چرخندهای ایران زمین در سال ۱۳۷۶ هجری شمسی(مطابق با سال ۱۹۹۸ تا ۱۹۹۷ میلادی) است.

داده‌ها و روش شناسی

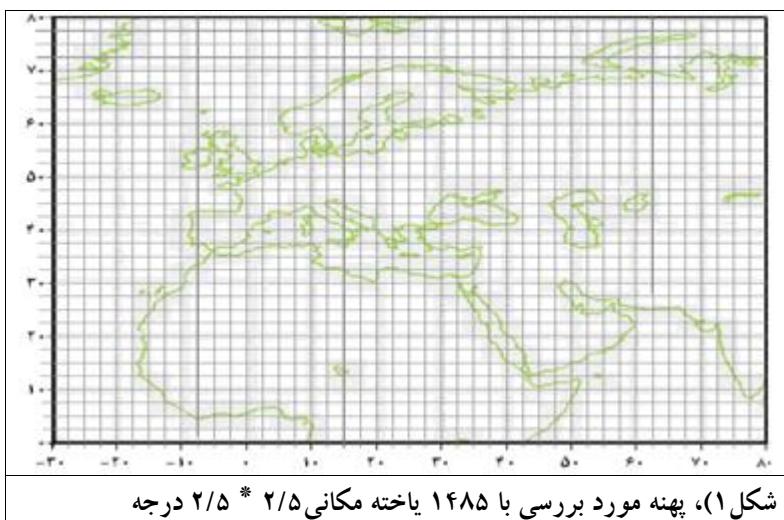
در پژوهش حاضر، از داده‌های دوباره واکاوی شده ژئوپتانسیل در پایگاه داده(NCEP/NCAR)^{۱۷} وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده استفاده شده است که در تارنمای www.esrl.noaa.gov^{۱۸} قابل دسترسی هستند. تفکیک زمانی این داده‌ها، ۶ ساعته(۰۰، ۰۶، ۱۲، ۱۸ زولو) و تفکیک مکانی آنها، ۲/۵ * ۲/۵ درجه است که

16 - Lee Cyclone

17 - National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research

18 - Earth System Research Laboratory. National Oceanographic & Atmospheric Administration.

برای فصل‌های مختلف سال ۱۳۷۶ هجری شمسی در ۶ تراز ارتفاعی (۱۰۰۰، ۹۲۵، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال) استخراج شده است. محدوده بررسی شده در این پژوهش، ۳۰-تا ۸۰ درجه طول شرقی و ۰-تا ۸۰ درجه عرض شمالی را در بر می‌گیرد. علت انتخاب این چارچوب گستره، شناسایی کنش‌ها و تغییرات چرخندی در همسایگی محدوده ایران به خصوص، بررسی این پدیده بر روی آب‌ها و خشکی‌های همسایه‌ی آن و در نهایت تأثیرپذیری کشور ما از چرخنده‌ای پیرامون خود است. از آنجا که تفکیک مکانی داده‌های جوی $2/5^*$ ۲/۵ درجه‌ی قوسی است، چارچوب یاد شده ابعادی برابر با $45^* ۴۵$ ۳۳* ۱۹ یاخته‌ی طولی و ۳۳ یاخته‌ی عرضی دارد و شامل ۱۴۸۵ یاخته‌ی مکانی است (شکل ۱).



از سوی دیگر، داده‌های ژئوپتانسیل در ۶ تراز ارتفاعی بررسی شده، دارای ابعادی برابر با $365^* ۴$ روز و ۴ دیده‌بانی در هر روز) است که شامل ۱۴۶۰ یاخته زمانی است. به طور کلی، ماتریس مورد نظر دارای ابعادی به آرایش $1460^* ۱۴۸۵$ یاخته زمانی - مکانی

است که در این آرایه، سطراها نماینده دیدبانی‌های زمانی و ستون‌ها، نماینده یاخته‌های مکانی است (شکل ۲).

یاخته زمانی	یاخته مکانی	۱	۲	۳	.....	.....	۱۴۸۳	۱۴۸۴	۱۴۸۵
۱	۵۸۷۸	۵۸۷۷	۵۸۷۸	.....	.....	۵۱۵۲	۵۱۷۷	۵۱۹۲	
۲	۵۸۳۹	۵۸۳۵	۵۸۳۷	.....	.....	۵۱۴۳	۵۱۶۱	۵۱۷۵	
۳	۵۸۶۷	۵۸۷۰	۵۸۷۲	.....	.....	۵۱۴۲	۵۱۵۲	۵۱۶۶	
.....	
.....	
۱۴۵۸	۵۸۵۸	۵۸۶۳	۵۸۷۲	.....	.....	۵۱۸۸	۵۱۲۲	۵۱۰۴	
۱۴۵۹	۵۸۹۰	۵۸۹۳	۵۸۹۳	.....	.....	۵۱۴۶	۵۰۹۹	۵۰۹۸	
۱۴۶۰	۵۸۷۲	۵۸۷۶	۵۸۷۶	.....	.....	۵۱۲۹	۵۱۰۴	۵۱۱۹	

شکل ۲)، آرایش ابتدا و انتهای ۱۴۸۵* ۱۴۶۰ یاخته زمانی- مکانی

روش کار بدین صورت است که ابتدا پایگاه داده‌های ژئوپتانسیل در نرم افزار متلب^{۲۰} ایجاد شد و با استفاده از نرم افزار گرادس^{۲۱} و اسکریپتنویسی در محیط این نرم افزار، داده‌های ژئوپتانسیل تبدیل به نقشه شده است و در سرفر^{۲۲} نقشه‌ها ترکیب و سپس مورد بررسی و تحلیل نهایی قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای شناسایی مراکز چرخندی دو شرط اساسی در نظر گرفته شد که به شرح زیر است:

شرط اول، استفاده از یاخته‌هایی است که ارتفاع ژئوپتانسیل آنها نسبت به هر ۸ همسایه پیرامونش کمینه یا مساوی باشد، این یاخته در مرحله اول، به عنوان یک مرکز چرخندی شناخته می‌شود که این روش از پژوهش‌های ماهراس(۲۰۰۱ و ۲۰۰۲) و بلندر و شوبرت(۱۹۹۹)، اقتباس شده است. ولی این شرط به تنها ی برای شناسایی چرخندها ضعیف است چرا که، منجر به شناسایی تعداد زیادی مراکز چرخندی می‌شود.

شرط دوم آن است که برای برطرف نمودن ضعف فوق، آستانه‌ای به عنوان شیو ارتفاع ژئوپتانسیل در نظر گرفته شود بدین صورت که، میانگین وزنی بزرگی شیو ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی ۹ یاخته موجود در پنجره کرنل، باید دست کم ۱۰۰ متر بر ۱۰۰ کیلومتر باشد که تقریباً به ۱۲ هکتوپاسکال می‌رسد ($Min = 100m/1000km$). این

20 - MATLAB

21 - GRADS(The Grid Analysis and Display System program)

22 - SURFER

روش نیز از پژوهش بلندر(۲۰۰۰) اقتباس شده است. وی اساس استفاده از این آستانه برای محاسبه شیو ژئوپتانسیل را، وارد کردن چرخندهای قوی در محاسبات دانسته است. با اعمال این شرط، تمامی چرخندهای ضعیف گرمایی و مهاجر حذف و تنها چرخندهای ایستا(دینامیکی، گرمایی) شناسایی می‌شوند. شیو ارتفاع ژئوپتانسیل از رابطه زیر محاسبه شده است(مسعودیان، ۱۳۸۹):

رابطه ۱

$$GF = - \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial \phi}{\partial y} \hat{j} \right)$$

در این رابطه، $\phi = \text{hgt} \times g$ و $g = 9/8 \text{ m.s}^{-2}$ همچنین، ∂x و ∂y بیانگر مختصات متریک طول جغرافیایی و بیانگر مختصات متریک عرض جغرافیایی است. به منظور محاسبه دقیق ترشیو فشار، با توجه به تفاوت مساحت هر یاخته بر روی هر عرض جغرافیایی، میانگین وزنی شیوفشار در هر کرنل محاسبه شد. لازم به ذکر است که در معادلات جوی، از مختصات متریک طول و عرض جغرافیایی استفاده می‌شود و مقدار متریک عرض جغرافیایی متناسب با مقدار \cos مختصات کروی عرض جغرافیایی است که مقدار آن در هر مدار متفاوت است. بنابراین به هر عرض جغرافیایی وزن متناسب با مقدار متریک آن داده شده است و سپس میانگین وزنی شیو ارتفاع ژئوپتانسیل کرنل مربوطه محاسبه شد. میانگین وزنی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۲

$$\overline{GF} = \frac{1}{\sum_{i=1}^9 w_i} * \sum_{i=1}^9 w_i GF_i$$

که در این رابطه، w_i برابر است با:

$$w_i = \frac{1}{2} (\cos \varphi_s + \cos \varphi_N)$$

برای نمونه جدول ۱، نقطه کمینه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۱۲ زولو را نشان می‌دهد که در آن یاخته مرکزی، کمترین ارتفاع ژئوپتانسیل را به خود اختصاص داده است و میانگین وزنی شیو ارتفاع ژئوپتانسیل، بیشتر یا مساوی از مقدار آستانه

مذکور است. بنابراین نقطه‌ای به عنوان یک چرخند شناخته شده و با کد ۱ مشخص می‌شود که این دو شرط را داشته باشد و چنانچه شروط مذکور را نداشته باشد با کد صفر منظور می‌گردد(جدول ۲).

جدول ۱)، نقطه کمینه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

ساعت ۱۲ زولو روز ۱۴/۱۱/۷۶، معادل ۱/۲۴/۱۹۹۸.			
مختصات جغرافیایی	۳۷/۵ شرقی	۴۰ شرقی	۴۲/۵ شرقی
۶۰ شمالی	۵۴۵۱	۵۴۲۱	۵۴۴۸
۶۲/۵ شمالی	۵۴۳۷	۵۴۱۰	۵۴۳۹
۶۵ شمالی	۵۴۴۹	۵۴۳۰	۵۴۵۵

جدول ۲)، نحوه کدگذاری کرنل

.	.	.
.	۱	.
.	.	.

یافته‌های پژوهش

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که توجه به دو شرط مذکور برای محاسبه چرخندها، مجموعاً ۸۷۵۷ رخداد چرخندهای در سال ۱۳۷۶ در شش تراز مورد بررسی بدست آمد که از این تعداد، بیشترین میزان چرخندزایی متعلق است به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با ۲۷/۲ درصد(۲۳۸۴ چرخند) و تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال با ۱۹ درصد(۱۶۴۲ چرخند) در درجه دوم چرخندزایی قرار دارد. از دیگر سو، کمترین میزان چرخندزایی نیز مربوط به تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با ۱۱ درصد است و رتبه دوم کمینه چرخندزایی از آن تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال با ۱۱/۷ درصد است(جدول ۳).

جدول(۳)، تعداد و درصد فراوانی چرخندهای سالانه در ترازهای ارتفاعی مختلف در سال ۱۳۷۶

تراز های مورد بررسی	ترازهای چرخندها	تعداد سالانه چرخندها	درصد فراوانی	تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال	تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال	تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال	تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال	تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۱۶۴۲	۱۲۳۲	۹۶۳	۱۰۲۱	۱۴۹۵	۲۲۸۴	۵۰۰ هکتوپاسکال	۶۰۰ هکتوپاسکال	۷۰۰ هکتوپاسکال
۱۹	۱۴/۱	۱۱	۱۱/۷	۱۷	۴۷/۲	درصد فراوانی	تعداد سالانه چرخندها	تراز های مورد بررسی

از مجموع ۸۷۵۷ چرخندي که ترازهای ارتفاعی مختلف در سال ۱۳۷۶ محاسبه شده است، بیشترین میزان چرخندزایی متعلق به فصل زمستان با ۳۱/۵ درصد (۲۷۴۱ چرخند) و کمترین میزان آن، مربوط به فصل تابستان با ۱۸/۸ درصد (۱۶۴۵ چرخند) است که در این بین، فصل بهار، ۲۴/۸ درصد و فصل پاییز، ۲۴/۹ درصد را به خود اختصاص داده است (جدول ۴).

جدول(۴)، تعداد و درصد فراوانی چرخندهای فصلی در سال ۱۳۷۶

فصل های مورد بررسی	تعداد فصلی چرخندها	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز	فصل زمستان
تعداد فصلی چرخندها	۲۱۷۰	۱۶۴۵	۲۱۸۱	۲۷۴۱	۳۱/۵
درصد فراوانی فصلی چرخندها	۲۴/۸	۱۸/۸	۲۴/۹	۲۱۸۱	۲۷۴۱

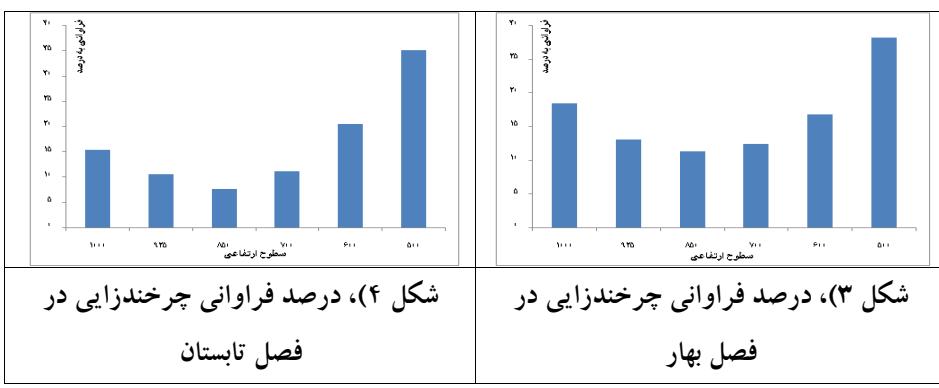
بررسی فراوانی فصلی چرخندها در ترازهای مختلف نشان داد که بالاترین فراوانی چرخندها در زمستان تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال با ۳۶ درصد و پایین ترین مقدار آن در تابستان تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با ۱۳ درصد رخ داده است. فصل زمستان، بیشترین میزان فراوانی را در بین ترازهای مختلف دارد و کمترین میزان چرخندزایی در همه ترازها، مربوط به تابستان است، مگر در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال که کمترین چرخندزایی در پاییز رخ داده است (جدول ۵). همچین، بیشترین درصد فراوانی چرخندها در تمام فصل‌ها، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با حداقل ۳۵ درصد در تابستان و کمترین فراوانی آن در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با حداقل ۷/۶ درصد در تابستان مشاهده شده است (جدول ۶ و شکل‌های ۳ تا ۶).

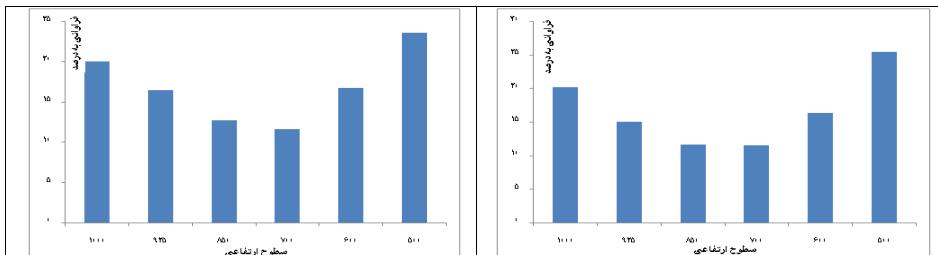
جدول (۵)، درصد فراوانی چرخندهای مختلف ارتفاعی در سال ۱۳۷۶

تراز هکتوپاسکال	۶۰۰ تراز هکتوپاسکال	۷۰۰ تراز هکتوپاسکال	۸۵۰ تراز هکتوپاسکال	۹۲۵ تراز هکتوپاسکال	۱۰۰۰ تراز هکتوپاسکال	ترازهای ارتفاعی فصل
۲۶	۲۴/۵	۲۶/۵	۲۵/۵	۲۳/۵	۲۴	فصل بهار
۲۴	۲۲	۱۸	۱۳	۱۴/۵	۱۵/۵	فصل تابستان
۲۳	۲۳/۵	۲۴/۵	۲۶/۳	۲۶	۲۶/۵	فصل پاییز
۲۷	۳۰	۳۱	۳۵/۲	۳۶	۳۴/۳	فصل زمستان
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع

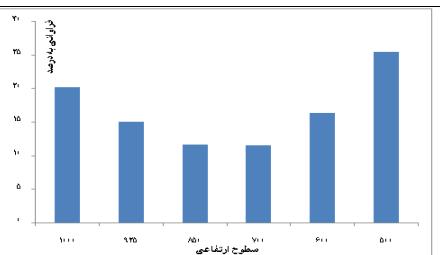
جدول (۶)، درصد فراوانی چرخندها در فصل‌های مختلف سال ۱۳۷۶

فصل زمستان	فصل پاییز	فصل تابستان	فصل بهار	ترازهای ارتفاعی فصل‌ها
۲۰	۲۰/۲	۱۵/۴	۱۸/۴	تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال
۱۶/۴	۱۵	۱۰/۵	۱۳	تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال
۱۲/۴	۱۱/۶	۷/۶	۱۱/۳	تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال
۱۱/۶	۱۱/۵	۱۱/۱	۱۲/۴	تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال
۱۶/۲	۱۶/۲	۲۰/۴	۱۶/۷	تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال
۲۳/۵	۲۵/۴	۳۵	۲۸/۱	تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع





شکل ۶)، درصد فراوانی چرخندزایی در
فصل زمستان

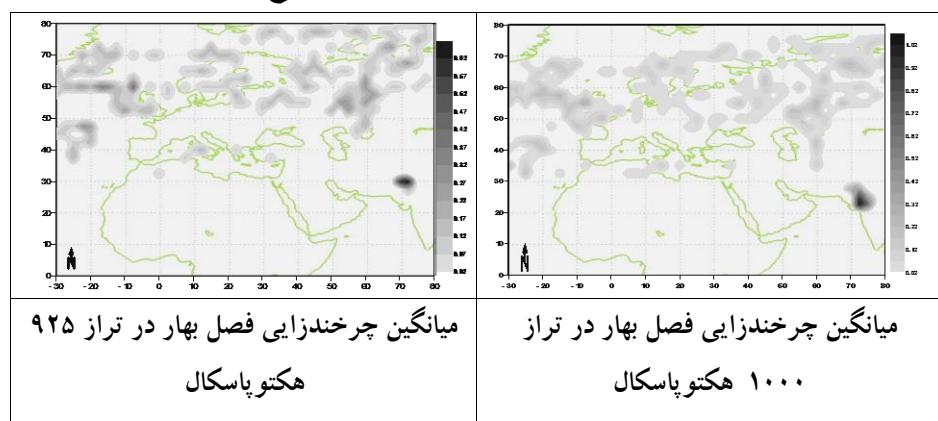


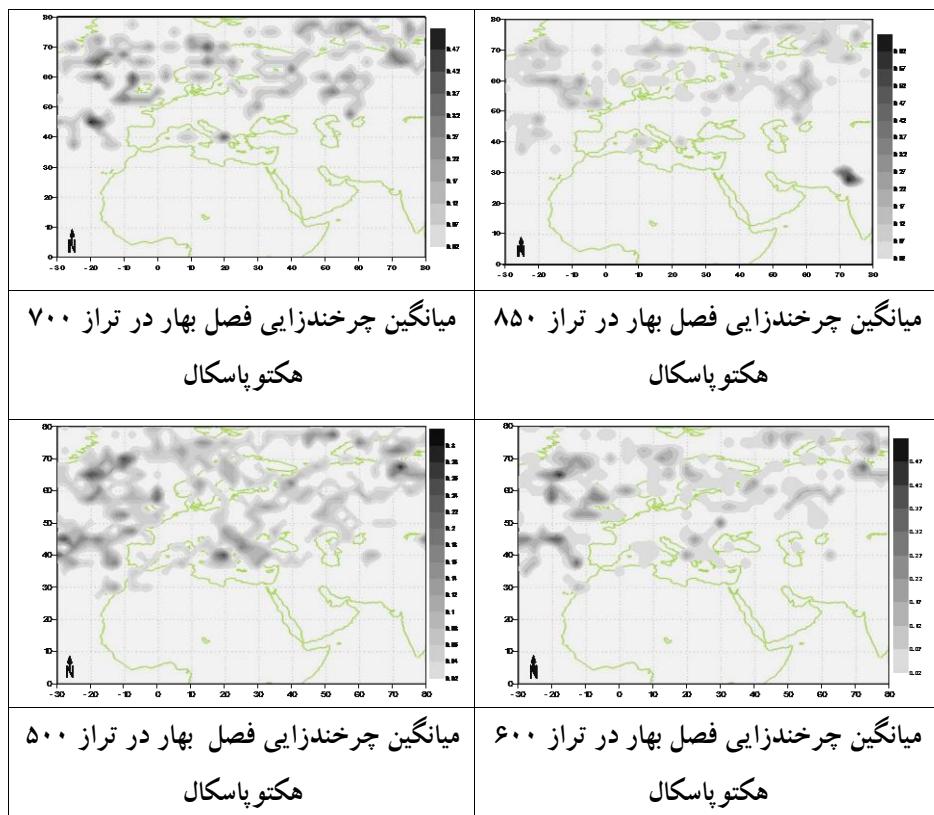
شکل ۵)، درصد فراوانی چرخندزایی در
فصل پاییز

تحلیل وضعیت چرخندها در فصل بهار

بررسی نقشه‌های چرخندی در فصل بهار حکایت از وجود کم‌فشار پاکستان در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال دارد که این کم‌فشار در دیگر ترازهای مورد بررسی مشاهده نمی‌شود. در ترازهای ۵۰۰ و ۶۰۰ هکتوپاسکال چرخند ضعیفی بر روی خزر و در تراز ۱۰۰۰ نیز زبانه‌ای از چرخند ضعیف روسیه تا شرق ایران امتداد یافته است. در این فصل، چرخندهای واقع در غرب ایران در حوالی قبرس، دریای یونان، دریای آدریاتیک و سیسیل مشهود است که در این بین چرخندهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از قوت بیشتری برخوردار است (شکل ۷).

شکل ۷)، نقشه میانگین چرخندزایی فصل بهار در سطوح ارتفاعی مختلف

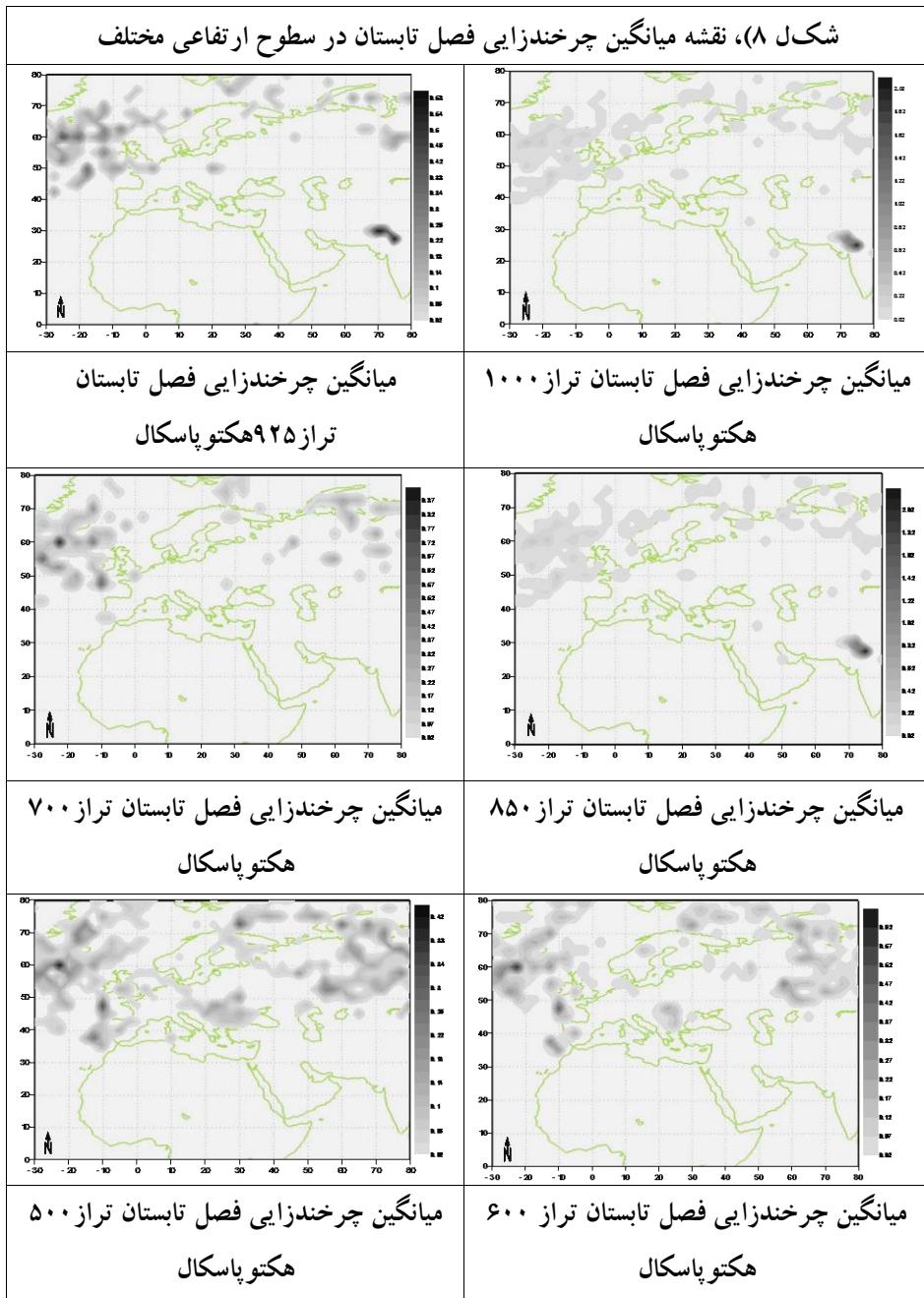




تحلیل وضعیت چرخندها در فصل تابستان

در فصل تابستان کم فشار پاکستان همچنان در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ به چشم می- خورد و در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز چرخدندهای ضعیفی بر روی خلیج فارس مشهود است. همچنین در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال نیز چرخندزایی بسیار ضعیفی بر روی دریای اژه و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در حوالی دریای اژه و تونس مشاهده می شود. در این فصل به دلیل پیشروی پرفشار آزور به عرضهای جنوب حاره‌ای، کمترین میزان چرخندزایی مشاهده شده است (شکل ۸).

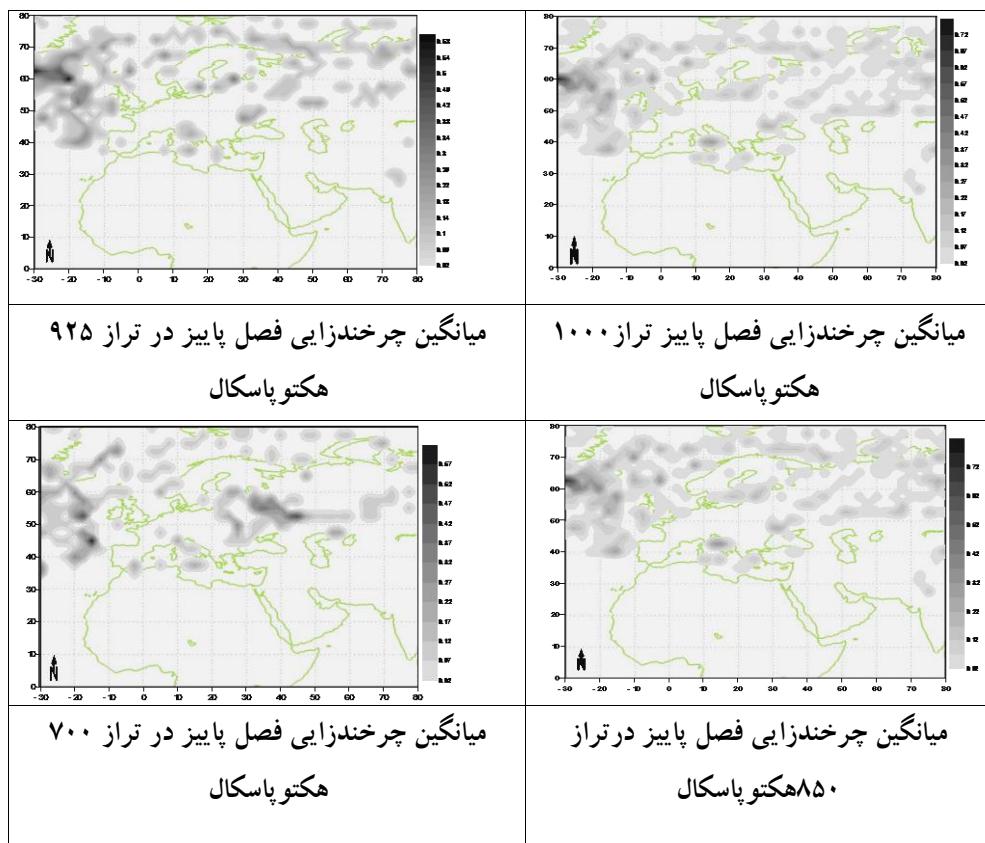
شکل ۸)، نقشه میانگین چرخندزایی فصل تابستان در سطوح ارتفاعی مختلف

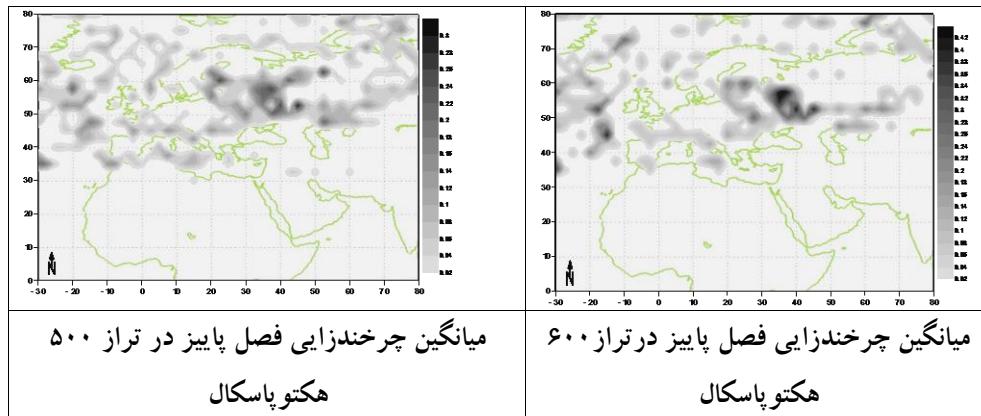


تحلیل وضعیت چرخندی در فصل پاییز

در فصل پاییز، کم‌فشار پاکستان در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال به شدت ضعیف شده است. اما چرخندهای واقع بر روی مدیترانه از گستردگی بیشتری برخوردار شده‌اند که اوج این گستردگی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال قابل مشاهده است. در تراز ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال چرخد روسیه با شدت و قوت بیشتری نسبت به بهار و تابستان ظاهر شده است (شکل ۹).

شکل ۹)، نقشه میانگین چرخندزایی فصل پاییز در سطوح ارتفاعی مختلف

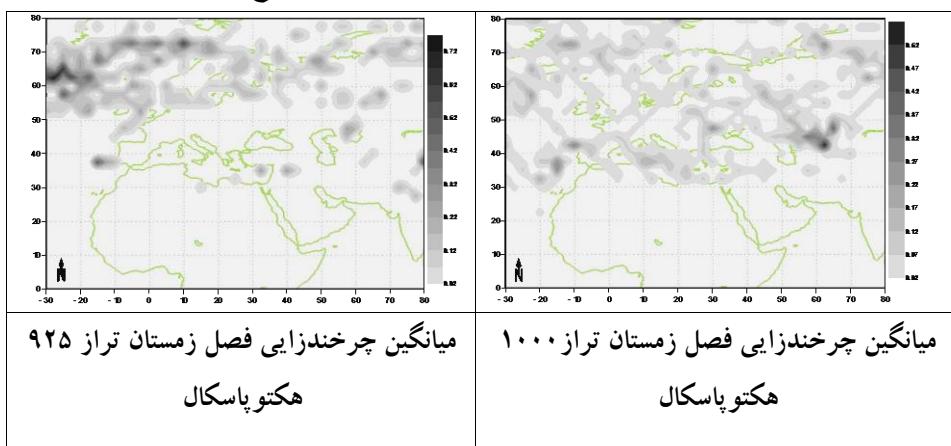


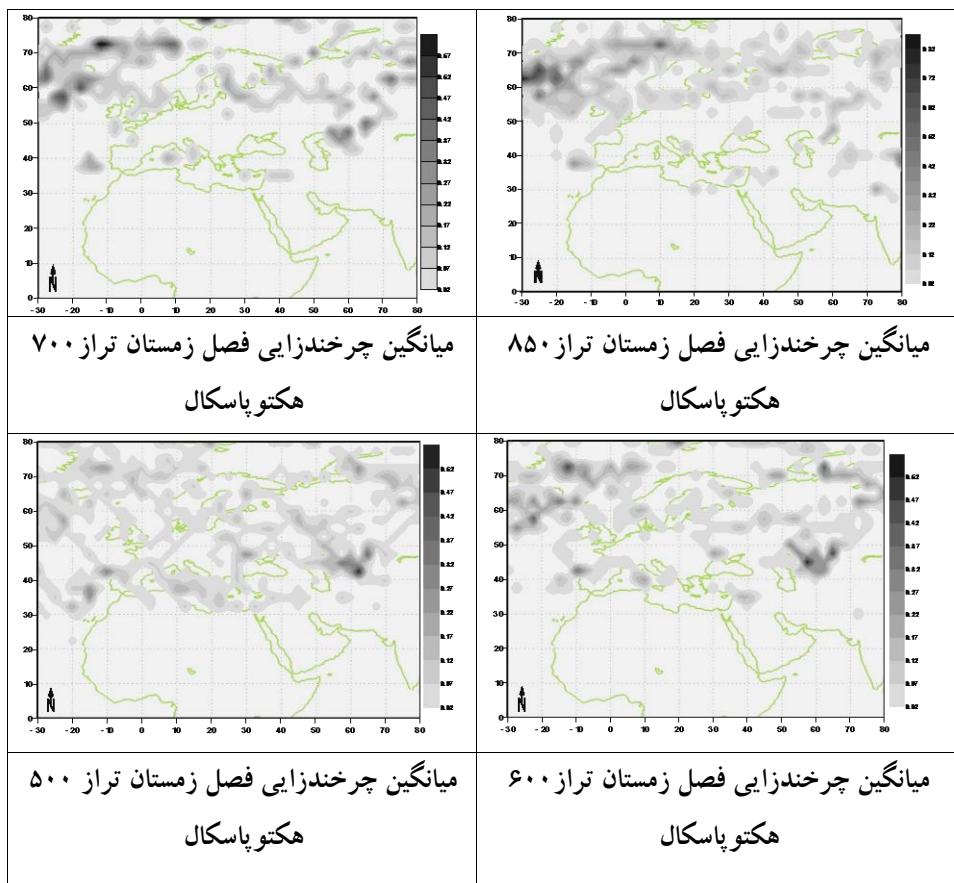


تحلیل وضعیت چرخندها در فصل زمستان

در فصل زمستان، تعداد چرخندها بیشتر از دیگر فصول است. چرخندهای واقع در منطقه مدیترانه‌ای تا تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال از قوت چندانی برخوردار نیستند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز فراوانی چرخندها به شدت افزایش یافته ولی از قوت چندانی برخوردار ناست. کم‌فشار پاکستان نیز همانند دیگر فصول تا تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال کشیده شده است. در تراز ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و در محدوده‌ی ایران چرخندهای ضعیفی به چشم می‌خورد(شکل ۱۰).

شکل ۱۰)، نقشه میانگین چرخندزایی فصل زمستان در سطوح ارتفاعی مختلف





نتیجه گیری

تحلیل زمانی چرخندهای ایران نشان داد که در سال ۱۳۷۶ شمسی، مجموعاً ۸۷۵۷ رخداد چرخندهای در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵، ۸۵۰، ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به وقوع پیوسته است. از این تعداد، بیشترین میزان چرخنذایی متعلق به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با ۲۷/۲ درصد و کمترین فراوانی، مربوط به تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با ۱۱ درصد است. فصل زمستان با ۳۱/۵ درصد چرخنذایی، بیشترین و فصل تابستان با ۱۸/۸ درصد، کمترین میزان چرخنذایی را به خود اختصاص داده است. به طور کلی، بالاترین فراوانی چرخندها در زمستان تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال با ۳۶ درصد و پایین‌ترین مقدار آن در تابستان تراز ۸۵۰

هکتوپاسکال با ۱۳ درصد رخ داده است و فصل زمستان، بیشترین فراوانی چرخدندها را در تمام ترازهای ارتفاعی دارد. همچنین بررسی مکانی چرخدندهای ایران حاکی از وجود کم فشار پاکستان در تمامی فصول است که در ترازهای پایین تر (۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال) گسترش یافته است، اما در نیمه سرد سال از گسترهای مکانی و قوت کمتری برخوردار است. در فصل بهار، چرخدندهای واقع در دریای مدیترانه در حوالی قبرس، دریای یونان، دریای آدریاتیک و سیسیل چشمگیرتر است که در این بین، چرخدندهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از قوت بیشتری برخوردارند. در فصل تابستان به علت استقرار پرفشار آزور، کمترین میزان چرخدندازی وجود دارد و در فصل زمستان و پاییز فراوانی چرخدندها بیشتر از دیگر فصول است به طوری که، چرخدندهای واقع بر روی مدیترانه از گستردگی بیشتری برخوردار می-شوند و اوج این گستردگی، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کاملاً مشهود است. به طور کلی، نتایج این پژوهش در سال ۱۳۷۶ نشان داد که بر روی ایران چرخدندازی قوی با گسترهای مکانی زیادی یافت نمی‌شود و نقش چرخدندهای مهاجری همچون مدیترانه در اقلیم ایران چشمگیرتر است و این گونه به نظر می‌رسد که منطقه مدیترانه از اهمیت ویژه‌ای جهت مطالعات اقلیم شناسانه به عنوان منطقه شکل‌گیری، تقویت و توسعه چرخدندها برخوردار است. به طور کلی با بررسی نقشه‌های ماهانه، فصلی و سالانه چرخدندها مشخص شد، مرکز چرخدنی که ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند از مناطق مختلف جغرافیایی نشأت می‌گیرند و این مرکز، در داخل کشور فعال نیستند.

منابع

- احمدی گیوی، فرهنگ ، محب‌الحجه، علیرضا و مریم قرایلو(۱۳۸۲)، مطالعه دینامیک سامانه های چرخدنی ایران از دیدگاه تاوایی پتانسیلی؛ مطالعه موردی، آذر ماه ۱۳۸۲. مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۲، شماره ۱، صص: ۱-۱۳.
- احمدی گیوی، فرهنگ و نجیبی فر، یونس(۱۳۸۳)، مطالعه چرخدندازی در پشت به باد کوههای آلب و اثر آن بر آب و هوای خاورمیانه برای دوره یکساله. مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۰، شماره ۲، صص: ۱-۱۹.
- ای هارتین، جاتاتان، ترجمه مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۸)، دینامیک جو در عرضهای میانه، جلد ۱، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان.

- ۴ حبیبی، فریده(۱۳۸۵)، آنالیز سینوپتیکی و دینامیکی چرخندهای روی مدیترانه، مجله نیوار، شماره ۶۴ و ۶۵، بهار و تابستان ۱۳۸۵، صص ۸۹-۹۶.
- ۵ صداقت، مهدی(۱۳۸۵)، مسیریابی رقومی چرخندهای خاورمیانه در دوره سرد سال، استادراهنما: زهرا حجازی زاده، استاد مشاور: زین العابدین جعفرپور، پایان نامه ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، گروه جغرافیا.
- ۶ علیجانی، بهلول(۱۳۶۶)، مسیرهای سیکلونی مدیترانه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۷ علیجانی، بهلول(۱۳۸۱)، اقلیم‌شناسی سینوپتیک، چاپ اول، انتشارات سمت، صص: ۴۱-۲۷.
- ۸ فرج‌زاده، محمود(۱۳۸۶)، تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت، صص: ۱۷۲-۱۶۸.
- ۹ مسعودیان، سید ابوالفضل و کاویانی، محمدرضا(۱۳۸۷)، اقلیم‌شناسی ایران، جلد ۱، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان، صص ۲۹-۲۷.
- ۱۰ مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۹)، بررسی همدید کنش‌های چرخندی در طی ۱۳۸۲-۱۳۴۰ خورشیدی، زیر چاپ.
- 11- Alpert ,p, Neeman, S hay-EI Y.(1990), Intermonthly variability of cyclone tracks in the Mediterranean. Journal of climate,3.1474-1478.
- 12- Blender and M.schubert .(1999), Cyclone Tracking in Different spatial and Temporal Resolutions.American Meteorological Society.
- 13- Farajzadeh, M; Khorany, A and Lashkary, H.(2008). The Relation Between Jet Stream Location and Cyclones Over the Western Iran, American Journal of Applied Sciences 5 (10): 1308-1312.
- 14- Karaca , M.& Deniz ,A & Tayanc,M,(2000). Cyclone trackm variability over turkey in association with regional climate. International Journal OF Climatology 20, 1225-1236.
- 15- Leibensperger, E. M; Mickley, L. J. and Jacob, D. J.(2008), Sensitivity of US air quality to mid-latitude cyclone frequency and implications of 1980–2006 climate change, Atmospheric Chemistry and Physics Discussion(8), 12253-12282.
- 16- Maheras .p & flocas ,h,a & anagnostopoulou, chr & patrikas(2001). A 40 year objective climatology of surface cyclones in the mediteranean region: spatial ana temporal distribution. International Journal of Climatology. 109-130.
- 17- Maheras .p.& flocas ,h,a. & anagnostopoulou, chr. & patrikas (2002), On the vertical structure of composite surface cyclones in the Mediterranean region. Theor.Appl.climatol.71,199-217.
- 18- Murray, R. J., & Simmonds,I.,(1991), A numerical scheme for tracking cyclone centers from digital data, Part I: Development and operation of the scheme. Aust. Meteor. Mag., 39, 155–166.
- 19- Osetinsky. I and P. Alpert,(2006), Calendaricities and multimodality in the Eastern Mediterranean cyclonic activity, Natural Hazards and Earth System Sciences. 6-587.
- 20- Spanos S, Maheras P, Karacostas T, and Pennas, P.(2003),Objective climatology of 500-hPa cyclones in central and east mediterranean region during warm-dry period of the year. Theoretical and Applied. Climatology. 75, 167–178 .
- 21- Trigo. Isable f & Trevor d. Davies,(1999), Objective Climatology of Cyclones in the Mediterranean Region. Manuscript received 10 February 1998, in final form 19 June 1998.
- 22- Wang, x. & Swail,v & Francis W. Zwiers, (2006). Climatology and Changes of Extratropical Cyclone Activity: Comparison of ERA-40 with NCEP–NCAR Reanalysis for 1958–2001. Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate, Environment Canada, Toronto, Ontario, Canada.

