

E. Fatahi, Ph.D

T. Rezaei, Ph.D

E.mail: ebfat2002@yahoo.com

دکتر ابراهیم فتاحی، استادیار، پژوهشکده هواشناسی کشور

دکتر طیب رضیعی، استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

شماره مقاله: ۷۵۸

شماره صفحه پیاپی ۱۵۶۴۳-۱۵۶۷۲

## الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران

### چکیده:

الگوهای گردش جوی نقش مهمی در پیدایش پدیده‌های محیطی، بویژه در مناطق معتدله دارند. از این رو، شناسایی الگوهای گردش جوی کنترل کننده آب و هوای ایران و ویژگی‌های آنها بسیار ضروری است. بر این اساس این پژوهش با هدف شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران و برای همه روزهای سال به انجام رسیده است. برای دستیابی به این مهم، با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی الگوهای گردش روزانه جو بر روی ایران در مقیاس هم‌دید شناسایی شد. به این منظور، میانگین روزانه ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا طی دوره آماری ۱۹۵۰-۲۰۰۶ در تلاقی‌های ۲/۵ درجه از مجموعه داده‌های بازسازی شده NCEP/NCAR استخراج گردید. محدوده انتخاب شده که گستره‌ای از ۲۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۲۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی را پوشش می‌دهد، شامل ۴۰۸ یاخته است. با استفاده از آرایه S روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی تعداد ۴۰۸ یاخته مورد مطالعه به نه مؤلفه اصلی که مجموعاً ۹۴ درصد کل واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهند، کاهش داده شد. به کمک چرخش و ریمکس، نه مؤلفه انتخاب شده چرخانده شدند تا ساختار و تفسیر فیزیکی آنها ساده‌تر شود. سپس به کمک خوشه‌بندی چند هسته‌ای همه روزهای مورد مطالعه به هیجده گروه دسته بندی و نقشه ترکیبی، هر گروه به عنوان یک الگوی گردش

جوی ترسیم و ارائه شد. همچنین توزیع ماهانه و روند تغییرات زمانی هر یک از الگوهای گردش جوی نیز محاسبه گردید. نتایج این بررسی، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در آرایش الگوها، فراوانی تیپ‌های هوا و مسیر حرکت آنها به سوی ایران است. از این‌رو، این روش را می‌توان به عنوان روش کمی و دقیق برای استخراج الگوهای گردش جوی در نظر گرفت. همچنین از این الگوها می‌توان به عنوان شاخصی برای تحلیل ارتباط بین پدیده‌های محیطی و الگوهای هم‌دید استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: الگوهای گردش جوی، تیپ‌های هوا، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، خوشه‌بندی، ایران.

#### ۱- مقدمه

الگوهای گردش جوی نقش مهمی در پیدایش پدیده‌های محیطی به ویژه در مناطقی معتدله دارند. از این‌رو، شناسایی الگوهای گردش جوی کنترل‌کننده آب و هوای ایران و ویژگی‌های آنها بسیار ضروری است. طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی روزانه از گذشته مورد توجه اقلیم‌شناسان بوده است. بررسی متغیرهای اقلیم‌شناسی مانند بارش و دما در مکان و زمان معینی نشان می‌دهد که این متغیرها شدیداً تحت تأثیر الگوهای گردش جوی هستند. از این‌رو، متغیرهای هواشناسی مانند بارش و دما و پدیده‌های وابسته به آنها، مانند سیل، خشکسالی، یخبندان‌ها و ... به انواع ویژه‌ای از الگوهای گردش جوی مربوط می‌شوند. تداوم و تغییر سیستم‌ها از طریق فرآیند طبقه‌بندی یا تعیین تیپ‌های هوا شناسایی صورت می‌پذیرد و به همین دلیل طبقه‌بندی سیستم‌های هوا یکی از اهداف اصلی اقلیم‌شناسی سینوپتیک است (هو، ۱۹۹۶: ۸۹۵). بدون شناسایی فراوانی زمانی تیپ‌های هوا، تبیین و چاره‌جویی مسائل محیطی امری دشوار است، زیرا هر تیپ هوایی شرایط محیطی خاص خود را ایجاد می‌کند. با شناسایی الگوهای گردش جوی می‌توان تغییرات، فراوانی، شدت و توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی، مانند بارش را بررسی و دلایل فیزیکی آن را بیان نمود (ویسنه-سرانو، ۲۰۰۶: ۱۴۲۸). به همین علت، کوشش‌های بسیاری برای توسعه روش‌های گروه‌بندی الگوهای گردش جوی و بررسی نقش و تأثیر

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۴۷

آنها بر متغیر بارش انجام شده است (رومرو و همکاران، ۱۹۹۹: ۷۷۲، سانتوس و همکاران، ۲۰۰۵: ۳۹).

طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی تا قبل از سال ۱۹۶۰، عمدتاً به روش دستی (کیفی) انجام می‌شد (لوند، ۱۹۶۳: ۶۱؛ لمب، ۱۹۷۲: ۱۴۲؛ جنکینسون و کولینز ۱۹۷۷). لمب (۱۹۷۲: ۴۱۲) الگوهای گردش جوی را برای جزیرهٔ بریتانیا شناسایی کرد و نشان داد که ارتباط میان بارش به عنوان متغیرترین پدیده جوی و الگوهای گردش جو بسیار قوی است، اما با پیدایش رایانه و الگوریتم‌های پیشرفته ریاضی، مانند روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup> (PCA) و خوشه بندی<sup>۲</sup> (CA) و نیز فراهم شدن داده‌های رقومی روش کمی جایگزین روش دستی شد. افرادی مانند برایسون و همکاران (۱۹۶۶، ۲۲۴) اولین پژوهشگرانی بودند که تکنیک PCA را برای مطالعات اقلیم شناسی سینوپتیک به کار گرفتند. تنسول و برایسون (۱۹۶۶، ۶۳) یک ماتریس از داده‌های حجیم را که شامل ۳۰ متغیر هواشناسی وابسته به هم بود، برای ایالت مادیسون، ویسکانسین و مینه سوتا، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به نه مؤلفه غیر همبسته کاهش دادند. سپس با استفاده از الگوهای ارائه شده لوند (۱۹۶۳) روزها را گروه بندی کرده، با مقایسهٔ نقشه‌های هوا نتیجه گرفتند که گروه‌ها دقیقاً با وضعیت‌های سینوپتیکی معینی مطابق هستند.

از دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ علاقه به تحلیل مسائل محیطی مختلف از دیدگاه اقلیم شناسی همدید، بویژه در ارتباط با مقادیر حدی، باعث افزایش توجه به روابط بین گردش جو و متغیرهای اقلیمی در مقیاس روزانه شد. ریچمن (۱۹۸۱، ۱۱۴۹) با استفاده از PCA و CA به طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی و بررسی ارتباط آنها با متغیرهای اقلیمی در مقیاس روزانه پرداخت. بوگاردی و همکاران (۱۹۹۴: ۲۵۲) با استفاده از روش خوشه‌بندی چند هسته‌ای<sup>۳</sup>، داده‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای منطقه نبراسکای شرقی خوشه‌بندی و ارتباط الگوهای به‌دست آمده را با بارش منطقه بررسی نمودند. نتیجه

1 - Principal Component Analysis (PCA)

2 - Cluster Analysis (CA)

3 - K-Means Cluster Analysis

بسیاری از پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که الگوهای گردش جوی نقش بسیار مهمی در وقوع، مقدار و توزیع مکانی بارندگی دارند. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که تغییرات دما و بارندگی به تیپ‌های ویژه‌ای از الگوهای گردش جوی مرتبط است (باردوسی و کاسپاری، ۱۹۹۰: ۱۲۵۳ بوگاردی و همکاران، ۱۹۹۴: ۲۵۴). بوگاردی و همکاران (۱۹۹۲، ۵۱۲) با بهره‌گیری از مدل‌های شرطی، ارتباط میان الگوهای گردش جوی و وقوع بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه خود را بررسی کردند. چن و هلستورم (۱۹۹۹، ۵۱۵) نیز نشان دادند که هر تیپ ویژه‌ی هوا، ویژگی‌های دمایی خاصی را در جنوب سوئد پدید می‌آورد. کرته-ریل و همکاران (۱۹۹۸، ۶۲۴) و تریگو و داکامارا (۲۰۰۰، ۱۵۷۴) کاهش فراوانی تیپ‌های هوای بارانزا و افزایش فراوانی تیپ‌های هوای خشکی را عامل اصلی کاهش بارش در پرتغال در نیمه‌ی دوم قرن بیستم می‌دانند. داکستاین و همکاران (۱۹۹۳، ۴۲۳) نیز الگوهای گردشی مولد سیلاب را برای ایالت آریزونای آمریکا شناسایی کردند. رومرو و همکاران (۱۹۹۹، ۷۷۲) به کمک روش PCA و خوشه‌بندی نوزده الگوی گردش جوی وابسته به روزهای بارشی منطقه‌ی مدیترانه‌ای اسپانیا را برای دو سطح ۹۲۵ و ۵۰۰ هکتوپاسکال تهیه و ارتباط آنها را با الگوهای مکانی بارش منطقه بررسی نمودند. استبان و همکاران (۲۰۰۵، ۳۲۴) نیز با استفاده از روش PCA و خوشه‌بندی چند هسته‌ای الگوهای گردش جوی سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای اروپای جنوب غربی تعیین و ارتباط آنها را با بارشهای سنگین برف در کشور آندورا بررسی نمودند.

علیجانی (۱۳۷۸، ۱۱۶) با استفاده از داده‌های میانگین ماهانه ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال الگوهای گردش جو این تراز را برای منطقه‌ی مدیترانه تعیین و اثر آن را بر اقلیم ایران بررسی نمود. او نتیجه گرفت که در بیشتر وقت‌ها ناوه‌ی بلندی بر روی مدیترانه حاکم است که با جابه‌جایی خود اقلیم ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علیجانی (۱۳۸۰ الف، ۳۲) همچنین با استفاده از داده‌های روزانه فشار سطح زمین پایگاه NCEP/NCAR (در ساعت ۱۲ GMT) در دوره‌ی نوامبر تا مارس ۱۹۶۶-۹۵ و به کمک روش PCA و تحلیل ترکیبی ۱۸ تیپ هوایی را برای ایران شناسایی کرد. علیجانی (۱۳۸۰ ب: ۱۲۷) همچنین با

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۴۹

بهره‌گیری از روش جنکینسون-کولینز (۱۹۷۷) توانست ده الگوی گردش جوی برای ایران شناسایی و ارتباط آنها را با سه گروه بارشی سبک، متوسط و سنگین تهران ارزیابی کند. او نتیجه گرفت که تیپ‌های سیکلونی از فراوانی وقوع بیشتری برخوردار بوده، بارش‌های سنگین‌تری ایجاد می‌کنند. علیجانی و زاهدی (۱۳۸۱: ۲۱۴) نیز به کمک روش همبستگی، یازده تیپ هوایی را که عامل بارش‌های با تداوم دو روزه در آذربایجان هستند، شناسایی نمودند و نتیجه گرفتند که تیپ مداری دارای بیشترین فراوانی وقوع و تیپ سیکلونی مهمترین تیپ بارانزا در منطقه است. علیجانی (۲۰۰۲: ۴۷) همچنین با بررسی توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال توانست دو ناوه خزر و سوریه را که نقش مهمی در کنترل آب و هوای ایران دارند، شناسایی و معرفی کند. او در این بررسی نشان داد که ناوه‌ها و پشته‌هایی که در نزدیکی ایران قرار می‌گیرند، بیشترین تأثیر را در آب و هوای ایران دارند که از این میان ناوه سوریه و مدیترانه مهمترین نقش را، بویژه در بارش غرب کشور داراست. حجازی زاده و فتاحی (۱۳۸۶: ۴۶) نیز با استفاده از روش PCA و خوشه‌بندی چند هسته‌ای هشت تیپ هوای اصلی را برای فصل زمستان ایران شناسایی و به کمک روش تحلیل همبستگی ارتباط آنها را با بارش ایران تعیین نمودند. فتاحی (۱۳۸۶) همچنین ارتباط این تیپ‌های هوا را با فازهای مثبت و منفی ENSO بررسی و تحلیل نمود. رضیئی (۱۳۸۶، ۹۰) با استفاده از روش PCA و خوشه‌بندی چند هسته‌ای، الگوهای گردش جو زمستانه ایران را برای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال شناسایی کرد. او هجده الگوی گردش جوی برای این فصل شناسایی و ارتباط آنها را با دوره‌های خشک و تر در غرب ایران بررسی و الگوهای خشکی زا و بارش زای این فصل را شناسایی نمود.

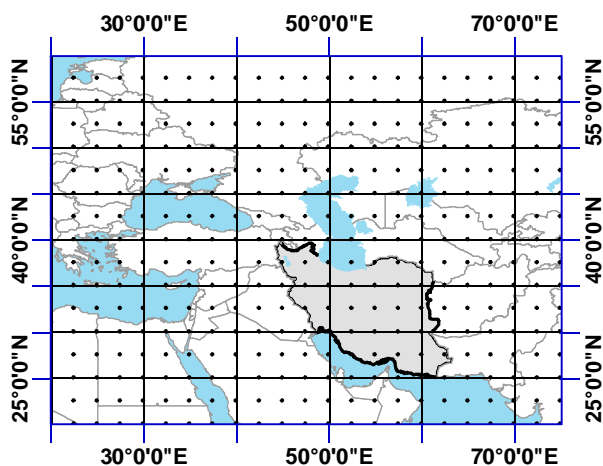
بررسی‌ها نشان می‌دهند که الگوهای گردش جوی شناسایی شده برای ایران اغلب بر اساس داده‌های میانگین ماهانه جو تهیه شده‌اند (علیجانی، ۱۳۷۸؛ ۱۳۸۰، ب، ۲۰۰۲). از سوی دیگر به دلیل اهمیت فصل زمستان به عنوان فصل اصلی بارش در ایران، پژوهش‌های یاد شده، اغلب این فصل را مورد توجه و مطالعه قرار داده‌اند و شناسایی الگوهای گردش جو دیگر فصل‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این‌رو،

پژوهش پیش رو با هدف شناسایی الگوهای گردش جو همه ماه‌های سال در دو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح دریا انجام شده است.

### ۳- داده‌ها و روش پژوهش

#### ۳-۱- داده‌ها

برای انجام این پژوهش، داده‌های میانگین<sup>۴</sup> روزانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا پایگاه NCEP/NCAR در دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۵۰ استفاده گردید. محدوده مورد مطالعه طوری انتخاب شده است که همه سامانه‌های مؤثر بر روی ایران در طول سال را پوشش دهد. این محدوده شامل ۴۰۸ یاخته<sup>۵</sup> است که بین عرض ۲۰ تا ۶۰ درجه شمالی و طول ۲۰ تا ۸۰ درجه شرقی با فاصله ۲/۵ درجه جغرافیایی از یکدیگر توزیع شده‌اند. جدول (۱) ویژگی‌های داده‌های مورد استفاده شده و شکل (۱) محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱) پراکنش یاخته‌ها بر روی محدوده مورد مطالعه با فاصله ۲/۵ درجه جغرافیایی

4 - Composite

5 - Grid

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۵۱

جدول (۱) ویژگی‌های متغیرهای استفاده شده در پژوهش

ردیف	نام متغیر	مقیاس زمانی	دقت مکانی (درجه)	دوره آماری	مرجع
۱	ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	میانگین روزانه	۲/۵ × ۲/۵	۱۹۵۰-۲۰۰۶	NCEP/NCAR
۲	فشار سطح دریا (SLP)	میانگین روزانه	۲/۵ × ۲/۵	۱۹۵۰-۲۰۰۶	NCEP/NCAR

### ۳-۱- روش پژوهش

در پژوهش‌های علوم جوی معمولاً از روش PCA برای کاهش حجم داده‌ها استفاده می‌شود. روش PCA یک روش آماری چندمتغیره است که بین تعداد زیادی از متغیرها که به ظاهر بی ارتباط هستند، رابطه‌ای خطی برقرار می‌سازد و از ترکیب خطی آنها متغیرهای جدیدی ایجاد می‌کند که بر یکدیگر عمود بوده، هر کدام بخش کوچکی از واریانس کل داده‌ها را توضیح می‌دهند (جولیف، ۱۱۴، ۲۰۰۲). افرادی مانند گادگیل و لاینگر (۱۹۸۰)، گادگیل و جوشی (۱۹۸۳)، ویکسل (۱۹۹۵) و کالکستین و همکاران (۱۹۹۸، ۱۲۲۷) از این روش برای کاهش حجم و یا گروه‌بندی داده‌ها استفاده کرده‌اند. داده‌های استفاده شده در تحقیق حاضر نیز دارای حجم بسیار گسترده‌ای است؛ به طوری که ماتریسی به ابعاد ۲۰۸۲۸ × ۴۰۸ یاخته را تشکیل داده است. برای طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی، اغلب آرایه S استفاده می‌شود. در آرایه S ردیف‌ها بیانگر روزها و ستون‌ها بیانگر نقاط شبکه هستند. در این مطالعه نیز آرایه S روش PCA بر روی داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال انجام و تعداد نه مؤلفه اول که مجموعاً ۹۴ درصد کل واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهند برای مطالعه بیشتر انتخاب شدند. به کمک چرخش و ریمکس نه مؤلفه انتخاب شده چرخانده شدند تا ساختار و تفسیر فیزیکی آنها ساده تر شود. محل برش مؤلفه‌ها و انتخاب مؤلفه‌های معنی دار بر اساس آزمون غربالی و اصل تبیین بیش از یک درصد کل داده‌ها (معیار کیزر) مشخص گردید (جولیف، ۲۰۰۲: ۱۱۴).

به منظور انتخاب تعداد گروه‌های (خوشه‌ها) مورد نیاز برای طبقه‌بندی و انتخاب هسته‌های آنها، راه‌حل‌های مختلفی وجود دارد. در این تحقیق برای انتخاب تعداد خوشه‌ها و هسته‌های آنها از روش پیشنهادی استبان و همکاران (۲۰۰۶، ۱۵۰۸) استفاده شد. آنها برای شناسایی گروه‌ها و هسته‌های اولیه خوشه‌ها از روش نمره‌های استاندارد حدی استفاده کردند. برای این کار روزهایی را که نمره استاندارد آنها در یکی از مؤلفه‌ها بیش از ۲+ (برای فاز مثبت) و یا کمتر از ۲- (برای فاز منفی) بودند، شناسایی و میانگین آنها را به عنوان هسته گروه در خوشه‌بندی چند هسته‌ای استفاده نمودند. از آنجایی که هر مؤلفه دارای دو فاز مثبت و منفی است، بنابراین، هر مؤلفه پتانسیل ایجاد دو خوشه را نیز داراست. در این تحقیق، به پیروی از روش پیشنهادی فوق تعداد خوشه‌ها در روش خوشه‌بندی چند هسته‌ای براساس تعداد مؤلفه‌ها با فازهای مثبت و منفی و هسته‌های آنها براساس میانگین روزهایی که این شرایط را دارا بوده‌اند، مشخص گردید. به این ترتیب، همه روزهای مورد مطالعه به هجده الگوی گردش جوی تقسیم شدند.

#### ۴- یافته‌ها

براساس یافته‌های به دست آمده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تعداد نه مؤلفه نخست که مجموعاً ۹۴ درصد کل واریانس داده‌ها را شامل می‌شوند، برای تعیین الگوهای گردش جوی انتخاب شدند. جدول (۲) مقادیر ارزش ویژه، واریانس و واریانس افزایشی مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. همه روزهای مورد مطالعه (۲۰۸۲۸ روز) طی دوره آماری ۱۹۵۰-۲۰۰۶ به شیوه‌ای که در بخش پیشین بیان شد، به هجده گروه یا الگوی گردش جوی تقسیم شدند. نقشه‌های ترکیبی این الگوها که متناوب ترین الگوهای گردش جوی در ناحیه مورد مطالعه هستند، ترسیم شدند. همچنین توزیع سالانه و روند تغییرات بلند مدت همه الگوها طی دوره زمانی ۱۹۵۰-۲۰۰۶ نیز محاسبه و ارائه گردید. الگوهای به دست آمده براساس ترتیب خروجی روش خوشه‌بندی چند هسته‌ای شماره گذاری و براساس الگوهای فشار و نحوه آرایش خطوط جریان تفسیر شدند که در زیر به آنها پرداخته می‌شود.



الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۵۳

جدول (۲) نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شماره مؤلفه	ارزش ویژه	درصد واریانس	درصد افزایشی واریانس
۱	۲۶۱/۳	۶۴/۱	۶۴/۱
۲	۳۴/۷	۸/۵	۷۲/۶
۳	۲۵/۳	۶/۲	۷۸/۷
۴	۱۷/۱	۴/۲	۸۲/۹
۵	۱۲/۶	۳/۱	۸۶
۶	۱۰/۷	۲/۶	۸۸/۶
۷	۹/۶	۲/۳	۹۱/۰
۸	۷/۸	۱/۹	۹۲/۹
۹	۵/۰	۱/۲	۹۴/۱

### - الگوی گردش $CP_1$

با توجه به شکل (۲) حالت B در این الگو کم ارتفاعی در بخش‌های شمالی دریای مدیترانه مستقر شده است؛ به طوری که بخش شرقی این ناوه در غرب ایران واقع شده است. از آنجایی که شرق ناوه غالباً تاوایی نسبی مثبت وجود دارد، در شرایطی که رطوبت کافی در منطقه وجود داشته باشد، احتمال وقوع بارش در این الگوی گردش وجود دارد.

در نقشه ترکیبی فشار سطح دریا الگوی گردش  $CP_1$  در حالت A مرکز پرفشاری با ۱۰۲۴ هکتوپاسکال بر روی سیبری استقرار دارد، زبانه این پرفشار تا شمال غرب اروپا و در جهت شرق-غرب امتداد دارد. همچنین زبانه کم فشاری از روی عربستان و شمال آفریقا به سمت عرض‌های میانی و تا شرق دریای مدیترانه امتداد یافته است. جدول شماره ۳ تغییرپذیری بلندمدت هر یک از الگوها را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، ملاحظه می‌شود که الگوی گردش  $CP_1$  دارای روند منفی معنی داری است، که بیانگر

کاهش جریان این الگو در طی دهه‌های اخیر است. این الگو از ماه نوامبر تا می جریان دارد و در فصل تابستان اثری از آن دیده نمی‌شود.

### - الگوی گردش CP2

این الگوی گردش طی دوره مورد مطالعه بیشترین فراوانی را داشته است (جدول ۳)؛ به طوری که این تیپ هوا ۱۱/۴ درصد از روزهای مورد مطالعه جریان داشته است. نمودار مربوط به توزیع سالانه این الگو CP2 در حالت D بیانگر تابستانه بودن آن است. این الگوی گردش از ماه ژوئن تا سپتامبر جریان دارد و عملاً در سایر ماه‌ها اثری از آن نیست.

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (B) CP2 در این الگو ناوه کم ارتفاعی از شرق روسیه در جهت غرب تا ترکمنستان امتداد یافته است. همچنین زبانه پر ارتفاعی از سمت شمال آفریقا تا نواحی مرکزی ایران گسترش یافته است. در این الگو، قسمت‌های مرکزی و جنوبی ایران جریان‌های مداری حاکم است و در چنین شرایطی احتمال وقوع بارش در بخش‌های جنوبی و مرکزی ایران وجود ندارد.

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی فشار سطح دریا (A) CP2 پرفشاری بر روی نواحی غربی اروپا با مرکز ۱۰۳۲ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود؛ به طوری که زبانه‌های این مرکز پرفشار بخش‌های از ایران را در بر گرفته است. نمودار (C) CP2 نیز بیانگر تغییرپذیری بلندمدت این الگوی هواست. این الگو دارای روند منفی است و روند ده ساله این تیپ هوا نسبت به سایر الگوها شدیدتر و برابر با ۶/۲- است (جدول ۴) که گویای کاهش فراوانی این الگوی گردش طی دهه‌های اخیر است.

### - الگوی گردش CP3

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۵۵

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی فشار سطح دریا (A)  $CP_3$  در این الگو پرفشاری با مرکز ۱۰۳۴ هکتوپاسکال بر روی سیبری و یک مرکز پرفشار نیز بر روی اروپا دیده می‌شود. منحنی هم فشار ۱۰۱۶ هکتوپاسکال بر روی آفریقا و تا جنوب شرق مدیترانه گسترش یافته است. در نقشه ترکیبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (B)  $CP_3$  مرکز بسته ۵۲۵۰ بر روی قزاقستان و در شمال خزر و دریاچه اورال قرار دارد. در این الگو ناوه بارزی بر روی ایران مشاهده نمی‌شود. نمودار مربوط به  $CP_3$  در حالت C و جدول (۴) نیز بیانگر تغییرپذیری بلندمدت این الگوست؛ به طوری که روند تغییرپذیری این الگو در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و روند ده ساله این تیپ هوا برابر با  $+۴/۶$  است که نشان دهنده افزایش فراوانی این الگوی گردشی طی دهه‌های اخیر است. نمودار  $CP_3$  در حالت D نیز نشان می‌دهد که این الگو در تمام ماه‌های سال توزیع شده است، اما بیشترین فراوانی آن مربوط به ماه‌های گرم سال است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که  $CP_3$  یک الگوی تابستانه است.

#### - الگوی گردشی $CP_4$

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال  $CP_4$  در حالت B بیانگر وجود یک ناوه بر روی روسیه است که در امتداد جنوب غرب تا مدیترانه کشیده شده است. آرایش جریان‌ها بر روی ایران حالت مداری دارند. در چنین شرایطی، احتمال وقوع بارش فراگیر و قابل ملاحظه بر روی ایران وجود ندارد. از نظر تغییرپذیری بلندمدت در این الگو هیچ گونه روندی مشاهده نمی‌شود، این الگو یک الگوی زمستانه است؛ به طوری که توزیع سالانه  $CP_4$  در حالت D نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی این الگو مربوط به ماه‌های نوامبر تا آوریل است و در فصل تابستان عملاً این تیپ هوا جریان ندارد.

### - الگوی گردش CP5

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال CP<sub>5</sub> گسترش دو ناوه را نشان می‌دهد؛ به طوری که این دو ناوه یکی در جهت شرق به سمت غرب ایران و دیگری در جهت جنوب غرب تا دریای مدیترانه کشیده شده است. از آنجایی که نواحی غربی و بویژه شمال غربی ایران در شرق این دو ناوه قرار دارند، در این الگو احتمال وقوع بارش بر روی این نواحی وجود دارد. . با توجه به نتایج جدول (۳) این الگو تغییرپذیری بلندمدت معنی داری ندارد و از نظر توزیع سالانه بیشترین فراوانی این الگو مربوط به ماه‌های می تا نوامبر است.

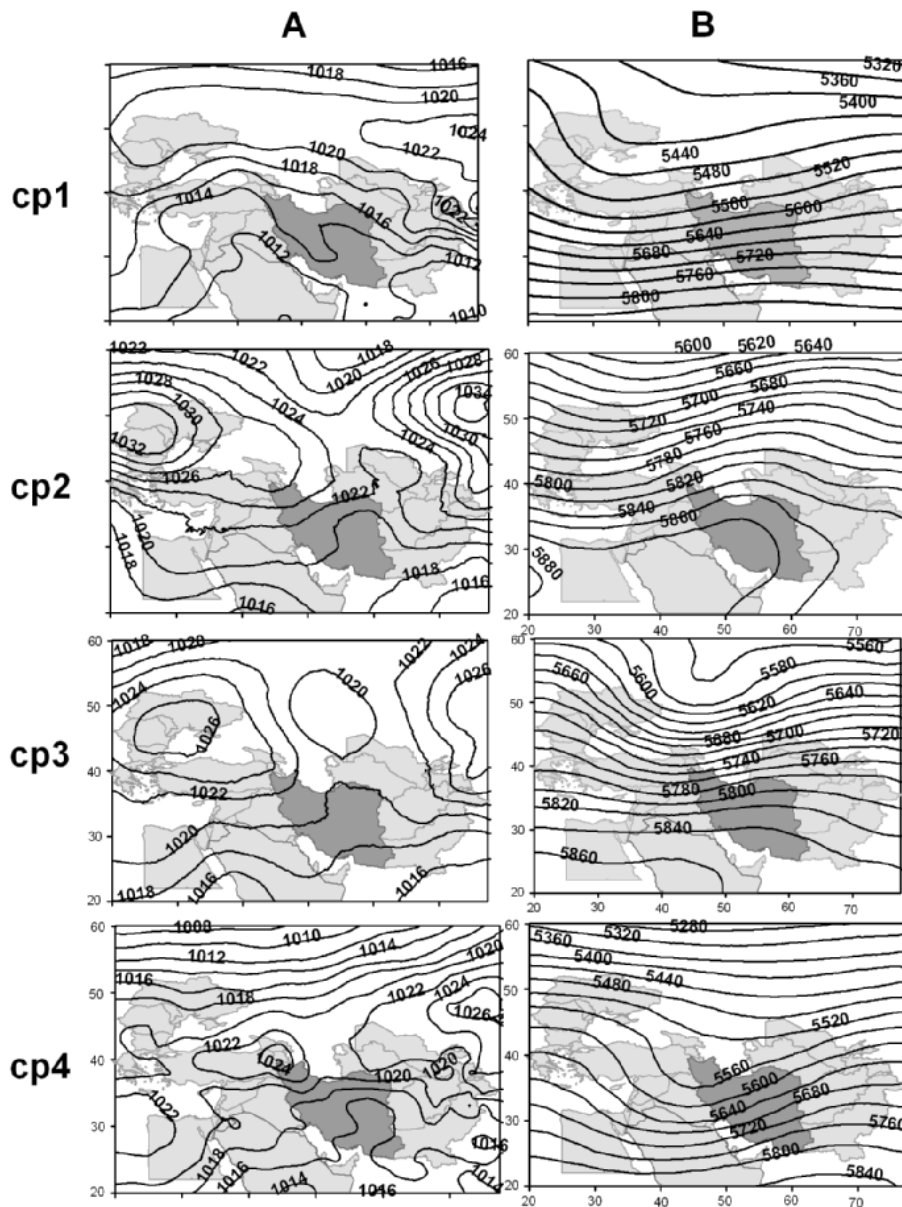
### - الگوی گردش CP6

در این الگو در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ترافی از شمال غرب اروپا تا شرق دریای مدیترانه قرار گرفته است، پشته منطبق با پرفشار سیبری نیز در این سطح مشاهده می‌گردد. در این الگو روند معنی داری دیده نمی‌شود، و بیشترین فراوانی این الگو مربوط به فصل بهار است.

### - الگوی گردش CP7

در این الگو ناوه ای از شمال اروپا به سمت دریای مدیترانه و شمال آفریقا امتداد یافته و جهت آن به سمت جنوب غرب است، پر ارتفاعی نیز از روی شبه جزیره عربستان به سمت شمال تا بخش‌های شرقی دریای سیاه امتداد یافته است. در این الگو، ایران در بخش‌های شرقی کم ارتفاع قرار دارد، این الگو شرایط مطلوبی برای ایجاد بارندگی در بر ندارد. این الگو در حدود ۷ درصد از روزهای مورد مطالعه جریان داشته است و از نظر تغییرپذیری بلندمدت روند معنی داری ندارد، و در ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر بیشترین فراوانی را داشته است.

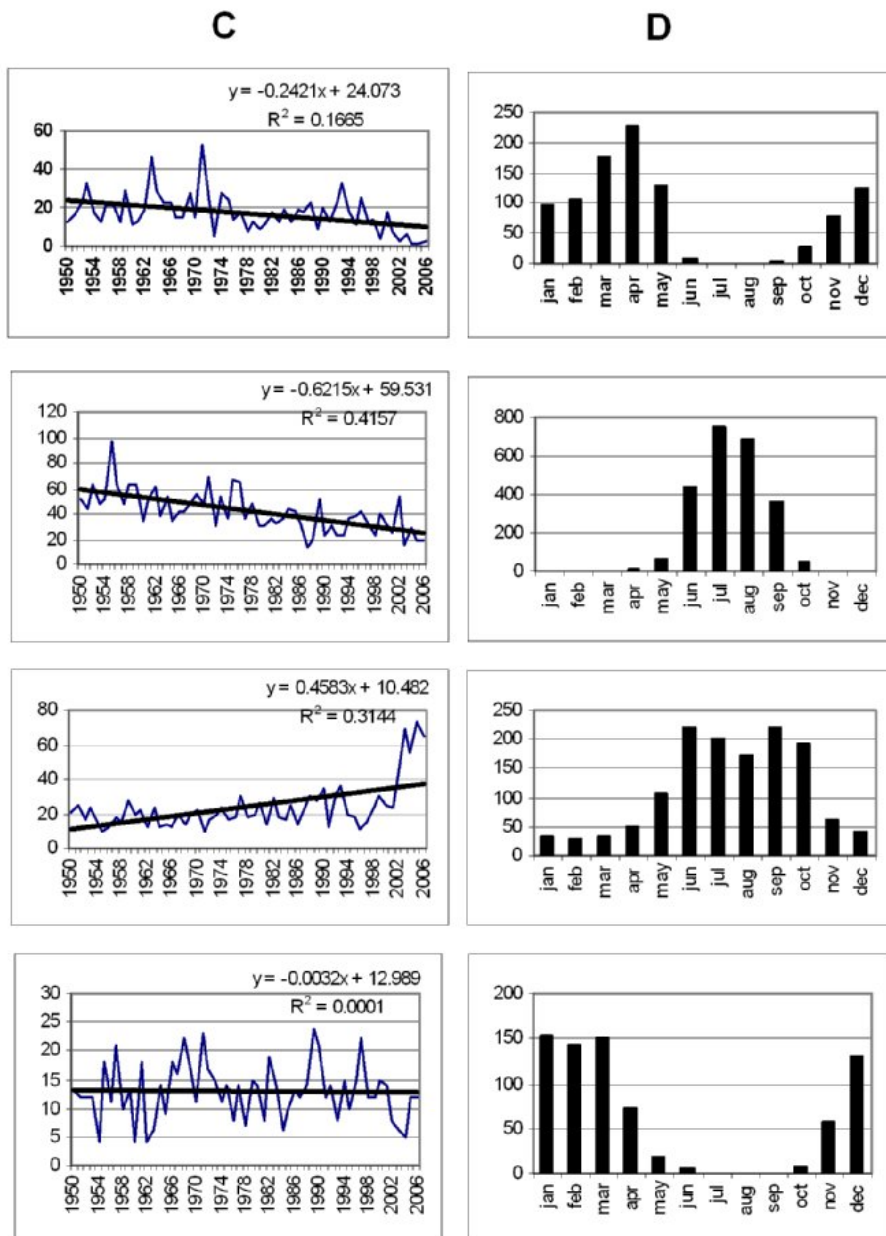
الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۵۷



شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای گردشی

۱ تا ۴

A: الگوی میانگین فشار سطح دریا B: الگوی میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال

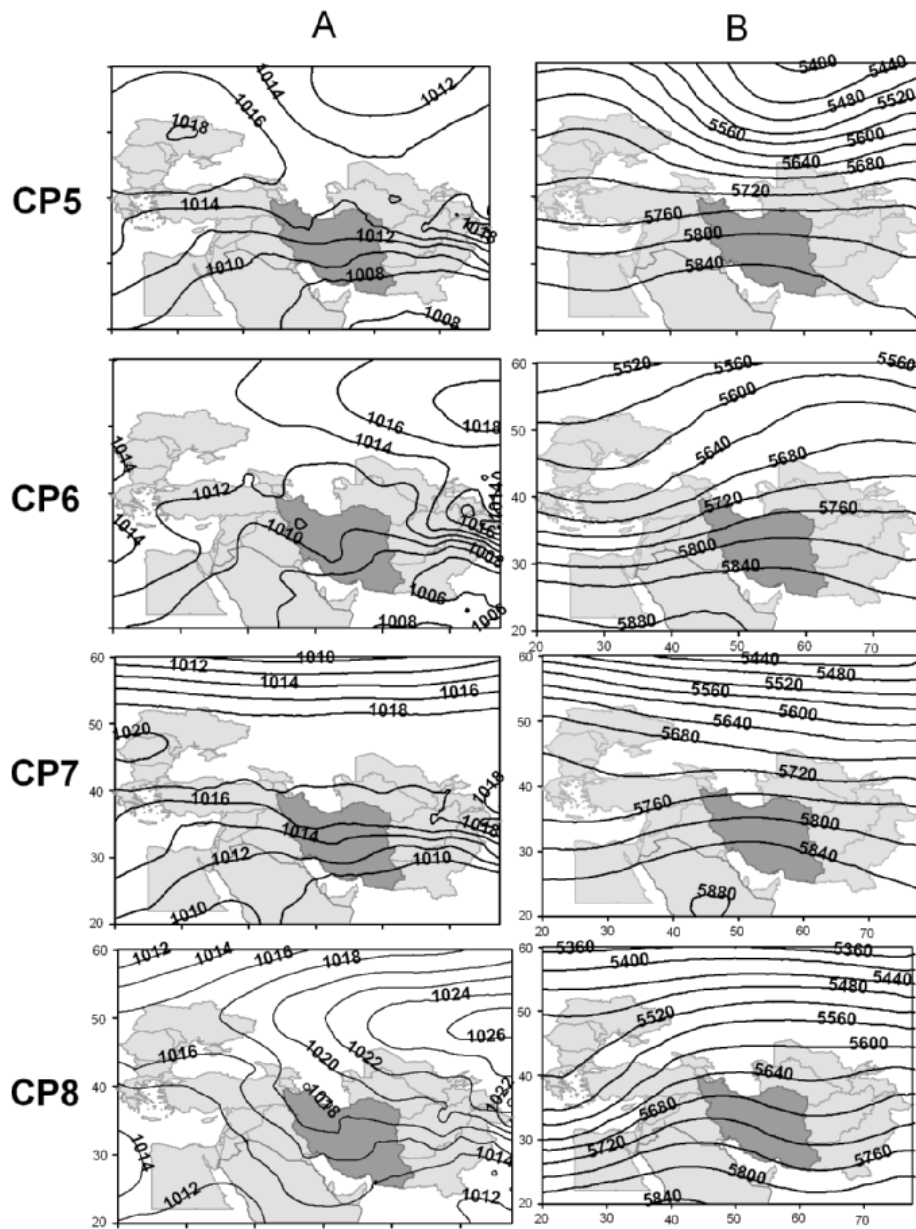


ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۱ تا ۴

C: روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردش جوی D: توزیع سالانه الگوهای گردش جوی

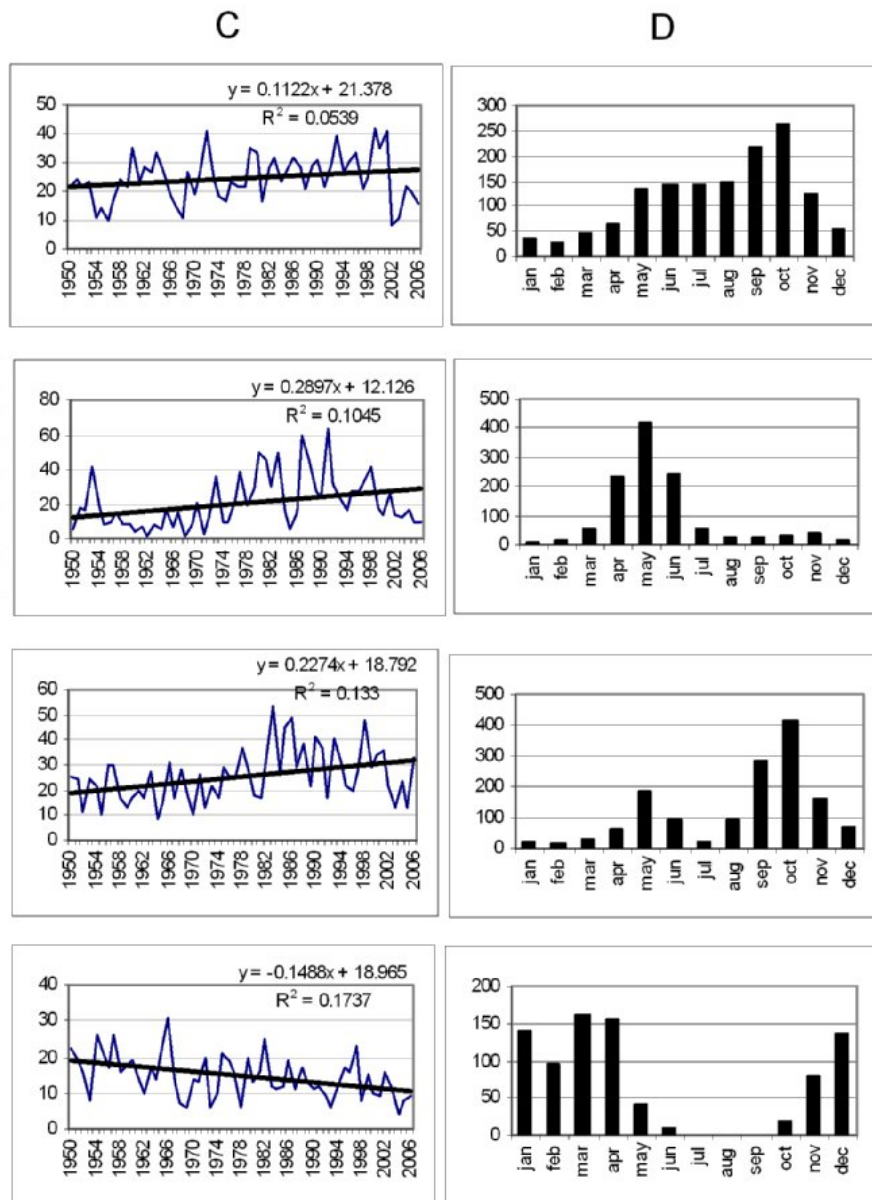
الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۵۹



ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۵ تا ۸

A: الگوی میانگین فشار سطح دریا B: الگوی میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال



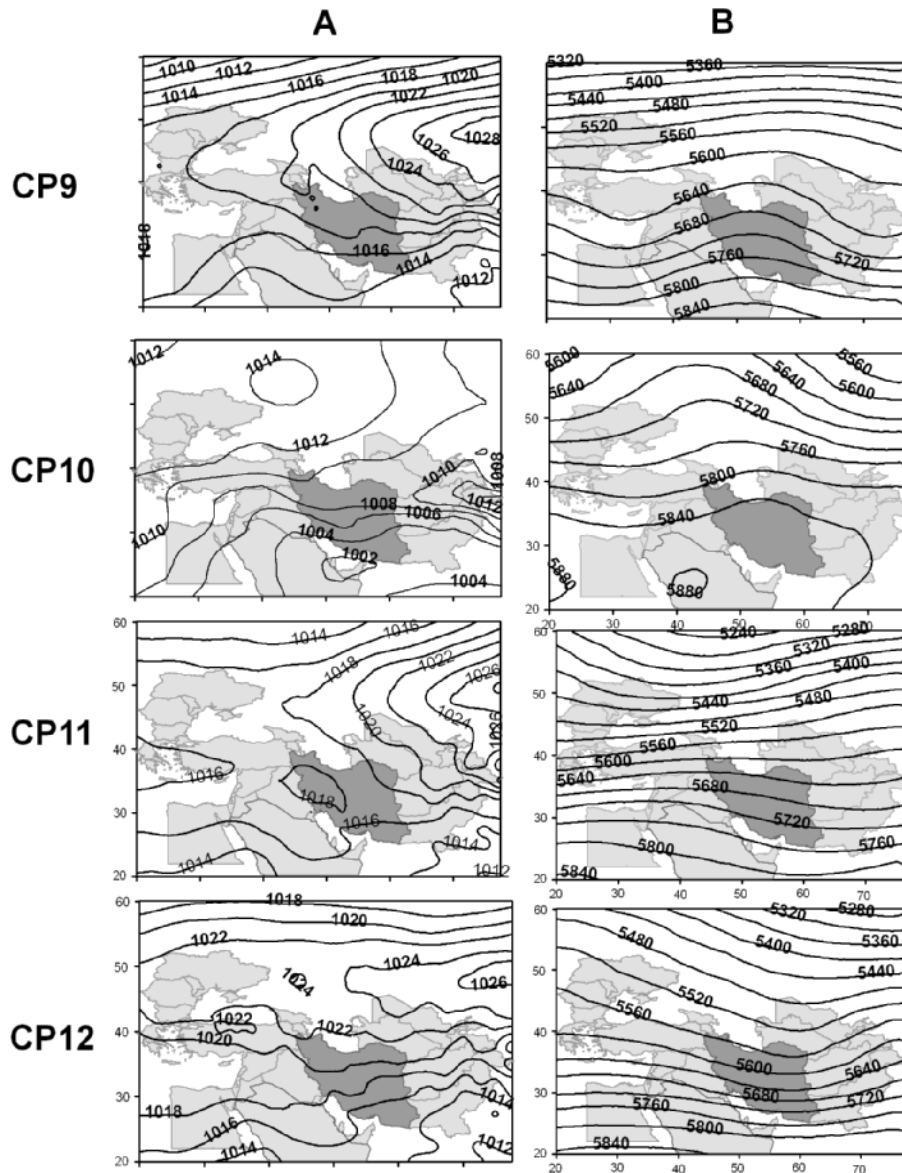
ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۵ تا ۸

C: روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردش جوی D: توزیع سالانه الگوهای گردش جوی



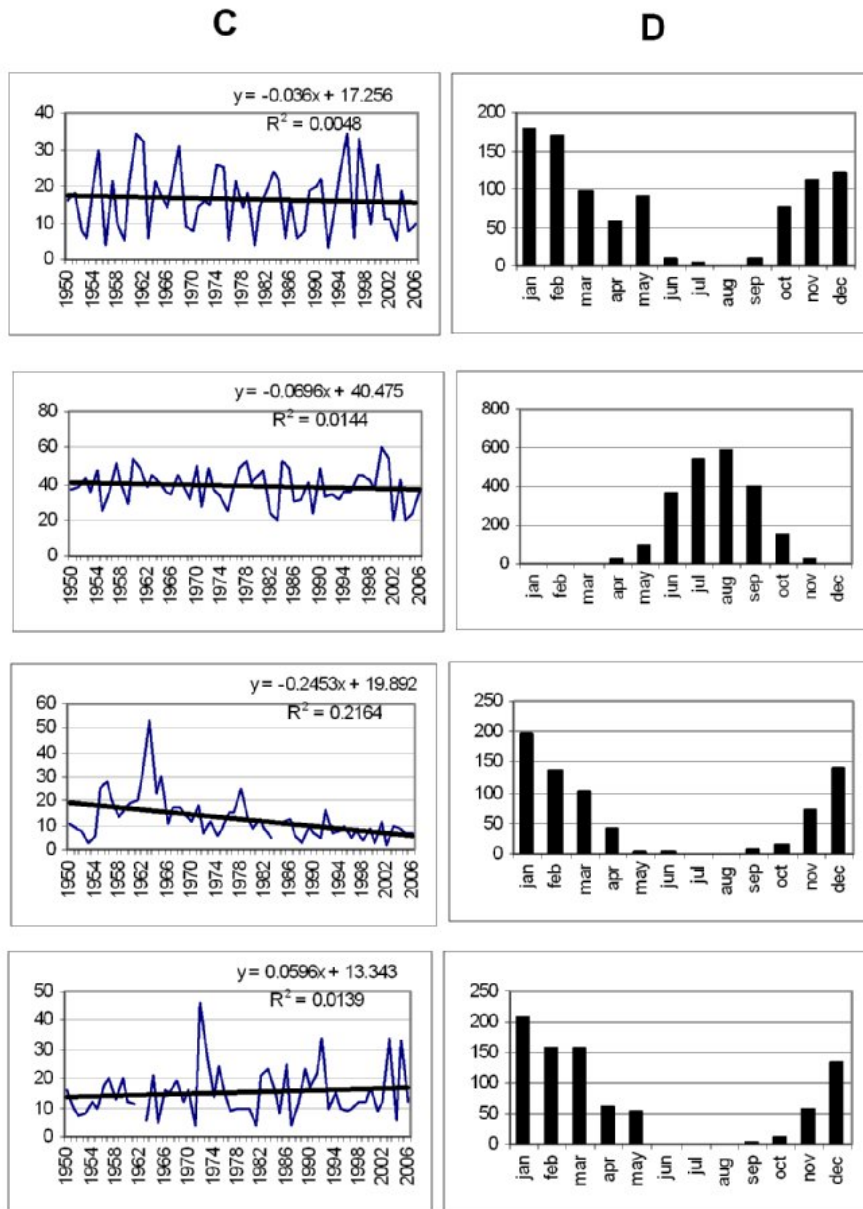
الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۶۱



ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۹ تا ۱۲

A: الگوی میانگین فشار سطح دریا B: الگوی میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال

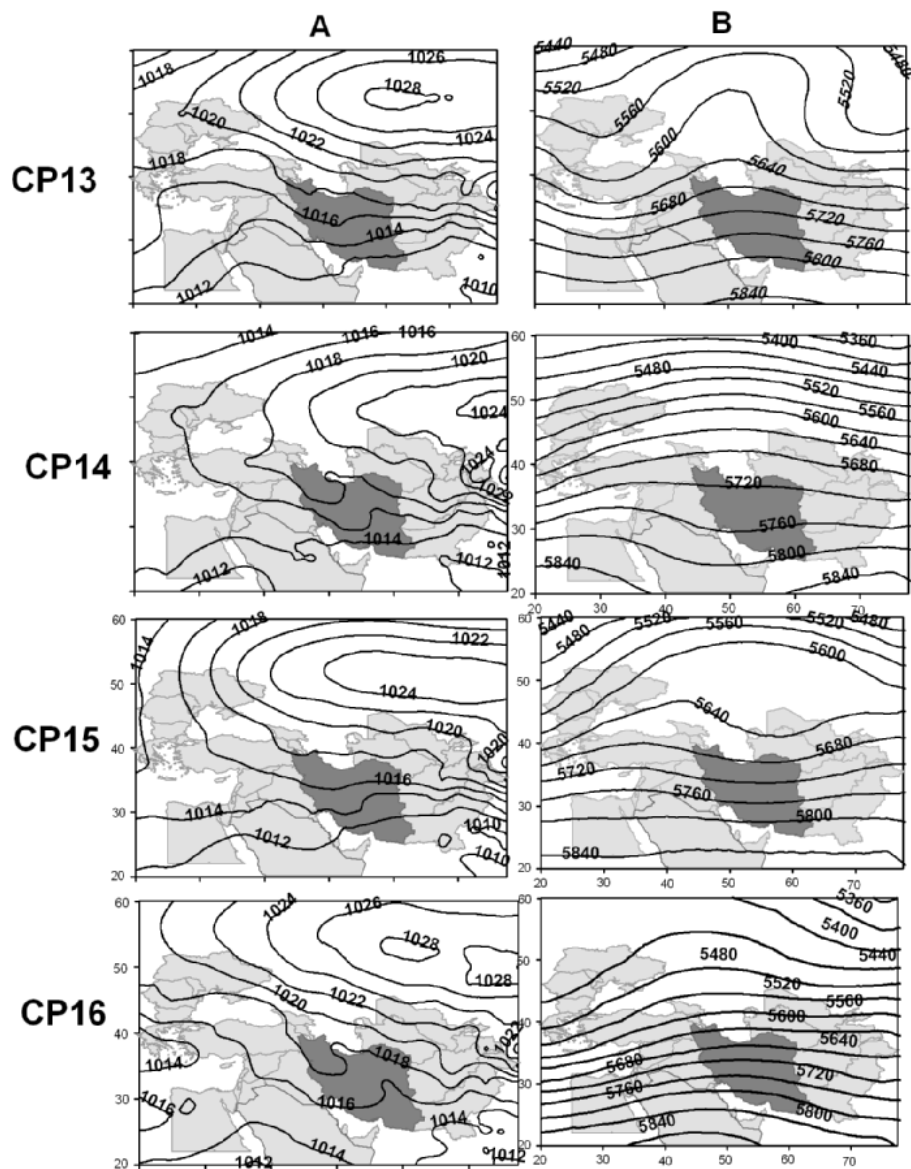


ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۹ تا ۱۲

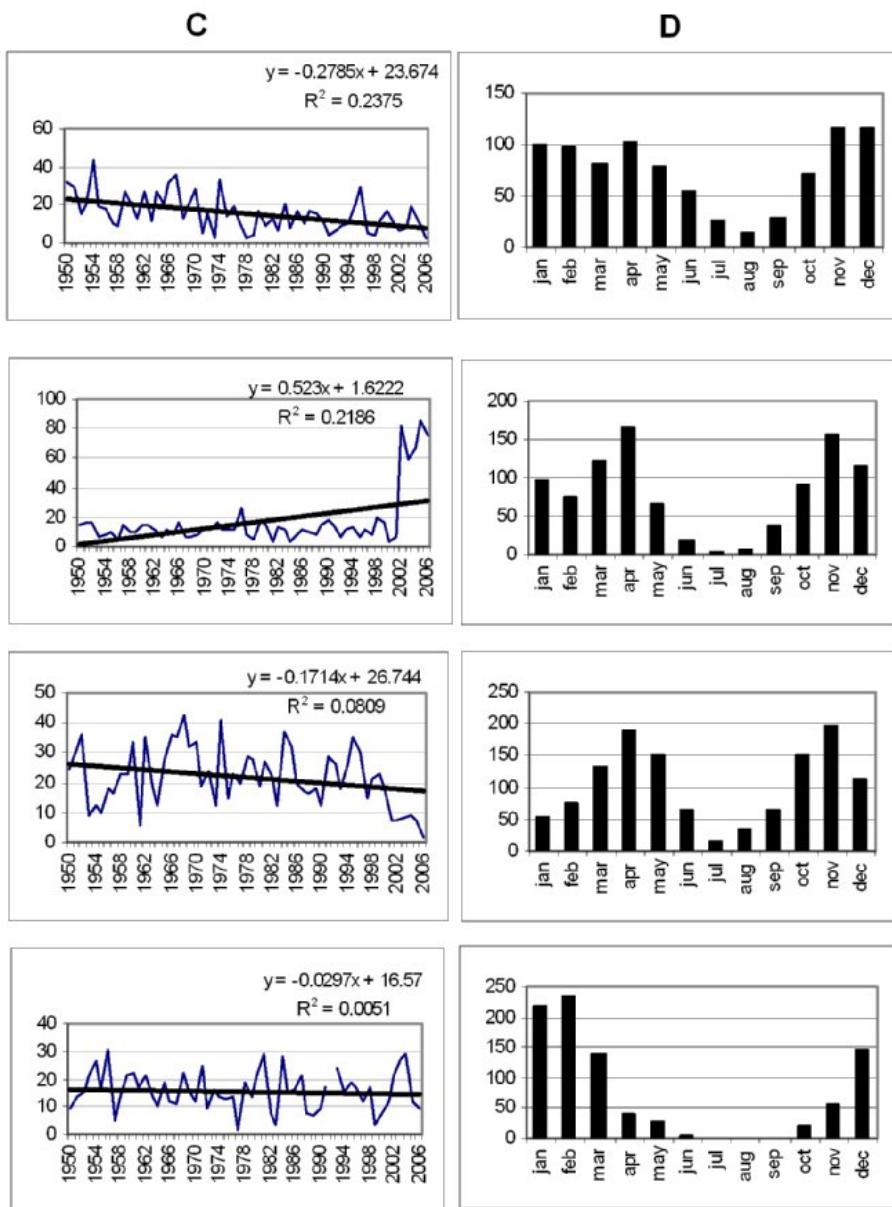
C: روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردش جوی D: توزیع سالانه الگوهای گردش جوی

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۶۳



ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای گردش ۱۳ تا ۱۶

A: الگوی میانگین فشار سطح دریا B: الگوی میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال

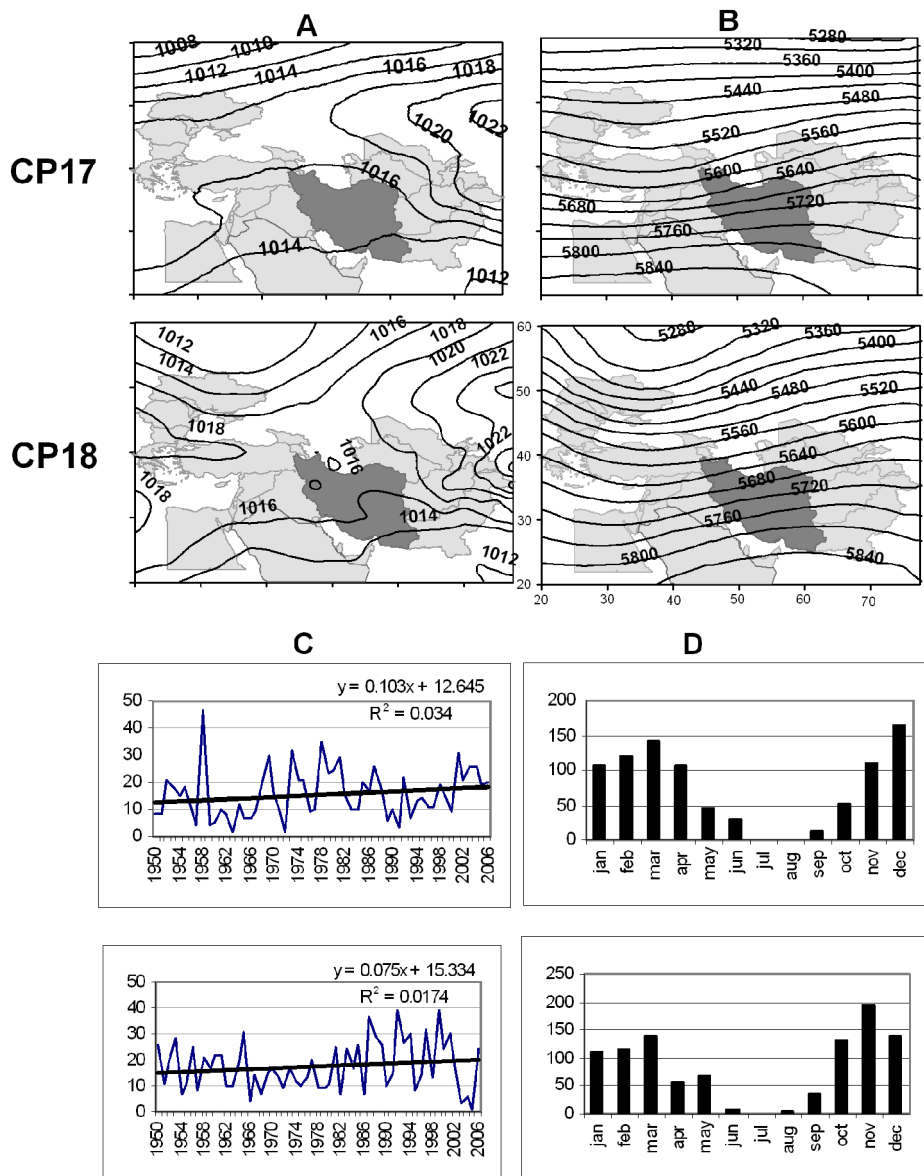


ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای

گردشی ۱۳ تا ۱۶

C: روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردش جوی: توزیع سالانه الگوهای گردش جوی

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۶۵



ادامه شکل (۲): الگوهای گردش جوی بر روی ایران طی دوره آماری (۱۹۵۰-۲۰۰۶) الگوهای گردش ۱۷ و ۱۸

A: الگوی میانگین فشار سطح دریا B: الگوی میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال C: روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردش جوی D: توزیع سالانه الگوهای گردش جوی

### - الگوی گردش CP8

در این الگو در عرض‌های شمالی، جریان‌های موجی شکل مشاهده می‌شود، اما کم ارتفاعی در شرق مدیترانه تا غرب دریای سرخ و بر روی آفریقا امتداد یافته است. در این الگو جهت ناوه جنوب غربی است، از آنجایی که بخش شرق ناوه بر روی دریای سرخ قرار دارد، وجود تاوایی نسبی مثبت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و منبع رطوبت دریای سرخ شرایط مطلوب را برای ایجاد بارش فراهم می‌سازد. در این الگو نواحی مرکزی ایران تحت تأثیر پر ارتفاع است. از نظر تغییرپذیری این الگو دارای روند منفی معنی داری است. الگوی گردش CP8 یک الگوی زمستانه و بهاره است؛ به طوری که این الگو طی ماه‌های نوامبر تا آوریل بیشترین فراوانی را نشان می‌دهد.

### - الگوی گردش CP9

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی فشار سطح دریا (حالت A) پرفشاری با مرکز ۱۰۲۸ هکتوپاسکال بر روی سبیری واقع شده است، که زبانه آن تا دریای سیاه امتداد دارد. زبانه فوق نسبت به زبانه الگوی گردش CP1 در عرض‌های پایین تری قرار دارد. در الگوی گردش CP9 دو ناوه در شرق دریای مدیترانه و دیگری در شرق پاکستان و افغانستان استقرار دارد. از نظر تغییرپذیری بلندمدت روند معنی داری در این الگو وجود ندارد و به غیر از ماه‌های گرم سال در سایر ایام سال جریان دارد.

### - الگوی گردش CP10

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی الگوی ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال (حالت B) پر ارتفاع جنب حاره که با کم فشار گرمایی سطح زمین همراه است، در زیر مدار ۳۵ درجه قرار گرفته است. این الگو یک الگوی کاملاً تابستانه است، که با کمی تغییر در

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۶۷

الگوی گردشی CP<sub>2</sub> نیز دیده می‌شود؛ با این تفاوت که به سبب گسترش جنوب سوی پرفشار بر روی اروپا، کم فشار گرمایی به عرض‌های جنوبی و نزدیک استوا منتقل شده است. در این الگو نیز روند معنی داری دیده نمی‌شود.

### - الگوی گردشی CP11

با توجه به شکل (۲) نقشه ترکیبی فشار سطح دریا (حالت A) مرکز بسته ۱۰۲۶ هکتوپاسکال بر روی سیبری دیده می‌شود، که زبانه آن تا شمال دریای سیاه در جهت شرقی- غربی امتداد یافته است. مرکز ۱۰۱۶ هکتوپاسکال نیز در جهت غربی- شرقی بر روی شمال مدیترانه کشیده شده است. همچنین یک مرکز بسته ۱۰۱۸ هکتوپاسکال بر روی غرب ایران وجود دارد. نقشه ترکیبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (حالت B) یک ناوه ضعیف بر روی آفریقا و دریای سرخ و همچنین ترافی دیگر بر روی دریای عمان و خلیج فارس را نشان می‌دهد. در این تراز الگو جریان‌ها تقریباً مداری هستند، هر چند در عرض‌های بالاتر بین ۴۵ تا ۶۰ درجه شمالی انحنای چرخندی و در عرض‌های جنوبی تر بین ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی انحنای واچرخندی ضعیفی مشاهده می‌شود. از نظر تغییرپذیری بلندمدت این الگو دارای روند منفی معنی داری است. به طوری که فراوانی این الگو چرخشی طی دهه‌های اخیر کاهش یافته است. نمودار بخش D این الگو نیز بیانگر فعالیت آن در فصل زمستان و بهار است.

### - الگوی گردش CP12

پرفشار سیبری با مرکز ۱۰۲۶ هکتوپاسکال و با امتداد شرقی- غربی تا شمال دریای خزر کشیده شده است. بین عرض‌های ۵۰ تا ۶۰ درجه شمالی جریان‌ها مداری هستند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کم ارتفاعی در عرض‌های شمالی با ناوه نسبتاً ضعیفی به سمت

شمال شرق و شرق ایران امتداد یافته است. این الگو تغییرپذیری بلندمدت معنی داری ندارد و از نظر توزیع سالانه بیشترین فراوانی این الگو مربوط به ماه‌های نوامبر تا می (دوره سرد سال) است.

#### - الگوی گردش CP13

در این الگو مرکز پرفشار واقع بر روی سیبری نسبت به CP9 و CP1 به سمت غرب جابه‌جا شده و مقدار مرکزی آن ۱۰۲۸ هکتوپاسکال است. زبانه این پرفشار تا شمال غرب اروپا امتداد یافته است. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ترافی از روی شمال اروپا به سمت جنوب و تا شمال دریای مدیترانه مشاهده می‌شود. از شمال دریای خزر تا عرض‌های شمالی تر نیز پشته ارتفاعی مشاهده می‌شود. این الگو دارای روند منفی معنی داری است.

#### - الگوی گردش CP14

در این الگو پرفشار ۱۰۲۴ هکتوپاسکال بر روی سیبری با امتداد شرق-غرب تا دریای سیاه کشیده شده است. گسترش پرفشار از عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۶۰ درجه است. همچنین دو مرکز ۱۰۱۲ هکتوپاسکال در عرض‌های ۲۰ تا ۲۵ درجه بر روی شمال آفریقا و دریای غرب دیده می‌شود. جریان‌های مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مداری است؛ هر چند از شمال ایران به سمت عرض‌های شمالی تر انحنای واچرخندی و از جنوب ایران به سمت عرض‌های پایین تر انحنای چرخندی ضعیفی مشاهده می‌شود. این الگو از نظر تغییرپذیری بلندمدت دارای روند مثبت معنی داری است؛ به طوری که طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. این الگو به غیر از ماه‌های تابستان در سایر ایام سال جریان دارد.



الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۶۹

### - الگوی گردش CP15

در این الگو مرکز پرفشار ۱۰۲۴ هکتوپاسکال نسبت به الگوی CP14 به سمت غرب تغییر مکان داده، از عرض‌های ۳۰ تا ۶۰ درجه را پوشش می‌دهد. در عرض‌های جنوبی‌تر خطوط همفشار با مقادیر کمتر در امتداد غرب- شرق مشاهده می‌شود؛ به طوری که گرادیان فشار ضعیف است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بین عرض‌های ۲۰ تا ۳۵ درجه جریان‌ها مداری هستند و در عرض‌های بین ۵۰ تا ۶۰ درجه پشته ارتفاعی از شمال دریای سیاه تا عرض‌های شمالی‌تر دیده می‌شود. نمودار (C) مربوط به الگوی گردش CP15 بیانگر فقدان تغییرات بلندمدت در این تیپ هواست. این الگوی هوا نیز به غیر از ماه‌های تابستان در سایر ایام سال جریان دارد.

### - الگوی گردش CP16

در این الگو نیز پرفشار سیبری با مرکز ۱۰۲۸ هکتوپاسکال با امتداد شرق- غرب دیده می‌شود. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بین ۲۰ تا ۴۰ درجه شمالی جریان‌ها تقریباً مداری است؛ هر چند از شمال اروپا تا عرض‌های جنوبی در راستای شمال به جنوب انحنای و اچرخندی ضعیفی مشاهده می‌شود. این الگوی گردش تغییرپذیری معنی داری نداشته است و از نظر توزیع سالانه بیشترین فراوانی جریان این الگو مربوط به ماه‌های زمستان دسامبر، ژانویه و فوریه است و در ماه‌های گرم سال این تیپ هوا جریان ندارد.

### - الگوی گردش CP17

نقشه ترکیبی فشار سطح دریا مربوط به CP17 در حالت A مرکز پرفشاری با ۱۰۲۲ هکتوپاسکال را بر روی سیبری نشان می‌دهد، که زبانه آن تا شمال دریای خزر امتداد دارد. گسترش غرب به شرق این الگو نسبت به CP13 و CP9 کمتر است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز جریان‌ها مداری هستند. این الگوی هوا تغییرات بلندمدت معنی داری ندارد و به غیر از ماه‌های تابستان در سایر ماه‌های سال جریان دارد.

جدول ۳- فراوانی، درصد فراوانی، حداکثر، حداقل ماهانه و سالانه جریان الگوهای گردش بر روی ایران

الگو	تعداد (روز)	درصد فراوانی	ماه حداکثر	ماه حداقل	سال حداکثر	سال حداقل
cp1	۹۷۲	۴/۶۷	آوریل	اوت	۱۹۷۱	۲۰۰۴
cp2	۲۳۶۶	۱۱/۳۷	جولای	دسامبر	۱۹۵۵	۱۹۹۴
cp3	۱۳۵۵	۶/۵۱	سپتامبر	فوریه	۲۰۰۵	۱۹۷۱
cp4	۷۳۵	۳/۵۳	ژانویه	جولای	۱۹۸۹	۱۹۵۴
cp5	۱۴۰۴	۶/۷۴	اکتبر	فوریه	۱۹۹۹	۲۰۰۲
cp6	۱۱۷۰	۵/۶۲	مه	ژانویه	۱۹۹۱	۱۹۶۲
cp7	۱۴۴۷	۶/۹۵	اکتبر	فوریه	۱۹۸۳	۱۹۶۴
cp8	۸۳۵	۴/۰۱	مارس	جولای	۱۹۶۶	۲۰۰۴
cp9	۹۲۴	۴/۴۴	ژانویه	ژانویه	۱۹۹۵	۱۹۹۲
cp10	۲۱۹۲	۱۰/۵۳	اوت	فوریه	۲۰۰۰	۱۹۸۳
cp11	۷۱۷	۳/۴۴	ژانویه	فوریه	۱۹۶۳	۲۰۰۲
cp12	۸۴۵	۴/۰۶	ژانویه	جولای	۱۹۷۲	۱۹۸۱
cp13	۸۸۹	۴/۲۷	نوامبر	جولای- اوت	۱۹۵۴	۱۹۷۳
cp14	۹۵۷	۴/۶۰	آوریل	جولای- اوت	۲۰۰۵	۱۹۸۱
cp15	۱۲۴۱	۵/۹۶	نوامبر	جولای	۱۹۶۸	۲۰۰۶
cp16	۸۸۰	۴/۲۳	فوریه	اوت- سپتامبر- اکتبر	۱۹۵۶	۱۹۷۷
cp17	۸۹۱	۴/۲۸	دسامبر	جولای- اوت	۱۹۵۸	۱۹۶۳
cp18	۹۹۸	۴/۷۹	نوامبر	جولای- اوت	۱۹۹۹	۲۰۰۵
جمع	۲۰۸۱۸	۱۰۰				

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۷۱

جدول (۴): نتایج حاصل از آزمون روند ضریب تبیین، معادله رگرسیونی و روند ۱۰ ساله بر روی تیپ‌های هوای روزانه برای تعیین روند طی دوره زمانی ۱۹۵۰-۲۰۰۵

تیپ هوا	معنی دار بودن (در سطح ۹۵ درصد)	ضریب تبیین (درصد)	معادله خط رگرسیونی	روند ۱۰ ساله
CP1	بله	٪۱۶/۶	$Y=24/07 - 0/242 X$	-۲/۴۲۱
CP2	بله	٪۴۱/۶	$Y=59/53 - 0/62 X$	-۶/۲۱۵
CP3	بله	٪۳۱/۴	$Y=10/48 + 0/458 X$	+۴/۵۸۳
CP4	خیر	-	-	-
CP5	خیر	-	-	-
CP6	خیر	-	-	-
CP7	خیر	-	-	-
CP8	بله	٪۱۷/۴	$Y=18/96 - 0/149 X$	-۱/۴۸۸
CP9	خیر	-	-	-
CP10	خیر	-	-	-
CP11	بله	٪۲۱/۶	$Y=19/96 - 0/149 X$	-۲/۴۵۳
CP12	خیر	-	-	-
CP13	بله	٪۲۳/۷	$Y=23/67 - 0/278 X$	-۲/۷۸۵
CP14	بله	٪۲۱/۸	$Y=1/62 + 0/523 X$	+۵/۲۳۰
CP15	خیر	-	-	-
CP16	خیر	-	-	-
CP17	خیر	-	-	-
CP18	خیر	-	-	-

#### - الگوی گردشی CP18

الگوی پرفشار با مرکز ۱۰۲۲ هکتوپاسکال را بر روی سیبری نشان می‌دهد که تا عرض‌های ۳۰ درجه گسترش دارد. امتداد شرق- غرب این پرفشار تا شمال دریای خزر

گسترش یافته است. بر روی شمال اروپا و عرض‌های بالاتر مرکز کم فشار ۱۰۱۲ هکتوپاسکال مستقر است. منحنی هم مقدار ۱۰۱۸ نیز از روی اقیانوس اطلس به سمت اروپا امتداد دارد. در عرض‌های بین ۲۰ تا ۳۰ درجه خطوط همفشار با جهت شمال شرق- جنوب غرب قرار دارند که ناوه بسیار ضعیفی را بر روی آفریقا و دریای سرخ و ناوه دیگری بر روی نواحی مرکزی ایران نشان می‌دهد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کم ارتفاعی بر روی اروپا دیده می‌شود که ناوه آن تا عرض‌های جنوبی (بر روی آفریقا) در راستای شمال- جنوب امتداد یافته است. از نظر تغییرپذیری بلندمدت این الگو روند معنی داری ندارد و بیشترین فعالیت این تیپ هوا مربوط به ماه‌های اکتبر تا مارس است.

#### ۵- نتیجه گیری:

الگوهای فشار و نحوه آرایش خطوط جریان نقشه‌های سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال معرف انتقال توده هوای ویژه‌ای به سوی منطقه مورد مطالعه است. برای مثال، بارش زمانی به وقوع می‌پیوندد که هوای مرطوب و عامل صعود فراهم باشد. این شرایط به وسیله الگوهای گردشی جوی فراهم می‌شود. در این مطالعه، با استفاده از روش PCA و خوشه‌بندی هیجده الگوی گردش براساس داده‌های فشار سطح دریا (SLP) و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه مورد مطالعه شناسایی شد، فصلی بودن الگوی گردشی و روند تغییرات بلند مدت هر یک از الگوها نیز بررسی گردید؛ به طوری که در هفت مورد از الگوهای گردشی روند معنی داری وجود دارد. نتایج مربوط به روند تغییرات بلند مدت الگوهای گردشی می‌تواند در روشن ساختن موضوع‌هایی، نظیر خصوصیات فضایی و یا تغییرات اقلیمی در ارتباط با پدیده‌های روزانه کمک کند، بویژه در مورد الگوهایی که طی دهه‌های اخیر روند معنی دار قابل توجهی داشته‌اند.

نتایج این بررسی گویای وجود اختلاف معنی دار در آرایش الگوها، فراوانی تیپ‌های هوا و مسیر حرکت آنها به سوی ایران است. به عبارتی، علل تنوع رژیم‌های بارش، دما و

الگوهای گردش جوی روزانه بر روی ایران ۷۳

به تبع آن دوره‌های خشک و مرطوب، سرد و گرم در ارتباط با نوع الگوهای گردشی و فراوانی آنها قابل بررسی است.

### تشکر و قدردانی:

در تفسیر سینوپتیکی الگوهای گردش جوی روزانه، از نظرات آقای دکتر محمد مرادی نیز بهره مند شدیم که بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی از ایشان را داریم.

### منابع و مأخذ

- ۱- حجازی زاده، زهرا، فتاحی. ا. (۱۳۸۶). «تحلیل الگوهای سینوپتیکی بارش‌های زمستانه ایران»، *مجله جغرافیا*، شماره ۳.
- ۲- رضیعی. ط. (۱۳۸۶). «بررسی ارتباط الگوهای گردش جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و دوره‌های خشک و تر در غرب ایران» پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران.
- ۳- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۰). *اقلیم‌شناسی سینوپتیک تهران: سازمان سمت*
- ۴- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۰ الف). «تیپ‌های هوا و اثر آن‌ها بر اقلیم ایران» *فصلنامه کاوش نامه*، سال دوم، شماره ۳، دانشگاه یزد.
- ۵- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۰ ب). «شناسایی تیپ‌های هوایی باران آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی» *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره پیاپی ۶۴-۶۳.
- ۶- علیجانی، بهلول و مجید زاهدی. (۱۳۸۱). «تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان» *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۶۶-۶۵، ۲۰۳-۲۱۷.
- ۷- \_\_\_\_\_ . (۱۳۷۸). *نوسانات مکانی و زمانی ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در مدیترانه و اثر آن بر اقلیم ایران در ماه فوریه*، دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳ و ۱۴ آبان.
- ۸- فتاحی، ابراهیم. (۱۳۸۶). تأثیر پدیده ENSO بر رفتار الگوهای گردش جوی ایران، دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران.

9. Aljani, B., 2002, Variation of 500hpa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with climate of Iran. *Theor. Appl. Climatol.* 71, 41-4.
10. Bardossy, A. et al. 1990, Space-time model for daily rainfall using atmospheric circulation patterns" *water Resources. Res earoh.* Vol. PP. 28, 1247-1260.
11. Bogardi, I, et al ,1992, Estimating space-time hydrological quantities under climate change, fifth int. meeting on statistical climatology, 22-26 june 1992, Toronto.
12. Bogardi, I. Matyasovszky, I. Bardossy, A. and Duckstein, L., 1994, A hydroclimatological model of areal drought, *Journal of Hydrol*, 153, 245-264.
13. Bryson, R. A., 1966, Air Masses, streamlines, and the boreal forest" *Geographical Bulletin*, Vol. 8, PP.

- 228-269.
14. Chen, D., and Hellstrom, C. 1999. The influence of the North Atlantic Oscillation on the regional temperature variability in Sweden: spatial and temporal variations. *Tellus* 51A (4): 505-516.
  15. Corte-Real J, Qian B, Xu H. 1998. Regional climate change in Portugal: precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology* 18: 619-635.
  16. Duckstein, L., Bárdossy, A., Bogárdi. I., 1993, Linkage between the occurrence of daily atmospheric circulation patterns and floods: an Arizona case study, *Journal of Hydrology* 143, 413-428.
  17. Esteban P, Jones PD, Mart'in-Vide J, Mases M. 2005. Atmospheric circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees. *International Journal of Climatology* 25: 319-329.
  18. Esteban P., Martin-Vide, J and Mases, M., 2006, Daily atmospheric circulation catalogue for Western Europe using multivariate techniques, *Int. J. Climatol.* 26: 1501-1515.
  19. Gadgial, S. and N. V. Joshi, 1984, climatic clusters of the India region"; *Journal of climatology*; Vol. 3, PP. 47-63.
  20. Huth, R., 1996, An Intecomparison of computer Assisted circulation classification Methods, *Inter. Journal of Climatology*, Vol, 16, PP. 893-922.
  21. Jenkinson, A.F. and F.P. Collison. 1977, An initial climatology of gales over the North sea, *Synoptic Climatology Branch Memorandum No.62*, Meteorological Office, Bracknell
  22. Jolliffe, I.T, 2002, *Principal Component Analysis*, Second Edition, Springer, New York, USA.
  23. Kalkstein. S et al, 1998, Determination of character and frequency change in air masses using spatial synoptic classification, *Inter. Journal of climatology*, Vol. 18. PP. 1223-1236.
  24. Kutiel, H. et al, 1996, "circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century" *Inter. Journal of climatology*, vol. 1 b. PP 773-792.
  25. Lamb, H. H, 1972, British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation patterns, 1861-1971. *Geophys. Memory*, Vol. 116.
  26. Lund, I. A, 1963, Map-Pattern classification by statistical methods"; *Journal applied meteorology*; Vol. 2, PP. 56-65.
  27. Richman M.B., 1981, obliquely rotated principal components: An improved meteorological map typing technique? *Journal of Appl. Meteo.* Vol. 20, 1145-1159.
  28. Romero, R., Sumner, G., Ramis, C., and Genoves, C., 1999, A classification of the atmospheric circulation patterns producing significant daily rainfall in the Spanish Mediterranean area, *Int. J. Climatol.* 19: 765-785.
  29. Santos, J.A., Corte-Real, J. and Leite, S.M., 2005, Weather regimes and their connection to the winter rainfall in Portugal, *Int. J. Climatol.* 25: 33-50.
  30. Trigo, R.M., and DaCamara, C.C, 2000, Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal, *Int. J. Climatol.* 20: 1559-1581.
  31. Vicente-Serrano, S.M, and Lopez-Moreno, J.I., 2006, the influence of atmospheric circulation at different spatial scales on winter drought variability through a semi-arid climatic gradient in northeast Spain, *Int. J. Climatol.* 26: 1427-1453