

هیدروژنومورفولوژی، شماره ۹، زمستان ۱۳۹۵، صص ۱۳۷-۱۱۳

وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۱۳ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰

## استخراج الگوهای همدید توأم با فاز مثبت نوسانات اطلس شمالی (NAO) و تأثیر آن بر بارش زمستانه‌ی ایران

حسین عساکره<sup>۱</sup>

فرامرز خوش اخلاق<sup>۲</sup>

زینب شامحمدی<sup>۳\*</sup>

### چکیده

نوسانات اطلس شمالی الگوی مؤثری از تغییرپذیری گردش عمومی جو در محدوده‌ی برون حاره نیمکره‌ی شمالی و از عوامل اصلی کنترل عناصر اقلیمی مانند بارش و دما است. دارای اثرات اقتصادی و اجتماعی بزرگ بر بخش‌های انرژی، کشاورزی، صنعت و ... است. بنابراین با توجه به اهمیت این نوسان بر فعالیت‌های بشری و رابطه‌ی آن با عناصر اقلیمی و از جمله بارش، سبب گردید تا به شناسایی و تحلیل و گروه‌بندی فاز مثبت این نوسان و در پی آن استخراج الگوهای توأم با آن پرداخته شود. داده‌های مورد نیاز این تحقیق شامل اندازه‌گیری‌های مقادیر بارش به صورت روزانه برای ایستگاه‌های سینوپتیک، اقلیمی و باران‌سنجی کل کشور از سال ۱۳۸۸-۱۳۴۰ می‌باشد که از دو منبع سازمان هواشناسی و وزارت نیرو گردآوری شد و با استفاده از روش آماری چندمتغیره و به کارگیری از نرم‌افزار grads و surfer.matlab به استخراج الگوهای همدید حاصل از این فاز پرداخته شده

۱- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه زنجان، ایران

۲- استادیار گروه جغرافیا طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه زنجان، ایران (نویسنده مسئول)  
Email:shamohamadizeanab@yahoo.com

است. در نهایت پنج الگو استخراج و نشان داد که با وجود شرایط پایداری در پنج الگوی سطح زمین در این فاز، میزان ریزش‌های جوی بالا بوده است که توجیه این مطلب با استفاده از الگوهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال صورت گرفت. ایران در جلوی محور ناوهی مربوط به مدیترانه واقع شده است. بنابراین ریزش‌های جوی کشور تحت تأثیر این ناوه در زمستان رخ داده است.

**کلمات کلیدی:** نوسان، ایران، تحلیل همدید، فاز مثبت، تحلیل خوشه‌ای.

#### مقدمه

همانگونه که نوسان جنوبی آشکارترین الگوی دور پیوند نیمکره‌ی جنوبی است، نوسان اطلس شمالی هم بارزترین الگوی دورپیوندی است که در تمام طول سال در نیمکره‌ی شمالی فعال است. نوسان اطلس شمالی در واقع نماینده بادهای غربی بر روی اقیانوس اطلس در فاصله‌ی مدار ۴۰ تا ۶۰ درجه است و دارای دو فاز مثبت و منفی است. اگر به هنگام کاهش ناهنجاری کم‌فشار ایسلند و سراسر شمالگان، پرفشار قوی‌تر از حد معمول در آזור ایجاد گردد، نوسانات اطلس شمالی در فاز مثبت قرار می‌گیرد، در چنین وضعیتی افزایش اختلاف فشار، جریانات شدید جوی را به طرف شمال اطلس می‌راند و موجب ظهور زمستانی گرم و مرطوب در اروپا (به ویژه در اروپای شمالی) و شرایط سرد و خشک، در شمال کانادا و گرینلند می‌گردد. در فاز منفی نیز یک مرکز پرفشار ضعیف تر از حد معمول در نواحی جنب حاره ایجاد می‌شود در این هنگام کم‌فشار ناحیه‌ی ایسلند نیز ضعیف‌تر از حد معمول خود است بنابراین کاهش گرادیان فشار و به دنبال خود جریانات ضعیف‌تری را به همراه خواهد آورد، در این وضعیت هوای مرطوب به سوی مدیترانه و هوای سرد به

سمت شمال اروپا منتقل می‌شود (برومند<sup>۱</sup>، ۱۳۸۶: ۱۵۶-۱۴۷). بر اساس مطالعات صورت گرفته در مناطق مختلف جهان، فازهای حدی پدیده‌های نوسانات شمالی و جنوبی باعث تغییرات بزرگ اقلیمی خشکسالی و ترسالی می‌شوند (حضرتی<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۳۸۳). برخی از الگوهای پیوند از دور از راه تأثیری که بر سامانه‌های تعیین‌کننده‌ی اقلیم نواحی دورتر از جمله ایران دارند موجب بروز نوسان‌هایی در هوای کشور می‌شوند (مسعودیان<sup>۳</sup>، ۱۳۹۰، ۷۲). با توجه به اهمیت این نوسان بر اقلیم نیمکره‌ی شمالی، در این پژوهش به بررسی تأثیر فاز مثبت این نوسان بر بارش زمستانه ایران طی دوره‌ی آماری ۱۳۸۸-۱۳۴۰ پرداخته شده است. ای. فریر<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، تأثیر نوسانات اطلس شمالی بر بارندگی زمستانه کالابریا را با استفاده از توزیع گاما انجام دادند نتیجه‌ی حاصله بیانگر وجود یک پیوند آشکار میان فازهای شاخص اقلیمی و میزان بارش زمستانی در این منطقه. در ایران نیز تحقیقات دیگری توسط مدرس‌پور<sup>۵</sup> (۱۳۷۵)، با بررسی رویداد انسو بر بارندگی و دمای ایران، بارش‌ها و دمای ایران در فصل مونسون (از ماه مه تا اوت)، فصل پاییز (سپتامبر تا نوامبر)، فصل زمستان (دسامبر تا فوریه) و بهار (مارس تا مه)، را مورد مطالعه قرار داده است. نتایج حاصل از مطالعه‌ی وی بر روی بارش‌های ایران در سال‌های وقوع انسو یعنی سال‌های ۶۵،۶۹،۷۲،۷۶،۸۶ و در سال‌های بعد از وقوع انسو یعنی سال‌های ۶۶،۷۰،۷۳،۷۷،۸۸ به صورت فصلی نشان می‌دهد که در مناطق مختلف کشور در فصول مختلف، شرایط یکسانی را همزمان با وقوع ال‌نینو تجربه نمی‌کنند و نوع و میزان تأثیرپذیری نیز از فصلی به فصل دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است؛ مگر اینکه سال بعد از وقوع ال‌نینو، بارش‌ها در سراسر ایران زیر

1- Borouman

2- Hazrati

3- Masoudeian

4- Freyer

5- Modares pour

میانگین و دماها بالای میانگین بوده‌اند. نتایج فوق با استفاده از بررسی ۱۵ ایستگاه حاصل شده است. غیور و عساکره<sup>۱</sup> (۱۳۸۱)، اثرات پدیده انسو و NAO را بر تغییرات سری زمانی دمای جاسک مورد مطالعه قرار داده ایشان دریافتند که ۴۰ درصد از نوسانات دمایی جاسک متأثر از اثرات پدیده‌های NAO و انسو می‌باشد. خوش اخلاق<sup>۲</sup> و همکاران (۱۳۸۷)، در بررسی اثرات نوسان اطللس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی خزر بر این باورند که مرحله مثبت شاخص NAO با دوره‌های افزایشی، افزایش بارش و کاهش دما و مرحله منفی شاخص مزبور با دوره‌های کاهش بارش و افزایش نسبی دما همزمان است. با توجه به مطالعات انجام شده در ایران و جهان و اهمیت نوسان NAO بر آب و هوای مناطق مختلف، هدف از این پژوهش مطالعه‌ی اثر فاز مثبت این نوسان بر بارش زمستانه ایران با استخراج الگوهای توام با آن و به تبع آن تغییرپذیری بارش ایران زمین طی فصل زمستان می‌باشد.

### مواد و روش

در این پژوهش به منظور دست‌یابی به اهداف تحقیق از دو گروه داده (محیطی و جوی) استفاده شده است، داده‌های محیطی حاصل میان‌یابی مشاهدات بارش روزانه از آغاز زمستان ۱۳۴۰ تا پایان زمستان ۱۳۸۸ می‌باشند که از ۵۷۵ ایستگاه همدید، اقلیمی و بارانسنجی تهیه شده است (شکل ۱).

در تحقیق حاضر، داده‌ها در ترازهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بررسی گردید. محدوده‌ی مورد نظر بین ۴۰ درجه طول غربی تا ۱۲۰ درجه طول شرقی و از مدار ۰ تا ۸۰ درجه عرض شمالی در نظر گرفته شد. به این ترتیب محدوده مورد بحث با ۲۱۴۵ یاخته پوشیده می‌شود (شکل ۲). به منظور حصول اطمینان از نحوه‌ی رفتار

1- Gauor & Asakereh

2- Khoshaklage

جو طی فاز مورد نظر، الگوهای جو بر اساس طبقه‌بندی فشار تراز دریا طی این فاز انجام شد که این امر با به کارگیری روش تحلیل خوشه‌ای صورت گرفت. در این پژوهش برای محاسبه بین افراد از روش اقلیدسی رابطه‌ی (۱) بهره گرفته شد. (فرشادفر<sup>۱</sup>، ۱۳۸۹: ۲۰۱).

$$e_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2} \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

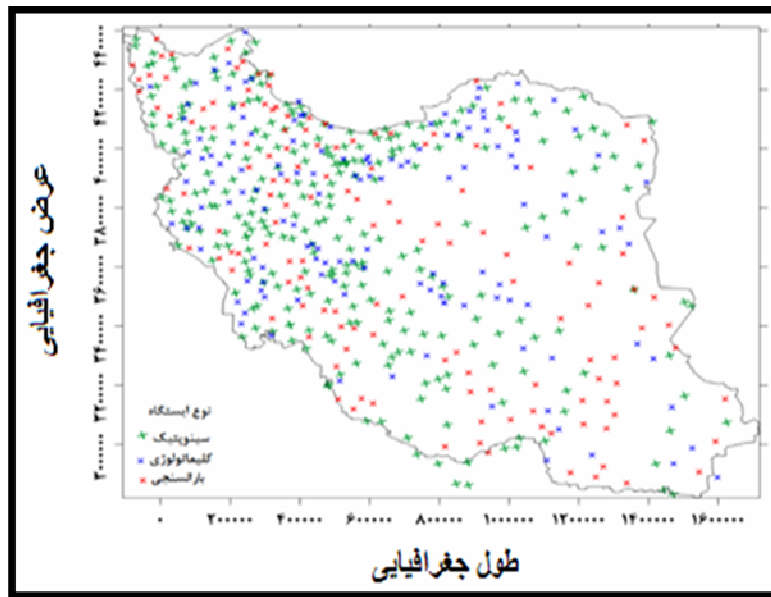
در این فرمول  $e_{jk}$  ضریب تفاوت دو ایستگاه است  $x_{ij}$  مقدار صفت  $i$  ام روی فرد  $j$  ام است  $x_{ik}$  مقدار صفت  $k$  ام روی فرد  $k$  ام است و  $n$  مقدار صفات اندازه‌گیری شده بر روی افراد می‌باشد. مقدار  $e_{ik}$  بین صفر و بی‌نهایت در تغییر است. در نهایت با اینکه برای ادغام ایستگاه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها در خوشه‌ها روش‌های متعددی وجود دارد اما در این پژوهش از روش «ادغام وارد<sup>۲</sup>» بهره گرفته شد (فرشادفر<sup>۳</sup>، ۱۳۸۹، ۲۰۲). در فرمول دوم  $x_{ij}$  نمره فرد  $i$  ام است.  $K$  تعداد کل دسته‌ها در هر مرحله و  $n_j$  تعداد افراد در هر دسته  $j$  ام است. در نهایت با اینکه برای ادغام افراد و گروه‌بندی آن‌ها در خوشه‌ها روش‌های متعددی وجود دارد اما در این پژوهش از روش «ادغام وارد<sup>۴</sup>» بهره گرفته شد. مقدار مجموع مربعات خطا از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$E.S.S = \sum_{j=1}^k \left[ \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \frac{1}{n_j} \left[ \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right]^2 \right] \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

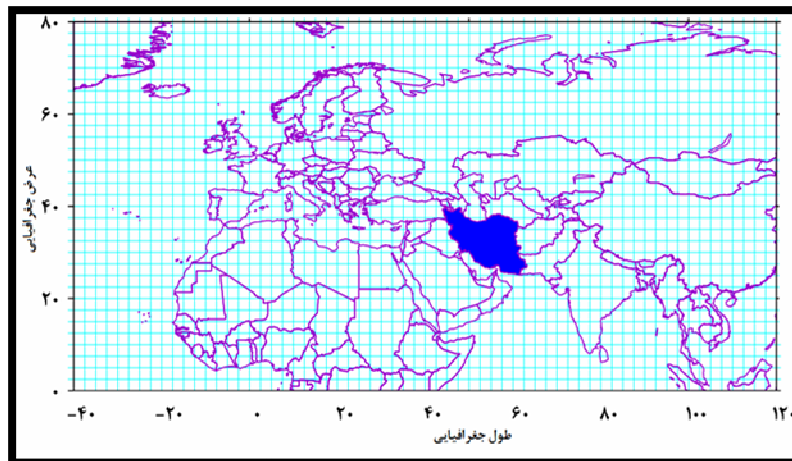
- 
- 1- Farshadfar
  - 2- Ward
  - 3- Farshadfar
  - 4- Ward

در این فرمول  $x_{ij}$  نمره فرد  $i$ ام است.  $k$  تعداد کل دسته‌ها در هر مرحله و  $n_j$  تعداد افراد در هر دسته  $j$ ام است.

به منظور انتخاب روزهای نماینده گروه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی داده‌های مربوط به فشار تراز دریا از روش همبستگی لوند استفاده شده است. به این ترتیب برای انتخاب روز نماینده روزی که بیش‌ترین شباهت را با بیش‌ترین تعداد روزهای گروه دارد، انتخاب می‌شود. ضریب همبستگی معرف درجه‌ی همانندی الگوهای دو نقشه با همدیگر است. برای این کار باید ضریب همبستگی آستانه‌ی معینی را پذیرفت. مقدار ضریب همبستگی در این‌گونه موارد نوعاً بین ۰/۵ تا ۰/۷ تغییر می‌کند (مسعودیان، ۱۳۹۰)، روزهای نماینده بر پایه‌ی آستانه‌ی ۰/۵ استخراج شد. بدین ترتیب آن روزی که با تعداد روزهای بیشتری ضریب همبستگی ۰/۵ داشته باشد به عنوان روز نماینده انتخاب گردید. بنابراین ۵ نماینده از فاز مثبت برای الگوهای سطح دریا اختیار شد. تعیین این گروه‌بندی بر اساس بیشترین شباهت بین گروهی و کمترین تفاوت بین گروهی صورت پذیرفت. انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال امکان‌پذیر نبود بنابراین تنها داده‌های مربوط به روزهای نماینده مربوط به این تراز استخراج و به تولید نقشه‌های مورد نظر پرداخته شد.



شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌ها در پهنه‌ی مورد مطالعه



شکل (۲) محدوده‌ی مورد بررسی جو بالا با ۲۱۴۵ یاخته با تفکیک  $2/5^*2/5$  درجه‌ی قوسی

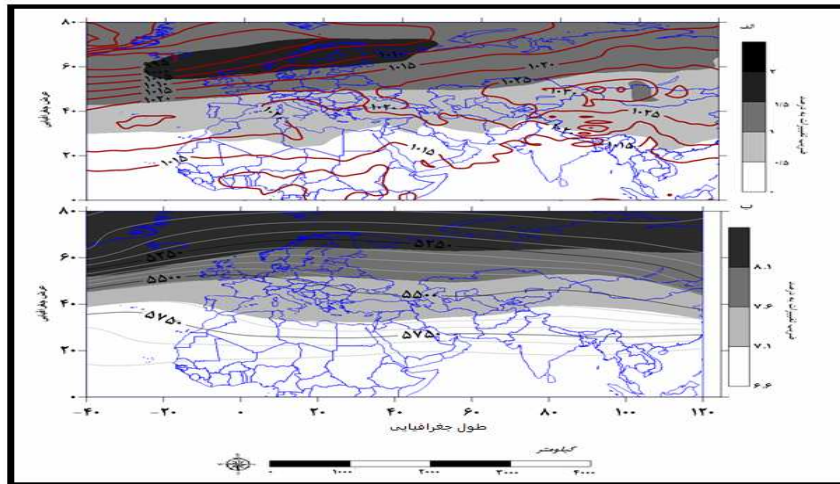
از مجموع ۴۳۷۳ روز مورد مطالعه ۲۵۷۲ روز توأم با فاز مثبت استخراج گردید. در این بخش ویژگی‌های الگوهای فشار تراز دریا و ارتفاع ۵۰۰ ه.پ. بر اساس این فاز بررسی خواهد شد. (انتخاب تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به این دلیل است که این تراز، تراز میانگین جو می‌باشد و گویای بهترین نماینده جو می‌باشد).

### بحث و نتایج

در شکل (۳)، میانگین و ضریب تغییرات فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل مربوط به فاز مثبت نوسانات اطلس شمالی ارائه شده است. در شکل مذکور پس زمینه سیاه و سفید گویای ضریب تغییرات و خطوط هم ارزش نماد میانگین فشار (تراز دریا - ارتفاع ژئوپتانسیل)، می‌باشد. ویژگی‌های میانگین فشار تراز دریا برای فاز مثبت NAO در شکل (۳. الف) دیده می‌شود. در این فاز سه مرکز فشار که دو تای آن پرفشار و یکی کم‌فشار است، قابل تشخیص است. مرکز پرفشار آזור بر روی مجمع‌الجزایر آזור شکل گرفته است. زبانه‌ی این پرفشار سراسر اروپای جنوبی را در برگرفته و تا غرب دریای سیاه ادامه یافته است. در محل تشکیل این پرفشار ضریب تغییرپذیری بین صفر تا یک می‌باشد. مرکز پرفشار دوم سیبری می‌باشد. زبانه‌های شرقی این پرفشار از قزاقستان تا بخش‌های شمالی ایران و دریای سیاه را در بر گرفته است. در همین بخش‌ها با پرفشار آזור ادغام شده است. مرکز دیگر کم‌فشار ایسلند می‌باشد در غرب ایسلند شکل گرفته است. با توجه به نقشه مذکور از میانگین فشار تراز دریا از فاز مثبت نوسان اطلس شمالی می‌توان چنین استنباط نمود که طی این فاز پرفشار آזור با حرکت آنتی‌سیکلونی خود جریان هوا را عرض پایین به سمت عرض‌های بالاتر با شدت کم منتقل می‌کند تحت تاثیر این حرکت و نیروی کوریولیس کم‌فشار ایسلند به سمت شرق حرکت می‌کند تقابل این چرخند با واچرخند سیبری در بخش‌های شمالی روسیه ریزش هوای سرد را برای منطقه تحت سیطره به همراه داشته است. از طرف دیگر زبانه‌های غربی پرفشار سیبری تا



بخش‌های شرقی اروپا پیشروی نموده است که در نهایت به ادغام این واچرخند و واچرخند آזור منجر شده است، نتیجه این تقابل تقویت پرفشارها و فرونشینی هوا و پایداری هواست. با توجه به اینکه بخش‌های شمالی و شمال‌غرب ایران بین دو مرکز پرفشار واقع شده است که شرایط سرد و پایدار در منطقه فراهم شده است. بنابراین بخش‌های جنوبی کشور به خاطر واقع شدن بین دو منطقه با فشار متفاوت یعنی پرفشار سیبری با کم‌فشار سودانی شرایط ناآرام‌تری نسبت به منطقه شمالی و شمال‌غرب کشور داشته است. میزان تغییرپذیری برای کشور حدود ۰ تا ۱ درصد می‌باشد. شکل (۳.ب) میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای فاز مثبت NAO نمایش می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود ناوه‌ای بر روی دریای سیاه، با محوری اریب تا مرکز الجزایر امتداد یافته است. این ناوه نسبتاً کم‌عمق نشان می‌دهد که مسیر حرکت جریانات هوا از افریقا و در گذر از عراق و عربستان به ایران می‌رسد. بر فراز ایران و در غرب روسیه پشته شکل گرفته و تا دریای خزر کشیده شده است ولی بر روی ایران به پشته نسبتاً کم‌ارتفاعی تبدیل شده است، که همچون الگوی سطح زمین انتظار پایداری را در این مناطق می‌توان داشت. در شرق روسیه متناسب با نقشه‌ی سطح زمین، پشته‌ای شکل گرفته است این پشته تا تبت امتداد داشته است. تغییرپذیری برای ایران از جنوب به سمت شمال افزایش یافته است.



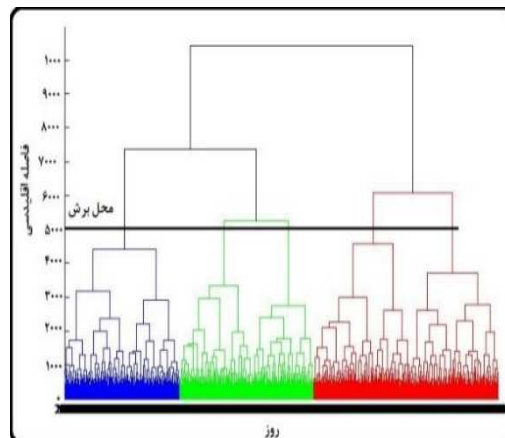
شکل (۳) میانگین و تغییرپذیری فشار تراز دریا (الف) و ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال (ب) طی فاز مثبت NAO

### خوشه‌بندی الگوها

بعد از انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های مذکور نتیجه نهایی منجر به پذیرش یک تقسیم‌بندی پنج گروهه برای فاز مورد مطالعه گردید (شکل ۴)، روزهای نماینده مربوط به گروه‌های فاز شناسایی گردید. نتایج در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) روزهای نماینده گروه‌های پنج‌گانه فاز مثبت نوسان اطلس شمالی NAO

تاریخ	روز	تعداد گروه
۱۳۵۳/۱۱/۳	۳۵۷	گروه اول
۱۳۵۳/۱۰/۷	۴۳۶	گروه دوم
۱۳۶۷/۱۲/۱۶	۵۲۲	گروه سوم
۱۳۶۳/۱۰/۱	۵۷۷	گروه چهارم
۱۳۶۶/۱۱/۱۸	۶۸۰	گروه پنجم

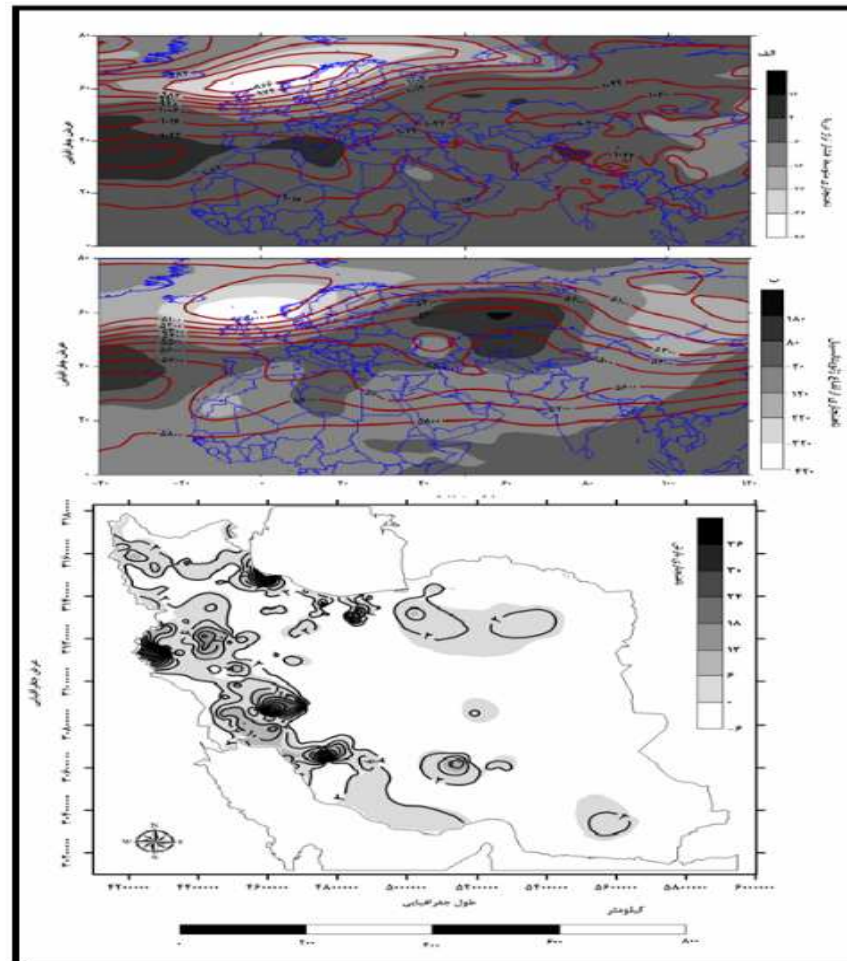


شکل (۴) داده‌های فشار تراز دریا مربوط به فاز مثبت نوسان اطلس شمالی NAO

#### الگوی نماینده گروه اول (کم‌فشار ایسلند-پرفشار سیبری)

شکل (۵الف) ویژگی‌های تراز دریا (منحنی هم‌فشار) و ناهنجاری (پس‌زمینه) آن نسبت به روز ۱۳۵۳/۱۱/۳ در طول دوره را نشان می‌دهد. در این شکل سه مرکز عمده‌ی فشار که دو تای آن پرفشار و یکی کم‌فشار است، قابل تشخیص است. نخست مرکز پرفشار آזור که در بخش جنوبی اقیانوس اطلس شمالی واقع شده است. زبانه‌های شرقی این پرفشار تا ایران کشیده شده است. در محل این پرفشار ناهنجاری مثبت فشار حاکم می‌باشد. مرکز پرفشار دوم سیبری می‌باشد که قوی‌تر از پرفشار آזור می‌باشد. این پرفشار سراسر مغولستان و قزاقستان و چین را در بر گرفته است. زبانه‌های این پرفشار به ایران رسیده است و با پرفشار آזור ادغام شده است. مرکز دیگر کم‌فشار ایسلند می‌باشد. که سرتاسر شمال اوراسیا و اسکاندیناوی را در بر می‌گیرد، زبانه‌های این کم‌فشار با محوری شرقی-غربی تا بخش‌های شمال شرقی روسیه امتداد یافته است. شرایط ناهنجاری در این کم‌فشار منفی می‌باشد ایران در این الگو تحت سیطره پرفشار سیبری و آזור قرار گرفته است. بنابراین در

ایران ریزش هوای سرد و شرایط پایدار حاکم بوده است. در شکل (۵.ب) یک ناوه عمیق بر روی مدیترانه قرار دارد که با محور مایل به سمت جنوب غرب متمایل شده است که یک مرکز کم فشار را نسبت به پیرامون خود ایجاد کرده است. در مجاورت این مرکز فشار و جنوب اطلس برای روز نماینده ۱۳۵۳/۱۱/۱۳ با ناهنجاری یک پرارتفاع دیده می شود. قرارگیری این دو مرکز در همسایگی یکدیگر منجر به افزایش شیب تغییرات فشار و افزایش تضاد در بین این دو کانون شده است. از سوی دیگر قرارگیری یک پشته از غرب تا شرق کشور گسترده شده است. البته بخش های غربی و جنوبی در بازوی بالارونده این پشته قرار گرفته است. به طور کلی به جزء نوار ساحلی شمالی کشور بقیه ایران تحت سیطره این پشته واقع شده از این رو در این نواحی انتظار هوای پایدار می رود. تنها کرانه دریای خزر تحت تأثیر یک ناوه قرار گرفته است. در شکل (۵.ج) ۴۲ درصد از پهنه کشور، دارای ریزش جوی بوده است. این نواحی عموماً سرتاسر حاشیه غربی، شمالی و شمال غرب را در بر گرفته است. میزان ناهنجاری بارش از شرق به غرب ناحیه رو به فزونی می باشد؛ بیشترین ناهنجاری بارش در بخش های جنوب غربی و شمالی کشور رخ داده است. بیشترین بارش در این روز مربوط به نواحی غربی و ۱۴ میلی متر بوده است. در کلیه موارد می توان مشاهده کرد که مناطق منطبق بر ناهنجاری منفی دارای کمترین میزان ریزش جوی بوده اند و ناهنجاری های مثبت بیانگر بیشترین ریزش جوی در منطقه بوده است.

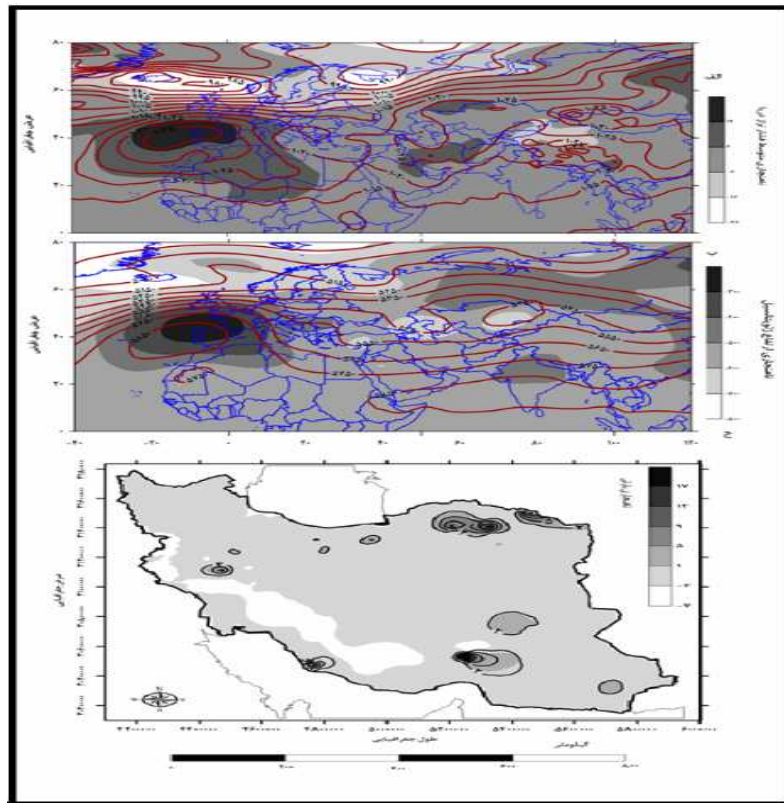


شکل (۵) میانگین فشار تراز دریا (الف)، تراز ۵۰۰ (ب) و توزیع مکانی میانگین بارش (ج)

الگوی نماینده‌ی گروه دوم (پرفشار دوهسته‌ای - کم‌فشار قطبی)

در شکل (۶.الف) الگوی فشار سطح زمین و ناهنجاری آن در روز ۱۳۵۳/۳/۷ مشخص شده است. چهار مرکز فشار یعنی دو کم‌فشار و دو پرفشار دیده می‌شود.

نخست مرکز پرفشار آזור که تمامی مغرب و غرب الجزایر را در بر گرفته است. زبانه‌های جنوب شرق این پرفشار سرتاسر الجزایر، مغرب و موریتانی، لیبی و مصر را در بر گرفته است. در محل استقرار این پرفشار ناهنجاری مثبت حاکم می‌باشد. سامانه دیگر، پرفشار سیبری می‌باشد این پرفشار دارای دو هسته یکی بر روی دریایچه‌ی بایکال و شمال غرب مغولستان و دیگری بر روی تبت شکل گرفته است بر روی ایسلند و شمال غرب روسیه دو مرکز کم‌فشار وجود دارد. به این ترتیب می‌توان گفت که دو ناحیه توأم با فشار کم و ناهنجاری منفی دیده می‌شود. این نواحی از شمال اطلس شروع شده و تا شمال غرب روسیه امتداد یافته است. پرفشار سیبری دارای مرکزی قوی و با حرکت غرب‌سوی خود زبانه خود را تا عراق گسیل داشته است و با پرفشار آזור ادغام شده است. در نتیجه این ادغام پایداری در منطقه محتمل است. تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل (۶.ب) بیانگر ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند که از مدیترانه آغاز شده و تا مرکز لیبی پیش رفته است. نحوه قرارگیری این ناوه، منبع هوایی وارده به ایران را تعیین می‌کند که با توجه به قرارگیری محور ناوه بر روی دریای خزر هوای سرد قفقاز وارد ایران می‌شود و شرایط پایداری را در ایران سبب می‌شود. زبانه پراتفافی که بر فراز خزر قرار گرفته است این نواحی را تحت تسلط خود قرار داده است. مرکز پراتفافی بر فراز مرکز اطلس مشاهده می‌شود. ناوه مربوط به مدیترانه از بازوهای پراتفافی ناشی شده است بالاترین مقدار ناهنجاری مربوط به همین منطقه می‌باشد. در شکل (۶.ج) شرایط بارشی بیانگر بیشترین ناهنجاری مثبت بارشی در شمال غرب و جنوب کشور می‌باشد. کمترین میزان آن مربوط به جنوب غرب می‌باشد. وجود چهار هسته کوچک با بارش بیش از ۵ میلی‌متر در جنوب، جنوب غرب و شمال شرق کشور قابل مشاهده می‌باشد. در سایر نقاط کشور بارشی رخ نداده است. شرایط ناهنجاری بارش در اکثر نقاط کشور منفی بوده است.

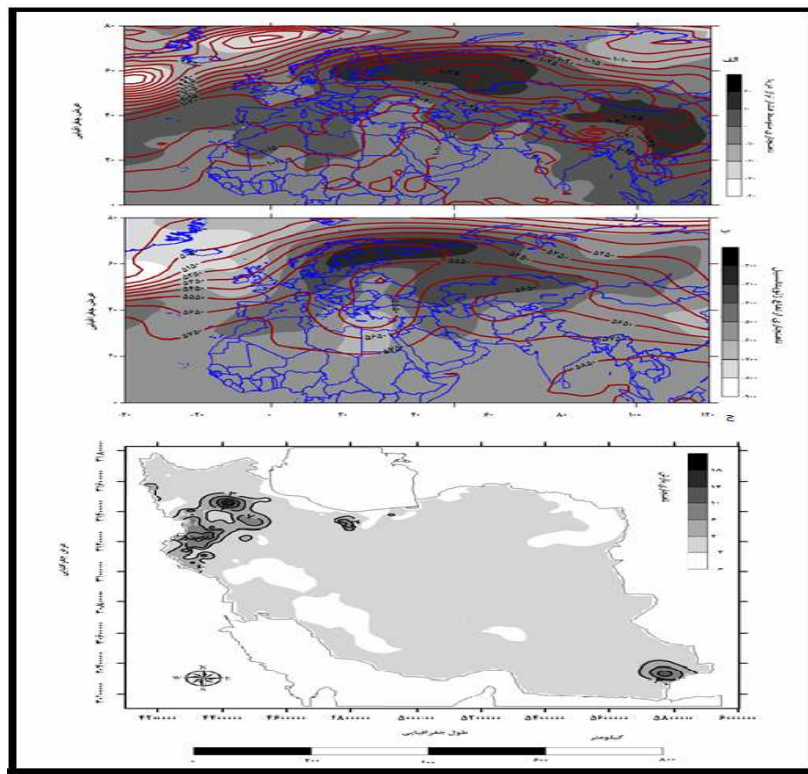


شکل (۶) میانگین فشار تراز دریا (الف)، تراز ۵۰۰ (ب) و توزیع مکانی میانگین بارش (ج) برای روز نماینده ۱۳۵۳/۱۰/۷

- الگوی نماینده‌ی گروه سوم (پرفشار سیبری - کم‌فشار افریقای) -

در شکل (۷.الف) ویژگی‌های فشار تراز دریا در روز ۱۳۶۷/۱۲/۱۶ ارائه شده است. در این روز دو مرکز عمده‌ی فشار قابل تشخیص است. نخست مرکز کم‌فشار ایسلند می‌باشد که در غرب ایسلند شکل گرفته است. زبانه‌های این کم‌فشار تا کلاهدک قطبی شمال کشیده شده است. کم‌فشار مذکور نسبت به الگوهای دیگر ضعیف‌تر و

یک عقب‌نشینی غرب به طرف غرب داشته است. مرکز دیگر پرفشار سیبری است که سرتاسر چین و مغولستان و قزاقستان و بخش اعظمی از روسیه را در بر گرفته است. زبانه‌های غربی آن تا مرکز اروپا و زبانه‌های جنوب غربی آن تا جنوب ایران کشیده شده است. در این الگو کشور ایران تحت سیطره‌ی پرفشار سیبری می‌باشد در این منطقه شرایط سرد و پایدار همراه با فرونشینی هوا سرد محتمل است.



شکل (۷) میانگین فشار تراز دریا (الف)، تراز ۵۰۰ (ب) و توزیع مکانی میانگین بارش (ج) برای روز نماینده ۱۳۶۷/۱۲/۱۶ با ناهنجاری

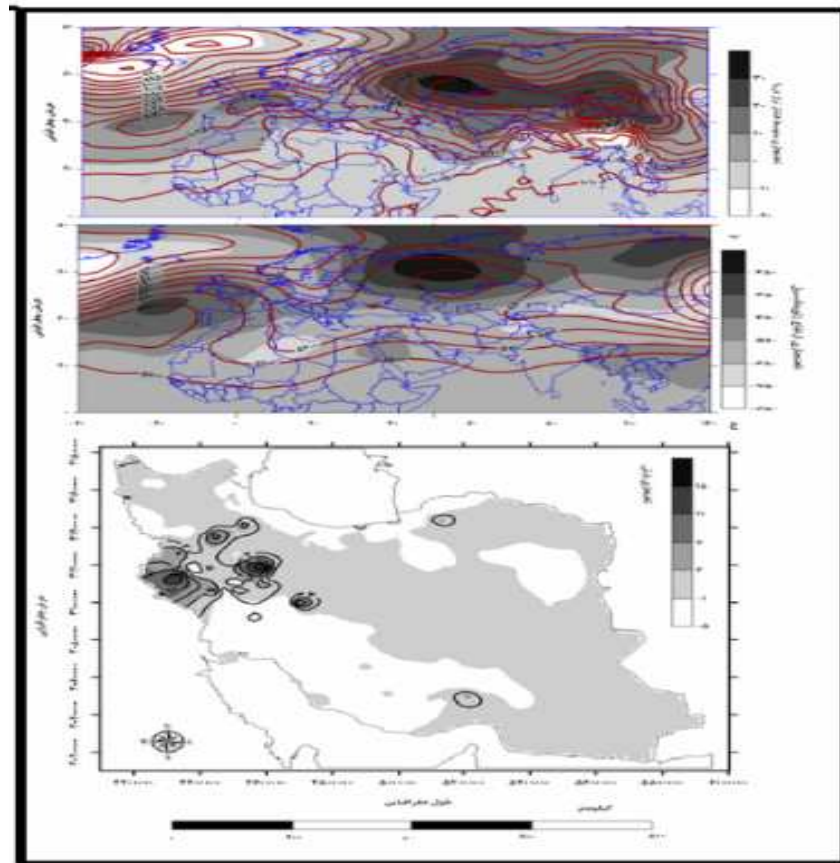


تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال. ۷. نشان‌گر گسترش ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند به صورت مایل با جهت شمال غرب-جنوب شرق از جنوب ایسلند تا شمال غرب اسپانیا کشیده شده است. همچنین یک کم ارتفاع بر روی تمامی اوراسیا گسترده شده است. کم ارتفاع یاد شده نقش یک پدیده‌ی مانع را در برابر جریانات غربی دارد. دیگر پشته‌ای که از غرب ایران شروع می‌شود؛ جهت این پشته به صورت غربی-شرقی می‌باشد و تا شرق ایران امتداد داشته است. بخش‌های جنوب غرب کشور بر روی پشته و بخش‌های جنوب شرقی ایران بر روی بازوی پایین رونده این پشته واقع شده‌اند. به این ترتیب شرایط جهت نفوذ هوای عرض‌های جغرافیایی پایین تر به جو کشور فراهم شده است. سراسر شمال شرق کشور تحت تاثیر نفوذ یک ناوه با محور شمال شرقی-جنوب غربی می‌باشد که احتمالاً این ناوه مربوط به تاوه قطبی می‌باشد. در شکل (۷.ج) در این روز بیش‌ترین ناهنجاری مثبت بارش در استان آذربایجان شرقی رخ داده است. بالاترین میزان بارش ۷ میلی‌متر و مربوط به استان آذربایجان شرقی و زنجان می‌باشد. به غیر از استان‌های مذکور در استان‌های کرمانشاه و کردستان و بخش جنوبی مازندران و جنوب شرق سیستان بیش از سه میلی‌متر بارش رخ داده است. به این ترتیب الگوی بارشی این روز مربوط به بخشی از پهنه شمال غرب و غرب کشور بوده است.

#### الگوی نماینده گروه چهارم (پرفشار سبیری-پرفشار آزور)

در روز ۱۳۶۳/۱۰/۱ (الف.۸) نشان می‌دهد که سرتاسر کشور ایران تحت تأثیر یک سامانه‌ی پرفشار می‌باشد زبانه‌های بیرونی این پرفشار از شمال شرق، شمال غرب و جنوب کشور عبور نموده است. کانون پرفشار دیگری در جنوب اطلس شمالی دیده می‌شود هسته این پرفشار سراسر اسپانیا، فرانسه آلمان، شمال شرق ایتالیا را زیر پوشش خود قرار داده است. در پی ادغام این دو پرفشار هوای سرد و سنگین و پایداری هوا برای مناطقی که تحت تأثیر این پرفشار واقع شده

انتظار می‌رود بنابراین کشور ایران نیز تحت تأثیر این دو مرکز فشار واقع شده است. بنابراین شرایط سرد و پایداری در ایران محتمل است. کانون کم‌فشار ایسلند نیز در غرب ایسلند شکل گرفته است زبانه‌های کم‌فشار تا شمال اوکراین کشیده شده است. زبانه‌های آن در تقابل با پرفشار سیبری واقع شده است. این اندرکنش ریزش هوای سرد برای ایران را خواهد داشت. الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۸.ب) بیانگر وجود ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند است که از شمال اسکاندیناوی آغاز شده و در امتداد نصف‌النهاری تا رومانی کشیده شده است. در مقایسه با الگوی قبل دو تفاوت عمده دارد اول جهت محور ناوه و دوم عمق ناوه می‌باشد. از این رو جریانات جنوب غرب به ایران وارد شده است. در جنوب اطلس شمالی پرارتفاهی دیده می‌شود. بازوهای پرارتفاح شکل گرفته از این ایران عبور نموده است. کشور در جلوی محور فرود واقع شده است بر فراز روسیه نیز پرارتفاهی شکل گرفته است. تمام گستره مورد نظر دارای ناهنجاری منفی بوده است. پدیده غالب وجود پرارتفاح بر فراز آسیا می‌باشد. در شکل (۸.ج) بیش‌ترین ناهنجاری مثبت بارش در غرب کشور در استان‌های ایلام و مرکزی دیده می‌شود. بارش این نواحی بین ۲ تا ۱۱ میلی‌متر می‌باشد.



شکل (۸) میانگین فشار تراز دریا (الف) تراز ۵۰۰ (ب) و توزیع مکانی میانگین بارش (ج) برای روز نماینده ۱۳۶۳/۱۰/۱ با ناهنجاری

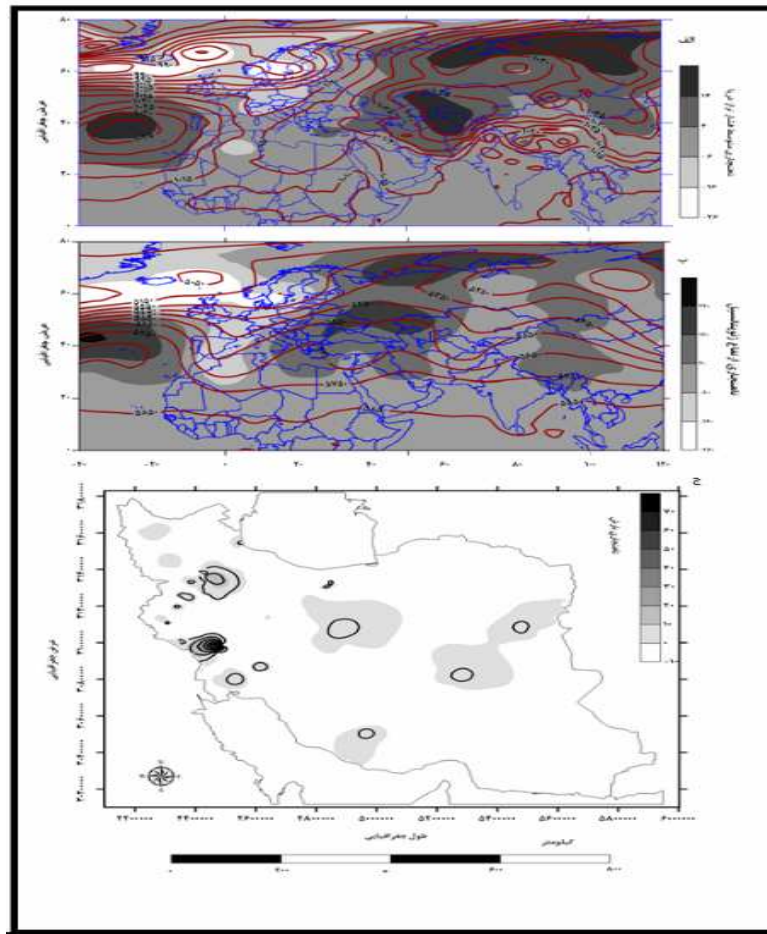
- الگوی نماینده‌ی گروه پنجم (پرفشار سیبری)

فشار تراز دریا روز ۱۳۶۶/۱۱/۱۸ شکل (۹.الف) گویای این مطلب است که تمام کشور ایران تحت تأثیر پرفشار سیبری می‌باشد. مرکز دیگر پرفشار آזור می‌باشد در جنوب اطلس شمالی شکل گرفته است. زبانه‌های این پرفشار تا مرکز الجزایر امتداد

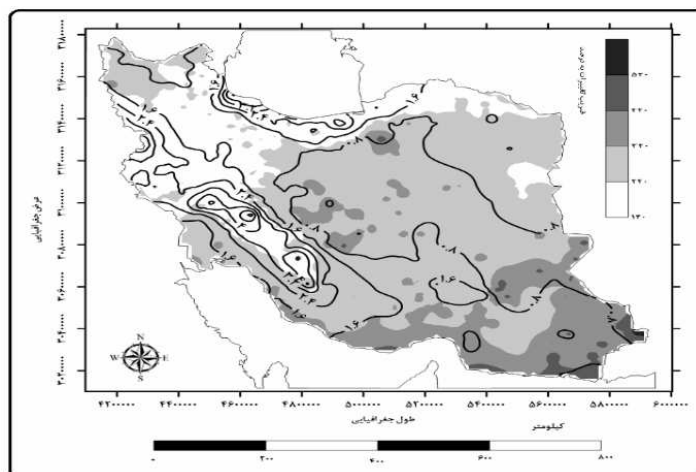
یافته است. مرکز دیگر کم فشار ایسلند می باشد که از غرب ایسلند تا کلاهدک قطبی شمال و از جنوب تا شرق اروپا امتداد یافته است. به دلیل تضعیف کم فشار ایسلند پرفشار سیبری تقویت شده و به سمت عرض های جنوبی تر کشیده شده است. بدین ترتیب ایران تحت تأثیر این پرفشار واقع شده است. الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل ۹.ب نشان گر وجود یک ناوه مربوط به کم فشار ایسلند در منطقه است محور این ناوه به صورت شمال شرق-جنوب غرب از دریای نروژ آغاز و تا شمال موریتانی امتداد یافته است. نحوه ی چینش منحنی های هم ارتفاع در این روز شرایط را جهت نفوذ هوای سرد به جو کشور را فراهم کرده است. بخش های شمال شرق، شرق و جنوب شرق دارای ناهنجاری منفی و سایر بخش ها دارای شرایط بالاتر از حد بهنجار بوده اند. ویژگی بارز تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این روز ناوه های مربوط به کم فشار ایسلند و ناوه قطبی می باشد. آن گونه که در شکل (۹.ج) دیده می شود. ویژگی بارشی کشور در روز مورد مطالعه بیانگر این مطلب می باشد، که منحنی هم بارش ۵ میلی متر تنها در بخش غربی و شمال غربی کشور قرار گرفته است. بیشترین شیب تغییرات مربوط به استان ایلام می باشد. بیشتر مساحت ایران دارای ناهنجاری منفی بارش می باشد.

الگوی بارش برای فاز مثبت نوسان اطلس شمالی طی ۴۹ سال مورد مطالعه بیانگر این مطلب بود که میزان بارش در حاشیه ی دریای خزر با حاشیه ی غربی و جنوب غرب کشور البته با غلبه بیشتر در غرب تقریباً از یکدیگر پیروی نموده است. به این معنی که بیشترین میزان بارش ایران طی این فاز در این نواحی رخ داده است. به استثنای نواحی مرکزی، جنوبی و شمال شرقی سایر نواحی در این گروه شرایطی دارای ریزش جوی را تجربه کرده اند. بیشترین تغییر پذیری بارش مربوط به نواحی جنوبی و جنوب شرق کشور بوده است و کمترین آن مربوط به مناطقی با

بیشترین ریزش جوی بوده است. مساحت تحت پوشش بارش برای این فاز ۹۱/۸ درصد بوده است (شکل ۱۰).



شکل (۸) میانگین فشار تراز دریا (الف) تراز ۵۰۰ (ب) و توزیع مکانی میانگین بارش (ج) برای روز نماینده ۱۳۶۶/۱۱/۱۸ با ناهنجاری



شکل (۱۰) میانگین و ضریب تغییرات بارش (میلی‌متر) ایران طی فاز مثبت NAO

### نتیجه‌گیری

پنج الگوهای استخراج شده برای فاز مورد مطالعه مربوط به روزهای نماینده هر گروه: گروه یک بیان‌گر حاکمیت کم‌فشار ایسلند-پرفشار سیبری بوده است. توزیع بارش در پهنه کشور برای همین روز بیانگر این مطلب بود که مناطقی با بیشترین ناهنجاری مثبت، بیشترین هسته‌ی بارشی کشور را در غرب دریای خزر و حاشیه‌ی غربی کشور و جنوب غرب می‌باشد، را در بر گرفته است. الگوی روز نماینده‌ی گروه دوم از فاز مثبت را می‌توان پرفشار دوهسته‌ای-کم‌فشار قطبی نامید. توزیع مکانی بارش برای روز نماینده در این گروه دارای الگویی متمرکز در شمال شرق با بیشترین ناهنجاری بارش و الگویی پراکنده در جنوب البرز و نیمه غربی و جنوب غرب کشور می‌باشد. کمترین میزان ناهنجاری در همین نواحی رخ داده است. الگوی سوم از فاز مورد نظر را می‌توان پرفشار سیبری-کم‌فشار افریقایی نامید. الگوی بارشی این روز را می‌توان پیوسته در غرب و شمال شرق و گسسته در قسمت‌های کوچکی از شمال و جنوب شرق کشور دانست. در سایر نواحی کشور

بارشی رخ نداده است و در نهایت ناهنجاری منفی بارش حاکم می‌باشد. الگوی چهارم بیان‌گر تسلط بیشتر پرفشار سیبری-پرفشار آزور می‌باشد، الگوی مکانی بارش برای نماینده روز مورد نظر بیانگر وجود بارش در غرب کشور می‌باشد که احتمالاً وجود ارتفاعات زاگرس و دیگر عوامل محلی وقوع بارش را به همراه داشته و عوامل همدید نقشی در این بارش نداشته‌اند در بیشترین مساحت کشور ناهنجاری منفی بارشی رخ داده است. در روز نماینده‌ی گروه پنجم، الگوی غالب پرفشار سیبری می‌باشد. الگوی بارش برای روز نماینده‌ی این گروه حاکی از این مطلب بود که در این روز بارش زیادی به وقوع نپیوسته است تنها در بخش‌هایی از غرب بارش حدود ۵ میلی‌متر می‌باشد، محتمل است ریزش این بارش تحت تأثیر عوامل همرفتی و محلی رخ داده باشد. الگوی بارش برای فاز مثبت نوسان اطلس شمالی طی ۴۹ سال مورد مطالعه بیانگر این مطلب بود که میزان بارش در حاشیه‌ی دریای خزر با حاشیه غربی و جنوب‌غرب کشور البته با غلبه بیشتر در غرب تقریباً از یکدیگر پیروی نموده است. به این معنی که بیشترین میزان بارش ایران طی این فاز در این نواحی رخ داده است.

## منابع

- برنت، یارنال (۱۳۹۰)، اقلیم‌شناسی همدید، ترجمه سیدابوالفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- اسفندیاری، فریبا، سبحانی؛ بهروز، آزادکی؛ مبارکی، محمد و فاطمه جعفرزاده (۱۳۸۸)، تحلیل آماری از وضعیت روزهای برفی شهرستان تبریز و ارتباط آن با پدیده‌ی کلان مقیاس گردش جوی - اقیانوسی نوسانات اطلس شمالی (NAO)، نشریه‌ی تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره‌ی ۱۳، صص ۸۴-۱۰۲.
- اکبری، طیبه و سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۸۶)، شناسایی نقش الگوهای پیوند از دور نیمکره‌ی شمالی بر دمای ایران، مجله‌ی پژوهشی دانشگاه اصفهان، شماره‌ی ۱، صص ۱۱۷-۱۳۲.
- حضرتی، شهربانو؛ ابریشمچی، احمد و مسعود تجربیشی (۱۳۸۳)، بررسی تأثیر پدیده‌های نوسانات اطلس شمالی و جنوبی بر دما و بارش حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه، اولین کنگره‌ی ملی- مهندسی عمران.
- خوش اخلاق، فرامرز؛ قنبری؛ نوذر و جعفر معصوم‌پور سماکوش (۱۳۸۷)، مطالعه اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره‌ی ۶۶، صص ۷۰-۵۷.
- صلاحی، برومند؛ خورشیددوست، علی‌محمد و یوسف قویدل رحیمی (۱۳۸۶)، ارتباط نوسان‌های گردش جوی - اقیانوس اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های آذربایجان شرقی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۰، صص ۱۴۷-۱۵۶.
- غیور، حسنعلی و عساکره، حسین، مطالعه‌ی اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعه‌ی موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه‌ی دمای جاسک، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۱، شماره‌ی ۵۲۹، صص ۹۴-۱۱۳.



- قائمی، هوشنگ و حسین عساکره (۱۳۸۲)، تحلیلی آماری بر روند تغییرات دمای مشهد طی سده‌ی گذشته و روابط آن با نوسان‌های اطلس شمالی، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۷۱، صص ۱۳۴-۱۱۶.
- محمدی، بختیار و سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۸۹)، تحلیل همید بارش‌های سنگین ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۱۹، صص ۷۰-۴۷.
- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳)، شاخص نوسانات اطلس شمالی و تأثیر آن بر اقلیم ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۴۸، صص ۳۰-۱۷.
- نصرافهانی، محمدعلی؛ احمدی‌گیوی، فرهنگ و علیرضا محب‌الحجه (۱۳۸۷)، بررسی ارتباط نوسان اطلس شمالی با اقلیم جنوب‌غرب آسیا، مجله‌ی ژئوفیزیک ایران، صص ۶۴-۵۱.
- Hurrell. J.W. (1996), **Influence of Variations in Extra Tropical Wintertime Teleconnections on Northern Hemisphere Temperatures**, *G0pys.res.lett.*, 23, PP. 665-668.
- H.J.Niebauer and Robert H.Day, (1999) **Causes of Interannual Variability in the Sea Ice Core of the Eastern Bering Sea**, Institute of marine science, University of Alaska.
- S.O. Krichak and P. Alpert (2005), **Signatures of the Nao North in that Atmospheric Circulation during Wet Winter Months over the Mediterr Anean Region**, *Theor. Appl.climatol*, 82, PP. 27-39.