

## ارتباط نوسان شمالگان (AO) با تغییرپذیری دمای زمستانه شمال غرب ایران<sup>۱</sup>

امیرحسین حلبیان<sup>\*</sup>، مصطفی کرم‌پور<sup>۲</sup>، فریبا محمودی مهر<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

### چکیده

نوسانات شمالگان (AO) یکی از الگوهای مؤثر تغییرپذیری گردش عمومی جو در منطقه برون حاره نیمکره شمالی و از عوامل اصلی کنترل عناصر اقلیمی مانند دما و بارش است. در این پژوهش به بررسی تأثیر فازهای مثبت و منفی این نوسان بر دمای زمستانه شمال غرب کشور، طی دوره آماری ۱۹۶۵-۲۰۱۰ پرداخته شد. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش از دو پایگاه داده: ۱- داده دمای متوسط ایستگاه‌های همدید شمال غرب کشور و ۲- داده‌های جوی شامل متغیر فشار تراز دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) استفاده شد. داده‌های جوی از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا (NCEP/NCAR) دریافت شد. به منظور بررسی این داده‌ها محدوده‌ای بین ۴۰- تا ۱۲۰ درجه شرقی و ۰ تا ۸۰ درجه شمالی در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و ادغام وارد به تحلیل همدید فازها پرداخته شد. یک تقسیم‌بندی سه گروه برای فاز منفی و تقسیم‌بندی سه گروه دیگری برای فاز مثبت حاصل شد. برای هرکدام از گروه‌ها یک ماه نماینده تعیین شد. بعد از تحلیل الگوهای فشار به استخراج الگوهای مربوط به این فازها پرداخته شد در نهایت با استفاده از روش همبستگی به بررسی رابطه‌ی نمایه نوسان شمالگان با دمای زمستانه شمال غرب اقدام گردید. کلیه مراحل و محاسبات گفته‌شده با استفاده از نرم‌افزارهای *GrADS* و *Matlab* و *Surfer* انجام شده است. نتایج حاصله بیانگر این مطلب بود که میزان دما برای گروه‌های با فاز منفی نسبت به فاز مثبت دارای شرایط دمایی پایین‌تری بوده است. حال آن که طی فاز مثبت این شرایط دمایی افزایش یافته است. با توجه به استقرار الگوهای فشار طی فاز منفی و میانگین دمای ماهیانه می‌توان چنین استنباط نمود که در این فاز شرایط سردتر و پایدارتری نسبت به فاز مثبت در محدوده مطالعاتی حاکم بوده است و به تبع آن در فاز مثبت شرایط دمایی بالاتری نسبت به فاز منفی رخ داده است. همچنین بررسی رابطه این نمایه با دمای زمستانه شمال غرب نشان از ضریب همبستگی معکوس و منفی دما با نوسان شمالگان دارد.

**کلید واژه‌ها:** تحلیل سینوپتیک، دما، نوسان شمالگان، فاز، ایران.

<sup>۱</sup>- این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجو است.

## مقدمه

شرقی می‌آورد و خشکسالی در مدیترانه شایع است و در فازهای منفی AO به گردبادهای قطبی ضعیف‌تر اجازه می‌دهد که هوای سرد در ایالات متحده و اروپای غربی نفوذ کند؛ در حالی که جریان‌ها بارش باران را به مدیترانه می‌آورند (خسروی و همکاران، ۱۳۸۶). دما به عنوان یکی از عناصر اقلیمی بسیار حساس از نظر تاثیرپذیری از سایر عوامل تاثیرگذار محیطی و اقلیمی می‌باشد که تغییرات آن می‌تواند شرایط آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد. بنابراین با استناد به این مقوله و با توجه به این که تاثیر این شاخص به صورتی همدیدی کمتر مورد توجه واقع شده، به این پژوهش پرداخته شده است. در رابطه با نوسان قطب شمال و تأثیرات آن در مناطق مختلف تحقیقاتی صورت گرفته از آن جمله: تامپسون و والاس<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) آشکار کردند که AO زمستانی با نوسانات دمای هوا به خصوص در عرض‌های جغرافیایی بالاتر به‌ویژه در اوراسیا هماهنگ شده است. والاس (۲۰۰۰)<sup>۳</sup> نوسان شمالی را رقیب انسو در روند تغییرپذیری اقلیم سیاره زمین می‌داند. تامپسون (۲۰۰۰)<sup>۴</sup> نیز نشان داد که نوسان قطبی، در برگیرنده برخی دیگر از الگوهای گردشی نیمکره شمالی از جمله NAO است. ریگر و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۰) با استفاده از همبستگی سالانه تغییرات سطحی دما در اقیانوس منجمد شمالی بیش‌تر از نصف جریان‌های سطح هوای آلاسکا، اوراسیا و شرق اقیانوس منجمد شمالی را طی دو دهه اخیر جزء تغییرات AO به حساب آورده‌اند. به عقیده گنگ<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۲) بین AO و شدت پرفشار سیبری رابطه ناهم‌فاز وجود دارد. ضریب همبستگی این دو نمایه برای دوره ۱۹۸۰-۱۹۵۸ در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه ۰/۴۸ است. همین محققان دریافتند که فاز منفی AO همزمان با تقویت فرود شرق آسیا و حاکمیت جریان نامتعارف و اچرخندی بر روی اورال در لایه میانی تروپوسفر است. این الگوی ناهنجار می‌تواند سبب تقویت بادهای شمال غربی شده و همگرایی جریان در تراز بالا در پشت فرود مذکور را تقویت کند. این بدان معناست که تضعیف AO می‌تواند سبب تقویت شدید پرفشار سیبری شود و تقویت آن سبب تضعیف پرفشار سیبری گردد. فیلیپ<sup>۷</sup>

هیچ منطقه‌ای از نظر اقلیمی مستقل نیست، بلکه الگوهای اقلیمی غالب در یک منطقه، منطقه دیگر را نیز تحت تاثیر خود قرار می‌دهد (عساکره، ۱۳۸۶). پیوند از دور یکی از ویژگی‌های آب و هوایی در مقیاس جهانی می‌باشد (خوش‌اخلاق، قنبری و معصوم‌پور سماکوش، ۱۳۸۷) که فشار و گردش‌های جوی در مقیاس کلان را بر روی قلمروهای جغرافیایی وسیع بررسی می‌کنند (اکبری و مسعودیان، ۱۳۸۶). نوسان قطب شمال (AO) یکی از برجسته‌ترین الگوهای تغییرات فشار تراز دریا (SLP) با ویژگی غیرفصلی در شمال عرض‌های جغرافیایی ۲۰ درجه نیمکره شمالی است (علی‌جانی و کاویانی، ۱۳۹۰). AO از سه مرکز فعالیت تشکیل شده است یکی از آن بر فراز قطب و دو مرکز دیگر با قطبیت مخالف در مکان‌هایی از ارتفاعات آزور و نواحی پست آلوشین مستقر می‌باشد. این سه مرکز به نوبه خود با عنوان قطب شمال، اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام شناخته شده است. مرکز اقیانوس اطلس عمدتاً AO را از نوسانات اطلس شمالی (NAO) که از یک الگوی دو قطبی تشکیل می‌شود متمایز می‌کند. مرکز این دو قطب بر فراز آزور و نواحی پست ایسلندی می‌باشد؛ اما مرکز اقیانوس آرام به نظر می‌رسد که ضعیف‌ترین پیوند در زمینه AO را داشته باشد (غیور و عساکره، ۱۳۹۱). مرکز اصلی فعالیت در AO یک منطقه متقارن ناحیه‌ای و بزرگ‌تر را در قطب شمال پوشش می‌دهد و بالغ بر کسر بزرگتر و قابل توجهی از پراش دمای هوای سطحی (NH) نسبت به NAO که پیوند بالایی با آن دارد می‌باشد (عساکره، ۱۳۸۶). نوسان قطب شمال AO به عنوان یک الگوی الاکلنگ توصیف می‌شود که در آن فشار جو میان فازهای مثبت و منفی در عرض‌های جغرافیایی میانی و قطبی نوسان دارد. فاز منفی موجب فشار بالاتر از نرمال برای منطقه و فشار پایین تراز نرمال در حدود ۴۵ درجه عرض جغرافیایی شمال را باعث می‌شود. فاز مثبت شرایط خشکتری را برای اسپانیا، شرق میانه و خاور جنوبی، در حالی که گردبادهای قوی قطبی بادهای خنک را برای کانادا، جریان اطلس شمالی، باران و دمای معتدل را برای اروپای

5 - Roger

6 - Gong

7 Philip

1-Teleconnection

2- Thompson and Wallace

3 - Wallace

4 - Thompson

مدل‌سازی ارتباط بین خشک‌سالی و نوسانات جوی- اقیانوسی مورد استفاده قرار گیرد. در داخل کشور نیز قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۵) به این نتیجه رسیدند که بین الگوی پیوند از دور AO و دماهای کمینه منطقه شمال‌شرق ایران رابطه معنی-داری از نوع منفی و معکوس در دوره سرد سال وجود دارد. گرکانی‌نژاد و بذرافشان (۱۳۹۷) نشان دادند که در حوزه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان در دوره خشک سال مهمترین عوامل تغییرات بارش، شاخص‌های NAO، AO و AMO و در دوره تر سال شاخص‌های AO، Nino+2 و SOI هستند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۹) آشکار کردند که الگوهای پیوند از دور واقع در اطلس شمالی و آرام حاره‌ای بیشترین تاثیر را بر روی دمای حداقل و حداکثر سواحل جنوبی ایران دارند. از دیگر مطالعات انجام شده در رابطه با پیوند از دور در داخل ایران می‌توان به پژوهش‌های مسعودیان (۱۳۸۴)، ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۵)، خسروی و همکاران (۱۳۸۶)، نصر اصفهانی و همکاران (۱۳۸۷)، خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۸۷)، اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۸)، خورشیددوست و همکاران (۱۳۸۹)، عزیزاده و همکاران (۱۳۹۰) و حلییان و محمدی (۱۳۹۱) اشاره کرد.

### مواد و روش‌ها

در همه مطالعات هم‌دید دو رویکرد اصلی برای مطالعه وجود دارد. این دو رویکرد را می‌توان گردشی به محیطی و محیطی به گردشی نامید. تفاوت این دو رویکرد با یکدیگر در روشی است که الگوهای گردشی و محیط سطحی با یکدیگر مرتبط می‌شوند. در رویکرد گردشی به محیطی داده‌های محیطی بر اساس الگوهای گردشی ارزیابی می‌شوند ولی در رویکرد محیطی به گردشی الگوهای گردشی باید معیارهایی که بر اساس متغیرهای محیطی تعیین می‌شود را تأمین کنند. طبقه‌بندی داده‌های محیطی تقریباً مستقل از پاسخ محیط مورد بررسی است. برخلاف این رویکرد در رویکرد محیطی به گردشی محقق الگوهای گردشی جو را بر حسب شرایط محیطی خاصی که در سطح رخ می‌دهد، تعیین می‌کند. در این رویکرد محقق بر مبنای شرایط محیطی معیارهایی برای وارد کردن داده‌های گردشی در فرآیند طبقه‌بندی بنا می‌کند.

و همکاران (۲۰۰۲) شاخص (NAO) را به دو گونه بهاری و تابستانی تقسیم‌بندی کردند که آنها را در تغییر مسیر پرندگان دخیل می‌دانند. سیتیا<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) به تحلیل و منطقه‌ای کردن بارش زمستانی اروپای شمالی و رابطه آن با نوسان اطلس شمالی با استفاده از توابع تجربی متعامد، تحلیل خوشه‌ای و همبستگی پرداخت. گنگ<sup>۲</sup> و وانگ (۲۰۰۳) نشان دادند که دما و بارندگی زمستانه چین در فازهای مثبت و منفی الگوی نوسان قطبی تغییر می‌کند. بررسی‌های آنان نشان از تفاوت میزان همبستگی بین الگوهای مذکور در مناطق مختلف چین دارد. دائو و شون<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) رابطه میان نوسان قطب شمالی و اقلیم زمستان شمالی را در چین بررسی کردند. تحلیل همبستگی در ۴۱ سال اخیر نشان داد که دما و بارش زمستانی در چین در فاز AO تغییر می‌کند و همبستگی بالای مثبتی میان دما و AO در شمال چین پدیدار می‌شود. وانگ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۵) تغییرپذیری سالانه دمای هوای سطحی زمستانی در نیمکره شمالی هم‌پیوند با نوسانات قطب شمال و نوسان اطلس شمالی را مورد توجه قرار دادند و مطرح کردند: AO و NAO اثرات فشاری مختلفی بر روی تغییرات دمای هوای سطحی در نیمکره شمالی در فصل زمستان می‌گذارد. AO بر دمای هوای سطحی در قاره‌های آفریقا، اروپا و آسیا تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که NAO تأثیر عمده‌ای بر هوای سطحی در مغرب آفریقای شمالی دارد. بند و هریسند<sup>۵</sup> (۲۰۰۶) در تحقیقی با استفاده از داده‌های ایستگاهی و داده‌های اخذ شده NCEP به بررسی اثر انسو در زمستان آلاسکا در طول فاز منفی پرداختند. تورکز و ارلت<sup>۶</sup> (۲۰۰۸) نشان دادند که روابط منفی میان تغییرپذیری سال به سال دماهای بهنجار زمستانی (ماهانه و فصلی) و نمایه زمستانی AOI در ۷۰ ایستگاه ترکیه وجود دارد. سون و اهن<sup>۷</sup> (۲۰۱۴) در تحقیقی برای پیش‌بینی‌های حرکات فصلی قطب شمال نوسانات AO از مدل گردش عمومی (CGCM)<sup>۸</sup> در طول دوره ۳۰ ساله ۲۰۱۰-۱۹۸۱ استفاده نمودند. محمدرضایی و همکاران (۲۰۲۰) ضمن بررسی تاثیر شاخص‌های جوی- اقیانوسی بر خشک‌سالی ایران به این نتیجه رسیدند که AMO می‌تواند به عنوان مهمترین شاخص در

<sup>5</sup>-Bond and Harrison

<sup>6</sup>-Turkes and Erlat

<sup>7</sup>-Sun and Ahn

<sup>8</sup> - coupled general circulation models

<sup>1</sup> Cintia

<sup>2</sup> Gong and Wang

<sup>3</sup>- Daoyi and Shaou

<sup>4</sup> -Wang

فاصله میان ایستگاه‌ها را از حیث صفت یا صفات مورد بررسی می‌سنجد. در این پژوهش برای محاسبه بین افراد از روش اقلیدسی بهره گرفته شد. این روش به فراوانی توسط اقلیم‌شناسان به کار گرفت شده است. ضریب تفاوت اقلیدسی را می‌توان از طریق رابطه زیر محاسبه نمود (فرشادفر، ۱۳۸۹).

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

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  $i$  ام روی فرد  $k$  ام است و  $n$  مقدار صفات اندازه گیری شده بر روی افراد می‌باشد. مقدار  $e_{jk}$  بین صفر و بی‌نهایت در تغییر است. در نهایت با این که برای ادغام ایستگاه‌ها و گروه‌بندی آنها در خوشه‌ها روش‌های متعددی وجود دارد؛ در این پژوهش از روش "ادغام وارد" بهره گرفته شد. بدین دلیل که در بیشترین مطالعات اقلیم‌شناسی معمولاً از روش ادغام "وارد" استفاده می‌شود؛ زیرا در این صورت میزان پراش درون گروهی به حداقل مقدار می‌رسد و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. در روش "وارد" طی هر مرحله از تجزیه، کمبود اطلاعاتی که در اثر دسته‌بندی افراد در دسته‌ها به وجود می‌آید را می‌توان توسط کل مجموعه مربعات انحرافات هر نقطه از میانگین دسته‌ای که به آن تعلق دارد به دست آورد. در هر مرحله دو دسته‌ای که ادغام آنها سبب کمینه نمودن مربعات خطا می‌شود با هم ترکیب می‌شوند. مقدار مجموع مربعات خطا از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است (فرشادفر، ۱۳۸۹).

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

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 ماه‌های نماینده گروه‌های به دست آمده از طبقه بندی 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

در تحقیق حاضر با استفاده از رویکرد گردشی به محیطی، فازهای مربوط به نوسان شمالگان مطالعه شده است. در این پژوهش به منظور دست‌یابی به اهداف تحقیق از دو گروه داده (محیطی و جوی) استفاده شده است. داده‌های محیطی این پژوهش حاصل مشاهدات میانگین دمای (زمستانه) از آغاز زمستان ۱۹۶۵ تا پایان زمستان ۲۰۱۰ برای ۱۶ ایستگاه همدید پهنه شمال غرب می‌باشد. گروه دوم داده‌های جوی است که شامل دو گروه داده: داده‌های مربوط به مشاهدات نوسانات شمالگان قابل اخذ از پایگاه داده‌های (www.cdc.noaa) و داده‌های بازکاوی شده مرکز ملی پیش-بینی محیط و مرکز ملی پژوهش‌های جوی ایالات متحده آمریکا (NCEP/NCAR)<sup>۱</sup> با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه در فواصل زمانی ۶ ساعته است که از پایگاه (www.cdc.noaa) اخذ گردید. این داده‌ها شامل متغیرهای فشار تراز دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) می‌باشد. در تحقیق حاضر، داده‌های حاصل از دیده‌بانی در ساعت ۰۰ هر روز، در ترازهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال با تفکیک مکانی ۲/۵ × ۲/۵ درجه قوسی بررسی گردید. به منظور بررسی داده‌های جوی، محدوده‌ای 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 با توجه به ابعاد یاخته‌ها محدوده مورد بحث با ۲۴۰۵ یاخته پوشیده می‌شود. به منظور حصول اطمینان از نحوه رفتار جو طی فازهای مثبت و منفی AO، الگوهای جو بر اساس طبقه‌بندی فشار تراز دریا طی این فازها انجام شد. این امر با به کارگیری روش تحلیل خوشه‌ای و با استفاده از نرم افزار Matlab صورت گرفت و خوشه‌ها استخراج شدند. تحلیل خوشه‌ای رویه‌ای است برای تقسیم یک مجموعه داده به زیر مجموعه‌هایی (خوشه‌ها یا دسته‌ها) همگن که دارای ویژگی مشابه باشند. داده‌های همانند در یک خوشه و داده‌های ناهمانند در خوشه‌های جداگانه جای می‌گیرند. بنابراین هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل دهنده آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند. به عبارت دیگر تحلیل خوشه‌ای روشی است آماری که مجموعه‌ای از متغیرها را بر حسب اندازه همانندی میان آنها خوشه می‌کند. روش‌های مختلفی برای اندازه گیری همانندی وجود دارد که هر یک بسته به ماهیت موضوع مورد بررسی کارایی دارند. یک شاخص همانند مناسب،

<sup>2</sup>Ward

<sup>1</sup> National Center for Environment Prediction/National Center for Atmospheric Research

## نتایج و بحث

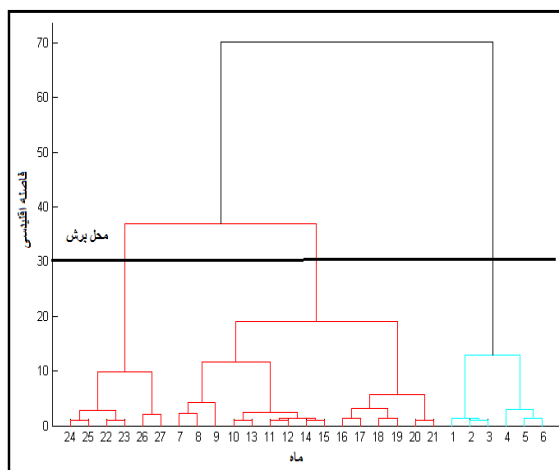
## الگوی هم‌دید توأم با فاز مثبت AO

از مجموع ۱۳۵ ماه با فازهای مثبت و منفی، ابتدا ۲۷ ماه توأم با فاز مثبت استخراج گردید. نتیجه به کارگیری مراحل یادشده بر روی مشاهدات مربوط به فاز مثبت AO به پذیرش یک تقسیم‌بندی سه گروهه برای این فاز منجر گردید (شکل ۱). ماههای نماینده مربوط به این سه گروه استخراج گردید. نتایج مورد نیاز هر در جدول ۱ ذکر شده است.

ماههای گروه دارد، انتخاب می‌شود. ضریب همبستگی معرف درجه همانندی الگوهای دو نقشه با همدیگر است. برای این کار باید ضریب همبستگی آستانه معینی را پذیرفت. مقدار ضریب همبستگی در این گونه موارد نوعاً بین ۰/۵ تا ۰/۷ تغییر می‌کند. روزهای نماینده بر پایه آستانه ۰/۵ استخراج شد. بدین ترتیب آن ماهی که با تعداد ماههای بیشتری ضریب همبستگی ۰/۵ داشته باشد به عنوان ماه نماینده انتخاب گردید. تعیین این گروه‌بندی بر اساس بیشترین شباهت بین گروهی و کمترین تفاوت بین گروهی صورت پذیرفت.

جدول ۱: ماههای نماینده مربوط به فاز مثبت

تعداد گروه	ماه	تاریخ
گروه اول	۶	۲۰۰۰/۱
گروه دوم	۱۵	۱۹۸۲/۳
گروه سوم	۶	۱۹۶۷/۲



شکل ۱: دارنمای داده‌های مربوط به شاخص مثبت AO

AO

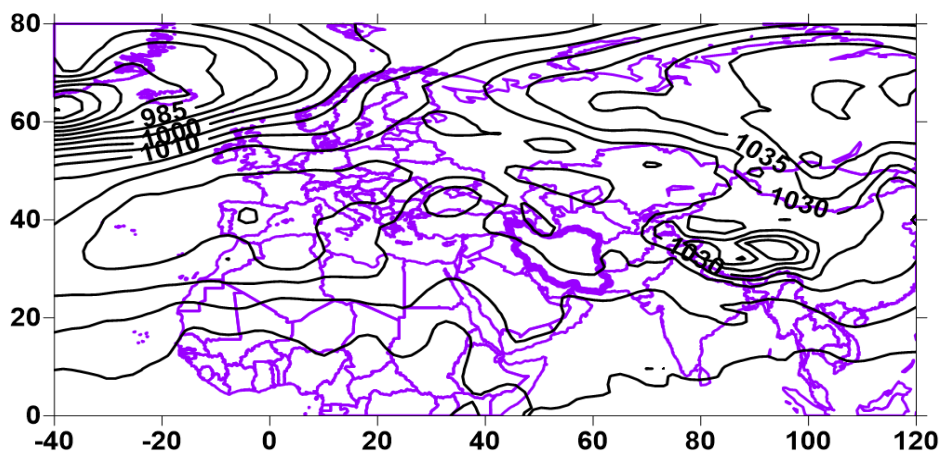
آن تا جنوب ایران کشیده شده است. از تحلیل این الگو چنین بر می‌آید که با جابجایی پرفشار آزر، کم‌فشار ایسلند به سمت عرض‌های جنوبی‌تر پیش رفته است. با ضعیف شدن این کم‌فشار و حرکت غرب‌سوی آن راه برای گسترش پرفشار سیبری فراهم می‌شود. در این الگو ایران تحت سیطره پرفشار سیبری می‌باشد. در این منطقه شرایط سرد و پایدار همراه با فرونشینی هوای سرد حاکم می‌باشد. سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و پربندهای مربوط به آن در شکل (۳) برای ماه نماینده مورد نظر نشان داده شده است. ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند از مدیترانه آغاز و به صورت مایل در امتداد شمال‌شرق-جنوب‌غرب امتداد یافته است این ناوه پس از گذر از خلیج جنوا به سمت اسپانیا و مراکش و در نهایت به سوی اقیانوس اطلس کشیده می‌شود. بر روی سیبری هم یک کم‌ارتفاع شکل گرفته است کم‌ارتفاع مذکور نقش یک پدیده مانع را در برابر جریان‌های غربی بازی

## ویژگی‌های فشار تراز دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

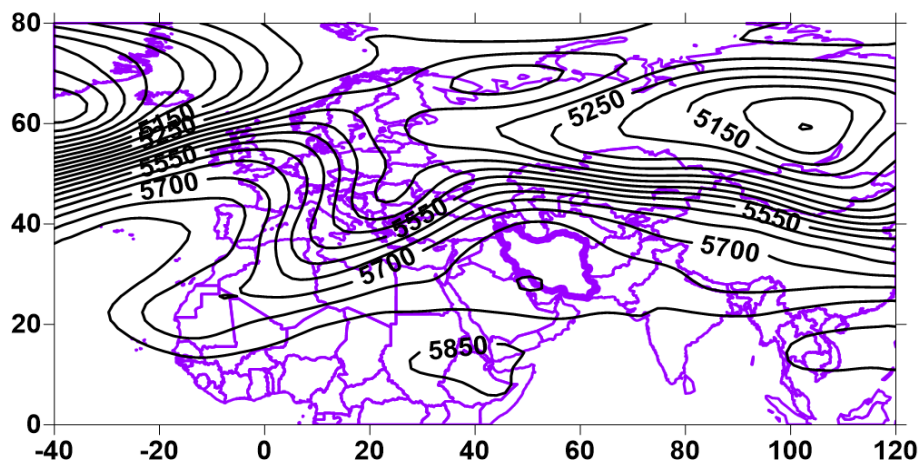
## مربوط به ماه نماینده گروه اول

در شکل (۲) ویژگی‌های فشار تراز دریا در ماه نماینده ۲۰۰۰/۱ ارائه شده است. در این شکل منحنی‌ها اندازه میانگین فشار تراز دریا در فاز مثبت، برای ماه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. طی این ماه دو مرکز عمده فشار قابل تشخیص است. نخست مرکز کم‌فشار ایسلند می‌باشد که در غرب ایسلند شکل گرفته که محور آن به صورت غربی-شرقی می‌باشد. زبانه‌های این کم‌فشار تا کلاهیک قطبی شمال کشیده شده است. کم‌فشار مذکور نسبت به الگوهای دیگر ضعیف‌تر و یک عقب‌نشینی غرب‌سو داشته است. مرکز دیگر پرفشار سیبری می‌باشد 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 جنوب‌غربی

می‌کند. در این الگو ایران و منطقه مطالعاتی بر روی پشته واقع شده است. بنابراین محتمل است که محدوده مطالعاتی جوی پایدار را داشته باشد.



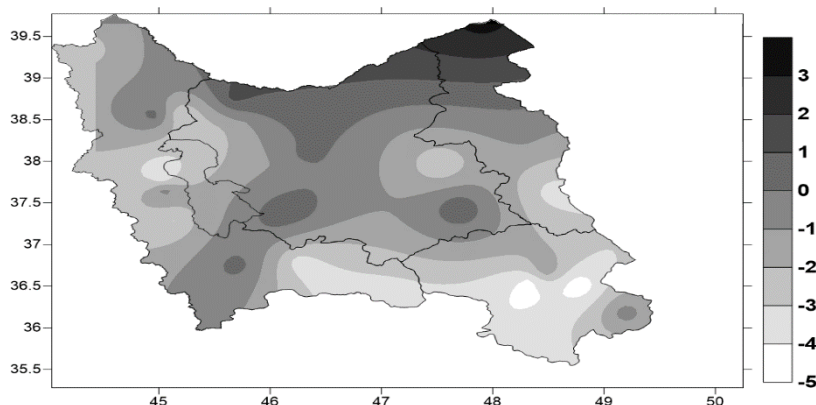
شکل ۲: ماه نماینده مربوط به تراز دریا برای گروه اول از فاز مثبت AO (۲۰۰۰/۱)



شکل ۳: ماه نماینده مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای گروه اول از فاز مثبت AO (۲۰۰۰/۱)

اردبیل می‌باشد. از الگوی نماینده چین بر می‌آید که حاشیه شرقی، جنوبی، جنوب شرقی و غربی محدوده مطالعاتی دارای شرایط دمایی مشابهی می‌باشد. بیشترین شیب تغییرات دما مربوط به استان اردبیل است.

شکل (۴) شرایط دمایی ماه مورد بررسی در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود تمامی گستره مورد مطالعه دارای دمای ۵- تا ۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. کمترین این میزان برای استان‌های زنجان و بخش‌هایی از آذربایجان غربی و اردبیل و بالاترین میانگین دما مربوط به بخش‌های شمالی استان

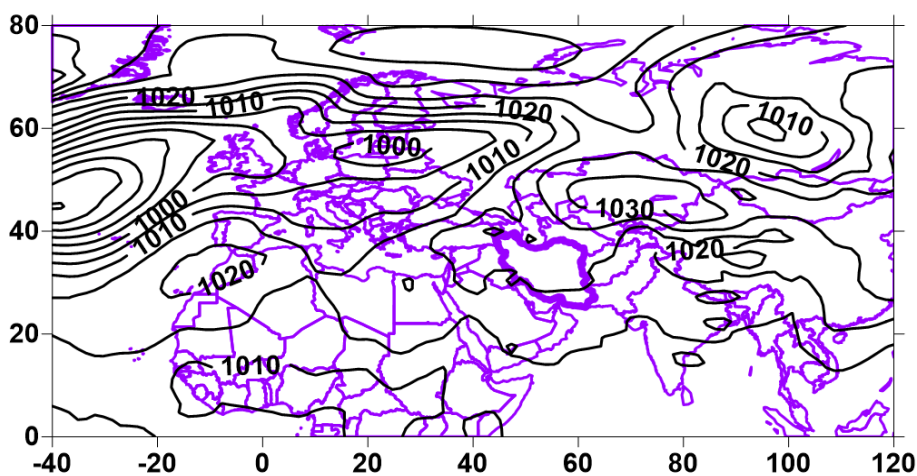


شکل (۴): ماه نماینده مربوط به روز نماینده میانگین دما گروه اول از فاز مثبت AO (۲۰۰۱/۱)

مرکز روسیه گسترش یافته است. کانون کم‌فشار دیگری نیز بر روی شمال اروپا شکل گرفته که زبانه‌های این کم‌فشار تا مرز شمال غرب ایران امتداد یافته است. می‌توان چنین استنباط نمود که اندرکنش این پرفشار با کم‌فشار قطبی سبب انتقال جریان هوا و رانده شدن کم‌فشار مذکور به سمت شرق شده است. در پی آن کم‌فشار قطبی با پرفشار سیبری در مجاورت هم قرار گرفته و همزمان آن را به سمت عرض‌های جنوبی‌تر رانده است. بنابراین انتظار می‌رود در محل برخورد این دو توده هوا جبهه ایجاد شود و شرایط ناپایداری رخ دهد. از طرف دیگر تقابل کم‌فشار قطبی با کم‌فشار شکل گرفته بر اروپا از جانب شمال اروپا سبب تقویت کم‌فشارها شده است. کم‌فشار مذکور در غرب ایران با پرفشار سیبری در تقابل با یکدیگر قرار می‌گیرند؛ بنابراین ایجاد جبهه و ناپایداری هوا محتمل است. اما در نواحی مورد مطالعه در ایران به دلیل سیطره پرفشار سیبری انتظار شرایط پایدار می‌رود.

### الگوی ماه نماینده گروه دوم از فاز مثبت (پرفشار سیبری-کم‌فشار اروپایی)

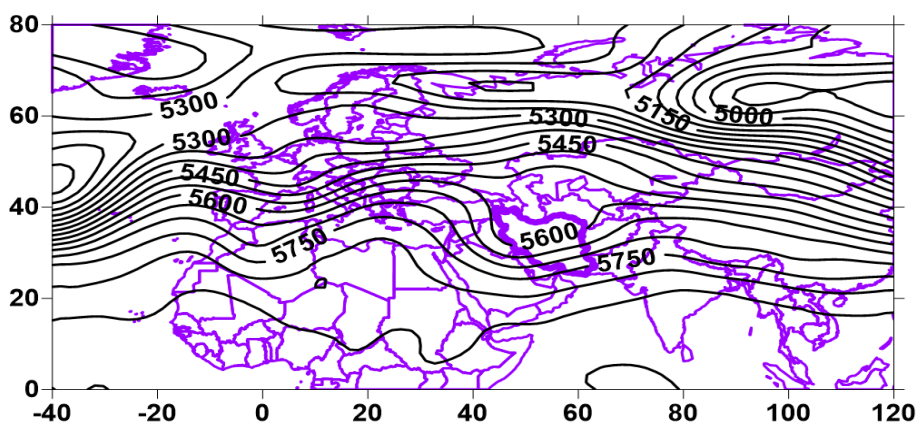
ماه ۱۹۸۲/۳ به عنوان ماه نماینده گروه دوم از فاز مثبت AO محسوب می‌شود. ویژگی‌های فشار تراز دریا برای گروه دوم از فاز مثبت (شکل ۵) بیانگر چهار مرکز فشار می‌باشد. مرکز اول پرفشار آزور می‌باشد که در جنوب اطلس شمالی قرار گرفته است. در شرق روسیه نیز یک هسته‌ی کم‌فشار مشاهده می‌شود. کم‌فشار مذکور بر روی قزاقستان با پرفشار سیبری بر روی مغولستان با مرکز ۱۰۳۰ هکتوپاسکال در تقابل هم قرار گرفته‌اند. زبانه‌های این پرفشار تا شرق دریای مدیترانه امتداد یافته‌اند. مرکز دیگر کم‌فشاری است که محل تشکیل آن بر روی مرکز اطلس شمالی می‌باشد، این کم‌فشار دارای محوری شرقی-غربی بوده و زبانه‌های این سامانه تا



شکل (۵): ماه نماینده مربوط به تراز دریا برای گروه دوم از فاز مثبت AO (۱۹۸۲/۳)

دیده می‌شود. ایران در این الگو، تحت تاثیر ناوه مربوط به تاوه قطبی و کم‌فشار ایسلند واقع شده است. تنها بخش‌های شرقی و جنوب شرقی ایران در جلوی محور ناوه قرار گرفته است؛ بنابراین محتمل است در این مناطق ناپایداری و بارش رخ دهد. سایر قسمت‌های ایران و منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر بازوی پایین‌رونده ناوه مربوط به مدیترانه واقع شده و تنها ریزش هوای سرد برای این مناطق را می‌توان انتظار داشت. بدین ترتیب پدیده غالب تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند و کم‌ارتفاع بر فراز روسیه می‌باشد.

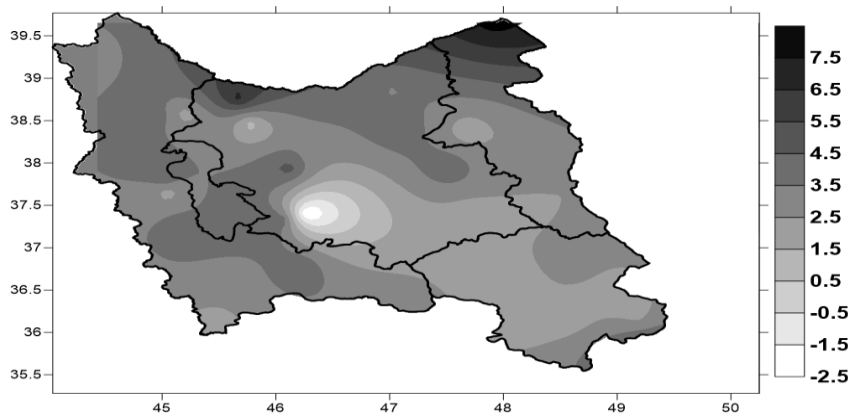
تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مربوط به ماه نماینده ۱۹۸۲/۳ (شکل ۶) نشانگر گسترش ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند، از غرب اروپا تا شمال نیجر می‌باشد. ناوه مذکور در حوالی لهستان آغاز شده و در امتداد نصف‌النهار مزبور تا غرب مدیترانه کشیده شده است. از آن پس به سمت جنوب کشیده شده و پس از گذر از الجزایر و لیبی به نیجر رسیده است. ناوه مربوط به تاوه قطبی از جنوب ترکمنستان آغاز شده و با محوری مایل از شمال شرق به سمت جنوب غرب میل پیدا می‌کند؛ تا جایی که به بخش‌های جنوبی افریقای شمالی می‌رسد و بعد از آن ناوه مزبور ناپدید می‌شود. یک مرکز کم‌ارتفاع نیز بر فراز روسیه



شکل (۶): ماه نماینده مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای گروه دوم از فاز مثبت AO (۱۹۸۲/۳)

است؛ این نتیجه‌گیری با الگوهای تراز دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال همخوانی دارد. شکل مذکور بیانگر افزایش دما در این روز نسبت به میانگین کل همین روز طی دوره مطالعاتی بوده است.

در شکل (۷) الگوی مکانی دما برای ماه نماینده ارائه گردیده است. بررسی این نقشه نشان دهنده وسعت زیاد مناطقی با دمای مثبت می‌باشد. اما با این وجود تنها در بخش‌های جنوب غربی آذربایجان شرقی رخداد منفی دما دیده می‌شود. در سایر نقاط مورد مطالعه ریزش هوای سرد کمتر به وقوع پیوسته



شکل (۷): ماه نماینده مربوط به میانگین دمای ماهانه برای گروه دوم از فاز مثبت AO (۱۹۸۲/۳)

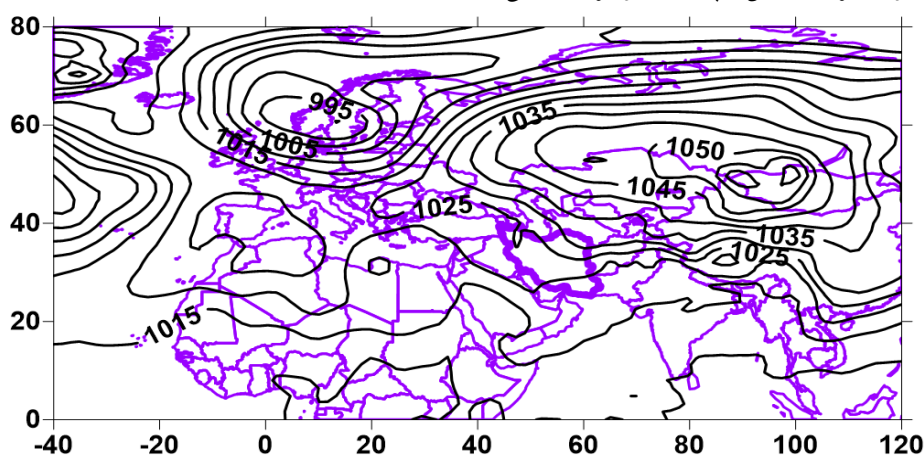


که تحت تاثیر این پرفشار واقع شده انتظار می‌رود. ایران نیز تحت تاثیر این مرکز فشار واقع شده است؛ بنابراین شرایط سرد و پایداری در ایران و محدوده مطالعاتی محتمل می‌باشد. کانون کم‌فشار ایسلند نیز در غرب ایسلند با هسته ۹۹۵ هکتوپاسکال شکل گرفته است. زبان‌های کم‌فشار مذکور از سمت شمال تمامی اسکاندیناوی و از جانب جنوب تا شمال اوکراین کشیده شده است. اما این زبان‌ها به ایران نرسیده است. تنها زبان‌های آن در تقابل با پرفشار سیبری واقع شده است. این اندرکنش ریزش هوای سرد برای ایران را به همراه خواهد داشت.

الگوی ماه نماینده گروه سوم از فاز مثبت (کم) -

#### فشار جنب قطبی - پرفشار سیبری

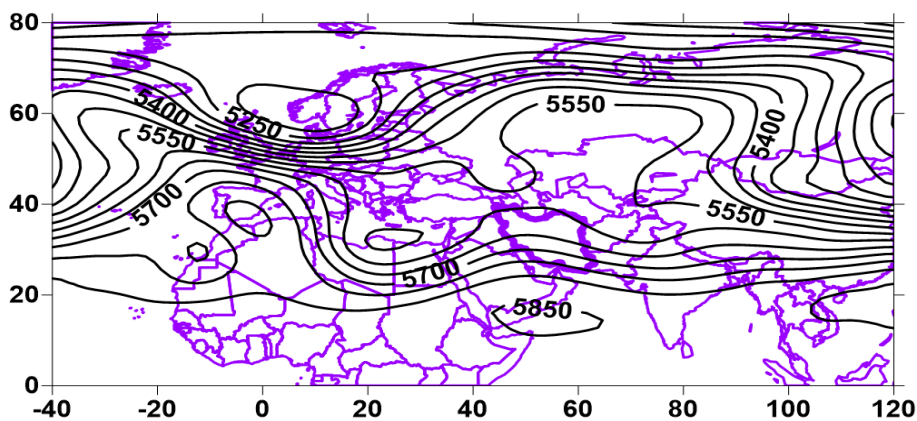
ویژگی‌های فشار تراز دریا در ماه ۲/ ۱۹۶۷ (شکل ۸) نشان می‌دهد که سرتاسر ایران تحت تاثیر یک سامانه پرفشار می‌باشد. این پرفشار دارای دو هسته مرکزی است که یکی بر روی مغولستان و دیگری روی قزاقستان واقع شده‌اند. هسته این پرفشار ۱۰۵۰ هکتوپاسکال می‌باشد و نسبت به الگوهای نماینده قبل دارای فشار مرکزی بسیار بالایی است. زبان‌های بیرونی این پرفشار از شمال‌شرق، شمال‌غرب و جنوب کشور عبور نموده است. بنابراین هوای سرد و سنگین و پایداری هوا برای مناطقی



شکل ۸: ماه نماینده مربوط به تراز دریا برای گروه سوم از فاز مثبت AO (۱۹۶۷/۲)

کم‌ارتفاعی دیده می‌شود و بازوهای کم‌ارتفاع شکل گرفته از ایران عبور نموده است. در این الگو ایران در جلوی محور فرود واقع شده است. به این ترتیب به ایران رسیده است. بر فراز روسیه نیز پراارتفاعی با مرکز ۵۶۰۰ هکتوپاسکال شکل گرفته است. این وضعیت نقش یک فراز مانع داشته است. این پراارتفاع نیز به سمت بالا انتقال و در حال حرکت می‌باشد. تمام گستره مورد نظر تحت تاثیر فراز مانع واقع شده است. الگوی غالب وجود بلوکی‌نگ بر فراز روسیه می‌باشد.

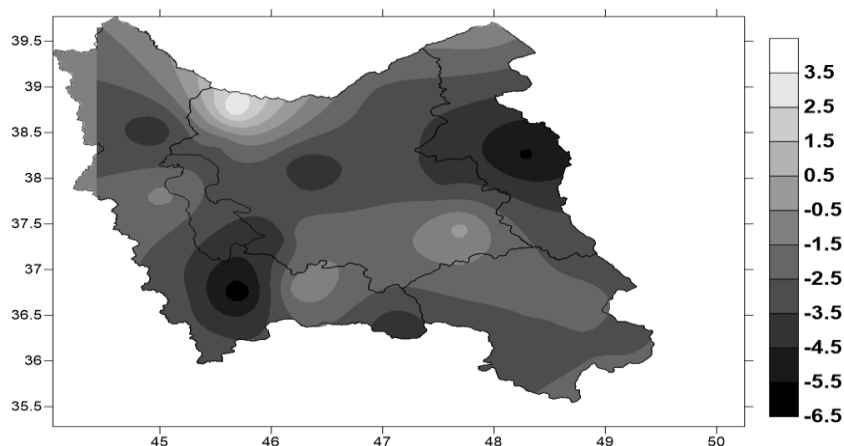
الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای این ماه در شکل (۹)، نشان داده شده است. ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند از شمال اسکاندیناوی آغاز شده و در امتداد نصف‌النهاری بر روی اروپا تا اوکراین و رومانی کشیده شده است. از آن پس به سمت جنوب‌غرب تغییر مسیر داده و پس از گذر از خلیج جنوا به سمت موریتانی و نهایتاً اقیانوس اطلس کشیده می‌شود. در مقایسه با الگوی قبل دو تفاوت عمده دارد. اول جهت محور ناوه و دوم عمق ناوه می‌باشد. از این رو جریانات جنوب‌غرب به ایران وارد شده است. در شمال شرق اطلس شمالی نیز



شکل ۹: ماه نماینده مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای گروه سوم از فاز مثبت AO (۱۹۶۷/۲)

در این ماه بوده است. به طور کلی شرایط دمایی در این ماه نماینده نسبت به ماههای نماینده قبل دارای پایین ترین شرایط دمایی در طی دوره مطالعاتی بوده است.

شکل (۱۰) نشانگر توزیع مکانی دما برای ماه مورد بحث است. کمترین میزان دما این ماه در شرق و جنوب غرب محدوده مطالعاتی دیده می شود. دمای این نواحی بین ۶- تا ۴/۵- درجه می باشد. سایر بخش های پهنه دارای دمای بیشتر از این میزان

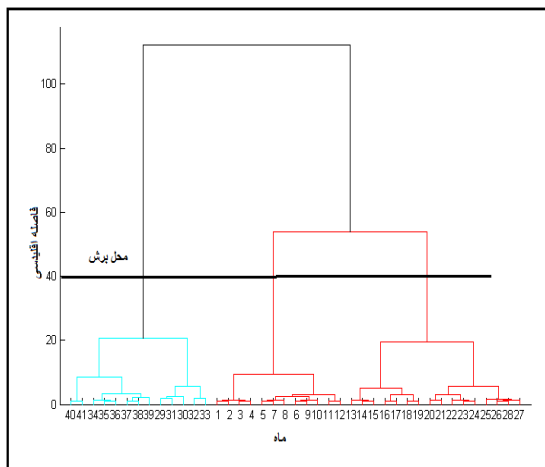


شکل ۱۰: ماه نماینده مربوط به میانگین دمای ماهانه برای گروه سوم از فاز مثبت AO (۱۹۶۷/۲)

منجر به پذیرش یک تقسیم بندی سه گروه برای فاز منفی AO گردید (شکل ۱۱) و ماههای نماینده مربوط به گروه های فاز شناسایی شد. نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. برای هر الگو در ستون دوم تعداد ماههایی که در هر الگو جا گرفته اند را می توان دید. چنانچه مشاهده می شود الگوی دوم بیشترین ماهها را با فاز منفی به خود اختصاص داده است. در ستون سوم نیز تاریخهای ماههای نماینده هر الگو ارائه شده است.

### الگوی همدید توأم با فاز منفی AO

همان طور که پیش تر نیز بیان شد؛ داده های سه ماهه زمستان از ۱۹۶۵-۲۰۱۰ از فاز AO از سایت NCEP/NCAR اخذ گردید. پس از جداسازی مجموع ۱۳۵ ماه با فازهای مثبت، منفی و خنثی، ۴۱ ماه توأم با فاز منفی، ۲۷ ماه در فاز مثبت و ۶۷ ماه دارای اثری خنثی، استخراج شدند. بعد از انجام تحلیل خوشه ای بر روی داده های مربوط به فاز منفی نتیجه نهایی



شکل ۱۱: دارنمای داده‌های مربوط به شاخص منفی AO

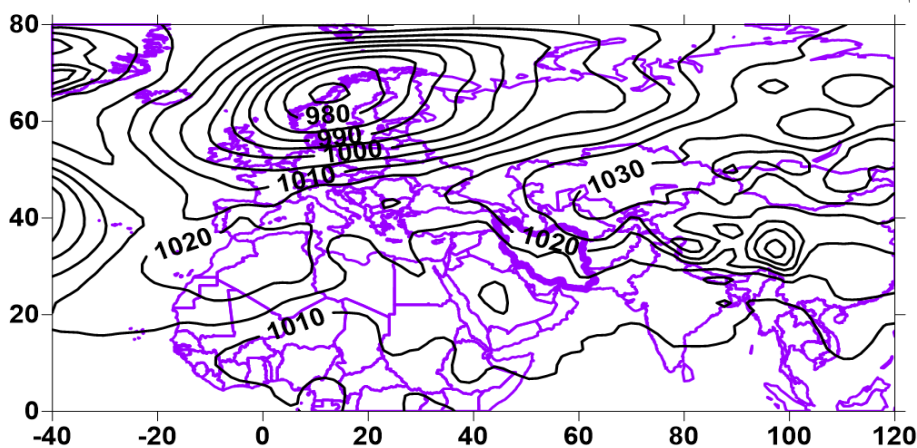
خود قرار داده است. کانون کم‌فشار ایسلند نیز در اسکاندیناوی مشاهده می‌شود. کم‌فشار مذکور دارای حرکتی شرق سو می‌باشد که تا بخش‌های شمالی روسیه گسترده شده است. زبان‌های کم‌فشار مذکور نیز از سمت شمال تمامی اسکاندیناوی و از جانب جنوب تا مرکز اروپا کشیده شده است. زبان‌های کم‌فشار مذکور به ایران نرسیده است. تنها زبان‌های آن در تقابل با پرفشار سبیری واقع شده است. این اندرکنش ریزش هوای سرد برای ایران را به همراه خواهد داشت. الگوی غالب در این حالت کم‌فشار ایسلند و پرفشار سبیری می‌باشد.

تاریخ	ماه	تعداد گروه
۱۹۶۵/۱	۱۲	گروه اول
۱۹۷۱/۱	۱۶	گروه دوم
۱۹۹۶/۱	۱۳	گروه سوم

جدول ۲: ماه‌های نماینده گروه‌های سه‌گانه فاز منفی AO

### الگوی ماه نماینده گروه اول (کم‌فشار ایسلند - پرفشار سبیری)

ویژگی‌های فشار تراز دریا مربوط به ماه نماینده گروه اول (۱۹۶۵/۱)، فاز منفی AO (شکل ۱۲) با استناد به نقشه نماینده گروه اول بیانگر این مطلب می‌باشد که سرتاسر محدوده مطالعاتی تحت تأثیر سامانه پرفشار سبیری واقع شده است. زبان‌های بیرونی این پرفشار از تمام کشور و منطقه مطالعاتی عبور نموده است. کانون پرفشار دیگری در غرب افریقای شمالی دیده می‌شود. هسته این پرفشار تمام بخش‌های غرب افریقای شمالی را زیر پوشش



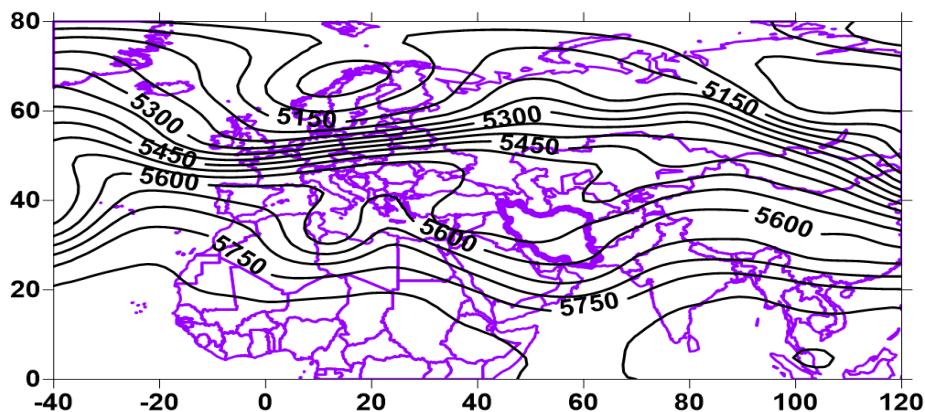
شکل ۱۲: ماه نماینده مربوط به تراز دریا برای گروه اول از فاز منفی AO (۱۹۶۵/۱)

مرکز اطلس شمالی امتداد یافته است. نحوه چینش منحنی‌های هم‌ارتفاع در این ماه شرایط را جهت نفوذ هوای سرد به جو کشور فراهم کرده است. به‌طور کلی تمام جو ایران تحت تأثیر پدیده مانع قرار دارد. ناوه دیگر مربوط به تاوه قطبی است که از

الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۳) نشانگر وجود یک کم‌ارتفاع در شمال اروپا می‌باشد. مورد دیگر وجود یک ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند در منطقه است. محور این ناوه به‌صورت شمال‌شرق - جنوب‌غرب از دریای نورژ آغاز و تا

دو ناوه یاد شده قرار گرفته است. ویژگی بارز تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه ناوه‌های مربوط به کم‌فشار ایسلند و ناوه قطبی می‌باشد.

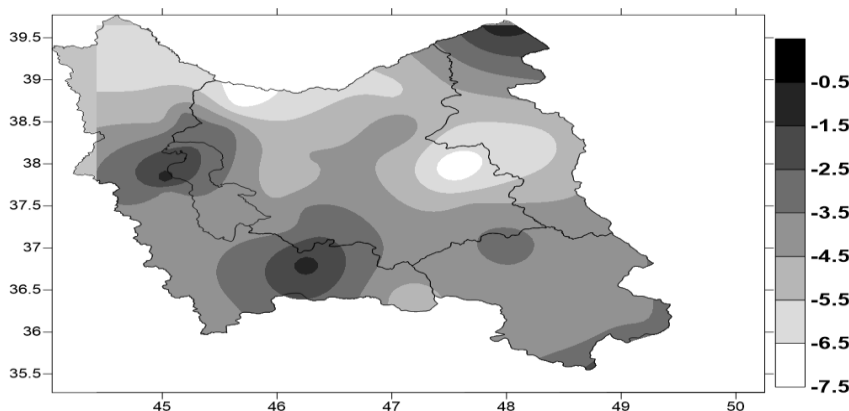
شمال شرق روسیه آغاز و با محوری مایل تا جنوب ایران کشیده شده است. جریانات حاصل از این ناوه بر روی ایران افقی و جهتی غربی - شرقی دارد. پهنه شمال غرب ایران نیز تحت تأثیر



شکل ۱۳: ماه نماینده مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای گروه اول از فاز منفی AO (۱۹۶۵/۱)

غربی و اردبیل بیشتر از سایر قسمت‌ها می‌باشد. بیشترین شیب تغییرات مربوط به دما در استان اردبیل و کم‌ترین میزان آن در استان زنجان در پهنه مطالعاتی مشاهده می‌شود.

آن گونه که در (شکل ۱۴) دیده می‌شود؛ ویژگی دمایی پهنه مطالعاتی در این ماه نماینده بیانگر عبور منحنی‌های همدمای بین  $7/5$  - تا  $0/5$  - درجه سانتی‌گراد از منطقه مورد بررسی می‌باشد. برودت دما در بخش‌های شرقی آذربایجان شرقی و

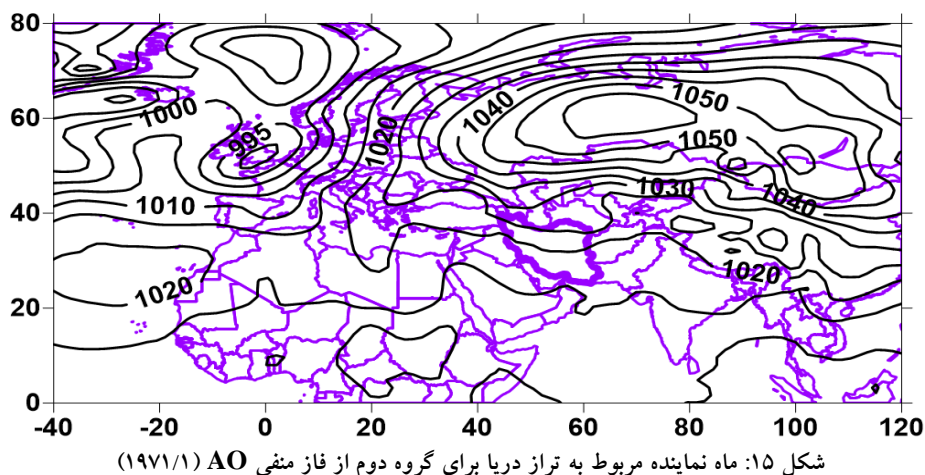


شکل ۱۴: الگوی مکانی ماه نماینده مربوط به میانگین دمای ماهانه برای گروه اول از فاز منفی AO (۱۹۶۵/۱)

غربی آن تا مرکز اروپا کشیده شده و از جانب جنوب تا مرکز ایران امتداد یافته است. به‌طور کلی محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر این پرفشار واقع شده است. بر روی جنوب غرب اروپا نیز یک مرکز کم‌فشار با هسته‌ی ۹۹۵ هکتوپاسکال وجود دارد. این کانون کم‌فشار در نتیجه‌ی گسترش غرب‌سوی پرفشار سیبری نسبت به الگوهای دیگر ضعیف‌تر می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که در محل برهم‌کنش این کم‌فشار با پرفشار سیبری جبهه ایجاد شود و ناپایداری هوا را در پی داشته باشد. از طرفی پرفشار سیبری دارای مرکزی قوی بوده و با حرکت غرب‌سوی

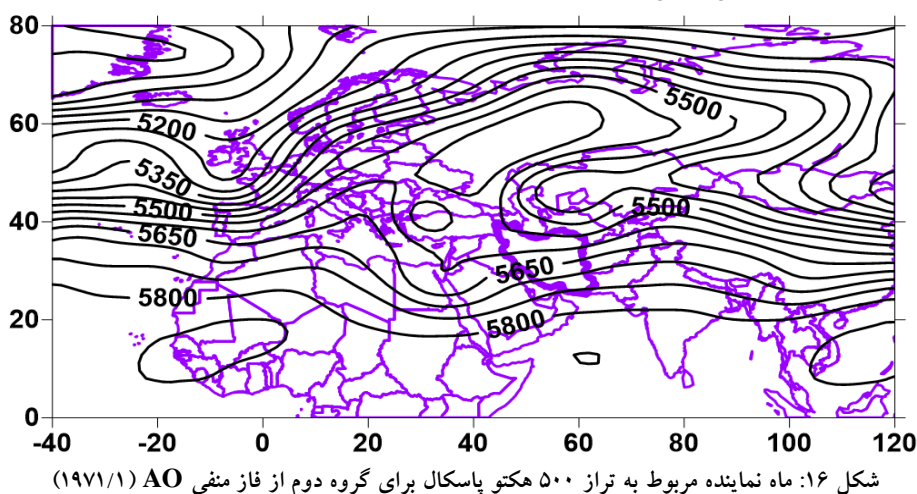
در شکل (۱۵) الگوی فشار تراز دریا در ماه نماینده ۱۹۷۱/۱ مشخص شده است. همان‌طور که از شکل پیداست سه مرکز فشار یعنی یک کم‌فشار و دو پرفشار دیده می‌شود. بر اساس این الگو مرکز پرفشار آזור تا غرب آفریقا پیش رفته است. سامانه دیگر، پرفشار سیبری می‌باشد. این پرفشار دارای دو هسته یکی بر روی دریاچه بایکال و شمال غرب مغولستان و دیگری بر روی مرکز روسیه با مرکزیت ۱۰۵۰ هکتوپاسکال می‌باشد. همان‌طور که دیده می‌شود در نتیجه گسترش این پرفشار بیشتر محدوده مطالعاتی تحت تأثیر این آنتی‌سیکلون واقع شده؛ به‌طوری‌که زبانه

خود زبانه خود را تا عراق گسیل داشته است. در نتیجه این شرایط محتمل است در ایران ریزش هوای سرد و پایداری حاکم باشد. در مجموع الگوی بارز در این ماه پرفشار سبیری می‌باشد.



غرب اروپا امتداد یافته است؛ در غرب اروپا ناوه مذکور به سمت جنوب تغییر مسیر داده و پس از گذر از مصر، لیبی، الجزایر و سومالی تا مرکز اطلس امتداد یافته است. ایران در جلوی بازوهای این ناوه واقع شده است. بنابراین می‌توان در این الگو شرایط ناپایداری را برای ایران همراه با فرونشینی هوای سرد انتظار داشت. الگوی غالب این ماه پدیده فراز مانعی می‌باشد که بر روی روسیه شکل گرفته است.

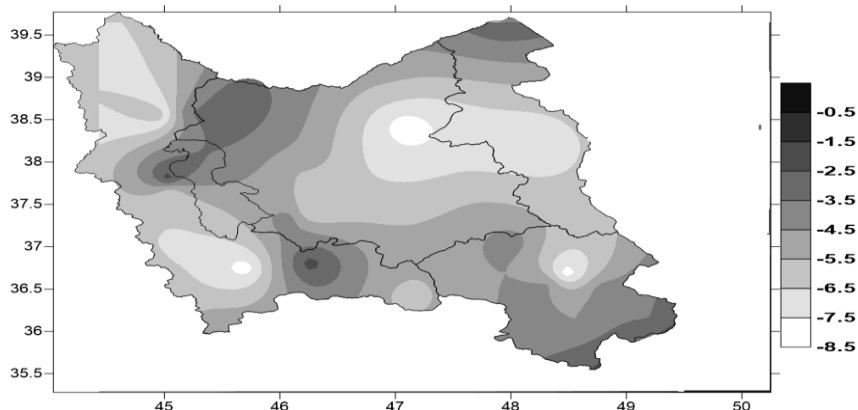
الگوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه نماینده ۱۹۷۱/۱ در شکل (۱۶) نمایش داده شده است. آن چه که از الگوی مذکور برمی‌آید وجود کم‌ارتفاعی بر فراز روسیه می‌باشد. این کم ارتفاع نقش یک پدیده مانع را در برابر جریان‌های غربی بازی می‌کند؛ به صورتی که بازوهای شاخه جنوبی این بلوکینگ از ایران و پهنه شمال غرب عبور نموده است. در شمال اقیانوس اطلس شمالی نیز ناوه ای مشاهده می‌شود. این ناوه به صورت شرقی- غربی از شمال غرب اقیانوس اطلس آغاز و به سمت



سانتی‌گراد می‌باشد. این مناطق بیشتر منطبق بر شرق آذربایجان شرقی، شمال و جنوب آذربایجان غربی، شمال زنجان و مرکز اردبیل است. در مجموع شیب تغییرات دما در این ماه

شکل (۱۷) پهنه دمایی مربوط به ماه نماینده ۱۹۷۱/۱ را ارائه می‌دهد. این الگو در مقایسه با سایر الگوها دارای شرایط دمایی بسیار پایین‌تر می‌باشد؛ به طوری که حدود ۴۰ درصد از پهنه مورد مطالعه دارای شرایط دمایی پایین‌تر از ۵- درجه

بسیار بالا بوده؛ دامنه تغییرات دما به نسبت زیاد می باشد و پهنه مطالعاتی شرایط دمایی منفی را تجربه کرده است.

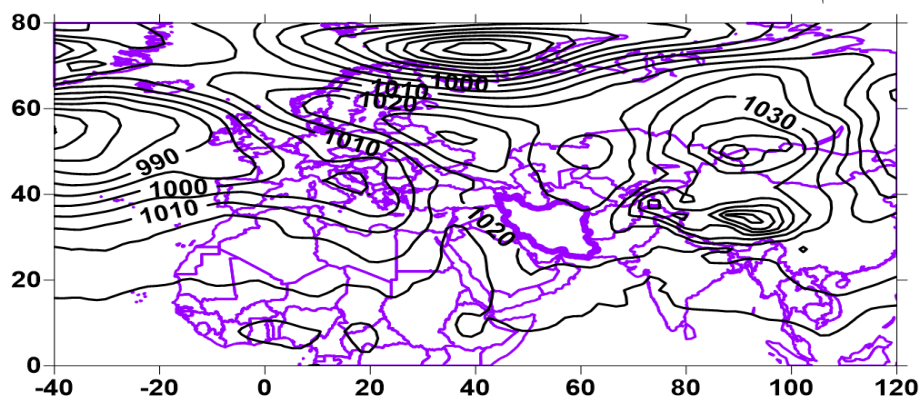


شکل ۱۷: الگوی مکانی مربوط به میانگین دمای ماهانه برای گروه دوم از فاز منفی AO (۱۹۷۱/۱)

است. این پرفشار سراسر مغولستان تا بخش‌های شمالی هندوستان را در بر گرفته است. زبانه‌های این پرفشار تا قسمت‌های شمالی و شمال شرق و جنوب شرق ایران امتداد یافته است. محتمل است که مجاورت این پرفشار با کم فشار قطبی منجر به ایجاد جبهه و ناپایداری هوا شود. مرکز دیگر فرابار اروپایی می باشد. هسته این فرابار دریای شمال تا دریای بالتیک را در بر گرفته است. زبانه‌های این فرابار تا غرب روسیه امتداد یافته و با کم فشار قطبی در تقابل هم واقع شده‌اند. بنابراین، احتمال ناپایداری هوا در این مناطق را می توان داشت. بخش‌های شمالی، شمال غرب و خزری تحت استیلای پرفشار سیبری با فرابار اروپایی می باشد که نسبت به سایر بخش‌های کشور شرایط پایداری را محتمل ساخته است. الگوی غالب در این ماه پرفشار سیبری و کم فشار دو هسته‌ای می باشد.

### الگوی ماه نماینده گروه سوم (کم فشار دو هسته‌ای - پرفشار سیبری)

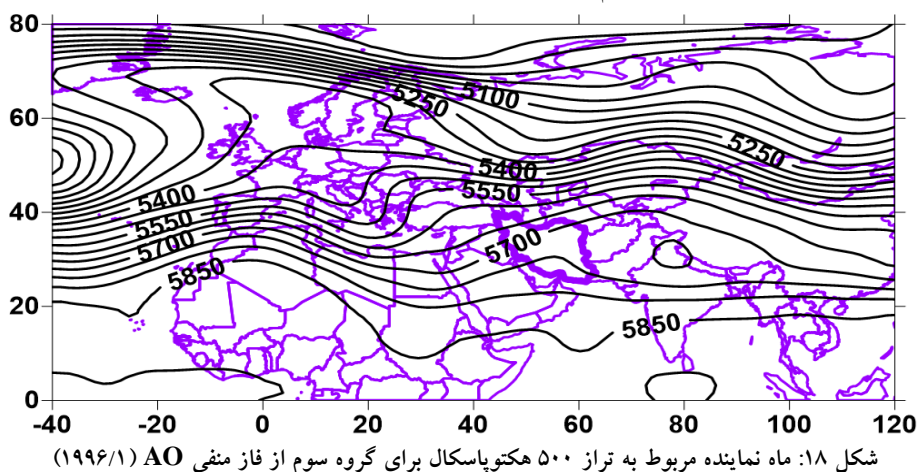
ویژگی فشار تراز دریا در ماه نماینده ۱۹۹۶/۱ در شکل ۱۷ نمایش داده شده است. در این ماه چهار مرکز عمده فشار شامل دو مرکز کم فشار و دو مرکز پرفشار رخنمونی آشکار دارند. نخستین سامانه مرکز کم فشاری است که در مرکز اقیانوس اطلس شمالی قابل مشاهده است که همان کم فشار ایسلند می باشد که تحت تأثیر فرابار اروپایی که بر روی شرق اروپا و غرب روسیه شکل گرفته به عرض‌های پایین تر کشیده شده است. مرکز کم فشار دوم، کم فشار قطبی می باشد که زبانه‌های این چرخند سراسر شمالگان، شمال اروپا و اسکاندیناوی تا شمال روسیه را در بر گرفته است. مرکز بعد پرفشار سیبری می باشد که تحت تأثیر کم فشار قطبی به سمت ایران رانده شده



شکل ۱۷: ماه نماینده مربوط به تراز دریا برای گروه سوم از فاز منفی AO (۱۹۹۶/۱)

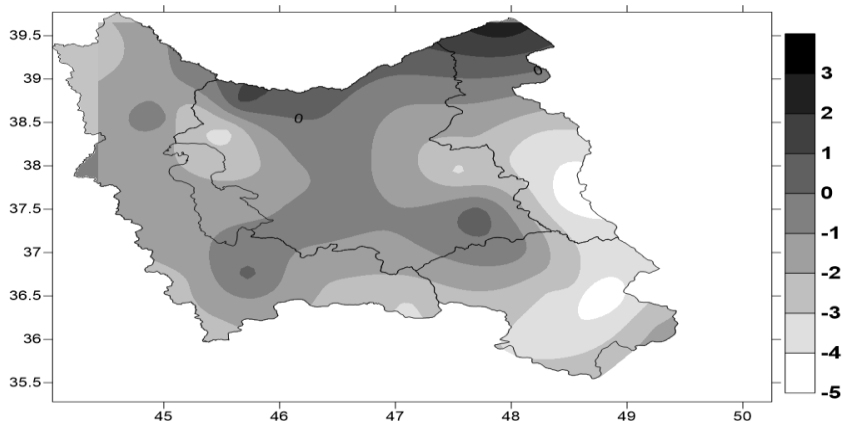
واقع شده است. تنها بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی ایران در جلوی محور ناوه قرار گرفته است؛ بنابراین محتمل است در این مناطق ناپایداری و بارش رخ دهد. سایر قسمت‌های ایران تحت تأثیر بازوی پایین‌رونده ناوه مربوط به مدیترانه واقع شده و تنها ریزش هوای سرد برای این مناطق را می‌توان انتظار داشت. بدین ترتیب پدیده غالب تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این ماه ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند و پرارتفاع بر فراز اقیانوس اطلس می‌باشد.

تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۸) نشانگر گسترش ناوه مربوط به کم‌فشار ایسلند و فرود مدیترانه از جنوب اروپا تا جنوب افریقای شمالی می‌باشد. محور ناوه به صورت شمال غرب- جنوب شرق می‌باشد. ناوه مربوط به تاوه قطبی از شمال روسیه آغاز و با محوری مایل از شمال شرق به سمت جنوب غرب میل پیدا می‌کند؛ تا جایی که به شمال ایران می‌رسد و بعد از آن ناوه مزبور ناپدید می‌شود. همچنین در شرق اقیانوس اطلس یک پرارتفاع دیده می‌شود. ایران در این الگو، تحت تأثیر پشته مربوط به تاوه قطبی و کم‌فشار ایسلند



است. در این الگو نسبت به الگوهای قبل در طی فاز منفی شرایط دمایی مناسب‌تری رخ داده است. بیشترین شیب تغییرات دما در این دوره مربوط به استان اردبیل می‌باشد.

میزان دما و پراکنش آن در شکل (۱۹) برای ماه مورد مطالعه ارائه گردیده است. بررسی این نقشه نشان‌دهنده وسعت زیاد مناطقی با دمای منفی می‌باشد. تنها بخش‌های شمالی در اردبیل و آذربایجان شرقی شاهد دمای بالای صفر سانتی‌گراد



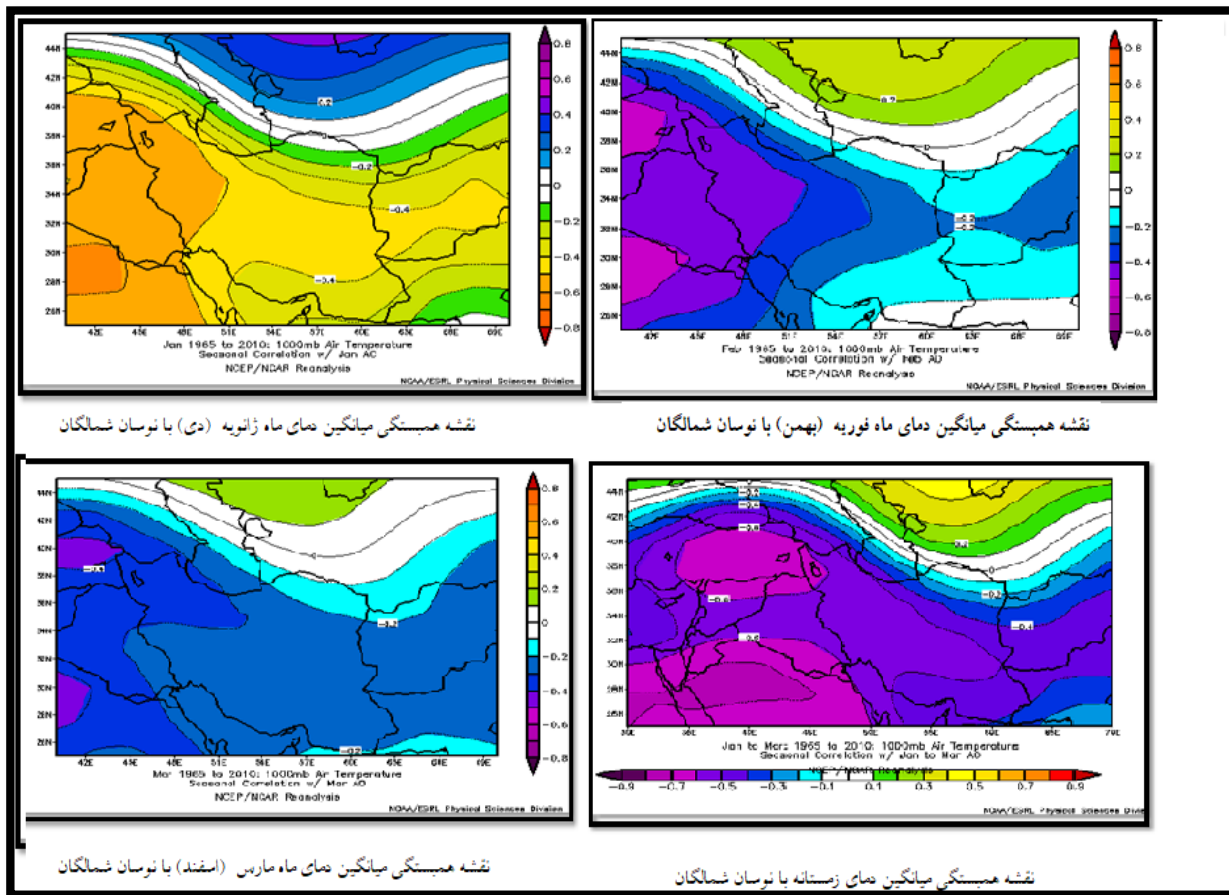
## بررسی ارتباط نمایه نوسان شمالگان با دمای

### زمستانه ایران (پهنه شمال غرب)

به طور کلی میزان ارتباط بین نمایه ماهانه نوسان شمالگان و دمای دی ماه (ژانویه) در ایران و پهنه شمال غرب آن دارای همبستگی معنادار بسیار ضعیفی می باشد (شکل ۲۰). در این ماه میزان دما برای شمال غرب کشور تقریباً  $0/6-$  است. این بخش از کشور دارای همبستگی ضعیف مستقیم و معنادار در ماه ژانویه (دی ماه) می باشد. بخش هایی از شرق و جنوب درصد بالاتری از همبستگی را به خود اختصاص داده اند. این مناطق حدود ۴۵ درصد از گستره مورد مطالعه را در بر می گیرد که دارای همبستگی منفی و ضعیف می باشند. میزان ارتباط بین نمایه ماهانه نوسان شمالگان و دمای فوریه (بهمن ماه) در ایران و پهنه شمال غرب، دارای همبستگی معنادار بسیار ضعیفی است. در این الگو برخلاف الگوی ماه ژانویه همبستگی کاهش چشمگیری داشته است. با استناد به این نقشه چنین می توان استنباط نمود که درصد همبستگی این نوسان در طی ماه فوریه اثر کمتری بر روی ایران و پهنه مورد مطالعه داشته است. دمای پهنه مورد مطالعه در این ماه بین  $0/5-$  تا  $0/۲-$  می باشد. بررسی ارتباط بین AO و دمای زمستان ایران زمین در ماه مارس

(اسفندماه) نیز نشان داد که ارتباط این نمایه با دمای زمستانه کشور و محدوده مطالعاتی بسیار کم می باشد. در مجموع، می توان چنین استنباط نمود که با نزدیک شدن به فصل بهار اثر این نوسان بر روی کشور و محدوده مطالعاتی کاهش یافته است. در عین حال، همچنان که مشاهده می شود؛ همبستگی دمای ماهانه ایران در فصل زمستان با نوسان شمالگان (AO) بیانگر این مطلب است که در تمام گستره ایران و محدوده مطالعاتی ضریب همبستگی به صورت منفی می باشد. در بخش های غربی پهنه شمال غرب بیشترین همبستگی قابل مشاهده است. آن چنان که از این الگو برمی آید می توان استنباط نمود که در طی فصل زمستان بالاترین همبستگی بین نوسان AO و دمای زمستانه ایران در پهنه شمال غرب مشاهده می شود. در مجموع این چنین می توان نتیجه گرفت که بین دمای زمستانه محدوده شمال غرب و نوسان AO رابطه معنادار و معکوسی وجود دارد. با توجه به ضعیف بودن ضریب همبستگی خطی دمای ماهانه محدوده مطالعاتی با نمایه مثبت و منفی AO می توان بیان نمود که بین دمای ماهانه شمال غرب ایران و نوسانات ماهانه شمالگان همبستگی ضعیف و معناداری با دوره های کم بسامد وجود دارد.





شکل ۲۰: نقشه همبستگی میانگین دمای زمستانه با نوسان شمالگان

### نتیجه‌گیری

با استمرار کم‌فشار جنب قطبی-پرفشار سیبری مشخص شده است. توزیع مکانی دما برای این نواحی بین  $-6$  تا  $-4/5$  درجه می‌باشد. سایر بخش‌های پهنه دارای دمای بیشتر از این میزان در این ماه بوده است. به طور کلی شرایط دمایی در این ماه نماینده نسبت به ماه‌های نماینده قبل دارای پایین‌ترین شرایط دمایی در طی دوره مطالعاتی بوده است. الگوی استخراج شده طی فاز منفی مربوط به ماه نماینده گروه اول بیانگر حاکمیت کم‌فشار ایسلند- پرفشار سیبری است. توزیع دما در پهنه شمال غرب کشور برای همین ماه بیانگر این مطلب است که مناطق با کمترین میزان دما مربوط به نواحی شرقی و شمال غربی آذربایجان شرقی می‌باشد. الگوی ماه نماینده گروه دوم از فاز منفی را می‌توان پرفشار سیبری نامید. توزیع مکانی دما برای این ماه نماینده در این گروه با سایر الگوها دارای شرایط دمایی بسیار پایین‌تر می‌باشد؛ به طوری که حدود  $40$  درصد از پهنه مورد مطالعه دارای شرایط دمایی پایین‌تر از  $-5$  درجه سانتی‌گراد است که این مناطق بیشتر منطبق بر شرق

در این پژوهش به بررسی تأثیر فازهای مثبت و منفی نوسان شمالگان (AO) بر دمای زمستانه شمال غرب ایران پرداخته شد. اعمال روش خوشه‌بندی داده‌های مربوط به فشار تراز دریا به یک طبقه‌بندی سه گروهی برای فاز مثبت و یک طبقه‌بندی سه گروهی برای فاز منفی منجر گردید. نتایج حاصل از استخراج الگوهای مربوط به فاز مثبت نمایه نوسان شمالگان نشان داد که الگوی غالب در ماه نماینده گروه اول، پرفشار سیبری می‌باشد. شرایط دمایی برای الگوی ماه نماینده مزبور بدین شکل است که حاشیه شرقی، جنوبی، جنوب شرقی و غربی محدوده مطالعاتی دارای شرایط دمایی مشابهی است. ماه نماینده گروه دوم بیانگر تسلط پرفشار سیبری- کم‌فشار اروپایی می‌باشد. توزیع در پهنه مورد مطالعه برای ماه نماینده این گروه بیانگر وسعت زیاد مناطقی با دمای بالاتر از صفر می‌باشد و تنها بخش کوچکی از مرکز محدوده دارای شرایط دمایی منفی می‌باشد. الگوی ماه نماینده گروه سوم از فاز مثبت

می‌باشد. در مجموع، نتایج حاکی از این است که میزان دما برای گروه‌های با فاز منفی دارای شرایط دمایی منفی و پایین‌تری بوده است. حال آن که طی فاز مثبت این شرایط دمایی افزایش یافته است. در نتیجه چنین می‌توان بیان نمود که فاز مثبت دارای افزایش نسبی دما نسبت به فاز منفی بوده است. بررسی همبستگی بین AO و دمای زمستانه ایران نشان داد که رابطه ضعیف و معناداری بین این دو وجود دارد. در این میان پهنه شمال غربی نسبت به سایر بخش‌های کشور بیشترین همبستگی را به خود اختصاص داده است.

آذربایجان شرقی، شمال و جنوب آذربایجان غربی، شمال زنجان و مرکز اردبیل می‌باشد. در مجموع شیب تغییرات دما در این ماه بسیار بالا بوده، دامنه تغییرات دما به نسبت زیاد می‌باشد و تمام پهنه شرایط دمایی منفی را تجربه کرده است. الگوی سوم از فاز منفی را می‌توان کم فشار دو هسته‌ای - پرفشار سیبری نامید. بررسی الگوی دمایی این ماه نماینده نشان از وسعت زیاد پهنه‌های با دمای منفی دارد. در این الگو نسبت به الگوهای قبل در طی فاز منفی شرایط دمایی مناسب‌تری رخ داده است. بیشترین شیب تغییرات دما در این دوره مربوط به استان اردبیل

relationship between Arctic Oscillation index and temperature variabilities in shahr-e-kord station. *Geography and Development*, 5(9), 126-136.

6. Khourshiddoust A.M., Ghavidel Rahimi, Y., & Abbaszadeh, K. (2010). The application of large-scale atmospheric-oceanic patterns in the analysis of precipitation fluctuations (case study of Ahar station). *Geographic Space*, 10(29), 95-128.

7. Khoush Akhlagh, F., Ghanbari, N., & Masoumpour Samakoush, J. (2009). The study of North Atlantic Oscillation effect on temperature and precipitation regimes of Southern shores of Caspian Sea. *Physical Geography Research*, 66, 57-70.

8. Ghavidel Rahimi, Y., Farajzadehasl M., & Hatamikia, M. (2016). The Arctic Oscillation (AO) and its role on of winter time monthly minimum temperatures variability in Northeastern region of Iran. *Journal of Geographical Sciences*, 16(42), 41-58.

9. Asakereh, H., (2007). Climate Change. *Zanjan University*, Iran, 256 pages.

10. Alijani, B. & Kaviani, M.R. (2011). Principle of Climatatology. *Samt*, Tehran, Iran, 592 pages.

## منابع

1. Esfandiari, F., Sobhani, B., Azadi Mobaraki, M. & Jafaezadeh, F. (2009). A statistical analysis of snowy days in Tabriz and their association with the phenomenon of large-scale ocean/atmosphere circulation of the Atlantic Ocean (NAO). *Journal of geographical sciences*, 10(13), 84-102.
2. Esmaili, K., Gandomkar, A., & Khodaghali, M. (2020). Identifying the trend of temperature changes in the South Iranian coasts and its relationship with teleconnection. *Physical Geography Quarterly*, 13(49), 1-22.
3. Akbari T., & Masoodian S.A. (2007). An analysis of relationship between monthly temperature of Iran and teleconnection patterns of Northern hemisphere. *Research Bulletin of Isfahan University (Humanities)*, 22(1), 117-132.
4. Halabian, A., & Mohammadi, B. (2012). The relation of monthly temperature of some sample stations in Iran with different Enso indices. *Geographic Space*, 12(38), 1-19.
5. Khosravi M., Karimi Khajeh Lengi, S., & Saligheh M. (2007). The

18. Bond, N, A, & Harrison, E, (2006). ENSO'S effect on Alaska during opposite phases of the Arctic Oscillation. *Int J Climatol*, 26, 1821–1841
19. Cintia B. UVO, (2003). Analysis and regionalization of northern Atlantic European winter precipitation based on its relationship with the north Atlantic Oscillation. *International Journal of Climatology*, 23, 185- 1194.
20. Daoyi, G., & Shaou, W. (2003). Influence of Arctic Oscillation on winter climate over China. *Journal of Geographical Sciences*, 13(2), 208-216.
21. Gong, D. Y., Ho, C.H., (2002). The Siberian high and climate change over middle to high latitude Asia, *Theor. Appl. Climatol.*, 72,1-9.
22. Gong, D.Y., & Wang, S.W. (2003). Influence of Arctic Oscillation on winter climate over China, *Journal of Geographical Sciences*, 13, 208–216
23. Mohammadrezaei, M., Soltani, S., & Modarres, R. (2020). Evaluating the effect of ocean-atmospheric indices on drought in Iran, *Theoretical and Applied Climatology*, 1-2, 219–230.
24. Sun, J., & Ahn, J.B. (2014). Dynamical seasonal predictability of the Arctic Oscillation using a CGCM. *International Journal of Climatology*, 35, 45-62
25. Philip Nott, M., Desante, D. F., Siegel, R., & Pyle, P. (2002). Influences of the El Nino /Southern Oscillation and the North Atlantic Oscillation on Avian productivity in forest of the Pacific Northwest of North America, *Global Ecology and Biogeography*, 11, 333-342.
26. Rigor, I.G., Colony, R.L., & Martin, S. (2000). Variations in surface air
11. Alizadeh, A., Erfanian M., & Ansari, H. (2011). Assessment of teleconnection patterns affecting rainfall and temperature (case study: Mashhad synoptic station). *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 5(2), 176-185.
12. Qayour, H.A., & Asakereh, H. (2012). Study of teleconnection effect on Iran climate (case study: the effect of North Atlantic fluctuations and Southern fluctuations on the average monthly changes in Jask temperature). *Geographical Researches*, 16-17(4-1), 94-113.
13. Farshadfar, E. (2010). Multivariate principles and procedures of statistics. *Taghobostan*, Kermanshah, Iran, 754 pages.
14. Gerkaninezhad Moshofi Z., & Bazrafshan, O. (2018). Impact of climatic signals on the wet and dry season precipitation (case study: Persian Gulf and Oman Sea watersheds). *Journal of the Earth and Space Physics*, 44(2), 333-349.
15. Masoodian, S.A. (2005). The effect of ENSO on precipitation in Iran, *Journal of Geography and Regional Development*, 3(4), 73-82.
16. Nazem Alsadat S.M.J., Rahimi M., & Keshavarzi, A.R. (2006). An evaluation of the impact of El Nino - Southern Oscillation (ENSO) on stream flow and hydrological drought (wet) in Fars province. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(2), 361-369.
17. Nasr Esfahani, M.A., Mohebolhojeh, A.L. & Ahmadi Givi, F., (2009). The effects of NAO on some meteorological parameters over Middle East and South West Asia. *Iranian Journal of Geophysics*, 2(2), 51-64.

temperature observations in the Arctic, *J Climate*, 13, 896-914.

27. Thompson D.W. J., & Wallace, J. M. (2000) (b). Annular modes in the extratropical circulation, Part II: Trends. *J. Climate*, 13(5), 1000- 1016.

28. Thompson D.W. J., & Wallace, J. M. (2000) (a). Annular modes in the extratropical circulation, Part I: Month - to- Month variability. *J. Climate*, 13(5), 1000-1016.

29. Turkes, M., & Erhat, E. (2008). Influence of the Arctic Oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and applied climatology*, 92, 75-85.

30. Wang, D., Wang, C., Yang, X., & Lu, J. (2005). Winter Northern hemisphere surface air temperature variability associated the Arctic Oscillation and North Atlantic Oscillation, *Geophys, Res, lett*, 32, 1-4.