



سال پانزدهم، شماره ۵۲
زمستان ۱۳۹۴، صفحات ۱۵۹-۱۳۷

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

یوسف قویدل رحیمی^۱
منوچهر فرج زاده اصل^۲
داریوش حاتمی زرنه^۳

تحلیل رابطه پیوند از دور بین الگوی دریای شمال-خزر و دماهای حداقل ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۹

چکیده

در پژوهش حاضر ارتباط بین الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با نوسانات دماهای حداقل ایران در یک دوره بلندمدت ۶۱ ساله (۱۹۵۰-۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های دمای ماهانه ۱۷ ایستگاه سینوپتیک ایران، داده‌های الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر و همچنین داده‌های واکاوی شده ارتفاع ژئوپتانسیل، بادمداری، باد نصف‌النهاری و دما می‌باشند. نتایج تحلیل همبستگی پیرسون به‌عنوان روش اصلی مورد استفاده در این پژوهش نشانگر وجود رابطه معنی‌دار و مستقیم بین دمای حداقل ایستگاه‌های منتخب با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر است که این امر حاکی از کاهش دما در فاز مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر و افزایش دما در فاز منفی می‌باشد. از نظر زمانی، ضرایب همبستگی مورد

E-mail: ghavidel@modares.ac.ir

۱- استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- کارشناس ارشد اقلیم شناسی کاربردی دانشگاه تربیت مدرس.

محاسبه نشان از ارتباط بیشتر و معنی‌دارتری بین دمای ایستگاه‌ها و الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در ماه‌های ژانویه، مارس و فوریه است. در بین ایستگاه‌ها، بیش‌ترین میزان همبستگی ماهانه با ۰/۳۴۹ در ماه ژانویه مورد محاسبه قرار گرفت. تحلیل ضرایب همبستگی فصلی نیز نشان از تاثیرپذیری بیش‌تر دماهای فصل زمستان با ضریب همبستگی معنی‌دار ۰/۲۷۳ دارد. به لحاظ دوره‌ای نیز نتایج بیانگر ارتباط قوی‌تر دوره‌ی سرد اکثر ایستگاه‌ها با الگوی مطالعاتی می‌باشند. ایستگاه زاهدان به‌عنوان شرقی‌ترین ایستگاه ایران، کم‌ترین میزان همبستگی با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر را از خود نشان داد که احتمالاً این امر به دلیل دوری آن از مرکز عمل دریای خزر می‌باشد. تحلیل آرایش الگوهای جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در فازهای منفی و مثبت نشان می‌دهد که در فاز مثبت استقرار ناوهای عمیق بر روی دریای خزر، عراق، ترکیه و ایران و همچنین قرارگیری کشور ایران در بخش محور ناوه محل حداقل دما و از طرفی استقرار پشته‌ای بر روی دریای شمال و اروپا باعث انتقال دماهای سرد نواحی شمال اروپا و شمالگان به سمت ایران می‌شود، اما در فاز منفی قرارگیری منطقه‌ی مورد مطالعه در زیر محور پشته‌ی مستقر بر روی ایران منجر به ایجاد جوی پایدار با وزش ضعیف مداری و دمای گرم شده و به این علت با وزش هوای گرم و خشک آفریقا، عربستان و در نهایت عرض‌های پایین دمای ایران بالاتر می‌رود.

کلید واژه‌ها: دمای حداقل، پیوند از دور، دریای شمال-خزر، تحلیل همبستگی، ایران.

مقدمه

درک علل و ماهیت تغییرات اقلیمی از اهم اهداف جمع‌آوری داده‌های هوا و اقلیم و پایش پدیده‌های اقلیمی است. در این رابطه نوسانات اقلیمی ناشی از الگوهای پیوند از دور اهمیت فراوانی یافته است. والاس و گوتزلر^۴ پیوند از دور را ارتباط همزمان بین نوسانات عناصر اقلیمی یک مکان با تغییرات الگوهای فشار و درجه حرارت سطح دریا در نقاط جغرافیایی دیگر تعریف کرده‌اند (والاس و گوتزلر، ۱۹۸: ۷۸۶). دما عنصری است که تحت تاثیر الگوها و پدیده‌های جوی به‌سرعت دچار تحول شده و به پویایی جو به‌شدت حساسیت نشان می‌دهد. بنابراین تغییرات دما در مدیریت و برنامه‌ریزی محیط مؤلفه بسیار مهمی به‌شمار می‌رود. با این‌که در طول زمان مردم اغلب مناطق کشور خود را با اقلیم سرد زمستان سازگار ساخته‌اند، اما هنوز هم کاهش شدید دما و موج سرما در دوره سرد سال بعضاً

4- Wallace and Gutzler

غافلگیرکننده بوده و خسارت‌های جدی جانی و مالی به مردم ایران وارد می‌کند. از جمله خسارت‌های دماهای فرین پایین می‌توان از بیماری‌های مرتبط با دما مثل سرماخوردگی، ذات‌الریه، تشدید آسم و انواع شکستگی‌ها اشاره نمود. همچنین ترکیدن لوله‌ها و اتصالات آب، یخبندان سطوح معابر و خیابان‌ها، افزایش مصرف انرژی و افت فشار شبکه های گاز و برق، یخ بستن آب آشامیدنی در منازل و غیره را می‌توان از مشکل آفرینی‌های دماهای بسیار پایین دوره سرد محسوب نمود (قویدل رحیمی، ۱۳۹۰: ۴۶). در بین مخاطرات اقلیمی شاخص‌های دمایی (مانند یخبندان، امواج گرمایی)، خشک‌سالی‌ها و غیره از مهم‌ترین‌ها هستند و ازین‌رو دماهای بسیار گرم و یا بسیار سرد به‌عنوان عامل خطر و یا بحران برای انسان تعریف شده‌اند و همه‌ساله افراد زیادی به جهت گسترش و وقوع موج‌های گرما یا بوران‌های سرمای‌ی هلاک می‌شوند. تغییرات اقلیمی جهان و چرخه عمومی جو تحت تاثیر پدیده‌های بزرگ مقیاسی است که در جهان رخ می‌دهند. بسیاری از این پدیده‌ها که به علامت‌های بزرگ مقیاس اقلیمی معروف شده‌اند، بیش از یک قرن است که شناخته شده‌اند. یکی از روش‌های پیش‌بینی آب‌وهوایی، استفاده از علامت‌ها و پدیده‌های مشخصی از قبیل تغییرات دوره‌ای فشار سطح دریا، تغییرات دوره‌ای دمای سطح دریا و مانند این‌ها است، که از آن‌ها به نام سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی یاد می‌شود. این سیگنال‌ها بر اساس فشار سطح دریا، گرادیان فشار سطح دریا، دمای سطح دریا، گرادیان دمای سطح دریا و دیگر پارامترهای هواشناسی به‌دست می‌آیند (فلاح قاله‌ری، ۱۳۹۰: ۱۵۶). افت‌وخیز دما در مقیاس جهانی و در سطح ناحیه‌ای کمابیش تحت تاثیر پدیده پیوند از دور قرار دارد (غیور و عساکره، ۱۳۸۱: ۹۶). با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و با مرور منابع مشخص شد که در زمینه تاثیر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر نوسانات دمایی ایران مطالعات جامع و مفصلی انجام نشده است؛ بنابراین پژوهش حاضر در راستای پر کردن کمبود مطالعاتی مذکور و بررسی میزان تأثیرپذیری دماهای حداقل ایران از الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر انجام شده است.

در سطح جهانی و در ارتباط با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر مطالعه‌ای با عنوان اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر شارش‌های سطح دریا‌های واقع در قسمت‌های اروپایی-آسیایی مدیترانه انجام شده است. پژوهشگران با استفاده از روش توابع تجربی متعامد به مطالعه‌ی اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر هیدروکلیمای حوضه آبریز دریا‌های مدیترانه، سیاه و خزر پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که الگوی مذکور بر شارش‌های سطحی دریا‌های اژه، سیاه و بخش شرقی مدیترانه اثر عمیقی دارد (گوندوز و اسوزی، ۲۰۰۵: ۱). در

پژوهشی دیگر کوتیل و تورکیش^۶ (۲۰۰۵: ۵۰۱) با استفاده از داده‌های متوسط دما و بارش ماهانه‌ی ۶ ایستگاه زیر حوضه‌ی کاپادوشان آناتولی در فلات مرکزی ترکیه اقدام به بررسی اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر رژیم‌های بارشی قسمت مرکزی فلات مرکزی ترکیه کرده و نتیجه گرفته‌اند که دمای ماهانه در فاز منفی به وضوح بیش‌تر از فاز مثبت بوده و رابطه معنی‌داری بین بارش کل ماهانه ایستگاه‌ها در دو فاز منفی و مثبت مشاهده نمی‌شود. هاتزاکي و همکاران^۷ (۲۰۰۶: ۱۹۵) الگوهای پیوند از دور مؤثر بر تغییرات آب‌وهوای سال‌های آینده‌ی شرق مدیترانه را مورد بررسی قرار داده و اعتقاد دارند که در خارج از حوضه‌ی آبریز دریای مدیترانه، الگوی پیوند از دور تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دریای شمال-خزر در کنار الگوهای دیگری چون نوسانات اطلس شمالی، الگوی اطلس شرقی، الگوی جنوبی اروپا-اطلس شمالی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و الگوی اطلس شرقی، غربی-روسیه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال عمده‌ترین نقش را در شکل‌گیری آب‌وهوای شرق اطلس ایفا می‌کند و فعل‌وانفعالات الگوهای یادشده را یکی از عوامل اصلی شکل‌گیری آب‌وهوای بخش‌های وسیعی از اروپا به‌ویژه شرق مدیترانه قلمداد کرده‌اند. محققان یاد شده الگوی اصلی تغییرات آب‌وهوای آینده کل مدیترانه را الگوی پیوند از دور نوسانات مدیترانه می‌دانند که با شاخص عددی به نام نوسانات مدیترانه کمی سازه شده و قابل‌شناسایی است. گوکتورک و کاراکا^۸ (۲۰۰۶: ۱) اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر هیدرواقليم ترکیه را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که مؤثرترین عامل اقلیمی منطقه شرق مدیترانه الگوی مذکور می‌باشد. به عقیده ایشان جهت جریان نصف‌النهاری الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر روی ترکیه دارای اثرات معنی‌دار هیدرواقليمی است. در مطالعه یاد شده اثر و رابطه‌ی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با بارش و دبی ماهانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در ترکیه با شاخص عددی ماهانه الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر از طریق روش ساده همبستگی ساده پیرسون مورد مطالعه قرار گرفته است. در فصل زمستان بارش ماهانه و دبی ماه‌های دسامبر و فوریه بیش‌ترین همبستگی منفی را با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر نشان می‌دهند. در عین حال بارش ایستگاه‌های ساحلی دریای سیاه با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر به‌جز ماه ژانویه، عموماً مثبت است. فقط در ماه فوریه رابطه بارش تمام ایستگاه‌ها با الگوی مذکور مثبت است. تاتلی^۹ (۲۰۰۷: ۱۱۷۱) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های بازکاوی

6- Kutiel and Türkes

7- Hatzaki et al

8- Gökürk and Karaca

9- Tatly

شده مرکز ملی مطالعات جوی^{۱۰} (NCEP) با استفاده از روش‌های سری زمانی و همبستگی متقابل، تطابق زمانی فازهای مختلف الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با تغییرات دمایی ۷۰۰ هکتوپاسکال را در محدوده‌ی جغرافیایی ۵۰ درجه‌ی طول غربی تا ۱۲۰ درجه طول شرقی و بین عرض ۰ درجه تا ۸۰ درجه شمالی را مورد بررسی و تحلیل قرارداد. به اعتقاد وی بین شاخص عددی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر و سری زمانی میانگین منطقه‌ای دمای سطحی محدوده‌ی جغرافیایی ۵۰ درجه طول غربی تا ۱۲۰ درجه طول شرقی و عرض جغرافیایی مابین استوا تا ۸۰ درجه شمالی همبستگی متقابل و همزمانی فازی برقرار است. وی معتقد است که بین فازهای مختلف الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با فازهای سرد و گرم الگوهای کلان مقیاس جوی دیگر مثل انسو و سایر پدیده‌های آب‌وهوایی مؤثر در بازه فضایی کلان‌مقیاس مانند الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی خصوصاً نوسانات شمالگان و نوسانات اطلس شمالی، پرفشار سیبری، موسمی‌های آسیا و منطقه همگرایی بین حاره‌ای ارتباطات خاص زمانی برقرار است. ایشان این ارتباط را همزمانی فازی می‌نامند. سیارلو^{۱۱} (۲۰۰۸: ۸) ارتباط بین الگوهای پیوند از دور اطراف اروپا و اثر آن بر انتقال ریزگردها بر روی اروپا را مورد بررسی قرار داده و نشان داده است که اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در انتقال ریزگردها به اروپا، پس از الگوی پیوند از دور نوسانات اطلس شمالی، اروپای جنوبی-اطلس شمالی و نوسان مدیترانه‌ای چهارمین الگوی مؤثر شناخته شده می‌باشد. یتمن و یالچین^{۱۲} (۲۰۰۹: ۷۰۶) ارتباط بین متوسط دمای ماهانه منطقه آفیون ترکیه را با شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر مورد بررسی قرار داده و ثابت کرده‌اند که در فاز مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر دمای هوای ناحیه‌ی کوهستانی آفیون افزایش پیدا کرده و وضعیت بسیار مناسبی را از آسایش اقلیمی برای گردشگری در ناحیه‌ی مذکور فراهم می‌آورد. کوتیل (۲۰۱۱: ۱۳۰۱) اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر رژیم‌های دمایی و بارش خاورمیانه را مورد مطالعه‌ی قرار داده و نتیجه گرفته است که رژیم دمایی خاورمیانه به فازهای مختلف الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر حساس بوده و این حساسیت در فاز منفی شدیدتر بوده و موجب افزایش دمای منطقه‌ی خاورمیانه می‌شود. سن و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۱: ۱) اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر دبی و آبگیری رودهای دجله و فرات را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند

10- National Center for Environmental Prediction (NCEP)

11- Ciarlo

12- Yetmen and Yalcin

13- Sen et al

که فازهای مثبت و منفی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با ایجاد تغییرات در دما و بارش بر دبی رودهای مذکور به شدت تاثیر می‌گذارد. آن‌ها معتقدند که بیش‌ترین افزایش در دبی رودهای دجله و فرات به هنگام وقوع فاز منفی و در ماه مارس رخ می‌دهد و شدیدترین کاهش دبی آب در فاز مثبت و در ماه می مشاهده می‌شود.

در سال‌های اخیر در زمینه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعات متعددی صورت گرفته است؛ اما در زمینه تاثیر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر (NCP) بر اقلیم ایران مطالعات انجام شده بسیار اندک بوده و تحقیقات انجام شده در این زمینه محدود به کار قاسمی و خلیلی (۲۰۰۸: ۵۹) با عنوان اثر الگوی دریای شمال-خزر بر دمای متوسط زمستانه ایران و همچنین پایان‌نامه کاکاپور (۱۳۹۰: ۱) تحت عنوان تحلیل اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر نوسانات بارش مناطق غرب و شمال‌غرب کشور می‌باشد؛ اما در خصوص دیگر الگوهای پیوند از دور مطالعات بسیاری صورت گرفته است.

قاسمی و خلیلی (۲۰۰۸: ۵۹) ارتباط الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با متوسط دمای فصل زمستان ایران را مورد تحلیل قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که همبستگی و ارتباط الگوی مذکور با متوسط دمای زمستان ایران منفی و معنی‌دار است. نتایج تحقیق یاد شده نشان داد که فاز مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با کاهش دمای ایران به پایین‌تر از حد نرمال همراه شده اما در فاز منفی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر دمای متوسط زمستان ایران به بالاتر از حد نرمال صعود می‌کند. کاکاپور (۱۳۹۰: ۱) اقدام به تحلیل اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر نوسانات بارشی مناطق شمال‌غرب و غرب کشور نموده است. نتایج محاسبات وی نشان داد که تاثیر الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در ماه دسامبر و در فصل پاییز نسبت به سایر ماه‌ها و فصول بیش‌تر و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از تحلیل همبستگی مکانی نشان داد که ایستگاه‌های شمالی‌تر منطقه و نزدیک به دریای خزر از ارتباط بیش‌تری نسبت به ایستگاه‌های مرکز و جنوب منطقه مورد مطالعه برخوردار می‌باشند. نامبرده ارتباط دوره‌های مرطوب و خشک با فازهای مثبت و منفی شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بررسی کرده و به این نتیجه رسیده که بین دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های مورد مطالعه با فازهای منفی و مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر ارتباط معنی‌دار وجود دارد. تحلیل آرایش الگوهای جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در فازهای منفی و مثبت الگوی پیوند از دور جو بالای دریای شمال-خزر نشان داده که در فاز مثبت استقرار ناوه ای عمیق بر روی دریای مدیترانه و قرارگیری کرانه‌های جنوبی خزر در شرق ناوه وضعیت سیکلونی فراهم می‌آورد که باعث انتقال رطوبت دریا‌های شمال، مدیترانه، دریای سیاه و

اقیانوس اطلس به سمت ایران می‌شود، اما در فاز منفی قرارگیری منطقه‌ی مورد مطالعه در زیر محور پشته منجر به ایجاد جوی پایدار با وزش ضعیف مداری شده و به این علت با وزش هوای گرم و خشک آفریقا بارش کل ایران کم می‌شود (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۹).

با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده، اثر الگوی پیوند از دور سطح فوقانی جو دریای شمال-خزر بر دماهای حداقل ماهانه ایران مورد بررسی قرار داده نشده و این مطالعه به امید پر کردن نبود مطالعاتی مذکور به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش جهت تحلیل اثرات الگوی دریای شمال-خزر بر نوسانات دماهای کمینه‌ی ایران سه دسته داده مورد استفاده قرار گرفته است. دسته‌ی اول شامل داده‌های دماهای حداقل ماهانه‌ی ۱۷ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک دوره‌ی آماری مشترک ۶۰ ساله (۱۹۵۱-۲۰۱۰) که از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. برای بررسی فصلی، داده‌ها به صورت تناوب سه‌ماهه مدنظر قرار گرفته‌اند. به‌گونه‌ای که زمستان از ژانویه تا مارس، بهار از آوریل تا ژوئن، تابستان از جولای تا سپتامبر و پاییز از اکتبر تا دسامبر در نظر گرفته شده است. برای دوره‌های سرد و گرم نیز دوره سرد از ماه دسامبر تا مارس و دوره گرم از ماه ژوئن تا سپتامبر مدنظر قرار گرفت. دسته‌ی دوم داده‌های شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال خزر می‌باشد که از وب‌سایت واحد تحقیقات اقلیمی دانشگاه آنجلینای شرقی اخذ و در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است شاخص الگوی دریای شمال-خزر^{۱۴} (NCPI) یکی از جدیدترین الگوهای پیوند از دور بوده که توسط کوتیل و بناروش^{۱۵} (۲۰۰۲: ۱۹) شناسایی شده و محور اصلی پژوهش حاضر می‌باشد. الگوی مذکور مابین نقاط شبکه‌ای که در دو منطقه‌ی جغرافیایی دریای شمال و دریای خزر واقع است مورد شناسایی قرار گرفته شده است. برای الگوی مذکور شاخص عددی تعریف شده که بر پایه‌ی اختلاف ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بین دریای شمال و دریای خزر مورد محاسبه قرار گرفته است. رابطه‌ی ۱ نحوه‌ی محاسبه‌ی شاخص مذکور را نشان می‌دهد.

$$NCPI = \overline{gpm}(0^{\circ}55'N; 10^{\circ}E, 55^{\circ}N) - \overline{gpm}(50^{\circ}E, 45^{\circ}N; 60^{\circ}E, 45^{\circ}N) \quad \text{رابطه (۱)}$$

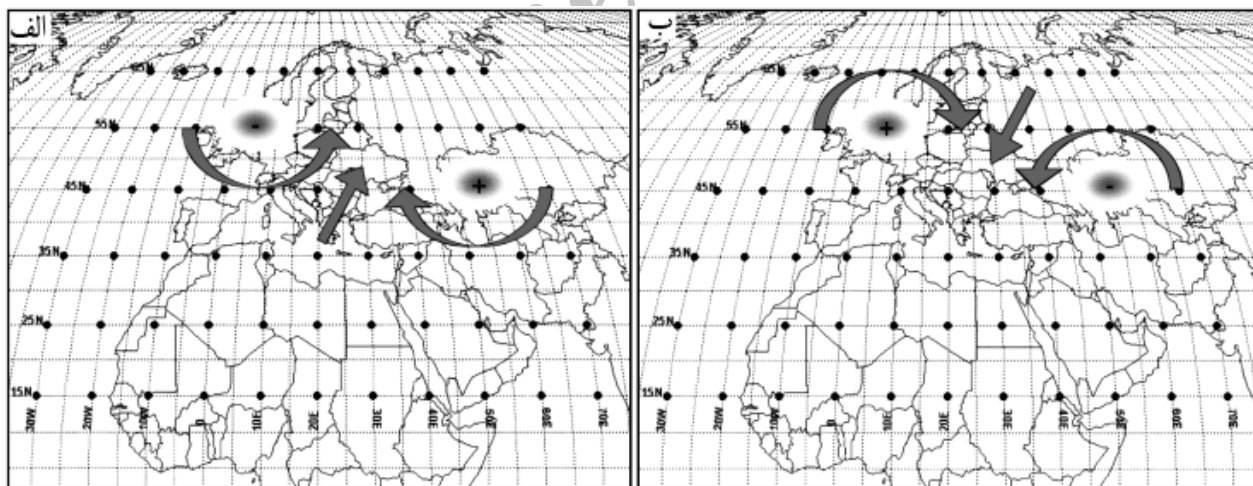
14- North sea Caspian Pattern Index (NCPI)

15- Kutiel and Benaroch

در معادله‌ی فوق، NCPI شاخص الگوی دریای شمال-خزر و \overline{gpm} میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل به متر بین دو منطقه‌ای است که داخل پرازنرها درج شده است. اساس تفکیک فاز منفی از فاز مثبت آستانه‌ی استاندارد شده‌ی ماهانه‌ی ۰/۵ است که در صورت مثبت بودن فاز منفی و در صورتی که معادل ۰/۵- یا کم‌تر باشد، فاز مثبت است. شاخص ماهانه‌ای که فازهای منفی و مثبت با آن شناسایی می‌شوند، بر اساس معادله‌ی ۲ مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

$$Z_i = (NCPI_i - \overline{NCPI}) / \sigma \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن $NCPI_i$ مقدار ماهانه‌ی شاخص دریای شمال-خزر در سال i ، میانگین بلندمدت ماهانه‌ی شاخص دریای شمال-خزر، σ انحراف معیار بلندمدت شاخص هستند (کوتیل و بناروش، ۲۰۰۲: ۱۹). در زمان فاز منفی، مقدار Z_i عددی مثبت را در منطقه‌ی دریای خزر نشان می‌دهد و این به معنای آن است که ارتفاع ژئوپتانسیل (فشار) در منطقه‌ی شمال خزر از منطقه‌ی اندازه‌گیری شاخص در دریای شمال بیشتر می‌باشد (شکل ۱ الف). برعکس اگر ارتفاع ژئوپتانسیل در محدوده‌ی اندازه‌گیری شاخص در دریای شمال بیش از منطقه‌ی شاخص در شمال خزر باشد، خروجی معادله عددی منفی بوده و شاخص مثبت است (شکل ۱ ب).

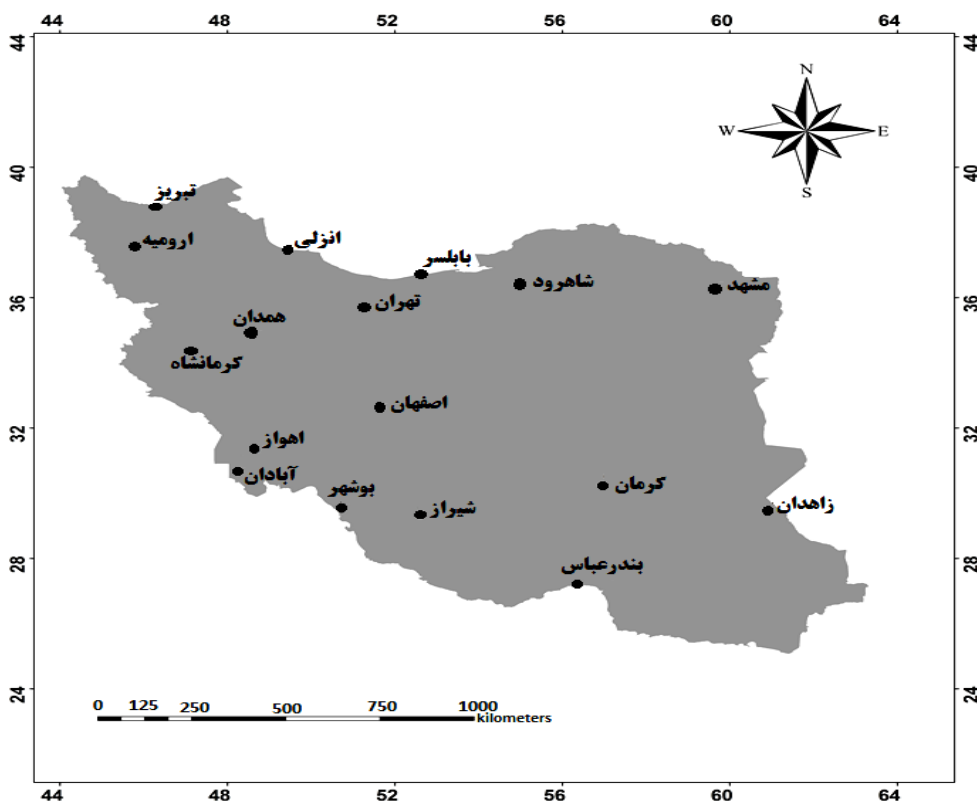


شکل ۱: الگوی دریای شمال-خزر الف: فاز منفی ب: فاز مثبت. منبع: کوتیل و بناروش (۲۰۰۲: ۱۹)

دسته‌ی سوم داده‌های دینامیک و ترمودینامیک سطوح فوقانی جو شامل: ارتفاع ژئوپتانسیل، دما، بادمداری، باد نصف‌النهاری و دما هستند که جهت آشکارسازی سینوپتیک اثرات فازهای منفی و مثبت الگوی دریای شمال-خزر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. داده‌های مذکور از وب‌سایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی در کلرادو اخذ گردیده‌اند.

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>

با استفاده از روش‌های آماری و گرافیکی مثل روش‌های همبستگی و روش نمرات استاندارد شده داده‌های ایستگاه‌های منتخب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در شکل (۲) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه مشاهده می‌شود.



شکل ۲: توزیع جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

یافته‌ها و بحث

در پژوهش حاضر با استفاده از همبستگی پیرسون به تحلیل ارتباط بین دماهای کمینه‌ی ایران و الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر پرداخته شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که الگوی مذکور بر دماهای حداقل کشور تاثیرگذار می‌باشد. در بررسی ارتباط ماهانه‌ی دماهای حداقل ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر مشخص شد که این ارتباط به ترتیب در ماه‌های ژانویه، مارس و فوریه معکوس، معنی‌دار است.

جدول ۱- ضرایب همبستگی دمای کمینه ماهانه‌ی ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در دوره‌ی ۱۹۵۱-۲۰۱۰

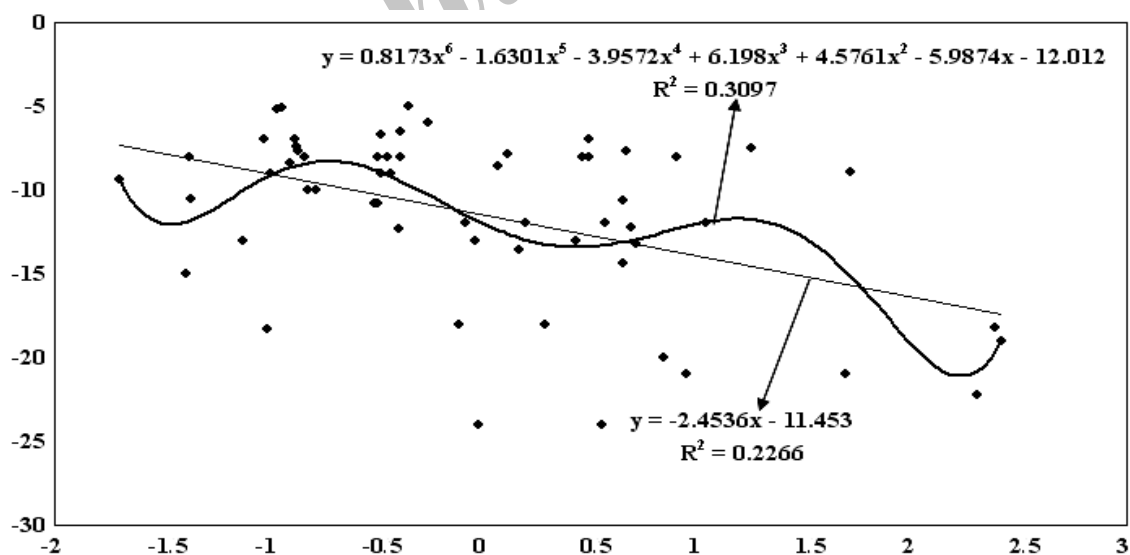
ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن
آبادان	۰/۳۱۷ *	۰/۳۵۸ **	۰/۳۴۷**	۰/۲۷۲ *	۰/۰۵۱ *	۰/۱۴۵
اهواز	۰/۳۷۱ **	۰/۴۳۹ **	۰/۲۸۳ *	۰/۲۹۰ *	۰/۲۱۲	۰/۱۷۶
بابلسر	۰/۳۳۴ **	۰/۳۴۸ **	۰/۴۴۱ **	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۲۷ *
بوشهر	۰/۳۵۶ **	۰/۳۵۹ **	۰/۳۵۶ **	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴	۰/۰۶۹
اصفهان	۰/۳۲۹ *	۰/۲۰۶	۰/۲۷۶ *	۰/۱۷۶	۰/۱۰۶	۰/۰۶۴
همدان	۰/۴۳۲ **	۰/۲۲۸	۰/۲۰۴	۰/۱۵۹	۰/۱۹۷	۰/۰۵۹
کرمان	۰/۴۰۹ **	۰/۲۷۱ *	۰/۱۸۵	۰/۰۵۲	۰/۰۴	۰
کرمانشاه	۰/۴۸۱ **	۰/۲۸۱ *	۰/۳۹۷ **	۰/۱۷۵	۰/۱۰۵	۰/۲۴۵
مشهد	۰/۲۰۸	۰/۱۸	۰/۱۶۶	۰/۱۵۱	۰/۰۲	۰/۱۷۷
ارومیه	۰/۴۵۶ **	۰/۲۷۳ *	۰/۳۸۲ **	۰/۳۷۹ **	۰/۲۵۳	۰/۲۵۹ *
شاهرود	۰/۲۸۳ *	۰/۲۰۴	۰/۳۷۴ **	۰/۳۴۲ **	۰/۰۵۷	۰/۲۵۷ *
شیراز	۰/۲۷۲ *	۰/۲۴۵	۰/۲۲۴	۰/۱۱۲	۰/۱۱۷	۰/۱۹۸
تبریز	۰/۴۲۹ **	۰/۲۶۲ *	۰/۴۸۷ **	۰/۴۱۵ **	۰/۱۸۷	۰/۳۲۷ *
تهران	۰/۳۹۲ **	۰/۳۶۱ **	۰/۵۸۶ **	۰/۳۸۰ **	۰/۱۰۹	۰/۲۷۱ *
زاهدان	۰/۲۱۵	۰/۰۸۷	۰/۰۶۹	۰/۰۹۹	۰/۰۲۵	۰/۱۵۸
انزلی	۰/۴۰۱ **	۰/۳۰۹ *	۰/۳۷۷ **	۰/۳۶۲ **	۰/۱۷۲	۰/۴۷۹ **
بندرعباس	۰/۳۲۶ *	۰/۲۰۴	۰/۰۸۹	۰/۰۳۶	۰/۰۲	۰/۱۹۴
ایستگاه	ژوئالی	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آبادان	۰/۱۹۲	۰/۲۱۴	۰/۱۶۷	۰/۰۲۲	۰/۴۴ **	۰/۳۷۸ **
اهواز	۰/۲۷۴ *	۰/۳۹۸ **	۰/۳۱۴ *	۰/۱۶۵	۰/۳۷۲ **	۰/۲۷۱ *
بابلسر	۰/۱۱۹	۰/۰۴۷	۰/۹۹	۰/۳۳۶ **	۰/۲۴۱	۰/۲۶۹ *
بوشهر	۰/۱۷۷	۰/۳۷۳ **	۰/۲۴۲	۰/۱۱۹	۰/۳۲۲ *	۰/۲۴۳
اصفهان	۰/۲۲۸ *	۰/۳۲۲ *	۰/۱۶۱	۰/۰۸۱	۰/۲۱۹	۰/۲۶۶ *
همدان	۰/۰۷۹	۰/۱	۰/۰۰۷	۰/۱۲۶	۰/۱۰۶	۰/۳۳۵ **
کرمان	۰/۰۷۲	۰/۰۹۲	۰/۱۶۱	۰/۱۱۱	۰/۱۲۷	۰/۱۷۳
کرمانشاه	۰/۲۲۸	۰/۳۰۸ *	۰/۳۷۲ **	۰/۱۴۳	۰/۲۱۰	۰/۴۵۹ **
مشهد	۰/۰۲۴	۰/۴۰۸	۰/۰۸۴	۰/۱۸۶	۰/۰۶	۰/۱۲۲
ارومیه	۰/۱۲۲	۰/۴۳۹ **	۰/۲۶ *	۰/۳۷۱ **	۰/۴۴۹ **	۰/۵۸۷ **
شاهرود	۰/۰۸۷	۰/۱۱۱	۰/۰۱۶	۰/۱۵۶	۰/۰۶	۰/۳۰۳ *
شیراز	۰/۰۸۹	۰/۲۵۸ *	۰/۰۶۲	۰/۱۵۲	۰/۰۴۳	۰/۱۳۲
تبریز	۰/۰۲	۰/۱۴۷	۰/۳۲۶ *	۰/۵۳۱ **	۰/۵۰۲ **	۰/۴۷**
تهران	۰/۱۲۵	۰/۱۲۲	۰/۲۴۲	۰/۳۰۹ *	۰/۳۴۳ **	۰/۳۱۸ *
زاهدان	۰/۰۸۶	۰/۲۵۱	۰/۱۱۵	۰/۱۸۷	۰/۱۵۶	۰/۱۳۷
انزلی	۰/۲۴۷	۰/۲۵۰	۰/۲۸۹ *	۰/۴۷۰ **	۰/۵۷۴ **	۰/۴۰۸ **
بندرعباس	۰/۱۶۹	۰/۰۲۶	۰/۳۳۸ *	۰/۲۵۱	۰/۳۳۱ *	۰/۲۲۶

(** ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ * ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

در بین دماهای حداقل ایستگاه‌های کشور در ماه ژانویه و در طی دوره آماری منتخب، کم‌ترین دمای ثبت شده در بین دماهای حداقل به میزان -34 درجه سانتی‌گراد به ایستگاه همدان تعلق دارد. بیش‌ترین دمای حداقل ثبت شده با 13 درجه سانتی‌گراد در ایستگاه بندرعباس حادث شده است. جدول ۱ بیانگر مقادیر ضرایب همبستگی ایستگاه‌های منتخب کشور در ماه‌های دوازده‌گانه و در طول دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰ می‌باشد.

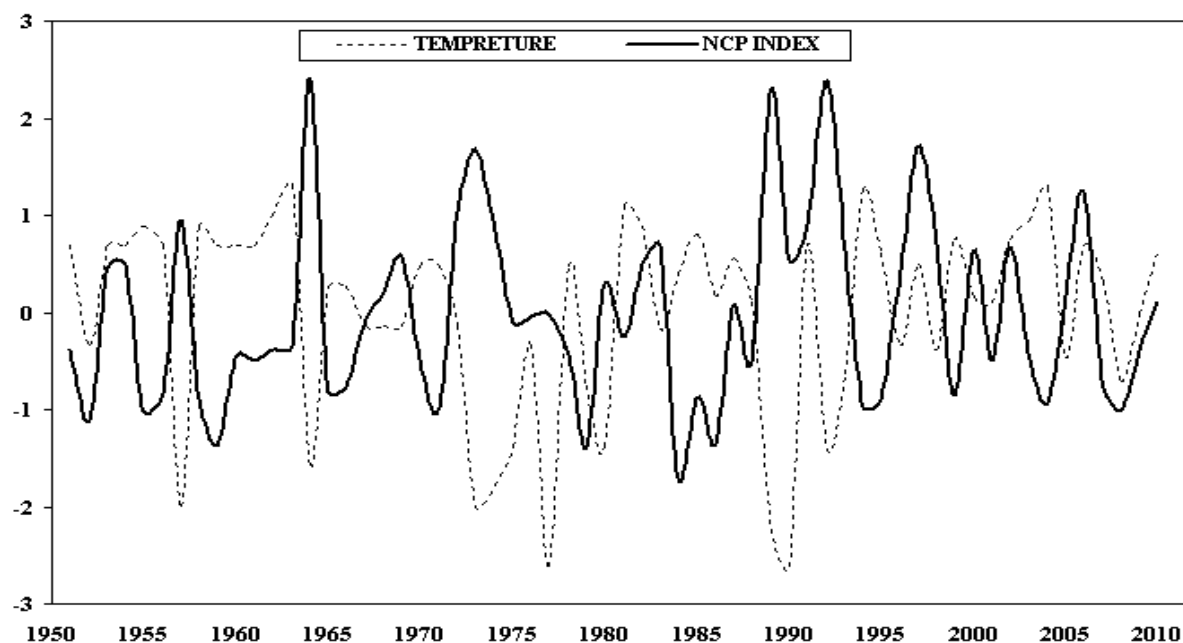
بالاترین میزان ضریب همبستگی متعلق به ماه ژانویه است. در بررسی ارتباط دمای کمینه‌ی ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر نتایج به دست آمده نشان داد (جدول ۱) که به جز ایستگاه‌های زاهدان با ضریب همبستگی $(-0/215)$ و مشهد $(-0/208)$ ، در سایر ایستگاه‌ها، ارتباط معکوس و معنی‌دار می‌باشد. در این بین میزان ضریب همبستگی ایستگاه‌های آبادان، اصفهان، شاهرود، شیراز و بندرعباس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده اما در ایستگاه‌های بابلسر، انزلی، ارومیه، تبریز، تهران، همدان، اهواز، کرمانشاه و بوشهر مقادیر ضرایب همبستگی‌ها بالا و در سطح اطمینان ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

در این ماه بیش‌ترین مقدار همبستگی به میزان $-0/481$ متعلق به ایستگاه کرمانشاه است. سپس ایستگاه‌های ارومیه و تبریز به ترتیب به میزان $-0/456$ و $-0/429$ در درجه دوم قرار گرفته که در سطح اطمینان ۱ درصد معنی‌دار هستند. همان‌گونه که ذکر شد دمای حداقل ایستگاه کرمانشاه در ماه ژانویه به میزان $-0/481$ دارای بالاترین میزان ضریب همبستگی با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر می‌باشد (شکل ۳).



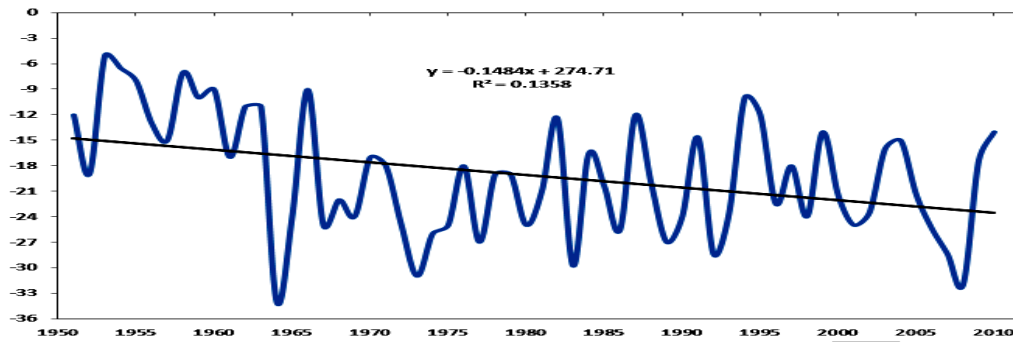
شکل ۳: تاثیرپذیری دمای حداقل ایستگاه کرمانشاه از الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در ماه ژانویه در طی دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

در تحلیل رگرسیونی رابطه‌ی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر با دمای کمینه‌ی ماه ژانویه‌ی کرمانشاه مبین ضریب تبیین خطی ۲۲ است که در دستگاه نیمه خطی سهمی درجه‌ی شش (پلی نومیال درجه‌ی ۶) این رقم تا ۳۰ درصد قابل ارتقاء می‌باشد. هماهنگی و همزمانی تغییرات دمای کمینه‌ی ژانویه‌ی کرمانشاه با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در شکل ۴ قابل مشاهده بوده و به وضوح نشان‌دهنده‌ی ارتباط معکوس و منفی دمای متوسط کرمانشاه با شاخص الگوی NCP می‌باشد.



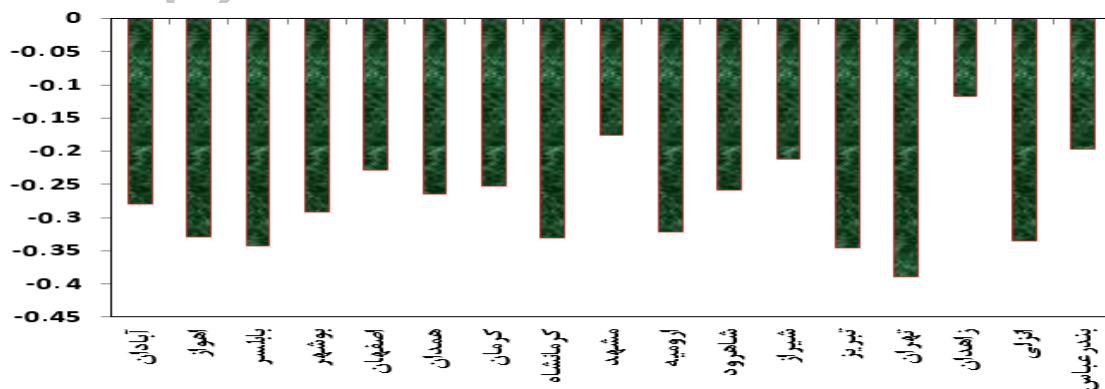
شکل ۴: رابطه و هماهنگی مقادیر استاندارد شده‌ی دمای حداقل ماه ژانویه‌ی ایستگاه کرمانشاه (خط منقطع) با فازهای مثبت و منفی شاخص دریای شمال-خزر (خط ممتد) در طی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

روند دماهای حداقل ایستگاه همدان در ماه ژانویه بیش‌ترین میزان تغییرات در بین ایستگاه‌ها دارا می‌باشد. شکل ۵ نمودار سری زمانی دماهای کمینه‌ی همدان را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار دمای کمینه‌ی این ایستگاه یک نوسان ۲۹ درجه‌ای را تجربه کرده است. حداقل درجه حرارت دمای کمینه‌ی همدان ۳۴- درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ۵- درجه سانتی‌گراد بوده که به ترتیب در سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۵۳ به وقوع پیوسته است. نوسانات کوتاه‌مدت دماهای مذکور به‌ویژه در سال‌های ۱۹۶۳ تا ۱۹۷۳ زیاد بوده است. در بلندمدت نیز دمای کمینه‌ی همدان با شیب ۱۳ درصد، روند کاهشی داشته و طبق نمودار (شکل ۵) از ۱۵/۵- درجه به ۲۳/۵- درجه سانتی‌گراد رسیده است؛ بنابراین می‌توان گفت دمای کمینه‌ی ژانویه‌ی همدان در طی دوره‌ی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰ حدود ۱۰ درجه سردتر شده است.



شکل ۵: نمودار سری زمانی دمای حداقل ژانویه ایستگاه همدان در طی دوره‌ی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

به منظور بررسی رابطه‌ی بین دمای کمینه‌ی فصلی ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر، ضرایب همبستگی پیرسون بین شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر و دمای کمینه فصلی ایستگاه‌های مورد مطالعه مورد محاسبه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است. ارتباط فصلی دماهای کمینه‌ی کشور با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر نشان می‌دهد که دماهای کمینه فصل زمستان دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از الگوی مذکور می‌باشد. مقادیر ضریب همبستگی دماهای فصل زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ درج داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود به جز ایستگاه زاهدان که فاقد همبستگی معنی‌دار می‌باشد و همچنین به استثناء ایستگاه‌های بندرعباس و مشهد که دارای همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۵ درصد می‌باشند، در سایر ایستگاه‌ها مقادیر ارتباط دمای کمینه فصل زمستان با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر، منفی و در سطح اطمینان ۱ درصد معنی‌دار هستند. بالاترین مقادیر ضرایب همبستگی معنی‌دار بین دمای حداقل فصل زمستان با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در وحله اول متعلق به ایستگاه تهران به میزان $-0/389$ و سپس به ترتیب ایستگاه‌های بابل و انزلی به میزان $-0/343$ و $-0/335$ تعلق دارد (شکل ۶).



شکل ۶: ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین دماهای کمینه‌ی ایران با شاخص دریای شمال-خزر در فصل زمستان (۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰)

جدول ۲- ضرایب همبستگی دمای کمینه فصلی ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در دوره‌ی آماری ۱۹۵۱-۲۰۱۰

ایستگاه	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
آبادان	** / ۰.۲۷۹ -	- / ۰.۰۷۵	- / ۰.۱۲۷	- / ۰.۱۴۴
اهواز	** / ۰.۳۲۹ -	- / ۰.۰۵۱	** / ۰.۲۲۵ -	- / ۰.۱۴۷
بابلسر	** / ۰.۳۴۳ -	- / ۰.۱۲۳	- / ۰.۰۷۱	* / ۰.۱۷۴ -
بوشهر	** / ۰.۲۹۱ -	- / ۰.۰۴۱	** / ۰.۲۰۸ -	- / ۰.۱۳۱
اصفهان	** / ۰.۲۲۸ -	- / ۰.۰۷۱	/ ۰.۱۲۶	- / ۰.۱۱
همدان	** / ۰.۲۶۵ -	- / ۰.۰۹۴	- / ۰.۰۴۹	* / ۰.۱۴۷ -
کرمان	** / ۰.۲۵۳ -	- / ۰.۰۱۲	/ ۰.۰۳۶	- / ۰.۰۲
کرمانشاه	** / ۰.۳۳ -	- / ۰.۱۱۳	** / ۰.۱۹۲ -	* / ۰.۱۸۱ -
مشهد	* / ۰.۱۷۶ -	- / ۰.۰۸۶	- / ۰.۰۱۵	- / ۰.۰۸
ارومیه	** / ۰.۳۲۱ -	* / ۰.۱۷۱ -	** / ۰.۱۹۸ -	** / ۰.۲۹۸ -
شاهرود	** / ۰.۲۵۸ -	- / ۰.۱۳۳	- / ۰.۰۱	- / ۰.۱۱۸
شیراز	** / ۰.۲۱۲ -	- / ۰.۰۴۶	/ ۰.۰۶۳	- / ۰.۰۶۳
تبریز	** / ۰.۳۴۵ -	* / ۰.۱۸۵ -	- / ۰.۱۱۵	** / ۰.۲۸۹ -
تهران	** / ۰.۳۸۹ -	* / ۰.۱۵۳ -	- / ۰.۱۲۶	** / ۰.۱۹۳ -
زاهدان	- / ۰.۱۱۷	/ ۰.۰۱۲	/ ۰.۰۴۶	/ ۰.۰۱۹
انزلی	** / ۰.۳۳۵ -	* / ۰.۱۸۱ -	- / ۰.۱۸۲	- / ۰.۲۶۹
بندرعباس	* / ۰.۱۹۷ -	/ ۰.۰۱۴	* / ۰.۰۴۳	** / ۰.۰۳۳

(** ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ * ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

جدول ۳- ضرایب همبستگی دوره‌ای دماهای کمینه‌ی ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در دوره‌ی آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

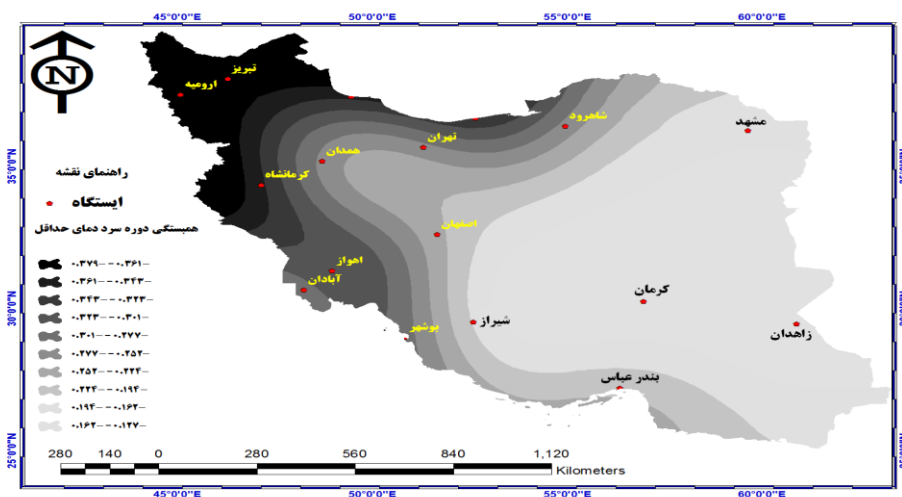
ایستگاه	دوره سرد	دوره گرم
آبادان	** / ۰.۲۹۳ -	* / ۰.۱۲۷ -
اهواز	** / ۰.۳۱۶ -	** / ۰.۲۱۰ -
بابلسر	** / ۰.۳۴۱ -	- / ۰.۱۱۳
بوشهر	** / ۰.۲۸۸ -	** / ۰.۱۷۶ -
اصفهان	** / ۰.۲۳۲ -	- / ۰.۰۹۷
همدان	** / ۰.۲۷۱ -	- / ۰.۰۵۲
کرمان	- / ۰.۱۲۸	** / ۰.۲۳۹
کرمانشاه	** / ۰.۳۴۷ -	** / ۰.۱۸۵ -
مشهد	** / ۰.۱۷ -	- / ۰.۰۱۷
ارومیه	** / ۰.۳۷۹ -	** / ۰.۱۹۵ -

ادامه جدول ۳

۰۵۵/۰-	**۲۶۸/۰-	شاهرود
۰/۰۲۱	-۰/۱۹۱ **	شیراز
-۰/۱۴۹ *	-۰/۳۷۵ **	تبریز
-۰/۱۵۳ *	-۰/۲۷۰ **	تهران
۰/۰۵۹	-۰/۱۲۷	زاهدان
-۰/۲۴۱ **	-۰/۳۴۸ **	انزلی
۰/۰۶۷	-۰/۲۱۶ **	بندرعباس

(** ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ * ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

در جدول (۳) به بررسی مقادیر ضرایب همبستگی دوره‌های سرد و گرم دمای کمینه ایستگاه‌های ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر پرداخته شد. نتایج بررسی ارتباط دوره‌های سرد و گرم دماهای کمینه با شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بیانگر ارتباط قوی دوره‌ی سرد اکثر ایستگاه‌ها با الگوی مطالعاتی بوده و همچنین ارتباط نسبتاً ضعیف دوره‌ی گرم دماهای کمینه با شاخص دریای شمال-خزر می‌باشد. مطابق جدول ۳ در دوره‌ی سرمایی دمای کمینه‌ی تمامی ایستگاه‌های کشور به استثناء ایستگاه‌های کرمان و زاهدان، دارای ارتباط منفی و معنی‌دار در سطح اطمینان ۱ درصد با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر می‌باشند. در این میان ایستگاه‌های شمالی حاشیه‌ی دریای خزر و همچنین ایستگاه‌های شمال‌غربی و غربی دارای بالاترین مقادیر ارتباط معنی‌دار با شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بودند.



شکل ۷: همبستگی مکانی دوره سرد دمای حداقل ایران با الگوی پیوند از دور دریای شمال خزر در طول دوره‌ی آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

در این دوره، ایستگاه‌های ارومیه، تبریز و انزلی هر کدام به ترتیب به میزان ۰/۳۷۹-، ۰/۳۷۵- و ۰/۳۴۸- دارای بیش‌ترین میزان ضرایب همبستگی با شاخص NCP بودند. مقادیر همبستگی مکانی ایستگاه‌های کشور در دوره‌ی سرمای‌ی با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در قالب نقشه پهنه‌بندی و در شکل ۷ نشان داده شده است.

مقایسه دماهای کمینه‌ی ایران در دو فاز مثبت و منفی

دماهای کمینه ایران با فازهای مثبت و منفی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در ماه فوریه مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل در جدول ۴ درج گردیده است. تأثیر الگوی دریای شمال-خزر بر دماهای کمینه‌ی ایران در ماه فوریه در دو فاز مثبت و منفی این شاخص در سال ۱۹۵۹ با فاز مثبت و در سال ۱۹۷۰ با فاز منفی در شکل ۸ مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. ملاحظه می‌شود که دمای کمینه‌ی ایستگاه‌های مورد مطالعه در ماه فوریه در دو سال متفاوت که یکی فاز مثبت شاخص الگوی دریای شمال-خزر و دیگری فاز منفی این شاخص هستند، بسیار متفاوت بوده و دماهای کمینه در سالی که شاخص الگو در فاز مثبت قرار داشته، به مراتب کم‌تر از سالی است که شاخص منفی می‌باشد؛ به عبارت دیگر در سال‌هایی که الگوی NCP در فاز مثبت قرار داشته است در ایستگاه‌های کشور میزان دماهای حداقل ارقام پایین‌تر و یا به عبارت بهتر دماهای سردتری رخ داده است. تنها ایستگاه بندرعباس به‌عنوان جنوبی‌ترین ایستگاه کشور می‌باشد که میزان دمای آن در دو فاز مثبت و منفی برابر است؛ بنابراین الگوی NCP بر میزان دمای حداقل بندرعباس در دو فاز متفاوت به دلیل دوری از مراکز عمل الگوی دریای شمال-خزر بی‌تأثیر بوده است.

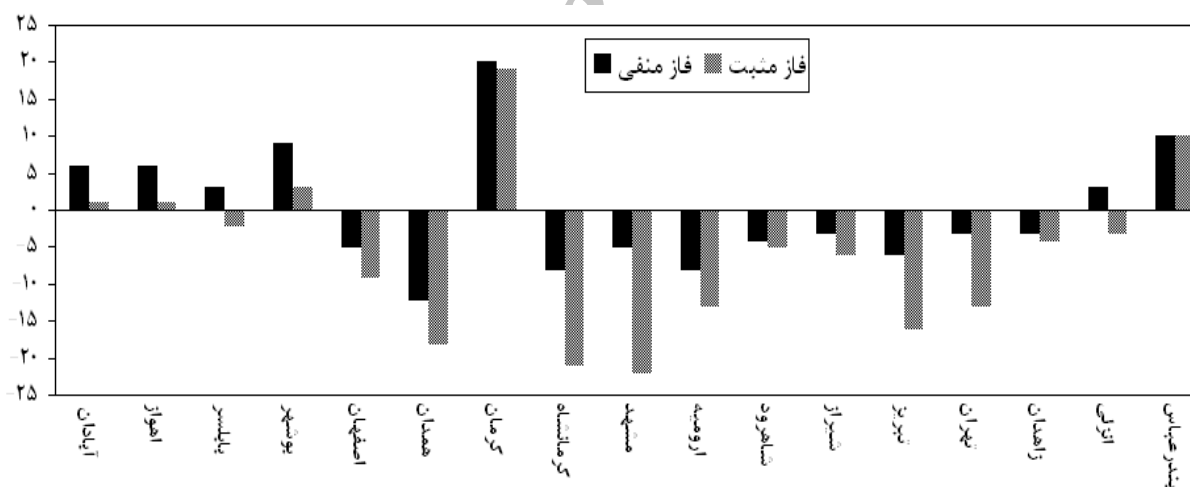
جدول ۴- مقایسه‌ی دماهای کمینه‌ی ماه فوریه در دو فاز مثبت (سال ۱۹۵۹) و فاز منفی (۱۹۷۰)

ایستگاه	دمای حداقل ماه فوریه (درجه سانتی‌گراد)	
	سال ۱۹۵۹	سال ۱۹۷۰
	فاز مثبت	فاز منفی
آبادان	۱	۶
اهواز	۱	۶
بابلسر	-۲	۳
بوشهر	۳	۹
اصفهان	-۹	-۵
همدان	-۱۸	-۱۲
کرمان	۱۹	۲۰
کرمانشاه	-۲۱	-۸

ادامه جدول ۴

مشهد	-۲۲	-۵
ارومیه	-۱۳	-۸
شاهرود	-۸	-۴
شیراز	-۶	-۳
تبریز	-۱۶	-۶
تهران	-۱۳	-۳
زاهدان	-۴	-۳
انزلی	-۳	۳
بندرعباس	۱۰	۱۰
میانگین	-۵/۷	۰

همان‌گونه که جدول مقادیر دما نشان می‌دهد، میانگین دمای حداقل ایستگاه‌ها در فاز مثبت ۵/۷- درجه سانتی‌گراد بوده اما در فاز منفی به ۰ درجه سانتی‌گراد رسیده است که این وضعیت نشان‌دهنده‌ی اختلاف ۵/۷ درجه‌ای دماهای حداقل کشور در فازهای مثبت و منفی الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر است.



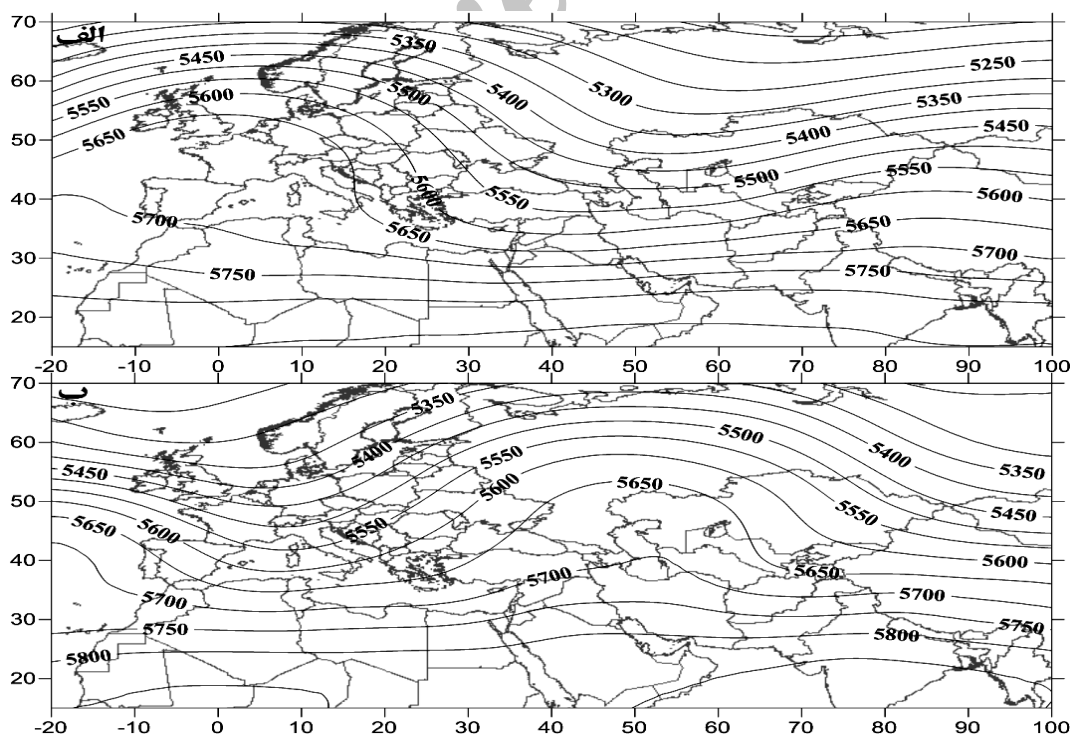
شکل ۸: مقایسه دماهای حداقل ایران در سال‌های ۱۹۵۹ با فاز مثبت و ۱۹۷۰ با فاز منفی شاخص الگوی دریای شمال-خزر در ماه فوریه در طی دوره‌ی آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰

ارتباط سینوپتیک

برای نشان دادن اثر الگوهای پیوند از دور بر عناصر اقلیمی همچون دما و بارش، نباید فقط به بیان و آشکارسازی آماری اکتفا کرد و حتماً بایستی مستندات اقلیمی ارتباط را نیز در کنار شواهد آماری مدنظر قرارداد.

برای نشان دادن وضعیت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در فازهای مثبت و منفی الگوی پیوند از دور دریای شمال خزر، نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل فازهای شدیدتر از ارقام ± 2 انتخاب و ترکیب متوسط نقشه‌های مذکور ترسیم گردید. که در شکل ۹ قابل مشاهده می‌باشد.

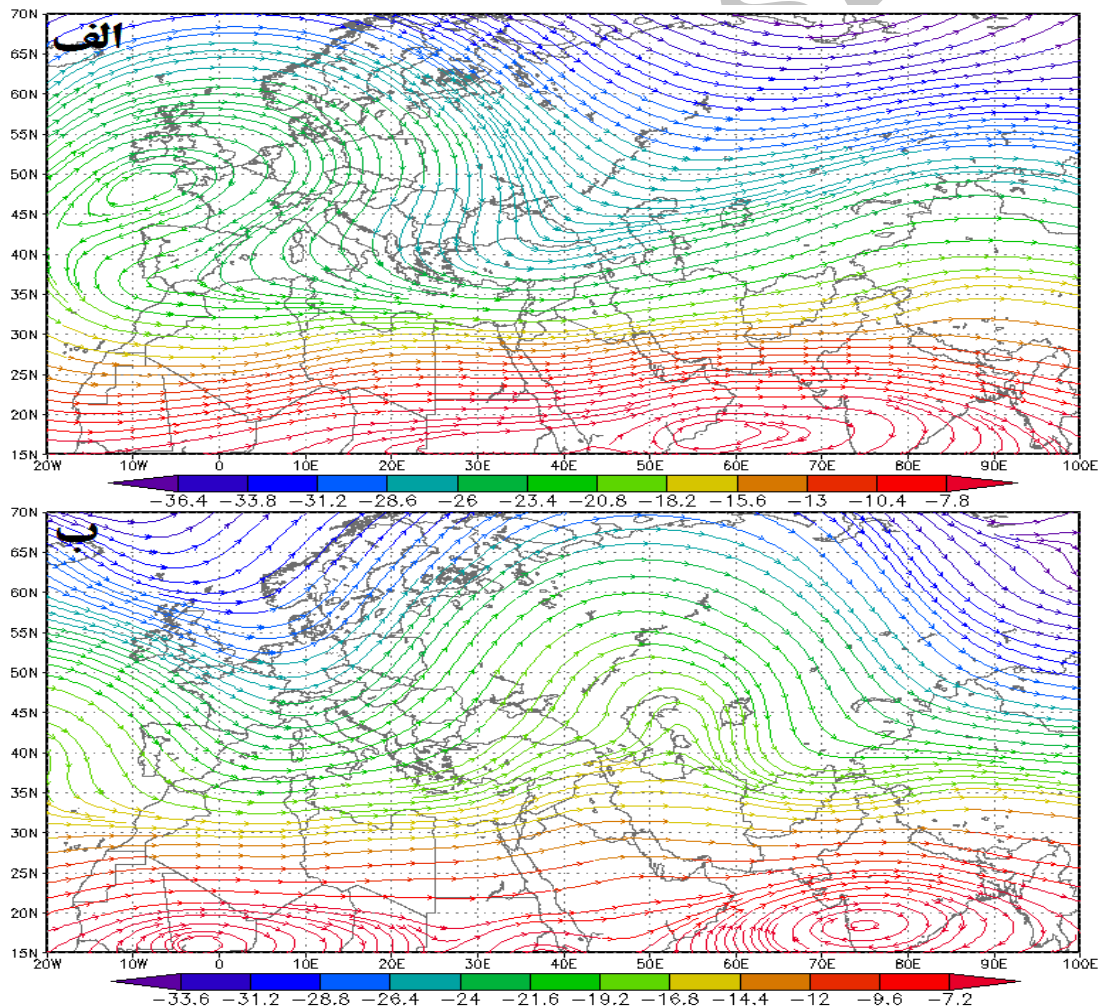
ترسیم و تحلیل نقشه‌های مربوط به خطوط ارتفاعی ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در طی فازهای شدید منفی و مثبت بیانگر کاهش دمای ایستگاه‌های ایران و وقوع دماهای سرد در فاز مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر است که علت آن انتقال دماهای بسیار سرد عرض‌های شمالی، از نواحی جنب قطب و اروپا توسط فرودی بسیار بلند است. ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به سمت عرض‌های جنوبی در فاز مثبت منجر به رخداد دماهای بسیار سرد در کشور ایران شده است. از طرفی شکل (۹-ب) نشان می‌دهد که به هنگام قرار گرفتن الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در فاز منفی، بادهای غربی با وزش ضعیف مداری از عرض‌های پایین‌تر جغرافیایی موجب انتقال هوای گرم و خشک بیابان‌های آفریقا و عراق به سمت کشور ایران شده و در نهایت منجر به وقوع دماهای بسیار گرم می‌شوند. همان‌گونه که در نقشه مشاهده می‌شود در فاز منفی خطوط منحنی‌های میزان تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارای انحنای بسیار ضعیف‌تر و کم‌عمق‌تر نسبت به فاز مثبت بوده و تا حدودی زیادی وزش مداری است.



شکل ۹: الگوی متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ به ترتیب برای الف: فازهای مثبت شدید و ب: فازهای خیلی منفی

نگاشت و تفسیر نقشه‌های وزش دمایی در فازهای مثبت و منفی (آوریل ۱۹۵۰) وضعیتی کاملاً برعکس و قرینه را در دو فاز مذکور نشان می‌دهد. برای بررسی وضعیت جو و وزش دما در دو فاز مذکور دو نمونه مطالعاتی از فازهای شدید ترکیبی را که دارای بیش‌ترین همبستگی و در نتیجه شباهت با الگوی متوسط فازهای منفی و مثبت بودند برای ترسیم و تحلیل نقشه انتخاب گردیدند. این دو نمونه عبارت از: مارس ۱۹۵۳ برای فاز مثبت و آوریل ۱۹۵۰ برای فاز منفی هستند.

وضعیت میدان باد و نحوه جریان هوای سرد در فاز مثبت و انتقال هوای گرم در فاز منفی به‌سوی ایران که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، کاملاً بر الگوی متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ترسیم شده در شکل ۹ منطبق می‌باشد.



شکل ۱۰: وزش و انتقال دمای جو در تراز ۵۰۰ الف: فاز مثبت (مارس ۱۹۵۳)، ب: فاز منفی (آوریل ۱۹۵۰)

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با استفاده از روش ساده آماری همبستگی پیرسون به تحلیل ارتباط بین دماهای کمینه ایران و الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر پرداخته شد. نتایج نشان داد که الگوی دریای شمال-خزر بر نوسان‌پذیری دماهای کمینه کشور تاثیرگذار است که این تاثیر در دمای کمینه‌ی ماه‌های ژانویه، مارس و فوریه معنی‌دار و قوی‌تر است. بررسی فصلی ارتباط دماهای حداقل با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر نیز حاکی از ارتباط قوی دمای کمینه‌ی فصل زمستان با شاخص مذکور می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از بررسی ارتباط دوره‌های سرد و گرم دماهای کمینه با شاخص دریای شمال-خزر نیز بیانگر ارتباط قوی دمای کمینه‌ی دوره‌ی سرد در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه با شاخص است. ارتباط دوره‌ی گرم دمای حداقل با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بسیار ضعیف بوده و فقط در تعداد محدودی از ایستگاه‌ها معنی‌دار می‌باشد. در ادامه مقایسه‌ی دمای کمینه‌ی ایستگاه‌ها در دو فاز مثبت و منفی شاخص در طول دوره‌ی آماری به اثبات این مهم انجامید که ارقام دمای حداقل کشور در فاز مثبت کمتر از دمای حداقل ایستگاه‌ها در فاز منفی است. تحلیل همبستگی مکانی ایستگاه‌ها حاکی از آن است که ایستگاه‌های نیمه‌ی شمالی، شمال‌غربی، غربی و جنوب‌غربی با توجه به فاصله‌ی کمتر و نزدیکی به مراکز عمل دریاهای شمال و خزر نسبت به ایستگاه‌های جنوبی و شرقی، به میزان بیش‌تری تحت تاثیر الگوی مورد مطالعه می‌باشند. همچنین در این پژوهش تنها به آشکارسازی آماری بسنده نشده و به لحاظ سینوپتیک نیز اثر الگوی دور پیوند دریای شمال-خزر بر دمای کمینه‌ی ایران مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل‌های سینوپتیک نشان داد که در فاز مثبت شاخص، استقرار پشته‌ی عمیق بر روی اروپا و دریای شمال و همچنین قرارگیری ایران در زیر محور ناوه و انتقال هوای سرد عرض‌های بالا موجب سرمایش هوای ایران در فاز مثبت شده است. این وضعیت در فاز منفی برعکس می‌باشد. در فاز مثبت ضخامت جو برخلاف فاز منفی در ایران کمتر است. در فاز مثبت وزش دماها از سمت اروپا و جنب قطب به طرف ایران بوده در حالی که در فاز منفی مسیر وزش بادهای وارد شده به ایران غربی و جنوب‌غربی و از سمت عربستان و عرض‌های جنوبی است؛ بنابراین پژوهش حاضر نشان داد که الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در نوسان‌پذیری دماهای کمینه‌ی ایران چه در مقیاس ماهانه، چه فصلی و چه دوره‌ای نقش بسزایی دارد. در پایان لازم به ذکر است که با توجه به این‌که شرایط دمایی ایران متأثر از عوامل مختلف و همچنین

الگوهای مختلف پیوند از دور می‌باشد، لذا شرایط دمایی ایران تنها متاثر از الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر نیست و لازم است که عوامل تاثیرگذار دیگر مورد بررسی جامع و دقیق قرار گیرند.

Archive of SID

منابع

- خسروی، م؛ کریمی خواجه‌لنگی، ص؛ سلیقه، م (۱۳۸۶)، «ارتباط شاخص نوسان قطبی با نوسان‌های دمای ایستگاه شهرکرد»، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۹، صص ۲۵-۳۶.
- عزیزاده، الف؛ عرفانیان، م؛ انصاری، ح (۱۳۹۰)، «بررسی الگوهای پیوند از دور مؤثر بر پارامترهای بارش و دما ایستگاه مشهد»، *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، شماره ۲، صص ۱۷۶-۱۸۵.
- غیور، ح؛ عساکره، ح (۱۳۸۱)، «مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶۴-۶۳، صص ۹۳-۱۱۳.
- فلاح قالهری، غ.ع (۱۳۹۰)، «ارزیابی نقش تغییرات سیگنال‌های اقلیمی بر نوسان‌های بارش بهاره؛ تحقیق موردی استان خراسان رضوی»، *مجله فیزیک زمین و فضا*، شماره ۳، صص ۱۵۵-۱۷۱.
- قویدل‌رحیمی، ی؛ حاتمی زرنه، د؛ رضایی، م (۱۳۹۲)، «نقش الگوی پیوند از دور جو بالای دریای شمال-مازندران در تغییرات زمانی بارش سواحل جنوبی دریای خزر»، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، شماره ۳۱، صص ۲۹-۴۶.
- کاکاپور، س (۱۳۹۰)، «تحلیل اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر بر نوسانات بارش مناطق شمال غرب و غرب ایران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- Ciarlo, M., (2008), "Investigating relationships between Oscillation Patterns around Europe and their influence on aerosol transport using a Regional Climate Model (RegCM4)", MSc thesis, Faculty of Science, University of Malta, Malta.
- Ghasemi, A., Khalili, D., (2008), "The effect of the North Sea-Caspian pattern (NCP) on winter temperatures in Iran", *Theor. Appl. Climatol*, 92: 59-74.
- Göktürk, O.M., Karaca, M., (2006), "Influence of North Sea – Caspian pattern on the hydro climate of Turkey", *Geophysical Research Abstracts*, 8: 314-329.
- Gündüz, M., E, Özsoy., (2005), "Effects of the North Sea Caspian pattern on surface fluxes of Euro-Asian-Mediterranean seas", *Geophysical Research Letter*, 32: 2170-2185.
- Hatzaki, M., H.A, Flocas, P., Maher as, D., Asimakopoulos, N., Giannakopoulos, C., (2006), "Study of future climatic variations of a teleconnection pattern affecting Eastern Mediterranean", *Global NEST Journal*, 8 (3): 195-203.
- Kutiel, H., Benaroch, Y., (2002), "North Sea-Caspian Pattern (NCP)- an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition", *Theoretical and Applied Climatology*, 71: 17-28.

- Kutiel, H., Türkes, M., (2005), "New evidences for the role of the North Sea–Caspian Pattern on the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey", *Geografiska Annaler*, 87 (4): 501–513.
- Sen, O., Unal, A., Bozkurt, D., Kindap, T., (2011), "Temporal changes in the Euphrates and Tigris discharges and teleconnections", *Environmental Research Letter*, 6 (2): 1-9.
- Tatly, H., (2007), "Synchronization between the North Sea–Caspian pattern (NCP) and surface air temperatures in NCEP", *International Journal of Climatology*, 27: 1171–1187.
- Wallace, J.M, Gutzler, D.S., (1981), "Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter", *Monthly Weather Review*, 109: 784-812.
- Yetmen, O., Yalcin, T., (2009), "Climatic parameters and evaluation of energy consumption of the Afyon geothermal district heating system", Afyon, Turkey, *Renewable Energy*, 34: 706–710.

Archive of SID