



Research Paper

Analysis of Simultaneous Occurrence of North Atlantic and North fluctuation Phases with Enso Phases and its Effect on Winter Temperature in Iran

Vahid Khojaste Gholami ^a, Broumand Salahi ^{b*}, Gholamhassan Mohammadi ^c

^a. Ph.D. student of Hydrology and Meteorology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

^b. Professor of Department of Natural Geography, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

^c. Ph.D. in Hydrology and Meteorology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Extended Abstract

Introduction

Among climatic elements, temperature measurement is essential. Analysis of temperature changes can reveal the climatic realities of any region. Due to Iran's location in the subtropical region, severe temperature changes are its inherent features, so it is necessary to predict and monitor air temperature. Temperature fluctuations on a global scale are somewhat affected by Tele-connections. Tele-connections are intermittent anomalies that affect atmospheric patterns on a planetary scale and have an extended return period. Southern Oscillation is one of the leading indicators of global climate variability on an annual time scale and affects the Iranian climate by changing pressure patterns. The North Atlantic Oscillation (NAO) is the most prominent pattern of Tele-connections in the Northern Hemisphere, indicating the pressure difference between the northern latitudes (Iceland region) and the temperate latitudes (Azores region). Arctic Oscillation is the first active Tele-connection pattern in the subtropical region mid-winter. The Earth's climate is not constant and environmental changes can result from changing climate systems. The behavior of a climatic pattern in each region is associated with Tele-connection patterns. The main purpose of this study was to determine the role of simultaneous occurrence between NAO and AO Tele-connections with SOI on winter temperature in Iran.

Methodology

In this study, the average monthly temperature data of 100 selected stations in Iran from the Islamic Republic of Iran Meteorological Organization (IRIMO), and Tele-connection indices including MEI, NAO and AO from the National-Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) for the thirty-year statistical period (1949-1988) were received and used as baseline data. First, all data were sorted by climatic seasons (December-January and February). Monthly normalized data were entered into STATISTICA software as the dependent variable, and Tele-connection data were entered as the independent variable to determine Pearson correlation coefficients. Since the main purpose of this study was to investigate the simultaneous effect of North Atlantic Oscillation and Arctic Oscillation with Enso Tele-connection, the positive and negative phases of the mentioned Tele-connection were identified. Thus, numbers smaller than -0.5 negative phase, between -0.5 to 0.5 neutral phase, and greater than 0.5

* . Corresponding author (salahi@uma.ac.ir)

<http://doi.org/10.22059/JPHGR.2022.340146.1007686>

Received: 27 June 2022; Received in revised form: 2 September 2022; Accepted: 28 October 2022

Copyright © 2022 The Authors. Published by University of Tehran. This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

positive phase were considered. In the next step, the monthly temperature anomalies for the mentioned months were calculated, and the distribution of its anomalous changes in GIS software was zoned by the Inverse distance weighting (IDW) method. According to the results of correlation coefficients and the results observed in temperature anomaly maps, diagrams of the trend of changes in Tele-connection indices compared with the anomalies of changes in the average temperature of the studied stations were drawn. The results indicated that the simultaneous occurrence of the La-Nina phenomenon with the positive phases of the northern hemispheres provides the conditions for the intensification and development of cold in Iran, especially during January and February, and it is almost unlikely to expect a warm winter in this case. Comparing the trend of changes in Iran's average winter temperature with the trend of changes in North Atlantic Oscillation, Arctic Oscillation and Enso multivariate index in December, January, and February showed that in recent years, the average temperature change in December remained constant, but in January and February has been increasing for a variety of reasons, including climate change, climate change patterns, and teleportation. The gradual decrease of the North Atlantic oscillation indices, especially the Arctic oscillation, during January and February coincided with the increase in temperature, so the average temperature of Iran was normal and more than expected during the simultaneous occurrence of the negative phases of the North Atlantic oscillation indices.

Results and Discussion

This study's results showed a significant inverse relationship between NAO and AO Tele-connections with temperature in the northern and western parts of Iran, especially in February and January. The highest correlation between temperature and AO index was observed in Tabriz station (up to -0.66). However, no significant relationship was observed between the MEI index and temperature in most regions of Iran (except the southern strip). The critical result of this study is to reveal the role of separate phases of northern Tele-connections on winter temperature changes in Iran. The results showed that the positive phases of AO and NAO reduce the temperature of the northern and western parts of Iran. During severe positive phases of AO and NAO, the temperature anomalies of most parts of Iran change below normal. The results also showed that warm winters are associated with negative phases of northern indices in the under-study period. Also, the simultaneous occurrence of La-Nina and El-Nino phenomena with positive and negative phases of NAO and AO causes temperatures below or above normal in most central and southern regions of Iran. The simultaneous occurrence of El-Nino and La-Nina phenomena with neutral phases of North Atlantic oscillation and Arctic oscillation moderates the temperature of Iran and reduces the possibility of widespread and severe positive and negative anomalies. The occurrence of El-Nino phenomenon with neutral phases of NAO and AO has caused the occurrence of normal and higher-than-normal temperatures in the eastern and southeastern half of Iran. The results also showed that the La-Nina phenomenon with neutral phases of NAO and AO causes normal and higher than normal temperatures in the western half, especially in the northwestern regions.

Conclusion

The results showed that El-Nino and La-Nina phenomena do not have a direct and definite effect on winter temperatures in Iran. The simultaneous occurrence of La-Nina phenomenon with positive phases of North Atlantic oscillation and Arctic oscillation provides the conditions for a sharp decrease in winter temperature. It causes normal and below-normal temperatures in most parts of Iran. In contrast, the El-Nino phenomenon with negative phases of NAO and AO causes normal and higher-than-normal temperatures in Iran's central and southern regions. Contrary to these conditions, the simultaneous occurrence of El-Nino and La-Nina phenomena with the neutral phases of NAO and AO causes a normal temperature in winter in Iran, and the possibility of a below-normal temperature, in this case, is improbable.

Keywords: Enso, Tele-connection, North Atlantic oscillation, Winter Temperature, Iran.

تحلیل رخداد هم‌زمان فازهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با فازهای انسو و تأثیر آن بر دمای زمستانه ایران

وحید خجسته غلامی - دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
برومند صلاحی^۱ - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
غلام‌حسن محمدی - دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

هدف این مطالعه بررسی نقش هم‌زمان دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با نوسان جنوبی بر دمای فصل زمستان در ایران است. بدین منظور، از داده‌های دمایی ۱۰۰ ایستگاه هواشناسی در دوره آماری ۲۰۱۹-۱۹۸۸ استفاده شد. با اعمال چند روش آماری و توصیفی و استفاده از GIS، نقش شاخص‌های مذکور بر دمای فصل زمستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارتباط معکوس و معنی‌داری بین شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) و به‌ویژه نوسان قطبی (AO) با دمای نیمه شمالی و غربی ایران بخصوص در ماه‌های ژانویه و فوریه وجود دارد؛ به‌طوری‌که بیشترین ضریب همبستگی در ایستگاه تبریز با AO به مقدار ۰/۶۶- مشاهده گردید. در کل، هنگام رخداد هم‌زمان فازهای مثبت حدی AO و NAO، بی‌هنجاری دمایی اغلب مناطق ایران به سمت نرمال و کمتر از نرمال تغییر پیدا می‌کند. نتایج نشان داد که هم‌زمانی رخداد پدیده لانینا (النینو) با فازهای مثبت (منفی) NAO و AO باعث وقوع دمای کمتر از نرمال (بیشتر از نرمال) در اغلب نواحی مرکزی و جنوبی ایران می‌شود درحالی‌که برخلاف این حالت، هم‌زمانی فازهای خنثی AO و NAO با پدیده‌های النینو و لانینا موجب رخداد دمای نرمال شده و احتمال وقوع بی‌هنجاری دمایی زیر نرمال با پوشش مکانی گسترده، کاهش می‌یابد.

واژه‌گان کلیدی: انسو، ایران، دمای زمستانه، دور پیوند، نوسان اطلس شمالی.

مقدمه

اولین بار در مطالعات آب‌وهوایی آنگستروم^۱ (۱۹۳۵) واژه دور پیوند را به کار برد. این واژه معادل فارسی واژه لاتین (tele) به معنای دور و (connection) به معنای پیوند می‌باشد. الگوهای دور پیوند برای پیش‌بینی میانگین شرایط جوی در دوره‌های زمانی بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرند (Upper brink, 1997). تغییرات در یک پدیده دور پیوندی با تغییر و بی‌هنجاری گردش بزرگ‌مقیاس و نیمکره‌ای نمود دارد (دوستان، ۱۳۹۷: ۶۲۵). گیلبرت واکر^۲ به‌عنوان یکی از پیشگامان عرصه پژوهش در الگوهای دور پیوند بود که می‌خواست با بررسی موضوع دور پیوند در درازمدت پیش‌بینی‌های مفیدی انجام دهد (امیدوار، ۱۳۸۹: ۲۸۵). در علوم جوی رابطه بین الگوهای گردشی در نقاط دور و ارتباط آن‌ها با آب‌وهوای مناطق مختلف دور پیوند نامیده می‌شود (علیچانی، ۱۳۸۱: ۲۱۶)؛ که یکی از ویژگی‌های آب‌وهوایی در مقیاس جهانی است (صلاحی و حاجی‌زاده، ۱۳۹۲: ۱۲۰). با توجه به پیچیدگی شدید عوامل اقلیمی به‌ویژه در عملکرد هرساله آن‌ها لزوم انجام پژوهش در آشکارسازی فرآیندهای اثرگذار بر آن‌ها ضروری است (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۲). در میان عناصر اقلیمی اندازه‌گیری دما در مقایسه با سایر عناصر اقلیمی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا دما یک عنصر گرمایشی - پویایی جو است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۳۰)؛ که یکی از عناصر مهم در کاربردهای اقلیمی و آب‌شناسی محسوب می‌شود (Calvo et al, 2009, 12). این عنصر تحت تأثیر الگوها و پدیده‌های جوی به‌سرعت دچار تحول می‌شود و به پویایی جو بشدت حساسیت نشان می‌دهد (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۲)؛ بنابراین یکی از عمده‌ترین و اساسی‌ترین عوامل در تعیین نقش و پراکندگی بقیه عناصر اقلیمی و یکی از شاخص‌های اصلی در پهنه‌بندی و طبقه‌بندی اقلیمی بشمار می‌رود. به همین دلیل، بررسی تغییرات دمایی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف، بخش زیادی از تحقیقات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۶). با توجه به موقعیت قرارگیری ایران در منطقه جنب حاره، تغییرات دمایی شدید از ویژگی‌های ذاتی آن به شمار می‌رود (مسعودیان، ۱۳۸۳: ۹۲) لذا پیش‌بینی و پایش شرایط اقلیمی آن امری ضروری است. تاکنون پژوهش‌های گوناگونی در زمینه ارتباط بی‌هنجاری بارش ایران و شاخص‌های دور پیوند صورت گرفته است ولی در این زمینه به دما توجه کمتری شده است (حیدری و خوش‌اخلاق، ۱۳۹۶: ۴۹). میانگین دمای ایران حدود ۱۸ درجه سلسیوس است، اما در فصل زمستان به دلیل تنوع سامانه‌های همدیدی مؤثر، اختلاف بین سردترین و گرم‌ترین نقاط کشور افزایش می‌یابد (اکبری و مسعودیان، ۱۳۸۸: ۱۲۰). دما از عوامل اصلی و اساسی در طبقه‌بندی اقلیمی بوده و پیش‌بینی آن دارای اهمیت زیادی است (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۴۰). افت‌وخیز دما در مقیاس جهانی کم‌وبیش تحت تأثیر دور پیوندها می‌باشد (غیور و عساکره، ۱۳۸۱: ۱۱۰۰۹). الگوهای دور پیوند ناهنجاری‌های متناوب و مداومی می‌باشند که بر روی الگوهای جوی و به‌ویژه فشار در مقیاس سیاره‌ای سطح مناطق وسیعی رخ می‌دهند و دوره بازگشت آن‌ها طولانی‌مدت می‌باشد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۴۶). پس می‌توان دور پیوند را یکی از کلیدهای پیش‌بینی اقلیمی قلمداد کرد (خسروی، ۱۳۸۳: ۱۶۹). نوسان جنوبی شاخصه اصلی تغییرپذیری آب‌وهوای جهان در مقیاس زمانی سالانه می‌باشد (Marianna et al, 2021, 2012). این پدیده یک رویداد جوی-اقیانوسی است که هر ۲ تا ۷ سال رخ می‌دهد و از راه تغییر الگوهای فشار بر روی اقلیم ایران اثر می‌گذارد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۲۵۳). شاخص MEI^۳ معتبرترین نمایه پدیده انسو محسوب می‌شود و مزیت آن نسبت به دیگر شاخص‌های انسو همچون شاخص نوسان جنوبی را می‌توان در کلی بودن عناصر بکار گرفته‌شده در ساختار شاخص و در نتیجه، دقیق بودن آن دانست. همان‌گونه که نوسان جنوبی آشکارترین الگوی دور پیوند نیمکره

1 . Angstrom

2 . Gilbert Walker

3 . Multivariate ENSO Index

جنوبی است، نوسان اطلس شمالی نیز آشکارترین الگوی دور پیوند نیمکره شمالی می‌باشد (رزمجو و همکاران، ۱۳۹۹: ۹۵)؛ که بیانگر اختلاف فشار بین عرض‌های شمالی (منطقه ایسلند) و عرض‌های معتدله (منطقه آزرز) است (Ismail et al, 2020, Midhuna, 2018). نوسان شمالگان اولین الگوی دور پیوندی فعال در منطقه جنب حاره در میانه زمستان است (Hye & Joong, 2016). در خصوص ارتباط سنجی رخداد بارندگی و یا سایر مؤلفه‌های اقلیمی با شاخص‌های دور پیوند مطالعات متعددی در سطح جهان و ایران انجام شده است (لکزشکور و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۰۷) که می‌توان به مطالعات جیانپینگ^۱ و همکاران (۱۹۹۸)، ناظم السادات^۲ و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۶)، پیتر^۳ (۲۰۱۱)، سپالا^۴ و همکاران (۲۰۱۳)، اوپانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۴)، تاکور^۶ و همکاران (۲۰۲۰)، شائولی^۷ و همکاران (۲۰۲۲)، سعید^۸ و همکاران (۲۰۲۲)، صلاحی و همکاران (۱۳۸۶) مسعودیان و همکاران (۱۳۸۸)، جهانبخش اصل و همکاران (۱۳۹۹)، سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۹)، میرزایی و همکاران (۱۳۹۹)، محجوبی (۱۴۰۰) و سیدنژاد گل خطمی (۱۴۰۰) اشاره کرد؛ اما آنچه که در این مطالعات بیشتر جلب توجه می‌کند تمرکز بیشتر آن‌ها بر روی اثر انسو بر روی تغییرپذیری بارش بوده است (محمودی، ۱۳۹۴: ۱۷۶).

نوسان اطلس شمالی در فصل زمستان تأثیر بسزایی بر آب‌وهوای مناطق برون حاره دارد زیرا الگوی جت بادهای غربی و دما را از منطقه آمریکای شمالی تا اوراسیا کنترل می‌کند (Hurrel, 1995: 676). بر اساس مطالعات انجام گرفته در طول استیلای فاز مثبت این شاخص، میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل و به تبع آن دما در ایران کمتر از نرمال است (رضائیان و همکاران، ۱۳۹۴). در حالی که در فاز خنثی عکس این قضیه صادق است (مرادی، ۱۳۸۳). در راستای همین مطالب و بر اساس مطالعات خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷) فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی باعث افزایش بارندگی و کاهش دما در سواحل شمالی دریای خزر می‌شوند. بر اساس مطالعات صورت گرفته رخداد هم‌زمان وقوع پدیده لانینا با فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی شرایط را برای تشکیل بندال از نوع کم ارتفاع بریده در ایران تشدید می‌کند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۷). این مهم دقیقاً مشابه با نتیجه‌گیری قاسمی و خلیلی (۲۰۰۶) در مورد تأثیر شاخص نوسان شمالگان در هنگام رخداد فاز مثبت است که احتمال وقوع دمای زیر نرمال را ۷۰ درصد تبیین می‌کند، در صورتی که بر اساس مطالعه تورکس^۹ و ارلات^{۱۰} (۲۰۰۵) فاز مثبت نوسان اطلس شمالی باعث افزایش دمای هوا در ترکیه می‌شود. در همین راستا (Mathieu et al, 2004) هم‌زمانی وقوع پدیده لانینا با فاز منفی شاخص AO را عامل مهمی در تشدید سرمای زمستانه اروپا می‌دانند. در راستای این مطالعه، (Young & Hye, 2015) با بررسی ارتباط بین شاخص نوسان شمالگان و پرفشار سبیری، افزایش شدت پرفشار سبیری را یکی از عوامل مؤثر بر تشدید فازهای منفی این شاخص عنوان کرده‌اند. نصر اصفهانی و همکاران (۱۳۹۲) علت تغییر در کمیت‌های هواشناختی را در مقایسه با تغییرات شاخص NAO بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که برهمکنش جوی طی فازهای مختلف NAO بر اساس مدل دینامیکی ECHAM5 کاملاً قابل توجه است. هیون^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۸) ترکیب فاز ۶ شاخص مادون-جولیان با فاز مثبت شاخص نوسان شمالگان

- 1 . Jianping
- 2 . Nazemosadat
- 3 . Peter
- 4 . Sepala
- 5 . Ouyang
- 6 . Thakur
- 7 . Shaolei
- 8 . Saeed
- 9 . Turkes
- 10 . Erlat
- 11 . Hyun

را موجب کاهش دمای منطقه جنوب و جنوب غرب آسیا عنوان می‌کنند. زارع ایبانه و بیات ورکشی (۱۳۹۱) در بررسی اثر پدیده انسو بر تغییرات دمای ماهانه و فصلی نیمه جنوبی کشور با استفاده از داده‌های شاخص^۱ SOI و شاخص انتقالی انسو به این نتیجه رسیدند که در مقیاس فصلی فاز لانینا منجر به افزایش چهاردرصدی دمای فصل زمستان می‌شود. پرهیزگار و احمدی گیوی (۱۳۹۱) در مطالعه خود مبنی بر ارتباط نوسان جنوبی با پرفشار جنب حاره در دوره سرد سال بر روی منطقه خاورمیانه به این نتیجه رسیدند که در هنگام رخداد النینو (لانینا)، پرفشار جنب حاره به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر (بالا‌تر) از نرمال خود جابه‌جا می‌شود. محمدی ثابت و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود مبنی بر تبعات پدیده انسو بر دما و بارش شهر مشهد با استفاده از روش همبستگی نشان دادند که در النینوهای شدید افزایش بارش ماهانه با تأخیر ۳ تا ۵ ماهه و در لانیناها شدید کاهش بارش ماهانه با تأخیر ۰ تا ۴ ماه همراه است. قاسمی (۱۳۹۶) در بررسی تغییرات گردش کلی جو طی دو فاز پدیده انسو در نیمه جنوبی ایران با استفاده از تحلیل الگوهای همدیدی به این نتیجه رسید که مهم‌ترین الگوی مؤثر بر نیمه جنوبی ایران در هر دو فاز، پرفشار سیبری می‌باشد که میزان اثرگذاری آن در فاز النینو بیشتر است. گودرزی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی ارتباط شاخص‌های دور پیوند با مؤلفه‌های بارشی و دمایی در ایستگاه همدیدی کرج نشان دادند که شاخص SOI ارتباط بیشتری با مؤلفه‌های بارشی و شاخص MEI ارتباط بیشتری با مؤلفه‌های دمایی دارد که این ارتباط در فصول پاییز و زمستان بیشتر است. با توجه به مطالب گفته‌شده چنین می‌توان نتیجه گرفت که دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی، نوسان شمالگان و نوسان جنوبی بر آب‌وهوای ایران تأثیر داشته که تاکنون مطالعه جامعی مبنی بر تأثیر هم‌زمان آن‌ها بر دمای ایران انجام نشده است و در تمامی مطالعات پیشین، تأثیر یک دور پیوند مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به قرارگیری ایران در منطقه جنب حاره و تغییرپذیری آب‌وهوای این منطقه از دور پیوندهای جوی واقع در نیمکره جنوبی و شمالی، مطالعه تأثیر هم‌زمان الگوهای دور پیوند بسیار ضروری است.

روش پژوهش

در این پژوهش داده‌های میانگین دمای ماهانه ۱۰۰ ایستگاه منتخب از وبگاه سازمان هواشناسی کشور و شاخص‌های دور پیوندی شامل MEI، NAO و AO از وبگاه سازمان اقیانوس‌شناسی آمریکا (NOAA) برای دوره آماری سی‌وسه‌ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۹) به‌عنوان داده‌های پایه دریافت و مورد استفاده قرار گرفته است. ابتدا همه داده‌ها به‌صورت فصول اقلیمی (Murat et.al, 2009; Young and Hye, 2015؛ دوستان، ۱۳۹۷: ۶۲۷) و متناظر با نیاز (دسامبر-ژانویه و فوریه) مرتب‌سازی گردید. داده‌های نرمال شده دمایی ماهانه به‌عنوان متغیر وابسته و داده‌های دور پیوندی به‌عنوان متغیر مستقل جهت تعیین ضرایب همبستگی پیرسون وارد نرم‌افزار STATISTICA گردید (بیات ورکشی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳، فرج زاده و همکاران: ۱۳۹۲: ۳۵). با توجه به این که هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی تأثیر هم‌زمان دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با دور پیوند انسو می‌باشد، فازهای مثبت و منفی دور پیوندهای مذکور، شناسایی گردید، بدین ترتیب که اعداد کوچک‌تر از ۰/۵- فاز منفی، بین ۰/۵- تا ۰/۵+ فاز خنثی و بزرگ‌تر از ۰/۵+ فاز مثبت تلقی گردید.

(Cenk and Turgay, 2019) (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳). جدول شماره ۱، نحوه شناسایی ترکیب‌های ممکن

شاخص‌های دور پیوندی مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۱. تعیین حالت‌های مختلف هم‌زمانی دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با شاخص انسو

| انسو - نوسان شمالگان - نوسان اطلس شمالی | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|--------------------------------------|--------|-------|--------------------------------------|--------|-------|--------------------------------------|--------|-------|-----------|
| التینو - فازهای مثبت نوسان‌های شمالی | | | التینو - فازهای منفی نوسان‌های شمالی | | | لاتینا - فازهای مثبت نوسان‌های شمالی | | | لاتینا - فازهای منفی نوسان‌های شمالی | | | دور پیوند |
| دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | فاز |
| ۱۹۹۴ | ۱۹۹۳ | ۱۹۹۲ | ۲۰۰۲ | ۲۰۱۰ | ۲۰۰۷ | ۱۹۹۹ | ۱۹۸۹ | ۱۹۸۹ | ۱۹۹۵ | ۱۹۹۶ | --- | ماه |
| ۲۰۰۶ | | ۱۹۹۵ | ۲۰۰۹ | | | ۲۰۱۱ | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۷ | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۱ | | سال‌ها |
| ۲۰۱۵ | | | | | | | | | ۲۰۱۰ | | | جمع |
| ۶ | | | ۴ | | | ۶ | | | ۵ | | | |
| انسو - نوسان شمالگان - نوسان اطلس شمالی | | | | | | | | | | | | |
| التینو - فازهای خنثی نوسان‌های شمالی | | | | | | لاتینا - فازهای خنثی نوسان‌های شمالی | | | | | | دور پیوند |
| دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | دسامبر | ژانویه | فوریه | فاز |
| --- | ۲۰۰۳ | ۱۹۹۳ | --- | | | --- | ۱۹۹۹ | ۱۹۹۹ | --- | | | ماه |
| | | ۲۰۰۳ | | | | | | ۲۰۱۲ | | | | سال‌ها |
| | | | | | | | | | | | | جمع |
| ۳ | | | | | | ۳ | | | | | | |

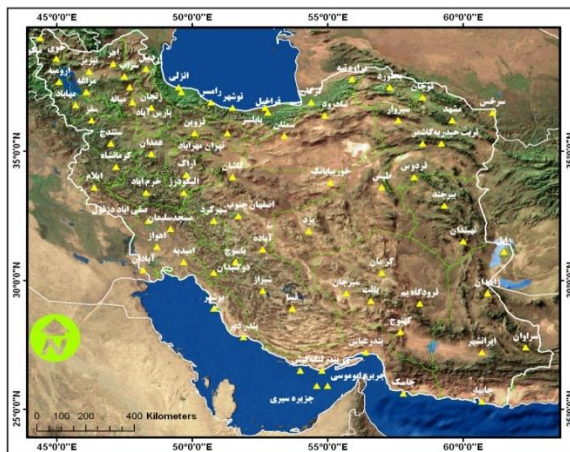
در گام بعدی با شناسایی ماه‌های مندرج در جدول ۱، بی‌هنجاری دمایی ماهانه طبق رابطه ۱ برای ماه‌های مذکور محاسبه و نحوه پراکندگی تغییرات آنومالی در نرم‌افزار GIS به روش معکوس فاصله وزنی IDW (پور غلام و همکاران، ۱۴۰۰) پهنه‌بندی گردید.

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در رابطه فوق Z : بی‌هنجاری دمایی ماهانه، x_i : مقدار دمایی معین برای یک ماه، \bar{x} : میانگین دمایی ماه‌های معین در بازه ۳۳ ساله و δ : انحراف از معیار دمایی ماه‌های فصل زمستان در بازه ۳۳ ساله است. هدف از پهنه‌بندی، شناسایی مکان‌هایی است که به لحاظ داشتن صفت موردنظر یکسان هستند (دارند، ۱۳۹۳: ۷۳). در مرحله آخر با توجه به نتایج حاصل از ضرایب همبستگی و نتایج مشاهده‌شده در نقشه‌های بی‌هنجاری دمایی، نمودارهای روند تغییرات شاخص‌های دور پیوندی در مقایسه با بی‌هنجاری تغییرات میانگین دمایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، ۱۰۰ ایستگاه هم‌دمایی ایران می‌باشد. دوره آماری و ایستگاه‌های مورد مطالعه طوری انتخاب شدند که هم بیشترین طول دوره آماری را شامل شوند و هم به لحاظ گستردگی اغلب نقاط کشور را پوشش دهند. شکل ۱ نام و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

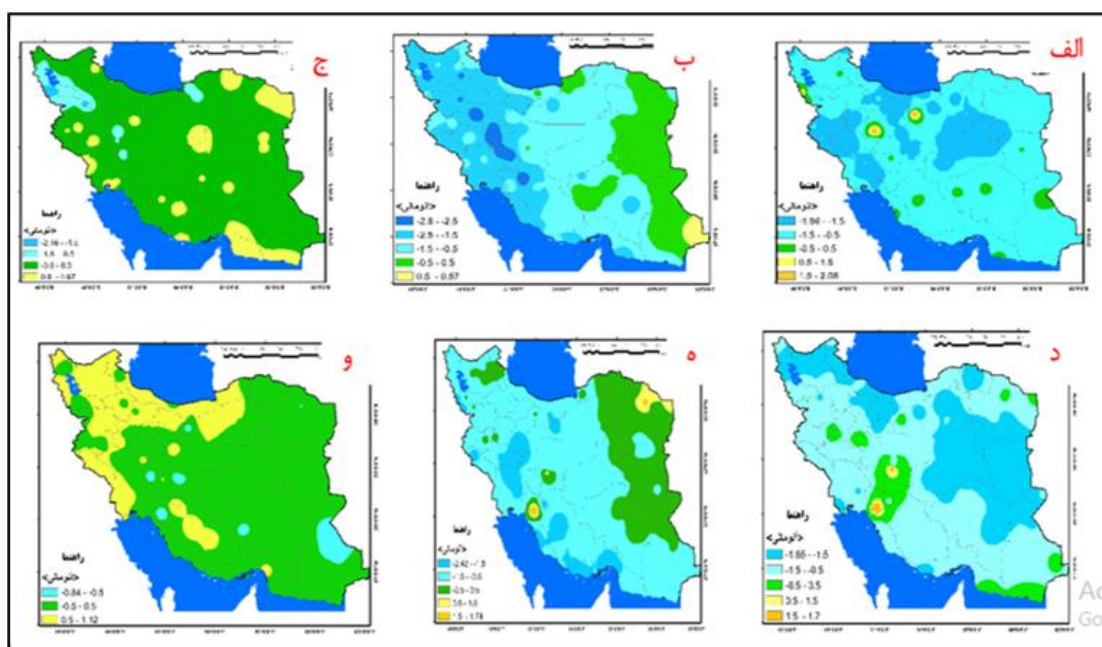


شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

بحث و یافته‌ها

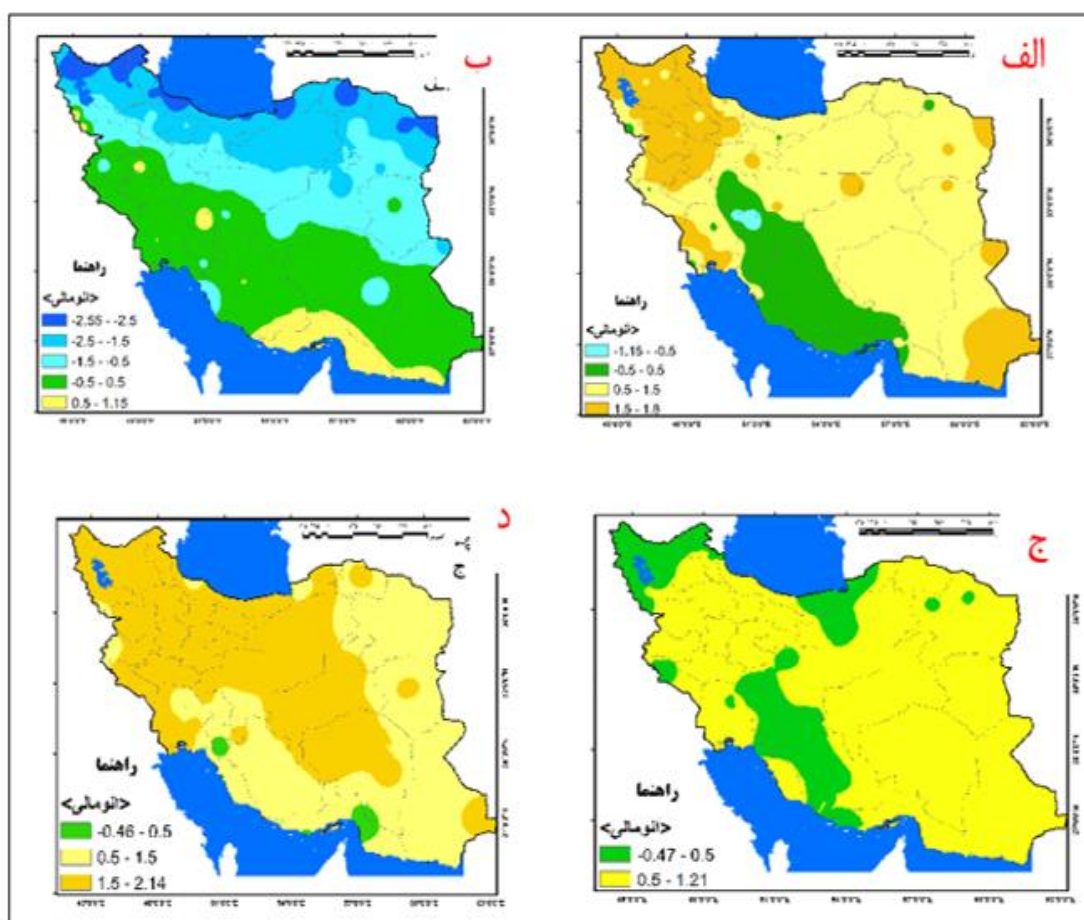
نتایج حاصل از بررسی ارتباط جداگانه بین دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی، نوسان شمالگان و شاخص چندمتغیره انسو با دمای زمستانه ایران نشان داد که ارتباط معکوس و معناداری بین شاخص NAO و بخصوص AO با دمای زمستانه اغلب نواحی به‌ویژه نواحی شمالی و غربی کشور وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین ارتباط در ایستگاه تبریز به مقدار $-0/66$ با شاخص AO محاسبه گردید. برخلاف تأثیر محسوس این دور پیوندها بر دمای کشور، ارتباط معناداری با شاخص MEI در اغلب نواحی به‌جز تعداد بسیار معدودی از ایستگاه‌های واقع در نوار جنوبی مشاهده نگردید.

برای تشخیص تأثیر هم‌زمانی رخداد پدیده النینو با فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان نقشه‌های شکل ۲ ترسیم گردید. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تغییرات بی‌هنجاری دمای ایران در حالت کلی نرمال و زیر نرمال می‌باشد. طی ماه‌های دسامبر و ژانویه غالب مناطق ایران بخصوص ناحیه شمال غرب دمای زیر نرمالی را تجربه کرده است درحالی‌که در بخش‌های شرقی، نوسانات دمایی غالباً در محدوده نرمال بوده است. برخلاف این ماه‌ها، در ماه فوریه، بخش‌های شرقی ایران دمای نرمال و بخش‌های غربی در دو حالت جداگانه دماهای زیر نرمال و بالاتر از نرمال (جزئی) را تجربه کرده‌اند، دامنه تغییرات بی‌هنجاری‌های دمایی در ماه دسامبر تا $2/8$ درجه کمتر از نرمال و در ماه فوریه تا $1/12$ درجه بالای نرمال متفاوت است. به نظر می‌رسد هم‌زمانی فازهای مثبت دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با پدیده النینو طی ماه‌های دسامبر و ژانویه دمای هوا را در اغلب مناطق به سمت زیر نرمال سوق می‌دهد در صورتی‌که برای اواخر فصل زمستان (ماه فوریه) حالت مشخصی از این حیث مشاهده نمی‌شود. از طرفی با توجه به عدم رخداد دماهای بسیار زیاد (بیش از $1/5$ درجه بالاتر از نرمال)، به نظر می‌رسد هم‌زمانی فازهای مثبت نوسانات شمالی با رخداد پدیده النینو شرایط را برای کاهش دما مساعدتر می‌کند. شایان‌ذکر است در نقشه‌های این مقاله، رنگ‌های آبی به‌منزله دمای کمتر از نرمال، رنگ سبز محدوده نرمال و رنگ‌های زرد و نارنجی به‌منزله دمای بیشتر از نرمال است.



شکل ۲. نقشه هنجاری دمای دسامبر ۱۹۹۴ (الف)، ۲۰۰۶ (ب)، ۲۰۱۰ (ج)، ژانویه ۱۹۹۳ (د) و فوریه ۱۹۹۲ (ه) و ۱۹۹۵ (و)

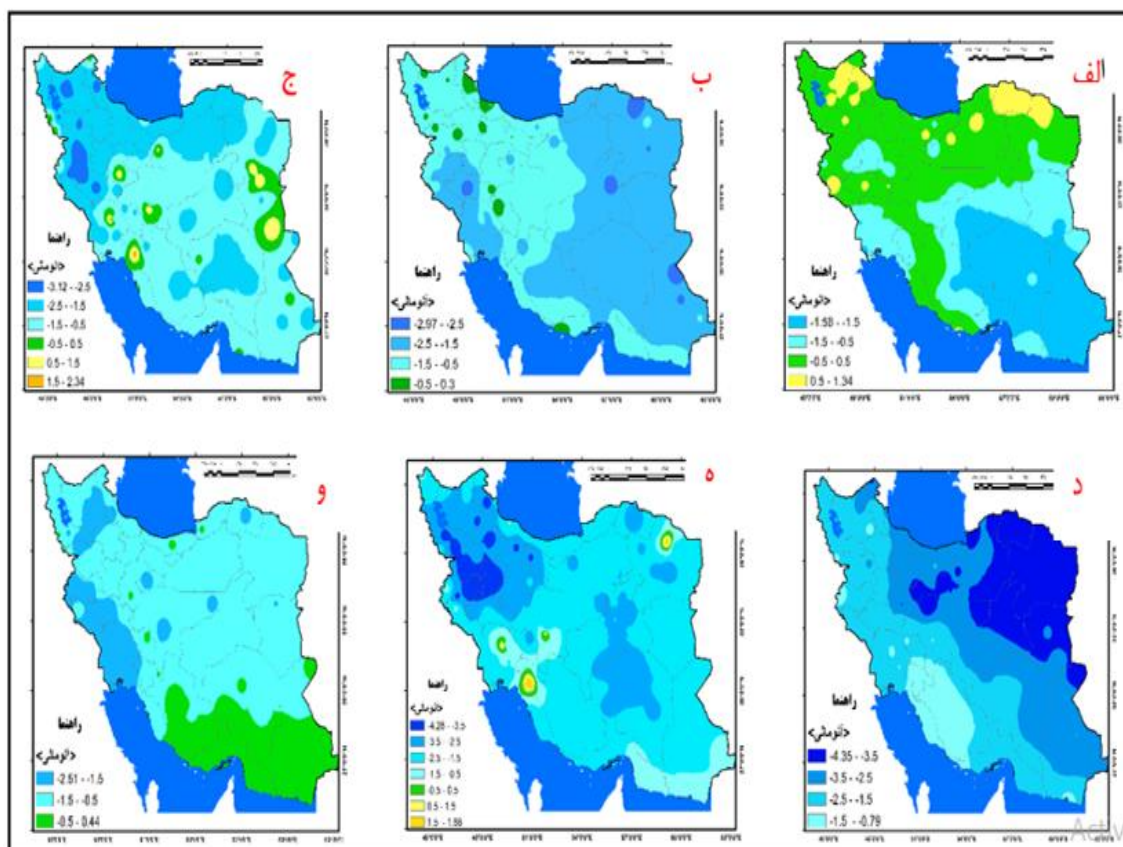
به‌منظور ارزیابی تأثیر هم‌زمان رخداد پدیده النینو با فازهای منفی دور پیوندهای نوسانات اطلس شمالی و شمالگان نقشه‌های شکل ۳ ترسیم گردید. همان‌طور که واضح است در این حالت برخلاف حالت الف، تغییرات دمایی در غالب مناطق کشور به سمت بیشتر از نرمال گرایش پیدا کرده است. دامنه تغییرات دما بین ۲/۱۴ درجه بیشتر از نرمال در ماه ژانویه برای مناطق غربی و شمالی تا ۲/۵۵ درجه کمتر نرمال در ماه دسامبر برای نوار شمالی متغیر می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد که فازهای منفی دور پیوندهای شمالی، غالباً تأثیر خود را به‌صورت افزایش دما بر جای می‌گذارند، به‌طوری‌که گسترش و شدت هوای گرم نسبت به این موقع از سال بیشتر بوده و گرم‌ترین ماه‌های زمستان در این حالت رخ داده‌اند که به‌عنوان نمونه به زمستان گرم سال ۱۳۸۸ می‌توان اشاره نمود. البته در ماه دسامبر در دو حالت جداگانه بخش‌های شمالی ایران کمتر و بیشتر از نرمال را تجربه کرده‌اند. شکل ۳ گویای این واقعیت است که در هیچ‌کدام از ماه‌های مذکور، دما در نواحی جنوبی ایران کمتر از نرمال نبوده و به‌هنگام وقوع هم‌زمان پدیده النینو با فازهای منفی نوسانات شمالی، احتمال رخداد دمای کمتر از نرمال در مناطق جنوبی، جنوب غربی و غربی کشور بسیار کم است.



شکل ۳. نقشه بی‌هنجاری دمای دسامبر ۲۰۰۹ (الف) و ۲۰۰۲ (ب) فوریه ۲۰۰۷ (ج) و ژانویه ۲۰۱۰ (د)

برای مشاهده تأثیر هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای مثبت دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان، نقشه‌های شکل ۴ ترسیم گردید. همان‌گونه که مشخص است در حالت کلی تغییرات دما بخصوص در ماه‌های ژانویه و فوریه در محدوده زیر نرمال بوده است. دامنه نوسانات دما بین ۱/۵۸ درجه بیشتر از نرمال در ماه دسامبر برای مناطق شمالی ایران و ۴/۳۵ درجه کمتر از نرمال برای ماه ژانویه در مناطق شمال شرقی متغیر است. با توجه به نقشه‌ها

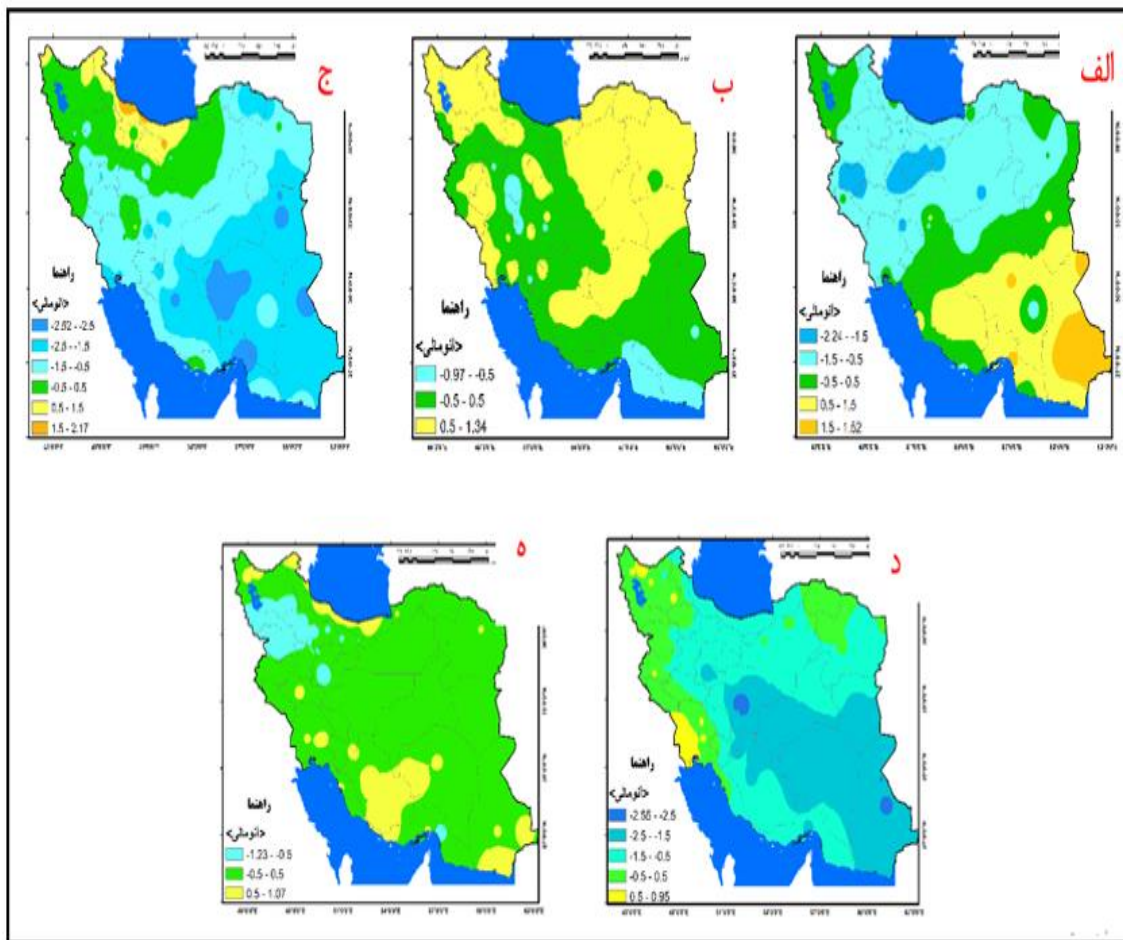
مشخص گردید سردترین زمستان‌ها در این سال‌ها رخ داده است که از جمله می‌توان به زمستان بسیار سرد سال ۲۰۰۸ (۱۳۸۶) اشاره کرد، به طوری که دمای نواحی شمال شرقی و شرقی ایران بیش از ۴ درجه سلسیوس کمتر از نرمال بوده است. نقشه‌ها گویای این واقعیت هستند که رخداد هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای مثبت دور پیوندهای شمالی شرایط را برای تشدید و توسعه سرما بخصوص طی ماه‌های ژانویه و فوریه در ایران فراهم می‌کند و انتظار رخداد زمستان گرم در این حالت تقریباً بعید به نظر می‌رسد.



شکل ۴. نقشه هنجاری دمای دسامبر ۱۹۹۹ (الف)، ۲۰۱۱ (ب)، ژانویه ۱۹۸۹ (ج)، ۲۰۰۸ (د) و فوریه ۱۹۸۹ (ه) و ۱۹۹۷ (و)

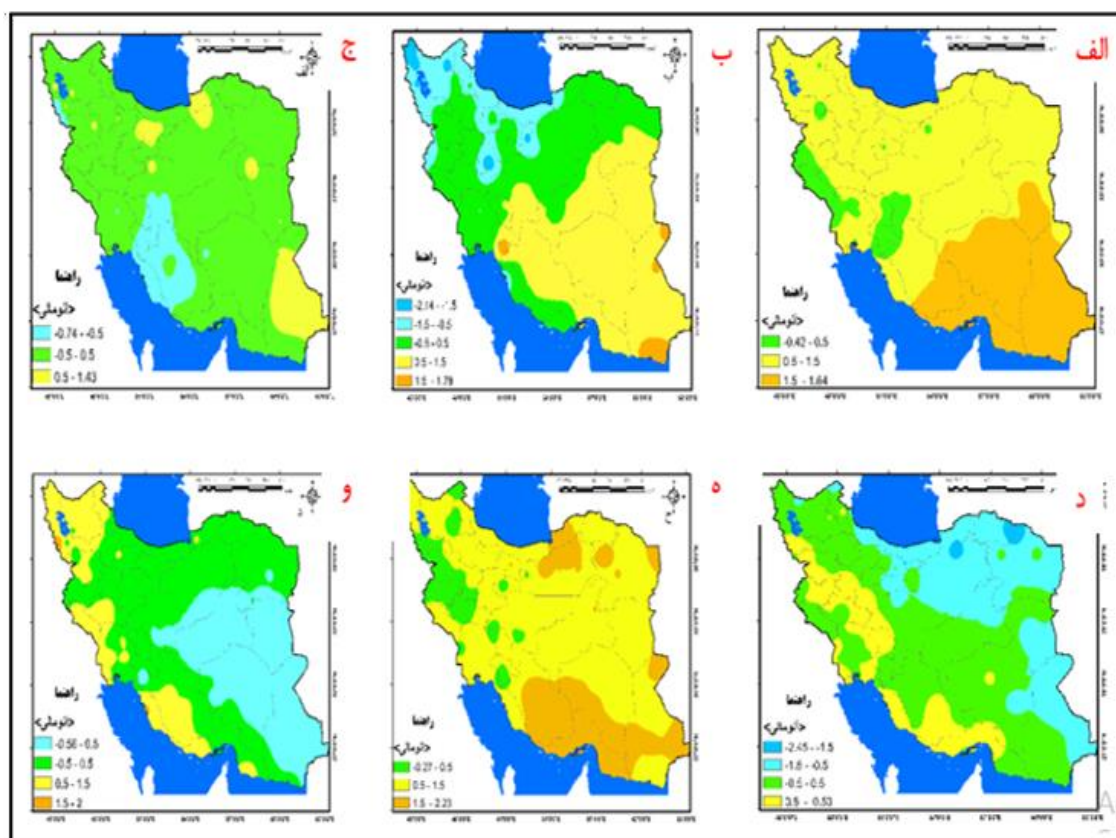
برای بررسی تأثیر هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای منفی شاخص‌های شمالی نقشه‌های شکل ۵ ترسیم گردید. همان‌طور که در حالت کلی قابل‌رویت می‌باشد دو منطقه متفاوت از لحاظ تغییرات بی‌هنجاری بر کشور ایران حاکم است: منطقه اول بخش‌های شمالی و دومی نواحی جنوبی و جنوب شرقی. در نیمه شمالی و بخصوص منطقه شمال غرب، دمای نرمال و بیشتر از نرمال حاکم شده است در صورتی که برعکس این مناطق، دقیقاً در نقطه مقابل (مناطق جنوبی و جنوب شرقی) دمای نرمال و کمتر از نرمال حاکم شده است. البته بی‌هنجاری دمایی در ماه دسامبر گهگاه با نوسانات همراه بوده است بدین صورت که در حالت‌های جداگانه شاهد افزایش و کاهش دما در نقاط مختلف ایران بوده‌ایم، دامنه نوسانات دما بین ۱/۷۵ درجه بیشتر از نرمال در ماه دسامبر در مناطق شمال غربی تا ۲/۵۲ درجه کمتر از نرمال برای ماه ژانویه در مناطق جنوب شرقی متغیر است. با توجه به مطالب گفته‌شده و نقشه‌ها چنین می‌توان نتیجه گرفت که برخلاف حالت‌های قبلی، هنگام رخداد هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای منفی دور پیوندهای شمالی تغییرات دمایی منسجمی در

اغلب مناطق ایران وجود ندارد و تنها در مناطق کوچکی از شمال غرب (استان‌های آذربایجان شرقی و غربی)، احتمال وقوع امواج سرمای (دمای کمتر از نرمال) بسیار بعید به نظر می‌رسد.



شکل ۵. نقشه بی‌هنگاری دمای دسامبر ۱۹۹۵ (الف)، ۲۰۰۰ (ب)، ۲۰۱۰ (ج) و ژانویه ۱۹۹۶ (د) و ۲۰۱۱ (ه)

به‌منظور ارزیابی اثرات هم‌زمان فازهای خنثی نوسانات شمالگان و اطلس شمالی با پدیده‌های نینو و لانینا نقشه‌های شکل ۶ ترسیم گردید. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد در حالت اول (هم‌زمانی با پدیده‌های نینو، شکل‌های الف، ب، ج) اغلب مناطق کشور به‌جز بخش‌هایی از شمال غرب و سواحل شمالی دمای نرمال و بالاتر از نرمال را تجربه نموده‌اند. در واقع وقوع پدیده‌های نینو و هم‌زمانی آن با فازهای خنثی نوسانات دور پیوندی شمالگان و اطلس شمالی شرایط را برای افزایش دما در اغلب نقاط مرکزی و جنوبی فراهم می‌کند. این در حالی است که هم‌زمانی وقوع پدیده لانینا با فازهای خنثی نوسانات شمالگان و اطلس شمالی (د، ه و) گهگاه شرایط را برای کاهش دما و سردی بیشتر در نواحی شرقی و جنوب شرقی فراهم می‌کند. دامنه نوسانات دما تا ۲/۵ درجه کمتر از نرمال در بخش‌های شمال شرقی و ۲/۲۵ درجه بیشتر از نرمال در بخش‌های جنوبی متغیر می‌باشد. نکته مهم دیگر عدم وقوع دمای کمتر از نرمال با پوشش مکانی گسترده در ایران است. با توجه به مطالب گفته‌شده چنین به نظر می‌رسد رخداد فازهای خنثی دور پیوندهای شمالی با پدیده‌های نینو و لانینا، غالباً موجب تعدیل دمایی شده و احتمال وقوع دمای کمتر از نرمال با وسعت زیاد بسیار کم است.

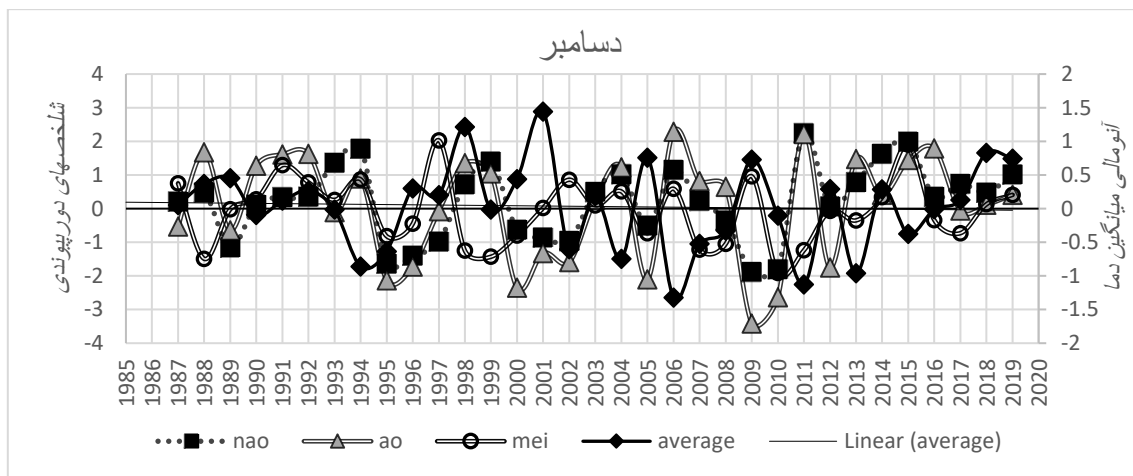


شکل ۶. نقشه بی‌هنجاری دمای فوریه ۲۰۰۳ (الف) فوریه ۱۹۹۳ (ب) و ژانویه ۲۰۰۳ (ج)، فوریه ۲۰۱۲ (د)، فوریه ۱۹۹۹ (ه) و ژانویه ۲۰۱۲ (و)

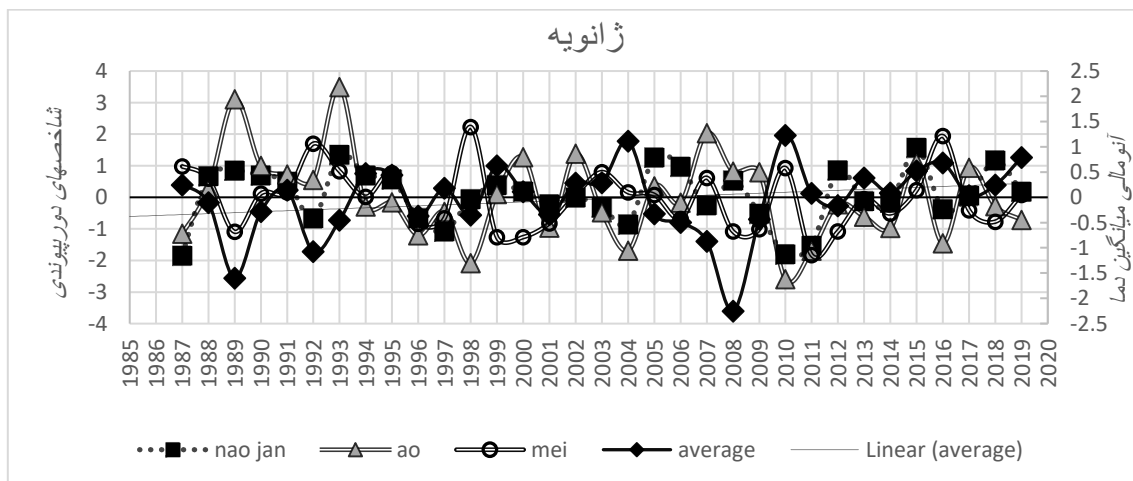
شکل‌های ۷، ۸ و ۹ روند تغییرات میانگین دمای زمستانه ایران را در مقایسه با روند تغییرات شاخص‌های دور پیوندی نوسان اطلس شمالی، نوسان شمالگان و شاخص چندمتغیره انسو در ماه‌های دسامبر (شکل ۷-)، ژانویه (شکل ۸-) و فوریه (شکل ۹-) نشان می‌دهد. این نمودارها بیانگر آن هستند که طی سال‌های اخیر، میانگین تغییرات دمایی در ماه دسامبر به صورت ثابت، ولی در ماه‌های ژانویه و فوریه به دلایل گوناگونی از جمله، تغییر اقلیم، تغییر در الگوهای جوی و دور پیوندی به صورت افزایشی بوده است. با توجه به شکل‌های مذکور، نزول تدریجی شاخص‌های نوسان اطلس شمالی و بخصوص نوسان شمالگان طی ماه‌های ژانویه و فوریه مصادف با افزایش دما بوده است به طوری که میانگین دمای ایران، طی رخداد هم‌زمان فازهای منفی شاخص‌های نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان، نرمال و بیشتر از نرمال بوده است. به عنوان نمونه گرم‌ترین زمستان‌های دوره آماری (دسامبر ۲۰۰۱، ژانویه ۲۰۱۰ و فوریه ۲۰۰۹) به ترتیب با بی‌هنجاری‌های دمایی ۱/۴۳، ۱/۲۲ و ۱/۰۷ مصادف با فازهای منفی NAO و AO بودند. از طرفی سردترین زمستان‌ها (دسامبر ۲۰۰۶، ژانویه ۲۰۰۸ و فوریه ۱۹۸۹) به ترتیب با بی‌هنجاری‌های دمایی ۱/۳۲، ۲/۲۵- و ۲/۲۲- همگی توأم با فازهای مثبت NAO و AO همراه بوده‌اند. برخلاف تأثیر محسوس و جداگانه دور پیوندهای NAO و AO بر دمای زمستانه ایران، ارتباط مستقیمی میان وقوع زمستان‌های سرد و گرم با پدیده‌های النینو و لانینا مشاهده نگردید. به طور مثال ماه‌های دسامبر ۲۰۰۶ با پدیده النینو و ژانویه ۲۰۰۸ و فوریه ۱۹۸۹ با پدیده لانینا مصادف بود. نتیجه مهم دیگر، تأثیر هم‌زمان پدیده‌های النینو و لانینا با دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان بر تغییرات دمایی ایران است به گونه‌ای که رخداد هم‌زمان فازهای مثبت NAO و AO با پدیده‌های النینو و لانینا موجب رخداد دمای نرمال و سردتر از نرمال می‌گردد به طوری که شدت سرما در هنگام وقوع پدیده لانینا بیشتر است. برای نمونه می‌توان به ژانویه

بسیار سرد سال ۲۰۰۸ (۱۳۸۶) اشاره کرد که در آن به‌طور میانگین دمای ایران ۲/۲۵ درجه سلسیوس کمتر از نرمال بوده است. برعکس این حالت، هم‌زمانی وقوع پدیده النینو با فازهای منفی دور پیوندهای نوسانات اطلس شمالی و نوسان شمالگان موجب رخداد دمای نرمال و بالاتر از نرمال می‌شوند به‌گونه‌ای که گرم‌ترین زمستان‌های دوره آماری غالباً در این حالت اتفاق افتاده‌اند که به نمونه می‌توان به ژانویه بسیار گرم سال ۲۰۱۰ (۱۳۸۸) اشاره کرد که در آن ماه بی‌هنجاری دمایی ۱/۲۲ درجه بیشتر از نرمال بوده است.

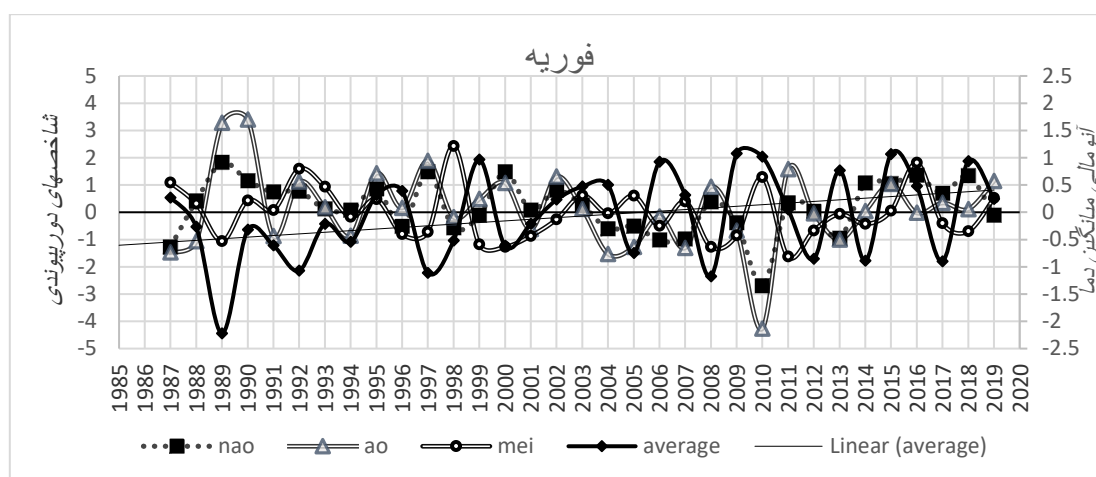
برخلاف تأثیر فازهای مثبت NAO و AO بر کاهش دمای ایران، برهمکنش فازهای خنثی شاخص‌های مذکور با فازهای مختلف انسو غالباً موجب بی‌هنجاری دمایی کوچک می‌شود. در هنگام وقوع پدیده النینو با فازهای خنثی نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان تغییرات دمایی در بازه نرمال بوده است که به نمونه می‌توان به ژانویه و فوریه سال ۲۰۰۳ اشاره کرد که در آن ماه‌ها بی‌هنجاری دمایی به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۴۳ بوده است. رفتار تغییرات دمایی با تغییرات دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان و همچنین هم‌زمانی آن‌ها با پدیده‌های النینو و لانینا منطبق است.



شکل ۷. نمودار مقایسه بی‌هنجاری دمای ماه دسامبر با تغییرات فازهای AO، NAO، MEI و



شکل ۸. نمودار مقایسه بی‌هنجاری دمای ماه ژانویه با تغییرات فازهای AO، NAO، MEI و



شکل ۹. نمودار مقایسه بی‌هنجاری دمای ماه فوریه با تغییرات فازهای NAO، AO و MEI

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق، ارتباط معکوس و معناداری بین دور پیوندهای NAO و AO با دمای ماه‌های فصل زمستان در اغلب نواحی شمالی و غربی ایران وجود دارد که بیشترین ارتباط در ایستگاه‌های شمال غرب مشاهده گردید، به طوری که با افزایش مقادیر عددی این دور پیوندها از فازهای منفی به سمت فازهای مثبت دمای این مناطق کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق نشان داد که ارتباط معناداری بین شاخص MEI با دمای غالب مناطق ایران وجود ندارد و وقوع هم‌زمان پدیده‌های النینو یا لانینا با فازهای مثبت شاخص‌های نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان موجب رخداد دمای نرمال و کمتر از نرمال در اغلب مناطق کشور می‌شود به گونه‌ای که شدت سرما در هنگام هم‌زمانی پدیده لانینا با فازهای مثبت شاخص‌های شمالی بیشتر است. نتایج همچنین نشان داد که وقوع هم‌زمان پدیده النینو با فازهای منفی شاخص‌های نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان موجب رخداد دمای نرمال و بیشتر از نرمال در مناطق مرکزی و جنوبی کشور می‌شوند. این در صورتی است که بی‌هنجاری مشخصی در هنگام وقوع هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای منفی شاخص‌های شمالی دیده نمی‌شود و رخداد هم‌زمان فازهای خنثی دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان با پدیده‌های النینو و لانینا موجب تعادل دمایی شده و احتمال وقوع دمای کمتر از نرمال در این حالت بسیار بعید می‌باشد.

نتایج تحقیق حاضر همسو با مطالعات مرادی (۱۳۸۳) قویدل رحیمی و خوشحال دستجردی (۱۳۸۹) قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۵) قاسمی و خلیلی (۲۰۰۶) مرادی (۱۳۸۳) مسعودیان (۱۳۹۴) در مورد تأثیر فازهای مثبت دور پیوندهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان بر وقوع دمای زیر نرمال در اغلب مناطق کشور، سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۹) مبنی بر تشدید افت کمینه دما در هنگام وقوع لانینا، عزیزی و همکاران (۱۳۹۷) مبنی بر تشدید ایجاد بلوکینگ از نوع کم ارتفاع بریده و به طبع آن کاهش شدید دما طی رخداد هم‌زمان پدیده لانینا با فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی و در تضاد با مطالعه حلبیان و همکاران (۱۴۰۰) مبنی بر افزایش دما در هنگام رخداد فازهای مثبت نوسان شمالگان می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد تنها رخداد دو پدیده بزرگ مقیاس النینو و لانینا تأثیر محسوسی بر دمای زمستانه کشور ندارند و در این بین نقش هم‌زمانی این پدیده‌ها با فازهای نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان پررنگ‌تر است. اثر به گونه‌ای است که در هنگام رخداد فازهای مثبت نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالگان شاهد کاهش دمای اغلب مناطق هستیم که در صورت هم‌زمانی با پدیده لانینا این کاهش شدیدتر می‌شود. انتظار می‌رود با شناسایی دور پیوندهای مؤثر دیگر بر آب‌وهوای کشور و مطالعه برآیند تأثیرگذاری آن‌ها، ابعاد ناشناخته‌ای از آب‌وهوای ایران آشکار شود.

تقدیر و تشکر

از سازمان هواشناسی کشور جهت مساعدت در تهیه داده‌های دمایی سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- ۱) اکبری، ط. و مسعودیان، س. ا. (۱۳۸۸). شناسایی رژیم دمایی و پهنه‌بندی نواحی دمایی ایران. *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲ (۳۳)، ۷۴-۵۹.
- ۲) امیدوار، ک. (۱۳۸۹). *اقلیم‌شناسی دینامیک*. چاپ اول، یزد: انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳) پرهیزگار، د. و احمدی گیوی، ف. (۱۳۹۱). مطالعه ارتباط انسو با نوسان سالانه و اچرخند جنب‌حاره‌ای بر روی خاورمیانه در یک دوره سی‌ساله. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۳ (۹)، ۶۸-۵۵.
- ۴) پور غلام، م.؛ انصاری، م.؛ عراقی نژاد، ش. و بابائیان، ا. (۱۴۰۰). مدل‌سازی رابطه طوفان‌های گردوغبار با متغیرهای حدی و متوسط دما در نیمه غربی کشور. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۱۲ (۴۵)، ۱۲۶-۱۱۳.
- ۵) سیدنژاد گل خطمی، ن.؛ بذرافشان، ج.؛ نازی قمشلو، آ. و ایران‌نژاد، پ. (۱۴۰۰). تحلیل همبستگی درون سالانه بارش هفتگی با دور پیوند نانو در ایران. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۱۲ (۴۵)، ۲۴-۱۵.
- ۶) سبزی پرور، ع. ا.؛ فیروزمند، ز. و ورشایان، و. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر پدیده‌های دور پیوند در جابجایی تاریخ رخداد اولین و آخرین یخبندان پاییزه و بهاره. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۲ (۲)، ۳۱۱-۲۹۵.
- ۷) جهانبخش اصل، س.؛ محمدی، غ.؛ خجسته غلامی، و.؛ آزاده، ا. (۱۳۹۹). اثرات نوسانات شبه دوسالانه بر بارش‌های زمستانه ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۲ (۱)، ۱۲۷-۱۱۳.
- ۸) حیدری، م. و خوش‌اخلاق، ف. (۱۳۹۶). مدل‌سازی ارتباط شاخص‌های دور پیوند با ناهنجاری‌های دمایی فصل گرم ایران با استفاده از وایازی چندمتغیره. *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۲۳ (۲)، ۶۶-۴۷.
- ۹) حلیبان، ا. ح.؛ کرمپور، م. و محمودی مهر، ف. (۱۴۰۰). ارتباط نوسان شمالگان با تغییرپذیری دمای زمستانه شمال غرب ایران. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۴۷ (۱)، ۱۴۰-۱۲۱.
- ۱۰) خسروی، م. (۱۳۸۳). مطالعه روابط بین الگوهای چرخشی جوی کلان‌مقیاس نیمکره شمالی از جمله AO با خشک‌سالی‌های سالانه سیستان و بلوچستان. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۲ (۳)، ۱۸۸-۱۶۷.
- ۱۱) خوش‌اخلاق، ف.؛ قبری، ن. و معصوم پور سماکوش، ج. (۱۳۸۷). مطالعه اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۶۶ (۶)، ۷۰-۵۷.
- ۱۲) دارند، م. (۱۳۹۳). پایش خشک‌سالی ایران به کمک شاخص شدت خشک‌سالی پالم و ارتباط آن با الگوهای دور پیوند جوی-اقیانوسی. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۹ (۴)، ۸۲-۶۷.
- ۱۳) دوستان، ر. (۱۳۹۷). دور پیوند جهانی و دور پیوندهای منطقه‌ای ایران. *مجله فیزیک زمین و فضا*، ۴۴ (۳)، ۶۴۰-۶۲۵.
- ۱۴) رضائیان، م.؛ محب‌الحجه، ع. و احمدی گیوی، ف. (۱۳۹۴). چرخه زندگی فازهای مثبت و منفی NAO و اثر آن بر تغییر کمیت‌های دینامیکی بر روی ایران. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۶ (۲۱)، ۱۰-۱.
- ۱۵) رزمجو، س.؛ محمودی، پ. و امیرجهانشاهی، م. (۱۳۹۹). همپوشانی دوره تناوب نوسان اطلس شمالی با دوره تناوب خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های ایران. *مجله ژئوفیزیک ایران*، ۱۴ (۱)، ۱۰۴-۹۱.
- ۱۶) زارع ایبانه، ح. و بیات ورکشی، م. (۱۳۹۱). تأثیر پدیده انسو بر تغییرات دمای ماهانه و فصلی نیمه جنوبی کشور. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، ۴۴ (۲)، ۸۴-۶۷.
- ۱۷) صلاحی، ب. و حاجی‌زاده، ز. (۱۳۹۲). تحلیلی بر رابطه زمانی نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های دمای سطحی اقیانوس اطلس با تغییرپذیری بارش و دمای استان لرستان. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۸ (۳)، ۱۲۸-۱۱۷.
- ۱۸) صلاحی، ب.؛ محمدخورشیددوست، ع. و قوبدل رحیمی، ی. (۱۳۸۶). ارتباط نوسان‌های گردش جوی-اقیانوسی اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های استان آذربایجان شرقی. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۶۰ (۶)، ۱۵۶-۱۴۷.
- ۱۹) عزیزی، ق.؛ چهره‌آرا، ت. و صفرراد، ط. (۱۳۹۳). اثر هم‌زمان فازهای NAO و SOI بر آب‌وهوای ایران. *مجله جغرافیا و پایداري محیطی*، ۱۲ (۲)، ۵۶-۴۳.

- (۲۰) عزیزی، ق.؛ مرادی، م.؛ و رضایی، ح. (۱۳۹۷). اقلیم‌شناسی کم ارتفاع‌های بریده مؤثر بر ایران و ارتباط آن با ENSO و NAO. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۳ (۱)، ۱۵۸-۱۵۳.
- (۲۱) علیجانی، بهلول. (۱۳۸۱). *آب و هواشناسی سینوپتیک*. چاپ اول، تهران: انتشارات سمت.
- (۲۲) غیور، ح. و عساکره، ح. (۱۳۸۱). مطالعه اثر دور پیوند بر اقلیم ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۹۴، ۱۱۰۰۸-۱۱۰۲۷.
- (۲۳) فرج‌زاده اصل، م.؛ علیجانی، ب.؛ احمدی، م.؛ مفیدی، ع.؛ بابائیان، ا. و قویدل رحیمی، ی. (۱۳۹۲). بررسی وردایی الگوهای دور پیوند و اثر آن‌ها بر بارش ایران. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، ۴ (۱۶ و ۱۵)، ۳۱-۴۵.
- (۲۴) قویدل رحیمی، ی.؛ خوشحال دستجردی، ج. (۱۳۸۹). جستاری پیرامون سختی اقلیم زمستانی تبریز و ارتباط آن با نوسانات شمالگان. *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، ۱۴ (۱)، ۱۹۶-۱۷۹.
- (۲۵) قویدل رحیمی، ی.؛ فرج‌زاده اصل، م. و حاتمی کیا، م. (۱۳۹۵). نوسان شمالگان و نقش آن در تغییرپذیری دماهای کمینه منطقه شمال شرق ایران. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۶ (۴۲)، ۴۱-۵۹.
- (۲۶) قاسمیه، ه.؛ بذرافشان، ا. و بخشایش منش، ک. (۱۳۹۶). پیش‌بینی بارش ماهانه با استفاده از الگوهای دور پیوند و شبکه عصبی مصنوعی در حوزه فلات مرکزی ایران. *فیزیک زمین و فضا*، ۴۳ (۲)، ۴۰۵-۴۱۸.
- (۲۷) گودرزی، م.؛ احمدی، ح. و حسینی، س. ا. (۱۳۹۶). بررسی ارتباط شاخص‌های دور پیوند با مؤلفه‌های بارشی و دمایی ایستگاه کرج. *مجله اکوهیدرولوژی*، ۴ (۳)، ۶۴۱-۶۵۱.
- (۲۸) لک‌زاشکور، ق.؛ روشن، غ. و شاهکویی، ا. (۱۳۹۷). واسنجی اثر الگوها و شاخص‌های دور پیوند بر رخداد خشک‌سالی‌های استان گلستان. *فصلنامه برنامه‌ریزی و منطقه‌ای*، ۸ (۲۹)، ۱۰۷-۱۲۴.
- (۲۹) مسعودیان، س. ا. (۱۳۸۳). بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۳، ۱۰۶-۸۹.
- (۳۰) مسعودیان، ا. و اکبری، ط. (۱۳۸۸). شناسایی الگوهای دور پیوند نیمکره شمالی بر دمای ایران. *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، ۲۳، ۱۱۷-۱۳۲.
- (۳۱) مسعودیان، س. ا. (۱۳۹۰). *آب‌وهوای ایران*. چاپ اول، مشهد: انتشارات شریعه توس.
- (۳۲) مرادی، ح. (۱۳۹۳). نوسان اطلس شمالی و تأثیر آن بر اقلیم ایران. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، ۴۸، ۲۷-۱۵.
- (۳۳) مسعودیان، س. ا.؛ موحدی، س.؛ حسینی، م. و عادل زاده، ع. (۱۳۹۶). پیش‌بینی میانگین روزانه دما در کرانه‌های جنوبی دریای خزر و ارتباط آن با ارتفاع ژئوپتانسیل. *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۸ (۲)، ۱۳۹-۱۴۴.
- (۳۴) مسعودیان، س. ا.؛ دارند، م. و ناظمی‌فرد، ک. (۱۳۹۸). واکاوی فصول دمایی ایران‌زمین و وردایی آن طی دهه‌های اخیر. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۵۵، ۶۲-۴۵.
- (۳۵) محمودی، پ.؛ علیجانی، ب.؛ مسعودیان، س. ا. و خسروی، م. (۱۳۹۴). رابطه بین الگوهای دور پیوند و یخبندان‌های فراگیر ایران. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۴۰، ۱۹۴-۱۷۵.
- (۳۶) میرزایی حسنلو، ا.؛ عبقری، ه. و عرفانیان، م. (۱۳۹۹). تأثیر الگوهای دور پیوند بر بارش و خشک‌سالی حوزه دریاچه ارومیه. *مجله فیزیک زمین و فضا*، ۴۶ (۳)، ۵۵۹-۵۳۷.
- (۳۷) محجوبی، ع.؛ بخشش رباط، س. و حسین‌پور، م. (۱۴۰۰). مروری بر برخی مطالعات پیرامون تأثیر دور پیوندها بر بارش ایران در بازه سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷. *مجله نیوار سازمان هواشناسی*، ۴۵ (۱۱۳-۱۱۲)، ۴۴-۲۸.
- (۳۸) محمدی ثابت، و.؛ موسوی بایگی، م.؛ رضایی پرنده، ح. (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی تبعات پدیده انسو بر دما و بارش مشهد. *نشریه آب و خاک*، ۳۰ (۶)، ۲۱۱۴-۲۱۰۱.
- (۳۹) نصر اصفهانی، م. ع.؛ احمدی گیوی، ف. و محب‌الحجه، ع. (۱۳۹۲). شبیه‌سازی عددی نوسان اطلس شمالی NAO و آثار آن در جنوب غرب آسیا. *مجله فیزیک زمین و فضا*، ۳۹ (۳)، ۱۴۵-۱۵۸.

References

- 1) Akbari, T., & Masoudian, A., (2009). Identification of temperature regime and zoning of temperature zones of Iran. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 2(33), 59-74. [In Persian]
- 2) Alijani, B., (2002). *Synoptic Climatology*. Tehran: Semat Publications. [In Persian].

- 3) Angstrom, A., (1935). Teleconnections of Climatic Changes in Present Times. *Geographical Annular J*, 2 (17), 242-258.
- 4) Averyanova, E, A., Gubarev, A. V., & Polanskii, A. B., (2022). Influence of the North Atlantic Oscillation and East Atlantic Pattern on Wind Stress Curl over the Black Sea. *Russian Meteorology and Hydrology*, 47, 14-22.
- 5) Azizi, G., Chehreh Ara, T., & Safarrad, T., (2014). Concurrent Effect of NAO and SOI Phases on Iran's Climate. *Journal of Geography and Environmental Sustainability (GES)*, 12, 43-56. [In Persian]
- 6) Azizi, G., Moradi, M., & Rezaeian, H., (2014). Climatology of Cut off low Affecting Iran and its Relationship with ENSO and NAO. *Geographical Research Quarterly*, 1, 153-158. [In Persian]
- 7) Bayat Varkeshi, M., & Geysari, M., (2018). Impact of groundwater level from ENSO phenomenon. *Iranian Journal of Water Resources Research*, 14 (2), 1-11. [In Persian]
- 8) Calvo, N., Giorgetta Marco, A., Garcia Herrera, R., & Manzini, E., (2009). Nonlinearity of the combined warm ENSO and QBO effects on the Northern Hemisphere polar vortex in MAECHAM 5 Simulations. *Journal of geophysical research*, 114 (131), 11-19.
- 9) Cenk, S., & Turgay, P., (2019). The impacts of Arctic oscillation and the North Sea Caspian pattern on the temperature and precipitation regime in Turkey. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 131, 1677-1696.
- 10) Darand, M., (2014). Iran Drought monitoring using Palmer drought Severity index and its relation to atmospheric-oceanic Teleconnection patterns. *Geographical Researches quarterly journal*, 115, 68-72. [In Persian]
- 11) Ding, S., Chen, W., Feng, J., & Graf, H-f., (2016). Combined Impacts of PDO and two types of Lanina on climate Anomalies in Europe. *Journal of climate*, 30, 3253-3278.
- 12) Doustan, R., (2018). Teleconnections of World and Teleconnections Region of Iran. *Journal of The Earth and Space Physics*, 44(3), 625-640. [In Persian].
- 13) Farajzadeh asl, M., Alijani, B., Ahmadi, M., Mofidi, A., Babaian, I., & Gavidel Rahimi, Y., (2013). The study of Teleconnection patterns and their effects on precipitation of IRAN, *Journal of Climate Research*, 15, 31-45. [In Persian]
- 14) Gasemyieh, H., Bazrafshan, A., & Bakhsayeshmanesh, K., (2007). Monthly Precipitation Forecasting using Teleconnection patterns and artificial Neural Network in the Central region of Iran. *Journal of The Earth and Space physics*, 2, 405-418. [In Persian].
- 15) Ghasemi, A.R., & Khalili, D., (2006). The influence of the Arctic Oscillation on winter temperatures in Iran, *Theor. Appl. Climatol*, 85, 149-164.
- 16) Ghavidel Rahimi, Y., Farajzadeh Asl, M., & Hatamikia, M., (2016). The Artic Oscillation (AO) and its role on of wintertime monthly minimum temperatures variability in Northeastern region of Iran. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 16 (42), 41-59. [In Persian].
- 17) Ghavidel Rahimi, Y., & Khoshhal Dastjerdi, J., (2010). A Query on the Severity of Winter Climate in Tabriz and Its Relationship with Arctic Oscillations. *MJSP*, 14(1), 179-196. [In Persian].
- 18) Ghayour, H., & Asakareh, H., (2002). Study of teleconnection patterns on Climate of Iran. *Geographical Research Quarterly*, 94, 11008-11027. [In Persian].
- 19) Goudarzi, M., Ahmadi, H., & Hosseini, A., (2017). The relationship between teleconnection indexes and precipitation and temperature components of Karaj station. *Journal of Ecohydrology*, 4 (3), 641-651. [In Persian]
- 20) Halabian, A., Karampour, M., & Mahmoudi mehr, F., (2021). The relationship between AO and variability of winter temperature in northwest of Iran. *Journal of Climate Research*, 47, 123-142. [In Persian].

- 21) Heydari, M., & Khosh Akhlagh, F., (2017). Modeling the relationship between Teleconnection indexes with temperature anomalies of hot season in Iran using multivariate wyazi. *Geography and environmental hazards*, 23, 47-66. [In Persian]
- 22) Hurrel, J.W., (1995). Decadal trends in the NAO. *Regional temperature and precipitation science*, 269, 676-679.
- 23) Hye-J, P., & Joong, B A., (2016). Combined effect of the Arctic Oscillation and the Western Pacific pattern on East Asia winter temperature. *Climate Dynamics*, 46, 3205-3221.
- 24) Hyun, J L., Kyong-H, S., Qigang, W., Seoung-S, L., & Hyo-S, P., (2018). Combined Effect of the Madden-Julian Oscillation and Arctic Oscillation on Cold Temperature Over Asia. *Asia- Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 55, 75-89.
- 25) Ismail, E., Khalid, O., & Hassan, A., (2020). Wavelet Analysis: A links Between the North Atlantic Oscillation and Winter Drought in the Mediterranean Watersheds of the Western Rif. *Journal of European Scientific*, 16 (15), 99-114.
- 26) Jahanbakhsh Asl, S., Mohammadi, G., Khojasteh Gholami, V., & Azadeh, A., (2020). Effects of Quasi-Biennial Fluctuations on Winter Rainfall in Iran. *Journal of Physical Geography Research*, 52 (1), 113-127. [In Persian].
- 27) Jianping, H., Kaz, H., & Shabbar, A., (1998). The relationship between the NAO and ENSO. *Geophysical Research Letters*, 25, 2707-2710.
- 28) Khoshakhlagh, F., Ghanbari, N., & Masoumpour, J., (2009). Study of NAO effects on precipitation and temperature change on southern coasts of Caspian Sea. *Journal of Physical Geography Research*, 66, 57-70. [In Persian].
- 29) Khosravi, M., (2003). Study of the relationship between atmospheric- scale cyclic patterns including AO with annual Droughts of Sistan and Baluchestan Region. *Geography and Development*, 2 (3), 167-188. [In Persian].
- 30) Lakzasakour, G., Roushan, G., & Sahkouyi, E., (2018). Study of the effect of teleconnection patterns and indicators on Drought event of Golestan Province. *Journal of Planning and Regional*, 8 (29), 107-124. [In Persian]
- 31) Mahjoubi, A., Bakhshesh Robot, S., & Hossein pour, M., (2021). A review of some studies on the effect of Teleconnections on Iran's precipitation during 2004-2018. *Nivar Journal of Meteorological Organization*, 45 (113), 28-44. [In Persian].
- 32) Mahmoudi, P., Alijani, B., Masoudian, S, A., & Khosravi, M., (2015). The Relationship Between the patterns of teleconnection and the pervasive frost Iran. *Geography and Development*, 40, 175-194. [In Persian].
- 33) Marianna, B., Giovanni, C., Silvio, G., Paolo, R., Stefano, M., Javier, G., Froila, M.P., Lauriane, B., & Constantin, A., (2021). El Nino teleconnection to the Euro-Mediterranean late winter: the role of extratropical Pacific modulation. *Climate Dynamics*, 58, 2009-2029.
- 34) Masoudian, S, A., (2004). Study of Temperature Trend in Iran in the Past Half Century. *Journal of Geography and Development*, 3, 89-106. [In Persian]
- 35) Masoudian, S.A., (2011). *Climate of Iran*. Mashhad: Shariah Toos Publishing. [In Persian].
- 36) Masoudian, S, A., & Akbari, T., (2009). Characterization of North hemisphere Teleconnection patterns on Iran temperature. *Journal of Isfahan University Research*, 22, 117-132. [In Persian].
- 37) Masoudian, S, A., Drand, M., & Nazemi Fard, K., (2019). Analysis of temperature seasons of Iran and its trends during recent decades. *Geography and Development*, 55, 45-62. [In Persian]
- 38) Masoudian, S, A., Movahhedi, S., Hoseini, M., & Adel Zadeh, A., (2017). Prediction of daily average temperature in the southern coasts of the Caspian Sea and its relationship with geopotential elevation. *Geography and Environmental planning*, 28 (2), 139-144. [In Persian].
- 39) Mathieu, P., Sutton, R., & Dong, B., (2004). Predictability of winter climate over the North Atlantic European region during ENSO events. *Journal of Climatology*, 17(10), 1953-1974.
- 40) Midhuna, T.M., & Dimri, A.P., (2018). Impact of AO on Indian winter monsoon. *Meteorology and Atmospheric Physics*, springer, 131, 1157-1167.

- 41) Mirzayi Hasanlo, A., Abghari, H., & Erfanian, M., (2020). The effect of teleconnection patterns on rainfall and drought in the Urmia Lake basin. *Journal of the Earth and Space Physics*, 46 (3), 1-8. [In Persian]
- 42) Mohammadi Sabet, V., Mousavi Bayeghi, M., & Rezaie Parand, H., (2017). Comparative Study of Consequences of ENSO Phenomenon on Temperature and Precipitation in Mashhad. *Journal of Water and Soil*, 30 (6), 2101- 2114. [In Persian].
- 43) Moradi, H., (2014). North Atlantic Oscillation Index and its Impact on Climate of Iran. *Physical Geography Research*, 48, 15-27. [In Persian].
- 44) Murat, T. & Faize, S. (2009). Spatio-temporal variability of precipitation total series over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29, 1056-1074.
- 45) Nasr Esfahany, M.A., Ahmadi Givi, F., & Mohebalhojeh, A.R., (2013). Numerical simulation of the North Atlantic Oscillation and its impact on the South West Asia. *Journal of the Earth and Space Physics*, 39 (3), 145-158. [In Persian]
- 46) Nazemosadat, M.J., & Cordery, I., (2000). On the relationships between ENSO and autumn rainfall in Iran. *International Journal of Climatology*, 20 (1), 47-61.
- 47) Nazemosadat, M.J., Samani, N., Barry, D.A., & Molaiiniko, M., (2006). ENSO forcing on climate change in IRAN. *Iranian Journal of Science and Technology*, 30, 555-565.
- 48) Omidvar, K., (2010). *Dynamic Climatology*. Yazd: University of Yazd publishing. [In Persian].
- 49) Ouyang, R., Liu, W., Fu, G., Liu, C., Hu, L., & Wang, H., (2014). Linkages between ENSO and PDO signals and precipitation, stream flow in China during the last 100 years. *Hydrology and Earth Systems Science*, 18, 3651-3661.
- 50) Parhizkar, D., & Ahmadi, F., (2011). Study of the relationship between ENSO and annual tropic fluctuation on the Middle East in a thirty-year period. *Journal of Climate Research*, 3 (9), 53-68. [In Persian]
- 51) Peter, W., (2011). The Influence of the QBO and ENSO on the Northern Hemisphere winter stratospheric polar vortex, Atmospheric. *Oceanic and planetary physics, University of oxford*, 18, 1-61.
- 52) Pourgholam, M., Ansari, M., Araghinezhad, S., & Babaiean, I., (2021). Modeling the relationship between dust storms and temperature limit and average variables in the western half of Iran. *Journal of Climate Research*, 12 (45), 113-126. [In Persian]
- 53) Ranjbar Saadatabadi, A., & Nouri, F., (2016). The relationship between large-scale atmospheric control factors and dust occurrence in the western half of Iran. *Journal of Climate Research*, 27, 99-115. [In Persian].
- 54) Razmjou, S., Mahmoudi, P., & Amirjahanshahi, M., (2020). Overlap of NAO period with the period of droughts and wetness of Iran. *Iranian Journal of Geophysics*, 14 (1), 91-104. [In Persian].
- 55) Rezaeian, M., Mohebbolhojeh, A., & Ahmadi Givi, F., (2015). Life cycle of positive and negative phases of NAO and its effect on dynamical quantity changes on Iran. *Climatology Researches*, 21, 1-10. [In Persian].
- 56) Sabziparvar, A., Firozmand, Z., & Varshavian, V., (2020). The effect of teleconnection patterns on the displacement of the first and last autumn and spring frosts. *Journal of Natural Geographical Research*, 52 (2), 295-311. [In Persian]
- 57) Saeed, S., Kucharski, F., & Almazroui, M., (2022). Impacts of mid-latitude circulation on winter temperature variability in the Arabian Peninsula: the explicit role of NAO. *Climate Dynamics*, 31, 1-12.
- 58) Salahi, B., & Hajizadeh, Z., (2014). An Analysis of the Temporal Relationship between North Atlantic Oscillation and Atlantic Surface Temperature Indicators with Precipitation Variability and Temperature in Lorestan Province. *Geographical Research Quarterly*, 28 (3), 117-128. [In Persian].
- 59) Salahi, B., Mohammad Khorshiddoust, A., & Ghavidel Rahimi, Y., (2007). The relationship between North Atlantic atmospheric and oceanic circulation fluctuations with droughts in East Azerbaijan province. *Natural Geography Researches*, 60, 147-156. [In Persian].

- 60) Seppala, A., Maliniemi, V., Asikainem, T., & Mursulec, K., (2013). QBO depended relation between electron precipitation and winter time surface. *Journal of geophysical research*, 118, 6302-6310.
- 61) Seyyedneghad, N., Bazrafshan, J., Nazi Gameshlou, A., & Iran Nezhad, P., (2021). Analysis of intra-annual correlation between weekly rainfalls with NAO Teleconnection in Iran. *Journal of Climate Research*, 12 (45), 15-24. [In Persian].
- 62) Shaolei, T., Jing- Jia, L., Lin, C., & Yongqiang, Y., (2022). Distinct Evolution of the SST Anomalies in the Far Eastern Pacific between the 1997/98 and 2015/16 Extreme El Niños. *Advances in Atmospheric Scinces*, 39, 927-942.
- 63) Thakur, B., Karla, A., Lakshmi, V., Lamb, K., Miller, W., & Tootle, G., (2020). Linkage between ENSO phases and western US snow water equivalent. *Atmospheric Research*, 236, 1-10.
- 64) Turkes, M., & Erlat, E., (2005). Climatological responses of winter Precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1030-2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 78, 33-46.
- 65) Upperbrink, J., (1997). *Seasonal Climate Prediction Science*, 1949-1964.
- 66) Young, K.L., Hye, D.V., (2015). Comparison of the impact of the Arctic Oscillation and Eurasian teleconnection on interannual variation in East Asian winter temperatures and monsoon. *Theor Appl Climatology*, 124, 267-279.
- 67) Zare Abyane, H., & Bayatvarkeshi, M., (2011). The effect of ENSO on monthly and seasonal temperature changes of southern half of Iran. *Journal of Physical Geography Research*, 44 (2), 7-84. [In Persian].