



Analysis of the Relationship Between Atmospheric Blocking and Extreme Temperatures in the Southern Caspian Sea Coast During the First Half of the Year (Case Study: Gilan, Mazandaran, and Golestan Provinces)

Sayyed Masoud Seyfi Ghazi Mahalleh¹, Atoosa Bigdlei², Emran Alizadeh³

1. Department of geography, Ra.C., Islamic Azad university, Rasht, Iran. Email: masoud.seyfi@iau.ac.ir

2. Corresponding author, Department of geography, Ra.C., Islamic Azad university, Rasht, Iran. Email: bigdlei1350@iau.ac.ir

3. Department of geography, Ra.C., Islamic Azad university, Rasht, Iran. Email: emranalizadeh@iau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 20 July 2025;

Received in revised form:

07 October 2025;

Accepted: 03 December

2025

Available online: 01

February 2026

Keywords:

extreme temperatures, subtropical high, omega blocking, southern coasts of the Caspian Sea.

ABSTRACT

Objective: Given the strong dependence of agricultural activities along the southern coast of the Caspian Sea on temperature conditions, this study investigates the role of atmospheric blocking systems in the occurrence of extreme (maximum) temperatures during the first half of the year. The aim is to clarify the importance of these circulation patterns in generating severe heat events.

Method: Extreme temperature data from seven synoptic stations in the region were collected for a 25-year period (1986–2010). Using the percentile-based approach, the days associated with extreme temperatures were identified. An environment–circulation classification method was then applied to determine and categorize the atmospheric patterns responsible for the formation of these extreme temperature events.

Results: A total of 14 atmospheric patterns influencing extreme temperatures were identified, consisting of 4 non-blocking and 10 blocking types. The non-blocking patterns included the Subtropical High Ridge (37.82%), the Subtropical High Core (15.03%), the Westerly Ridge (13.47%), and the Northerly Shift of Westerly Flows (5.18%), collectively accounting for 71.5% of extreme temperature days. Among the blocking patterns, Deep Blocking (8.29%), Dipole Blocking (5.18%), and Omega Blocking (7.77%) represented the most frequent types. Overall, atmospheric blocking is responsible for approximately 29.5% of extreme temperature events.

Conclusions: Blocking systems play a significant role in the development of extreme temperature events along the southern coast of the Caspian Sea. Accurate identification and forecasting of these patterns during the warm season can facilitate early prediction of heatwaves and enable timely issuance of agricultural warnings.

1. Introduction

Today, it has been proven that changes in the intensity and frequency of extreme events will have a much more destructive effect on human health, social units, and natural systems than changes in the average climate state. Extreme weather events are phenomena that are rare in frequency and have a high degree of intensity and, when they occur,

cause serious changes to the ecosystem and residents of the area. What this research seeks to find a scientific and noteworthy answer to is: What type of blocking is affecting the extreme temperatures of the southern coast of the Caspian Sea?

2. Methodology

Cite this article: Seyfi Ghazi Mahalleh, S. M., Bigdlei, A., Alizadeh, E. (2026). Analysis of the Relationship Between Atmospheric Blocking and Extreme Temperatures in the Southern Caspian Sea Coast During the First Half of the Year (Case Study: Gilan, Mazandaran, and Golestan Provinces) *Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas*, 6 (24), 167-190. <http://doi.org/10.22034/gsma.2026.2066478.1106>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.

Publisher: Lorestan University.



DOI: <http://doi.org/10.22034/gsma.2026.2066478.1106>

The southern coast of the Caspian Sea is located between the meridians 48° to 52° North latitude in the northern half of Iran. In this study, to identify the days of freezing temperatures and their relationship with blocking, first, daily maximum temperature data from 7 stations of Astara, Bandar Anzali, Rasht, Ramsar, Nowshahr, Babolsar, and Gorgan for 25 years (1986 to 2010) were received from the Iranian Meteorological Organization. The criterion for extremely warm days was also considered the 90th decile of the maximum daily temperature. The blocking criterion used in this study is a modified version of the blocking determination that has been examined in TM90 and used in various studies.

3. Results

Based on the geographical position of the southern Caspian Sea and previous research, four blocking regions were identified: the North Atlantic, Central Europe, Central Asia, and Siberia, located respectively within the longitudinal ranges 0° to 30° E, 30° to 60° E, and 60° to 90° E. Calculation of the blocking index showed that out of 193 days with extreme (maximum) temperatures, 104 days exhibited no blocking pattern across these four regions, meaning that between 30° W and 90° E no blocking was detected according to the GHGS and GHGN indices and their required conditions.

Among the remaining 89 blocking days, the blocking index was detected 21 times in the North Atlantic, 44 times in Central Europe, 20 times in Central Asia, and 4 times in Siberia. Factor analysis of the 89 blocking days identified five components governing the synoptic patterns associated with extreme temperatures along the southern Caspian Sea coast. Of the 89 blocking days, 88 occurred in Component 1, 34 in Component 2, 29 in Component 3, 3 in Component 4, and none in Component 5.

For North Atlantic blocking, 13, 4, and 4 days were assigned to Components 2, 4, and 5, respectively. For Central European blocking, 18 days fell into Component 1, 9 into Component 2, none into Component 3, 11 into Component 4, and 6 into Component 5. Central Asian blocking accounted for 16 days in Component 1, none in Component 2, 1 in Component 3, 3 in Component 4, and none in Component 5. Siberian blocking consisted of 1 day in Component 1 and 3 days in Component 3.

Overall, the blocking types—namely the subtropical high ridge, the subtropical high core, the westerly ridge, and the northward shift of westerly currents—controlled extreme

temperatures on 73, 29, 26, and 10 days, respectively. Blocking patterns collectively occurred for 88% of all blocking days. Among them, bipolar blocking (subtropical high core), bipolar blocking (subtropical high ridge), bipolar blocking (westerly ridge), bipolar blocking (subtropical high ridge), bipolar blocking (subtropical high core), bipolar blocking (subtropical high ridge), bipolar blocking (westerly ridge), and bipolar blocking contributed 1.04%, 5.18%, 0.52%, 1.04%, 1.55%, 2.07%, 0.52%, 8.29%, 0.52%, and 7.77% of the 28.5% blocking days, respectively.

4. Discussion

Blocking events significantly modified the pathways of westerly flows, which normally travel west-to-east. During blocking, the jet stream is deflected northward or southward, resulting in altered climatic conditions over regions located along its usual path. Typically, ridge regions experience warmer and drier weather under blocking, while trough regions undergo increased instability, cooler temperatures, and precipitation.

In the warm half of the year, the subtropical high—especially its core and ridge—plays a dominant role either independently or in interaction with blocking systems. As midlatitude westerlies retreat poleward during summer, the subtropical high expands both zonally and meridionally toward higher latitudes. Depending on the strength and spatial extent of this expansion, the subtropical high sometimes drives extreme temperatures alone and sometimes amplifies them through synergy with various blocking types.

5. Conclusion

Blocking systems are an important contributor to the development of extreme temperature events along the southern coast of the Caspian Sea. The distribution of blocking types across the identified synoptic components highlights the diverse atmospheric configurations that can lead to extreme heat. Additionally, the prominent role of the subtropical high—both in isolated form and in interaction with blocking—underscores its central influence during the warm season. Accurate diagnosis and prediction of these circulation patterns can substantially improve early warnings of extreme heat events.

management, particularly in temperature sensitive agricultural regions.

Author Contributions

Given that the present article is derived from a doctoral dissertation, the contributions and roles of the authors were as follows: the first author was the doctoral student, the second author served as the supervisor, and the third author acted as the advisor.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

We are very grateful to everyone who assisted us in conducting this research.

Ethical Considerations

All authors affirm that this research was conducted in accordance with ethical standards, with no data fabrication, falsification, or plagiarism.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest





تحلیل رابطه بلاکینگ با دماهای حد سواحل جنوبی دریای خزر در نیمه اول سال

(مورد مطالعه: استان‌های گیلان، مازندران و گلستان)

سید مسعود سیفی قاضی محله^۱؛ آتوسا بیگدلی^۲؛ عمران علیزاده^۳

۱. گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: masoud.seyfi@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: bigdeli1350@iau.ac.ir

۳. گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: emranalizadeh@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله

دریافت مقاله:

۱۴۰۴/۰۴/۲۹

تاریخ تجدیدنظر

۱۴۰۴/۰۷/۱۵

پذیرش نهایی:

۱۴۰۴/۰۹/۱۲

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۱۱/۱۲

واژگان کلیدی:

دماهای حدی، پراتفاق جنب

حاره، بلوکینگ امگا، سواحل

جنوبی دریای خزر.

چکیده

هدف: با توجه به وابستگی شدید فعالیت‌های کشاورزی سواحل جنوبی دریای خزر به شرایط دمایی، این پژوهش به بررسی نقش سامانه‌های بندالی در بروز دماهای حدی (حد اکثر) در نیمه اول سال پرداخته است تا اهمیت این الگوها در ایجاد گرماهای شدید مشخص شود.

روش: داده‌های دمای فرین هفت ایستگاه همدید منطقه طی ۲۵ سال (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰) استخراج شد. با استفاده از روش صدک‌ها، روزهای دارای دمای حدی شناسایی گردید. سپس رویکرد محیطی-گردشی به کار گرفته شد تا الگوهای جوی مؤثر در شکل‌گیری این دماهای حدی تعیین و طبقه‌بندی شوند.

نتایج: در مجموع ۱۴ الگوی جوی در ایجاد دماهای فرین شناسایی شد که شامل ۴ الگوی غیربندالی و ۱۰ الگوی بندالی بود. الگوهای غیربندالی شامل زبانه پرفشار جنب‌حاره (۳۷/۸۲ درصد)، هسته پرفشار جنب‌حاره (۱۵/۰۳ درصد)، پشته بادهای غربی (۱۳/۴۷ درصد) و شمالی شدن جریانات غربی (۵/۱۸ درصد) بوده و جمعاً ۷۱/۵ درصد روزهای دمای فرین را تشکیل دادند. در میان الگوهای بندالی نیز بلوکینگ رگس (۸/۲۹ درصد)، بلوکینگ دوقطبی (۵/۱۸ درصد) و بلوکینگ امگا (۷/۷۷ درصد) بیشترین سهم را داشتند و در مجموع الگوهای بلوکینگ حدود ۲۹/۵ درصد وقوع دماهای حدی را توضیح دادند.

نتیجه‌گیری: سامانه‌های بلوکینگ نقش قابل توجهی در رخداد دماهای حدی در سواحل جنوبی دریای خزر دارند. شناسایی و پیش‌بینی دقیق این الگوها در دوره گرم سال می‌تواند به برآورد به موقع امواج گرمایی کمک کرده و امکان ارائه هشدارهای مؤثر در بخش کشاورزی را فراهم آورد.

۱. مقدمه

استناد: سیفی قاضی محله، سیدمسعود؛ بیگدلی، آتوسا؛ و علیزاده، عمران (۱۴۰۴). تحلیل رابطه بلاکینگ با دماهای حد سواحل جنوبی دریای خزر در نیمه

اول سال (مورد مطالعه: استان‌های گیلان، مازندران و گلستان). *مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی*، ۶ (۲۴)، ۱۶۷-۱۹۰. <http://doi.org/10.22034/gsma.2026.2066478.1106>



DOI: <http://doi.org/10.22034/gsma.2026.2066478.1106>



© نویسنده گان.

ناشر: دانشگاه لرستان.

هفته‌ها در محل خود به صورت کم حرکت ساکن می‌شوند. در این وضعیت، وقوع پدیده‌هایی مانند سیلاب و طغیان رودخانه‌ها بر اثر بارش طولانی‌مدت، خشکسالی و ترسالی، دماهای حدی سرد یا گرم و دیگر فرین‌های اقلیمی ظهور و بروز می‌یابند. از نظر دینامیک، علت و منشا اصلی بلاکینگ هنوز به روشنی معلوم نشده است (Azizi & Khalili, 2011). پدیده بلاکینگ می‌تواند در رخدادهای برخی از مخاطرات جوی و اقلیمی خسارت‌زا موثر باشد و منجر به خسارات اقتصادی در سطح کلان شده و بر روی سلامت افراد در مقیاس وسیع موثر واقع شود. بلاکینگ از عوارض آب‌وهوایی عرض‌های میانی است و ایران با توجه به موقعیتش می‌تواند تحت تاثیر این پدیده واقع شود (Dargahian et al, 2015).

با توجه به اهمیت وقوع پدیده‌های حدی در هر منطقه و پیش‌بینی وقوع آن‌ها به منظور جلوگیری از بروز خسارت و صدمات در بخش‌های مختلف، مطالعه و بررسی تغییرات پدیده‌های حدی در طول زمان اهمیت می‌یابد. در سال‌های اخیر توجه به رویدادهای حدی (خشکسالی‌ها، سیل‌ها و امواج شدید گرمایی)، نه تنها به علت پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، بلکه به‌منزله نشان‌گرهای تغییر اقلیم اهمیت زیادی پیدا کرده است. در واقع تغییرات اقلیمی که عمدتاً منشأ انسانی دارد، پدیده‌ای است که طی ۱۵۰ سال اخیر بشر را تهدید می‌کند. مطالعات انجام شده در سطح ایران ناشی از تاثیر بلوکی‌نگ در ایجاد رخدادهای حدی در این ناحیه از کره زمین است. بررسی نقش بلاکینگ در رخدادهای سرماهای فرین ایران نشان داد که سامانه غالب در ایجاد سرما، پدیده بلاکینگ بوده و پیامد این شرایط، تداوم سرمای شدید بر روی ایران و مناطق همجوار است (Azizi & Khalili, 2011). در این راستا، تأثیر سامانه‌های بندالی جو بر وقوع و استمرار دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران نشاد می‌دهد که الگوهای جوی حاکم بر دوره‌های خشک منطقه یکسان نیستند، به طوری که سیستم‌های بندال اسکاندیناوی و شمال اروپا در دوره‌های خشک شدید تأثیر بیشتری دارند، در حالی که برای دوره‌های خشک متوسط نقش سیستم

یکی از مباحث مهم در مطالعه تغییر اقلیم، بررسی رفتار وقایع حدی می‌باشد. امروزه ثابت شده است که تغییر در شدت و فراوانی وقایع حدی به مراتب اثر مخرب‌تری نسبت به تغییر در متوسط حالت اقلیمی بر روی سلامت انسان‌ها، واحدهای اجتماعی و سیستم‌های طبیعی خواهد داشت. رویدادهای آب‌وهوایی حدی پدیده‌هایی هستند که از نظر فراوانی کمیاب و درجه شدت بالایی دارند و در هنگام وقوع روال معمول اکوسیستم و ساکنان منطقه را با تغییرات جدی روبه‌رو می‌کنند و البته احتمال وقوع این رویدادها نیز به طور متوسط کمتر از ۵٪ تعریف شده است. از جمله رویدادهای حدی می‌توان به موج‌های گرمایی و سرمایی، سیل، خشکسالی، یخبندان، طوفان‌های شدید، گردبادها و... اشاره کرد (Erfanian et al, 2014).

دماهای حدی به عنوان یک ناهنجاری جوی ریشه در تغییرپذیری اقلیم و مهم‌تر از همه گردش عمومی جو و پیچان رویدادها دارد. با توجه به این مهم می‌توان گفت که سیستم‌های کنترل‌کننده گردش عمومی جو سیکلون‌ها، آنتی‌سیکلون‌ها و جبهه‌های هوا می‌باشند که آب‌وهوای عرض‌های میانه کره زمین را کنترل می‌کنند. بنابراین علل بروز دوره‌های خشک و مرطوب را باید در تغییرات اقلیمی و ناهنجاری الگوهای جوی جستجو کرد. یکی از این ناهنجاری‌ها بندال جوی یا همان سیستم مانع (بلاکینگ جوی) می‌باشد. پدیده بندال به عنوان یکی از ناهنجاری‌های جوی در شناخت دوره‌های خشک و مرطوب می‌تواند بسیار موثر باشد (Zolfaghari et al, 2013).

به سامانه‌هایی که از گردش بادهای غربی بریده شوند، سامانه‌های بلاکینگ گفته می‌شود. این سامانه‌ها ممکن است روزها و حتی هفته‌ها در یک ناحیه مستقر شوند. در مرحله بلوغ الگوی بلاکینگ، معمولاً جهت‌گیری دو قطبی مراکز ارتفاع، به طور نصف‌النهاری بوده و ناهنجاری در مقادیر ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای میانی و بالای جو نمایان است. بلاکینگ شدن سامانه‌های جوی ممکن است به توقف حرکت الگوهای حرکتی جو منجر گردد که طی آن الگوهای حاکم بر جو نیز روزها یا

برای ۶ روز متوالی در اکثر نقاط ایران بارش برف سنگین و خسارت‌زا ثبت و گزارش گردید (Dargahian & Alijani, 2013). در ارتباط با موضوع بلاکینگ و نقش آن در رخداد پدیده‌های حدی می‌توان به تاثیر همدیدی الگوهای فشار مرتبط با بلاکینگ‌های موثر بر رخداد بارش‌های مداوم و سنگین تبریز (Rezaei Banafsheh et al, 2020) و ارتباط موقعیت بلاکینگ‌ها و بارش‌ها در نواحی مختلف ایران (Naseri et al, 2021) اشاره کرد.

مطالعات خارجی نیز همانند مطالعات داخلی نشان‌دهنده تاثیر بلوکینگ بر رخداد پدیده‌های حدی هستند. ارزیابی همزمانی ارتباط بلاکینگ جوی با دمای حدی نیمکره شمالی در مقیاس زمانی روزانه و کمتر از آن نشان می‌دهد که در بخش‌های بزرگی از قاره‌های با عرض جغرافیایی بالا، دماهای حدی گرم اغلب همزمان با انسداد جوی در همان مکان رخ می‌دهند. با در نظر گرفتن بلوک‌های ضعیف، بیش از ۸۰ درصد از دماهای حدی گرم ۶ ساعته با بلاکینگ در شرق کانادا، اسکاندیناوی و بخش‌هایی از سیبری مرتبط هستند (Pfahl & Wernli, 2012).

تأثیر الگوهای بلاکینگ یورو-آتلانتیک در بارش ایبریا که رژیم‌های مختلف بارش شدید در مناطق شمال غربی و مدیترانه تا حدی توسط ناهنجاری‌های مخالف مداری جریان منطقه‌ای تعیین می‌شوند. بنابراین، رخدادهای سنگین بارش در مناطق مدیترانه‌ای معمولاً کوتاه‌مدت و اغلب با شرایط بلاکینگ همراه هستند، در حالی که در شمال غربی ایبریا، جمع انباشت در طی دوره‌های بارندگی برای ایجاد رخداد‌های حدی مهم‌تر بوده و عمدتاً با جریان‌های قوی غربی در ارتباط هستند (Sousa et al, 2015). در مطالعه‌ای دیگر، تأثیر بلاکینگ جوی بر توزیع مکانی بارش تابستانه در اوراسیا بررسی و مشخص شد که صرف نظر از فراوانی رخداد‌های بلاکینگ جوی، آنها به دلیل تغییر در مسیر بادهای غربی و ساختار بلاکینگ دوقطبی غالب، به طور قابل توجهی بر توزیع بارندگی در تمام مناطق اوراسیا در تابستان

بندال سیبری بارزتر است. در دوره‌های خشک شدید، به ویژه ماه‌های ژانویه و فوریه، سیستم بندال اسکاندیناوی و شمال اروپا با زبانه‌های پرفشار سیبری ادغام شده و سیستم مانع قویتری را شکل می‌دهند (Zolfaghari et al, 2013). داده‌کاوای گردش‌های جو برای بررسی نقش الگوهای بندالی در ایجاد بارش‌های شمال شرق ایران نشان داد که بیش از نیمی از (۶۵ درصد) رخداد‌های بارشی منطقه اعم از بارش متوسط و شدید از طریق تأثیر در ایجاد و مکان‌گزینی الگوی بلوکینگ بوده است (Azizi et al, 2012). در این راستا، بررسی اثر بلاکینگ بر رخداد برف‌های سنگین و مداوم ایران حاکی از آن است که در بین الگوهای موثر بر بارش، تنها الگوی بلاکینگ امگا تراف سمت راست منجر به بارش برف مداوم و سنگین می‌شود و ریزش‌های سرد از عرض‌های بالا سبب تقویت سامانه بارشی شده و فراهم بودن سایر شرایط سینوپتیکی لازم، از قبیل وجود پرفشار قوی در سطح زمین، موقعیت خط همدمای صفر درجه سانتی‌گراد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و ضخامت لایه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ در نقشه‌های هم‌ضخامت در حضور رخداد پدیده بلاکینگ، منجر به ریزش برف مداوم و سنگین می‌شود (Dargahian et al, 2015). در مطالعه‌ای دیگر به منظور آشکارسازی و مطالعه اقلیم‌شناختی رخداد‌های بلاکینگ موثر بر آب‌وهوای ایران در فصل سرد سال مشخص شد که بیش‌ترین فراوانی رخداد بلاکینگ در بازه طول جغرافیایی ۱۰ درجه غربی تا ۲۰ درجه شرقی می‌باشد و ایران منطقه بیشینه ثانوی محسوب می‌شود. مرکز بیشتر بلاکینگ‌هایی که آب‌وهوای ایران را متأثر کرده‌اند، منطقه اسکاندیناوی است. از نظر شدت، بلاکینگ‌های متوسط بیش‌ترین فراوانی را داشته و طول عمر بلاکینگ به طور متوسط ۶ روز بوده است (Dargahian & Alijani, 2013). همچنین بررسی سینوپتیکی و دینامیکی بارش برف بهمن ۹۲ در ایران با تاکید بر نقش پدیده بلاکینگ نشان داد که ایران تحت تاثیر تراف قوی و عمیق سمت راست بلاکینگ امگا با یک پشته بسیار قوی تا عرض‌های ۷۰ درجه شمالی، واقع شده است. با توجه به ماهیت شبه ایستور بودن و تداوم بلاک امگایی قوی،

دریای بارنتس در زمستان ۴۰ سال گذشته به طور قابل توجهی افزایش یافته و باعث انتقال قوی تر رطوبت و گرما به سمت قطب شده است. در همین حال، در تابستان، وقوع مکرر پدیده بلاکینگ بر فراز دریای بوفورت باعث روند مثبت انتقال رطوبت و گرما به سمت قطب در بخش شرقی دریای سیبری می شود (Yuu tt al, 2022). همچنین روند بلاکینگ جوی و فصلی در اطراف پنه مارین قطب جنوب نشان دادند که با وجود شناخته بودن بلاکینگ جوی از ۱۰۰ سال پیش توسط هواشناسان، هنوز این پدیده به خوبی قابل پیش بینی نبوده یا به طور کامل درک نشده است. همچنین یک تعریف استاندارد پذیرفته شده برای بلاکینگ وجود ندارد، اما برخی از ویژگی های مشترک در جهت درک رفتار بلاکینگ شناخته شده است (aa rín et al, 2022).

رخداد دمای حد اعم از دمای فرین بالا و پایین و همچنین تداوم آن ها در نیمه اول سال در ناحیه جنوبی ساحلی دریای خزر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این اهمیت در ارتباط با شرایط اکولوژیک و کشاورزی منطقه دو چندان بوده و در ابتدای فصل گرم که مصادف با شروع حیات و زیست و همچنین فعالیت های مختلف کشاورزی در این ناحیه است بسیار مهم و با اهمیت تلقی می شود. لذا شناخت میزان تغییرات دمای این ناحیه بخصوص در نیمه اول سال می تواند ما را در بسیاری از برنامه ریزی ها برای این ناحیه کمک نماید. لذا نگارنده در تلاش است تا رابطه بلاکینگ با دماهای حد سواحل جنوبی دریای خزر در نیمه اول سال را مورد بررسی و تحلیل قرار دهد. آنچه این تحقیق به دنبال یافتن پاسخی علمی و درخور توجه برای آن است این است که دماهای حدی سواحل جنوبی دریای خزر تحت تاثیر چه نوع از بلاکینگ قرار دارند؟

تأثیر می گذارند. از این رو بسته به موقعیت های بلاکینگ در آسیا، بارندگی های شدیدی در منطقه خشک شامل قزاقستان، مغولستان، شمال چین و اراضی انتقالی بایکال رخ دهد (Antokhina et al, 2016). رابطه بلاکینگ جوی با دمای حدی اروپا در بهار نشان داد که ارتباط بسیار معناداری بین بلاکینگ و دوره های سرد و گرم یافت شده است که در طول بهار تغییر می کند. بلاکینگ بر فراز شمال شرقی اقیانوس اطلس و اسکاندیناوی با وقوع دوره های سرما در اروپا، به ویژه در اوایل بهار، و بر فراز اروپای مرکزی با شرایط گرمتر، به ویژه از ماه مارس به بعد، مرتبط است. علاوه بر این، موقعیت بلاکینگ بر توزیع فضایی دماهای حدی تأثیر می گذارد. بیش از ۸۰ درصد از دوره های سرد در جنوب شرقی اروپا در طول بلاکینگ رخ می دهد، در مقابل دوره های گرم شمال اروپا عمدتاً با بلاکینگ مرتبط هستند (Brueeer et al, 2017).

همچنین آن ها با بررسی وابستگی دماهای حدی حال و آینده اروپا به موقعیت بلاکینگ جوی نشان دادند همبستگی قوی بین بلاکینگ با امواج گرم (Hss) شمال اروپا در تابستان، بهار و پاییز وجود دارد. با این حال، یک همبستگی قوی بین بلاکینگ و وقوع امواج گرم در جنوب اروپا در تمام فصول شناسایی شد. بلاکینگ فراوانی دوره های سرد (CSS) را به ویژه در جنوب اروپا در پاییز، زمستان و بهار افزایش می دهد، اما از فراوانی آن در تابستان می کاهد (Breeeer et al, 2018). مطالعه انتقال دما و رطوبت در طی الگوهای انسداد جوی در اطراف شبه جزیره قطب جنوب نشان می دهد که الگوهای بلاکینگ غرب جزیره قطب جنوب و شرق آن به ترتیب با ناهنجاری های قابل توجه سرما و گرما بر فراز آن، به ویژه در پاییز، زمستان و بهار در نیمکره جنوبی مشخص می شوند (Bzzkrrt et al, 2022). نقش بلاکینگ جوی در تنظیم گرمایش قطب شمال نشان می دهد که افزایش وقوع این پدیده می تواند باعث روند مثبت انتقال قطب سوی رطوبت و گرما شود. بطوریکه وقوع پدیده بلاکینگ

۲. روش تحقیق

۱.۲. معیار شناسایی بلو کینگ

نرم افزار اکسل در مقیاس روزانه تنظیم گردید. معیار روزهای گرم فرین نیز دهک ۱۹۰ام دمای حداکثر روزانه در نظر گرفته شد بطوریکه برای هر روز از شش ماه اول سال یعنی آوریل، می، ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر صدک ۹۰ام محاسبه و روزهای دمای فرین بر اساس معیار فراگیری آن در تمامی ایستگاه‌ها یا حداقل ۵ ایستگاه انتخاب شدند. در جدول ۱ مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه آورده شده است.

در این پژوهش برای شناسایی روزهای دمای فرین (دمای حداکثر) و ارتباطش با بلو کینگ، ابتدا داده‌های دمای حداکثر روزانه ۱۷ ایستگاه آستارا، بندر انزلی، رشت، رامسر، نوشهر، بابلسر و گرگان به مدت ۲۵ سال (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰) از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. سپس داده‌ها برحسب نیاز در محیط

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر	دوره آماری
آستارا	۴۸° ۵۲'	۳۸° ۲۵'	-۱۸	۲۰۱۳ تا ۱۹۸۶
بندر انزلی	۴۹° ۲۸'	۳۷° ۲۸'	-۲۶/۲	۲۰۱۳ تا ۱۹۶۱
رشت	۴۹° ۳۹'	۳۷° ۱۲'	۳۶/۷	۲۰۱۳ تا ۱۹۵۶
رامسر	۵۰° ۴۰'	۳۶° ۵۴'	-۲۰	۲۰۱۳ تا ۱۹۵۶
نوشهر	۵۱° ۳۰'	۳۶° ۳۹'	-۲۰/۹	۲۰۱۳ تا ۱۹۵۶
بابلسر	۵۲° ۳۹'	۳۶° ۴۳'	-۲۱	۲۰۱۳ تا ۱۹۶۱
گرگان	۵۴° ۱۶'	۳۶° ۵۱'	۱۳/۳	۲۰۱۳ تا ۱۹۵۶

براساس این روش، دو گرادیان ارتفاع روزانه برای هر طول جغرافیایی به شرح زیر محاسبه می‌شود:

معیار بلو کینگ مورد استفاده در این پژوهش نیز نسخه اصلاح شده تعیین بلو کینگ است که در TM90 بررسی و در مطالعات مختلف استفاده شده است (Barriopedro et al, 2006).

فرق دارد، زیرا مقدار φ_N ، اعداد Δ و مقادیر Δ بر اساس تفکیک مکانی $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ داده گان NCEP-NCAR هستند. هر طول جغرافیایی زمانی به عنوان بلو کینگ پذیرفته می‌شود که هم GHGS و هم GNGN شرایط بیان شده در رابطه ۴ را برای

$$GHGS = \frac{Z_{\lambda, \varphi_0} - Z_{\lambda, \varphi_S}}{\varphi_0 - \varphi_S} \quad (1)$$

$$GHGN = \frac{Z_{\lambda, \varphi_N} - Z_{\lambda, \varphi_0}}{\varphi_N - \varphi_0} \quad (2)$$

در اینجا

$$\begin{aligned} \varphi_S &= 40^\circ + \Delta \\ \varphi_0 &= 60^\circ + \Delta \\ \varphi_N &= 77.5^\circ + \Delta \end{aligned} \quad (3)$$

و $Z_{\lambda, \varphi}$ نیز ارتفاع ژئوپتانسیل در طول جغرافیایی λ و عرض جغرافیایی φ است. GHGS (گرادیان ارتفاع ژئوپتانسیل در بخش جنوبی φ_0) تابعی از مولفه مداری باد ژئوستروفیک و GHGN (گرادیان ارتفاع ژئوپتانسیل در بخش شمالی φ_0) شامل می‌شود که جریان‌های غیر بندالی را حذف می‌کند. این نسخه که در رابطه ۱ و ۲ شرح داده شد با معیار اصلی TM90

حداقل یکی از پنج مقدار Δ نشان دهند:

$$\begin{aligned} GHGS &> 0 \\ GHGN &< -10 \text{ geopotential } m/\text{lat} \\ Z(\lambda, \varphi_0) - Z(\lambda, \varphi_0) &> 0 \end{aligned} \quad (4)$$

در این پژوهش از طول جغرافیایی ۳۰ غربی (۳۰- تا ۹۰ درجه شرقی) بعنوان محدوده شناسایی بلو کینگ انتخاب شده است. زیرا فعالیت چهار بلو کینگ مهم و موثر بر اقلیم ایران نیز تحت عنوان بلو کینگ اطلس (بین ۳۰- غربی تا صفر درجه)، بلو کینگ اروپایی (صفر تا ۳۰ درجه شرقی)، بلو کینگ آسیای میانه (۳۰ تا ۶۰ درجه شرقی) و بلو کینگ سیبری (۶۰ تا ۹۰ درجه شرقی)

فواصل ۲/۵ درجه شاخص بلوکینگ بر اساس فرمول‌های بالا محاسبه گردید. شکل ۱ مراحل انجام کار را نشان می‌دهد.

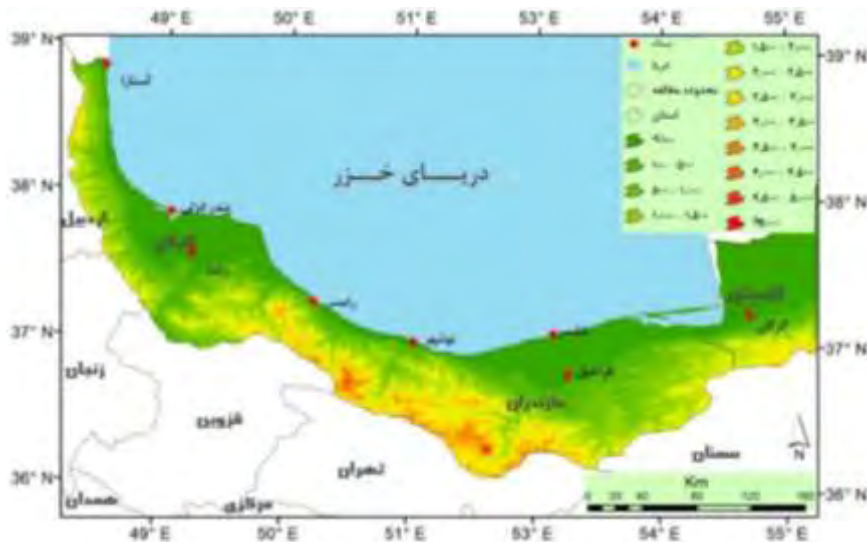
نامیده می‌شوند. بدین ترتیب از داده‌های NCEP/NCAR Reanalysis 1 با تفکیک مکانی ($2.5^\circ \times 2.5^\circ$) استفاده و به



شکل ۱.۱. دیاگرام مراحل انجام کار

۲.۲. معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه ساحل جنوبی دریای خزر بین نصف‌النهارات $34^\circ 48'$ تا $35^\circ 44'$ طول شرقی و مدارات $38^\circ 53'$ تا $35^\circ 44'$ عرض شمالی در نیمه شمالی کشور ایران و در نیمه جنوبی کمر بند معتدله سیاره زمین قرار دارد. این منطقه در بخش شمالی فلات ایران، سرزمین فرو افتاده‌ای است که مرز شمالی فلات ایران را تشکیل می‌دهد. در سمت شمال آن دریاچه خزر واقع بوده و سه استان گیلان، مازندران و گلستان دارای مرز مشترک با بخش جنوبی این دریاچه هستند. طول خط ساحلی آن از آستارا تا منتهی‌الیه خروجی رود اترک در دشت گرگان ۹۹۲ کیلومتر است. این منطقه توسط رشته کوه‌های بخش شمالی کمر بند کوهزایی آلپی یعنی البرز محدود شده و مرز جنوبی آن را سلسله جبال البرز احاطه کرده است (شکل ۲).



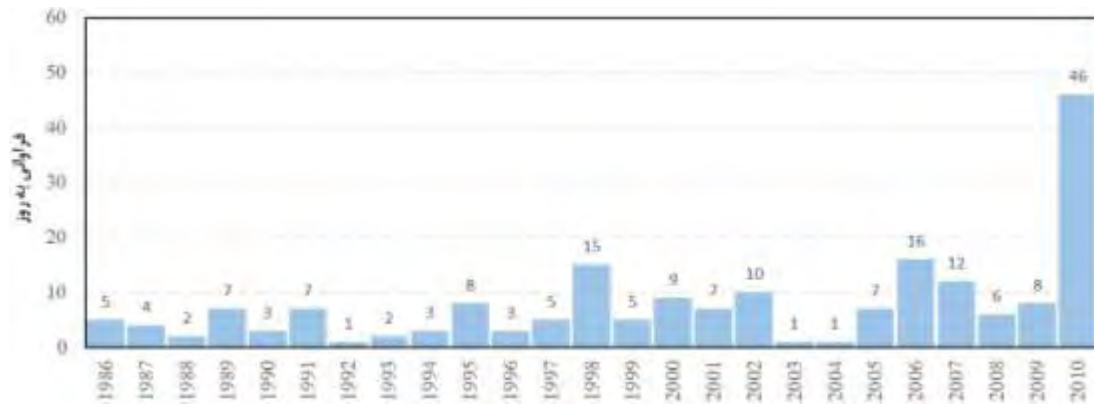
شکل ۲. ایستگاه‌های همدید مورد مطالعه در این پژوهش

۳. یافته‌های پژوهش

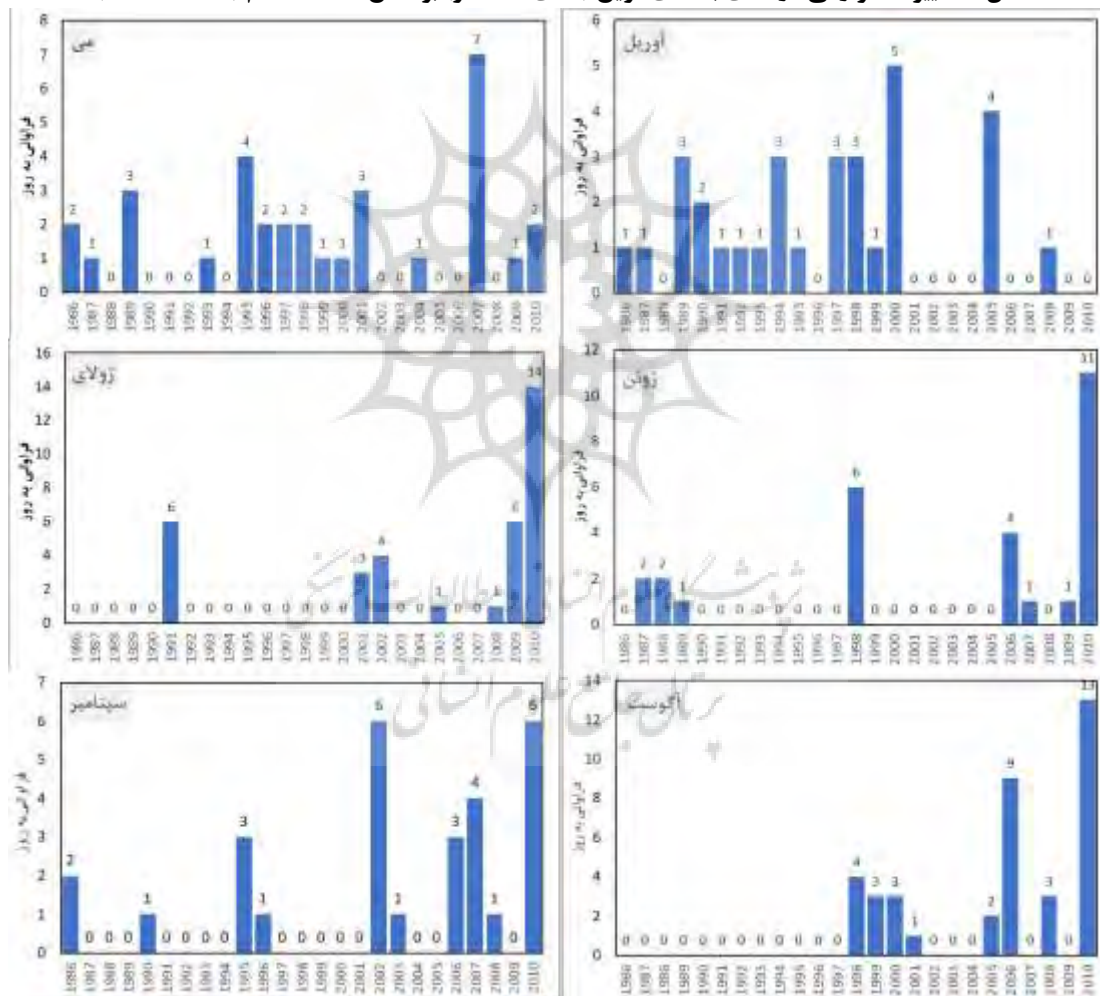
۳.۱. فراوانی رخداد دمای فرین

حدی (حداکثر و حداقل)، دوره‌های خشک و امواج گرم افزایش یافته است.

در شکل ۳ نمودار فراوانی رخداد دمای فرین تمامی ایستگاه‌ها در طی دوره نمایش داده شده است. همانگونه از شکل پیداست فراوانی روزهای وقوع دمای فرین از ابتدا دوره به انتهای دوره افزایش می‌یابد. بعبارت دیگر شیب ضعیف مثبت در افزایش فراوانی از ابتدا تا انتهای دوره قابل مشاهده است. البته قابل ذکر است که نمودار مورد نظر مجموع فراوانی رخداد تمامی ایستگاه‌ها را در طول دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. علاوه بر این در شکل ۴ فراوانی رخداد دمای فرین کل ایستگاه‌ها را در ماه‌های آوریل، می، ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر نمایش می‌دهد. همانگونه مشاهده می‌شود توزیع فراوانی رخداد دمای فرین (دمای حداکثر) در ماه آوریل و می نسبت به ۴ ماه دیگر یعنی ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر در طی ۲۵ یکنواخت‌تر است. اما فراوانی رخداد دمای فرین در چهار ماه ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر بیانگر افزایش فراوانی رخداد آن در نیمه دوم دوره ۲۵ ساله است. باید گفت در ماه سپتامبر هیچ رخداد دمای فرین در نیمه اول دوره مورد مطالعه در تمامی ایستگاه‌ها قابل مشاهده نیست. این موضوع تا حدودی به تغییرات اقلیمی جهانی مربوط است زیرا در انتهای قرن ۲۰م و اوایل قرن ۲۱م فراوانی وقوع و شدت برخی از پدیده‌های حدی اعم از دمای



شکل ۳. تغییرات فراوانی روزهای بادماهی فرین (دمای حداکثر) براساس صدک ۱۹۰م (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰)

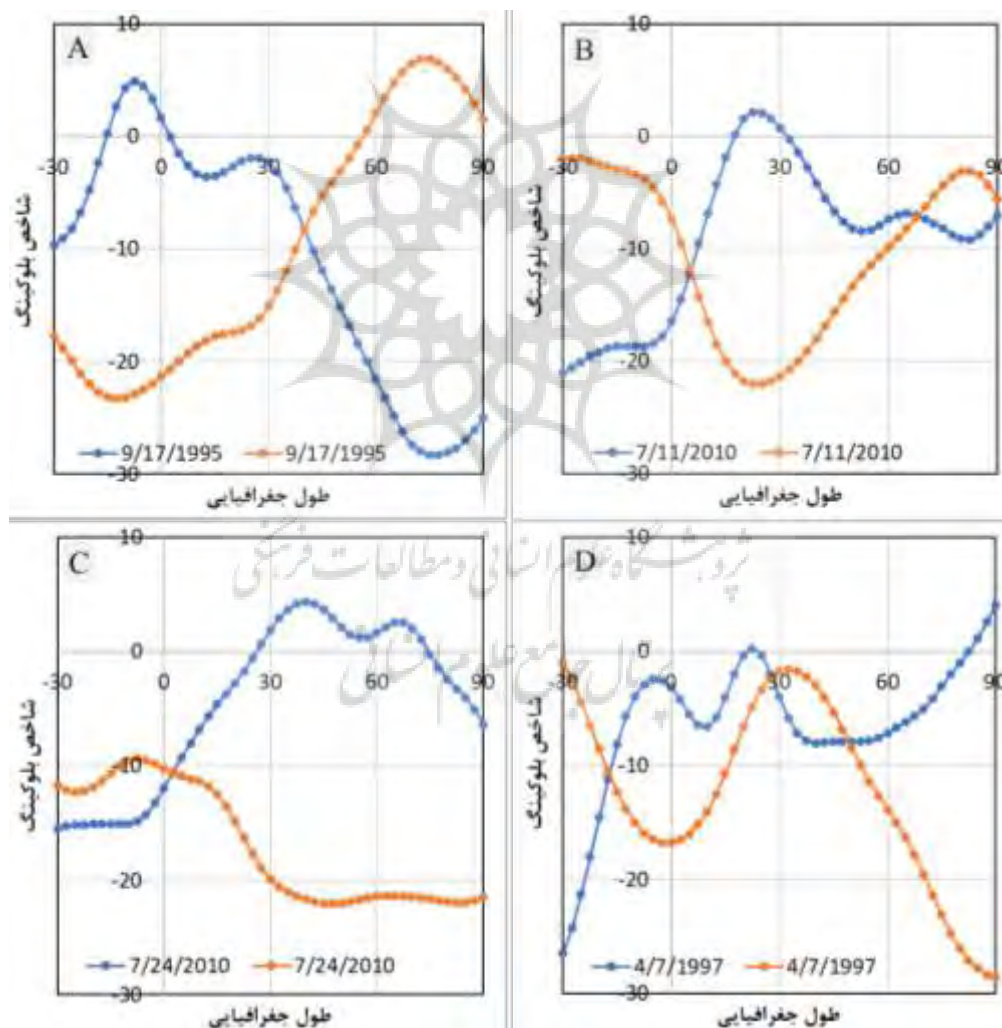


شکل ۴. فراوانی وقوع روزهای بادماهی فرین (دمای حداکثر) براساس صدک ۱۹۰م درشش ماه اول سال

۲.۳. شاخص بلوکینگ

انجام شده است. پس از محاسبه شاخص بلوکینگ مشخص شد که از ۱۹۳ روز، روز ۱۰۴ بدون الگوی بندالی در چهار منطقه شکل گیری الگوهای بلوکینگ بوده است. عبارت دیگر با توجه به دو شاخص GHGS و GHGN و دو شرط اعمال شده برای این دو، از ۳۰ درجه غربی تا ۹۰ درجه شرقی به طول ۱۲۰ درجه طول جغرافیایی، بلوکینگ شناسایی نشد. در این راستا، روزهای همراه با بلوکینگ به چهار گروه طبقه بندی شد. از ۸۹ روز باقیمانده از روزهای با دمای فرین (حداکثر)، شاخص بلوکینگ به تعداد ۲۱ بار در اقیانوس اطلس شمالی، ۴۴ بار در اروپای مرکزی، ۲۰ بار در آسیای میانه و ۴ بار در سبیری شناسایی گردید.

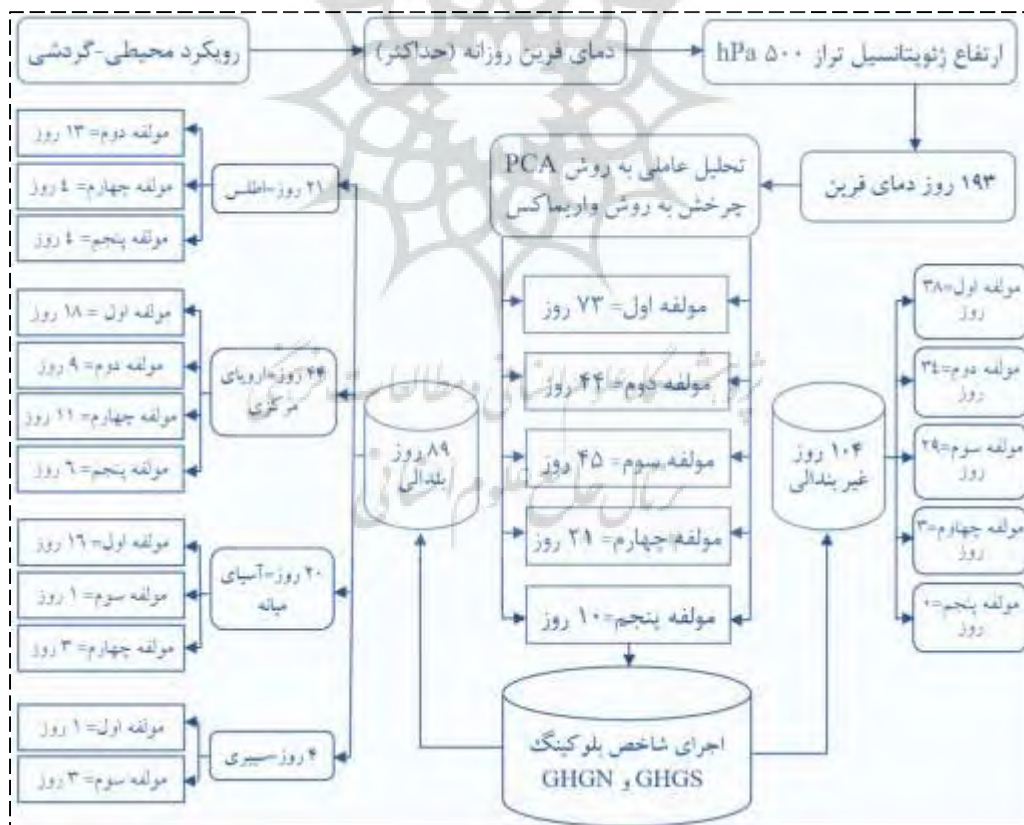
در این مرحله از پژوهش اقدام به اجرای شاخص بلوکینگ براساس روابط و شروط بیان شده برای GHGS و GHGN گردید. با توجه به موقعیت جغرافیایی ناحیه جنوبی دریای خزر و پیشینه مطالعات قبلی چهار منطقه برای ایجاد بلوکینگ یعنی بلوکینگ اطلس، بلوکینگ اروپای مرکزی، بلوکینگ آسیای میانه و بلوکینگ سبیری قابل شناسایی است. چهار منطقه ایجاد بلوکینگ به ترتیب در بین طولهای جغرافیایی ۳۰- درجه غربی تا صفر، صفر تا ۳۰ درجه شرقی، ۳۰ تا ۶۰ درجه شرقی و ۶۰ تا ۹۰ درجه شرقی قرار دارند. که محاسبات بلوکینگ از ۳۰- درجه غربی تا ۹۰ درجه شرقی با فواصل ۲/۵ درجه طول جغرافیایی



شکل ۵. نمونه‌ای از شاخص GHGS (منحنی آبی) و GHGN (منحنی نارنجی) برای شناسایی بلوکینگ اقیانوس اطلس (A)، بلوکینگ اروپای مرکزی (B)، بلوکینگ آسیای میانه (C) و بلوکینگ سبیری (D).

مولفه سوم، ۳ روز در مولفه چهارم و مولفه پنجم بدون روز است. در نهایت بلوکینگ سیبری در بر گیرنده ۱ روز در مولفه اول و ۳ روز در مولفه سوم بوده و مولفه‌های دوم، چهارم و پنجم بدون روز بودند. با توجه به اینکه شاخص بلوکینگ نشان داد که آن فقط در یک مولفه قرار نداشته و در مولفه‌های مختلف توزیع شده است، بررسی دستی تک تک نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل روزهای همراه با دمای فرین ضرورت پیدا می‌کند. در شکل ۵ چگونگی شناسایی چهار شاخص بلوکینگ نشان داده شده است. چنانچه از شکل A۵ پیداست شاخص GHGS در محدوده طول جغرافیایی ۳۰- تا صفر درجه مثبت و از صفر بیشتر (منحنی آبی) و در نقطه متناظر آن شاخص GHGN نیز کمتر از ۱۰- می‌باشد. از اینرو در این ناحیه از کره زمین هر دو شرط برای شاخص بلوکینگ احراز شده و بلوکینگ اقیانوس اطلس شکل گرفته است.

با توجه به تحلیل عاملی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسگال ۱۹۳ روز همراه با دمای فرین، پنج مولفه شناسایی شد که کنترل کننده الگوهای همدید دمای فرین ناحیه ساحلی جنوبی دریای خزر بودند. در اینجا تعداد الگوهای بندالی و غیر بندالی واقع در هر مولفه مورد بررسی قرار می‌گیرد. از ۱۰۴ روز غیربندالی، ۳۸ روز در مولفه اول، ۳۴ روز در مولفه دوم، ۲۹ روز در مولفه سوم، ۳ روز در مولفه چهارم قرار گرفته و مولفه پنجم صفر بوده است. در این راستا، از ۲۱ روز بلوکینگ اقیانوس اطلس شمالی، ۱۳، ۴ و ۴ روز در مولفه دوم، چهارم و پنجم قرار داشتند و مولفه اول و سوم هیچ روزی را در بر نگرفتند. همچنین از ۴۴ روز بلوکینگ اروپای مرکزی، ۱۸ روز در مولفه اول، ۹ روز در مولفه دوم، هیچ روز در مولفه سوم، ۱۱ روز در مولفه چهارم و ۶ روز هم در مولفه پنجم قرار می‌گیرند. علاوه بر این، از ۲۰ روز بندالی آسیای میانه، ۱۶ روز در مولفه اول، صفر روز در مولفه دوم، ۱ روز در



شکل ۶. ارتباط دو سویه مولفه‌ها و شاخص بندالی و غیربندالی روزهای همراه با دمای فرین (حداکثر)

در جدول ۱ توزیع فراوانی الگوهای همدید جوی موثر بر دمای فرین در دو حالت بندالی و غیر بندالی شمارش و درج شده است. چنانچه مشاهده می شود چهار الگوی غیر بندالی یعنی زبانه پر ارتفاع جنب حاره (پشته)، هسته پر ارتفاع جنب حاره، پشته بادهای غربی و شمالی شدن جریانات غربی به ترتیب ۷۳، ۲۹، ۲۶ و ۱۰ روز از ۱۹۳ روز دمای فرین را تحت کنترل داشتند. بعبارت دیگر از ۱۰۰ درصد روزهای همراه با دمای فرین، ۷۱/۵ درصدش توسط چهار الگوی بالا اتفاق افتاده است. در این راستا، الگوهای بندالی در ۲۸/۵ درصد از روزهای دمای فرین موثر بودند. بدین ترتیب الگوهای بندالی یعنی بلوکینگ دو قطبی (هسته پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ دو قطبی (هسته پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ دو قطبی (عقب ناوه جنوبی)، بلوکینگ دو قطبی (پشته بادهای غربی)، بلوکینگ بریده کم فشار (هسته پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ بریده کم فشار (زبانه پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ رکس (هسته پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ رکس (زبانه پر ارتفاع جنب حاره)، بلوکینگ رکس (پشته بادهای غربی) و بلوکینگ امگا به ترتیب ۱/۰۴، ۵/۱۸، ۰/۵۲، ۱/۰۴، ۱/۵۵، ۲/۰۷، ۰/۵۲، ۸/۲۹، ۰/۵۲ و ۷/۷۷ درصد از ۲۸/۵ درصد روزهای دمای فرین را کنترل کرده است. بدین ترتیب نقش مستقل پرفشار جنب حاره و همچنین نقش ترکیبی آن با بلوکینگ در کنترل دمای فرین سواحل جنوبی دریای خزر کاملاً بدیهی است.

در شکل B5 نیز بلوکینگ اروپای مرکزی کاملاً مشخص بوده و بین صفر تا ۳۰ درجه شرقی شاهد شکل گیری بلوکینگ اروپای مرکزی هستیم. زیرا هر دو شرط برای این نوع بلوکینگ نیز برقرار است. در شکل C5 نیز شکل گیری بلوکینگ در طول جغرافیایی ۳۰ تا ۶۰ درجه شرقی کاملاً مشخص است. البته شاخص بلوکینگ در این شکل دوتایی است. بعبارت دیگر در طول جغرافیایی ۶۰ تا ۹۰ درجه شرقی هم بلوکینگ سیبری خودنمایی می کند. زیرا هر دو شرط GHGN و GHGS برای هر دوی آنها صدق می کند. آخرین شاخص نیز شاخص بلوکینگ سیبری است که بین طولهای جغرافیایی ۶۰ تا ۹۰ درجه شرقی با احراز دو شرط لازم نیز کاملاً مشخص است. شاخص بلوکینگ دو مده در موارد متعددی بویژه بین طول جغرافیایی ۳۰ درجه غربی تا ۶۰ درجه شرقی قابل مشاهده هستند. در این وضعیت شاخص بلوکینگ با شدت بیشتر معیار شناسایی محل شکل گیری بلوکینگ در نظر گرفته می شود. در شکل ۶ فرآیند تفکیک روزهای بندالی و غیر بندالی نشان داده شده است. چنانچه مشخص است با استفاده از روش تحلیل عاملی الگوهای بندالی به دلیل تنوعشان در یک مولفه قرار نگرفتند، بلکه در تمامی مولفه ها (۵ مولفه) توزیع شده اند. از این رو استفاده از روش تحلیل عاملی جهت طبقه بندی الگوهای مختلف بلوکینگ ناکارآمد بوده و باید تمامی روزهای همراه با بلوکینگ به صورت دستی و سنتی تحلیل شوند.

۳.۳. تعیین الگوهای بلوکینگ

جدول ۲. فراوانی الگوهای همدید موثر بر دمای فرین (حداکثر) در حالت بندالی و غیر بندالی

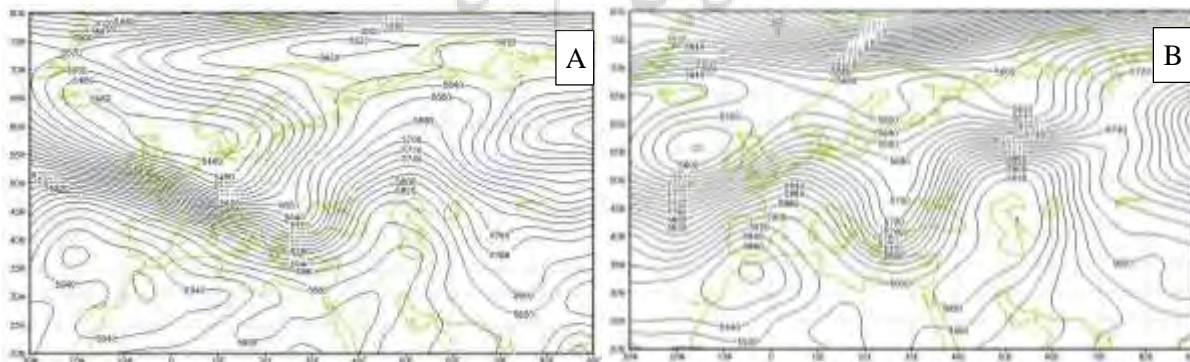
ردیف	نوع	نام الگو	فراوانی	درصد
۱	الگوی غیر بلوکینگ	زبانه پر ارتفاع جنب حاره (پشته)	۷۳	۳۷/۸۲
۲		هسته پر ارتفاع جنب حاره	۲۹	۱۵/۰۳
۳		پشته بادهای غربی	۲۶	۱۳/۴۷
۴		شمالی شدن جریانات غربی	۱۰	۵/۱۸
۵	الگوی بلوکینگ	بلوکینگ دو قطبی (هسته پر ارتفاع جنب حاره)	۲	۱/۰۴
۶		بلوکینگ دو قطبی (زبانه پر ارتفاع جنب حاره)	۱۰	۵/۱۸
۷		بلوکینگ دو قطبی (عقب ناوه جنوبی)	۱	۰/۵۲
۸		بلوکینگ دو قطبی (پشته بادهای غربی)	۲	۱/۰۴

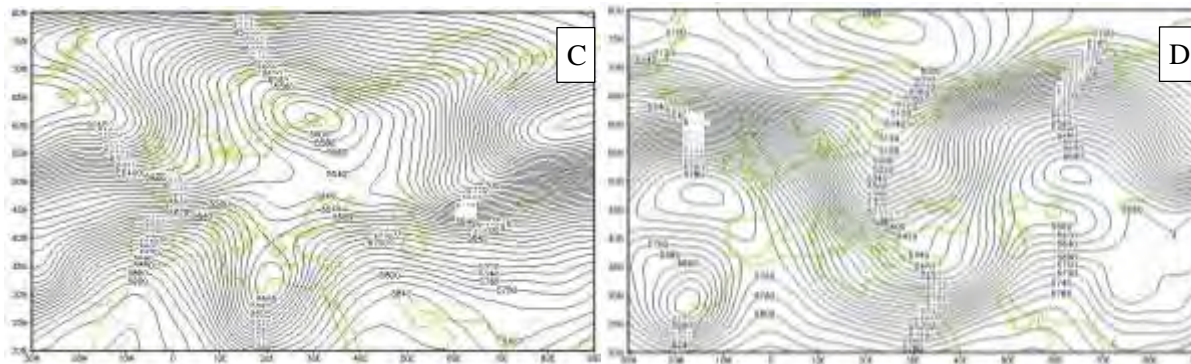
۱/۵۵	۳	بلو کینگ بریده کم فشار (هسته پر ارتفاع جنب حاره)	۹
۲/۰۷	۴	بلو کینگ بریده کم فشار (زبانه پر ارتفاع جنب حاره)	۱۰
۰/۵۲	۱	بلو کینگ رکس (هسته پر ارتفاع جنب حاره)	۱۱
۸/۲۹	۱۶	بلو کینگ رکس (زبانه پر ارتفاع جنب حاره)	۱۲
۰/۵۲	۱	بلو کینگ رکس (پشته بادهای غربی)	۱۳
۷/۷۷	۱۵	بلو کینگ امگا	۱۴
۱۰۰	۱۹۳	-	جمع کل

۳.۳.۱. الگوهای غیر بلو کینگ

حالت هسته پر ارتفاع جنب حاره به چند هسته جدا از هم تقسیم می‌شود که بر روی شمال آفریقا، عربستان و فلات ایران شکل می‌گیرند. هسته پر ارتفاع تشکیل شده بر روی ایران نیز نتیجه قرارگیری آن در داخل پشته بادهای غربی است که به سمت اراضی شمالی جابه‌جا شده است. در شکل BV نمونه شاخصی از این الگو نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود در تاریخ ۲۰۰۶/۸/۱ هسته پر ارتفاع با پربند ۵۹۲۰ ژئوپتانسیل متر بر روی غرب، شمال غرب و سواحل جنوبی دریای خزر قرار گرفته است. با توجه به حرکت و اچرخندی هسته پر ارتفاع در تراز میانی جو (۵۰۰ هکتوپاسگال)، هوای و اچرخند در سطوح بالا همگرا شده و بر اثر افزایش چگالی آن، مجبور به نزول در جهت پایین است. در نتیجه در اثر حرکت نزولی هوا شاهد شکل‌گیری پرفشار در سطح زمین هستیم. در این حالت هوا پایدار بوده و بر اثر حرکت نزولی هوا در هسته پر ارتفاع، تراکم هوا افزایش و سپس دما نیز افزایش می‌یابد (شکل BV).

یکی از الگوهایی که دمای فرین سواحل جنوبی دریای خزر را کنترل می‌کند زبانه پر ارتفاع جنب حاره است. در این حالت زبانه‌ای از هسته پر ارتفاع جنب حاره که در شمال آفریقا و عربستان واقع است به سمت ایران وارد شده و هوای گرم و پایدار را به سمت ایران تا ساحل جنوبی دریای خزر وارد می‌کند. در شکل AV این موضوع بوضوح قابل مشاهده است. چنانچه مشاهده می‌شود در تاریخ ۲۰۰۶/۸/۲۹ هسته پر ارتفاع آזור در غرب آفریقا و اقیانوس اطلس مشاهده می‌شود. زبانه پر ارتفاع آזור در قالب پشته بادهای غربی به عرض‌های بالاتر نفوذ می‌کند. در این شکل شرایط پشته منجر به نفوذ زبانه پر ارتفاع تا مناطق مرکزی روسیه شده است. هنگام استقرار زبانه پر ارتفاع و قرارگیری آن در زیر پشته بادهای غربی، هوا در تراز میانی جو همگرا شده و شاهد فرونشینی و پایداری هوا در این ناحیه هستیم. در نتیجه بر اثر فرونشینی هوا و منشاء توده هوا از منطقه جنب حاره، هوای پایدار و گرم بر منطقه مستولی می‌شود. دومین الگویی غیر بندالی که باعث بالا رفتن دمای هوا در جنوب ساحل دریای خزر می‌شود هسته پر ارتفاع جنب حاره است. در این





شکل ۷. الگوهای غیر بندالی کنترل کننده روزهای همراه با دمای فرین

راستای نصف‌النهاری هستیم. جریانات در هنگام حرکت از جنوب به شمال ارتفاعات البرز باید از این مانع عبور کنند. هنگام عبور جریانات از دامنه جنوبی البرز (صعود) و نزول آن در دامنه شمالی، دمای هوا دچار تغییر شده و بشدت افزایش می‌یابد. این فرآیند تحت عنوان باد فون معروف است. در هنگام برقراری این شرایط، هوا در دامنه جنوبی بصورت آدیاباتیک مرطوب در ازای ۱۰۰۰ متر به میزان ۶ درجه کاهش دما پیدا می‌کند. سپس در خط‌الرأس کوهستان هوا به سمت دامنه شمالی نزول می‌کند. چون هوا بخشی از رطوبت خود را در دامنه جنوبی از دست داده، در اثر فرونشینی هوا میزان کاهش دما در ازای هر ۱۰۰۰ متر به میزان ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد و بصورت آدیاباتیک خشک خواهد بود. در نتیجه دمای هوا در ارتفاع برابر در دامنه جنوبی و شمالی یکسان نبوده و دمای دامنه شمالی بیشتر از دامنه جنوبی است. در شکل DV نمونه‌ای از این الگو آورده شده است.

۲.۳.۳. الگوهای بلوکینگ

بلوکینگ دو قطبی یکی از سامانه‌های بندالی است که در دمای فرین دوره گرم سال ساحل جنوبی دریای خزر نقش دارد. بندال‌های دو قطبی همانگونه که از اسمش پیداست از دو هسته یا قطب تشکیل شده‌اند که بعد از شکافت جریان بادهای غربی و شکل‌گیری قطب اول در ناحیه فراز بادهای غربی یا پشته و قطب دوم در بخش فرود بادهای غربی یا ناوه مشخص می‌شود. قطب واقع در پشته شمالی نیز در برگیرنده هسته پر ارتفاع و قطب واقع

سومین الگوی ایجاد کننده روزهای گرم (دمای فرین) در سواحل جنوبی دریای خزر نیز پشته بادهای غربی است. در این حالت، ناحیه مورد بررسی در قسمت جلویی فراز (پشته) بادهای غربی قرار می‌گیرد. قرارگیری بخش جلویی پشته بر روی ناحیه مورد مطالعه باعث می‌شود هوا در تراز میانی جو نزول کرده و به سمت پایین حرکت کند. در این حالت شاهد فرونشینی هوا در تراز میانی جو و شکل‌گیری هوای پایدار و گرم در ساحل جنوبی دریای خزر خواهیم بود. در شکل CV نمونه‌ای از این الگو برای تاریخ ۲۰۱۰/۶/۱۷ نشان داده شده است. در این روز ناوه امواج بادهای غربی بر روی نیمه شرقی دریای مدیترانه شکل گرفته و محور آن در راستای شمالی-جنوبی از یونان شروع شده و به سمت جنوب تا شمال آفریقا کشیده شده است. در همین زمان محور پشته بادهای غربی با جهت جنوب شرق-شمال غرب از خلیج فارس شروع شده و با عبور از عراق، سوریه تا جنوب دریای سیاه امتداد دارد. با توجه به موقعیت محور پشته، تمامی فلات ایران در بخش جلویی محور پشته واقع بوده و هوا پایدار و گرم است. الگوی چهارم یعنی شمالی شدن جریانات غربی زمانی اتفاق می‌افتد که خطوط هم‌ارتفاع این بادهای در راستای نصف‌النهاری وزیده شوند. در این حالت با توجه به کمربند کوهستانی البرز که در جهت غربی-شرقی و در غرب این ناحیه در راستای شمال غرب-جنوب شرق امتداد دارد بصورت مانعی در مسیر جریانات غربی است که در جلوی ناوه امواج غربی از جنوب به شمال می‌وزد. در این حالت با توجه به موقعیت ناوه و ارتفاعات البرز، شاهد شمالی شدن جریانات بادهای غربی در

دمای بالا است. بعبارت دیگر اگر این ناحیه در بخش جلویی محور ناوه قرار بگیرد بارندگی و کاهش دما اتفاق می افتد. چنانچه قبلا گفته شده موقعیت قرارگیری بلو کینگ نقش مهمی در دمای فرین ناحیه جنوبی ساحل دریای خزر دارد. یکی از الگوی موثر در دمای فرین نیز بلو کینگ دو قطبی و قرارگیری ناحیه مورد مطالعه در عقب ناوه جنوبی بلو کینگ است. همانگونه که قبلا گفته شد بلو کینگ دو قطبی بعد شکافته شدن بادهای غربی و دوشاخه شدن آن به صورت ناوه جنوبی و پشته شمالی ظاهر می شود. اگر ناحیه مورد مطالعه در جلوی محور ناوه باشد بارندگی اتفاق می افتد. در غیر اینصورت شرایط تغییر می کند. اگر ناحیه مورد مطالعه در قسمت عقب ناوه جنوبی بلو کینگ قرار بگیرند شرایط جو پایدار بوده و دما در اثر نشست هوا افزایش می یابد. در شکل C۸ نمونه ای از بلو کینگ دو قطبی در شرق نقشه مشاهده می شود. شاخص بلو کینگ در روز ۱۹۹۸/۶/۱۹ هر دو شرط GHGS و GHGN را دارا بوده و کاملا مشخص است بین طول جغرافیایی ۵۰ تا ۸۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ تا ۶۵ درجه شمالی بلو کینگ دو قطبی شکل گرفته است. این بلو کینگ معروف به بلو کینگ سبیری است. قرارگیری ناحیه جنوبی دریای خزر در قسمت عقب ناوه جنوبی باعث می شود هوا پایدار شود و از تراز میانی جو به سمت پایین نشست کند. در نتیجه دمای هوا در اثر نشست بسته هوا گرم شده و افزایش می یابد. در شکل D۸ بلو کینگ دو قطبی در اروپای شرقی قابل مشاهده است. چنانچه مشاهده می شود ناحیه جنوبی دریای خزر در این روز تحت سیطره پشته جلویی ناوه جنوبی قرار دارد. با قرارگیری ناحیه مورد بررسی در امتداد محور پشته، هوای گرم اراضی جنوبی بسمت سواحل جنوبی دریای خزر حرکت کرده و باعث گرم شدن هوای این ناحیه می شوند. در این روز جریان هوا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسگال در غرب دریای مدیترانه به دو شاخه شمالی و جنوبی تقسیم شده است بطوریکه شاخه شمالی آن منطبق با پشته بلو کینگ و شاخه جنوبی آن منطبق بر ناوه آن است. هسته شمالی بلو کینگ با ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۶۰۰ متر و هسته جنوبی آن با ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۵۴۰ متر مشخص شده

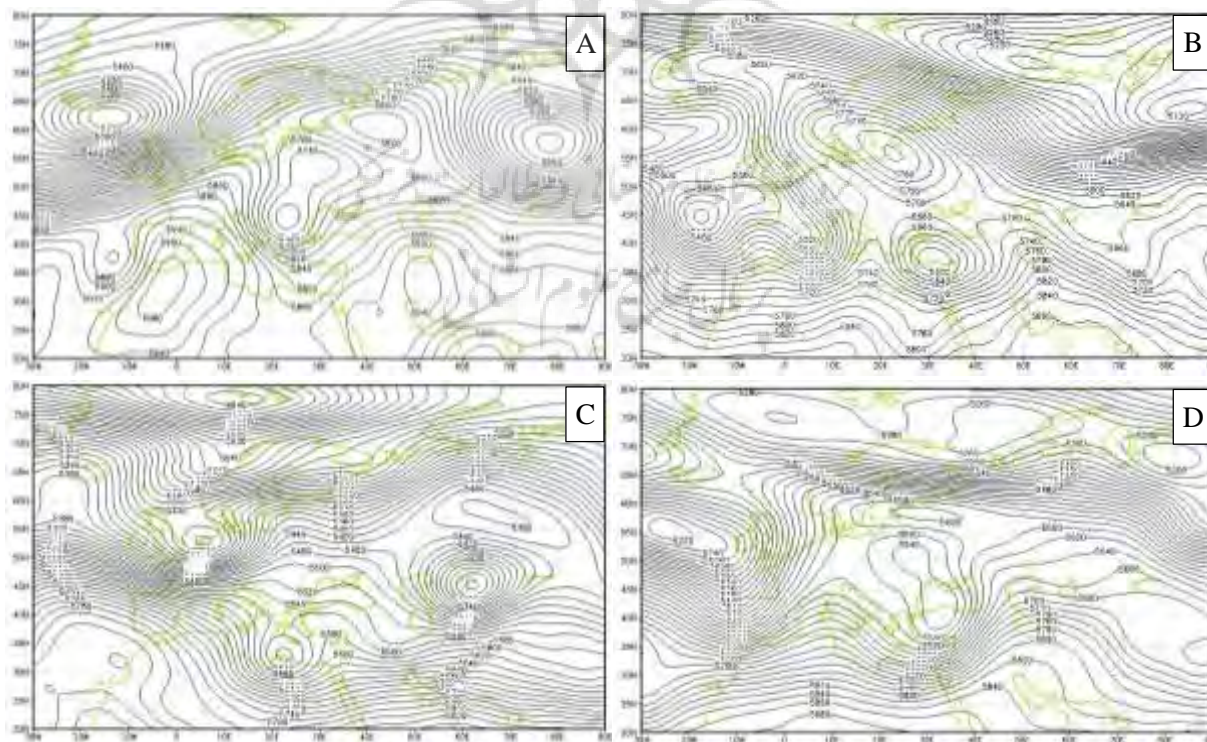
در ناوه جنوبی در برگیرنده هسته کم ارتفاع است. مناطق واقع در بخش های مختلف پشته و ناوه بلو کینگ شرایط مختلف جوی را تجربه می کنند. بلو کینگ دو قطبی یکی از سازوکارهای جوی است که تاثیر غیر مستقیم بر دمای فرین کشور ایران دارد. در شکل A۸ تاثیر غیر مستقیم بلو کینگ دو قطبی در افزایش دمای سواحل جنوبی دریای خزر نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می شود جریان هوای تراز ۵۰۰ (hPa) ارتفاع ژئوپتانسیل در اروپای مرکزی به دو شاخه شمالی و جنوبی تقسیم شده است بطوریکه شاخه شمالی آن منطبق با پشته و شاخه جنوبی آن منطبق با ناوه است. در قسمت شرقی ناوه شاهد قرارگیری هسته پراتفاح جنب حاره بر روی فلات ایران و سواحل جنوبی دریای خزر هستیم. در واقع موقعیت ناوه جنوبی بلو کینگ دو قطبی شرایط را برای جابه جایی هسته پراتفاح جنب حاره در قسمت جلویی ناوه فراهم می کند. بعبارت دیگر در جلوی ناوه جنوبی، پشته ای شکل گرفته است که باعث انتقال توده هوای گرم به این ناحیه شده است.

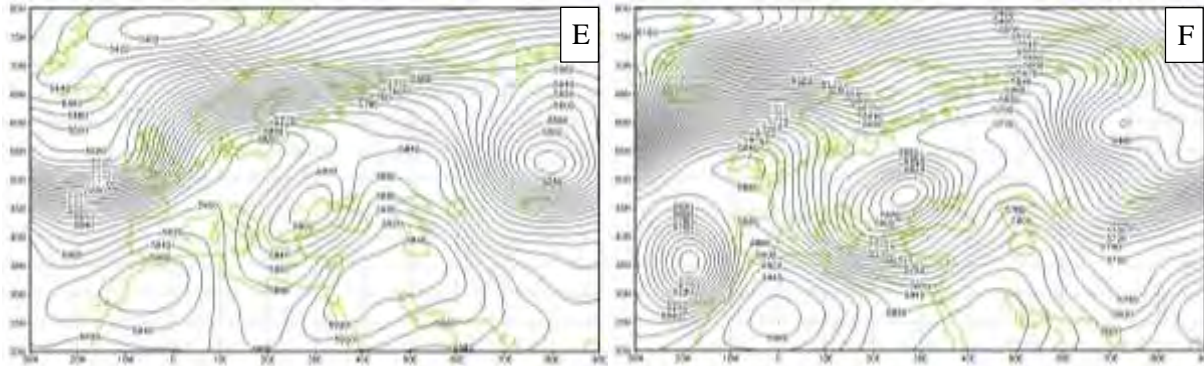
بلو کینگ دو قطبی به همراه زبانه پراتفاح جنب حاره یکی دیگر از الگوهای کنترل کننده روزهای همراه با دمای فرین در سواحل جنوبی دریای خزر است. عملکرد این الگو همانند الگوی بلو کینگ دو قطبی (هسته پرفشار جنب حاره) است، فقط تنها فرق بین این دو الگو اینست که بجای هسته پراتفاح جنب حاره (پشته)، زبانه پراتفاح جنب حاره عامل دمای فرین است. بعبارت دیگر زبانه پراتفاح از هسته اصلی پراتفاح جنب حاره که در عرض های جنوبی تر مستقر است به سمت ایران و حتی عرض های بالاتر نفوذ می کند. در شکل B۸ نمونه ای از این الگو برای تاریخ ۲۰۰۰/۴/۲۹ نمایش داده شده است. چنانچه از شکل پیداست بادهای غربی در مرکز دریای مدیترانه دچار شکافت شده و به دو شاخه شمالی و جنوبی تقسیم می شود. شاخه شمالی حامل پشته بادهای غربی و شاخه جنوبی آن حامل ناوه بادهای غربی است. در جلوی ناوه جنوبی، پشته ایجاد شده باعث انتقال هوای گرم عرض های پایین به سمت ایران می شود. در این حالت، موقعیت قرارگیری ناوه نسبت به ناحیه مورد مطالعه تعیین کننده

ارتفاع سرد یا کم فشار با هسته سرد را ایجاد می کند. همانگونه که از شکل پیداست بندال بریده کم فشار بر روی شرق دریای سیاه و با هسته مرکزی ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار دارد. در همین موقع دو الگوی پر ارتفاع در غرب آفریقا و شمال عربستان و ایران با پربند ۵۹۶۰ و ۵۹۴۰ ژئوپتانسیل متر شکل گرفته است. عبارتی الگوی بریده کم فشار بین این دو هسته پر ارتفاع و زبانه های آنها قرار دارد. در این حالت در سمت راست بریده کم فشار که هسته پر ارتفاع جنب حاره قرار دارد، تمامی فلات ایران و نواحی ساحلی دریای خزر را در بر می گیرد. بلوکینگ در این الگو تاثیر مستقیم بر دمای حداکثر ندارد بلکه در هماهنگی با پشته جنب حاره و قرارگیری هسته مرکزی آن بر روی ناحیه مورد مطالعه باعث افزایش دمای هوا شده است. در شکل FA بلوکینگ بریده کم فشار بین زبانه های دو پر ارتفاع در شرق و غرب آن کاملا مشخص است. این الگو با الگوی قبلی تفاوت چندانی نداشته و تنها تفاوت آن این است که بجای هسته پر ارتفاع، زبانه پر ارتفاع جنب حاره عامل گرمای فرین در ساحل جنوبی دریای خزر است.

است. همانگونه که می دانیم جریان هوا در هسته شمالی که با پربند ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر مشخص شده، نزولی است. همینطور جریان هوا در هسته کم ارتفاع با پربند ۵۵۴۰ ژئوپتانسیل متر صعودی بوده و ناپایدار است. علاوه بر موقعیت جغرافیایی بلوکینگ، نقش ناوه جنوبی بلوکینگ در بارش یا خشکی و افزایش دمای هوای سواحل جنوبی دریای خزر در موسم گرم سال غیر قابل انکار است.

بندال از نوع بریده کم فشار معمولا زمانی شکل می گیرد که جریان های شدید سطوح فوقانی جو به عرض های جغرافیایی بالاتر انتقال یابند و بخشی را که به صورت سامانه ای بسته و کم ارتفاع با چندین کنتور بسته فعالیت دارد، ترک کنند. در هواشناسی سامانه به جا مانده را بریده کم فشار می نامند. وضعیت جوی در این حالت وخیم تر از بندال نوع رکس است و ممکن است چندین روز در محل باقی بماند و برای ناحیه تحت پوشش خود، بارش، هوای ابری و مرطوب به ارمغان آورد. در شکل EA یک نمونه از بندال بریده کم فشار در هماهنگی با هسته پر ارتفاع جنب حاره نشان داده شده است. در این حالت بخشی از هوای عرض های جغرافیایی بالا از جریان اصلی جدا شده و هسته کم

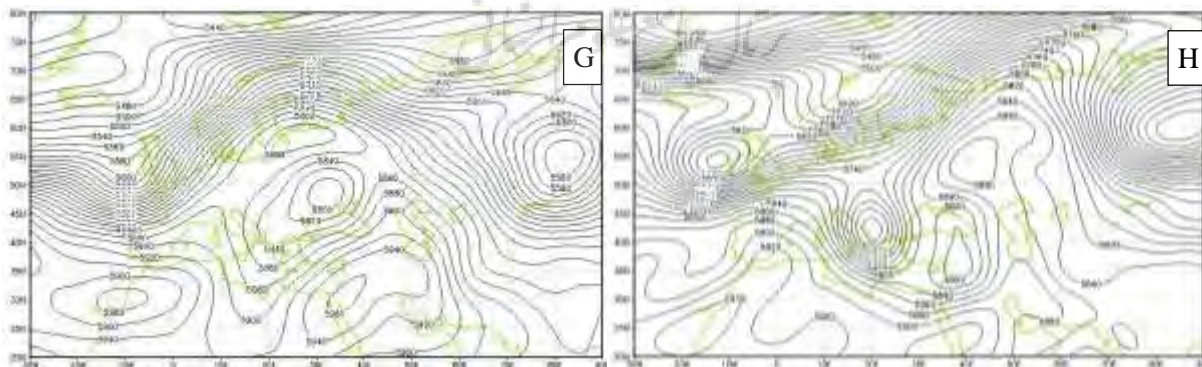


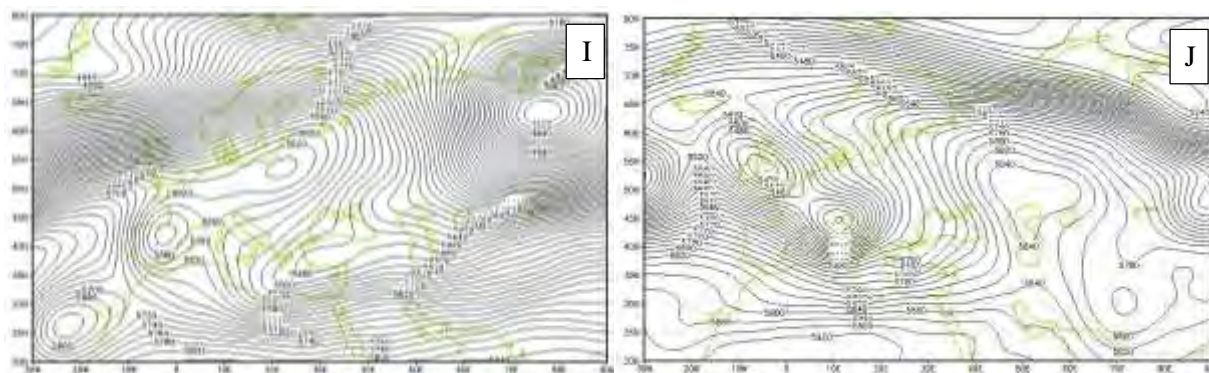


شکل ۸. الگوهای بندالی کنترل کننده روزهای همراه با دمای فرین

فرآیند در اثر شاخه جنوبی S تسهیل شده و باعث می شود هوای گرم مناطق جنوبی به سمت دریای خزر نفوذ کند. البته با استقرار هسته پر ارتفاع، جریان هوا نزولی بوده و در اثر نشست آن، هوا گرم و پایدار می شود. باید توجه کرد سامانه های ورودی از غرب و شمال ایران در دوره گرم سال نوعی با هسته یا زبانه پر ارتفاع جنب حاره هماهنگ هستند. زیرا در این دوره از سال پر ارتفاع جنب حاره تقویت شده و حوضه نفوذش افزایش می یابد. در شکل H۹ بلوکینگ رگس در هماهنگی با زبانه پر ارتفاع جنب حاره نشان داده شده است. این نوع از بلوکینگ با بلوکینگ رگس (هسته پر ارتفاع جنب حاره) تفاوت چندانی نداشته، فقط بجای هسته پر ارتفاع، زبانه پر ارتفاع جنب حاره به ناحیه جنوبی ساحل دریای خزر نفوذ کرده و باعث ایجاد هوای گرم با دمای فرین شده است.

در شکل G۹ شاهد شکل بلوکینگ رگس هستیم. در این نوع بلوکینگ که شبیه حرف S انگلیسی است از دو هسته پر ارتفاع و کم ارتفاع در شمال و جنوب تشکیل شده است بطوریکه جریان هوا در راستای نصف النهاری از هسته پر ارتفاع به سمت هسته کم ارتفاع در جریان است. با توجه به گسترش نصف النهاری این نوع بلوکینگ، حرکت شرق سوی آن به کندی صورت می گیرد. در نتیجه استقرار و دوام هوا می تواند در یک ناحیه بمدت چند روز طول بکشد. در شکل G۹ الگوی بندالی رگس اروپای مرکزی کاملاً مشهود است. چنانچه مشاهده می شود مرکز هسته پر ارتفاع با پربند ۵۸۸۰ ژئوپتانسیل متر و مرکز هسته کم ارتفاع با پربند ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل متر مشخص است. در این حالت هوا از پر ارتفاع به سمت کم ارتفاع جریان دارد. در همین راستا، در بخش جنوبی هسته کم ارتفاع، هسته پر ارتفاع جنب حاره به سمت عرض های بالا تا ناحیه جنوبی دریای خزر کشیده شده است. این





شکل ۹. الگوهای بندالی کنترل کننده روزهای همراه با دمای فرین

در شکل I۹ بلو کینگ رکس (پشته بادهای غربی) نشان داده شده است. در این شرایط، الگوی موجی بادهای غربی در اروپای مرکزی تبدیل به الگوی بندالی رکس (S) شده است. در این حالت جریان هوا در راستای نصف النهاری از عرض های بالا و از هسته پر ارتفاع بلو کینگ رکس به سمت هسته کم ارتفاع آن جریان دارد. جریان شکافته شده بادهای غربی در اروپای غربی مجدداً در اراضی شرقی دریای خزر به هم می‌رسند. ناحیه جنوبی دریای خزر در این زمان بین شاخه جنوبی بلو کینگ رکس (S) و ناحیه همرسی بادهای غربی در شرق دریای خزر واقع بوده و از پشته بادهای غربی تاثیر می‌گیرد. در این حالت یعنی قرارگیری ناحیه مورد بررسی در جلوی پشته بادهای غربی، جریان هوا در تراز میانی جو (۵۰۰ hPa) همگرا و در سطح زمین واگرا شده و پیوند منطقه همگرایی تراز میانی جو با منطقه واگرایی سطح زمین باعث انتقال هوا از بالای جو به سمت زمین می‌شود. در نتیجه هوا نزول کرده و نزول هوا باعث تراکم و انباشته شدن هوا شده و گرمای هوا افزایش یافته و به سبب آن دما نیز افزایش می‌یابد. بلو کینگ امگایی یکی الگوهای بندالی شاخص بر روی کره زمین است که باعث ماندگاری بیشتر بسته هوا در سطح زمین

می‌شود. همانگونه که از اسم این الگو مشخص است شکل آن بصورت امگایی یا حرف یونانی Ω است. زمانی این الگو تشکیل می‌شود که یک هسته پر ارتفاع بین دو هسته کم ارتفاع قرار گیرد. در بلو کینگ امگایی توده هوای واقع در بخش پر ارتفاع نیز از عرض های پایین منشاء گرفته و گرم است. در هسته پر ارتفاع جریان هوا از تراز میانی جو به سمت سطح زمین حرکت کرده و هوای گرم و پایدار ایجاد می‌کند. شکل J۱۷ نمونه‌ای از بلو کینگ امگایی که باعث ایجاد دمای فرین در ساحل جنوبی دریای خزر شده است نشان می‌دهد. در دو طرف بلو کینگ دو هسته کم ارتفاع مشاهده می‌شود که کم ارتفاع شاخه شرقی بر روی پاکستان و کم ارتفاع شاخه غربی بر روی ایتالیا قرار دارد. در بین این دو کم ارتفاع، پهنه وسیعی از اراضی خاورمیانه تا اراضی شمالی دریای خزر (روسیه) از بخش پر ارتفاع بلو کینگ امگایی تاثیر می‌گیرند. چون هوای پر ارتفاع از هسته پر ارتفاع جنب حاره منشاء می‌گیرد گرم و پایدار است. در نتیجه باعث بالا رفتن دمای سواحل جنوبی دریای خزر و دمای فرین در این ناحیه می‌شود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در هنگام وقوع بلاکینگ، جریان‌های غربی که در حالت طبیعی از غرب به شرق در حال حرکت هستند، مسیر اصلی خود را به سمت شمال یا جنوب تغییر داده و اقلیم مناطقی را که می‌بایست از روی آنها عبور می‌کردند را متاثر می‌کنند. البته در هنگام وقوع بلاکینگ، جریان‌های غربی که در حالت طبیعی از غرب به شرق در حال حرکت هستند، مسیر اصلی، برای مناطق واقع در ناحیه پشته، خشکی و گرما و برای مناطق واقع در ناحیه ناوه نیز، ناپایداری، سرما و بارش به ارمغان می‌آورد. آشفستگی در جریان‌های مداری و تقویت جریانات نصف‌النهاری، می‌تواند به تشدید پدیده بلاکینگ منجر شود. نتایج بدست آمده از تحلیل همدید روزهای بوجود آورنده دمای فرین (حداکثر) در سواحل جنوبی دریای خزر نشان داد که الگوهای بندالی و غیر بندالی در ایجاد آنها سهیم بوده‌اند. بطوریکه سه الگوی غیر بندالی شامل "زبانہ پر ارتفاع جنب حاره"، "هسته پر ارتفاع جنب حاره" و "پشته بادهای غربی" از مهم‌ترین الگوهای موثر در ایجاد دمای فرین بودند و در مجموع ۶۶/۳۲ درصد روزهای با دمای فرین را کنترل کردند. شمالی شدن جریانات غربی بعنوان چهارمین الگوی غیر بندالی در حدود ۵/۱۸ درصد روزهای گرم فرین را پوشش می‌دهد. بطور کلی الگوهای غیر بندالی ۷۱/۵ درصد روزها را در بر می‌گیرند و ۲۹/۵ درصد باقیمانده روزهای همراه با دمای فرین نیز توسط الگوهای بندالی ایجاد شدند. الگوهای بلاکینگ نیز به چهار دسته کلی "بلاکینگ دو قطبی"، "بلاکینگ بریده کم فشار"، "بلاکینگ رکس" و "بلاکینگ امگا" تقسیم شدند که الگوی دو قطبی در هماهنگی با هسته و زبانہ پر ارتفاع جنب حاره و همچنین عقب ناوه جنوبی و پشته بادهای غربی در چهار زیر شاخه قرار گرفت. در همین راستا، بلاکینگ بریده کم فشار نیز در همکاهنگی با هسته و زبانہ پر ارتفاع جنب حاره به دو گروه، بلاکینگ رکس هم در ارتباط با هسته و زبانہ پر ارتفاع جنب حاره به دو دسته تقسیم شد. نهایتاً بلاکینگ امگا آخرین الگوی شناخته شده در ارتباط با دمای فرین سواحل جنوبی دریای خزر معرفی گردید.

مهم‌ترین الگوی دوره گرم سال که به صورت مجزا و یا در ارتباط با بلاکینگ نقش اساسی در ایجاد دمای فرین دارد الگوی هسته و زبانہ پر ارتفاع جنب حاره است. زیرا در دوره گرم سال با عقب نشینی امواج بادهای غربی به عرض‌های شمالی‌تر، شاهد گسترش مداری و نصف‌النهاری این پر ارتفاع به سمت اراضی شمالی‌تر هستیم. در این راستا بسته به شدت و گسترش نصف‌النهاری پر ارتفاع، گاهی بصورت مستقل و گاهی در هماهنگی با انواع مختلف بلاکینگ نقش آفرینی می‌کند. اصولاً در الگوهای تعیین شده نقش پرفشار یا واچرخند در سطح زمین و افزایش دمای این ناحیه بسیار مهم است زیرا هوای در هسته پر ارتفاع یا زبانہ آن در تراز میانی جو همگرا شده و با انباشت هوا باعث افزایش فشار در سطح زمین و واگرایی آن می‌شود. یکی از مهم‌ترین الگوهای بلاکینگ که مستقیماً در گرمای هوا نقش داشت بلاکینگ امگا بود. زیرا در زمان ایجاد بلاکینگ امگایی، کل سواحل جنوبی دریای خزر تحت سیطره و تسلط این نوع از بلاکینگ قرار داشت.

