

Identifying patterns of Synoptic Anomalies Resulting in Pervasive Droughts and Wet periods in Iran

Peyman Mahmoudi^{1*}, Taghi Tavosi², Sabere Kordi Tamandani³.

1- Associate Professor of Climatology, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

2- Professor of Climatology, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

3- M.A. of Climatology, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

Received: 26 December 2021

Accepted: 25 April 2022

Extended abstract

Introduction

Drought has imposed a huge damage to country's economy especially in recent decades. Pasture yield losses, reduction of agricultural and drinking water, reduction of groundwater and surface water resources, outbreak of plant and animal pests and diseases and an increase in migration are among the negative effects of drought. The aim of this research is understanding atmospheric circulation patterns with modern methods and based on further data; therefore in case of synoptic patterns identification associated with drought and wet years, these patterns can be used to forecast country's wet and dry periods with a very high accuracy.

Materials and methods

To identify and extract widespread Iran's droughts and wet years and in order to achieve the objectives of the research, two databases were required: Surface environment data and upper atmosphere data. Surface environment data was used from rainfall data of 43 synoptic stations in a 33-year period (1976-2009) which was received from the Iran Meteorological Organization. High atmospheric variables which were used in this research include: Geopotential height, sea level pressure, zonal wind, meridional wind, air temperature and specific humidity. Data and maps of all these variables were collected from www.esrl.noaa.gov/psd website as monthly data. Data related to Geopotential height variables; zonal wind, meridional wind and the air temperature at 17 levels and specific humidity in 8 level data are available. A suitable index was selected in order to analyze inclusive droughts and wet years of Iran, so droughts and wet years could be separated according to it. In this research Standardized Precipitation Index (SPI) was selected given its advantages compared to other drought indexes. Synoptic analysis method of patterns related to Iran's monthly inclusive droughts and wet years, were divided into three categories based on a principle location: local droughts (or wet years): Droughts (or wet years) which declared about 25% and less of studied stations in Iran's droughts (or wet years). Semi-inclusive droughts (or wet years): Droughts (or wet years) which declared about 25 to 75 percent of studied stations in Iran's droughts (or wet years). Inclusive droughts (or wet years): Droughts (or wet years) which declared about 75% and more of studied stations in Iran's droughts (or wet years).

Results and discussion

The results showed that in the inclusive droughts, positive temperature anomalies and in

*. Corresponding Author (Email: p_mahmoudi@gep.usb.ac.ir)

Copyright © 2022 Journal of Physical Geography Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages provided the original work is properly cited.

inclusive wet years, negative temperature anomalies can be observed in Iran. Composite maps of humidity anomalies also nicely demonstrate that in the times of drought across Iran, negative anomalies have been found and in the wet years contrast status of droughts have happened and the positive anomaly got over Iran. In the months that inclusive drought happened in Iran, it can be seen that European and Asian high pressure combined together and put the whole of Europe and Asia under domination which under these conditions, Iran experienced drought months as during this time cyclonic circulation formed on the Arabian Sea which made humidity of the Arabian Sea not to transferred to Iran. The second affecting anomalies on this phenomenon, is the Mediterranean Sea; in these months a major anti-cyclonic circulation dominated on Europe. This major anti-cyclonic circulation affected Mediterranean Sea and even North Africa. In these circumstances Mediterranean cyclone formation was disrupted and so no humidity transferred to Iran. When European high pressure move to the North Atlantic Ocean and provide space for the establishment of a polar low pressure on Europe; in these circumstances regional low pressure is formed on Mediterranean Sea which causes more humidity entering Iran which results will be wet months; as well as Anti-cyclonic circulation ruling on of the Arabian Sea that crosses over the Red Sea is causing humidity injection in Iran.

Conclusion

In the months that inclusive drought happened in Iran, it can be seen that European and Asian high pressure combined together and put the whole of Europe and Asia under domination which under these conditions, Iran experienced drought months as during this time cyclonic circulation formed on the Arabian Sea which made humidity of the Arabian Sea not to transferred to Iran. The second affecting anomalies on this phenomenon, is the Mediterranean Sea; in these months a major anti-cyclonic circulation dominated on Europe. This major anti-cyclonic circulation affected Mediterranean Sea and even North Africa. In these circumstances Mediterranean cyclone formation was disrupted and so no humidity transferred to Iran. When European high pressure move to the North Atlantic Ocean and provide space for the establishment of a polar low pressure on Europe; in these circumstances regional low pressure is formed on Mediterranean Sea which causes more humidity entering Iran which results will be wet months; as well as Anti-cyclonic circulation ruling on of the Arabian Sea that crosses over the Red Sea is causing humidity injection in Iran.

Keywords: Iran, inclusive drought, inclusive wet years, synoptic, abnormal

شناسایی الگوهای ناهنجاری‌های همدیدی منجر به خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر ایران

پیمان محمودی^۱ - دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تقی طاوسی - استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

صابره کردی تمندانی - کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵

چکیده

در این پژوهش، بر اساس یک آستانه فضایی، خشک‌سالی‌ها یا ترسالی‌هایی که حدود ۷۵ درصد و بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه (۴۳ ایستگاه همدید) را در دوره سرد سال (اکتبر- آوریل) در یک بازه زمانی ۳۴ ساله (۲۰۰۹-۱۹۷۶) درگیر خود نموده بودند خشک‌سالی‌ها یا ترسالی‌های فراگیر تعریف شدند. نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌ها به تفکیک برای ماه‌ها و فصل‌های دارای خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر برای متغیرهای دمای سطحی، رطوبت ویژه، فشار سطح دریا، تابع جریان، باد برداری، و مؤلفه‌مداری آن از روی داده‌های مرکز ملی پیش‌بینی محیطی - مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که در زمان ترسالی‌های فراگیر، استقرار یک کم‌فشار بر روی اروپا، یک پرفشار بر روی دریای عرب، و یک کم‌فشار بر روی دریای سرخ شرایط را برای انتقال رطوبت هم از جانب غرب و هم از جانب جنوب و جنوب غرب بر روی ایران فراهم می‌کنند. اما در خشک‌سالی‌های فراگیر، استقرار یک پرفشار بر روی اروپا، استقرار یک کم‌فشار بر روی دریای عرب، و وجود یک کم‌فشار بر روی دریای سرخ باعث اختلال در فرایند چرخندزایی دریای مدیترانه و همچنین انتقال رطوبت از دریای عرب و اقیانوس هند به داخل ایران می‌شود.

واژگان کلیدی: انتقال رطوبت، پرفشار، دریای سرخ، دریای عرب، دریای مدیترانه، سیبری، کم‌فشار.

مقدمه

موقعیت جغرافیایی ایران به گونه‌ای است که محل برخورد و حاکمیت سامانه‌های متفاوتی با خاستگاه‌های حاره‌ای، برون حاره‌ای و جنب حاره‌ای در طول سال است. نقش فرایندهای جوی مربوط به مناطق برون حاره و جنب حاره به‌طور گسترده‌ای توسط محققانی همچون پترسن (۱۹۵۶: ۱)، کراون (۱۹۶۶: ۵۹۰)، ریتسر (۱۹۷۵: ۱)، و مارتین (۲۰۰۶: ۱) شناسایی و بر اهمیت فرایندهای جوی منطقه حاره‌ای نیز تأکید بسیار کرده‌اند. برای نمونه، کریشنامورتی (۱۹۶۱: ۱۷۲) نقش ویژه رودباد جنب حاره‌ای تروپوسفر فوقانی را در این نواحی و نقش فرایندهای همرفتی را در ناحیه استوایی به‌صورت مشخصی تشریح (کریشنامورتی و همکاران، ۱۹۷۳: ۷۸۰) و کریچاک و آلپرت (۱۹۹۸: ۱۹۴۵۳) نیز نقش فرایندهای جوی مناطق حاره را مطالعه کرده‌اند. به‌نظر می‌رسد گسترش ناوه دریای سرخ یکی از تأثیرگذارترین نشانه‌های اندرکنش میان عرض‌های میانه- استوایی در منطقه خاورمیانه و حوزه دریای مدیترانه باشد (اشبل، ۱۹۳۸: ۶۳۵؛ کریچاک و همکاران، ۱۹۹۷ الف: ۱۴۹ و ب: ۱۵۹؛ لشکری، ۱۳۸۱: ۱۳۳، ۱۳۸۲: ۱؛ مفیدی، ۱۳۸۳: ۷۱؛ مفیدی و زرین، ۱۳۸۴: ۱۱۳).

با توجه به ارتباط تنگاتنگ میان الگوهای گردش جوی و پدیده‌های فرین اقلیمی، می‌توان پدیده‌هایی همچون ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها را به تغییرات الگوهای گردش جوی نسبت داد. برای این منظور، می‌توان با بهره‌گیری از نمایه‌هایی که بر اساس تغییرات متغیر بارندگی ساخته می‌شوند نقش الگوهای گردش جوی را در ایجاد و کنترل دوره‌های خشک و تر بررسی کرد. پژوهش‌های فراوانی چه در سطح جهان چه در سطح ایران نشان داده‌اند که ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها متأثر از الگوهای گردش جوی‌اند (تران و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۴۹؛ فاوولر و آدامز، ۲۰۰۴: ۱۹۷۴؛ خوش‌اخلاق، ۱۳۷۶: ۱۳۶؛ ناظم‌السادات و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲؛ صلاحی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۵۶؛ صداقت‌کردار و فتاحی، ۱۳۸۷: ۵۹؛ پروین، ۱۳۹۰: ۸۹)؛ به‌طوری‌که مجموع این مطالعات را می‌توان در سه دسته به شرح ذیل طبقه‌بندی کرد: دسته اول، مطالعاتی هستند که علل همدید تغییرپذیری بارش‌ها را در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف مورد توجه قرار داده‌اند (علیجانی و هارمن، ۱۹۸۵: ۴۰۴؛ مفیدی، ۱۳۸۳: ۷۱؛ مفیدی و زرین، ۱۳۸۴: ۱۱۳؛ حبیبی، ۱۳۸۵: ۶۹؛ ۱۳۸۶: ۱۰۹؛ اردکانی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۰۷؛ ایران‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰۵؛ رضیئی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰۱؛ جعفری‌گلو و همکاران، ۱۳۸۸: ۷۱؛ حمیدیان‌پور و همکاران، ۱۳۸۹: ۱؛ رضیئی و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۲۶؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷؛ رنجبر سعادت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۱؛ احمدی و علیجانی، ۱۳۹۳: ۲۷۵؛ عزیزی و علیزاده، ۱۳۹۳: ۲۹۷). از دل این دسته از مطالعات می‌توان به‌طور غیرمستقیم به نوع و چگونگی پیکربندی الگوهای همدیدی که به خشک‌سالی‌ها منجر می‌شوند پی برد. دسته دوم مطالعاتی هستند که ارتباط بین الگوهای پیوند از دور را با تغییرپذیری بارش‌ها در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف مطالعه کرده‌اند (ناظم‌السادات و کردری، ۲۰۰۰: ۴۷؛ ناظم‌السادات و قاسمی، ۲۰۰۴: ۴۰۵؛ رضیئی و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۳۹؛ دزفولی و همکاران، ۲۰۱۰: ۵۷؛ ناظم‌السادات، ۱۳۷۸: ۱؛ ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۲: ۱؛ فاتحی مرج و همکاران، ۱۳۸۵: ۴۵؛ یاراحمدی و عزیزی، ۱۳۸۶: ۱۶۱؛ احمدی گیوی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۱۳؛ روغنی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۷۳؛ قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۹، ۱۳۹۳ الف: ۱۶۱ و ب: ۲۱۷) و درنهایت دسته سوم مطالعاتی هستند که مستقیم و مشخص نحوه پیکربندی الگوهای همدید را در ارتباط با خشک‌سالی‌ها مورد توجه خود قرار داده‌اند (خسروی، ۱۳۸۳: ۱۶۷؛ ناظم‌السادات و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲؛ صلاحی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۵۶؛ صداقت‌کردار و فتاحی، ۱۳۸۷: ۵۹؛ ناظم‌السادات و قائد امینی اسدآبادی، ۱۳۸۹: ۱۳؛ فتاحی و بهیار، ۱۳۹۰: ۷۹؛ پروین، ۱۳۹۰: ۸۹؛ خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۶؛ قائد امینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۹).

بررسی مسیرهای چرخندی در ناحیه مدیترانه، که آلپرت و همکاران (۱۹۹۰ الف: ۹۳، ب: ۶۵) انجام داده‌اند، نشان می‌دهد که در سال‌های تر و نرمال فراوانی‌های بیشتری از مسیرهای چرخندی در این ناحیه مشاهده می‌شود. اما این وضعیت در

طول دوره‌های خشک مقداری متفاوت‌تر است. در طول این دوره‌های خشک، مسیرها بر روی مناطق دیگری قرار می‌گیرند. یافته‌های کریچاک و آلپرت (۱۹۹۸: ۱۹۴۵۳) نیز نشان می‌دهد که توده‌های هوای مستقر بر روی دریای عرب نقش مهمی در گردش مدیترانه شرقی بازی می‌کنند. همچنین، انحرافات فشار سطح دریا (SLP) از حالت نرمال بر روی دریای مدیترانه و نواحی مجاور آن و ارتباط آن‌ها با بارش‌های ماهانه اسرائیل توسط کوتیل و پاز (۱۹۹۸: ۹۳) بررسی شده است.

خوش‌اخلاق (۱۳۷۶: ۱۳۶) با بررسی الگوهای همدید مرتبط با خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های ماهانه ایران نشان داد که در ماه‌های خشک دوره سرد سال همواره پرفشار سبیری تقویت و زبانه غربی آن با جهت شمال شرقی - جنوب غربی سرتاسر ایران را تحت سیطره خود قرار می‌دهد. اما الگوهای مربوط به ماه‌های تر حاکی از عدم گسترش زبانه غربی پرفشار سبیری بر روی ایران، تقویت کم‌فشار مدیترانه، و گسترش نصف‌النهاری زبانه کم‌فشار سودانی بر روی ایران دارد. موقعیت دو پرفشار جنب حاره‌ای آزرورز و سبیری و نحوه پیکربندی آن‌ها در وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر خراسان و استان‌های غربی ایران نیز توسط صادقی و همکاران (۱۳۸۷: ۱۰۵) و احمدی گیوی و همکاران (۱۳۸۹: ۱) مورد توجه قرار گرفته است. تقویت و گسترش شمال سوی پرفشار جنب حاره‌ای آزرورز به عرض‌های جغرافیایی بالاتر و اتصال آن با پرفشار سبیری سبب ایجاد خشک‌سالی‌های فراگیر در دو منطقه یادشده می‌شود. خوش‌اخلاق و همکاران (۲۰۰۸: ۸۹)، موسوی بایگی و اشرف (۱۳۹۰: ۱۶۷) و خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۱: ۵۷) نیز در پژوهش‌های جامعی به‌طور جداگانه همین رابطه بین پرفشار سبیری و پرفشار آزرورز را برای خشک‌سالی‌های جنوب غرب ایران، خراسان جنوبی، و جنوب غرب ایران تأیید کرده‌اند. حاجی‌محمدی و همکاران (۱۳۹۳: ۱) هم در یک مطالعه همدیدی، چهار الگوی همدید را در وقوع خشک‌سالی‌های استان فارس مؤثر دانسته و از میان آن‌ها سهم واچرخندها را بیشتر از سایر الگوها تشخیص داده‌اند. آن‌ها در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشاهده کردند که در زمان وقوع خشک‌سالی‌ها، واچرخندها بادهای غربی بیشتر فضای استان فارس را فراگرفته است و این وضعیت باعث نزولی شدن هوا و در نتیجه سبب واگرایی هوا در سطح زمین شده و شرایط را برای ورود رطوبت به منطقه کاهش می‌دهد.

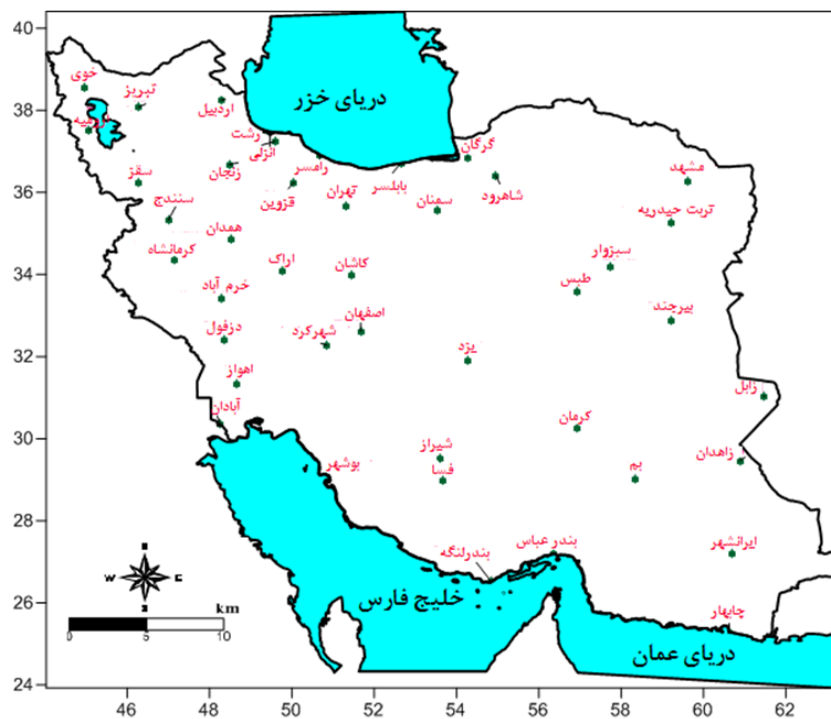
با توجه به نتایج بسیاری از تحقیقات، که به برخی از آن‌ها نیز در بالا اشاره شده است، مشاهده می‌شود که از جنبه‌های مختلف و در مقیاس‌های زمانی و مکانی گوناگونی رابطه بین دوره‌های تر و خشک با الگوهای همدید مورد توجه قرار گرفته است. اما تاکنون مطالعه جامعی که خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر ایران را از دیدگاه ناهنجاری‌های همدیدی بررسی کرده باشد انجام نشده است. از این رو، پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به این سؤال است که کدام ناهنجاری‌های همدید به وقوع ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌های فراگیر در ایران منجر می‌شوند؟

مواد و روش‌ها

برای شناسایی و استخراج خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر ایران و در راستای رسیدن به اهداف پژوهش به دو پایگاه داده‌ای نیاز بود: یکی داده‌های محیط سطحی و دیگری داده‌های جو بالا. ویژگی‌های هر کدام از این داده‌ها در ادامه به تفکیک توضیح داده خواهد شد.

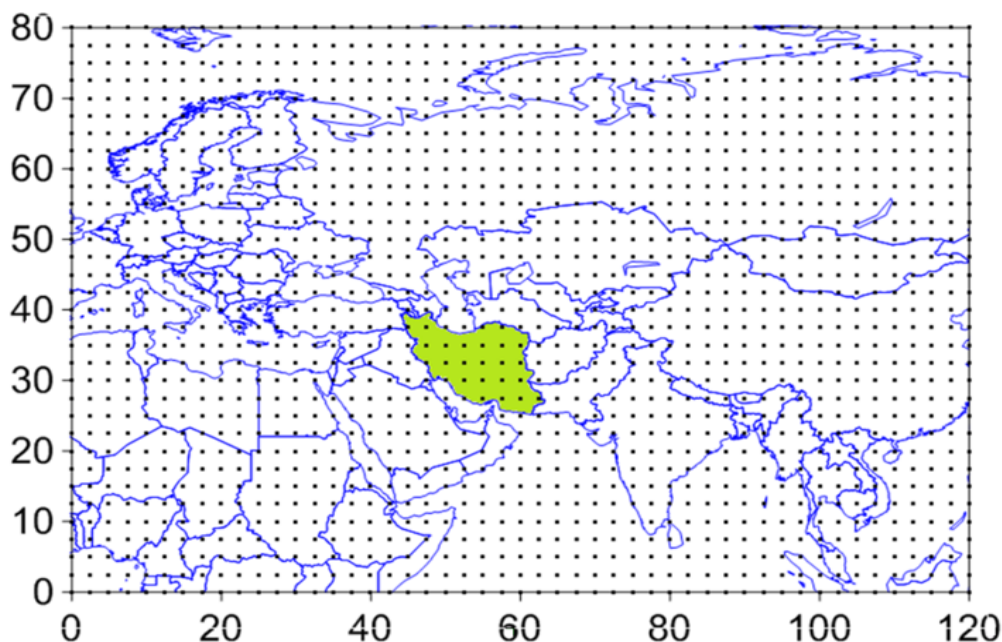
به علت اینکه رخداد خشک‌سالی یکی از مهم‌ترین مخاطرات آب و هوایی به‌شمار می‌آید، همانند سایر مخاطرات آب و هوایی دیگر، مستلزم وجود آمار درازمدت جهت تحلیل است که هر قدر آمارهای مورد استفاده سال‌های بیشتری را در بر بگیرد، تحلیل‌های صورت‌گرفته بیشتر با واقعیت منطبق خواهد شد. گزارش سازمان هواشناسی جهانی حداقل سال‌های آماری مورد نیاز برای این‌گونه بررسی‌ها را سی سال بیان می‌کند. بنابراین، در این پژوهش از آمار بارش ماهانه ۴۳ ایستگاه همدید، که از درگاه اینترنتی سازمان هواشناسی کشور برای یک دوره ۳۴ ساله (۱۹۷۶-۲۰۰۹) دریافت شد،

استفاده گردید. علل انتخاب این ایستگاه‌ها طول دوره آماری کافی (حداقل سی سال) و همچنین پراکنش مناسب مکانی آن‌ها بوده است. این داده‌ها دارای آمار کامل و قابل اعتماد بودند که اندک خلأ آماری داده‌ها با استفاده از همبستگی و مدل‌های رگرسیونی بازسازی شد. توزیع و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است.



شکل شماره ۱. نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

متغیرهای جو بالا که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شد عبارت‌اند از: فشار تراز دریا بر حسب هکتوپاسکال (میلی بار)، دما بر حسب سلسیوس، رطوبت ویژه بر حسب گرم بر کیلوگرم، بردار باد بر حسب متر بر ثانیه، و تابع جریان بر حسب مجذور متر بر ثانیه. داده‌ها و نقشه‌های همه این متغیرها از تارنمای مرکز ملی پیش‌بینی محیطی - مرکز ملی پژوهش‌های جوی به آدرس www.esrl.noaa.gov/psd به صورت دیده‌بانی‌های ماهانه اخذ شد. تفکیک مکانی این داده‌ها به صورت شبکه‌بندی منظم با اندازه یاخته‌های $2/5$ در $2/5$ درجه قوسی هستند (شکل ۲). در بررسی داده‌های جو بالا، محدوده مورد مطالعه گسترده‌تر از قلمرو کشور ایران انتخاب شد. این چارچوب، مناطقی بین طول جغرافیایی صفر تا 120 درجه شرقی و عرض جغرافیایی صفر تا 80 درجه شمالی را شامل می‌شود (شکل ۲). لازم به اشاره است که این چارچوب با توجه به نیازهای مطرح‌شده در پژوهش گاهی بزرگ‌تر و گاهی کوچک‌تر در نظر گرفته شده است. دلیل انتخاب این محدوده گسترده شناسایی الگوهای مختلف ناهنجاری‌های متغیرهای جو بالا بود تا بتوان شناخت و آگاهی بیشتری نسبت به تشکیل سامانه‌های همدید مقیاس و چگونگی گسترش و اثر گذاری آن‌ها بر روی ایران در زمان خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر به دست آید.



شکل شماره ۲. محدوده مورد بررسی متغیرهای جو بالا

با اعتقاد به این حقیقت که خشک سالی رویدادی طبیعی است و معمولاً به صورت کیفی از آن یاد می شود، این نیاز مطرح می شود که در مشابهت با سایر پدیده های تأثیرگذار اقلیمی این پدیده نیز به صورت کمی درآید و برای آن نمایه هایی تعریف و ارائه شود. در این پژوهش برای تحلیل خشک سالی های ایران از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) (مک کی و همکاران، ۱۹۹۳؛ ۱؛ ۱۹۹۵؛ ۲۳۳)، که یکی از شاخص های پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی است، برای دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی بهره گرفته شده است. سپس، خشک سالی ها و ترسالی های ایران بر اساس یک آستانه فضایی تعریف شده به سه دسته تقسیم شد:

- ❖ خشک سالی های (یا ترسالی های) محلی: خشک سالی هایی (یا ترسالی هایی) هستند که حدود ۲۵ درصد و کمتر ایستگاه های مورد مطالعه خشک سالی (یا ترسالی) در ایران را پوشش داده باشند.
- ❖ خشک سالی های (یا ترسالی های) نیمه فراگیر: خشک سالی هایی (یا ترسالی هایی) هستند که حدود ۲۵ تا ۷۵ درصد کل ایستگاه های مورد مطالعه خشک سالی (یا ترسالی) در ایران را پوشش داده باشند.
- ❖ خشک سالی های (یا ترسالی های) فراگیر: خشک سالی هایی (یا ترسالی هایی) هستند که حدود ۷۵ درصد و بیشتر ایستگاه های مورد مطالعه خشک سالی (یا ترسالی) در ایران را پوشش داده باشند.

اساس تقسیم بندی خشک سالی ها به سه دسته اشاره شده در بالا بر اساس اصل چارک ها بوده است. در آمار توصیفی به هر یک از سه مقداری که یک مجموعه از داده های مرتب شده را به چهار بخش مساوی تقسیم می کند چارک گفته می شود (بهبودیان، ۱۳۸۱: ۵۳).

در ادامه ماه ها و فصل های همراه با خشک سالی ها و ترسالی های فراگیر برای دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۱۶ انتخاب شد. جدول ۱ سال هایی را که ماه ها و فصل های آن ها همراه با خشک سالی ها و ترسالی های فراگیر بوده اند نشان می دهد. در این جدول فراگیرترین خشک سالی ها و ترسالی ها با دو رنگ زرد و آبی مشخص شده اند. مشخصات دوره های مستقل گزینش شده برای این مطالعه به شرح زیر هستند:

- ❖ فصلی [پاییز و نوامبر]، زمستان [دسامبر، ژانویه، و فوریه] و بهار [مارس و آوریل]
- ❖ و ماهانه

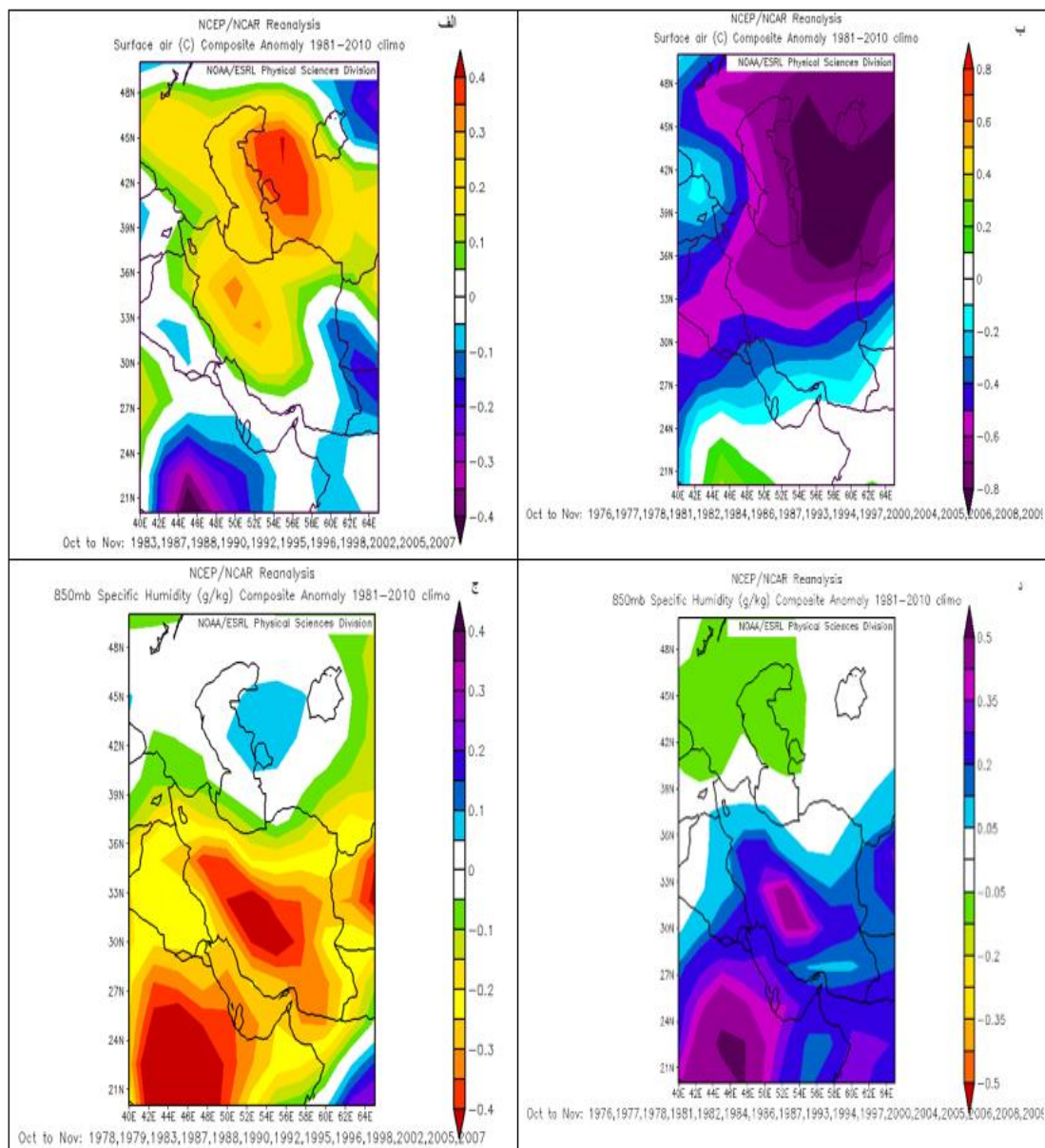
جدول شماره ۱. فصل‌ها و ماه‌های همراه با خشک‌سالی و ترسالی فراگیر برای دوره ۱۹۷۶-۲۰۰۹

| | آوریل | مارس | فوریه | ژانویه | دسامبر | نوامبر | اکتبر | بهار | زمستان | پاییز |
|---------------------|-------|------|-------|--------|--------|--------|-------|------|--------|-------|
| خشک‌سالی‌های فراگیر | ۱۹۹۱ | ۱۹۸۵ | ۱۹۷۷ | ۱۹۷۶ | ۱۹۸۱ | ۱۹۷۹ | ۱۹۷۸ | ۱۹۸۵ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۸ |
| | ۱۹۹۹ | ۲۰۰۰ | ۱۹۸۳ | ۱۹۸۲ | ۱۹۹۳ | ۱۹۸۳ | ۱۹۸۳ | ۱۹۹۱ | ۱۹۷۷ | ۱۹۷۹ |
| | ۲۰۰۰ | ۲۰۰۱ | ۱۹۸۴ | ۱۹۸۶ | ۱۹۹۶ | ۱۹۸۷ | ۱۹۹۲ | ۱۹۹۹ | ۱۹۸۱ | ۱۹۸۳ |
| | ۲۰۰۱ | ۲۰۰۲ | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۵ | ۱۹۹۸ | ۱۹۸۸ | ۲۰۰۲ | ۲۰۰۰ | ۱۹۸۲ | ۱۹۸۷ |
| | ۲۰۰۵ | ۲۰۰۶ | ۲۰۰۰ | ۲۰۰۱ | ۱۹۹۹ | ۱۹۹۰ | ۲۰۰۵ | ۲۰۰۱ | ۱۹۸۳ | ۱۹۸۸ |
| | ۲۰۰۸ | ۲۰۰۸ | ۲۰۰۱ | ۲۰۰۷ | ۱۹۹۵ | ۱۹۹۵ | ۲۰۰۷ | ۲۰۰۲ | ۱۹۸۴ | ۱۹۹۰ |
| | | | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۹ | | ۱۹۹۸ | | ۲۰۰۵ | ۱۹۸۶ | ۱۹۹۲ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۳ | ۱۹۹۵ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۶ | ۱۹۹۶ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۸ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۸ | ۲۰۰۲ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۹ | ۲۰۰۵ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۹ | ۲۰۰۷ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۲۰۰۱ | ۲۰۰۷ |
| | | | | | | | | ۲۰۰۸ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۹ |
| ترسالی‌های فراگیر | ۱۹۹۲ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۷ | ۱۹۷۷ | ۱۹۷۸ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۶ | ۱۹۷۶ |
| | ۱۹۹۵ | ۱۹۸۰ | ۱۹۸۰ | ۱۹۷۹ | ۱۹۷۹ | ۱۹۸۴ | ۱۹۷۷ | ۱۹۸۰ | ۱۹۷۷ | ۱۹۷۷ |
| | ۱۹۹۶ | ۱۹۸۲ | ۱۹۸۱ | ۱۹۸۲ | ۱۹۸۵ | ۱۹۸۶ | ۱۹۸۱ | ۱۹۸۲ | ۱۹۷۹ | ۱۹۷۸ |
| | ۲۰۰۲ | ۱۹۸۷ | ۱۹۸۲ | ۱۹۹۲ | ۱۹۸۹ | ۱۹۹۳ | ۱۹۸۲ | ۱۹۸۷ | ۱۹۸۰ | ۱۹۸۱ |
| | ۲۰۰۳ | ۱۹۹۱ | ۱۹۸۸ | ۱۹۹۶ | ۱۹۹۱ | ۱۹۹۴ | ۱۹۸۷ | ۱۹۹۱ | ۱۹۸۱ | ۱۹۸۲ |
| | ۲۰۰۴ | ۱۹۹۶ | ۱۹۹۱ | ۱۹۹۸ | ۲۰۰۰ | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۴ | ۱۹۹۲ | ۱۹۸۲ | ۱۹۸۴ |
| | ۲۰۰۷ | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۳ | ۲۰۰۰ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۰ | ۱۹۸۵ | ۱۹۸۶ | ۱۹۸۶ |
| | ۲۰۰۹ | ۲۰۰۷ | ۱۹۹۶ | ۲۰۰۶ | | ۲۰۰۵ | ۲۰۰۸ | ۱۹۹۶ | ۱۹۸۸ | ۱۹۸۷ |
| | | | ۱۹۹۸ | | | | | | ۱۹۹۷ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |
| | | | | | | | | | ۱۹۹۸ | ۱۹۹۳ |

در نتیجه، با مشخص شدن خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی، نقشه‌های ترکیبی از متغیرهای گوناگون هواشناسی، که با شرایط تعریف‌شده برای هر گروه سازگاری داشت، فراهم و تحلیل‌های مورد نظر جهت رسیدن به هدف اصلی تحقیق بر روی آن‌ها انجام گرفت.

بحث و یافته‌ها

تحلیل نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌های دمایی سطح زمین در مقیاس فصلی در زمان وقوع خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر حاکی از تفاوت‌های بسیار زیاد آن‌ها در الگوهای فضایی‌شان است. در ایران، در پاییزهایی که خشک‌سالی‌های فراگیر رخ داده است، یک ناهنجاری مثبت دمایی بخش عظیمی از مساحت ایران را فراگرفته است (شکل ۳- الف)؛ در حالی که در نقطه مقابل آن، یعنی پاییزهای همراه با ترسالی‌های فراگیر، عکس این وضعیت مشاهده می‌شود، یعنی سرتاسر ایران را یک ناهنجاری منفی دمایی ضعیف پوشش داده است (شکل ۳- ب). در رابطه با ناهنجاری‌های رطوبتی در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز باید گفت که در پاییزهای همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر یک ناهنجاری منفی ضعیف (شکل ۳- ج) و در پاییزهای همراه با ترسالی‌های فراگیر یک ناهنجاری مثبت قوی (شکل ۳- د) سرتاسر ایران را دربر گرفته است. همین الگوهای مربوط به دمای سطح زمین و رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال اما با مقداری تفاوت در فصل بهار نیز مشاهده می‌شود. بنابراین، به علت مشابه بودن الگوهای این دو فصل از آوردن نقشه‌های فصل بهار خودداری شده است.

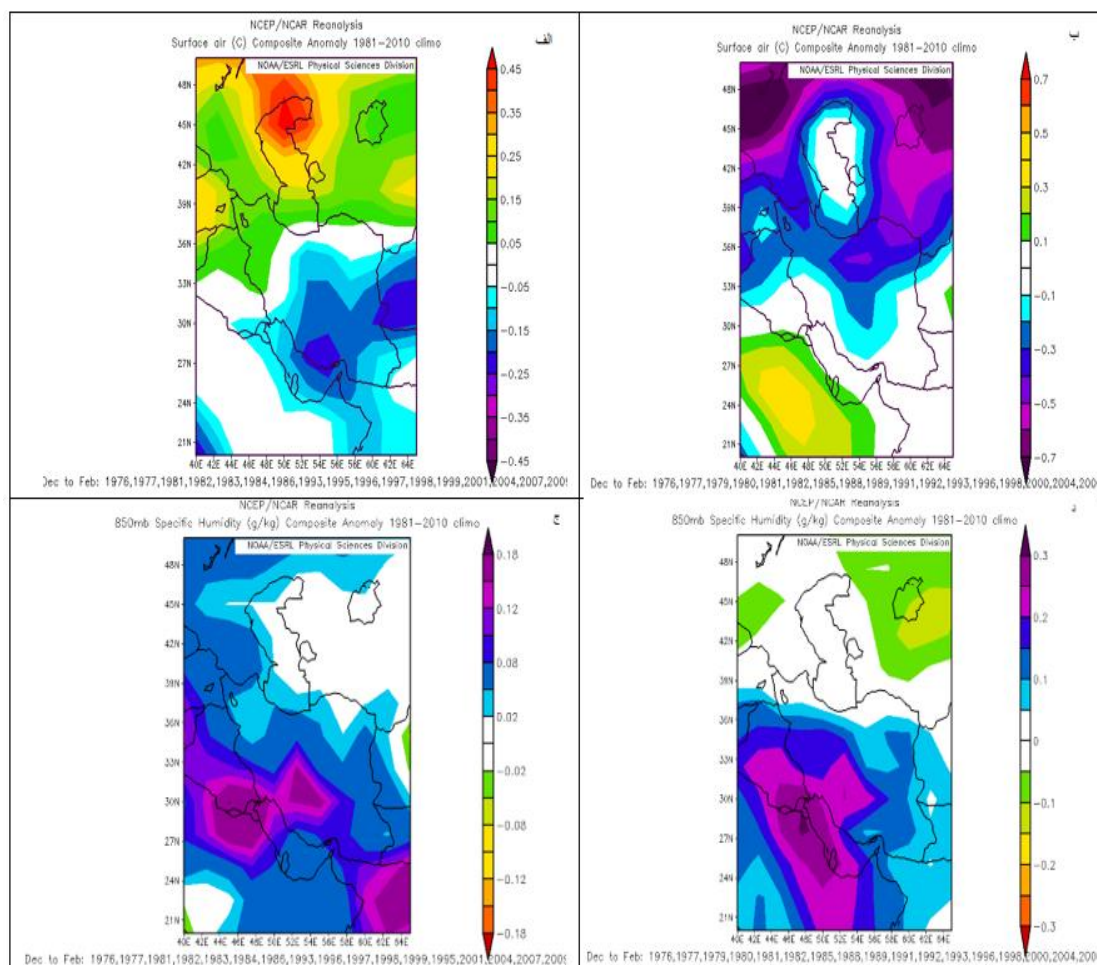


شکل شماره ۳. ناهنجاری دمای سطحی (C) (الف)-(ب) و رطوبت ویژه ($gK g^{-1}$) در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (ج)-(د)، نقشه‌های ترکیبی برای پاییزهای همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر (سال ۲۰۱۰ فراگیرترین خشک‌سالی) (سمت چپ) و نقشه‌های ترکیبی برای پاییزهای همراه با ترسالی‌های فراگیر (سال ۱۹۹۴ فراگیرترین ترسالی) (سمت راست)

اما در فصل زمستان شرایط بسیار متفاوت‌تری از ناهنجاری‌های دمای سطح زمین و رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال نسبت به دو فصل پاییز و بهار مشاهده شد. در این فصل چه در زمان وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر چه در زمان ترسالی‌های فراگیر بیشتر مساحت ایران دارای یک ناهنجاری منفی در دمای سطح زمین بوده است. اما آنچه این دو وضعیت را از همدیگر تفکیک می‌کند شدت این ناهنجاری‌هاست؛ به‌گونه‌ای که در زمستان‌های دارای خشک‌سالی‌های فراگیر، این ناهنجاری‌ها در مقایسه با زمستان‌های دارای ترسالی‌های فراگیر بسیار بیشتر بوده است (شکل ۴- الف و ب). رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز شرایطی همچون ناهنجاری‌های دمای سطح زمین داشته است؛ با این تفاوت که ناهنجاری‌های این متغیر در هر دو شرایط تر و خشک فراگیر مثبت بوده است. یعنی جو ایران در هر صورت یک جو مرطوب در فصل زمستان است. اما تفاوتی که این دو شرایط را از هم تفکیک می‌نماید شدت این ناهنجاری‌ها بوده است؛ به‌طوری که این شدت در زما ت ترسالی‌ها تقریباً دوبرابر زمان خشک‌سالی‌ها بوده است (شکل ۴- ج و د). این وضعیت قاعدتاً از رژیم بارشی ایران، که عمدتاً یک رژیم بارشی زمستانه است، ناشی می‌شود (مسعودیان،

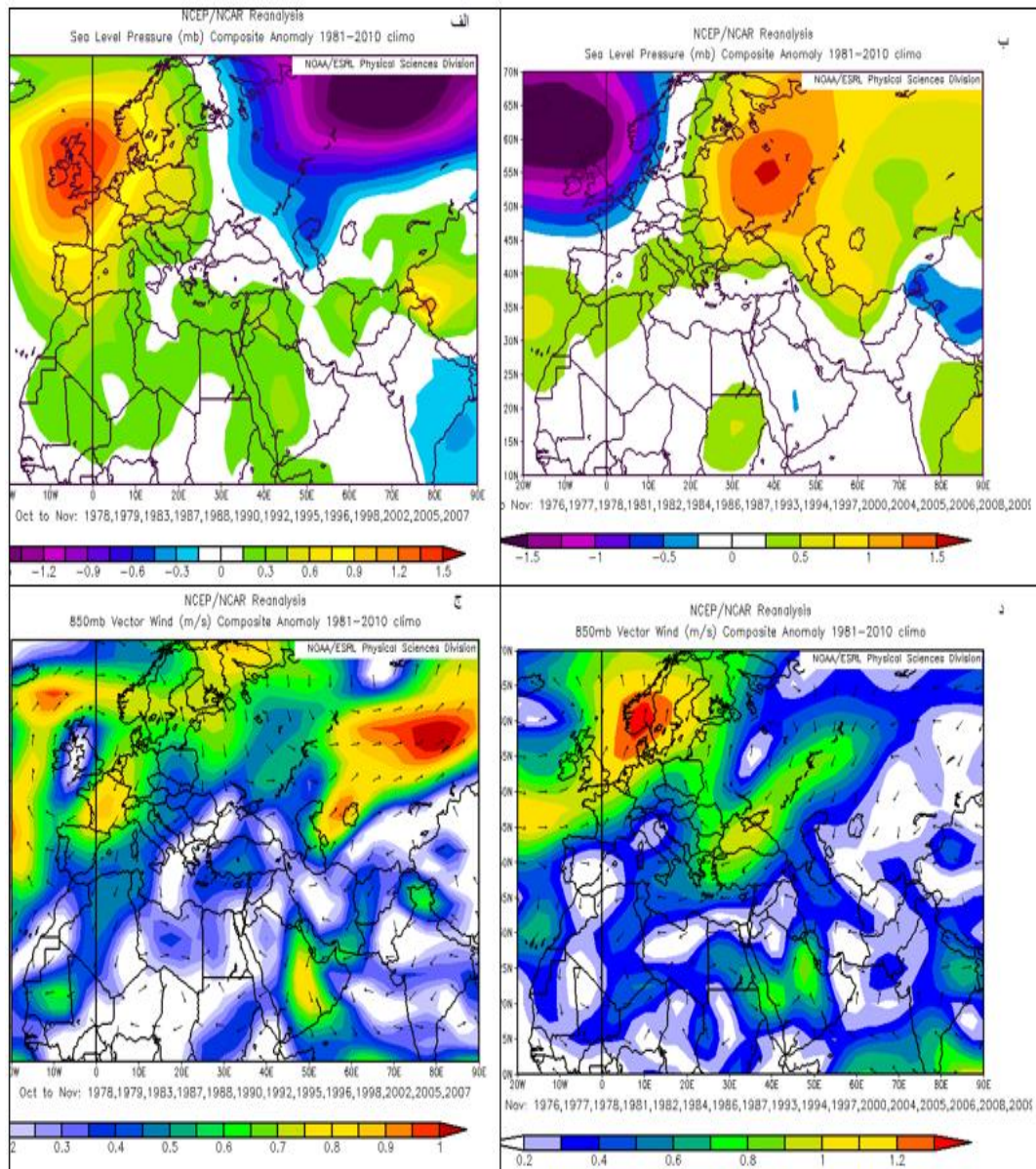
۱۳۸۴: ۴۷).

در مقیاس ماهانه نیز نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌های دمایی ماه‌های دارای خشک‌سالی‌های فراگیر نشان می‌دهند که در این ماه‌ها بیشتر مناطق ایران دارای ناهنجاری‌های مثبت در دمای سطح زمین بوده‌اند. در حالی که در ماه‌های دارای ترسالی‌های فراگیر عکس این قضیه صادق بوده است؛ یعنی بیشتر مساحت ایران ناهنجاری‌های منفی را نشان داده‌اند (الگوی شبیه الگوی فصل پاییز (شکل ۳)). در این بین، استثنائاتی مانند ماه فوریه نیز وجود داشته است که برای هر دو حالت خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر نقشه‌های ترکیبی و ناهنجاری منفی در دما را نشان داده‌اند اما مقدار این ناهنجاری برای خشک‌سالی‌های فراگیر بسیار بیشتر از ترسالی‌های فراگیر بوده است (الگوی شبیه فصل زمستان) (شکل ۴)). محمودی و همکاران (۱۳۹۱: ۱۷) نیز با مطالعه‌ای که بر روی یخبندان‌های فراگیر ایران انجام داده بودند به الگوهایی مشابه با همین الگوها دست پیدا کرده بودند. آن‌ها برای ماه‌ها، فصل‌ها، و سال‌هایی که فراوانی روزهای همراه با یخبندان‌های فراگیر یک انحراف استاندارد بالاتر از میانگین بلندمدت بودند ناهنجاری‌های منفی در دما و رطوبت ویژه و برای ماه‌ها، فصل‌ها، و سال‌هایی که فراوانی روزهای همراه با یخبندان‌های فراگیر آن‌ها یک انحراف استاندارد پایین‌تر از میانگین بلندمدت بودند ناهنجاری‌های مثبت در دما و رطوبت ویژه مشاهده می‌شود. مقایسه نتایج این دو مطالعه نشان می‌دهد که ماه‌ها و فصل‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر با افزایش فراوانی در روزهای همراه با یخبندان‌های فراگیر و ماه‌ها و فصل‌های همراه با ترسالی‌های فراگیر با کاهش در فراوانی روزهای همراه با یخبندان‌های فراگیر همراه بوده است.



شکل شماره ۴. ناهنجاری دمای سطحی (C) (الف) - (ب) و رطوبت ویژه (gKg^{-1}) در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (ج) - (د). نقشه‌های ترکیبی برای زمستان همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر (سال ۲۰۱۴) (سمت چپ) و نقشه‌های ترکیبی برای زمستان همراه با ترسالی‌های فراگیر (سال ۱۹۹۱) (سمت راست)

ناهنجاری‌های فشار سطح دریا در پاییزهایی که دارای خشک‌سالی‌های فراگیر بوده‌اند نشان از یک الگوی دوقطبی با یک ناهنجاری مثبت بر روی اروپا و یک ناهنجاری منفی بر روی سیبری دارند (شکل ۵-الف). همین الگوی دوقطبی، اما عکس خشک‌سالی‌های فراگیر، در پاییزهای همراه با ترسالی‌های فراگیر نیز مشاهده می‌شود. یعنی یک ناهنجاری منفی بر روی اروپا و یک ناهنجاری مثبت بر روی آسیا قابل مشاهده است که زبانه‌ای از این ناهنجاری قسمت‌هایی از شمال ایران را دربر گرفته است (شکل ۵-ب). قاعدتاً همین الگوی ناهنجاری‌ها در فشار سطح دریا باعث ایجاد ناهنجاری‌هایی در الگوهای مختلف باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال می‌شود. به طوری که در زمان وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر پاییزه، یک ناهنجاری ساعت‌گرد گسترده بر روی اروپا و یک ناهنجاری پادساعت‌گرد بر روی سیبری قابل مشاهده است. علاوه بر این دو ناهنجاری، بر روی شمال اقیانوس هند به خصوص دریای عرب نیز یک ناهنجاری پادساعت‌گرد به روشنی قابل مشاهده است (شکل ۵-ج). اما در زمان ترسالی‌های فراگیر پاییزه سیستم گردش باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ناهنجاری‌های متفاوت‌تری با زمان وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر از خود نشان می‌دهد. در شرایط ترسالی‌های فراگیر پاییزه بر روی اروپا یک ناهنجاری پادساعت‌گرد بر روی سیبری، یک ناهنجاری شبه‌ساعت‌گرد بر روی شمال اقیانوس هند (دریای عرب)، و یک ناهنجاری پادساعت‌گرد بر روی نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌های باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال قابل رؤیت است (شکل ۵-د).



شکل شماره ۵. ناهنجاری فشار سطح دریا (hPa) (الف)-(ب) و باد برداری در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (ج)-(د). نقشه‌های ترکیبی برای پاییزهای همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر (سمت چپ) و نقشه‌های ترکیبی برای پاییزهای همراه با ترسالی‌های فراگیر (سمت راست)

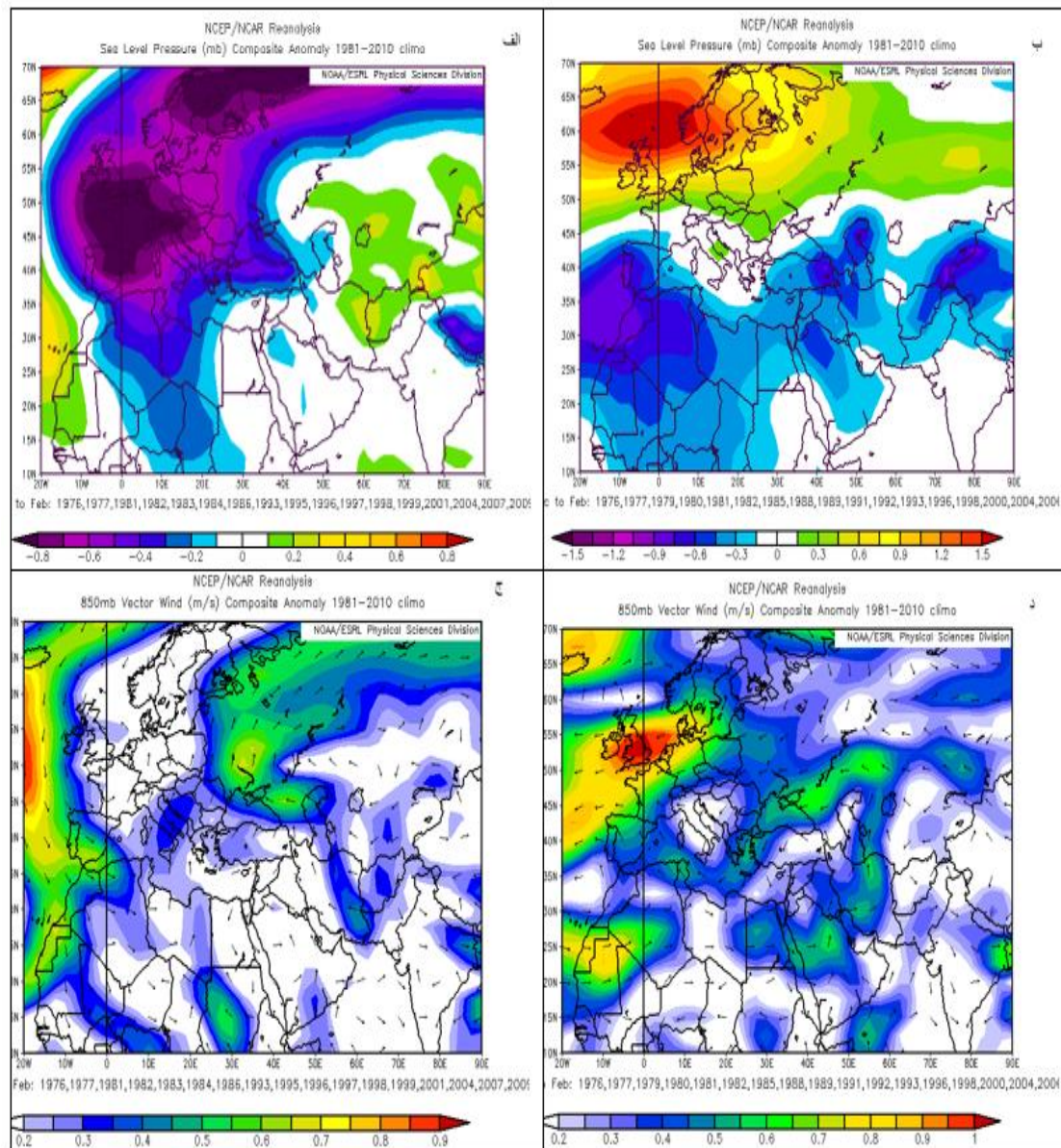
الگوی ناهنجاری فشار سطح دریا در دو فصل زمستان و بهار بسیار متفاوت‌تر از فصل پاییز است. در زمستان‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر یک ناهنجاری منفی از فشار سطح دریا سراسر اروپا، شمال آفریقا، و بخش شمالی آسیا (نیمه شمال سبیری) را تحت پوشش خود قرار داده است (شکل ۶-الف). این الگوی ناهنجاری در فشار سطح دریا باعث یک ناهنجاری ساعت‌گرد (در جهت باد) وسیع بر روی اروپا و شمال آفریقا و یک ناهنجاری پادساعت‌گرد (در جهت باد) گسترده بر روی آسیا شده است. در شمال اقیانوس هند نیز یک ناهنجاری شبه‌ساعت‌گرد (جهت باد) قابل مشاهده است که ظاهراً انتقال رطوبت از این دریا به داخل خشکی‌های ایران را دچار اختلال کرده است (شکل ۶-ج).

اما در ترسالی‌های فراگیر فصل زمستان الگوهای فضایی ناهنجاری‌های فشار سطح دریا متفاوت‌تر می‌شود. در این ترسالی‌های فراگیر کل نیمه شمالی اروپا و آسیا در یک راستای مداری شاهد یک ناهنجاری مثبت و کل شمال آفریقا، خاورمیانه، و حتی شمال هندوستان نیز در همان راستا شاهد یک ناهنجاری منفی در فشار سطح دریا هستند (شکل ۶-د).

ب). این پیکربندی در الگوهای فضایی ناهنجاری‌های فشار سطح دریا باعث ایجاد یک گردش پادساعت‌گرد (در جهت باد) وسیع در سطح ۸۵۰ پاسکال بر روی اروپا و شمال آسیا و یک گردش ساعت‌گرد (در جهت باد) بزرگ بر روی شمال افریقا و خاورمیانه شده است (شکل ۶-د). همین الگو در پیکربندی فضایی ناهنجاری‌های فشار سطح دریا با مقداری تفاوت در فصل بهار نیز مشاهده شده است که جهت رعایت اختصار از آوردن نقشه‌های آن خودداری شده است.

در مقیاس ماهانه نیز در سطوح پایینی اتمسفر برای خشک‌سالی‌های فراگیر یک ناهنجاری فشاری دوقطبی با یک مقدار مثبت بر روی اروپا و یک ناهنجاری منفی بر روی آسیا مشاهده می‌شود؛ همانند همان الگویی که در فصل پاییز مشاهده شده است. اما این پیکربندی فضایی برای همه ماه‌ها صادق نبوده و الگوهای دیگری همچون وجود یک ناهنجاری گسترده منفی که تمام اروپا و آسیا را درگیر کرده باشد (مانند مارس) مشاهده شده است. بر اساس این ناهنجاری‌ها، در ماه‌ها و فصل‌هایی که خشک‌سالی‌های فراگیر در ایران اتفاق افتاده است استنباط می‌شود که پُرفشار اروپایی با جابه‌جایی شمال سوی خود بر روی اروپا قرار گرفته و با پُرفشار آسیایی یکی می‌شوند. این ترکیب باعث می‌شود که کل قاره آسیا و اروپا به‌طور کامل تحت سیطره این دو پُرفشار قرار بگیرند. نتیجه استقرار پُرفشار اروپایی بر روی قاره اروپا ایجاد یک گردش واچرخندی عظیم در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال بر روی اروپاست که، علاوه بر دریای مدیترانه، شمال افریقا را نیز دربر می‌گیرد. در چنین شرایطی انتقال رطوبت از دریای مدیترانه و دریای سرخ به داخل ایران دچار اختلال می‌شود. ناهنجاری مهم دیگری که در نقشه‌های ترکیبی بردار باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در مقیاس ماهانه قابل تشخیص بود وجود یک ناهنجاری ساعت‌گرد بر روی دریای عرب بود. این ناهنجاری ساعت‌گرد باعث می‌شود که رطوبت دریای عرب که مهم‌ترین تأمین‌کننده رطوبت ایران در این ماه‌هاست به ایران منتقل نشود. چون در حالت عادی بر روی دریای عرب سامانه واچرخندی حاکم است و اگر این نظم در جو به هم بخورد، در انتقال رطوبت از دریای عرب بر روی ایران مختل می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه همسو با نتایج مطالعات کریچاک و آلپرت (۱۹۹۸: ۱۹۴۵۳)، خوش‌اخلاق (۱۳۷۶: ۱۳۶)، و خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۱: ۵۷) نیز هست.

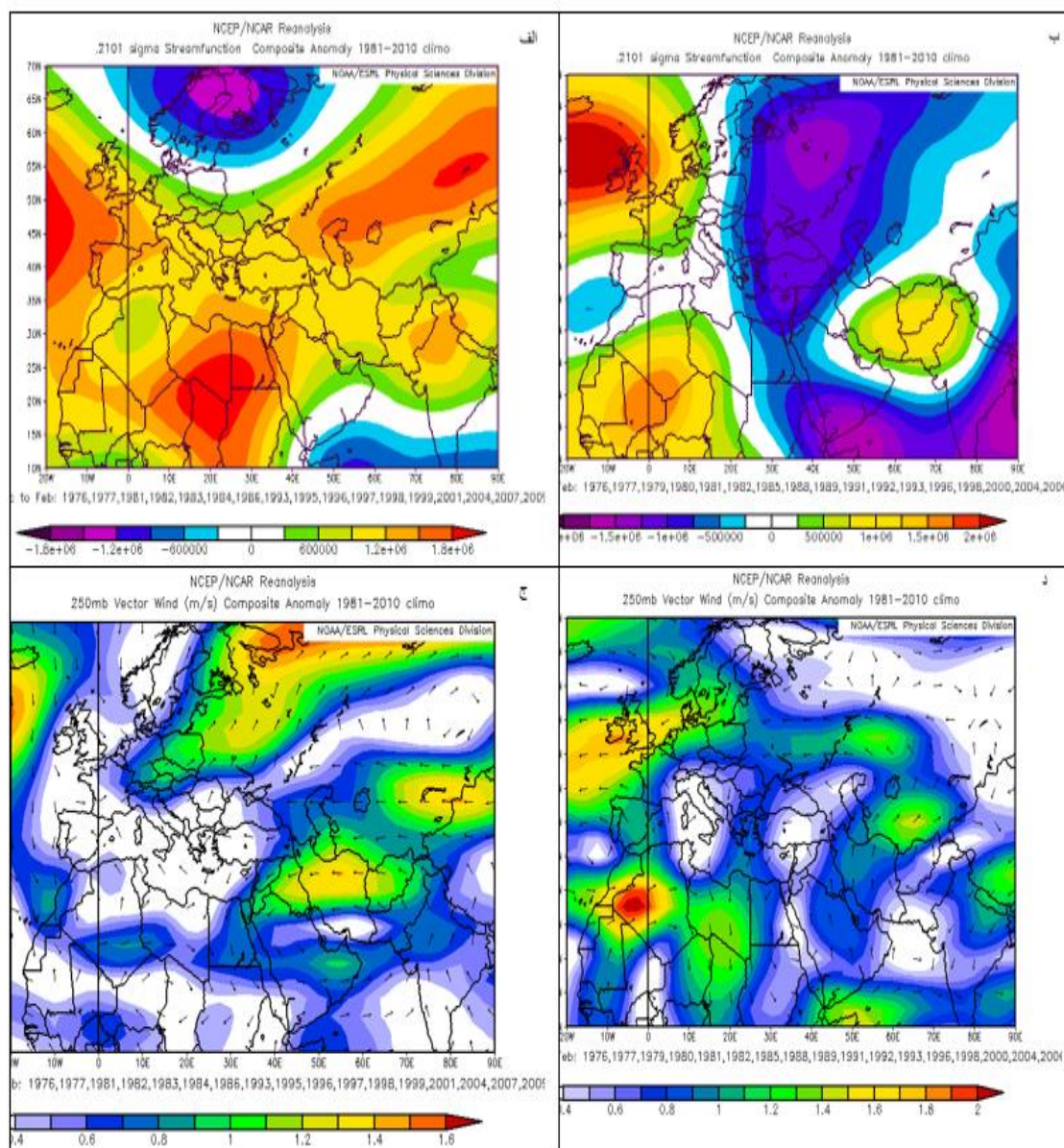
اما درباره ترسالی‌های فراگیر باید اذعان کرد که شرایط حاکم بر جو عکس شرایط دوره‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر ایران است. در دوره‌های ترسالی پُرفشار اروپایی با حرکت جنوب سوی خود به سمت اقیانوس اطلس شمالی جابه‌جا می‌شود و فضا برای استقرار کم‌فشار جنب قطبی بر روی اروپا فراهم می‌شود. در این شرایط در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال یک گردش چرخندی بر روی دریای مدیترانه شکل می‌گیرد که شرایط را برای انتقال رطوبت از دریای مدیترانه و دریای سرخ فراهم می‌کند. علاوه بر این، بر روی دریای عرب یک گردش واچرخندی قوی مشاهده می‌شود که باعث انتقال رطوبت دریای عرب و اقیانوس هند بر روی ایران می‌شود (شکل ۴-ب و د). محمودی و همکاران (۱۳۹۵: ۶۶) نیز در مطالعه‌ای بر روی شناسایی الگوهای گردشی مرتبط با یخبندان‌های فراگیر ایران تقریباً به همین الگوها دست یافته بودند.



شکل شماره ۶. ناهنجاری فشار سطح دریا (hPa) (الف)-(ب) و باد برداری در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (ج)-(د). نقشه‌های ترکیبی برای زمستان‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر (سمت چپ) و نقشه‌های ترکیبی برای زمستان‌های همراه با ترسالی‌های فراگیر (سمت راست)

برای هر دو شرایط خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر ایران در مقیاس فصلی، نقشه‌های ترکیبی میدان باد در سطوح فوقانی نیز ترسیم شد. این نقشه‌ها همچون دیگر نقشه‌های ترکیبی تهیه‌شده در قبل، بیکربندی‌های متفاوتی را برای شرایط ترسالی و خشک‌سالی فراگیر نشان می‌دهند. در زمان وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر در هر سه فصل پاییز، زمستان، و بهار مشاهده شد که یک ناهنجاری مثبت وسیع از تابع جریان نه‌تنها ایران، بلکه کل اروپا و خاورمیانه را به‌طور کامل دربر گرفته است. این ناهنجاری مثبت در تابع جریان باعث ایجاد یک گردش و اچرخندی بزرگ در سطوح فوقانی و متعاقب آن کاهش سرعت رودباد بر روی منطقه مورد مطالعه می‌شود. این ناهنجاری در کاهش سرعت رودباد و همچنین جهت وزش باد به‌طور مشخص برای فصل زمستان، که برای نمونه‌ای از سه فصل مورد مطالعه آورده شده است، قابل مشاهده است (شکل ۷- الف و ج). اما در فصل‌هایی که ترسالی‌های فراگیر رخ داده است مشاهده می‌شود که همواره یک ناهنجاری منفی از تابع جریان در کنار یک ناهنجاری مثبت از تابع جریان وجود دارد. اما نحوه قرارگیری و

پیکربندی فضایی آن‌ها در طول فصول مختلف متفاوت است. ولی همان‌طور که گفته شد، نقطه اشتراک همه آن‌ها وجود دو قطب مختلف ناهنجاری مثبت و منفی کنار یکدیگر است. قطب مثبت گردش و اچرخندی و قطب منفی آن گردش چرخندی را سبب می‌شود که نتیجه آن تشدید و تقویت رودباد در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال است (شکل ۷- ب و د). این تشدید و تقویت رودباد در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال، علاوه بر مسيردهی مناسب به چرخندهای بارش‌زا، باعث ایجاد اغتشاشات جوی در سطوح تحتانی جو نیز می‌شود.



شکل شماره ۷. ناهنجاری تابع جریان ($\times 10^{-6} m^2 s^{-1}$) در سطح حدوداً ۲۵۰ هکتوپاسکال (الف)-(ب) و باد برداری و مؤلفه‌مداری آن (ms^{-1}) در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال (ج)-(د)، نقشه‌های ترکیبی برای زمستان‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر (سمت چپ) و نقشه‌های ترکیبی برای زمستان‌های همراه با ترسالی‌های فراگیر (سمت راست)

نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌های میدان باد در سطوح فوقانی نیز همان الگوهایی را که در سه فصل پاییز، زمستان، و بهار مشاهده شده است از خود نشان می‌دهند. بنابراین، از آوردن نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری باد در سطوح فوقانی جهت رعایت اصل اختصار در مقاله خودداری شده است.

نتیجه‌گیری

بر اساس یک آستانه فضایی، خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر ایران در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی برای یک بازه زمانی ۳۳ ساله (۱۹۷۶-۲۰۰۹) شناسایی و استخراج شد. ناهنجاری‌های میانگین گردش عمومی جو برای فصل‌ها (پاییز، زمستان، و بهار) و ماه‌هایی (اکتبر تا آوریل) که دارای ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌های فراگیر بوده‌اند بررسی شد. نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری‌های دمایی ماه‌های دارای خشک‌سالی‌های فراگیر نشان داد که در این ماه‌ها بیشتر مساحت ایران دارای ناهنجاری‌های مثبت در دمای سطح زمین بوده‌اند. در حالی که در ماه‌های دارای ترسالی‌های فراگیر عکس این قضیه صادق بوده است؛ یعنی بیشتر مساحت ایران ناهنجاری‌های منفی را نشان داده‌اند. در این میان، استثنائاتی مانند ماه فوریه نیز وجود داشته است که برای هر دو حالت خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر نقشه‌های ترکیبی و ناهنجاری منفی در دما را نشان داده‌اند، اما مقدار این ناهنجاری برای خشک‌سالی‌های فراگیر بسیار کمتر از ترسالی‌های فراگیر بوده است. در مقیاس فصلی نیز به استثنای فصل زمستان، که الگویی مشابه با ماه فوریه نشان داده است، همان الگویی که برای ماه‌های تر و خشک فراگیر حاکم بوده است در این مقیاس نیز مشاهده شد. در رابطه با ناهنجاری‌های رطوبتی در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز باید گفت که در ماه‌ها و فصل‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر ناهنجاری‌های منفی و برای ماه‌ها و فصل‌های همراه با ترسالی‌های فراگیر ناهنجاری‌های مثبت مشاهده شده است. اما اشاره به این نکته لازم است که فصل زمستان از این الگو زیاد پیروی نکرده و در زمستان‌هایی که خشک‌سالی‌های فراگیر رخ داده است ناهنجاری مثبت در رطوبت ویژه مشاهده شد. اما در کل می‌توان نتیجه گرفت زمانی که در ایران خشک‌سالی‌های فراگیر چه در مقیاس فصلی چه در مقیاس ماهانه رخ داده است همراه با افزایش دما در سطح زمین و کاهش رطوبت ویژه در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال بوده است و زمانی که ترسالی‌های فراگیر در ایران به‌وقوع پیوسته همراه با کاهش دما در سطح زمین و افزایش رطوبت ویژه در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال بوده است.

در سطوح پایینی اتمسفر برای خشک‌سالی‌های فراگیر یک ناهنجاری فشاری دوقطبی با یک مقدار مثبت بر روی اروپا و یک ناهنجاری منفی بر روی آسیا مشاهده می‌شود. اما این آرایش فضایی برای همه ماه‌ها صادق نبوده و الگوهای دیگری همچون وجود یک ناهنجاری گسترده منفی که سراسر اروپا و آسیا را درگیر کرده باشد (مانند مارس) مشاهده شده است. بر اساس این ناهنجاری‌ها، در ماه‌هایی که خشک‌سالی‌های فراگیر در ایران اتفاق افتاده است استنباط می‌شود که پُرفشار اروپایی با جابه‌جایی شمال سوی خود بر روی اروپا قرار گرفته و با پُرفشار آسیایی یکی شده است. این ترکیب باعث می‌شود که کل قاره آسیا و اروپا به‌طور کامل تحت سیطره این دو پُرفشار قرار بگیرد. نتیجه استقرار پُرفشار اروپایی بر روی قاره اروپا ایجاد یک چرخش واپرخندی عظیم در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال بر روی اروپاست که، علاوه بر دریای مدیترانه، شمال آفریقا را نیز دربر می‌گیرد. بنابراین، در چنین شرایطی انتقال رطوبت از دریای مدیترانه و دریای سرخ به داخل ایران دچار اختلال می‌شود. ناهنجاری مهم دیگری که در نقشه‌های ترکیبی بردار باد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال قابل تشخیص بود وجود یک ناهنجاری ساعت‌گرد بر روی دریای عرب بود. این ناهنجاری ساعت‌گرد باعث می‌شود که رطوبت دریای عرب، که مهم‌ترین تأمین‌کننده رطوبت ایران در این ماه‌هاست، به ایران منتقل نشود. چون در حالت عادی بر روی دریای عرب سامانه واپرخندی حاکم است و اگر این نظم در جو به هم بخورد، در انتقال رطوبت از دریای عرب بر روی ایران مختل می‌شود.

اما در مورد ترسالی‌های فراگیر باید اذعان کرد که شرایط حاکم بر جو عکس شرایط دوره‌های همراه با خشک‌سالی‌های فراگیر ایران‌اند. در دوره‌های ترسالی پُرفشار اروپایی با حرکت جنوب سوی خود به سمت اقیانوس اطلس شمالی جابه‌جا می‌شود و فضا برای استقرار کم‌فشار جنب قطبی بر روی اروپا فراهم می‌شود. در این شرایط در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال یک گردش چرخندی بر روی دریای مدیترانه شکل می‌گیرد که شرایط را برای انتقال رطوبت از دریای مدیترانه و دریای

سرخ فراهم می‌کند. علاوه بر این، بر روی دریای عرب یک گردش واپرخندی قوی مشاهده می‌شود که باعث انتقال رطوبت دریای عرب و اقیانوس هند بر روی ایران می‌شود.

میدان باد در سطوح بالا برای نقشه‌های ترکیبی خشک‌سالی‌های فراگیر یک ناهنجاری تک‌قطبی از تابع جریان مثبت را بر روی ایران نشان می‌دهد که این ناهنجاری تک‌قطبی باعث ایجاد گردش واپرخندی بر روی ایران می‌شود. این ناهنجاری تضعیف رودباد بر روی ایران را نشان می‌دهد. یعنی رودباد روی ایران که ضعیف‌تر از نرمال است با خشک‌سالی‌های فراگیر در ایران همراه است. اما در ترسالی‌ها مشاهده شد که همواره ناهنجاری‌های تابع جریان از یک الگوی دوقطبی پیروی می‌کنند؛ یعنی دو قطب مختلف ناهنجاری مثبت و منفی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. قطب مثبت گردش واپرخندی و قطب منفی آن گردش چرخندی را سبب می‌شود که نتیجه آن تشدید و تقویت رودباد در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال است. این تشدید و تقویت رودباد در سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال، علاوه بر مسيردهی مناسب به چرخندهای بارش زا، باعث ایجاد اغتشاشات جوی در سطوح تحتانی جو نیز می‌شود.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

منابع

- (۱) احمدی، ا. و و علیجانی، ب. (۱۳۹۳). شناسایی الگوهای همدیدی بارش‌های سنگین ساحل شمالی خلیج فارس، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۴۶: ۲۹۶-۲۷۵.
- (۲) احمدی گیوی، ف.؛ پرهیزکار، د. و حجام، س. (۱۳۸۸). بررسی اثر انسو بر توزیع بارش فصلی ایران در دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۰، مجله فیزیک زمین و فضا، ۴: ۹۵-۱۱۳.
- (۳) احمدی گیوی، ف.؛ ایران‌نژاد، پ. و محمدنژاد، ع. (۱۳۸۹). اثر پرفشارهای جنب حاره و سبیری بر خشک‌سالی‌های غرب ایران، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۱-۲۳ اردیبهشت، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- (۴) اردکانی، ح.؛ زمانیان، م. ت. و هاشمی دوفین، م. (۱۳۸۷). مطالعه همدیدی و دینامیکی بیشترین بارش روی منطقه خراسان، فیزیک زمین و فضا، ۷: ۱۰۷-۱۲۳.
- (۵) ایران‌نژاد، پ.؛ احمدی گیوی، ف. و محمدنژاد، ع. (۱۳۸۸). اثر مراکز چرخندزای مدیترانه بر بارش سالانه ایران در دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲، ژئوفیزیک ایران، ۱: ۹۱-۱۰۵.
- (۶) بهبودیان، ج. (۱۳۸۱). روش‌های ناپارامتری، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- (۷) پروین، ن. (۱۳۹۰). الگوهای سینوپتیکی شدیدترین خشک‌سالی حوضه آبریز دریاچه ارومیه، تحقیقات جغرافیایی، ۱۰۰: ۸۹-۱۰۷.
- (۸) جعفریگلو، م.؛ خوش‌اخلاق، ف. و اوجی، ر. (۱۳۸۸). موقعیت و فراوانی فصلی مسیرهای چرخندی در ترسالی‌های غرب میانی ایران، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۶۸: ۸۴-۷۱.
- (۹) حاجی‌محمدی، ح.؛ راستی، ف. و کرمی، م. (۱۳۹۳). بررسی همدیدی سامانه‌های واپرخندی و ارتباط آن با خشک‌سالی‌های استان فارس، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی، اقلیم‌شناسی و روند خشک‌سالی در مناطق خشک، سمنان.
- (۱۰) حبیبی، ف. (۱۳۸۵). تحلیل همدیدی و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه‌های بندالی و تأثیر آن روی منطقه ایران، فیزیک زمین و فضا، ۳۲: ۶۹-۸۹.
- (۱۱) حبیبی، ف. (۱۳۸۶). نقش سامانه‌های بندالی در چرخندزایی روی شرق دریای مدیترانه و بررسی نقش آن در سیل روی منطقه غرب ایران در مارس ۲۰۰۰، پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۱۰۹-۱۲۷.
- (۱۲) حمیدیان‌پور، م.؛ علیجانی، و صادقی، ع. (۱۳۸۹). شناسایی الگوهای همدیدی بارش‌های شدید شمال شرق ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱: ۱-۱۶.

- (۱۳) خسروی، م. (۱۳۸۳). بررسی روابط بین الگوهای چرخشی جوی کلان‌مقیاس نیمکره شمالی یا خشک‌سالی‌های سالانه سیستان و بلوچستان، *جغرافیا و توسعه*، ۳: ۱۶۷-۱۸۸.
- (۱۴) خوش‌اخلاق، ف. (۱۳۷۶) بررسی الگوهای ماهانه خشک‌سالی و ترسالی در ایران، *تحقیقات جغرافیایی*، ۴۵: ۱۵۴-۱۳۶.
- (۱۵) خوش‌اخلاق، ف.؛ عزیزی، ق. و رحیمی، م. (۱۳۹۱). الگوهای همدید خشک‌سالی و ترسالی زمستانه در جنوب غرب ایران، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵: ۵۷-۷۷.
- (۱۶) رضیعی، ط.؛ مفیدی، ع. و زرین، آ. (۱۳۸۸). مراکز فعالیت و الگوهای گردش جو زمستانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روی خاورمیانه و ارتباط آن‌ها با بارش ایران، *ژئوفیزیک ایران*، ۱: ۸۲-۱۰۱.
- (۱۷) رنجبر سعادت‌آبادی، ع.؛ اسدی تلوکی، ا. و مرادی، م. (۱۳۹۲). تأثیر ناهنجاری‌های ماهانه الگوهای فشاری بر شرایط بارشی پاییزه در سواحل شمالی ایران، *فیزیک زمین و فضا*، ۳۵: ۱۲۱-۱۴۱.
- (۱۸) روغنی، ر.؛ سلطانی، س. و بشیری، ح. (۱۳۹۱). بررسی روابط شاخص نوسان جنوبی و دمای سطح آب اقیانوس‌های آرام و هند با بارش فصلی و ماهانه ایران، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک*، ۶۱: ۲۹۲-۲۷۳.
- (۱۹) صادقی، س.؛ سلیقه، س.؛ حبیبی نوخندان، م. و قهرودی تالی، م. (۱۳۸۷). تحلیل همدیدی واپرخندها بر خشک‌سالی‌های فراگیر خراسان، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۰: ۱۱۸-۱۰۵.
- (۲۰) صداقت‌کردار، ع. و فتاحی، ا. (۱۳۸۷). شاخص‌های پیش‌آگاهی خشک‌سالی در ایران، *جغرافیا و توسعه*، ۱۱: ۷۶-۵۹.
- (۲۱) صلاحی، ب.؛ خورشیددوست، ع. م. و قویدل رحیمی، ی. (۱۳۸۶). ارتباط نوسان‌های گردش جوی- اقیانوسی اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های آذربایجان شرقی، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۶۰: ۱۴۷-۱۵۶.
- (۲۲) عزیزی، ق. و و علیزاده، ت. (۱۳۹۳). ارتباط بین تیپ الگوهای گردشی تراز دریا با بارش‌های فراگیر در ایران، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۶: ۲۹۷-۳۱۰.
- (۲۳) قائد امینی، ح.؛ ناظم‌السادات، س. م. ج.؛ کوهی‌زاده، م. و سبزی‌پرور، ع. ا. (۱۳۹۳). نشان جداگانه و هم‌زمان پدیده‌های ENSO و PDO بر رخداد خشک‌سالی و ترسالی پاییزه جنوب ایران، *ژئوفیزیک ایران*، ۲: ۹۲-۱۰۹.
- (۲۴) قویدل رحیمی، ی.؛ حاتمی زرنه، د. و رضایی، م. (۱۳۹۲). نقش الگوی پیوند از دور جو بالای دریای شمال- مازندران در تغییرات زمانی بارش سواحل جنوبی دریای خزر، *کاربردی علوم جغرافیایی*، ۳۱: ۲۹-۴۶.
- (۲۵) قویدل رحیمی، ی.؛ احمدی، م.؛ حاتمی زرنه، د. و رضایی، م. (۱۳۹۳ الف). نارسایی الگوهای سینوپتیک بارش سنگین مولد سیلاب مخرب در شهرستان جیرفت، *فصل‌نامه جغرافیا*، ۴۱: ۱۶۱-۱۷۸.
- (۲۶) قویدل رحیمی، ی.؛ فرج‌زاده، م. و کاکاپور، س. (۱۳۹۳ ب). الگوی پیوند از دور دریای شمال- خزر بر نوسانات بارش‌های پاییزی مناطق غرب و شمال غرب ایران، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۴۹: ۲۱۷-۲۳۰.
- (۲۷) فاتحی مرج، ا.؛ برهانی داریان، ع. و مهدیان، م. ح. (۱۳۸۵). پیش‌بینی بارش فصلی با استفاده از پیوند از دور حوضه آبریز دریاچه ارومیه، *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۳: ۴۵-۵۸.
- (۲۸) فتاحی، ا. و بهیار، م. ب. (۱۳۹۰). بررسی الگوهای سینوپتیکی خشک‌سالی‌های فراگیر در استان چهارمحال و بختیاری، *تحقیقات جغرافیایی*، ۱۰۱: ۷۹-۱۰۰.
- (۲۹) لشکری، ح. (۱۳۸۱). مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار سودانی ورودی به ایران، *فصل‌نامه مدرس علوم انسانی*، ۲۶(۲): ۱۳۳-۱۶۰.
- (۳۰) لشکری، ح. (۱۳۸۲). مکانیسم تکوین، تقویت، و توسعه مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران، *فصل‌نامه پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۵(۴۶): ۱-۱۸.
- (۳۱) محمدی، ح.؛ فتاحی، ا.؛ شمسی‌پور، ع. ا. و اکبری، م. (۱۳۹۱). تحلیل دینامیکی سامانه‌های سودانی و رخداد بارش‌های سنگین در جنوب غرب ایران، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۴: ۷-۲۴.
- (۳۲) محمودی، پ.؛ خسروی، م.؛ مسعودیان، س. ا. و علیجانی، ب. (۱۳۹۱). ناهنجاری‌های همدیدی منجر به یخبندان‌های فراگیر ایران، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱: ۱۷-۳۴.
- (۳۳) محمودی، پ.؛ خسروی، م.؛ مسعودیان، س. ا. و علیجانی، ب. (۱۳۹۵). میانگین گردش جوی منجر به یخبندان‌های فراگیر در ایران، *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۲۴: ۶۶-۸۶.
- (۳۴) مسعودیان، س. ا. (۱۳۸۴). شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۱۲۴: ۴۷-۵۹.
- (۳۵) مفیدی، ع. (۱۳۸۳). اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه دریای سرخ در خاورمیانه، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، ۱۹(۴): ۷۱-۹۳.

- ۳۶) مفیدی، ع. و زرین، آ. (۱۳۸۴). بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه های کم فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران، فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۰(۲): ۱۱۳-۱۳۶.
- ۳۷) موسوی بایگی، م. و اشرف، ب. (۱۳۹۰). مطالعه الگوهای سینوپتیکی منجر به خشک سالی های پاییزه و زمستانه در استان خراسان رضوی، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۴: ۱۶۷-۱۸۴.
- ۳۸) ناظم السادات، س. م. ج. (۱۳۷۸). بررسی تأثیر پدیده نینو- نوسانات جنوبی (انسو) بر بارندگی پاییزه ایران. دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم - سازمان هواشناسی کشور - ۱۳ و ۱۴ آبان، تهران.
- ۳۹) ناظم السادات، س. م. ج. و قاسمی، ا. ر. (۱۳۸۲). بارندگی شش ماهه سرد مناطق مرکزی و جنوب غربی ایران و ارتباط آن با پدیده ال نینو نوسانات جنوبی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳: ۱-۱۲.
- ۴۰) ناظم السادات، س. م. ج. و قائدامینی اسدآبادی، ح. (۱۳۹۰). ارزیابی تأثیر پدیده مادن جولیان بر رخداد دوره های خشک و تر در استان فارس، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۵): ۱۳-۲۶.
- ۴۱) ناظم السادات، ح.؛ انصاری بصیر، ا. و پیشوایی، م. ح. (۱۳۸۶). ارزیابی سطح معنی داری برای پیش بینی دوران خشک سالی و ترسالی فصل پاییز و شش ماهه سرد ایران بر اساس وضعیت فازهای تابستانه انسو، تحقیقات منابع آب ایران، ۱: ۲۴-۱۲.
- ۴۲) یاراحمدی، د. و عزیزی، ق. (۱۳۸۶). تحلیل چندمتغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص های اقلیمی، فصل نامه پژوهش های جغرافیایی، ۶۲: ۱۶۱-۱۷۴.
- 43) Ahmadi, E. and Alijani, B. (2014). Identification of Synoptic Patterns Causing Heavy Rainfall in Northern Coast of Persian Gulf. *Physical Geography Research Quarterly*, 46: 275-296. (In Persian)
- 44) Ahmadi-Givi, F.; Parhizkar, D. and Hajjam, S. (2010). The study of the ENSO's effect on the seasonal precipitation of Iran in the period 1971-2000. *Journal of the Earth and Space Physics*, 35(4): 95-113. (In Persian)
- 45) Ahmadi-Givi, F.; Irannejad, P. and Mohammadzadeh, A. R. (2010). Effect of Azores and Siberian high pressure systems on droughts in western Iran. *14th Geophysics Conference of Iran, 11-13 may, Tehran, Iran*. (In Persian)
- 46) Alijani, B. and Harman, J. R. (1985). Synoptic climatology of precipitation in Iran. *Annals of Association of American Geographers*, 75: 404-416.
- 47) Alpert, P.; Abramsky, R. and Neeman, B. U. (1990a). The prevailing summer synoptic system in Israel. Subtropical high not Persian trough. *Israel Journal of Earth Sciences*, Vol. 39, pp. 93-102.
- 48) Alpert, P.; Neeman, B. and Shay-El, Y. (1990b). Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data. *Tellus*, Vol. 42A, pp. 65-77.
- 49) Ardakani, H.; Zamanian, M. T. and Hashemi Devin, M. (2008). The synoptic and dynamic study for maximum precipitation over the Khorasan region. *Journal of the Earth and Space Physics*, 43(2): 107-123. (In Persian)
- 50) Ashbel, D. (1938). Great floods in Sinai Peninsula, Palestine, Syria and the Syrian desert and the influence of the Red Sea on their formation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 64(277): 635-639.
- 51) Azizi, G. and Alizadeh, T. (2014). The Relationship between Circulation Pattern Types in Sea Level Pressure and Precipitation in Iran. *Physical Geography Research Quarterly*, 46 (89): 297-310. (In Persian)
- 52) Behboudian, J. (2002). *Nonparametric method*. Payame Noor University press, 288p. (In Persian)
- 53) Dezfuli, A. K. and Karamouz, M. (2010). On the relationship of regional meteorological drought with SOI and NAO over southwest Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 100: 57-66.
- 54) Fatahi, E. and Behyar, M. B. (2011). The study of drought synoptical patterns in Chahar Mahal and Bakhtiary province. *Geographical Research*, 26 (2): 79-100. (In Persian)
- 55) Fatehi Marj, A.; Borhani Darian, A. and Mahdian, M. H. (2006). Forecasting Seasonal Rainfall Using Teleconnection Pattern Case Study. Orumiye Lake Basin. *Journal of Water and Soil Science*, 10 (3): 45-58. (In Persian)
- 56) Fowler, A. and Adams, K. (2004). Twentieth Century Droughts and Wet Periods In

- Auckland (New Zealand) And Their Relationship To ENSO. *International Journal of Climatology*, 24: 1974-1961.
- 57) Ghaedamini, H.; Nazem Alsadat, S. M. J.; Kouhizadeh, M. and Sabziparvar, A. A. (2014). Individual and coupled effects of the ENSO and PDO on autumnal dry and wet periods in the southern parts of Iran. *Iranian Journal of Geophysics*, 8 (2): 92-109. (In Persian)
- 58) Ghavidel rahimi, Y.; Hatami Zarneh, D. and Rezaei, M. (2014). The role of North Sea - Caspian upper atmospheric teleconnection pattern (NCP) in temporal variability's of rainfall in Sothern coastal of Caspian Sea. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 13 (31): 29-46. (In Persian)
- 59) Ghavidel rahimi, Y.; Ahmadi, N.; Hatami Zarneh, D. and Rezaei, M. (2014). Identification of synoptic patterns of heavy rainfall manufacturers destructive floods in Jiroft city. *Geography*, 12 (41): 161-179. (In Persian)
- 60) Ghavidel Rahimi, Y.; Farajzadeh Asl, M. and Kakapor, S. (2014). Investigation on North Sea-Caspian Teleconnection Pattern Effect on Autumn Rainfall Fluctuations in West and Northwest Regions of Iran. *Journal of Geography and Planning*, 18 (49): 217-230. (In Persian)
- 61) Irannejad, P.; Ahmadi-Givi, F. and Mohammadnejad, A. R. (2009). Effect of Mediterranean cyclogenesis centers on annual precipitation of Iran during 1960 to 2002. *Iranian Journal of Geophysics*, 3 (1): 91-105. (In Persian)
- 62) Jafarbeglou, M.; Khoshakhlagh, F. and Oujji, R. (2010). Seasonal Location and Frequency of Cyclonic Trackes in Wet Periods of Midwest of Iran. *Physical Geography Research*, 41 (68): 71-84. (In Persian)
- 63) Habibi, F. (2006). Synoptic and dynamic analysis of blocking systems, manner of diagnosis of blocking systems and effects of these systems over the Iranian region. *Journal of the Earth and Space Physics*, 32 (3): 69-89. (In Persian)
- 64) Habibi, F. (2008). The Role of a Blocking Systems on Surface Cyclogenesis Over East of Mediterranean Sea and its Influence on the Mars 2000's Flood Over West of Iran. *Geographical Research Quarterly*, 40 (1): 109-127. (In Persian)
- 65) Haj Mohammadi, H.; Rasti, F. and Karami, M. (2014). Synoptic analysis of anticyclone systems and its relationship with droughts in Fars province. In: *The 2th National Conference on Desert*, 11-12 November, Semnan University, Semnan, Iran. (In Persian)
- 66) Hamidian Pour, M.; Alijani, B. and Sadeghi, A. (2010). Identifying the Synoptic Patterns of Heavy Precipitations in North East of Iran. *Arid Regions Geographic Studies*, 1 (1): 1-16. (In Persian)
- 67) Khoshakhlagh, F.; Ghaemi, H. and Zahedi, M. (1997). Consideration of monthly patterns of drought and humid periods in Iran. *Geographical Research Quarterly*, 45: 136-154. (In Persian)
- 68) Khoshakhlagh, F.; Oujji, R. and jafarbeglou, M. (2008). A synoptic study on seasonal patterns of wet and dry spells in Midwest of Iran. *Desert Journal*, 13: 89-103.
- 69) Khoshakhlagh, F.; Azizi, G. and Rahimi, M. (2012). The synoptic Patterns of wintertime drought and wet period in Southwestern of Iran. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 25: 57-77. (In Persian)
- 70) Khosravi, M. (2005). A Survey on the Relations of the Northern Hemisphere Large Scale Circulation Patterns with Sistan & Baluchestan Annual Droughts. *Geography and Development Iranian Journal*, 2 (3): 167-188. (In Persian)
- 71) Krichak, S. O.; Alpert, P. and Krishnamurti, T. N. (1997a). Interaction of topography and tropospheric flow - a possible generator for the red sea trough? *Meteorology and Atmospheric Physics*, 63(3-4): 149-158.
- 72) Krichak, S. O.; Alpert, P. and Krishnamurti, T. N. (1997b). Red sea trough/cyclone development - numerical investigation. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 63(3-4): 159-169.
- 73) Krichak, S. O. and Alpert, P. (1998). Role of large scale moist dynamics in November 1-5 1994 Hazardous Mediterranean weather. *Journal of Geophysical Research*, 103(D16, 19): 19453-19468.
- 74) Krishnamurti, T. N. (1961). The sub-tropical jet stream of winter. *Journal of Meteorology*,

- 18(2): 172-191.
- 75) Krishnamurti, T. N.; Kanamitsu, M.; Koss, W. and Lee, J. D. (1973). Tropical east-west circulation during the northern winter, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 30(5): 780-787.
- 76) Krown, L. (1966). An approach to forecasting season rainfall in Israel, *Journal of Applied Meteorology*, 5(5): 590-594.
- 77) Kutiel, H. and Paz, S. (1998). Sea level pressure departures in the Mediterranean and their relationship with monthly rainfall conditions in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 60: 93-109.
- 78) Lashkari, H. (2002). Tracking Sudanese Low Systems Entering Iran. *Journal of Spatial Planning*, 6 (2): 133-157. (In Persian)
- 79) Lashkari, H. (2004). The Mechanism of forming, deepening and development of Sudan low and its effect in precipitation south and south western of Iran. *Geographical Research*, 35 (46): 1-18. (In Persian)
- 80) Mahmoudi, P.; Khosravi, M.; Masoudian, S. A. and Alijani, B. (2012). Synoptic Anomalies Resulting in Pervasive Frosts in Iran. *Geography and Environmental Hazards*, 1 (1): 17-34. (In Persian)
- 81) Mahmoudi, P.; Khosravi, M.; Masoudian, S. A. and Alijani, B. (2016). Mean atmospheric circulation conducive to pervasive frost in Iran. *Arid regions Geographic Studies*, 6 (24): 66-86. (In Persian)
- 82) Martin, J. E. (2006). *Mid-Latitude Atmospheric Dynamics: A First Course* (1st Edition), Wiley, New York, USA.
- 83) McKee, T. B.; Doesken, N. J.; and Kleist, J. (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *Eighth Conference on Applied Climatology*, January 17e22, Anaheim, California, pp. 179-184.
- 84) McKee T. B.; Doesken, N.J. and Kleist, J. (1995). Drought Monitoring with Multiple Time Scales. In: *proc. 9th conf. on Applied Climatology*. January 15-20. American Meteorological Society, Massachusetts, pp. 233-236.
- 85) Mofidi, A. (2005). Synoptic climatology of heavy rainfalls with origin of Red Sea region in the Middle East. *Quarterly Geographical research*, 19 (4): 71-93. (In Persian)
- 86) Mofidi, A. and Zarin, A. (2005). The synoptic study of low pressure systems of the Sudan in heavy rainfall in Iran. *Quarterly Geographical research*, 20 (2): 113-136. (In Persian)
- 87) Mohammadi, M.; Fattahi, E.; Shamsi Pour, A. A. and Akbari, M. (2012). Dynamic analysis of Sudan low-pressure systems and torrents in southwest of Iran. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 24: 7-25. (In Persian)
- 88) Mousavi-Baygi, M. and Ashraf, B. (2011). The study of synoptic patterns that caused autumn and winter droughts in Khorasan Razavi Province. *Journal of Water and Soil Conservation*, 18 (4): 167-184. (In Persian)
- 89) Nazemosadat, M. J. (1999). The influence of El Nino-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon on autumn rainfall in Iran. In: *2th Regional Conference on Climate Change*, 4-5 November, Tehran, Iran. (In Persian)
- 90) Nazemosadat, M. J. and Cordery, I. (2000). On the relation between Enso and autumn rainfall in Iran. *International Journal of Climatology*, 20: 47-61.
- 91) Nazemosadat, M. J. and Ghasemi, A. R. (2003). Six-cold-month Precipitation over Southwestern and Central Iran and its Relation to El Ninio-Southern Oscillation. *Journal of Water and Soil Science*, 7 (3): 1-12. (In Persian)
- 92) Nazemosadat, M. J. and Ghasemi, A. R. (2004). Quantifying the ENSO-Related Shifts in the Intensity and Probability of Drought and Wet Periods in Iran. *American Meteorological Society*, 17: 4005-4018.
- 93) Nazemosadat, M. J.; Ansaribasir, A. and Pishvaei, M. R. (2007). Significance Level in the ENSO- based Prediction of Autumnal Dryness and Wetness in Iran. *Iran-Water Resources Research*, 3 (1): 12-24. (In Persian)
- 94) Nazemosadat, M. J. and Ghaedamini Asadabadi, H. (2011). Evaluation of the Effects of Madden Julian Oscillation on the Occurrence of Dry and Wet Spells in Fars Province, Iran. *Journal of Water and Soil Science*, 15 (55): 13-26. (In Persian)
- 95) Parvin, N. (2012). Synoptic Patterns of the Most Severe Drought Over Uremia Lake Basin.

- Geographical Research*, 26 (1): 89-107. (In Persian)
- 96) Petterssen, S. (1956). *Weather Analysis and Forecasting*, Vol. 1, New York: McGraw-Hill Book.
- 97) Ranjbar SaadatAbadi, A.; Asadi Tloki, A. and Moradi, M. (2015). Influence of monthly pressure anomalies on autumnal precipitation in the northern coastline of Iran. *Iranian Journal of Geophysics*, 8 (1): 82-101. 9(In Persian)
- 98) Raziei, T.; Mofidi, A. and Zarin, A. (2009). The 500 hpa atmospheric centers of action and circulation patterns over the Middle East and their relationship with precipitation in Iran. *Journal of the Earth and Space Physics*, 35 (1): 121-141. (In Persian)
- 99) Raziei, T.; Saghafian, B.; Paulo, A. A.; Pereira, L. S. and Bordi, I. (2009). Spatial Patterns and Temporal Variability of Drought in Western Iran. *Water Resources Management*, 23: 439-445.
- 100) Raziei, T.; Mofidi, A.; Santos, J.A. and Bordi, I. (2011). Spatial patterns and regimes of daily precipitation in Iran in relation to large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*, 32: 1226-1237.
- 101) Reiter, E. R. (1975). *Handbook for Forecasters in the Mediterranean*. Part I: *General Description of the Meteorological Processes*. Naval Environmental Prediction Research Facility, Monterey, California, USA.
- 102) Roghani, R.; Soltani, S. and Bashari, H. (2012). Investigation of the Relationship between Southern Oscillation Index, Pacific and Indian Sea Surface Temperature versus Monthly and Seasonal Rainfall in Iran. *Journal of Water and Soil Science*, 16 (61): 273-292. (In Persian)
- 103) Salahi, B.; Khorshiddoust, A. M. and Ghavidel Rahimi, Y. (2007). Linking between oscillations of North Atlantic atmospheric-oceanic circulation and droughts in East Azerbaijan. *Geographical Research Quarterly*, 39 (60): 147-156. (In Persian)
- 104) Saligheh, M., Habibi NowKhandan, M., Alijani, B., Ghahroudi, M., Saadeghi, S. (2008). Synoptical analysis of anticyclones on the continuous drought in Khorasan Province. *Journal of Geography and Regional Development*, 6 (10), 105-118. (In Persian)
- 105) Sedaghat Kerdar, A., Fatahi, E. (2008). Drought Early Warning Methods over Iran. *Geography and Development Iranian Journal*, 6 (11): 59-79. (In Persian)
- 106) Tran, L.; Gregory, K. C. and Wesner, V. (2002). Drought in Bulgaria and Atmospheric Synoptic Conditions over Europe, *GeoJournal*, 57: 149-157.
- 107) Yarahmadi, D. and Azizi, G. (2008). Multivariate Analysis of Relationship between Seasonal Rainfalls in Iran with Climate Indices. *Geographical Research Quarterly*, 40 (1): 161-174. (In Persian)