

تحلیل همدیدی آغاز بارش‌های فراگیر زودرس دوره سرد سال در ایران (به جز سواحل خزری)

ارغوان رفیعی^۱، بهلول علیجانی^۱ و محمدرضا یزدانی^{۲*}

^۱دانشگاه خوارزمی تهران، ایران

^۲دانشگاه سمنان، دانشکده کویرشناسی، سمنان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۳۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱)

چکیده

توزیع ناهمگون زمانی و مکانی نزولات جوی در سطح کره زمین از عامل‌های تعیین‌کننده سرنوشت بسیاری از تمدن‌ها در طول تاریخ بوده است. در ایران، فصل سرد سال در برگیرنده عمده بارش‌های فراگیر در اکثر نقاط است، درحالی‌که عمده مصارف آب شیرین حاصل از بارندگی در بخش خانگی و یا در بخش کشاورزی در فصل گرم سال است. از این رو، آگاهی از زمان آغاز بارش‌های فراگیر دوره سرد سال و نوسان آن در سال‌های متفاوت، به لحاظ در برداشتن بیشترین بارش‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. در این تحقیق با هدف بررسی و تحلیل همدیدی الگوها و بی‌هنجاری‌های گردش جو در سال‌های همراه با آغاز زودرس بارش‌های فراگیر در ۴ منطقه بارشی در ایران، ۳۳ سال آمار بارش روزانه دوره سرد سال (سپتامبر - مارس) در ۵۰ ایستگاه همدیدی و ۱ ایستگاه باران‌سنجی، مورد بررسی قرار گرفت. نقشه‌های فشار و تاوایی تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای اولین بارش فراگیر در سال‌های زودرس، الگوی گردش جو در هم‌ریخته و دوشاخه و نصف‌النهاری را نشان داد. در نهایت آزمون آماری توکی همبستگی معنی‌داری را در سطح ۵ درصد بین آغاز زودرس بارش‌های دوره سرد سال در هر ناحیه و کل مقادیر بارش دریافتی آن دوره نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بارش فراگیر زمستانه، بارش زودرس، الگوهای همدیدی

Synoptic analysis of the onset of the earliest widespread winter precipitation in Iran (except the Caspian Sea coastal region)

Arghavan Rafiaei¹, Bohlol Alijani¹ and Mohammad Reza Yazdani^{2*}

¹University of Kharazmi, Iran

²Semnan University, college of desert studies, Semnan, Iran

(Received: 20 June 2012, accepted: 23 September 2014)

Summary

Different local and temporal distribution of rainfall across the Earth has been amongst the determining parameters in many civilizations' fate through history. Rainfall fluctuations and changes in climate phenomena are the monumental causes of these anomalies. Scientists have done a large number of researches to find the causes of the onset of widespread precipitation and its effects on agricultural crops, forecasting the onset of

*Corresponding author:

m_yazdani@semnan.ac.ir

*نگارنده رابط:

widespread rainfall, the teleconnection on widespread rain and the presentation of proper cultivation calendar for winter cultivation. Cold season brings about a great amount of widespread rainfall in many places in Iran. However, the basic consumption of water is during the warm season not only in civil but also in agricultural sectors. Therefore, being aware of the onset of widespread winter precipitation (OWWP) and its year to year fluctuations is a pressing issue. To examine and analyze the pattern of atmospheric circulation for the earliest OWWP, a 33-year period of rainfall data from 50 synoptic stations and one rain gauge station within four areas of Iran were analyzed. To find the early onset of the widespread rainfall, the average daily precipitations of all stations through each area were calculated. Furthermore, OWWR has two particular features per year. Firstly, the day having the higher standard deviation than the average rainfall of all the areas' stations would be the onset day. Secondly, there should be at least two consecutive days having precipitation in more than 50% of all stations in the given area. As a result, there was a specific onset of rainfall for each area during 33 years. Moreover, if the OWWR in one year had started before the rainfall onset of that year, it would have been the year with the early onset. Consequently, the geopotential and vorticity maps of 500 and 1000 hPa showed the presence of a significant meridional component of atmospheric circulation in the earliest years with abundance of blocking highs and cut-off lows especially in the East Mediterranean and Iran. In addition, the anomalous positive relative vorticity in the earliest years lasted until the end of winter but the negative anomaly of relative vorticity showed the lowest amount compared with the other years. Finally, the result of Tukey's test (HSD) showed a meaningful correlation (at 5% confidence level) between the OWWP and the total amount of rainfall in those above mentioned earliest years. In conclusion, 1974 in the northwest part, 1976 in the west, 1991 in the south and southwest and 1982 in the center and east parts of Iran presented the earliest widespread winter rainfall during those 33 years. In those mentioned years, the polar vortex had the highest positive anomaly and the high pressure of Saudi Arabia had its most optimal condition on the Arabian Sea which caused a wet year for Iran. Also in the mentioned years, heavy rain and flood have been seen in the semi arid areas of the East Mediterranean, Saudi Arabia and Sienna desert.

Keywords: Widespread winter precipitation, earliest precipitation, synoptic patterns

۱ مقدمه

۱-۲ اهمیت و ضرورت

بارش یکی از پر نمودترین پدیده‌های اقلیمی و جوئی در تاریخ دانش جغرافیا است که همواره بیش از هر موضوع دیگری مورد بررسی قرار گرفته است. نوسان‌های بارش و به دنبال آن بروز بی‌هنجاری در پدیده‌های گوناگون اقلیمی، بشر را بیش از پیش به بررسی در یافتن علت آن راهنمایی کرده است. عبور از فصل گرم به فصل سرد و برعکس همراه با تغییرات زمانی در سال‌های متفاوت و گاهی در برخی از سال‌ها همراه با دیررسی یا زودرسی قابل ملاحظه‌ای

است.

۲ تحقیقات صورت گرفته

در کشورهای گوناگون، تحقیقات بسیاری در زمینه ارتباط میان زمان آغاز، پایان و طول مدت بارش‌های فراگیر سالانه صورت گرفته است. محققان بررسی‌های بسیاری در زمینه چرایی نوسان زمانی این بارش‌ها و اثرات آن بر موارد گوناگونی از جمله تغییرات سالانه تولید محصولات کشاورزی مانند کتان (سلطان و همکاران، ۲۰۱۰)، برنج (تادروس و هیوتسن، ۲۰۰۳)، پیش‌بینی آغاز بارش‌های فراگیر (فونتنین و لویست، ۲۰۰۶) و اثرات دورپیوند

شروع بارش‌های زمستانه در غرب استرالیا را با استفاده از یک روش طبقه‌بندی غیرخطی مورد بررسی قرار دادند. پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق شامل دمای متوسط ماهانه سطح دریا، متوسط ماهانه فشار سطح دریا و شاخص نوسان‌های جنوبی (SOI) بودند. آنها بیان کردند که با استفاده از این روش می‌توان در حدود ۸۰ درصد شروع بارش‌های زمستانه را طبقه‌بندی کرد. در ضمن دمای سطح دریا مهم‌ترین پارامتر در این پیش‌بینی بوده است. محققان ضمن بررسی بارش‌های ۶۰ ساله و جریان‌های تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در جنوب دریای عرب به مدلی عددی در شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییرات زمان آغاز بارش‌های تابستانه منطقه دست یافته‌اند (ونگ و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر تحقیقاتی که بر الگوهای جوئی و چگونگی تاثیر آنها در بروز آغاز زودرس بارش‌ها صورت گرفته است، معنی‌داری ارتباط زمان آغاز بارش‌ها و کل بارش دریافتی دوره مربوط نیز از زمینه‌های پژوهش است. برای نمونه در ایالات متحده بارش‌های زودرس پاییزه نسبت به دیررسی آنها، همگن‌تر و یکنواخت‌تر هستند (کنری، ۱۹۳۳). اما تحقیقات هندی‌ها رابطه‌ای بین زمان آغاز و شدت بارش‌های موسمی نشان نمی‌دهد (دار و دیگران، ۱۹۸۰). جوزف و همکاران (۱۹۹۴) روشن ساختند که بی‌هنجاری‌های بارش فصلی آمازون، همبستگی معنی‌داری بین زمان آغاز بارش‌ها و مقدار آنها ایجاد نخواهد کرد. مقاله حاضر سعی دارد نقش الگوهای همبندی در آغاز بارش‌های زودرس فراگیر زمستانه را مورد تحقیق قرار دهد.

۳ داده‌ها و روش‌ها

۱-۳ منطقه مورد بررسی

در محدوده عرض جغرافیایی ۲۳ تا ۴۰ و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۶۳ در جنوب غرب آسیا، یعنی کشور ایران، آمار بارش روزانه ۵۰ ایستگاه همبندی و ۱ ایستگاه

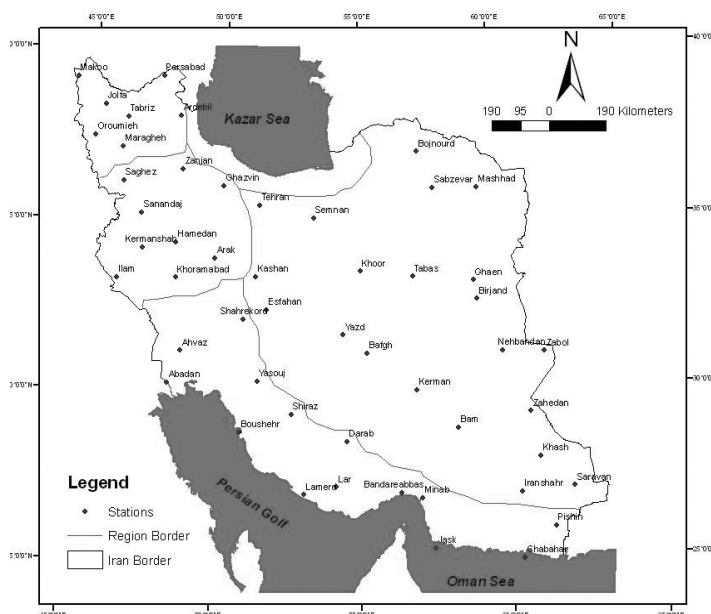
(Teleconnection) بر بارش‌های فراگیر (مارنگو و همکاران، ۲۰۰۱) عملی ساخته‌اند. تحقیق در تغییرات زمان آغاز و پایان بارش‌های فراگیر در ایران نیز به‌لحاظ مستقر بودن کشور در عرض‌های استقرار پرفشارهای جنب‌حاره‌ای و فراهم نبودن شرایط صعود و ریزش‌های جوئی در بخش عمده سال اهمیت بیشتری می‌یابد. گسترش امواج غربی و حرکت تاوۀ قطبی به‌سوی عرض‌های پایین‌تر، هم‌زمان با عقب‌نشینی پرفشارهای جنب‌حاره، زمان آغاز بارش‌های فراگیر در کشور را تعیین می‌کند (علیچانی، ۱۳۷۴). اما چرا در برخی از سال‌ها، آغاز زود هنگام بارش‌های فراگیر دوره سرد سال را شاهد هستیم؟ آیا این آغاز زودرس، مؤثر بر طول دوره بارش آن سال است و آیا در میزان کل دریافت بارش آن دوره مؤثر است؟ حجازی‌زاده (۱۳۷۲) در پیش‌بینی طولانی‌مدت زمان آغاز بارش‌های دوره سرد سال الگوی ترازهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال را بررسی کرد و ضمن بررسی حرکت تاوۀ قطبی و ارتباط آن با پرفشار جنب‌حاره، مقادیر دریافتی بارش را با عامل‌های پیش‌گفته مرتبط دانسته است. نوحی (۱۳۸۴) با استفاده از توزیع‌های آماری، زمان آغاز بارش‌های زودرس را با هدف عرضۀ تقویم مناسب کشت مورد بررسی قرار داد. زودرسی وقوع بارش‌ها، پیش از آغاز فصل سرد در شرق دریای مدیترانه نتیجه جابه‌جایی جنوب‌سوی جت جنب‌حاره از عرض‌های ۳۶ درجه شمالی به ۲۸-۲۹ درجه شمالی و توسعه ناوه دریای سرخ است (دایان و دیگران، ۲۰۰۱). بررسی پنج روزه بارش و داده‌های فشار تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در آمازون، آستانه زمان آغاز انتقال از فصل خشک به فصل مرطوب را بسیار متغیر و مرتبط با گسترش بادهای بسامان اطلس، بی‌هنجاری‌های واچرخندی و دمای سطح تراز دریا می‌داند. مطابق با این تحقیقات، زودرسی آغاز بارش‌ها مطابق با لاینو و گرمایش اطلس است (مارنگو و همکاران، ۲۰۰۱). فیرت و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی

۳-۲-۱ تهیه نقشه‌های میانگین ارتفاع ژئوپتانسیلی و تاوایی ترازهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای بررسی وضعیت جو در روزهای بارش‌های فراگیر و تحلیل نتایج به‌دست آمده برای اولین دوره بارش فراگیر، نقشه‌های بی‌هنجاری، یعنی تفاوت میانگین ارتفاع ژئوپتانسیلی و تاوایی از میانگین بلندمدت آنها تهیه شد. داده‌ها از پایگاه مرکز پیش‌بینی محیطی امریکا (NCEP) دریافت شد. پس از ترسیم نقشه‌های بی‌هنجاری، با داشتن داده‌های روزانه دوره بارشی سال موردنظر، x_i و داده‌های بلندمدت روزانه دوره بارشی، \bar{x} ، نقشه‌های حاصل از $x_i - \bar{x}$ برای دوره موردنظر تولید شده است. این نقشه‌ها تفاوت ارتفاع ژئوپتانسیلی و تاوایی را در اولین دوره بارش فراگیر سال موردنظر نسبت به مقادیر ارتفاع ژئوپتانسیلی و تاوایی نرمال بلندمدت همان منطقه در زمان مشابه نشان می‌دهد. در همه این نقشه‌ها مقادیر تاوایی نسبی در 10^{-5} ضرب شده است.

باران‌سنجی از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۳ از سازمان هواشناسی دریافت شد. ایستگاه‌های منتخب، نشان‌دهنده پراکندگی آنها در کل کشور بوده است. دوره سرد سال در تحقیق حاضر، از آغاز سپتامبر تا پایان مارس تعریف شده است. از آنجا که تفکیک بارش‌های دوره گرم و سرد سال در نواحی خزری و شمالی ایران تا اندازه‌ای مبهم است، و نگارندگان منبعی در این زمینه نیافته‌اند، این ناحیه، در تحقیق حاضر منظور نشده است.

۳-۲ روش تحقیق

ناحیه‌بندی منطقه: با توجه به بررسی‌های گذشته محققان (خلیلی، ۱۳۵۰؛ علیجانی، ۱۳۷۴؛ علیجانی، ۱۳۶۹؛ لشکری، ۱۳۷۵؛ حبیبی، ۱۳۷۷؛ جهانبخش، ۱۳۷۸؛ حیدری و علیجانی، ۱۳۷۸؛ نصیری، ۱۳۷۸؛ مسعودیان، ۱۳۸۲؛ مفیدی و زرین، ۱۳۸۴؛ دومرز و همکاران، ۱۹۹۸)، کشور به ۵ منطقه، تقسیم شد. این نواحی اقلیمی منتخب به همراه ایستگاه‌های واقع در هر ناحیه در شکل ۱ رسم شده است.



شکل ۱. نواحی اقلیمی و ایستگاه‌های آنها.

سال ۱۹۷۶ در غرب، سال ۱۹۹۱ در جنوب و جنوب غرب و در نهایت سال ۱۹۸۲ در مرکز و شرق کشور، بارش‌های فراگیر زمستانه با زودرسی چشمگیری نسبت به میانگین بلندمدت آغاز شده‌اند.

۴-۱ زودرس‌ترین سال در ناحیه شمال غرب

سال ۱۹۷۴ در شمال غرب کشور زودرس‌ترین بارش‌های فراگیر را در ۳ تا ۵ سپتامبر داشته است. شکل ۲-الف بی‌هنجاری ارتفاع ژئوپتانسیلی میانگین و تاوایی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را از میانگین بلندمدت در بازه زمانی پیش‌گفته نشان می‌دهد. با کاهش شدید ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال تا ۱۲۰ ژئوپتانسیل متر روی شمال غرب ایران تا استان‌های کردستان و زنجان در غرب کشور، میزان تاوایی به ۱ واحد رسیده است. استقرار یک ناوه عمیق روی منطقه تاوایی نسبی مثبت شدیدی را تا حدود ۳/۵ واحد نشان می‌دهد. ریزش هوای سرد از عرض‌های شمالی بر دریای مدیترانه و خاورمیانه در نتیجه افزایش تاوایی واچرخندی بر شمال افریقا تا ۳ واحد شرایط نفوذ ناوه موج غربی بر منطقه را فراهم آورده است. این در حالی است که در این ماه به‌صورت نرمال تا شمال عرض‌های ۳۸ درجه شمالی پُرفشار جنب‌حاره حاکم است که پس‌روی آن نسبت به شرایط نرمال را می‌توان در اینجا مشاهده کرد. فشردگی منحنی‌های هم‌ارتفاع، استقرار جریان جتی جنب‌حاره را بر منطقه تأیید می‌کند. کم‌فشار تراز پایین با فشار مرکزی ۱۰۱۰ هکتوپاسکال (استنباط شده از شکل ۲-ب) نتیجه تاوایی نسبی شدید و مثبت در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال است. این هوای سرد سبب تقویت جبهه سرد در سطح زمین شده و با همکاری سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال صعود هوای مرطوب مدیترانه‌ای را تشدید کرده است. در نتیجه، انشعاب بادهای غربی که در این زمان از سال بر اطلس حاکم است، به اروپا گسترش یافته و ریزش‌های خاورمیانه را باعث شده است.

۳-۲-۲ برآورد معنی‌داری، بین زمان آغاز بارش‌های فراگیر دوره سرد و کل مقادیر بارش دریافتی آن دوره با مشاهده نقشه‌های جو و تأیید صحت وجود شرایط مستعد جوی در ریزش بارش‌های فراگیر در منطقه، سعی شد تا به روش‌های آماری نیز صحت نتایج آزموده شود. لذا از تحلیل واریانس آزمون توکی (Tukeys Honestly Significant Difference (HSD)) در برآورد دقیق تداوم بارش استفاده شد. معنی‌داری تفاوت مقادیر اولین بارش فراگیر در سال‌های زودرس و نرمال در سطح ۵ درصد تعیین شد. فرمول کلی آزمون به‌صورت زیر است.

$$HSD = \frac{x_2 - x_1}{\sigma_x}, \quad (1)$$

که x_1 میانگین نمونه اول، x_2 میانگین نمونه دوم و σ_x انحراف استاندارد نمونه‌ها است.

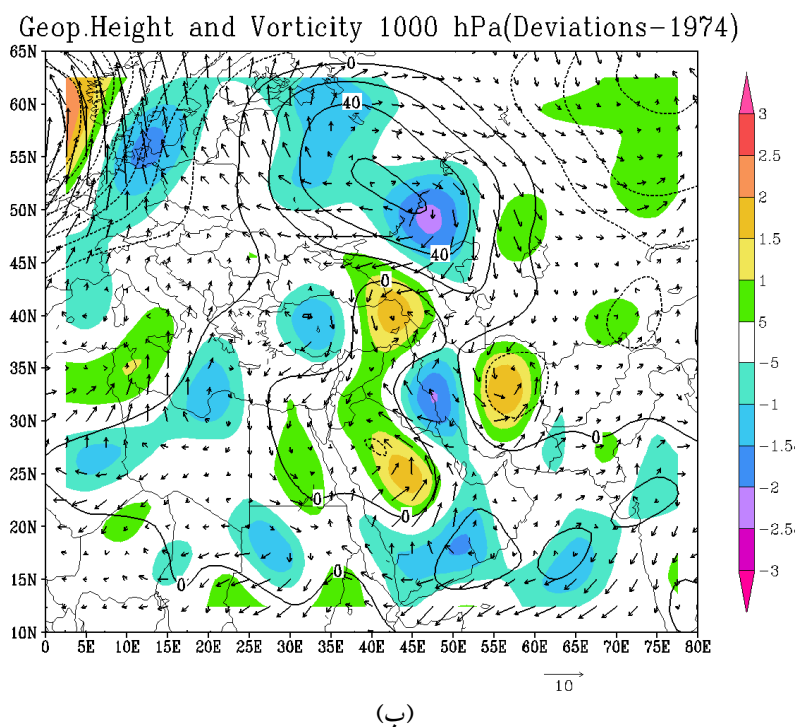
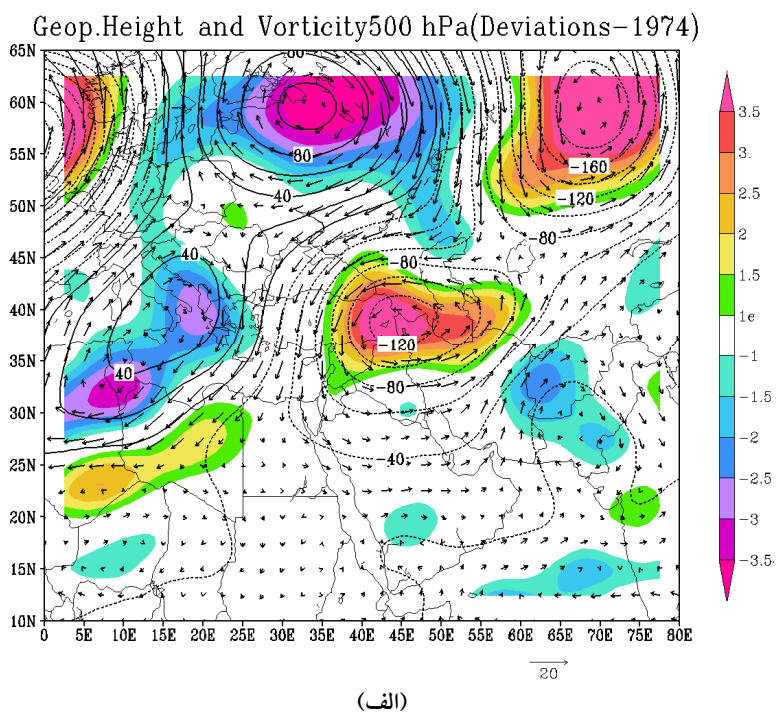
نمونه اول میزان اولین بارش فراگیر در هر منطقه در یک سال زودرس و نمونه دوم میزان اولین بارش فراگیر در همان منطقه در یک سال نرمال است (یعنی سالی که زمان آغاز بارش‌های فراگیر آن نزدیک‌ترین زمان به نرم آغاز ۳۳ ساله بارش منطقه باشد).

جدول ۱. فهرست سال‌های همراه با آغاز زودرس بارش‌های فراگیر زمستانه در دوره مورد بررسی برای ۴ ناحیه انتخاب شده.

سال‌های زودرس	منطقه
۷۴-۷۷-۸۴-۹۴-۹۷	شمال غرب
۷۶-۷۴-۷۵-۸۲-۸۶-۸۷-۹۱	غرب
۹۱-۹۴-۹۷-۸۲-۷۷-۸۷	جنوب و جنوب غرب
۸۲-۲۰۰۰-۹۱-۸۱	مرکز و شرق

۴ بحث

جدول ۱ سال‌هایی را که بارش فراگیر زمستانه زودتر از میانگین بلندمدت آغاز شده‌اند برای دوره مورد بررسی نشان می‌دهد. از میان آنها به بررسی زودرس‌ترین سال‌ها در هر منطقه پرداخته می‌شود. در سال ۱۹۷۴ در شمال غرب،



شکل ۲. بی‌هنجاری ارتفاع ژئوپتانسیلی (پریندها)، تاوایی نسبی (سایه‌دار رنگی) و میدان باد (بردارها) از ۳ تا ۵ سپتامبر ۱۹۷۴: (الف) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، (ب) تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال. بازه پریندی برای ارتفاع ژئوپتانسیلی، ۲۰ ژئوپتانسیل متر است و مقیاس برای تاوایی نسبی و میدان باد به ترتیب در سمت راست و پایین هر شکل آورده شده است.

۲-۴ زودرس‌ترین سال در ناحیه غرب

در منطقه بارشی غرب در سال ۱۹۷۶ از ۱۶ تا ۲۵ سپتامبر اولین بارش فراگیر آغاز شد که اوج آن در ۱۷ تا ۱۸ سپتامبر بود. تراز میانی ۵۰۰ هکتوپاسکال در شکل ۳-الف بسته شدن دو کم‌ارتفاع بریده و دوشاخه شدن امواج غربی از غرب دریای سیاه تا غرب دریای آدریاتیک و از دریاچه بالخاش و غرب آن نشان می‌دهد. افزایش تاوایی نسبی مثبت تا ۳/۵ واحد در غرب دریای سیاه، افزایش ارتفاع تا ۴۰ ژئوپتانسیل متر بر شمال افریقا و کاهش ارتفاع در غرب دریای سیاه تا ۱۲۰ ژئوپتانسیل متر و جابه‌جایی جت جنب‌حاره به عرض‌های پایین‌تر شیب فشار زیادی را روی دریای مدیترانه تا منطقه فراهم آورده است. از روی نقشه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۳-ب)، بسته شدن یک کم‌فشار به مرکز ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در غرب و شمال غرب دریای سیاه و دو کم‌فشار دیگر به مرکز ۱۰۰۵ هکتوپاسکال در جنوب خلیج فارس و پاکستان در تراز دریا استنباط می‌شود، که در مجموع با افزایش تاوایی نسبی چرخندی تا ۱/۵ واحد همراه است. در سایر مناطق ایران و عربستان بی‌هنجاری ارتفاع تقریباً صفر است. دنبال کردن جریان‌های باد، منبع رطوبتی دریای مدیترانه را در غرب کشور و خلیج فارس را در جنوب غرب کشور نشان می‌دهد.

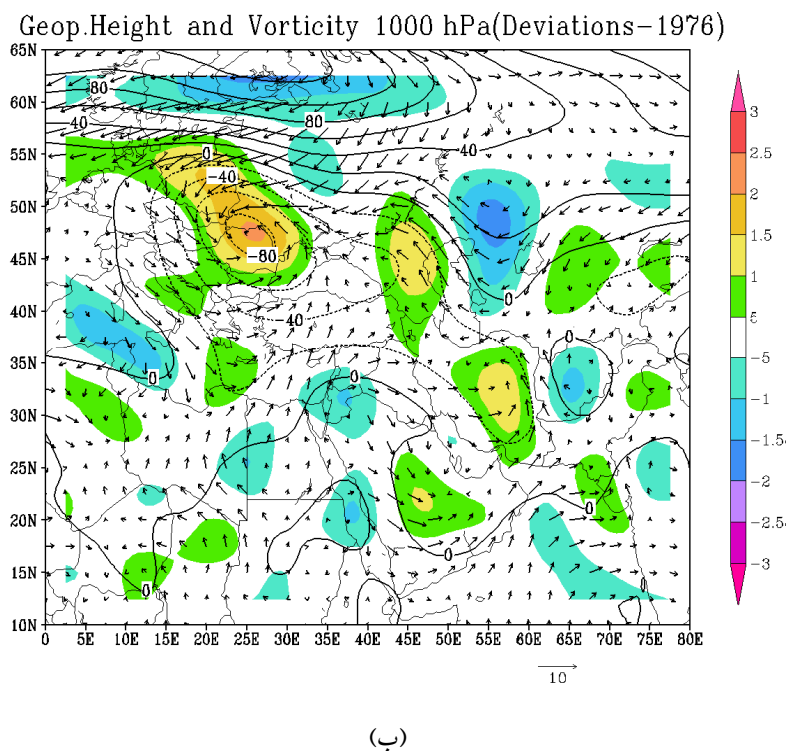
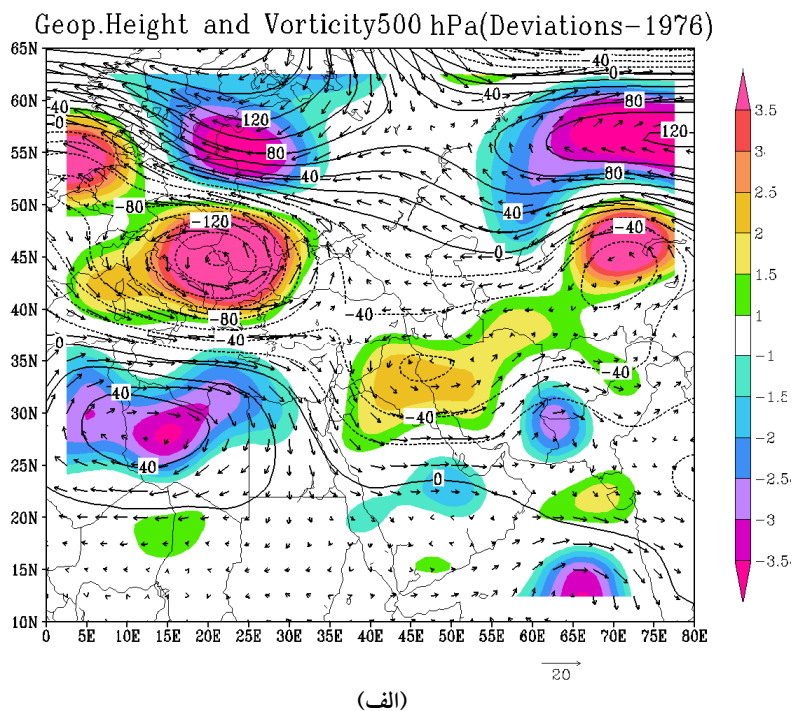
۳-۴ زودرس‌ترین سال در ناحیه جنوب غرب و جنوب

۲۹ سپتامبر تا ۱۵ اکتبر در سال ۱۹۹۱ اولین بارش فراگیر در جنوب غرب و جنوب کشور را داشته است. اوج مقادیر بارش از ۱ تا ۱۳ اکتبر بوده است. از شمال شرق افریقا تا ایران متأثر از بی‌هنجاری تاوایی نسبی مثبت تا ۳/۵ واحد بوده که سبب انتقال جریان‌های مرطوب دریای سرخ و مدیترانه به سراسر کشور شده است (شکل ۴-الف). گسیختگی و دوشاخه شدن امواج غربی در غرب دریای سیاه در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که شاخه

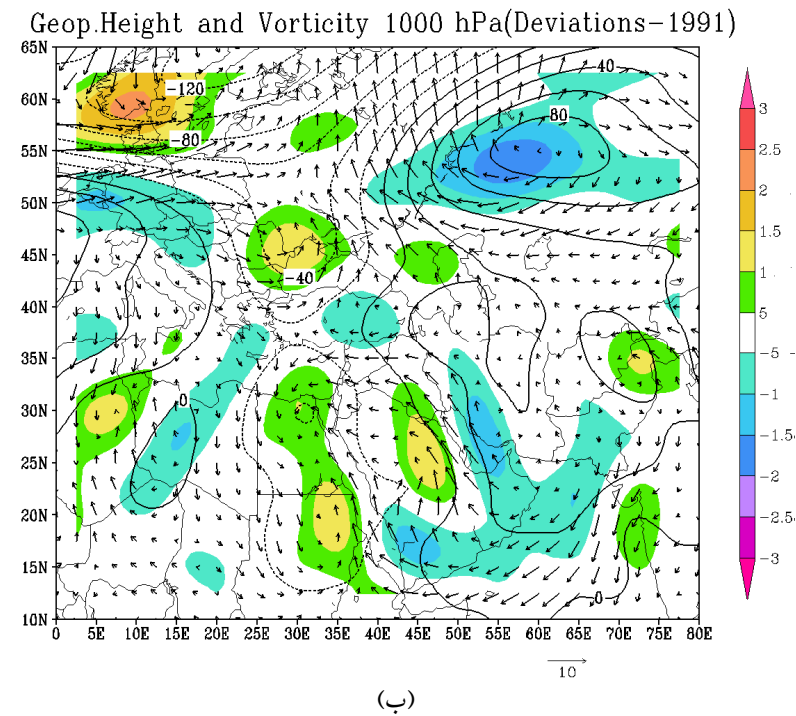
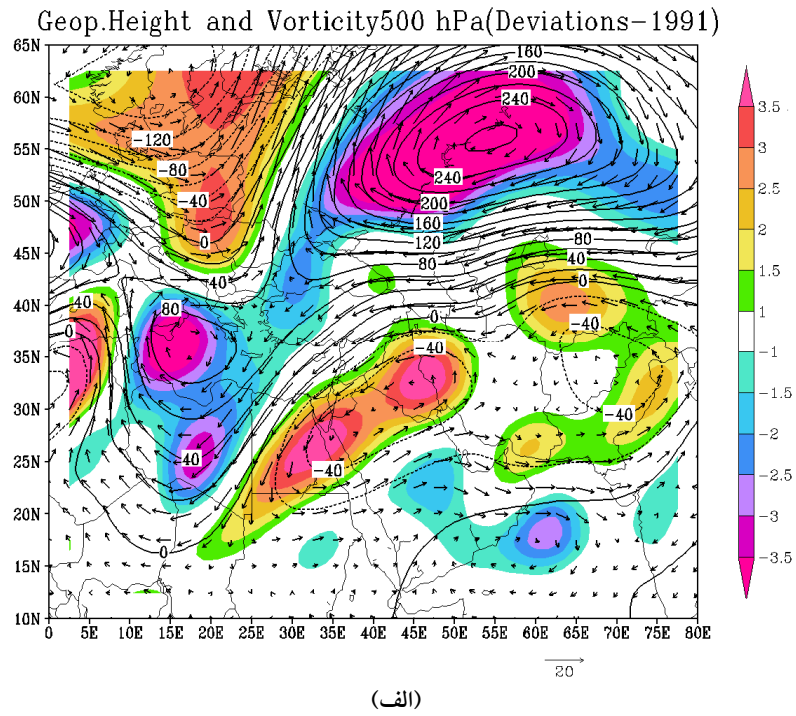
رو به پایین امواج غربی تا عرض‌های ۲۵ درجه شمالی پیش رفته و نیمه دریای سرخ را در بر گرفته است. تراز زیرین در شکل ۴-ب، کشور را تحت تأثیر زبانه‌های پُرفشار بسته شده در شمال دریای بالخاش و دریای خزر نشان می‌دهد. از شکل ۴-ب، وجود هم‌فشار در مرکز ایران با مرکز ۱۰۱۵ هکتوپاسکال و بی‌هنجاری مثبت ۲۰ هکتوپاسکال در تراز دریا استنباط می‌شود. بی‌هنجاری منفی تاوایی نسبی تا ۱/۵- واحد در منطقه و جریان‌های واچرخندی عامل مهمی در ریزش‌های فراوان بوده‌اند. جهت جنوبی - شمالی بادها به‌خصوص بر دریای عرب تزریق رطوبت به کل کشور را باعث شده است. فشردگی خطوط ارتفاعی و افزایش سرعت جریان‌ها در عرض‌های جنب‌حاره، قرارگیری جت جنب‌حاره را بر این مناطق نشان می‌دهد که سالی پُرباران و زودرس در کل کشور بوده است.

۴-۴ زودرس‌ترین سال در ناحیه مرکز و شرق

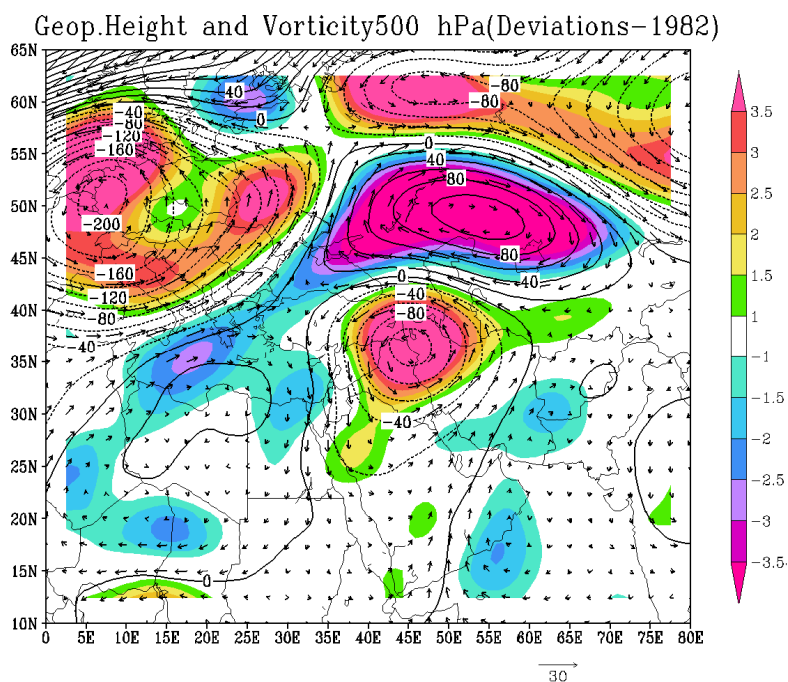
اولین دوره بارشی در سال ۱۹۸۲ تقریباً طولانی و از ۳۰ سپتامبر تا ۱۰ اکتبر است، که ۸ تا ۹ اکتبر بیشترین بارش دریافتی زودرس را نه تنها در این نواحی بلکه در سایر مناطق کشور هم داشته‌ایم. شکل ۵-الف در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال امواج غربی نصف‌النهاری و به‌هم‌ریخته‌ای را بر اروپا و خاورمیانه نشان می‌دهد. این امواج در شرق مدیترانه دوشاخه شده که عبور شاخه جنوبی آن تا عرض‌های ۲۵ درجه شمالی بارش‌های این دوره را در اثر افزایش تاوایی نسبی مثبت تا ۳/۵ واحد باعث شده است. در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵-ب)، پُرفشاری را در شمال شرق دریای خزر در تراز دریا نشان می‌دهد. مرکز آن دارای فشار ۱۰۲۷ هکتوپاسکال است، که بیشینه بی‌هنجاری منفی تاوایی نسبی آن تا ۲/۵- واحد در فاصله دریای خزر تا دریای آرال است. دنبال کردن جریان باد در سطح زمین در شکل ۵-ب نیز در تراز ۱۰۰۰



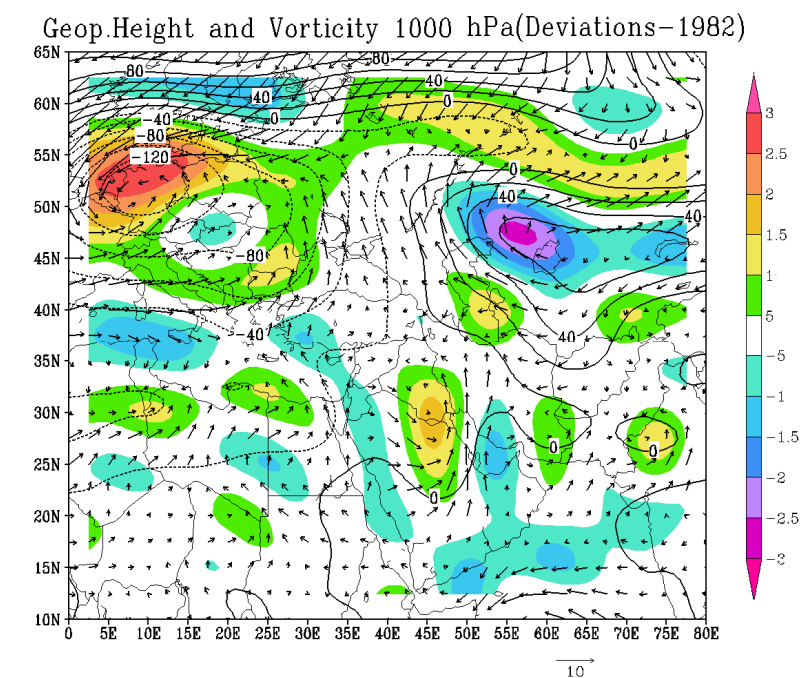
شکل ۳. مانند شکل ۲ ولی برای ۱۷ تا ۱۸ سپتامبر ۱۹۷۶.



شکل ۴. مانند شکل ۲ ولی برای ۱ تا ۳ اکتبر ۱۹۹۱.



(الف)



(ب)

شکل ۵. مانند شکل ۲ ولی برای ۸ تا ۹ اکتبر ۱۹۸۲.

کشور و شمال عربستان را با افزایش تاوایی نسبی تا ۱/۵ واحد نسبت به شرایط نرمال و یک گردش و اچرخندی در جنوب ایران را با کاهش تاوایی نسبی تا ۱/۵ واحد نسبت

هکتوپاسکال تزریق رطوبت را علاوه بر غرب از سوی دریاهاى جنوبی به ویژه دریای عرب گواهی می دهد. نقشه بی هنجاری، ایجاد یک گردش چرخندی در جنوب غرب

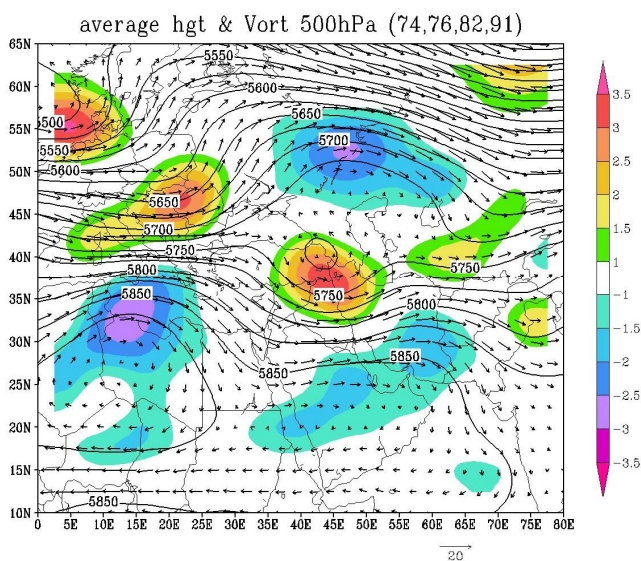
دیگری سال‌های نرمال را مورد آزمون قرار دادیم و مقادیر HSD آنها به‌دست آمد. با توجه به درجه آزادی بین داده‌های درون گروه‌ها (dfw) و تعداد گروه‌ها (N)، مقادیر بحرانی HSD از جدول مربوط با سطح مورد قبول ($\alpha=0.05$) به‌دست آمد. تعداد روزهای مورد بررسی در همه سال‌ها و در گروه‌ها برابر با طول دوره سرد تعیین شده و ۲۱۲ روز بوده است. از مقایسه مقادیر HSD محاسبه‌ای و HSD جدول چنین برآورد می‌شود که از بین ۲۶ مورد آزمون صورت گرفته در ۹۲/۳ درصد از موارد، مقادیر بارشی هر دو گروه اختلاف معنی‌داری با هم داشته‌اند و آزمون‌ها مورد قبول بوده است.

۵ نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که متوسط آغاز بارش‌های فراگیر دوره سرد سال در ناحیه شمال غرب

به شرایط نرمال نشان می‌دهد. افزایش سرعت باد مداری در جنوب خلیج فارس تا مرکز ایران گسترش یافته است که همراه با افزایش شیب ارتفاعی، تقویت جت جنب‌حاره را در عرض‌های جنوب کشور نشان می‌دهد. از آغاز دوره سرد یعنی اول سپتامبر تا اول اکتبر مقادیر بی‌هنجاری منفی تاوایی سراسر ایران را در عرض‌های ۳۰ تا ۴۰ درجه در بر گرفته است.

۴-۵ رابطه بین آغاز بارش و مقدار کل بارش دوره سرد در استفاده از آزمون توکی همه سال‌های دوره مورد بررسی (۱۹۷۱-۲۰۰۳) در دو گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل زودرس‌ترین سال‌ها، و گروه دوم شامل سال‌های نرمال است. مقادیر میانگین بارش کل منطقه‌ای در هر سال و انحراف معیار همان سال محاسبه شد. مقادیر بارشی گروه‌ها، یکی مربوط به زودرس‌ترین سال‌ها و



شکل ۶. میانگین الگوی جو در زمان آغاز بارش‌های دوره سرد سال‌های زودرس در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال. ارتفاع ژئوپتانسیلی (پریندها) با بازه پربندی ۲۵ ژئوپتانسیل متر، تاوایی نسبی (سایه‌دار رنگی) با مقیاس در سمت راست، و میدان باد (بردارها) با مقیاس در زیر شکل نمایش داده شده است.

بارش فراگیر مشاهده شده است. متوسط آغاز بارش‌های فراگیر در ناحیه غرب کشور ۱۹ اکتبر و زودرس‌ترین آن در طی ۳۳ سال، ۷ سپتامبر است. انتقال پرفشار جنب‌حاره به سمت جنوب در ماه اکتبر نسبت به ماه قبل سبب

کشور ۲۶ سپتامبر است. بیشترین نوسان آن طی ۳۳ سال مربوط به ۳ سپتامبر (زودرس‌ترین آغاز) بوده است. در مجموع در این زمان از سال، یعنی ماه سپتامبر، به‌ندرت در سایر مناطق کشور (به‌جز سواحل خزری)

یونان در ۱۹۹۷ و ایجاد رگبارهای شدید در خاورمیانه (دایان و همکاران، ۲۰۰۱)، بررسی بارش‌های ۲۰۰۰ در شمال عربستان و ایران و نقش چرخندزایی رشته‌کوه‌های زاگرس در وقوع این بارش‌ها (بارت، ۲۰۰۴) را در سال‌های زودرس نسبت به شرایط نرمال جوئی نشان می‌دهند.

رطوبت که عامل اولیه در وقوع بارش در هر منطقه است یا موجود در هوای محل است و یا از بیرون از منطقه وارد می‌شود. در ایران با توجه به محدود بودن منابع رطوبت دائمی، دریا‌های اطراف و دور بزرگ‌ترین تامین‌کننده رطوبت بارش‌های فصلی هستند. در نقشه‌های بارش‌های فراگیر دوره سرد، جریان‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از سمت دریا‌های غربی که مهم‌ترین آنها دریای مدیترانه است منشأ می‌گیرند. جهت بادها در این تراز، غربی - شرقی یا جنوب غربی - شمال شرقی است. در بارش‌های فراگیر نواحی مرکزی و جنوبی کشور نقشه‌های تراز ۱۰۰۰ پاسکال جهت جنوبی - شمالی بادها را به‌خوبی نشان می‌دهند (کریمی، ۱۳۸۶).

۶ منابع

جهانبخش، س.، و کرمی، ف.، ۱۳۷۸، تحلیل سینوپتیکی تأثیر پُرفشار سبیری بر بارش‌های سواحل جنوب دریای خزر: فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۵۴ و ۱۳۱، ۵۵-۱۰۷.

حبیبی، ف.، ۱۳۷۷، بررسی و نحوه شناسایی توده‌های هوایی که ایران را مورد تهاجم قرار می‌دهند: مجله نیوار، ۳۹، ۶۶-۴۸.

حجازی‌زاده، ز.، ۱۳۷۲، بررسی نوسان‌های فشار زیاد جنب‌حاره در تغییر فصل ایران: رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

حیدری، ح.، و علیجانی، ب.، ۱۳۷۸، طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره:

می‌شود که مناطق بیشتری از کشور از بارش‌های فراگیر بهره‌مند شوند. متوسط زمان آغاز بارش‌های فراگیر در ناحیه جنوب غرب و جنوب کشور ۳۰ اکتبر و زودرس‌ترین آن اول اکتبر است. این آغاز فراگیر برای ناحیه مرکزی و شرق کشور به طور متوسط پایان اکتبر و در زودرس‌ترین سال ۴ اکتبر بوده است. وقوع بی‌هنجاری در گردش جوئی می‌تواند سبب زودرسی در وقوع بارش‌ها شود. شکل ۶ متوسط الگوی جوئی آغاز بارش‌های زودرس ذکر شده در کل کشور را نشان می‌دهد. مقایسه الگوهای گردش جوئی در اولین بارش فراگیر سال‌های زودرس، نشان داده است که در سال‌های زودرس، جریان‌های جوئی درهم‌ریخته و نصف‌النهاری بوده‌اند و امواج دوشاخه‌ای و کم‌فشارهای بریده نقش مهمی در آشفستگی‌های جوئی داشته‌اند. این به‌هم‌ریختگی‌ها در شرق مدیترانه و روی ایران بوده است.

بررسی سال‌های پُرباران و کم‌باران در سایر تحقیقات، مؤید این نتایج است، چنان‌که حجازی‌زاده (۱۳۷۲)، سپتامبر ۱۹۷۴ و اکتبر ۱۹۸۲ را با بیشترین حد تاوۀ قطبی دارای بی‌هنجاری مثبت نسبت به شرایط نرمال دانسته است و کریمی (۱۳۸۶) نیز در بررسی منابع رطوبتی بارش‌ها، سال ۱۹۹۶ را به‌سبب قرارگیری مناسب پُرفشار شرق عربستان در سواحل کشور عمان و غرب دریای عرب، سالی پُرباران برای ایران دانسته است. چنین به‌نظر می‌رسد که سال‌هایی که همراه با آغاز زودرس بارش‌های فراگیر در ایران بوده‌اند، سال‌هایی‌اند که در مجموع دارای پدیده‌های جوئی نامتعارفی در خاورمیانه هستند. به‌خصوص، این سال‌ها، در مقالاتی که به بررسی و چگونگی وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در مناطق نیمه خشک شرق مدیترانه و شبه جزیره سینا تا شمال عربستان پرداخته‌اند، به چشم می‌خورند. بارش‌های سیل‌آسای ۱۹۸۲ در شبه جزیره سینا (آلپرت و همکاران، ۱۹۸۶)، نفوذ ناوه موج غربی از اسکاندیناوی تا جنوب

- Dayan, U., Ziv, B., Margalit, A., Morin, E., and Sharon, A., 2001, A severe autumn storm over the middle-east: Synoptic and mesoscale convection analysis: *Theoretical and Applied Climatology*, **69**, 103-122.
- Dhar, O. N., Rakhecha, P. R., and Mondal, B. N., 1980, Does the early or late onset of monsoon provide any clue to subsequent rainfall during the monsoon season?: *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1069-1072.
- Domroes, M., Kaviani, M., and Schaefer, D., 1998, An analysis of regional and intra-annual precipitation variability over Iran using Multivariate Statistical Methods: *Theoretical and Applied Climatology*, **61**, 151-159.
- Firth, L., Hazelton, M. L., and Campbell, E. P., 2005, Predicting the onset of Australian winter rainfall by nonlinear classification: *Journal of Climate*, **18**, 772-781.
- Joseph, P. V., Eischeid, J. K., and Pyle, R. J., 1994, Inter annual variability of the onset of the Indian Summer Monsoon and its association with atmospheric features, El Niño, and Sea Surface Temperature anomalies: *Journal of Climate*, **7**, 81-105.
- Marengo, J. A., Liebmann, B., Kousky, V. E., and Filizola, N. P., 2001, Onset and end of rainy season in the Brazilian Amazon basin: *Journal of Climate*, **14**, 833-852.
- Sultan, B., Madjo, M. B., berg, A., Quirion, P., and Janicot, S., 2010, Multi-scales and multi-sites analyses of the role of rainfall in cotton yields in West Africa: *International Journal of Climatology*, **30**, 58-71.
- Tadross, M. A., Hewirson, B. C., and Usman, M. T., 2003, The Inter annual variability of the onset of the maize growing season over South Africa and Zimbabwe: *Journal of Climate*, **18**, 3356-3372.
- Wang, B., Ding, Q., and Joseph, P. V., 2009, Objective definition of Indian Summer Monsoon onset: *Journal of Climate*, **22**, 3303-3316.
- Zhang, Y., LI, T., Wang, B., and Wu, G., 2002, Onset of the Summer Monsoon over the Indochina Peninsula: Climatology and interannual variation: *Journal of Climate*, **15**, 3206-3221.
- Zhou, W., and Chan, J. C. V., 2007, ENSO and the South China Sea summer monsoon onset: *International Journal of Climatology*, **27**, 157-167.
- فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۷، ۷۴-۵۷.
- خلیلی، ع.، ۱۳۵۰، منشأ بارندگی‌های کرانه‌های خزر: مجله نیوار، ۴۶-۳۹.
- علیجانی، ب.، ۱۳۶۹، چگونگی تشکیل فرابار سبیری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران: فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۷، ۵۱-۴۱.
- علیجانی، ب.، ۱۳۷۴، آب و هوای ایران: انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- کریمی، م.، ۱۳۸۶، تحلیل منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران: رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- لشکری، ح.، ۱۳۷۵، الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران: رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- مسعودیان، ا.، ۱۳۸۲، نواحی اقلیمی ایران: مجله جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۸۲، ۱۸۴-۱۷۱.
- مفیدی، ع.، و زرین، ا.، ۱۳۸۴، بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران: فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۷، ۷۷-۱۳۶-۱۱۳.
- نصیری، ب.، و قائمی، ه.، ۱۳۷۸، تحلیل الگوی سینوپتیکی و دینامیکی بارش‌های کرخه و دز: فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۵۴-۵۵، ۱۸۵-۱۷۷.
- نوحی، ک.، ۱۳۸۴، تحلیل بارندگی کرخ به منظور تعیین تاریخ کاشت گندم دیم: مجله نیوار، ۵۸ و ۵۹، ۱۰۳-۹۵.
- Alpert, P., and Reisin, T., 1986, An early winter polar air mass penetration to the eastern Mediterranean: *Mon. Wea. Rev.*, 1986, **114**, 1411-1418.
- Barth, H. J., Steinkohl, F., 2004, Origin of winter precipitation in the central coastal lowlands of Saudi Arabia: *Journal of Arid Environments*, **57**, 101-115.
- Conroy, C. C., 1933, The relative distribution of early and late seasonal rainfall in southern California: *Mon. Wea. Rev.*, **61**, 15-16.