

Statistical-Synoptic Analysis of Heavy Spring Rainfall in Kermanshah Province

Bahlool Alijani ¹ | Mohamd Saligh ² | Farid Rezaei  ³

1. Professor of Climatology, Kharazmi University, Tehran

2. Associate Professor of Climatology, Kharazmi University, Tehran

3. Master's Degree in Hydrology and Meteorology, Kharazmi University, Tehran

Article Info:

Article type:

Research Article

Date:

Received: 2024.06.02

Received: 2024.9.28

Accepted: 2024.11.08

Keywords:

Statistical Analysis -
Synoptic, Heavy
Rainfall, Kermanshah
Province, Spring

Abstract: The aim of the current research is the statistical-synoptic analysis of heavy spring rains in Kermanshah province, in line with proper management to prevent the occurrence of financial damage and loss of life caused by storms and floods, and the optimal use and storage of this type of rain during times of water shortage and drought. To carry out this research, daily data on heavy spring rainfall from nine stations in Kermanshah province, for the period 1951–2013, were obtained from the country's organization. Then, using statistical methods including descriptive statistics (prevalence, percentage) and inferential statistics (clustering), and the synoptic method (circulation to environment), from the NCEP/NCAR website, Omega synoptic maps at levels from 200 to 1000 hPa and composite maps (sea level pressure with vorticity, specific humidity with wind flow at the 700 hPa level, and geopotential height with vorticity at the 500 hPa level) were obtained, and the studied maps were plotted in the GrADS software environment. After identifying and analyzing three patterns of heavy rain, the results of this research showed that due to the integration of the low-pressure systems of the Mediterranean Sea and the Red Sea on one hand and the suitable position of the ridge over Arabia and the Arabian Sea, the influence of the trough on the mentioned water sources, and also the formation of the negative omega core in the upper levels of the troposphere on the other hand, conditions have been created for proper advection and divergence of moisture from the desired water areas toward the study area.

Cite this article: Alijani, B, Saligh, M, & Rezaei, F. (2024). Statistical-Synoptic Analysis of Heavy Spring Rainfall in Kermanshah Province. *Climat Chenge and Climat Disasters*, 3(6), 127-146.

© The Author(s).

Homepage: cccd.znu.ac.ir

Publisher: University of Zanjan.



Detailed Abstract

Rainfall is a very important natural element that has a great impact on all objects, phenomena, and especially human life and its living environment. Accordingly, this part of nature has always been and is of human interest, and the importance of understanding it increases every day, because it is considered a part of human life. Meanwhile, the effect of spring rainfall on the relationship between rainfall and the economy of human communities located in Kermanshah province is very important, so that the agricultural economy of the studied region is tied to the amount of spring rainfall and has a direct effect on it. In general, no studies based on quantitative methods have been conducted in the field of statistical-synoptic analysis of heavy spring precipitation in Kermanshah province; therefore, the present study addresses it. The purpose of this research is to conduct a statistical-synoptic analysis of heavy spring precipitation in Kermanshah province and identify synoptic patterns of heavy spring precipitation in this

province. In this study, a statistical-synoptic study of heavy spring precipitation in Kermanshah province was conducted, and with an environmental-circulatory approach, circulation patterns affecting precipitation in the region were identified and analyzed. For this purpose, first, daily data statistics from 9 synoptic stations in Kermanshah province over a 62-year statistical period (1951-2013) were obtained from the Iranian Meteorological Organization. For statistical analyses and preparation of synoptic maps, daily reprocessed data were obtained from the website of the National Center for Environmental Prediction and Atmospheric Sciences (NCEP/NCA) of the United States. Then, using statistical methods including descriptive statistics (frequency, percentile), inferential statistics (clustering), and synoptic method (ambient to circulation), three widespread and heavy rainfall patterns were identified and analyzed. In this regard, after obtaining data of different atmospheric levels from the NCEP/NCAR site, Omega synoptic

maps at the (200-1000) hectopascal level and composite maps (sea surface pressure with tortuosity, specific humidity with wind flow at the 700 hectopascal level, geopotential height with tortuosity at the 500 hectopascal level) were obtained, and the desired maps were drawn in the GrADS software environment. The results of this study showed that the occurrence of heavy spring rainfall in Kermanshah province was caused by the merger of low-pressure moisture from the Mediterranean Sea and the low-pressure from the Red Sea, negative omega at the level of 200-1000 hectopascals /second over the

study area, the deepening of the Mediterranean trough and its alignment with the Arabian Ridge and northeastern and eastern Africa, and the presence of this trough in front and its divergence over the study area. In all three studied patterns, a similar maximum core of positive omega is seen east of the negative omega formed over the studied area, which corresponds to the downdraft of the ridge located over the eastern half of Iran and the Arabian Sea.

Keyword: Heavy rainfall, floods, spring rainfall, Kermanshah province



تحلیل آماری - سینوپتیکی بارش‌های سنگین بهاری استان کرمانشاه

بهلول علیجانی^۱ | محمد سلیقه^۲ | فرید رضایی^۳

۱. استاد گروه اقلیم‌شناسی دانشگاه خوارزمی تهران

۲. دانشیار گروه اقلیم‌شناسی دانشگاه خوارزمی تهران

۳. کارشناسی ارشد آب و هواشناسی دانشگاه خوارزمی تهران

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۳

بازنگری: ۱۴۰۳/۷/۷

پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۱۷

واژگان کلیدی:

تحلیل آماری - سینوپتیکی، بارش‌های سنگین، استان کرمانشاه، فصل بهار

چکیده: هدف از پژوهش حاضر، تحلیل آماری - سینوپتیکی بارش‌های سنگین بهاری استان کرمانشاه، در راستای مدیریت صحیح برای جلوگیری از وقوع صدمه‌های مالی و جانی ناشی از توفان و سیلاب و استفاده بهینه و ذخیره کردن این نوع بارش‌ها برای موقع کمبود آب و خشکسالی و... می‌باشد. برای انجام این تحقیق، داده‌های روزانه بارش‌های سنگین بهاری نه ایستگاه استان کرمانشاه، در محدوده زمانی (۲۰۱۳-۱۹۵۱) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. سپس با استفاده از روش‌های آماری شامل آمار توصیفی (فراوانی، صدک‌گیری) و آمار استنباطی (خوشه‌بندی) و روش سینوپتیکی (محیطی به گردشی)، از سایت NCEP/NCAR؛ نقشه‌های سینوپتیکی امگا در سطح (۲۰۰-۱۰۰۰) hPa و نقشه‌های ترکیبی (فشار سطح دریا با تاوایی، رطوبت ویژه با جریان باد در تراز ۷۰۰ hPa و ارتفاع ژئوپتانسیل با تاوایی در تراز ۵۰۰ hPa) دریافت، و نقشه‌های مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار grads ترسیم شد. پس از شناسایی و تجزیه و تحلیل سه الگوی بارش سنگین، نتیجه این تحقیق نشان داد، در اثر ادغام سامانه‌های کم فشار دریای مدیترانه و دریای سرخ از یک طرف و از طرف دیگر، موقعیت مناسب پشته بر روی عربستان و دریای عرب، نفوذ ناوه بر روی منابع آبی مذکور و همچنین تشکیل هسته امگای منفی در ترازهای فوقانی تروپوسفر، شرایط را برای فرارفت و واگرایی مناسب رطوبت، از پهنه‌های آبی مورد نظر به سمت منطقه مورد مطالعه فراهم کرده است.

استناد: علیجانی، بهلول، سلیقه، محمد، رضائی، فرید (۱۴۰۳)، تحلیل آماری - سینوپتیکی بارش‌های سنگین بهاری استان کرمانشاه، دگرگونه‌ها و مخاطرات آب و هوایی، ۳(۶)، ۱۲۷-۱۴۶.

ناشر: دانشگاه زنجان

Homepage: cccd.znu.ac.ir



۱. مقدمه

al. (2007). معتقدند که بارش‌های سنگین

کوتاه مدت سهم کمی از تعداد روزهای بارشی را شامل می‌شوند با این حال، این رویدادها منبع اصلی تأمین آب کشور ایران است. (Seibert and Formayer, 2007) الگوهای همدید مرتبط با بارش‌های سنگین را در استرالیا با هفت الگوی همدید مرتبط دانسته‌اند. (federico and et al, 2008) سازوکار دینامیکی بارش‌های سنگین روزانه چلبریا (جنوب ایتالیا) را با استفاده از داده‌های شبکه‌بندی شده RMSE ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۹۲۵ هکتوپاسکال مطالعه کردند. نتایج حاصل از روش تحلیل مؤلفه اصلی و تحلیل خوشه‌ای نشان داد که ارتباط آشکاری بین هر الگوی گردشی با گروه‌های بارشی وجود دارد. (Fernando & Erasma, 2010) در ارتباط بین بارش‌های جنوب شرق برزیل را با سامانه‌های حلقوی نیم‌کره جنوبی مطالعه نمودند. آنها دریافتند که

یکی از شاخه‌های مهم علم اقلیم‌شناسی سینوپتیک، شناسایی حالت‌های فرین ویژگی‌های محیطی، مانند طوفان‌های شدید و به‌یژه بارش‌های سنگین و سیل‌آسا می‌باشد. سیل معمولی‌ترین خسارت محیطی است و متأسفانه هر ساله سیلاب‌ها انسان‌های زیادی را از بین می‌برد (Alijani et Al, 2008). هاتزاک و همکاران (Hatzaki and et al, 2001) نیز الگوهای گردشی بزرگ مقیاس جو بالا را با وقایع بارش‌های شدید شرق اروپا و با الگوهای پیوند از دور در اقیانوس اطلس شرقی، شبه جزیره اسکانندیناوی و نیز الگوهای همدید حاکم بر مدیترانه شرقی هم‌زمان می‌دانند. (Pandora, 2006) در جابجایی سیستم‌های سینوپتیکی و تأثیر آن بر جنوب غربی استرالیا ۲۰ الگوی سینوپتیکی را استخراج کرد. Alijani et

ایران شناسایی و به کمک روش تحلیل همبستگی ارتباط آنها را با بارش ایران تعیی نمودند. در پژوهشی به بررسی و مطالعه‌ی الگوهای سینوپتیکی بارش‌های سنگین در شمال غرب ایران پرداخته است. (Alijani (2011) در بررسی پراکندگی فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران نشان داده که در همه جای کشور حداقل ۴۰ درصد از سال بحران‌های اقلیمی وجود دارد همچنین هر نقطه‌ای از کشور حداقل از نظر یک شاخص اقلیمی دچار بحران است که بحران‌های بارشی در همه جای کشور پراکنده شده است. (Masoudian & Karsaz (2014) به بررسی و تحلیل همدید الگوهای ضخامت بارش‌های سنگین ناحیه زاگرس جنوبی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که فرود منتهی‌الیه شرق دریای مدیترانه با کمی تغییر موقعیت در جنوب غرب ایران و منطقه کژفشاری شدیدی را ایجاد کرده که

ناهنجاری‌های بارش همراه با رخداد منطقه هم‌گرایی اقیانوس اطلس جنوبی بوده و الگوهای جوی اقیانوس آرام جنوبی به‌وسیله‌ی مراکز چرخندی جنوب شرق اقیانوس آرام تشدید می‌شوند. (Charabi Hatrushi, 2010) واکاوی تغییرات بارش زمستانه عمان از منظر همدید نشان داد که دوره مرطوب در منطقه عمان و خاورمیانه، بیشتر با فشار منفی سطح زمین بر روی مرکز آسیا تا شمال شرقی عمان و ناهنجاری مثبت فشار سطح زمین در غرب اروپا همراهی می‌شود. این الگوی فشار محرک انتقال رطوبت به سمت غرب بر روی شبه‌جزیره عربستان می‌شود. در داخل کشور نیز بررسی‌های فراوانی در استان‌ها انجام شده است. از جمله می‌توان به بررسی‌های انجام شده‌ی Hejazi-Zadeh (2007) & Fattahi با استفاده از روش pca و خوشه‌بندی چند هسته‌ای هشت تیپ هوای اصلی را برای فصل زمستان

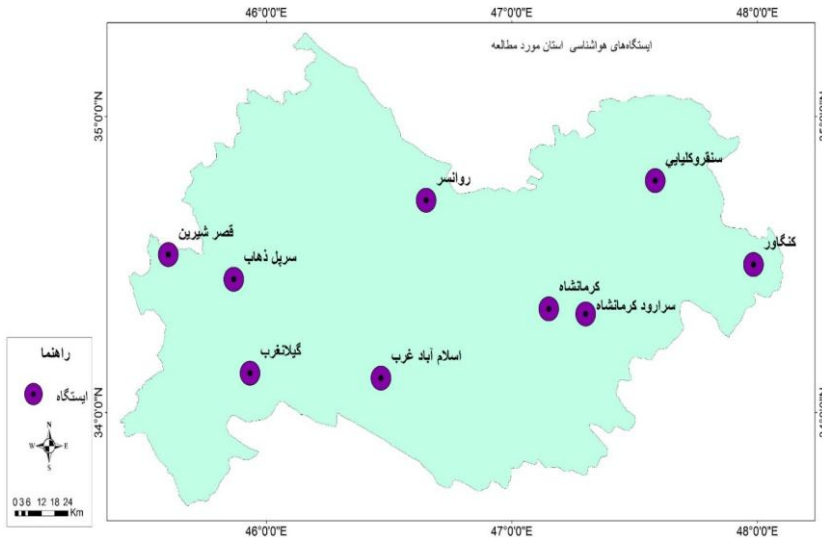
گذارترین الگوی بارشی ایران می‌دانند که اغلب سراسر کشور را با شدت متفاوت بارش در بر می‌گیرد.

۲. داده‌ها و روش‌ها

۲.۱. منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه با وسعت ۴/۲۵۰۴۵ کیلومتر مربع به مرکز شهر کرمانشاه در میانه ضلع غربی کشور بین مدارجغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۰/۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام و از شرق به استان همدان و از غرب با ۳۷۱ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق همسایه است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریاهای آزاد در حدود ۱۲۰۰ متر است (Statistical Yearbook of Kermanshah Province, 2016)

در رخداد بارش‌های سنگین این منطقه نقش اساسی دارند. Mohammadabadi et al. (2016) نقش کم‌فشار سودانی در تراز دریا و بندال دوقطبی در تراز میانی تروپوسفر را در رخداد بارش سیلابی فروردین در نیمه جنوبی ایران را حائز اهمیت می‌دانند. (Belyani & Salique, 2016) نقش کم‌فشار شرق‌دریای مدیترانه، دریای سیاه و جنوب دریای خزر را در ایجاد الگوهای بارشی مختلف در حوضه‌های آبریز حله و مند مؤثر می‌دانند. (Zakizadeh et al., 2018) نیز استقرار رودباد با سرعت ۶۵ متر بر ثانیه در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در نیمه جنوبی ایران به همراه تشکیل ناوه سردچالی روی خزر، دلیل رخداد بارش‌های سنگین و فراگیر در ایران دانسته‌اند. (Mostafaei et al., 2015) در بررسی بارش‌های سنگین و فراگیر ایران نقش کم‌فشار ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای و ناوه سوریه - پشته دریای عرب را اثر



شکل ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه (نگارندگان با نرم افزار Arc Gis)

۲.۲. داده‌ها

کرمانشاه طی دوره‌ی آماری ۶۲ ساله (۲۰۱۳-۱۹۵۱) از سازمان هواشناسی کشور تهیه و دریافت گردید. جهت بررسی‌های آماری و تهیه نقشه‌های سینوپتیکی نیز داده‌های دوباره پردازش شده روزانه از سایت مرکز ملی پیش بینی‌های محیطی و علوم جوی ایالت متحده آمریکا

در این تحقیق، به بررسی آماری- سینوپتیکی بارش‌های سنگین بهاری استان کرمانشاه پرداخته شده و با رویکرد محیطی به گردشی، الگوهای گردشی مؤثر بر بارش منطقه شناسایی و تحلیل گردیده است. بدین منظور ابتدا آمار داده‌های روزانه‌ی ۹ ایستگاه سینوپتیک استان^۱ (NCEP/NCAR) تهیه شد.

¹: National Center for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research

۳.۲. روش‌ها

به طور کلی این پژوهش طی دو مرحله‌ی آماری و سینوپتیکی به شرح زیر به انجام رسیده است:

الف - بررسی آماری: این مرحله تحقیق

از دو نوع آمار، شامل آمار توصیفی (فراوانی و صدک‌گیری) و آمار استنباطی (خوشه‌بندی) استفاده شده است.

ب- بررسی سینوپتیکی: با توجه به

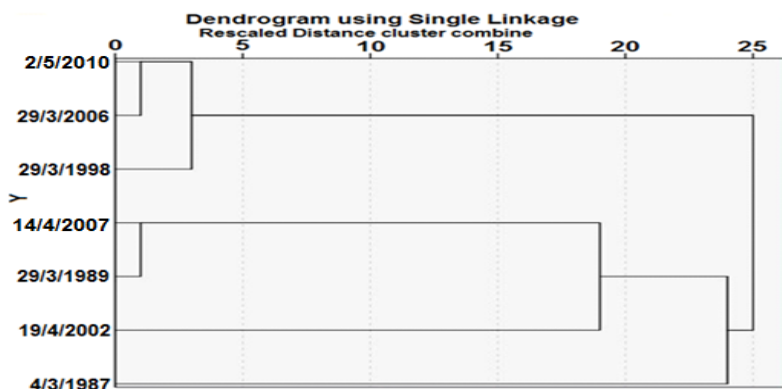
الگوهای بارش سنگین منتخب و همچنین جهت تهیه‌ی نقشه‌های سینوپتیک، داده‌های روزانه فشار،^۱ رطوبت‌ویژه، امگا، ارتفاع ژئوپتانسیل و... که دارای مختصات ۰ تا ۸۰ درجه شرقی و ۰ تا ۸۰ شمالی برای تراز سطح دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال و... از پایگاه داده‌ای مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی و علوم جوی ایالت متحده‌ی آمریکا (NCEP/NCAR) تهیه شد.

۳. یافته‌ها و نتایج

شکل (۲) نمودار خوشه‌ای الگوهای بارش سنگین بهاری طرح مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این پژوهش جهت طبقه‌بندی الگوهای بارش سنگین از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. براساس یافته‌های بدست آمده، الگوهای بارش سنگین با کمترین تفاوت درونی گروهی و بیشترین تفاوت و تغییرات برون گروهی انتخاب شدند. همان طور که ملاحظه می‌گردد ۷ الگوی بارش سنگین، طی دوره‌ی آماری ۲۰۱۳ تا ۱۹۵۱ میلادی شناسایی شده است؛ اما در این پژوهش به دلیل شباهت زیاد الگوها و تعداد زیاد نقشه‌ها در نهایت ۳ الگوی نهایی بارش سنگین جهت تحلیل انتخاب گردید و به وسیله نرم افزار grads ترسیم شد.

². hgt

¹. shum



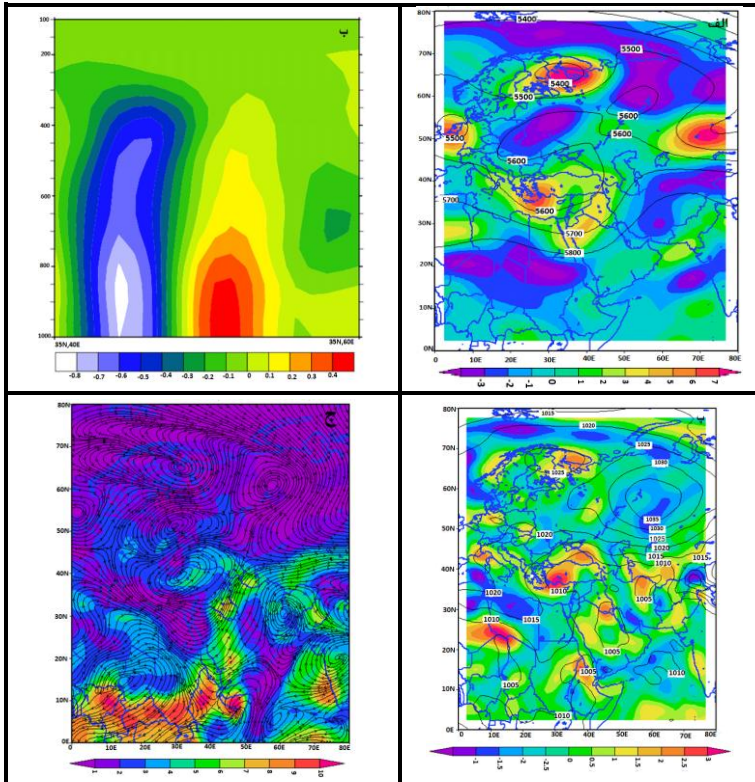
شکل ۲: نمودار الگوهای بارش سنگین پژوهش مورد مطالعه (منبع: ترسیم نگارندگان)

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، در نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۳- الف)، ناوهٔ مدیترانه بر روی خود دریای مدیترانه و غرب و جنوب غرب ترکیه مستقر شده است. منطقه واگرایی بالایی این ناوه بر روی غرب ایران و منطقه مورد مطالعه قرار دارد که هوای مرطوب منابع آب جنوب و جنوب غربی را به سمت غرب ایران فرارفت می‌کند. گسترش پشته وسیع بر روی دریای عرب موجب تزریق هوای مرطوب از روی دریای عرب و سرخ به نیمه شرقی ناوه و تقویت گردش چرخندی بر روی شرق مدیترانه، باعث ریزش سنگین جوی بر روی محدوده مورد مطالعه شده است. (شکل ۳- ب)، حرکت قائم هوا را در شرایط پایداری یا ناپایداری در سطوح مختلف جو نشان می‌دهد. در عرض ۳۵ درجه شمالی و طول ۶۰ تا ۴۰ درجه شرقی، امگا دارای شرایط منفی می‌باشد. همچنین در تراز ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال دارای شدیدترین امگای منفی با هسته ۰/۸- پاسکال بر ثانیه می‌باشد که منطبق بر شرق ناوه و جلوی آن است که حاکی از واگرایی و صعود هوا بر روی جو منطقه می‌باشد. (شکل ۳- پ)، در نقشه تراز سطح دریا تاوایی مثبتی که بر روی غرب کشور و منطقه مورد مطالعه حاکم است، باعث ناپایداری هوا و ریزش جوی شده است. در

این نقشه نیز از یک طرف سرازیر شدن هوای سرد عرض‌های بالا به طرف شمال غرب و غرب کشور در اثر تاوایی منفی که بر روی کشور روسیه و شمال شرق اروپا منطبق است و از طرف دیگر هوای مرطوب دریای عمان و دریای سرخ به دلیل واگرایی جنوب غرب عربستان به طرف غرب و شمال غرب کشور ریزش و نفوذ کرده است. در نتیجه‌ی برخورد این دو جبهه بر روی منطقه مورد مطالعه، ناپایداری هوا و ریزش سنگین جوی به وجود آمده است. همچنین روی استان کرمانشاه و غرب کشور در تراز دریا با نفوذ کم فشار سودانی با مرکز بسته ۱۰۰۵ هکتوپاسکال موجب فرارفت و ناپایدار هوا شده است. در شکل (۳-ج) مشاهده می شود که یک مرکز پرفشار در جنوب غرب شبه جزیره عربستان در تراز ۷۰۰ هکتوپاسگال فعال بوده و با حرکت و اچرخندی رطوبت دریای عمان گرفته تا خلیج فارس و دریای سرخ در یک مسیر

جنوبی شمالی به درون هسته سردی که از ریزش هوای سرد عرض‌های بالاتر به طرف شمال غرب و غرب ایران فرود آمده است، نفوذ کند و چرخند را دوباره فعال کرده است. در این الگو، سیستم‌های غربی شرایط صعود و سیستم‌های جنوبی بخار آب مورد نیاز بارش سنگین را در غرب ایران و منطقه مورد مطالعه را فراهم کرده است. منبع تأمین رطوبت در این نقشه، دریای سرخ و خلیج فارس بوده است که توسط چرخندگی مثبت بادهای بر روی نیمه غربی ایران کشیده شده است. همسو شدن بادهای یک مرکز چرخند آنتی‌سیکلونی در جنوب ایران با مرکزیت جنوب غرب شبه جزیره عربستان و یک مرکز چرخندگی مثبت در شمال غرب ایران و شرق اروپا، رطوبت را از سمت جنوب غرب ایران، از روی دریای سرخ و خلیج فارس وارد استان کرمانشاه کرده که این رطوبت خود باعث

افزایش ناپایداری ها در این منطقه شده است.



شکل ۳: الف) نقشه ترکیبی وزش تاوایی و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب) نقشه سرعت قائم هوا (امگا)، پ) نقشه تاوایی و فشار سطح دریا، ج) نقشه خطوط جریان و رطوبت ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۱۹ آوریل ۲۰۰۲ نماینده الگوی اول، منبع: (ترسیم نگارندگان)

باعث ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی
برروی شمال غرب و غرب ایران شده است
و همچنین نفوذ و گسترش ناوه عمیق از

شکل (۴- الف) وزش تاوایی و ارتفاع
ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می-
دهد، استقرار پشته‌ای بر روی شرق اروپا،

غرب و جنوب غرب ایران موجب ناپایداری هوا بر روی کل منطقه مورد مطالعه شده است. با توجه به شکل (۴-ب)، امگا بروی منطقه مورد مطالعه دارای شرایط منفی می‌باشد، در این نقشه نیز بیشینه امگای منفی در تراز های ۱۰۰۰ و ۴۵۰ هکتوپاسکال با ۰/۶- پاسکال بر ثانیه قرار گرفته است. این میدان امگای منفی گسترش یافته از تراز ۱۰۰۰ تا ۴۰۰ هکتوپاسکال منطبق بر نیمه شرقی ناوه می باشد. در شرق این میدان امگای منفی یک هسته بیشینه امگای مثبت با شدت ۰/۷ پاسکال بر ثانیه دیده می شود که منطبق بر پشته واقع بر روی دریای عرب و شرق عربستان می‌باشد. در شکل (۴-پ)، منطقه عربستان می‌باشد حاصل از سردچال نفوذ یافته از سمت روسیه بر روی منطقه‌ی غرب کشور با تاوایی مثبت ۲ تا ۴ متر بر ثانیه قرار گرفته و حد جنوبی ناوه نیز تا غرب دریای سرخ و منطبق بر کم فشار تراز دریا

گسترش یافته است. بیشینه تاوایی که با ۸ متر بر ثانیه در شمال دریای سرخ مستقر گردیده است، شدت گردش چرخندی سرد چال شرق مدیترانه را نشان می‌دهد. از سوئی دیگر استقرار تاوایی منفی در مرکز عربستان گردش و اچرخندی را در تراز تحتانی جو ایجاد نموده است، که در نهایت رطوبت را به درون سیستم کم فشار مستقر در جنوب غرب و غرب ایران تزریق نموده که بدنبال آن سیستم کم فشار سودانی مستقر در جنوب غرب و غرب کشور، باعث بارش‌های سنگین در مناطق مختلف غرب کشور و منطقه مورد مطالعه شده است. کم‌فشار حاکم بر روی استان کرمانشاه و غرب کشور در تراز دریا، باعث صعود هوا و جذب رطوبت می‌شود. شکل (۴-ج)، گردش و اچرخندی شرق شبه جزیره عربستان یا غرب دریای عرب، باعث انتقال جریان هوای مرطوب به درون قطاع چرخندی واقع بر روی سودان و نیمه غربی

(Rahimi, 2012) & از سوی دیگر دو مرکز چرخندگی منفی عربستان و شرق آفریقا با حرکت آنتی‌سیکلونی خود با مرکز چرخندگی مثبت واقع در زیر مرکز تراف همسو شده و این، سیستم کم فشار را تقویت می‌کند. سیستم‌های پرفشار عربستان و شرق آفریقا با حرکت آنتی‌سیکلونی خود رطوبت دریای سرخ و خلیج فارس را به عرض‌های بالا فرستاده است که پس از همسو شدن با کم‌فشار واقع در مرکز ناوه، این رطوبت به جلوی ناوه تزریق شده است. همانگونه که در این نقشه پیداست، محور ناوه به صورت اریب بوده است و جهت شمال شرقی- جنوب غربی دارد. در واقع اریب بودن محور ناوه به این جهت اهمیت دارد که نشان از شمالی جنوبی بودن عقب این ناوه دارد. این ویژگی باعث می‌شود که ناوه هوای سرد را در کمترین زمان و با کمترین دمای ممکن به مرکز خود برساند. این عامل که در سطوح بالا اتفاق می‌افتد با

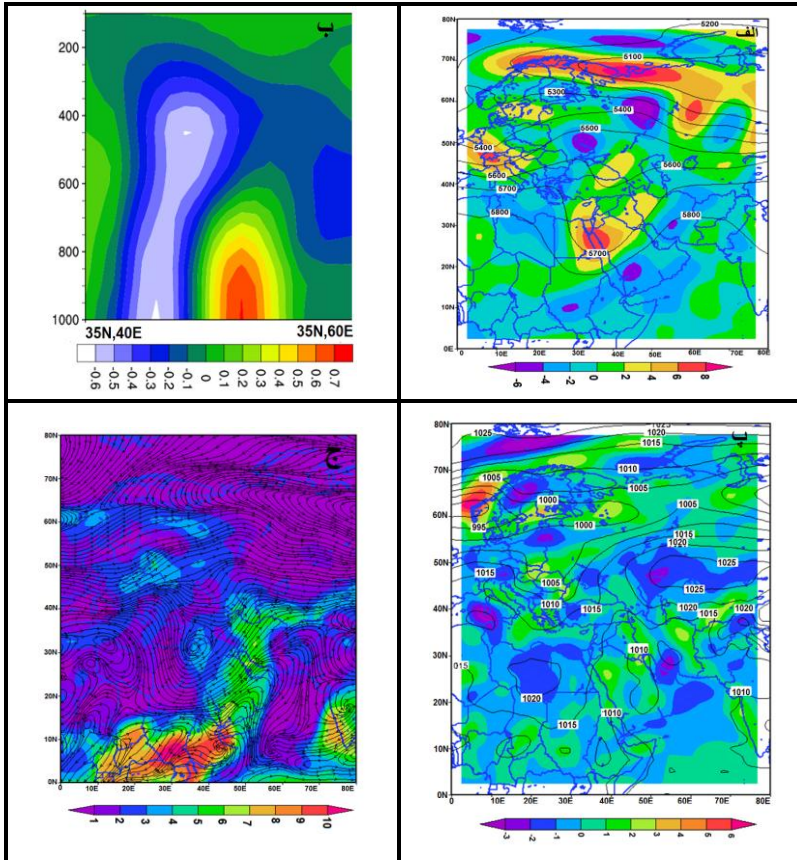
ایران شده است که هسته رطوبت با ۱۰ گرم بر کیلوگرم بر روی سودان واقع شده است که منطبق بر شرق محور چرخند با امتداد جنوب غربی- شمال شرقی و با عبور از روی دریای سرخ، عربستان و خلیج فارس از سمت جنوب غرب ایران، منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. منبع تأمین رطوبت بارش سنگین و فراگیر این نقشه، دریای سرخ و خلیج فارس بوده است که توسط سامانه کم ارتفاع بر روی نیمه غربی ایران کشیده شده است.

در (شکل ۵- الف)، تشکیل یک ناوه عمیق مدیترانه‌ای به وسیله بادهای غربی و حرکت این ناوه به سمت ایران باعث ایجاد سیستم‌های کم فشار بر روی شمال غرب و غرب ایران شده است. قرارگیری این ناحیه در شرق منطقه واگرایی خطوط هم‌ارتفاع باعث حرکت صعودی هوا در این منطقه شده است. چرا که حرکت صعودی هوا در شرق ناوه‌ها شکل می‌گیرد (Ghoveydel

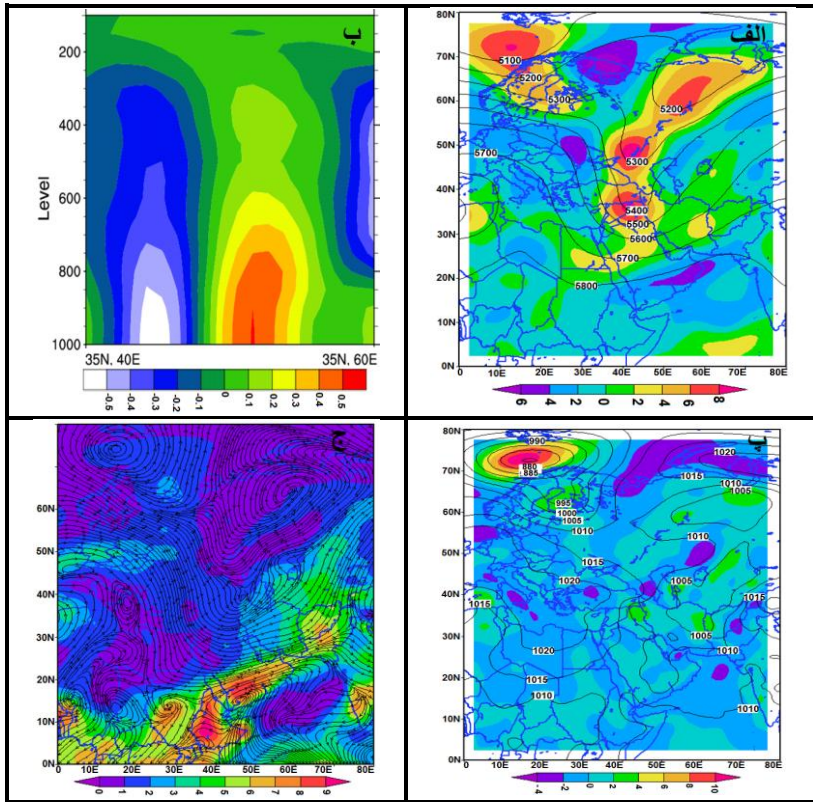
ورود هوای گرم در ترازهای پایین جو همزمان است. در نتیجه استقرار هوای گرم و مرطوب در زیر هوای سرد و سنگین تراز میانی باعث تشدید ناپایداری هوا شده است. پس یکی از ویژگی‌های مهم این الگو اریب بودن ناوه آن است. همانطور که در (شکل ۵-ب) مشاهده می‌شود، تمام منطقه مورد مطالعه را یک هسته‌ی امگای منفی با هسته ۰/۵- تا ۰/۱- پاسکال بر ثانیه فرا گرفته است که نشان از صعود هوا (سرعت قائم بالاسو) و ناپایداری در منطقه دارد و بیشینه امگای منفی بر بیشینه بارش منطبق است. در این نقشه، امگای منفی در سطح زمین شدیدتر است و این نشان می‌دهد که سیکلون‌ها و آنتی‌سیکلون‌ها در ایجاد ناپایداری هوا و ایجاد بارش سنگین در این روز نقش بسیار داشته‌اند. همین‌طور در (شکل ۵-پ)، مشاهده می‌شود، در سطح زمین تاوایی مثبت در شمال شرق ترکیه، شرق دریای سیاه و در غرب و شمال غرب ایران دیده می‌شود. همچنین استقرار محور ناوه در شرق مدیترانه با تاوایی (۰ تا ۲) و در ناحیه غرب و منطقه مورد مطالعه با مقادیر ۲ تا ۴ نشان می‌دهد. استقرار تاوایی منفی در جنوب شرق، با مقادیر (۲-)، گردش و اچرخندی را در تحتانی جو ایجاد نموده است که در نهایت رطوبت را که از طریق دریای سرخ و همچنین ناوه مدیترانه به طرف غرب و شمال غرب کشور منتقل و به درون کم‌فشار مستقر در منطقه مورد مطالعه تزریق می‌کند. با توجه به اینکه نم ویژه با افزایش ارتفاع به شدت کاهش می‌یابد، از این رو بررسی این کمیت در ترازهای بالاتر از ۵۰۰ هکتوپاسکالی ضرورتی ندارد (Mohammadi et al, 2012) بررسی نقشه نم ویژه و جریان باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد مقادیر نم ویژه در کل منطقه شمال غرب ایران بین اعداد ۲+ تا ۳+ گرم بر کیلوگرم هوای خشک قرار دارد. وجود بارش در این

غرب و غرب ایران و گسترش این ناوه در منطقه مورد مطالعه بر ایجاد ناپایداری و بارندگی آن افزوده است.

روز به صورت همرفت محلی و منبع رطوبت آن نیز از طریق رطوبت محلی تأمین می‌شود. ترکیب هوای سرد عرض‌های بالا با سامانه‌ی غربی و ایجاد یک ناوه در جنوب



شکل ۴: الف) نقشه ترکیبی وزش تاوایی و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب) نقشه سرعت قائم هوا (امگا)، پ) نقشه تاوایی و فشار سطح دریا، ج) نقشه خطوط جریان و رطوبت ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۹ مارس ۲۰۰۶ نماینده الگوی دوم، منبع: (ترسیم نگارندگان)



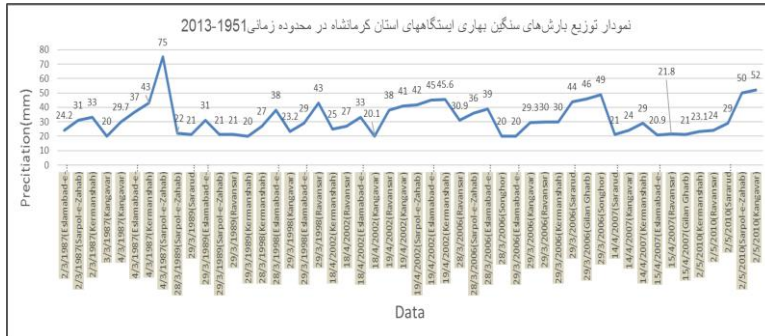
شکل ۵: الف) نقشه ترکیبی وزش تاوایی و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب) نقشه سرعت قائم هوا (امگا)، پ) نقشه تاوایی و فشار سطح دریا، ج) نقشه خطوط جریان و رطوبت ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۹ مارس ۱۹۸۹ نماینده الگوی دوم، منبع: (ترسیم نگارندگان)

میلی متر می باشد. کمترین بارش هم در ایستگاه های شهرستان کنگاور، سنقر، کرمانشاه و اسلام آباد غرب به ترتیب در روزهای ۱۹۸۷/۳/۳، ۱۳۸۹/۲۹/۳، ۲۰۰۶/۲۸/۳، ۲۰۰۶/۲۹/۳ با مقدار بارش ۲۰ میلی متر هست. در این نمودار

شکل (۶)، نمودار توزیع بارش های سنگین بهاری ایستگاه های استان کرمانشاه در محدوده زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۳ نشان می دهد. همان گونه در شکل (۵) مشاهده می شود، بیشترین بارش در ایستگاه سرپل ذهاب در روز ۱۹۸۷/۴/۳ با مقدار بارش ۷۵

بارش است. در بقیه ایستگاه‌ها میزان توزیع بارش تقریباً نرمال و حالتی عادی دارند.

همان‌طور که مشخص است فقط در روز ۱۳۸۷/۴/۳ در ایستگاه شهرستان سرپل ذهاب با مقدار ۷۵ میلی‌متر دارای بیشترین



شکل ۶: نمودار توزیع بارش‌های سنگین بهاری ایستگاه‌های استان کرمانشاه در محدوده زمانی (۲۰۱۳ - ۱۹۵۱).

۴. نتیجه‌گیری

بررسی میدان‌های چرخندگی مثبت منطبق بر سامانه‌های کم فشار عبور یافته از روی عربستان و خلیج فارس می‌باشند. در نقشه‌های تراز دریا نیز در زیر منطقه تاوایی مثبت، ناوه کم فشار در شرق مدیترانه تشکیل داده است و بر روی عربستان پرارتفاع استقرار یافته است. چرخندگی این دو سیستم فشار خلاف یکدیگر است و چرخندگی مثبت کم فشار با چرخندگی منفی پرارتفاع باعث همگرایی

بررسی نقشه‌های چرخندگی تراز دریا نشان داد که در روز بارشی ۱۹ آوریل ۲۰۰۲ سامانه‌های کم فشار ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای و در روزهای بارشی ۲۹ مارس ۲۰۰۶ و ۱۹۸۹ کم فشار سودانی به صورت مستقل با گسترش جنوب به شمال به سمت نیمه غربی کشور هوای مرطوب را فرارفت کرده‌اند. در تمامی نقشه‌های مورد

جریان هوا بر روی منطقه مورد مطالعه شده است. در بررسی نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ hPa مشخص شد، زمانی که جریان‌های ناپایدار به سمت منطقه غرب کشور نفوذ می‌کنند، پراارتفاع عربستان از روی خشکی عربستان شرق سو شده و با قرارگیری بر روی دریای عرب، هوای گرم و مرطوب را با گردشی و اچرخندی و شرق به غرب به درون کم فشار سطح زمین و ناوه سطوح میانی وردسپهر تزریق می‌کند که شرایط واگرایی و صعود بسته هوای ناپایدار را در نیمه شرقی ناوه نفوذ یافته را از طریق منابع آبی و سرزمین‌های جنوبی تقویت می‌کند. از دیگر مواردی که در همه الگوهای بارش سنگین استان کرمانشاه مشاهده شد، همسو شدن بادهای مراکز چرخندگی منفی و مثبت است. چرخش آنتی سیکلونی مراکز چرخندگی منفی بر روی شبه جزیره عربستان و مراکز پرفشار شرق آفریقا، هوای گرم و عرضهای پایین را به سمت عرض-های بالایی انتقال می‌دهد که این هوای گرم در مسیر خود با مرکز چرخندگی مثبت واقع در مرکز ناوه همسو شده و هوای گرم را به جلو ناوه تزریق می‌کند که باعث تقویت ناوه می‌شود. در روزهای ۱۹ آوریل ۲۰۰۲ و ۲۹ مارس ۲۰۰۶ بررسی نقشه‌های وزش رطوبت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که جنوب و مرکز دریای سرخ اصلی‌ترین منبع تأمین کننده‌ی رطوبت بوده که به صورت ترکیبی با منابع رطوبتی شرق مدیترانه و خلیج عدن با راستایی جنوب غربی به شمال شرقی و منطبق بر نیمه شرقی ناوه واقع بر روی عربستان و عراق، هوای گرم و مرطوب را به سمت غرب کشور فرارفت داده است. اما در روز سامانه بارشی ۲۹ مارس ۱۹۸۹ به صورتی متفاوت از دو الگوی دیگر بوده است، به دلیل شرق سو بودن ناوه‌ی این سامانه بارشی و قرارگیری آن بر روی نیمه غربی ایران

اغلب تحقیقات انجام شده قبلی در تحلیل الگوی بارش‌های سنگین فقط نقش کم‌فشار مدیترانه‌ای، عراقی و سودانی به‌صورت جداگانه در بارش‌های سنگین مؤثر دانسته‌اند. در برخی از پژوهش‌های دیگر نیز تنها الگوهای تراز میانی جو مثل تأثیر سامانه‌های بندالی و ناوه‌های عمیق در رخداد بارش را مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اما در این تحقیق، بررسی کامل از تراز سطح دریا و دیگر سطوح جو بالا طی یک دوره بلند مدت انجام شده‌است و الگوهای سینوپتیکی دقیق و علمی را برای بارش‌های سنگین منطقه مورد مطالعه شناسایی کرده‌است. تحلیل آماری و بررسی بارش سنگین فصل بهار در یک مکان، با مقیاس کوچک و محدوداً ز تفاوت دیگر این تحقیق با پژوهش‌های ذکر شده‌است.

موجب شده که جنوب دریای سرخ و خلیج فارس به ترتیب بیشترین حجم رطوبت بارش این الگو را تأمین کند. همچنین این الگو، برخلاف دو الگوی قبلی از رطوبت محلی نیز تغذیه می‌شود. در هر سه الگوی مورد بررسی، امگای منفی بر روی منطقه مورد مطالعه شکل گرفته است. پژوهش‌هایی که به بررسی بارش‌های سنگین در ایران پرداخته‌اند، به عوامل جوی مختلفی اشاره کرده‌اند. به طور مثال، شکل‌گیری الگوی پرفشاری دریای سیاه تا جنوب خاوری ایران و کم‌فشار عراق.

Masoudian & Mohammadi, 2010
 اثر سامانه بندالی در ایجاد بارش‌های شدید شمال غرب ایران Azizi et al., 2011 و

Lashkari (2002)

تأثیر الگوی سودانی و ادغامی در رخداد بارش‌های منطقه جنوب و جنوب غرب، از جمله نتایج تحقیقات انجام شده می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی دریافت نکرده است.
تعارض منافع: طبق اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.
برگرفته از پایان نامه/رساله: این مقاله برگرفته از پایان نامه بوده است.

References

- Belyani, Saeed, & Mohammad Saliqe. (2016). Analysis and extraction of atmospheric patterns leading to heavy daily precipitation in the northern Persian Gulf region: Case study of the Helleh and Mond watersheds. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, No. 2, pp. 79–98.
- Hejazi-Zadeh, Zahra, & Ebrahim Fattahi. (2007). Synoptic analysis of winter precipitation patterns in Iran. *Journal of Geography*, 3, 89–107.
- Zabihzadeh Oumaslan, Olia, Ali, Mirbehrouz, Mohammad Saliqe, Mohammad Hossein Naserzadeh, & Mhari
- Azizi, Ghasem; Mohsen Soltani; Ali Hanafi; Abbas Ranjbar; & Ebrahim Mirzaei. (2011). Analysis of the effect of blocking systems on the occurrence of heavy precipitation (Case study: heavy rainfall of 4–7 Aban 2008 in northwest Iran). *Geographical Research*, 103, 117–148.
- Alijani, Bohloul. (2011). Spatial analysis of critical daily temperature and precipitation in Iran. *Applied Research in Geographical Sciences*, 17, 9–30.

- Karsaz, Sakineh, & Seyed Abolfazl Masoudian. (2014). Synoptic analysis of thickness patterns associated with heavy precipitation in the southern Zagros region. *Geography and Development*, 37, 15–27.
- Lashkari, Hassan. (2002). Tracking of Sudanese low-pressure systems in the occurrence of flood-producing precipitation in Iran. *Geographical Research Quarterly*, 136, 77–113.
- Mahmoudabadi, Mehdi; Kamal Omidvar; Gholamali Mozaffari; Ahmad Mazidi; Mehdi Narangi Fard; & Mehran Fatemi. (2016). Synoptic analysis of the effects of blocking phenomena on the April 2013 flood-producing precipitation in southern Iran. *Climate Research*, 7(25), 67–82.
- Masoudian, Seyed Abolfazl, & Bakhtiar Mohammadi. (2010). Synoptic analysis of heavy precipitation in Iran (Case study: November 1994). *Geography and Development*, 19, 37–70.
- Mostafaei, Hassan; Behlol Alijani; & Mohammad Saliqe. (2015). Synoptic analysis of severe and widespread precipitation in Iran. *Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 2(4), 65–76.
- nazari pur, hamid; khosroye, mahmud, masoudian, sid abolfazl, (2011). *algucepehei fazayi hamit tadavam barsh iran, motaleat joghara fiyayi menategh khshk, shmarch3, sos58- 37.*

- Alijani, B., O'Brien, J., Yarnal, B. 2008. Spatial analysis of precipitation intensity and
- Charabi, Y. And Al-Hatrushi, S. 2010. Synoptic aspects of winter rainfall variability in Oman. Atmospheric Research, Vol. 95, Issue 4: 470-486.
- Dibajnia, M., M. Soltanpour, R. Nairn, M. R. Allahyar. 2010. Cyclone Gonu: The most intense concentration in Iran. Theoretical and Applied Climatology, 94: 107-124.
- Federico, S., E. Avolio, L. Pasqualoni, and C. Bellecci. 2008. Atmospheric patterns for heavy rain events in Calabria, Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 8: , 1173-1186.
- Hatzaki, M. H., A. Flocas, C. Oikonomou and C. Giannakopoulos. 2001. Future changes in the relationship of precipitation intensity in Eastern Mediterranean with large scale circulation. Advances in Geosciences, 23. 31-36.
- heavy precipitation of Iran (a case study: southeast of Iran January 2008). Arab J Geosci. 9:591-606.
- Pandora K. Hope. Wasyl Drosdowsky (2006), "Shifts in the Synoptic Systems Influencing Southwest Western Australia, Climate Dynamics, 26, 751-764.
- Romero, R., Sumner, G., Ramis, C., and Genoves, C., 1999, A classification of the atmospheric circulation patterns producing significant daily rainfall in the

- Spanish Mediterranean area, Int. J.
- Seibert, P. Frank and H. Formayer. 2007. Synoptic and regional patterns of heavy precipitation in Austria, Theoretical and Applied Climatology, 87, 139-153.
 - Tayebah, A.Z., Ghasem, A. Ashraf, A. Mahmoud, D. 2016. The role of blocking system in tropical cyclone on record in the Arabian Sea. Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change, Springer, 34: 65-52