Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Synoptic analysis of the most severe flood in Karkheh basin (1st April 2019 Flood)

Dana rahimi[1] | Javad khoshhal dastjerdi [2]✉ | Dariush Rahimi[3]

1. PhD Student of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Esfahan University, Esfahan, Iran. **E-mail:** dana.rahimi@gmail.com
2. Corresponding author, Associate Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Esfahan University, Esfahan, Iran. ✉ **E-mail:** javadkhoshhal@yahoo.com
3. Associate Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Esfahan University, Esfahan, Iran. **E-mail:** d.rahimi@geo.ui.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2021/03/12
Received in revised
2021/05/14
Accepted
2021/05/24
Published
2021/05/25
Published online
2023/10/01

Keywords:
Synoptic Analysis,
Flood,
April 2019,
Karkheh Basin.

ABSTRACT

Among natural disasters, floods have the highest human toll. The economic impacts of floods are greater in developing countries, including Iran, and are particularly severe in the colder months of the year in the West of the country. The purpose of the present study is to analyze the most severe historical synoptic floods that occurred in the Karkheh Basin on April 1, 2019. The research method used is descriptive-analytical with an environmental approach. Analysis of synoptic systems of large floods, such as the floods on April 12, 2019, shows that Western Europe's high-pressure systems, the Black Sea, the East of the Caspian Sea, and the low pressure north of the Red Sea and Eastern Mediterranean, are in harmony with the high-pressure systems of Western Europe. The Mediterranean Low East experiences a temperature drop of about 50 degrees Celsius (the temperature at sea level in the Eastern Mediterranean and Red Sea is about 25 degrees Celsius, while in the middle of the atmosphere it is -25 degrees Celsius). Additionally, there is an increase in humidity from the Arabian Sea, the North Indian Ocean, the Red Sea, the Oman Sea, and the Persian Gulf, along with the loss of mid-width cold air in the area and the establishment of the Polar jet stream. This combination, with a core up to 70 m, and the establishment of the front jet stream and a positive rotation area, indicates the structure of the synoptic systems that cause floods in the area.

Cite this article: Rahimi, Dana., Khoshhal Dastjerdi, Javad., & Rahimi, Dariush. (2024). Synoptic analysis of the most severe flood in Karkheh basin (1st April 2019 Flood). *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 74 (24), 176-193. DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.16

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.16

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Intriouction

Floods and droughts are two concurrent climatic hazards that occur in most parts of the world. However, due to the prevailing arid and semi-arid climate in areas like Iran, which have unstable climatic conditions, they have greater intensity and continuity. Statistical and climatic studies of annual precipitation and daily maximums in Iran indicate large fluctuations, with precipitation concentrated on a limited number of days throughout the year. For instance, in some rain gauge stations in Iran, more than 40% of rainfall has been recorded in a single day event in certain years.

Methods and Material

Karkheh Basin in the west of Iran is one of the important basins of the Persian Gulf and the Oman Sea. It is located between 46 degrees 6 minutes to 49 degrees 10 minutes east longitude and between 30 degrees 58 minutes to 34 degrees 56 minutes north latitude, based on geographical coordinates. The basin spans an area of 51,912.3 km2 and is situated in the middle and southern regions of the Zagros Mountains. The research method is descriptive-analytical and uses high-altitude and ground-level atmospheric data that has been programmed in GRADS software. Synoptic analysis of the heavy flood in Iran in 2019 was performed using sea level pressure data, geopotential height at 300, 500, and 850 hPa, jet stream, wind speed, humidity, and temperature.

Results and Discussion

Analysis of sea level pressure maps shows that on the 10th of April, three pressure cells are present in the study area. There is a High Pressure Center with a pressure of 1028 hPa located over Central Europe and Northern Italy around 15 degrees east and 45 to 50 degrees north. The influence of this High Pressure extends westward to the Caspian Sea and the Black Sea. Additionally, examination of sea level maps on the day of the flood event reveals that a Low Pressure Center with a pressure of 1004 hPa is moving eastward and positioned northwest of the Persian Gulf. Furthermore, two high-pressure cells, one centered over North Africa with a pressure of 1016 hPa and another east of the Caspian Sea with a pressure of 1026 hPa, contribute to the development of instability and the intensification of the flood. Evaluating the 850 level during the study period, it is observed that on the 10th of April, two altitude centers are visible on the map. To the northeast, between latitudes 0 and 15 degrees, there is a high-altitude region with a geopotential of 1575 meters west of the Mediterranean. Additionally, there is a low-lying center with a potential of 1395 meters located in the eastern Mediterranean and north of the Red Sea. On the day of the flood event, the altitude of the 850 level increased by 30 meters, reaching 1410 meters. Analysis of the midrange maps indicates that during the flood, a closed cell with a geopotential of 5500 meters stretches from the eastern Mediterranean to the Red Sea, covering the center of Iraq and Turkey, as well as western Iran and the southwest of the Caspian Sea. This closed cell is associated with

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

positive precipitation and maximum humidity (3 to 3.5 grams), coinciding with the occurrence of heavy rainfall and floods. Examining the jet stream map at the 500 level, which includes humidity, temperature flow, and vorticity, reveals a significant overlap between these phenomena. The analysis of the jet stream maps shows the presence of two velocity cores at approximately 50 to 60 degrees north (polar jet stream) and 30 to 35 degrees north (tropical lateral storms).

Conclusion

Among natural disasters, floods have the highest human toll. The economic impacts of floods are greater in developing countries, including Iran, and are particularly severe in the colder months of the year in the west of the country. The purpose of the present study is to analyze the most severe historical synoptic floods that occurred in the Karkheh Basin on April 1, 2019. The study will use a descriptive-analytical research method and an environmental approach to analyze the circulation. Analysis of synoptic systems during large floods, such as the floods on April 12, 2019, shows that high-pressure systems in Western Europe, the Black Sea, the east of the Caspian Sea, and low-pressure systems north of the Red Sea and the eastern Mediterranean are in harmony with the high-rise systems of Western Europe. Low Mediterranean East experiences a temperature drop of about 50 degrees Celsius, with temperatures at sea level in the eastern Mediterranean and Red Sea at around 25 degrees Celsius and in the middle of the atmosphere at -25 degrees Celsius. Additionally, there is an increase in humidity from the Arabian Sea, North Indian Ocean, Red Sea, Oman Sea, and Persian Gulf, along with the loss of cold air in the mid-width area and the establishment of the Polar jet stream. This results in a core temperature increase of up to 70 m and the establishment of the front jet stream and positive rotation area, all of which contribute to the structure of the synoptic systems causing floods in the area.

Keywords: Synoptic Analysis, Flood, April 2019, Karkheh Basin.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

تحلیل همدید شدیدترین سیلاب حوضه کرخه (سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸)

دانا رحیمی[۱]، جواد خوشحال دستجردی[۲]✉، داریوش رحیمی[۳]

۱. دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
رایانامه: Dana.rahimi@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
رایانامه: javadkhoshhal@yahoo.com

۳. دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
رایانامه: d.rahimi@geo.ui.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۱۲/۲۲

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۰۳/۰۳

تاریخ انتشار:
۱۴۰۰/۰۳/۰۴

تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۲/۸/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تحلیل همدید،
سیلاب،
فروردین ۱۳۹۸،
حوضه کرخه.

چکیده

در بین بلایای طبیعی، سیلاب بیشترین تلفات انسانی را در بر می‌گیرد. آسیب‌های اقتصادی سیلاب در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران بیشتر بوده و رخداد آن خصوصا در ماه‌های سرد سال در غرب کشور بسیار زیاد است. هدف از پژوهش حاضر تحلیل سینوپتیک شدیدترین سیلاب تاریخی رخ داده شده (۱۲ فروردین ۱۳۹۸) در حوضه کرخه می‌باشد. روش تحقیق توصیفی - تحلیلی و رویکرد آن محیطی به گردشی است. تحلیل سامانه‌های همدید سیلاب‌های بزرگ مانند سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸ نشان می‌دهد که وجود سامانه‌های پرفشار غرب اروپا، دریا سیاه، شرق خزر و کم فشار شمال دریای سرخ، شرق مدیترانه هماهنگ با سامانه‌های پرارتفاع غرب اروپا، کم‌ارتفاع شرق مدیترانه همراه با افت دما حدود ۵۰ درجه سلسیوس (دما در سطح دریا در شرق مدیترانه و دریای سرخ حدود ۲۵ درجه و در تراز میانی جو ۲۵- درجه سلسیوس) همچنین فرا رفت رطوبت از مناطق دریای عرب، شمال اقیانوس هند، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس و همراه با ریزش هوای سرد عرض‌های میانی بر روی منطقه و استقرار رودباد قطبی (هسته ای آن تا ۷۰ متر) و استقرار بخش جلوی رودباد و منطقه چرخندگی مثبت بر روی منطقه ساختار سامانه‌های همدید موجد سیلاب منطقه را نشان می‌دهد.

استناد: رحیمی، دانا؛ نام خوشحال دستجردی، جواد؛ و رحیمی، داریوش (۱۴۰۳). تحلیل همدید شدیدترین سیلاب حوضه کرخه (سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی* ، ۷۴ (۲۴)، ۱۹۳-۱۷۶. http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.16

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

مقدمه

سیلاب و خشکسالی دو مخاطره اقلیمی همزاد هستند که در بیشتر مناطق جهان رخ می‌دهند اما به دلیل حاکمیت شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک در مناطقی مانند ایران که دارای شرایط اقلیمی ناپایدار با رخداد پدیده‌های فرینی است از شدت و تداوم بیشتری برخوردار می‌باشند. بررسی‌های آماری و اقلیمی بارش‌های سالانه و حداکثرهای روزانه ایران بیانگر نوسان‌های زیاد همراه با تمرکز بارش‌ها در روزهای محدودی از سال است. به عنوان مثال در برخی از ایستگاه‌های باران سنجی ایران در برخی از سال‌ها بیش از ۴۰ درصد بارش در یک رخداد روزانه به ثبت رسیده است. این تمرکز بارش‌ها موجب جریان یافتن سیلاب‌های بزرگ با دبی‌های لحظه‌ی صدها برابر دبی متوسط رودخانه ها می‌شود (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۹)، (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲۶)، (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۳۸) و (موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۸۹: ۱۰۳۶). بررسی‌ها نشان می_دهد این چنین رخ دادهای بعد ازخشکسالی‌های شدید اتفاق می‌افتند و منجر به خسارات هنگفتی می‌شوند. بدین ترتیب رفتار شناسی این سیلاب‌ها مبتنی بر مدیریت ریسک و پیش آگاهی می‌تواند نقش موثری در کاهش خسارات و حتی بهره برداری مفید از این حجم آب ناگهانی شود (جیانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۸)، (لی[2] و همکاران، ۲۰۱۶)، (کامسکو و سیلک[3]، ۲۰۱۳: ۷۸۱). غرب و جنوب غرب ایران به دلیل شرایط توپوگرافی، هیدرومورفیک و بارش‌های نسبتا بالای را داراست که در بسیاری از مناطق بیش از دو برابر میانگین کشور است. این منطقه که حوضه زهکشی رودخانه کرخه، دز و کارون است بیشترین پتانسیل آبی کشور را دارد. نظام بارشی این منطقه متراکم در ماه‌های آبان تا اردیبهشت است که از غرب به شرق بر میزان بارش‌های جامد آن افزوده می‌شود (حوضه کارون دارای سطح پوشیده از برف بیشتری نسبت به کرخه است). این رژیم بارشی موجب تفاوت در رژیم آبدهی حوضه کارون بزرگ نسبت به کرخه می شود. به گونه‌ای که حوضه کارون دارای آبنمودهای برفی- بارانی و سیلاب‌های با تداوم بیشتر ولی حوضه کرخه دارای آبنمودهای بارانی (تک قله ای) بوده که از نظر آبنمود بشدت تحت تاثیر هایترگراف آن است (بین بارش و سیلاب همزمانی وجود دارد). از این لحاظ سیلاب‌های کرخه سرکش‌تر و با ویرانی بیشتری همراه هستند. بدین ترتیب تحلیل همدید بارش‌های فوق سنگین منطقه کمک بسیاری در مدیریت سیلاب‌های بزرگ می‌نماید. تحلیل همدید بارش های سنگین با رویکرد مدیریت سیلاب نشان می‌دهد که این بارش‌ها نقش موثری در رخداد و پیش آگاهی و مدیریت مخاطرات سیلاب و بارش‌های سنگین دارند. تحلیل همدید بارش‌های موجد سیلاب می‌تواند کمک شایانی به حوزه‌های علمی هواشناسی، هیدرولوژی، سیلاب و آبخیزداری و مدیریت سرزمین نماید. تواردوز[4] (۲۰۱۰)، ماستر آنجلو[5] و همکاران (۲۰۱۱)، فراگوسو[6] و همکاران (۲۰۱۲)، لومازی[7] و همکاران (۲۰۱۴)، کولینز[8] و همکاران (۲۰۱۴)، نادال[9] و همکاران (۲۰۱۴)، وانگ[10] و همکاران (۲۰۱۶)، فرل و همکاران (۲۰۱۸)، حجازی زاده و رورده (۱۳۸۲)، خوشحال دستجردی و همکاران (۱۳۸۸)، قویدل رحیمی (۱۳۹۰)، پرک و همکاران (۱۳۹۷)، خسروی و همکاران (۱۳۹۸)، لشکری (۱۳۷۵)، نجار سلیقه (۱۳۸۰)، مفیدی و زرین (۱۳۸۴)، محمدی و همکاران (۱۳۸۶)، خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۳)، احمدی و جعفری (۱۳۹۵)، امیدوار و همکاران (۱۳۹۷)، مصطفی زاده و همکاران (۱۳۹۷). این پژوهش‌ها رویکردهای شناسایی الگوهای موجد سیلاب، تغییرات زمانی و مکانی الگوها، منابع رطوبتی و تغییرات سامانه‌های همدید (فشار، سرعت وزش باد، دما، رطوبت و غیره) را در مناطق مختلف جهان بررسی نموده و مشخص کرده‌اند که تحلیل همدید سیلاب‌های تاریخی نقش موثری در مدیریت بحران دارند. حوضه کرخه با وسعت ۵۱۹۱۲/۳ کیلومتر مربع به دلیل شرایط توپوگرافی (اختلاف ارتفاع: ۳۶۲۵ متر، طول آبراهه اصلی ۶۵۰ کیلومتر) دارای توانمندی بالایی در سیل خیزی و

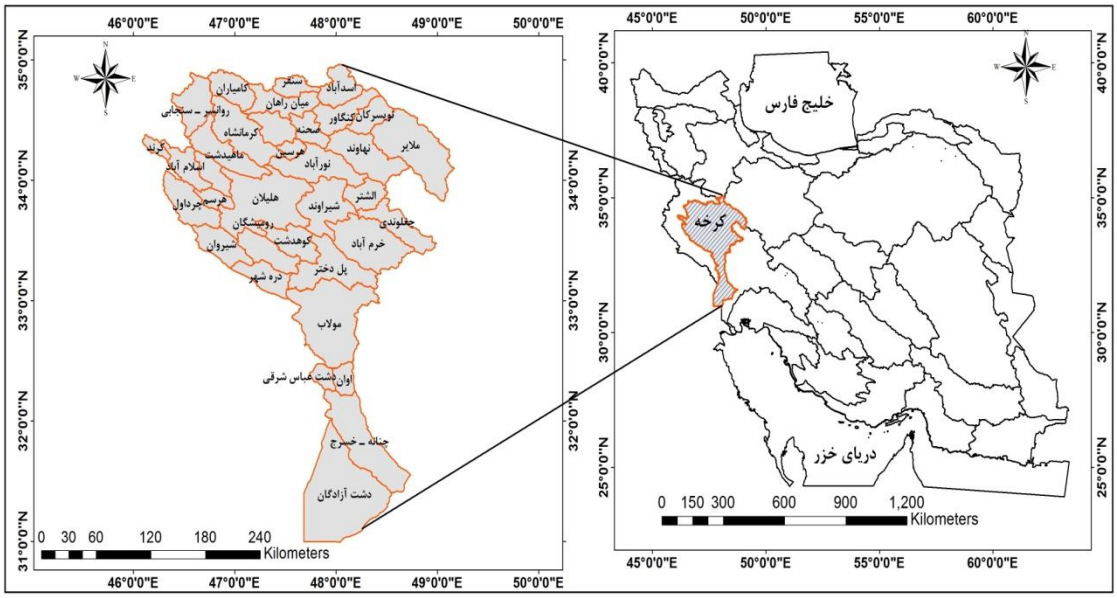
1. Jiang
2. Li
3. Kömüşcü & Çelik,
4. Twardosz
5. Mastrangelo
6. Fragoso
7. Lomazzi
8. Collins
9. Nadal
10. Wang

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

همچنین به دلیل قرار گیری این قلمرو جغرافیایی در غرب و جنوب غرب ایران و تاثیر پذیری این منطقه از الگوهای گردش بزرگ مقیاس برون حاره در طول سال در کنار ویژگی‌های خاص محلی است که باعث رخداد بارش‌های شدید در منطقه شده و منجر به سیلاب‌های مخرب و وارد آمدن خسارات مالی و جانی فراوان شده است. از جمله می‌توان به سیلاب‌های بهمن ۱۳۴۷، بهمن ۱۳۵۸، آذر ۱۳۷۰، دی ۱۳۷۱، اسفند ۱۳۷۱، آذر ۱۳۷۳، اسفند ۱۳۷۶، فروردین ۱۳۷۷، اسفند ۱۳۸۳، بهمن ۱۳۸۴، بهمن ۱۳۹۷، اسفند ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ اشاره نمود. در این مقاله سیلاب فروردین ۱۳۹۸ به عنوان شدیدترین سیلاب مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش شناسی

در این پژوهش از دو دسته داده برای تحلیل مخاطره سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در حوضه کرخه استفاده شده که عبارتند از داده‌های ۲۶ ایستگاه زمینی و داده‌های سطوح فوقانی جو. داده‌های ایستگاهی مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های بارش روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک در حوضه کرخه است که از وب سایت سازمان هواشناسی به آدرس www.irimo.ir اخذ شده‌اند. داده‌های سطوح فوقانی جو شامل فشار سطح دریا،ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۳۰۰، ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی، رودباد، سرعت و جهت وزش باد، رطوبت و دما می‌باشند. حوضه آبریز کرخه در غرب کشور یکی از حوضه‌های مهم خلیج فارس و دریای عمان است که از نظر مختصات جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۶ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و بین ۳۰ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی با مساحت ۵۱۹۱۲/۳ کیلومتر مربع در مناطق میانی و جنوبی کوه‌های زاگرس قرار دارد شکل (۱).



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز کرخه در کشور

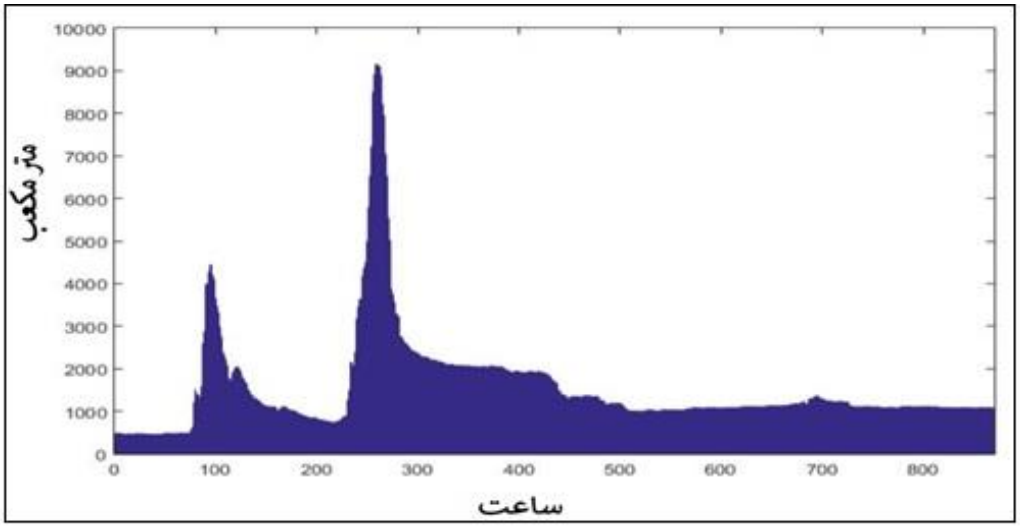
روش تحقیق توصیفی - تحلیلی و استفاده از داده‌های جو بالا و سطح زمین است که با برنامه نویسی در نرم افزار گردس انجام شده است. تحلیل سینوپتیک سیلاب سنگین ۱۳۹۸ ایران با استفاده از داده‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۳۰۰، ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی، رودباد، سرعت و جهت وزش باد، رطوبت و دما انجام شد. این داده‌ها با شبکه بندی ۲/۵ * ۲/۵ درجه قوسی از پایگاه داده NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده در ترازهای مختلف به صورت شش ساعته از وب سایت www.cdc.noaa.gov اخذ گردیدند. سپس با استفاده از نرم افزار GRADS و اسکریپت نویسی در محیط این نرم افزار، تبدیل به داده‌های متنی و نقشه شدند. بازه فضایی در نظر گرفته شده برای ترسیم

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

نقشه‌ها محدوده بین ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و صفر تا ۷۰ درجه طول شرقی است که در محدوده مذکور تقریبا تمامی الگوهای جوی موثر بر ایران قابل رصد هستند.

نتایج و بحث

سیلاب ۱۲ ام فروردین ۱۳۹۸ یکی از مهیب‌ترین سیلاب‌های اخیر ایران است. این سیلاب در نتیجه بارش‌های مداوم از ۴ ام فرودین آغاز گردید و به مدت ۸ روز تا ۱۲ ام فروردن ماه ادامه داشت. در اثر این بارش سیلاب‌های مهیب در مناطق مختلف و آبگرفتگی اراضی در مناطق پست و جلگه‌ای مانند استان گلستان و خوزستان اتفاق افتاد که آثار سیلاب و آبگرفتگی اراضی تا ۱۰ اردیبهشت ماه ادامه داشته است. بیشتر خسارات در استان‌های خوزستان، گلستان، لرستان و فارس رخ داده و منجر به آبگرفتگی گسترده اراضی کشاورزی در حد ۵۰۰ هزار هکتار، تخریب و آبگرفتگی مساکن، تخریب سازه‌های آبی، ارتباطی ... و کشته شدن حدود ۱۰۰ نفر گردید. از نظر اقتصادی براساس برآوردهای اولیه خسارتی ۳۰ تا ۳۵ هزار میلیارد تومان وارد نموده است (وزارت کشور، ۱۳۹۸). بررسی‌های هیدرولوژی نشان داد که میزان دبی ورودی رودخانه کرخه به طور میانگین در طول دوره آماری ۹۵ - ۱۳۳۲ در ایستگاه پای پل حدود ۱۸۲ مترمکعب برثانیه می‌باشد. همچنین حداکثر متوسط آبدهی روزانه آن حدود ۲۳۰۰ متر مکعب در ثانیه و دبی لحظه ای آن تا ۸۵۰۰ متر مکعب ثبت شده است؛ اما فروردین ۱۳۹۸ میزان دبی لحظه‌ای در ساعت ۳ بعد از ظهر روز ۱۲ فروردین رقم ۹۱۶۱ متر مکعب بر ثانیه را با بار رسوب بسیار زیاد به ثبت رسانده است (شکل ۲). هیدروگراف ساعتی سیلاب نشان می‌دهد که این سیلاب دارای دو قله ۴۹۷۵ متر در ۵ ام فروردین و ۹۱۶۱ متر مکعبی در ساعت ۱۵ روز ۱۲ ام فروردین ماه است.



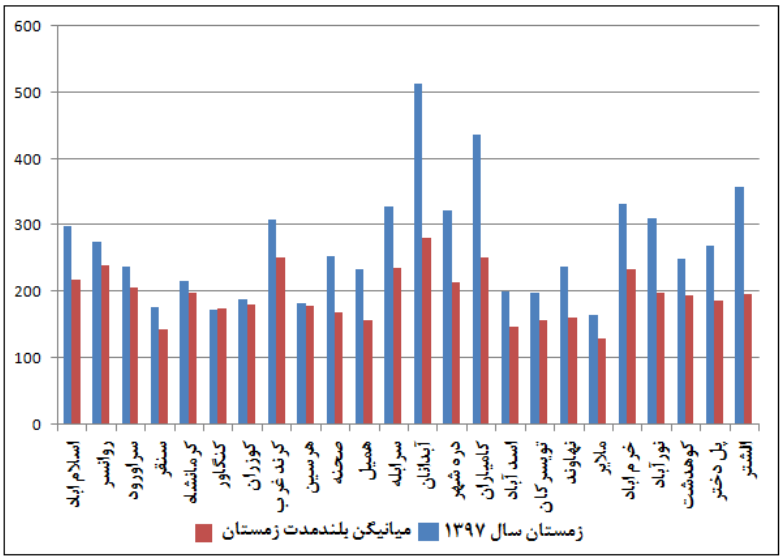
شکل (۲). هیدورگراف ساعتی سیلاب فروردین ۱۳۹۸ رودخانه کرخه

بارش پیشینه (رطوبت پیشین خاک)

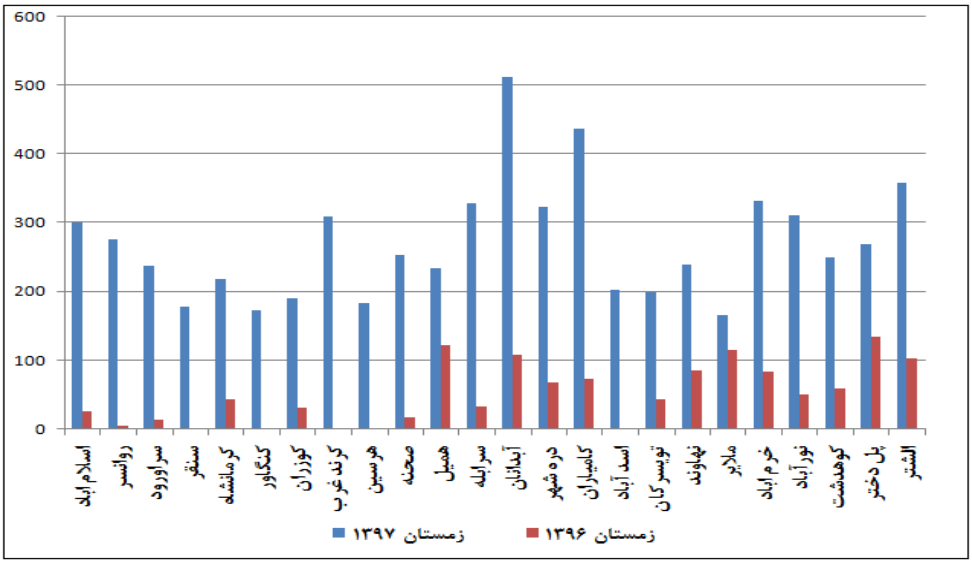
رطوبت پیشین خاک که حاصل بارش‌های ماقبل سیلاب می‌باشد نقش بسیار موثری در تعیین آستانه رواناب و حجم آبدهی و سیلاب رودخانه‌ها دارد. این متغیر که در چرخه آب تحت عنوان رطوبت خاک نیز مورد مطالعه قرار می‌گیرد بیانگر میزان نفوذ به عنوان فاکتور موثری در چرخه آب است. در این زمینه بارش‌های قبلی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. با توجه به حجم بارش‌ها و بزرگی سیلاب فروردین ۱۳۹۸ بارش‌های قبلی حوضه طی ماه‌های دی تا اسفندماه مورد بررسی قرار گرفته است. این بارش‌ها که در شکل ۳ نشان داده شده‌اند نسبت به میانگین بلندمدت تغییرات قابل توجه و افزایشی داشته‌اند. محاسبات آماری بارش ایستگاه‌های موجود در حوضه کرخه نشان می‌دهد که متوسط بلندمدت بارش زمستانه حوضه برابر با ۱۹۶ میلیمتر است در حالی که بارش زمستان ۱۳۹۷ ایستگاه های حوضه برابر با ۲۷۰ میلیمتر است. به عبارتی بارش‌های زمستان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

۱۳۹۷ (ماه‌های قبل از سیلاب مورد مطالعه) ۷۳/۵ درصد نسبت به میانگین افزایش یافته است. این بارش‌ها نقش زیادی در تامین رطوبت خاک، کاهش نفوذ و افزایش رواناب‌های حاصله از بارش‌های فروردین ۱۳۹۸ داشته‌اند. علاوه بر آن تغییرات بارش زمستان ۱۳۹۷ نسبت به سال زمستان ۱۳۹۶ نیز با متوسط بارش زمستانه ۴۹ میلیمتر (حدود ۲۵ درصد میانگین بلندمدت بارش زمستانه حوضه) بیانگر رخداد خشکسالی شدید در حوضه طی سال قبل از رخداد سیلاب دارد به نحوی که بیش از ۸۰ درصد ایستگاه های حوضه دارای بارش کمتر از میانگین بلندمدت و ۱۰۰ درصد ایستگاه دارای کاهش شدید بارش نسبت به زمستان ۱۳۹۷ بوده‌اند شکل (۴).



شکل (۳). نمودار مقایسه بارش زمستان ۱۳۹۷ با میانگین بلند مدت حوضه کرخه



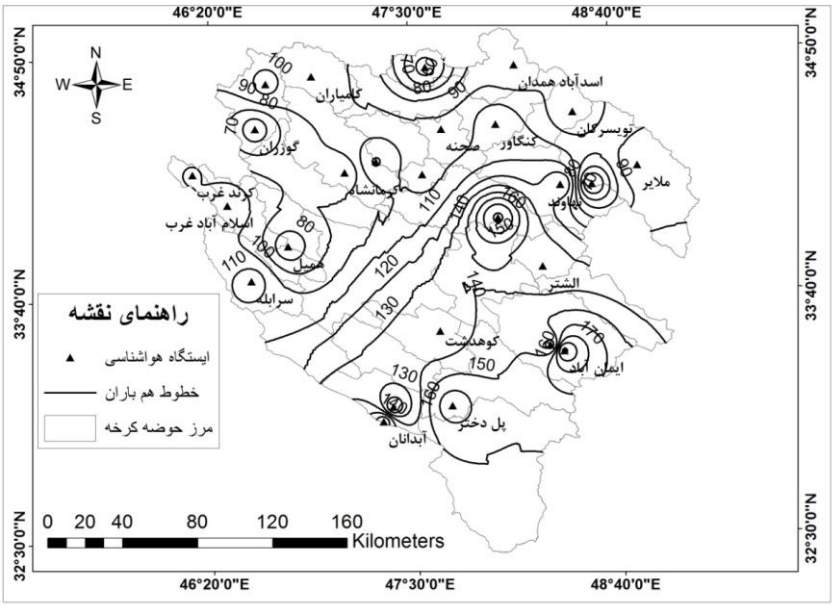
شکل (۴). نمودار مقایسه بارش زمستان ۱۳۹۷ با زمستان ۱۳۹۶ حوضه کرخه

علاوه برآن تحلیل ایستگاهی بارش‌های زمستانه حوضه نشان می‌دهد که تغییرات بارش در سطح حوضه به صورت یکسان نبوده است بلکه بخش‌های جنوبی تغییرات مثبت بارشی بین ۴۰ تا ۸۰ درصد نسبت به میانگین (آبدانان، الشتر، کامیاران و...) بخش‌های میانی حوضه در نواحی شمالی استان لرستان و همدان بین ۲۰ تا ۴۰ درصد تغییرات و بخش‌های شمالی حوضه در مناطق جنوبی استان کردستان و شمال کرمانشاه بین ۴ تا ۲۰ درصد تغییرات افزایشی داشته‌اند.

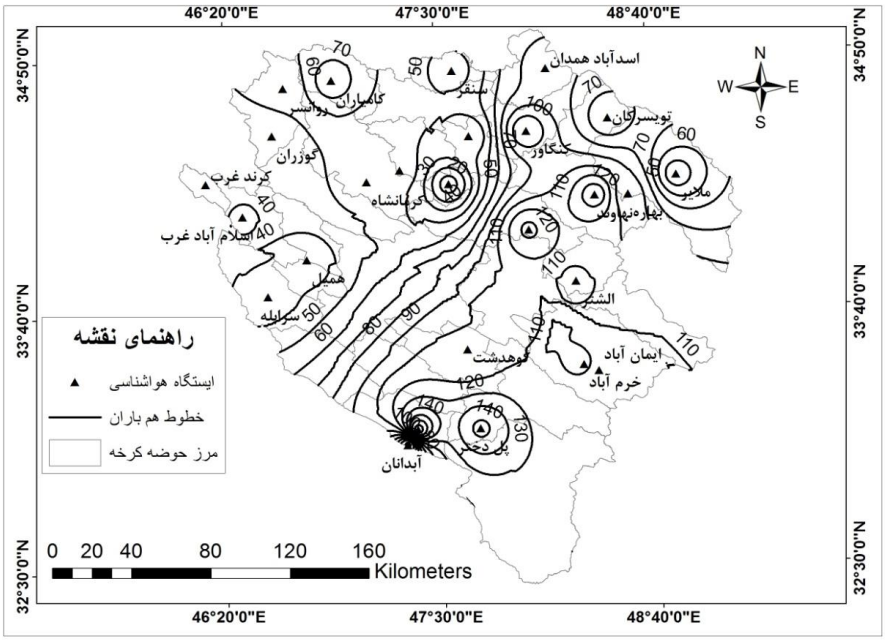
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

بارش فروردین ۱۳۹۸

بررسی آمار ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه نشان می‌دهد که بارش‌ها از ۴ ام فروردین شروع و تا پایان روز ۱۲ ام فروردن ماه ۱۳۹۸ ادامه داشته‌اند. تحلیل آماری حاکی از توقف بارش‌ها در ۱۰ ام فروردین و شروع مجدد آنها از ۱۱ ام فروردین ماه است. طی این دوره مجموع بارش‌ها از ۴۳ میلیمتر در ایستگاه سنقر در استان کرمانشاه در بخش‌های شمالی حوضه تا ۱۸۶ میلیمتر در ایستگاه ایمان آباد در بخش‌های جنوبی حوضه ریزش داشته‌اند شکل (۵). موج دوم بارش‌ها از ۱۱ ام فروردین ماه در منطقه شروع گردید و تا ۱۲ ام فروردین ماه تداوم داشته است. در این دوره زمانی بارش روز ۱۲ ام از ۱۶۶ میلیمتر در ایستگاه دره شهر در مناطق میانی حوضه تا ۱۵ میلیمتر در ایستگاه هرسین (بخش های شمالی حوضه) به ثبت رسیده است شکل (۶).



شکل (۵). خطوط همباران روز ۴ ام تا ۱۱ ام فروردین ۱۳۹۸ در حوضه کرخه



شکل (۶). خطوط همباران روز ۱۲ ام فروردین ۱۳۹۸ در حوضه کرخه

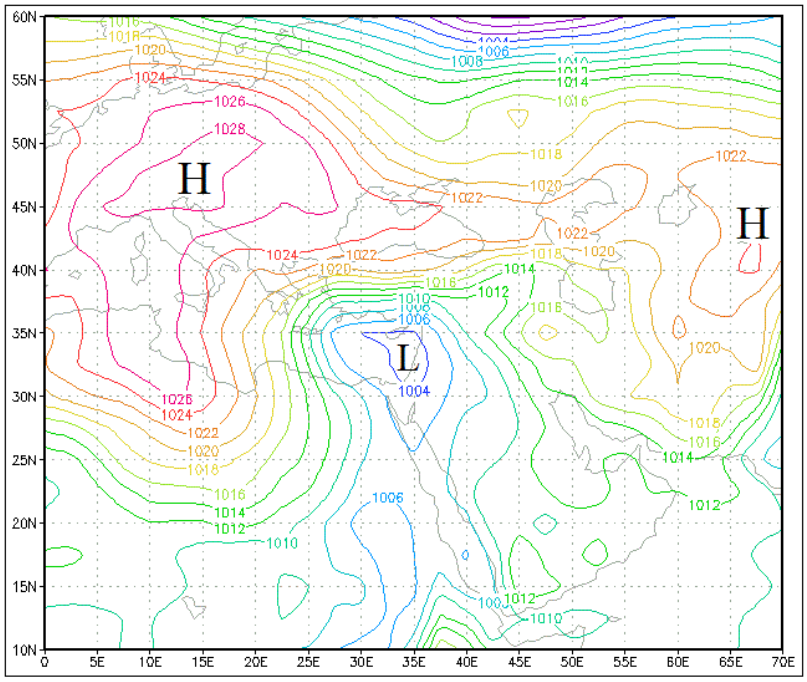
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

تحلیل همدید بارش فروردین ۱۳۹۸

به منظور بررسی شرایط همدید رخداد سیلاب فروردین ۱۳۹۸ متغیرهای فشار، ارتفاع ژئوپتانسیل، رطوبت ویژه، دما، سرعت وزش باد، امگا، تاوایی در تراز ۳۰۰، ۵۰۰، ۸۵۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در دوره زمانی ۱۰ ام تا ۱۴ ام فروردین ماه (۳۰ ام مارس تا ۳ ام آوریل سال ۲۰۱۹) در محدوده جغرافیایی ۰ تا ۷۰ درجه شرقی و ۱۰ تا ۶۰ درجه شمالی در سطح حوضه کرخه مورد مطالعه قرار گرفت.

تحلیل فشار تراز سطح دریا

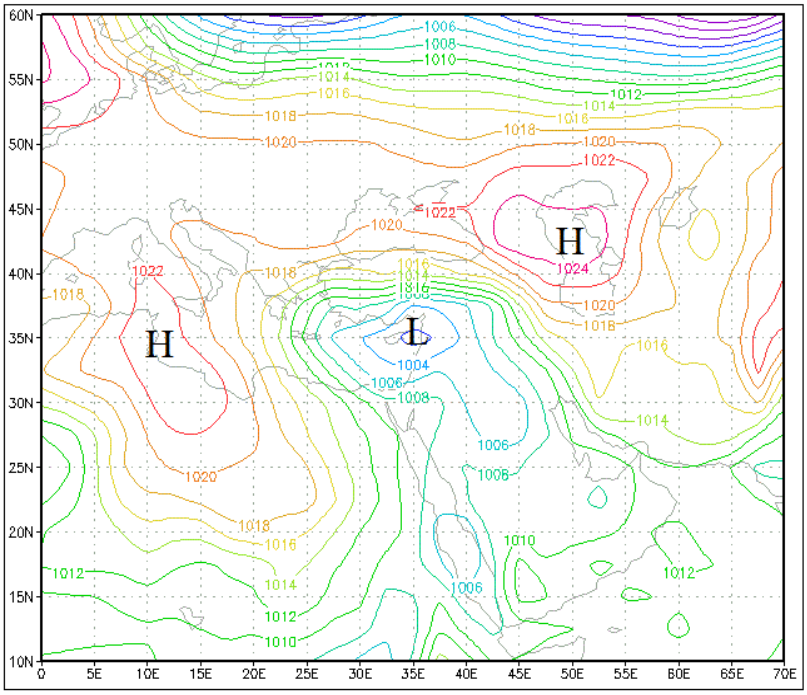
تحلیل نقشه‌های همفشار سطح دریا نشان می‌دهد که در روز ۱۰ ام فروردین ماه (۳۰ مارس ۲۰۱۹) سه سلول بسته همفشار در محدوده مورد مطالعه قراردارند. مرکز پرفشار با خطوط همفشار ۱۰۲۸ میلیبار بر روی اروپای مرکزی و شمال ایتالیا در محدود ۱۵ درجه شرقی و ۴۵ تا ۵۰ درجه شمالی بسته است. زبانه‌های این پرفشار تا غرب دریای خزر و بر روی دریا سیاه کشیده شده‌اند. علاوه برآن مرکز پرفشار دیگری با خطوط همفشار ۱۰۲۴ میلی بار در شرق دریای خزر و جنوب شرقی بایکال (سیبری) قرار دارد که زبانه‌های با خطوط همفشار ۱۰۱۲ تا ۱۰۱۶ میلی بار در محدود منطقه مطالعاتی کشیده شده است. علاوه بر مراکز پرفشار یاد شده یک کم فشار با خطوط همفشار ۱۰۰۴ میلیباری در شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ (۳۵ درجه شرقی و ۳۵ درجه شمالی) قرار دارد شکل (۷).



شکل (۷). میانگین فشار تراز دریا ۳۰ مارس ۲۰۱۹

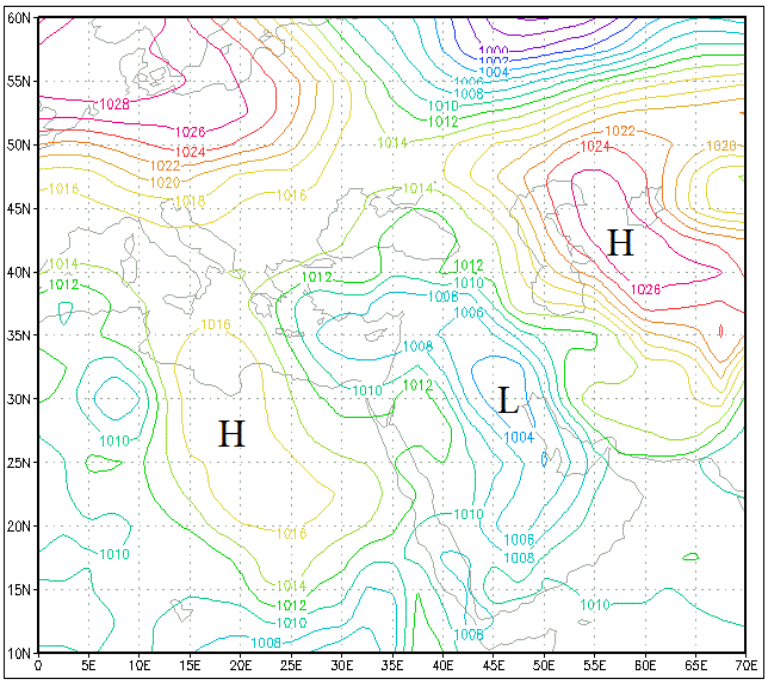
تحلیل نقشه ای روز ۱۱ ام (۳۱ مارس ۲۰۱۹) فروردین ماه نشان می‌دهد که پرفشار اروپای مرکزی ضمن کاهش فشار (حدود ۴ میلیباری) و تضعیف مرکز پرفشار به دو مرکز تقسیم گردیده است. مرکز اول آن با همفشار ۱۰۲۴ میلیبار در شمال آفریقا و جنوب ایتالیا و مرکز دوم آن با خطوط همفشار ۱۰۲۴ میلیبار بر روی نیمه شمالی دریای خزر و دریای سیاه امتداد یافته است. همچنین در این روز مرکز پرفشار سیبری تضعیف گردیده و هسته مرکزی آن به سمت شرق جابجا شده و از منطقه خارج گردیده است. در همین روز کم‌فشار شرق مدیترانه با مرکز فشار ۱۰۰۲ میلیبار به میزان کمی به سمت شرق حرکت نموده و تا مرزهای غربی ایران پیشروی داشته است شکل (۸).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



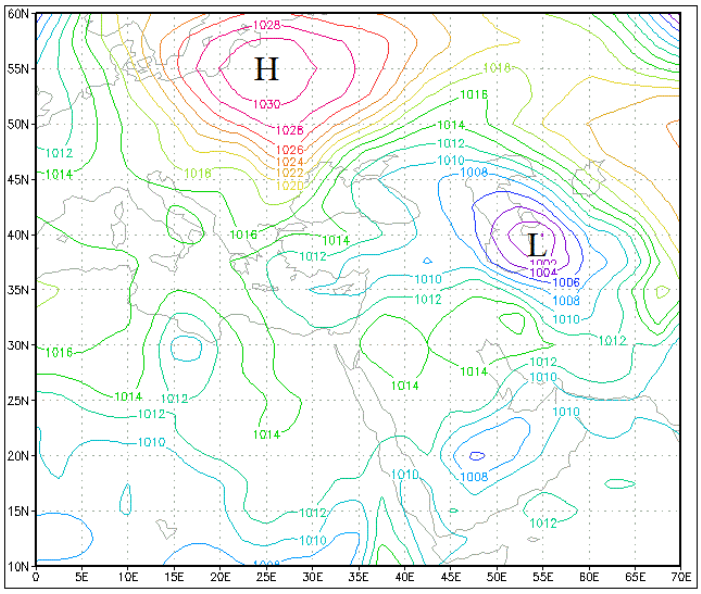
شکل (۸). میانگین فشار تراز دریا ۳۱ مارس ۲۰۱۹

بررسی نقشه‌های تراز دریا در روز رخداد سیلاب نشان می‌دهد که مرکز کمفشار ۱۰۰۴ میلیبار به سمت شرق حرکت نموده و در شمال غرب خلیج فارس مستقر گردیده است. علاوه برآن دو سلول پرفشار در غرب آن شمال آفریقا با مرکز ۱۰۱۶ و در شرق دریای خزر با مرکز فشار ۱۰۲۶ میلیبار شرایط تشکیل پشته و ناوه را به عنوان فاکتورهای موثر در تشدید ناپایداری‌ها فراهم نموده است شکل (۹). این ساختار فشار سطح دریا در پایان بارش‌ها تحلیل رفته است شکل (۱۰).



شکل (۹). میانگین فشار تراز دریا ۱ آوریل ۲۰۱۹

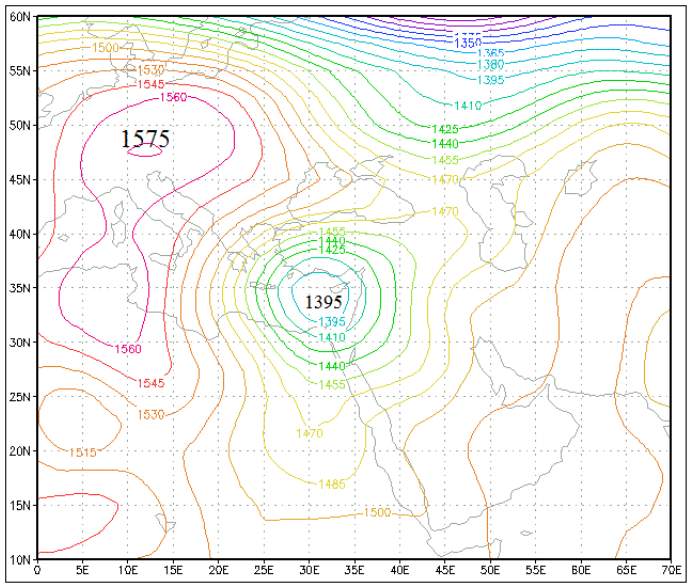
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



شکل (۱۰). میانگین فشار تراز دریا ۲ آوریل ۲۰۱۹

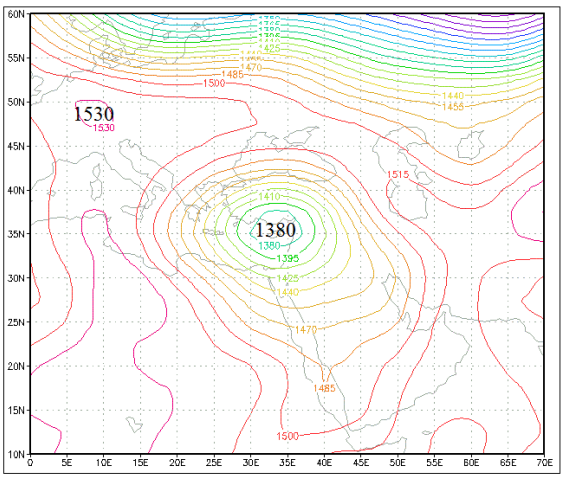
تحلیل نقشه تراز ۸۵۰

بررسی پربندی تراز ۸۵۰ در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که در روز ۱۰ ام فروردین (۳۰ ام مارس) دو مرکز ارتفاع بر روی نقشه قابل مشاهده است. در محدوده طول جغرافیایی صفر تا ۱۵ درجه شرقی و ۳۰ تا ۵۰ درجه عرض شمالی یک پرارتفاع با پربند ۱۵۷۵ ژئوپتانسیل متر بر روی غرب مدیترانه استقرار دارد. علاوه برآن یک مرکز کم ارتفاع با پربند ۱۳۹۵ ژئوپتانسیل متر در شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ قراردارند. در این روز پربندهای ۱۴۸۵ تا ۱۵۰۰ از محدوده حوضه کرخه می‌گذرد شکل (۱۱). ساختار پربندی تراز ۸۵۰ در روز ۱۱ ام فروردین نسبت به روز قبل تغییر کرده است. به نحوی که پربند ۱۵۳۰ به عنوان پرارتفاع به غرب مدیترانه محدود می‌شود اما کم ارتفاع شرق مدیترانه با پربند ۱۳۸۰ تقویت شده و تا مرزهای غربی ایران را شامل می‌شود شکل (۱۲). در روز رخداد سیلاب ارتفاع پربند تراز ۸۵۰ افزایش ۳۰ ژئوپتانسیل متری داشته و به ۱۴۱۰ ژئوپتانسیل متر رسیده است. در این روز پربندهای ۱۴۸۵ و ۱۴۷۰ از منطقه عبور کرده است اشکال (۱۳ و ۱۴).

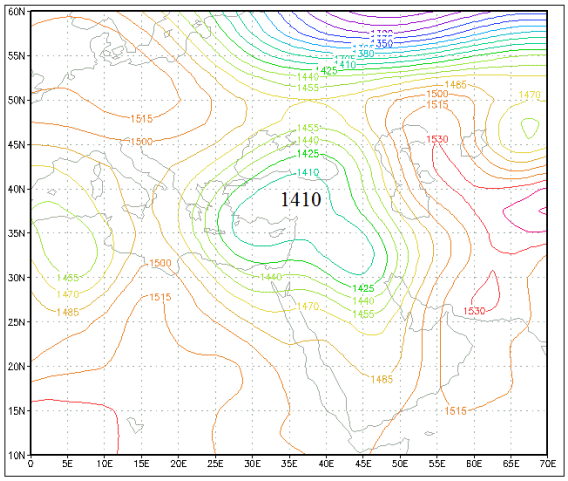


شکل (۱۱). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ در ۳۰ مارس ۲۰۱۹

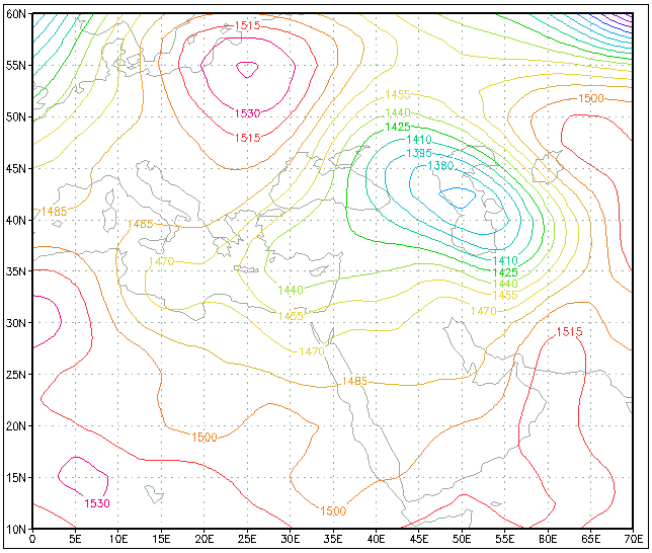
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



شکل (۱۲). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ در ۳۱ مارس ۲۰۱۹



شکل (۱۳). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹

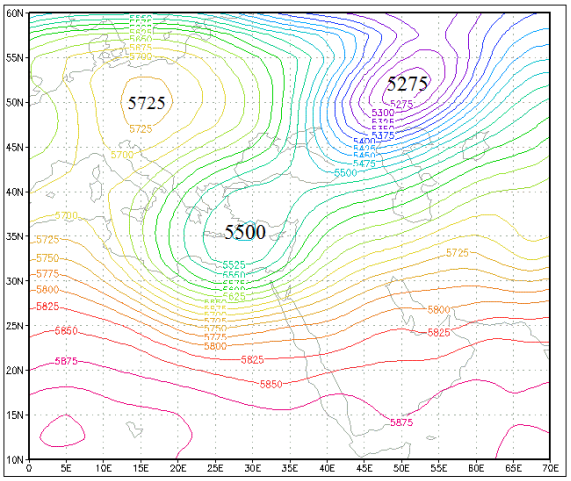


شکل (۱۴). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ در ۲ آوریل ۲۰۱۹

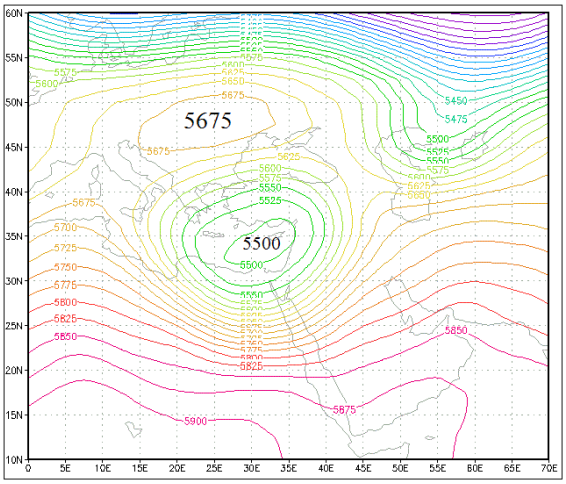
تحلیل نقشه های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

بررسی نقشه‌های تراز میانی نشان می‌دهد که در روز ۱۰ ام فروردین (۳۰ ام مارس) ناوه قطبی با پربند ۵۲۷۵ ژئوپتانسیل متر و دمای ۳۰- سلسیوس در محدوده طول جغرافیایی ۴۵ تا ۵۰ درجه شرقی و عرض ۵۰ درجه شمالی تا محدود طول جغرافیایی ۲۵ تا ۳۰ درجه شرقی و عرض ۳۵ درجه شمالی و دمای ۲۵- درجه سلسیوس به صورت اریب کشیده شده است شکل (۱۵). وضعیت پربندی تراز در روز ۱۱ ام فروردین (۳۱ ام مارس) به صورت یک سلول بسته با پربند ۵۵۰۰ ژئوپتانسیل متر به صورت یک بسته هوای سرد با دمای ۲۴-درجه سلسیوس در عرض ۳۵ درجه شمالی حدود ۵ درجه به سمت شرق حرکت کرده و خطوط هم ارتفاع آن تا شمال دریای عرب امتداد یافته و محدوده حوضه کرخه و بخش‌های غربی ایران در دامنه صعود کننده موج آن (تاوایی مثبت) قرار دارد شکل (۱۶). در روز رخداد سیلاب سلول بسته با پربند ۵۵۰۰ ژئوپتانسیل متر بر محدود شرق مدیترانه تا دریای سرخ، مرکز عراق و ترکیه را در برگرفته و محدود غرب ایران تا جنوب غربی دریای خزرا به طور کامل با تاوایی مثبت شکل (۱۷) و حداکثر رطوبت (۳ تا ۳/۵ گرم) شکل (۱۸) پوشش داده است. این ساختار با رخداد حداکثر بارش‌ها و سیلاب ها همزمان است.

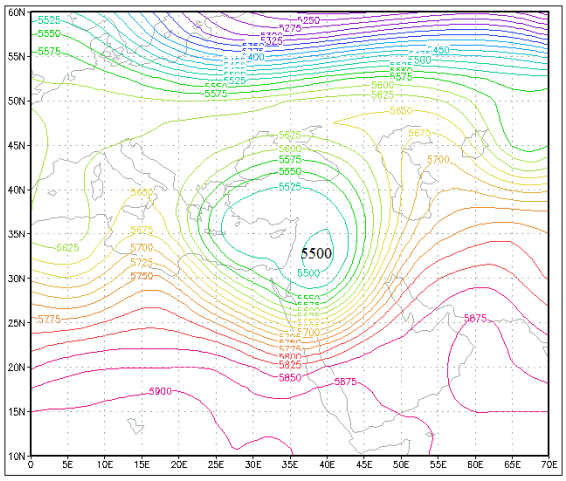
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



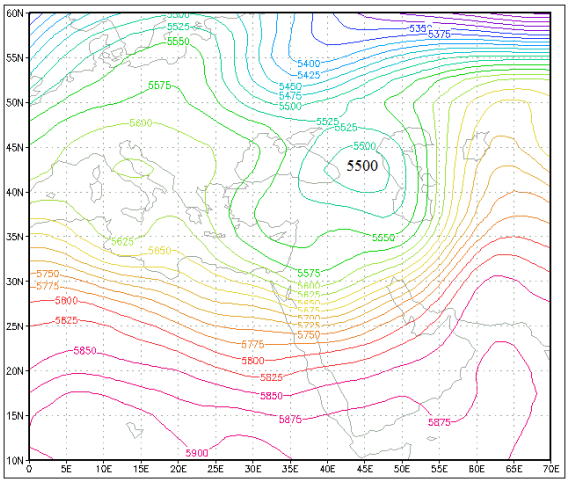
شکل (۱۵). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ در ۳۰ مارس ۲۰۱۹



شکل (۱۶). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ در ۳۱ مارس ۲۰۱۹



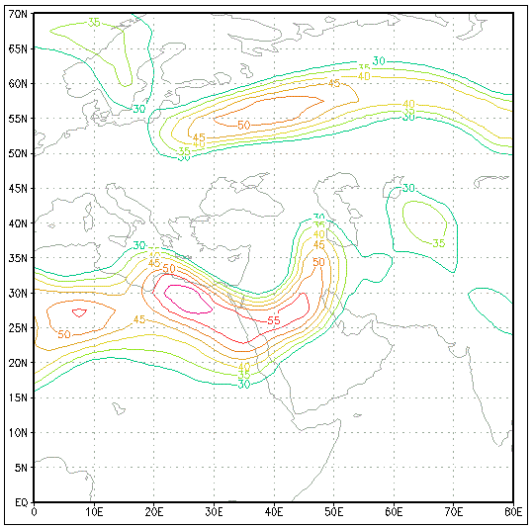
شکل (۱۷). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹



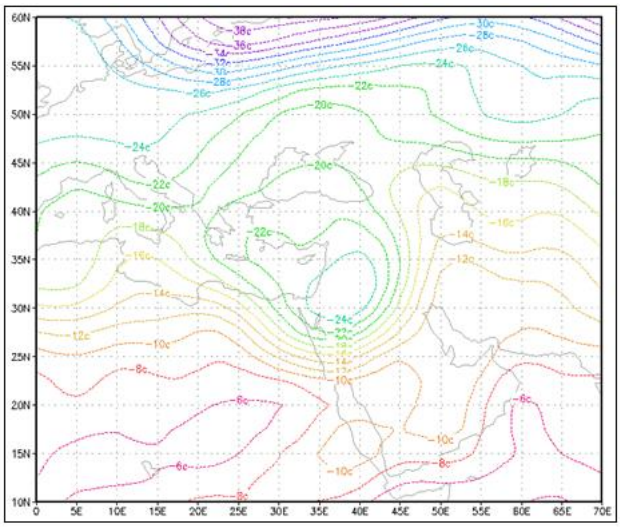
شکل (۱۸). ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ در ۲ آوریل ۲۰۱۹

انطباق نقشه‌های ترسیمی رودبادها با پربندهای تراز ۵۰۰ میلیباری و شارهای رطوبتی و دمایی و همچنین تاوایی نشان می‌دهد که روی‌هم رفتگی مناسبی بین این پدیده‌ها رخداده است به نحوی که تحلیل نقشه‌های رودبادها حاکی از وجود دو هسته سرعت در محدوده عرض ۵۰ تا ۶۰ درجه شمالی (رودباد قطبی) و ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی (رودباد جنب حاره) است شکل (۱۹) که در روز حداکثر رخداد بارش‌ها و سیلاب (۱۲ هم فروردین ماه) با حداکثر تاوایی در محدوده پهنه‌های آبی مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ تا شمال غرب خلیج فارس و استقرار در منطقه چرخندگی مثبت، جلوی موج بادهای غربی و در نیمه چپ خروجی هسته رودباد و درقسمت شرقی سلول هوای سرد که با شیو زیاد در مرزهای غربی ایران و حوضه کرخه استقرار یافته است منطبق می‌باشد (نقشه رودباد تراز ۳۰۰، دمای تراز ۵۰۰ و شارهای رطوبتی و تاوایی روز ۱۲ ام فروردین (۱ آوریل ۲۰۱۹). اشکال (۲۰ تا ۲۲).

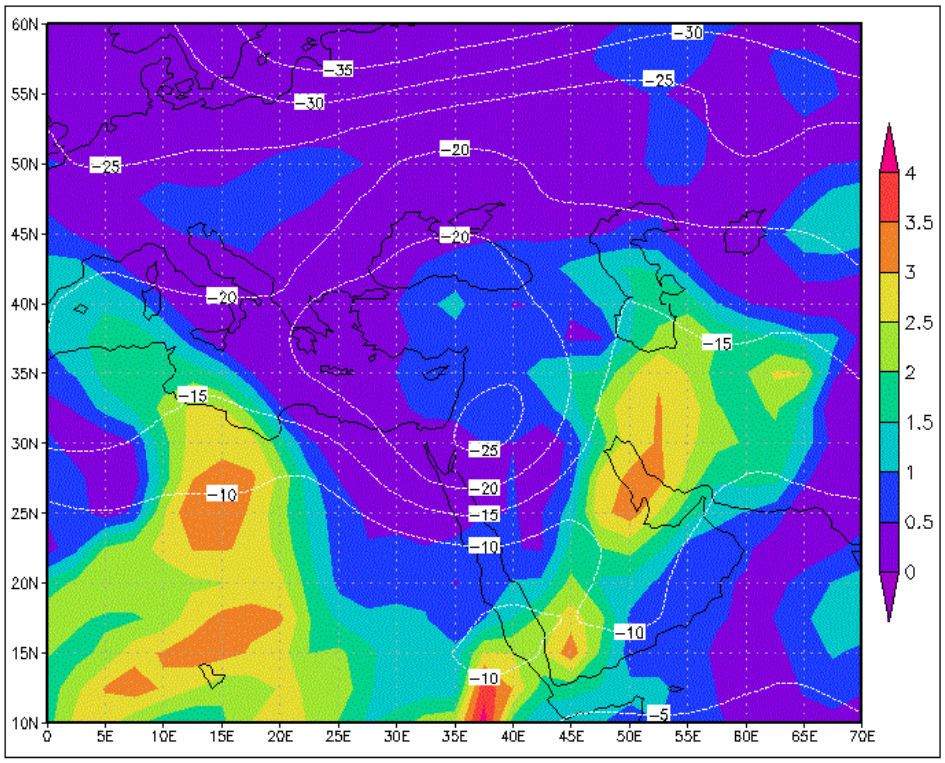
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



شکل (۱۹). نقشه رودباد تراز ۳۰۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹



شکل (۲۰). نقشه دمای تراز ۵۰۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹

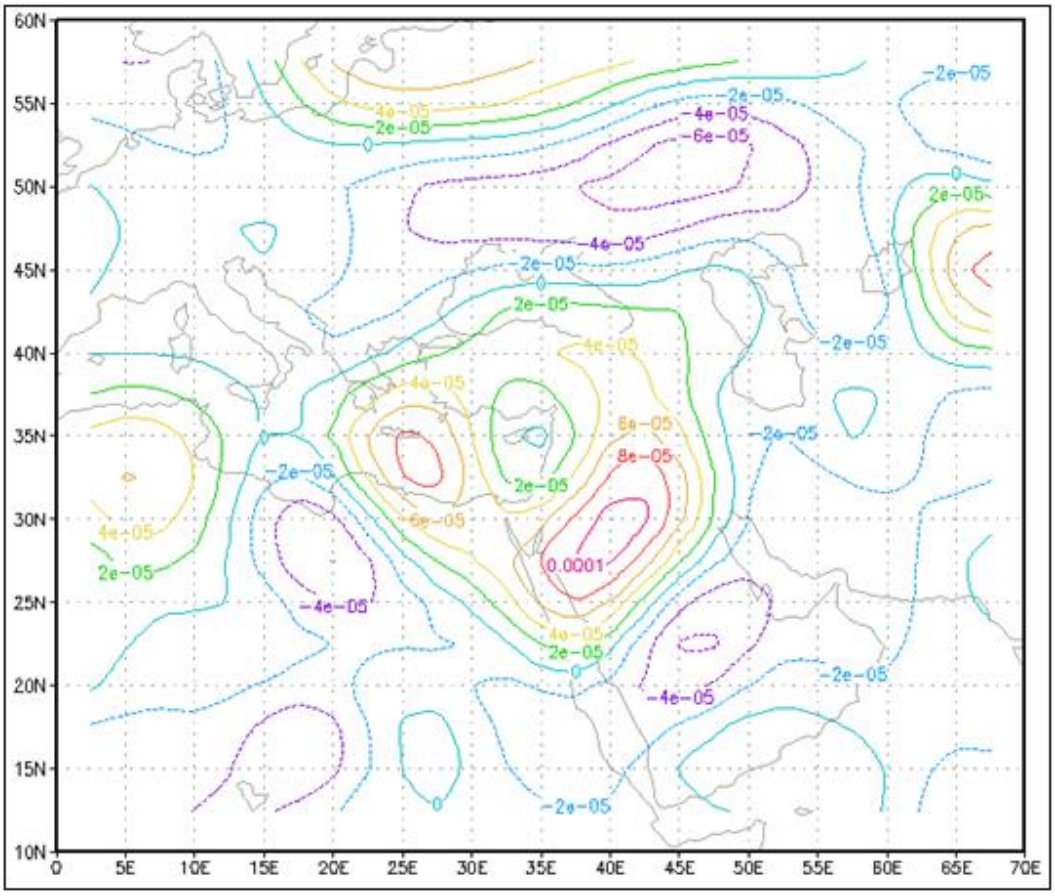


شکل (۲۱). نقشه دما و رطوبت تراز ۵۰۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]



شکل (۲۲). نقشه تاوایی تراز ۵۰۰ در ۱ آوریل ۲۰۱۹

نتیجه‌گیری

سیلاب و خشکسالی با نوسان‌های زیاد از جمله ناهنجارهای اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند. سیلاب‌های بزرگ حوضه کرخه به دلیل شرایط هیدرو اقلیمی و وجود شیب بالا در سرشاخه‌ها و تخریب پوشش گیاهی در بیشتر مواقع با خسارات گسترده انسانی و اقتصادی مانند مرگ و میر، تخریب سکونتگاه‌ها و زیربناها همراه است. سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸ که در بررسی‌های تاریخی سیلاب‌های کرخه بالاترین دبی لحظه‌ای (۹۱۶۰ متر بر ثانیه) را داشته خسارات گسترده‌ای به بخش‌های انسانی و اقتصادی به همراه داشت. مطالعات همدید سیلاب‌ها در چارچوب مدیریت ریسک مخاطرات می‌تواند گام موثری در زمینه کاهش خسارات محسوب شوند. تحلیل سامانه‌های همدید سیلاب‌های بزرگ مانند سیلاب ۱۲ فروردین ماه ۱۳۹۸ نشان می‌دهد که وجود سامانه‌های پرفشار غرب اروپا، دریا سیاه، شرق خزر و کم فشار شمال دریای سرخ، شرق مدیترانه هماهنگ با سامانه‌های پرارتفاع غرب اروپا، کم ارتفاع شرق مدیترانه همراه با افت حدود ۵۰ درجه سلسیوس دما (دما در سطح دریا در شرق مدیترانه و دریای سرخ حدود ۲۵ درجه و در تراز میانی جو ۲۵- درجه سلسیوس) همچنین فرا رفت رطوبت از مناطق دریای عرب، شمال اقیانوس هند، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس و همراه با ریزش هوای سرد عرض‌های میانی بر روی منطقه و استقرار رودباد قطبی (هسته‌ی آن تا ۷۰ متر) و استقرار بخش جلوی رودباد و منطقه چرخندگی مثبت بر روی منطقه ساختار سامانه‌های همدید موجد سیلاب منطقه را نشان می‌دهد. بررسی این ساختار همدید در سایر سیلاب‌ها نیز نشان دهنده همین ساختار است اما آنچه تفاوت این سیلاب با سیلاب‌های دیگر را نشان می‌دهد دبی لحظه‌ای ۹۱۶۱ متر مکعب بر ثانیه است. بارش‌های پیش از سیلاب که در تامین رطوبت خاک و افزایش رطوبت خاک موثر هستند نقش مهمی در افزایش ضریب رواناب دارند. علاوه بر آن تداوم بارش‌ها نیز در رخداد سیلاب‌های بزرگ موثر هستند. به گونه ای که تداوم بارش‌ها در دو فاز زمانی اول تا ۵ ام فروردین و سپس شروع بارش‌ها از ۹ ام فروردین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

از مهمترین عوامل تشدید کننده سیلاب بزرگ حوضه کرخه بودند. لذا شناسایی و مطالعه سامانه‌های ایجاد کننده‌ی سیلاب‌های مخرب اهمیت زیادی در آگاهی‌بخشی، آمادگی و پیشگیری قبل از وقوع این گونه بحران‌های طبیعی دارد. مقایسه نتایج سامانه های همدید موجد سیلاب ۱۳۹۸ با تحلیل همدید سیلاب های قبل ایران حجازی زاده و رورده (۱۳۸۲)، خوشحال دستجردی و همکاران (۱۳۸۸)، قویدل رحیمی (۱۳۹۰)، پرک و همکاران (۱۳۹۷)، خسروی و همکاران (۱۳۹۸)، لشکری (۱۳۷۵)، نجار سلیقه (۱۳۸۰)، مفیدی و زرین (۱۳۸۴)، محمدی و همکاران (۱۳۸۶)، خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۳)، احمدی و جعفری (۱۳۹۵)، امیدوار و همکاران (۱۳۹۷)، مصطفی زاده و همکاران (۱۳۹۷) نشان می‌دهد که تغییرات خاصی در آن رخ نداده است اما انچه منجر به تشدید سیلاب و بزرگی آن نسبت به سایر سیلاب‌ها گردیده است را باید در افزایش ۸۰ درصد بارش در ماه ههای قبل (دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۷) نسبت به میانگین و افزایش ۴۵ درصد بارش ها نسبت به سال قبل دانست که با اشباع شدن خاک، کاهش نفوذ، افزایش رواناب و کاهش پوشش گیاهی و تغییرات کاربری اراضی در ارتباط است.

منابع

احمدی، محمود، جعفری، فرزانه.(۱۳۹۵)، تحلیل همدیدی سیل ویرانگر تیرماه سال ۱۳۹۴ شمال ایران، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال نهم، شماره ۳۴: ۸۳ – ۱۰۴.

امیدوار، کمال، سپندار، نساء، شفیعی، شهاب.(۱۳۹۷). تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک بارش سنگین و سیلابی روزهای ۵ تا ۸ آبان ۱۳۹۴ در استان کرمانشاه. *فصلنامه پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، دوره ۲۷، شماره ۱۰۷: ۲۳۷ – ۲۵۲.

پرک، فاطمه، خاکی، علی، روشنی، احمد.(۱۳۹۷)، واکاوی اقلیم شناختی الگوهای واگرایی شار رطوبت در بارش‌های سنگین منجر به سیل در جنوب غرب ایران با تاکید بر سیلابهای فروردین ماه ۱۳۹۸، *نشریه هواشناسی و علوم جو*، جلد ۱، شماره ۴: ۳۸۰ – ۳۹۳.

حجازی‌زاده، زهرا، جعفرپور، زین العابدین، پروین، نادر.(۱۳۸۶)، بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد سیلاب های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*،۷(۱۰): ۱۲۵ – ۱۵۵.

حجازی‌زاده، زهرا، رورده، همتاله.(۱۳۸۲)، تعیین منابع رطوبتی بارندگی های سواحل جنوبی دریای خزر، *نشریه جغرافیا*، شماره (۱):۹۱ – ۱۰۶.

خسروی، محمود، شجاع، فائزه، پاکباز، هاجر.(۱۳۹۸)، بررسی منابع تامین رطوبت رویدادهای بارشی تابستانه جنوب شرقی ایران، *مجله‌ی مهندسی منابع آب*،۱۲(۴۱): ۱۲۷ – ۱۴۴.

خوش اخلاق، فرامرز، صفایی‌راد، رضا، سلمانی، داود.(۱۳۹۳). واکاوی همدید رخداد سیلاب آبان ماه ۱۳۹۰ در شهرستان‌های بهبهان و لیکک، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، دوره ۴۶، شماره ۴: صص ۵۰۹ – ۵۲۴.

خوشحال دستجردی، جواد، خسروی، محمود، نظری‌پور، حمید.(۱۳۸۸)، شناسایی منشا و مسیر رطوبت بارش های فوق سنگین استان بوشهر، *جغرافیا و توسعه*،۷(۱۶): ۷ – ۲۸.

قویدل رحیمی، یوسف.(۱۳۹۰)، نگاشت و تحلیل همگرایی جریان رطوبت جو طی بارش فوق سنگین ناشی از توفان حاره‌ای فت در سواحل چابهار، *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره ۱۵، ۲(۷۰): ۱۰۱ – ۱۱۸.

لشکری، حسن.(۱۳۷۵). الگوهای سینوپتیکی بارشهای شدید در جنوب غرب ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، استاد راهنما، دکتر هوشنگ قائمی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

محمدی، حسین، شکور، علی، خوش اخلاق، فرامرز، روشن، غلامرضا. (۱۳۸۶)، بررسی هیدروکلیماتولوژی سیلاب‌های فراگیرحوضه گرگانرود، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۶(۸): ۴۹ – ۷۳.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]

مصطفی‌زاده، رئوف، صفریان زنگیر، وحید، حاجی، خدیجه.(۱۳۹۷)، تحلیل الگو و شرایط وقوع بارش‌های منجر به سیل در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ در شهرستان گرمی، استان اردبیل، *مخاطرات محیط طبیعی*، دوره هفتم، شماره ۱۵: ۸۹ – ۱۰۶.

مفیدی، عباس، آذر زرین (۱۳۸۴)، بررسی سینوپتیکی تاثیر سامانه های کم فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی* شماره ۷۷(۲۰):۱۱۳ – ۱۳۶.

موسوی بایگی، محمد، اشرف، بتول.(۱۳۸۹). بررسی نمایه قائم هوای منجر به بارندگی‌های مخرب تابستانه (مطالعه موردی: مشهد). *نشریه آب و خاک*، شماره ۵: ۱۰۳۶ – ۱۰۴۸.

نجارسلیقه، محمد.(۱۳۸۰)، الگوهای سینوپتیکی بارش های تابستانه جنوب شرق ایران، *تحقیقات جغرافیایی*، ۳(۶۲): ۱۱۴ – ۱۲۵.

Collins, M. J., Kirk, J. P., Pettit, J., DeGaetano, A. T., McCown, M. S., Peterson, T. C., ... & Zhang, X. (2014). Annual floods in New England (USA) and Atlantic Canada: Synoptic climatology and generating mechanisms. Physical Geography, 35(3), 195-219.

Fragoso, M., Trigo, R. M., Pinto, J. G., Lopes, S., Lopes, A., Ulbrich, S., &Magro, C. (2012). The 20 February 2010 Madeira flash-floods: synoptic analysis and extreme rainfall assessment. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12(3), 715-730.

Furl, C., Sharif, H., Zeitler, J. W., El Hassan, A., & Joseph, J. (2018). Hydrometeorology of the catastrophic Blanco river flood in South Texas, May 2015. Journal of Hydrology: Regional Studies, 15, 90-104.

Jiang, T., Kundzewicz, Z. W., & Su, B. (2008). Changes in monthly precipitation and flood hazard in the Yangtze River Basin, China. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 28(11), 1471-1481.

Kömüşcü, A. Ü., & Çelik, S. (2013). Analysis of the Marmara flood in Turkey, 7–10 September 2009: an assessment from hydrometeorological perspective. Natural hazards, 66(2), 781-808.

Li, Z., Yang, S., He, B., & Hu, C. (2016). Intensified springtime deep convection over the South China Sea and the Philippine Sea dries southern China. Scientific reports, 6(1), 1-9.

Lomazzi, M., Entekhabi, D., Pinto, J. G., Roth, G., & Rudari, R. (2014). Synoptic preconditions for extreme flooding during the summer Asian monsoon in the Mumbai area. Journal of Hydrometeorology, 15(1), 229-242.

Mastrangelo, D., Horvath, K., Riccio, A., & Miglietta, M. M. (2011). Mechanisms for convection development in a long-lasting heavy precipitation event over southeastern Italy. Atmospheric research, 100(4), 586-602.

Nadal - Romero, E., Cortesi, N., & González-Hidalgo, J. C. (2014). Weather types, runoff and sediment yield in a Mediterranean mountain landscape. Earth Surface Processes and Landforms, 39(4), 427- 437.

Rahimi, D., Hasheminasab, S., & Abdollahi, K. (2019). Assessment of temperature and rainfall changes in the Karoun River basin. Theoretical and Applied Climatology, 137(3), 2829-2839.

Twardosz, R. (2010). An analysis of diurnal variations of heavy hourly precipitation in Kraków using a classification of circulation types over southern Poland. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 35(9-12), 456-461.

Wang, S. Y. S., Zhao, L., & Gillies, R. R. (2016). Synoptic and quantitative attributions of the extreme precipitation leading to the August 2016 Louisiana flood. Geophysical Research Letters, 43(22), 11-805.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.240.3]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.16]