



بررسی الگوهای همدیدی حاکم بر رخداد سیلاب‌های کلان حوضه کارون

فاطمه فیضی کوشکی^۱، فهیمه رسولی^۲ و حسن حاجی محمدی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان دانشگاه فردوسی مشهد. ایران Fatemefeyzi@rocketmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان دانشگاه تهران. ایران fahimeh.rasooli@ut.ac.i

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی سینوپتیک دانشگاه فردوسی مشهد. ایران Ha.hajimohammadi@stu.um.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: بدون شک سیلاب به عنوان یک بلای طبیعی شناخته شده است. سیل در حقیقت افزایش ارتفاع آب رودخانه و مسیل و بیرون زدن آب از آن و اشغال بخشی از دشت‌های حاشیه رودخانه می‌باشد که می‌تواند با غرقاب نمودن منطقه باعث وارد آمدن خسارات بر ساختمان و تاسیسات عمومی شده و تلفات انسانی و دامی به همراه داشته باشد در مواردی نیز سیل می‌تواند ناشی از افزایش سطح آب دریاچه و یا دریا باشد که در این موارد جریان بادهای شدید تاثیر زیادی خواهد داشت.

روش: از این رو با توجه به اهمیت موضوع به بررسی سیلاب‌های حوضه کارون پرداخته شد و برای تحلیل سیلاب‌های کلان در این حوضه، از ۱۲ ایستگاه هیدرومتری در بازه زمانی ۱۹۸۶-۲۰۱۵ استفاده شد. برای بررسی داده‌های سری زمانی، همگنی ران تست و نرمالیته انجام پذیرفت. سپس برای تعیین زمان تداوم سیل، مقادیر مثبت بین دو صفر متوالی مبنای محاسبه قرار گرفت.

یافته‌ها: پس از مشخص شدن سیلاب‌های کلان حوضه که دارای بیشترین حجم رواناب خروجی از حوضه بودند، داده‌های جو بالا از مرکز ملی پیش بینی‌های محیطی/علوم جو (NCEP/NCAR) در شبکه‌های با قدرت تفکیک ۲/۵ در ۲/۵ درجه استخراج گردید. بررسی حاکی از آن بود ۴ الگو در رخداد سیلاب‌های کلان منطقه دخیل هستند.

نتیجه‌گیری: نتایج تحلیل‌ها نشان دادند که بیشترین فراوانی رخداد سیل در منطقه ماه آپریل می‌باشد. منابع تامین کننده رطوبت منطقه نیز شناسایی شد که نقش دریای خزر و مدیترانه بصورت زوجی و دریای سرخ در انتقال و شارش رطوبت به منطقه مشخص شد.

واژگان کلیدی: سیلاب، الگوهای همدیدی، حوضه کارون

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** فیضی کوشکی، فاطمه؛ رسولی، فهیمه؛ حاجی محمدی، حسن (بهار، ۱۳۹۸). بررسی الگوهای همدیدی حاکم بر رخداد سیلاب‌های کلان حوضه کارون. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۹ (۱)، ۲۲-۳۴.

Studying the synoptic patterns governing the happening of large flood in karoon basin

F.Feyzikoushki¹, F.Rasooli² & H.Haji Mohammadi³

1. Master of Science in Desert Management and Control, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

2. Master of Science in Desert Management and Control, Tehran University, Tehran, Iran

3. Master of Science in Synoptic Weather, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

Abstract

Background and objective: The flood, undoubtedly, is one of the natural disasters. In fact, flood is rising the water level of river therefore water overflow and occupying the some parts of plains of the riverside that may swamp the region which cause damages to structures and public facilities as well as human and animals fatality. In some cases, the flood could be due to rise the sea and lake level in which the severe winds would have a great impact.

Method: Considering the importance of the subject, floods of Karoon basin were considered; 12 hydrometric stations were used for analyzing the floods in the basin during the period of 1986-2015. to study time series data, run test and normality homogeneity have done; then, positive values between the two consecutive zero points were assigned as a calculate base to determine the flood continuity time.

Finding: According to identified huge flood basin with the highest runoff volume of basin, high atmospheric data from the National Center for Environmental/Science Forecast (NCEP/NCAR) in 2.5/2.5 resolution networks Degrees were extracted. The study indicates that 4 patterns were involved in the flood happening of the region.

Conclusion: The analysis shows that the highest frequency of flood happening in the region is in April. The Caspian Sea and the Mediterranean Sea as a pair and the Red Sea in the transfer of moisture to the region was identified as the humidity sources in the region.

Keywords: flood, synoptic patterns, Karoon basin

► **Citation (APA 6th ed.):** Feyzikoushki F, Rasooli F, Haji Mohammadi H. (2019, Spring). Studying the synoptic patterns governing the happening of large flood in karoon basin. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 9(1), 22-34.

مقدمه

استفاده از الگوهای سینوپتیکی می‌تواند به موارد زیر اشاره کرد:

ووگل و همکاران (۱۹۹۳) با استفاده از گشتاورهای خطی به بررسی تناوب سیلاب حوضه‌های آبخیز استرالیا با استفاده از ۶۱ ایستگاه آبسنجی پرداختند. در این مطالعه توزیع‌های مقادیر حدی تعمیم یافته، ویکی و پارتو تعمیم یافته بعنوان بهترین توزیع‌های سیل معرفی شدند. یو و تسینگ (۱۹۹۶) از مدل اتورگرسیو برای پیش بینی در زمان واقعی جریان سیلاب رودخانه پاچینگ کویک در تایوان استفاده کردند. در این مطالعه از احتمال افزایش دبی ویژه برای لحاظ کردن عدم قطعیت در انجام پیش بینی‌ها استفاده کردند. نتایج حاصل از مدل اتورگرسیو مرتبه ۵ نشان داد با تلفیق مدل‌های احتمالاتی می‌تواند در پیش بینی زمان واقعی سیلاب کارایی لازم را داشته باشد. این محققین معتقد بودند روش اتورگرسیو کارایی بالاتری نسبت به مدل‌های بارش-رواناب دارد. کومیوسکیو همکاران (۱۹۹۸) به تحلیل هواشناسی عوامل ایجاد کننده سیلاب‌های بزرگ روزسوم و چهارم نوامبر ۱۹۹۵ شهر از میر ترکیه پرداختند. براساس یافته‌های آنها در مقیاس متوسط پدیده‌هایی چون وزش سطوح پایین، چرخندگی مثبت و همگرایی شدید در سطوح بالا از عوامل بروز توفان‌های شدید منجر به سیلهای ویرانگر می‌باشد. کریچاکو همکاران (۲۰۰۰) با بررسی توفان‌های شدید ۲ نوامبر ۱۹۹۴ جنوب شرقی مدیترانه به این نتیجه رسیدند که پیشرفت این توفان‌ها نتیجه فرآیند بی دررو شدید ناشی از انتشار رو به شمال، مقدار زیاد گرما و رطوبت هوای حاره‌ای در مقیاس وسیع می‌باشد. روهلیو دیگران (۲۰۰۱) رابطه گردش‌های همدید و جریان دبی در دریاچه‌های بزرگ آمریکا را مطالعه کردند. آنها برای این منظور از نقشه‌های ماهانه فشار سطح زمین در ارتفاع ژئوپتانسیل ۷۰۰ هکتوپاسگال استفاده کردند. نتایج پژوهش‌های مذکور نشان داد تغییرات فشار سطح زمین بر روی ایالت‌های میسوری و ایلی نویز ارتباط قوی با تغییرات دبی در دریاچه‌های بزرگ دارد. کاهانا و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی سینوپتیکی سیل‌های بزرگ در بیابان نعب به مطالعه ۵۲ مورد سیل در منطقه پرداختند. که نتایج این پژوهش حاکی از آن است که در ۳۷ مورد از سیل‌های بوقوع پیوسته دو الگو وجود دارد: یکی ناوه‌ی عمیق بر فراز دریای سرخ و دیگری کم فشار سوریه. زیو و همکاران (۲۰۰۵) توفان‌های

گردش عمومی جو از لحاظ زمانی و مکانی از الگوی مشخصی پیروی می‌کند. با وجود این، تغییرات شدید برخی پارامترها سبب ناهنجاری در این الگوها گردیده و نهایتاً عناصر جوی مانند بارندگی، دما، رطوبت و ... را دچار دگرگونی می‌سازد. یکی از پیامدهای این تغییرات، رخداد سیلاب در یک منطقه می‌باشد. اگر چه ویژگی‌های آن از مکانی به مکان دیگر فرق می‌کند، اما می‌توان گفت که اکثر نواحی اقلیمی کم و بیش این پدیده را تجربه می‌نمایند. برخی معضلات ناشی از سیلاب شامل فرسایش خاک، خشکسالی، انباشت رسوب و خسارات جانی و مالی می‌باشد. بنابراین رخداد سیلاب یکی از مهمترین مسائل محیطی است که پیش بینی آن نقش مهمی در کاهش و جلوگیری از خسارات احتمالی دارد (علیجانی، ۱۳۸۸). سیل به معنی طغیان کردن آبی به زیر آب رفتن گستره‌ای از زمین می‌باشد. در خلال یا پس از بارندگی شدید مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه آب از بستر عادی خود سرریز و دشت سیلابی و مناطق اطراف را در بر می‌گیرد. پس می‌توان به طور خلاصه واژه سیل را این چنین بیان کرد: طغیان زیاد رودخانه (خالدی، ۱۳۸۰).

بدون شک سیل یکی از عوامل مخرب در مناطق مختلف محسوب می‌شود از این جهت در فهرست بلاهای طبیعی منظور گردیده است. شاید بتوان گفت در عمل سیلاب هم از نظر تلفات جانی و هم از نظر خسارات مالی مهیب‌ترین بلای طبیعی در جهان محسوب می‌شود (حلییان، ۱۳۹۱). بنابراین یکی از مهمترین مسائل محیطی پیش بینی سیلاب‌ها می‌باشد. بر اساس روش‌های متداول به کار برده شده توسط هیدرولوژیست‌ها پیش بینی سیلاب‌ها پس از شروع رگبارها امکانپذیر است که معمولاً وقت کافی برای عملیات آمادگی وجود ندارد و در هر صورت خسارت‌های سیلاب غیر قابل اجتناب می‌شود. اما اگر الگوهای گردشی به وجود آورنده سیلاب شناسایی شوند می‌توان از حداقل یک یا دو روز قبل با رویت آغاز توالی الگوهای مختوم به ایجاد سیل وقوع سیلاب را پیش بینی کرد. در این صورت فرصت کافی برای ایجاد آمادگی‌های لازم وجود دارد (علیجانی، ۱۳۸۱).

از جمله تحقیقات انجام شده در جهان در زمینه بررسی سیلاب

شده و میزان رطوبت را به مقدار زیادی افزایش داده است. مرادی (۱۳۸۰) ضمن بررسی سینوپتیک سیلاب ۲۱ آبان ۱۳۷۵ در نواحی مرکز استان مازندران، عامل اصلی وقوع بارش را حاکمیت پشته پرفشار در سطح زمین و حضور ناوه در ترازهای بالای جو می‌داند. علیجانی (۱۳۸۰) به بررسی تغییرات الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال ایران در دوره زمانی ۱۹۹۰-۱۹۶۰ با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های مبنا پرداختند. براساس یافته‌های وی دو ناوه واقع شده در نزدیکی ایران به نام ناوه سوریه و ناوه خزر تاثیر بیشتری بر روی اقلیم ایران دارند. مرادی (۱۳۸۳) به پیش بینی سیلاب‌ها براساس موقعیت سامانه‌های همید در شمال شرق ایران پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که در ایجاد بارش‌های سیل‌زا در این منطقه ۴ الگوی کم فشارهای مهاجر قطبی اروپا، کم فشارهای مدیترانه‌ای، کم فشارهای سودانی-دریای سرخ و کم فشارهای مهاجر قطبی موثر هستند. مفیدی (۱۳۸۳) پژوهشی با عنوان اقلیم شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشا منطقه‌ی دریای سرخ در خاورمیانه انجام داد و به این نتیجه رسید که شدیدترین بارش‌ها در منطقه دریای سرخ هنگامی اتفاق می‌افتد که ناوه امواج غربی در تراز میانی جو به سمت شرق دریای مدیترانه حرکت نموده و به منطقه دریای سرخ نفوذ کند. مسعودیان (۱۳۸۴) داده‌های بارش و رواناب روزانه حوضه کارون تا شالو در سال آبی ۱۳۷۲-۱۳۷۱ و داده‌های روزانه ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال را مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش به کمک تحلیل مولفه‌ی مبنا، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل همبستگی شش الگوی گردشی شناسایی شد. بررسی رابطه‌ی این الگوها با رواناب و بارش کارون نشان داد که الگوهای کم ارتفاع ارتباط معنا داری با بارش و رواناب نشان می‌دهند. اما رابطه‌ی آنها با بارش قویتر است. نتایج نشان داد که ناهنجاریهای سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال می‌تواند ابزار سودمندی برای پیش بینی متغیر بارش و به تبع آن پیش بینی سیلاب باشد. با توجه به رفتار فصلی این ناهنجاری‌ها الگوهای کم ارتفاع عمدتاً در زمستان دیده می‌شوند و الگوهای پرارتفاع عمدتاً در تابستان مشاهده می‌شوند و با بارش‌های بسیار ناچیز همراه هستند. مفیدی و زرین (۱۳۸۴) با مطالعه بر روی سامانه‌های کم فشار سودانی روی بارش‌های سیل‌زا به این نتیجه رسیدند که استقرار مناسب خروجی

ایجاد کننده سیلاب‌های بزرگ حاره‌ای در میانه زمستان جنوب اسرائیل را در روزهای ۲۳-۲۰ دسامبر ۱۹۹۳ بررسی کرد. نتایج تحقیقات آنان نشان داد این توفان‌ها حاصل ناوه فعال دریای سرخ می‌باشند. در همان سال باردوسی و فیلیزدر پژوهشی به شناسایی الگوهای گردشی جوی ایجاد کننده سیلاب در دو حوضه جداگانه در کشورهای فرانسه و اسپانیا پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که وقوع بیشتر سیلاب‌های دو حوضه مورد بررسی با الگوهای گردشی بدست آمده در ارتباط می‌باشد. پترو و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی الگوهای گردشی ایجاد کننده سیلاب‌های فصلی یک حوضه آبریز کوهستانی در جنوب شرقی آلمان به این نتیجه رسیدند که کم فشارهای ایجاد شده بر روی خلیج جنوای ایتالیا نقش مهمی در ایجاد سیلاب‌های زمستانه‌ی حوضه مورد مطالعه دارد. لئوناردو گوفردو (۲۰۰۸) با استفاده از تئوری گشتاورهای خطی به بررسی تناوب سیلاب در سیسیل ایتالیا پرداختند. آنها برای همگنی منطقه ایی با استفاده از روش خوشه بندی منطقه را به ۵ زیرناحیه تقسیم کردند و با استفاده از آزمون نیکویی برازش توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته را بعنوان بهترین توزیع منطقه‌ای سیلاب معرفی کردند. در ایران نیز تحقیقاتی در سال‌های مختلف در این زمینه انجام شده است که عبارتند از:

تقی زاده (۱۳۶۶) به تحلیل علل ایجاد سیل مهیبی که در پاییز ۱۳۶۵ مناطق وسیعی از جنوب کشور را در بر گرفت پرداخت، وی علل ایجاد این سیل را ضمن ذکر شاخه‌ای از سامانه مدیترانه که از عراق وارد خوزستان شد، مهمترین عامل وقوع آن را ورود کم فشاری تحت عنوان کم فشار سودانی عنوان کرد. بدین ترتیب که این توده هوای بدون جبهه در فصل سرد سال پس از عبور از دریای سرخ و حرکت به بالای عرض ۲۵ درجه شمالی در نتیجه برخورد با توده هوای عرض‌های بالاتر بصورت دینامیکی در آمد و در واقع با سامانه مدیترانه‌ای موجود در آمیخته و موجب بارش شدیدی در جنوب، جنوب غرب و حتی مرکز ایران شد. کاویانی و حاجتی زاده (۱۳۸۰) به تحلیل سینوپتیکی و ترمودینامیکی واقعه سیل اسفند ۱۳۷۱ در حوضه آبی کارون پرداختند آنان به این نتیجه رسیدند که استقرار یک مرکز کم فشار بر روی شرق شبه جزیره عربستان سبب انتقال رطوبت و گرما به درون سامانه کم فشار جنوب غربی ایران

سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه‌های امگا و وزش رطوبتی و چرخندگی در ساعت ۰ و ۱۲ تهیه شد و آرایش الگوهای همدیدی و روند آنها در نقشه‌های هوا ۲ روز قبل از سیلاب تا روز سیلاب بررسی شد. نتایج تحقیق نشان دهنده‌ی ۲ الگوی گردش در منطقه می‌باشد: بارش‌های سیلابی در ۶ دسامبر ۲۰۰۳ به علت سامانه‌ی مدیترانه‌ای است که به دلیل داشتن منبع غنی رطوبت و دمای بالا شرایط کسب رطوبت از آب‌های جنوبی کشور را به بهترین شکل دارا می‌باشد و به همین دلیل باعث بارش‌های شدید در این دوره شده است و عامل بارش ۲۲ مارس ۲۰۰۷ استقرار پرفشار سبیری و تشکیل سیستم مانع بر روی جنوب دریای خزر و مرکز ایران است. در همین زمان سامانه‌های ناپایدار غربی در برخورد با این سیستم مانع تغییر مسیر داده و با حرکت به سمت عرض‌های پایین از آب‌های جنوبی رطوبت کسب کرده و از سمت جنوب غرب به داخل کشور نفوذ نموده و بارش‌های قابل توجهی را در مناطق جنوب غربی و مرکزی و منطقه مورد مطالعه ایجاد کرده‌اند. رحیمی و همکاران (۱۳۹۲) به تحلیل ترمودینامیکی و سینوپتیکی سیلاب‌های لحظه‌ای مناطق کوهستانی حوضه بهشت آباد پرداختند. بر اساس محاسبات صورت گرفته شاخص‌های برادباری و راکلیف در منطقه با مقادیر $۲/۱۵ - ۳۳/۶۷$ نشان دهنده‌ی مهیا بودن شرایط همدید جهت ریزش بارش‌های شدید در حوضه است. علاوه بر آن تحلیل همدید تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که این شرایط با گسترش پراارتفاع اقیانوس اطلس-اروپا به سمت قطب، جابجایی تاوه قطبی به سمت عرض‌های پایین، قرارگرفتن ایران در معرض وزش تاوایی مثبت هماهنگ بوده و همین جورشدگی عوامل ریزش بارش‌های سنگین و رخداد سیلاب در سطح حوضه بهشت آباد را فراهم می‌کنند.

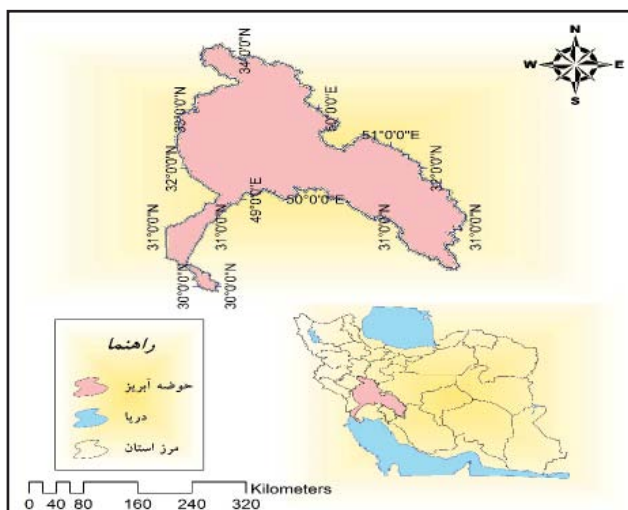
مواد و روش‌ها

برای تحلیل سیلاب‌های کلان در حوضه مورد مطالعه، از ۱۲ ایستگاه هیدرومتری که دارای آمار بالای ۳۰ سال بوده و کمترین خلا آماری را دارا بودند، استفاده شد (دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۸۶). پس از بررسی سری زمانی داده‌ها و اطمینان از صحت آن‌ها، آزمون‌های روند من کندال و توزیع نرمال، همگنی ران تست و نرمالیتت بر روی داده‌های

هسته جت جنب حاره بر روی خاورمیانه به همراه استقرار و تقویت پشته‌ایی در تراز میانی روی مدیترانه و زبانه پرفشاری در تراز پایین بر روی دریای غرب جهت تکوین و گسترش کم فشارهای سودانی نقش دارند. سلاجقه و همکاران (۱۳۸۸) در منطقه البرز مرکزی با استفاده از روس استوکاستیک روش مبتنی بر رگرسیون اقدام به تخمین دبی اوج لحظه‌ای نمودند و به این نتیجه رسیدند که روش مبتنی بر رگرسیون دارای دقت بیشتری است. نجف‌پور (۱۳۹۱) در پژوهشی به شناسایی الگوهای گردش ایجادکننده سیلاب درحوضه مند در جنوب غربی ایران پرداخت. در این پژوهش برای تحلیل همدید رابطه‌ی الگوهای گردش با سیلاب، روش همدید گردش به محیط انتخاب شده است. برای این منظور از الگوهای گردش تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال تهیه شده توسط مسعودیان استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد ارتباط معنی داری بین الگوهای گردش تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال منطقه خاورمیانه با میانگین درصد روزانه سیلاب درحوضه مند وجود دارد. به طوری که در تمام ایستگاه‌های منتخب الگوی گردش شماره ۲ (فرود دریای سیاه)، با $۳۵/۷۰$ درصد، الگوی گردش شماره ۷ (فرود سوریه) با $۲۹/۱۴$ ، و الگوی گردش شماره ۱ (فرود شرق مدیترانه) با $۲۵/۲۴$ درصد بیشترین درصد رابطه را با سیلاب‌های حوضه داشته‌اند. رحیمی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق به تحلیل ترمودینامیکی و سینوپتیکی سیلاب‌های لحظه‌ای مناطق خشک در حوضه زاینده رود پرداختند. محاسبات ترمودینامیکی شاخص راکلیف با $۳۳/۶$ درجه سلسیوس و شاخص برادباری با $۱/۵۸ -$ نشان دهنده‌ی شدت بارش‌های بالا در حوضه است. علاوه بر آن تحلیل همدید تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که شرایط مساعد ترمودینامیکی رخداد سیلاب با گسترش پراارتفاع اقیانوس اطلس-اروپا به سمت قطب، حرکت تاوه قطبی به سمت عرض‌های پایین، غاب شده الگوهای نصف النهاری بر روی منطقه مدیترانه و خاورمیانه و تشکیل فرازی در غرب مدیترانه، فرود عمیقی در شرق مدیترانه، قرارگیری ایران در معرض وزش تاوایی مثبت و ورود سامانه‌های بارش زا به حوضه منطبق است. امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق الگوهای همدیدی موثر در ایجاد سیلاب‌های رودخانه‌ی بوانات مروست مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق برای تحلیل الگوهای همدید بارش، نقشه‌های همدیدی

$$MFC = -u \frac{\partial q}{\partial x} - v \frac{\partial q}{\partial y} - q \left(\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} \right)$$

وزش $-\nabla \cdot (q\vec{V}_h)$: همگرایی شار رطوبت، $-\vec{V}_h \cdot \nabla q$: وزش رطوبتی، $q\nabla \cdot \vec{V}_h$: همگرایی رطوبت، q : رطوبت ویژه، X و Y : متغیرهای مستقل مکانی، U و V : مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

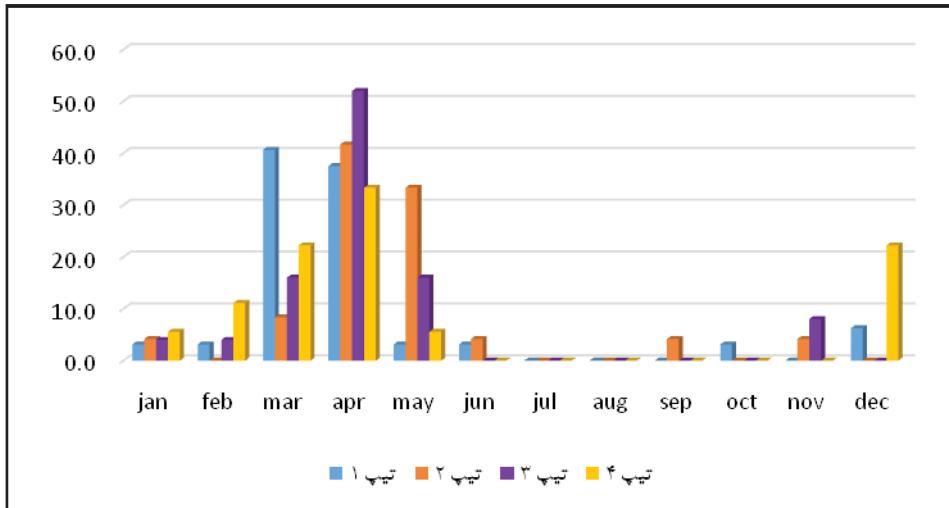
یافته‌ها

بر اساس تحلیل عاملی صورت پذیرفته بر روی داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشخص که در این تراز، ۱۲ عامل در رخداد سیل در حوضه کارون دخیل هستند که مجموع آنها ۹۱ درصد از واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌نماید. بر این اساس عامل اول ۳۰ و عامل دوم ۱۹ درصد از واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کنند (شکل‌های ۲ و ۳). بر اساس تحلیل خوشه‌ای انجام پذیرفته بر روی ۱۲ عامل اصلی، ۴ تیپ در رخداد دوره‌های سیلابی منطقه حاکمیت دارند (شکل‌های ۴ و ۵). پس از اعمال تحلیل خوشه‌ای متوسط هر الگو محاسبه شد تا مقادیر متوسط هر یک از پارامترهای جوی در زمان رخداد سیل مشخص گردد. با این کار تیپ‌های حاکم بصورت متوسط شرایط غالب در هر الگو مشخص شود. در ادامه برای تحلیل جزئی و دقیق‌تر نمونه‌ای موردی از هر الگو تحلیل شده است.

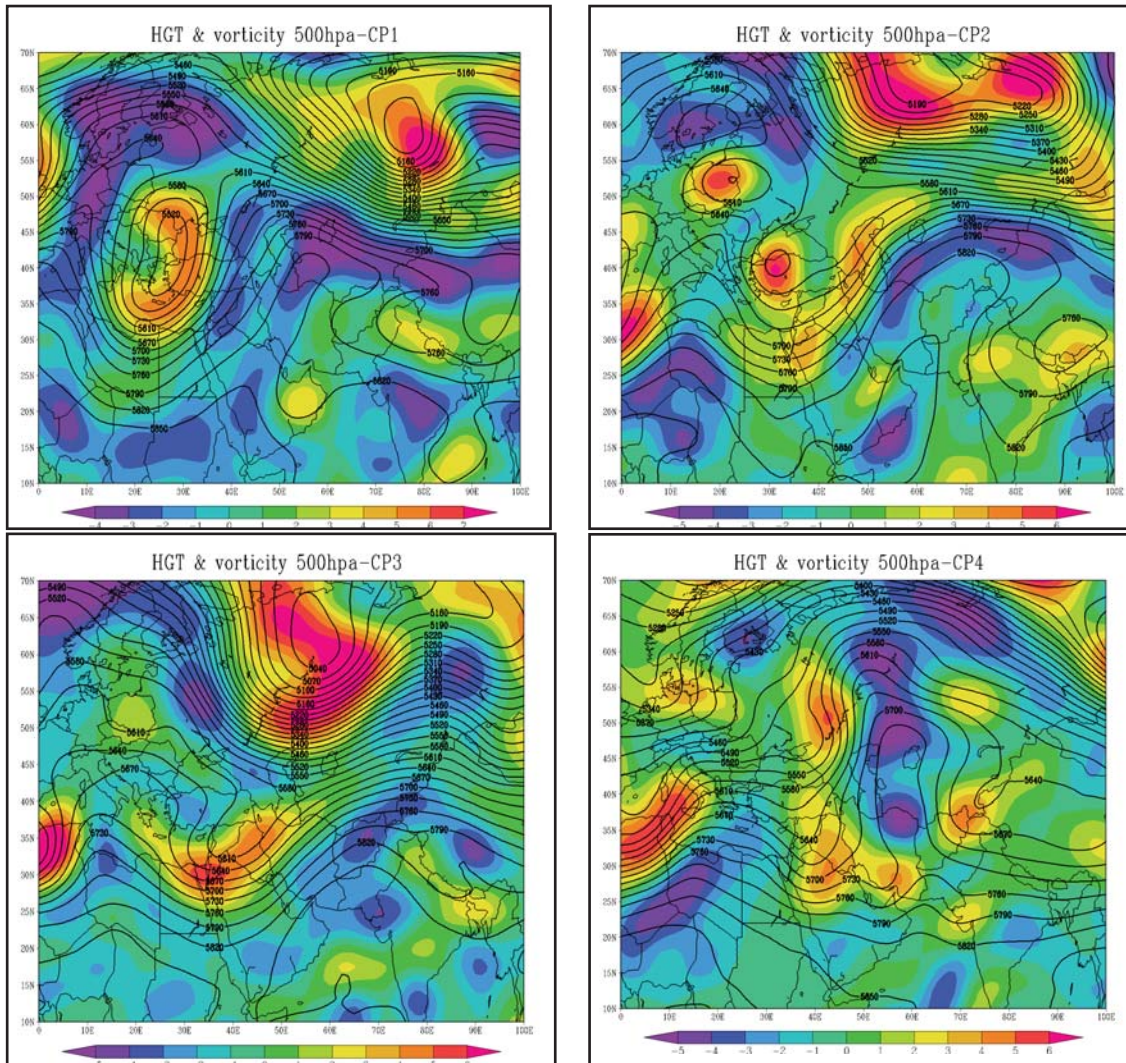
سری زمانی آبدهی روزانه، ماهیانه، فصلی و سالیانه انجام پذیرفت. پس از اطمینان از وجود همگنی داده‌ها و برازش بر توزیع نرمال، میانگین‌های روزانه، ماهانه، فصلی و سالیانه برای تعیین رژیم جریان حوضه محاسبه گردید. در این تحقیق برای تعیین رواناب پایه از میانگین بلند مدت روزانه رودخانه استفاده گردید. به این صورت که مقادیر بلند مدت آبدهی روزانه برای هر روز سال در دوره زمانی مورد مطالعه (۳۰ سال) محاسبه و به عنوان دبی پایه در محاسبات وارد گردید. پس از محاسبه دبی پایه، مقادیر دبی روزانه در سری زمانی برای هر روز سال از مقادیر بلندمدت دبی برای همان روز کسر گردید. بنابراین مقادیر منفی و صفر به معنی عدم وجود سیل در آن روز می‌باشد. بر عکس مقادیر مثبت بر وجود سیل در آن روز اشاره دارند. به این ترتیب پس از کسر سری زمانی بلندمدت از سری زمانی روزانه برای کل دوره، مقادیر سیلاب با تداوم مشخص تعیین گردید. لازم به ذکر است برای تعیین زمان تداوم سیل، مقادیر مثبت بین دو صفر متوالی مبنای محاسبه قرار گرفت. پس از مشخص شدن سیلاب‌های کلان حوضه که دارای بیشترین حجم رواناب خروجی از حوضه بودند، داده‌های جو بالا از مرکز ملی پیش بینی‌های محیطی/علوم جو (NCEP/NCAR) در شبکه‌های با قدرت تفکیک ۲/۵ در ۲/۵ درجه استخراج گردید. سپس با استفاده از نرم افزار GrADS مقادیر ارتفاع ژئوپتانسیل برای ۱۰ درصد از روزهای همراه با بیشترین آبدهی روزانه استخراج و در محیط نرم افزار مت لب مورد تحلیل خوشه‌ای به روش وارد قرار گرفت. سپس با استفاده از داده‌های فشار تراز دریا، امگا، نم ویژه و مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری نقشه‌های الگوهای گردشی پدید آورنده آن‌ها تهیه شد. برای تعیین منابع رطوبتی نیز از تابع شار رطوبتی بهره‌گیری شد. برای شناخت منابع رطوبتی سیل‌های به وقوع پیوسته در منطقه، معادله‌ی همگرایی شار رطوبت محاسبه و ارزیابی گردید. بناکوسوشولز (۲۰۰۴) ضمن بررسی تاریخچه‌ای از مطالعات اتیکه بر روی همرفت رطوبت انجام شده، به معرفی روش‌های مناسب جهت محاسبه همگرایی شار رطوبت پرداخته‌اند که صورت بر داری معادله‌ی مزبور به صورت زیر است:

رابطه ۱:

$$MFC = -\nabla \cdot (q\vec{V}_h) = -\vec{V}_h \cdot \nabla q - q\nabla \cdot \vec{V}_h$$



شکل ۶. نمودار درصد فراوانی تیپ‌های همدیدی در طول سال به تفکیک ماه در سال



شکل ۷. وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل و تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۴ الگوی حاکم در زمان رخداد سیل در حوضه کارون. CP۱ الگوی اول - CP۲ الگوی دوم - CP۳ الگوی سوم - CP۴ الگوی چهارم

هسته ناپایدار یکی در جنوب ایران و دیگری بر روی عراق و شمال شرق عربستان تشکیل شده است. ادغام این دو هسته چرخندگی مثبت در شمال شرق دریای سیاه با هسته ناپایدار دیگر سبب شده تا جریانات صعودی در قطاع غربی سیستم مانع مشهود باشد. با جنوبی شدن جریانات و نفوذ هوای گرم عرض‌های پایین به منطقه و به همراه داشتن رطوبت دریاهای منطقه حاره سبب نزول بارش شدید و سیل در محدوده مورد مطالعه شده است (شکل ۷).

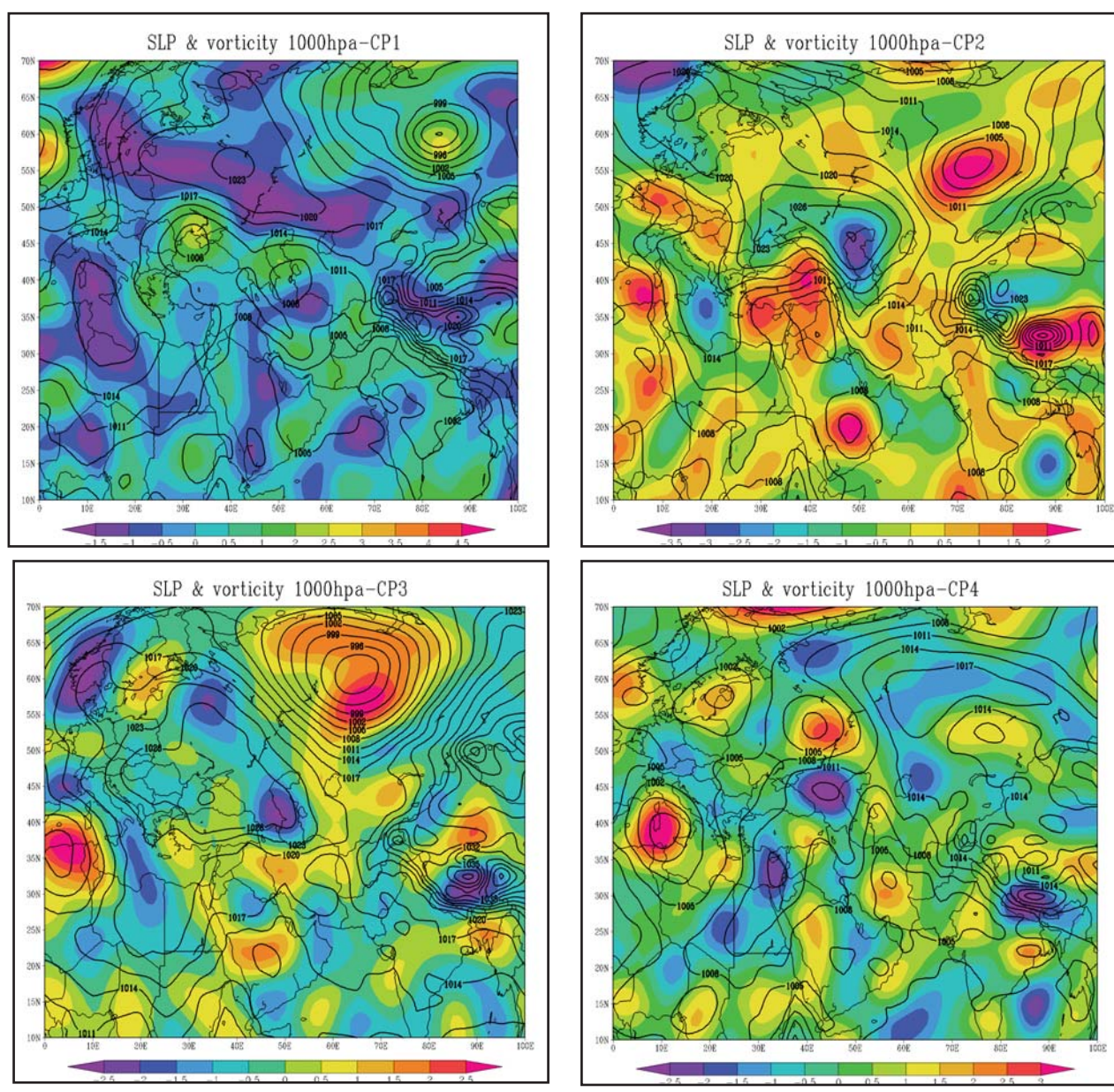
وضعیت فشار تراز دریا و تاوایی ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در هر الگو

در الگوی نخست مشاهده می‌شود که بر روی نیمه غربی دریای مدیترانه سلول پرفشاری با هسته چرخندگی منفی قوی مستقر شده که زیانه‌هایی از آن تا غرب عراق کشیده شده است. از طرفی این زیانه پرفشار با سلول پرفشاری که بر روی آارات-زاگرس مستقر شده، یکی شده است. در شمال ایران و شمال دریای سیاه نیز دو سلول مجزای کم فشار با فشار کمتر از ۱۰۰۶ هکتوپاسکال نیز فعالیت می‌کنند. در جنوب و مناطق جنوب غربی طی افزایش گرادبان فشار بین پرفشار واقع بر روی زاگرس و زیانه‌هایی از کم فشار هند و پاکستان تاوایی مثبت افزایش یافته و نیمه جنوبی را با صعود هوا همراه ساخته است. در الگوی دوم کمفشار قوی با چرخندگی مثبت بالا در شرق مدیترانه بوجود آمده و با حرکت شرق سوی خود تمامی حوضه شرقی این دریا را متاثر ساخته است. از طرفی با برقراری الگوی پرفشاری که بر روی دریای خزر بوجود آمده گرادبان فشاری ما بین این دو سامانه به بیش از ۱۸ هکتوپاسکال رسیده که همین امر در تقویت کم فشار واقع در منطقه نقش چشمگیری را ایفا می‌کند. پرفشار واقع بر روی دریای خزر می‌توان آن را سلول جدا شده‌ای از پرفشار واقع بر روی شمال اروپا دانست که در مناطق شرقی اروپا یا یکدیگر ادغام شده اند. الگوی سوم توسعه پرفشار دریای سیاه و قوت یافتن آن سبب شده تا منطقه بسیار وسیعی تحت سلطه این سامانه باشد. شاخه‌ای از آن تا جنوب دریای خزر و دیگری تا شمال شرق آفریقا نفوذ کرده که طی آن در مناطق ذکر شده جریان ساعتگرد قوی حاکم شده است. از سویی با گسترش کمفشار واقع بر روی عربستان تا جنوب غرب ایران و طی افزایش گرادبان فشار بین این سامانه و پرفشار دریای سیاه در

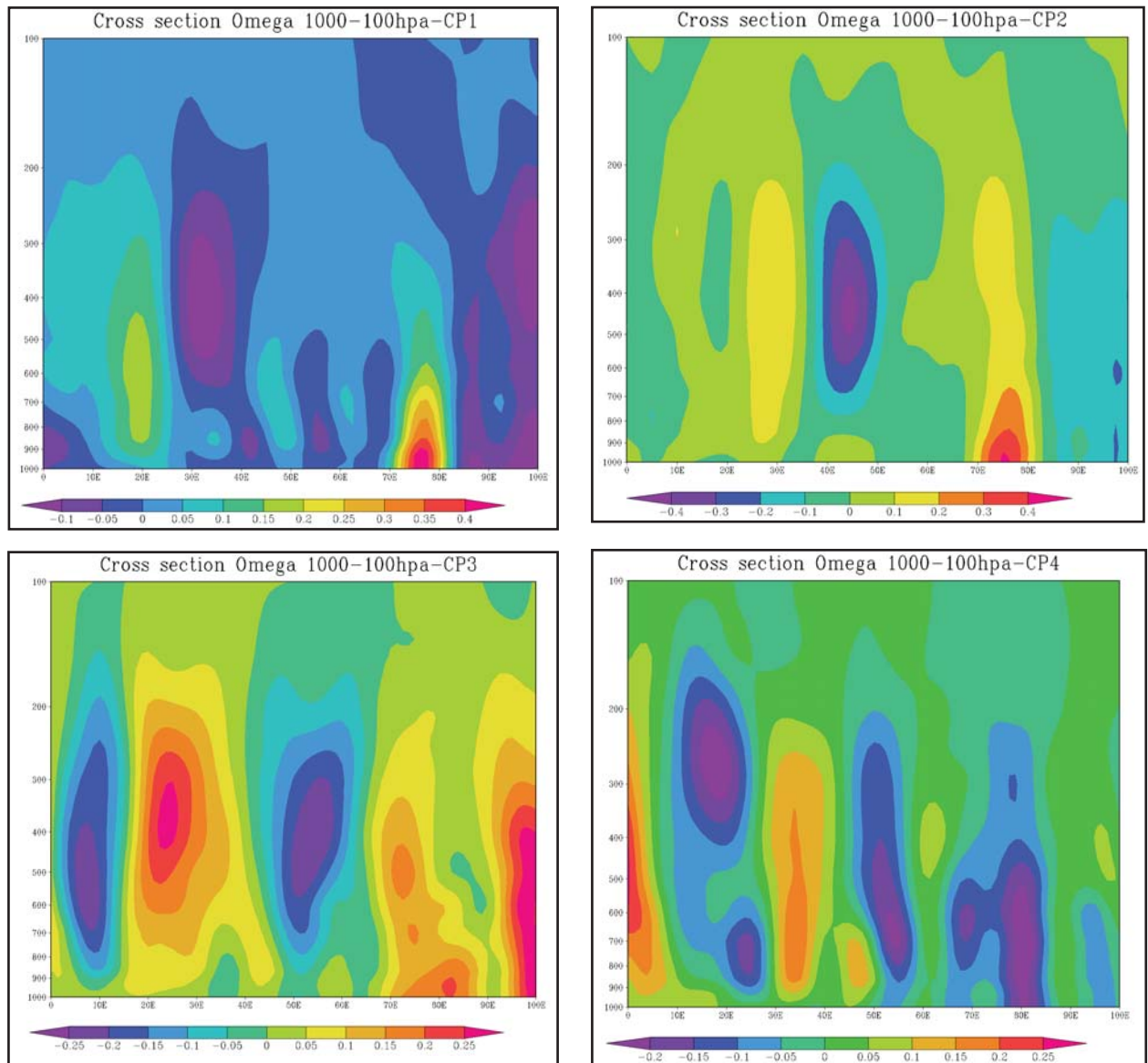
وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در هر الگو در الگوی نخست تشکیل پشته‌ای مرتفع در شرق اروپا و ایران سبب شده تا مابین این دو سامانه ناوهای همراه با هسته سردچال بوجود آید. با تشکیل هسته مذکور بر روی دریای سیاه و مدیترانه و کشیده شدن ناوه واقع در جنوب این سیستم تا شمال شرق آفریقا سبب شده تا ناهنجاری شدیدی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در منطقه بوقوع بپیوندد که حاصل آن وجود جریانات صعودی شدید در منطقه است. وجود دو پشته در شرق و غرب این سامانه به تقویت آن کمک کرده بدین صورت که هسته غربی با ریزش هوای سرد به داخل ناوه و هسته شرقی به مانند سد مانع از جابجایی سیستم کم ارتفاع در منطقه شده است. شرق ایران نیز تحت تاثیر ناوه موری که از شمال رشته کوه تبت سرچشمه گرفته، قرار گرفته است. الگوی دوم با ناوهای عمیق بر روی دریای سرخ و مدیترانه همراه شده است. این کم ارتفاع که منشا آن در عرض‌های بالاتر بوده، با نفوذ به منطقه ناپایداری شدیدی را از دریای سرخ و شمال شرق آفریقا تا غرب دریای خزر به ارمغان آورده است. در قسمت‌های شمالی اروپا نیز بندال دوقطبی بوجود آمده که در ضلع جنوبی خود دو هسته کمفشار را دارد. با قرارگیری پشته واقع در شرق فلات ایران و شرق شبه جزیره عربستان به ترتیب به ساکن بودن سامانه و تزریق رطوبت عرض‌های پایین تر به مناطق جنوب غربی ایران کمک شایانی کرده است. الگوی سوم با گسترش جنوب سوی تاوه قطبی تا عرض ۴۵ درجه و وجود ناوهای در قلب خاورمیانه همراه شده است. منطبق شدن محور ناوه بر روی دریای سرخ سبب شده تا هسته چرخندگی قوی در منطقه بوجود آید که ضمن فرارفت تاوایی مثبت، شرایط سیکلونیک بر مناطق غرب و جنوب غرب ایران مستولی گردد. وجود پشته دریای عرب باعث شده تا بازوی چپ این سامانه در انتقال رطوبت به مناطق غربی ایران و شرق عراق نقش مهمی را ایفا کند. در محدوده غربی اروپا نیز ناوه بوجود آمده که در شرق خود وجود جریان جنوبی سبب تشکیل پشته شده که از عرض ۲۵ تا ۷۰ درجه شمالی گسترده شده است. با تشکیل امواج سینوسی در منطقه انتظار تغییر شرایط جوی در مدت زمان کوتاه را در این الگو حکایت دارد. الگوی چهارم با سیستم مانعی که بر روی ایران تشکیل شده و تا بالاتر از ۷۰ درجه عرض شمالی کشیده شده، مشخص است. در محدوده غربی این سامانه دو

از پرفشار تشکیل شده در شمال قزاقستان با جهتی شمال شرق- جنوب غرب از روی دریای سیاه و مدیترانه عبور کرده و تا غرب دریای سرخ نفوذ کرده است. برقراری چنین سیستم شمال سو و نفوذ هوای سرد به منطقه و در نفوذ هوای گرم در شرق این سامانه و حاکمیت جریان جنوبی سبب افزایش چرخندگی مثبت در مناطق جنوب غرب ایران شده است (شکل ۸).

مناطق شمال غرب و غرب ایران، چرخندگی مثبت افزایش یافته و یک رشته تاوایی مثبت در منطقه بوجود آمده که یک شاخه منطبق بر شرق دریای مدیترانه، دومی دریای سرخ و شبه جزیره عربستان و سومی نیمه غربی ایران می باشد. الگوی چهارم با نفوذ جریانات جنوب غربی از روی آفریقا به مناطق جنوب غرب ایران و تشکیل سلول کمفشار مستقلی بر روی منطقه همراه است. از طرفی زیانه ای



شکل ۸. وضعیت فشار تراز دریا و تاوایی ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در ۴ الگوی حاکم در زمان رخداد سیل در حوضه کارون. CP۱ الگوی اول- CP۲ الگوی دوم- CP۳ الگوی سوم- CP۴ الگوی چهارم

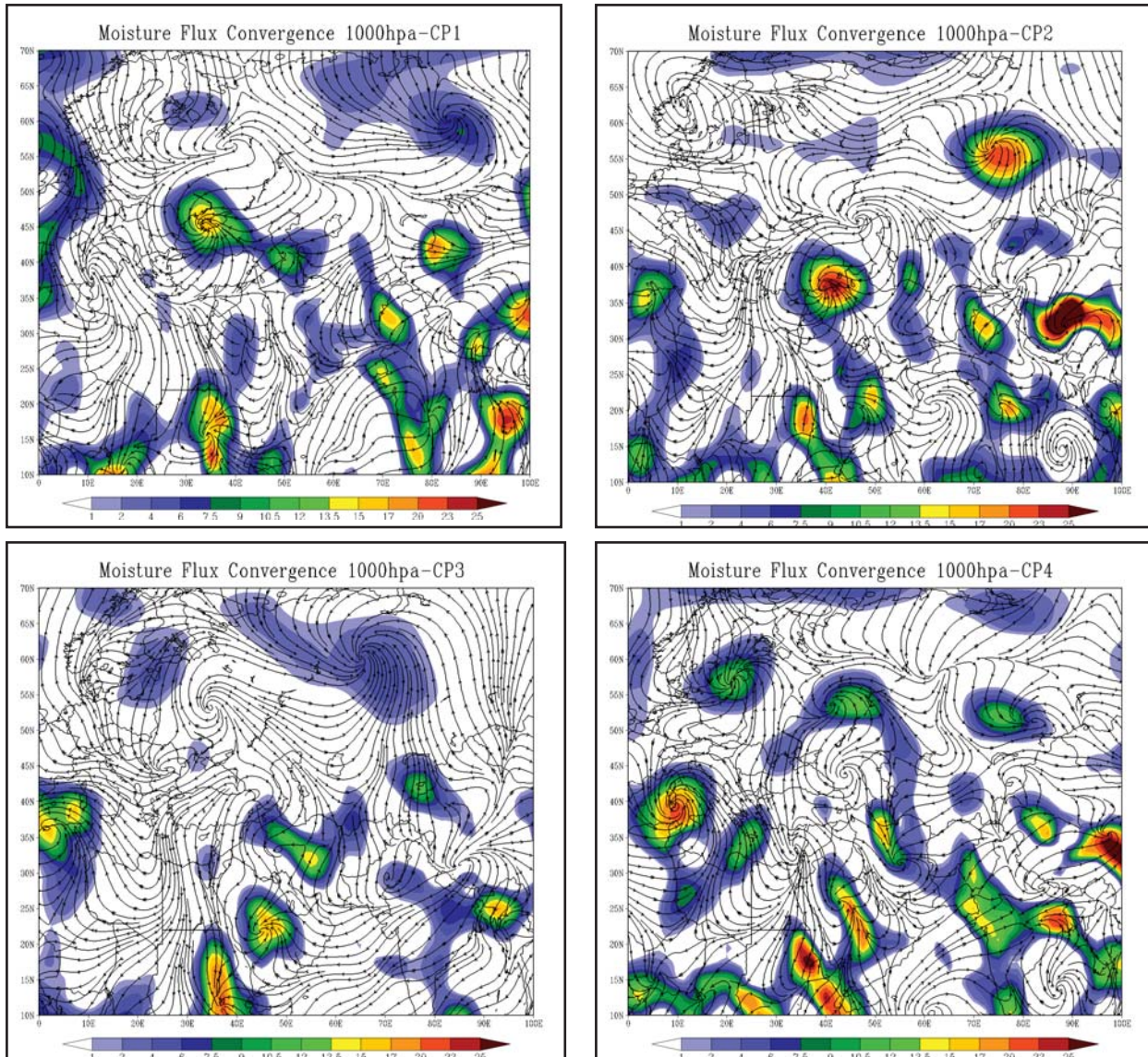


شکل ۹. وضعیت نیمرخ قائم شاخص امگا ۱۰۰۰ تا ۱۰۰ هکتوپاسکال در ۴ الگوی حاکم در زمان رخداد سیل در حوضه کارون. CP۱ الگوی اول - CP۲ الگوی دوم - CP۳ الگوی سوم - CP۴ الگوی چهارم

این ناپایدارها اما از نوع خفیف همچنان تا طول‌های ۷۰ درجه نیز ادامه دارد. در الگوی دوم مابین طول‌های ۱۰ تا ۳۰ درجه شرقی و ۶۰ تا ۸۰ درجه شرقی دو سلول نزولی بسته هوا مشاهده می‌شوند که این دو سلول در تراز ۱۰۰ هکتوپاسکالی با یکدیگر ادغام شده اند. از طرفی بین طول‌های ۳۸ تا ۵۰ درجه و از تراز ۷۰۰ تا ۲۰۰ هکتوپاسکال جریان صعودی فراهم شده است. این نشان می‌دهد که جریان صعودی حاکم متأثر از سیستم‌های سطحی نبوده بلکه اغتشاشات ترازهای فوقانی تر در صعود هوا نقش اصلی را ایفا می‌کنند. در الگوی سوم شرایط الاکلنگی مشاهده می‌شود. بدین

وضعیت نیمرخ قائم شاخص امگا در هر الگو

برای بررسی شرایط نیمرخ قائم جو در زمان استقرار هر یک از الگوهای جوی در منطقه از شاخص سرعت قائم (امگا) استفاده شد. لازم به توضیح است که این نمودار برای عرض ۳۱٫۵ درجه ثابت در نظر گرفته شد و از طول ۰ تا ۱۰۰ درجه شرقی و از تراز ۱۰۰۰ تا ۱۰۰ هکتوپاسکال متغییر است. بررسی‌ها نشان داد در الگوی نخست بین طول‌های ۰ تا ۳۰ درجه جریان پایین سویی حاکم شده که در شرق آن از ۱۰۰۰ تا ۱۵۰ هکتوپاسکال جریان بسیار قوی بالاسو با سرعتی معادل ۰٫۱- پاسکال بر ثانیه بوجود آمده است.



شکل ۱۰. وضعیت شار رطوبتی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در ۴ الگوی حاکم در زمان رخداد سیل در حوضه کارون. CP۱ الگوی اول - CP۲ الگوی دوم - CP۳ الگوی سوم - CP۴ الگوی چهارم

۲۰۰ تا تراز ۱۰۰۰ این شرایط ادامه دارد. از طول ۱۰ تا ۳۰ درجه یک جریان دو شاخه‌ای صعود بسته هوا بوجود آمده که هسته زیرین در تراز ۸۰۰ و دیگری بالاتر از ۳۰۰ هکتوپاسکال مستقر شده است. از طول ۳۰ تا ۵۰ درجه شرقی جریانات بسته هوا نزولی شده بصورتی که دو شاخه شدن این جریانات نشان می‌دهد جریان غربی قوی تر و جریان شرقی ضعیف تر می‌باشد. از طول ۵۰ تا ۶۰ درجه نیز مقادیر شاخص امگا منفی شده و صعود صورت پذیرفته است. این صعود به گونه‌ای است که حداکثر آن در ترازهای تحتانی تر و منطبق بر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال است (شکل ۹).

صورت که مابین طول‌های ۰ تا ۱۵ درجه جریان صعودی بسیار قوی از سطوح زیرین تا سطوح فوقانی مشاهده می‌شود. از ۱۸ تا ۴۲ درجه یک سلول قوی نزول هوا که مرکز آن در تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال قرار گرفته است. از طول ۴۸ تا ۶۰ جریانات دوباره بالاسو شده و تا بالاتر از تراز ۱۰۰ هکتوپاسکال ادامه دارد. بیشینه این جریان بالاسو نیز از تراز ۵۰۰ شروع و تا ۳۰۰ هکتوپاسکال ادامه دارد که به بیش از ۰٫۲۵ - پاسکال بر ثانیه می‌رسد. در شرق این جریان صعودی یک جریان دو شاخه‌ای نزولی دیگر نیز مشاهده می‌شود. در الگوی چهارم در محدوده نصف النهار مبدا جریانات بصورت نزولی بوده و از تراز



بارش‌های سنگین و سیل آسا حاصل از انتقال و شارش رطوبت از سه منبع دریای سرخ، دریای مدیترانه و دریای خزر می‌باشد.

منابع

- امیدوار، کمال (۱۳۸۷). بررسی سیلابها بر اساس موقعیت‌های سیستم‌های سینوپتیکی در استان یزد، تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۷، صص ۱۶۵-۱۳۷
- <http://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=91809>
- امیدوار، کمال، دهقان، حمیده، فرودی، منوچهر (۱۳۹۲). بررسی الگوهای همدیدی سیلاب‌های رودخانه بوانات مروست در استان یزد، جغرافیا و آمایش شهری - منطقه ای، شماره ۸، پاییز ۱۳۹۲، صص ۴۰-۲۷
- http://gaij.usb.ac.ir/article_1285.html
- پرنده خوزانی، اکرم، لشکری، حسن. (۱۳۸۹). بررسی سینوپتیکی سیستم های سیل زا در جنوب ایران. مجله تحقیقات منابع آب ایران، تابستان ۱۳۸۹، شماره ۲، ۷۳-۶۶
- http://www.iwrr.ir/article_15827.html
- رحیمی، داریوش، میرهاشمی، حمید، رحیمی، یونس، تحلیل ترمودینامیک و سینوپتیکی سیلاب‌های لحظه ایی مناطق کوهستانی (حوضه بهشت آباد)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، صص ۱۴۲-۱۲۹
- http://georesearch.ir/browse.php?a_id=457&slc_lang=fa&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
- رحیمی، داریوش، میرهاشمی، حمید، عابدی، فاطمه (۱۳۹۱)، تحلیل ترمودینامیک و سینوپتیکی سیلابها لحظه ایی مناطق خشک (حوضه زاینده رود)، مجله علمی کشاورزی، دوره ۳۵، شماره ۳، صص ۶۸-۵۹
- http://jise.scu.ac.ir/article_10788.html
- کاویانی، محمدرضا و حجتزاده، رحیم، (۱۳۸۰)، تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک واقع هی سیل اسفندماه ۱۳۷۱ در حوضه یابریز کارون، مجله علمی-پژوهشی دانشکده‌های ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۲۶ و ۲۷، پاییز و زمستان ۸۰، صص ۱-۱۸
- <http://www.ensani.ir/fa/content/158575/default.aspx>
- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۰)، بررسی سینوپتیک سیلاب ۲۱ آبان ماه سال ۱۳۷۵ در نواحی مرکزی استان مازندران، آموزش جغرافیا، سال شانزدهم، شماره ۵۷، بهار ۱۳۸۰، صص ۴۱-۳۳
- <http://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=29192>
- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳). پیش بینی سیلاب براساس موقعیت‌های سامانه‌های همدید در شمال شرق کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۱۹، شماره ۴، صص ۷۰-۵۴
- <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/106150/>
- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۴)، شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون، مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان ۱۳۸۴، صص ۱۸۲-۱۶۱
- <http://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=55551>
- مفیدی، عباس (۱۳۸۳)، اقلیم شناسی سینوپتیکی بارش های سیل زا با منشأ دریای سرخ در خاورمیانه، فصلنامه ی تحقیقات جغرافیایی،

وضعیت شار رطوبتی تراز ۱۰۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال در هر الگو با بررسی شرایط همگرایی شار رطوبتی در الگوی نخست در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال مشخص شد که بر روی غرب خاورمیانه و بر روی عراق و غرب عربستان هسته همگرایی بوجود آمده که با جریانات شمالی همراه است. از طرفی در ایران مرکزی نیز این شرایط حاکم می‌باشد. در الگوی دوم هسته بسیار قوی همگرایی رطوبت در شمال غرب ایران تشکیل شده که با هسته واقع بر روی عربستان در محدوده کشور عراق با یکدیگر ادغام شده اند. هسته اولی که چشمه تولید و انتقال رطوبت آن دریای خزر، سیاه و مدیترانه است با قدرت بیشتر و هسته جنوب که متاثر از دریای عرب و خلیج فارس بوده کمی ضعیف تر می‌باشد. در الگوی سوم حاکمیت جنوبی در نیمه شرقی ایران و جریان شمالی در غرب ایران سبب شده تا از دو کانون به منطقه رطوبت تزریق گردد. کانون اولی مربوط به دریای عرب و دریای عمان و کانون شمالی دریای خزر می‌باشد. در الگوی چهارم با استقرار پرفشاری بر روی دریای خزر جریانات حاکم بر منطقه شمالی شده و یک جریان پاد ساعت‌گرد در نیمه جنوبی کشور به وجود آمده است. کانون اصلی انتقال رطوبت به این هسته دریای خزر بوده که با ورود شاخه‌ای از جنوب شرق نیز آن را قوی تر کرده است (شکل ۱۰).

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده، نشان داده‌اند که در میان ۱۲ عامل که در رخداد سیل در حوضه کارون دخیل هستند و مجموع آنها ۹۱ درصد از واریانس کل داده ها را تبیین می‌نمایند، عامل اول ۳۰ و عامل دوم ۱۹ درصد از واریانس کل داده ها را تبیین می‌کنند و بیشترین تاثیر را دارند و همچنین در میان ۴ تیپ حاکم بر رخداد دوره‌های سیلابی منطقه، بیشینه وقوع تیپ اول در ماه‌های مارس و آپریل، تیپ دوم در ماه‌های آپریل و می، تیپ سوم در ماه‌های آپریل و سپس مارس و می و تیپ چهارم در ماه‌های دسامبر و مارس فعالیت می‌کنند. از نظر توالی می‌توان گفت که تیپ‌های ۱ و ۴ از ماه دسامبر شروع شده و تا می ادامه دارد که جزء تیپ‌های مداوم می‌باشد. از نقطه نظر بیشینه فراوانی هم ماه آپریل دارای بیشترین درصد وقوع تیپ‌های همدیدی منجر به سیل در منطقه می‌باشد. از طرفی هم بررسی ها بر روی شار رطوبتی نشان داد که منابع تولیدکننده رطوبت برای تامین



- onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.766
- Krichak, Simon O., Tsidulko. Marina., Alpert.Pinhas(2000); November 2, 1994 , Sever Storms in the Southeastern Mediterranean, Atmospheric Research, 53: 45-62 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809599000459>
- 17-Petrow. TH.,Merz.B.,Lindenschmidet.K.E.,Thieken.A.H (2007). Aspect of seasonality flood generating circulation patterns in a mountainous catchment in south-eastern Germany, Hydrologi and Earth System Sciences11.pp1455-1468. <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1455/2007/>
- 18-Rohli R. V.,Vega.A.J.,Binkley.M.R.,Britton.S.D.,Heckman.H.E .,Jenkins.J.M.,Ono.Y.,Sheeler.D.E (2001). Synoptic circulation and stream discharge in the Great Lakes basin, USA. Applied Geography 21.pp369-385. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014362280100011X>
- Sabziparvar A. A.,Parandeh.A.,Lashkari.H.,Yazdanpanah.H (2010). Mid-levelsynoptic analysis of flood - generating system inSouth-west of Iran (case study: Dalaki watershedriver basin), Natural Hazards and Earth System Science,10.pp2269-2279. <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/2269/2010/>
- Ziv, B. et al (2005); A Mild Winter Tropical Extreme Flood Producing Storm inSouthern Israel: Synoptic Scale Analysis, Meteorology and Atmospheric Physics, 88: 53-63. <https://www.researchgate.net/publication/226273175>
- <http://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=29152>
- مفیدی،عباس،زرین،آذر(۱۳۸۴)،بررسی سیوپتیکی تاثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارشهای سیل‌زا در ایران،فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،شماره ۶۵،صص ۱۱۳
- <http://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=39446>
- نجف پور،بهرام،شناسایی الگوهای گردشی ایجاد کننده‌ی سیلاب در جنوب غرب ایران،جغرافیا و توسعه،شماره ۳۱،تابستان ۹۲،صص ۹۲-۷۷
- http://georesearch.ir/browse.php?a_id=535&slc_lang=fa&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
- Bardossy Anders., Filitz. Fulya (2005). Identification of flood producing atmospheric circulation patterns. Journal of Hydrology 313.pp48-57 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169405000284>
- Chahinian, N., R. Moussa, P.Andrieux, & M.Volt (2005). Comparison of infiltrationmodels to simulate flood events as the field scale. Journal of Hydrology306;pp191-214. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169404004287>
- Kahana. Ron.,Ziv.Baruch.,Enzel.Yehouda.,Dayan.Uri (2002); Synoptic Climatology of Majer Floods in the Negev Desert, Journal of Climatologi,Vol 22, pp.867-882. <https://rmets>