نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال پانزدهم، شماره ۳۷، تابستان ۹۴

تحلیل‌همدید بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان

دریافت مقاله:۹۲/۳/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۳/۱۰/۱۱

صفحات: ۷۰-۴۷

محمد دارند:استادیار اقلیم شناسی، گروه اقلیم شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان،سنندج، ایران[۱]
Email: darand_mohammad@yahoo.com

چکیده

برای انجام این پژوهش از داده‌های روزانه‌ی بارش ۸ پیمونگاه همدید استفاده شد. به کمک دو آستانه‌ی فراگیری و صدک ۹۸اُم، ۱۰۷ روز از فراگیرترین و شدیدترین بارش‌ها انتخاب شدند که به لحاظ زمانی رخداد اینگونه بارش‌ها مربوط به فصل مرطوب سال است که از مهرماه تا خرداد مشاهده می‌شوند. داده‌های فشار تراز دریا بر روی یاخته‌هایی با اندازه‌ی یاخته‌های ۲/۵ * ۲/۵ درجه‌ی قوسی بر روی کرنل ۱۰ تا ۱۰۰ درجه‌ی طول شرقی و ۰ تا ۷۰ درجه‌ی عرض شمالی از مرکز ملی اقیانوس و جوشناسی ایالات متحده امریکا استخراج شدند. بر روی ماتریس همپراش داده-های فشار تراز دریا در ۱۰۷ روز، تحلیل مولفه‌های مبنا انجام شد و ۱۲مولفه که حدود ۹۳درصد از پراش فشار تراز دریا را تبیین می‌کردند، شناسایی شد. بر روی نمرات مولفه‌ها تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام شد. یافته‌ها نشان داد که در فصل مرطوب دو الگوی همدید فشار تراز دریا هنگام رخداد بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان مشاهده می‌شود. به کمک دو آستانه‌ی فراگیری و صدک ۹۹اُم ۳۲ روز همراه با بارش سیل‌آسا در فصل خشک(از خرداد تا مهرماه) شناسایی شد. انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات ۱۱ مولفه که حدود ۹۳ درصد تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کردند، منجر به شناسایی یک الگوی همدیدی در تراز دریا شد. بیشترین شار همگرایی رطوبت برای بارش‌های سیل‌آسای فصل مرطوب در ترازهای زیرین جو(۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال) اتفاق افتاده است. منبع رطوبتی در ترازهای زیرین جو دریاهای عرب، سرخ، عمان، خلیج‌فارس و مدیترانه است. نقش دریای مدیترانه نسبت به دریاهای گرم جنوبی کمتر است و در بین دریاهای جنوب، دریای عرب سهم بیشتری در تغذیه‌ی رطوبتی بارش‌های سنگین استان دارد. در ترازهای بالای جوی(۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال) میزان شار همگرایی کمتر است. منبع رطوبتی در این ترازها، دریای سرخ و مدیترانه هستند و نقش دریاهای جنوبی کم-رنگ‌تر است. برای بارش‌های سیل‌آسای فصل خشک نیز بیشترین شار همگرایی رطوبت مربوط به ترازهای زیرین جو است ولی منبع تغذیه‌ی رطوبتی اینگونه بارش‌ها دریای خزر است. در ترازهای بالای جوی(از تراز ۷۰۰ به بالا) منبع رطوبت علاوه بر دریای خزر، دریاهای مدیترانه و سرخ نیز هستند.

کلید واژگان: سیل، بارش‌سنگین، تحلیل‌همدید، کردستان، شارهمگرایی‌رطوبت.

---

[۱]. **نویسنده مسئول:** سنندج، دانشگاه کردستان، دانشکده منابع طبیعی، گروه اقلیم شناسی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

مقدمه

یکی از راههای اصلی مقابله با سیل استفاده از سیستم‌های هشدار سیل است. سیستم های پایش زمان رخداد سیل وکنترل زمان واقعی آن یکی از ضرورتهای اصلی مدیریت منابع آب در هر منطقه است. چنانچه به لحاظ اقتصادی ابعاد و گستره‌ی پیامدهای رخداد سیل(مستقیم و غیرمستقیم) ارزیابی شود، مطالعه‌ی آن در اولویت قرار می‌گیرد. بخش اصلی سیستم هشدار سیل مدل پیش بینی سیل است که با پیش بینی به موقع سیل، باعث اعلام خطر و جلوگیری از ایجاد خسارتهای جانی و مالی می‌شود(کوهیان افضل و همکاران، ۱۳۸۷،۱). به طور کلی سه روش پیش بینی برای سیل وجود دارد: ۱) روشی که بر پایه هواشناسی است و عبارت است از پیش بینی بارش سنگین در مناطق سیل خیز۲) روشی که پایه آب شناسی دارد و عبارت است از مشاهده بارندگی و یا بالا آمدن آب رودخانه و همچنین مطلع ساختن از افزایش آب رودخانه ها که منجر به سیل می گردد و۳) ترکیبی از دو روش آب‌شناسی و هواشناسی است. براساس روش‌های متداول هیدرولوژیست‌ها و آب‌شناسان، پیش‌بینی سیلاب‌ها پس از شروع رگبار امکان‌پذیر است که معمولاً وقت کافی برای عملیات آمادگی وجود ندارد و در هر صورت خسارت‌های سیلاب غیرقابل اجتناب می‌شود. اما اگر الگوهای گردشی بوجودآوردنده شناسایی شوند می‌توان از دست‌کم یک یا دو روز قبل با رؤیت آغاز توالی الگوهای مختوم به ایجاد سیل رخداد سیلاب را پیش‌بینی کرد(علیجانی،۱۳۸۱ ،۲۱۰). در واقع شناسایی الگوهای همدیدی بوجود آورنده‌ی بارش‌های سنگین در پیش‌بینی زمان رخداد و اجرای آمادگی لازم کمک می-کنند. به عقیده‌ی پرودهوم و گینیور[1](۲۰۱۱، ۱۱۸۰) طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی یا تیپ-های هوا ابزار سودمندی جهت شناسایی مهم‌ترین مدهای تغییرات جوی یا الگوهای همدید جوی مشاهده شده به شمار می‌روند. با پیشرفت تکنولوژی، رایانه‌ها و نرم‌افزارها، طبقه‌بندی دستی جای خود را به طبقه‌بندی خودکار داد. سرعت بالا و دقت بیشتر از مزایای اصلی طبقه-بندی خودکار به حساب می‌آید. تهیه‌ی کاتولوگ گردش‌های جوی می‌تواند برای مقاصد بسیار زیادی از جمله پیش بینی هوا و پیش‌بینی رویدادهای سطحی(آلودگی هوا، سیلاب، خشکسالی و...) مفید و سودمند باشند. پژوهش‌های فراوانی با نگاه همدیدی بر روی سیلاب‌ها و بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در نقاط مختلف جهان انجام شده است. بیچتولد و بازیلی[2](۲۰۰۱، ۱۷۱) سیلاب روزهای ۱۲-۱۳ نوامبر سال ۱۹۹۹جنوب فرانسه را از نگاه همدیدی بررسی کردند. مقدار بارش حاصل از این رخداد طی دو روز ۶۲۰ میلی‌متر بود که منجر به مرگ ۳۵ نفر و

[1]- Prudhomme and Genevier
[2]- Bechtold and Bazile

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

آسیب‌های مالی فراوانی شد. شرایط همدیدی این بارش در اثر حضور یک سردچال نیمه ساکن بر روی شبه جزیره‌ی پینسوانیا ایجاد شد که منجر به صعود، ناپایداری و شار رطوبت از طرف جنوب و جنوب‌شرق شد. لیاسات[1] و همکاران(۲۰۰۵،۳۲) سیلاب‌های کاتالونیا(شمال شرق اسپانیا) را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آنها به کمک داده‌های فشار تراز دریا نشان دادند که ۶ تیپ هوای متفاوت مسئول رخداد سیلابها هستند. کاسپار و مولر[2](۲۰۱۰، ۴۷۷) تغییرات الگوهای همدیدی بارش‌های سنگین جمهوری چک را بررسی کردند. ایشان برای انجام این کار ۷۸ رخداد از سنگین‌ترین بارش‌ها را طی دوره‌ی ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۲ انتخاب کردند. معیار تشابه برای خوشه‌بندی، میزان شار رطوبت به منطقه بارش در نظر گرفته شد و در نهایت چهار الگوی همدیدی را شناسایی کردند. دو الگوی جبهه‌ای و دو الگوی چرخندی. بارش سنگین در الگوهای جبهه‌ای در قطاع گرم جبهه اتفاق می‌افتد جایی که شار رطوبت شدید از جانب جنوب به منطقه رخ می‌دهد. در الگوهای چرخندی بارش سنگین در بخش‌های عقبی قطاع سرد چرخند رخ می‌دهد جاییکه جریانات شمالی منجر به شار شدید رطوبت می‌شوند. کاوالکانتی[3](۲۰۱۲،۲۷) الگوهای همدیدی و بزرگ مقیاس مرتبط با بارش‌های سنگین امریکای جنوبی را طی دهه‌ی اول قرن بیست و یکم بررسی کرد. نتایج وی نشان داد که کمربند همگرایی حاره‌ای و اغتشاشات شرقی مهم‌ترین سامانه‌هایی هستند که بر روی منطقه‌ی شمال شرق منجر به بارش‌های سنگین می‌شوند. در حوضه‌ی لاپلاتا(شرق کوههای آند) بارش‌های فرین در ارتباط با سامانه‌های همرفتی هستند که در بادپناه کوههای آند منشأ می‌گیرند و به سمت شرق حرکت می‌کنند. کومار[4] و همکاران(۲۰۰۸،۱۸۹۷) به صورت مطالعه‌ی موردی بارش سنگین ۲۶ ژوئیه ۲۰۰۵ را در بمبئی مطالعه کرد نتایج وی نشان داد که منبع رطوبت بارش مورد نظر دریای عرب است. در ایران پیشینه‌ی پژوهشی غنی در مورد تحلیل همدید بارش‌های سنگین وجود دارد. برای نمونه می‌توان به پژوهش‌های سبزی‌پرور(۱۳۷۰)، خوشحال(۱۳۷۶،۱)، لشکری(۱۳۷۵،۱)، لشکری(۱۳۸۱،۱۳۳)، لشکری(۱۳۸۲،۱)، مفیدی (۱۳۸۳،۷۱) مفیدی و زرین(۱۳۸۴، ۱۱۳)، مفیدی و همکاران(۱۳۱،۱۳۸۶)، کریمی احمدآباد (۱۳۸۶)، جانباز قبادی و همکاران(۱۳۹۰ ،۲۳)، علیجانی و همکاران(۱۳۸۹ ،۱)، عزیزی و همکاران(۱۳۸۸،۱)،عزیزی و صمدی(۱۳۸۶،۶۱)، عربی(۱۳۸۵)، مرادی(۱۳۸۵ ،۵۴)، حجازی

[1]- Liasat
[2]- Kaspar and Muller
[3]- Cavalcanti
[4]- Kumar et al

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

زاده و همکاران(۱۳۸۶،۱۲۵)، قادری و علیجانی(۱۳۸۹ ،۱۷)، پروین(۱۳۸۹،۱۱۷)، اشجعی باشکند (۱۳۷۹،۱)، خوشحال و همکاران(۱۳۸۸،۷)، پرنده و لشکری(۱۳۹۰،۱۲۳)، محمدی و همکاران (۱۳۹۱،۷)، یاراحمدی و مریانجی(۱۳۹۰، ۱۰۵)، حمیدیان‌پور و همکاران(۱۳۸۹،۱)، کاویانی و حجتی‌زاده(۱۳۸۱،۱)، مسعودیان(۱۳۸۴، ۱۶۱)، مسعودیان(۱۳۸۷)، محمدی و مسعودیان (۱۳۸۹،۴۷)، رضایی(۱۳۸۸،۱۰۵)،گندمکار(۱۳۸۹،۱۷)، غفاریان و همکاران(۱۳۸۹،۱) اشاره کرد.

مواد و روش ها

دو رویکرد عمده در مطالعات اقلیم‌شناسی همدید مورد توجه است. این دو رویکرد عبارتند از: رویکرد گردشی به محیطی و رویکرد محیطی به گردشی(یارنال،۱۳۸۵، ۱۰). از این رو برای انجام هر نوع مطالعات همدید(از جمله این پژوهش)، دو دسته داده مورد نیاز است. یکی داده-های سطحی و دیگری داده‌های جو بالا. با توجه به هدف این پژوهش، در این پژوهش رویکرد محیطی به گردشی انتخاب شد. داده های مربوط به بارش روزانه‌ی ۸ پیمونگاه همدید در بازه‌ی زمانی ۱۳۳۹/۱۰/۱۱(۱۹۶۱/۱/۱) تا ۱۳۸۹/۱۰/۱۲(۲۰۱۰/۱۲/۳۱)(۱۸۲۶۳روز)داده های محیط سطحی را تشکیل می دهند. داده‌های پیمونگاههای همدید از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. یک پایگاه داده‌ی بارش، با آرایه‌ی ۸*۱۸۲۶۳ بدست آمد که بر روی ردیف‌ها روز و بر روی ستونها پیمونگاه‌ها قرار داشتند. برای شناسایی رخداد بارشهای سنگین منجر به سیلاب بزرگ در سطح استان دو شرط زیر گذاشته شد

۱- دست‌کم نیمی از پیمونگاهها بارش دریافت کرده باشند

۲- میانگین بارش پیمونگاهها بیش از میانگین صدک ۹۸اُم بارش طی دوره‌ی مورد پژوهش باشد.

به کمک دو آستانه‌ی یاد شده ۱۰۷ رویداد بارشی از ۱۸۲۶۳ روز برگزیده شد. میانگین بارش پیمونگاههای استان در آستانه‌ی صدک ۹۸اُم برابر با ۱۷/۸۲ میلی‌متر است. برای کنترل رخداد بارش و سیل طی روزهای برگزیده شده، تاریخ رخداد ۱۰۷ روز همراه با بارش سنگین و فراگیر با تاریخ رخداد بیشینه متوسط دبی در پیمونگاههای آب سنجی استان در همان تاریخ و دو روز بعد مقایسه و کنترل شد. با گذاشتن دو شرط یاد شده فراگیرترین و شدیدترین بارش‌های سیل آسا مشخص خواهند شد. با نگاهی به تاریخ رخداد هر کدام از بارش‌های سنگین استان متوجه می‌شویم که اینگونه بارش‌ها از ماه مهر تا ماه اردیبهشت رخنمود دارند. اما بارش‌های سیل-آسایی که به ندرت و با بسامد و شدت اندک در فصل گرم سال بویژه فصل تابستان اتفاق می-

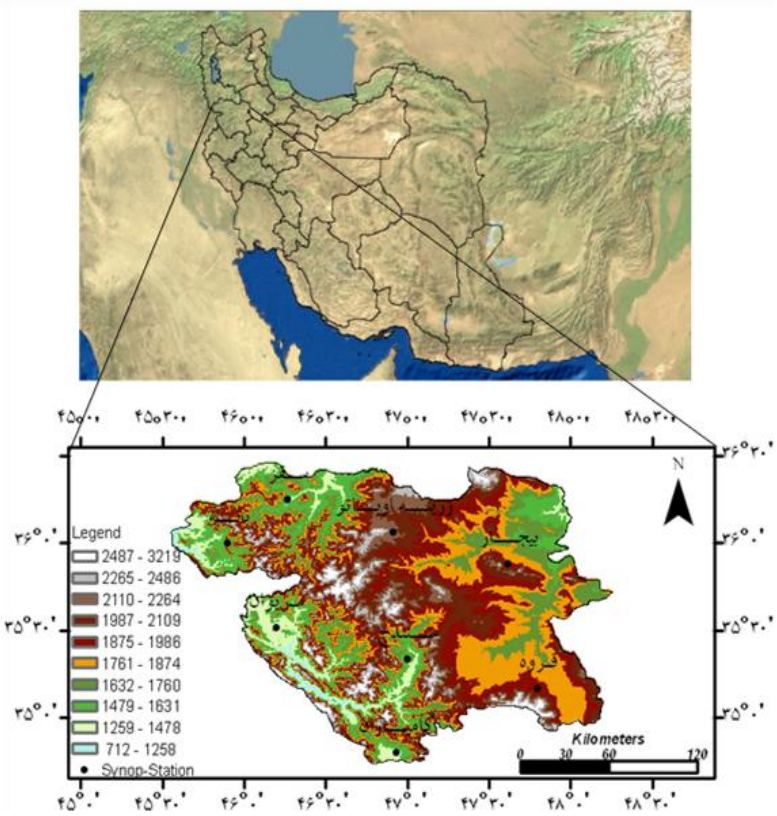
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

افتند در این گزینش انتخاب نخواهند شد. برای مطالعه بارش های سیل آسا در ماههای خرداد تا مهر میزان میانگین بارش برای استان در هرکدام از روزها محاسبه شد و برحسب بارش دریافتی داده ها مرتب شدند و ۳۲ روز نخستین که استان کردستان شدیدترین بارش داشته و دست‌کم نیمی از پیمونگاهها بارش دریافت کرده بودند، برگزیده شد. انتخاب ۳۲ روز بر حسب صدک بیش از ۹۹ام درصد میانگین بارش دریافتی استان در ماههای خرداد تا مهرماه بود. میانگین بارش پیمونگاههای استان در آستانه‌ی صدک ۹۹اُم در فصل خشک(از خرداد تا مهرماه) برابر با ۲/۴ میلی‌متر است. بنابراین بطور کلی میتوان گفت که در این پژوهش بارشهای سیل آسای استان را در دو طبقه بندی جداگانه بارشهای سیل آسای فصل مرطوب سال(مهر تا خرداد) و فصل خشک سال(خرداد تا مهر) مورد مطالعه و ارزیابی قرار داده شد. متغیرهای جو بالا که در این پژوهش استفاده شدند عبارتند از:۱- ارتفاع ژئوپتانسیل (hgt) برحسب متر(m)؛۲- فشار تراز دریا(slp) برحسب پاسکال(pa)؛۳- مولفه‌ی مداری باد (uwnd) برحسب متر بر ثانیه؛ ۴- مولفه‌ی نصف النهاری باد (vwnd) برحسب متر بر ثانیه و ۵- نم ویژه(shum) برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم. داده‌های این متغیرها از تارنمای www.esrl.noaa.gov اخذ شد. چارچوبی که برای مطالعه‌ی متغیرهای مورد نظر انتخاب شد، کرنل بین طول جغرافیایی ۱۰ تا ۱۰۰ درجه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۰ تا ۷۰ درجه‌ی شمالی را در بر می گیرد. دلیل انتخاب کرنل یاد شده آن است که نقش تمام سامانه‌های همدید مقیاس موثر بر بارش استان کردستان دیده شود. در کرنل یاد شده ۱۰۷۳ یاخته قرار می‌گیرد که فاصله‌ی بین هر یاخته ۲/۵ در ۲/۵ درجه است. هدف از انتخاب کرنل مورد نظر، شناسایی نقش سامانه‌هایی است که در همجوار ایران بر روی رخداد بارش استان کردستان تأثیرگذارند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]



شکل(۱) موقعیت مکانی پیمونگاههای همدید و توزیع ارتفاع در استان کردستان

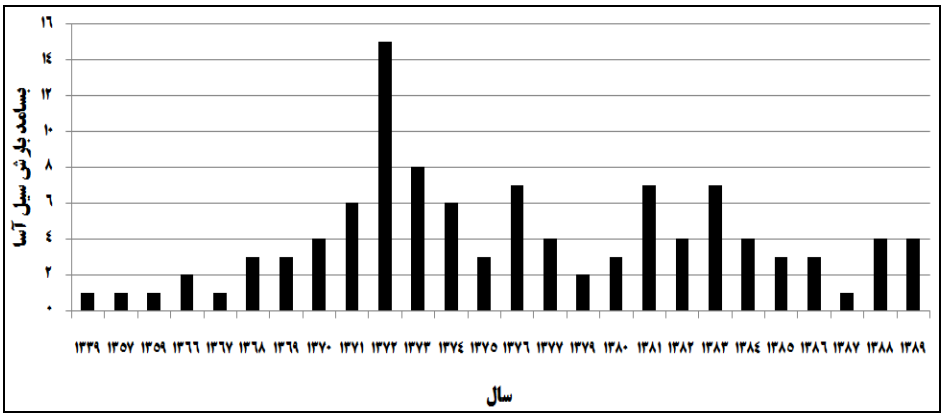
یافته‌های پژوهش

الف) فصل مرطوب

بیشترین رخداد بارش‌های سنگین و سیل‌آسای استان کردستان در سالهای ۱۳۷۲(۱۵ رویداد بارشی) و ۱۳۷۳(۸ مورد) اتفاق افتاده است(شکل۲). به لحاظ پراکنش زمانی، بیشتر بارش‌های سیل آسای استان کردستان در ماه‌های گذر سال(فروردین و آبان) مشاهده شده‌اند. حدود ۲۰ درصد از رخداد بارشهای سیل آسا در استان کردستان مربوط به ماه فروردین است. به لحاظ شدت، بارش‌های ماه اسفند و آبان بیشترین میزان بارشی را ایجاد کرده‌اند. میانگین شدت بارش روزانه طی ماه اسفند در استان هنگام رخداد بارش‌های این چنینی بیش از ۲۷ میلی‌متر در روز است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]



شکل(۲) بسامد سالانه‌ی رخداد بارش‌های سیل آسای استان کردستان برپایه‌ی آستانه‌ی صدکی ۹۸ (برحسب درصد) و فراگیری

جدول(۱) بسامد ماهانه‌ی رخداد بارش‌های سیل آسای استان کردستان برپایه‌ی آستانه‌ی صدکی ۹۸ (برحسب درصد) و فراگیری

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	تعداد کل سالانه
فراوانی رخداد	۱۹/۶	۹/۳					۰/۹	۱۸/۷	۱۶/۸	۹/۳	۱۱/۲	۱۴	۱۰۷
میانگین بارش	۲۵	۲۴/۱					۲۱/۳	۲۶/۹	۲۵/۳	۲۲/۸	۲۳/۱	۲۷/۲	۲۴/۴

الگوهای فشار تراز دریا در فصل مرطوب

نتایج حاصل از تحلیل مولفه‌های مبنا بر روی ماتریس همپراش فشار تراز دریا در روزهای همراه با بارش‌های سیل آسا نشان داد که با ۱۲ مولفه می‌توان ۹۲/۳ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را در چارچوب مورد بررسی تبیین کرد(جدول ۲). مولفه‌ی اول حدود ۳۴ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کند. تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس نمرات ۱۲ مولفه نشان داد که این گونه بارشها ناشی از رخداد دو الگوی فشار در تراز دریا هستند. در هر دو الگو نقش سامانه‌ی چرخندی سودان کاملاً بارز و آشکار است. اگرچه شباهت‌های بسیار زیادی بین دو الگوی شناسایی شده وجود دارد، ولی تفاوت‌هایی نیز بین آنها دیده می‌شود که در زیر به تشریح آنها خواهیم پرداخت.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

جدول(۲) درصد تبیین پراش مولفه‌های شناسایی شده‌ی فشار تراز دریا

شماره مولفه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	کل
درصدتبیین پراش	۳۳/۷	۱۸/۵	۱۱/۴	۸/۲	۵/۱	۳/۸	۳	۲/۸	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱	۹۲/۳

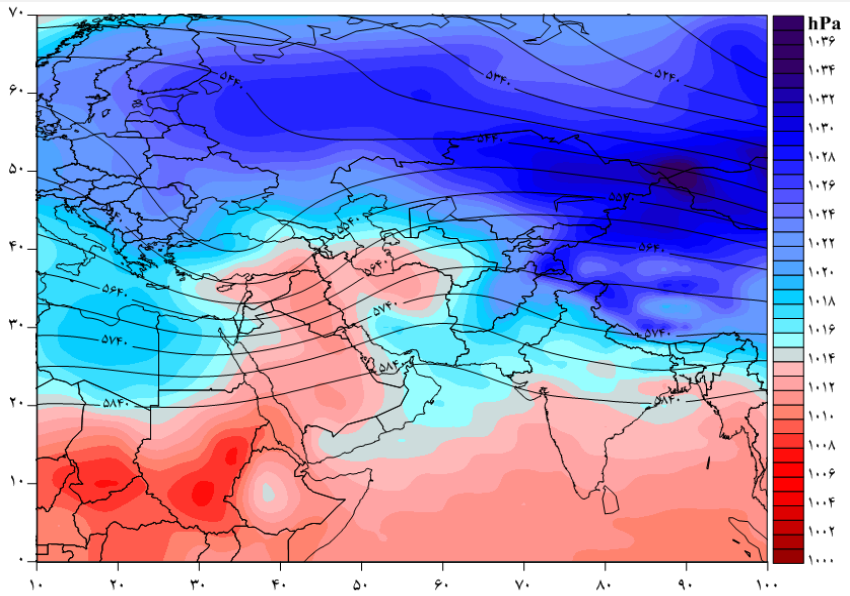
۱) الگوی کم‌فشار سودان- پرفشار سیبری

همانطور که در شکل۳ نشان داده شده است در این الگو هسته‌ی کم‌فشار بسیار قوی سودان بصورت دو هسته بر روی جنوب کشور سودان و چاد قرار دارد که فشار مرکزی در آنها ۱۰۰۸ هکتوپاسکال است. همچنین هسته‌ی پرفشار قوی سیبری بر روی مناطق مغولستان و قزاقستان با فشار مرکزی ۱۰۳۶ هکتوپاسکال دیده می‌شود. نفوذ زبانه‌ی کم‌فشار سودان در راستای جنوب‌غرب- شمال شرقی به سمت نیمه‌ی غربی ایران و شمال شرق ایران کاملاً آشکار است و هسته‌های کم‌فشاری را نیز بر روی کشور عراق و شمال‌شرق کشور ایران ایجا کرده است. واچرخند سیبری در غیاب کم‌فشار جنب‌قطبی ایسلند، هم در راستای شمالی- جنوبی و هم در راستای غربی-شرقی گسترش کامل دارد و زبانه‌ی این واچرخند با حرکت غرب سوی خود، کل کشور اروپا تا جنوب کشور لیبی را فراگرفته است. همچنین زبانه‌ای از آن در راستای شمال-شرق-جنوب‌غربی تا کشور عمان کشیده شده است. شیو فشار ناشی از همجواری و برخورد زبانه‌های دو سامانه‌ی کم‌فشار سودان و پرفشار سیبری منجر به ناپایداری هوا بر روی نیمه‌ی غربی و شمال‌شرق ایران شده است. چرخش چرخندی سامانه‌ی سودانی به کمک چرخش واچرخندی زبانه‌های نفوذی سیبری در قسمت غربی(شمال آفریقا) و در قسمت شرقی(کشور عمان) تقویت شده است. چنین آرایشی از سامانه‌ها منجر به پمپاژ رطوبت دریاهای گرم جنوبی(دریای عمان، دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس) به سمت ایران خواهد شد. همزمان با رخداد این الگو در تراز میانی جو(۵۰۰ هکتوپاسکال) نیز ناوه‌ی عمیقی بر روی شرق مدیترانه دیده می‌شود که محور آن تا شمال کشور سودان و دریای سرخ کشیده شده است. دو پشته نیز یکی بر روی اروپا تا شمال آفریقا و دیگری بر روی نیمه‌ی شرقی ایران و دریای عمان مشاهده می‌شود که منجر به تقویت چرخش واچرخندی سطح زمین و ریزش و نشست هوای سرد ترازهای بالای جو بر روی مناطق یاد شده است. نیمه‌ی غربی کشور ایران و استان کردستان در شرق ناوه، جایی که چرخندگی و تاوایی مثبت و صعود هوا شدید است، قرار دارد. مهیایی رطوبت دریاهای گرم جنوب، شیو فشار و شرایط دگرفشاری و ناپایداری و صعود هوا در تراز میانی جو هنگام رخداد این الگو منجر به بارش‌های سیل آسای استان کردستان شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

متوسط بارش هنگام رخداد این الگو بر روی پهنه‌ی استان کردستان ۲۶ میلی‌متر در روز و برابر با حدود ۷۳۳۲۷۸۰۰۰ مترمکعب حجم آب است. در ۲۹ درصد مواردی که بارش سیل آسا بر روی استان اتفاق افتاده است، این الگو حضور دارد. بیشترین رخداد آن در اسفند ماه است(جدول۳).



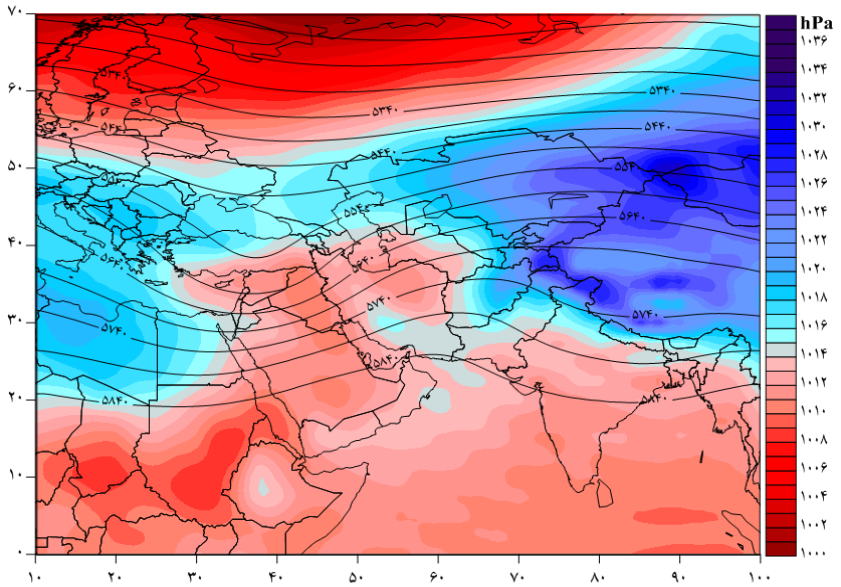
شکل(۳) الگوی کم‌فشار سودان- پرفشار سیبری

۲) الگوی کم‌فشار سودان و ایسلند- پرفشار سیبری و اروپا

الگوی دوم فشار تراز دریا شباهت‌های زیادی به الگوی اول دارد. با این تفاوت که کم‌فشار جنب قطبی ایسلند به شدت تقویت شده و به سمت عرض‌های جنوبی جابجا شده است. هسته‌ی مرکزی آن بر روی دریای بارنتز و کارا قرار گرفته و فشار مرکزی آن حدود ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. گسترش و جابجایی جنوب سوی آن منجر به جابجایی پرفشار اروپایی به سمت عرض‌های جنوبی‌تر(شمال آفریقا) شده است. در این الگو شدت پرفشار سیبری ۶ هکتوپاسکال کم‌تر از الگوی اول است ولی به دلیل جابجایی کم‌فشار جنب‌قطبی، گسترش آن در راستای شمالی و غربی محدود شده و بیشتر در راستای جنوبی و جنوب‌غربی کشیده شده است. همانطور که در شکل۴ نشان داده شده است، نفوذ زبانه‌هایی از واچرخند سیبری به سمت جنوب‌شرق کشور کاملاً آشکار است. کم‌فشار سودان در این الگو نیز همانند الگوی اول

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

فعال است و در راستای شمالی تا دریای خزر گسترش یافته است. هسته‌هایی از این کم‌فشار بصورت سلول‌های جداگانه‌ای بر روی کشور عربستان، عراق و شمال‌شرق کشور شکل گرفته است. همانند الگوی اول در این الگو نیز اندرکنش سامانه‌های واچرخندی سیبری و اروپایی با کم‌فشار جنب قطبی ایسلند و سودان منجر به شرایط دگرفشاری، ناپایداری هوا و تزریق رطوبت دریاهای گرم جنوب به سمت ایران و استان کردستان شده است. در تراز میانی جو نیز بر روی شرق دریای مدیترانه ناوه‌ی عمیقی شکل گرفته است که محور آن از مرکز ترکیه تا بخش‌های میانی دریای سرخ کشیده شده است. نیمه‌ی غربی کشور و بویژه استان کردستان در نیمه‌ی شرقی ناوه‌ی یاد شده قرار دارد و شرایط ناپایداری هوا را فراهم کرده است. دو پشته‌ی تراز میانی بر روی جنوب اروپا و شمال آفریقا و نیمه‌ی شرقی افغانستان منجر به تقویت چرخش واچرخندی در سطح زمین و نشست هوای سرد ترازهای بالای جوی بر روی مناطق یاد شده است. محور پشته‌ی شرقی تراز میانی جو نسبت به الگوی اول به سمت شرقی‌تر جابجا شده است. این الگو در ۷۱ درصد مواردی که استان کردستان بارش سیل آسا دریافت کرده است، مشاهده شده است. میانگین بارش دریافتی استان کردستان طی رخداد این الگو ۲۴/۸ میلی متر در روز و معادل حجم آبی برابر با ۶۹۹۴۳۴۰۰ متر مکعب آب است. بیشترین رخداد این الگو در ماههای گذر سال فروردین و آبان است.



شکل(۴) الگوی کم‌فشار سودان و ایسلند- پرفشار سیبری و اروپا

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

جدول(۳) فراوانی رخداد الگوهای همدید فشار تراز دریا در ماههای مختلف سال(برحسب درصد)

ماه / الگو	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	درصد رخداد	متوسط بارش
الگوی اول	۱۶/۱							۱۶/۱	۱۶/۱	۶/۴	۲۲/۲	۲/۶	۲۹	۲۶
الگوی دوم	۲۱	۱۳/۱					۱/۳	۱۹/۷	۱۷/۱	۱۰/۵	۶/۵	۰/۵	۷۱	۲۴/۸

ب) فصل خشک

انجام تحلیل مولفه‌های مبنا بر روی ماتریس همپراش فشار تراز دریا در روزهای همراه با بارش‌های سیل آسا در فصل خشک استان(خرداد تا مهرماه) نشان داد که با ۱۱ مولفه می‌توان ۹۲/۶ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را در چارچوب مورد بررسی برای این فصل تبیین کرد(جدول ۴). مولفه‌ی اول حدود ۳۸ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کند. تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس نمرات ۱۱ مولفه نشان داد که این گونه بارشها ناشی از رخداد یک الگوی فشار در تراز دریا هستند.

جدول(۴) درصد تبیین پراش مولفه‌های شناسایی شده‌ی فشار تراز دریا در فصل خشک

شماره مولفه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	کل
درصد تبیین پراش	۳۷/۹	۱۴/۳	۱۲/۸	۷	۵/۶	۴/۸	۳	۲/۲	۱/۹	۱/۴	۱/۳	۹۲/۶

الگوهای فشار تراز دریا در فصل خشک

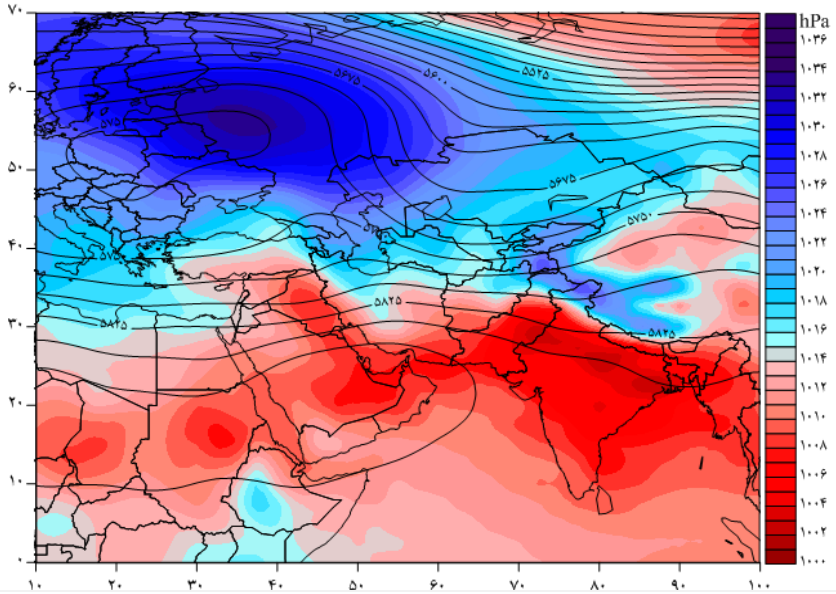
الگوی کم‌فشار مونسونی و پرفشار شرق اروپایی

بارش‌های سیل‌آسای فصل خشک استان کردستان نسبت به بارش‌های فصل مرطوب بسامد اندک و شدت کمتری دارند ولی به دلیل نقش اینگونه بارشها بر بخش کشاورزی خسارات اقتصادی بسیار زیاد و جبران ناپذیری را به دنبال دارد. نقشه‌ی ترکیبی الگوی فشار تراز دریا بر روی کرنل مورد مطالعه هنگام رخداد بارش‌های سیل‌آسای استان در فصل خشک در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که قابل ملاحظه است کم فشار مونسون از جانب جنوب‌شرق کشور وارد ایران شده و بصورت نواری در راستای جنوب‌شرقی- شمال‌غربی کشیده شده است و تا کشور ترکیه نفوذ کرده است. همزمان بر روی شرق اروپا و شمال دریای خزر یک پرفشار و واچرخند قرار گرفته است که توسط پشته‌ی قوی تراز میانی جو تقویت می‌شود. هوای سرد واچرخند روی شرق اروپا تا مرکز ایران نفوذ کرده و شرایط دگرفشاری را بر روی استان کردستان و غرب ایران ایجاد کرده و منجر به ناپایداری و صعود هوا در منطقه می‌شود. بر روی غرب کشور شیو فشار به حدود ۲۵ تا ۳۰ هکتوپاسکال می‌رسد. میانگین روزانه‌ی بارش استان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

کردستان هنگام رخداد این الگو حدود ۴/۶ میلی‌متر است. در تراز میانی جو بر روی شرق اروپا یک هسته‌ی پرارتفاع با هسته‌ی ۵۷۵۰ ژئوپتانسیل متر دیده می‌شود و بر روی غرب ایران یک ناوه دیده می‌شود که صعود هوا را در محل بیشینه‌ی شیو فشار به اوج رسانده و تقویت می‌کند. استان کردستان در شرق ناوه قرار دارد و از حالت حرارتی تبدیل به دینامیکی شده و شرایط ناپایداری جو کاملاً فراهم است. در جنوب ایران شرایط برعکس است. در تراز میانی یک پشته‌ی بسیار قوی دیده می‌شود که همان زبانه‌ی واچرخند دینامیکی آزورز است که از جانب جنوب غرب ایران بر روی جنوب ایران کشیده شده است و باوجود کم‌فشار حرارتی بسیار قوی در سطح زمین بر روی منطقه، مانع از صود هوا در بخش‌های جنوبی ایران شده است.



شکل(۵) الگوی ترکیبی فشار تراز دریا هنگام رخداد بارش‌های سیل آسای استان کردستان در فصل خشک سال

همگرایی شار رطوبت

یکی از شرایط رخداد بارش علاوه بر عوامل دینامیکی و صعود، مهیایی رطوبت در منطقه است. برای رخداد بارش سنگین و سیل آسا منبع رطوبت مهم‌تر از عوامل صعود است(علیجانی، ۱۳۷۲). منبع رطوبت ممکن است محلی باشد و یا از اطراف به سمت منطقه انتقال پیدا کرده باشد. اگر مقدار زیادی از رطوبت جوی بر روی حجم کوچکی از جو همگرا و متمرکز شود،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

ممکن است بارش سنگینی در آن منطقه رخ دهد(فیراریس[1] و همکاران، ۲۰۰۱). برای آگاهی در مورد چگونگی شار رطوبت و منبع رطوبت بارش‌های سنگین و سیل آسای استان کردستان نقشه‌های شار همگرایی رطوبت محاسبه شد.

تحلیل همگرایی شار رطوبت در روزهای نماینده‌ی هر الگوی گردشی

برای آگاهی در مورد منبع رطوبت بارش‌های سیل آسای استان کردستان و نحوه‌ی همگرایی شار رطوبت در ترازهای مختلف جوی بر روی کرنل مورد پژوهش، از هر کدام از الگوها یک روز به عنوان نماینده که بیشترین همبستگی را با سایر اعضا داشت برگزیده شد(جدول ۵). برای الگوی اول در فصل مرطوب روز ۱۳۷۰/۹/۱۸ بیشترین همبستگی را با سایر اعضای گروه(۳۰ روز دیگر) داشت و میزان آن برابر با ۶۰ درصد است و برای الگوی دوم روز ۱۳۷۳/۸/۲۶ که میزان همبستگی آن با سایر اعضا بیشینه بود(۵۵ درصد) به عنوان روز نماینده انتخاب شد. برای فصل خشک نیز روز ۸ ماه خرداد سال ۱۳۷۴ به عنوان روز نماینده انتخاب شده که با سایر روزها ۵۴ درصد همبستگی نشان می‌دهد(جدول ۶).

جدول(۵) روزهای نماینده هر الگو در فصل مرطوب

الگوی گردشی	فراوانی(روز)	درصدفراوانی	همبستگی روز نماینده	همبستگی درونگروهی	روز نماینده					
					تاریخ شمسی			تاریخ میلادی		
					سال	ماه	روز	سال	ماه	روز
اول	۳۱	۲۹	۰/۶۰	۰/۵۰	۱۳۷۰	۹	۱۸	۱۹۹۱	۱۲	۹
دوم	۷۶	۷۱	۰/۵۵	۰/۴۰	۱۳۷۳	۸	۲۶	۱۹۹۴	۱۱	۱۷

جدول (۶) روزهای نماینده هر الگو در فصل خشک

الگوی گردشی	فراوانی(روز)	درصدفراوانی	همبستگی روز نماینده	همبستگی درونگروهی	روز نماینده					
					تاریخ شمسی			تاریخ میلادی		
					سال	ماه	روز	سال	ماه	روز
اول	۳۲	۱۰۰	۵۴	۴۲	۸	۳	۱۳۷۴	۲۹	۵	۱۹۹۵

الف) فصل مرطوب

به دلیل حجم زیاد نقشه‌های شار همگرایی رطوبت در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵، ۸۵۰، ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۴ دیده‌بانی ۶ ساعته برای ۱۰۷ روز برگزیده در فصل مرطوب

[1]- Ferraris

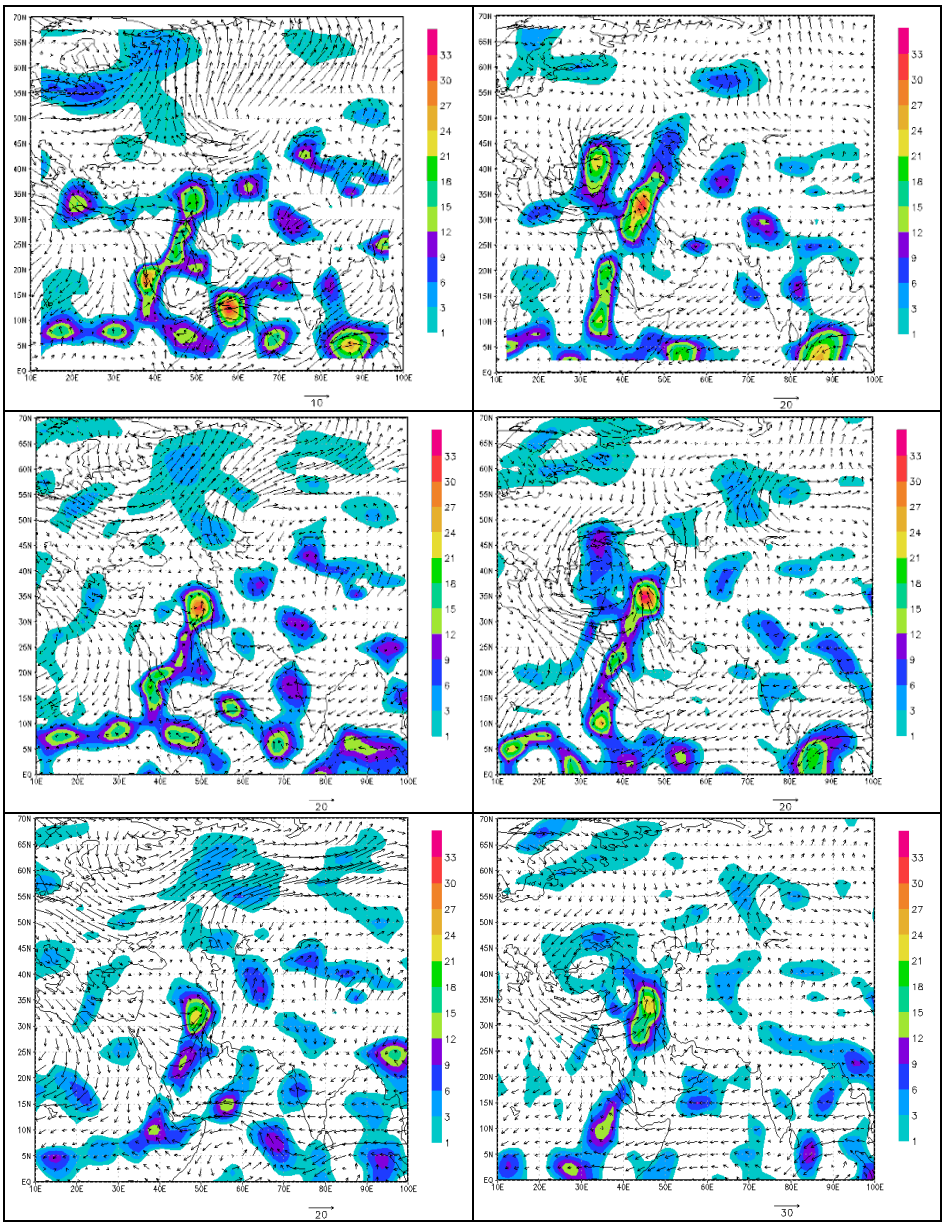
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

برای روزهای نماینده هر کدام از الگوها میزان شار همگرایی رطوبت در ساعت صفر گرینویچ آمده است. مقادیر همگرایی شار رطوبت بر حسب گرم بر کیلوگرم در ثانیه است. مناطقی که در آنجا رطوبت همگرا شده است، بیانگر چاله‌هایی هستند که جریانهای جوی و وزش باد رطوبت را از اطراف به سمت منطقه آورده و در آنجا متمرکز و همگرا کرده‌اند. نتایج نشان داد که بیشترین شار رطوبت طی رخداد هر دو الگو در ترازهای زیرین جو(۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال) با جهت جنوبی- شمالی صورت گرفته است. با چرخش پادساعتگرد سامانه‌ی واچرخندی روی دریای عمان که زبانه‌ای از سامانه‌ی سیبری است نقش مهمی در تزریق رطوبت دریاهای گرم جنوب به سمت نیمه‌ی غربی کشور و بویژه بر روی استان کردستان دارد. در هر دو الگو هسته‌ی بیشینه‌ی همگرایی شار رطوبت بر روی استان کردستان قرار دارد. در ترازهای زیرین جو دریاهای عمان، عرب، سرخ، خلیج فارس و مدیترانه منبع رطوبت بارش‌های سیل آسای استان هستند که توسط جریانهای باد با سرعت دست‌کم ۲۰ متر بر ثانیه بسوی منطقه وزانده شده‌اند. در میان منابع رطوبتی، دریای عمان و عرب سهم بیشتری در تأمین رطوبت بارش‌ها داشته‌اند(شکل۶). در ترازهای بالاتر جوی ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال دریاهای گرم جنوب نقش کم‌رنگ‌تری در تأمین رطوبت بارش‌ها دارند. در ترازهای بالاتر دریای مدیترانه و دریای سرخ هستند که بیشترین منبع رطوبتی به حساب می‌آیند و امواج بادهای غربی با سرعت بیش از ۳۰ متر بر ثانیه با جهت غربی- شرقی و جنوب‌غربی-شمال‌شرقی رطوبت دریاهای یاد شده را به سمت ایران می‌آورند. البته میزان شار رطوبت در ترازهای بالاتر جوی نسبت به ترازهای پایین بسیار ناچیز است. بیشینه‌ی همگرایی رطوبت در ترازهای بالایی بر روی شرق منطقه مورد پژوهش و درجنوب دریای خزر مشاهده شد. بطورکلی می‌توان گفت که منبع اصلی رطوبت بارش‌های سیل آسای استان کردستان، شار رطوبت در ترازهای زیرین جوی است که به کمک اندرکنش بین زبانه‌های سامانه‌های واچرخندی سیبری بر روی دریای عمان و شمال افریقا و کم‌فشار سودان، رطوبت دریاهای گرم جنوبی عرب، عمان، سرخ و خلیج فارس با جهت جنوبی‌شمالی به سمت نیمه‌ی غربی ایران نفوذ کرده و بر روی منطقه همگرا شده است(شکل۷).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

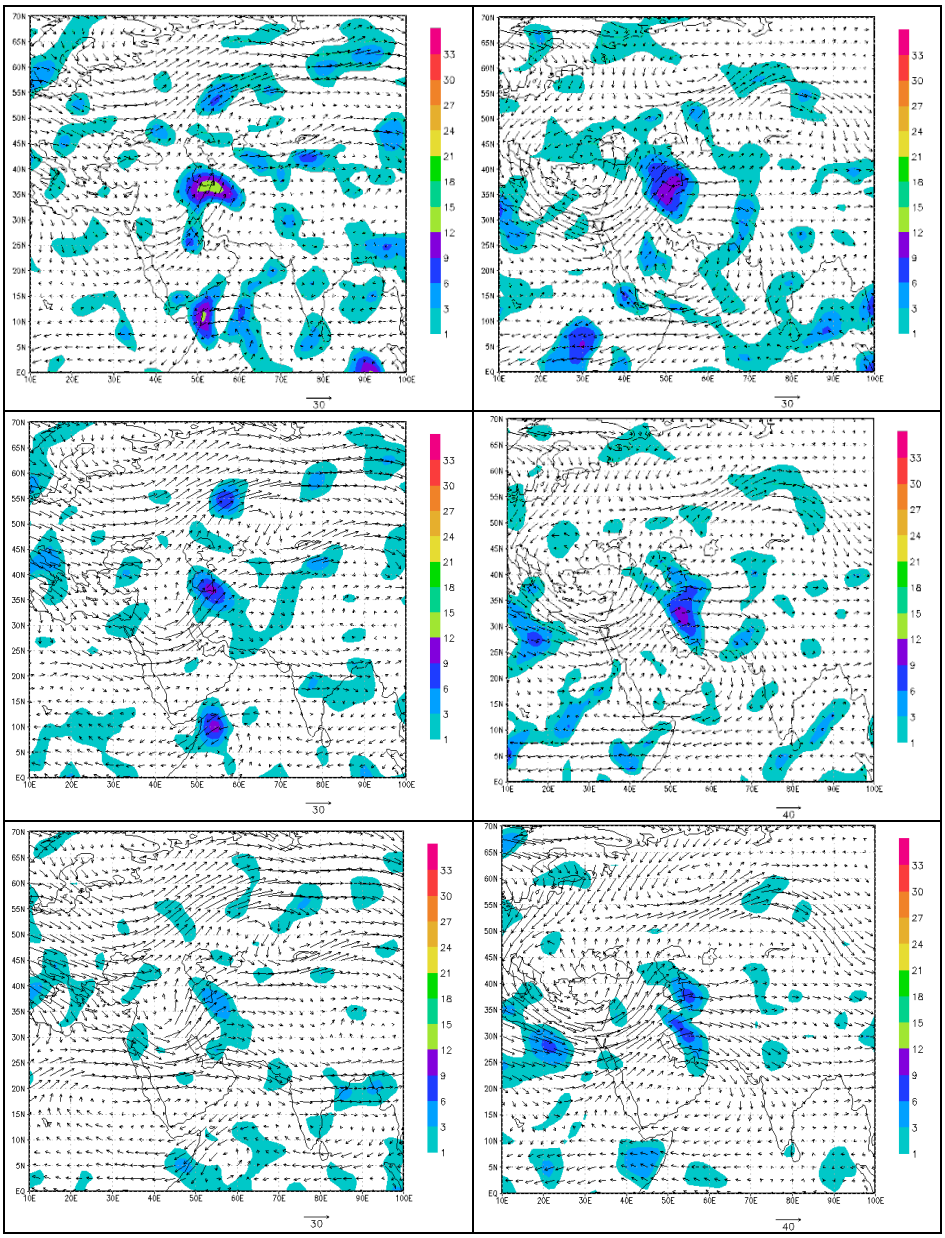
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]



شکل(۶) شارهمگرایی رطوبت در الگوی اول(راست) و الگوی دوم(چپ) بر حسب $10^{-5} g \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ در ترازهای زیرین جو به ترتیب ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]



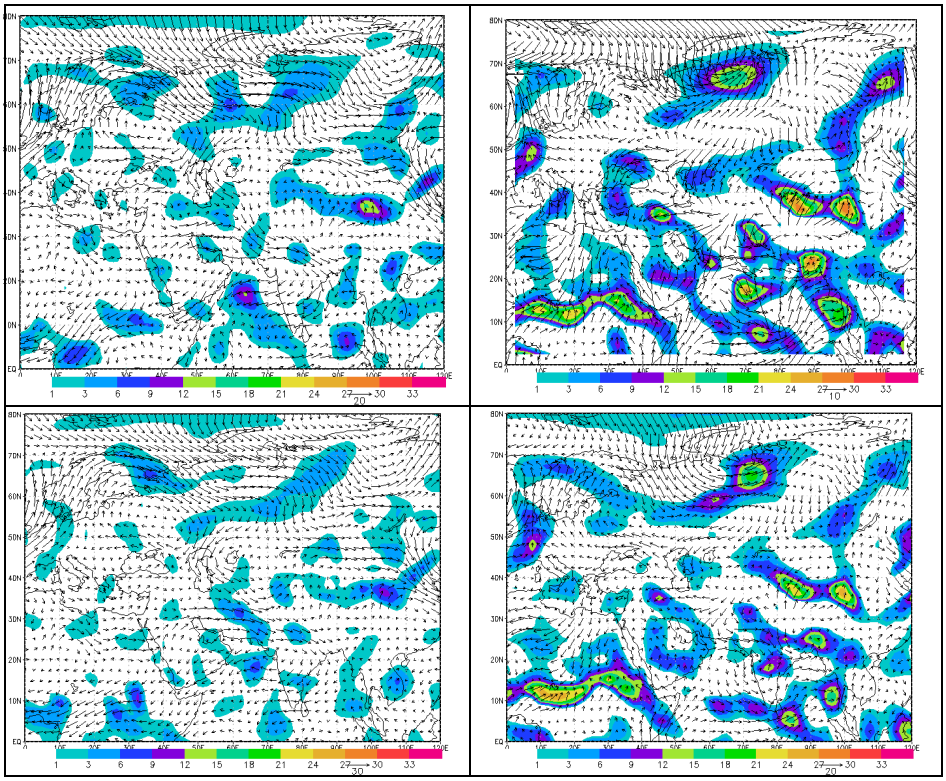
شکل(۷) شارهمگرایی رطوبت در الگوی اول(راست) و الگوی دوم(چپ) بر حسب $10^{-5} g \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ در ترازهای بالایی جو به ترتیب ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

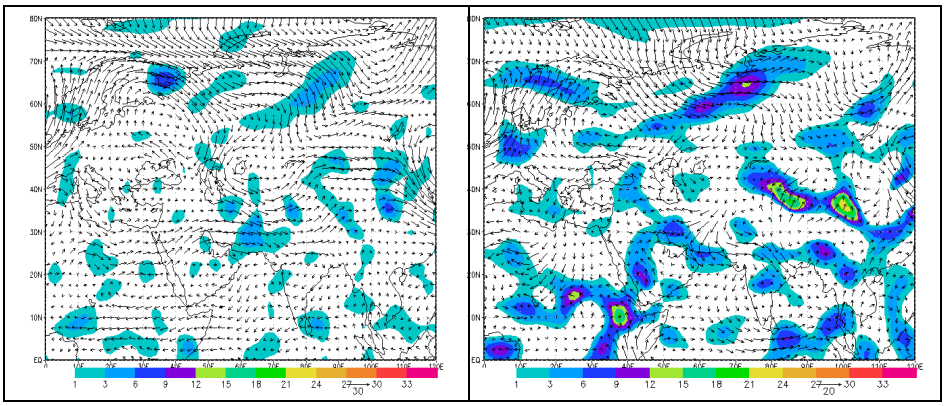
ب)فصل خشک

شکل ۸ نقشه‌ی همگرایی شار رطوبت در روز نماینده‌ی الگوی فصل خشک سال(خرداد تا مهرماه) را نشان می‌دهد. در ترازهای زیرین جو کاملاً آشکار است که جریانهای شمالی مربوط به واچرخند روی شمال دریای خزر و شرق اروپا هوای مرطوب روی دریای خزر را به سمت استان کردستان شارش کرده بطوری که بر روی استان کردستان شار همگرایی رطوبت به ۲۱ تا ۲۴ گرم برکیلوگرم در ثانیه در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال رسیده است. در تراز ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال و حتی ۷۰۰ هکتوپاسکال کاملاً نمایان است که منبع رطوبت اینگونه بارشها در فصل خشک سال، دریای خزر است. بیشترین شار همگرایی رطوبت مربوط به تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال است. اینگونه بارشها از جانب شرق استان شروع شده و به سمت غرب استان در حرکت می‌باشند. در تراز ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بازهم منابع رطوبت دریای خزر است ولی رطوبت بر روی منطقه انجام نشده بلکه در بخش‌های شرقی‌تر همگرایی انجام شده است.



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]



شکل(۸) شارهمگرایی رطوبت در الگوی فصل خشک سال بر حسب $10^{-5} g \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ در ترازهای زیرین جو به ترتیب ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰(سمت راست) و در ترازهای بالایی جو به ترتیب ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال(سمت چپ)

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش تحلیل همدید بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان طی بازه‌ی زمانی ۱۳۳۹/۱۰/۱۱(۱۹۶۱/۱/۱) تا ۱۳۸۹/۱۰/۱۲(۲۰۱۰/۱۲/۳۱)(۱۸۲۶۳روز) بود. باتوجه به هدف پژوهش از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شد. در ابتدا به کمک دو آستانه‌ی فراگیری و شدت(صدک ۹۸اُم)، ۱۰۷ روز از فراگیرترین و شدیدترین بارش‌ها انتخاب شد. اینگونه بارش‌ها در فصل مرطوب سال(از مهر تا خردادماه) مشاهده می‌شوند چراکه شدیدترین و ابرسنگین‌ترین بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان در فصل مرطوب سال رخنمود دارند. فشار تراز دریا برای ۱۰۷ روز یاد شده روی یاخته‌های۲/۵ در ۲/۵ در کرنل ۱۰ تا ۱۰۰ درجه‌ی طول شرقی و ۰ تا ۷۰ درجه‌ی شمالی از مرکز ملی اقیانوس و جو شناسی ایالات متحده امریکا استخراج شد و بر روی ماتریس همپراش داده‌های فشار تراز دریا، تحلیل مولفه‌های مبنا انجام شد و ۱۲مولفه که حدود ۹۳ درصد از تغییرات فشار تراز دریا را تبیین می‌کردند، شناسایی شد. برای شناسایی الگوهای همدیدی بر روی نمرات مولفه‌ها تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام شد. یافته-های این پژوهش نشان داد که در فصل مرطوب سال دو الگوی همدید فشار تراز دریا هنگام رخداد بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان مشاهده می‌شود: الگوی کم‌فشار سودان- پرفشار سیبری و الگوی کم‌فشار سودان و ایسلند- پرفشار سیبری و اروپا. متوسط بارش هنگام رخداد الگوی اول بر روی پهنه‌ی استان کردستان ۲۶ میلی‌متر در روز و برابر با حدود ۷۳۳۲۷۸۰۰۰ مترمکعب حجم آب است. در ۲۹ درصد مواردی که بارش سیل آسا بر روی استان اتفاق افتاده است، این الگو حضور دارد. بیشترین رخداد آن در اسفند ماه است. الگوی دوم در ۷۱ درصد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

مواردی که استان کردستان بارش سیل‌آسا دریافت کرده است، مشاهده شده است. میانگین بارش دریافتی استان کردستان طی رخداد این الگو ۲۴/۸ میلی متر در روز و معادل حجم آبی برابر با ۶۹۹۴۳۴۰۰ متر مکعب آب است. بیشترین رخداد این الگو در ماههای گذر سال فروردین و آبان است. در هر دو الگو نقش سامانه‌ی کم‌فشار سودان کاملاً آشکار است. سامانه‌ی واچرخندی سیبری نیز نقش مهمی در گرادیان فشار و تغذیه‌ی رطوبت دریاهای گرم جنوبی به سمت منطقه‌ی مورد پژوهش دارد. تقویت کم‌فشار جنب‌قطبی و گسترش آن به سمت جنوب و شرق نقش مهمی در جابجایی واچرخند سیبری و واچرخند اروپا به سمت جنوب و راندن زبانه‌های آنها به سمت شرق ایران(سیبری) و شمال آفریقا(اروپایی) دارد. اندرکنش و چیدمان سامانه‌ها طوری است که فعالیت سامانه‌ی کم‌فشار سودانی توسط چرخش واچرخندی سامانه‌ی سیبری و واچرخند اروپایی تقویت می‌شود و منجر به تغذیه رطوبتی و شار رطوبت آن و ایجاد شرایط دگرفشاری در منطقه می‌شود. در تراز میانی جو(۵۰۰ هکتوپاسکال) نیز ناوه‌ی عمیق مستقر بر روی شرق دریای مدیترانه هوای سرد عرض‌های بالا و شمال اروپا را به سمت منطقه انتقال داده و با توجه به اینکه استان کردستان در شرق ناوه قرار دارد، ناپایداری را بر روی منطقه تقویت می‌کند. برای آگاهی از نحوه‌ی چگونگی شار رطوبت به سمت منطقه و منبع رطوبت بارش‌ها شار همگرایی نیز در روزهای نماینده‌ی هردو الگو محاسبه شد. یافته‌های بیانگر آن است که بیشترین شار همگرایی رطوبت در ترازهای زیرین جو(۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال) اتفاق افتاده است. منبع رطوبتی در ترازهای زیرین جو دریاهای عرب، سرخ، عمان، خلیج‌فارس و مدیترانه است. نقش دریای مدیترانه نسبت به دریاهای گرم جنوبی کمتر است و در بین دریاهای جنوب، دریای عرب سهم بیشتری در تغذیه‌ی رطوبتی بارش‌های سنگین استان دارد. در ترازهای بالای جوی(۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال) میزان شار همگرایی کمتر است و بر روی جنوب دریای خزر و شرق استان کردستان همگرا شده است. در ترازهای بالای جو منبع رطوبتی بارش‌ها دریای سرخ و مدیترانه است و نقش دریاهای جنوبی کم‌رنگ‌تر است.

منابع و ماخذ

۱. اشجعی باشکند، محمد (۱۳۷۹). **بررسی و ارائه مدل‌های سینوپتیکی بارش‌های سنگین در شمال‌غرب ایران**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه هواشناسی.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

۲. پرنده، اکرم و لشکری، حسن (۱۳۹۰). **بررسی سینوپتیکی بارش های سنگین در جنوب ایران (مطالعه موردی بارش ۳۱ دسامبر ۱۹۸۴ لغایت ۴ ژانویه ۱۹۸۵ حوضه آبریز رودخانه دالکی)**، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲۲، صص ۱۲۳-۱۳۶.

۳. پروین، نادر(۱۳۸۹). **بررسی ارتباط بین تغییرات سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه**، مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره۲، صص ۱۱۷-۱۳۸.

۴. جانباز قبادی، غلامرضا و مفیدی، عباس و زرین، آذر (۱۳۹۰). **شناسایی الگوهای همدید بارش‌های سنگین زمستانی سواحل جنوبی دریای خزر**، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲۲، صص ۲۳-۴۰.

۵. حمیدیان پور، محسن و علیجانی، بهلول و صادقی، علیرضا(۱۳۸۹). **شناسایی الگوهای همدیدی بارش های شدید شمال شرق ایران**، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک پاییز ،شماره ۱(۱)، صص۱-۱۶.

۶. حجازی زاده، زهرا و جعفرپور، زین العابدین و پروین، نادر (۱۳۸۶). **بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد سیلاب‌های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه**، علوم جغرافیایی، شماره ۱۰،صص ۱۲۵-۱۵۵.

۷. حجتی زاده، رحیم (۱۳۸۱). **بررسی سینوپتیکی سیلاب رودهای دامنه غربی زاگرس (با تأکید بر حوضه‌های آبی کرخه و کارون و دز)**، رساله دوره دکتری اقلیم شناسی، اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان.

۸. خوشحال دستجردی، جواد و خسروی، محمود و نظری پور، حمید (۱۳۸۸). **شناسایی منشا و مسیر رطوبت بارش های فوق سنگین استان بوشهر**، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶، صص ۷-۲۸.

۹. خوشحال،جواد (۱۳۷۶). **تحلیل وارائه مدل های سینوپتیک کلیماتولوژی برای بارش های بیش از صد میلی متر در سواحل جنوبی دریای خزر**، رساله دوره دکتری اقلیم شناسی،تهران،گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰.رضایی، پرویز(۱۳۸۸). **تحلیل سینوپتیکی سیلاب‌های حوضه ماسوله**، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۶۸، صص ۱۰۵-۱۱۸.

۱۱.سبزی پرور، علی‌اکبر(۱۳۷۱). **تحلیل سینوپتیکی سیستم‌های سیل آسای جنوب غرب ایران**، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

۱۲.عربی،زهرا (۱۳۷۹). **تحلیل وارائه الگوهای سینوپتیکی حاکم بر بارش های شدید وفراگیر فصل تابستان ایران**،رساله دوره دکتری اقلیم شناسی،تهران،گروه جغرافیا،دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳.عزیزی، قاسم و نیری، معصومه و رستمی جلیلیان، شیما (۱۳۸۸). **تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی: بارش دوره ۷ – ۱۴ مارس ۲۰۰۵، ۱۶ تا ۲۴ اسفند ۱۳۸۵)**، جغرافیای طبیعی، شماره ۴،صص ۱-۱۳.

۱۴.عزیزی، قاسم و صمدی ، زهرا(۱۳۸۶). **تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان‌های گیلان و مازندران**، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۰،صص ۷۴-۶۱.

۱۵.علیجانی، بهلول و خسروی، محمود و اسمعیل نژاد، مرتضی(۱۳۸۹). **تحلیل سینوپتیکی بارش شدید روز ۲۰۰۸/۱/۶ در مناطق جنوبی ایران**، مجله پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، شماره ۳-۴،صص ۱-۱۲.

۱۶.علیجانی، بهلول (۱۳۷۲). **مکانیزم های صعود بارندگی در ایران**. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم شماره ۱ :صص ۱۰۱- ۸۵.

۱۷.علیجانی، بهلول(۱۳۸۱). **اقلیم‌شناسی سینوپتیک**، انتشارات سمت، تهران.

۱۸.غفاریان، پروین و مشکواتی، امیر حسین و آزادی، مجید و مزرعه فراهانی، مجید و رحیم زاده، فاطمه(۱۳۸۹). **بررسی همدیدی بارش در شمال غرب ایران- مطالعه‌ی موردی بارش فرین ایستگاه ارومیه**، نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، شماره ۳-۴،صص ۱۵-۲۶.

۱۹.قادری، حیدر و علیجانی، بهلول(۱۳۸۹). **تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید لارستان**، جغرافیای طبیعی، شماره ۳،صص ۱۷-۳۶.

۲۰.جانباز قبادی، غلامرضا و مفیدی، عباس و زرین، آذر(۱۳۹۰). **شناسایی الگوهای همدید بارش‌های شدید زمستانه در سواحل جنوبی دریای خزر**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴۲،صص ۲۳-۴۰.

۲۱.کاویانی، محمدرضا؛ حجّتی زاده، رحیم(۱۳۸۰). **تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک واقعه سیل اسفندماه ۱۳۷۱ در حوضه آبی کارون**، مجله‌ی پژوهشی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۲۶و ۲۷، صص ۱۸-۱.

۲۲.کریمی، احمدآباد، مصطفی(۱۳۸۶). **تحلیل منابع رطوبتی بارش‌های ایران**، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

۲۳.کوهیان افضل، فرشاد و موسوی، جمشید و صدقی، حسین و پرهمت، جهانگیر(۱۳۸۷). **پیش‌بینی زمان واقعی سیل با استفاده از شبکه‌های عصبی ترکیبی**، مجله هیدرولیک، شماره۱،صص ۱-۱۸.

۲۴.گندمکار، امیر(۱۳۸۹). **بررسی همدید بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر**، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۸،صص ۱۷-۳۶.

۲۵.لشکری، حسن(۱۳۷۵). **الگوی سینویتیکی بارشهای شدید جنوب و جنوب غرب ایران**، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲۶.لشکری، حسن(۱۳۸۱). **مسیریابی سامانه های کم فشار سودانی ورودی به ایران**، فصلنامه مدرس شماره ۲۵،صص ۱۳۳-۱۵۷.

۲۷.لشکری، حسن(۱۳۸۲). **مکانیسم تکوین و توسعه کم فشار سودان و اثر آن بر روی بارشهای جنوب و جنوب غرب ایران**، فصلنامه پژوهشهای جغرافیایی شماره ۴۶،صص ۱-۱۸.

۲۸.محمدی، بختیار و مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۹). **تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران، نمونه موردی، بارش نوامبر سال ۱۹۹۴**، جغرافیا و توسعه، شماره ۸، ۴۷-۷۰

۲۹.محمدی، حسین و فتاحی، ابراهیم و شمسی‌پور، علی‌اکبر و اکبری، مهری (۱۳۹۱). **تحلیل سامانه‌های سودانی و رخداد بارش‌های سنگین در جنوب‌غرب ایران**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۱۸،صص ۷-۲۴.

۳۰.مرادی، حمیدرضا(۱۳۸۵). **پیش بینی سیلاب براساس الگوهای سینوپتیکی در شمال شرق ایران**، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیا، شماره ۷۵،صص ۵۴-۷۰.

۳۱.مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۸۷). **شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های سنگین ایران**، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، ۲۳ الی ۲۵ مهر ۱۳۸۷، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران.

۳۲.مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۸۴). **شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون**، مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان،صص ۱۸۲-۱۶۱.

۳۳.مفیدی، عباس(۱۳۸۳). **اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ دریای سرخ در خاورمیانه**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، صص ۹۳-۷۱.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

۳۴.مفیدی، عباس و زرّین، آذر(۱۳۸۴). **بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بار ش‌های سیل زا در ایران**، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷، صص ۱۳۶-۱۱۳.

۳۵.مفیدی، عباس؛ ذرّین، آذر و غلامرضا جانباز قبادی، ۱۳۸۶، تعیین الگوی همدیدی بارش-های شدید و حدّی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۳، شماره ۳ ، صص ۱۵۴-۱۳۱.

۳۶.یاراحمدی، داریوش و مریانجی، زهره(۱۳۹۰). **تحلیل الگوی دینامیکی و همدیدی بارش‌های سنگین در جنوب‌غرب خزر و غرب ایران (مطالعه موردی: بارش مورخه ۱۳۸۳/۸/۱۴)**، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۷۶، صص ۱۰۵-۱۲۰.

۳۷.یارنال، برنت(۱۹۹۳). **اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی**، ترجمه‌ی سیدابوالفضل مسعودیان(۱۳۸۵)، انتشارات دانشگاه اصفهان.

Bechtold, P., Bazile, E. (2001). **The 12–13 November 1999 flash flood in southern France**, Atmospheric Research, 56, 171–189.

Cavalcanti, I.F.A. (2012). **Large scale and synoptic features associated with extreme precipitation over South America: A review and case studies for the first decade of the 21st century**, Atmospheric Research, 27–40.

Ferraris, L., Reale, O., Turato, B. (2001). **Synoptic and hydrological analysis of a flood event**, Physical Chemeestry Earth, 9, 655-661.

Kaspar, M., Muller, M. (2010). **Variants of synoptic-scale patterns inducing heavy rains in the Czech Republic**, Physics and Chemistry of the Earth, 35, 477–483.

Kumar, A., Dudhia, J., Rotunno, R., Niyogi, D., Mohanty, U. C. (2008). **Analysis of the 26 July 2005 heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model**, Q. J. R. Meteorol. Soc, 134, 1897–1910.

Liasat, M.C., Barriendos, M., Barrera, A., Rigo, T. (2005). **Floods in Catalonia (NE Spain) since the 14thcentury**.Climatological and

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]

meteorological aspects from historical documentary sources and old instrumental records, Journal of Hydrology 313, 32–47.

Prudhomme, Ch., Genevier, M. (2011). **Can atmospheric circulation be linked to flooding in Europe?**, Hydrological processes, 7, 1180–1190.

.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.37.3.1]