نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال سیزدهم، شماره ۲۹، تابستان ۹۲

بررسی ارتباط موقعیت مکانی رودبادهای تراز میانی جو و وقوع سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

دریافت مقاله: ۹۱/۴/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۲/۴/۱۷
صفحات: ۲۵۰-۲۳۵

نادر پروین: استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور[1]
Email: naderpn1353@yahoo.com

چکیده

مطالعه رودبادهای به عنوان یکی از مولفه های اصلی سیستم گردش جوی موثر بر سیل اهمیت و ضرورت خاصی دارد. هدف از این تحقیق شناسایی الگوهای گردش جوی روزهای بارش و بررسی موقعیت مکانی رودبادها در سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه می باشد. پس از تعیین شاخص زمانی- مکانی سیل، داده های ارتفاعی تراز ۵۰۰HPa تعداد ۱۸۹ روز بارش منجر به سیل طی دوره(۱۳۸۹-۱۳۷۰) با استفاده از روش تحلیل عاملی و خوشه بندی به روش وارد پردازش شد. نهایتاً هفت الگوی رودباد تراز میانی جو در قالب دو گروه عمده شناسایی گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد که، هنگام وقوع سیلاب های فراگیر محور ترافها به سمت عرض های جغرافیایی پایین عمیق تر شده و حدود ۷۰ درصد رودبادها عمدتاً در راستای جنوب غربی- شمال شرقی و بین مدارات ۲۵ تا ۳۵ درجه عرض شمالی بر بالای دریای مدیترانه تا شمال شرقی ایران مستقر بوده اند.

کلمات کلیدی: سیل، تحلیل عاملی، الگوی سینوپتیک، رودباد ، حوضه آبریز دریاچه ارومیه

مقدمه

سیل به عنوان یکی از مخاطرات محیطی همواره ابعاد مختلف زندگی بشر را در جهان تهدید می کند. تا آنجا که، حدود ۴۰٪ از فراوانی بلایای طبیعی جهان به سیل اختصاص می یابد. طی دهه‌ی ۱۳۷۰-۱۳۳۰ متوسط نرخ رشد فراوانی تعداد وقوع سیلاب های مهم ایران ۲/۴ درصد

---

[1]. **نویسنده مسئول:** کردستان – سقز – خ. شهرک دانشگاه – دانشگاه پیام نور- گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بوده و میزان خسارت آنها طی چهار دهه‌ی گذشته بالغ بر ۲۱ هزار میلیارد و سی میلیون ریال برآورد شده است(ترکارانی و عساکره، ۱۳۷۸ :۱۵).

رودبادها یکی از عناصر اصلی الگوهای گردشی تراز میانی جو هستند که همواره باعث بی نظمی در گردش اتمسفری و اغتشاشات جو سطح زمین می شوند. در نیمکره شمالی جت استریمهای بالای دریای مدیترانه"یکی از محلهای مهم تشکیل جبهه قطبی"، تاثیر زیادی در ایجاد بارشهای منطقه مدیترانه و اطراف آن بویژه ایران دارد. سیل یک رخداد طبیعی است که متاثر از عوامل متعددی اقلیمی و حوضه ای است. در این بین، عوامل اقلیمی(رگبارهای بارش) عامل اصلی ایجاد سیل است. اگرچه تعاریف ساده نمی تواند پیچیدگی های فراوان سیل را کاملاً تبیین کند. اما به هر حال، به سبب موقعیت خاص جغرافیایی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه، بارش های متنوع، ویژگی های دمایی، وضعیت زمین شناسی، پوشش گیاهی و توپوگرافی ویژه آن در نواحی مختلف و وجود تراکم بالای جوامع روستایی و شهری و قطب مهم کشاورزی کشور، همیشه مشکلات ناشی از بیش بود غیرمعمول بارش نمود خاصی پیدا کرده و سیلابهایی بوجود آمده و ساکنان منطقه را غافلگیر می کند. از اینرو، مطالعه‌ی عوامل اقلیمی ایجاد سیل در منطقه به منظور پیش‌بینی، کاهش اثرات ناشی از سیل و کمک به تصمیم‌گیران در خصوص اقدامات پیشگیرانه اهمیت و ضرورت خاصی پیدا می کند. با این حال، پژوهش هایی که از دیدگاه سینوپتیکی به تجزیه و تحلیل این پدیده پرداخته تا شناختی جامع از نظام حاکم بر تغییرات زمانی و مکانی سیلاب ها و موقعیت مکانی رودبادهای موثر بر آن فراهم آورده باشد، خلاء آشکار است.

پیشینه تحقیق

به طور کلی در ادبیات اقلیم شناسی، پژوهش های پیرامون الگوهای سینوپتیکی موثر بر پدیده های محیطی به ویژه سیل را می توان به دو دسته‌ی مطالعات موردی و مطالعات اقلیمی(بلند مدت) تقسیم بندی کرد: در مطالعات دسته‌ی اول کانون تمرکز صرفاً روی بررسی و توصیف موقعیت محل وقوع سیل نسبت به الگوی سینوپتیکی بوجود آورنده در همان روز و یا یکی دو روز قبل است. سپس، عناصر اقلیمی سیستم های سینوپتیک سطح زمین و سطوح بالا توصیف و تحلیل سینوپتیکی می‌گردند. از جمله مطالعات مذکور کارهای نلسون(۱۹۵۱)، مینز(۱۹۵۶)، بل و جانوویک(۱۹۹۵)، بوسیلویچ و سان(۱۹۹۹)، کان و همکاران(۲۰۰۳) تراتو و رئال(۲۰۰۴)، لیمن و همکاران(۲۰۰۵) قابل ذکر است. این نوع مطالعات مقدمه ای برای آغاز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مطالعات اقلیمی مخاطرات محیطی با بکارگیری رایانه و استفاده از روشهای کمی و مدل های پیچیده‌ی ریاضی و آماری بوده است.

شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۷۰۰HPa حاکم بر سیلاب های بزرگ فصل زمستان و تابستان شش زیر حوضه‌ی جنوب غربی آمریکا(الی و همکاران، ۱۹۹۴ :۹۸۶)، شناسایی سه الگوی سینوپتیکی حاکم بر ۳۱ طوفان حاره ای شدید ایالت آریزونای آمریکا توسط مادوکس و همکاران(۱۹۹۵ :۷۷۷)، کشف چهار الگوی همدید مولد سیلابهای بزرگ بیابان نگو در غرب سوریه(کاهنا و همکاران، ۲۰۰۲ :۸۸۰)، طبقه بندی الگوهای سینوپتیکی بارش های نادر و غیر معمول منجر به سیل در جنوب شرقی آمریکای جنوبی(کاروالهو و همکاران، ۲۰۰۲ :۲۳۹۲)، گروهبندی دقیق ۴۴ رگبار بارشی فرین اسپانیا توسط کساس و همکاران(۲۰۰۴ :۱۴۹)، شناسایی نواحی همگن سیلاب های شدید و فراگیر هندوستان و چین(بهالم و مولی، ۱۹۸۰ :۱۲۱۰؛ جینگی و هال، ۲۰۰۴ ص۱۱۵)، طبقه بندی توده هواهای موثر بر بارشهای تابستانه جنوب شرقی آمریکا(دیم، ۲۰۰۶ :۶۱۹)، شناسایی چهار نوع توده هوا و مسیر سیکلونهای مولد بارشهای سنگین منطقه استونیا(ماتلیک و پست، ۲۰۰۸ ص۲۰۶) همگی اشاره به نمونه هایی از کاربرد فراوان تحلیل عاملی و خوشه بندی در مطالعات اقلیم شناسی دارد. کوداما و بارنز(۱۹۹۷ :۳۶۴) علاوه بر مطالعه‌ی فراوانی سیلاب های ناگهانی و برق آسای دامنه های جنوبی هاوایی طی دوره‌ی ۹۲-۱۹۷۸، چهار سیستم سینوپتیکی شامل: ۱-سیستم های حاره ای ۲-طوفان های کونا ۳-تراف های ترپوسفر بالایی ۴-جبهه های سرد را برای توجیه وقوع حوادث استثنایی بارش منطقه‌ی مذکور شناسایی و تحلیل سینوپتیکی کردند.

در ادبیات اقلیم شناسی ایران، تا اوایل دهه‌ی ۱۳۸۰ عمده تحقیقات در خصوص سیل جزو مطالعات دسته‌ی اول بوده است. از آنجمله کارهای ارزشمند تقی زاده(۱۳۶۶)، سبزی پرور(۱۳۷۰)، مرادی(۱۳۸۳)، علیجانی و همکاران(۱۳۸۳)، حبیبی(۱۳۸۶) و محققین دیگر قابل ذکر است. بر اساس مطالعه حجازی زاده و همکاران(۱۳۸۷ ص۷۰) سه الگوی همدید تراز ۵۰۰HPa شامل: تراف موج کوتاه، سردچال جو بالایی و الگوی سینوپتیکی سیستم مانع بادهای غربی در وقوع سیلابهای مخرب حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه نقش آفرین بوده است. اگر چه تاکنون تعداد زیادی از مدل ها و روش های پیچیده‌ی ریاضی و آماری به ویژه روش تحلیل عاملی[1] و تجزیه‌ی خوشه بندی[2] در بسیاری از مطالعات اقلیم شناسی به کار گرفته

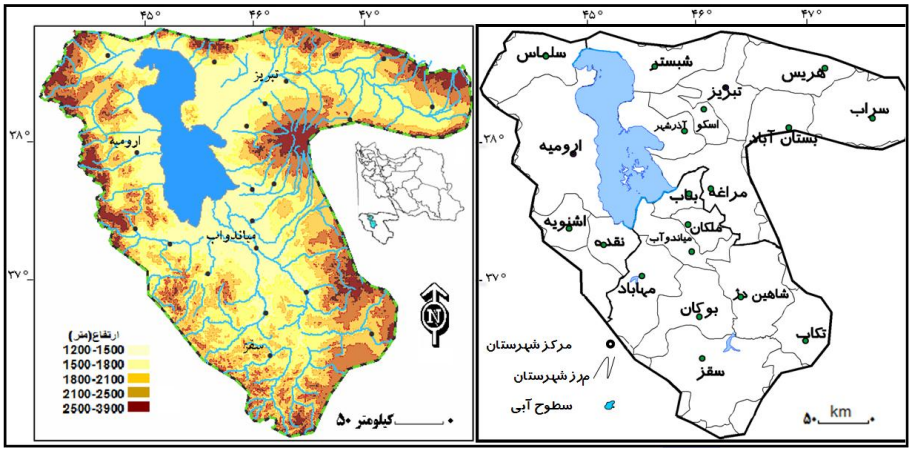
[1] . Component analysis
2 - Clustering

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شده(مسعودیان، ۱۳۸۴ ص۱۶۴)، اما بر اساس بررسی های محقق، تعداد مطالعاتی که از دیدگاه اقلیمی سیستم های سینوپتیکی حدوث سیل و ارتباط آن با موقعیت رودبادهای تراز ۵۰۰HPa را در مناطق مختلف ایران شناسایی و مطالعه کرده باشند، بسیار اندک است. با این وجود، تاکنون مطالعه ای جامع در سطح حوضه مذکور انجام نشده است.

منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه واقع در شمال غربی ایران بوده که با مساحت ۵۱۸۶۶ کیلومتر مربع بیش از نیمی از مساحت استانهای آذربایجان غربی و شرقی، قسمتی از استان کردستان و سطح بسیار کوچکی از استان زنجان را در بر گرفته و مجموعاً، ۴۳ کانون شهری و ۱۴۴ دهستان را با جمعیت کل حدود ۳/۷ میلیون نفر را در خود جای داده است(شکل۱).



شکل(۱) نقشه توپوگرافی و شهرستانهای سطح حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه

مواد و روش ها

بطور کلی در این مطالعه، پنج نوع داده طی دوره‌ی ۱۵ سال از فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ماه ۱۳۸۹ از چهار سازمان ذیل جمع آوری و استفاده گردید.

۱) داده های متوسط روزانه سرعت، جهت باد و ارتفاع سطح ۵۰۰HPa روزهای بارش قلمرو مطالعاتی از سایت اینترنتی مرکز ملی پیش بینی محیطی[1] و مرکز ملی تحقیقات هواشناسی[2](NCEP/NCAR) اخذ شد.

[1] - National Center Environemental Pridiction(مرکز ملی پیش بینی محیطی)
[2] - National Center Atomespheric Reasarch(مرکز ملی تحقیقات هواشناسی)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۲) داده های بارش روزانه ایستگاه های هواشناسی سطح حوضه‌ی آبریز از بخش خدمات ماشینی آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی کل کشور تهیه شد.
۳) داده های دبی متوسط روزانه ایستگاه های هیدرومتری سطح حوضه از مرکز تحقیقات تمآب وزارت نیرو جمع آوری گردید.
۴) اطلاعات مربوط به برآورد خسارتهای قابل توجه سیل از فرم شماره‌ی پنج گزارش ستاد حوادث غیرمترقبه استانداری های آذربایجان غربی، شرقی، کردستان و زنجان و وزارت کشور استخراج گردید. انتخاب ایستگاهها و شهرهای مذکور به گونه‌ای بود که به طور یکنواخت سطح کل حوضه را پوشش داده و معرف خوبی برای کل منطقه بودند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها، ابتدا با بهره گیری از سه دیدگاه اقتصادی، اقلیم شناسی و هیدرولوژی سیلاب های فراگیر سطح حوضه با توجه به شاخص‌های زمانی- مکانی و میزان خسارت سیل با برقراری شروط ذیل انتخاب شدند.

۱) طی سه روز متوالی بارش، در یک سوم از سطح حوضه سیل خسارت بار در فرم شماره‌ی پنج ستاد حوادث غیرمترقبه گزارش شده باشد.
۲) حداقل ۳۰ درصد از ایستگاه های هواشناسی سطح حوضه بارش را ثبت کرده باشند.
۳) حداقل دو روز بارش تداوم داشته باشد.
۴) حداقل در ۵۰ درصد از ایستگاه های هیدرومتری افزایش ناگهانی دبی متوسط روزانه(بیش از سه برابر دبی روز قبل) ثبت شده باشد.

سپس داده های ارتفاعی، سرعت و جهت باد سطح ۵۰۰HPa روزهای بارش منجر به سیل جهت شناسایی الگوهای رودباد موثر بر سیلاب های مذکور و موقعیت مکانی رودبادهای هر الگو با استفاده از روش آماری تحلیل عاملی و تکنیک خوشه بندی سلسله مراتبی وارد استفاده و پردازش گردید.

بدین ترتیب، داده های ارتفاعی ۱۸۹ روز بارش مربوط به ۳۹۹ تلاقی(ایستگاه) واقع در محدوده‌ی بین ۱۵ تا ۶۰ درجه‌ی عرض جغرافیایی شمالی و ۱۵ تا ۶۵ درجه‌ی طول جغرافیایی شرقی به صورت یک ماتریس حالت S[1] با ۱۹ ردیف در ۲۱ ستون تنظیم شد. به طور خلاصه، در این مطالعه فرمول تجزیه‌ی عاملی که 399 متغیر را به ۸ عامل تبدیل کرده است به صورت زیر نوشته می شود:

$$Y_i = \mu_i + \lambda_{i1}F_1 + \lambda_{i2}F_2 + \ldots + \lambda_{i13}F_{13} + e_i \qquad i = 1,2,\ldots,399$$

1 - S-mode

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

که در آن فرض می شود $e_i \approx N(0,\sigma_i^2)$ هستند. Y_i اندازه ی ارتفاع سطح ۵۰۰hp متغیر(تلاقی) i ام، μ_i متوسط ارتفاع سطح ۵۰۰hp تلاقی i ام برای ۱۸۹ روز بارش است. λ_{ij} ضریب ارتباط تلاقی i ام با عامل j ام، F_j عامل های موثر بر متغیرها(تلاقی ها) هستند. e_i هم جملات خطا می باشند که فرض می شود از یکدیگر و از عامل های موجود مستقل اند. در ادامه، روزهای بارانی بر اساس نمرات عاملی و به کمک فرمول فاصله اقلیدوسی و با استفاده از تکنیک خوشه بندی سلسله مراتبی به روش وارد[1] و به صورت نمودار درختی گروه‌بندی شدند.

$$e_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{ij} - x_{ik})^2} \quad (۲)$$

که در آن e_{jk} فاصله بین مشاهده j ام و k ام در یک مجموعه از مشاهدات است. مقدار ضریب فاصله اقلیدوسی بین صفر و بینهایت متغیر است. x_{ij} مقدار متغیر i ام روی عضو j ام بوده و x_{ik} مقدار متغیر i ام روی عضو k ام بوده و n هم تعداد متغیرهای هر عضو است. فرمول ترکیب خوشه ها به روش حداقل واریانس وارد نیز به صورت ذیل است که در آن m و k خوشه ها هستند و $\bar{x}_k$ مرکز خوشه است(شرکت آمار پردازان، ۱۳۷۷ ص۳۲۵).

$$W_{km} = \frac{N_k N_m}{N_k + N_m}(\bar{x}_k - \bar{x}_m)^t(\bar{x}_k - \bar{x}_m) \quad (۳)$$

در ادامه، نقشه‌های مرکب تراز ۵۰۰HPa مربوط به روزهای بارانی و مولفه های باد هر خوشه در محیط GIS ترسیم و نهایتاً موقعیت مکانی جت استریمهای هر خوشه تفسیر سینوپتیکی گردید.

تجزیه و تحلیل

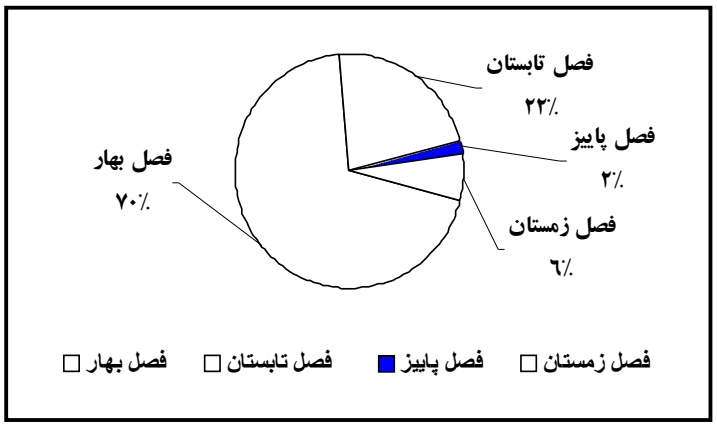
پس از جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط به روزهای وقوع سیل در سطح حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه، از نظر مقیاس توزیع فصلی، حدود ۷۰ درصد از سیلاب های فراگیر در فصل بهار اتفاق افتاده اند. این موضوع در مقایسه با توزیع فصلی بارش های منطقه‌ی مورد مطالعه

[1] . Ward,s method

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

قابل انتظار بود. پس از آن، فصل تابستان با ۲۲/۲ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. با توجه به نوع بارش‌ها(جامد)، فصل زمستان با کمترین فراوانی نسبی وقوع سیلاب ها(۱/۸ درصد) قابل تشخیص است.(شکل۲).

بررسی دیگر حاکی از آن است که، طی دوره‌ی ۸۹-۱۳۷۰ حوضه‌ی آبریز در اردیبهشت ماه با فراوانی نسبی ۳۲/۷ درصد بیشترین حوادث سیلاب فراگیر را تجربه کرده و پس از آن، فروردین ماه با ۲۲/۸ درصد در رتبه‌ی بعدی قرار می گیرد. چنانکه از جدول۱ پیداست، از نظر توزیع فراوانی نسبی سیلاب های فراگیر دو ماه مذکور به تنهایی حدود ۵۵ درصد از کل سیلاب ها را تجربه کرده و بیشترین ریسک سیلاب های مخرب را به خودشان اختصاص می دهند. این موضوع می‌تواند به دلیل ورود بیشتر سیستم های سینوپتیک بارش زا در مقطع زمانی مذکور، شروع روند افزایشی درجه حرارت منطقه و آبهای ناشی از ذوب ذخیره‌ی برفی ارتفاعات و بالا بودن رطوبت خاک باشد. شهریور، مهر، آذر و بهمن ماه با کمترین ریسک سیلاب مخرب قابل تشخیص است.



شکل(۲) نمودار توزیع فصلی فراوانی سیلاب های فراگیر سطح حوضه ی آبریز

جدول(۱) توزیع فراوانی و درصد سیلاب های فراگیر سطح حوضه طی دوره ۸۹-۱۳۷۰

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
فراوانی	۳۹	۵۶	۲۴	۲۶	۱۲	۰	۰	۳	۰	۷	۰	۴
درصد	۲۲/۸	۳۲/۷	۱۴	۱۵/۲	۷	۰	۰	۱/۸	۰	۴/۱	۰	۲/۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

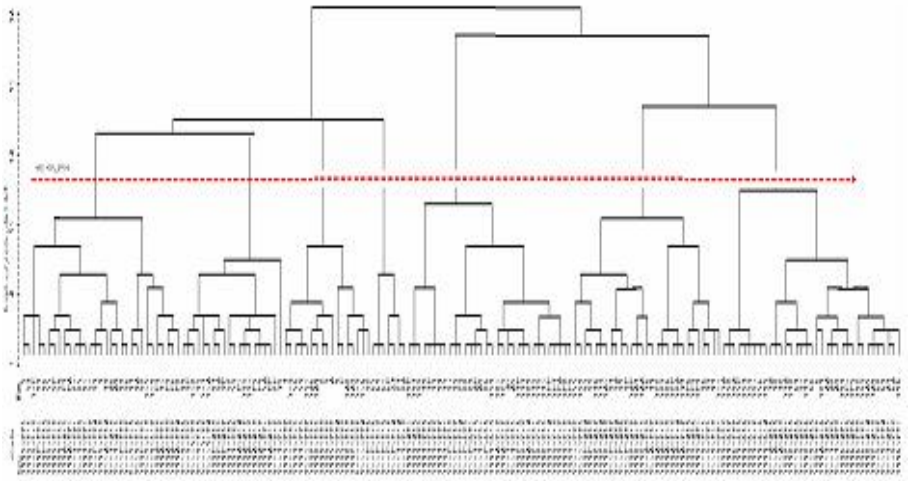
پس از تنظیم داده ها از آنجا که مقدار آماره‌ی $KMO = 0.934$ شد و خروجی محاسبه دترمینان ماتریس ضرایب همبستگی نیز برابر صفر بود، انجام تحلیل عاملی بسیار مناسب تشخیص داده شد. با اعمال تکنیک تحلیل عاملی بر روی ماتریس کوواریانس داده های ارتفاعی تراز ۵۰۰HPa روزهای سیلابی، هشت عامل که در مجموع، ۹۴/۳٪ از کل واریانس داده ها را تبیین می‌کردند استخراج شدند. در این بین، با توجه به اینکه عامل اول توانست به تنهایی ۶۵/۶٪ کل واریانس داده‌ها را تبیین کند(جدول۲) و بررسی اجمالی جدول ماتریس همبستگی بین عامل های استخراج شده هم حاکی از عدم وجود وابستگی بین آنها بود و عاملها از همدیگر استقلال کامل داشتند، مدل مذکور پذیرفته شد.

جدول(۲) مقادیر کل واریانس تبیین شده توسط عاملها در حالت قبل و بعد از چرخش متعامد عاملها

مقدار کل واریانس تبیین شده					
عامل	ارزش ویژه اولیه			چرخش مجموع مربعات بارگویه ها	
	کل واریانس	درصد واریانس	مقادیر تجمعی درصد واریانس	درصد واریانس	مقادیر تجمعی درصد واریانس
۱	۲۹۹۰۸۵۱	٦٥/٦	٦٥/٦	٢٤/٦	٢٤/٦
۲	٤٦٦٩٠٦	١٠/٢	٧٥/٨	٩/٤	٣٤
۳	٣٢٥٥٧٥	٧/١	٨٢/٩	٣٢/٢	٦٦/٢
٤	١٤٧٨٤٢	٣/٢	٨٦/٢	٤/٨	٧٠/٩
٥	١٣٦١٧٧	٣	٨٩/٢	١٣/٣	٨٤/٢
٦	٩٥٥٧٠	٢/١	٩١/٣	١/٩	٨٦/١
٧	٨٢٣٧٣	١/٨	٩٣/١	١/٩	٨٨
٨	٥٧٩٢٨	١/٣	٩٤/٣	٢	٩٠

شکل۳ نمودار درخت خوشه بندی روزهای بارانی را براساس نمرات عاملی همراه با خط افقی محدودکننده‌ی خوشه ها در مربع فاصله اقلیدوسی۱۳ نشان میدهد. ملاحظه می‌شود که، بر اساس خط افقی نقطه چین ادغام خوشه با هفت خوشه‌ی نهایی متوقف خواهد شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۳) نمودار درخت خوشه بندی روزهای بارش همراه با خط نقطه چین ادغام خوشه ها

شکل۴ نقشه مرکب هفت الگوی رودباد تراز ۵۰۰HPa مربوط به هر خوشه را نشان می دهد. بررسی اجمالی الگوهای رودباد تراز میانی جو بدست آمده حاکی از آن است که، الگوهای مذکور را می توان در دو گروه عمده‌ی ذیل طبقه بندی کرد:

- گروه اول: الگوی رودباد شدید و فراگیر جنوب شرق مدیترانه- شمال غربی ایران شامل: چهار الگوی رودباد شمال مصر، مرکز عراق، شمال عربستان و مرکز ترکیه

- گروه دوم: الگوی رودباد ضعیف و پراکنده روی عراق شامل: سه الگوی رودباد جنوب شرقی خزر، سواحل جنوب مدیترانه و سواحل شمال آفریقا

همچنانکه از این الگوها پیداست، به دلیل ناهنجاری های جابجایی ورتکس قطبی و موقعیت رودبادها و باندهای طوفانی مربوط به آنها انتقال انرژی از عرض های جغرافیایی بالا به سوی عرض های پایین تر بیش از حد معمول خود صورت گرفته و در نتیجه، گستره‌ی فعالیت و سیطره‌ی بادهای غربی بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه بیشتر شده و متعاقب آن الگوهای همدید مذکور شکل گرفته اند.

- از نظر توزیع مقیاس زمانی، الگوهای جت استریم شمال مصر و شمال عربستان به نیمه‌ی اول فصل بهار اختصاص دارد. بدین معنی که، تمرکز ماهانه وقوع آنها در فروردین و اردیبهشت ماه بوده و این الگوها در مقاطع زمانی مذکور مولد ۲۶/۲ درصد از کل سیلاب های مورد مطالعه بوده اند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

- الگوهای رودباد مرکز عراق و مرکز ترکیه نیز با فراوانی نسبی ۱۶ درصد عمدتاً به ماههای اول فصل بهار(فروردین و اردیبهشت) اختصاص دارند.
- الگوهای رودباد جنوب شرقی خزر و سواحل جنوب مدیترانه هم با فراوانی نسبی حدود ۴۰ درصد به ماههای اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد اختصاص دارند. در این بین، الگوی جنوب شرقی خزر عمدتاً در تیر ماه باعث ایجاد سیلاب های فراگیر سطح منطقه‌ی مورد مطالعه می شود.
- الگوی سینوپتیکی رودباد سواحل شمال آفریقا هم به تنهایی با فراوانی وقوع نسبی ۱۷ درصد تمرکز فصلی بهار را نشان می دهد.

بررسی نقشه های مرکب مربوط به موقعیت مکانی رودبادهای تراز ۵۰۰HPa مربوط به هر الگو نشان داد که، در ۸۶ درصد از الگوهای شناسایی شده حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه از نظر موقعیت مکانی عمدتاً در زیر منطقه تحت تاثیر وضعیت واگرایی حاکم در جو بالا یعنی زیر منطقه تحت تاثیر نیمه چپ قسمت خروجی هسته های رودباد تراز میانی جو قرار گرفته و در ۱۴ درصد بقیه الگوهای رودباد، منطقه مورد مطالعه در زیر قسمت راست بخش ورودی هسته رودباد تراز میانی جو واقع شده و چنین آرایشی در جو بالا باعث ناپایداری و بارشهای سیل زا در سطح حوضه شده است.

بعلاوه، نحوه آرایش امواج بادهای غربی به صورتی است که، رودبادهای تراز ۵۰۰HPa در دو جهت اصلی شامل:

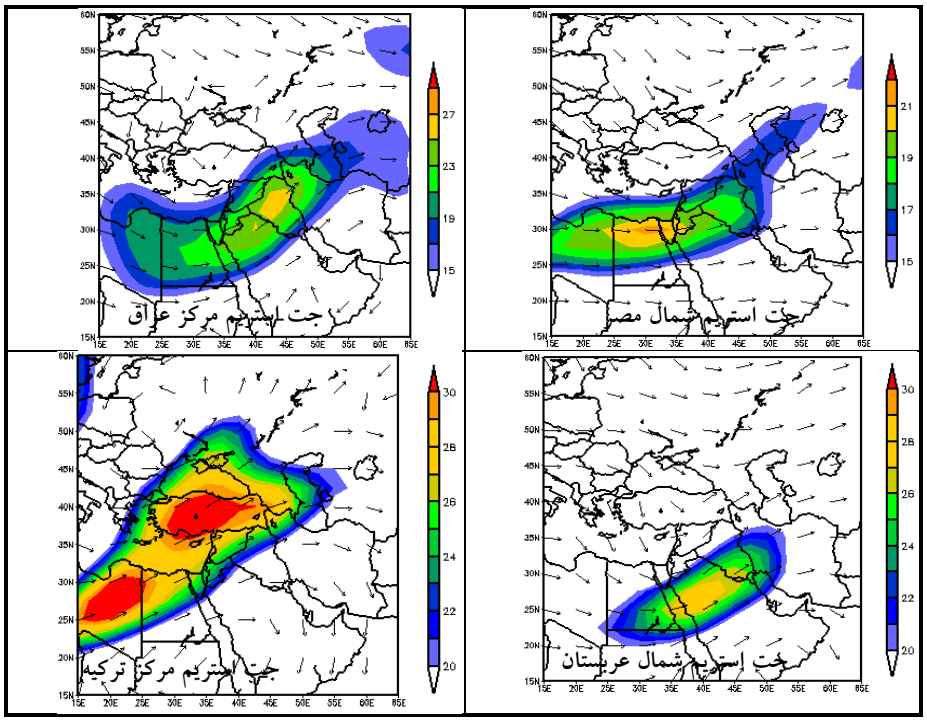
الف) محور جنوب غربی- شمال شرقی که به صورت نواری طویل و گسترده و ممتد و پر سرعت با میانگین ۲۷ متر بر ثانیه و متوسط طول ۵۲۶۰ کیلومتر و پهنای ۱۱۱۳ کیلومتر بوده و بر روی سرزمینهای بین شمال شرقی آفریقا تا شمال غربی ایران کشیده شده اند(شکل۴-۱). بدین ترتیب، حدود ۷۰ درصد الگوهای شناسایی شده در راستای محور مذکور رطوبت سطوح میانی جو بالای منطقه دریای مدیترانه و دریای سرخ را به سطح حوضه انتقال می دهد.

ب) محور غربی- شرقی که این رودبادها به صورت نوارهایی کوتاه و پراکنده و نسبتاً کم سرعت(۱۶ متر برثانیه)، با متوسط طول ۴۳۶۷ کیلومتر و متوسط پهنای ۹۶۷ به صورت سلولهای منفرد بر روی کشور عراق مستقر بوده(شکل۴-۲) و در ناپایداریهای منجر به سیلابهای فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه نقش آفرینی کرده اند(جدول۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

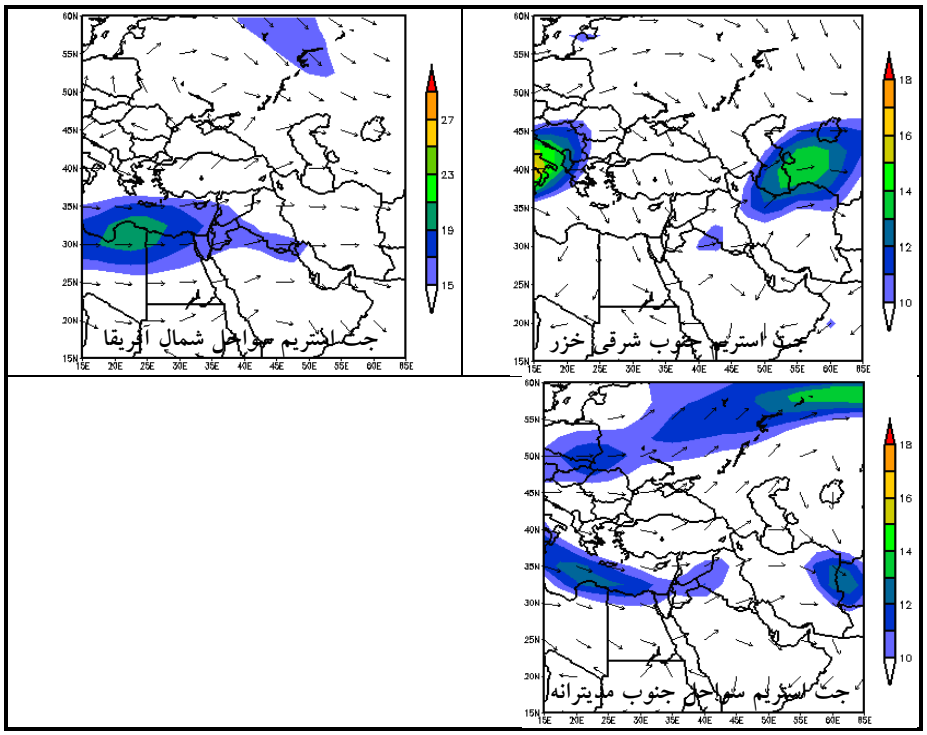
جدول(۳) مشخصات کلی الگوهای جت استریم مربوط به هر خوشه

موقعیت هسته جت استریم	سرعت هسته m/s	طول محور km	عرض نوار km	موقعیت مکانی حوضه آبریز نسبت به جت استریم در زیر منطقه
شمال مصر	۲۲	۵۸۰۰	۱۱۰۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد
مرکز عراق	۲۷	٦۰۰۰	۱۲۰۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد
شمال عربستان	۲۹	۳۱۵۰	۷۰۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد
مرکز ترکیه	۳۰	٦۱۰۰	۱٤۵۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد
جنوب شرقی خزر	۱۵	۲۱۰۰	۱۲۵۰	نیمه راست بخش ورودی هسته رودباد
سواحل شمال آفریقا	۲۱	۳٦۵۰	۱۱۵۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد
سواحل جنوب مدیترانه	۱۳	۷۳۵۰	۵۰۰	نیمه چپ بخش خروجی هسته رودباد



شکل (۴)نقشه مرکب چهار الگوی رودباد در تراز ۵۰۰HPa

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۵) نقشه مرکب سه الگوی رودباد در تراز ۵۰۰HPa

نتیجه گیری

در راستای رسیدن به اهداف تحقیق و به منظور شناسایی الگوهای رودباد تراز میانی جو موثر بر وقوع سیلاب های فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۷۰، پس از جمع آوری و تنظیم داده ها، آستانه سیل های فراگیر سطح منطقه تعیین شد و از نظر مقیاس توزیع زمانی چنین نتیجه گیری شد که، حدود ۷۰ درصد از سیلاب های فراگیر در فصل بهار اتفاق افتاده اند. پس از آن، فصل تابستان با ۲۲/۲ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. در این بین، اردیبهشت و فروردین به ترتیب با فراوانی نسبی ۳۲/۷ درصد و ۲۲/۸ درصد بیشترین حوادث سیلاب فراگیر را تجربه کرده اند.

در نتیجه‌ی اعمال تکنیک تحلیل عاملی و خوشه بندی سلسله مراتبی به روش وارد هفت الگوی رودباد تراز ۵۰۰HPa در قالب دو گروه اصلی و عمده ذیل شناسایی و طبقه بندی شد:

- گروه اول: الگوی رودباد شدید و فراگیر جنوب شرق مدیترانه- شمال غربی ایران
- گروه دوم: الگوی رودباد ضعیف و پراکنده روی عراق

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

چنانکه از این الگوها پیداست، به دلیل ناهنجاری های جابجایی ورتکس قطبی و موقعیت رودبادها و باندهای طوفانی مربوط به آنها انتقال انرژی از عرض های جغرافیایی بالا به سوی عرض های پایین تر بیش از حد معمول خود صورت گرفته و در نتیجه، گستره‌ی فعالیت و سیطره‌ی بادهای غربی بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه بیشتر شده و متعاقب آن الگوهای همدید مذکور شکل گرفته اند.

بررسی نقشه های مرکب مربوط به موقعیت مکانی رودبادهای تراز ۵۰۰HPa مربوط به هر خوشه نشان داد که، در ۸۶ درصد از الگوهای بدست آمده حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه از نظر موقعیت مکانی عمدتاً در زیر منطقه تحت تاثیر وضعیت واگرایی حاکم در جو بالا یعنی زیر منطقه تحت تاثیر نیمه چپ قسمت خروجی هسته های رودباد تراز میانی جو قرار گرفته و ۱۴ درصد بقیه الگوهای شناسایی شده، منطقه مورد مطالعه در زیر قسمت راست بخش ورودی هسته رودباد تراز میانی جو واقع شده و چنین آرایشی در جو بالا باعث ناپایداری و بارشهای سیل زا در سطح حوضه شده است. بعلاوه، نحوه آرایش امواج بادهای غربی به صورتی است که، رودبادهای تراز ۵۰۰HPa در دو جهت اصلی شامل:

الف) محور جنوب غربی- شمال شرقی با فراونی نسبی ۷۰ درصد بر روی سرزمینهای بین شمال شرقی آفریقا تا شمال غربی ایران کشیده شده اند.

ب) محور غربی- شرقی که این رودبادها به صورت سلولهای منفرد بر روی کشور عراق مستقر بوده و و در راستای محور مذکور رطوبت سطوح میانی جو بالای منطقه دریای مدیترانه و دریای سرخ را به سطح حوضه انتقال می دهد و در ناپایداریهای منجر به سیلابهای فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه نقش آفرینی کرده اند.

در مجموع نظر به اینکه، ۳۷٪ از کل بارش های سالانه سطح حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه مربوط به بارش بهاره است و بخش عمده ای از ذخیره‌ی برفی ارتفاعات بخش علیای رودخانه‌ها نیز در این زمان به دلیل شروع روند افزایشی دما ذوب شده و از سوی رطوبت خاک منطقه هم در اواخر زمستان بالاست، حدود ۷۰ درصد از سیلاب های فراگیر در فصل بهار اتفاق می افتند و بر تشدید خسارت سیلاب های احتمالی افزوده خواهد شد. از اینرو، پیشنهاد می گردد که با توجه به توزیع زمانی، مکانی و نحوه تغییرات مولفه های باد در تراز ۵۰۰HPa و الگوهای رودباد شناسایی شده، سامانه‌ی هشدار اولیه‌ی سیل[1] در سطح حوضه‌ی آبریز به عنوان یک راهکار

[1] - Flood earrly warning system

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

طراحی و نصب گردد تا با شبیه سازی و مشاهده‌ی وضعیت مشابه با هر یک از هفت الگوی رودباد شناسایی شده به موقع اطلاع رسانی و اقدامات پیش گیرانه صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه پیام نور در قالب اعتبار پژوهشی گرانت انجام شده است.

منابع و ماخذ

۱. ترکارانی، فاطمه و عساکره، حسین (۱۳۷۸) **برآورد ضریب نگهداشت و شماره‌ی منحنی در حوضه های رودخانه ای**، ماهنامه‌ی سپهر، ۳۰: ۲۲-۱۴.

۲. تقی زاده، حبیب (۱۳۶۶) **بررسی سیل پاییز ۱۳۶۵ از نظر هواشناسی**، رشد آموزش زمین شناسی، ۶: ۵۶-۵۱ .

۳. حبیبی، فریده (۱۳۸۶) **نقش سامانه های بندالی در چرخندزایی روی شرق دریای مدیترانه و بررسی نقش آن در سیل روی منطقه غرب ایران در مارس ۲۰۰۰**، فصلنامه پژوهشهای جغرافیایی، ۶۲: ۱۲۷-۱۰۹.

۴. حجازی زاده، زهرا؛ جعفرپور، زین العابدین؛ علیجانی، بهلول و پروین، نادر(۱۳۸۷) **بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد سیلاب های مخرب و فراگیر سطح حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه**، مجله‌ی علوم جغرافیایی، ۴: ۷۳-۵۲.

۵. سبزی پرور، علی اکبر (۱۳۷۰) **بررسی سینوپتیک سیستم های سیل زا در جنوب غربی ایران"**، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، موسسه‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

۶. شرکت آمار پردازان(۱۳۷۷) **راهنمای کاربران SPSS 6.0 for Windose**، ج۲، مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی، تهران، ۵۳۳.

۷. علیجانی، بهلول؛ عزیزی، قاسم و رضایی، پرویز(۱۳۸۳) **بررسی اثر الگوهای سینوپتیک در تغییرات زمانی سیلاب های جنوب دریای خزر مطالعه موردی: رودخانه های شفارود و تالار**، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱: ۸۵-۶۷.

۸. مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳) **پیش بینی سیلاب ها بر اساس موقعیت های سامانه های همدیدی در شمال شرقی ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۵: ۷۰-۵۴.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۹. مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۴) **شناسایی الگوهای گردشی پدید آمده‌ی سیلابهای بزرگ در کارون**، دو فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۵: ۱۸۲-۱۶۱.

Bell G.D. and Janowiak J.E. (1995) ***Atmospheric circulation associated with the Midwest floods of 1993***, Bulletin of the American Meteorological society, 76: 681-695.

Bhalme H.N. and Mooley D.A. (1980) ***large-scale drought/floods and monsoon circulation***, Monthly weather Review, 108: 1197- 1211.

Bosilovich M.G. Sun W.Y. (1999) ***Numerical simulation of the 1993 Midwestern flood: land–atmosphere interactions***, Journal of Climate, 12: 1490- 1504.

Carvalho L.M.V. Jones C. and Liebmann B. (2002) ***Extreme precipitation events in southeastern south America and large-scale convective patterns in the south Atlantic convergence zone***, Journal of Climate, 15: 2377- 2394.

Casas M.C. Codina B. Redano A. and Lorecte J. (2004) ***A methodology to classify extreme rainfall events in the western Mediterranean area***, Theoretical and Applied Climatology, 77: 139-150.

Diem J.E. (2006) ***Synoptic–scale controls of summer precipitation in the southeastern United States***, Journal of Climate, 19: 613-621.

Ely L.L. Enzel Y. and Cayan D.R. (1994) ***Anomalous North Pacific atmospheric circulation and large winter floods in the south western United State***, Journal of Climate, 7: 977-987.

Jingyi Z. and Hall M.J. (2004) ***Regional flood frequency analysis for the Gan-Ming river basin in China***, Journal of Hydrology, 296: 98-117.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Kahana R. Ziv B. Enzel Y. and Dayan U. (2002) ***Synoptic climatology of major floods in the Negev desert, Israel***, International Journal of Climatology, 22: 867-882.

Kane D.L. Mcnamaro J.P. Yang D. Olsson P.Q. and Giech R.E. (2003) ***An extreme rainfall/runoff event in Arctic Alaska***, Bulletin of the American_Meteorological Society, 4: 1220-1228.

Kodama K. and Barnes G.M. (1997) ***Heavy rain events over the south-facing slopes of Hawaii: attendant conditions***, Forecasting Techniques, 12: 347-366.

Lyman R.E. Schroeder T.A. and Barnes G.M. (2005) ***the heavy rain event of 29 October 2000 in Hana, Maui***, Weather and Forecasting, 20: 394-414.

Maddox R.A. Mccollum D.M. and Howard K.W. (1995) ***Large–scale patterns Associated with severe summer time Thunderstorms over central Arizona***, Weather and Forecasting, 10. 764-778.

Matlik. and Post P., (2008) ***Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961-2005/Sunoptilised ilmatuubid, mis pohjustasid ekstreemsademeid Eestis aastatel 1961-2005***, Estonian Journal of Engineering, 14: 195 -208.

Means L.L. (1956) ***Some basic parameters associated with the flood rains at Chicago, October 9-12, 1954***, Monthly Weather Review, 84: 253- 260.

Nelson E.R. (1951) ***Red river of the north basin flood, April-June 1950***, Monthly Weather Review, 79: 169-178.

Turato B. and Reale O. (2004) ***Water vapour sources of the October 2000 piedmont Flood***, Journal of Hydrometeorology, 5: 693-712.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]