

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره ۲ (پیاپی ۸۰)، تابستان ۱۳۹۱
صص. ۸۵-۹۸

نقش واچرخندها در رخداد بارش‌های سنگین دهه‌ی اخیر غرب ایران

غلامرضا براتی* - استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی
جواد بذاق جمالی - استادیار دانشگاه محیط زیست
ناصر ملکی - کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه رازی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۰۲/۰۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۰۵/۱۵

چکیده

بیشتر مناطق ایران از بلای محیطی سیل آسیب‌پذیر هستند. از جمله عوامل مهم این آسیب‌پذیری، رخداد بارش‌های سنگین و ناهمواری‌ها است. با اینکه فراوانی منابع آب و خاک، غرب ایران را به دومین قطب کشاورزی ایران تبدیل کرده است؛ ولی کوهستانی بودن این سرزمین با بارش‌های سنگین بر آسیب‌پذیری منابع طبیعی، به‌ویژه منابع خاک، افزوده است. در این پژوهش با تهیه و بررسی داده‌های بارش روزانه ۳۰ میلی‌متر و بیشتر، به‌عنوان بارش‌های سنگین، طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ در ۹ ایستگاه داده‌سنجی جوی از غرب ایران، ۱۰ موج بارش استخراج شد. نتایج اولیه نشان داد، طی روزهای پُربارش این ۱۰ موج، شهر ایلام دچار بیشترین روزهای بارش سنگین بوده؛ یعنی در همه‌ی موج‌های بارش سنگین شرکت داشته است و در این حال هم‌دان دارای کمترین روزهای بارش سنگین بوده؛ یعنی تنها دو موج شرکت داشته است. همچنین نتایج نشان داد، سال ۱۹۹۷، سالی با بیشترین فراوانی امواج بارش سنگین بوده است. از ۱۰ موج بارش سنگین مورد بررسی، حاکمیت واچرخند طی ۸ موج، روی محور زاگرس یا مناطق مرکزی و شرقی‌تر مشاهده شد. طی ۵ مورد از این ۸ مورد، سامانه‌ی داخل ایران، در دو مورد در شرق ایران و در یک مورد روی نواحی شمالی زاگرس و کشور ترکیه مشاهده شد. بازیابی سامانه‌های فشار عامل در تراز دریای آزاد و موقعیت ناهه‌ها در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، از حدود دو روز پیش از آغاز تا پایان دوره‌ی بارش سنگین، نشان داد به تبع پیدایش واچرخند روی بامه ایران در موقعیت میان دو ناهه یکی در غرب و دیگری در شرق سامانه‌ی بارش‌زا، جابه‌جایی شتابان و شرق‌سوی سامانه‌ی بارش‌زا کند می‌شود. الگوهای شار افقی نم‌ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان دادند که این کندی به پیدایش و تقویت هسته‌های تغذیه‌ی نم مطلق روی شرق دریای مدیترانه، شمال و میانه دریای سرخ و خلیج فارس کمک کرده است.

کلیدواژه‌ها: غرب ایران، بارش‌های سنگین، واچرخند.

مقدمه

یکی از موضوعات مهم آب‌وهواشناسی، تغییرات میزان و آهنگ بارش است. بارش به‌عنوان یکی از نعمت‌های الهی، آبادانی و سرسبزی طبیعت را به همراه دارد؛ ولی هنگامی که بشر با فعالیت‌های نادرست خود، بستر نزول این نعمت را

خراب کرده باشد، پیامدهای آن بیشتر زین‌بار خواهد بود. مرگ هزاران انسان در هند و چین، به دلیل رخداد سیلاب‌های ناشی از ذوب برف‌ها طی سال ۱۹۹۸ (هانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۳: ۲۲۴)، کاهش حجم آب رودها و افزایش رسوبات آنها به‌عنوان تهدیدی جدی برای مخازن سدها (همانند آنچه برای رود زرد در چین رخ داده است) (باوشینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۴) و ۲ تا ۳ برابر شدن آمار وقوع سیل در ۶ استان از ۲۴ استان کشور (آمار دهه‌ی ۱۳۷۰) و وضعیّت وخیم استان‌های کهکیلویه، بوشهر و لرستان که تا ۱۵ برابر رسیده است (غیور، ۱۳۷۵: ۴۰) از جمله‌ی این نمونه‌ها هستند.

در اقلیم‌شناسی همدید تمام تغییرات هوا یا اقلیم بر اساس حرکات اتمسفری تبیین و توجیه می‌شوند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۹) و تبیین حرکات و جابه‌جایی سامانه‌های جو در ترازهای مختلف، می‌تواند زاینده‌ی پیش‌آگاهی‌ها و پیش‌بینی‌هایی شود که به کاهش خسارات بارش‌های سنگین کمک کند.

در این میان آرایش سامانه‌های فشار در غرب ایران، به‌عنوان ناحیه‌ای با چهره غالب بارش جوّی و تندر (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۲) و منطقه‌ای استراتژیک به لحاظ منابع آب و خاک، به‌گونه‌ای است که گاه با ورود به منطقه، بارش‌های سنگین به‌بار می‌آورند. این بارش‌ها با توجه به شرایط فیزیکی حاکم بر سطوح زمینی منطقه، مانند شکل، شیب و پوشش گیاهی، فرصت کافی برای نفوذ در لایه‌های زیرین و تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی پیدا نکرده، به‌شکل سیلاب‌های مخرب جاری می‌شوند.

ناهموار و پرشیب بودن دامنه‌ها، ارتفاع زیاد و فراوانی زیاد آبراهه‌ها از یک سو و آسیب‌پذیری اقتصاد دیم، آبی و فعالیت‌هایی چون دامداری، زنبورداری، گردشگری و حتی خطرات جانی و مالی مطرح از سوی دیگر، شناخت سازوکار ایجاد موج بارش سنگین را که تعریف آن در بخش روش تحقیق خواهد آمد، ضروری می‌کند. در این راستا اهداف مرحله‌ای این پژوهش عبارتند از:

۱- شناسایی موج‌های بارش با آستانه‌ی برابر یا بیشتر از ۳۰ میلی‌متر در روز، در غرب ایران.

۲- شناسایی و مسیریابی سامانه‌های عامل بارش در ترازهای میانی و پایین جو.

۳- تحلیل همدید و اچرخندها طی روزهای آغاز، اوج و پایان هر موج بارش.

بررسی عوامل بروز بارش‌های سنگین و آبرسنگین و اثر تقویت، تضعیف و آرایش سامانه‌های فشار بر آنها به‌کمک روش‌های همدید و نقشه‌های هوا، موضوع انجام پژوهش‌های فراوانی در سراسر جهان بوده است. با اینکه نقش توپوگرافی از نوع محلی در پیدایش بارش‌های سنگین کوهستانی در کنار دو نوع دیگر؛ یعنی جبهه‌ای و همرفتی مورد تأیید پژوهشگران است (ویلیام^۳ و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۱)، پژوهش انجام شده از سوی رداری^۴ و همکاران (۲۰۰۵: ۲۸) گویای ارتباط توپوگرافی از نوع منطقه‌ای با ایجاد بارش‌های سنگین محلی در شمال غربی ایتالیا است. این یافته با بررسی نحوه‌ی قرارگیری جریان‌های جوّی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌دست آمده است.

تنوع عوامل همدید، پدیدآورنده بارش‌های فراتر از ۳۰ میلی‌متر در روز در ترازهای مختلف جو و تنوع رخنمون‌ها و

1. Hang-Xing, C.
2. Baosheng, W.
3. William, H.
4. Rudari, R.

ارتفاع، جهت‌گیری و شیب آنها در سطح زمین، بر پیچیدگی روابط میان آنها هنگام بروز این بارش‌ها می‌افزاید. برای نمونه هارناک^۱ و همکاران (۱۹۹۸: ۱۸) در پژوهش خود دریافتند که هنگام وقوع رگبارهای شدید طی تابستان در ایالت یوتا^۲، پدیده‌های کاهش دما و افزایش رطوبت، همگرایی شدید سطوح پایین، واگرایی سطوح بالا، کاهش ضخامت جو و ارتفاع سطوح هم‌فشار رخ می‌دهد. واگرایی جریان‌های هوا در سطوح پایین جو نیز با عنوان چرخندهای قوی، عاملی است که در حوزه‌ی ساسکوانا^۳ (یارنال و فرنکز^۴، ۱۹۹۴: ۱۷) مورد توجه قرار گرفت و مشخص شد که توالی این چرخندها به همراهی جبهه‌های شدید سرد و گرم انجامیده، طغیان‌های این رودخانه را باعث می‌شود.

برخی پژوهش‌های لاتین به دلیل روش و نتایج می‌توانند به نوعی برای مطالعه‌ی همدید بارش‌های سنگین، پیشینه به‌شمار روند. برای نمونه مک‌گریک^۵ و همکاران (۱۹۹۸: ۱۱۶) واژه‌ی پلوم^۶ را به معنای انفجار رطوبت حاره‌ای از قسمت قسمت استوایی آفریقا و خلیج گینه به سوی خاورمیانه و جنوب ایران به کار برده‌اند که نوعی توجه به کنش متقابل منطقه حاره و منطقه برون‌حاره است؛ یعنی قرارگیری محور تراف عرض میانی در محل خروجی رودباد جنب‌حاره‌ای سبب می‌شود که ابرها از منطقه‌ی استوایی آفریقا به منطقه‌ی خاورمیانه و به‌ویژه جنوب غرب ایران آمده، بارش‌های سنگین و سیل‌زا ایجاد کنند. شبیه این پدیده را کیت بوشر^۷ (۱۳۷۳: ۷۷) برای منطقه‌ی جنب‌حاره‌ی آمریکای شمالی یاد کرده است. انتقال ابرها از قسمت استوایی آفریقا و خلیج گینه به منطقه‌ی خاورمیانه و جنوب غرب ایران و وقوع بارش‌های سنگین به دلیل موقعیت و شکل یا نوع انحنای محور جت جنب‌حاره‌ای و یکی شدن محور ناوه‌ی عرض میانه در محل خروجی رودباد جنب‌حاره‌ای در شمال دریای سرخ (دایان و آمبرامسکی^۸، ۱۹۸۳: ۶۴)، از نتایج پژوهش دیگری است که با بررسی تصاویر ماهواره‌ای چندین طوفان بزرگ و مشاهده‌ی تراکم بسیار زیاد ابرها به مساحت چندین هزار کیلومتر از کمربند همگرایی جنب‌حاره‌ای (قسمت استوایی آفریقا) به سوی دریای خزر به دست آمده است.

مرور برخی از پژوهش‌های در دسترس در زمینه‌ی همدید بارش‌های سنگین و ابرسنگین ایران نیز نشان می‌دهد، برای رخداد بارش‌های مناطق غرب و جنوب غرب، عواملی چون موقعیت مراکز چرخند و واچرخند (سبزی‌پرور، ۱۳۷۰: پ)، ورود شاخه‌ای از سیستم مدیترانه‌ای از طریق عراق به ایران (تقی‌زاده، ۱۳۶۶: ۶)، تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم‌فشار موسمی سودان و تبدیل آن به سامانه‌ی دینامیک و ترمودینامیک (لشکری، ۱۳۷۵: ۶۵)، برای بارش‌های مناطق کرانه‌های شمالی ورود جبهه‌های تقویت شده نسیم دریا (خوشحال، ۱۳۷۶: پ) و برای بارش‌های مناطق جنوب شرق ایران واگرایی در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال و کم ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال (نجارسلیقه، ۱۳۸۰: ۶۲) ذکر شده است. سیر پژوهش‌های یاد شده، اثر سامانه‌های همدید را در پیدایش این بارش‌ها به‌طور عموم و نقش منطقه‌ی

1. Harnack, D.T.
2. Utah
3. Susquehanna River basin (SRB)
4. Yarnal, B. and Frankes, B.
5. McGuirk, J.P.
6. Plume
7. Boutcher, K.
8. Dayan, U. and Abramski R.

همگرایی تراز زمین و موقعیت‌یابی ناوهِی تراز میانی جو را به‌طور خاص نشان می‌دهد. در پژوهش پیش رو بر مبنای نقشه‌های فشار هوا، شار افقی نم‌ویژه و ارتفاع در ترازهای دریا ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، بارش‌های بیش از آستانه‌ی ۳۰ میلی‌متر در روز، به‌عنوان بارش‌های سنگین و آبرسنگین غرب ایران شناسایی شد. این شیوه پیشتر از سوی هرشبوک^۱ (۱۹۸۷: ۱۸) برای بررسی همدید طغیان‌های رودهای امریکا و هارناک^۲ و همکاران (۱۹۹۸: ۱۸) در شناسایی رگبارهای تابستانی ایالت یوتا استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

سرزمین مورد پژوهش، شامل استان‌های ایلام، کرمانشاه، همدان و کردستان در دامنه‌های بادگیر زاگرس و در جبهه‌ی ورود سامانه‌های بارشی مختلف، مانند سامانه‌های دریای سرخ (سودانی) و سامانه‌های مدیترانه‌ای است (شکل شماره‌ی ۱). در نخستین مرحله، تعداد ۹ ایستگاه داده‌سنجی جوّی، شامل ۷ مورد درون محدوده و ۲ مورد در خارج از محدوده‌ی مورد مطالعه، به‌عنوان شاهد انتخاب شدند (شکل شماره‌ی ۲).

در دومین مرحله، داده‌های بارش روزانه‌ی ایستگاه‌های برگزیده از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ به‌صورت فایل‌های متنی تهیه و با استفاده از نرم‌افزار اکسل و سپس اس.پی.اس.اس. طبقه‌بندی و صحت و همگنی آنها با ران تست کنترل شد. چیدن داده‌ها در جداول روزانه، امکان تعیین موج‌های بارش و به‌ویژه روز آغاز، اوج و پایان هر موج را ممکن ساخت. در سومین مرحله، چنانکه پیش از این کریچاک و آلبرت^۳ (۱۹۹۴: ۶۱۹) و مک‌گریک^۴ و همکاران (۱۹۸۸: ۱۱۶) (۱۱۶) خاستگاه و مسیر انتقال برخی جریان‌های هوا را به سمت خاورمیانه و ایران تبیین کرده‌اند، برای مسیریابی سامانه‌های فشار عامل هر موج بارشی، محدوده‌ی مسیریابی به جهت طول جغرافیایی از حوزه‌ی شرق اقیانوس اتلس تا حدود دریاچه‌ی بایکال و به جهت عرض جغرافیایی، از حدود خلیج عدن تا اسکانندیناوی تعیین شد. از آنجاکه عموم سامانه‌های هوا از سرزمین ایران، سمت عمومی غربی دارند و در تحقیقات فارسی نیز پیشتر برای مسیریابی سامانه‌های عامل، از جمله موج‌های یخبندان (علیجانی و براتی، ۱۳۷۵: ۴۰) و طوفان‌های گردوغبار (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۳: ۶) این محدوده استفاده شده است، گستره‌ی مسیریابی سامانه‌ها در مقیاس طول از ۰ تا ۹۰ درجه‌ی شرقی و در مقیاس عرض از ۱۰ تا ۶۵ درجه‌ی شمالی از نقشه‌های روزانه‌ی هوا در ترازهای دریا و ۵۰۰ هکتوپاسکال انتخاب شد.

در این پژوهش رخداد مقادیر بارش روزانه‌ی ۳۰ میلی‌متر و بیشتر در دست‌کم ۳ ایستگاه و طی دو روز پیاپی، به‌عنوان موج بارش سنگین تعریف شد. البته در نگاهی دقیق‌تر می‌توان مقادیر بالاتر بارش‌های ایلام را در مقایسه با بارش‌های سنگین شهرهای دیگر سرزمین مورد پژوهش، آبرسنگین نامید. طی مراحل بعدی پژوهش، هنگامی که برای یکایک موج‌ها، هماهنگی شدت و به‌ویژه دوام این بارش‌ها با رفتار سامانه‌های فشار در ترازهای دریای آزاد و ترازهای

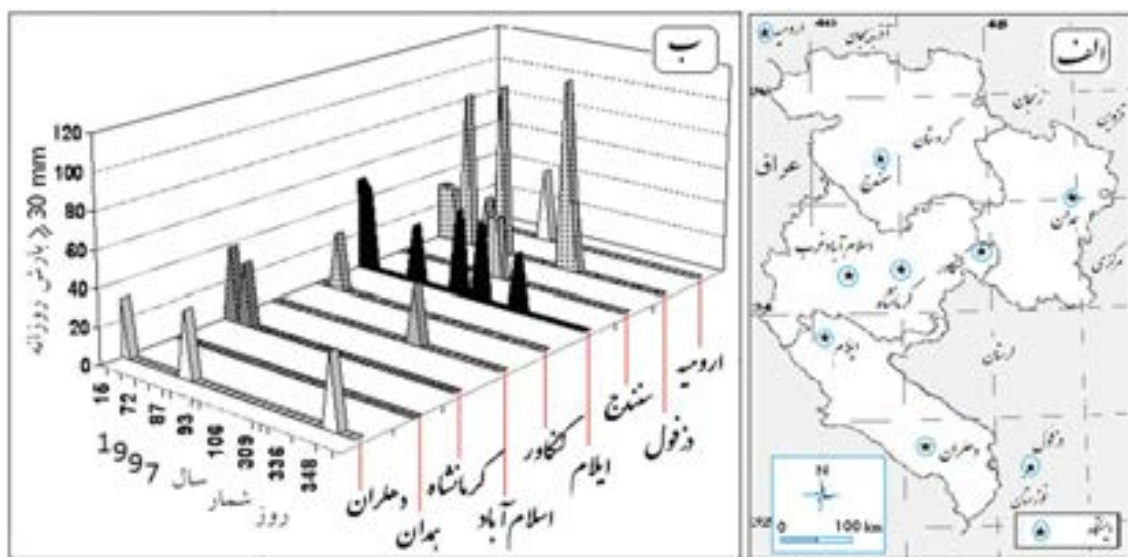
1. Hirschboeck, K.

2. Harnack, D.T.

3. Krichak, S.O. and Alpert, P.

4. McGuirk, J.P.

بالای جو احراز گشت، احتمال محلی بودن بارش‌ها در موج‌هایی که ایستگاه‌های اندکی را درگیر کرده بود، منتفی شد. گفتنی است پیش از این، علیجانی (۱۳۸۱: ۶۶) نمود بارندگی را در بازه‌ی دست کم دو روز و گستره‌ی منطقه‌ای، نشانه‌ی پویشی بودن آن شمرده‌اند و ماتسوموتو و تاکاهاشی^۱ (۱۹۹۹: ۷۲) معیار ۵۰ میلی‌متر و میسراهی^۲ (۲۰۰۰: ۶۶) معیار ۲۰ میلی‌متر را برای بارش‌های سنگین ذکر کرده‌اند. در ایران نیز از آستانه‌ی ۳۰ میلی‌متر از سوی علیجانی (۱۳۷۵: ۱۱۸) و کردوانی (۱۳۷۱: ۱۲۱) برای بارش‌های سنگین و مرتبط با فرسایش خاک یاد شده است. شکل شماره‌ی ۲ به صورت نمونه، پراکنش بارش‌های بالاتر از آستانه ۳۰ میلی‌متر (سنگین و آبرسنگین سال ۱۹۹۷) را در گستره‌ی شهرهای برگزیده نشان می‌دهد.



شکل ۱. حدود سرزمین

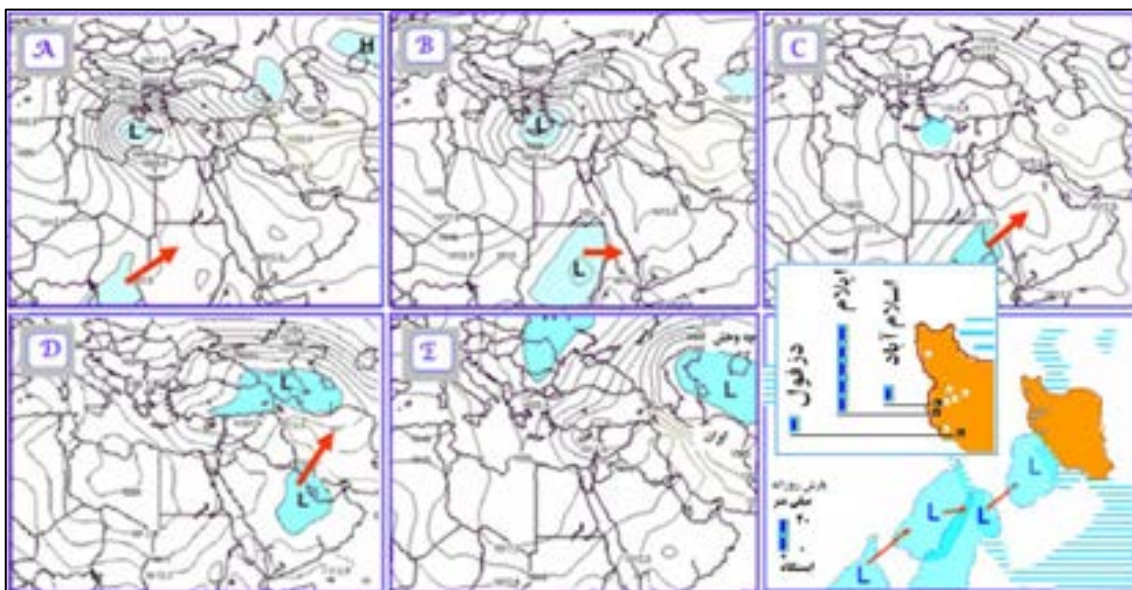
شکل ۲. نمودار سه بُعدی بارش‌های سنگین روزانه سال ۱۹۹۷ غرب ایران

به منظور ردیابی سامانه‌های فشار عامل و بررسی شرایط ناوه در تراز میانی جو، نقشه‌های همدید روزانه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا، ۴۸ ساعت پیش از آغاز بارش سنگین، از تارنمای نوآ^۳ تهیه شد. شیوه‌ی طراحی الگوی خاستگاه و مسیر سامانه‌ی عامل بارش بر پایه‌ی موقعیت سامانه یا سامانه‌های کم‌فشار، طی روز اوج بارش و مسیریابی آن، طی روزهای قبل و بعد، مطابق نمونه‌ی ارائه شده برای موج بارش مارس ۱۹۹۸ معادل فروردین ۱۳۷۷ (شکل ۳) انجام شد. در این نمونه کم‌فشار عامل، بارشی سنگین را در غرب و جنوب غرب ایران باعث شده است. به منظور تسهیل در یافتن موقعیت یابی سامانه، عموماً مساحت درونی‌ترین هم‌فشار بسته با سایه‌رنگ متمایز شد.

1. Matsumoto J. Takahash K.

2. Mizrahi F.

3. NOAA



شکل ۳. شیوه‌ی تعیین کم‌فشار عامل و ترسیم خاستگاه و مسیر آن طی بارش سنگین مارس ۱۹۹۸ در غرب ایران

در آخرین مرحله، استخراج و واکاوی داده‌های این مقاله در پایگاه اسفرازی نشان داد که در یک دوره‌ی ۴۴ ساله، از مجموعه روزهای بارشی مورد بررسی، تاریخ‌های ۱۹۹۹/۰۱/۰۸، ۱۹۹۷/۰۱/۱۶ و ۲۰۰۲/۰۴/۱۸ به ترتیب پنجمین، نهمین و دهمین روز بسیار پر بارش غرب ایران بوده‌اند. در راستای تکمیل نتایج این پژوهش، با تدوین برنامه‌ای در محیط C^{++} ، داده‌های شار افقی نم و ویژه‌ی این روزها در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، به کمک دستوره‌های اجرایی PC-Grads به فایل‌های متنی تبدیل شد تا امکان رسم نقشه‌های آن در محیط Surfer فراهم شود و برای تعیین هسته‌های تغذیه‌ی رطوبت استفاده شود.

یافته‌های تحقیق

طی دوره‌ی ۱۰ ساله‌ی مورد بررسی و برپایه‌ی معیارهای معرفی شده، ۱۰ موج بارش سنگین در غرب ایران استخراج شد که بین ۳ تا ۸ شهر را از مجموع ۹ شهر برگزیده درگیر کرد. جدول شماره‌ی ۱ که جزو نخستین نتایج پژوهش است، نشان می‌دهد که طی بازه‌ی زمانی مورد مطالعه، شهر ایلام درگیر بالاترین فراوانی بارش سنگین، یعنی تمامی موارد یازده‌گانه بوده، همدان کمترین فراوانی، یعنی تنها دو موج داشته است.

این یافته خود نشانه‌ای از آسیب‌پذیری و حساسیت آبخیزهای استان ایلام در مواجهه با چرخنده‌های پرباران جنوب‌غربی و غربی است که می‌توانند همزمان رطوبت خود را به‌ویژه از دریاها، سرخ و مدیترانه بگیرند. جدول شماره‌ی ۱، ویژگی‌های عمومی ۱۰ موج سنگین بارش غرب ایران را بر پایه‌ی داده‌های شهرهای برگزیده و طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ نشان می‌دهد. بر پایه‌ی نتایج جدول شماره‌ی ۱، طی دوره‌ی ده‌ساله، دو موج بارشی در سال ۱۹۹۷، یک موج در سال ۱۹۹۸، دو موج در سال ۱۹۹۹ رخ داده است. پس از آن سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۲، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ هر یک دارای یک موج بارش سنگین بوده‌اند.

جدول ۱. مشخصات عمومی شهرهای درگیر موج‌های بارش سنگین در غرب ایران (۱۹۹۷-۲۰۰۶)

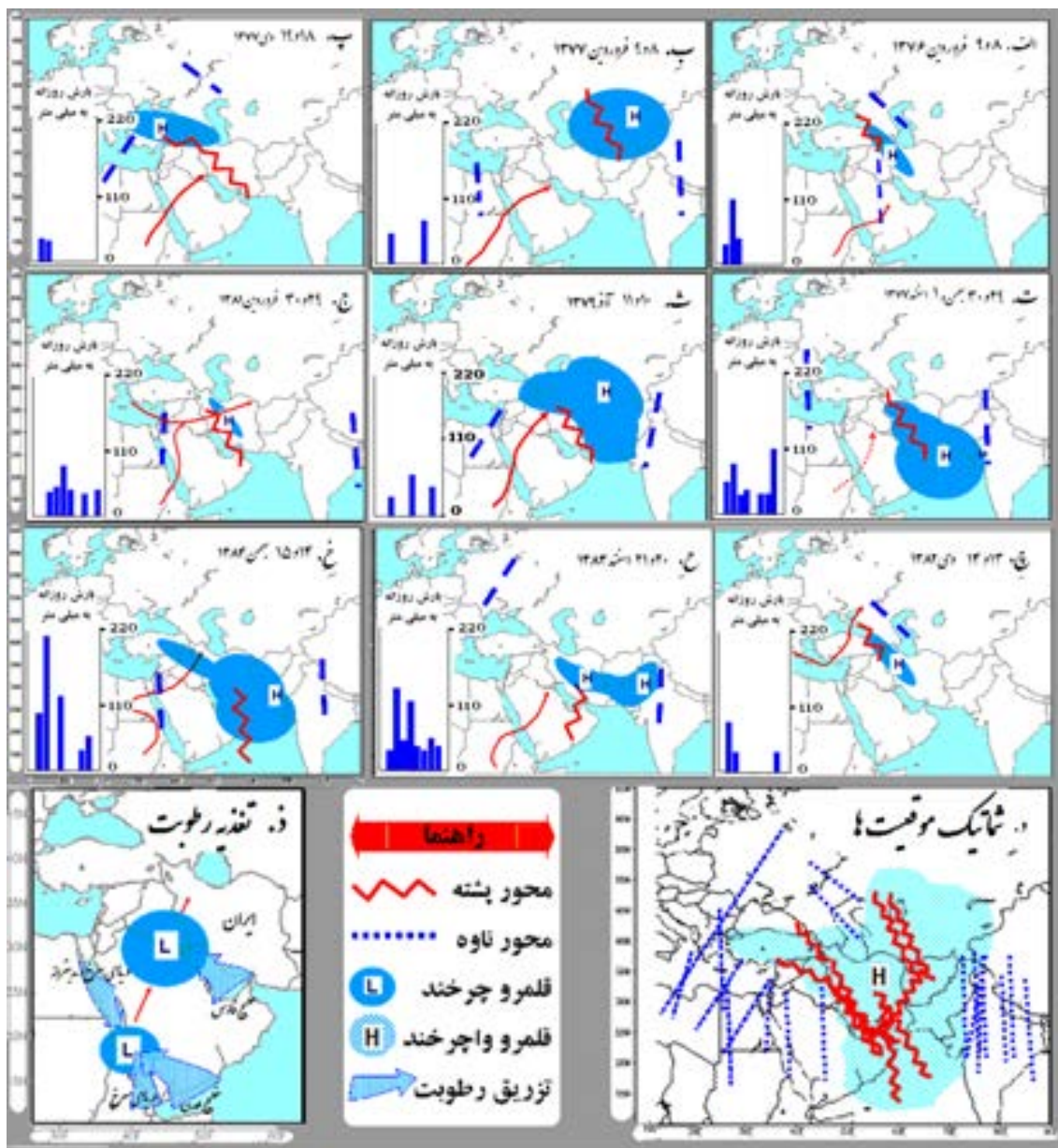
شماره موج	شهرهای درگیر موج بارش روز شمار بارش	دهقان	ایلام	کرمانشاه	اسلام‌آباد	کنتاور	همدان	سنندج	دزفول	ارومیه	مقدار بارش mm		فروانی
											مجموع	میانگین	
1	15-16 Jan 1997										58	232	4
2	28-29 Mar 1997										53	210	4
3	28-29 Mar 1998										62	186	3
4	8-9 Jan 1999										60	298	5
5	18-20 Feb 1999										45	180	4
6	30 Nov-1 Dec 2000										47	141	3
7	18-19 Apr 2002										46	277	6
8	3-4 Jan 2004										46	139	3
9	10-11 Mar 2005										58	462	8
10	3-4 Feb 2006										96	482	5

* ابر انبوه نماد بارش برابر و بیش از ۳۰ میلی‌متر در روز (سنگین) و ابر تَنک نماد بارش کمتر (سبک)

مسیریابی سامانه‌های بارش‌زا از دو روز پیش از رخداد بارش سنگین در غرب ایران، نشان داد که از ۱۰ موج بارش، در ۶ مورد، سامانه‌ها به‌طور مشترک از دو دریای مدیترانه و سرخ برخاسته و با نزدیک شدن به غرب ایران بهم پیوسته‌اند، در ۳ مورد سامانه‌های چرخندی دریا‌های سرخ و مدیترانه، هر یک مسیر خود را بدون همگرایی، به‌ترتیب از عرض‌های جنوبی و شمالی به‌سمت شرق پیموده‌اند و طی ۱ مورد نیز بارش سنگین، تنها ناشی از سامانه‌ی تقویت شده در قلمرو دریای سرخ بوده است. هدف پژوهش کنونی، بررسی نقش واچرخندها در رخداد بارش‌های سنگین غرب ایران است. در بررسی نقشه‌های روزانه‌ی هوا، از ۱۰ موج انتخاب شده در ۸ موج، حضور واچرخند روی محور کوهستانی زاگرس محرز شد. در الگوهای هم‌دید طراحی شده، سامانه‌ی واچرخند در ۵ موج، داخل ایران، در ۲ موج، در شرق و شمال‌شرق بامه‌ی (فلات) ایران و در ۱ موج روی ترکیه و دامنه‌ی آن تا نواحی میانی زاگرس دیده شد (شکل‌های ۴-الف تا خ).

پیش از این نقش مثبت کانون‌ها و زبانه‌های پُرفشار در موقعیت شرق سرزمین حجاز (کاویانی و حجّتی‌زاده، ۱۳۸۰: ۲۷) بر بارش حوزه‌ی آبی کارون و موقعیت تعیین شده در این پژوهش با تأثیر تشدید شیو فشار و حرارت برای بارش‌های ایران در پژوهش مسعودیان و محمدی (۱۳۸۹: ۱۹) مورد توجه قرار گرفته است. در نتایج این پژوهش آمده است، طی بارش ابرسنگین آبان ۱۳۷۳ ایران‌زمین، کانون‌های پُرفشار شکل گرفته طی روزهای پیش، از جنوب ایتالیا تا قفقاز و هیمالیا شروع به ادغام و پیوستگی کرده‌اند و در مقابل، کانون کم‌فشار روی عراق تقویت شده است. افزایش شیو فشار

میان این دو سامانه‌ی پُرفشار و کم‌فشار، به‌ترتیب در شرق و غرب سرزمین و پیوستگی رودبادهای جنب‌حاره و قطبی روی عراق و غرب ایران، عامل رخداد بارش ابرسنگین آبان ماه ۱۳۷۷ ایران شده است.

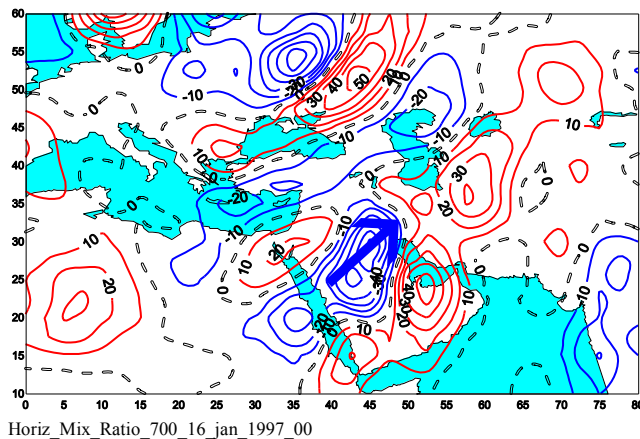


شکل ۴. الگوی تقویت سامانه‌ی بارش‌زا در پشت (غرب) واچرخند و مقادیر روزانه بارش‌های سنگین غرب ایران میله‌های نمودار از سمت راست، مقادیر تجمعی بارش روزانه‌ی شهرهای ارومیه، دزفول، سنندج، همدان، کنگاور، اسلام‌آباد، کرمانشاه، ایلام و دهلران را نشان می‌دهد.

شمتاتیک موقعیت‌ها، نشان داد که با حضور دو ناوه در تراز میانی جو، یکی در شرق و دیگری در غرب و یک پشته در بین این دو، در حالیکه سامانه‌ی واچرخند سدّ راه کم‌فشار مهاجر با جهت جنوب‌غربی بود؛ بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در مناطق پُرعارضه‌ی غرب ایران رخ داد. پیش از این مسعودیان و بختیاری (۱۳۹۰: ۷) موقعیت شمال عربستان

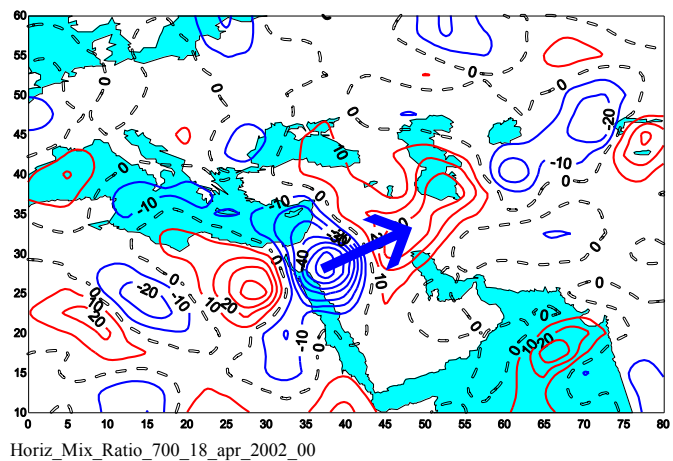
را برای استقرار رودباد و تشدید ناپایداری‌ها و رخداد بارش‌های سنگین و فراگیر در ایران برجسته یافته‌اند. این آرایش در همه موج‌ها، به‌ویژه موج‌هایی که با بارش سنگین‌تر همراه بودند، آشکار بود. نمودارهای بارش روزانه که داخل الگوهای همدید در شکل‌های شماره‌ی ۴ گنجانده شده‌اند، گویای مقادیر بارش هستند. شکل (۴ - د) حاکی از این است که آرایش شمال شرقی - جنوب غربی محور ناوه‌ها در غرب سرزمین مورد پژوهش، باعث ریزش هوای سرد شمالی از لایه‌های میانی جو و به‌طور معمول، تشدید گرادیان دما و افزایش رطوبت نسبی جریان‌های همگرایی سطح زمین شده، بر حجم بارش‌ها افزوده است.

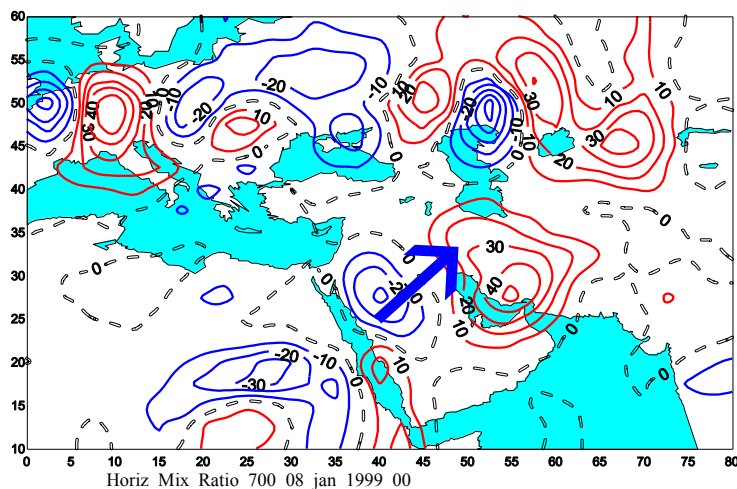
در این موقعیت‌ها، چنانکه نقشه‌های شار افقی نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال برای پنجمین، نهمین و دهمین روز بسیار پربارش غرب ایران نشان می‌دهند، هسته‌های تغذیه‌ی رطوبت از سمت پهنه‌های آبی دریای سرخ، مدیترانه و خلیج فارس به‌سمت غرب ایران جهت‌گیری (شکل‌های ۵ - الف، ب و پ) و جابه‌جایی نشان می‌دهند. لشگری (۱۳۸۲: ۴۶) نیز در بررسی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران بر نقش مسلط سامانه‌ی سودانی در مقایسه با سامانه‌ی مدیترانه‌ای اشاره کرده است.



شکل ۵- الف) نقشه‌ی شار افقی نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، برای پنجمین روز بسیار پربارش غرب ایران

شکل ۵- ب) نقشه‌ی شار افقی نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، برای نهمین روز بسیار پربارش غرب ایران





شکل ۵- ج) نقشه‌ی شار افقی نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، برای دهمین روز بسیار پربارش غرب ایران

با توجه به موقعیت‌های گوناگونی که واچرخندها روی ایران از خود نشان دادند، به نظر می‌رسد دلایل پیدایش آنها نیز متفاوت باشد. گاه طی روزهای بارش سنگین این سامانه‌ها روی محور کوهستانی زاگرس دیده شدند (شکل ۴- ج) و این می‌تواند گویای اثر پدیدآورنده یا تشدیدکننده‌ی ارتفاعات در واچرخندزایی باشد. نمونه‌ی این تأثیر را بوشر (۱۳۶۲: ۱۳۳) برای پیدایش پرفشار گنگ روی محور بلندترین بخش‌های کوهستانی هیمالیا ذکر کرده است. گاه واچرخندها به‌عنوان دنباله یا زبانه‌ی پرفشار سیبری یا فرابار سرد آسیایی روی بامه‌ی (فلات) ایران نمایان شدند. این پدیده، طی موج بارش سنگین دهم (شکل ۴- ح) مشاهده شد. در این گونه موارد کانون اصلی واچرخند در خارج از مرزها قرار داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

برپایه‌ی یافته‌های آب‌وهواشناسی، سامانه‌های واچرخندی در ایران بجز کرانه‌های جنوبی دریای خزر، در دیگر مناطق، به‌طور عموم پیام‌آور هوای صاف و جو پایدار هستند. در این پژوهش مشخص شد، هر چند یک واچرخند در منطقه‌ی زیر پوشش خود می‌تواند سبب خشکی و پایداری هوا شود؛ ولی با تشدید شیو فشار در مناطق حاشیه‌ای، می‌تواند به همگرایی جریان‌های مرطوب و بروز بارش‌های سنگین بینجامد. چنانکه بررسی‌ها نشان داد، در الگوی همدید مجموعه‌ی بارش‌ها، حضور زبانه یا کانون واچرخندی روی محور عمومی زاگرس و مناطق شرق آن محرز شد. این حضور به‌طور معمول به کندی جابه‌جایی شرق سوی سامانه‌ی بارش‌زا، از روی دریا‌های مدیترانه و سرخ و خلیج‌های عدن و فارس می‌انجامد و در نتیجه - چنانکه الگوهای شار افقی نم ویژه نشان دادند - سبب شکل‌گیری هسته‌های قوی‌تری از تغذیه رطوبت در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شده است.

درواقع می‌توان چنین نتیجه گرفت که بخشی از رطوبت جریان‌های هوای غربی؛ یعنی سامانه‌ی بارش‌زای مورد بررسی، در حرکت شرق سوی آنها از طریق افزایش ارتفاع فراهم می‌شود. این افزایش ارتفاع با نزدیک شدن و خزیدن آنها روی بامه‌ی ایران رخ می‌دهد و می‌توان از آن به‌عنوان افزایش نم نسبی نام برد. بخش دیگر فرایند تأمین رطوبت

سامانه‌های بارش‌زا در خاستگاه پیدایش یا مسیر آنها به سمت غرب ایران و گذر از روی پهنه‌های آبی پیرامون ایران حاصل می‌شود. در واقع می‌توان گفت از این طریق، نم مطلق سامانه‌ها افزایش یافته است. زبانه‌های و اچرخندی به حسب هوای سرد و سنگینی که با خود می‌آورند، گاه به‌عنوان یک مانع توپوگرافی سر راه جریان‌های مرطوب و عامل صعود اجباری آنها و در نتیجه دوام یا تشدید بارندگی مطرح هستند. از این رو، طی پژوهش‌های تکمیلی، می‌توان اثر شکل‌گیری این زبانه‌ها یا کانون‌های پُرفشار را روی بامه‌ی ایران در افزایش نم نسبی جریان‌های باران‌زا مطالعه کرد.

سپاسگزاری

از مساعدت جناب آقای دکتر محمد مرادی، معاون بخش پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور، مرتبط با تهیه‌ی نقشه‌های شار افقی نم ویژه سپاسگزاریم.

منابع

- بوشر، کیت، ۱۳۶۲، آب‌وهوای کره‌ی زمین - مناطق استوایی و جنب استوایی، ترجمه‌ی هوشنگ قائمی، جلد ۱، نشر دانشگاهی، تهران.
- بوشر، کیت، ۱۳۷۳، آب‌وهوای کره‌ی زمین، منطقه‌ی برون‌حاره، ترجمه‌ی بهلول علیجانی، جلد ۲، نشر جهاد دانشگاهی، تهران.
- تقی‌زاده، حبیب، ۱۳۶۶، علل سینوپتیکی سیل پاییز یک‌هزار و سیصد و شصت و پنج، مجله‌ی رشد و آموزش زمین‌شناسی، شماره‌ی ۶، صص. ۶۵-۵۱.
- خوشحال دستجردی، جواد، ۱۳۷۶، تحلیل و ارائه‌ی مدل سینوپتیکی کلیما‌تولوژی برای بارش‌های بیش از صد میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر، پایان‌نامه‌ی دکترا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ذوالفقاری، حسن؛ عابدزاده، حیدر، ۱۳۸۳، تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گردوغبار در غرب ایران، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۶، صص. ۱۸۷-۱۷۳.
- سبزی پرور، علی اکبر، ۱۳۷۰، بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، مؤسسه‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران.
- علیجانی، بهلول و براتی، غلامرضا، ۱۳۷۵، تحلیل سینوپتیک یخبندان بهاره یک‌هزار و سیصد شصت و شش ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۴۰، صص. ۱۳۵-۱۲۱.
- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۵، آب‌وهوای ایران، نشر سمت، تهران.
- علیجانی، بهلول، ۱۳۸۱، آب و هواشناسی سینوپتیک، نشر سمت، تهران.

- غیور، حسنعلی، ۱۳۷۸، سیل و مناطق سیل خیز در ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۰، صص. ۱۲۰-۱۰۱.
- کاویانی، محمدرضا؛ حجتی‌زاده، رحیم، ۱۳۷۱، تحلیل دینامیک و ترمودینامیک واقعه‌ی سیل اسفند ماه سال یکهزار و سیصد و هفتاد و یک در حوضه‌ی کارون؛ مجله‌ی دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، شماره ۲۷، صص. ۱-۱۸.
- کردوانی، پرویز، ۱۳۷۱، حفاظت خاک، چاپ پنجم، نشر دانشگاه تهران، تهران.
- لشکری، حسن، ۱۳۷۵، الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران، رساله‌ی دکترای دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- لشکری، حسن، ۱۳۸۲، مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه‌ی مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶، صص. ۱۸-۱.
- مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۲، نواحی اقلیمی ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۲، صص. ۱۸۴-۱۷۱.
- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ محمدی، بختیار، ۱۳۸۹، تحلیل هم‌دید بارش‌های سنگین ایران (مطالعه موردی: آبان‌ماه یکهزار و سیصد و هفتاد و سه)، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص. ۷۰-۳۷.
- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ محمدی، بختیار، ۱۳۹۰، فراوانی رودبادهای مرتبط با رخداد بارش‌های ابرسنگین ایران، تحقیقات منابع آب ایران، سال ۷، شماره ۲، صص. ۹۱-۸۰.
- Alijani, B., 1996, **Iran Climate**, 2ed Edition, Payam Noor Pub, Tehran.
- Alijani, B., 2002, **Synoptic Climatology**, Samt Press, Tehran.
- Alijani, B., Barati, GH., 1996, **Synoptic Analysis of Spring Frost over Iran at 1987**, Quarterly of Geography and Development, No. 40, PP. 121-135.
- Baosheng, W., Zhaoyin, W., Changzhi, L., 2004, **Yellow River Basin Management and Current Issues**, Journal of Earth and Environmental Science, Vol. 14, PP. 29-37.
- Boutcher, K., 1983, **Global Climate**, Tranlated by Ghaemi H., Vol.1, Samt Press, Tehran.
- Boutcher, K., 1994, **Global Climate**, Translated by Alijani B., Vol. 2, Jahad Daneshgahi Press, Mashad.
- Dayan, U. and Abramski R., 1983, **Heavy Rain in the Middle East Related to Unusual Jet Stream Properties**, Bull, Bulletin American Meteorological Society, Vol. 64, No. 10, PP. 1138-1140.
- El-Fandy, M.G., 1946, **The Effect of the Sudan Monsoon Low on the Development of Thunder Conditions in Egypt, Palestine and Syria**, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 74, PP. 31-88.
- Ghayur, H., 1996, **Floods and their Geographical Distribution in Iran**, Quarterly of Geography and Development, No. 40, PP. 80-101.

- Hang-Xing, C., Hui-Zhong, H., Feng-Ying, W., 2003, **Understanding Global Warming from Periphery – Jeike Theory**, International Symposium of Climate Change, Beijing, China.
- Harnack, D.T., Jensen, J.R., Cermak, 1998, **Investigation of Upper Air Conditions Occurring with Heavy Summer Main in Utah**, International Journal of Climatolology, Vol.18, PP.701-723.
- Hirschboeck, K., Mayers, L., Nash, D., 1987, **Catastrophic Flooding and Atmospheric Circulation Anomalies in Catastrophic Flooding**, the Binghamton Symposia in Geomorphology International Series, Allen and Unwind, London.
- Kardovani, P., 1992, **Soil Conservation**, 5^{ed}, Tehran University Press, Tehran.
- Kavyani, M., Hojattizadeh, R., 2001, **Synoptic and Thermodynamic of Flood during Mars (1992) over Karoon Basin**, Literature and Social Sciences Magazine, No.27, PP. 1-18.
- Khoshhal, J., 1997, **Analysis and Modeling of Heavy Rainfalls over the Southern Shores of Caspian Sea**, M.A Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran.
- Krichak, S.O., Alpert, P., 1994, **Effect of Winter Monsoon Variability in the Eastern Mediterranean**, Proceedings of the International Conf. on Monsoon Variability and Prediction, Trieste, Italy, WMO/TD.
- Lashkari, H., 1996, **Synoptic of Sever Rainfalls over Southeastern Iran**, M.A Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran.
- Lashkari, H., 2003, **The Formation and Devalopment of Sudan Low and its effects on Rainfalls over Southern and Southwestern Iran**, Geography Researches, No. 46, PP.1-18.
- Masoudian, A. 1993, **The Climatic Areas of Iran**, Geography and Development, No. 2, PP.171-184.
- Masoudian, A., Mohammadi, B., 2010, **Synoptic Analysis of Heavy Rainfall in Iran-Case Study of November 1994**, Geography and Development, No. 19, PP. 37-70.
- Masoudian, A., Mohammadi, B., 2011, **Jet Streams Frequencies and Heavy Rainfalls in Iran**, Reearches on Water Resources in Iran, Vol. 7, No. 2, PP. 80-91.
- Matsumoto, J., Takahashi, K., 1999, **Regional Differences of Daily Rainfall Characteristics in East Asian Summer Monsoon Season**, Geographical Review of Japan Series, Vol.72, No. 2, PP. 193-201.
- McGuirk, J. P., Thompson, A.H. and Schaefer, J.R., 1988, **An Eastern Pacific Tropical Plume**, AMS Journals Online's, Vol.116, PP. 2505-2521
- Mizrahi, F. 2000: **Heavy Daily Precipitation Distribution in East-Central France and West European Meteorological Patterns**, Theoretical and Applied Climatology, No. 66, PP.199-210.

- Rudari, R., Entekhabi, D., Roth, G., 2004, **Large-Scale Atmospheric Patterns Associated with Meso-scale Features Leading to Extreme Precipitation Events in Northwestern Italy**, Advances in Water Resources, No. 28, PP. 601-614.
- Sabziparvar, A., 1991, **Synoptic of Flood-forming Systems over Southeastern Iran**, M.S Thesis, Geophysics Institute of Tehran University.
- Taghizadeh, H., 1987, **Synoptic of Autumn Flood at 1986**, Monthly Geology Education, No.6, PP. 51-57.
- William, H., Neil, I., Christopher, G., 2004, **A Study of Twentieth-Century Extreme Rainfall Events in the United Kingdom with Implications for Forecasting**, Advances in Water Resource, Vol. 2, PP. 601-614.
- Yarnal, B., Frankes, B., 1994, **Using Synoptic Climatology to Define Representative Discharge Event**, International Journal of Climatology, Vol. 17, PP. 323-341.
- Zolfaghari, H., Abedzadeh, H., 2004, **Synoptic of Dusty winds over Western Iran**, Quarterly of Geography and Development, Vol. 6, PP. 173-187.

Anticyclones and Heavy Rainfalls over Western Iran

Barati GH.*

Assistant Prof. in Climatology, Shahid Beheshti University

Bodagh Jamali J.

Assistant Prof. in Environment University

Maleki N.

M.A. in Physical Geography, Razi University

Received: 23/04/2010

Accepted: 05/08/2012

Extended Abstract

Introduction

Ilam, Kermanshah and Kordestan are three provinces in Western Iran regarded as the second agriculture realm with 65 rainy days per year. It is proved that the dynamic high pressure is prevailing system over study area during warm season. It is known by the name of Azores high but we find a different situation during cold season. The tongues of Siberian high and slow-migrant ones are alternately dominant and vanished. This alternation happened in the context of westerly winds with their ridges and troughs as western waves. Western Iran is located in the front of western waves and so, precipitable systems that increase their water vapor from Black Sea at the northwestern side of Iran to Aden Gulf and even Persian Gulf at southwestern and southern sides. This potential in comparison with northern realm including Gilan, Mazandaran and Golestan Provinces with 111 rainy days, Central realm with 20 rainy days is very important for environment managers. Heavy and widespread rainfalls feed aquifers as principal sources of water for the numerous rain-fed farms in Western Iran and of course cause financial and human problems during floods. However, we can understand the temporal and spatial considerations about precipitable systems to design synoptic models in order to optimize our utilizations.

Methodology

Our study area is located over the west of Iran from 32 to 37 degrees in northern latitudes and 45 to 39 degrees in eastern longitudes. At first we set the tables of rainfall data for six weather

stations over Western Iran to include 30 millimeters per day and more. These tables availed us to knowledge the most Heavy Rain Waves (HRW) during 1997 to 2006. Secondly, the daily weather charts of HRWs at sea and 500 HPA levels were analyzed to determine the precipitable systems including cyclones at sea level and troughs at 500 HPA level. Finally, the horizontal flux charts of specific humidity helped us to recognize principal water bodies around Iran as humidity sources for HRWs.

Results and Discussion

The study area is mountainous and includes gentle and steep slopes, deep, confined and laterally unconfined valleys and closed basins that have agriculture potential and so they are flood-prone. We selected nine weather stations that seven of them were in the area as principal ones and two of them were out of it as control stations. Heavy rainfall was defined as daily rainfall equals 30 millimeters or more that was happened at least in three weather stations during two consecutive days. There is evidence that most of pastures are overgrazed, oak forests are sparse and so, their soils have been eroded in the study area. We didn't find evidence that the mean annual precipitation of study area had increased but there is an alarming increase in the frequency of floods during the recent decades. In fact, heavy rainfalls are as the environmental consequences that are the result of interaction between the atmospheric systems and so, mountainous basins. These atmospheric hazards forming disastrous flows toward downstream areas especially in closed and wide basins. The primitive classification of data showed that Ilam City is the most hazardous point with 11 HRWs and Hamedan City in the west of study area is the least one with 2 HRWs. So, dates such as Jan. 16, 1997, Apr. 18, 2002 and Jan. 8, 1999 were the most rainy days over Western Iran. Whenever a high pressure system such as Siberian tongue or slow-migrant high was prevailed over the central part or eastern part of Iran, especially on the axis of Zagros Mountains or the eastern lands of Central Iran with northwestern-southeastern direction; the perceptible low pressures were slowly appeared and replaced toward study area. So, in these conditions HRWs were heavier and more disastrous. We found these conditions in 10 all HRWs including five events that happened over Iran, four over the Eastern and Northeastern of Iran plateau and one over Turkey. This means that perceptible lows have had enough time for water vapor reservation from water bodies including Red and Mediterranean Seas. The location of western troughs was more dispersed especially over wide and warm seas than eastern ones as interior and arid lands. It means precipitable systems have converged toward the Iran plateau and caused heavy rain falls.

Conclusion

Water bodies are locating in the west of Iran plateau from 10 to 50 degrees. The eastern part of Mediterranean Sea, middle and southern parts of Red Sea and so, Aden Gulf are two recognized water bodies that feed water vapor to precipitable systems toward Western Iran. It seems southern water bodies as warm seas can cause liquid precipitation and so more heavy rainfalls than northern seas. The formation and strengthen of humidity feeder centers on Southern Red

Sea and Aden Gulf based on the horizontal flux charts of specific humidity confirmed our results.

Keywords: Western Iran, Heavy Rain Falls, Anticyclone.