



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۵
پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۱۶-۱

یوسف قویدل رحیمی^۱
داریوش حاتمی^۲

تحلیلی از اوضاع جوی بارش سنگین منجر به مخاطره سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ ایوان غرب

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۳۱

چکیده

این پژوهش به تحلیل هم‌دید بارش سنگین ۶۶/۸ میلی‌متری منجر به سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ برابر با ۲۷ فوریه ۲۰۱۰ ایوان غرب پرداخته است. ابتدا از طریق داده‌های ایستگاه‌های زمینی بارش سنگین مذکور شناسایی شد. سپس با استفاده از داده‌های جو بالا و ترسیم نقشه‌های مربوطه، بارش سنگین ایوان غرب مورد تحلیل قرار گرفت. آرایش الگوهای فشار سطح زمین مبین وجود گرادیان فشار شدیدی بین کم‌فشار دو هسته‌ای مستقر در غرب و شمال غرب و ایران مرکزی با پرفشارهای شمال دریای خزر و شمال شرق آفریقا از سمت غرب و جنوب غرب است. از عوامل ایجاد بارش سنگین مورد مطالعه می‌توان به نقش فرود عمیق مستقر بر روی عراق، عربستان و شرق مدیترانه در تمامی ترازها و قرارگیری ایران در قسمت شرق ناوه و زیر منطقه واگرایی بالایی اشاره نمود که موجب صعود و ناپایداری هوا در تمامی ترازها شده است. همچنین استقرار سردچال‌های انباشته از هوای سرد و مرطوب و کاهش ضخامت جو و استیلای چرخندگی مثبت در اغلب ترازها که باعث ایجاد جریان واگرا و صعود هوا در تمام سطوح جوی شده، از دیگر عوامل وقوع رخداد بارش سنگین مذکور هستند. استقرار رودباد جبهه قطبی یا عرض‌های میانه

E-mail: ghavidel@modares.ac.ir

۱- دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آب‌وهواشناسی کاربردی دانشگاه تربیت مدرس.

بر روی غرب کشور در روز مذکور موجب تشدید ناپایداری‌ها و ایجاد شرایط باروکلینیک برای ایوان‌غرب شده است. نقشه‌های جریان رطوبتی ترازهای زیر ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که در ترازهای ۱۰۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال انتقال رطوبت از مبادی دریای خزر، دریای مدیترانه و دریای سرخ انجام گرفته و در غرب ایران بر روی منطقه مورد مطالعه، رطوبت مبادی یاد شده به حالت همگرایی رسیده و بخش اصلی رطوبت بارش سنگین را تأمین کرده است. در ترازهای ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال تنها منبع تأمین رطوبت بارش سنگین دریای مدیترانه بوده است.

کلید واژه‌ها: تحلیل سینوپتیک، بارش سنگین، مخاطره سیل، ایوان‌غرب.

مقدمه

بارش سنگین از مهم‌ترین مخاطرات اقلیمی دنیا و ایران محسوب می‌شود. کمیسیون اتحادیه اروپا اثر مخاطرات ناشی از فرین‌های آب‌وهوایی را در ۵ بخش که شامل صدمات در بخش‌های: جنگل‌داری و کشاورزی، صدمات بوم‌شناختی، توریسم، انرژی و بیمه و حفاظت تاسیسات می‌شود، مورد ارزیابی و مدل‌سازی قرار داده است. در ۶ زیربخش از کل ۵ بخش یاد شده عامل ایجاد کننده صدمه، عنصر بارش است. در (جدول ۱) بخش‌های پنج‌گانه یاد شده و عناصر مولد آب‌وهوای و تاثیرات آن‌ها درج شده است.

جدول ۱- بخش‌های متأثر از فرین‌های آب و هوایی و عناصر جوی مولد صدمات (هانسون و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۶۵)

بخش	صدمه	فرین آب‌وهوای	عناصر مولد
جنگل‌داری و کشاورزی	ریشه‌کن شدن گیاهان	طوفان باد	باد
	آتش‌سوزی جنگل	استرس گرمایی، خشکسالی	دما، بارش
	کشاورزی مدیترانه	استرس گرمایی، خشکسالی، یخبندان مزارع و باغات	دما، بارش
صدمه بوم‌شناختی	صدمه به بوم‌ها	سیل، استرس گرمایی، خشکسالی	دما، بارش
انرژی	استفاده از انرژی	استرس گرمایی تابستانی و امواج سرمای زمستانی	دما
توریسم	سواحل	استرس گرمایی و شرجی هوا	دما و رطوبت
	ورزش‌های زمستانه	کمی یا زیادی برف	دما، بارش
بیمه و حفاظت تاسیسات	صدمه مالی	طوفان باد	باد
	صدمه جانی	سیل	باران و برف
	آب	سیل و خشکسالی	بارش

همه‌ساله بخش‌های مهمی از پهنه وسیع کشورمان تحت تاثیر مخاطره اقلیمی بارش سنگین قرار گرفته و خسارات فراوانی به کشور وارد می‌آید. از نظر نظری در ایران هر روزهای با بارش معادل یا بیش از ۳۰ میلی‌متر، روز بارش سنگین نامیده می‌شود. از پیامدهای بارش سنگین در ایران وقوع سیل‌های شدید و مخربی است که خسارات زیان‌باری به بار می‌آورد. در سال‌های اخیر مطالعات سینوپتیک زیادی در ارتباط با بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در کشورهای مختلف به‌ویژه ایران انجام شده است. در سطح جهانی و در ارتباط با تحلیل سینوپتیک رخداد بارش‌های سنگین می‌توان به مطالعه تحلیل بارش‌های سنگین شمال ایالت نوردراین-وستفالان در غرب آلمان اشاره نمود که با استفاده از داده‌های رادار و باران‌سنج توسط جی‌سن (۲۰۰۵: ۳۳۷) انجام شده است. پژوهش دیگر در این زمینه مطالعه (شی یاما و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۸۵) با عنوان شناسایی الگوهای سینوپتیک مولد بارش‌های سنگین در ژاپن است که به‌وسیله نقشه‌های هوشمند انجام شده است. سن‌چن و همکاران (۲۰۱۰: ۲۳۵) به بررسی رویداد بارش سنگین جنوب غرب تایوان در طول فصل گرم ۲۰۰۳ پرداخته‌اند. تواردوز (۲۰۱۰: ۴۵۶) در مطالعه خود با استفاده از طبقه‌بندی الگوهای گردشی جو، تغییرات روزانه بارش‌های سنگین منطقه کراکو در جنوب لهستان را مورد بررسی قرار داده است. تحقیق ماسترآنجلو و همکاران (۲۰۱۱: ۵۸۶) در خصوص مکانیسم‌های همرفتی مؤثر بر رخداد بارش‌های سنگین طولانی‌مدت در جنوب شرق ایتالیا، نمونه جالبی از مطالعه سینوپتیک بارش‌های سنگین منجر به سیلاب می‌باشد. از دیگر نمونه تحقیقات انجام شده در خصوص سینوپتیک بارش‌های سنگین منجر به سیل می‌توان به کار سن‌چن و همکاران (۲۰۱۱: ۵۹۵) در خصوص اثرات اوروگرافی بر رخداد بارش‌های سنگین جنوب غرب تایوان، تحقیق پیندا و همکاران (۲۰۱۱: ۶۳۸) در مورد بارش‌های سنگین شبانه و وقوع توفان‌های تورنادیک توأم با رعد و برق در حوضه مدیترانه، تحقیق ای‌مینگ‌کو و همکاران (۲۰۱۱: ۷۴۹) در خصوص روند بارش‌های بیشینه و سنگین جنوب تایوان، تحقیق موهانتی و همکاران (۲۰۱۴: ۴۱۲) در باره‌ی اثرات توفان حاره‌ای فت بر وقوع بارش در ایالت‌های گجرات و راجستان هند و همچنین تحقیق ویلدون و رایسان (۲۰۱۴: ۱۷۷) در مورد اهمیت و نقش پدیده انسو در تغییرات بارش و وقوع بارش‌های سنگین در سواحل منطقه جنوبی آفریقای جنوبی اشاره نمود.

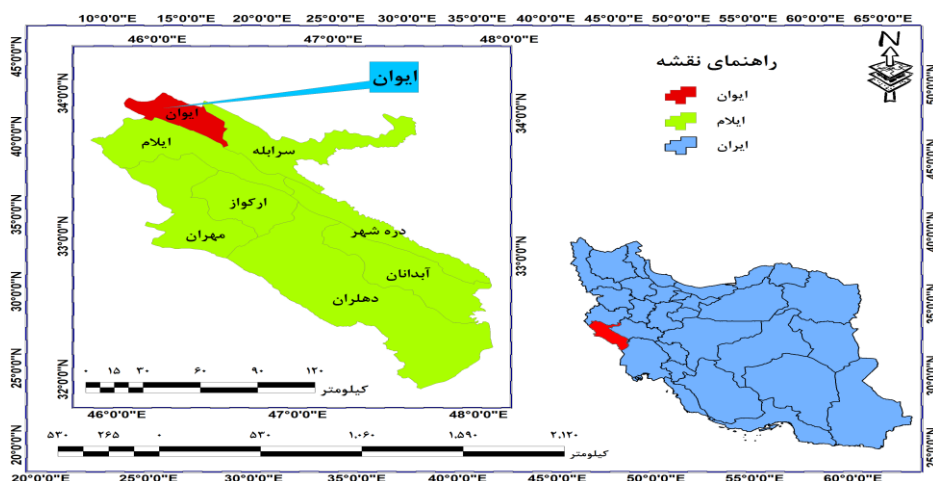
در ایران نیز مطالعات زیادی در ارتباط با تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین به‌عمل آمده است. مفیدی و زرین (۱۳۸۴: ۲۴) در تحلیل سینوپتیک ماهیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی به این نتیجه رسیده‌اند که استقرار مناسب خروجی هسته جت جنب‌حاره‌ای بر روی خاورمیانه به همراه استقرار و تقویت پشته‌ای در تراز میانی و زبانه پرفشاری در تراز پایین بر روی دریای عرب جهت تکوین و گسترش کم‌فشارهای سودانی موجب نزول بارش‌های سنگین می‌شوند. به عقیده رضایی (۱۳۸۶: ۱۰۵) ۳ الگوی سیل‌زای چرخندی و واچرخندی موجبات سیل حوضه ماسوله را فراهم می‌آورند که منشاء الگوهای چرخندی دریای مدیترانه و دریای سیاه و منشاء الگوهای واچرخندی

عمدتاً دریای خزر و دریای سیاه هستند. حجازی‌زاده و جعفرپور (۱۳۸۶: ۱۲۶) در بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیک تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد سیلاب‌های مخرب و فراگیر حوضه آبریز دریاچه ارومیه ۷ الگوی مولد سیلاب‌های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز مزبور را شناسایی کرده‌اند. بر اساس یافته‌های نامبردگان به هنگام وقوع سیلاب محور فرود (تراف) به سمت عرض‌های جغرافیایی پایین عمیق‌تر شده و موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه نسبت به اغتشاشات سطح بالا به گونه‌ای می‌شود که یا در زیر منطقه واگرایی بالایی جلو تراف‌های موج کوتاه بادهای غربی قرار گرفته یا در زیر قسمت جلوی سرد چال بالایی واقع شده و یا این‌که در زیر قسمت جلوی بادهای غربی مسیر جنوبی سامانه بلوکه شده قرار گرفته است. محمدی (۱۳۸۸: ۴۷) با تحلیل نقشه‌های فشار تراز دریا نتیجه گرفته که الگوی پرفشار اروپا-کم‌فشار عراق در وقوع بارش‌های سنگین موثر است. قویدل‌رحیمی (۱۳۹۰: ۱۰۱) با استفاده معادلات ترمودینامیک شار رطوبت جو را در جریان سوپر سیکلون فت بررسی نموده و به این نتیجه رسیده است که همگرایی عمودی و افقی رطوبت جو در جریان توفان فت عامل اصلی وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب چابهار بوده است. در ارتباط با دینامیسم بارش‌های سنگین و فوق سنگین می‌توان به تحقیق نوری (۱۳۹۱: ۱۱۷) نیز اشاره نمود. وی در مطالعه خود دریافته است که عامل اصلی وقوع بارش‌های فوق سنگین و سنگین همرفت رطوبت است. وقوع بارش‌های سنگین همه ساله در مناطق اقلیمی مختلف کشور خصوصاً نواحی کوهستانی غرب منجر به وارد آمدن خسارات سنگینی به اقتصاد ضعیف منطقه غرب کشور می‌شود. بررسی‌های آماری اخیر نشان داده که فراوانی وقوع بارش‌های سنگین و فوق سنگین ایران روندی افزایشی از خود نشان داده و در آینده امکان وقوع چنین بارش‌های خسارت باری در ایران (محمدی، ۱۳۹۲: ۱۶۳) و سایر مناطق دنیا (تورندال و همکاران، ۲۰۱۴: ۱) بیش‌تر از زمان‌های گذشته خواهد بود. با شناسایی علل سینوپتیک بارش‌های سنگین می‌توان پیش‌آگاهی‌های لازم را جهت ممانعت از خسارات جانی و مالی به برنامه‌ریزان ارایه نمود. بر این اساس هدف اصلی این تحقیق شناخت سازوکارهای سینوپتیک منجر به بارش‌های سنگین منجر به سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ شهرستان ایوان‌غرب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از دو دسته داده برای تحلیل بارش سنگین ۱۳۸۸/۱۲/۸ ایوان‌غرب استفاده شده که عبارت از داده‌های ایستگاه‌های زمینی و داده‌های سطوح فوقانی جو هستند. داده‌های ایستگاه زمینی مورد استفاده در پژوهش شامل داده‌های بارش روزانه ۸ اسفند ۱۳۸۸ (۲ فوریه ۲۰۱۰) تمامی ایستگاه‌های استان ایلام است که از وب‌سایت سازمان هواشناسی به آدرس www.irimo.ir اخذ شده‌اند. در روز یاد شده در کل استان بارش‌های نسبتاً زیادی نازل

شده و تا یک هفته بعد تداوم داشته که بیشترین مقدار بارش استان به میزان $66/8$ میلی‌متر مربوط به ایستگاه ایوان غرب بوده و بارش روز مذکور به‌عنوان روز نمونه در این تحلیل مورد واکاوی قرار داده شده است. داده‌های سطوح فوقانی جو که در این تحقیق استفاده گردیده، داده‌های بازکاوی شده مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار سطح دریا، باد مداری، باد نصف‌النهاری، رطوبت ویژه، رطوبت نسبی و امگا هستند که از سایت مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی به آدرس www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis اخذ شده‌اند. ایستگاه ایوان غرب در شمال غرب استان ایلام و در عرض جغرافیایی 33 درجه و 49 دقیقه شمال و 45 درجه و 17 دقیقه طول شرقی واقع شده (شکل ۱)، ارتفاع آن از سطح دریا برابر با 1140 متر بوده و متوسط بلندمدت بارش سالانه آن 635 میلی‌متر است.

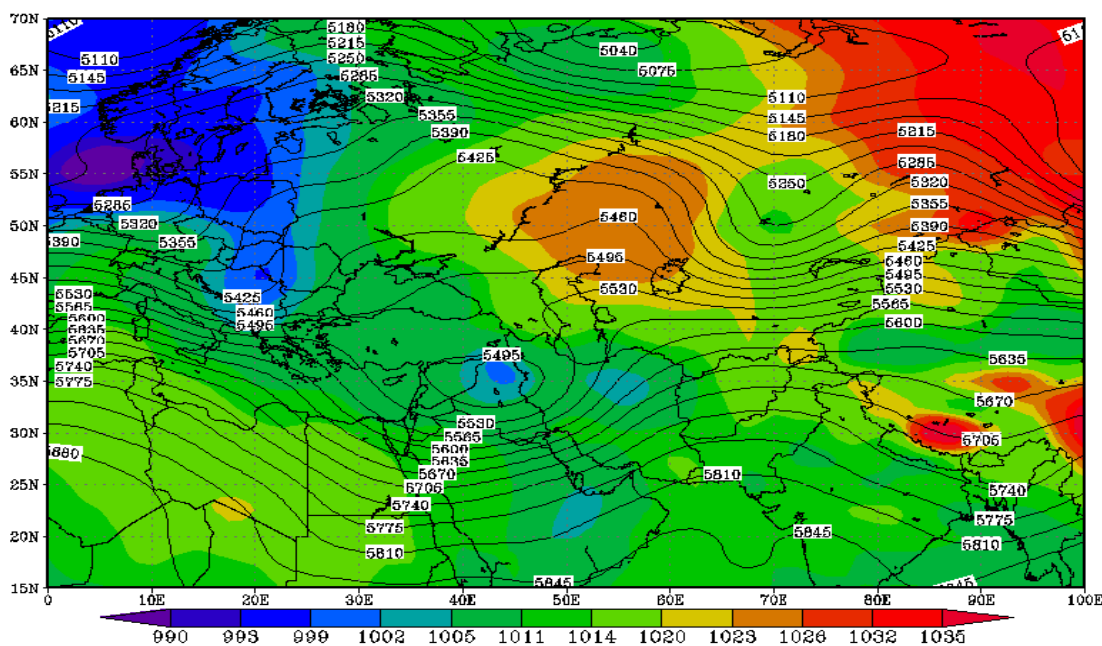


شکل ۱: موقع جغرافیایی ایوان غرب

برای انجام تحقیق حاضر از روش محیطی به گردشی استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های مربوط به مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، باد مداری، باد نصف‌النهاری، امگا، فشار سطح دریا، رطوبت نسبی و رطوبت مطلق، نقشه‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، نقشه ضخامت، نقشه جت استریم، نقشه پیچانه، وزش رطوبتی و حرکت قائم هوا ترسیم و تحلیل گردیده‌اند. به‌جز نقشه فشار تراز سطح دریا که تک ترازه می‌باشد و همچنین نقشه‌های جت استریم که در تراز 250 و 300 هکتوپاسکال ترسیم گردیده، سایر نقشه‌ها در سطوح فشاری 1000 تا 500 هکتوپاسکال ترسیم و تحلیل گردیده‌اند. زمان مورد نظر جهت ترسیم نقشه‌ها با توجه به زمان شروع بارش و شدت آن 00 زولو ($3:30$) بامداد انتخاب شد. بازه فضایی در نظر گرفته شده برای ترسیم تمامی نقشه‌ها محدوده بین 15 تا 70 درجه عرض شمالی و 0 تا 100 درجه طول شرقی است که در محدوده مذکور تقریباً تمامی الگوهای جوی مؤثر بر ایران قابل رصد هستند.

یافته‌ها و بحث

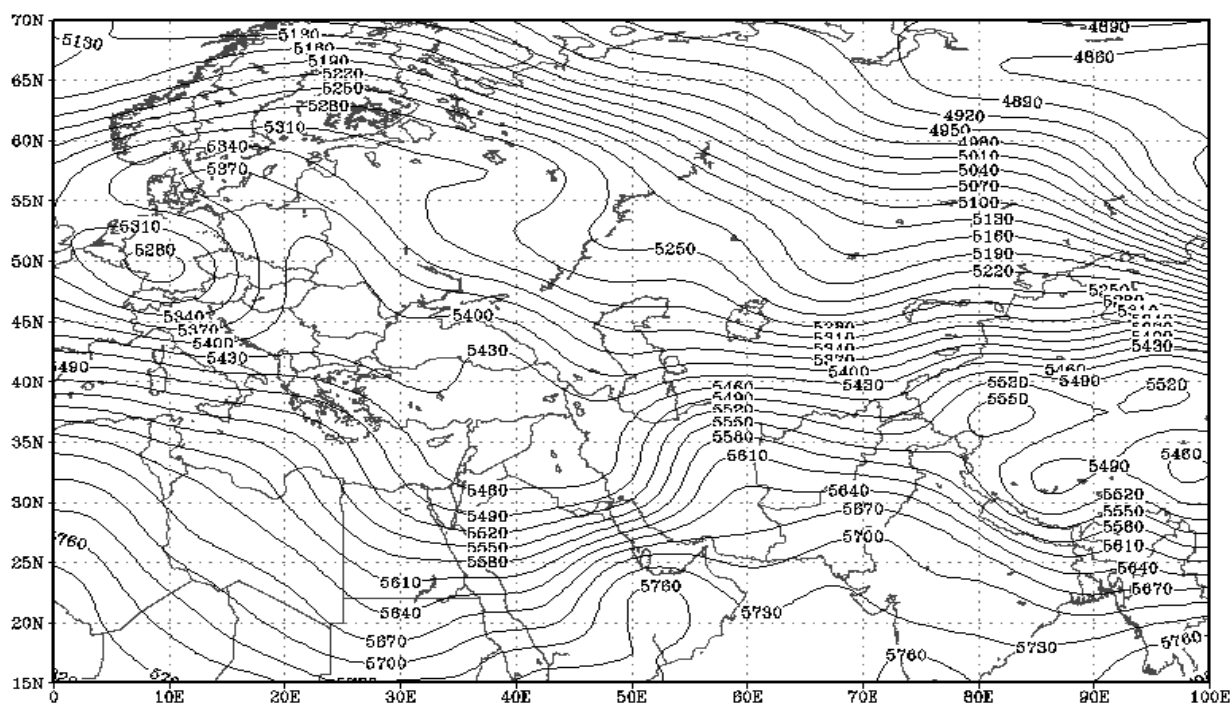
ترکیب همزمان نقشه فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت ۳/۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸ نشانگر استقرار یک چرخند با پربند بسته ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در شمال عراق است که بخش شرقی چرخند یاد شده منطقه مورد مطالعه در غرب ایران را در بر گرفته است. چرخند مذکور پربندی جدا شده از چرخند بسیار فعالی که در اروپای شمال و بر روی دریای شمال مستقر گشته، می‌باشد. در زمان یاد شده پرفشاری نسبتاً قوی در شمال دریای خزر با پربند ۱۰۲۵ هکتوپاسکال و پرفشار دیگری با فشار مرکزی ۱۰۲۳ هکتوپاسکال در شمال آفریقا مستقر شده‌اند. آرایش الگوی فشار سطح زمین موجب ایجاد شیو شدید فشار از سمت مراکز پرفشار یاد شده به سوی کم‌فشار مستقر بر غرب ایران گشته است. برآیند فشار موجود جابجایی شدید نصف‌النهاری جنوب سوی جریان هوای مرطوب دریای خزر به طرف شمال‌غرب و غرب کشور از یکسو و هوای مرطوب منطقه همگرایی دریای سرخ از سوی دیگر شده است (شکل ۲).



شکل ۲: آرایش ترکیبی الگوی فشار سطح زمین (نقشه رنگی) با ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (نقشه منحنی میزان) در زمان اوج فعالیت سامانه بارشی (ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸)

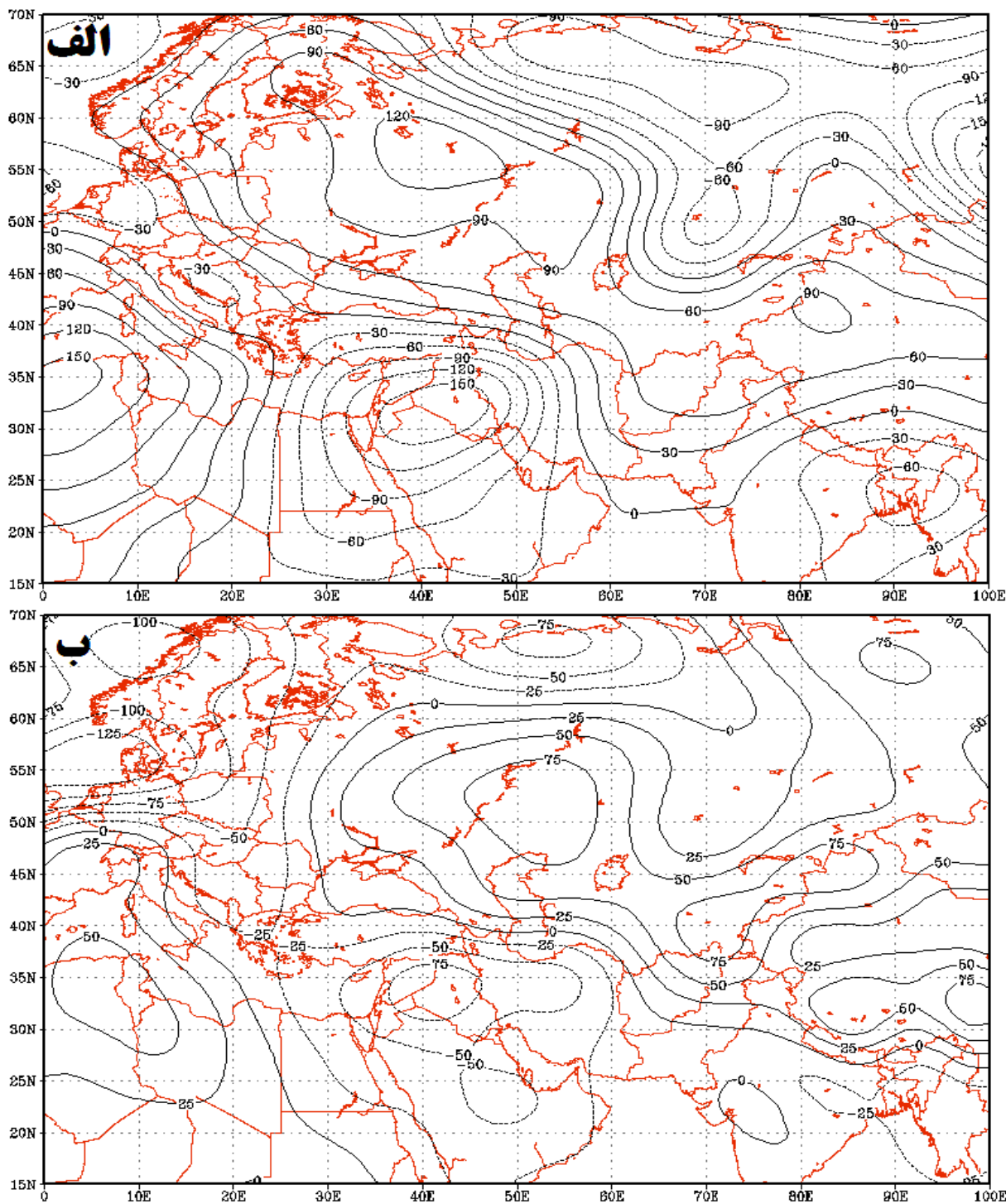
ترکیب نقشه تراز ۵۰۰ مربوط به آرایش ارتفاع ژئوپتانسیل با الگوی فشار سطح زمین (شکل ۲) بیانگر استقرار ناوهای عمیق بر روی خاورمیانه است. منطقه غرب ایران که در ساعت مذکور شاهد وقوع بارش سنگین منجر به سیل بوده، در قسمت شرق ناوه عمیق قرار گرفته و شاهد جریانات و اچرخندی سرد و مرطوبی بوده است. دقیقاً محل استقرار

کم فشار سطح زمین در غرب ایران در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال محل استقرار کم ارتفاع بسته ۵۴۹۵ ژئوپتانسیل متری است که به وضوح یک سردچال بالایی بریده شده بر اثر وقوع بلوکینگ ناشی از دوشاخه شدن جریان مداری و تبدیل آن به حرکت نصف النهاری (بلوکینگ نوع رکس) در روی منطقه مدیترانه می باشد. وضعیت بلوکه یاد شده در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شدیدتر و بارزتر است. نقشه ضخامت که در آن ضخامت هوا بین سطوح هم فشار ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال نشان داده شده، بیانگر ضخامت کم جو منطقه غرب ایران بوده و منطقه یاد شده بین دو منحنی ۵۴۳۰ و ۵۴۶۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است. این امر نشان دهنده استقرار هوای سرد و مرطوب و ناپایدار بر روی منطقه می باشد. قرارگیری منطقه مورد مطالعه در شرق محور ناوه بسیار عمیق و زیر منطقه واگرایی سطح بالا، موجب تقویت فرارفت هوا و ایجاد شرایط کژفشاری شدید در ایوان غرب شده و بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند را به وجود آورده است (شکل ۳).



شکل ۳. نقشه ضخامت جو به ژئوپتانسیل متر در زمان اوج فعالیت سامانه بارشی (ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸)

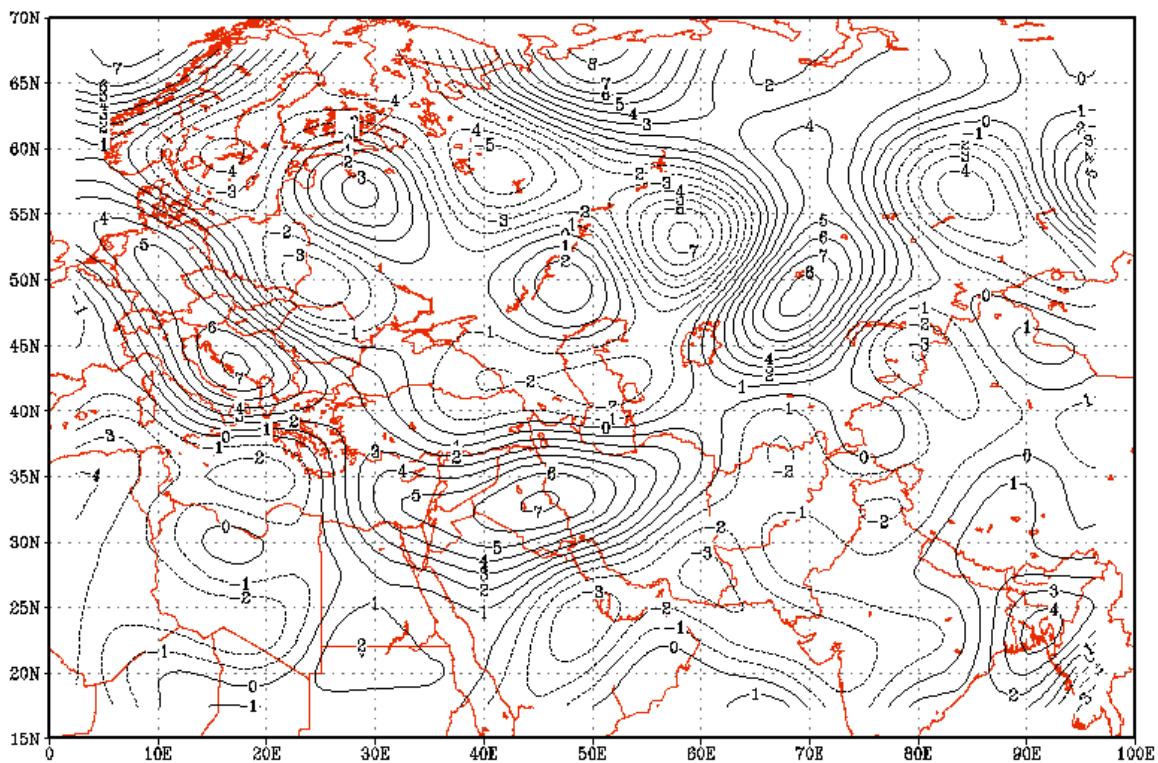
ترسیم نقشه پیچانه های جو بالا وضعت گردش و انتقال هوای سرد و مرطوب را بهتر مشخص کرده و همان طور که به صورت نمونه در (شکل ۴ الف) و (۴ ب) دیده می شود، منطقه غرب ایران در ترازهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ تحت استیلای پیچانه های منفی (تراز ۵۰۰ با ۱۵۰- و در تراز ۷۰۰ با ۷۲- ژئوپتانسیل متر) یا سردچال های بالایی حاوی هوای سرد و مرطوب قرار داشته و همین امر سبب ریزش شدید جوی منجر به سیل در روز ۸ اسفند ۱۳۸۹ شده است.



شکل ۴: توزیع پیچانه های بارز ترازهای الف: ۵۰۰ و ب: ۸۵۰ هکتوپاسکال در زمان اوج فعالیت (ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸)

نقشه چرخندگی هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان رخداد بارش سنگین ۸ اسفند ۱۳۸۸ غرب کشور و به ویژه منطقه مورد پژوهش، نشانگر تاوایی مثبت می باشد که با توجه به قرارگیری منطقه در قسمت جلوی ناوه عمیق (شرق

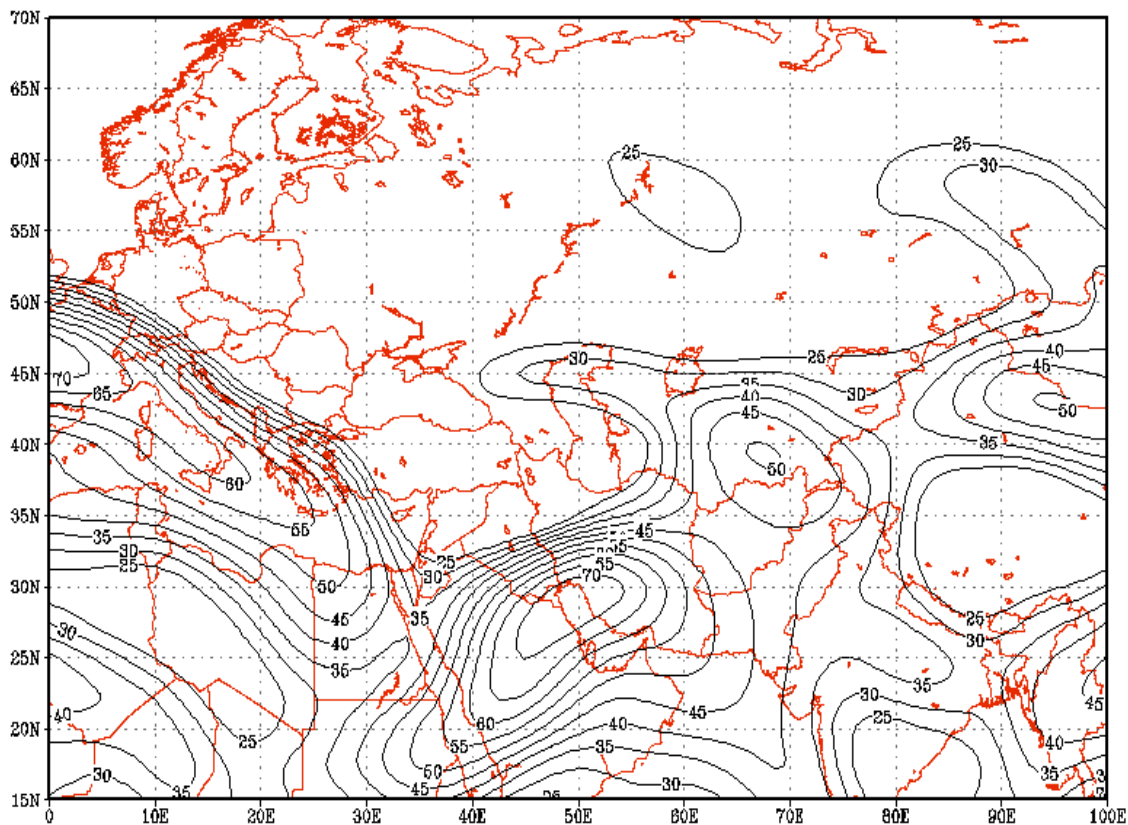
ناوه) محل بیشینه تاوایی محسوب می‌شود. منطقه بیشینه چرخندگی در قسمت جلو محور فرود سطوح بالا، در جایی که خطوط هم‌ارتفاع به هم نزدیک‌ترند، قرار داشته و در سطح زمین هم شرایط چرخش سیکلونی باد را در انتهای زبانه کم‌فشار نشان می‌دهد (علیجانی، ۱۳۸۱: ۶۹). این امر موجب جریان صعودی هوا و رطوبت توام با واگرایی در سطح بالا و ناپایداری شدید در منطقه شده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز به قاعده کل ترازهای زیر ۵۰۰ هکتوپاسکال، چرخندگی منطقه مورد مطالعه مثبت است. تراکم شدید و افزایش چرخندگی مثبت در ایوان غرب، نزدیکی به مرکز سیکلون را تداعی می‌کند. در مجموع مثبت بودن مقادیر تاوایی در تمامی ترازها بر روی منطقه مورد مطالعه منجر به ایجاد شرایط کزفشاری شدیدی شده که صعود قائم هوا و رطوبت را (نقشه‌های ترسیمی از داده‌های امگا واقعیت مذکور را مورد تأیید قرار دادند، اما برای پرهیز از اطاله کلام نقشه‌های امگا حذف گردیده‌اند) در پی داشته و شرایط را برای ایجاد بارش سنگین در کنار سایر عوامل به وجود آورده است. در (شکل ۵) نقشه تاوایی تراز ۵۰۰ به عنوان تراز بیشینه تاوایی جو، درج گردیده است.



شکل ۵: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان اوج فعالیت (ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸) سامانه بارشی

وضعیت جوی سطوح فوقانی خصوصا تراز ۵۰۰ و به‌ویژه اطلاعات مربوط به پیچانه‌ها و تاوایی در زمان وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند این ظن قوی را ایجاد می‌کنند که احتمالا رودباد جبهه قطبی نیز در سازوکار

وقوع بارش سنگین می‌توانسته تأثیرگذار باشد. رودباد جبهه قطبی در اقلیم سطح زمین نقش مؤثری داشته و به تشکیل سیکلون‌های برون حاره و هدایت آن‌ها و ایجاد ناپایداری در ترازهای زیرین جو کمک می‌کند. سازوکار مذکور موجب صعود هوا و در صورت وجود رطوبت کافی، سبب بارش‌های سنگین می‌شود.

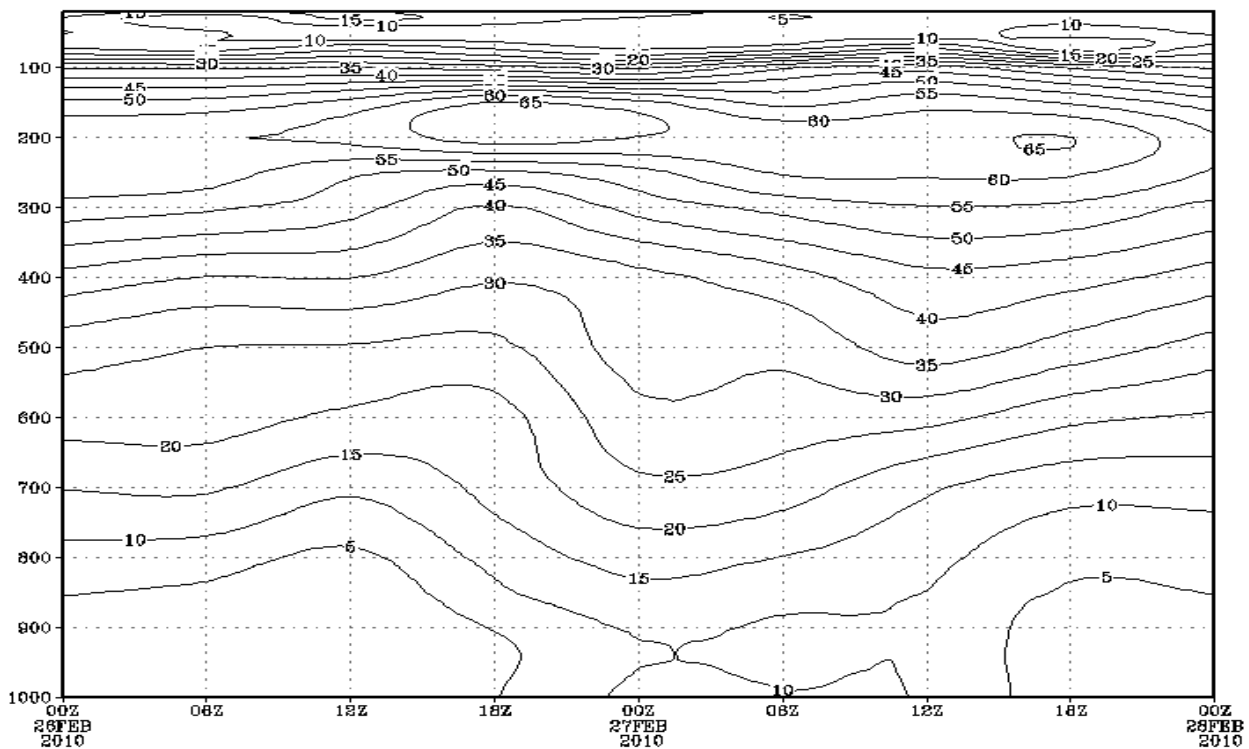


شکل ۶: رودباد جبهه قطبی تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال در زمان اوج فعالیت (ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸) سامانه بارشی

ایران به‌ویژه در طول فصل سرد، گاه‌گذاری عرصه فعالیت رودباد جبهه قطبی شده و رودباد مذکور بر پهنه‌هایی از فضای آن مسلط می‌شود. با توجه به این‌که سامانه‌های بارشی در این فصل بیش‌تر وارد کشور می‌شوند، می‌توان بین سامانه‌های بارش‌زا در ایران و موقعیت رودبادها ارتباط برقرار کرد. از آنجایی که در سطوح ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال مسیر رودبادها مشخص‌تر بوده و نمود بیش‌تری دارند (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱: ۱۵۲) از ترازهای مذکور برای نگاشت و تفسیر نقش رودباد جبهه قطبی در وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند ۱۳۸۸ ایوان‌غرب استفاده گردید. تحلیل نقشه‌های رودباد نشان دادند که در زمان رخداد بارش سنگین ایوان‌غرب، رودباد بسیار پر قدرت جبهه قطبی با بیشینه سرعت هسته مرکزی ۷۰ متر بر ثانیه در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه غرب و جنوب‌غرب کشور مستقر بوده و نقش مهمی در تشدید ناپایداری‌ها و صعود هوای مرطوب ایفا کرده است.

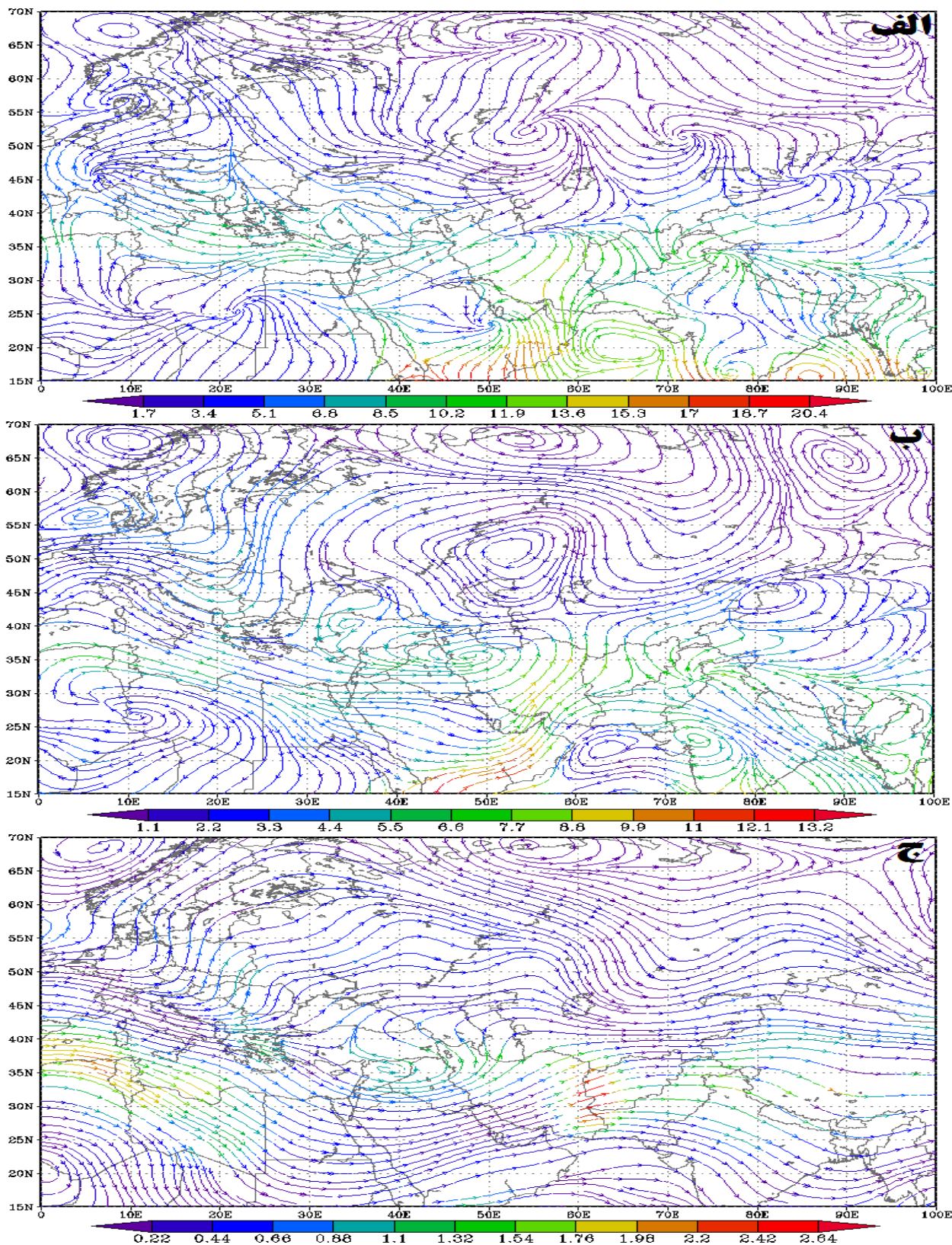
در (شکل ۶) نقشه بزرگی بادهای با بیش از ۳۰ متر بر ثانیه در ساعت ۳/۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸ در تراز فوقانی ۲۵۰ هکتوپاسکال نشان داده شده که نشانگر استقرار هسته سرعت بیشینه رودباد جبهه قطبی بر روی خلیج فارس و قسمت‌های جنوب غرب و غرب ایران است.

ترسیم نمودار هوف مولر رودباد جبهه قطبی در مختصات منطقه مورد مطالعه نشان از بیشینه شدن سرعت رودباد در ساعت ۳/۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸ (۲۴ فوریه ۲۰۱۰) داشته و در زمان یاد شده همان‌گونه که در نمودار مندرج در (شکل ۷) مشخص است، رودباد عمیق‌تر شده و هسته سرعت ۳۰ متر بر ثانیه آن تا نزدیکی‌های تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال نیز پایین‌تر آمده است. تعمیق رودباد موجب تشدید ناپایداری جوی شده و وقوع بارش منجر به سیلاب را تسهیل کرده است.



شکل ۷: نمودار هوف مولر از فعالیت زمانی و مکانی رودباد جبهه قطبی موثر بر وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند ۱۳۸۸

با ترسیم نقشه‌های وزش رطوبت ترازهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ در (شکل ۸) اقدام به شناسایی منابع تأمین رطوبت بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند ۱۳۸۸ گردید.



شکل ۸: وضعیت وزش رطوبتی در ترازهای الف: ۱۰۰۰، ب: ۸۵۰، ج: ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۳:۳۰ روز ۸ اسفند ۱۳۸۸

نقشه‌های جریان رطوبتی ترازهای زیر ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان دادند که در تراز ۱۰۰۰ انتقال رطوبت از مبادی دریای خزر، دریای مدیترانه و دریای سرخ انجام گرفته و در غرب ایران بر روی منطقه مورد مطالعه رطوبت مبادی یاد شده به حالت همگرایی رسیده و بخش اصلی رطوبت بارش سنگین را تأمین نموده است (شکل ۸ الف). با اندکی تفاوت دینامیسم انتقال رطوبت تراز ۱۰۰۰ در تراز ۸۵۰ نیز تکرار شده است (شکل ۸ ب). در ترازهای ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال تنها منبع تأمین رطوبت بارش سنگین دریای مدیترانه بوده است. با توجه به شرایط تقریباً مشابه مبادی رطوبتی بارش سنگین منجر به سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ در سه تراز ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در (شکل ۸ ج) فقط نقشه وزش رطوبت تراز ۵۰۰ به نمایندگی از سه تراز مذکور درج گردیده است.

نتیجه‌گیری

تحلیل سینوپتیک و دینامیک اوضاع سطوح مختلف جو در جریان وقوع بارش سنگین ۶۶/۸ میلی‌متری منجر به سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ برابر با ۲۷ فوریه ۲۰۱۰ ایوان غرب که بر مبنای تحلیل الگوهای جریانی جو به روش محیطی به گردشی انجام یافت نشان داد که شیو فشار ناشی از برهم‌کنش پرفشارهای مستقر در شمال آفریقا و خصوصاً پرفشار مستقر در شمال دریای خزر موجب جریان هوای مناطق یاد شده به سمت کم‌فشار مستقر بر شمال عراق که منطقه غرب ایران و شهرستان ایوان غرب را تحت پوشش خود قرار داده شده و موجبات ناپایداری منجر به بارش سنگین و سیلاب را در سطح زمین فراهم نموده است. در سطوح فوقانی کند شدن بادهای غربی موجب تبدیل وزش مداری به نصف‌النهاری شده و یک بلوکی‌نگ تیپ یک نوع رکس را در روز ۲۷ فوریه مصادف با ۸ اسفند ۱۳۸۸ به وجود آورده است. در منطقه غرب ایران بلوکه شدن جریان بادهای غربی موجب ایجاد یک کم ارتفاع بریده یا سردچال جوی شده که نقشه‌های ترسیمی نشان داد سردچال ایجاد شده به واقع یک پیچانه قوی است که داخل آن انباشته از هوای سرد و مرطوب بوده است. بر اساس تحلیل نقشه‌های وزش رطوبتی ترازهای مختلف جو، هوای سرد و مرطوب داخل پیچانه مذکور که در ترازهای فوقانی خصوصاً تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به وضوح قابل مشاهده می‌باشد، از چندین منبع رطوبتی اطراف که شامل دریای خزر، دریای مدیترانه و دریای سرخ هستند، تأمین شده است. به‌طور کل دینامیسم سطوح مختلف جوی در زمان وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب ۸ اسفند ۱۳۸۸ نشان می‌دهد که فعالیت کم‌فشار سطح زمین که در سطوح بالا با ناوهای عمیق همراه شده و وضعیت گردش هوای داخل آن وضعیت چرخندی پیدا نموده و به‌واسطه وجود و تعمیق رودباد جبهه قطبی که تا تراز ۶۰۰ نزول پیدا کرده و با مکش هوا به سمت بالا، جریانات قائم هوا را تشدید نموده و در نتیجه چرخند مذکور تقویت شده است. با توجه به فعالیت رودباد جبهه قطبی و تشدید جریان چرخندی تزریق رطوبت به داخل سامانه بارشی نیز تشدید شده و با توجه به

این‌که منبع رطوبتی سامانه از چند منبع در ترازهای مختلف بوده، انباشت رطوبت منابع رطوبتی یاد شده، قدرت بارش زایی سامانه فوق‌العاده بیشتر شده و با رسیدن چرخند به زمان بلوغ موجب وقوع بارش سنگین منجر به سیلاب روز ۸ اسفند ۱۳۸۸ در غرب کشور به‌ویژه ایوان‌غرب و دره شهر شده است.

منابع

- حجازی‌زاده، ز؛ جعفرپور؛ ز، پروین، ن (۱۳۸۶)، «بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مواد سیلاب‌های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه»، *نشریه علوم جغرافیایی*، شماره ۱۰، صص ۱۵۵-۱۲۶.
- رضایی، پ (۱۳۸۸)، «تحلیل هم‌مدیدی رخداد سیلاب در حوضه ماسوله»، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۶۸، صص ۱۱۸-۱۰۵.
- زرین، آ؛ مفیدی، ع (۱۳۸۴)، «تحلیل سینوپتیک ماهیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی (مطالعه موردی: توفان دسامبر ۲۰۰۱)»، *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، شماره ۶، صص ۴۸-۲۴.
- علیجانی، ب (۱۳۸۱)، «*اقلیم‌شناسی سینوپتیک*»، تهران، انتشارات سمت.
- قویدل رحیمی، ی (۱۳۹۰)، «نگاشت و تحلیل همگرایی جریان رطوبت جو طی بارش فوق سنگین ناشی از توفان حاره‌ای فت در سواحل چابهار»، *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، شماره ۷۲، صص ۱۱۸-۱۰۱.
- قویدل رحیمی، ی (۱۳۹۱)، «نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم‌افزار گِردس»، تهران، انتشارات سها دانش.
- محمدی، ب (۱۳۸۹)، «*تحلیل هم‌مدید بارش‌های ابرسنگین ایران*»، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان.
- محمدی، ب (۱۳۹۲)، «تحلیل روند سالانه آستانه بارش‌های سنگین ایران»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۱۰۸، صص ۱۷۶-۱۶۳.
- نوری، ح (۱۳۹۱)، «بررسی شاخص جدید وضعیت دینامیکی جو در بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر»، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، شماره ۲، صص ۱۳۱-۱۱۷.
- Chen, C. h., Lin, Y., Peng, W., Liu, C., (2010), "Investigation of a heavy rainfall event over southwestern Taiwan associated with a sub synoptic cyclone during the 2003 Mei-Yu season", *Atmospheric Research*, 95: 235-254.
- Chen, C. h., Lin, Y., Hsu, N., Liu, C, Chen, C., (2011), "Orographic effects on localized heavy rainfall events over southwestern Taiwan on 27 and 28 June 2008 during the post-Mei-Yu period", *Atmospheric Research*, 101: 595-610.
- Hanson, C., Palutikof, J.P., Livermore, M., Barring, L., Bindi, M., Corte-Real, J., Durao, R., Giannakopoulos, C., Good, P., Holt, T., Kundzewicz, Z., Leckebusch, G. C., Moriondo, M., Radziejewski, M., Santos, J., Schlyter, P., Schwarb, M., Stjernquist, I., Ulbrich, U., (2007),

- "Modelling the impact of climate extremes: an overview of the MICE project", *Climatic Change*, 81: 163–177.
- Jessen, M., Einfalt, T., Stoffer, B., Mehlig, R., (2005), "Analysis of heavy rainfall events in North Rhine–Westphalia with radar and rain gauge data", *Atmospheric Research*, 77: 337–346.
 - Koji, N., Endo, S., Kenji, J., Bertacchi Uvo, C., Olsson, J. R., Berndtsson, C., (2007), "Identification of typical synoptic patterns causing heavy rainfall in the rainy season in Japan by a Self-Organizing Map", *Atmospheric Research*, 83: 185–200.
 - Mastrangelo, D., Horvath, K., Riccio, A., Miglietta, M., (2011), "Mechanisms for convection development in a long-lasting heavy precipitation event over south eastern Italy", *Atmospheric Research*, 100: 586–602.
 - Mohanty, M., Mohapatra, M., Jaafry, S. N. A., (2014), "Characteristic features of heavy rainfall over Gujarat and Rajasthan States of India due to very severe cyclonic storm phet over the Arabian Sea (31 May to 07 June 2010)", *Monitoring and Prediction of Tropical Cyclones in the Indian Ocean and Climate Change*, Springer, Amsterdam, Netherlands, pp 412–421.
 - Pineda, N., Bech, J., Rigo, T., Montanya, J., (2011), "A Mediterranean nocturnal heavy rainfall and tornadic event, Part II: Total lightning analysis", *Atmospheric Research*, 100: 638–648.
 - Thorndahl, S., Smith, J., Baeck, A., Lynn, M., Krajewski, W., (2014), "Analyses of the temporal and spatial structure of heavy rainfall from a catalog of high-resolution radar rainfall fields", *Atmospheric Research*, 144: 111–125.
 - Twardosz, R., (2010), "An analysis of diurnal variations of heavy hourly precipitation in Kraków using a classification of circulation types over southern Poland", *Physics and Chemistry of the Earth*, 35:456–461.
 - Weldon, D., Reason, C. J. C., (2014), "Variability of rainfall characteristics over the South Coast region of South Africa", *Theoretical and Applied Climatology*, 115: 177–185.
 - Yi, M. K., JayChu, H., Tsung, Y. P., Hwa, L., (2011), "Investigating common trends of annual maximum rainfalls during heavy rainfall events In southern Taiwan", *Journal of Hydrology*, 409: 749–758.