

## تحلیل اقلیم دفاعی – نظامی مناطق بیابانی و سواحل مکران با تأکید بر تحلیل

### همدیدی بارش‌های سنگین

سید اسعد حسینی<sup>۱</sup>، امید مفاخری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

#### چکیده

علاوه بر تمامی اثراتی که اقلیم بر جنبه‌های فیزیکی و روحی هریک از اعضاء و افراد نظامی به‌جا می‌نهد، عملیات پدافند عامل و غیرعامل نیز از شرایط اقلیمی متأثر می‌گردد. بارش‌های سنگین در مناطق خشک، بیابانی و کم باران و با پوشش گیاهی تنک در اغلب موارد به رخداد سیلاب‌های سنگین و پیش‌بینی‌ناپذیر منجر می‌شوند و همه‌ساله خسارات سنگینی در بخش‌های تأسیسات زیربنایی، عمرانی و کشاورزی برجای می‌گذارد. لذا در این پژوهش به بررسی همدیدی بارش‌های سنگین در مناطق بیابانی و سواحل مکران پرداخته شد. بدین منظور برای هر ایستگاه، بارشی که برابر یا بیشتر از صدک ۹۵ باشد به‌عنوان بارش سنگین آن ایستگاه در نظر گرفته شد و در نهایت بارش‌های برابر و بیشتر از ۱۶ میلی‌متر به‌عنوان بارش سنگین منطقه انتخاب شدند. در ادامه جهت به دست آوردن الگوهای بارشی، از بین بارش‌های رخ داده در طول دوره آماری مورد بررسی (۱۹۸۷-۲۰۱۵) بارش‌های فراگیر در کل منطقه استخراج شدند و در نهایت روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ برابر با ۱۶ بهمن ۱۳۷۱ با توجه به گسترش آن در سطح منطقه به همراه ۴ روز قبل از آن به‌عنوان نماینده بارش‌های سنگین منطقه انتخاب و مورد تحلیل همدید قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که قرارگیری مرکز ناوه در غرب ایران ناشی از ادغام سامانه‌های بارشی مدیترانه و سودانی به‌عنوان مؤثرترین الگو در رخداد بارش سنگین منطقه است به‌طوری‌که هسته بیشینه امگای منفی برابر با ۱/۵- پاسکال بر ثانیه در جنوب منطقه مطالعاتی و قرارگیری تاوایی مثبت ناوه مؤثر بر روز اوج بارش بر روی منطقه مطالعاتی باعث تشدید ناپایداری و صعود هوا شده است و منابع آبی (دریای سرخ، دریای عرب، خلیج فارس و تا حدودی دریای مدیترانه و دریای عمان) به‌عنوان منابع رطوبتی مؤثر در رخداد بارش سنگین منطقه هستند. از نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان در طراحی مخازن ذخیره آب، طرح‌های آبخیزداری و پیش‌آگاهی سیل و مدیریت منابع آب استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** اقلیم، الگوی فشار، بارش سنگین، سیل، کم‌فشار سودانی

<sup>۱</sup> دکتری اقلیم‌شناسی و نویسنده مسئول، صندوق الکترونیکی Hosseini.asad8@gmail.com

<sup>۲</sup> دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه خوارزمی، تهران

## مقدمه

از جمله مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده پیروزی و شکست نیروهای نظامی در یک صحنه نبرد واقعی را بایستی شناخت کامل آب‌وهوا و تأثیر آن بر جابجایی نیروها، پرواز جنگنده‌ها، حرکت ناوگان‌های دریایی، حمل‌ونقل تجهیزات سنگین، عملکرد سلاح‌ها توسط کارشناسان نیروهای مسلح دو طرف جنگ دانست. بسیاری از تهدیدات مطرح علیه جوامع بشری از مسائل زیست‌محیطی سرچشمه می‌گیرند. این تهدیدات، هرچند ظاهری غیرامنیتی داشته و صرفاً تهدیداتی طبیعی جلوه می‌نمایند، لیکن در عمل امنیت جامعه و در نتیجه امنیت ملی کشورهای محل وقوع را تحت تأثیر قرار داده و گاهی آثار و تبعات بسیار بیشتر و چشم‌گیرتری از جنگ‌ها را به همراه می‌آورند. آثار و تبعات حوادثی مانند سیل سال ۲۰۱۰ پاکستان، سونامی ۲۰۰۴، طوفان کاترینا و... بر امنیت کشورهای محل وقوع بسیار قابل توجه بوده و در اغلب موارد فراتر از آثار و تبعات جنگ‌های به وقوع پیوسته در این کشورها بوده‌اند (لطفی و همکاران، ۱۳۹۰). بارش ایران از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. برهم‌کنش مداوم سامانه‌های گردش اتمسفری در طول سال به‌طور برجسته و گسترده‌ای چنین تنوعی را موجب گردیده است (علی‌جانی، ۱۳۷۲). باوجود اینکه بخش‌های زیادی از ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک بوده و همچنین فاقد منابع رطوبتی عمده‌ای برای تأمین بارش‌های سنگین است؛ گاهی مناطقی از ایران شاهد بارش‌های بسیار سنگین و رگباری هستند. ویژگی اصلی این بارش‌ها متغیر بودن زمان و مکان آنهاست (مسعودیان، ۱۳۷۷). بدون شک سیل یکی از عوامل مخرب در مناطق مختلف محسوب می‌شود و از این جهت در فهرست بلایای طبیعی منظور گردیده است. شاید بتوان گفت در عمل، سیلاب هم از نظر تلفات جانی و هم از نظر خسارات مالی، مهیب‌ترین بلایای طبیعی در جهان محسوب می‌گردد. از این رو، شناخت علل و عوامل موجد آن و در صورت امکان پیش‌بینی زمان و شدت وقوع آن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. سیلاب‌ها نه تنها با در نظر گرفتن الگوی گردشی در روز رخداد، بلکه بررسی الگوهای گردشی پیش از رخداد سیلاب نقش مهمی در تعیین شرایط و محتوای

رطوبتی قلمرو مطالعاتی دارند (حلبیان و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان و در ایران بر روی بارش سنگین انجام شده است. در اینجا ادبیاتی از کارهای گذشته اشاره می‌شود. جنسا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱) با یک رویکرد آماری، تأثیر چرخندهای غرب مدیترانه بر روی ۹۴۸ بارش سنگین بیش از ۶۰ میلی‌متر و ۲۵۹ بارش ابرسنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر که در طی ۵ سال، از ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶ در غرب مدیترانه ثبت شده بود را مطالعه کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در ۹۰ درصد موارد، مراکز چرخندی در مجاورت و همسایگی محل وقوع بارش‌های سنگین غرب مدیترانه واقع شده‌اند. لانا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷) الگوهای جوی به وجود آورنده بارش‌های سنگین جزایر بالریک را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که ۸۷ درصد بارش‌های سنگین در زمانی رخ داده بود که یک مرکز چرخندی در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزایر واقع شده بود. اساکن<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) قابلیت استفاده از داده‌های ماهواره لندست را به منظور پهنه‌بندی خطر بارش سیل‌آسا در نامیبیا ارزیابی کرده و نشان دادند که در مناطق فاقد اطلاعات زمینی می‌توان از این پهنه‌بندی بهره برد. کارالیمما<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹) ضمن بررسی رویدادهای بارش سنگین در تابستان‌های گرم و مرطوب در جنوب شرقی برزیل نشان دادند که این رویدادها اکثراً ناشی از دو نوع آشفتگی جوی هستند: جبهه سرد (در حدود ۵۳ درصد از رویدادها) و منطقه همگرایی آتلانتیک جنوبی (۴۸ درصد از رویدادها را در برمی‌گیرد). الاگیپ<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) روزهای بارندگی را در سودان و اکاوی کرد. بررسی وی نشان داد الگوی بارش از بازیافت محلی رطوبت و افزایش همرفتی و تزریق یونها و گازها در ارتفاعات اتیوپی اثر می‌پذیرد. کویتری<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تغییرات فرین‌های بارش در رومانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که آب و هوای رومانی مرطوب‌تر شده است، این امر به‌خصوص در مناطق شمالی نمود بیشتری داشته است. لیم

<sup>۱</sup>Jansa<sup>۲</sup>Lana<sup>۳</sup>Skakun<sup>۴</sup>Carla lima<sup>۵</sup>Elagib<sup>۶</sup>Croituru

زاکول<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی روندهای بلندمدت و تغییرپذیری مجموع بارش‌های فرین در تایلند پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در بیشتر مناطق تایلند، تعداد وقوع بارش کمتر بوده است، ولی شدت آن‌ها بیشتر شده است. یکی از نتایج این تغییرات افزایش فراوانی و شدت سیل که به تازگی در بیشتر مناطق تایلند مشهود است، می‌باشد. در داخل کشور نیز پژوهشگران متعددی اقلیم‌شناسی سیلاب را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نجار سلیقه (۱۳۸۰) الگوهای همدید بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران را مطالعه کرد. وی نقش واگرایی در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال و کم ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال را در ریزش‌های جوی منطقه ضروری می‌داند و معتقد است که چنانچه زبانه‌ی کم فشار موسمی رطوبت را به ایران حمل کند اما کم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و واگرایی ۲۰۰ هکتوپاسکال وجود نداشته باشد ریزش‌ها رخ نمی‌دهند. مرادی (۱۳۸۳) به پیش‌بینی سیلاب‌ها بر اساس موقعیت سامانه‌های همدید در شمال شرق ایران پرداخت. نتایج نشان داد که در ایجاد بارش‌های سیل‌زا در این منطقه چهار الگوی کم فشارهای مهاجر قطبی اروپایی، کم فشارهای مدیترانه‌ای، کم فشارهای سودانی - دریای سرخ و کم فشارهای مهاجر قطبی سیبری مؤثر هستند. ژنرال ویلیام. سی. وست مورلند<sup>۲</sup> در جنگ ویتنام سالانه یک سری طرح‌های موسمی را بررسی و مورد استفاده قرار می‌داد. به موجب این طرح فصول خشک و باران در هر طرف از مناطق کوهستانی اصلی ویتنام شناسایی و زمانی که بادهای موسمی شمال شرق از نیمه اکتبر تا اوایل مارس جلگه‌های ساحلی را به لجنزار تبدیل می‌نماید کشورهای لائوس و کامبوج در حالت خشک قرار می‌گرفتند و همچنین زمانی که بادهای موسمی جنوب غربی از ماه می تا سپتامبر غالب گردیدند یک رژیم اقلیمی وارونه تشکیل می‌شد که در جنگ کاربرد فراوانی داشت (احمدی و علی‌جانی، ۱۳۸۶). گندم‌کار (۱۳۸۹) به بررسی همدیدی بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر پرداخت و به این نتیجه رسید که عامل اصلی بروز بارش‌های شدید و سیل‌زا در نواحی جنوبی استان بوشهر ورود سامانه کم فشار سودانی از جنوب و جنوب غرب کشور به این منطقه است که البته اگر با

<sup>۱</sup>Limsakul<sup>۲</sup>William C.wast.Morelanel

ورود سامانه‌های مدیترانه‌ای همراه باشند، بارش‌های شدیدتری رخ می‌دهد. حلییان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی و تحلیل همدید سامانه‌های سیل زا در قم پرداختند. نتایج نشان داد که بارش‌های سیل زا در منطقه غالباً از ادغام دو سامانه کم‌فشار نشأت می‌گیرند. باهک و سادات احمدی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی بارش‌های سنگین پاییزه و زمستانه شهرستان تربت‌حیدریه و تأثیر آن بر توسعه پایدار پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شدت و گسترش بارش‌های سنگین در منطقه به گسترش سامانه‌های فشار در سطوح مختلف جو که عموماً منشأ بیرونی دارند وابسته است. شناسایی شرایط سینوپتیک به وجود آورنده این بارش‌ها می‌تواند در پیش‌بینی زمان وقوع و ایجاد آمادگی لازم مفید باشد. احمدی و جعفری (۱۳۹۴) به واکاوی بارش فوق سنگین ۲۳ اسفند ۱۳۹۲ شهرستان بندرعباس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که وجود کم‌فشار سودانی با محور جنوب غربی- شمال شرقی بر روی جنوب ایران و در ترازهای میانی و بالایی جو گسترش ناوه بسیار عمیق با محور شمالی- جنوبی بر روی ایران، عراق، عربستان و دریای سرخ و قرار گرفتن منطقه تحقیق در جلو ناوه، حرکات قائم بالاسو در تمامی سطوح که موجب صعود هوا و ناپایداری شده است. کرم‌پور و همکاران (۱۳۹۵) به مطالعه بارش‌های رگباری مناطق کوهستانی پرداختند. نتایج نشان داد که استقرار سامانه‌های بندالی چون رکس، امگا، کم ارتفاع بریده و پشته فشار در تراز میانی جو بر منطقه خاورمیانه مدیترانه سبب برهم زدن حالت بهنجار جو شده‌اند؛ بنابراین با توجه به موارد فوق هدف این تحقیق شناسایی سامانه‌ها و الگوهای همدیدی موجب بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه ما، بخش وسیعی از سرزمین ایران شامل مناطق کویری و بیابانی در شرق، مرکز و جنوب شرق کشور را در برمی‌گیرد که استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، کرمان، یزد، خراسان جنوبی، قم، نیمه جنوبی استان خراسان رضوی، نیمه شمالی و شرقی استان اصفهان و بیش از ۹۰ درصد استان سمنان را شامل می‌شود. موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در شکل شماره (۱) و ایستگاه‌های مطالعاتی در جدول شماره (۱) آورده شده است.



شکل شماره ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول شماره ۱. ایستگاه‌های مطالعاتی و میانگین بارش سالانه آن‌ها

ردیف	نام ایستگاه	میانگین بارش	ردیف	نام ایستگاه	میانگین بارش
۱	بیرجند	۱۶۸/۵	۱۱	سراوان	۱۰۷/۴
۲	فردوس	۱۴۰	۱۲	قم	۱۴۸/۲
۳	کاشمر	۱۹۷	۱۳	کرمان	۱۴۸
۴	تربت حیدریه	۲۶۷/۷	۱۴	بم	۵۸/۸

۱۳۳/۳	سیرجان	۱۵	۱۴۰/۷	سمنان	۵
۱۷۶/۱	بندرعباس	۱۶	۱۲۱/۱	گرمسار	۶
۱۷۰	کیش	۱۷	۸۹/۳	زاهدان	۷
۸۴	خور	۱۸	۱۱۸	چابهار	۸
۵۲	یزد	۱۹	۱۱۲	ایرانشهر	۹
۸۲	طیس	۲۰	۵۷/۷	زابل	۱۰

### مواد و روش

ابتدا داده‌های بارش روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک مناطق مورد مطالعه در طول دوره آماری مشترک ۳۰ سال (۱۹۸۷-۲۰۱۵) از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. در محیط Excel پایگاه داده تشکیل و داده‌ها مرتب شدند و برای تعیین آستانه بارش سنگین برای همه ایستگاه-ها، آستانه صدک ۹۵ درصد محاسبه و مدنظر قرار گرفت. بدین ترتیب برای هر ایستگاه بارشی که برابر یا بیشتر از آستانه تعریف شده باشد به عنوان بارش سنگین آن ایستگاه محسوب شد و بارش‌های برابر و بیشتر از ۱۶ میلی‌متر به عنوان بارش سنگین انتخاب شدند در ادامه برای به دست آوردن الگوهای بارشی، از میان تمامی بارش‌های رخ داده در طول دوره آماری مورد نظر تعداد روز بارش فراگیر در تمامی ایستگاه‌های منطقه مشخص شد و شش رخداد دارای بارش سنگین انتخاب و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و در نهایت روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ برابر با ۱۶ بهمن ۱۳۷۱ به دلیل فراگیری بارش سنگین در بیشتر ایستگاه‌های منطقه مطالعاتی به عنوان روز نمونه انتخاب شد و به همراه ۴ روز قبل از رخداد بارش سنگین در این پژوهش مورد بررسی و تحلیل هم‌دیدگی قرار گرفت. داده‌های سطوح جو که شامل داده‌های بازکاوای شده مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، باد مداری، باد نصف‌النهاری، امگا (مؤلفه سرعت قائم جو)،

تاوایی و رطوبت ویژه است به صورت میانگین روزانه و با تفکیک مکانی ۱ \* ۱ درجه از سایت مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جو (ECMWF) در محدوده ۱۰ تا ۸۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۱۰ تا ۱۰۰ درجه طول جغرافیایی شرقی با تفکیک مکانی یک درجه، تهیه گردید و در محیط نرم‌افزار Grads، نقشه‌های همدید ترسیم و تحلیل شدند. روش به کار رفته برای نگاشت و تحلیل همدیدی روزهای اوج بارش، روش محیطی به گردشی است.

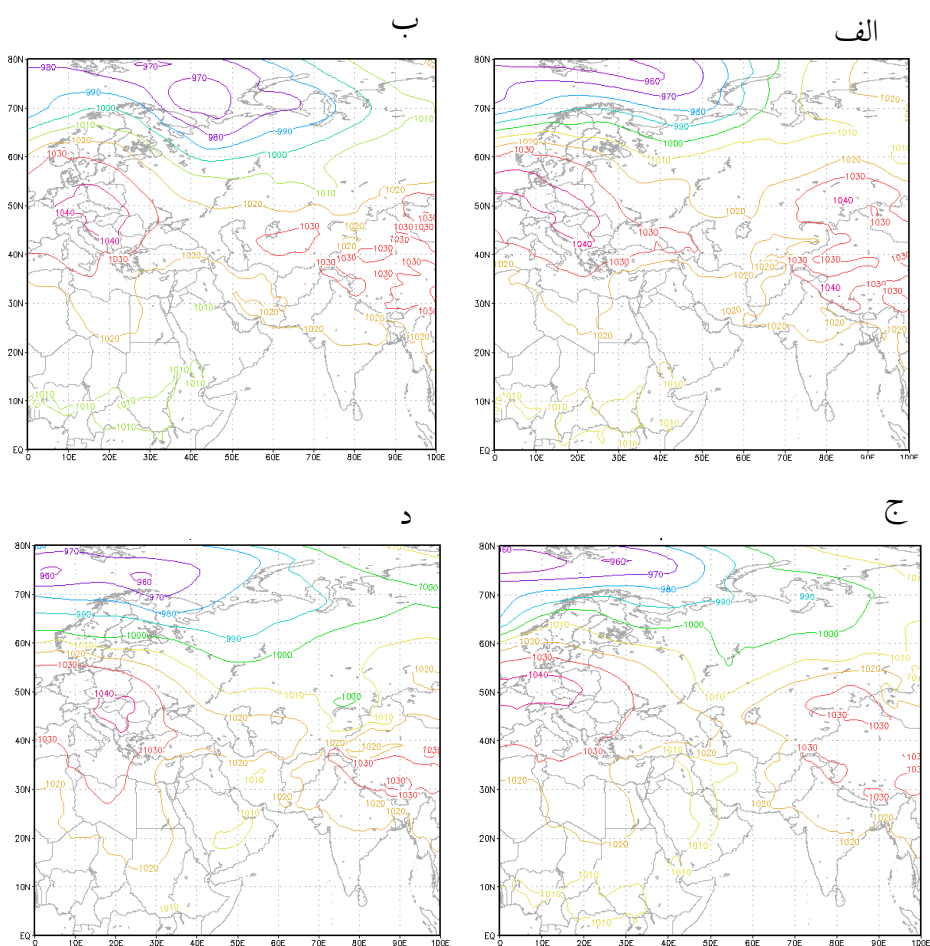
### یافته‌های پژوهش

بررسی همدیدی فشار تراز دریا در ۴ روز قبل از رخداد بارش سنگین (۱ تا ۴ فوریه ۱۹۹۳)

بررسی وضعیت فشار تراز دریا در چهار روز قبل رخداد بارش سنگین در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در روز ۱ فوریه ۱۹۹۳ (شکل الف) کشور ایران مابین چهار سامانه همدید بزرگ مقیاس کم فشار شمال روسیه، کم فشار شرق آفریقا، پرفشار مهاجر جنوب اروپا و اطلس و پرفشار سرد تبت واقع شده است. کم فشار شرق آفریقا با فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال تا جنوب دریای سرخ را دربر گرفته است. منطقه مطالعاتی را فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در بر گرفته است. در روز دوم فوریه (شکل ب) کم فشار شمال روسیه با مرکز بسته برابر با ۹۷۰ هکتوپاسکال قوی تر شده و پربندهای آن عرض‌های پایین تری را در بر گرفته است. مرکز پرفشار با هسته مرکزی برابر با ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر روی دریاچه آرال قرار گرفته است و از سمت جنوب غرب ایران نیز کم فشار شرق آفریقا گسترش پیدا کرده و پربند ۱۰۱۰ هکتوپاسکال بر روی شمال عربستان و جنوب عراق واقع شده است. در روز سوم فوریه (شکل ج) کم فشار شمال اروپا تا شمال دریای خزر گسترش پیدا کرده است و کم فشار شرق آفریقا نیز با فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال از روی خلیج فارس وارد منطقه مطالعاتی شده است. در روز چهارم فوریه شکل (د) منطقه مطالعاتی مابین چهار سامانه همدید بزرگ مقیاس کم فشار شمال روسیه، کم فشار شرق آفریقا، پرفشار مهاجر جنوب اروپا و اطلس و پرفشار سرد تبت واقع شده است. سامانه‌های نام برده با گسترش بر روی ایران اختلاف فشاری شدیدی را ایجاد کرده‌اند. کم فشار



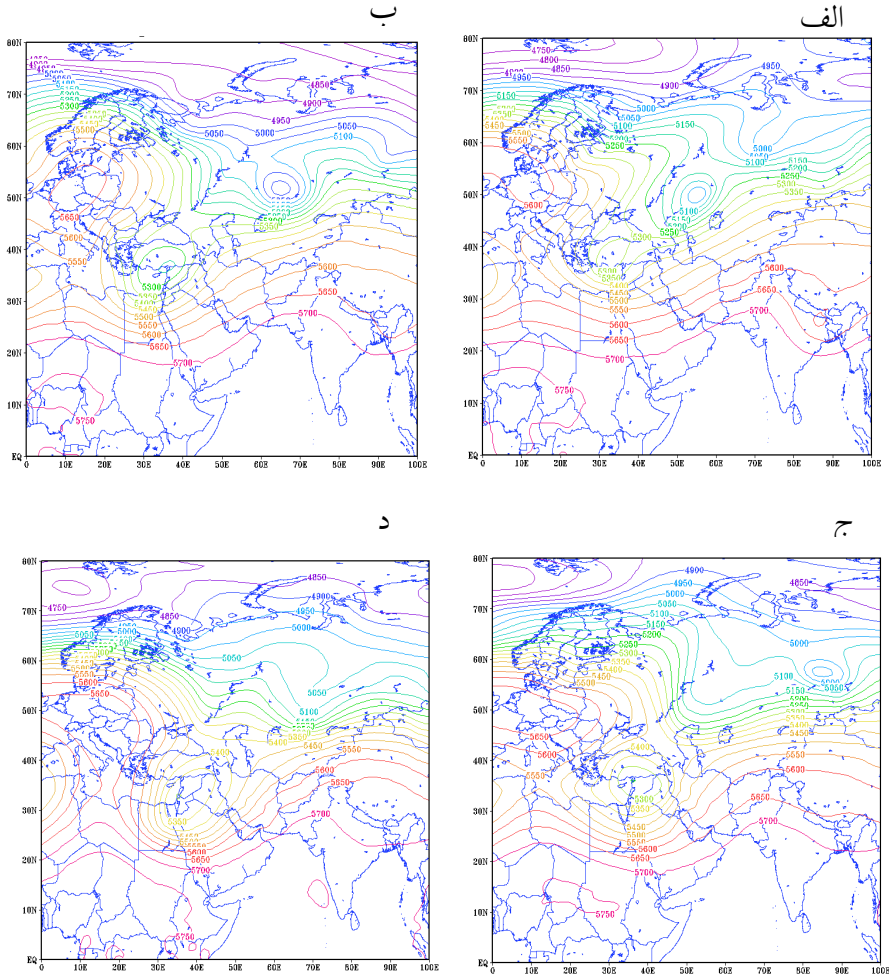
جنوب آفریقا با عبور از شرق عربستان تا مرکز ایران با مرکز بسته ۱۰۱۰ هکتوپاسکال نفوذ کرده است. در مقابل با کشیده شدن پرفشارهای هسته سرد از غرب و شرق کشور با برخورد با هوای گرم درون کم فشار شرایط شیو فشاری و دمایی و در نتیجه ایجاد جوی ناپایدار را فراهم کرد.



شکل شماره ۲. نقشه فشار تراز سطح دریا ۱ فوریه (الف)، ۲ فوریه (ب)، ۳ فوریه (ج) و ۴ فوریه (د) ۱۹۹۳

## بررسی همدیدی ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۴ روز قبل از رخداد بارش سنگین

با توجه به شکل شماره (۳) در روز ۱ فوریه (شکل الف) مرکز کم ارتفاع برابر با ۵۰۵۰ ژئوپتانسیل متر در شمال دریای خزر قرار گرفته است و در ادامه این کم ارتفاع در عرض‌های پایین در شرق دریای مدیترانه مرکز کم ارتفاع برابر با ۵۳۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته است که پربندهای این کم ارتفاع تا عرض ۲۰ درجه شمالی گسترده شده است. در قسمت عقب ناوه پربندها تقریباً نصف‌النهاری بوده که هوای سرد عرض‌های بالا را به درون ناوه انتقال و باعث تقویت و گسترش ناوه شده است. در روز ۲ فوریه (شکل ب) مرکز کم ارتفاع که در شرق دریای مدیترانه قرار گرفته بود عمیق‌تر شده و مرکز بسته آن برابر با ۵۲۵۰ ژئوپتانسیل متر شده است و تا طول ۴۴ درجه شرقی گسترش یافته است و نسبت به روز قبل پربندها نصف‌النهاری و جنوب غربی‌تر شده‌اند. مرکز کم ارتفاعی که در روز قبل در شمال دریای خزر قرار گرفته بود از ارتفاع آن کاسته و برابر با ۵۰۰۰ ژئوپتانسیل متر رسیده است. در روز ۳ فوریه (شکل ج) مرکز بسته کم ارتفاع در بهترین حالت خود قرار گرفته و منطقه مطالعاتی در جلو ناوه قرار گرفته است و در این روز بارش در ناحیه مطالعاتی شروع شده که بیشترین مقدار آن در ایستگاه‌های مطالعاتی برابر با ۳۱ میلی‌متر بوده است. در روز ۴ فوریه (شکل د) مرکز کم ارتفاع مؤثر بر بارش منطقه مطالعاتی شمال غرب و قسمت‌های از غرب ایران را در بر گرفته است و پربندهای آن با جهت جنوب غربی خود باعث افزایش ریزش بارش در منطقه مطالعاتی شده است.



شکل شماره ۳. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱ فوریه (الف)، ۲ فوریه (ب)، ۳ فوریه (ج) و ۴ فوریه (د)

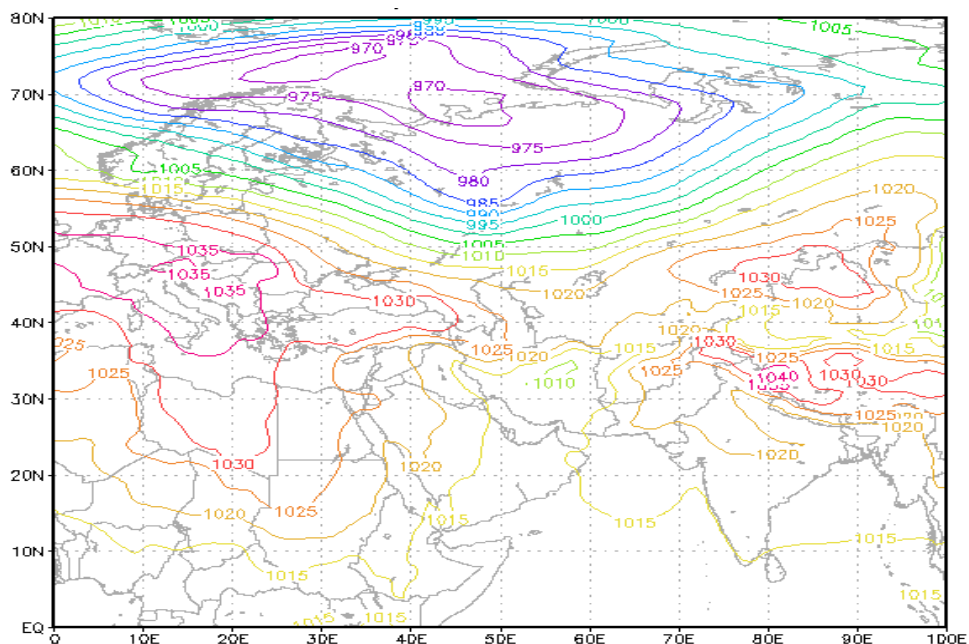
فوریه ۱۹۹۳

### بررسی همدیدی روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ (رخداد بارش سنگین)

با توجه به اینکه برای تعیین آستانه بارش سنگین برای همه ایستگاه‌ها، آستانه صدک ۹۵ درصد محاسبه و مدنظر قرار گرفت، بارش‌های برابر و بیشتر از ۱۶ میلی‌متر به‌عنوان آستانه صدک ۹۵ درصد انتخاب و به‌عنوان بارش سنگین مشخص شدند. روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ که بارش بیشترین تعداد ایستگاه‌ها را درگیر کرده است به‌عنوان روز نمونه موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. در این روز ایستگاه‌های مطالعاتی از ۳۲ میلی‌متر تا ۸۷ میلی‌متر بارش داشته‌اند.

### فشار تراز دریا

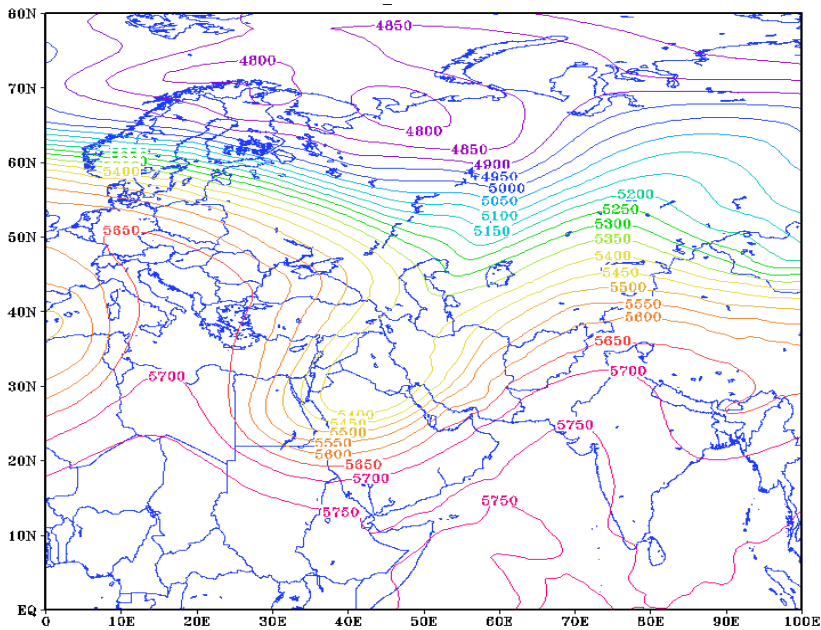
با توجه به نقشه فشار تراز دریا در روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ کشور ایران مابین چهار سامانه همدید بزرگ مقیاس کم‌فشار شمال روسیه، کم‌فشار شرق آفریقا، پرفشار مهاجر جنوب اروپا و اطلس و پرفشار سرد تبت واقع شده است. سامانه‌های نام‌برده با گسترش بر روی ایران شیو فشاری شدیدی را ایجاد کرده‌اند. کم‌فشار جنوب آفریقا با عبور از شرق عربستان تا مرکز ایران با مرکز بسته ۱۰۱۰ هکتوپاسکال نفوذ کرده است و با کم‌فشار شمال روسیه به‌صورت یکپارچه کشور ایران را در بر گرفته‌اند. در مقابل با کشیده شدن پرفشارهای هسته سرد از غرب و شرق کشور با برخورد با هوای گرم درون کم‌فشار شرایط شیو فشاری و دمایی و در نتیجه ایجاد جوی ناپایدار را فراهم کرده‌اند.



شکل شماره ۴. نقشه فشار سطح دریا ۵ فوریه ۱۹۹۳

### ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

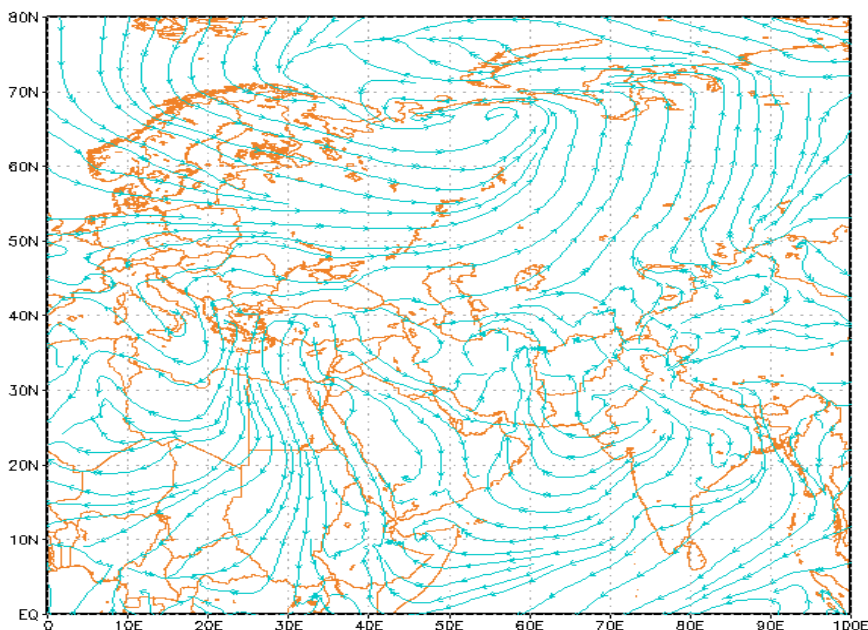
شکل شماره (۵) نشان می‌دهد که در این روز یک مرکز کم ارتفاع بسته برابر با ۴۸۰۰ ژئوپتانسیل متر در شمال اروپا قرار گرفته است که پربندهای آن تا عرض‌های پایین گسترش یافته است. در قسمت غرب ایران ناوه با مرکز بسته برابر با ۵۳۵۰ ژئوپتانسیل متر قرار گرفته که رطوبت دریای مدیترانه و سیاه را فرا رفت کرده است و پربندهای عقب ناوه باحالت نصف‌النهار خود هوای سرد عرض‌های بالا را به عرض‌های پایین‌تر انتقال داده و باعث تقویت و گسترش ناوه شده‌اند. مرکز پر ارتفاعی که بر روی دریای عرب واقع شده است با حرکت ساعتگرد خود باعث انتقال رطوبت منابع آبی جنوب به درون ناوه و افزایش مقدار بارش و فراگیری آن در روز مطالعاتی شده است.



شکل شماره ۵. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

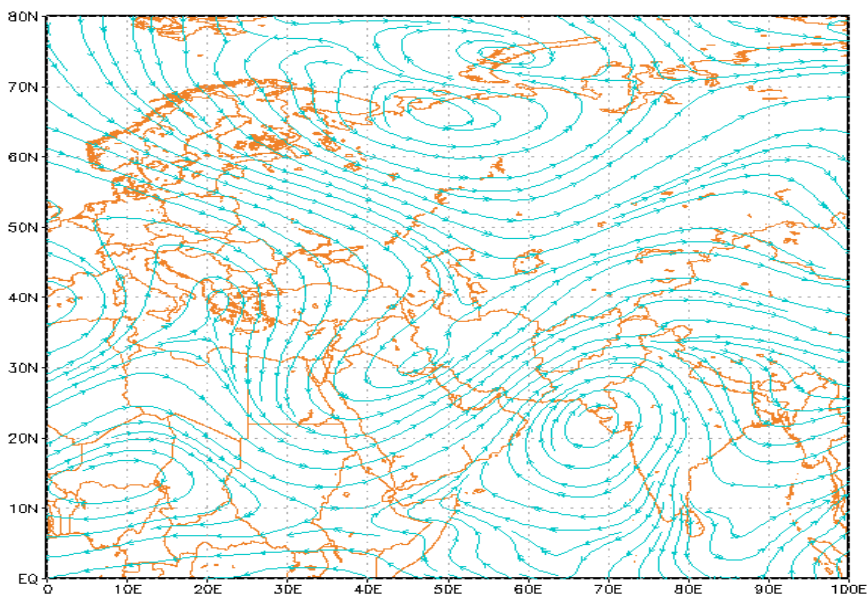
با توجه به نقشه جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ در قسمت شمال منطقه مطالعاتی خطوط جریان باد منطبق بر پربند کم فشار شمال روسیه با حرکت پادساعت گرد، کم فشار شرق آفریقا با حرکت پادساعت گرد، پرفشار مهاجر جنوب اروپا و اطلس و پرفشار سرد تبت با حرکت ساعت گرد واقع شده است. سامانه‌های نام برده با گسترش بر روی ایران شیو فشاری شدیدی را ایجاد کرده‌اند. خطوط جریان کم فشار جنوب آفریقا با عبور از شرق عربستان تا مرکز ایران با مرکز بسته ۱۰۱۰ هکتوپاسکال نفوذ کرده است و با کم فشار شمال روسیه به صورت یکپارچه کشور ایران را در بر گرفته‌اند.



شکل شماره ۶. جریان باد سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### جریان باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

نقشه جریان باد سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که خطوط جریان مرکز کم ارتفاع شمال اروپا تا عرض‌های پایین گسترش یافته است. در قسمت غرب ایران خطوط جریان ناوه با حرکت پادساعت‌گرد خود رطوبت دریای مدیترانه و سیاه را فرا رفت کرده است و پربندهای عقب ناوه باحالت نصف‌النهاری خود هوای سرد عرض‌های بالا را به عرض‌های پایین‌تر انتقال داده و باعث تقویت و گسترش ناوه شده‌اند. مرکز پر ارتفاعی که بر روی دریای عرب واقع شده است با حرکت ساعت‌گرد خود باعث انتقال رطوبت منابع آبی جنوب به درون ناوه و افزایش مقدار بارش و فراگیری آن در روز مطالعاتی شده است.

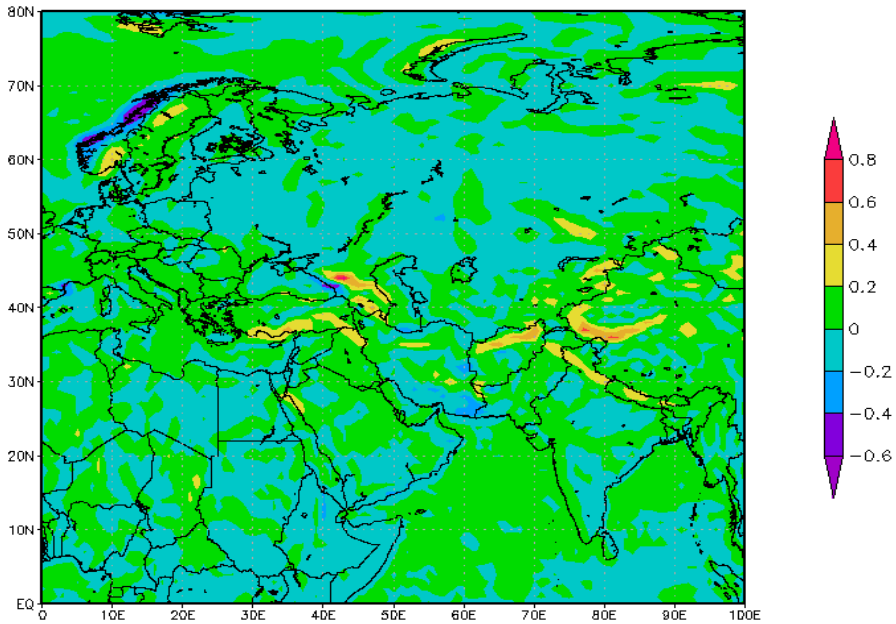


شکل شماره ۷. جریان باد سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### سرعت قائم جو تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

شکل شماره (۸) نشان می‌دهد که بیشینه امگای منفی در منطقه مطالعاتی برابر با  $-0.4$  پاسکال بر ثانیه که شمال دریای عمان و جنوب شرقی منطقه مطالعاتی را در بر گرفته است. بیشترین وسعت از منطقه را امگای برابر با  $-0.2$  در بر گرفته و در وسعت بیشتری از منطقه مطالعاتی شرایط برای صعود و ناپایداری هوا فراهم بوده است.

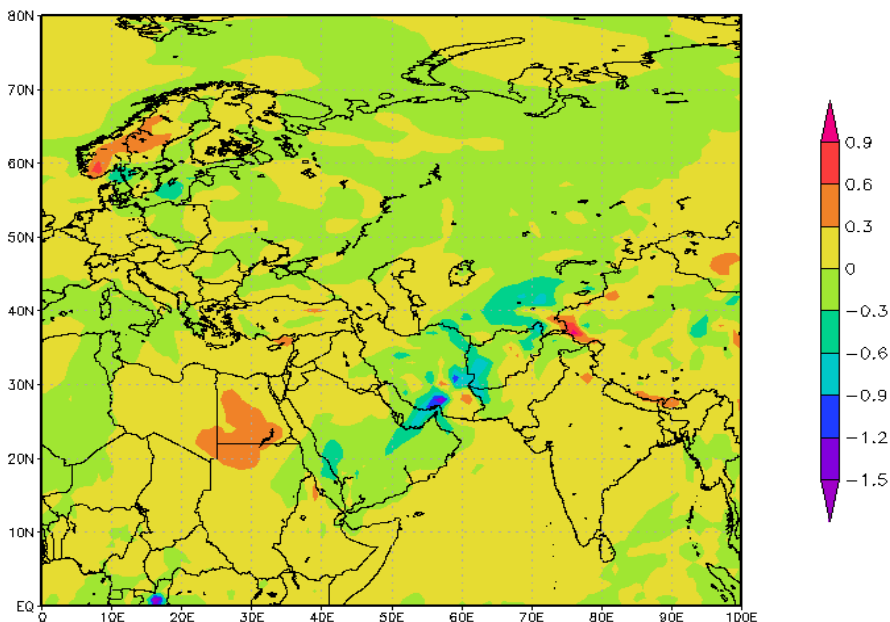




شکل شماره ۸. نقشه سرعت قائم جو سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### سرعت قائم جو تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

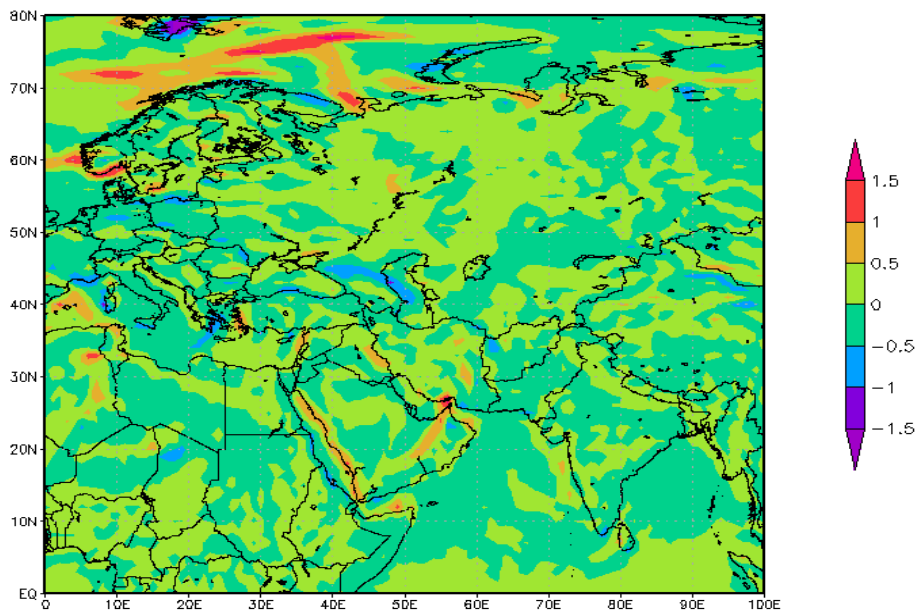
شکل شماره (۹) نشان می‌دهد که هسته بیشینه امگای منفی که در جنوب منطقه مطالعاتی قرار دارد، برابر با  $1/5$  - پاسکال بر ثانیه است. علاوه بر اینکه ناپایداری و شرایط صعود هوا در بیشتر منطقه مطالعاتی قرار دارد خارج از مرزهای منطقه مطالعاتی نیز خصوصاً بر روی دریای عمان، خلیج فارس، جنوب عربستان و دریای سرخ امگای منفی و هوا ناپایدار است که این روند به تقویت و فراگیری بارش کمک کرده است.



شکل شماره ۹. نقشه سرعت قائم جو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### تاوایی نسبی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

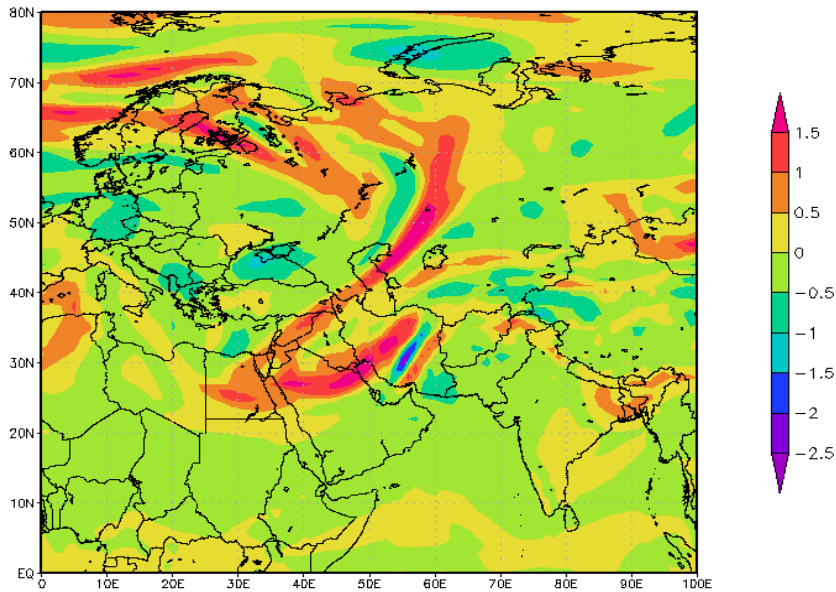
شکل شماره (۱۰) نشان می‌دهد هسته بیشینه تاوایی مثبت بر روی خلیج فارس و جنوب ناحیه مطالعاتی برابر با ۰,۰۰۰۱ پاسکال بر ثانیه و بیشتر وسعت منطقه مطالعاتی را تاوایی مثبت دربر گرفته و شرایط صعودی برای ایجاد بارش سنگین در ناحیه مطالعاتی فراهم بوده است.



شکل شماره ۱۰. نقشه تاوایی نسبی سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### تاوایی نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

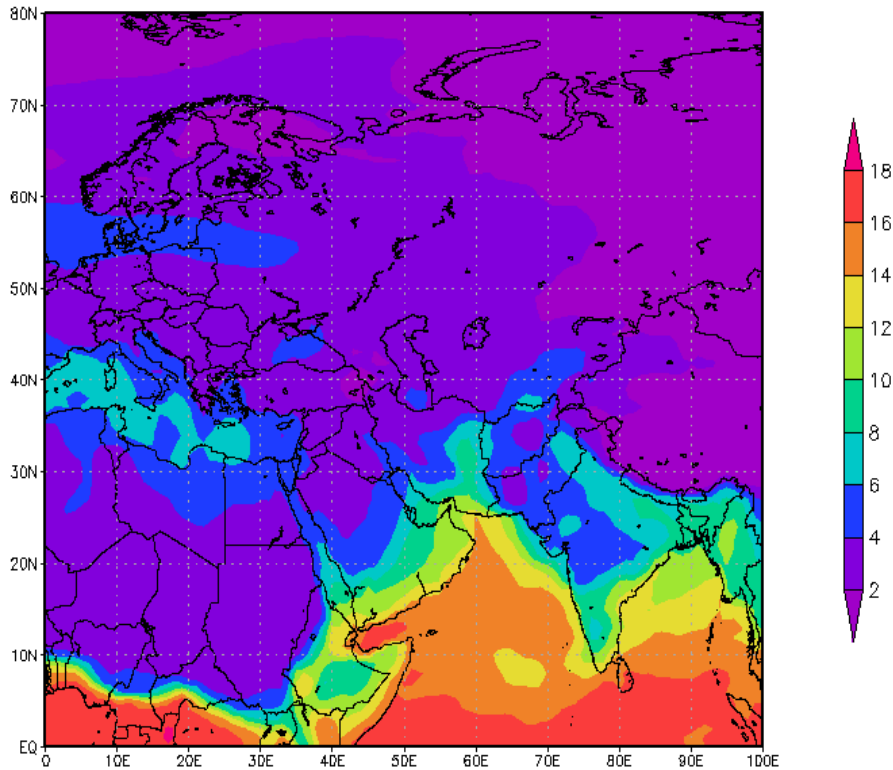
بررسی نقشه تاوایی نسبی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل شماره ۱۱) نشان می‌دهد که هسته بیشینه تاوایی مثبت از شمال شرق دریای سرخ و از شمال غرب خلیج فارس به درون منطقه مطالعاتی است و جز خط شمال شرقی - جنوب غربی در مرکز منطقه و جنوب شرق منطقه مطالعاتی، در سراسر منطقه شرایط صعودی فراهم بوده است.



شکل شماره ۱۱. نقشه تاوایی نسبی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

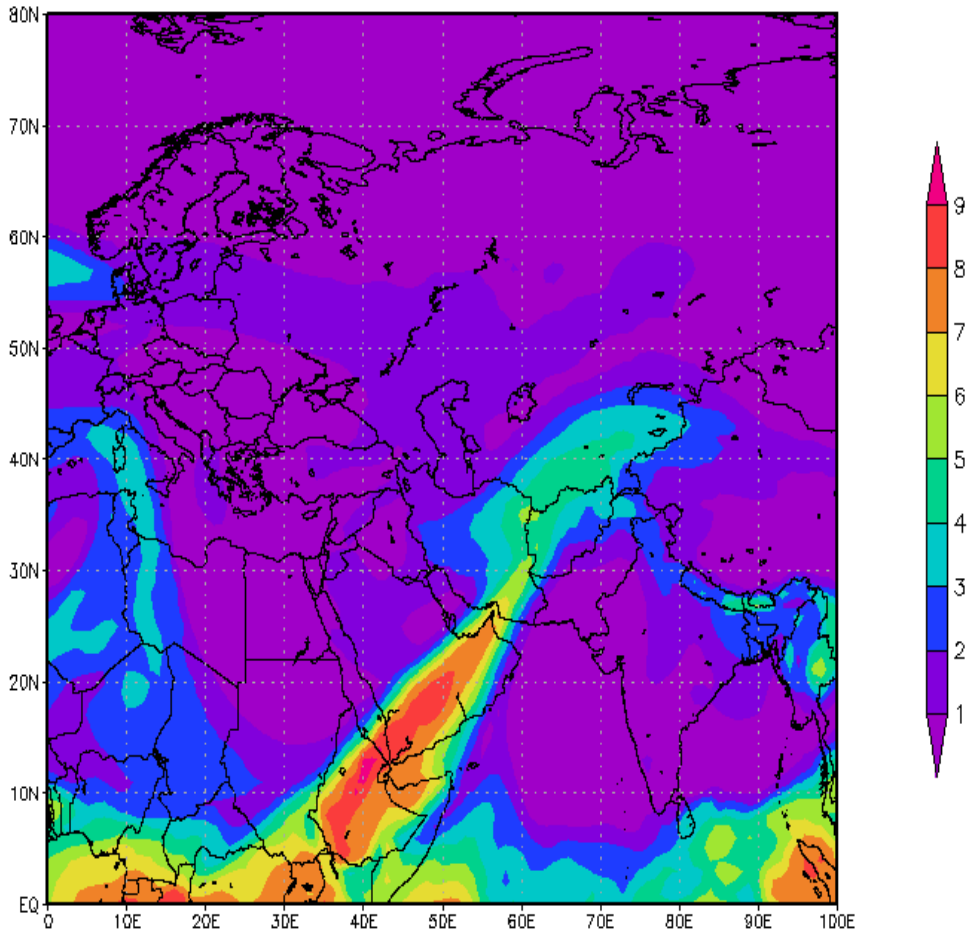
نقشه رطوبت سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که فرا رفت رطوبت از روی منابع آبی جنوب به روی منطقه مطالعاتی و هسته بیشینه رطوبت برابر با ۱۰ گرم در کیلوگرم در شمال دریای عمان است و به سمت شمال منطقه مطالعاتی کاهش می‌یابد. قسمت شرق منطقه مقدار رطوبت بیشتری را نسبت به غرب منطقه داشته است.



شکل شماره ۱۲. رطوبت ویژه سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

نقشه رطوبت ویژه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل شماره ۱۳) نشان می‌دهد که مسیر فرا رفت رطوبت نسبت به سطوح دیگر مشخص تر است، مسیر رطوبت با هسته برابر با نه گرم در کیلوگرم از سمت دریای سرخ بر روی منطقه مطالعاتی فرا رفت شده است و تا شمال شرق ناحیه مطالعاتی را در برگرفته است.



شکل شماره ۱۳. رطوبت ویژه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ۵ فوریه ۱۹۹۳

### نتیجه گیری

همواره در طول تاریخ نقش آب و هوا شناسی در مباحث اقتصادی و امنیتی و نظامی به شکل‌های مختلف نمود پیدا کرده است. عناصری همچون، بارش، دما، رطوبت، فشار، جهت و سرعت باد، دید افقی، ابرناکی و غیره از

مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی‌اند که در مباحث نظامی همچون حمل و نقل‌های نظامی هوایی و زمینی مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از بلایای طبیعی که کشور ما را تهدید می‌کند و هر ساله میلیاردها ریال خسارت به زمین‌های کشاورزی و عرصه‌های منابع طبیعی و سازه‌های عمرانی مانند پل‌ها، کانال‌ها، سدها و غیره وارد می‌سازد، سیل است که معمولاً در ارتباط با وقوع بارش‌های سنگین است. از این‌رو در این پژوهش برای تعیین آستانه بارش سنگین برای همه ایستگاه‌ها، آستانه صدک ۹۵ درصد محاسبه و مدنظر قرار گرفت. بارش‌های برابر و بیشتر از ۱۶ میلی‌متر به‌عنوان آستانه صدک ۹۵ درصد انتخاب و به‌عنوان بارش سنگین مشخص شدند. در ادامه روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ برابر با ۱۶ بهمن ۱۳۷۱ که بارش بیشترین تعداد ایستگاه‌ها را درگیر کرده است به همراه ۴ روز قبل از رخداد بارش سنگین مورد تحلیل هم‌مدیدی قرار گرفت. با توجه به نقشه فشار تراز دریا در روز ۵ فوریه ۱۹۹۳ منطقه مطالعاتی مابین ۴ سامانه هم‌دید بزرگ مقیاس کم‌فشار شمال روسیه، کم‌فشار شرق آفریقا، پرفشار مهاجر جنوب اروپا و اطلس و پرفشار سرد تبت واقع شده است. سامانه‌های نام‌برده با گسترش بر روی ایران شیو فشاری شدیدی را ایجاد کرده‌اند. کم‌فشار جنوب آفریقا با عبور از شرق عربستان تا مرکز ایران با مرکز بسته ۱۰۱۰ هکتوپاسکال نفوذ کرده است و با کم‌فشار شمال روسیه به‌صورت یکپارچه کشور ایران را در بر گرفته‌اند. در مقابل با کشیده شدن پرفشارهای هسته سرد از غرب و شرق کشور با برخورد با هوای گرم درون کم‌فشار شرایط شیو فشاری و دمایی و در نتیجه ایجاد جوی ناپایدار را فراهم کرده‌اند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که مرکز کم ارتفاع بسته برابر با ۴۸۰۰ ژئوپتانسیل‌متر در شمال اروپا قرار گرفته است که پربندهای آن تا عرض‌های پایین گسترش یافته است. در قسمت غرب ایران ناوه با مرکز بسته برابر با ۵۳۵۰ ژئوپتانسیل‌متر

قرار گرفته که رطوبت دریای مدیترانه و سیاه را فرا رفت کرده است و پربندهای عقب ناوه با حالت نصف‌النهاری خود هوای سرد عرض‌های بالا را به عرض‌های پایین‌تر انتقال داده و باعث تقویت و گسترش ناوه شده‌اند. مرکز پراترفاعی که بر روی دریای عرب واقع شده است با حرکت ساعت‌گرد خود باعث انتقال رطوبت منابع آبی جنوب به درون ناوه و افزایش مقدار بارش و فراگیری آن در روز مطالعاتی شده است. هسته بیشینه امگای منفی برابر با ۱/۵- پاسکال بر ثانیه در جنوب منطقه مطالعاتی قرار دارد و قرارگیری تلاوایی مثبت ناوه مؤثر بر بارش روز اوج بر روی منطقه مطالعاتی باعث تشدید ناپایداری و صعود هوا شده است. با توجه به مطالب فوق؛ قرارگیری مرکز ناوه در غرب ایران ناشی از ادغام سامانه‌های بارشی مدیترانه و سودانی مهم‌ترین و مؤثرترین الگو در رخداد بارش سنگین در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. هرگاه سامانه‌های بارشی سودان و مدیترانه در حال نزدیک شدن به سمت ایران و در حال ادغام بودند امکان رخداد بارش‌های سنگین و با توجه به خشک بودن و کمبود پوشش گیاهی امکان رخداد سیل و وقوع خسارات جانی و مالی فراوان وجود دارد. منابع آبی (دریای سرخ، دریای عرب، خلیج فارس، دریای مدیترانه و دریای عمان) به‌عنوان منابع رطوبتی رخداد بارش سنگین شناسایی شدند. منطقه مطالعاتی خطرپذیرترین منطقه ایران و با احتمال سیلاب‌های عظیم مواجه است، این‌گونه سوانح ممکن است خسارات جبران‌ناپذیری برجای بگذارد؛ بنابراین با ترسیم و اکاوی نقشه‌های استفاده‌شده در پژوهش حاضر می‌توان سازوکار تکوین، شکل‌گیری و سازوکار رخداد بارش‌های سنگین و مخرب را شناسایی کرد و با توجه به مجموعه عوامل بالا می‌توان خسارات احتمالی ناشی از این مخاطره اجتناب‌ناپذیر را به حداقل رساند.



## منابع

- احمدی، محمود و جعفری، فرزانه (۱۳۹۴)، واکاوی بارش فوق سنگین ۲۳ اسفند ۱۳۹۲ مولد سیلاب مخرب در شهرستان بندرعباس، دانش مخاطرات، دوره ۲، شماره ۳، ۳۰۷-۳۲۴.
- احمدی، محمود و علیجانی، بهلول (۱۳۸۶)، تحلیل فضایی نقش اقلیم بر تجهیزات و ادوات نظامی در ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ۴، شماره ۱۳.
- باهک، بتول و سادات احمدی، بهجت (۱۳۹۱)، بارش‌های سنگین پاییزه و زمستانه شهرستان تربت حیدریه و تأثیر آن بر توسعه پایدار، اولین همایش ملی جغرافیا، مخاطرات محیطی و توسعه پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۰.
- حلبیان، امیرحسین؛ حسینعلی پور جزی، فرشته و صابری، بیژن (۱۳۹۱)، تحلیل همدید سامانه‌های سیل‌زا در قم (مطالعه موردی: سیلاب فروردین ۱۳۸۸)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال ۲، شماره ۸.
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۲)، مکانیزم‌های صعود بارندگی‌های ایران، مجله دانشکده ادبیات دانشگاه تربیت‌معلم، شماره ۸۵.
- کرم‌پور، مصطفی؛ زارعی چقابلکی، زهرا؛ میرهاشمی، اکرم و رستمی فتح‌آبادی، محمد (۱۳۹۵)، تحلیل همدید - ترمودینامیک مخاطره سیلاب‌های لحظه‌ای ناشی از بارش‌های رگباری مناطق کوهستانی (حوضه قره‌سو)، مجله دانش مخاطرات، دوره ۳، شماره ۱، ۹۰-۷۵.
- گندم‌کار، امیر (۱۳۸۹)، بررسی همدید بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر، مجله چشم‌انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره ۱۰، ۱۴۳ - ۱۵۷.
- لطفی، حیدر؛ نامی، محمدحسن؛ حسن‌پور، جعفر و بحیرایی، حمید (۱۳۹۰)، امنیت زیست‌محیطی و سیاست‌گذاری امنیت ملی، فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۳، شماره ۴.
- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳)، نقش دریای خزر در شرایط بارشی سواحل شمال کشور، مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، شماره ۲ و ۳، ۷۱-۸۲.

مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۷۷)، بررسی نظام تغییرات زمانی مکانی بارش در ایران، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا.  
نجار سلیقه، محمد (۱۳۸۰)، الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲، ۱۲۴-۱۳۶.

Carla Lima, K. P. Satyamurty, & J. P. Reyes Fernández. (2009). Large-Scale Atmospheric Conditions Associated with Heavy Rainfall Episodes in Southeast Brazil, *Theoretical and Applied Climatology*, Springer Wien, DOI. 10.1007/s00704-009-0207-9.

Croitoru, A-E. Piticar, A. & Burada, D. (2016). Changes in precipitation extremes in Romania". *Quaternary International*, vol. 415, pp. 315-335. doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.028.

Elagib, Nadir Ahmed. (2010). Exploratory analysis of rain days in central Sudan" *Meteorology and Atmospheric Physics*, Vol 109(1-2), pp. 47-59. DOI: 10.1007/s00703-010-0088-6.

Jansa Agustin, Ana Genoves, M Angeles Picornell, Joan Campins, Ricardo Riosalido & Olinda Carretero(2001), Western Mediterranean cyclones and heavy rain.Part 2: Statistical approach, *Meteorol. Appl.* 8, 43-56.

Lana, A., J. Campins, A. Genovés, & A. Jans(2007) Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands, *Advances in Geosciences*, 12,pp. 27-32.

Limsakul, A. Singhruck, P. (2016). Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand", *Atmospheric Research*, 169, pp. 301-317.

Skakun, S., Kussul, N., Shelestov, A.& Kussul, O. (۲۰۱۴). Flood hazard and flood risk Assessment Using a Time series Of Satellite Images: a case Study In Namibia. *Risk Anal.*, 34(8): 1521-153