

نقش سامانه‌های بندالی در چرخندزایی روی شرق دریای مدیترانه و بررسی نقش آن در سیل روی منطقه غرب ایران در مارس ۲۰۰۰

فریده حبیبی* - مربی موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

دریافت مقاله ۱۳۸۴/۱۰/۱۱ تأیید نهایی ۱۳۸۵/۱۲/۱۶

چکیده

این تحقیق تلاش دارد تا نقش سامانه‌های بندالی^۱ را در چرخندزایی^۲ سطحی روی شرق دریای مدیترانه مشخص سازد اما توجه خاص به سیل در استان‌های غربی ایران در طی مارس ۲۰۰۰ دارد و سعی دارد تا نقش سامانه بندالی را در سیل ایران نشان دهد. داده‌هایی که در این تحقیق بکار رفته‌اند شامل نقشه‌های سطوح فوقانی، فشار در تراز متوسط دریا با فاصله‌های ۱۲ ساعته در طی ۱۶ تا ۲۶ مارس ۲۰۰۰ از مرکز NCEP^۳ هستند. داده‌های دما، فشار و رطوبت با فاصله‌های ۳ ساعته و کل بارش روزانه ۱۹ ایستگاه مهم ایران نیز از ۱ تا ۳۰ مارس ۲۰۰۰ بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که ناوه جناح شرقی سامانه بندالی اقیانوس اطلس عامل اصلی جاری شدن سیل روی مناطق غرب ایران بود؛ در طی فعالیت سامانه بندالی در شرق دریای مدیترانه، انشعاب در رودباد در نزدیکی پشته ثانوی روی ایران به وقوع پیوسته است و در نتیجه سامانه‌های کم‌فشاری نزدیک غرب ایران را تشدید کرده است؛ بسط و توسعه سامانه کم‌فشار سودانی سبب افزایش نیرومندی ناوه شرقی سامانه بندالی و منتج به جاری شدن سیل روی غرب ایران شده است. کلید واژه‌ها: پشته، چرخندزایی، رودباد، سامانه بندالی، سیل.

مقدمه

در حالی که در بخشی از کره زمین شاهد خشکی بیش از حد هوا، کاهش شدید نزولات جوئی، خشکی چشمه‌ها، پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی، کاهش شدید دبی رودخانه‌ها هستیم در همین زمان در بخش دیگری از کره زمین شاهد ریزش‌های متوالی باران، جاری شدن سیلاب‌ها و طغیان رودخانه‌ها و پیامد آن تخریب پل‌ها و سایر تأسیسات، تخریب مزارع و نابودی محصولات کشاورزی، تخریب محل‌های مسکونی و مانند آن می‌باشیم. بندالی شدن سامانه‌های جوئی یک پدیده شگفت‌انگیز در هواشناسی است که در موقع وقوع آن سامانه‌های کم‌فشاری که در حالت طبیعی از غرب به شرق در حال حرکت هستند در برخورد با آن‌ها از مسیر اصلی خود به

Email: fhabibi@ut.ac.ir

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۵۹۴۳۲۷

1 Blocking

2 Cyclogenese

3 National Center For environmental Prediction

سمت شمال یا جنوب بندال تغییر مسیر داده و اقلیم مناطقی را که می‌بایست از روی آن‌ها عبور می‌کردند را متأثر می‌سازند البته برای مناطق واقع در ناحیه پشته خشکی و گرما و برای مناطق واقع در ناحیه ناوه نیز ناپایداری، سرما و بارش به ارمغان دارند.

در زمانی که سامانه‌های بندالی روی اقیانوس اطلس تشکیل می‌شوند با ریزش هوای سرد قطبی، و فرارفت دمایی و تاوایی به عرض‌های پایین، در دو طرف پشته آن معمولاً پدیده چرخندزایی رخ می‌دهد (حبیبی، ۱۳۸۵). چرخندهای تشکیل شده با کسب رطوبت از سطح آبهای زیرین خود بعد از تضعیف سامانه بندالی شروع به حرکت سریع نموده و بارش‌های سیل‌آسا را در مسیر حرکت خود ایجاد می‌کنند. ایران نیز از جمله مناطقی است که اقلیم آن شدیداً تحت تأثیر این نوع از سامانه است و هر از گاه شاهد خشکسالی‌های شدید و یا بارش‌های سیل‌آسا در بخش‌هایی از آن هستیم که در ارتباط تنگاتنگ با وقوع این سامانه است و به لحاظ اهمیت تأثیر آن‌ها روی بارش منطقه ایران مطالعات زیادی در این خصوص انجام شده است که برای نمونه می‌توان به مطالعات: رفتار و حرکت کم‌فشار بریده از دیدگاه فشاروردی (تاج‌بخش، ۱۳۷۶)، رابطه بین پرفشار بریده روی اروپا و چرخندزایی روی ایران (صدودی‌فر، ۱۳۷۸)، بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران (سبزی‌پرور، ۱۳۷۰)، تاوه قطبی و اثرات آن بر اقلیم (مرادی-خیراندیش، ۱۳۸۰)، مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران (لشکری، ۱۳۸۲) اشاره نمود.

بررسی‌های تریگو و همکاران (۲۰۰۲) نشان می‌دهد که ناوه‌های تراز فوقانی جو و حالت کژفشاری حاکم در تراز پایین و در سپهر که به واسطه پستی و بلندی‌های سواحل شمالی دریای مدیترانه ایجاد می‌شود در زمستان قوی بوده و پدیده چرخندزایی در ناحیه پشت به باد کوه‌های آلپ و در زمانی که حرکت ناوه توسط کوه‌ها مسدود می‌شود در روی دریا‌های اژه و سیاه‌رخ می‌دهد. و بررسی‌های پریزرکاس و همکاران (۱۹۹۷) ایشان در یونان نشان می‌دهند که اگر سامانه بندالی روی اقیانوس اطلس تشکیل شود و چرخندزایی‌های آن در غرب اقیانوس اطلس و غرب دریای مدیترانه باشد در این حالت پشته اصلی این سامانه بندالی در شرق اقیانوس اطلس و پشته ثانوی در غرب آسیا دیده می‌شود و چرخندهایی که در غرب دریای مدیترانه شکل گرفته بدون اینکه وارد آسیا گردند از مسیر اروپا به عرض‌های بالا حرکت می‌نمایند. این حالت گرما و خشکی شدید برای ایران در پی دارد ولی چنانچه پشته اصلی روی غرب دریای مدیترانه قرار گیرد پدیده چرخندزایی در شرق دریای مدیترانه رخ داده و در گذر از روی ایران بارش‌های خوبی را برای ایران و کشورهای همجوار به ارمغان می‌آورد. در این مقاله سعی بر این است که با بررسی دقیق سامانه بندالی ماه مارس ۲۰۰۰ و چرخندی را که بدنال آن در شرق دریای مدیترانه تشکیل شد و با ایجاد سیل در چندین استان کشور ایران خسارات جانی و مالی فراوان به همراه داشته است گامی در جهت شناخت عوامل موثر در جاری شدن سیلاب در ایران از دیدگاه هواشناسی بردارد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از نقشه‌های سطوح فوقانی ۸۵۰، ۵۰۰، ۳۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال و نقشه‌های تراز متوسط دریا که در ساعت‌های ۰۰ و ۱۲ به وقت گرینویچ در روزهای شانزدهم تا بیست و هفتم مارس سال ۲۰۰۰ مطابق با ۲۶ اسفند ۷۸ تا ۸ فروردین ۷۹ تهیه شده‌اند، استفاده شده است. منطقه مورد بررسی در محدوده طول‌های جغرافیایی ما بین ۴۰ درجه غربی تا ۹۰ درجه شرقی و عرض‌های جغرافیایی استوا تا ۸۰ درجه شمالی قرار دارد. از نقشه‌های سطوح فوقانی جو جهت بررسی پارامترهای ارتفاع ژئوپتانسیلی، دما، باد، رطوبت نسبی، سرعت قائم هوا و تاوایی نسبی؛ و از نقشه‌های تراز متوسط دریا نیز جهت مطالعه سامانه‌های فشاری استفاده شده است البته برای تعقیب برخی از سامانه‌های کم فشاری که به نظر می‌رسید در جاری شدن سیل در ایران مؤثر باشند نقشه‌های ۱۰ تا ۱۵ مارس مطابق با ۲۰ تا ۲۵ اسفند ۷۸ نیز به طور اجمالی بررسی شدند. آهنگ بارش سامانه با استفاده از مجموع بارش ۲۴ ساعته ایستگاه‌ها بررسی شده‌اند. برای بررسی دقیق‌تر تاثیر سامانه بندالی روی منطقه ایران از نقشه‌های کمکی با استفاده از داده‌های سینوپتیکی کمیت‌های دما، فشار، رطوبت و بارش ماه مارس برخی از ایستگاه‌های ایران نظیر ایلام، اصفهان، اهواز، بندرعباس، بوشهر، تبریز، تهران، خرم‌آباد، رشت، زاهدان، زنجان، سنندج، شیراز، قزوین، کرمان، کرمانشاه، گرگان، مشهد و همدان کمک گرفته شد. برای تعیین دقیق کم فشاری که عامل بوجود آورنده سیل در ایران بوده است از چهار کم فشار سودان، عربستان، دریای اژه و دریای سیاه به عنوان کم فشارهای هدف استفاده شده است. برای بررسی علل وقوع سیل در ایران موقعیت جغرافیایی استان‌های سیل زده از نظر پستی و بلندی و اقلیم آن‌ها نیز مطالعه شده است. در این تحقیق در بیشتر ایستگاه‌های ایران از داده‌های میانگین ۳۵ ساله بارش ماه مارس آن‌ها استفاده شده است و فقط در مورد شهر ایلام به لحاظ کمبود آمار موجود از میانگین ۱۵ ساله داده‌های ایستگاه استفاده شده است.

بررسی جریان‌ات سطوح فوقانی

بررسی نقشه‌های سطوح فوقانی ۸۵۰، ۵۰۰، ۳۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۶ مارس سال ۲۰۰۰ مطابق با ۲۶ اسفند ۱۳۷۸ یک سامانه بندالی را که حاوی یک مرکز بسته ارتفاع زیاد (بریده پرفشار)^۱ با چندین پربند بسته در شرق اقیانوس اطلس است و پشته ضعیفی را نیز از حوالی نصف‌النهار ۳۰ درجه به سمت شرق واقع در شرق ترکیه نشان می‌دهند. در شکل (۱) شمایی از جریان‌ات جوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال از روز ۱۶ تا ۲۶ مارس ارائه شده است. همان گونه که در شکل مذکور ملاحظه می‌شود در بخش شرقی پشته^۲ اطلس شارش همشار^۳ قوی و در شرق ناوه روی دریای مدیترانه شارش و اشار^۴ جریان دارد لذا، در طی روزهای بعد انتظار واچرخندزایی را در مکان شارش همشار و چرخندزایی را در مکان شارش و اشار در سطح و در سپهر زیرین داریم (پریزرکاس و همکاران، ۱۹۹۶) که در این سطح به صورت یک سامانه قوی بندال امگا روی بخش غربی دریای مدیترانه و یک سامانه بندالی

^۱ - cut-off high

^۲ - ridge

^۳ - confluence

^۴ - diffluence

ضعیف تر از آن روی ترکیه و ایران ظاهر می‌شوند در این مدت فرارفت^۱ قوی هوای گرم که در جناح غربی بندال امگا حاکم بود سبب شد که فرارفت قوی از هوای سرد و جریانات شمالی را به داخل ناوه^۲ داشته باشیم که این فعل و انفعالات استخری از هوای سرد را در جناح شرقی بندال امگا تشکیل داده است که در حال مهاجرت و گسترش به سمت عرض‌های پایین است (پریزرکاس و همکاران، ۱۹۹۹). و در روی نقشه‌ها این استخر هوای سرد به صورت یک مرکز بسته ارتفاع کم (بریده کم فشار^۳) با چندین پربند بسته با مرکزیت ۵۱۶۰ ژئوپتانسیل متر در روز ۱۸ مارس روی اروپا دیده می‌شود این استخر بر روی نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز دیده می‌شود که با قرار گرفتن آن در زیر استخر ترازهای بالا این سامانه تا چندین روز به صورت ساکن در محل باقی می‌ماند (کالوکسی و همکاران، ۱۹۹۹). سرعت قائم ذرات هوا (ω) در روز ۱۷ مارس در جلوی محور ناوه روی دریای اژه منفی ۰/۴ هکتوپاسکال در ثانیه و در عقب آن روی شرق ایتالیا مثبت ۰/۴ هکتوپاسکال در ثانیه است.

از روز ۱۸ مارس چرخند روی مدیترانه با توسعه بخش‌های شمالی و الحاق پشته روی ترکیه و روی اروپا به یک دیگر در جای خود محبوس شده و ریزش هوای سرد قطبی به داخل آن متوقف شده است. جهت‌گیری محور چرخند از غرب دریای سیاه به سمت دریای احمر است این وضعیت در روز بعد نیز ادامه داشته است. بررسی پربندهای هم‌دما و ارتفاع بر روی نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز نشان می‌دهند که تا روز ۱۲ مارس محورهای حرارتی و پربندی بر هم منطبق بوده و فرارفت دمایی و حرکت در سامانه وجود ندارد و جو در حالت فشارودی بسر می‌برد. در روز ۱۲ مارس چندین زبانه در چرخند شکل گرفته است که ۲ زبانه آن یکی روی عراق و دیگری در بخش مرکزی دریای خزر است در روز ۲۱ مارس با تضعیف بخش شمال شرقی پشته آسیا و استقرار سامانه بندالی امگای اطلس با محور شمال به جنوب روی غرب مدیترانه و چرخند با محور غرب به شرق با سرعت تقریبی ۲/۱ کیلومتر در ساعت در حال پیشروی به سمت شرق است در این روز در بخش جنوبی چرخند ۲ زبانه در غرب ایتالیا و شرق مدیترانه دیده می‌شوند. در روز ۲۲ مارس جهت‌گیری محور زبانه ناوه از شمال دریای سیاه به سمت بخش مرکزی مدیترانه است که با جدا شدن بخش‌های الحاقی پشته‌ها از یکدیگر زبانه نیز با سرعت تقریبی ۷ کیلومتر در ساعت شروع به حرکت به سمت شرق نموده است اما محور بندال روی ایران که به صورت عمودی قرار داشته مانع از حرکت خیلی سریع شده است، البته در این روز مرکز چرخند با ۵۴۵۰ ژئوپتانسیل متر روی قبرس قرار دارد و رودبادی نیز با سرعت ۵۵ متر بر ثانیه از روی جنوب شرقی مدیترانه به سمت غرب و شمال غربی ایران در حال حرکت است، وجود رودباد بیانگر آن است که این منطقه شدیداً در حالت کژفشاری بسر می‌برد. در روز ۲۳ مارس با محو شدن کشیدگی بخش شرقی پشته اروپا و استقرار پشته آسیا بر روی افغانستان، محور ناوه از روسیه تا شمال دریای احمر کشیده شده است و سرعت حرکت آن نیز به ۱۰ کیلومتر در ساعت رسیده است. در روز ۲۴ مارس کم فشار بریده در حال باز شدن است و گسترش بخش شمال غربی پشته افغانستان روی مرکز دریای خزر دیده می‌شود و زبانه ناوه با سرعت ۱۱ کیلومتر در ساعت در منتهی‌الیه شمال غربی ایران با محور شمال به

¹ - advection

² - trough

³ - cut-off low

جنوب دیده می‌شود. در روز ۲۵م سامانه بندالی اروپا به طور کامل از شکل امگا خارج شده است اما فقط بخش جنوبی سامانه امگای شرق ایران بکلی از بین رفته است در طی این روز محور ناوه با سرعت ۲/۲ کیلومتر در ساعت به سمت غرب پسروی دارد و ریزش هوای سرد قطبی روی شمال آذربایجان دیده می‌شود. در طی روز ۲۶م جریانات مداری در منطقه شرق اروپا و ایران حاکم هستند اما یک سامانه بندالی در اقیانوس اطلس در حال شکل‌گیری مجدد است.

بررسی رودباد^۱

موقعیت رودباد جنب‌حاره‌ای در روزهای قبل از ۱۵م ماه مارس مطابق با ۲۵ اسفند ۱۳۷۸ بر روی نقشه‌های سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در عرض‌های جغرافیایی ۲۰ الی ۳۰ درجه شمالی قرار داشت که با سرعت ۷۰ متر بر ثانیه از غرب به شرق در حال حرکت بود اما این رودباد در مواجه با بندال اطلس به دو شاخه شمال و جنوبی منشعب شده است که شاخه شمالی با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه به صورت رودباد رگه‌ای روی برآمدگی بندال به سمت عرض‌های بالا حرکت کرده و فرارفت قوی از هوای گرم را با خود بدنبال دارد که موجب پیشروی پشته به سمت عرض‌های بالا شده و در نتیجه با تقویت شدن دامنه موج و افزایش حالت کژفشاری در جلوی پشته همراه بوده است اما شاخه دیگر با سرعت ۶۰ متر بر ثانیه در عرض‌های پایین تر بموازات مدارات در حال پیشروی به سمت شرق هستند. شکل (۲) موقعیت محور رودباد در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال را در طی روزهای ۲۰ الی ۲۵ مارس بر روی نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. مکان‌های بیشینه و کمینه تاوایی نسبی نیز جهت بررسی فرارفت تاوایی با علایم قراردادی تعریف شده در گوشه سمت راست شکل نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود از روز ۱۲م رودباد رگه‌ای جناح شرقی بندال امگای اطلس در جهت جریانات شمالی با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه به عرض‌های پایین حرکت می‌کند و در روز ۲۴م با الحاق به رودباد جنب‌حاره‌ای موجب تقویت آن شده است در این روز رودباد جنب‌حاره‌ای نیز در برخورد با بندال روی ایران به دو شاخه منشعب شده است که شاخه اصلی در همان مسیر قبلی خود جریان دارد اما شاخه انشعابی با سرعت ۵۵ متر بر ثانیه درست از روی استان‌های سیل زده ایران تا روی دریای خزر جریان دارد این وضعیت در روز بعد نیز دیده می‌شود. بررسی‌های تاوایی نسبی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، کمینه تاوایی نسبی منفی را در روز ۱۲م و بیشینه تاوایی نسبی مثبت را در روز ۲۴م نشان می‌دهند که تاوایی نسبی مثبت دلالت بر حاکمیت سامانه کم‌فشار دارد و برعکس. بنابراین میزان تاوایی نسبی مثبت در روز ۲۴م نیز حاکی از فعالیت شدید سامانه کم‌فشار در این ناحیه است.

بررسی نقشه‌های فشار در سطح متوسط دریا

بررسی نقشه‌های فشار در تراز متوسط دریا در روز ۱۶م مطابق با ۲۶ اسفند ۱۳۷۸ دو مرکز کم‌فشار و دو مرکز پرفشار را نشان می‌دهند که کم‌فشار اولی با ۱۰۰۸ هکتوپاسکال روی سودان و بخش اعظم قاره افریقا و دومی با ۹۹۸ هکتوپاسکال روی شمال روسیه مستقر هستند و سامانه‌های پرفشار آزرز با ۱۰۳۶ هکتوپاسکال روی غرب

^۱ - jet stream

انگلیس که زبان‌های آن روی ارتفاعات آلپ و بالکان کشیده شده است و پرفشار سبیری با ۱۰۳۴ هکتوپاسکال روی کوه‌های آناتولی و قفقاز با کشیدگی به سمت شرق مدیترانه دیده می‌شوند (شکل ۳ را ببینید). همان گونه که در این شکل ملاحظه می‌شود موقعیت پرفشارها در این روز نسبت به هم‌طوری است که دو سامانه کم‌فشاری از طریق کانالی از زبانه کم‌فشار از روی دریای سیاه، مرکز مدیترانه و کشور لیبی با یکدیگر در ارتباط هستند. لازم به ذکر است که در این بررسی نقشه‌های فشار تراز متوسط دریا از روز ۱۱۶م تا ۱۳۰م ماه مارس ۲۰۰۰ بررسی شده‌اند که به دلیل کثرت نقشه‌ها فقط دو نقشه روزهای ۱۱۶م و ۲۴م را که می‌توانستند سیر تکامل سامانه را بخوبی نشان دهند در اینجا ارائه شده‌اند.

در طی روزهای ۱۷ و ۱۸م مارس بر اثر تضعیف پرفشار سبیری به ۱۰۱۶ هکتوپاسکال و تقویت پرفشار آزرورز به ۱۰۳۸ هکتوپاسکال به هسته ثانوی که در زبانه کم‌فشار روسیه در حال شکل‌گیری است اجازه می‌دهد که روی دریای سیاه تا رسیدن به ۱۰۰۰ هکتوپاسکال تقویت شود. نواحی پرفشارها با جدا شدن زبانه کم‌فشار از سامانه کم‌فشار روسیه به شکل حرف U وارونه دیده می‌شوند که کم‌فشار روی دریای سیاه با ۱۰۰۲ هکتوپاسکال در زیر آن قرار دارد و از طریق زبان‌های با کم‌فشار سودان در ارتباط است. کم‌فشار سودان که در روزهای قبل روی خلیج عدن شکل گرفته است در برخورد با ارتفاعات اتیوپی به دو مرکز منشعب گشته است که یکی در بخش شرقی دریای احمر از روی عربستان و دیگری از روی بخش غربی دریای احمر به سمت عرض‌های بالاتر در حال پیشروی هستند. در این روز مرکزهای کم‌فشاری با ۱۰۰۸ هکتوپاسکال روی دریای سیاه، ۱۰۰۴ هکتوپاسکال روی سودان و ۱۰۱۰ هکتوپاسکال روی عربستان دیده می‌شوند. در روز ۱۱۹م مارس با استقرار پرفشار سبیری روی کوه‌های هندو کش و هیمالیا زبان‌های آن از روی شمال دریای خزر طوری به سمت ترکیه و عراق در غرب ایران کشیده شده است که یک مرکز پرفشار ثانوی با ۱۰۲۴ هکتوپاسکال در داخل زبانه دیده می‌شود و زبانه‌ای نیز از پرفشار آزرورز از روی آلپ به سمت لیبی و جنوب شرقی مدیترانه کشیده شده است. در این تحقیق چهار سامانه کم‌فشاری که احتمال می‌رفت روی ایران تاثیرگذار باشند به عنوان کم‌فشارهای هدف در نظر گرفته شدند و تغییر و تحولات آن‌ها نیز در طی روزهای بررسی شده در جدول ۱ ارائه شده است.

بررسی وضعیت جغرافیایی و اقلیمی استان‌های سیل زده

همان گونه که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود رشته کوه‌های البرز و زاگرس از رسیدن جریان‌های هوای مرطوب دریای خزر و مدیترانه‌ای به داخل ایران جلوگیری می‌کنند اما در بررسی پستی و بلندی‌های استان‌هایی که در مسیر عبور این سامانه قرار داشتند موارد ذیل مشهود هستند:

ناهمواری‌های استان ایلام از چین خوردگی‌های موازی در جهت شمال غربی و جنوب شرقی بوجود آمده و در میان آن‌ها دشت‌های میانکوهی دیده نمی‌شود. ارتفاعات و کوهستان‌های بلند سلسه جبال زاگرس میانی در شمال و شمال شرق استان قرار دارد اما در نیمه غربی و جنوب غربی آن نواحی کم‌ارتفاع با شیبی ملایم به طرف غرب شکل گرفته است اما، استان لرستان سرزمینی کوهستانی است که به جز تعدادی دره آبرفتی و چند دشت کوچک، ناحیه هموار در آن دیده نمی‌شود اما کوه‌ها در ناهمواری‌های اصلی استان اغلب به طور فشرده، بلند،

ناصاف و با دره‌های عمیق همراه هستند این کوه‌ها به طور منظم از شمال غربی به سوی جنوب کشیده شده‌اند. ولی، استان کرمانشاه ناحیه‌ای کوهستانی است که در سرتاسر آن مجموعه‌ای از رشته کوه‌های مرتفع زاگرس شمالی به صورت موازی با محور تقریبی شمالی-جنوبی قرار دارد که در میان آن‌ها دشت‌های مرتفع کوهستانی دیده می‌شوند و ناهمواری‌های غرب استان مرتفعتر و از شیب‌های تندی نیز برخوردار هستند و در نتیجه بارش سامانه‌های جوئی بیشتر بر اثر صعود دربخش غربی موانع کوهستانی استان دیده می‌شوند. بنابراین، در این سه استان می‌توان از نظر اقلیمی مناطق سه گانه سردسیری، گرمسیری و معتدله را بخوبی مشاهده نمود و در کل اقلیم آن‌ها تحت تاثیر عواملی نظیر: موقعیت عرض جغرافیایی، ارتفاعات، بیابان‌های عربستان، جلگه خوزستان، دشت‌های عراق و بادهای محلی است و سامانه‌های جوئی که از دریای مدیترانه و دریای سیاه به این استان‌ها می‌رسند باعث بارندگی‌های پاییزی و زمستانی می‌شوند. جریان‌های سودانی، دریای احمر و صحرای عربستان در زمستان و بهار سبب بارش و در تابستان سبب گرم شدن هوا می‌شوند. سلول کم فشار حرارتی که در دشت‌های وسیع عراق شکل می‌گیرد سبب افزایش دما و کاهش رطوبت می‌شود اما توده‌های شمالی که از مناطق سیبری کشور ما را تحت تاثیر قرار می‌دهند باعث کاهش دما و یخبندان در مناطق شمالی استان‌ها می‌شوند.

استان ایلام به لحاظ رودهای بی‌شمار که در آن جاری است به عنوان زهکش آب‌های سطحی سلسله جبال زاگرس شناخته شده است (سایت رشد، ۱۳۸۳).

استان کردستان در دامنه‌ها و دشت‌های پراکنده سلسله جبال زاگرس قرار گرفته است و به طور کامل کوهستانی است. ناهمواری‌های استان مشتمل بر دو بخش غربی و شرقی هستند که از نظر شکل پستی و بلندی و جنس زمین متفاوت هستند و در ناحیه غربی کوه‌های گنبدی شکل به صورت صخره‌های عریان با شیب یکنواخت و ملایم همراه با دره‌های باز دیده می‌شود اما، در ناحیه شرقی استان قسمت‌های شرقی کوه‌های سندانج قرار گرفته است و در حد فاصل ناحیه غربی و شرقی نیز یک رشته از ارتفاعات آتشفشانی در جهت شمالی-جنوبی قرار دارد که در شرق آن دشت‌های هموار بین حصار از کوه‌ها محصور هستند (سایت رشد، ۱۳۸۳).

استان کردستان به طور کلی تحت تأثیر دو جریان عمده هوای گرم و سرد قرار دارد که سبب شده است در غرب استان آب و هوای مدیترانه‌ای، در مرکز آن آب و هوای کوهستانی و در شرق آن نیز آب و هوای مدیترانه‌ای با بارش بهاره دیده شود. در طول سال بیشترین میزان بارش در ناحیه غربی و کمترین میزان بارندگی در ناحیه شرقی استان ریزش می‌کند.

استان همدان منطقه‌ای است مرتفع که ناهمواری‌های استان از شمال غربی به جنوب شرقی آن کشیده شده است و نواحی پست آن در ناحیه شرقی استان قرار دارد. جنس کوه‌های شمال این استان بیشتر از سنگ‌های آذرین بیرونی و سنگ‌های آهکی و ناهمواری‌های میانی استان شامل سلسله جبال الوند است که جنس آن از سنگ‌های آذرین درونی است ولی، جنس ارتفاعات جنوب استان بیشتر از نوع سنگ‌های آهکی است (سایت رشد، ۱۳۸۳) در جنوب شرقی و در حد فاصل ارتفاعات شمالی و میانی استان نیز کوه‌هایی به طور پراکنده قرار دارند. اقلیم استان به طور کلی تحت تاثیر عرض جغرافیایی، ارتفاع، امتداد کوه‌ها و فاصله از دریا است. در ماه‌های سرد سال که توده هوای قطبی از عرض‌های شمالی کشور وارد استان می‌شود با کاهش دما و بارندگی

که بیشتر به صورت برف می‌بارد همراه می‌باشد اما، در ماه‌های گرم سال با ورود توده هوای استوایی که از عرض‌های جنوبی کشور وارد استان می‌شود افزایش دما و کاهش یا قطع بارندگی دیده می‌شوند. از اواسط پاییز تا اواخر بهار که توده هوای مدیترانه‌ای از سمت‌های غرب، جنوب غربی و شمال غربی به کشور نفوذ می‌یابد افزایش نسبی دما و بارندگی در سطح استان همدان دیده می‌شود.

استان قزوین دارای دو ناحیه کوهستانی و دشتی است (سایت رشد، ۱۳۸۳). منطقه کوهستانی آن در شمال و غرب استان قرار دارد و در واقع بخش‌هایی از سلسله جبال البرز است که دیواره‌های جنوبی آن در سمت داخلی استان دارای شیب تند است ولی بقیه نواحی استان را دشت قزوین تشکیل می‌دهد. استان قزوین دارای آب و هوای کوهستانی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد.

استان زنجان از دو منطقه کوهستانی و جلگه‌ای تشکیل یافته است (سایت رشد، ۱۳۸۳). مناطق کوهستانی آن اغلب دارای قله‌های مرتفع هستند که دور تا دور استان قرار گرفته‌اند و در مرکز آن‌ها مناطق جلگه‌ای قرار دارد و اکثر شهرهای استان در دامنه کوه‌ها و دشت‌های بین رشته کوه‌ها و مناطق کوهستانی قرار گرفته‌اند (اطلس کامل گیتاشناسی، ۱۳۷۷). اقلیم استان تحت تاثیر وضعیت پستی و بلندی، ارتفاع از سطح دریا و نحوه ورود جبهه‌های عظیم رطوبتی و حرارتی می‌باشد. استان زنجان دارای آب و هوای گرم، نیمه مرطوب و کوهستانی است. در استان زنجان ۶ ماه از سال یخبندان اتفاق می‌افتد. کمترین میزان بارندگی در مرکز استان و بیشترین بارندگی در جنوب استان دیده می‌شود (سایت وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۳).

استان گیلان که رشته کوه‌های تالش و البرز در مرزهای غربی و جنوبی آن قرار دارد و نواحی جلگه‌ای استان مابین ناهمواری‌ها و کرانه‌های دریای خزر واقع است. شیب تند ناهمواری‌ها به سمت داخل استان است و بیشتر شهرهای آن نیز در ناحیه جلگه‌ای واقع هستند. دره‌های مابین رشته کوه‌های تالش، البرز و قافلانکوه وجود دارد که در شهر رودبار از طریق کانالی با ناحیه جلگه‌ای استان در ارتباط بوده و سبب وزش بادهای بسیار شدید در این ناحیه از استان می‌شود (سایت رشد، ۱۳۸۳). استان گیلان دارای اراضی کشاورزی و جنگلی انبوه بوده و از اقلیم معتدل خزری بسیار مرطوب برخوردار است (اطلس کامل گیتاشناسی، ۱۳۷۷). چهار جریان هوایی که با خصوصیات متفاوت اقلیم آب و هوای استان را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارتند از:

- ۱- جریان مدیترانه‌ای با ماهیت معتدل.
- ۲- جریان هوای سیبری در تابستان باعث کاهش شدت گرما و خنک شدن هوا می‌شود.
- ۳- جریان اطلس شمالی سرمای شدید و بارش برف سنگین را موجب می‌شود.
- ۴- دریای خزر با بخارات خود عامل تعدیل درجه حرارت می‌شود.

بررسی بارش سامانه

بارش سامانه ماه مارس ۲۰۰۰ از روز ۲۲م مطابق با ۳ فروردین ۱۳۷۹ آغاز و تا روز ۲۵م (۶ فروردین ۱۳۷۹) تدوام داشته است ناحیه بارندگی و آهنگ بارش برحسب سانتیمتر در ۲۴ ساعت در شکل ۵ ارائه شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود داده‌های مرکز NCEP بیشینه آهنگ بارش را به میزان ۳۵ میلی متر در روز ۲۴م و در منطقه

شمال غربی ایران نشان می‌دهد اما نقشه‌های کمکی که با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیکی ایران تهیه شده‌اند و در شکل ۶ نیز ارائه شده است این بیشینه را به میزان ۴۳ میلی متر در شهر سنندج نشان می‌دهد.

مقایسه هیستوگرام میانگین ۳۵ ساله بارش ماه مارس ایستگاه‌های انتخابی با کل بارش آن‌ها در ماه مارس ۲۰۰۰ در شکل ۷ ارائه شده است بررسی این شکل نشان می‌دهد که:

۱- شهر ایلام با ۱۲۷/۴ میلی متر دارای بیشینه بارش در ماه مارس است.

۲- در این ماه شهرهای واقع در نیمه غربی کشور نسبت به سایر شهرها از بارش بیشتری برخوردارند.

مقایسه مابین داده‌های ۳۵ ساله بارش ماه مارس ایستگاه‌ها با داده‌های ماه مارس ۲۰۰۰ آن‌ها و همچنین مجموع بارشی که در هنگام عبور این سامانه از فراز ایستگاه‌های انتخابی کشور باریده شده در جدول ۲ ارائه شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود کل بارش ماهانه ایستگاه‌های انتخابی به استثنای شهرهای رشت و قزوین در طی عبور این سامانه رخ داده است البته، از روز ۱۸م (۲۸ اسفند ۱۳۷۸) هم زمان با الحاق سه کم‌فشار به یکدیگر در غرب ایران بارش جزئی در شهرهای نیمه غربی کشور شروع شده است که در روز ۲۲م در شهر تبریز بیشینه بارش را داشتیم اما، بارش در شهرهای ایلام، خرم‌آباد، سنندج و قزوین در روزهای ۲۳م و ۲۴م بوده که بیشینه بارش در روز ۲۴م باریده است ولی بارش در شهرهای کرمانشاه و زنجان در روزهای ۲۴م و ۲۵م باریده است که بیشینه بارش زنجان در روز ۲۵م بوده است بنابراین ملاحظه می‌شود که بیشینه فعالیت این سامانه و بارش‌های شدید آن در روزهای ۲۳م الی ۲۵م در نواری از کشور مرکب از استان‌های ایلام، لرستان، کردستان، کرمانشاه، همدان، زنجان، قزوین و گیلان بوده است که در روز ۲۴م مارس ۲۰۰۰ مطابق با ۵ فروردین ۱۳۷۹ در سطح استان‌های فوق‌الذکر بجز ایلام و گیلان منجر به جاری شدن سیل با شدتهای متوسط و پایین شده است ولی سیل در تاریخ ۱۸ فروردین ۱۳۷۹ در استان گیلان جاری شده است.

بررسی نتایج

وجود پشته ثانوی بر روی ترکیه و ایران سبب شده است که جریانات غربی سطوح فوقانی جو در منطقه شرق مدیترانه به صورت یک مرکز قوی بریده کم‌فشار ظاهر شوند و چون فرارفت هوای سرد در امتداد محور رودباد بوده لذا جابجایی حرکت قائم در ناحیه راست ورودی رودباد و در ناحیه چپ خروجی رودباد رخ داده است و همین عامل ریزش هوای سرد قطبی به منطقه شرق مدیترانه است و چون با فرارفت قوی از تاوایی مثبت همراه شده است لذا سبب پدیده چرخند زایی در روی دریای اژه گردیده است (پریزرکاس و همکاران، ۱۹۹۶) این چرخند بعد از تشکیل شروع به کسب رطوبت از دریای مدیترانه و تقویت می‌کند و به محض عقب نشینی سامانه بندالی که روی ترکیه و ایران مستقر بوده به سمت شرق حرکت می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که عوامل زیر در پدیده چرخند زایی در شرق مدیترانه موثر بودند:

۱- وجود رودباد رگه‌ای در جناح شمال شرقی سامانه بریده پرفشار درون بندال اطلس سبب شده است که فرارفت سریع و قوی از هوای سرد به سمت مدیترانه جریان یابد و جو در حالت کژفشاری شدید بسر برد و در

چنین محیطی است که اگر اغتشاشی در جریان مداری ایجاد شود بسط و توسعه یافته و سبب چرخندزایی در سواحل شمالی مدیترانه خواهد شد.

۲- شکل‌گیری پشته در منطقه ترکیه سبب تشکیل و تقویت بریده کم فشار در جناح شرقی بندال اطلس و چرخندی را که در شرق دریای مدیترانه تشکیل شده است را تقویت نموده است.

۳- شارش نامتقارنی که در دو طرف ناوهای روی مدیترانه بواسطه وجود رودباد رگه‌ای دیده می‌شود جریانات و اشار را در جلوی ناوه ایجاد کرده است که در مشابَهت با نتایج پریزرکاس و فلوکاس (۱۹۹۶) بیانگر حاکمیت حالت واگرایی شدید جو است.

در بررسی نقشه‌های حرارتی و پربندی تا روز ۱۲۰م مارس (۱ فروردین ۱۳۷۹) فرارفت دمایی قابل ملاحظه‌ای مشهود نبود اما، از روز ۱۲۰م تا روز ۱۲۳م فرارفت هوای سرد در پشت محور ناوه و فرارفت ضعیفی از هوای گرم نیز در جلوی محور ناوه جریان دارد. در روز ۱۲۴م فرارفت دمایی به قدری شدید است که در غرب ایران سرعت قائم هوا در ساعت ۰۰ به وقت گرینویچ به $۰/۷-$ هکتوپاسکال در ثانیه و در ساعت ۱۲ همان روز به $۰/۵-$ هکتوپاسکال در ثانیه رسیده است که نشان از ناپایداری بسیار شدید جو دارد که بارش‌های رگباری شدید را در مسیر حرکت سامانه به همراه دارد و چون بیشتر استان‌های واقع در مسیر حرکت این سامانه کوهستانی بودند و پستی و بلندی‌ها و محورهای جهت‌گیری ناهمواری‌های آن‌ها نیز در جهت عمود بر مسیر حرکت این سامانه قرار داشتند بنابراین بر شدت ناپایداری‌ها و میزان ریزش بارش افزوده شده است.

بررسی نمودارهای تهیه شده از داده‌های فشار، رطوبت و دمای ایستگاه‌های انتخابی ایران که بترتیب در شکل‌های ۸ تا ۱۰ ارائه شده‌اند و در جدول ۳ نیز به طور خلاصه آورده شده‌اند، نشان می‌دهد که هم‌زمان با نزدیک شدن سامانه کم فشار به ایران در ایستگاه‌های واقع در غرب ایران گرمایش ناگهانی هوا رخ داده که در ذوب شدن برف‌های مناطق کوهستانی و جاری شدن روان آبها نقش عمده داشته است. مقایسه نمودارهای دما و رطوبت نشان می‌دهد که با افزایش دما کاهش رطوبت رخ داده است و زمان آغاز بارش و خاتمه آن در نمودارهای رطوبت بخوبی مشهود هستند. در روز ۱۲۱م روند کاهش فشار در شهرهای غربی آغاز شده است ولی بیشینه افت فشار در روزهای ۲۳ و ۲۴م رخ داده است که هم‌زمان با استقرار مرکز سامانه کم فشار در ایران است و از روز ۲۶م روند تغییر فشار در این ایستگاه‌ها به حالت عادی خود برگشته است ولی این سامانه بعد از خروج از ناحیه شمال شرقی ایران در مواجهه با سامانه پرفشاری سیبری مجبور به توقف در کشور ترکمنستان شده و در نتیجه زبان‌های از آن دوباره از شمال شرقی ایران به کشور نفوذ کرده که تا استان بوشهر کشیده شده است که سبب افت فشار و بارش در استان‌های واقع در نیمه شرقی و مرکزی ایران در طی روزهای ۲۵م الی ۲۸م این ماه شده است.

در استان ایلام که بیشینه بارش رخ داده است بواسطه قرار گرفتن ناحیه جلگه‌ای در غرب استان که رودخانه‌های بی شماری نیز در آنجا جاری هستند از وقوع سیل و وارد شدن خسارت به استان جلوگیری شده است اما در بقیه استان‌ها که شهرها در دامنه‌های کوه‌ها و ارتفاعات قرار دارند وجود ناهمواری‌ها خود بر شدت ناپایداری جو و در نتیجه بر شدت و میزان بارش رگباری افزوده است و چون این سامانه در آغاز بهار به منطقه‌ای

وارد شده است که پوشیده از برف های زمستانی در حال ذوب شدن بوده و نوع خاک زمین در اغلب استان های غربی ایران بیشتر از نوع سنگ های آذرین هستند که عمل زهکشی در آن ها بکندی صورت می گیرد، این امر منجر به جاری شدن سیل در آن استان ها شده است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر، مستخرج از طرح پژوهشی، آنالیز سینوپتیکی رژیم بندالی روی مدیترانه و تاثیر آن حوادث وضعیت جوی روی ایران، می باشد که گزارش تفصیلی آن جدا از این مقاله ارائه گردیده است. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران که امکانات تحقیق را فراهم نموده اند، از همکاری بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور، از راهنمایی و کمک های بی دریغ پروفیسور کالوکسی از امریکا و پروفیسور پریزرکاس از کشور یونان تشکر و قدردانی می شود.

جدول ۱ مقادیر مراکز کم فشارهای انتخابی به عنوان کم فشارهای هدف

ملاحظات	دریای سیاه	دریای اژه	عربستان	سودان	ساعت_روز
	-	-	۱۰۱۲/۰	۱۰۰۶/۰	۱۵-۰۰
استقرار پرفشار در کل دریای مدیترانه	۱۰۱۵/۰	-	۱۰۰۸/۰	۱۰۰۴/۰	۱۵-۱۲
L سیاه در غرب ایتالیا	-	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۸/۰	۱۶-۰۰
زبانه ای از L سودان روی دریای اژه	۱۰۱۰/۰	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۴/۰	۱۶-۱۲
دو مرکز L روی اروپا و یکی روی دریای اژه	۱۰۰۸/۰	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۸/۰	۱۷-۰۰
کم فشارهای اروپا وصل به کم فشار اصلی روی روسیه	۱۰۰۲/۰	-	۱۰۰۸/۰	۱۰۰۲/۰	۱۷-۱۲
همانند ۱۲ ساعت قبل	۱۰۰۰/۰	-	۱۰۰۸/۰	۱۰۰۴/۰	۱۸-۰۰
حاکمیت H روی کل منطقه ایران	۱۰۰۲/۰	-	۱۰۰۸/۰	۱۰۰۲/۰	۱۸-۱۲
L روی شمال شرقی دریای سیاه و وضعیت ایران همانند قبل	۱۰۱۰/۰	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۶/۰	۱۹-۰۰
L دریای سیاه بکلی از مدیترانه و جنوب اروپا خارج، گسترش H روی ایران و الحاق آن	۱۰۱۲/۰	-	۱۰۱۲/۰	۱۰۰۲/۰	۱۹-۱۲
به H آزرورز و عقب نشینی L سودان.	۱۰۱۰/۰	-	۱۰۱۲/۵	۱۰۰۲/۵	۲۰-۰۰
شروع چرخند زایی در دریای اژه.	-	-	۱۰۱۲/۵	۱۰۰۲/۵	۲۰-۱۲
زبانه ای از L روی جنوب خزر و عراق وصل به L سودان	-	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۲/۵	۲۱-۰۰
L اژه در غرب قبرس، L عربستان در غرب خوزستان.	-	۱۰۱۷/۵	۱۰۰۷/۵	۱۰۰۲/۵	۲۱-۱۲
L عربستان در غرب خوزستان؛ الحاق ۳ کم فشار بهم در این روز L ای با ۱۰۰۸ از مرکز	-	۱۰۱۲/۵	۱۰۰۵/۰	۱۰۰۲/۵	۲۲-۰۰
ایران در حال حرکت به NE ایران است.	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۵/۰	۱۰۰۲/۵	۲۲-۱۲
همانند ۱۲ ساعت قبل اما L اژه در غرب خزر.	-	۱۰۰۲/۵	۱۰۰۵/۰	۱۰۰۲/۵	۲۳-۰۰
مرکز اصلی L اژه در ایران و مرکز ثانوی روی ترکیه.	-	۱۰۰۷/۵	۹۹۷/۵	۱۰۰۰/۰	۲۳-۱۲
L اژه در شمال خزر، عربستان در شرق ایران، سودان در جنوب عربستان	-	۱۰۰۲/۵	۱۰۰۲/۵	۱۰۰۷/۵	۲۴-۰۰
کم فشارها به صورت کمربندی از شمال غربی ایران تا جنوب غربی دریای احمر کشیده	-	۱۰۰۲/۵	۱۰۰۵/۰	۱۰۰۵/۰	۲۴-۱۲
شده اند.	-	۱۰۱۰/۰	۱۰۰۲/۵	۱۰۱۰/۰	۲۵-۰۰
	-	۱۰۰۷/۵	۱۰۰۷/۵	۱۰۰۷/۵	۲۵-۱۲

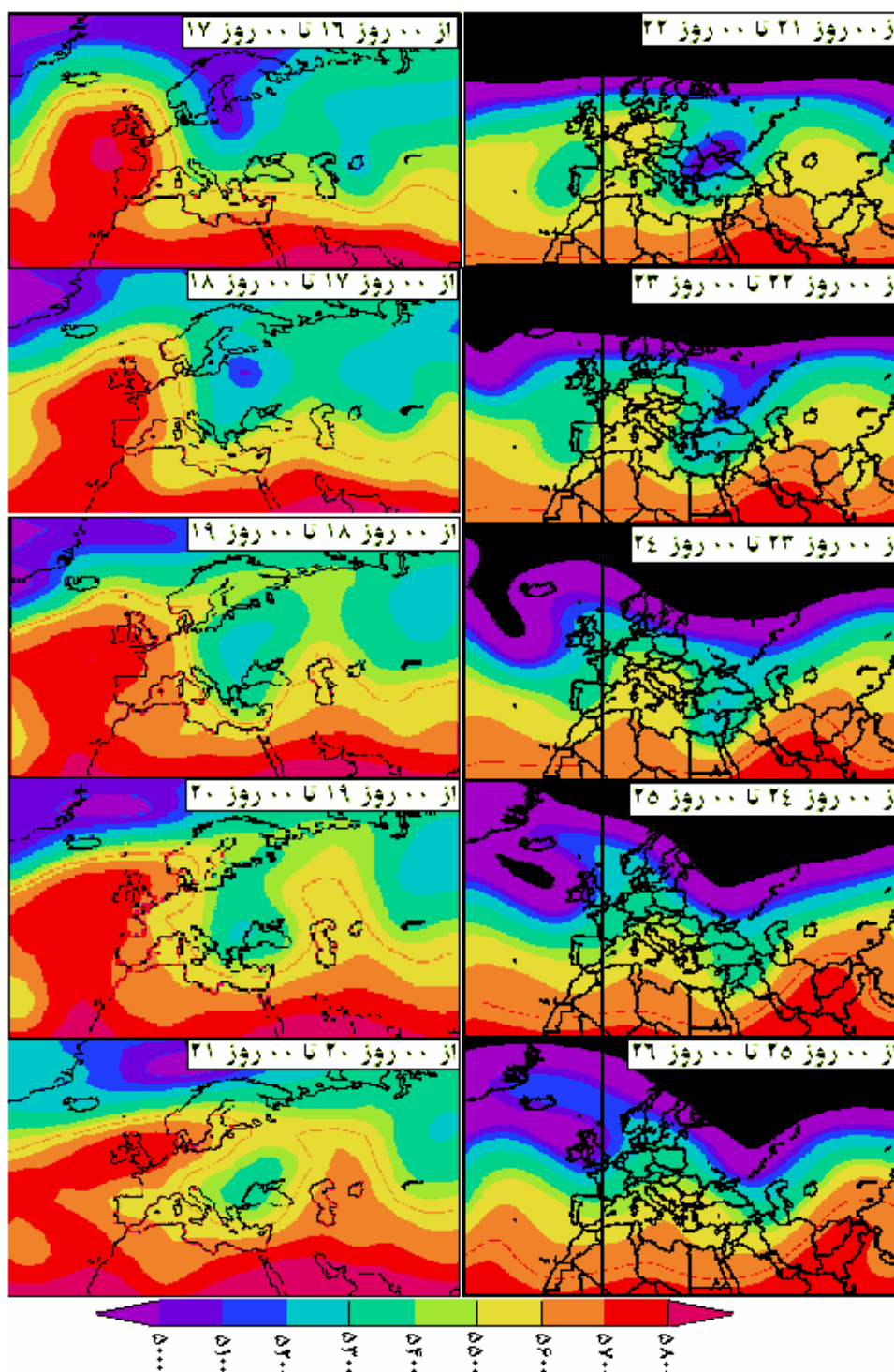
توضیح: در جدول L کم فشار، H، پرفشار و NE شمال شرق است.

جدول ۲ - داده‌های مربوط به میانگین ۳۵ ساله ماه مارس و بارش در ماه مارس ۲۰۰۰، داده‌ها بر حسب میلی متر

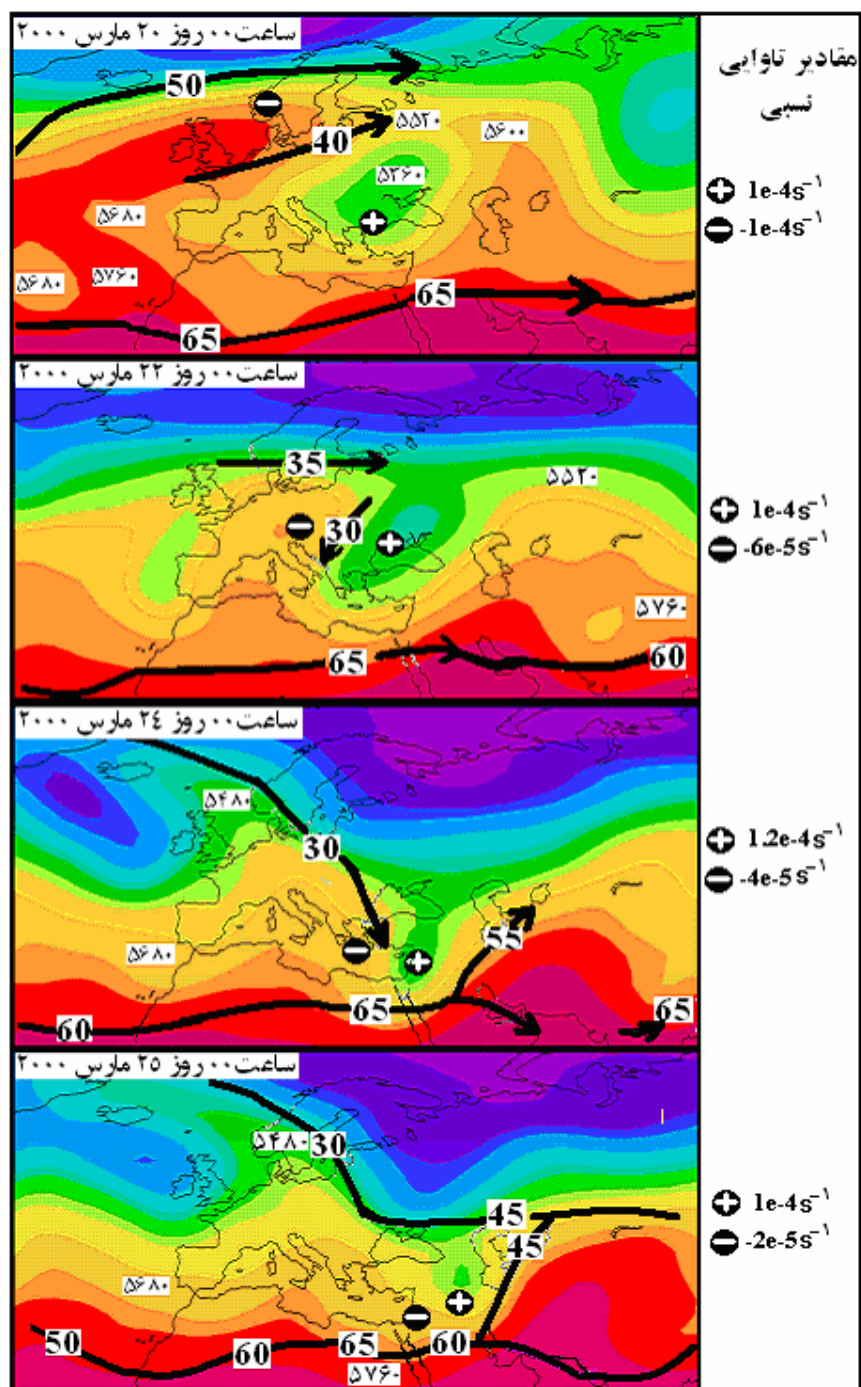
ایستگاه	میانگین ۳۵ ساله	بارش در ماه مارس ۲۰۰۰	بارش در طی عبور سامانه	در صد بارش سامانه به بارش ماه
ایلام	۱۹/۵	۱۵	۱۸	۰/۰۱
اهواز	۳۷/۶	۹	۱۲	۰/۰۱
بندرعباس	۳۰/۰	۱۰	۱۰	۰/۰۱
تبریز	۳۵/۸	۲۰	۲۰	۰/۰۱
تهران	۴۰/۷	۲۴	۲۴	۰/۰۱
رشت	۱۰۹/۸	۱۲	۱۲	۰/۰۱
زاهدان	۱۳/۶	۱۵	۱۵	۰/۰۱
زنجان	۴۵/۷	۲۴	۲۴	۰/۰۱
سنندج	۵۷/۴	۲۱	۲۱	۰/۰۱
شیراز	۵۱/۶	۲۵	۲۵	۰/۰۱
کرمان	۳۳/۵	۲۶	۲۶	۰/۰۱
کرمانشاه	۸۶/۶	۲۷	۲۷	۰/۰۱
گرگان	۸۰/۴	۲۸	۲۸	۰/۰۱
قزوین	۵۳/۶	۲۹	۲۹	۰/۰۱
مشهد	۵۳/۶	۲۹	۲۹	۰/۰۱
همدان	۶۹/۹	۲۹	۲۹	۰/۰۱

جدول ۳ - نتایج حاصل از بررسی کمیت‌های فشار، دما و بارش ایستگاه‌های انتخابی

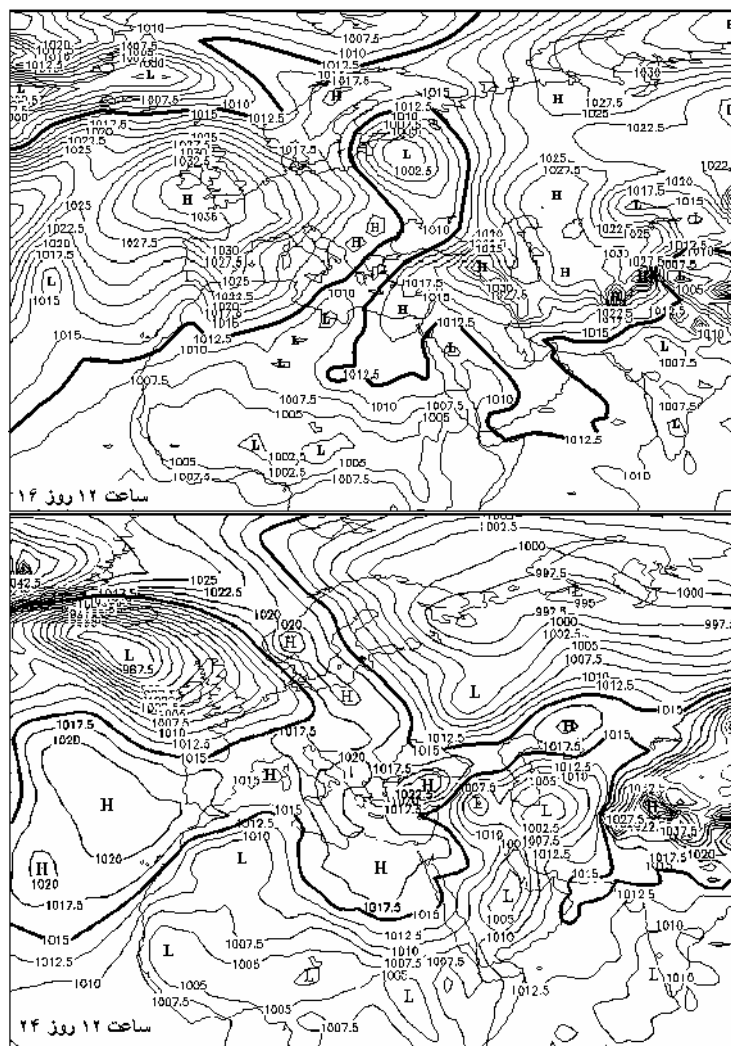
ایستگاه	ورود کم فشار		کمینه فشار		خروج کم فشار		روزهای بارانی		افزایش دمای ناگهانی بر حسب °C
	روز	ساعت	فشار بر حسب هکتوپاسکال	روز	ساعت	روز	نیشینه بارش		
اصفهان	۱۲	۲۳	۱۰۰۶/۷	۱۵	۲۴	۳	۲۶	۲۵ و ۲۷ و ۲۹	۷
ایلام	۱۲	۲۲	۱۰۰۴/۰	۹-۳	۲۴	۹	۲۵	۲۲-۲۴	۵/۸
اهواز	۳	۲۲	۱۰۱۱/۹	۱۲	۲۳	۰۰	۲۵	۱۸، ۲۳، ۲۴	۶/۸
بندرعباس	۶	۱۹	۱۰۱۳/۱	۱۲	۲۰	۱۲	۲۱	-----	۸/۰
بوشهر	۱۲	۲۱	۱۰۱۵/۹	۱۲	۲۳	۶	۲۶	۲۶	۵/۰
تبریز	۳	۲۲	۱۰۱۱/۱	۱۵	۲۴	۶	۲۶	۲۲-۲۵	۶/۵
تهران	۱۲	۲۲	۱۰۰۸/۶	۱۵	۲۴	۳	۲۶	۲۲-۲۴	۵
خرم‌آباد	۱۲	۲۳	۱۰۰۲/۸	۱۵	۲۴	۶	۲۵	۲۳-۲۵	۵
رشت	۹	۲۳	۱۰۱۹/۲	۱۲	۲۴	۱۸	۲۶	۲۲-۲۷	۷/۲
زاهدان	۳	۲۲	۱۰۱۸/۳	۱۲	۲۵	۱۵	۲۷	۲۸، ۲۹ و ۳۱	۵/۸
زنجان	۱۸	۲۳	۱۰۰۱/۰	۹	۲۴	۰۰	۲۶	۱۹ و ۲۵	۸/۸
سنندج	۱۲	۲۲	۱۰۰۱/۸	۱۲	۲۴	۲۱	۲۵	۱۹ - ۲۴، ۱۸ - ۲۲	۹/۰
شیراز	۱۲	۲۳	۱۰۱۳/۹	۰۰	۲۵	۹	۲۵	۸، ۲۵	۴/۰
کرمان	۳	۲۲	۱۰۱۲/۷	۰۰	۲۵	۳	۲۹	۱۹، ۲۸، ۲۶	۸/۸
کرمانشاه	۱۲	۲۲	۱۰۰۵/۱	۹	۲۴	۹	۲۵	۱۹ و ۲۳-۲۵	۱۱/۲
گرگان	۱۲	۲۴	۱۰۱۱/۰	۰۰	۲۵	۱۸	۲۶	۲۳-۲۷	۱۰/۰
مشهد	۱۲	۲۴	۱۰۰۵/۴	۱۵	۲۵	۳	۲۶	۲۶-۲۷	۹/۰
همدان	۱۲	۲۳	۱۰۰۵/۳	۱۲	۲۴	۲۱	۲۵	۱۸ و ۲۲-۲۴	۱۰/۸



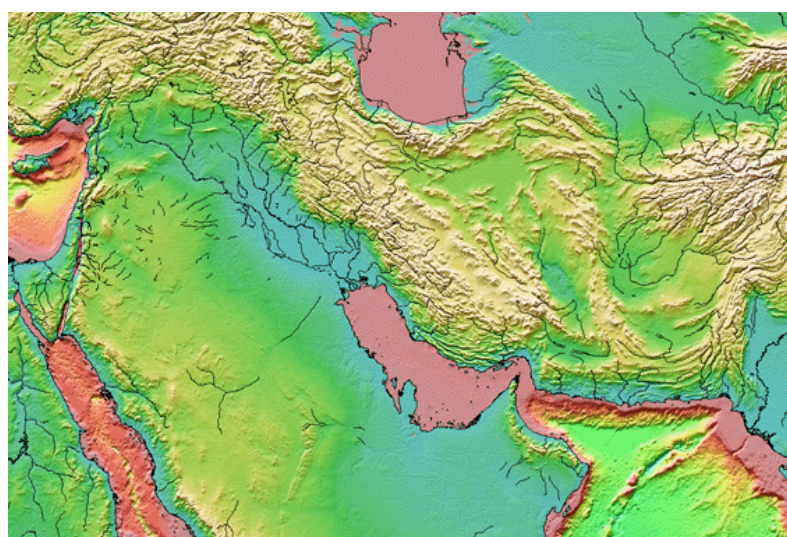
شکل ۱ روند جریانات جوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال از روز ۱۶ تا روز ۲۶ مارس مطابق با ۲۶ اسفند ۱۳۷۸ تا ۸ فروردین ۱۳۷۹ (سایت نوا)



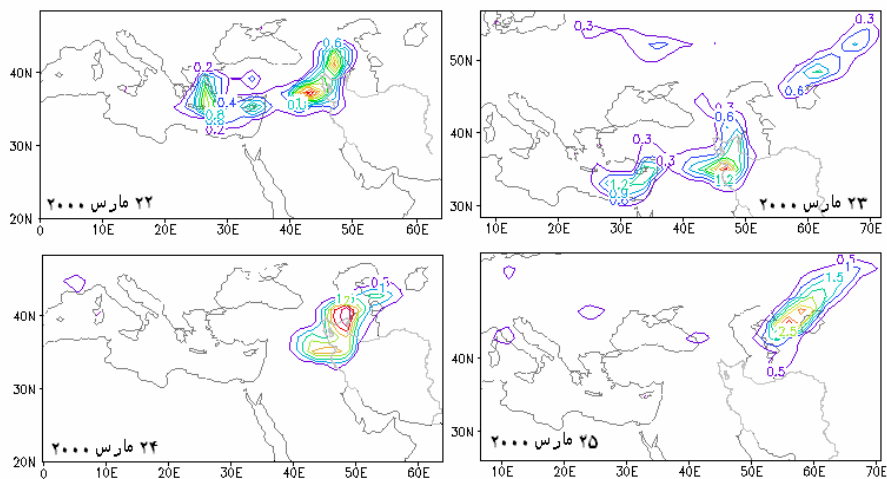
شکل ۲ موقعیت محور رودباد سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال بر روی نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال در طی روزهای ۲۰ الی ۲۵ مارس مطابق با ۱ تا ۶ فروردین ۱۳۷۹. در نقشه‌ها مکان‌های پیشینه و کمینه تاوایی نسبی نیز با علائم نشان داده شده است (سایت نوآ)



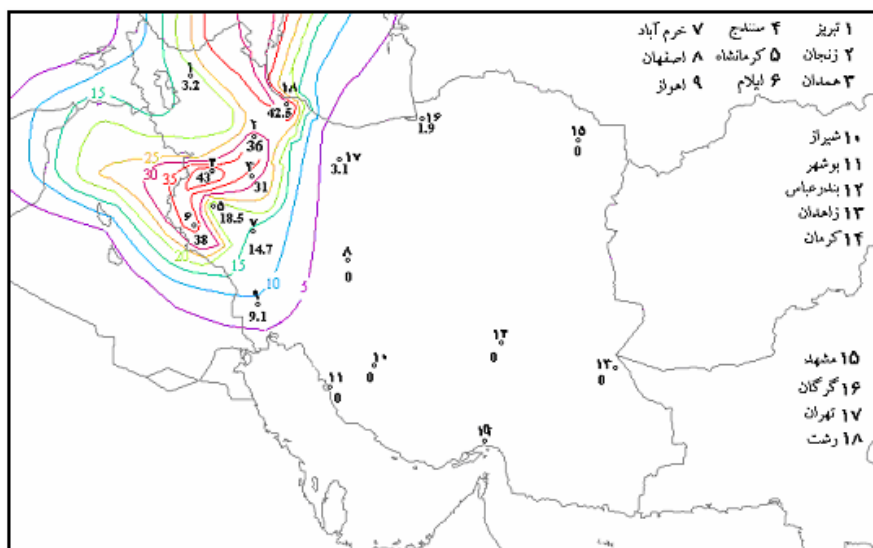
شکل ۳ نقشه تراز متوسط دریا در روزهای ۱۱۶م (۲۶ اسفند ۱۳۷۸) و ۱۲۴م (۵ فروردین ۱۳۷۹) مارس ۲۰۰۰، مرز نواحی سامانه‌های پرفشار و کم فشار با خط ضخیم مشخص شده است (سایت نوآ)



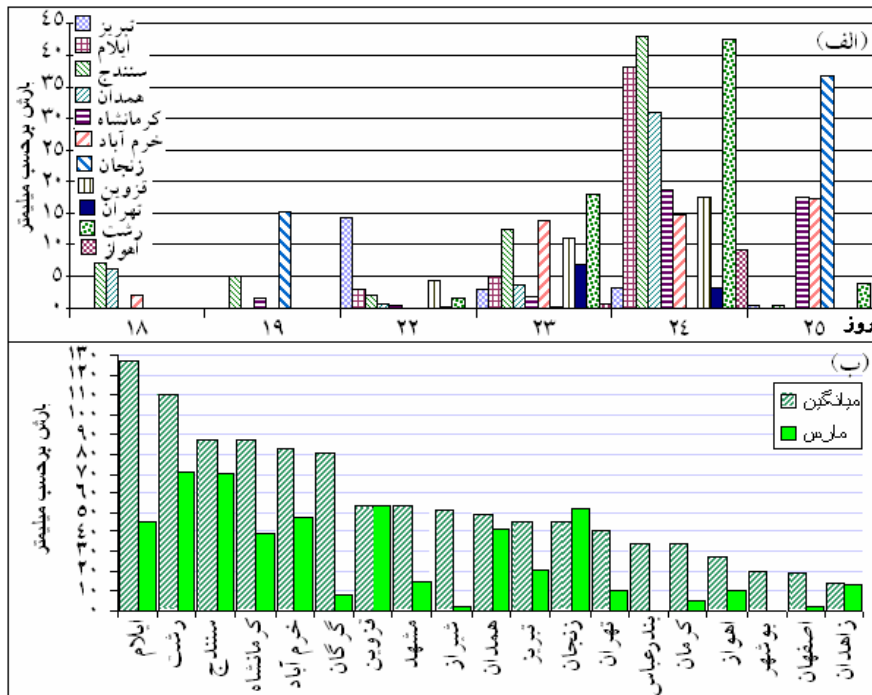
شکل ۴ پستی و بلندی بخشی از منطقه مورد بررسی که شامل کشور ایران است (سایت تاپکس)



شکل ۵ آهنگ بارش بر حسب سانتیمتر در ۲۴ ساعت در طی روزهای ۲۲ تا ۲۵ مارس ۲۰۰۰ (۳ تا ۶ فروردین ۱۳۷۹) با استفاده از داده‌های مرکز NCEP

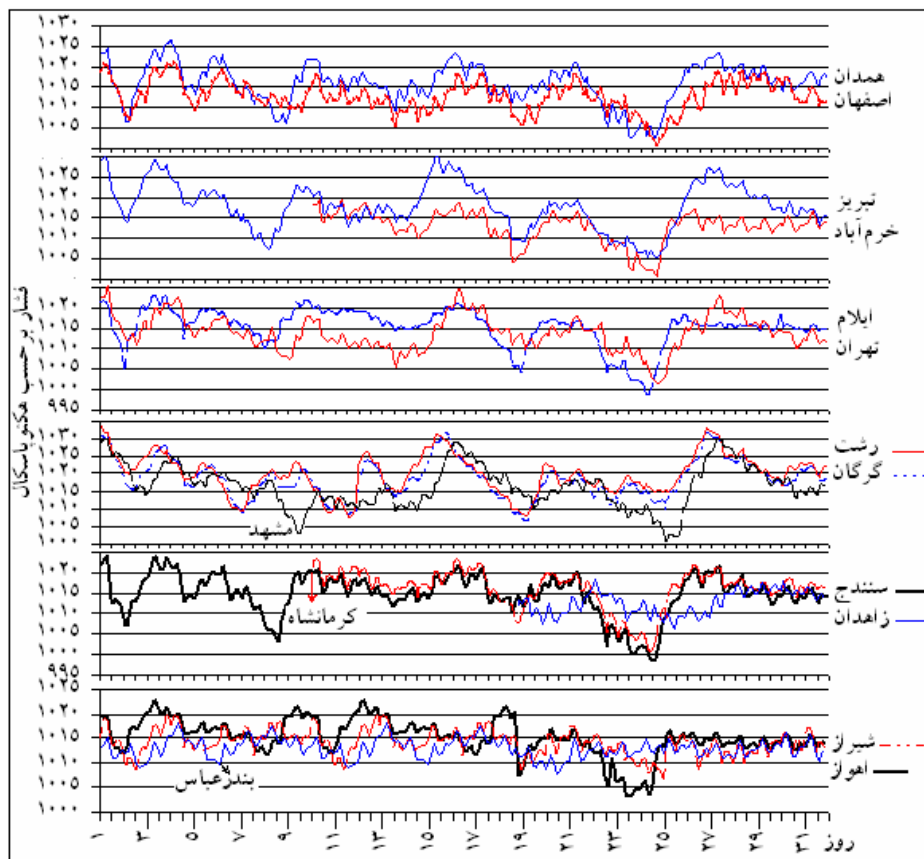


شکل ۶ هم بارش‌های روز ۲۴ ام مارس در نقشه کمکی

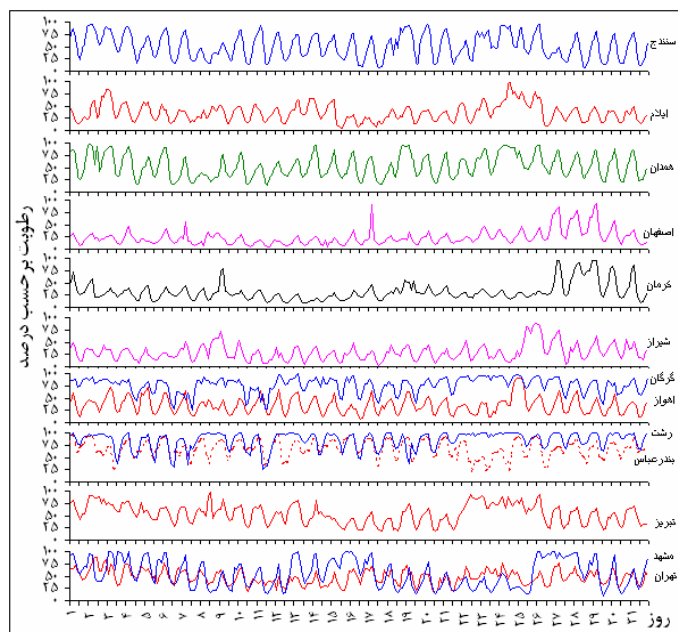


شکل ۷ الف) هیستوگرام مربوط به بارش ایستگاه‌ها در روزهای بارانی از ۱۵ تا ۳۰ مارس،

ب) هیستوگرام میانگین بارش ۳۵ ساله ایستگاه‌ها در ماه مارس به انضمام هیستوگرام بارش در ماه مارس ۲۰۰۰



شکل ۸ تغییرات فشار ایستگاه‌های انتخابی در طی ماه مارس سال ۲۰۰۰ (۱۱ اسفند ۷۸ تا ۱۱ فروردین ۷۹)



شکل ۹ تغییرات رطوبت ایستگاه‌های انتخابی در طی ماه مارس سال ۲۰۰۰ (۱۱ اسفند ۷۸ تا ۱۱ فروردین ۷۹)



شکل ۱۰ تغییرات دمای ایستگاه‌های انتخابی در طی ماه مارس سال ۲۰۰۰ (۱۱ اسفند ۷۸ تا ۱۱ فروردین ۷۹)

منابع

- ۱- اطلس کامل گیتا شناسی، ISBN 964-6241-27-1
- ۲- تاج بخش - سحر، (۱۳۷۶)، رفتار و حرکت کم فشار بریده از دیدگاه فشارورودی، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته هواشناسی، به راهنمایی مهندس حسین اردکانی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

- ۳- حبیبی - فریده، (۱۳۸۵)، تحلیل همدیدی و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه بندالی و تاثیر آن بر روی منطقه ایران، جلد ۳۲ شماره ۳ مجله فیزیک زمین و فضا، نشر موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۴- سبزی پرور- علی اکبر، (۱۳۷۰)، بررسی سینوپتیکی سیستم های سیل زا در جنوب غرب ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته هواشناسی، به راهنمایی دکتر محمد خیراندیش، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۵- صدودی فر - سحر، (۱۳۷۸)، رابطه بین پرفشار بریده روی اروپا و چرخندزایی روی ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته هواشناسی، به راهنمایی دکتر بیدختی و مشاوره مهندس حسین اردکانی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۶- لشکری - حسن، (۱۳۸۲)، مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارش های جنوب و جنوب غرب ایران، شماره ۴۶، مجله پژوهش های جغرافیایی، صص ۱۸-۱.
- ۷- مرادی - حمید رضا و خیراندیش - محمد، (۷۹-۸۰)، تاوه قطبی و تأثیر آن بر روی بارش های کشور، شماره ۴۳-۴۲، مجله نیوار، صص ۱۰۰-۸۳.

- 8- <http://offline.roshd.ir>، سایت رشد ۱۳۸۳،
- 9- <http://www.zanjan.agri-jahad.ir/introduce.htm13>.
- 10- <http://www.cdc.noaa.gov/Composites/Hour/>.
- 11- http://topex.ucsd.edu/marine_topo/gif_topo_track/topo5.gif.
- 12- Colucci, S. J.; Baumhefner, D. P.; Konrad II, Charles E., July 1999: Numerical Prediction of a Cold-Air Outbreak: A Case Study with Ensemble Forecasts. Mon. Wea. Rev., Vol. 127, 1538-1550.
- 13- Prezerakos N. G. & Flocas, H. A., 1996: The formation of a dynamically unstable ridge at 500 hpa as a precursor of surface cyclogenesis in central Mediterranean Meteorol. Appl. 3, 101-111.
- 14- Prezerakos N. G. & Flocas, H. A. & Michaelides S. C., 1996: Absolute vorticity advection and potential vorticity of the free troposphere as synthetic tools.
- 15- Prezerakos N. G., Piraeus & Flocas, H. A., 1997: The role of a developing upper diffluent trough in surface cyclogenesis over central Mediterranean. Meteorol Zeitschrift, No 6, 108-119.
- 16- Prezerakos N. G. & Flocas, H. A. & Michaelides S. C., 1999: Upper-tropospheric downstream development leading to surface cyclogenesis in the central Mediterranean, Meteorol. Appl., Vol. 6, No. 04, pp 313-322.
- 17- Trigo, I. F., G. R. Bigg and T. D. Davies, 2002; Climatology of cyclogenesis mechanisms in the Mediterranean, Mon. Wea. Rev., Vol. 130, No. 3, 549-569.