

تحلیل همدیدی - دینامیک بارش فراگیر و نادر ۲۰ تا ۲۴ فروردین ماه ۱۳۸۶ جنوب و جنوب غرب ایران

کمال امیدوار^۱، حسین کوشکی^{۲*}، رضا ابراهیمی^۳، آزاده یدالهی^۴

۱. استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه یزد

۳. دانشجوی دکتری مخاطرات آب و هوایی، دانشگاه یزد، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه تهران

چکیده

بارش یکی از مهمترین پارامترهای اقلیمی می‌باشد خصوصا اگر در پهنه جغرافیایی بزرگی رخ دهد. در این مقاله بارش فراگیر ۲۰ تا ۲۴ فروردین ۱۳۸۶ (۱۳ تا ۹ آوریل ۲۰۰۷) جنوب غربی و نیمه جنوبی ایران به عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است. جهت این بررسی نقشه‌های روزانه فشار سطح زمین و ارتفاع ژئوپتانسیل و وزش رطوبتی و چرخندگی و امگای ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش تا ۲۴ ساعت بعد از وقوع آن از سایت NCAR/NCEP استخراج شده و سپس در نرم‌افزار GRADS این نقشه‌ها ترسیم و تفسیرگردید. عناصر اقلیمی مورد استفاده در این تحلیل شامل آمار روزانه دما، رطوبت نسبی و بارش ۱۱۲ ایستگاه منتخب در این منطقه از ایران است، و برای محاسبه میزان ناپایداری از داده‌های جو بالا و شاخص‌های ناپایداری ایستگاه اهواز استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که واچرخند مستقر بر روی دریای سیاه با ریزش هوای سرد عرض‌های بالاتر به قسمت عقب سامانه کم‌فشار سودانی سبب فعال شدن این سامانه شده است. استقرار دو سامانه پرفشار یکی در شمال ایران و دیگری در غرب و شمال غرب ایران باعث استقرار چند روزه سامانه کم‌فشار در منطقه و نصف‌النهاری شدن جریان بادهای غربی و عمیق شدن ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و افزایش تاوایی و ناپایداری جو در این روزها در مناطق جنوبی و جنوب غربی ایران شده است. همچنین این سامانه از طریق آب‌های گرم جنوبی ایران در تاریخ ۲۰ تا ۲۴ فروردین ۱۳۸۶ (۹ تا ۹ آوریل ۲۰۰۷) تغذیه شده و سبب رخداد بارش و آب‌گرفتگی و سیلاب در حدود ۲۰ استان به ویژه استان‌های جنوبی و جنوب غربی شده است. همچنین مقدار شاخص‌های ناپایداری نیز وجود جو ناپایدار و کزفشار در این روزها در نواحی جنوب و جنوب غربی ایران را تایید می‌کنند.

واژگان کلیدی: بارش فراگیر، واکاوی همدیدی - دینامیک، جنوب و جنوب غربی ایران، ناپایداری.

مقدمه

عوامل ایجاد بارش شامل عامل صعود، رطوبت و هسته های چگالش می باشد که توسط گردش عمومی هوا ایجاد می شود. بارش پدیده ای حاصل از اندر کنش های پیچیده جو می باشد.

پیشینه پژوهش

پیوند هوا سپهر و جریان های اقیانوسی نقش شایان توجهی در توزیع جغرافیای بارش ایفا می کنند. رودبادهای ترازهای بالا و وردسپهر نیز در پیدایش دستگاههای باران زا نقش بسزایی دارا می باشند. بنابراین الگوی پراکنندگی فضایی بارش تابعی از الگوی دستگاه های فشار، محل استقرار کمربند همگرایی حاره ای، جریان های اقیانوسی و بالاخره نقش رود بادهای وردسپهر می باشد. (مسعودیان، ۱۳۸۹). در دهه قرن نوزدهم افزایش داده های اقلیمی به ویژه فراهم آمدن اطلاعات جو بالا، پژوهش های متعددی را در زمینه ارتباط الگوهای گردشی جو بالا با بارش های کشور فراهم آورده است. بارش یکی از عناصر مهم تاثیر گذار اقلیمی است، خصوصاً وقتی که رخداد آن فراگیر و در منطقه ای وسیع و طی چند روز باشد قطعاً تاثیر خیلی بیشتری بر روی محیط انسانی و طبیعی خواهد گذاشت. بارش ایران از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه ای برخوردار است. برهم کنش مداوم سیستم های گردش اتمسفری در طول سال بطور برجسته و گسترده ای چنین تنوعی را موجب گردیده است (علیچانی، ۱۳۸۲). از این رو مطالعه سیستم های همبندی و تحلیل شرایط آنها از الگوهای گردش جوی، در شناسایی عوامل موثر بر وقوع بارش های سنگین، و همچنین پیش بینی رخداد آنها در آینده، بسیار حائز اهمیت است. (Jansa et al, 2001) با یک رویکرد آماری، تاثیر چرخندهای غرب مدیترانه بر روی ۹۴۸ بارش سنگین بیش از ۶۰ میلی متر و ۲۵۹ بارش ابرسنگین بیش از ۱۰۰ میلی متر 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 بارش های سنگین غرب مدیترانه واقع شده اند. این

مراکز چرخندی در موقعیتی قرار می گرفتند که در برقراری جریان هوای مدیترانه به سوی محل وقوع بارش سنگین را تقویت می کردند. در ضمن برخی از این رویدادها، به وسیله سامانه های همرفتی میان مقیاس به وجود آمده بودند (et all Robert, 1998) شرایط جوی بالا را با رخداد بارش های سنگین تابستان در یوتا بررسی نموده است. وی نقش عوامل سینوپتیکی را چه مستقیم و چه غیر مستقیم مهم دانسته و همچنین به این نتیجه رسیده که انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس در ایجاد این بارش های سنگین اهمیت فوق العاده ای دارد. (O.B Christensen and J.H Christensen, 2004) نقش گرمای جهانی و تغییر اقلیم، در افزایش بارش های سنگین تابستانه اروپا را مطالعه نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که اگرچه بارش های تابستانی اروپا کاهش پیدا کرده، ولی مقدار بارش های حدی و سنگین افزایش داشته است. (Tomozeiu et al, 2005) با استفاده از داده های بارش ۳۰ ایستگاه همدید و داده های ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با تفکیک مکانی ۵/۲×۵/۲ درجه در طول دوره ی آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۶ تغییرات زمانی و مکانی بارش در زمستان و ارتباط آن با الگوهای گردشی بزرگ مقیاس در رومانی را مطالعه کردند. نتایج بررسیها نشان داد که بین تغییرات بارش زمستانی و الگوهای گردشی بزرگ مقیاس (نوسان اطلس شمالی و پدیده بلاکینگ) در بخش اروپایی اطلس ارتباطات معناداری وجود دارد. (Fumiaki and Yamazaki, 2006) به مطالعه و بررسی تغییرات بلند مدت بارش های سنگین در ژاپن پرداختند. تحلیل آنها بر اساس طبقه بندی شدت بارش و فراوانی آنها بوده و نشان داد که بارش های سنگین در طول این ۱۰۴ سال در ژاپن افزایش یافته اند و روند افزایش این بارش ها ۲/۳ درصد در هر دهه بوده است. (Sebert, 2007) et all, با استفاده از یک الگو، مشخصات همبندی الگوهایی که باعث ایجاد بارش های سنگین روی کشور اتریش می شود، را مطالعه نمود. (et all Kumar, 2008) اثر شاخص نوسان غرب مدیترانه را بر بارش های سیلابی در کاتالونیا بررسی کرده اند، و در پایان نتیجه گرفته اند که ارتباط معناداری بین مقادیر منفی این شاخص با بارش سیلابی رخ داده در کاتالونیا وجود دارد (Matlik and

رخداد منطقه هم گرایشی اقیانوس اطلس جنوبی بوده و الگوهای جوی اقیانوس آرام جنوبی به وسیله مراکز چرخندی جنوب شرق آرام تشدید می شوند. (لشکری، ۱۳۸۱) مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده که با عمیق شدن ناوه شمال آفریقا در دوره سرد سال، مرکز کم فشار سودان حالت ترمودینامیکی پیدا کرده و با حرکت به سمت شرق، این ناوه گسترش می‌یابد و سبب ایجاد بارندگی در ایران می‌شود. (سلیقه، ۱۳۸۵) در مطالعه‌ای ساز و کارهای بارش را در جنوب شرق کشور بررسی نمود. (مسعودیان، ۱۳۸۷) در بررسی که بر روی بارش‌های ابرسنگین یک روزه بیش از صد میلی‌متر انجام داد، دو الگوی گردشی را مسئول بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران دانست. همچنین وی با ترسیم نقشه‌های وزش رطوبتی اینگونه بارش‌ها، منبع رطوبتی اینها را دریای خزر، خلیج فارس و دریای عرب معرفی کرد. (منتظری، ۱۳۸۸) با انجام مطالعه‌ای فرآیند بارش‌های فرین روزانه را در ایران تحلیل نمود.

هدف از این تحقیق، بررسی همدید علل وقوع بارش‌های سنگین فراگیر و نادر در ایران مرکزی، در محدوده زمانی مورد نظر (۲۰ تا ۲۴) فروردین ۱۳۸۶ به کمک شاخص‌های ناپایداری با استفاده از الگوهای جوی سطح زمین و تراز بالای جو می‌باشد. در پژوهش حاضر، با ترسیم نقشه‌های همدید مربوط به متغیرهای مختلف جو تراز بالا و سطح زمین در زمان رخداد بارش‌های فراگیر در محدوده‌ی مورد مطالعه، کوشش شده است تا عوامل همدید موثر در بوجود آمدن این بارش‌ها شناسایی و تبیین گردد.

مواد و روش‌ها

مطالعه بارش‌های فراگیر بر پایه داده‌های روزانه بارندگی و سایر عناصر اقلیمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این بارش‌ها در دوره‌های ۲۴ ساعته، هفتگی و کمتر از آن رخ می‌دهند. در این تحلیل بارش سنگین‌فراگیر و نادر ۴ روزه که موجب آب گرفتگی و سیلاب در ۷ استان در نیمه جنوبی و جنوب غرب ایران از ۲۰ تا ۲۴ فروردین ماه سال ۱۳۸۶

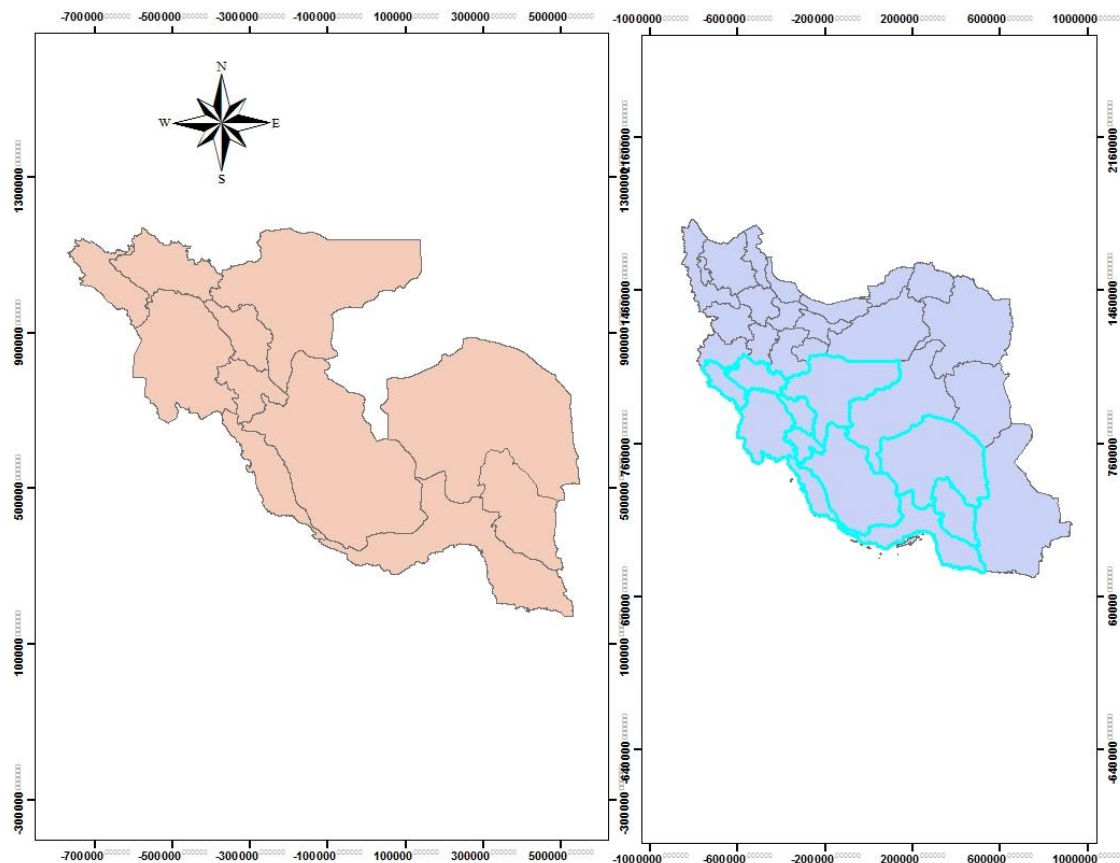
(Post, 2008) بارش‌های سنگین و رابطه این بارش‌ها را با انواع الگوهای آب و هوایی در استونیا در دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ مورد مطالعه و بررسی قرار داده اند. آنها در این پژوهش با به کارگیری روش‌های تحلیل دستی و طبقه بندی موقعیت‌های سینوپتیکی و همچنین مشخص کردن مسیرهای سیکلونی و جبهه‌ها شرایط منجر به بارش‌های سنگین را مشخص کرده اند. آنها در پایان نتیجه گرفته اند که اغلب بارش‌های سنگین توسط عبور کم یک فهرست از الگوهای، فشارهای مختلف و سیستم‌های جبهه‌ای به وقوع پیوسته اند. (Kumar et al, 2008) بارش سنگین و فراگیر ۲۶ ژوئیه سال ۲۰۰۵ هند را بررسی کردند. در واقع رویداد بارش سنگین و وضعیت دینامیکی، ترمودینامیکی آن را مورد واکاوی قرار دادند. هوسوس و لولیس (۲۰۰۸)، در پژوهشی شرایط سینوپتیکی مرتبط با میزبان‌رندگی‌های شدید در یونان را با استفاده از روش آماری چند متغیره، شامل روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای بررسی کرده اند. نتایج آنها نشان دهنده رابطه الگوهای بارش سنگین با فعالیت‌سیکلونی شدید بر بالا یا نزدیک ناحیه گریک در یونان می‌باشد. (Lana et al, 2007) هشت الگوی گردشی اصلی پدیدآورنده ی بارش‌های سنگین جزایر بالریک را به دست آوردند. این الگوها پس از انجام تحلیل مؤلفه‌ی اصلی بر روی پایگاه داده‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۵ (ژئوتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تحلیل خوشه‌ای بر روی مؤلفه‌های اصلی بدست آمدند. بیشتر این الگوها ارتباط قوی بین رخداد بارش سنگین و چرخندها را نشان دادند. (Muller et al, 2009: 441) الگوهای گردشی پدیدآورنده ی بارش‌های سنگین و فراگیر اروپای مرکزی را بررسی کردند. ایشان بارش‌های مربوط به ۱۴ سیل تابستانی مهم در دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۰ را به عنوان رخداد‌های مرجع برگزیدند و نشان دادند که الگوی همدید می‌تواند شرایط دینامیک و ترمودینامیک رویدادها را نمایندگی کنند. نتایج این تحقیق نشان داد که این شیوه در مناطقی که بارش آنها ارتباط چشمگیری با الگوهای همدید دارد نیز قابل اجراست. (Fernanda et al, 2010) ارتباط بین بارش‌های جنوب شرق برزیل را با سامانه‌های حلقوی نیم کره جنوبی مطالعه نمودند. آن‌ها دریافتند که ناهنجاری‌های بارش همراه با

شده‌است. که ابتدا داده های مورد نیاز را از سایت NCAR/NCEP دریافت نموده و سپس به ترسیم نقشه‌های مذکور در محیط نرم افزار GRADS پرداخته ایم. تحلیل نقشه‌های همدیدی از یک روز قبل از وقوع بارش یعنی ۱۹ فروردین ماه ۱۳۸۶ تا زمان قطع کامل بارش در عصر روز ۲۴ فروردین ماه ۱۳۸۶ صورت گرفته است (جدول ۱).

(۹ تا ۱۲ آوریل ۲۰۰۷) شده‌است مورد بررسی قرار گرفت، که هدف از این تحلیل روشن شدن علل وقوع بارش‌ها در فروردین ماه می‌باشد. در این راستا آمار بارندگی، دما و رطوبت نسبی روزانه ۱۷ ایستگاه منتخب از سازمان هواشناسی کشور اخذ و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. به منظور تحلیل همدیدی بارش‌های مذکور و چگونگی ورود سیستم‌های همدیدی به منطقه از نقشه‌های روزانه فشارسطح زمین و ارتفاع ژئوپتانسیل، امگا، چرخندگی و وزش رطوبتی ترازهای فوقانی ۵۰۰ و ۸۵۰ استفاده

جدول ۱. بارش‌های رخ داده در ۱۲ ایستگاه انتخابی سراسر کشور در دوره بارشی مذکور

ایستگاه	طول جغرافیایی شرقی (به درجه)	عرض جغرافیایی شمالی	بارش ۲۱ فروردین ۱۳۸۶	بارش ۲۲ فروردین ۱۳۸۶	بارش ۲۳ فروردین ۱۳۸۶	بارش ۲۴ فروردین ۱۳۸۶	مجموع بارش ۴ روزه
باوونات	۵۳	۳۰	۱۰	۰	۳۷	۱۵	۶۲
دلیجان	۵۰	۳۳	۰	۰	۲۴	۳۴	۵۸
اصفهان	۵۱	۳۲	۵	۰	۳۵	۳	۴۳
کهنوج	۵۷	۲۷	۱۴	۰	۲۳	۱۱	۴۸
کرمان	۵۶	۳۰	۱۷	۰	۴۰	۲۱	۷۸
خور	۵۸	۳۲	۰	۰	۱۴	۲۴	۳۸
نطنز	۵۱	۳۳	۲	۰	۱۷	۱۲	۳۱
رفسنجان	۵۵	۳۰	۷	۱۱	۵	۵	۲۸
شیراز	۵۲	۲۹	۳	۳	۴	۱۷	۲۷
سیری	۵۴	۲۵	۱۶	۲	۱۷	۲۷	۶۲
آبادان	۴۸	۳۰	۳	۰	۵	۰	۸
خرم آباد	۴۸	۳۳	۵	۸	۶	۲۲	۴۱
پلدختر	۴۷	۳۳	۶	۹	۱۳	۱۱	۳۹
اهواز	۴۸	۳۱	۸	۱۲	۱۵	۵	۴۰
کوه‌دشت	۴۷	۳۳	۶	۹	۱۷	۱۱	۴۳
دزفول	۴۸	۳۲	۷	۱۲	۱۵	۶	۴۰
ایلام	۴۶	۳۳	۴	۵	۱۷	۸	۳۴



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

هکتوپاسکال از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش تا ۲۴ ساعت بعد از وقوع بارش استخراج شده و نقشه‌های سینوپتیکی آن‌ها با توجه به آرایش و نحوه گسترش و حرکت سیستم‌ها نسبت به هم بررسی گردید. شروع بارش‌های این دوره در تاریخ ۹ آوریل در بعضی ایستگاهها مثل اصفهان، نطنز، رفسنجان، شیراز و سیری بوده و در اتمام دوره بارشی میزان مجموع بارش در اکثر ایستگاهها به مقدار بیش از ۳۰ میلی‌متر هم می‌رسد. به دلیل زیاد بودن نقشه‌ها فقط نقشه‌های همدید یک روز قبل و روزاوج بارش را آورده ایم.

نقشه‌های روز ۹ آوریل ۲۰۰۷: با توجه به نقشه‌های فشار سطح زمین در روز ۹ آوریل مشاهده می‌شود که یک سامانه کم‌فشار سودانی با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال تقریباً تمامی ایران و عربستان و دریای سرخ را تحت استیلای خود قرار داده‌است و سامانه‌ای پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی دریای سیاه قرار دارد. که با حرکت و اچرخندی خود سبب انتقال هوای سرد عرض‌های

در بررسی که بر روی بارش‌های ابرسنگین یک روزه بیش از صد میلی‌متر انجام داد، دو الگوی گردشی را مسئول بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران دانست. همچنین وی با ترسیم نقشه‌های وزش رطوبتی اینگونه بارش‌ها، منبع رطوبتی اینها را دریای خزر، خلیج فارس و دریای عرب معرفی کرد.

بحث و نتایج

در این مطالعه به بررسی همدیدی - دینامیک بارش فراگیر ۹ تا ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ایران پرداخته شده‌است. رخداد بارش در اکثر ایستگاه‌های سینوپتیک نیمه جنوبی و جنوب غربی کشور و قابل توجه بودن مقدار این بارش‌ها علت انتخاب این بارش فراگیر جهت مطالعه بوده‌است. جهت این بررسی نقشه‌های روزانه فشار سطح زمین و ارتفاع ژئوپتانسیل و وزش رطوبتی و چرخندگی و امگای ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰

ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ملاحظه شد بارش هوای سرد عرضهای بالاتر به وسیله پرفشار واقع بر روی دریای سیاه که روز قبل بر روی خاورمیانه قرار داشت به یک تراف عمیق تبدیل شده که منطقه همگرایی شرق این ناوه به طور کامل بر روی ایران قرار دارد و همچنین وزش رطوبتی و تاوایی مثبت و سرعت قائم منفی زیاد در این تراز باعث شدت ناپایداری ها در ایران شده است.

بر اساس جدول شماره (۲) مقادیر مثبت و بالای شاخص Ki و TTI و مقدار کم شاخص شولتر وجود ناپایداری در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۲. مقادیر شاخص های ناپایداری برای ایستگاه کرمانشاه

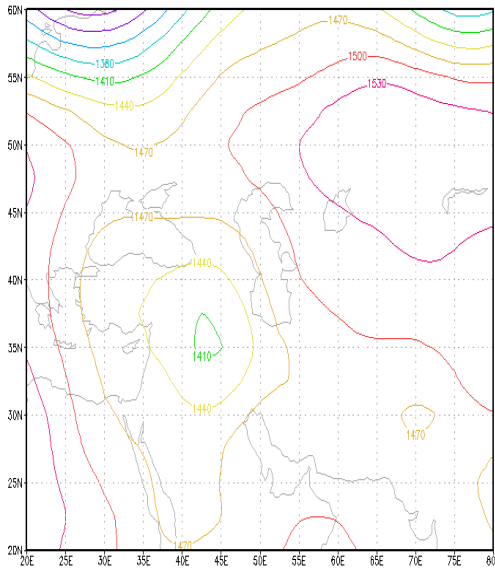
و شیراز ۲۱ فروردین ۱۳۸۶ (۱۰ آوریل) ۲۰۰۷

شاخص های ناپایداری	شیراز
شاخص SI	۰/۷۸
شاخص KI	۲۸/۹۰
شاخص TTI	۴۷/۴۰

نقشه های روز ۱۱ آوریل ۲۰۰۷: در روز ۱۱ آوریل در نقشه های فشار سطح دریا یک مرکز کم فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی ایران مشاهده می شود در این دو روز که روزهای اوج بارش در ایران می باشد مشاهده می شود که مرکز کم فشاری که روزهای قبل بر روی دریای سرخ و عربستان قرار داشت به طور کامل بر روی ایران قرار دارد. با بررسی نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در این دو روز که زمان اوج بارش است مشاهده می شود که ناوه ای که روزهای قبل بر روی عراق و سوریه قرار داشت با حرکت شرق سوی خود به طور کامل بر روی ایران قرار گرفته است و سبب افزایش تاوایی مثبت و ناپایداری شده است. نقشه های تاوایی و وزش رطوبتی همین ترازاها در این دو روز نشان دهنده وجود تاوایی و وزش رطوبتی مثبت بر وی ایران را نشان می دهد که سبب ناپایداری شدید شده است.

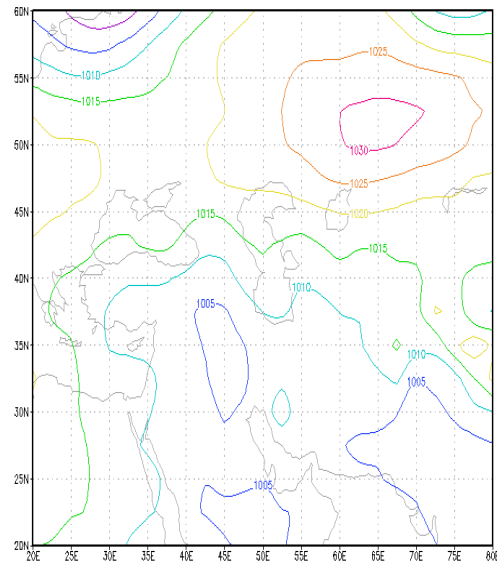
بالا به پشت مرکز کم فشار سودانی و فعال شدن این سیستم می شود. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی همین روز مرکز ارتفاع کمی با مقدار ۱۴۴ دکامتر بر روی شمال عراق و سوریه قرار دارد و حتی بر روی نواحی غرب و جنوب غربی ایران گسترش یافته است و در نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ همین روز تاوایی مثبت در شمال عراق و سوریه و ایران مشاهده می شود که این تاوایی مثبت باعث افزایش چرخندگی می شود. در نقشه های وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز وزش رطوبت مثبت از جنوب غرب و غرب به ایران و ورود رطوبت دریای سرخ را به ایران نشان می دهد. در نقشه های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک ناوه بر روی دریای سرخ مشاهده می شود که نواحی جنوب غربی و غرب ایران در قسمت همگرایی ناوه قرار دارند و باعث ایجاد ناپایداری در این مناطق از ایران شده است. و همچنین وزش رطوبتی در این تراز نیز مثبت و از قسمت جنوب غرب می وزد که یعنی این روز از سطح زمین تا جو میانی انتقال رطوبت از دریای سرخ به سمت جنوب غرب و غرب ایران را داریم همچنین با توجه به نقشه امگای تراز ۵۰۰ همین روز سرعت قائم منفی با بیشینه ۲/۰- پاسکال بر ثانیه منطبق بر مناطق بارشی در شمال غرب و جنوب غرب و غرب ایران بوده و تشدید جریانات همرفتی منجر به بارش را نشان می دهد.

نقشه های روز ۱۰ آوریل ۲۰۰۷: با مشاهده نقشه فشار سطح دریای روز ۱۰ آوریل متوجه می شویم که سامانه کم فشاری که ایران را فرا گرفته بود در روز قبل با تزیق رطوبت از دریای سرخ به آن قوی تر شده و مرکز آن بر روی شمال عربستان قرار دارد. همچنین با بررسی نقشه های وزش رطوبتی و ارتفاع ژئوپتانسیلی و نقشه امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز متوجه می شویم که مرکز کم ارتفاعی که دیروز بر روی ایران و عراق قرار داشت با ریزش هوای سرد عرض های بالاتر به این نواحی قوی تر شده و وزش رطوبتی مثبت از سمت جنوب غرب و تاوایی مثبت در این منطقه باعث افزایش چرخندگی و در نتیجه افزایش ناپایداری در ایران شده است. و با بررسی نقشه ارتفاع

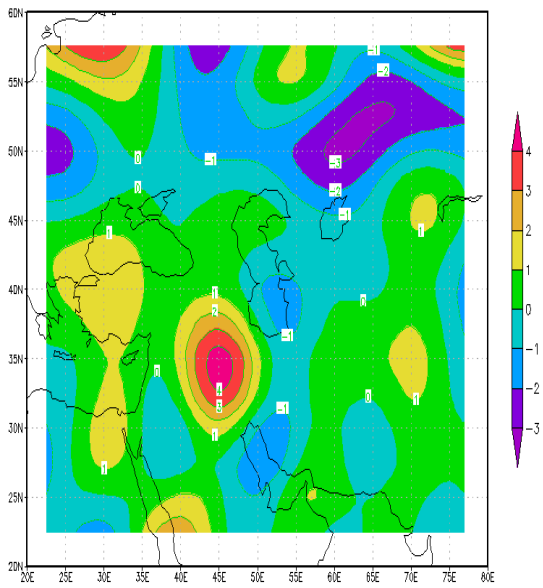


شکل ۳. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۱ آوریل

۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc

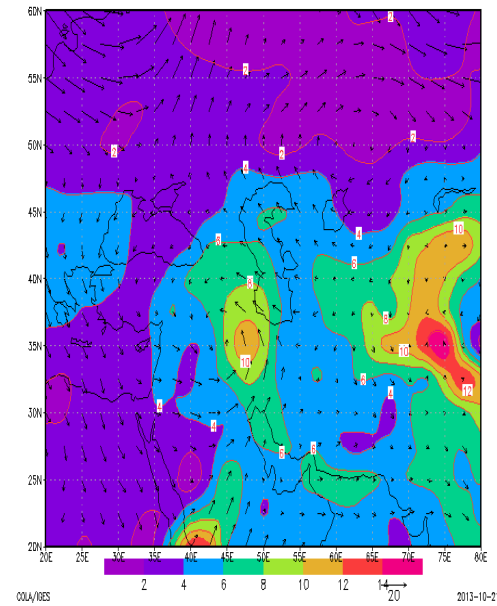


شکل ۲. نقشه فشار سطح دریا ۱۱ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



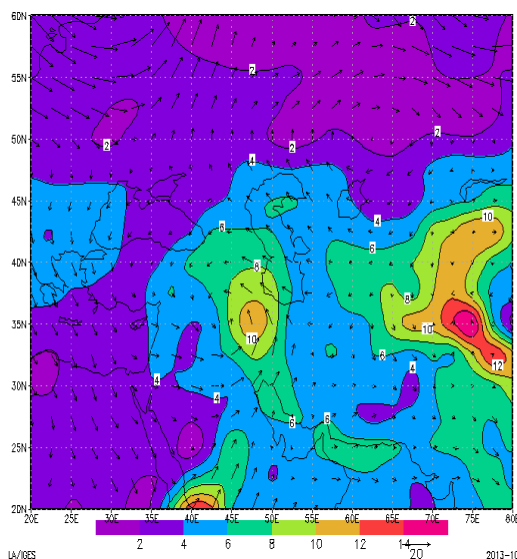
شکل ۵. نقشه چرخندگی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۱ آوریل

۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc

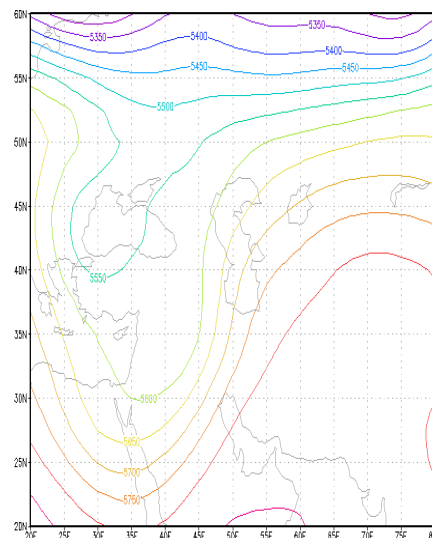


شکل ۴. نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۱ آوریل

۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



شکل ۷. نقشه‌ی وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۱ آپریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



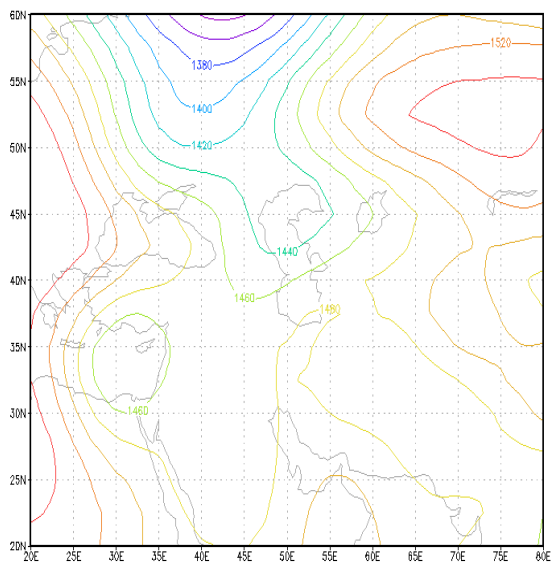
شکل ۶. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۱ آپریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc

نقشه‌های روز ۱۲ آپریل ۲۰۰۷: در روز ۱۲ آوریل در نقشه‌های فشار سطح دریا یک مرکز کم‌فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی ایران مشاهده می‌شود در این دو روز که روزهای اوج بارش در ایران می‌باشد مشاهده می‌شود که مرکز کم‌فشاری که روزهای قبل بر روی دریای سرخ و عربستان قرار داشت به طور کامل بر روی ایران قرار دارد. با بررسی نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در این دو روز که زمان اوج بارش است مشاهده می‌شود که ناوهای که روزهای قبل بر روی عراق و سوریه قرار داشت با حرکت شرق سوی خود به طور کامل بر روی ایران قرار گرفته‌است و سبب افزایش تاوایی مثبت و ناپایداری شده‌است. نقشه‌های تاوایی و وزش رطوبتی همین ترازها در این دو روز نشان‌دهنده وجود تاوایی و وزش رطوبتی مثبت بر روی ایران را نشان می‌دهد که سبب ناپایداری شدید شده‌است.

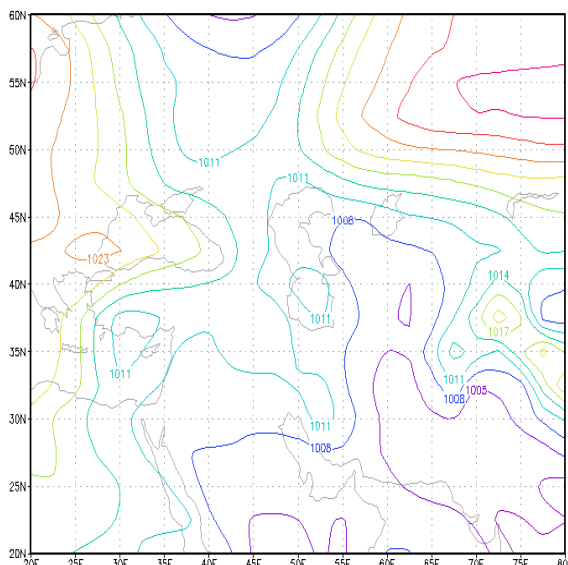
بر اساس جدول شماره (۳) مقادیر مثبت و بالای شاخص Ki و TTI که در روز قبل مشاهده شده بود در ایستگاه شیراز خیلی بیشتر شده اما مقدار شاخص شولتر کمی بیشتر شده که وجود ناپایداری شدید در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳. مقادیر شاخص‌های ناپایداری برای ایستگاه کرمانشاه و شیراز ۲۲ فروردین ۱۳۸۶ (۱۱ آپریل) ۲۰۰۷

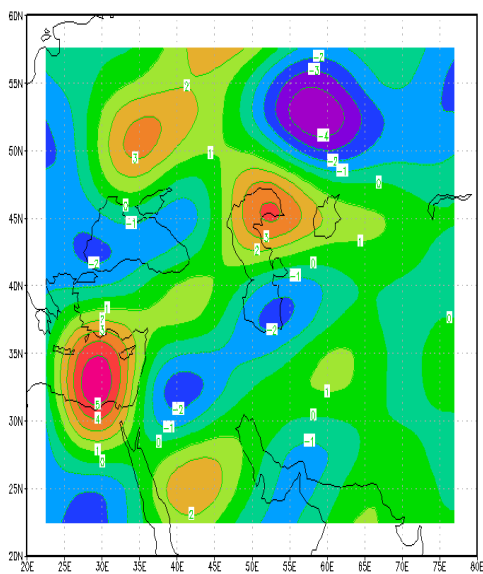
شاخص‌های ناپایداری	شیراز
شاخص SI	۴/۸۰
شاخص KI	۲۲/۸۰
شاخص TTI	۴۰/۳۰



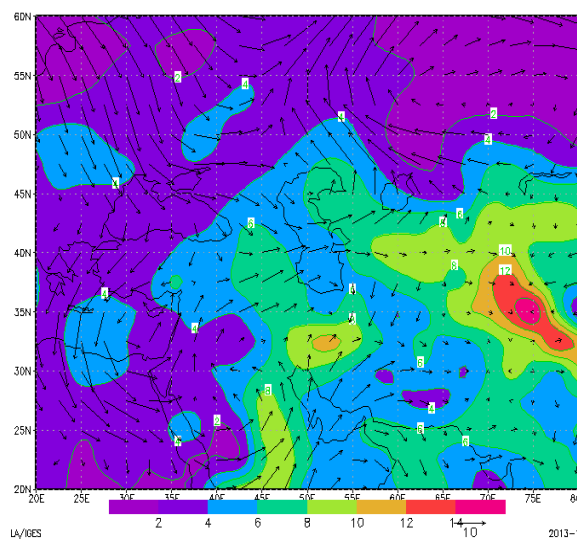
شکل ۹. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



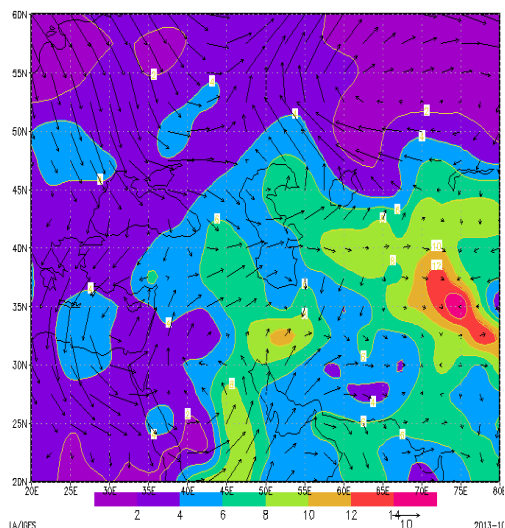
شکل ۸. نقشه فشار سطح دریا ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



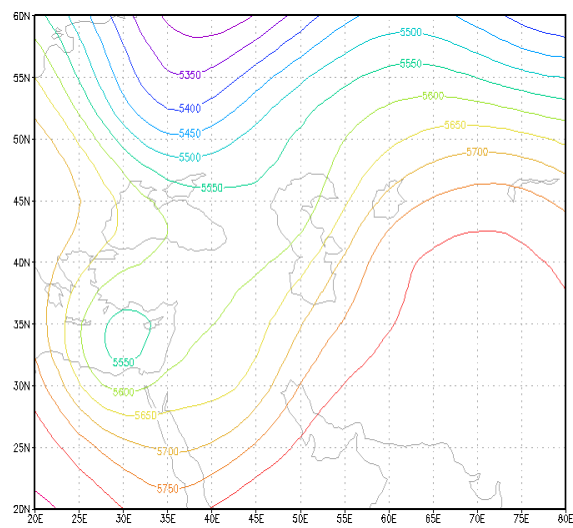
شکل ۱۱. نقشه چرخندگی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



شکل ۱۰. نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



شکل ۱۳. نقشه وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc



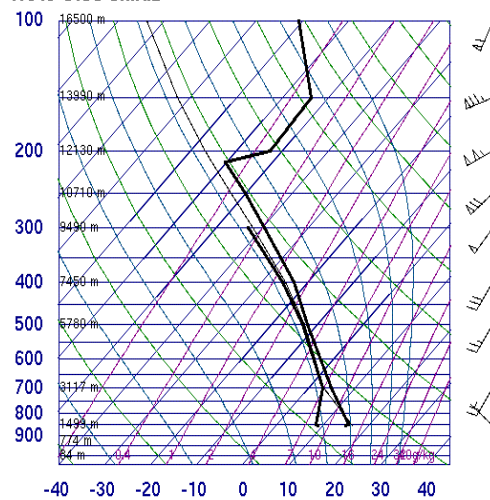
شکل ۱۴. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc

جدول ۴- مقادیر شاخص های ناپایداری برای ایستگاه کرمانشاه و شیراز ۲۳ فروردین ۱۳۸۶ (۱۲ آوریل ۲۰۰۷)

شاخص های ناپایداری	شیراز
شاخص SI	۰/۷۳
شاخص KI	۳۳/۹۰
شاخص TTI	۴۸

بر اساس جدول شماره (۴) مقادیر مثبت و بالای شاخص Ki و TTI که در روز قبل مشاهده شده بود در ایستگاه شیراز خیلی بیشتر شده و مقدار شاخص شولتر نیز در ایستگاه شیراز کمتر شده که وجود ناپایداری شدید در نواحی جنوبی و کاهش ناپایداری در مناطق جنوب غربی را با حرکت شرق سوی توده هوا را نشان می دهد. همچنین نمودار Skew-T ایستگاههای شیراز وجود جو ناپایدار در منطقه مورد مطالعه مار را نشان می دهد.

40848 OISS Shiraz



شکل ۱۴- نمودار Skew-T ایستگاه شیراز ۱۲ آوریل ۲۰۰۷ ساعت ۱۲ utc

- and Olinda Carretero. 2001, Western Mediterranean cyclones and heavy rain. Part 2: Statistical approach, Meteorol. Appl. 8, 43–56 (2001).
3. Anil Kumar, J. Dudhia, R. Rotunno, DevNiyogi and U. C. Mohanty. 2008. Analysis of the 26 July 2005 heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model, Q. J. R. Meteorol. Soc. 134: 1897–1910.
 4. Fernanda Cerqueira Vasconcellos and Iracema F.A. Cavalcanti. 2010. Extreme precipitation over Southeastern Brazil in the austral summer and relations with the Southern Hemisphere annular mode. Atmos. Sci. Lett. 11: 21–26 (2010).
 5. Fumiaki Fujibi, Nobou Yamazaki (2006) Long – term change of heavy precipitation and dry weather in Japan (1901–2004). Journal of meteorological of Japan. Vol. 8. No 6. Pp 1033–1046.
 6. Kumar, A, J. Dudhia, R. Rotunno, DevNiyogi and U.C. Mohanty, Analysis of the 26 July. 2005. Heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model (2008). QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY. 134. –
 7. Lashkari, H. 2002. The mechanism of the development, strengthening and development of the low pressure Sudan and its role in the South and South West of Iran, Geographical Research, No. 46, Winter 2002.
 8. Lana, A, J. Campins, A. Genoves, and A. Jans. 2007. Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands, Advances in Geosciences.
 9. Masoudian, A. 2008. Identify the synoptic conditions with heavy cloud in Iran, Iran Resources Management Conference, Tabriz University, Department of Civil Engineering.
 10. Montazeri, M. 2008. Analysis of time - place daily extreme rainfall events in Iran, Geographia of environmental planning, summer, No. 34.
 11. Muller, M., M. Kaspar, and J. Matschullat. 2009. Heavy rains and extreme rainfall-runoff events in Central Europe from 1951 to 2002, Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol 9
 12. O.B Christensen J.H Christensen. 2004. Intensification of extreme European summer precipitation in a warmer

نتیجه‌گیری

با تفسیر نقشه‌های روزانه فشار سطح زمین و ارتفاع ژئوپتانسیل و وزش رطوبتی و چرخندگی و امگای ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش تا ۲۴ ساعت بعد از وقوع بارش یعنی تا زمان قطع کامل بارش و محاسبه شاخص‌های ناپایداری به این نتیجه می‌رسیم که ابتدا بارش‌ها در نواحی غرب و جنوب غربی در روز ۲۰ فروردین شروع شده و سپس در روزهای بعد با حرکت شرق سوی توده هوا به سمت نواحی ایران مرکزی و نواحی زاگرس‌نشین ایران بارش در این مناطق شروع به بارش کرده و در مجموع روزهای ۲۲ و ۲۳ فروردین اوج بارش بوده است، که با شکل‌گیری ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این روزها و عمیق شدن این ناوه و نصف‌النهاری شدن جریان باد‌های غربی و افزایش تاوایی و تقویت این سامانه در ایران با ورود توده هوای مرطوب از نواحی جنوبی به کشور و افزایش مقدار شاخص‌های ناپایداری در این روزها نیز سبب رخداد بارش در این مناطق شده است. البته سامانه پرفشار مستقر بر روی دریای سیاه با ریزش هوای سرد عرض‌های بالاتر به قسمت عقب سامانه سودانی سبب فعال شدن این سامانه شده و استقرار دو سامانه پرفشار یکی در شمال ایران و دیگری در غرب و شمال غرب ایران باعث استقرار چند روزه سیستم کم‌فشار در منطقه و تقویت نصف‌النهاری شدن جریان باد‌های غربی و عمیق شدن ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و افزایش تاوایی در نواحی جنوب و جنوب غرب ایران و افزایش مقدار شاخص‌های ناپایداری در این روزها در مناطق جنوبی و جنوب غربی ایران شده است و همچنین تقویت این سامانه از طریق آب‌های گرم جنوبی ایران سبب رخداد بارش و آب‌گرفتگی و سیلاب در حدود ۲۰ استان به ویژه استان‌های جنوبی و جنوب غربی شده است. همچنین شاخص‌های ناپایداری نیز وجود جو ناپایدار و کم‌فشار در این روزها در نواحی جنوب و جنوب غربی ایران را تایید می‌کنند.

منابع

1. Alijani, B. 2001. Synoptic climatology, the organization, first published in 2001.
2. Agustin Jansa, Ana Genoves, M Angeles Picornell, Joan Campins, Ricardo Riosalido

15. Robert p, Harnack, Donald T, jnsan and gosef R, cermak,1998. Investigation of upper – air conditions occurring with heavy summer rain in utah , international journal of climatology int. j climatol.
16. Saligeh, M. 2006. Mekanyzmehprecipitation month country, geographical research, No. 55, pp. 1- 13.
17. <http://www.irimo.ir>
- climate.Global and Planetary Change 44 (2004) 107- 117.
13. Olga Matlik and Piia Post . 2008 . Synoptic Weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in
14. P. Sebert, A. Frank, and H. Formayer .2007. Synoptic and regional patterns of heavy precipitation in Austria.Theor. Appl. Climatol. 87, 139-153 (2007).