

## تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی: بارش دوره ۷-۱۴ مارس ۲۰۰۵، ۱۶ تا ۲۴ اسفند ۱۳۸۵)

قاسم عزیزی

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران [ghazizi@ut.ac.ir](mailto:ghazizi@ut.ac.ir)

معصومه نیری

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

شیما رستمی جلیلیان

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

### چکیده

در این مقاله بارش سنگین دوره ۷ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۵ (۱۶ تا ۲۴ اسفند ۱۳۸۵) غرب کشور به عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور تحلیل سینوپتیکی بارش مذکور از نقشه های روزانه سطح زمین و سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال استفاده شده است. تحلیل این نقشه ها از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش تا روز قطع کامل بارش انجام شده است. عناصر آب و هوایی مورد مطالعه در این تحلیل شامل: آمار روزانه بارندگی و رطوبت ایستگاههای منتخب در غرب کشور می باشد. نتایج نشان می دهند که سیستم کم فشار دریای مدیترانه و زبانه کم فشار سودانی باعث بارندگی های این دوره شده که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سیستم ها در سطح زمین نقش داشته اند. در روز شروع بارش در سطح زمین سیستم کم فشار مدیترانه ایی از سمت شمال غرب و زبانه کم فشار سودانی از طرف جنوب غرب به کشور نزدیک شده اند و در روز اوج بارش ادغام این دو سیستم باعث بارش سنگین در منطقه شده است. و با خروج این سیستم ها از غرب کشور و استقرار سیستم پرفشار سبیری شرایط پایداری از روز ۱۳ در منطقه حاکم شده است. در سطوح بالا نیز در روز شروع بارندگی محور ناوه در امتداد ترکیه، عراق و خلیج فارس و در غرب مرزهای منطقه، واقع شده است. با جابجایی موج کوتاه و تغییر موقعیت محور آن بطرف شرق و نزدیکتر شدن آن به منطقه، کم فشار مدیترانه در سطح زمین به طور همزمان پیشروی کرده است. در این حالت، تمام منطقه غرب کشور، در زیر شرق محور ناوه موج کوتاه قرار گرفته و باعث تشدید ناپایداری و صعود هوای مرطوب می شود. با جابجایی و حرکت موج کوتاه به طرف شرق و تغییر مکان محور ناوه، منطقه غرب در پشت محور ناوه قرار گرفته و به تبع آن موقعیت کم فشار زمینی نیز تغییر کرده و در نتیجه از شدت ناپایداری موج کوتاه و به تبع آن بارندگی، کاهش می یابد.

**واژگان کلیدی:** بارش شدید، سیستم های سینوپتیکی، ناوه مدیترانه، غرب ایران.

### مقدمه

بارش های سنگین به عنوان عاملی مخاطره انگیز در بروز حوادث طبیعی مثل سیل مطرح می باشند. از این رو مطالعه سینوپتیک سیستم های مولد آن می تواند نقش مهمی در تشخیص به موقع و کنترل سیلاب، آبگرفتگی های شهری و

آبخیزداری و کاهش ضایعات و تخریب داشته باشد. در این راستا، شناخت چگونگی تکوین، تقویت، مکانیسم فعالیت، قانونمندی حاکم بر حرکت الگوهای سینوپتیکی منجر به بارش های سنگین و سیل زا، زمینه لازم برای پیش بینی چنین توفانهایی را فراهم می کند.

منطقه غرب ایران به دلیل دارا بودن کوهستان ها، ناحیه مناسبی برای تشدید و گسترش بارندگی و گاهی جاری شدن سیل مساعد می باشد زیرا اثرات کوهستان ها در گیرش رطوبت هوا، نقش مهمی را در افزایش ریزش های جوی ایفا می کند. در ارتباط با تحلیل سینوپتیکی بارش های سنگین مطالعاتی به انجام رسیده همچون: لشکری (۱۳۷۵، ۱)، در پژوهشی به بررسی و مطالعه الگوهای سینوپتیکی بارش های سنگین جنوب غرب ایران پرداخته است. ایشان پس از تحلیل سینوپتیکی نقشه های سطح زمین، سطح ۸۵۰، سطح ۷۰۰ و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نتیجه گرفته است که وقوع بارش های سنگین و سیل آسا در جنوب غرب ایران نتیجه تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم فشار مونسون سودانی و منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آنها به سیستم دینامیکی و ترمودینامیکی می باشد. اشجعی باشکند (۱۳۷۹، ۱)، در پژوهشی به بررسی و مطالعه ی الگوهای سینوپتیکی بارشهای سنگین در شمال غرب ایران پرداخته است. ایشان در این پژوهش با بررسی بارش های ۲۴ ساعته، ۳۰ میلیمتر یا بیشتر در یک دوره ۵ ساله (۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶) و با استفاده از نقشه های هوا شناختی و آمار و اطلاعات ایستگاههای سینوپتیک منطقه شمالغرب نتیجه می گیرد که بیشتر بارش های سنگین در شمال غرب در فصل های بهار و پاییز رخ می دهد، عوامل موثر در این بارش ها که بیشتر به صورت رگباری می باشد شامل: ۱- اثرات کوهستان روی پدیده های جوی ۲- سیستمهایی که شمالغرب را تحت تاثیر قرار می دهند که عبارتند از سیستم پرفشار سبیری، سیستمهای کمفشار مدیترانه ای، سیستم پرفشار اروپا و سیستم کم فشار حرارتی (مونسون)، که بیشترین بارندگی را سیستمهای مدیترانه ای موجب می شوند. محمدی (۱۳۸۱، ۶۱)، با تحلیل سینوپتیکی بارش های ساحل جنوبی دریای خزر در شش ماه سرد سال نتیجه می گیرد که رخداد بارش های سنگین در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با حاکمیت پشته بر روی دریای سیاه، شرق تا مرکز اروپا، شرق دریای مدیترانه و حضور ناوه عمیق در شرق دریای سیاه همراه است. جهانبخش اصل و ذوالفقاری (۱۳۸۰، ۲۳۴)، الگوهای سینوپتیکی بارش های روزانه در غرب را مورد مطالعه قرار دادند. آنها با استفاده از روش تحلیل عاملی منطقه را به ۵ ناحیه ی مرکزی، شمالغربی، جنوبغربی و خرسی تقسیم بندی کرده و الگوهای سینوپتیکی حاکم بر هر کدام از آنها را شناسایی کرده اند. نتایج این بررسی حاکی از وجود اختلافات معنی دار در الگوی مراکز کم ارتفاع، ناوه موج کوتاه، محور ناوه در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و شدت فعالیت، فراوانی وقوع و مسیر حرکت مراکز کم فشار می باشد. خوشحال دستجردی (۱۳۷۴، ۱۴)، مدل های سینوپتیکی کلیماتولوژی را برای بارش های بیش از ۱۰۰ میلیمتر در سواحل دریای خزر تحلیل و ارائه کرده و نتیجه می گیرد که این بارش ها در اثر وجود جبهه های تقویت شده نسیم دریا، بوده و توسط سیستمهای سینوپتیکی به ساحل انتقال می یابند و افزایش مقدار ریزش باران با ارتفاع در دامنه های شمال البرز در اثر تقویت بادهای بالارو ایجاد می گردد. عربی (۱۳۸۵، ۱)، با تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیر ماه ۷۸ نتیجه می گیرد که گسترش و نفوذ سیستم کم فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب شرق و سیستم های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است. لشکری (۱۳۸۴، ۱۶۹)، با تحلیل دو نمونه از الگوی بارش های زمستانه ی جنوب شرق ایران نتیجه می گیرد که دو الگوی کلی سامانه های باران زای زمستانه جنوب شرق را ایجاد می کنند. اول: دو مرکز واچرخندی یکی روی شمال دریای سیاه و شرق اروپا و دیگری در شرق دریاچه ی آرال بسته می شود و زبانه های این دو مرکز با هم ادغام

گشته و زبانه جنوبی آن شرق مدیترانه تا شمال آفریقا را فرا می گیرد. دوم: واچرخندی روی دریاچه آرال و واچرخند دیگری روی اقیانوس اطلس و غرب مدیترانه بسته شده که زبانه آن تمام مدیترانه و شمال آفریقا را تا مصر در بر می گیرد. امیدوار (۱۳۸۶، ۸۱)، شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه ی شیرکوه یزد را مطالعه کرده و نتیجه می گیرد که سه نوع سیستم سینوپتیکی منطقه را تحت تاثیر قرار می دهد: ۱- استقرار کم فشار سودانی روی شبه جزیره عربستان ۲- سیستم های ترکیبی سودانی و مدیترانه ای و ۳- سیستم های مدیترانه ای. نجار سلیقه (۱۳۸۰، ۱۱۴)، با مطالعه سینوپتیکی بارش های تابستانی جنوب شرق ایران در دوره ی زمانی ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۲ نتیجه می گیرد که دو الگوی فشار متفاوت: ۱- اندر کنش دینامیکی بین سیستم های فشار عرض های پایین و بالا باعث ایجاد جبهه و صعود هوا می شود و ۲- گرمایش زمینی، ایجاد کم فشار حرارتی و صعود هوا می شود. مفیدی و همکاران (۲۰۰۷، ۳۰)، در پژوهشی الگوی سینوپتیکی بارش های سنگین و شدید پاییزه رادر ساحل جنوبی دریای خزر بررسی کرده اند. در این پژوهش داده های میانگین روزانه و ۶ ساعته بارش، فشار، شدت حرکت عمودی، رطوبت ویژه و مولفه های مداری و نصف النهاری باد در سطوح مختلف، از دو روز قبل از بارش به کار گرفته شده است. نتایج نشان می دهد که همه بارش های سنگین می تواند در سه الگوی پرفشار، کم فشار و ترکیبی طبقه بندی شوند و از ۲۸ روز مورد بررسی ۱۶ روز (۵۷،۱ درصد) بارش های سنگین در نتیجه وجود پرفشار و چرخش منفی وابسته به تاثیر زبانه پرفشار مستقر بر روی سواحل خزر بوده است. در مقابل فقط ۶ روز (۲۱،۴ درصد) با الگوی کم فشار منطبق بوده است و ۶ روز بارش های سنگین (۲۱،۴ درصد) به الگوی ترکیبی مربوط می شود. همچنین خاطر نشان می کنند در الگوی پرفشار و ترکیبی مهمترین مکانیسم بارش وجود همرفت محلی در سواحل جنوبی خزر بوده است. در حالیکه در الگوی کم فشار مهمترین مکانیسم بارش وجود سیکلون در منطقه است. عزیزی و صمدی (۱۳۸۶، ۷۲) در تحلیل سینوپتیک سیل ۲۸ مهر سال ۱۳۸۲ در گیلان و مازندران نتیجه گرفتند که وجود ناوه عمیق در شمال شرق اروپا و امتداد محور آن بر روی دریای خزر، موجب فرا رفت هوای سرد قطبی (C.P) از عرض های شمالی بر روی دریای خزر گردیده است. حضور آنتی سیکلون مهاجر با کشیدگی شمال غرب - جنوب در غرب ناوه و سیکلون جبهه ای در شرق ناوه و در نتیجه هم جهت شدن حرکت آنتی سیکلونی آن با حرکت سیکلونی جلو ناوه نیز باعث تقویت آن گردیده است. از سوی دیگر حرکت نصف النهاری قابل ملاحظه جریانات سطوح میانی جو موجب تقویت تاوایی شده است.

ماتلیک و پیپوست (۲۰۰۸، ۱۹۵)، بارش های سنگین و رابطه این بارش ها 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 روش های تحلیل دستی و طبقه بندی موقعیت های سینوپتیکی و همچنین مشخص کردن مسیرهای سیکلونی و جبهه ها شرایط منجر به بارش های سنگین را مشخص کرده اند. آنها در پایان نتیجه گرفته اند که اغلب بارش های سنگین توسط عبور کم فشارهای مختلف و سیستمهای جبهه ای به وقوع پیوسته اند. لورنزو و همکاران (۲۰۰۸، ۹۹)، یک فهرست از الگوهای سینوپتیکی بارش های سیلابی در شمال شرق شبه جزیره ایبری تهیه کرده اند. این الگوهای گردش با به کارگیری روش تحلیل مولفه های اصلی (PCA)، با استفاده از داده های روزانه و فشار سطح دریا (SLP) به دست آمدند. تحلیل با استفاده از داده های ۳۰۴ روز بارش بیش از ۱۰۰ میلیمتر در طی سالهای (۱۹۵۰ تا ۲۰۰۵) انجام شد. همچنین میانگین شاخص نوسان مدیترانه غربی (WEMOI) نیز برای به دست آوردن الگوهای سینوپتیکی محاسبه شده است. نتایج نشان دهنده یک ارتباط واضح بین مقادیر منفی این شاخص و بارش های سیلابی در شمال شرق ایبری می باشد. جانگک و

همکاران (۲۰۰۷، ۸۱)، در مطالعه موردی یک رخداد بارش سنگین استثنایی در ساحل شرقی شبه جزیره مالزی، با بررسی رویدادهای مشابه و به کارگیری مدل شبیه سازی (MM5) نتیجه می گیرند که توپوگرافی محلی نقش قاطعی در شکل دهی توزیع بارندگی در طول رویداد بارش سنگین را داشته و نقش عوارض زمینی مرتفع برای بلوکه کردن پیشروی سیستم به سمت غرب و جلوگیری از بارش بیش از حد نواحی داخلی شبه جزیره مالزی دارای اهمیت می باشد. سیرت و همکاران (۲۰۰۵، ۱) الگوهای ناحیه ای و سینوپتیک بارش های سنگین در استرالیا را مورد مطالعه قرار دادند. بدین منظور از بارش روزانه ی ۳۱ ایستگاه اقلیمی طی سالهای (۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷) استفاده کرده و در پایان هفت الگوی سینوپتیکی برای بارش های سنگین در استرالیا با استفاده از روش رتبه بندی مسیرها تعریف می کنند. لنا و همکاران (۲۰۰۷، ۲۷)، الگوهای جوی رویدادهای بارش های سنگین در جزایر بارلیک را بررسی کردند و بدین منظور داده های بارش های سنگین از مجموعه ایستگاههای باران سنجی در سراسر بارلیک از ژانویه ۱۹۹۵ تا می ۲۰۰۴ و همچنین نقشه های سینوپتیک سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به کار گرفته شده است، در پایان یک ارتباط قوی بین رویدادهای بارش های سنگین و سیکلون ها مشخص شد. کومار و همکاران (۲۰۰۸، ۱۸۹۷)، در مطالعه موردی رویداد بارش سنگین در مومبای هندوستان با به کارگیری و استفاده از یافته های اقلیم شناسی و مدل پیش بینی (WRF)، به بازسازی رویداد بارش سنگین و ارتباط آن با خصوصیات دینامیکی و ترمودینامیکی پرداخته اند. تعدادی از آزمایشات نشان داد که این مدل تا اندازه ی زیادی محلی شده و قابل استفاده می باشد. هوسوس و لولیس (۲۰۰۸، ص ۵)، در پژوهشی شرایط سینوپتیکی مرتبط با میزان بارندگی های شدید در یونان را با استفاده از روش آماری چند متغیره، شامل روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه ای بررسی کرده اند. برای این کار از داده های بارش روزانه ایستگاههای هواشناسی، مقادیر نقطه ای شبکه ۲٫۵\*۲٫۵ تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، میانگین فشار سطح دریا و ضخامت بین تراز ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال، برای ۲۷۳ نقطه شبکه بر روی اروپا در دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۲ استفاده شده است. نتایج آنها نشان دهنده رابطه الگوهای بارش سنگین با فعالیت سیکلونی شدید بر بالا یا نزدیک ناحیه گریک در یونان می باشد. همچنین در پایان ۹ ساختار گردشی مختلف مشخص شده که عمدتاً به موقعیت و شدت سیستمهای سینوپتیکی هوای سطح بالا و سطح زمین برمی گردد. اسونسون و همکاران (۲۰۰۱، ۵۶۹)، در پژوهشی ویژگی های روزانه رویدادهای بارندگی سنگین ۳ و ۲۴ ساعته را که از آستانه معین تجاوز کرده بودند بر اساس نوع الگوی آب و هوایی سینوپتیک در اسکاتلند بررسی کرده اند. در این مطالعه از داده های بارش ساعتی برای سالهای ۱۹۸۶ - ۱۹۷۰ در اسکالمویر (یک مکان مرتفع در جنوب اسکاتلند)، و طبقه بندی انواع الگوی آب و هوایی استفاده شده است. با به کارگیری روش آماری تحلیل خوشه ای، انواع آب و هوا در ۵ گروه مطابق با توزیع مجموع بارش روزانه دسته بندی شدند و متعاقباً ۲۷۲ مورد بارندگی بیش از آستانه، برای هر دوره استخراج شد. آنها اشاره می کنند که بارش های بیش از آستانه در اوایل صبح ممکن است عمدتاً توسط جبهه های گرم به وجود آیند. این امر با جبهه های گرم که شرایط مساعد را برای افزایش صعود اوروگرافیک فراهم می کنند و به طور غالب در اوایل صبح رخ می دهند سازگاری دارد. در حالی که وقوع بارش بیش از آستانه در بعد از ظهر نشان دهنده پیشروی جبهه سرد توسط همرفت حرارتی می باشد. در پایان به خاطر عبور یک سیکلون که معمولاً شامل یک جبهه گرم می باشد، بارش های سنگین ۲۴ ساعته اغلب در ۴ ساعت اول بعد از نیمه شب رخ می دهند. واید و همکارانش (۲۰۰۷، ص)، اثر شاخص نوسان غرب مدیترانه را بر بارش های سیلابی در کاتالونیا بررسی کرده اند، بدین منظور آنها الگوهای سینوپتیکی بارش های سیلابی در کاتالونیا را با بکارگیری روش تحلیل مولفه های اصلی (PCA)، مورد بررسی قرار دادند و در پایان نتیجه

گرفته اند که ارتباط معناداری بین مقادیر منفی این شاخص با بارش سیلابی رخ داده در کاتالونیا وجود دارد. سکسیونگ و همکاران (۲۰۰۶، ۵۵۵)، با مطالعه ی سینوپتیکی رویداد بارش سنگین بر روی هونگ کونگ در طول یک فصل پیش بارانی در جنوب چین نتیجه گرفته اند که: بارش سنگین در هونگ کونگ مستقیماً توسط مجموعه ای از سیستم های مقیاس متوسط ایجاد شده است و سیستم های متوسط با جریان قوی تروپوسفر میانی - پایینی مخصوصاً در لایه مرزی حرکت داده می شوند و چرخه حیات آنها ۳-۶ ساعت و اندازه افقی آنها ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتر می باشد. کید و اسکین (۲۰۰۸، ص ۲۷۹۱)، ارتباط بین الگوهای اقلیمی بزرگ مقیاس و الگوهای سینوپتیکی بارش های ویکتوریا را مورد مطالعه قرار دادند و همچنین اثر الگوهای بزرگ مقیاس بر فرکانس و زمان الگوهای سینوپتیکی ناحیه ای را بررسی کردند.

## روش انجام کار

مطالعه بارش های سنگین بر پایه داده های روزانه بارندگی از اهمیت ویژه ای برخوردار است این بارش ها در دوره های ۲۴ ساعته، هفتگی و کمتر از آن رخ می دهند. در این مقاله بارش سنگینی که در یک دوره هفتگی از ۷-۱۳ مارس ۲۰۰۵ در غرب کشور رخ داده مورد مطالعه قرار گرفته که هدف از این مطالعه، تحلیل علل وقوع بارش های سنگین غرب کشور می باشد. در این راستا آمار روزانه بارندگی و رطوبت از سازمان هواشناسی کل کشور تهیه و مورد تحلیل قرار گرفته است. به منظور تحلیل سینوپتیکی بارش مذکور و چگونگی ورود سیستم های سینوپتیک به منطقه از نقشه های روزانه ترازهای سطح زمین، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال سایت [www.cdc.noaa.gov](http://www.cdc.noaa.gov) استفاده شده است. تحلیل نقشه های سینوپتیک از قبل از وقوع بارش در غرب کشور یعنی ۷ مارس تا روز قطع کامل بارش یعنی ۱۴ مارس می باشد. ایستگاههای مورد نظر در محدوده عرض ۳۳ تا ۳۵ درجه شمالی و طول ۴۵ تا ۵۰ درجه شرقی انتخاب شده اند، که عبارتند از: کرمانشاه، سنندج، همدان، خرم آباد، ایلام، روانسر، اسلام آبادغرب، سرپل زهاب، کنگاور، بروجرد، نورآباد، پلدختر، الیگودرز و اراک.

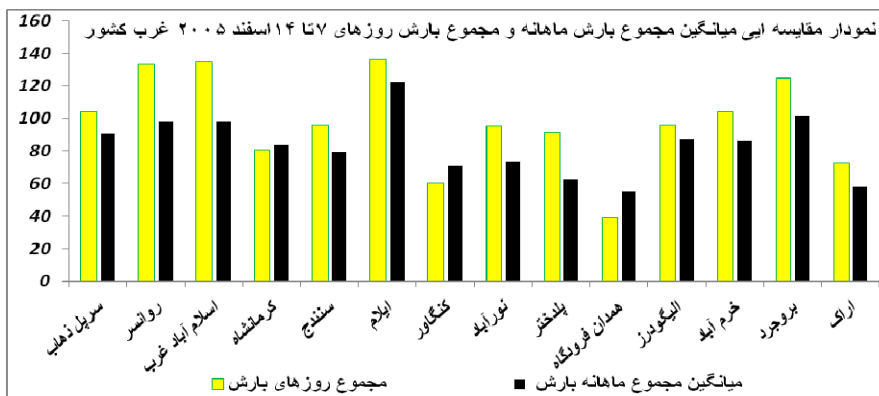
## یافته های تحقیق

جداول بارندگی و رطوبت ایستگاههای منتخب نشان می دهد که ارتباط معناداری بین این دو عنصر آب و هوایی وجود دارد.

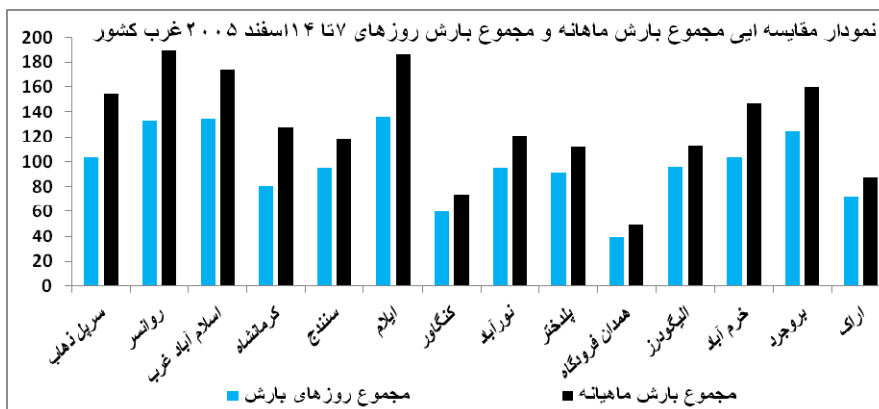
جدول شماره (۱): میزان بارندگی روزانه ایستگاههای غرب کشور در ۷ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۵

بارندگی ایستگاه	7	8	9	10	11	12	13	مجموع بارش در دوره مورد بررسی	مجموع بارش ماهیانه	درصد از مجموع بارش ماهانه	میانگین مجموع بارش ماهانه
سرپل ذهاب	0	0.3	29	26.6	48	0	0	103.9	155.4	67	91.2
روانسر	0	8	30.5	24	67	4	0	133.5	189.4	70	97.9
اسلام آباد غرب	0	3.5	26.6	33	72	0	0	135.1	174.5	77	98.4
کرمانشاه	0	0.2	18	14.2	46	2.2	0	80.6	127.8	63	83.9
سنندج	0	0	21	25	49	1	0	96	119	81	79.9
ایلام	0	0.4	9.5	46	79	1.2	0	136.1	186.4	73	122.6
کنگاور	0	0	8.5	11	37	3.5	0	60	74.1	81	70.8
نورآباد	0	0.5	10	18	41	26.2	0	95.7	121.3	79	73.9
پلدختر	0	0	0.2	23.6	41	27	0	91.8	112.4	82	62.7
همدان فرودگاه	0	0	1	0.2	31	7	0	39.2	49.7	79	55.2
الیگودرز	0	0	0	8.2	43	30	15	96.2	112.8	85	87.2
خرم آباد	0	0	0	28	28	48	0	104	147.3	71	87
بروجرد	0	0	2	14	41	68	0	125	160	78	102
اراک	0	0	0.1	0.1	14	55.5	3	72.7	87.1	83	58.6

با توجه به جدول های ۱ و ۲ مشاهده می شود که در روز اوج بارش مقدار این دو عنصر به طور همزمان به حداکثر می رسد. همچنین در همه ایستگاهها بارش روزهای ۷ تا ۱۳ مارس بیش از ۷۰ درصد از مجموع بارش ماه مارس را تشکیل می دهد. مقایسه بارش روزهای ۷ تا ۱۳ مارس با میانگین مجموع بارش ماهانه حاکی از آن است که مجموع بارش این روزها از میانگین مجموع بارش ماهانه مارس بیشتر است و این نشان دهنده اهمیت این بارش ها از لحاظ مقدار و شدت آن می باشد (اشکال ۱ و ۲).



شکل شماره ۱. مقایسه میانگین مجموع بارش ماهانه و مجموع بارش روزهای ۷ تا ۱۴ اسفند ۲۰۰۵ غرب کشور



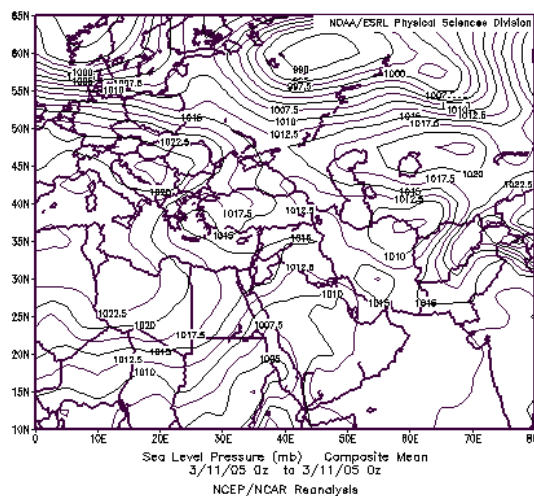
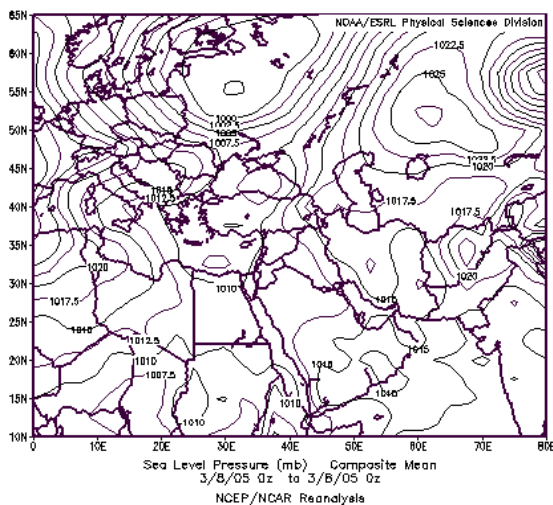
شکل شماره ۲. مقایسه مجموع بارش ماهانه و مجموع بارش روزهای ۷ تا ۱۴ اسفند ۲۰۰۵ غرب کشور

جدول شماره ۲: میزان رطوبت روزانه ایستگاههای غرب کشور در ۷ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۵

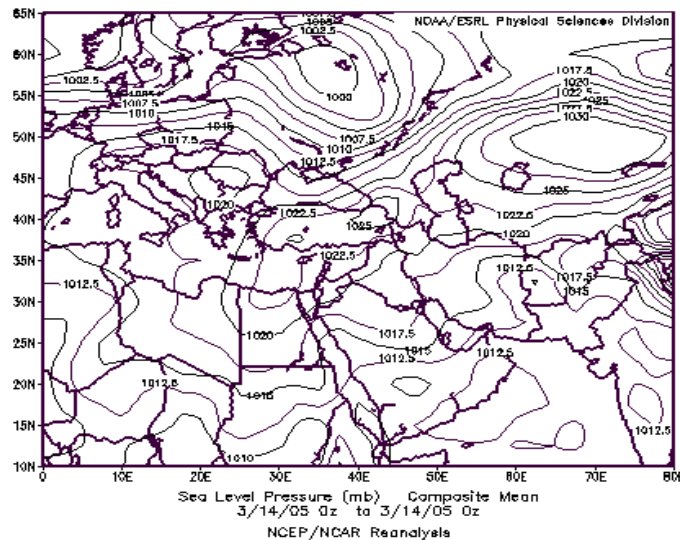
روزها/ایستگاه	7	8	9	10	11	12	13	میانگین
سرپل ذهاب	72.3	76.5	81.4	85.8	94.4	78.5	68.4	79.6
روانسر	60.9	73.8	79.1	85.8	90.6	72.9	63.8	75.3
اسلام آباد غرب	74.9	78.1	79.8	87.5	95.3	77.0	70.1	80.4
کرمانشاه	62.0	76.9	81.1	84.9	91.4	73.9	68.4	76.9
سنندج	53.1	72.3	70.0	85.3	92.6	67.9	59.1	71.5
ایلام	64.4	73.4	79.6	91.4	96.3	86.8	63.8	79.4
کتکاور	60.5	73.6	68.6	79.5	92.8	73.5	64.8	73.3
نورآباد	56.4	72.0	70.5	95.9	97.6	83.5	61.9	76.8
پلدختر	45.6	61.9	71.0	69.3	60.4	52.5	51.1	58.8
همدان فرودگاه	53.0	63.5	53.3	68.6	91.9	78.6	61.9	67.3
الیگودرز	57.8	67.0	64.9	75.9	83.0	85.9	55.8	70.0
خرم آباد	66.6	73.8	69.1	91.0	78.1	84.4	73.9	76.7
بروجرد	55.8	63.6	63.9	87.0	85.6	77.4	55.4	69.8
اراک	45.6	60.8	54.3	58.0	69.0	88.5	72.9	64.2

## تحلیل نقشه های هوا

در تحلیل نقشه های سطح زمین (اشکال ۳ و ۴) در روزهای ۷ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۵ مشاهده می شود که در روزهای قبل از وقوع بارش ابتدا توده هوای سردی در قسمت شمال شرقی اروپا تشکیل شده که با عبور از روی اروپا و شمال مدیترانه به قسمت های شمال غربی کشور وارد می شود در این زمان در منطقه غرب کشور یک مرکز پرفشار حاکم است و در هیچ کدام از ایستگاههای مربوطه بارشی گزارش نشده است. یک مرکز کم فشار در قسمت شمال شرقی اقیانوس اطلس و جنوب غربی دریای مدیترانه در حال شکل گیری است. در ادامه این سیستم در قسمت مرکزی دریای مدیترانه تشکیل یک سلول کم فشار بسته داده که در روز هشتم این هسته کم فشار بر روی شمال و مرکز ترکیه قرار گرفته که زبانه های آن از شمال ترکیه تا شمال آفریقا و بر روی شرق مدیترانه، شمال عربستان و دریای سرخ گسترش یافته است و در این روز بارش در غرب کشور آغاز شده است. در روزهای شروع بارندگی این سیستم کم فشار در راستای شمال غرب ایران قرار گرفته که حاکی از پیشروی سیستم به غرب کشور می باشد و زبانه های آن به صورت نصف النهاری بر روی شرق مدیترانه، ترکیه، عراق و سراسر شمال و شمال غرب و غرب ایران گسترش یافته است، در این زمان هسته کم فشار دیگری بر روی دریای مدیترانه تشکیل شده است. از نظر رژیم بارش در روز نهم اکثر شهرهای غربی دارای بارش هستند به استثنای ایستگاههای خرم آباد و الیگودر. در ادامه مرکز کم فشار سودانی نیز در شمال آفریقا تشکیل شده که این مرکز کم فشار با عبور از جنوب دریای مدیترانه و شمال دریای سرخ و جذب رطوبت از این منابع بتدریج به سمت عربستان و عراق حرکت کرده و در مرحله بعد وارد غرب و جنوب غرب ایران می شود. این سیستم در روز نهم تا نزدیکی خلیج فارس کشیده شده است. پیشروی دو سیستم کم فشار سودانی از سمت جنوب و کم فشار مدیترانه ایی از سمت شمال و برخورد این دو سیستم سرد و گرم، باعث تشکیل جبهه و وقوع بارشهای سنگین در روزهای اوج بارندگی (دهم و یازدهم) در غرب کشور شده است. روز دهم همه ایستگاهها دارای بارش هستند که میانگین بارش نسبت به روز قبل افزایش قابل توجهی را نشان می دهد. روز یازدهم نیز روز اوج بارش در همه ایستگاههای مورد بررسی می باشد. بیشترین بارندگی در ایستگاه ایلام و به میزان 79mm و بعد از آن در ایستگاههای اسلام آباد غرب با 72mm و روانسر با 67mm و ثبت شده است.



اشکال ۴: نقشه هوای سطح زمین در روز ۸ مارس (شروع بارش) و ۱۱ مارس (اوج بارش) سال ۲۰۰۵



شکل ۵. نقشه هوای سطح زمین روز ۱۴ مارس (خاتمه بارش)

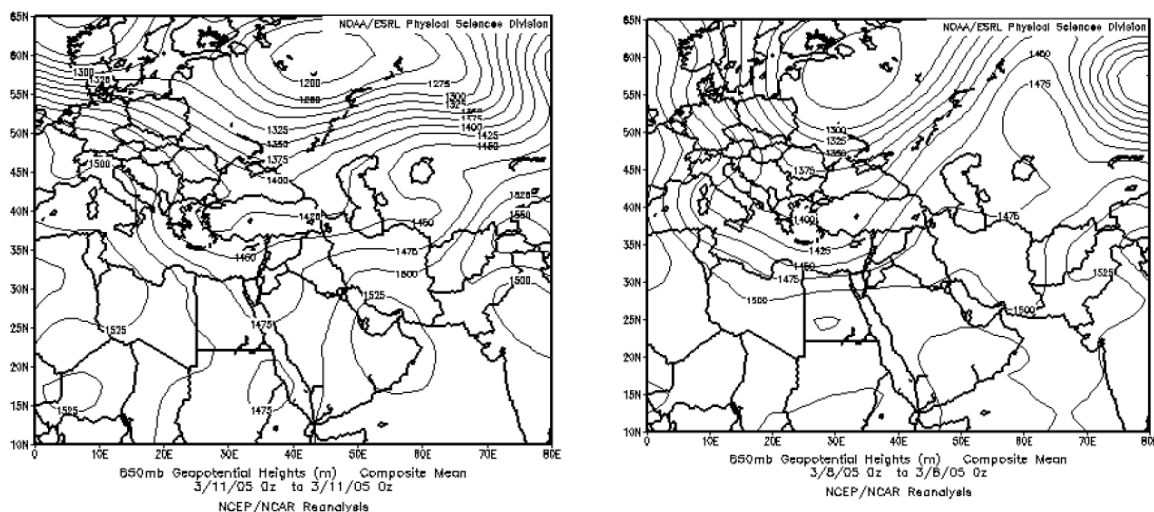
در روزهای پایانی بارش (روزهای دوازدهم و سیزدهم) و همزمان با ضعیف شدن تدریجی سیستم های مدیترانه و سودانی، و خروج آنها از غرب و پیشروی آن به سمت شرق ایران از میزان بارش در غرب کشور کاسته شده و ایستگاههای مرکزی بارش بیشتری داشته اند. بیشترین میزان بارش در این روز مربوط به بروجرد با 68mm و بعد از آن اراک با 55.5mm بارش می باشد. در روز سیزدهم مرکز پرفشار سبیری بر روی شمال غربی دریای خزر تشکیل شده است که زبانه ایی از این سیستم پرفشار بر روی شمال شرق، شمال و شمال غرب ایران کشیده شده است. در روز چهاردهم علاوه بر وجود این سیستم پرفشار، در شمال غرب ایران نیز یک هسته پرفشار تشکیل شده است که غرب ایران را نیز تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۵). از نظر بارش در روز سیزدهم تنها دو ایستگاه الیگودرز با 15mm و اراک با 3mm بارش داشته اند و در بقیه ایستگاهها بارشی ثبت نشده است. در روز چهاردهم هیچ کدام از ایستگاههای مورد نظر بارشی نداشته اند.

### تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

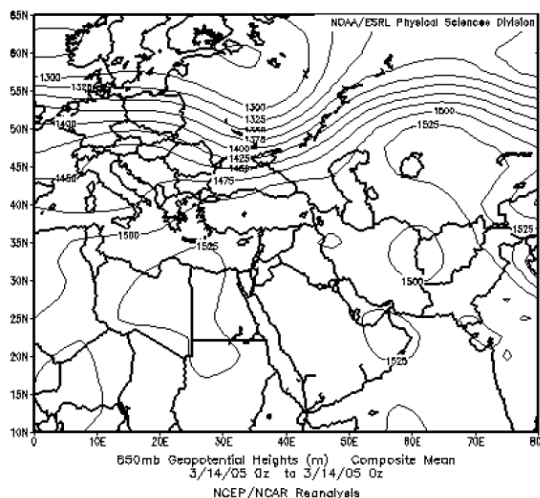
تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بدلیل نزدیکی به سطح به زمین تحت تأثیر این لایه بوده و به نوعی نمایشگر ویژگی های تعدیل شده سطح زمین می باشد. در روزهای قبل از شروع بارندگی مرکز کم ارتفاع قوی بر روی شمال اروپا شکل گرفته و زبانه های خود را بر روی تمام اروپا و اقیانوس اطلس شمالی و مدیترانه گسترش داده است. این سیستم در غرب مدیترانه تشکیل یک ناوه داده است. همزمان در ایران نیز امواج بادهای غربی مشاهده می شود و شمال غرب و غرب ایران در زیر پشته این امواج قرار دارد. با شروع بارندگی (روز هشتم) ناوه غرب مدیترانه همزمان با جابجایی سیستم کم ارتفاع به طرف شرق حرکت کرده و بر روی مرکز و شرق مدیترانه گسترش یافته است، به دنبال آن پشته خیلی عمیقی در جلوی این ناوه تشکیل شده که ایران در قسمت جلوی آن قرار گرفته است. در قسمت جنوب مرکز کم فشاری بر روی آفریقا شکل گرفته است که در حال حرکت به سمت شمال خود می باشد. در روز نهم با ورود جریان بادهای غربی با امواج منظم و گرادیان شدید به مدیترانه، و به دنبال آن ورود این امواج به ایران از شمال تا جنوب بارش ها شدت بیشتری یافته اند. همزمان با روزهای اوج بارندگی ناوه عمیقی بر روی ترکیه تشکیل شده است که ایران در قسمت جلوی



این ناوه قرار گرفته است. در قسمت جنوب کشور نیز سیستم کم فشار سودانی بروی خلیج فارس سلول بسته ای را تشکیل داده که زبانه آن تا غرب ایران گسترش دارد. در روز اوج بارش در منطقه (روز یازدهم) ناوه بادهای غربی که در روز دهم بر روی ترکیه تا شما عربستان و آفریقا کشیده شده بود عمیق تر شده و قسمت هایی از دریای سرخ و شمال عربستان را در بر گرفته است. این ناوه به سمت شرق پیشروی کرده و که غرب ایران در قسمت جلوی این ناوه قرار دارد (اشکال ۶ و ۷). در قسمت جنوب کشور زبانه سیستم سودانی تا مرکز ایران کشیده شده است. قرار گیری غرب کشور در قسمت جلو ناوه و همچنین برخورد آن با سیستم سودانی باعث ریزش بارشهای شدیدی در این روز در غرب کشور گشته است. روز دوازدهم در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ناوه مستقر بر روی مدیترانه، دریای سرخ و شمال عربستان به غرب ایران کشیده شده و بر روی غرب ایران یک ناوه ضعیف را تشکیل داده است. در جنوب کشور نیز سیستم سودانی به طرف شرق ایران جابجایی داشته و زبانه آن از روی غرب ایران برداشته شده است. در روز سیزدهم تنها در قسمت شمال و شمالغرب کشور موجی از بادهای غربی عبور می کند، در قسمت جنوبی کشور نیز اثری از سیستم کم فشار سودانی دیده نمی شود. در روز چهاردهم سیستم بادهای غربی به سمت شمال پیشروی بیشتری داشته و اثری از امواج بادهای غربی در کشور دیده نمی شود (شکل ۸).



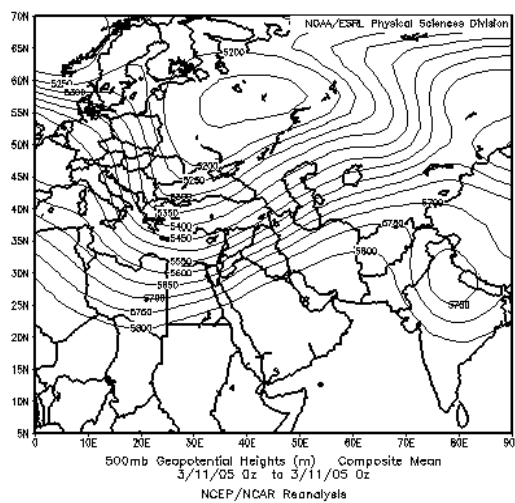
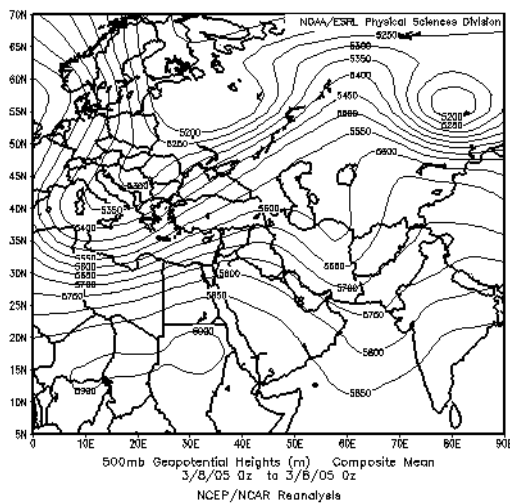
اشکال ۶ و ۷ نقشه هوای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۸ مارس (شروع بارش) و ۱۱ مارس (اوج بارش) سال ۲۰۰۵.



شکل ۸ نقشه هوای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۱۴ مارس (خاتمه بارش) سال ۲۰۰۵

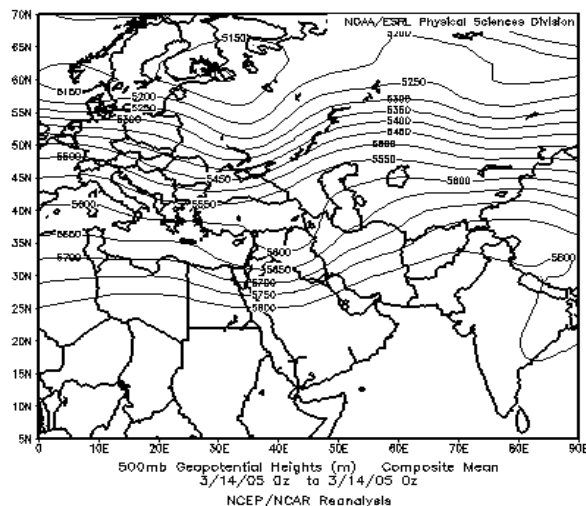
## تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

در بررسی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روند پیشروی و نفوذ بادهای غربی به کشور به خوبی مشهود است. در تحلیل این تراز در روزهای بارندگی می توان گفت که با قرار گیری یک مرکز کم فشار در بستر امواج بادهای غربی و ایجاد یک ناوه نسبتاً عمیق در شرق دریای مدیترانه، غرب شبه جزیره عربستان و در مجاورت دریای سرخ که در فاصله قابل توجهی از غرب ایران واقع شده اند، ضمن تغذیه رطوبت از این دریاها و نیز تا حدودی دریای سیاه و تقویت سیستم کم ارتفاع امکان بروز ناپایداریهای جوی و شروع بارندگی در غرب کشور به وجود آمده است. در روز شروع بارندگی یعنی ۸ مارس، محور ناوه موج کوتاه در فاصله دورتری از منطقه غرب قرار دارد. استقرار یک مرکز کم ارتفاع در ساحل دریای مدیترانه و دریای سرخ و امتداد ناوه و محور آن از شمال خاورمیانه تا شبه جزیره عربستان زمینه ناپایداری و صعود هوا را در این ناحیه فراهم می آورد. در اثر مساعدت موج ناپایدار سطح بالا، ابتدا در تعدادی از ایستگاههای ناحیه بارندگی اتفاق افتاده که نشانه ورود کم فشار می باشد. با نزدیکتر شدن مرکز کم فشار به منطقه بر شدت بارش ها و تعداد ایستگاههای دارای بارش افزوده شده است. بطوریکه در اوج بارش هم از نظر تعداد ایستگاههای دارای بارش و هم از نظر شدت بارش وضعیت سیستم های زمینی و فوقانی، نسبت به روز شروع بارش ها متفاوت می باشد. در روز اوج بارش یعنی ۱۱ مارس که شدت بارش ها در تمام ایستگاهها افزایش یافته محور موج کوتاه به سمت شرق خود جابجا و به منطقه غرب کشور نزدیکتر می شود. وقوع چنین شرایطی در سیستم های زمینی و مطابقت آنها با سیستم های فوقانی حاکی از منشا سیکلونی بارش های این ناحیه است (اشکال ۹ و ۱۰).



اشکال ۱۰ و ۹ نقشه هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۸ مارس (شروع بارش) و ۱۱ مارس (اوج بارش) سال ۲۰۰۵

در روز خاتمه بارندگی محور ناوه مناطق مرکزی و شرقی کشور را تحت تأثیر خود قرار داده است. در این زمان، منطقه غرب کشور در زیرمحور ناوه مدیترانه قرار گرفته و از شدت ناپایداری موج کوتاه کاسته شده و شرایط پایداری و پرفشار جوی بر منطقه غرب حاکم می گردد. در این شرایط، مناطق شرقی کشور تحت تأثیر موج ناپایدار جوی قرار داشته و در معرض بارندگی است در همین موقع در منطقه مورد مطالعه، شرایط پرفشاری و ریزش هوای سرد از عرض های بالاتر غالب است (شکل ۱۱).



شکل ۱ نقشه هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۴ مارس (خاتمه بارش)

### نتیجه گیری

در این دوره که ابتدا یک توده هوای سرد با منشأهای قطب شمال تا جبل الطارق پس از عبور از روی اروپا و شمال دریای مدیترانه و دریای سیاه و سرانجام ترکیه و عراق به نواحی غربی و شمال غربی ایران وارد شده و همینطور توده های هوای گرمی نیز با شکل گیری در شمال آفریقا و سواحل جنوبی مدیترانه و عبور از روی دریای مدیترانه و جذب رطوبت از این دریا و حرکت به سمت شمال عربستان و عراق وارد غرب و جنوب غرب ایران شده است. همزمانی تقریبی این دو توده هوای گرم و سرد و نیز تداوم یافتن توده هوای گرم در طول روزهای بارندگی می تواند علت اصلی بارش سنگین مذکور در غرب کشور باشد. نقشه های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز حاکی از استقرار یک ناوه نسبتا عمیق در شرق دریای مدیترانه و قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه در شرق محور ناوه دارد. انطباق محور ناوه موج کوتاه با شرایط جوی حاکم بر سطح زمین در جریان نفوذ یک سیستم و بررسی داده های بارندگی، رطوبت ایستگاههای مورد مطالعه نشان می دهد که اگر استقرار ناوه موج کوتاه به گونه ای باشد که امکان جذب رطوبت از دریای سیاه، مدیترانه و شمال دریای سرخ را داشته باشد، بدلیل عمق و شدت ناوه موج کوتاه، ناپایداری هوا بشدت تقویت شده و بارش های سنگینی در سطح منطقه ایجاد می شود. در روز اوج بارش، محور موج کوتاه وارد غرب کشور شده و در روز خاتمه بارندگی محور ناوه، مناطق مرکزی و شرقی کشور را تحت تأثیر خود قرار داده است و چون در این موقع، منطقه غرب کشور در عقب محور فرود مدیترانه ای قرار می گیرد از شدت ناپایداری موج کوتاه کاسته شده و شرایط هوراه با ریزش هوای سرد از عرض های بالاتر بر منطقه حاکم شده است. در یک تحلیل کلی از نقشه های سینوپتیک قبل از وقوع بارش تا روز پایان آن می توان چنین نتیجه گرفت که در سطح زمین دو سیستم مختلف در شمال و جنوب کشور باعث بارش های دوره ی ۸ تا ۱۴ مارس در غرب کشور شده است. سیستم کم فشار دریای مدیترانه و زبانه کم فشار سودانی باعث بارندگی های این دوره شده که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سیستم ها در سطح زمین نقش داشته اند. در روز شروع بارش در سطح زمین سیستم کم فشار مدیترانه ایی از سمت شمال غرب و زبانه کم فشار سودانی از طرف جنوب غرب به کشور نزدیک شده اند و در روز اوج بارش ادغام این دو سیستم باعث بارش سنگین در منطقه شده است. و با خروج این سیستم ها از غرب کشور و استقرار سیستم پرفشار سیبری شرایط پایداری از روز ۱۳ در منطقه حاکم شده است. در سطوح

بالا نیز در روز شروع بارندگی محور ناوه در امتداد ترکیه، عراق و خلیج فارس و در غرب مرزهای منطقه، واقع شده است. با جابجایی موج کوتاه و تغییر موقعیت محور آن بطرف شرق و نزدیکتر شدن آن به منطقه، کم فشار مدیترانه در سطح زمین به طور همزمان پیشروی کرده است. در این حالت، تمام منطقه غرب کشور، در زیر شرق محور ناوه موج کوتاه قرار گرفته و باعث تشدید ناپایداری و صعود هوای مرطوب می شود. با جابجایی و حرکت موج کوتاه به طرف شرق و تغییر مکان محور ناوه، منطقه غرب در پشت محور ناوه قرار گرفته و به تبع آن موقعیت کم فشار زمینی نیز تغییر کرده و در نتیجه از شدت ناپایداری موج کوتاه و به تبع آن بارندگی، کاهش می یابد.

## منابع

۱. اشجعی، محمد، (۱۳۷۹): بررسی و ارائه مدل های سینوپتیکی بارش های سنگین در شمال غرب ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما؛ محمد خیراندیش، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.
۲. امیدوار، کمال، (۱۳۸۶): تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۹، صص ۹۸-۸۱.
۳. جهانبخش اصل، سعید و ذوالفقاری، حسن، (۱۳۸۰): بررسی الگوهای سینوپتیکی بارش های روزانه در غرب ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۳ و ۶۴، صص ۲۵۸-۲۳۴.
۴. خوشحال دستجردی، جواد، (۱۳۷۶): تحلیل و ارائه مدل های سینوپتیکی کلیماتولوژی برای بارش های بیش از یکصد میلی متر در سواحل جنوبی دریای خزر، رساله دکتری جغرافیا، استاد راهنما؛ هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۶.
۵. سلیقه، محمد، (۱۳۸۰): الگوی سینوپتیکی بارش های تابستانه جنوب شرق ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲، صص ۱۱۴-۱۲۵.
۶. عربی، زهرا، (۱۳۸۵): تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ی ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۶، صص ۱۵-۱.
۷. عزیزى، قاسم و زهرا صمدی (۱۳۸۶): تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان های گیلان و مازندران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۰، صص ۶۱-۷۴.
۸. لشکری، حسن (۱۳۷۵): الگوی سینوپتیکی بارشهای شدید جنوب غرب ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، استاد راهنما؛ هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.
۹. لشکری، حسن، (۱۳۸۴): تحلیل سینوپتیکی دو نمونه از الگوهای بارش های زمستانه جنوب شرق ایران، ویژه نامه جغرافیایی، شماره ی ۳۸، صص ۱۹۶-۱۶۹، بهار ۸۴.
۱۰. محمدی، محمدرضا (۱۳۸۱): تحلیل همدیدی بارش های ساحل جنوبی دریای خزر در شش ماه سرد سال، مجله علوم و فنون دریایی ایران، شماره ی ۲، صص ۷۲-۶۱.
11. Anil, Kumar , J. Dudhia, R. Rotunno, Devniyogi and V. c Mohanty ( 2005 ): Analysis of the 26 july 2005 heavy rain event over Mumbai,India using the Weather Research and forecasting (WRF ) model,Quarterly journal of the royal meteorological society 134:1897-1910.
12. Cecilia Svensson, Dorte Jakob and Duncan W. Reed. ( 2001 ): Diurnal characteristics of heavy precipitation according to weather type at an upland site in Scotland ,International of climatology ,22:569-585.

13. Hossos, E, C. J Lolis, and A. Bartzokas ( 2008 ): Atmospheric Circulation Patterns associated with extream precipitation amounts in Greece , Adv.Geosice, 17, 5 -11.
14. J.Martin, J. vide, A.sanchoz –lorenzo, J. A. lopez, Bustins, A., Garcia, Manual, J. M. raso and M. J. cordobilla, (2007): Torrential rain fall in catalonia :synoptic patterns and Wemo influence,EMS7 / ECAM, vol. 4, 200.
15. Juneng, L., F. T. Tangang, and C. J. C. Reason (2004): Numerical case study of an extreme rainfall event during 9-11 December 2004 over the east coast of Peninsula Malaysia, Meteorol Atmosphys 98..
16. Lana, A., J. campains, A ,Genoves and A. Jansa (2007): Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic islands ,Adv .Geosci,12,27-32,2007
17. Mofidi, A.Zarin,A.and Janbaz Ghobadi ,Gh ( 2007 ) ,Determining the synoptic Pattern of autumn heavy and extream Precipitation the southern coast of the Caspian sea,Journal of the Earth and space Physics ,Vol. 33.
18. Olga Matlik and Piia Post ( 2008 ): Synoptic Weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961-2005 ,Estonia Journal of Engineering , 195-208.
19. Petra, seibert ,Andreas frank and Herbert formayer (2005): Synoptic and Regional Patterns of heavy precipitation in Austria,Institute of Meteorology, university of Natural resource and Applied life science Vienna.
20. Sanchez,-Lorenzo, J .A.Lopez- Bustins, M. J. Codobilla, A. Garcia-Manuel, and J. M. Raso (2008): Torrential rainfall in northeast of the Ibrian Peninsula: Synoptic Patterns and Wemo influence Adv. Sci. Res, 2, 99-105.
21. Verdon D., kidden, and A.skiem (2008) , on the relationship between large-scale climate models and regional synoptic pattern that drive Victorian rainfall , Hydrol .earthsyst .sci.discuss,5 ,2791-2815, 2008
22. ZHAO sixing, Bel Nafang, and Sun Jianhua (2006): Mesoscle Analysis of a Heavy Rain fall Event over Hong kong During a pre –rainy season in south china, Advance in Atmospheric sciences, Vol. 24, No. 4, 2007.