نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹
صفحات ۱۶۳ – ۱۷۸

واکاوی همدید اثرات حرکات واچرخندی بر بارش های سیلابی استان کرمان

کمال امیدوار[۱]؛ استاد اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
مهدی محمودآبادی؛دانشجو دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
پریسا شمس؛ دانشجو ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
محبوبه امیری اسفندقه؛ دانشجو دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۸/۰۶/۱۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۴/۲۶

چکیده

به علت اینکه مکانیسم حرکات واچرخندی میل به نزول و فرونشینی هوا می‌باشد لذا تاثیر این حرکات و موقعیت قرارگیری انها در وقوع ریزش‌های سیلابی قابل توجه می‌باشد. در این مقاله بارش‌های سیلابی دو دهه گذشته استان کرمان مورد بررسی و دو مورد از شدیدترین انها انتخاب شد. به علت تاکید این مقاله بر استان کرمان ابتدا با استفاده از شاخص آماری توزیع گامبل تیپ ۱، بارش سنگین برای هر یک از ایستگاه‌های استان محاسبه گردید. سپس ویژگی‌های ترمودینامیک بارش‌های مورد نظر با استفاده از داده‌های رادیوسوند و نمودار اسکیوتی ایستگاه کرمان مورد تحلیل قرار گرفت. برای تحلیل این سیلاب‌ها از داده‌های روزانه بارش ۱۰ ایستگاه سینوپتیک استان و نقشه‌های فشار سطح دریا و سطوح ۸۵۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال استفاده گردید. سپس آرایش الگوی همدید و روند آن در نقشه‌های هوا، طی یک دوره انتخابی ۳ روزه بررسی شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که عامل اصلی ایجاد بارش‌های سیلابی در منطقه مورد مطالعه، تقویت فرود شرق مدیترانه در تروپوسفر میانی است همچنین نکته قابل توجه در وقوع بارش‌ها وجود حرکات واچرخندی شدید بر روی ابهای جنوبی و بویژه دریای عمان می‌باشد که سبب تزریق هر چه بیشتر رطوبت به نواحی داخلی کشور شده و شرایط لازم را برای وقوع این‌گونه بارش‌ها فراهم می‌نماید.

کلید واژه ها: تحلیل همدید، واچرخند، بارش سیلابی، کرمان.

[۱] . نویسنده مسئول: Email: komidvar@yazd.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

مقدمه

به علت اینکه مکانیسم حرکات واچرخندی میل به نزول و فرونشینی هوا می‌باشد لذا تاثیر این حرکات و موقعیت قرارگیری انها در وقوع ریزش‌های سیلابی قابل توجه می‌باشد. بدین منظور در این مقاله بارش‌های سیلابی دو دهه گذشته استان کرمان مورد بررسی و دو مورد از شدیدترین انها مورد بررسی قرار گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عامل اصلی ایجاد بارش‌های سیلابی در منطقه مورد مطالعه، تقویت فرود شرق مدیترانه در تروپوسفر میانی است لذا زمانی که با حرکت رو به پایین سامانه ناوه قطبی همراه باشد به سمت عرض‌های پایین‌تر منتقل شده، در نتیجه سامانه‌های غربی با حرکت خود از روی آب‌های گرم جنوبی، رطوبت زیادی را کسب کرده و سبب ریزش بارش‌های سنگین و قابل توجهی در منطقه می‌گردد. همچنین نکته قابل توجه در وقوع بارش‌ها وجود حرکات واچرخندی شدید بر روی ابهای جنوبی و بویژه دریای عمان می‌باشد که سبب تزریق هر چه بیشتر رطوبت به نواحی داخلی کشور شده و شرایط لازم را برای وقوع این‌گونه بارش‌ها فراهم می‌نماید. الگوهای بارش در ایران تحت تأثیر عوامل محلی و بیرونی است که برخی از این عوامل ریشه در گردش عمومی جو دارند بارش‌های رگباری، از خصوصیات بارز رژیم بارش‌های ایران است. بنابراین، لازم است با شناخت سازوکار تکوین، تقویت و قانون‌مندی حاکم بر حرکت و گسترش سامانه‌های اقلیمی بارش‌زا از آثار مثبت آن سود و از نتایج زیان‌بار آن دوری کرد .استان کرمان با تنوع اقلیمی قابل توجه، از جمله نواحی است که در کنار خشکسالی‌های شدید شاهد سیلاب‌های خسارات‌زا نیز بوده است.(شمس: ۱۳۸۹). با توجه به شرایط خاص این استان این منطقه جزو مناطق سیل خیز کشور به حساب می‌آید(سرحدی، ۱۳۸۰).

در زمینه تاثیر گردش‌های جوی بر وقوع بارش و الگوهای آن در مناطق مختلف جهان مطالعات زیادی انجام شده است. جونز و همکاران(Jones ،۱۹۹۸) به شبیه‌سازی رویداد بارش‌های سنگین در کالیفرنیای جنوبی در طول پدیده النینو ۱۹۹۸-۱۹۹۷ پرداختند. هارناک و همکاران(Harnak,۱۹۹۹)، به بررسی همدیدی بارش‌های سنگین در نیوجرسی آمریکا پرداختند و در این رابطه ۸۱ مورد بارش را طی یک دوره آماری ۳۵ ساله بررسی و رژیم بارش را تحلیل کردند. گروم(Grumm,۲۰۰۶)، الگوهای همدید بارش‌های سنگین در اطلس میانی را بررسی و پهنه بندی نمود. هونیکا و همکاران(Honika ,۲۰۰۶)، الگوهای همدید موثر در بارش‌های سنگین نواحی آلپی را بررسی کردند. کینزلی و همکار(Kysely ,۲۰۰۷)، امکان تخمین و پیش بینی بارش‌های سنگین در نواحی سیل‌گیر اروپای مرکزی را مورد تحلیل قرار دادند. رسولی و همکاران در پژوهش با عنوان سری زمانی تجزیه وتحلیل سینوپتیکی مراکز الگوهای فشار بر بارش های فصلی ایران پرداخته اند(Rasuly,۲۰۱۲). در مطالعه ای تأثیر سیستم های فشار بر بارش های طوفانی ایران نشان داد که کنترل کننده های اصلی سیستم های پرفشارسیبری و پرفشار آزور و حالت یکپارچه از سیستم های سودانی و سیستم کم فشار مدیترانه ای نقش کنترل کننده اصلی رادر سطوح بالا دارد و عوامل مهم دیگر در بارش های سنگین ادغام رطوبت دریایی مدیترانه، دریای سرخ، خلیج فارس، دریای عمان و اقیانوس هند است (Monterey,۲۰۱۵). نتایج یک مطالعه همدیدی بر روی بارش های شدید باران در تایوان نشان داد مقادیر بازگشتی بارش های بیش از ۱۰۰ میلیمتر در دورههای ۵تا ۲۰ ساله تکرار می شودهمچنین بارندگی های شدید ساعتی عمدتاً در ماه می و اواسط ماه ژوئن در جبهه های می یو رخ می دهد(Mengwen , ۲۰۱۷).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

در ایران لشکری(۱۳۷۵)، در پژوهشی به تحلیل الگوی همدید بارش‌های سنگین در جنوب‌غرب ایران پرداخته است. مرادی(۱۳۸۳) و مفیدی(۱۳۸۳) بارش‌های سیل‌زا را در شمال‌شرق ایران و منطقه دریای سرخ و شمال‌شرق آفریقا را تحلیل کردند. نظری پور(۱۳۸۶)، به تحلیل همدید بارش‌های سنگین استان بوشهر پرداخته است. امیدوار(۱۳۸۶) بارش-های شدید و سیلاب‌های منطقه شیرکوه در استان یزد را بررسی کرد. امیدوار و همکاران(۱۳۸۹) در پژوهشی به تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب‌غرب ایران پرداخته‌اند. خوشحال دستجردی و علی‌زاده(۱۳۸۹)، در تحقیقی به بررسی همدیدی و ترمودینامیک رگبار موجد سیلاب ۱۳۸۸/۶/۲۴ در خراسان رضوی پرداختند. مسعودیان و محمدی(۱۳۹۱) رخداد بارش‌های ابر سنگین ایران را تحلیل نمودند. نتایج یک پژوهش بر روی بارش سنگین شهر جیرفت نشان داد در روز بارش وجود رود باد جبهه قطبی بسیار بزرگی باضخامت زیاد بر روی ایران استقرار داشته و منابع عمده رطوبتی بارش سنگین این بارش در سطوح۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال دریای سرخ و خلیج فارس می باشد، اما در ترازهای ۱۰۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال دریای عرب، خلیج عمان و خلیج فارس نقش اصلی تأمین رطوبت بارش سنگین را ایفا می کنند (قویدل رحیمی و همکاران،۱۳۹۳). طبق نتایج به دست آمده از تحلیل رخداد بارشی شدید منجر به سیل ۸ تیر ۱۳۹۴در استان البرز مشخص شد وجود هوای سرد در جو بالا، ایجاد ناوه شبه پایا، تزریق و تداوم مدام رطوبت از پهنه آبی خزر، کم فشار سطح زمین و جریان های شمال غربی، مشخصه های عمده همدیدی حاکم بر رخداد بارشی مذکور محسوب می شوند (احمدی و همکاران،۱۳۹۴:).

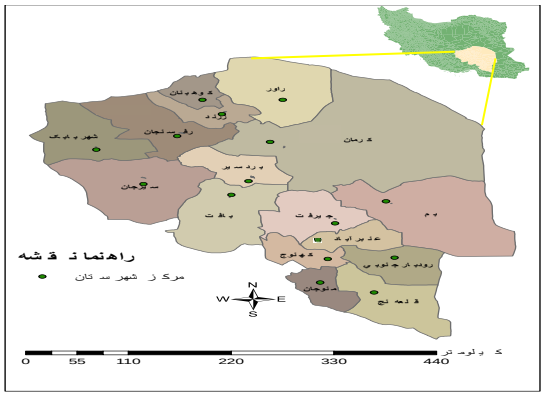
با توجه به دور بودن استان کرمان از منابع رطوبتی، رخداد بارش‌های سنگین از موارد استثنایی است همچنین در بیشتر مطالعات صورت پذیرفته منبع رطوبتی و عوامل ایجاد کننده بارش مدنظر قرار گرفته و کمتر به حرکات موجود در سیستم‌ها توجه شده است بویژه حرکات واچرخندی که در بیشتر موارد سبب نزول هوا می‌گردد. بدین منظور با بررسی دوره آماری ۲۰ ساله بارش استان کرمان ۱۳ مورد بارش سیلابی و سنگین انتخاب گردید(جدول ۱). اما به منظور اختصار دو مورد از شدیدترین بارش‌ها که منجر به سیلاب‌های مخرب و خسارت‌زا در استان شده‌اند؛ به عنوان نمونه انتخاب گردیدند(بهمن‌ماه ۱۳۷۱ و بهمن‌ماه ۱۳۸۹). لذا این تحقیق سعی در شناسایی الگوهای جوی و حرکات آنها بویژه حرکات واچرخندی دارد که سبب حدوث بارش‌های سنگین و سیلابی در این استان می‌شود.

داده ها و روش کار

منطقه مورد مطالعه استان کرمان می‌باشد که بین ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی و۵۳ درجه و۳۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و۲۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان با مساحت ۱۸۲۳۰۱ کیلومتر مربع حدود ۱۱ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است و بر اساس آخرین تقسیمات کشوری تا پایان سال۱۳۸۶، دارای ۱۶شهرستان،۵۷ شهر، ۴۵ بخش و۱۴۲دهستان می‌باشد(شکل ۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ماخذنگارندگان

ابتدا وضعیت اقلیمی و توپوگرافی منطقه، مورد بررسی قرار گرفت و سپس بر اساس آن، برای داشتن پوشش نسبتاً کاملی از بارش‌های منطقه و اطلاعات دقیق‌تر، مشخصات اکثر ایستگاه‌های همدید تهیه گردید به علت تاکید این مقاله بر استان کرمان ابتدا با استفاده از شاخص آماری توزیع گامبل تیپ ۱، بارش سنگین برای هر یک از ایستگاه‌های استان محاسبه گردید. سپس ویژگی‌های ترمودینامیک بارش‌های مورد نظر با استفاده از داده‌های رادیوسوند و نمودار اسکیوتی ایستگاه کرمان مورد تحلیل قرار گرفت. برای تحلیل این سیلاب‌ها از داده‌های روزانه بارش ۱۰ ایستگاه سینوپتیک استان و نقشه‌های فشار سطح دریا و سطوح ۸۵۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال استفاده گردید. سپس آرایش الگوی همدید و روند آن در نقشه‌های هوا، طی یک دوره انتخابی ۳ روزه بررسی شد بدین منظور با بررسی دوره آماری ۲۰ ساله بارش استان کرمان ۱۳ مورد بارش سیلابی و سنگین انتخاب گردید(جداول ۱، ۲ و ۳). داده‌های جوی لازم برای این پژوهش از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR و آمار مربوط به بارش از سازمان هواشناسی تهیه شد. همچنین برای تحلیل الگوی همدیدی بارش، نقشه‌های هوای سطح دریا و سطوح فوقانی جو(۸۵۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال) مرتبط با آن در ساعات صفر و ۱۲ به وقت گرینویچ، طی یک دوره ۳ روزه مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های NCEP/NCAR در ۶ گروه طبقه‌بندی شده‌اند که در این مقاله از داده‌های تراز فشار استفاده شده است. از میان متغیرهای تراز فشار، ارتفاع ژئوپتانسیل، باد مداری، باد نصف‌النهاری، سرعت عمودی(اُمگا) و نم ویژه انتخاب گردیده است.

جدول ۱ بارش‌های سیلابی رخ داده در استان کرمان طی دوره مورد مطالعه

ایستگاه	مجموع بارش‌های سنگین طی دوره مورد مطالعه در استان کرمان(میلی‌متر)												
	دی ۷۱	**بهمن ۷۱**	بهمن ۷۳	دی ۷۴	اسفند ۷۴	بهمن ۷۵	بهمن ۷۶	بهمن ۷۷	اسفند ۷۷	دی ۷۸	دی ۸۳	بهمن ۸۳	**بهمن ۸۹**
سیرجان	۵۸	**۱۰۷**	۲۹	٦۷	۵٤	٦۲	۳٤	٤۵	۵۲	۵٤	۳۸	٦٦	**۸۳**
کرمان	۳۷	**۵۰/٤**	٤٦	۱۷	۵۵	۳۷	٤۱	٤٤	۵۹	۵۵	۲۹/۷	۳۳	**٤۹**
رفسنجان	۱٦	**۳۲**	۱٦	۲۳	٤۲	۳۰	۳٤	٤۳	٤٦	۳۱	۳۳/۲	۳۹	**۳۳/٤**
شهربابک	۳٤	**۷۰**	۵۲	۵٤	٦۰	٤٦	٤۲	٤۸	٦۲	۵٦	۵۵/۲	٦۲	**٤۸/۹**
بافت	۵٤	**۱۵٤**	٤۹	۵۵	۵٤	۵۳	۳٤	۷٤	۵٦	۵۷	۵۹/٤	٦۸	**۷۹**
انار	۱۹/۸	**۳۲/۱**	۲۳	۲۱	۲۸	۳۱	۱۹	۲۱	۲۱	۲۲	۳۲	۲۷	**۵**
بم	۱۹	**۲۷**	۱۵	۲۲	۳۹	۱۸	۲۳	۲۳	۳۵	۱۱	۲۱	٤٦	**۲۷**

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

جیرفت	۷۱	۱۹۱/۲	٤٥	٤٣	۷٤	٤٨	٣٦	٥٩	٦٠	٩٤	٥٦	۷٦	۱۰٤
کهنوج	٦٤	۱۰۹	٣٦	٣۷	٦٨	٤۷	٣٨	٥٦	٦٠	۱۰٦	۹۱	۷٥	۷۹
بردسیر	٣٤	٣٨	٥۱	٦٠	٥٠	٣٤	٤٠	٤٢	٣۷	٥۷	٤٤	٤٠	٦٣

جدول ۲: مشخصات ایستگاه‌های همدید و مقدار بارش ۲۴ ساعته در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول(شرقی)		عرض(شمالی)		بارش روز ۷۱/۱۱/۱۵	بارش روز ۷۱/۱۱/۱٦	بارش روز ۷۱/۱۱/۱۷	مجموع بارش (میلی‌متر)
		دقیقه	درجه	دقیقه	درجه				
بافت	۲۲٦٦	٣٦	٥٦	۱٣	۲۹	۱۲	٥۹	٨٣	۱٥٤
بردسیر	۲۷۷٥	٥٠	٥٦	۳۱	۲۹	٠	٨	٣٠	٣٨
انار	۱٤٠۷	۱٦	٥٥	٥٢	٣٠	٠	۲	٣٠/۱	٣٢/۱
بم	۱٠٦٦	۲۱	٥٨	٠٦	۲۹	۱	۱۲	۱٤	۲۷
کهنوج	٤٦۹	٤٢	٥۷	٥٨	۲۷	۲	۲٤	٨٣	۱۰۹
جیرفت	٦٠۱	٤٨	٥۷	٣٥	٢٨	۱٣/۲	۷٠	۱٠٨	۱۹۱/۲
رفسنجان	۱٥٨٠	٥٤	٥٥	٢٥	٣٠	٠	۱٣	۱۹	٣۲
شهربابک	۱٨٣٤	٠٨	٥٥	٠٦	٣٠	٠	۲۷	٤٣	۷٠
سیرجان	۱۷٣۹	٤۱	٥٥	٢٨	۲۹	۲٤	٣٦	٤۷	۱٠۷
کرمان	۱۷٥۹	٣	٥۷	۱٦	٣٠	۲/۹	۱٥/٥	٣۲	٥٠/٤

جدول ۳: مشخصات ایستگاه‌های همدید و مقدار بارش ۲۴ ساعته در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول(شرقی)		عرض(شمالی)		بارش روز ۸۹/۱۱/۱۱	بارش روز ۸۹/۱۱/۱۲	بارش روز ۸۹/۱۱/۱۳	مجموع بارش(میلی‌متر)
		دقیقه	درجه	دقیقه	درجه				
بافت	۲۲٦٦	٣٦	٥٦	۱٣	۲۹	۱۹/۷	٣٤/۲	٤٤/۹	۹٨/٨
بردسیر	۲۷۷٥	٥٠	٥٦	٣۱	۲۹	۲	۲٣	٤٠	٦٥
انار	۱٤٠۷	۱٦	٥٥	٥٢	٣٠	٠	۱/٤	٣/۲	٤/٦
بم	۱٠٦٦	۲۱	٥٨	٠٦	۲۹	٠	٠	۲۷/٣	۲۷/٣
کهنوج	٤٦۹	٤٢	٥۷	٥٨	۲۷	٠	۲٣	٥٦/۲	۷۹/۲
جیرفت	٦٠۱	٤٨	٥۷	٣٥	٢٨	٠	۱٣/٦	۹٠/٦	۱٠٤/۲
رفسنجان	۱٥٨٠	٥٤	٥٥	٢٥	٣٠	٠/۲	٠/٨	٣٢/٦	٣٣/٦
شهربابک	۱٨٣٤	٠٨	٥٥	٠٦	٣٠	٣/۹	۱٥/٨	٣٣/۱	٥٢/٨
سیرجان	۱۷٣۹	٤۱	٥٥	٢٨	۲۹	٠	٣۷/۹	٤٥/۱	٨٣
کرمان	۱۷٥۹	٣	٥۷	۱٦	٣٠	۱/۲	٨	٤۱	٥٠/۲

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

در مرحله بعد با استفاده از شاخص آماری گامبل تیپ ۱ که برای داده‌هایی با چولگی مثبت به کار می‌رود، تعریفی از بارش‌های سنگین برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان کرمان ارائه شد(رابطه ۱).

رابطه ۱ $G=\mu+k*\alpha$

μ:میانگین داده‌ها **α: انحراف معیار داده‌ها** **k:**

ضریب فراوانی

در این تحقیق ضریب فراوانی با دوره بازگشت صد سال برای داده‌های بیشتر از صد داده، عدد ۴ می‌باشد(علیزاده ۱۳۸۵). بنابراین بارش سنگین نسبت به میانگین بارشی هر ایستگاه تعریف گردید(جدول ۴).

Siارزش شاخص	میزان ناپایداری
۳ تا ۱	احتمال ناپایداری وجود دارد
۱ تا ۳-	احتمال ناپایداری بیشتر می‌شود
کمتر از ۳-	شدت ناپایداری افزایش می‌یابد

جدول ۴: شاخص بارش سنگین در ایستگاه‌های استان کرمان

ایستگاه	انار	بردسیر	بم	بافت	جیرفت	رفسنجان	سیرجان	شهربابک	کرمان	کهنوج
شاخص بارش سنگین(میلی‌متر)	۱۹	۳۵	۲۳	۳۸	٤۹	۲۰	۳۰	۳۱	۳۰	٥۲

سپس با مقایسه بارش سنگین محاسبه شده و بارش‌های رخ داده طی دوره مورد مطالعه می‌توان به سنگین و استثنایی بودن بارش‌ها پی برد. در نتیجه با توجه به این نکته بارش‌های سیلابی بهمن‌ماه ۷۱ و ۸۹ که دارای بارش بالاتری نسبت به سایر موارد انتخابی بودند جهت بررسی و تحلیل همدید انتخاب گردیدند. در مرحله بعد برای به دست آوردن میزان ناپایداری در روزهای مورد مطالعه، شاخص‌های Si و Ki برای نمونه در ایستگاه کرمان محاسبه شد(قائمی و همکار، ۱۳۷۱).

جدول ۵: مقادیر شاخص Si برای تعیین وضعیت ناپایداری

جدول ۶: مقادیر شاخص Ki برای تعیین وضعیت ناپایداری

ارزش شاخص Ki	احتمال وقوع ناپایداری(درصد)
کمتر از ۱۵	۰ تا ۲۰
۱۵ تا ۳۰	۲۰ تا ٦۰
۳۱ تا ٤۰	٦۰ تا ۹۰
بیشتر از ٤۰	۹۰ تا ۱۰۰

جهت مشخص شدن علل همدیدی رخداد بارش سنگین در استان کرمان و نیز به لحاظ اختصار، صرفاً نقشه‌های ساعت صفر به وقت گرینویچ مورد بررسی قرار گرفته است.

شرح و تفسیر نتایج

- **بررسی و تحلیل بارش سیلابی و مخرب بهمن‌ماه ۱۳۷۱**

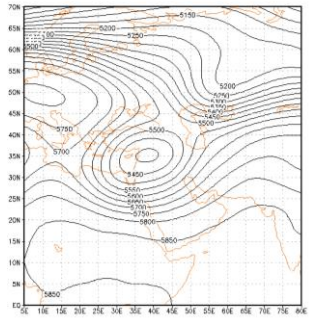
- **پانزده بهمن‌ماه ۱۳۷۱(روز شروع بارش)**

در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز با توجه به شکل‌گیری مرکز کم ارتفاع بسته‌ای بر روی شرق مدیترانه و ایجاد ناوه‌ای عمیق سبب قرار گیری کشور در جلوی ناوه حاصله از مرکز کم ارتفاع گردیده است این امرسبب اغاز ناپایداری‌ها

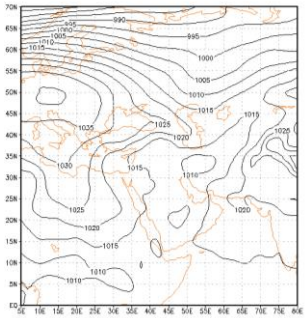
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

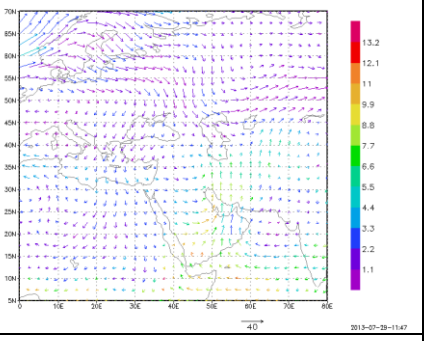
و شروع بارش در بخش‌هایی از منطقه مورد مطالعه شده است (شکل ۲). الگوی غالب سطح دریا این روز بیانگر استقرار مرکز کم فشاری بر روی ایران و مرکز پرفشاری بر روی اروپا می‌باشد(شکل ۳). در نقشه وزش رطوبتی شاهد شروع تزریق رطوبت ابهای جنوبی به داخل کشور هستیم(شکل ۴). بالتبع این الگو شاهد گسترش چرخندگی منفی بر روی ابهای جنوبی و چرخندگی مثبت به داخل کشور هستیم(شکل ۶). همچنین در نقشه امگا هسته صعودی از سمت غرب در حال گسترش می‌باشد(شکل ۵). نقشه رودباد سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال بیانگر وجود دو هسته رودباد در شمال و جنوب کشور است که با امتداد شمالی – جنوبی به هم اتصال یافته‌اند و شرایط را برای تخلیه رطوبت از مرکز ایران فراهم نموده‌اند(شکل ۷).



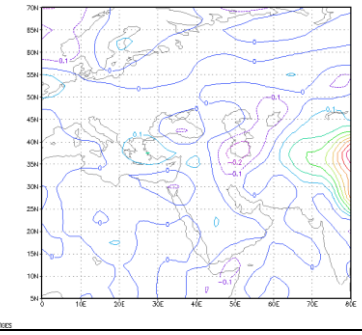
شکل ۲:ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵ (ساعت ۰۰)ماخذنگارندگان



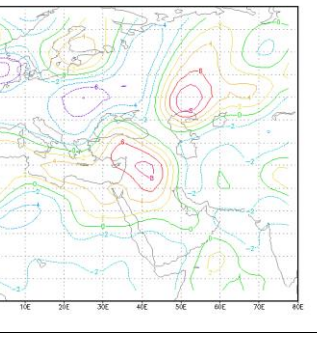
شکل ۳: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵(ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



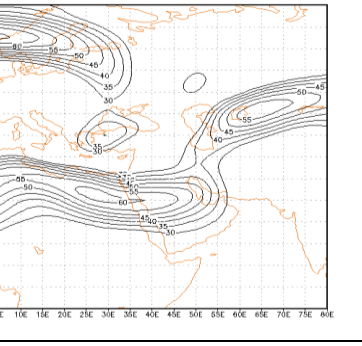
شکل ۴: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵ (*گرم بر کیلوگرم*) ماخذنگارندگان



شکل ۵: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵ (پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان



شکل ۶: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵ ماخذنگارندگان



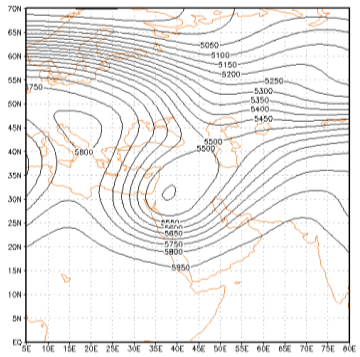
شکل ۷: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۵ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان

شانزده بهمن‌ماه ۱۳۷۱(روز فراگیر شدن بارش)

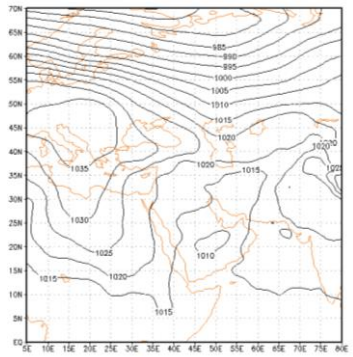
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

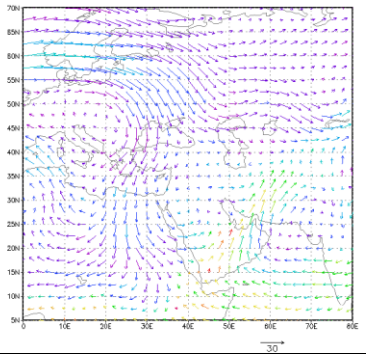
در این روز مرکز کم ارتفاع مستقر در شرق مدیترانه ضمن حرکت به سمت شرق، عمیق‌تر شده و به عرض‌های جنوبی‌تر کشیده شده است. این فرایند سبب شده که دسترسی بیشتری به منابع رطوبتی جنوبی کشور فراهم گردد. بالتبع این حرکت مرکز پرارتفاع مستقر برروی مرکز اروپا نیز با حرکت شرق سوی خود ریزش هوای سرد عرض‌های بالا را تقویت نموده است(شکل ۸). بالتبع نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در نقشه سطح دریا نیز شاهد استقرار مرکز کم فشاری بر روی عربستان و مرکز پرفشار بر روی اروپا هستیم(شکل ۹). در نقشه وزش رطوبتی نیز افزایش شدت حرکات واچرخندی را بر روی ابهای جنوبی شاهد هستیم. این حرکات سبب تزریق هر چه بیشتر رطوبت به مناطق داخلی کشور گردیده است(شکل ۱۰). این افزایش حرکات واچرخندی از روی نقشه چرخندگی قابل درک است به نحوی که افزایش چرخندگی منفی را بر روی ابهای جنوبی و نفوذ چرخندگی مثبت را به دورن منطقه مورد مطالعه شاهد می باشیم(شکل ۱۲). با توجه به نقشه امگا وجود هسته صعودی بر روی تنگه هرمز و منطقه مورد مطالعه بیانگر وجود شرایط ناپایدار جوی می باشد(شکل ۱۱). همچنین با قرارگیری رودبادی با جهت جنوب غرب – شمال شرق امکان تخلیه رطوبت فراهم گردیده است(شکل ۱۳). در این روز با توجه به عوامل مذکور شاهد بارش در تمامی ایستگاه‌ها می‌باشیم به نحوی که ایستگاه بافت ۵۹ و جیرفت ۷۱ میلی‌متر بارش داشته‌اند.



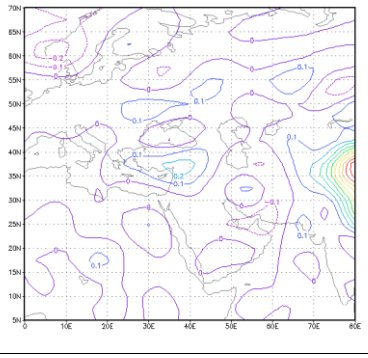
شکل ۸: ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



شکل ۹: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



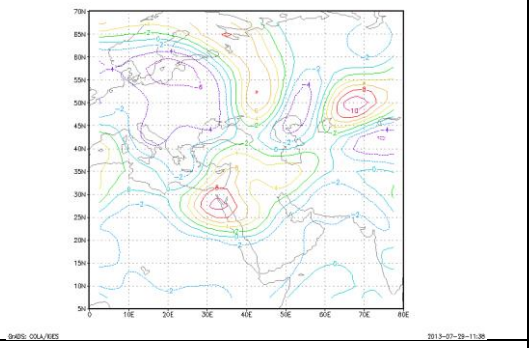
شکل ۱۰: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ (*گرم بر کیلوگرم*) ماخذنگارندگان



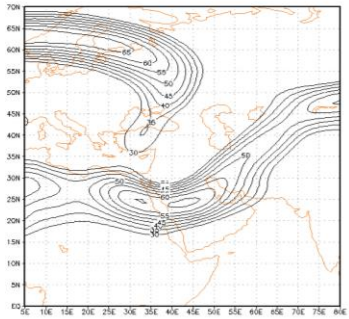
شکل ۱۱: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ (پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]



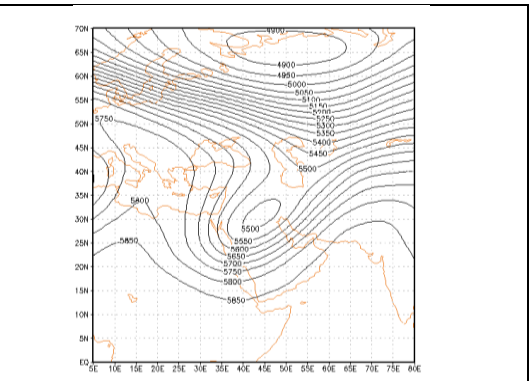
شکل ۱۲: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ ماخذنگارندگان



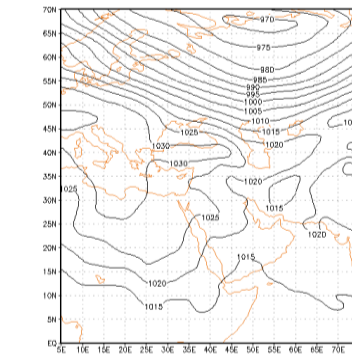
شکل ۱۳: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۶ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان

- **هفده بهمن‌ماه۱۳۷۱(روز اوج بارش)**

در این روز با تشکیل مرکز کم ارتفاع قوی در شمال روسیه و ادغام این مرکز با مرکز کم ارتفاع مستقر در غرب کشور و تشکیل ناوه عمیق با محور شمال – جنوب ضمن دسترسی بیشتر به منابع رطوبتی جنوب کشور شاهد ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به درون سیستم هستیم(شکل ۱۴). نکته قابل توجه این روز تشدید حرکات واچرخندی بر روی ابهای جنوبی کشور می باشد به نحوی که سبب تزریق رطوبت ابهای جنوبی از طریق تنگه هرمز به درون کشور و به ویژه منطقه مورد مطالعه گردیده است(شکل ۱۶). همچنین به علت قرارگیری منطقه مورد مطالعه در جلو ناوه مذکور تشدید حرکات چرخندی را درمنطقه شاهد هستیم(شکل ۱۸). با توجه به نقشه رودباد نیز قرارگیری هسته رودباد بر روی کشور با امتداد جنوب غرب – شمال شرق سبب تخلیه هرچه بیشتر رطوبت گردیده است(شکل ۱۲). این شکل قرارگیری الگوها بهترین حالت برای تشدید ناپایداری و ریزش‌های قابل ملاحظه می‌باشد زیرا از طرفی ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به همراه رطوبت بالای ابهای گرم جنوبی و وجود عامل صعود قوی همراه با تخلیه مداوم رطوبت سبب ریزش بارش سیلابی در منطقه گردیده است به نحوی که ایستگاه بافت ۸۳، جیرفت ۱۰۸ و سیرجان ۴۷ میلی‌متر بارش داشته اند. نمودار ترمودینامیکی منحنی دما و رطوبت تا سطوح بالای جو بسیار نزدیک به هم هستند و وضعیتی پیوسته و یکنواخت دارند. این وضعیت نشانگر ناپایداری بسیار شدید و رطوبت زیاد در جو منطقه است (شکل ۱۰).



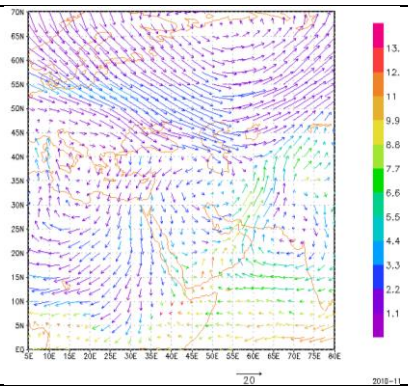
شکل ۱۴: ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



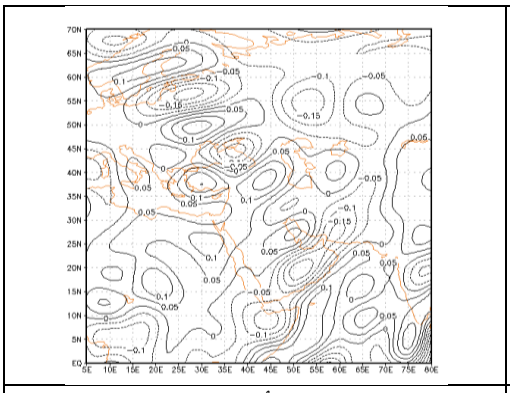
شکل ۱۵: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

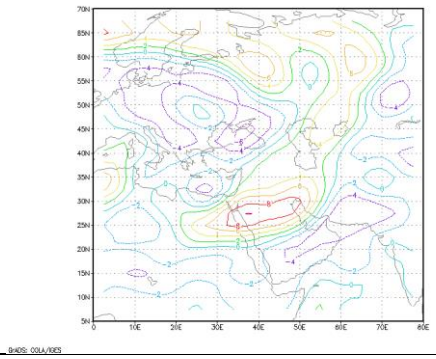
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]



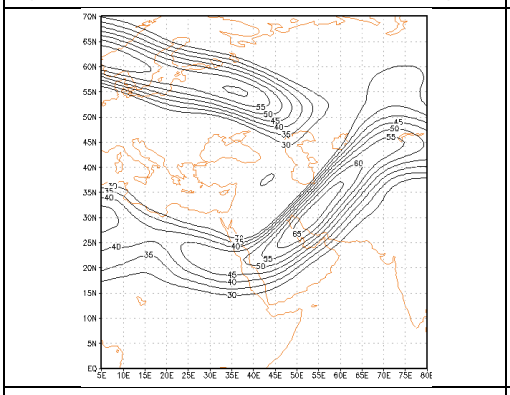
شکل ۱۶: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ (*گرم بر کیلوگرم*) ماخذنگارندگان



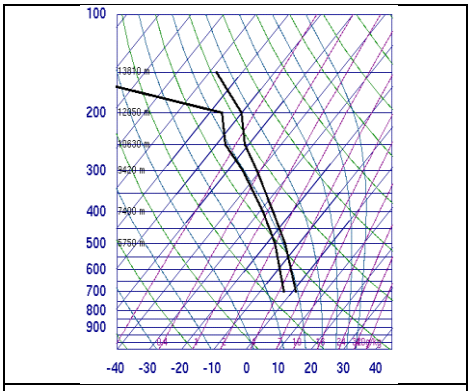
شکل ۱۷: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ (پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان



شکل ۱۸: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ ماخذنگارندگان



شکل ۱۹: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۷۱/۱۱/۱۷ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان



شکل ۲۰: نمودار ترمودینامیکی روز ۱۷ بهمن ۱۳۷۱ ایستگاه کرمان ماخذنگارندگان

بررسی و تحلیل بارش سیلابی و مخرب بهمن‌ماه ۱۳۸۹

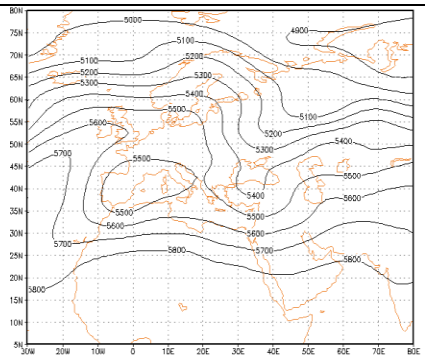
- **یازدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (روز شروع بارش)**

در این روز با تشکیل مرکز کم ارتفاع بریده و دو شاخه شدن بادهای غربی، شاخه شمالی با تشکیل ناوه‌ای عمیق از شمال دریای اژه تا دریای سرخ و ارتباط با شاخه جنوبی، ضمن ریزش هوای سرد، با عبور از آب‌های جنوبی کشور و کسب رطوبت بیشتر تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داده است(شکل ۲۱). در نقشه سطح دریا نیز پرفشار مستقر بر روی اروپا در این روز تقویت شده و فشار هسته مرکزی آن به ۱۰۲۷ هکتوپاسکال رسیده است. کم‌فشاری با

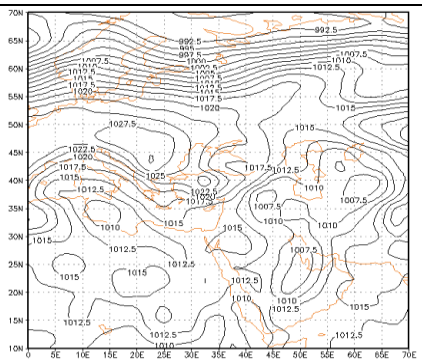
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

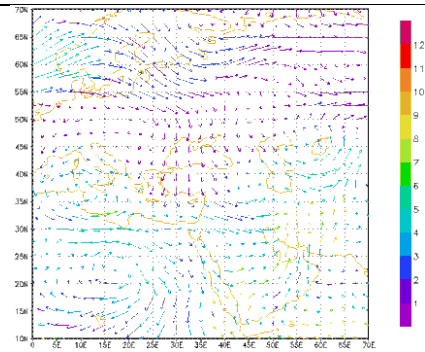
هسته مرکزی ۱۰۰۷ هکتوپاسکال بر روی بحرین تشکیل شده است. در همین زمان، با نفوذ بیشتر این کم‌فشار، پرفشار مستقر بر روی دریای خزر به طرف شمال‌شرق عقب‌نشینی کرده و شرایط را برای بارش‌های نیمه جنوبی کشور فراهم کرده است(شکل ۲۲). نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بیانگر حرکات واچرخندی بر روی جنوب عربستان می‌باشیم، این حرکت واچرخندی باعث تزریق رطوبت از روی خلیج عدن و جنوب دریای سرخ شده و رطوبت را از طریق مرکز عربستان به سمت خلیج فارس و نواحی جنوبی ایران هدایت می‌کند(شکل ۲۳). متعاقب این حرکت بر روی نقشه چرخندگی سطح ۸۵۰ شاهد چرخندگی منفی بر روی عربستان می‌باشیم. بر روی ایران نیز شاهد نفوذ چرخندگی مثبت و شروع ناپایداری هستیم(شکل ۲۵). دراین روز بر اساس نقشه امگا یک هسته صعود بر روی شمال تنگه هرمز قرار دارد(شکل ۲۴). در نقشه رودباد سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال نیز شاهد گسترش هسته‌های سرعتی بر روی شمال آفریقا تا نواحی شرقی کشور می‌باشیم(شکل ۲۶). شاخص Si محاسبه شده برای این روز عدد صفر و شاخص Ki عدد ۲۵ را نشان می‌دهد که هر دو شاخص بیانگر وجود ناپایداری در منطقه می‌باشند.



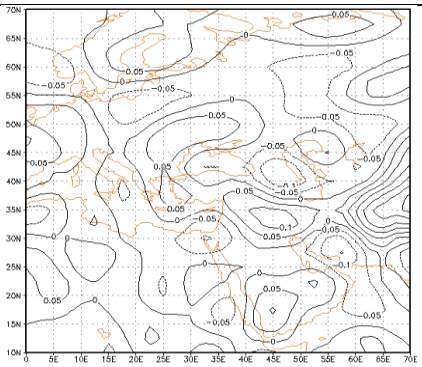
شکل ۲۱:ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



شکل ۲۲: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



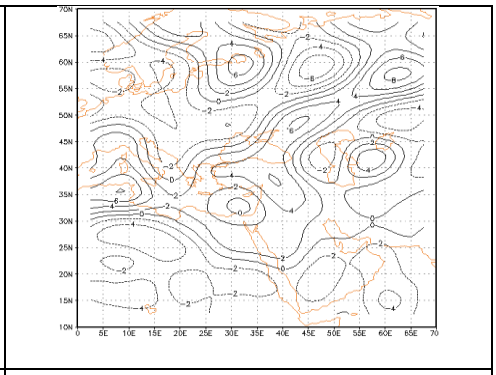
شکل ۲۳:وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ *(گرم بر کیلوگرم)* ماخذنگارندگان



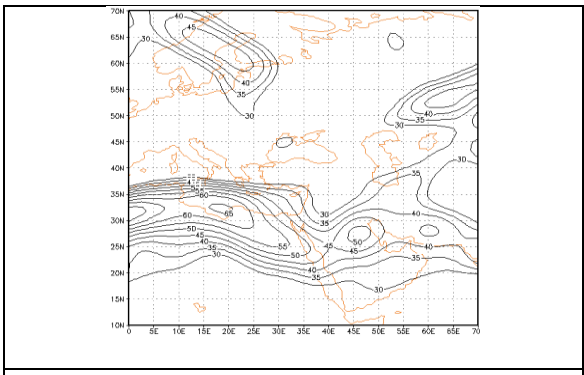
شکل ۲۴: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]



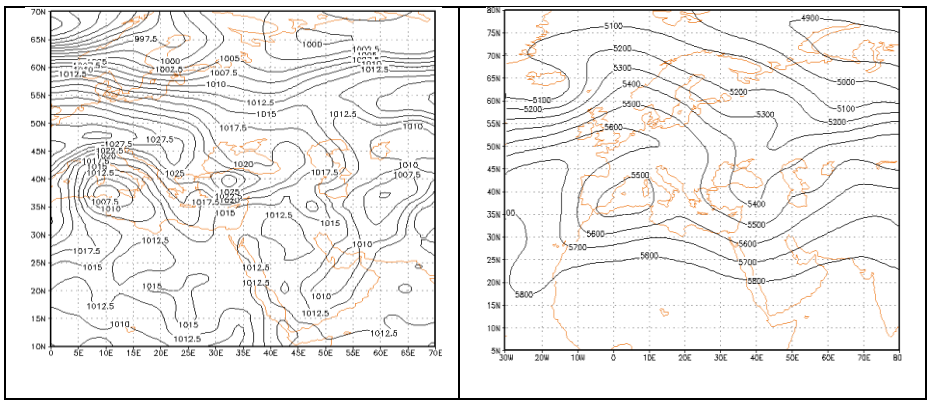
شکل ۲۵: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ ماخذنگارندگان



شکل ۲۶: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۱۱ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان

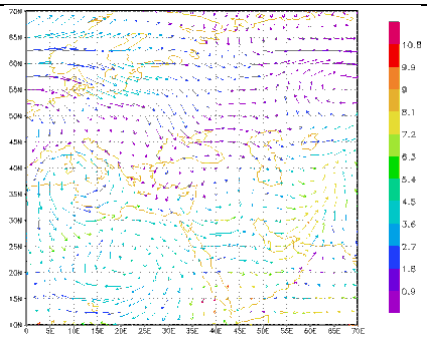
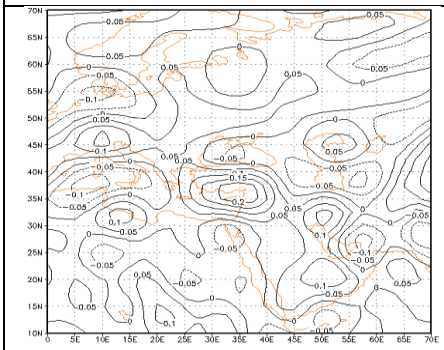
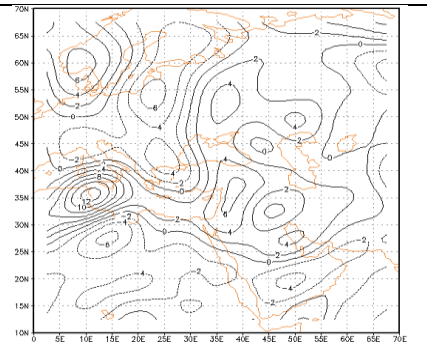
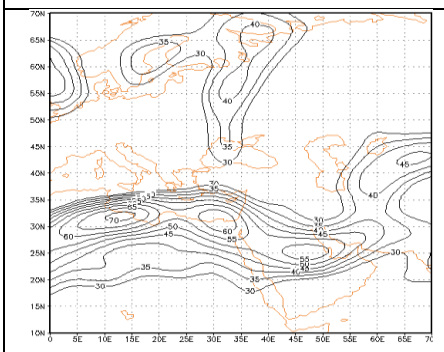
- **دوازدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (روز فراگیر شدن بارش)**

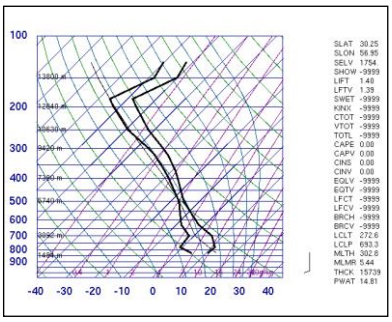
در این روز به دنبال حرکت کند سیستم مانع به سمت شرق ناوه مستقر بر روی شرق مدیترانه و دریای سرخ به سمت شرق جا به جا شده و مناطق بیشتری را تحت تاثیر قرار داده است(شکل۲۷). بررسی نقشه‌های سطح دریا نشان می‌دهد مرکز پرفشار مستقر بر روی مرکز اروپا قوی‌تر شده و فشار مرکزی آن به ۱۰۳۰ هکتوپاسکال رسیده است. زبانه‌های این پرفشار به نواحی غربی و شمال‌غربی کشور نفوذ کرده است. همچنین کم‌فشار روز قبل که بر روی بحرین قرار داشت، به داخل کشور نفوذ کرده و بخش‌های وسیعی از مناطق جنوبی و مرکزی کشور را در بر گرفته است(شکل۲۸). با توجه به نقشه وزش رطوبتی این روز، شاهد حرکات واچرخندی بر روی دریای عمان هستیم استمرار این حرکات رطوبت را از طریق تنگه هرمز وارد مناطق جنوبی کشور نموده است(شکل۲۹). در نقشه امگای این روز هسته صعودی بر روی شمال تنگه هرمز همچنان وجود داشته و اندکی به سمت شرق جابه جا شده است(شکل۳۰). در نقشه چرخندگی این روز نیز شاهد گسترش چرخندگی مثبت به نواحی داخلی کشور و ناپایداری بر روی نواحی جنوبی و مرکزی می‌باشیم(شکل۳۱). هسته رودبادی با هسته مرکزی ۵۵ متر بر ثانیه بر روی عربستان قرار گرفته که زبانه‌های آن بر روی نواحی جنوبی متمرکز شده و تخلیه هوا را درسطح ۳۰۰ هکتوپاسکالی فراهم نموده است(شکل۳۲). شکل ۳۳ نشان دهنده وضعیت شاخص دما و رطوبت این روز در سطوح مختلف جوی است. همان‌طور که مشخص است، این دو مولفه بسیار به هم نزدیک بوده و پیوستگی خود را تا سطح ۲۰۰ هکتوپاسکالی نیز حفظ کرده‌اند. این مساله سبب افزایش ناپایداری و تشدید بارش می‌گردد.



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

شکل ۲۷: ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان	**شکل ۲۸: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان**
	
شکل ۲۹: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ *(گرم بر کیلوگرم)* ماخذنگارندگان	**شکل ۳۰: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲(پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان**
	
شکل ۳۱: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ ماخذنگارندگان	**شکل ۳۲: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۲ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان**



شکل۳۳: نمودار ترمودینامیک ۱۲ بهمن ۱۳۸۹ ایستگاه کرمان ماخذنگارندگان

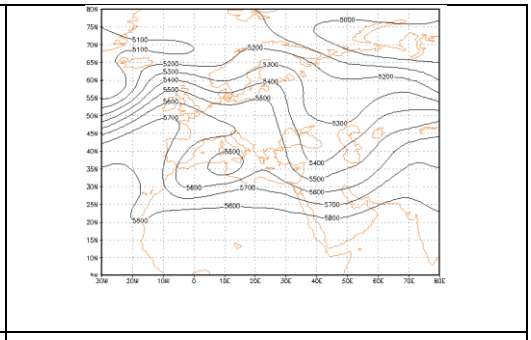
- **سیزدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (روز اوج بارش در استان کرمان)**

در این روز کم ارتفاع بریده همچنان بر روی دریای مدیترانه مستقر می‌باشد. ناوه مستقر بر روی عربستان با حرکت به سمت شرق بر روی جنوب غرب و غرب کشور مستقر گردیده است و مناطق مستقر در جلو ناوه را تحت تاثیر قرارداده

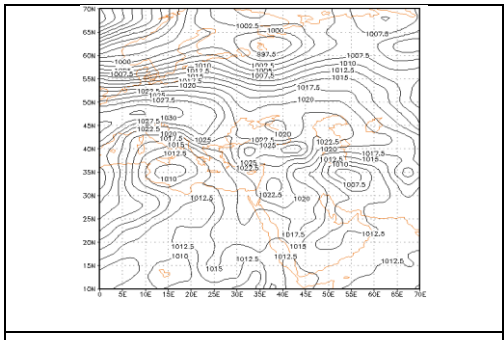
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

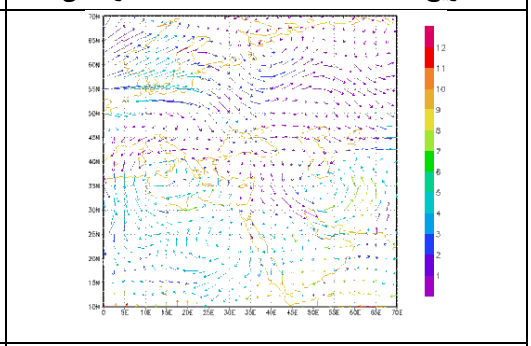
است(شکل۳۴). نقشه سطح دریا در این روز نشان می‌دهد نیمه جنوبی کشور تحت تاثیر مرکز کم‌فشاری با فشار مرکزی ۱۰۰۷ هکتوپاسکال می‌باشد. با جابه‌جایی اندک سامانه پرفشار قوی مستقر بر روی مرکز اروپا به سمت شرق، زبانه‌های آن به عرض‌های پایین‌تر نفوذ کرده و باعث ریزش هوای سرد به منطقه می‌شود(شکل۳۵). چنین شکلی از استقرار توده‌های هوا، بهترین شرایط را برای بارندگی و ایجاد ناپایداری فراهم می‌نماید به نحوی که ایستگاه‌های جیرفت ۹۰/۶، کهنوج ۵۶/۲ و سیرجان ۴۵/۱ میلی‌متر بارش داشته‌اند. شاخص‌های ناپایداری محاسبه شده برای ایستگاه کرمان نشان می‌دهند که بیشترین ناپایداری در روز ۱۳ بهمن رخ داده است. به طوری که در این روز شاخص Si عدد ۲- و شاخص Ki عدد ۳۶ را نشان می‌دهد. در این روز با توجه به نقشه وزش رطوبتی شاهد حرکات چرخندی بر روی ایران و حرکت واچرخندی بر روی دریای عرب هستیم. ترکیب حرکات چرخندی و واچرخندی مذکور سبب تزریق رطوبت بیشتر آب‌های جنوبی به داخل کشور می‌شود(شکل۳۶). در نقشه چرخندگی کلیه نواحی جنوبی دارای چرخندگی مثبت می‌باشند(شکل۳۸). نقشه امگای این روز بیانگر جابه‌جایی اندک هسته صعود و قرار گرفتن آن بر روی نواحی جنوبی استان کرمان می‌باشد(شکل۳۷). در این روز نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال بیانگر تشکیل هسته رودباد دیگری بر روی عراق می‌باشد که زبانه‌های آن با گسترش شمال غربی – شمال شرقی از روی نواحی جنوبی و شرقی کشور عبور کرده و با تخلیه هوا امکان صعود هر چه بیشتر هوای مرطوب خلیج فارس و دریای عمان را فراهم نموده است(شکل۳۹). در شکل ۴۰ شاخص دما و رطوبت بسیار به‌هم نزدیک شده اند به گونه‌ای که در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکالی(ارتفاع ۳۰۴۶ متر) پیوستگی کاملی بین این دو مشاهده می‌شود. این مساله ناپایداری شدید جوی این روز را نشان می‌دهد.



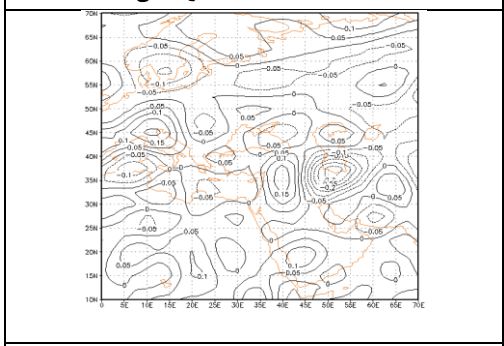
شکل ۳۴: ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



شکل ۳۵: نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ (ساعت ۰۰) ماخذنگارندگان



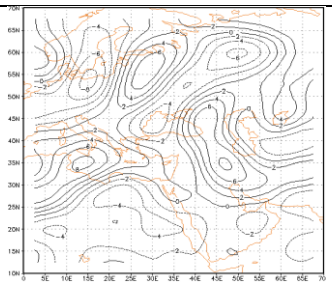
شکل ۳۶: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ *(گرم بر کیلوگرم)* ماخذنگارندگان



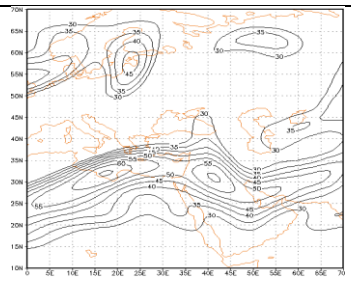
شکل ۳۷: نقشه اُمگای سطح زمین، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ (پاسکال بر ثانیه) ماخذنگارندگان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

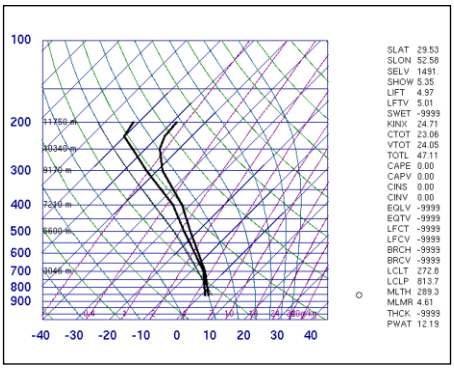
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]



شکل ۳۸: توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ ماخذنگارندگان



شکل۳۹: نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ (متر بر ثانیه) ماخذنگارندگان



شکل ۴۰: نمودار ترمودینامیک ۱۳ بهمن ۱۳۸۹ ایستگاه کرمان

نتیجه گیری

از آنجایی که برای ایجاد بارندگی‌های شدید، وجود دو عامل رطوبت و عامل صعود لازم می‌باشد، لذا شناسایی منابع و منشا رطوبت و همچنین عوامل صعود بارش‌های شدید ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور با بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، منشا و مسیر رطوبت بارش مورد بررسی، شناسایی شد. برای درک بهتر مکانیسم تزریق رطوبت به منطقه و ایجاد بارش، الگوهای آرایش همفشاری تراز دریا و پربندی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه‌های چرخندگی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و نقشه‌های رودباد سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال مربوط به این بارش‌ها نیز شناسایی شد. همچنین برای تشخیص مکان صعود هوا و میزان ناپایداری، نقشه‌های امگای سطح زمین برای روزهای بارش ترسیم و تحلیل شدند. نتایج بیانگر آن است که علت اصلی وقوع بارش‌های سنگین و سیلابی استان کرمان ناشی از عمیق‌تر شدن ناوه ایجاد شده در شرق مدیترانه به هر دلیل از جمله ایجاد پدیده بلوکینگ (بهمن ماه ۸۹) می‌باشد در نتیجه این فرایند شاهد ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به عرض‌های جنوبی تر هستیم طی این فرایند و با توجه به حرکات چرخندی و صعود هوا در جلوی ناوه احتمال ریزش بارش قوت می‌یابد. اما نکته حائز اهمیت در ریزش های سیلابی نواحی جنوبی کشور و مخصوصا استان کرمان وجود حرکات واچرخندی شدید بر روی ابهای جنوبی کشور و بویژه دریای عمان می باشد که سبب نفوذ رطوبت ابهای جنوبی به داخل کشور شده و به همراه عامل صعود ناشی از حرکات چرخندی جلوی ناوه شرایط مناسب و مساعد ریزش‌های سیلابی را فراهم نماید. همچنین با توجه به اینکه نتایج حاصل از این تحقیق در هر دو مورد از تحلیل الگوهای همدیدی بارش‌های سیلابی طی دو دهه گذشته در استان کرمان در ارتباط با نقش حرکات واچرخندی بر روی آب های جنوبی کشور مشابه بوده حائز اهمیت است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]

منابع

احمدی، حمزه؛ محمد باعقیده، سعید اسدی و فریبرز احمدی. ۱۳۹۴. تحلیل رخداد بارشی شدید منجر به سیل ۲۸ تیر ۱۳۹۴ در استان البرز. *مجله دانش مخاطرات*، **۴**: ۴۵۱-۴۶۹.

امیدوار، کمال. ۱۳۸۶. بررسی و تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه. *پژوهش‌های جغرافیایی*، **۵۹**: ۸۹-۸۱.

امیدوار،کمال ؛ فرشاد صفرپور، مهدی محمودآبادی و سعید الفتی. ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب‌غرب ایران. *مدرس علوم انسانی ـ برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. **۴**: ۱۸۹-۱۶۱.

خوشحال دستجردی، جواد؛ تیمور علیزاده . ۱۳۸۹. *مدرس علوم انسانی ـ برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. **۴**. ۱۰۹-۸۷.

سرحدی، علی. ۱۳۸۰. تحلیل خطر سیل گرفتگی با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی در حوضه هلیل رود استان کرمان. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

شمس، پریسا. ۱۳۸۹. *تحلیل آماری و سینوپتیک بارش‌های سنگین استان کرمان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه یزد.

علیزاده . امین . ، *اصول هیدرولوژی کاربردی* ، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) ، مشهد ، ۱۳۸۵ .

قویدل، رحیمی؛ محمود احمدی، داریوش حاتمی زرنه و محمد رضایی. ۱۳۹۳. نارسایی الگوهای سینوپتیک بارش سنگین مولد سیلاب مخرب در شهرستان جیرفت، *فصلنامه علمی پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران* . **۴۱** :۱۶۱-۱۷۸.

قائمی، هوشنگ. ۱۳۷۱. *ناپایداری و توفان‌های رعد و برق*. سازمان هواشناسی کشور. تهران.

لشکری، حسن. ۱۳۷۵. *الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران*. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.

مرادی، حمیدرضا ۱۳۸۳. پیش‌بینی سیلاب‌ها بر اساس موقعیت‌های سامانه‌های همدیدی در شمال‌شرق ایران. فصلنامه *تحقیقات جغرافیایی*. **۷۵** : ۷۰-۵۴.

مسعودیان، سید ابوالفضل؛ بختیار محمدی . ۱۳۹۱. تحلیل فراوانی جبهه‌زایی در زمان رخداد بارش‌های ابر سنگین ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. **۱۰۴**: ۲۳-۱.

مفیدی، عباس. ۱۳۸۳. اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشا منطقه دریای سرخ در خاورمیانه. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. **۷۵**: ۹۳-۷۱.

نظری پور، حمید. ۱۳۸۶. *تحلیل همدیدی بارش‌های سنگین استان بوشهر*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان.

Grumm, R.; R. Holmes. ۲۰۰٦. Patterns of Heavy Rainfall in the Mid-Atlantic Region, *National Weather Service Office*, State College, ۱٦۸۰۲.

Harnak, R.; P. Apffel and K. Cermak . ۱۹۹۹. Heavy Precipitation Events in New Jersy :Attendant Upper Air Conditions , J: Wheather and Forecasting, ۱٤: ۹۳۳-۹٥٤.

Honika ,K.; C. Schwirezd ,and O. Martius . ۲۰۰٦. Synoptic-Scale Weather Patterns During Alpine Heavy Rain Events, J: Q. J. R. Meteorol. **۱۳۲**: ۲۸٥۳–۲۸٦۰.

Jones C.; D.Danielson ,D. Gomberg , and B. Bower .۱۹۹۸. Mesoscale Simulations of Heavy Precipitation Events in Southern California During the ۱۹۹۷-۹۸ EL NIÑO, J: *Institute for Computational Earth System Science* (ICESS).

Kysely J.; J. Picek .۲۰۰۷. Probability Estimates of Heavy Precipitation Events in a Flood-Prone Central-European Region with Enhanced Influence of Mediterranean Cyclons, Institute of Atmospheric Physics AS CR, Prague, Czech Republic, Adv. Geosci , **۱۲**:٤۳–٥۰.

Monterey. M, Gondomkar. A, Moemeni. M, ۲۰۱٥: Study Pressure Fields Affecting Cyclone Rainfall: Case Study of Iran, *Atmospheric and Climate Sciences*. **٥**, ۱۲۹-۱۳٦.

Mengwen W. ۲۰۱۷. Synoptic Analysis of Extreme Hourly Precipitation in Taiwan During ۲۰۰۳–۱۲, Montly Weather Revier, ۱٤٥.

Rasuly.A.; I. Babaeian, H.Ghaemi, and P. ZawarReza. ۲۰۱۲. Time Series Analysis of The Pressure of The Synoptic Pattern Centers Affecting on Seasonal Precipitation of Iran, *Geography and Development* ۱۰nd Year- No. ۲۷.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.3.163]