

## بررسی و تحلیل هم‌دیدگی بارش‌های سنگین بهمن‌ماه ۱۳۸۹ در مناطق جنوبی و مرکزی ایران (با تأکید بر استان کرمان)

کمال امیدوار<sup>۱</sup>  
مه‌دی محمودآبادی<sup>۲</sup>  
فرشاد صفرپور<sup>۳</sup>

### چکیده

در این مقاله الگوی هم‌دیدگی ابر بارش ۱۲ و ۱۳ بهمن‌ماه ۱۳۸۹ در مناطق جنوبی و مرکزی ایران به‌ویژه استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت. به‌علت تأکید 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 بارش مورد نظر با استفاده از داده‌های رادیوسوند و نمودار اسکیتوتی ایستگاه کرمان مورد تحلیل قرار گرفت. برای تحلیل این پدیده از داده‌های روزانه بارش ۳۲ ایستگاه سینوپتیک مناطق مرکزی و جنوبی کشور و نقشه‌های فشار سطح دریا و سطوح ۸۵۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال استفاده گردید سپس آرایش الگوی هم‌دیدگی و روند آن در نقشه‌های هوا، طی یک دوره انتخابی ۴ روزه بررسی شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که عامل اصلی ایجاد بارش سنگین در منطقه مورد مطالعه، تشکیل کم‌ارتفاع بریده بر روی دریای مدیترانه است که همانند سیستم مانعی عمل نموده و با حرکت رو به شرق خود سبب تقویت فرود شرق مدیترانه در تروپوسفر میانی می‌گردد. 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.

**واژگان کلیدی:** تحلیل هم‌دیدگی؛ بارش سنگین؛ کم‌ارتفاع بریده؛ دریای مدیترانه؛ استان کرمان

## مقدمه

کشور ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، از آب و هوای متنوعی برخوردار است. الگوهای بارش در ایران تحت تأثیر عوامل محلی و بیرونی است که برخی از این عوامل ریشه در گردش عمومی جو دارند (کاویانی و همکار، ۱۳۷۹: ۲۶). بارش‌های سالانه اندک و نوسانات شدید، رگباری و کوتاه مدت بودن بارش‌ها، از خصوصیات بارز رژیم بارش‌های ایران است. بنابراین، لازم است با شناخت ساز و کار 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 به‌عنوان دومین استان پهناور کشور و مهم‌ترین قطب کشاورزی به لحاظ تولید پسته و قرار گرفتن بر سر چهارراه ارتباطی جنوب به شمال و غرب به شرق از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (محمودآبادی، ۱۳۸۹: ۲۵) که همواره از بارش‌های سنگین و همچنین عدم بارش کافی دچار خسارات زیادی گردیده است.

در زمینه تأثیر گردش‌های جوی بر وقوع بارش و الگوهای آن در مناطق مختلف جهان مطالعات زیادی انجام شده است. کوداما و همکار (۱۹۹۷: ۳۴۷) بارش سنگین دامنه‌های جنوبی هاوایی را با استفاده از الگوهای همدیدی بررسی کردند. یوما (۱۹۹۸: ۴۷۱) بارش سنگین در جنوب چین را با استفاده از الگوهای جوی مطالعه کرده است. همچنین لانا (۲۰۰۷: ۳۲) بارش‌های سنگین نواحی مدیترانه و جزیره بالیاریک را مطالعه نمود. کومار (۲۰۰۸: ۱۳۴) بارش سنگین ۲۶ جولای ۲۰۰۵ در بمبئی هندوستان را با استفاده از مدل WRF<sup>4</sup> بررسی کرد. از دیگر فعالیت‌های صورت پذیرفته در ارتباط با الگوهای جوی و بارش می‌توان به تحقیقات فوجیبی و همکار (۲۰۰۶: ۱۰۳۳)، پاتانایک و همکار (۲۰۱۰: ۸۸)، هونگ (۲۰۰۴: ۱۴۶۹)، سیبرت و همکاران (۲۰۰۷: ۱۳۹) و وانگ و همکاران (۲۰۰۹: ۴۷۱) اشاره کرد.

در رابطه با بررسی همدیدی گردش‌های جوی و ارتباط آن با وقوع بارش در ایران می‌توان به زمینه‌های مطالعاتی مانند بررسی و تحلیل الگوهای همدیدی-کلیماتولوژی

بارش‌های بیش از ۱۰۰ میلی‌متر سواحل جنوبی دریای خزر اشاره کرد (خوشحال، ۱۳۷۶: ۵۵). مرادی (۱۳۸۵: ۱۰۹) سیلاب‌های نواحی جنوبی دریای خزر را مورد مطالعه قرار داده و سه نوع توده هوا و سیستم فشاری را در ریزش بارش در سواحل جنوبی دریای خزر مؤثر دانست. مفیدی و همکار (۱۳۸۴: ۱۱۳) به بررسی همدید نقش دریای سیاه بر بارش ایران پرداخته است. مسعودیان (۱۳۸۴: ۱۶۱) با استفاده از داده‌های بارش و رواناب و همچنین نقشه‌های روزانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، الگوهای تأثیرگذار بر سیلاب‌های کارون را مورد مطالعه قرار داد. عربی (۱۳۸۵: ۱۵) با بررسی بارندگی‌های تیرماه ۱۳۷۸ به این نتیجه رسیده که گسترش و نفوذ کم‌فشار موسمی از سمت جنوب و جنوب‌شرق ایران و سامانه‌های پرفشار مهاجر از سمت شمال، باعث وقوع بارش شده است. حبیبی (۱۳۸۵: ۶۹) نقش سامانه‌های بندالی در چرخندزایی روی دریای مدیترانه و اثر آن‌ها در سیل سال ۲۰۰۰ غرب ایران را مورد مطالعه قرار داد. امیدوار (۱۳۸۶: ۸۱) در تحلیل همدیدی و ترمودینامیک رخداد بارش در منطقه شیرکوه، نشان داد که سه نوع سامانه همدیدی منطقه را مورد تأثیر قرار می‌دهد. عزیزی و همکار (۱۳۸۶: ۶۱) در بررسی همدید سیل ۲۸ مرداد ۱۳۸۲ مازندران و گیلان به این نتیجه رسیده‌اند که وجود ناوهای در شمال شرق اروپا و امتداد محور آن روی دریای خزر، موجب فرارفت هوای سرد قطبی به روی دریای خزر شده و حضور واپرخند مهاجر با کشیدگی شمال‌غرب-جنوب در غرب ناوه و چرخند جبهه‌ای در شرق ناوه باعث بارش‌های شدید در این ناحیه شده است. رنجبر و همکار (۱۳۸۹: ۵۷) بارش‌های شدید فصل تابستان استان گلستان را مورد تحلیل قرار دادند. یاراحمدی و همکار (۱۳۹۰: ۱۰۵) الگوی دینامیکی و همدیدی بارش‌های سنگین در جنوب خزر و غرب ایران را تحلیل نمودند.

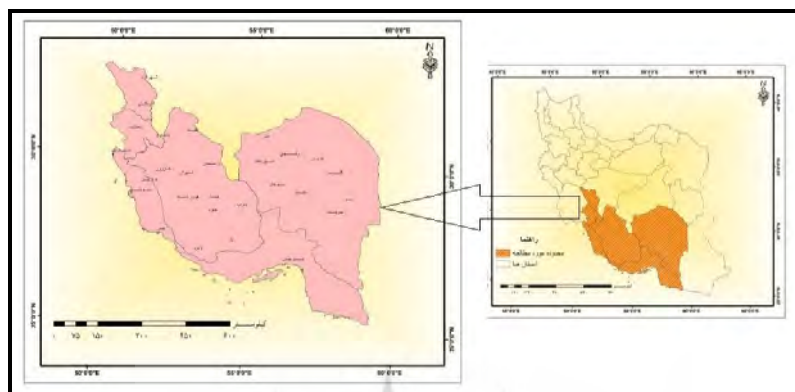
با توجه به دور بودن استان کرمان از منابع رطوبتی رخداد بارش‌های سنگین از موارد استثنایی است به‌نحوی که با بررسی دوره آماری ۲۴ ساله بارش استان کرمان مشخص گردید این میزان بارش طی ۲۰ سال گذشته بی‌سابقه بوده است (جدول ۱). از طرفی قابل ذکر است که تأثیر مراکز کم‌ارتفاع بریده تشکیل شده در خارج از مرزهای کشور بر بارش‌های مناطق جنوبی و مرکزی ایران کم‌تر بررسی شده که در این تحقیق این موضوع بررسی می‌گردد.

جدول (۱) بارش‌های سنگین رخ داده در ایستگاه‌های استان کرمان طی دوره ۲۴ ساله

ایستگاه	مجموع بارش‌های سنگین طی دوره مورد مطالعه در استان کرمان (میلی‌متر)		
	۷۱/۱۱/۱۹ تا ۷۱/۱۱/۱۴	۸۹/۱۱/۱۳ تا ۸۹/۱۱/۱۲	۷۱/۱۰/۴ تا ۷۱/۱۰/۱
سیرجان	۱۰۷	۸۳	۹۹
کرمان	۵۸	۴۹	۵۱/۲
رفسنجان	۳۲	۳۳/۴	۲۴/۴
شهربابک	۷۸	۴۸/۹	۷۰/۴
بافت	۲۰۹	۷۹/۱	۱۰۸
انار	۳۲/۲	۴/۶	۱۹/۸
بم	۲۷	۲۷/۳	۹
جیرفت	۲۸۰/۲	۱۰۴/۲	۱۰۴
کهنوج	۱۶۱	۷۹/۲	۱۲۴
بردسیر	۴۱	۶۳	۶۶

### مواد و روش‌ها

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 (شکل ۱ و جدول ۲). 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 هم‌دید 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 ۴ روزه از مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی (NCEP) استخراج و 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 (مگا) و نم ویژه انتخاب گردیده است.



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و توزیع جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب

جدول (۲) مشخصات ایستگاه‌های هم‌مدید 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 روزهای ۱۲ و ۱۳ بهمن ماه (میلی‌متر)
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه			
شیراز	۱۴۸۴	۵۲	۳۶	۲۹	۳۲	۲۸/۴	۷/۹	۷/۴
بندر دیلم	۳۹	۵۰	۱۰	۳۰	۰۳	۳/۱	۱۶/۲	۰
بrazجان	۸۹۰۹	۵۱	۱۰	۲۹	۱۵	۶/۸	۲۰/۴	۰
بوشهر	۱۹/۶	۵۰	۵۰	۲۸	۵۹	۴/۱	۲۲	۰/۳
لار	۷۹۲	۵۴	۱۷	۲۷	۴۱	۱۲/۵	۱۱/۴	۱۸
فسا	۱۲۸۸	۵۳	۴۱	۲۸	۵۸	۴۱/۷	۵۴	۳۹/۹
چهرم	۱۰۸۲	۵۳	۳۲	۲۸	۲۹	۴۴/۳	۲۶/۳	۵۵/۷
نیریز	۱۶۳۲	۵۴	۲۰	۲۹	۱۲	۱۶/۲	۴۲/۱	۴۵
کازرون	۸۴۰	۵۱	۳۹	۲۹	۳۶	۲۱/۲	۹/۴	۰/۹
کرمان	۱۷۵۹	۵۷	۳	۳۰	۱۶	۱/۲	۸	۴۱
انار	۱۴۰۷	۵۵	۱۶	۳۰	۵۲	۰	۱/۴	۳/۲
بافت	۲۲۶۶	۵۶	۳۶	۲۹	۱۳	۱۹/۷	۳۴/۲	۴۴/۹
جیرفت	۶۰۱	۵۷	۴۸	۲۸	۳۵	۰	۱۳/۶	۹۰/۶
بردسیر	۲۷۷۵	۵۶	۵۰	۲۹	۳۱	۲	۲۳	۴۰

۳۳/۴	۳۲/۶	۰/۸	۰/۲	۳۰	۲۵	۵۵	۵۴	۱۵۸۰	رفسنجان
۸۳	۴۵/۱	۳۷/۹	۰	۲۹	۲۸	۵۵	۴۱	۱۷۳۹	سیرجان
۷۹/۲	۵۶/۲	۲۳	۰	۲۷	۵۸	۵۷	۴۲	۴۶۹	کهنوج
۴۳/۱	۳۸/۳	۴/۸	۰	۳۰	۴۸	۵۶	۳۴	۱۶۷۰	زرند
۴	۴	۰	۰	۳۰	۲۵	۵۷	۴۲	۴۰۰	شهداد
۴۸/۹	۳۳/۱	۱۵/۸	۳/۹	۳۰	۰۶	۵۵	۰۸	۱۸۳۴	شهرابک
۲۷/۳	۲۷/۳	۰	۰	۲۹	۰۶	۵۸	۲۱	۱۰۶۶	بم
۵۴/۷	۵۲/۸	۱/۹	۰	۲۷	۱۳	۵۶	۲۲	۱۰	بندرعباس
۱۱۱/۸	۱۱۱/۸	۰	۰	۲۷	۰۶	۵۷	۰۵	۲۹	میناب
۴۵	۲۰/۲	۲۴/۸	۰	۲۶	۳۲	۵۴	۵۰	۲۳	بندرلنگه
۴۶/۱	۳۱	۱۵/۱	۱۳	۲۸	۱۹	۵۵	۵۵	۹۳۱	حاجی‌آباد
۲۳/۳	۰	۲۳/۳	۴/۲	۳۲	۱۷	۵۰	۵۱	۲۰۴۸	شهرکرد
۳۶/۵	۰	۳۶/۵	۳/۳	۳۱	۵۷	۵۱	۱۸	۲۱۹۷	بروجن
۵۱/۷	۲	۴۹/۷	۱۰/۲	۳۱	۳۱	۵۰	۴۹	۱۵۸۰	لردگان
۹۷/۳	۰	۹۷/۳	۲/۵	۳۰	۲۶	۵۰	۴۶	۶۹۹	دوگنبدان
۸۵/۷	۳	۸۲/۷	۵/۴	۳۰	۵۰	۵۱	۴۱	۱۸۳۱	یاسوج
۵۴/۸	۰	۵۴/۸	۰	۳۱	۱۱	۵۲	۴۰	۲۰۳۰	آباده
۲۷/۶	۷/۹	۱۹/۷	۹/۴	۳۰	۱۴	۵۲	۰۰	۲۲۰۱	سپیدان

با توجه به این که تأکید این مقاله بر بارش سنگین استان کرمان می‌باشد، لذا 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). سپس با مقایسه بارش رخ داده بهمن ماه با بارش سنگین محاسبه شده می‌توان به سنگین و استثنایی بودن بارش بهمن ماه پی برد.

رابطه (۱)  $G = \mu + k * \alpha$ ؛  $\mu$ : میانگین داده‌ها  $\alpha$ : 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 ۳).

جدول (۳) شاخص بارش سنگین در ایستگاه‌های استان کرمان

ایستگاه	انار	بردسیر	بم	بافت	جیرفت	رفسنجان	زرنند	سیرجان	شهرابابک	کرمان	کهنوج
شاخص بارش سنگین (میلی‌متر)	۱۹	۳۵	۲۳	۳۸	۴۹	۲۰	۲۴	۳۰	۳۱	۳۰	۵۲

در مرحله بعد برای به دست آوردن میزان ناپایداری در روزهای مورد مطالعه، شاخص‌های  $K_i$  و  $S_i$  برای نمونه در ایستگاه کرمان محاسبه شد. شایان ذکر است که اساس شاخص شولتر ( $S_i$ ) بر رابطه بین دمای خشک و نقطه شبنم تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و دمای خشک تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال استوار است و بر مبنای معادله  $S_i = T_{500} - T$  محاسبه می‌شود (جدول ۴). شاخص ناپایداری  $K_i$  بر مبنای روش ویتینگ و بر اساس اطلاعات کاوش‌گر جو بالا با استفاده از معادله  $K_i = (T + T_d)_{950} - (T - T_d)_{700} - T_{500}$  محاسبه می‌گردد و دارای مقادیر عددی مطابق جدول ۵ می‌باشد (قائم‌ی و همکار، ۱۳۷۱).

جدول (۴) مقادیر شاخص  $S_i$  برای تعیین وضعیت ناپایداری

ارزش شاخص $S_i$	میزان ناپایداری
۱ تا ۳	احتمال ناپایداری وجود دارد
۱ تا ۳-	احتمال ناپایداری بیش‌تر می‌شود
کمتر از ۳-	شدت ناپایداری‌ها افزایش می‌یابد

سپس با توجه به الگوهای هم‌دیدگی و میزان بارش، نقشه‌های توزیع بارش روزهای مورد

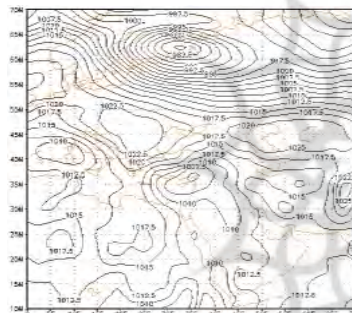
بررسی در محیط GIS ترسیم شد.

### یافته‌های و بحث

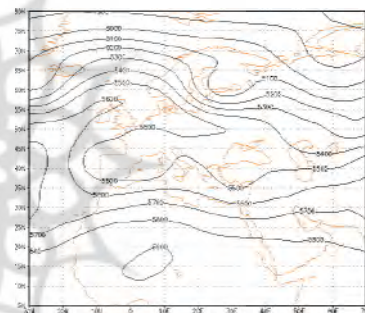
جهت مشخص شدن علل هم‌دیدگی رخداد بارش سنگین مناطق مرکزی و جنوبی کشور و نیز به لحاظ اختصار، صرفاً الگوهای جوی و رفتار آن‌ها از تاریخ دهم تا سیزدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (۳۰ ژانویه تا ۲ فوریه ۲۰۱۱) و نقشه‌های ساعت صفر به وقت گرینویچ مورد بررسی قرار گرفته است.

دهم بهمن ماه ۱۳۸۹ (روز قبل از شروع بارش)

در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز مرکز کم‌ارتفاع بسته‌ای بر روی دریای مدیترانه در حال تشکیل شدن می‌باشد. این مرکز کم‌ارتفاع مانند یک مانع در مسیر حرکت بادهای غربی قرار گرفته و آن را به دو شاخه تقسیم کرده است (شکل ۲). در نقشه سطح دریا مرکز کم‌فشاری بر روی دریای مدیترانه و مرکز پرفشاری بر روی شرق و مرکز اروپا مستقر می‌باشد. بر روی دریای خزر نیز پرفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال مستقر می‌باشد که پربند ۱۰۱۵ هکتوپاسکال آن تا نیمه جنوبی کشور کشیده شده و همین امر سبب عدم ورود جریانات جنوبی به کشور شده و شاهد هوایی پایدار در مناطق مورد مطالعه می‌باشیم (شکل ۳).



شکل (۳) نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۰ (ساعت ۰۰)



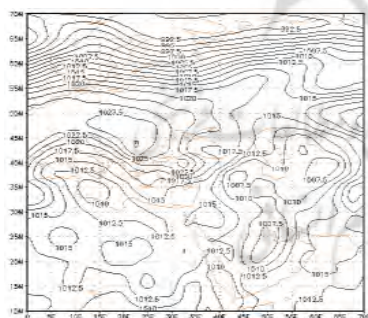
شکل (۲) ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۰ (ساعت ۰۰)

یازدهم بهمن ماه ۱۳۸۹ (روز شروع بارش)

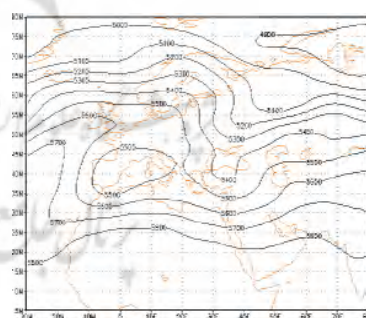
در این روز با تشکیل مرکز کم‌ارتفاع بریده و دو شاخه شدن بادهای غربی، شاخه شمالی با تشکیل ناوهای عمیق از شمال دریای اژه تا دریای سرخ و ارتباط با شاخه جنوبی، ضمن ریزش هوای سرد، با عبور از آب‌های جنوبی کشور و کسب رطوبت بیشتر تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داده است (شکل ۴). در نقشه سطح دریا نیز پرفشار مستقر بر روی اروپا در این روز تقویت شده و فشار هسته مرکزی آن به ۱۰۲۷ هکتوپاسکال رسیده است. کم‌فشاری با هسته مرکزی ۱۰۰۷ هکتوپاسکال بر روی بحرین تشکیل شده است. در همین زمان، با نفوذ بیشتر این کم‌فشار، پرفشار مستقر بر روی دریای



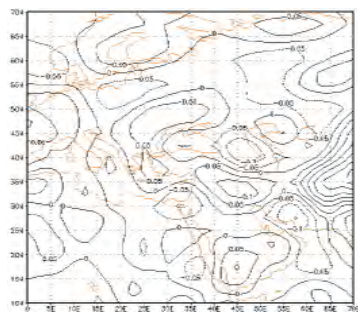
خزر به طرف شمال شرق عقب‌نشینی کرده و شرایط را برای بارش‌های نیمه جنوبی کشور فراهم کرده است (شکل ۵). نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بیانگر حرکت واپرخندی بر روی جنوب عربستان می‌باشد، این حرکت واپرخندی باعث گردش هوا از روی خلیج عدن و جنوب دریای سرخ شده و رطوبت را از طریق مرکز عربستان به سمت خلیج فارس و نواحی جنوبی ایران هدایت می‌کند (شکل ۶). 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 ۸). در این روز بر اساس نقشه امگا یک هسته صعود بر روی شمال تنگه هرمز قرار دارد (شکل ۷). در نقشه رودباد سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال نیز شاهد گسترش هسته‌های سرعتی بر روی شمال آفریقا تا نواحی شرقی کشور می‌باشیم (شکل ۹). 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. نقشه توزیع بارش این روز نیز نشان می‌دهد که بیشینه بارش در استان فارس بوده و سامانه هنوز تمامی استان کرمان را فرا نگرفته است. به طوری که ایستگاه‌های شیراز ۲۸/۴ میلی‌متر، فسا ۴۱/۷ میلی‌متر، کازرون ۲۱/۲ میلی‌متر و بافت ۱۹/۷ میلی‌متر بارش داشته‌اند (شکل ۱۰).



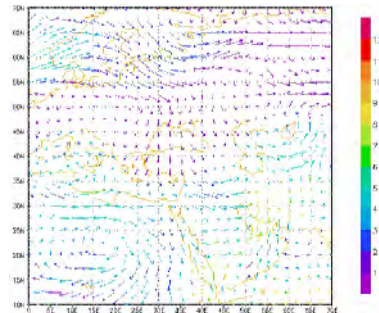
شکل (۵) نقشه سطح دریا، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (ساعت ۰۰)



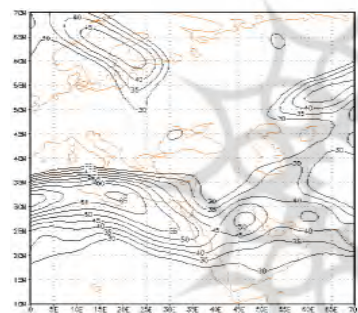
شکل (۴) ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (ساعت ۰۰)



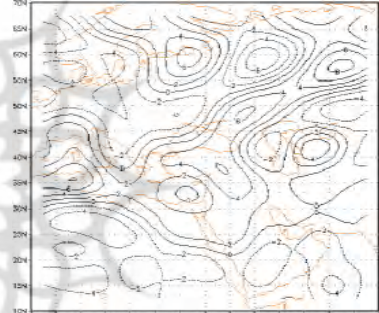
شکل (۷) نقشه امگای سطح زمین،  
تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (پاسکال بر ثانیه)



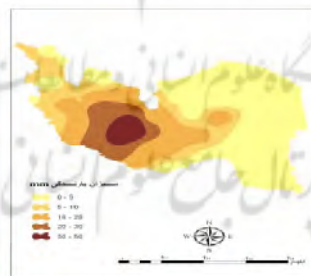
شکل (۶) وزن رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال،  
تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ (گرم بر کیلوگرم)



شکل (۹) نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال،  
تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۱۱ (متر بر ثانیه)



شکل (۸) توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰  
هکتوپاسکال تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱

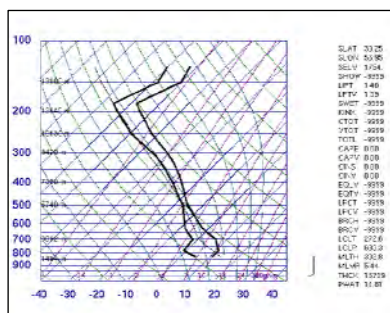


شکل (۱۰) توزیع بارش روز ۱۱ بهمن ۱۳۸۹ در منطقه مورد مطالعه

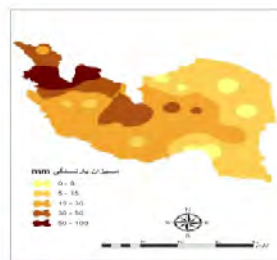
## دوازدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (روز فراگیر شدن بارش)

در این روز به دنبال حرکت کند سیستم مانع به سمت شرق ناوه مستقر بر روی ترکیه و دریای سرخ به سمت شرق جابه‌جا شده و مناطق بیش‌تری را تحت تاثیر قرار داده است (شکل ۱۱). 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 (شکل ۱۲). با توجه به نقشه وزش رطوبتی این روز، شاهد حرکت واچرخندی بر روی دریای عمان هستیم که رطوبت را از طریق تنگه هرمز وارد مناطق جنوبی کشور نموده است (شکل ۱۳). در نقشه امگای این روز هسته صعودی بر روی شمال تنگه هرمز همچنان وجود داشته و اندکی به سمت شرق جابه‌جا شده است (شکل ۱۴). در نقشه چرخندگی این روز نیز شاهد گسترش چرخندگی مثبت به نواحی داخلی کشور و ناپایداری بر روی نواحی جنوبی و مرکزی می‌باشیم (شکل ۱۵). 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 در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکالی فراهم نموده است (شکل ۱۶). نقشه توزیع بارش بیانگر گسترش بارندگی می‌باشد، به نحوی که ایستگاه‌های دوگنبدان ۹۷/۳ میلی‌متر، یاسوج ۸۲/۷ میلی‌متر، فسا ۵۴ میلی‌متر، نیریز ۴۲/۱ میلی‌متر، سیرجان ۳۷/۹ میلی‌متر و بافت ۳۴/۲ میلی‌متر بارش داشته‌اند (شکل ۱۷). شکل ۱۸ 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.





شکل (۱۸) نمودار ترمودینامیک ۱۲ بهمن ۱۳۸۹ ایستگاه کرمان



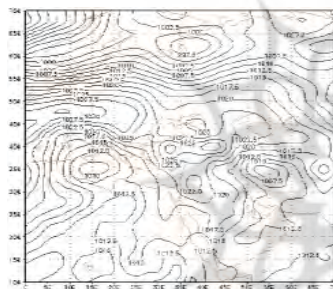
شکل (۱۷) توزیع بارش روز ۱۲ بهمن ماه در منطقه مورد مطالعه

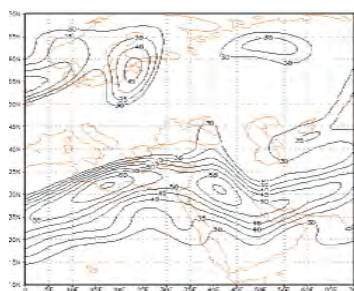
سیزدهم بهمن‌ماه ۱۳۸۹ (روز اوج بارش در استان کرمان)

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 قرار داده است (شکل ۱۹). 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 (شکل ۲۰). چنین شکلی از استقرار توده‌های هوا، بهترین شرایط را برای بارندگی و ایجاد ناپایداری فراهم می‌نماید به نحوی که ایستگاه‌های میناب ۱۱۱/۸، جیرفت ۹۰/۶، کهنوج ۵۶/۲ و سیرجان ۴۵/۱ میلی‌متر بارش داشته‌اند (شکل ۲۵). 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 (شکل ۲۱). در نقشه چرخندگی کلیه نواحی جنوبی دارای چرخندگی مثبت می‌باشند (شکل

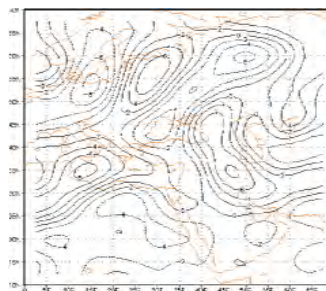


۲۲). نقشه امگای این روز بیانگر جابه‌جایی اندک هسته صعود و قرار گرفتن آن بر روی نواحی جنوبی استان کرمان می‌باشد (شکل ۲۳). در این روز نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال بیانگر تشکیل هسته رودباد دیگری بر روی عراق می‌باشد که زبانه‌های آن با گسترش شمال غربی - شمال شرقی از روی نواحی جنوبی و شرقی کشور عبور کرده و با تخلیه هوا امکان صعود هر چه بیش‌تر هوای مرطوب خلیج فارس و دریای عمان را فراهم نموده است (شکل ۲۴). در شکل ۲۶ شاخص دما و رطوبت بسیار به هم 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.

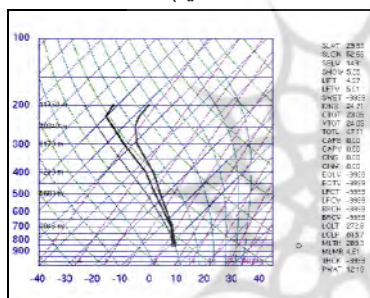




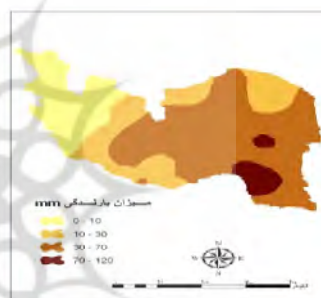
شکل (۲۴) نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ (متر بر ثانیه)



شکل (۲۳) توزیع مکانی تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳)



شکل (۲۶) نمودار ترمودینامیک ۱۳ بهمن ۱۳۸۹ ایستگاه کرمان



شکل (۲۵) توزیع بارش روز ۱۳ بهمن‌ماه در منطقه مورد مطالعه

## نتیجه‌گیری

از آنجا که برای ایجاد بارندگی‌های شدید، عامل رطوبت مهم‌تر از عامل صعود می‌باشد، شناسایی منابع و منشأ رطوبت بارش‌های شدید ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور با بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، منشأ 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 بارش 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 استثنایی روزهای ۱۲ و ۱۳ بهمن ماه ۱۳۸۹ نواحی جنوبی و مرکزی کشور به خصوص در استان کرمان ناشی از شکل‌گیری کم‌ارتفاع بریده‌ای بر روی دریای مدیترانه است که بصورت سیستم مانعی عمل کرده و سبب شکل‌گیری ناوه عمیقی با امتداد شمالی-جنوبی توسط شاخه شمالی و ادغام آن با ناوه حاصل از شاخه جنوبی می‌باشد. در نتیجه با عمیق‌تر شدن این ناوه و کسب رطوبت بیش‌تر از آب‌های جنوبی کشور شرایط لازم برای ریزش باران‌های استثنایی در منطقه فراهم می‌شود، به‌نحوی که در ایستگاه‌های میناب شاهد ۱۱۱/۸، جیرفت ۱۰۴/۲، فسا ۹۳/۲ و سیرجان ۸۳ میلی‌متر بارش بوده‌ایم. هم‌چنین با بررسی شاخص‌های ناپایداری شاهد ناپایداری بالایی در روزهای بارشی می‌باشیم که هماهنگی زیادی را با نقشه‌های سطوح مختلف نمایان می‌سازد.

اگرچه این تحقیق صرفاً یکی از الگوهای هم‌دیدی بارش‌های سنگین را بررسی کرده استریال اما با توجه به اینکه بارش مذکور طی ۲۰ سال گذشته در استان کرمان بی سابقه بوده و یافته‌های این تحقیق عامل اصلی بارش را مرکز کم‌ارتفاع بسته مستقر در خارج از مرزهای کشور می‌داند که کم‌تر مورد توجه قرار گرفته، و این هم‌چنین تأییدی بر یافته‌های صفریور و همکاران (۱۳۹۰: ۱۶۱) و رحیمی و همکاران (۱۳۸۹: ۵۱) می‌باشد و از این نظر حائز اهمیت است.



## منابع

- امیدوار، کمال (۱۳۸۶)، «بررسی و تحلیل الگوی سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیر کوه»، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۹، سال ۳۹، صص ۸۱-۸۹.
- حبیبی، فریده (۱۳۸۵)، «تحلیل هم‌دیدگی و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه‌های بندالی و تأثیر آن روی منطقه ایران»، *فیزیک زمین و فضا*، شماره ۳، سال ۳۲، صص ۶۹-۸۹.
- خوشحال دستجردی، جواد (۱۳۷۶)، «الگوی سینوپتیک-کلیماتولوژی برای بارش‌های بیش از صد میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر»، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- رحیمی، داریوش؛ خوشحال، جواد و تیمور علی‌زاده (۱۳۸۹)، «تحلیل آماری-هم‌دیدگی بارش‌های سنگین مناطق خشک ایران (مطالعه موردی استان کرمان)»، *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، شماره ۱۴، سال ۵، صص ۶۹-۵۱.
- رنجبر سعادت‌آبادی، عباس و نفیسه امینی (۱۳۸۹)، «مطالعه بارش‌های شدید فصل تابستان استان گلستان (۱۳۸۶-۱۳۸۰)»، *پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، شماره ۱ و ۲، سال ۱، صص ۷۶-۵۷.
- صفرپور، فرشاد؛ امیدوار، کمال؛ محمودآبادی، مهدی و سعید الفتی (۱۳۹۰)، «تحلیل هم‌دیدگی اثرات سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران»، *فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، شماره ۴ (۶۸)، سال ۱۴، صص ۱۶۱-۱۸۹.
- عربی، زهرا (۱۳۸۵)، «تحلیل سینوپتیک بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران»، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۶، سال ۳۸، صص ۱-۱۵.
- عزیز، قاسم و زهرا صمدی (۱۳۸۶)، «تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مرداد ۱۳۸۲ در استان‌های گیلان و مازندران»، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۶۰، سال ۳۹، صص ۶۱-۷۴.
- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱)، «*اقلیم‌شناسی سینوپتیک*»، چاپ اول، تهران، انتشارات سمت.

- علیزاده، امین (۱۳۸۲)، «*اصول هیدرولوژی کاربردی*»، چاپ شانزدهم، مشهد، انتشارات امام رضا.
- قائمی، هوشنگ و محمود عدل (۱۳۷۱)، «*پایبنداری و توفان‌های رعد و برق*»، سازمان هواشناسی کشور، تهران.
- کاویانی، محمدرضا و بهلول علیجانی (۱۳۷۹)، «*مبانی آب و هواشناسی*»، چاپ هفتم، تهران، انتشارات سمت.
- محمودآبادی، مهدی (۱۳۸۹)، «*پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی پسته در استان کرمان*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد.
- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۵)، «*پیش‌بینی وقوع سیلاب‌ها بر اساس موقعیت‌های سینوپتیکی در ساحل جنوبی دریای خزر*»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۵، سال ۳۸، صص ۱۰۹-۱۳۱.
- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۴)، «*شناسایی الگوهای گردشی پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون*»، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۵، سال ۳، صص ۱۶۱-۱۸۲.
- مفیدی، عباس و آذر زرین (۱۳۸۴)، «*بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌آسا در ایران*»، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۷، سال ۲۰، صص ۱۱۳-۱۳۶.
- یاراحمدی، داریوش و زهره مریانجی (۱۳۹۰)، «*تحلیل الگوی دینامیکی و هم‌دیدگی بارش‌های سنگین در جنوب غرب خزر و غرب ایران (مطالعه موردی: بارش مورخه ۱۳۸۳/۸/۱۴)*»، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۷۶، سال ۷۶، صص ۱۰۵-۱۲۰.
- Fujibi, F., Yamazaki, N. (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.
- Hong, Song-you, (2004), "Comparison of Heavy Rainfall Mechanism in Korea and the Central US", *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol 82, No 5, pp 1469-1479.
- Kodama, K., Barnes, G.M. (1997), "Heavy Rain Events over the South-facing Slopes of Hawaii: Attendant Conditions", *Weather and Forecasting*, Vol 12. pp. 347-367.

- Kumar, A. (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.* PP 134.
- Lana, J. (2007). Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in the Balearic Island. *Adv. Geosci.* 12, 27, 32.
- Pattanaika, D.R., Rajeevan, M. (2010), "Variability of Extreme Rainfall Events over India during Southwest Monsoon Season", *Meteorol. Appl.* 17, pp: 88-104.
- Seibert, P, Frank, A, Formayer, H, (2007), "Synoptic and Region Patterns of Heavy Precipitation in Austria", *Theor. Appl. Climatol.* 87, pp: 139-153.
- Xinmin, W., Panmao, Z., Cuicui, W. (2009), "Variations in Eextrropical Cyclone Activity in Northern East Asia", *Journal of Atmospheric Sciences*, Vol 26, No 3, pp 471-479.
- Yama, K. (1998), "A Synoptic Overview of Heavy Rain Event in Southern China", *Weather and Forecasting*, Vol 2. pp. 89-112.
- [www.esrl.noaa.gov](http://www.esrl.noaa.gov).