نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶

صفحات۸۶- ۶۹

شناسایی الگوهای سینوپتیکیِ بارش های سیل خیزِ غرب ایران

الهام قاسمی فر، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی ماهواره‌ای، دانشگاه تربیت مدرس،تهران، ایران.

سمیه ناصرپور[1]، دانشجوی دکتری مخاطرات آب و هوایی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

لیلی آرزومندی، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشکده، علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۵ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۲/۱۴

چکیده

یکی از مهمترین و چالش برانگیزترین رخدادهای حدی ، بارش های سنگین است که هر ساله خسارات فراوانی را به دنبال دارد. از اینرو در پژوهش حاضر این رخداد در غرب ایران بررسی شده است. ابتدا با داده های روزانه بارش در ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب برای دوره (۲۰۰۰-۲۰۱۵) چندین بارش حدی در منطقه شناسایی شد، در ادامه نقشه های مربوط به فشار های تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی این الگوها در نرم افزار SPSS با استفاده از تحلیل مولفه‌ی اصلی(PCI)، برای شناسایی مولفه های اصلی مورد پردازش قرار گرفت نتایج نشان داد تنها یک مولفه ۹۹,۹۹ درصد واریانس این الگو ها را تبیین و توجیه می‌کند. بنابراین الگوی مولد تمامی این رخداد ها شرایط مشابهی را دارا بوده است. سپس از بین این الگو های مشابه دو الگوی بسیار شدید انتخاب و مورد آنالیز سینوپتیکی و ماهواره ای قرار گرفت نتایج نشان داد در روزهای همراه با بارش حدی امگای منفی (از سطح ۱۰۰۰تا ۲۰۰ هکتوپاسکالی و با هسته بیشینه ۰,۳- پاسکال بر ثانیه) بر روی غرب ایران قرار داشته است، علاوه بر آن رطوبت بالای ۷۰ درصد، قرارگیری در جلوی تراف هایی که از کم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ و بویژه ۵۰۰ هکتوپاسکالی بر منطقه نفوذ داشته، رودبادهایی با سرعت بالای ۳۰ متر بر ثانیه در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال، سرعت باد سطحی بالای ۱۰ متر بر ثانیه و هسته های تاوایی مثبت همگی شرایط موجود را به نفع تشکیل سیکلون قوی فراهم کرده اند. در نهایت پردازش تصاویر رادار هواشناسی این نتایج را تآیید نمود.

واژگان کلیدی: الگو های سینوپتیکی، بارش سنگین، تحلیل نقشه ها، تحلیل ماهوار های، غرب ایران.

۱. نویسنده مسئول: Email: snaserpour@ymail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

سیل یکی از پدیده های پیچیده و مخرب طبیعی است که هر ساله خسارات فراوانی را به دنبال دارد، مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده اند، بگونه ای که تنها در یک دهه میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار بوده است. این امر در کشور ما نیز صادق است. خسارات ناشی از سیل کشور در پنج دهه گذشته رشد ۲۵۰ درصدی داشته است(وطن فدا، ۱۳۸۱). بارش تنها یک فرایند حیاتی در چرخه‌ی هیدرولوژی جهانی نیست بلکه شاخص مهمی از تغییرات اقلیمی بشمار می رود (Fu et al., ۲۰۱۶) .تغییرات الگوی فضایی، زمانی بارش بطور بالقوه ممکن است سبب خشکسالی یا سیل شود(Jiang et al., ۲۰۰۸). بارش های سنگینی که منجر به سیلاب های مخرب می‌شوند، تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم فراوانی بر روی زندگی انسان دارند (Li et al.,۲۰۱۶). بطور جهانی و با بررسی روند بارش ها مشخص شده است بارش ها در باند بارشی استوایی افزایش، در جنب حاره که منطقه نزول دائمی هواست کاهش و در عرض های بالا بدلیل انتقال رطوبت افزایش داشته اند(Huang et al.,۲۰۱۳). افزایش بارش ها بطور غیر قابل انکاری مرتبط با گرمایش جهانی است(Tan et al.,۲۰۱۵)، البته مکانیزم های مختلفی برای این کاهش یا افزایش بارش ها و سیل های ناگهانی تشخیص داده شده است این که ادعا شده در عرض های متوسط یا بالا جز برای آسیای شرقی مقدار بارش ۰,۵ تا یک درصد در دهه افزایش یافته است هنوز مکانیزم آن بطور درستی درک نشده است (Zhang et al.,۲۰۰۷). سیل‌های ناگهانی، اغلب توسط سیستم های همرفتی شبه ساکن، تولید می‌شوند که بارندگی سنگینی را در یک ناحیه ایجاد می‌کنند(Li et al.,۲۰۱۶; Dong et al.,۲۰۱۶; Fu et al.,۲۰۱۶.) توپوگرافی، خاک و کاربری اراضی با ممانعت در مقابل نفوذ و جذب رطوبت توسط خاک، در تولید این سیل ها مشارکت می‌کنند (ذوالفقاری، ۱۳۹۰). اما نکته‌ی مهم در رخداد بارش های سنگین اهمیت عوامل صعود و بویژه دسترسی به بخار آب است و بعبارت دیگر تغییرات بارش توسط چرخه انتقال رطوبت کنترل می شود(Rodwell and Hoskins,۲۰۰۱).

اگر الگو های گردشی به وجود آورنده سیل شناسایی شوند می‌توان از حداقل یک یا دو روز قبل با رویت آغاز توالی الگو های مختوم به ایجاد سیل، وقوع سیلاب را پیش بینی کرد در این صورت فرصت کافی برای ایجاد آمادگی های لازم وجود دارد(علیجانی،۱۳۹۲).

در زمینه سیل و بارش مطالعات متعددی در ایران و جهان صورت گرفته است که بطور مثال می توان به موارد زیر اشاره کرد: روبرت (Robert,۱۹۹۳)۶۲ سیل را که در غرب ایالات متحده آمریکا رخ داده مورد بررسی قرار داده است که رخداد ۴۱ سیل در پی وضعیت حرکت کند امواج کوتاه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال رخ داده است ضمن آنکه در این مطالعه چهار الگو برای ایجاد این سیل ها ارائه شده است. کوترونی و همکاران (Kotroni, ۱۹۹۸) بارش رگباری یازدهم و دوازدهم ژانویهٔ ۱۹۹۷ در یونان که در ارتباط با جبههٔ سرد رخ داده بود را با استفاده از مدل WRF مورد بررسی قرار دادند و از تحلیل این مدل نتیجه گرفتند که در پیدایش همرفت های عمیق، سه عامل ناپایداری، منبع رطوبت و تاوایی قائم بالا رو که قبل از ورود جبههٔ قطبی در محل وجود دارند، مؤثر است. بررسی الگو های جوی رخداد های بارش های سنگین در جزایر بالئارس (Lana& et,۲۰۰۷)، و همچنین تحقیقی مشابه در یونان که توسط (Hosson& et al,۲۰۰۸) صورت گرفت نتایج مشابهی داشت بطوریکه در هر دو مورد یک ارتباط قوی بین رویدادهای بارش های سنگین با فعالیت سیکلونی مشاهده شد. تحلیل بارش سنگین ۲۶ جولای ۲۰۰۵ در بمبئی هندوستان، Kumar,)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

(۲۰۰۸، بارش های سنگین نواحی مدیترانه و جزایر بالئارس[۲] (Lana, ۲۰۰۷)، تحلیل دینـامیکی و سـینوپتیکی بـارش سنیگین ۸۳/۸/۱۴ در جنوبغرب خزر و غرب ایران (یاراحمدی و مریانجی،۱۳۹۰) و بررسی بارندگی های سنگین جنوب شرق ایالات متحده امریکا، (Konrad,۱۹۹۷)،ازجمله تحقیقات دیگر است.

لشکری(۱۳۷۵) با بررسی ساز وکار تکوین، تقویت و توسعه مرکز کمفشار سودان، نقـش ایـن سـامانه را بـر روی بارش های سنگین جنوب و جنوبغرب ایران مطالعه نموده است. وی وقوع بارش های سـنگین و سـیل آسـا در جنـوب غرب ایران را نتیجه تقویت و تشدید مرکز کمفشار موسمی سودان و منطقه همگرایـی دریـای سـرخ مـی‌دانـد. تحلیـل سینوپتیکی الگوهای گردشی بارش های موسمی جولای ۱۹۹۴ در ایران، با اسـتفاده از داده هـای بـارش روزانـه تعـداد ۱۵۲ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره پایه ۳۴ساله (۱۹۷۰-۲۰۰۳)، نشان می دهد وردش های ماهانه و سال به سـال بارش تابستانه جنوب شرق ایران با تغییرات شدت موسمی تابستانه جنوب آسیا، بویژه با فراوانی وقـوع کـم فشـار هـای موسمی در منطقه دریای عرب ارتباطی بسیار نزدیک دارد. در دوره شدید موسمی سال ۱۹۹۴ تعـداد کـم فشـار هـای موسمی بطور محسوسی افزایش یافته، پرفشار جنب حاره قوی تر و جریانات جنوب غربی دریای عـرب و خلـیج بنگـال نیز به میزان قابل ملاحظ های شدیدتر بوده است(علیجانی و همکاران، ۱۳۸۶). نتـایج تحلیـل همدیـد بـارش سـنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران بیانگر آن است که، رخداد بارش سـنگین در جنـوب شـرق کشـور بـا مهیـایی شرایطی نظیر وجود رطوبت زیاد در تراز پایین جو بخصوص تخلیه رطوبتی شدید از خلیج فارس، ناهنجاری های منفـی شـدید در تـراز هـای میـانی جـو و اسـتقرار رودبـاد جنـب حـاره ای در غـرب منطقـه مـرتبط مـی باشـد(علیجانی و همکاران،۱۳۸۹). بررسی بارش های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس نشان داد که در بارش ایـن منطقـه کـم فشار های شرق ، شمال و جنوب دریای خزر نقش کلیدی دارند(بلیانی و سلیقه ،۱۳۹۵).

آرزومندی(۱۳۰: ۱۳۹۱) در بررسی سیل فروردین ۱۳۸۸ قم به این نتیجه رسید که وجود سـردچال بـالایی و کـم فشار های مهاجر اروپایی و نزول هوای سرد سیبری و عقب نشینی پرفشار جنب حاره ای باعث این سیل شده است.

تحلیل بارش حدی حوضه آبریزگرگانرود نشان داد در روز بارش سنگین که نیمه غربی ایران و بخش های جنـوبی و مرکزی ایران تحت حاکمیت الگوهایی از قبیل الگوهای کم فشاری حاکم بر منطقه در سطح زمین و کم ارتفاع هـایی در سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال می باشد و جهت جریانات از دریای عدن خلیج فارس و همچنـین دریـای سـیاه و مدیترانه می باشند (آرزومندی، ۱۳۹۶) .نتایج تحلیل سینوپتیکی بارش سنگین دوره ۷ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۵ غرب کشور ایران نیز نشان می دهد سیستم کم فشار دریای مدیترانه و زبانهٔ کم فشار سودانی باعث بارندگی هـای ایـن دوره شـده که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سیستم ها در سـطح زمـین نقـش داشـته انـد(عزیـزی و همکاران، ۱۳۸۸)

تحلیل سینوپتیک بارش های شدید و فراگیر ایران نشان داد در زمان رخداد بارش سنگین بر روی منطقه ی مورد مطالعه همواره در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک ناوه در غرب از دریای مدیترانه تا ایـران قـرار دارد کـه جریـان هـا را بـه صورت نصف النهاری در می آورد و آن ها با جهت غربی و جنوبغربی به روی ایران روانه می کند و همچنـین در سـطح زمین همواره یک مرکز کم فشار یا زبانه ای از آن بر روی منطقه ی مورد مطالعه تشکیل می شـود کـه ایـن مرکـز کـم

۲ . Balearic islands

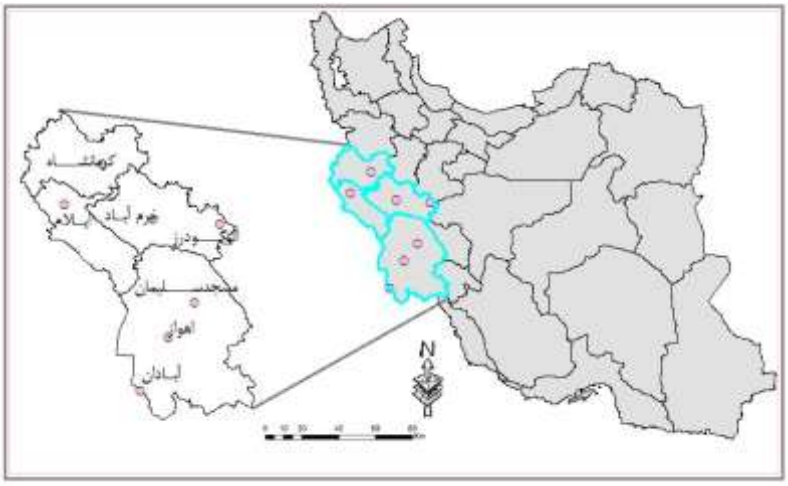
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

فشار با هوای سرد عرض های شمالی تشکیل جبهه می دهد. بنابراین می تـوان گفـت رخـداد بـارش هـای سـنگین بـا سیستم های سیکلونی همراه است (مصطفایی و همکاران ، ۱۳۹۴)

منطقهٔ غرب ایران به دلیل دارا بودن کوهستان ها، شرایط مساعدی برای تشدید و گسترش بارندگی و گاهی جـاری شدن سیل دارد، چرا که ناهمواری های زاگرس بر سامانه های غربی و جنوبغربی اثر دینامیکی دارند و آن ها را وادار به صعود کرده و سبب تقویت آن ها می‌شوند(مسعودیان،۱۳۸۷). در حقیقت وجود و نقـش کوهسـتان مـی توانـد کنتـرل کننده اصلی بارش باشد که به بارش های اروگرافیک معروفند (Robert and Houze.,۲۰۱۲). با توجـه بـه مطـالبی کـه گفته شد همچنین قرارگیری غرب ایران در مسیر ورود سیستم های سینوپتیکی منجر به بارش هـای سـنگین در ایـن پژوهش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی الگو های سینوپتیکی منجر به بارش های سیلابی مخـرب در غـرب ایـران (شکل۱) ، شرایط سینوپتیکی فراگیرترین و فرین ترین این رخداد ها مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

داده ها و روش کار

به منظور بررسی بارش های سیل خیز غرب ایران، داده های بارش روزانه ایسـتگاه هـای کرمانشـاه، ایـلام، خـرم آبـاد، الیگودرز، مسجدسلیمان، اهواز و آبادان، (شکل ۱ و جدول ۱) برای یک دوره ۱۵ ساله (سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵) از سازمان هواشناسی کشور دریافت و مورد تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعه در کشور ایران

نخست برای شناسایی بارش سنگین، بارش روزهایی انتخاب شد که در طی دوره مطالعه، آسـتانه ای مسـاوی یـا بـالای صدک ۹۹ ام (نود و نهم) در منطقه داشته اسـت(سـتوده و علیجـانی ، ۱۳۹۴؛ حسـینی و اکبـری قمصـری ، ۱۳۹۵)، انتخاب این صدک بر مبنای آزمون و خطا بوده و با توجه به شامل بودن ایستگاه های کم بارش نظیر اهواز و آبادان، این آستانه بر دیگر ایستگاه ها نیز تحمیل شد. به این ترتیب تاریخ های زیر بعنوان بارش سـنگین شناسـایی شـد کـه ایـن موارد ضمن دارا بودن بالاترین بارش، در تمامی ایستگاه های منطقه مشـترک اسـت، ایـن تـاریخ هـا عبارتنـد از ۲۴ مارس ۲۰۰۰، ۱ دسامبر ۲۰۰۱، ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴، ۲۵ دسامبر ۳،۲۰۰۴ و ۴ فوریـه ۲۰۰۶، ۳۰ نـوامبر ۲۰۰۸، ، ۲ مـی ۲۰۱۰، ۲۹ ژانویه ۲۰۱۳، ۳۰ اکتبر ۲۰۱۵ و آستانه های بارشی این صدک در جدول ۲ ارایه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول ۱: مشخصات ایستگاه های منطقه مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
کرمانشاه	۴۷,۱۵	۳۴,۳۵	۱۳۱۸,۵
ایلام	۴۶,۳۹	۳۳,۵۸	۱۳۳۷
خرم آباد	۴۸,۲۸	۳۳,۴۳	۱۱۴۷,۸
اهواز	۴۸,۷۴	۳۱,۳۴	۲۲,۵
مسجد سلیمان	۴۹,۲۴	۳۱,۹۸	۳۲۰,۵
الیگودرز	۴۹,۷۰	۳۳,۴۰	۲۰۲۲,۱
آبادان	۴۸,۲۱	۳۰,۳۷	۶,۶

جدول۲: آستانه های بارشی صدک ۹۹ام در ایستگاه های غرب کشور طی دوره۲۰۰۰-۲۰۱۵

تاریخ	کرمانشاه	ایلام	خرم اباد	اهواز	مسجد سلیمان	الیگودرز	آبادان
۲۰۰۰/۳/۲۴	۳۵	۳۵	۳۰	۹,۱	۹	۴۶	۳
۲۰۰۱/۱۲/۱	۲۷	۴۴	۴۰	۱۹,۰۱	۵۳	۱۰	۶,۳
۲۰۰۴/۱/۱۳	۳۴	۳۹,۴	۱۰	۳۳	۶۶	۴۳	۳۵,۴
۲۰۰۴/۱۲/۲۵	۲۴,۱	۳۵	۳۱	۲۷	۳۰	۱۰,۵	۵,۸
۲۰۰۶/۲/۳	۲۵,۱	۱۶۲	۳۸	۰,۸	۳	۰,۳	۲
۲۰۰۶/۲/۴	۲۱,۰۱	۴۰	۴۴	۳۷	۶۱	۵۷,۱	۱۳
۲۰۰۸/۱۱/۳۰	۲۹	۳۰	۷۸	۱۵	۴۸	۲۹	۲۸
۲۰۱۰/۵/۲	۲۳,۱	۳۴,۲	۳۰,۰۲	۵	۴۹	۱۷	۱
۲۰۱۳/۱/۲۹	۴۵	۵۵	۳۷	۳۳	۶۳	۲۰	۴,۸
۲۰۱۵/۱۱/۲۹	۵۶,۷	۹۴	۱۴	۱۰,۰۲	۲۴	۲۰	۳,۰۱
صدک ۹۹ام ایستگاه ها(mm)	۲۱	۲۸,۵۹	۲۶,۱۱	۱۷,۹۵	۲۴,۶۱	۲۳	۹,۹۵

همانطور که آستانه ها نشان می دهند ایستگاه های خرم آباد، ایلام و کرمانشاه بالاترین مقدار بارش را در تاریخ های مورد نظر ثبت نموده اند در صورتیکه این مقدار بارش در چهار ایستگاه دیگر با شدت کمتری رخ داده است که البته همین مقدار به ظاهر کم نیز برای منطقه ای بدون بارش که تحت سلطه تقریبا دائمی پرفشار جنب حاره است رویداد حدی تلقی می شود. سپس الگوهای فشار در سطح تراز دریا و ارتفاع ژئو پتانسیل در دو تراز بسیار مهم ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال برای طول جغرافیایی ۲۰ تا ۷۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵ تا ۵۰ درجه شمالی برای ۹ دوره روزانه‌ی که منجر به رخداد بارش حدی شده اند از از سایت www.cdc.noaa.gov دریافت و با استفاده از آن الگوهای سینوپتیکی حاکم بر این بارش ها در منطقه شناسایی شد. بر اساس تحلیل و بررسی نقشه های فشار روزانه هم می توان نواحی استقرار و حاکمیت سیستم های فشار را شناسایی نمود و هم دوره های استیلای هر کدام از الگو های متوسط فشار را مشخص نمود (علیجانی ،۱۳۹۰)، سپس به منظور حذف داده های همبسته این پارامتر ها در نرم افزارSPSS، با روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) اقدام به شناسایی مولفه های اصلی شد(حمیدیان پور و همکاران ،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

۱۳۸۹؛ فتاحی و شیراوند ، ۱۳۹۳) و با استفاده از نتایج حاصل از به کـارگیری روش تحلیـل مولفـه اصـلی روی نقشـه های فوق، تاریخ های حدی منطقه شناسایی شد و در ادامه نقشه های امگا، تـاوایی، رطوبـت نسـبی، رودبـاد، خطـوط جریان، فشار و هاومولر برای دو رخداد شاخص (۱۳ژانویه ۲۰۰۴) و (۲۹ اکتبر۲۰۱۵) در نرم افـزار گـردس ترسـیم و مورد بررسی قرار گرفت(دلیل انتخاب این دو رخداد از بین تاریخ هـای اسـتخراج شـده شـدت و وسـعت بـالای آن در ایستگاه های منطقه بود) و در پایان از تصاویر ماهواره TRMM[۳] به منظور نمایش رخداد بارش حدی در دو تاریخ مـورد نظر در منطقه‌ی مطالعه استفاده شده است.امروزه سیستم های مـاهواره ای فرصـت برابـری از از پـایش فراینـد هـای جوی-زمینی و پارامترا های ان ها بطور مداوم فراهم می‌کنند (Thies and Bendix.,۲۰۱۱) ، یکی از محصول های ایـن ماهواره، محصول ۳b۴۲ است که داده های روزانه بارشی می باشد ایـن مـاهواره از تخمـین سـنجنده هـای SSM/I۴، AMSR۵ و AMSU۶ استفاده می کند و تصاویر با وضوح ۰,۲۵ در ۰,۲۵ درجه و با واحد میلیمتر در ساعت در اختیـار کاربران قرار می دهد. از اهداف مهم استفاده از این تصاویر در منطقه مورد مطالعه این است کـه بـا توجـه بـه پـراکنش ایستگاه های سینوپتیک، رخداد این بارش ها ممکن است تنها محدود به همین نقاط ایستگاهی باشد اما با توجـه بـه تصاویر با وضوح بالای ۰,۲۵ درجه (حدود ۲۵ کیلومتر) می توان گستردگی ساز وکار الگو های پدیدآورنده این سیسـتم ها را در وضوح بسیار بالاتر از پراکنش ایستگاه ها مشاهده نمود که امروزه ماهواره ها از ایـن نقطـه نظـر بـه محققـان کمک بالایی کرده اند.

شرح و تفسیر نتایج

تحلیل مولفه اصلی که به منظور شناسایی مولفه های اصلی درگیر در رخداد بارش های حدی اسـتفاده شـد نشـان داد تنها یک عامل توجیه کننده الگو های فشار منجر به بارش های سنگین در منطقه‌ی مورد مطالعه مـی‌باشـد، کـه ایـن عامل به تنهایی توانسته است ۹۹,۹۹ درصد واریانس کل پراکندگی الگوهای فشار طی روز های مورد بررسی را توجیـه نماید. در حقیقت می توان گفت بارش های سنگین رخ داده در منطقه مطالعه تنها می تواند با یک عامـل سـینوپتیکی اصلی توجیه شود، همانطور که در شکل۲، مشاهده می‌شود در این خوشه بنـدی کـه بـا اسـتفاده از روش وارد و مربـع فاصله اقلیدسی و نمودار درختی بدست آمده تنها الگوهای فشار سطح دریا و الگو هـای ارتفـاع ژئوپتانسـیل تـراز هـای ۵۰۰ و ۸۵۰ عملکرد مجزا از یکدیگر دارند که نشان می دهد در ۲ طبقه مجزا قابل طبقه بندی می‌باشند. بدلیل تشـابه الگوها طی دوره مورد مطالعه دو الگوی بسیار حـدی تـر ایـن صـدک انتخـاب و مـورد تجزیـه و تحلیـل اقلیمـی قـرار گرفت.شکل۳ بصورت نمونه پیک بارش در روزهای ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ و ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵ را نمایش می دهد. پیک بارش در تاریخ اول بخوبی نشان دهنده بارش حداکثر در ساعت ۶ می باشد. اما در تاریخ دوم پیـک در ایسـتگاههای مختلـف متفاوت می باشد.

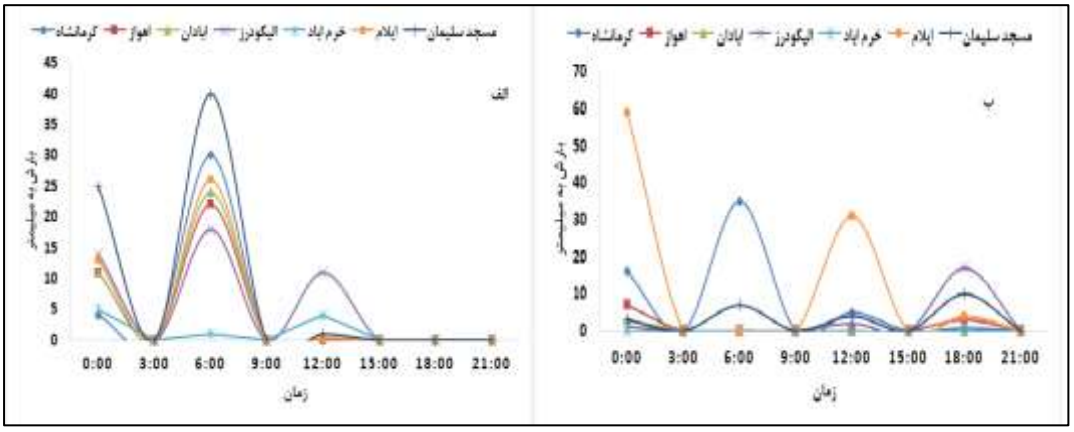
۳. Tropical Rainfall Measuring Mission
۴. Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I)
۵.Advanced Microwave Scanning Radiometer
۶ .Advanced Microwave Sounding Unit

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	344.991	99.997	99.997	344.991	99.997	99.997
2	.004	.001	99.999			
3	.002	.001	99.999			

شکل۲: نتایج خوشه بندی الگو های فشار با روش تحلیل مولفه اصلی(PCA)



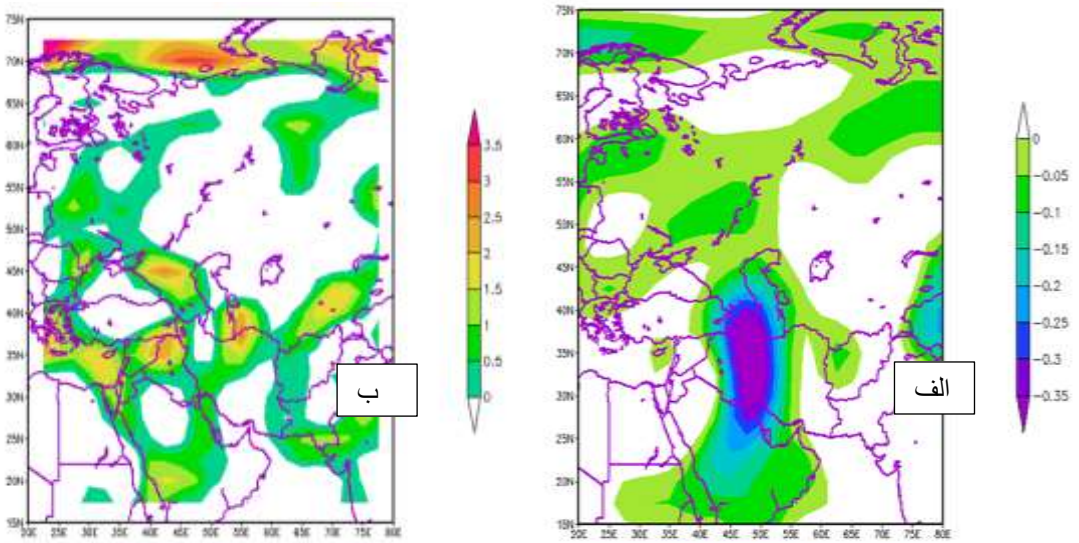
شکل۳:الف-پیک بارش روز ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴، ب- پیک بارش روز ۲۹اکتبر۲۰۱۵

- **تحلیل نقشه های هوا**

۱. بررسی سینوپتیکی بارش سیل آسای ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴: (تحلیل نقشه های امگا، تاوایی، رطوبت نسبی، رودباد، خطوط جریان، فشار و هاومولر)

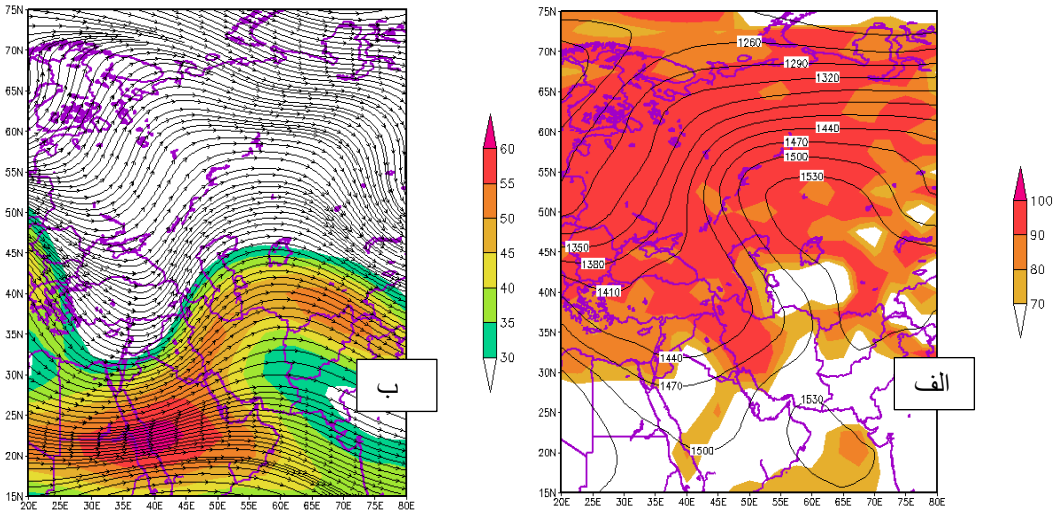
همانطور که در نقشه‌ی امگای مربوط به رخداد بارش سنگین در ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴ مشاهده می‌شود(شکل۴الف)، تمام نیمه‌ی غربی ایران را یک هسته‌ی امگای منفی با هسته ۰/۳۵- پاسکال بر ثانیه فرا گرفته که نشان از صعود هوا (سرعت قایم بالاسو) و ناپایداری در منطقه دارد و بیشینه امگای منفی بر بیشینه بارش منطبق است. علاوه بر آن مقدار امگا در خلیج فارس و دریای خزر نیز منفی می‌باشد. نقشه‌ی تاوایی مربوط به این بارش سنگین در (شکل۴ب) مشاهده می‌شود. این نقشه نشان می‌دهد که سه هسته تاوایی مثبت یکی در شرق دریای خزر و دیگری در مرز ایران و عراق و ترکیه و آخری در شرق دریای سیاه قرار گرفته است و غرب ایران در بین این هسته های تاوایی مثبت قرار گرفته که نتیجه‌ی بیشینه تاوایی مثبت جریان واگرایی در سطوح فوقانی جو و به دنبال آن رخداد بارش سنگین در منطقه‌ی مطالعه بوده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل۴: نقشه امگا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (الف) و تاوایی نسبی (ب):۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴.

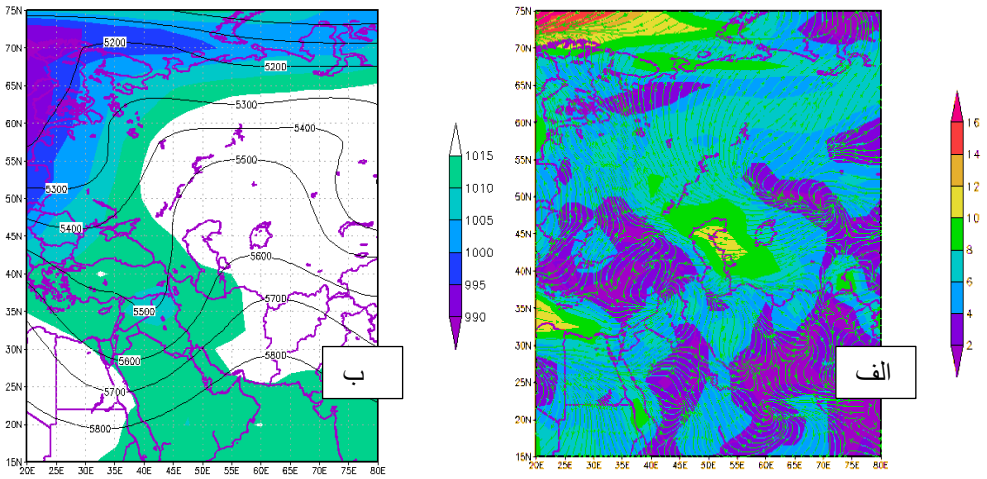
همانطور که در نقشه رطوبت نسبی ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴ مشاهده می‌شود(شکل۵ الف)، در نیمه غربی ایران بویژه در منطقه‌ی مطالعه رطوبت نسبی سطحی به میزان صد درصد رسیده که نشان دهنده شرایط بسیار مناسب برای رخداد یک بارش سنگین می باشد. علاوه بر آن ترافی که در غرب ایران استقرار پیدا کرده است حکایت از بسته کم ارتفاع واقع در ارتفاعات اروپا دارد که با پرارتفاع تشکیل شده در روی مناطق افغانستان، شمالشرق ایران و همچنین مناطق دریای عمان شرایط تضاد دماییِ مناسب منجر به بارش را ایجاد می‌کند. بررسی نقشه‌ی رود باد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال مربوط به این رخداد(شکل۵ب)، نشان می‌دهد هسته رودبادجنب حاره ای با سرعت ۶۰ متر بر ثانیه در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۲۰ درجه شمال بر روی غرب عربستان و دریای سرخ قرار گرفته است که ایران در خروجی سمت چپ این روباد واقع است، که نتیجه‌ی آن ایجاد واگرایی در سطوح بالا و ناپایداری های سطح زمین است و در نهایت منجر به تشکیل سیکلون و بارش می شود.



شکل۵: نقشه رطوبت نسبی تراز سطحی(رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال(منحنی) (الف) و نقشه رودباد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال (رنگی) و خطوط جریان (منحنی) (ب):۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

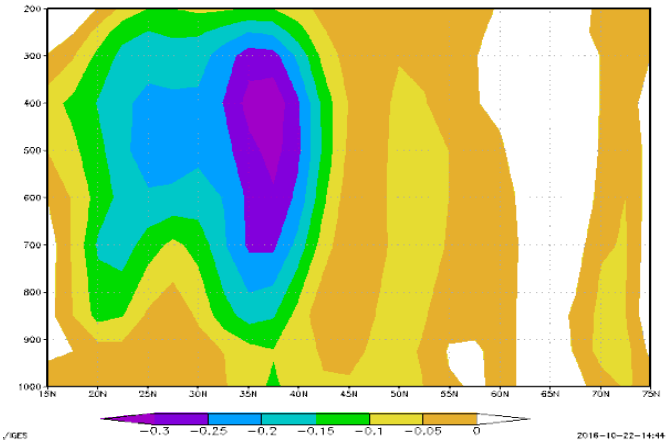
سرعت باد سطحی نشان از حاکمیت باد های با قدرت ۷ تا ۱۰ متر بر ثانیه است، خطوط جریان سطحی حاکمیت باد های غربی وارد شده به منطقه را به نمایش می گذارد(شکل ۶ الف). بررسی رودباد خطوط جریان ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴، نشان از شکل‌گیری یک مرکز همگرایی در ترکیه دارد ضمن آنکه دو جریانی که در شرق و جنوب ایران شکل گرفته در جنوب دریای خزر به هم می پیوندند، یک مرکز واگرایی نیز در دریای عمان مشاهده می‌شود، از اینرو غرب ایران در مسیر همگرایی جریانی که از دریای خلیج فارس عبور می کند (از جنوب به شمال) و جریانی که از دریای سرخ عبور می کند قرار گرفته است. این همگرایی باعث صعود هوا و ایجاد زمینه‌ی مساعد برای رخداد بارش در غرب ایران شده است.



شکل۶: سرعت باد سطحی و خطوط جریان سطحی (الف) و نقشه تراز دریا(رنگی)
و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال(منحنی)(ب):۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴،

در نقشه‌ی فشار تراز دریا، پربند ۱۰۱۵ هکتوپاسکال قابل مشاهده است و ایران در زبانه کم فشار شبه جزیره اسکاندیناوی قرار دارد و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه عمیقی که عرض آن از ۵۷ درجه شمالی تا ۲۰ درجه شمالی و با محور تقریبی که در طول جغرافیایی ۳۰ تا ۴۰ درجه شرقی قرار دارد که این محور از دریای سرخ و دریای سیاه عبور می کند و منطقه غرب ایران در جلوی این ناوه قرار دارد، به سبب قرار گرفتن منطقه‌ی مطالعه در سمت جلوی ناوه، ناپایداری هوا در منطقه شکل گرفته است(شکل ۶ ب). هاومولر امگای منفی نیز نتایج ناپایداری شدید حاکم بر دو روز منتخب تحلیل نقشه ها را تایید می کند انچه که مشخص است نمایش دهنده این امگای منفی از تراز سطحی تا ۲۰۰ هکتوپاسکال است که بخوبی نمایش دهنده ناپایداری جو در تمامی سطوح جوی در این دو روز است حداکثر ان نیز در عرض ۳۵ درجه منطبق به ناحیه مورد مطالعه قابل بحث است نهایتآ هاومولر امگای منفی ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴ نیز نتایج ناپایداری شدید حاکم بر این روز را تایید می کند در واقع امگای منفی از تراز سطحی تا ۲۰۰ هکتوپاسکال بخوبی نمایش دهنده ناپایداری جو در تمامی سطوح در این روز است و حداکثر آن نیز در عرض ۳۵ درجه منطبق بر ناحیه مورد مطالعه می‌باشد(شکل۷).

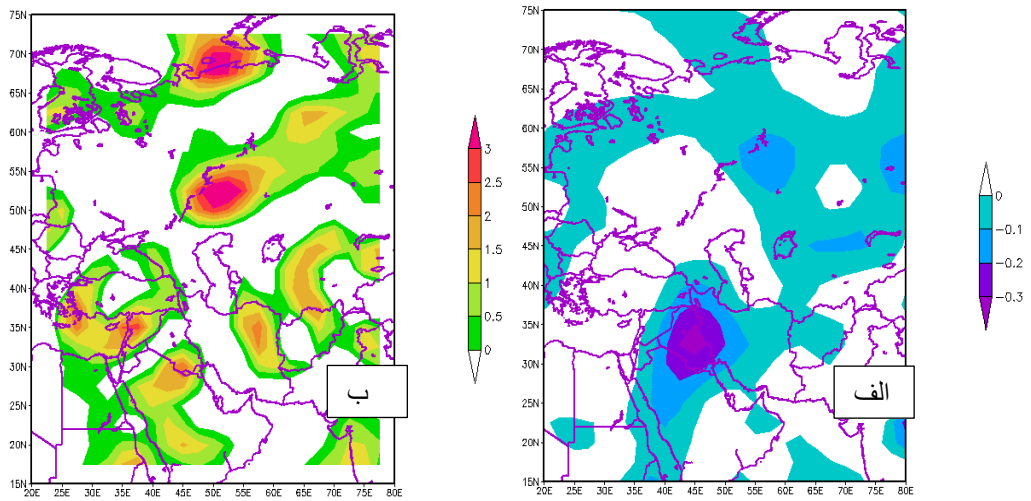
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل۷: هاو مولر امگای منفی برای طول جغرافیایی ثابت ۴۵ درجه برای عرض های ۱۵ تا ۷۵ درجه در تراز ۱۰۰۰ (سطح) تا ۲۰۰ هکتوپاسکالی ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴.

۲. بررسی سینوپتیکی بارش سیل آسای ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵: (تحلیل نقشه های امگا، تاوایی، رطوبت نسبی، رودباد، خطوط جریان، فشار و هاومولر)

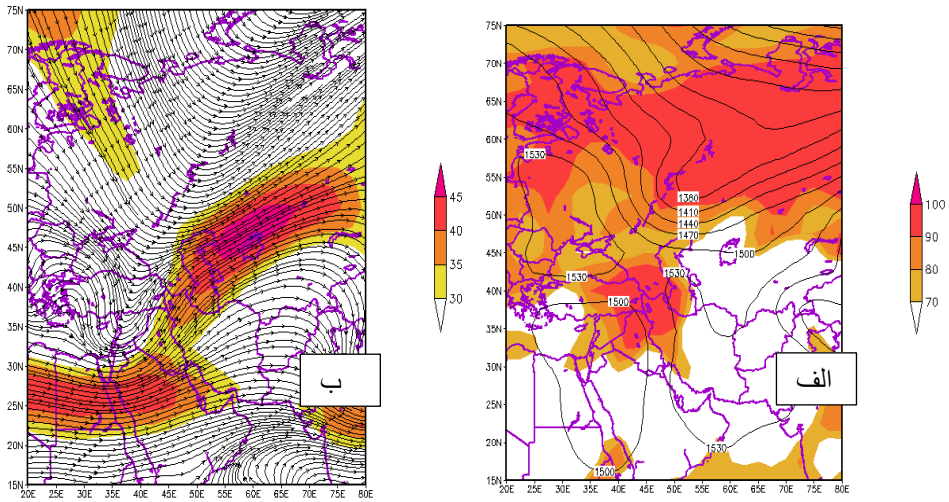
در نقشه‌ی مربوط به امگای ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ ملاحظه می‌شود که هسته امگای منفی در مرز ایران و عراق با مقدار ۰/۳- پاسکال بر ثانیه تشکیل شده است و در تمام گستره‌ی ایران بجز جنوبشرق امگا منفی است که نشان دهنده صعود هوا و تقویت ناپایداری دارد و بیشینه امگای منفی بر بیشینه بارش منطبق است، ضمن آنکه در بخشی از خلیج فارس و تمام دریای سرخ امگا منفی می باشد(شکل۸ الف). برای نتیجه گیری مقایسه‌ی نقشه های امگا مربوط به این دو رخداد بارش سنگین تشابه الگوی مولد آن را به خوبی نشان می دهد. نقشه‌ی تاوایی این روز (شکل ۸ ب) یک هسته بیشینه تاوایی در شمالشرق و شرق ایران تشکیل شده و هسته بیشینه تاوایی دیگر بر غرب خلیج فارس و مرز عراق و عربستان قرار دارد که بخشی از جنوب غرب ایران را در برگرفته است و دیگری بر روی شرق دریای مدیترانه و مرز سوریه مستقر شده که این هسته شمالغرب ایران را هم پوشش داده است. بیشینه تاوایی مثبت باعث جریان واگرایی در سطوح فوقانی جو و به تبع آن بارش سنگین در منطقه مطالعه شده است، ضمن آنکه در بیشتر مناطق ایران تاوایی منفی می باشد.



شکل۸: نقشه امگا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (الف) و تاوایی نسبی (ب):۲۹ اکتبر ۲۰۱۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

در نقشه رطوبت نسبی رخداد بارش سنگین روز ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵، مشاهده می‌شود رطوبت نسبی در شمالغرب ایران به صد در صد رسیده و نیمه غربی ایران نیز رطوبت نسبی بالایی (رطوبت نسب بالای ۸۰ درصد) در سطح دارا می‌باشد (شکل ۹ الف).



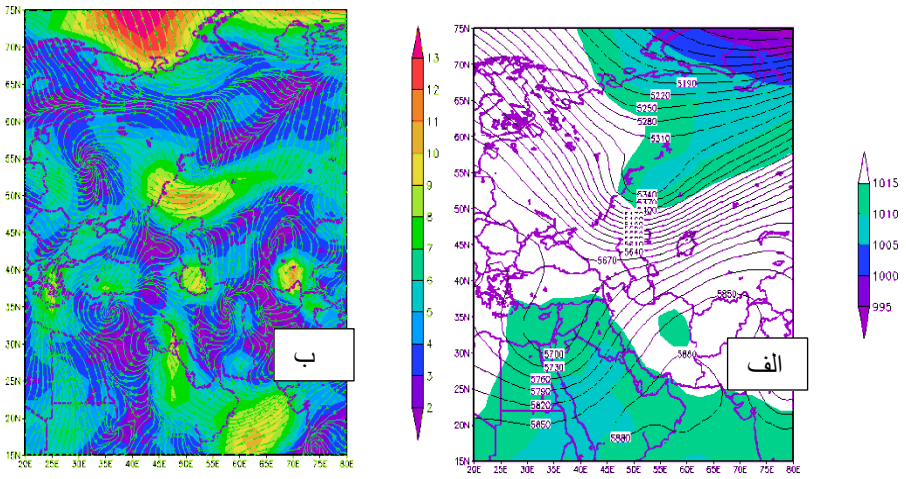
شکل۹: نقشه رطوبت نسبی تراز سطحی(رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال(منحنی) (الف): ۲۹اکتبر سال ۲۰۱۵ و رودباد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال (رنگی) و خطوط جریان (منحنی) (ب)

پس از بررسی نقشه جهانی این روز (بدلیل بررسی دقیقتر)، مشخص شد الگویی مشابه با تاریخ سیزدهم ژانویه ۲۰۰۴ در این روز نیز حاکم بوده است و تنها کمی جابجایی را نسبت به موقعیت تاریخ ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴، نشان می دهد، بنابراین تشابه الگوی مولد این دو رخداد در این نقشه ها هم بخوبی قابل مشاهده است. در شکل۹ ب، رودباد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ نشان داده شده استدر این شکل ایران بین دو هسته رودباد یکی رودباد جنب حاره ای در عرض ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی و بر روی عربستان و دریای سرخ و شمال آفریقا قرار گرفته و سرعت مرکز آن ۴۰ تا ۴۵ متر بر ثانیه است که غرب ایران در خروجی سمت چپ آن قرار دارد باعث ایجاد واگرایی در سطوح بالا و ناپایداری های سطح زمین که منجر به تشکیل سیکلون و بارش می شود و دیگری در عرض ۴۵ تا ۵۰ درجه شمالی بر روی دریاچه آرال و ترکمنستان و قزاقستان قرار گرفته که سرعت هسته مرکزی آن به بیش از ۴۵ متر برثانیه می رسدکه شمالغرب ایران در بخش ورودی سمت راست این رودباد قرار گرفته است که در این قسمت واگرایی بصورت تدریجی افزایش می یابد.

در نقشه تراز دریای ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ ملاحظه می‌شود که؛ پربند ۱۰۱۵ هکتوپاسکال از غرب ایران عبور می‌کند و ایران در یک زبانه کم فشار که از عرض های جنوبی، عربستان و شرق آفریقا عبور می‌کند قرار گرفته است و زمینه ایجاد سیکلون های سطح زمین فراهم است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه بسیار عمیقی در عرض ۷۵ درجه شمالی تا ۲۰ درجه شمالی قرار دارد که سبب ریزش هوای بسیار سرد عرض های بالایی به این قسمت های جنوبی تر شده است. ایران در جلوی این ناوه قرار گرفته است، بنابراین شرایط محیای ناپایداری و رخداد این بارش سنگین بوده است، شکل۱۰ الف. نقشه مربوط به رودباد خطوط جریان ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ است هم نشان دهنده‌ی یک جریان همگرایی در شمالشرق است، ضمن آنکه شمالغرب و غرب ایران در مسیر همگرایی جریانات شمالی جنوبی (که از

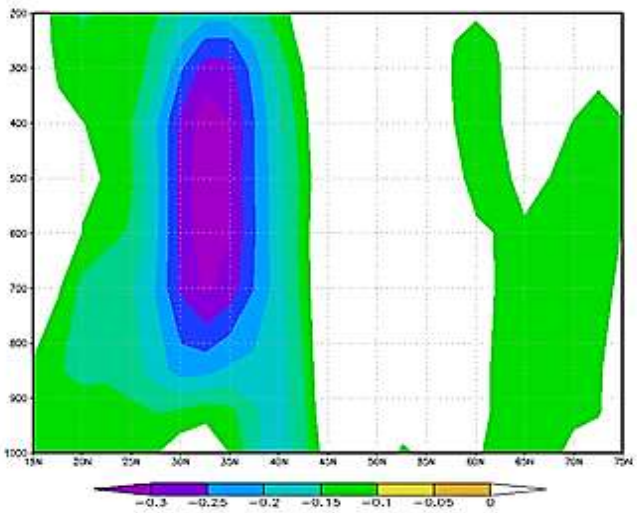
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

دریای خزر متصاعد شده) و جریانی که از جنوب به شمال(که از دریای عمان می آید)، قرار گرفته است ، این موارد سبب صعود هوا در این قسمت شده است،



شکل۱۰: نقشه تراز دریا(رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال(منحنی) (الف) و سرعت باد سطحی و خطوط جریان سطحی (ب):۲۹ اکتبر ۲۰۱۵.

شکل ۱۰، ب. ضمن آنکه در قسمت دریای عمان و خلیج فارس یک بلوکینگ اتفاق افتاده که جلوی حرکت ناوه مذکور را گرفته و سبب ایجاد هوای سرد و ناپایداری در مدت طولاتی تری را فراهم آورده، ایران در جبهه حاصل از برخورد هوای گرم بلوکینگ دریای عمان و خلیج فارس و ناوه ای که در غرب ایران و بر روی دریای سیاه و مدیترانه و دریای سرخ است قرار گرفته و زمینه برای ایجاد جوی ناپایدار و نهایتآرخداد بارشی سیل آسا در غرب ایران فراهم شده است. هاومولر امگای منفی نیز مشخص می‌کند که در این روز ناپایداری شدیدی وجود داشته و امگای منفی از تراز سطحی تا ۲۰۰ هکتوپاسکال بخوبی نمایش دهنده ناپایداری جو در تمامی سطوح جوی در این روز است حداکثر ان نیز در عرض ۳۵ درجه منطبق بر منطقه مطالعه است(شکل ۱۱).

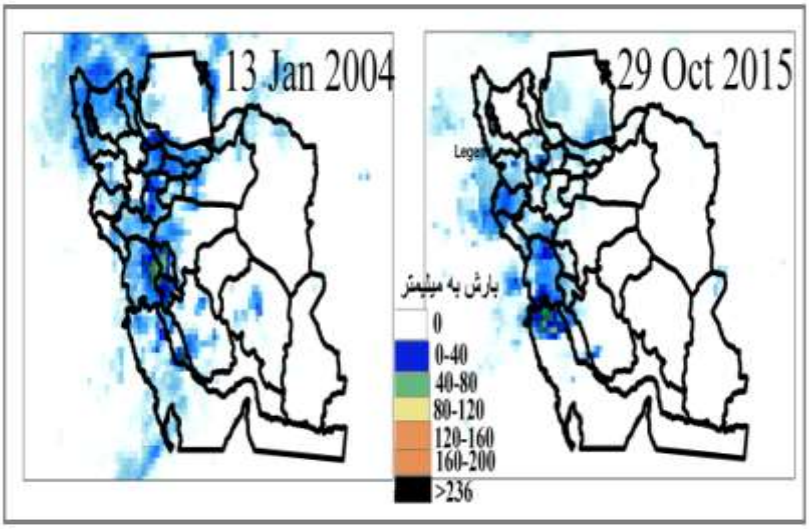


شکل۱۱: هاو مولر امگای منفی برای طول جغرافیایی ثابت ۴۵ درجه برای عرض های ۱۵ تا ۷۵ درجه در تراز ۱۰۰۰ (سطح) تا ۲۰۰ هکتوپاسکالی ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

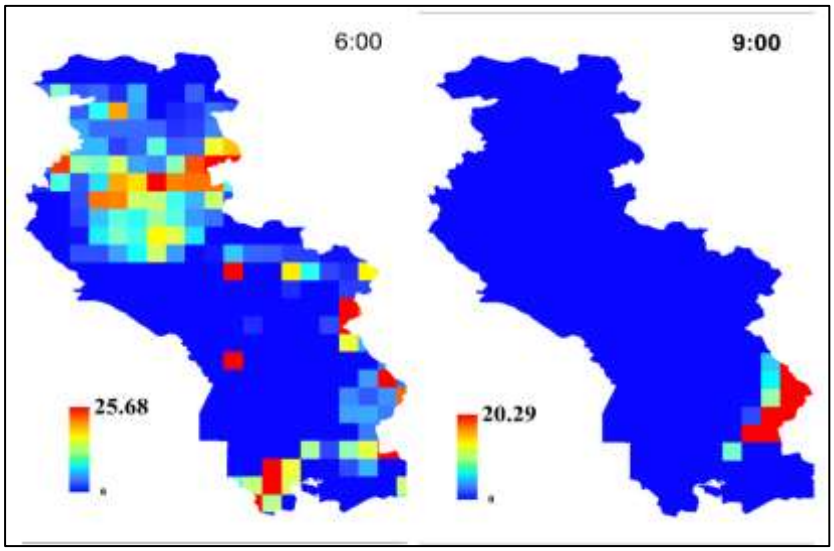
- **تحلیل تصاویر ماهواره ای**

تصاویر رادار بارشی ماهواره TRMM با واحد میلیمتر در ساعت و با وضوح فضایی ۰,۲۵ درجه نشان میدهد در این تاریخ های حدی منتخب، وقوع بارش تنها به بخش هایی از سواحل دریای خزر و تمامی غرب ایران محدود است و هسته های بارشی گسترده ای تنها در غرب کشور حاکمیت دارد که البته گستردگی آن در تاریخ اول بسیار چشمگیرتر و قابل توجه تر است ، این تصاویر اشکار می کند که در ایران تنها غرب کشور و نقاط منطبق بر ارتفاعات زاگرس بارش های حدی بالایی را تا مقدار ۱۰۰ میلمیتر در ساعت به ثبت رسانده اند که نشان از نقش پیچیده ارتفاعات این منطقه بر وقوع این بارش ها است.گرچه سرتاسر غرب کشور وقوع بارش مشاهده می شود اما ذکر نکته ضروری است که هسته های اصلی آن منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش می دهد. در این تاریخ ها دیگر نقاط کشور بویژه نقاط شرقی، مرکز و جنوبی، بارشی را ثبت نکرده اند. تصاویر این روزها به روشنی نشان می دهند که تمامی رطوبت انتقال یافته در این نقاط مورد بررسی تخلیه شده است در صورتیکه نواحی همسایه بدلایل خاص طبیعی نظیر قرار نداشتن در مسیر توده های پیچیده کوهستانی از این بارش ها محروم مانده اند همانطور که نقاط بادپناهی داخلی ایران نیز شرایط لازم برای کسب این رطوبت را نداشته اند و بعبارت دیگر این رطوبت ها در دامنه های بادگیر (نواحی صعودی) تخلیه شده است(شکل ۱۲). شکلهای ۱۳ و۱۴ در ساعتهای مختلف نتایج بارش ماهواره TRMM را تنها برای منطقه مورد مطالعه نمایش می دهد. در تاریخ ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ بیشترین بارش همانطور که در نمودارهای مربوط به آن نیز نمایش داده شده در ساعت ۶ رخ داده است و بیشتر نقاط این منطقه آن را نمایش می دهند که در ساعت بعدی آن یعنی ساعت ۹ بارش در اکثر نقاط منطقه به صفر میلیمتر در ساعت نزول می یابد. البته باید دقت شود بارشهای قبل از آن و بعد از آن محاسبه نشده و بارش مربوط به سه ساعت مورد نظر (۴:۳۰ تا ۷:۳۰) که به عنوان ۶ معرفی می شود می باشد. در تاریخ ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵ نیز بیشترین بارش مربوط به این ساعت است که قسمتهای شمالی منطقه را در برگرفته است.

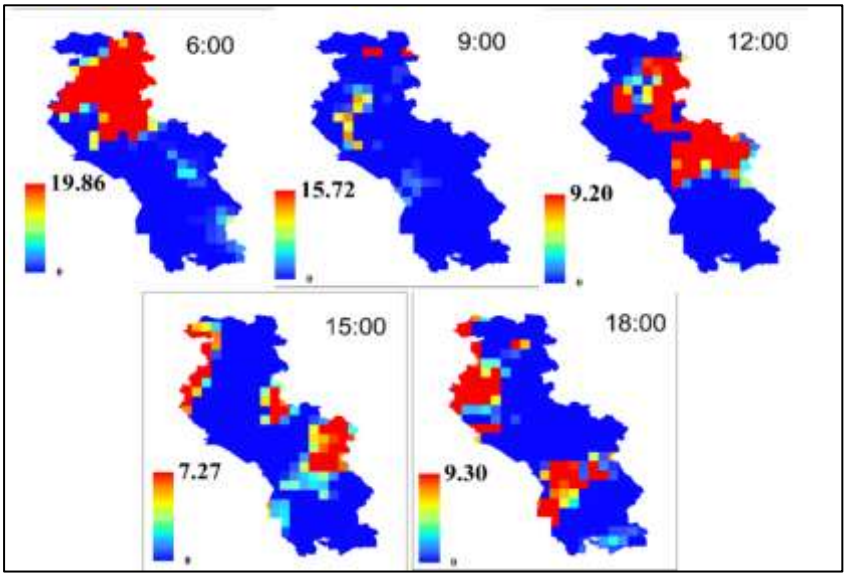


شکل۱۲: تصاویر ماهواره TRMM مربوط به رخداد های بارش سنگین در غرب ایران.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شک۱۳: بارش(میلیمتر در ساعت) در طی ساعتهای مختلف با استفاده از نتایج محصول ساعتی ۳B۴۲ ماهواره TRMMدر روز ۱۳ ژانویه۲۰۰۴ (بدلیل بارش صفر از ساعتهای دیگر صرف نظر شده است، پیک سیلاب این روز در ساعت ۶ اتفاق افتاده است).



شکل۱۴: بارش(میلیمتر در ساعت) در طی ساعتهای مختلف با استفاده از نتایج محصول ساعتی ۳B۴۲ ماهواره TRMMدر روز ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵.

نتیجه گیری

هدف از این پژوهش بررسی الگوهای سینوپتیک منجر به رخداد بارش های حدی در غرب ایران بوده است نتایج نشان داد رخداد بارش سنگین در ۱۳ ژانویه سال ۲۰۰۴، ناشی از استقرار تمامی پارامترهای ضروری برای رخداد هایی از این دست در نیمه غربی ایران و بویژه منطقه‌ی مطالعه بوده است. همانطور که پیش از این نیز اشاره شد یک هسته‌ی امگای منفی با هسته ۰/۳۵- پاسکال بر ثانیه در نیمه‌ی غربی ایران شکل گرفته بود که به دنبال آن صعود هوا و ناپایداری صورت گرفته، علاوه بر آن قرار گرفتن غرب ایران در بین هسته های تاوایی مثبت سبب جریان واگرایی در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

سطوح فوقانی جو و به دنبال آن رخداد بارش سنگین در منطقه‌ی مطالعه بوده است، در طی این رخداد رطوبت نسبی سطحی منطقه به میزان صددرصد رسیده که نشان دهنده شرایط بسیار مناسب برای شکل‌گیری یک بارش سنگین است. علاوه بر این موارد تراف مستقر در غرب کشور و قرار گیری ایران در خروجی سمت چپ رودبادجنب حاره ای سبب ایجاد واگرایی در سطوح بالا و ناپایداری های سطح زمین شده و در نهایت منجر به تشکیل سیکلون و رخداد بارش شده است. خطوط جریان سطحی حاکمیت بادهای غربی وارد شده به منطقه را نشان می‌دهد. بررسی رودباد خطوط جریان نیز نشانگر همگرایی در غرب ایران، صعود هوا و ایجاد زمینه‌ی مساعد برای رخداد بارش شده است. نقشه‌ی فشار تراز دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز مشخص می‌کند که منطقه غرب ایران در جلوی محور ناوه قرار دارد، هاومولر امگای منفی نیز ناپایداری شدید حاکم بر منطقه را به خوبی مشخص نموده (امگای منفی از تراز سطحی تا ۲۰۰ هکتوپاسکال بخوبی نمایش دهنده ناپایداری جو در تمامی سطوح جوی در این رخداد است). در مورد تاریخ ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ نیز مشاهده شد که بیشتر گستره‌ی ایران زیر سلطه‌ی امگا منفی است (یعنی صعود و ناپایداری)، انچه جالب توجه می‌باشد این است که مقایسه‌ی نقشه های امگا مربوط به این دو رخداد بارش سنگین تشابه الگوی مولد آن را به خوبی نشان می دهد. هسته بیشینه تاوایی مثبت در این روز باعث جریان واگرایی در سطوح فوقانی جو و به تبع آن بارش سنگین در منطقه مطالعه شده است، بررسی وضعیت رطوبت نسبی رخداد بارش سنگین روز ۲۹ اکتبر سال ۲۰۱۵ نیز نشان داد که رطوبت نسبی در شمالغرب ایران صد در صد و در نیمه غربی ایران نیز رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد بود. بنابراین تشابه الگوی مولد این دو رخداد در این نقشه ها هم بخوبی قابل مشاهده است. رودباد تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال این روز نشان داد که غرب ایران در خروجی سمت چپ رودباد جنب حاره ای قرار دارد که سبب ایجاد واگرایی در سطوح بالا و ناپایداری های سطح زمین و به تبع آن تشکیل سیکلون و بارش شده است، در نقشه تراز دریای مربوط به این رخداد فراهم شدن زمینه مناسب برای ایجاد سیکلون های سطح زمین مشاهده شد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شرایط محیای ناپایداری و رخداد این بارش سنگین بوده است. نقشه مربوط به رودباد خطوط جریان هم نشان دهنده‌ی یک جریان همگرایی و صعود هوا است. هاومولر امگای منفی نیز حاکی از ناپایداری شدید و امگای منفی از تراز سطحی تا ۲۰۰ هکتوپاسکال در تمامی سطوح جوی در این روز است نتیجه آنکه مقایسه‌ی نقشه های سینوپتیکی مربوط به این دو رخداد بارش سنگین تشابه الگوی مولد آن را به خوبی نشان می دهد، آنالیز تصاویر ماهواره‌ای این نتایج را به خوبی تآیید نموده است. با وجود اهمیت بالای تحلیل رخداد بارشهای سنگین در غرب ایران تا کنون مطالعات اندکی پیرامون بررسی همه زوایای این مخاطره آب و هوایی صورت گرفته است و مطالعه حاضر پاسخ به این نیاز مطالعاتی در حوزه‌ی اقلیم شناسی بارشهای منجر به سیل و پیامدهای بسیار ناگوار آن در این بخش از گستره‌ی کشور ایران می‌باشد، با این حال در همین راستا به برخی مطالعات موردی همسو با مطالعه حاضر (از جهت تحلیل‌های دینامیکی و سینوپتیکی صورت گرفته در آن) اشاره می‌شود: از جمله مطالعاتی که برای شناسایی سازوکار حاکم بر رخداد بارشهای حدی برای منطقه غرب ابران صورت گرفته است می توان به تحلیل دینامیکی و سینوپتیکی بارش سنیگین ۸۳/۸/۱۴ در جنوبغرب خزر و غرب ایران اشاره کرد: نتایج این مطالعه نشان داد در این روز شکل گیری ناوه و فرارفت هوای سرد قابل مشاهده است ضمن آنکه مولفه نصف النهاری باد باعث افزایش شیو افقی فشار و به دنبال آن افزایش همرفت و ایجاد تاوایی مثبت شده است، این شرایط با تشدید سرعت قائم، مولفه ازمینگرد باد را تقویت کرده که موب تشدید ناپایداری، کژفشاری و افزایش جریان صعودی شده است، همچنین وضعیت همگرایی و تاوایی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز نشان دهنده ی شرایط مساعد ججریانهای صعودی در منطقه مطالعه بوده است(یاراحمدی و مریانجی،۱۳۹۰). علاوه بر آن عزیزی و همکاران(۱۳۸۸)، در مقاله ای با عنوان تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین در غرب کشور به بررسی بارش دوره ۷ – ۱۴ مارس ۲۰۰۵ در غرب کشور پرداختند، نتایج این مطالعه نشان داد در روز شروع بارش در سطح زمین سیستم کم فشار مدیترانه ایی از سمت شمال غرب و زبانهٔ 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 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.

منابع

آرزومندی، لیلی . ۱۳۹۱. *تحلیل سینوپتیکی سیل فروردین ۱۳۸۸ قم*. دانشگاه خوارزمی . دانشکده جغرافیا گروه آب و هواشناسی.

آرزومندی ، لیلی ؛ زهرا حجازی زاده ، ابراهیم فتاحی . ۱۳۹۶. مقایسه عملکرد مدل اماری و مدل دینامیکی در شبیه سازی بارش حدی. *فصلنامه اکوهیدرولوژی*، ۴(**۲**) :۳۱۳-۳۰۱.

بلیانی، سعید؛ محمد سلیقه. ۱۳۹۵ .تحلیل و استخراج الگوهای جوی منجر به بارش های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس مورد مطالعه: حوضه های آبریز حله و مند، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۲ :۹۸-۷۹.

حسینی علیرضا ، اکبری قمصری ، هدیه ،۱۳۹۵، شناسایی الگوهای سینوپتیکی پدید آورنده بارش های سنگین حوضه آبخیز طالقان در استان البرز. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، سال سوم، **۴** : ۱۰۰- ۸۹.

حمیدیان پور ، محسن ؛ بلول علیجانی ؛ علیرضا صادقی . ۱۳۸۹. شناسایی الگوهای همدید بارش های شدید شمال شرق ایران .*مطالعات جغرافیایی مناطق خشک* ، **۱**: ۱۶-۱.

علیجانی، بهلول؛ زین العابدین جعفرپور، علی اکبر بیدختی و عباس مفیدی.۱۳۸۶. تحلیل سینوپتیکی الگو های گردشی بارش های موسمی جولای ۱۹۹۴ در ایران. *نشریه علوم جغرافیایی*، ج ۷، **۱۰**: ۷-۳۸.

عزیزی، قاسم ؛ معصومه نیری و شیما رستمی جلیلیان.۱۳۸۸. تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین در غرب کشور. *فصل نامه جغرافیای طبیعی*، سال اول، **۴** : ۱-۱۳.

علیجانی، بهلول؛ محمود خسروی و مرتضی اسمعیل نژاد.۱۳۸۹. تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران. *نشریه پژوهش های اقلیم شناسی*. سال اول. **۳** و **۴** (دو فصلنامه):۱-۱۲.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۰. شناسایی تیپ های هوایی باران آور تهران براساس محاسبه چرخندگی، *فصل نامه تحقیقات جغرافیایی*، **۶۴ ـ ۶۳**: ۱۱۴ ـ ۱۳۲.

علیجانی، بهلول. ۱۳۹۲. *اقلیم شناسی سینوپتیک*، چاپ ششم. انتشارات سمت، تهران.

شلتون، مارلین.۱۳۹۰. *هیدروکلیماتولوژی*، ترجمه‌ی حسن ذوالفقاری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه رازی.

علیزاده،امین.۱۳۸۲. *اصول هیدرولوژی کاربردی*، چاپ شانزدهم. انتشارات آستان قدس رضوی.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

لشکری، حسن. ۱۳۷۵. *الگوی همدیدی بارش های شدید جنوب و جنوب غرب ایران*، پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.

وطن فدا، جبار. ۱۳۸۱. بررسی وضعیت سیل کشور: مشکلات و راهکار ها، *سمینار کاهش اثرات و پیشگیری از سیل*،گرگان، http://www.civilica.com/Paper-FLOODING ۰۱-FLOODING ۰۱_۰۱۸.html.

مسعودیان، ابوالفضل.۱۳۸۷. *اقلیم شناسی ایران*، چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان.

مصطفایی ، حسین؛ بهلول علیجانی ؛ محمد سلیقه .۱۳۹۴. تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید و فراگیر در ایران . *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*،**۴**: ۷۶-۶۵.

یاراحمدی، داریوش: مریانجی، زهره. ۱۳۹۰. تحلیل الگوی دینامیکی و همدیدی بارش های سنگین در جنوب غرب خزر و غرب ایران (مطالعه موردی: بارش)، : پژوهشهای جغرافیای طبیعی (پژوهش های جغرافیایی) : دوره ۴۳ , شماره ۷۶ : ۱۰۵ - ۱۲۰ .

Deng, Y.; T. Gao, H. Gao, X .Yao, L. Xie.۲۰۱۴. Regional precipitation variability in East Asia related to climate and environmental factors during ۱۹۷۹-۲۰۱۲,scientific report, ۴ : ۵۶۹۳.

Dong et al. ۲۰۱۶. Summer rainfall over the southwestern Tibetan Plateau controlled by deep convection over the Indian subcontinen. Natute communications, ۷:۱۰۹۲۵

Fu Y.; F. Chen, G. Liu, Y. Yang, R. Yuan, R. Li, Q. Liu, Y .Wang, L. Zhong, L, Sun. ۲۰۱۶. Recent Trends of Summer Convective and Stratiform Precipitation in Mid-Eastern China. Scientific Reports, ۶:۳۳۰۴۴ .

Gemmer, M. et al.۲۰۰۸. Seasonal precipitation changes in the wet season and their influence on flood/drought hazards in the YangtzeRiver Basin, China. Quaternary International ,۱۸۶: ۱۲–۲۱.

Huang, P. et al. ۲۰۱۳. Patterns of the seasonal response of tropical rainfall to global warming. Nature Geosci, ۶: ۳۵۷–۳۶۱.

Hossos, E, C. J. Lolis, and A. Bartzokas. ۲۰۰۸ . Atmospheric Circulation Patterns associated with extream precipitation amounts in Greece . Adv.Geosice, ۱۷: ۵ -۱۱.

Houze, R. A., Jr. ۲۰۱۲. Orographic effects on precipitating clouds. Reviews of Geophysics, ۵۰, RG۱۰۰۱.

Http://disc۲gesdisc.eosis.nasa.gov/data/trmm...

Jiang, T.; Z. W. Kundzewicz , B. Su.۲۰۰۸. Changes in monthly precipitation and flood hazard in the Yangtze River Basin China. International Journal of Climatology, ۲۸: ۱۴۷۱–۱۴۸۱.

Kumar, A.; J. Dudhia, R. Rotunno, , D. Niyogi, &, U. C. Mohanty. ۲۰۰۸. Analysis of the ۲۶ July ۲۰۰۵ heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, ۱۳۴(۶۳۶):۱۸۹۷-۱۹۱۰.

Konrad, C. E. ۱۹۹۷. Synoptic-scale features associated with warm season heavy rainfall over the interior southeastern United States. Weather and Forecasting, ۱۲(۳): ۵۵۷-۵۷۱.

Kotroni, V.; K. Lagouvardos, G. Kallos, D. Ziakopoulos.۱۹۹۹. Severe flooding over central and southern greece associated with pre- cold frontal orographic lifting. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, ۱۲۵(۵۵۵): ۹۶۷-۹۹۱.

Lana, A.; J. Campins, A. Genovés, A. Jansü. ۲۰۰۷. Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands. Advances in Geosciences, ۱۲: ۲۷-۳۲.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Li ,Z.;S .Yang, B. He, C. Hu. ۲۰۱۶. Intensified Springtime Deep Convection over the South China Sea and the Philippine Sea Dries Southern China. Scientific Reports, ۶:۳۰۴۷۰..

Rodwell, M.; B. Hoskins.۲۰۰۱. Subtropical anticyclones and summer monsoons. J. Climate ,۱۴: ۳۱۹۲–۳۲۱۱.

Tan J.; C. Jakob, WB. Rossow, G. Tselioudis.۲۰۱۵. Increases in tropical rainfall driven by changes in frequency of organized deep convection. LETTER (Nature), ۵۱۹ :۴۵۱-۴۶۳. Doi:۱۰,۱۰۳۸/nature۱۴۳۳۹.

Thies,B.; J. Bendix. ۲۰۱۱. Review Satellite based remote sensing of weather and climate: recent achievements and future perspectives. Meteorol. Appl, ۱۸: ۲۶۲–۲۹۵.

Zhang, X. B. et al. ۲۰۰۷. Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. Nature, ۴۴۸: ۴۶۱–۴۶۵ .

www.cdc.noaa.gov

www.nature.com/naturecommunications.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]