نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

صفحات ۵۳ – ۷۶

بررسی شدیدترین طغیان‌های متداوم ماهانه (اکتبر- مارس) طی دوره آماری ۲۰۲۱-۱۹۸۹ در ایران

مژگان شهریاری؛ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

مصطفی کرمپور[۱]؛ دانشیار و عضو هیات علمی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

هوشنگ قائمی؛ استاد پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.

داریوش یاراحمدی؛ دانشیار و عضو هیات علمی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

محمد مرادی؛ دانشیار و عضو هیات علمی، پژوهشگاه هواشناسی، تهران، ایران.

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳

چکیده

سیل ناگهانی، یکی از خطرناکترین رویدادهای طبیعی است و اغلب باعث تلفات جانی و آسیب به زیر ساخت‌ها و محیط زیست می شود. در این پژوهش، رخداد شدیدترین طغیان‌های متداوم ماهانه (اکتبر- مارس) در بازه ۲۰۲۱-۱۹۸۹ بررسی شد. داده‌های بارش ۱۱۵ ایستگاه سینوپتیک انتخاب شد. سپس مجموع بارش‌های ۱تا ۹ روزه بر اساس شدت، مرتب گردید. با استفاده از نرم افزار آماری مینی‌تب و شاخص آندرسن دارلینگ، بارش‌های شدید بر اساس صدک نود و پنجم، استخراج شد. سپس بر اساس معیارهای بیشترین و کمترین تعداد روزهای بارشی، بیشترین و کمترین بارش تجمعی ریزش کرده، مرطوب‌ترین و خشک ترین ماه‌ها مشخص گردید. با در نظر گرفتن سه معیار شدت، تداوم و فراگیری بارش، قوی‌ترین توفان‌های رخداده در مرطوب‌ترین ماه‌ها انتخاب شد. داده‌های مورد استفاده، جهت بررسی همدیدی، شامل داده‌های فشار سطح متوسط دریا، ارتفاع و مولفه قائم باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، میدان باد و نم ویژه ترازهای فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و مقادیر شار افقی نم ویژه سطح فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال می‌باشند. احتمال رخداد رودخانه‌های جوی توسط شار رطوبت مستخرج از مولفه‌های رطوبت ویژه، باد مداری و نصف النهاری شناسایی شدند. نتایج نشان داد؛ توفان‌های ۲۷تا ۳۱ اکتبر ۲۰۱۵، ۵تا ۷ نوامبر ۱۹۹۴، ۱۲تا ۱۶ دسامبر ۱۹۹۱، ۱۱ تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۴، ۳ تا ۹ فوریه ۱۹۹۳ و ۱۳تا ۱۵ مارس ۱۹۹۶ شدیدترین توفان ها در مرطوب‌ترین ماه‌ها بوده‌اند. انتقال رطوبت در توفان‌های اکتبر، نوامبر، فوریه و مارس از جنوب‌غرب دریای سرخ توسط رودخانه‌های جوی، به نوار غربی، جنوبغرب، جنوب و جنوبشرق ایران انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: بارش‌های متداوم، مرطوب ترین ماه، شار افقی نم ویژه، انتقال رطوبت، ایران.

[۱] نویسنده مسئوول Email: Karampoor.m@lu.ac.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

مقدمه

بارش، نقش مهمی در چرخه انرژی آب جهانی دارد. دانش دقیق میزان نزولات جوی که به سطح زمین می‌رسد، برای برآورد آب شیرین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Schneider et al, 2008). تغییر در الگوهای همدید، در تعامل با دوری و نزدیکی به دریا، شیب و جهت ناهمواری‌ها می‌تواند باعث تشدید این پدیده و ظهور بارش‌های سنگین، بعنوان عاملی مخاطره آمیز در بروز حوادث طبیعی از جمله سیل باشد. در سال‌های اخیر، رخدادهای بارشی منجر به سیل، افزایش یافته است. حدود ۱۶۹ میلیون نفر، از ساکنان کره زمین در بیش از ۹۰ کشور، به طور متوسط، هر ساله با یک سیل مخرب مواجه می‌شوند(Kamesu and Wiseil, 2013). سیل یک فرآیند طبیعی در مناظر مسطح قاره‌ای و ساحلی و جزئی کلیدی از اتصال هیدرولوژیکی است؛ که انتقال انرژی، ماده و موجودات زنده به واسطه جریان آب را تضمین می کند(Hiller et al, 1995). اما از آنجا که، بر زیرساخت‌ها و اکوسیستم‌های تولید کشاورزی (مانند محصولات زراعی و مراتع) تأثیر می‌گذارد، رویداد سیل معمولاً به عنوان خطری که به طور بالقوه، اقتصادهای محلی، شبکه‌های حمل و نقل و زندگی انسان را به خطر می اندازد دیده شود(Viglizzo and Frank, 2006). ویژگی‌های سیل، تحت تأثیر ترکیبی از ویژگی‌های بارش از جمله مقدار، شدت، مدت و توزیع مکانی قرار می گیرد؛ بنابراین، سیل ممکن است توسط بارندگی‌های با شدت زیاد در کوتاه مدت یا مدت زمان طولانی تر و بارندگی با شدت کم ایجاد شود(Bracken, 2008). بدیهی است که بارش‌های سنگین سیلاب ساز، پیامد نوع خاصی از الگوهای گردشی جو بوده که تحت تاثیر شرایط دینامیک و ترمودینامیک جو، شکل می-گیرند(Shotts and palmer, 2007). وقوع باران‌های سنگین منجر به سیل، باید در ارتباط با سیستم گردش اتمسفر مورد بررسی قرار گیرند. اگر چه، برای ایجاد بارندگی شدید، عامل رطوبت، مهم‌تر از عامل صعود می‌باشد(علیجانی،۱۳۸۱). عوامل بسیاری بر بارش‌های سنگین در مقیاس‌های مختلف جوی تأثیر می‌گذارد، دشواری پیش بینی سیل‌ها، تا حدی از این واقعیت، ناشی می‌شود؛ که اغلب در مقیاس‌های فضایی کوچک رخ می‌دهند (kahana, 2002). با این حال، ممکن است این رویدادها، درون سامانه‌های بزرگ مقیاسی قرار گرفته باشند، که انرژی و رطوبتشان را از مناطق دور دست دریافت کنند(محمدی ومسعودیان، ۱۳۸۹). مدیریت منابع آب و بلایای مرتبط با آن، از جمله سیل، موضوعی کاربردی است که قطعا مورد توجه پژوهشگران، با تمرکز بر استراتژی‌های کاهش خطر، پیش بینی و هشدار، نظارت و ارزیابی تاثیر، پاسخ و مدیریت می‌باشد. پژوهش‌های گوناگونی در ایران و جهان بر روی ویژگی تداوم بارش با دیدگاه‌های متفاوت (الگوهای گردشی، پهنه بندی، روند یابی و شرایط زمینی) انجام شده است. در این زمینه، پژوهشگران کریپ و ماهسون(۱۹۹۱) با بررسی بارش شدید ۱۱ فوریه ۱۹۹۶ در آفریقای جنوبی با مجموع بارش ۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد بالاتر از میانگین بلند مدت، بررسی الگوهای جوی را گامی مهم در شناخت سازو کار بارش‌های مولد سیلاب می دانند. روبرت و همکاران (1998) وقوع بارش‌های سنگین تابستانه منجر به وقوع سیل در ایالت یوتا را، در ارتباط با الگوهای شرایط جو بالا مورد بررسی قرار دادند و انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس را عاملی موثر در ایجاد بارش‌های مذکور یافتند. کاهنا(۲۰۰۲)، درتحلیلی سینوپتیکی- کلیماتولوژی، ۵۲ مورد از سیل‌های بیابان"نگو" را مورد بررسی قرارداده و دو الگوی تراف قوی بر فراز دریای سرخ و کم فشار روسیه، در ۳۷ سیل به وقوع پیوسته تشخیص دادند. هوسن و همکاران(2008) به تحلیل شرایط سینوپتیک ۳۶۹ مورد از مقادیر بارش های سنگین یونان در ۹ خوشه همگن و مجزا پرداختند. همچنین در تحقیقی یانگ و همکاران(2009) اقدام به شناسایی بارش‌های با

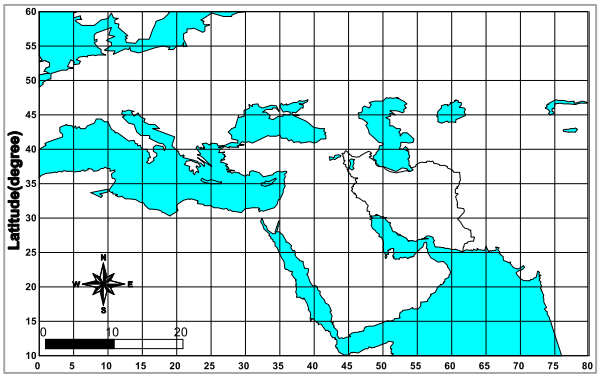
تداوم ۱۰ روز و مجموع بارش بیش از ۱۰۰ میلیمتر بعنوان بارش متداوم و سنگین در جنوب غرب چین کردند. پالتان و همکاران (2017) به بررسی نقش رودخانه‌های اتمسفری در دسترسی به آب و ایجاد سیل‌های جهانی پرداختند و دریافتند که مناطق مستعد از این پدیده تا ۸۰ درصد، احتمال وقوع سیل را افزایش داده است. سیسوانتو و همکاران(2017) معتقدند الگوهای گردشی، بیانگر تقویت بادهای موسمی، رطوبت بالا و افزایش فعالیت همرفتی طی زمان رخداد بارش شدید ۲ روزه با ۴۵۵ میلیمتر بارش در جاکارتا بوده است.در پژوهش چن و همکاران(۲۰۱۸) بارش سیلابی ۴۳۵ میلیمتری، در طول فصل می یو(فصل بارشی در جنوب شرق آسیا) با یک الگوی امگا در عرض متوسط، و در مقیاس بزرگ مشخص شد. درمطالعات باراکا(۲۰۱۸) به بررسی تیپ‌های هوای فشار تراز دریا و ارتباط آن با رودخانه‌های جوی وسیلاب‌های منطقه گالاسیا در شمال غربی اسپانیا اشاره شده است. در ایران نیز منابع و دینامیسم انتقال رطوبت بارش‌های سنگین به سواحل ایران در جریان توفان گونو ، پژوهشی دیگر است که قویدل و همکاران(۲۰۱۲) انجام دادند؛ آنها رطوبت سطوح مختلف را با استفاده از معادلات فیزیکی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دریای عمان و سپس دریای عرب، منشا رطوبت این توفان (۱۶ تا ۱۸ خرداد ۱۳۸۶) است و بیشترین مقدار انتقال رطوبت از طریق سطوح ۱۰۰۰و ۸۵۰ هکتوپاسکال صورت گرفته است. بیرانوند و همکاران(۲۰۲۰) با بررسی بارش‌های سنگین منجر به سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در حوضه آبریز درود، دریافتند که حاکمیت الگوی سینوپتیک مشابه، مولد دو موج بارش سنگین در منطقه بوده است. همچنین منابع تامین کننده بارش‌های متداوم در فصل پاییز، آب‌های گرم پیرامون ایران شامل دریای سرخ, خلیج عدن، دریای عرب، خلیج فارس و دریای عمان توسط ثقفی و همکاران(۲۰۲۱) مورد توجه قرار گرفت، که در همه این موارد یک ارتباط قوی بین رویدادهای بارش سنگین با فعالیت سیکلونی مشاهده شد. در راستای پهنه بندی براساس تداوم بارش تانگ یان بینگ و همکاران(۲۰۰۶) از مجموع ۱۹۷ رویداد شناسایی شده، بر اساس شدت، ۵ دسته، بر اساس رژیم گردشی،۳ نوع و براساس موقعیت جغرافیایی،۸ گروه طبقه‌بندی شد. کولیوراس و کومریک(۲۰۰۷) به منطقه بندی و تغییرات بارش درهاوایی، با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های مبنا پرداختند، وهاوایی را به ۹ منطقه بارشی دسته بندی کردند. در ایران محققان مفاخری و همکاران(۱۳۹۶) و ثقفی و همکاران(۱۳۹۸) بااستفاده از روش تحلیل خوشه ای، ایران را به ۷ ناحیه بارشی تقسیم کردند. مطالعه سانتوس و فراگوسو(۲۰۱۳) حاکی از روند افزایشی نمایه‌های روزهای خیلی مرطوب، روزهای با بارش بیش از ۳۰ میلیمتر و بارش متداوم ۵ روز در شمال پرتغال است. در تحقیقی دیگر، آویلا و همکاران(۲۰۱۹)روند تغییرات ۸ نمایه بارش حدی را در جنوبغرب کلمبیا بررسی کردند. یافته‌ها گویای روند افزایشی نمایه‌های حداکثر بارش یک روزه و پنج روزه است. همچنین در موردی مشابه، کانواس و همکاران(۲۰۱۹) در تبیین ارتباط بین الگوهای گردشی و بارش‌های روزانه در منطقه پیرنه در شمال بارسلونای اسپانیا، به این نتیجه رسیدند که در دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ روند بارش، بطور معناداری کاهشی بوده که منطبق بر تغییر الگوی سامانه‌های جوی بوده است. در ایران بارش کرانه‌های خزر در طی نیم قرن گذشته عموما رو به کاهش بوده در مقابل، بنا برنظر مسعودیان (۱۳۸۷) مقدار بارش نواحی شرقی، جنوبی و میانی کشور در برخی از ماه‌ها روند افزایشی داشته اند. نظری پور(۱۳۹۰) بر این باور است که بیشینه روزهای بارشی کل ایران و بیشینه بارش بخش بزرگی از ایران، توسط بارش‌های با تداوم یک روزه تامین می‌گردد. همچنین تغییرات زمانی و مکانی بارش در دهه‌های اخیر شدید بوده و تقریبا نیمی از مساحت ایران در معرض تغییرات بارش قرار داشته است(عساکره، ۱۳۸۶). در ادامه مطالعات نساجی زواره و قرمز چشمه(۱۴۰۱

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

حاکی از عدم پیوستگی مکانی شاخص‌های بارش بوده و رفتار بارش‌ها به سمت حدی شدن پیش می رود. با توجه به اینکه در زمینه واکاوی ماهانه سیلاب‌ها بر اساس تداوم روزهای بارشی تحقیقی فراگیر و دارای بازه ی آماری بلند مدت در ایران پایش نشد، هدف از طرح این پژوهش، شناسایی طغیان‌های ماهانه، در تداوم‌های بیش از۳ روز بارشی طی ماه‌های اکتبر- مارس، در بازه ی زمانی ۲۰۲۱_۱۹۸۹می‌باشد. تا با شناسایی رفتار این متغییر سرکش اقلیمی و نوسانات مربوط به آن بتوان برنامه ریزی‌های دقیق و جامعی در جهت مدیریت منابع آبی کشور به عمل آورد.

داده ها و روش کار

در این پژوهش، جهت نیل به هدف تحقیق از دو سری داده استفاده شده است. سری اول، داده‌های بارش روزانه ۱۱۵ ایستگاه سینوپتیک کشور، که از سازمان هواشناسی گرفته شد؛ که پس از کنترل کیفی آن از نظر مقدار و هماهنگی با ایستگاه‌های مجاور، مجموع بارش‌های ۱تا 9 روزه محاسبه شد و بر اساس شدت بارش، مرتب گردید. سپس با استفاده از نرم افزار آماری مینی‌تب و بر اساس شاخص آندرسن-دارلینگ، در هر ایستگاه مطالعاتی، بهترین تابع احتمال بر داده‌های بارش روزانه برازش داده شد و مقادیر بارش بیش از ۹۵٪ درصد بالای منحنی برازش داده شده برای تحلیل انتخاب شد. در مرحله بعد، بر اساس دو معیار بیشترین تعداد روزهای بارشی و بیشترین بارش تجمعی ریزش کرده در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه، مرطوب‌ترین و خشک ترین ماهها طی (اکتبر- مارس)در بازه ۲۰۲۱-۱۹۸۹ مشخص گردید. در ادامه با در نظر گرفتن سه معیار شدت، تداوم و فراگیری بارش، قوی ترین توفان‌های رخداده در مرطوب ترین ماه‌ها جهت تحلیل سینوپتیک انتخاب شد. سری دوم داده‌های مورد استفاده این پژوهش، در تحلیل همدیدی سامانه‌های انتخابی بکار برده شد. برای بررسی موردی سامانه‌های همدیدی، از داده‌های فشار سطح متوسط دریا، ارتفاع و مولفه قائم باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، میدان باد و نم ویژه ترازهای فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و مقادیر شار افقی نم ویژه سطح فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال به عنوان سطح زیرین و پایین جواستفاده شد. داده‌های استفاده شده از بایگانی NCEP/NCAR گرفته شده است. محدوده مورد مطالعه جریان‌های بزرگ مقیاس جوی نیز، محدوده‌ای بین ۰ تا ۸۰ درجه طول جغرافیائی شرقی و ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض جغرافیائی شمالی می‌باشد؛ که مشتمل بر ناحیه‌ای است که بتوان امواج همدیدی را در آن آشکار کرد. یک شبکه افقی ۲۱×۳۳ نقطه‌ای، برای این تحلیل طراحی شد(شکل ۱).



شکل۱- شبکه انتخابی برای بررسی همدیدی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

در این پژوهش، میزان شار افقی نم ویژه از رابطه زیر بدست آمده است:

$$-\nabla.\left(q\vec{V}\right) = -\vec{V}.\nabla q - q\nabla.\vec{V}$$ رابطه (۱)

در این رابطه، q نم ویژه بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم وV بردار باد افقی است. این رابطه برای ترازهای فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال با مشخص بودن مولفه‌های باد افقی و نم ویژه بکار گرفته شد.

برای تعیین نحوه انتقال بخار آب و آشکارسازی رودخانه‌های جوی، بر اساس روش گوان و همکاران (۲۰۲۳) از شاخص‌های IVT و IWV استفاده شد. این دو شاخص که اولی مجموع قائم انتقال بخار آب و دیگری مجموع قائم نم ویژه است، از رابطه زیر محاسبه شد :

$$IVT = \sqrt{\left(\frac{1}{g}\int_{1000hPa}^{300hPa} qudp\right)^2 + \left(\frac{1}{g}\int_{1000hPa}^{300hPa} qvdp\right)^2}$$ رابطه (۲)

$$IWV = \frac{1}{g}\int_{1000hPa}^{300hPa} qdp$$ رابطه (۳)

در این رابطه نیز u و v به ترتیب مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد افقی بر حسب متر بر ثانیه است و g نیز شتاب ثقل بر حسب متر بر مجذور ثانیه است. این روابط برای ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵، ۸۵۰، ۷۰۰، ۶۰۰، ۵۰۰، ۴۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال که دارای بیشترین بخار آب موجود در جو می‌باشند، استفاده شده است.

شرح و تفسیر نتایج

بررسی آماری بارش‌ها طی ماه‌های اکتبر تا مارس

در جدول(1)، ویژگی‌های بارش در ماه‌های اکتبر- آوریل از چند دیدگاه مختلف از جمله، سال رخداد بیشترین روزهای دارای بارش مساوی یا بالاتر از آستانه یک میلی‌متر، بیشترین تعداد روزهای بارشی مربوط به هر سال، سال رخداد بیشترین بارش تجمعی وسپس میزان بارش تجمعی هر سال در ماه مورد نظر، بیشترین تعداد بارش ۲۴ ساعته، حداکثر دوره‌های بارشی در ماه، کم بارش‌ترین سال از نظر حجم بارش تجمعی در ماه و کمترین تعداد روزهای بارشی، مورد بررسی قرار گرفته است. در ماه اکتبر به دلیل انتقال خورشید به نیمکره جنوبی و زاویه میل خورشید با کاهش تابش دریافتی و کاهش طول روز، بتدریج و به علت سردی از میزان ارتفاع وردسپهر کاسته می‌شود و غلظت بیشتر هوا فاصله بین مولکولی کاهش پیدا می‌کند؛ که به اندازه کافی از رطوبت و بخار آب اشباع می‌شود و بارندگی‌ها از حالت رگباری به باران‌های مداوم تبدیل می‌شود. در ماه اکتبر، هنوز گرمای باقیمانده از دوره گرم سال، دیده می‌شود و دمای بالاتری نسبت به دو ماه دیگر پاییز(نوامبر- دسامبر) دارد، ولی بتدریج به سوی ماه‌های پایانی فصل پاییز با کاهش محسوس دما مواجه خواهیم شد. پس از بررسی بارش‌های ماه اکتبر مشخص گردید، که بیشترین تعداد روزهای بارشی، به میزان ۵۹۵ روز و بیشترین میزان بارش تجمعی ریزش کرده در سطح ایستگاه‌ها به میزان ۶۷۸۶ میلیمتر، متعلق به اکتبر ۲۰۱۵ می‌باشد؛ این سال بعنوان مرطوب‌ترین اکتبر، در طول دوره‌ی مورد مطالعه، مشخص گردید. اکتبر سال ۱۹۹۴ نیز دارای بیشترین تعداد روزهای بارش ۲۴ ساعته نسبت به دیگر ماه‌های

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

اکتبر، می‌باشد. از نظر توالی بارش‌ها، اکتبر سال ۲۰۰۰ با ۳ دوره‌ی بارش ۹ روزه‌ی متداوم، در صدر جدول دوره‌ی مورد مطالعه قرار داشته است. کاهش طول دوره‌های بارشی موجود، ارتباط قوی را با کم بارشی نشان می‌دهد یعنی در سال‌های خشک‌تر از طول دوره‌های بارشی کاسته می‌شود و در سال‌های پر بارش، دوره‌های طولانی بارش‌های متداوم دیده می‌شود. اکتبرسال ۱۹۹۲، دارای کم‌ترین روزهای بارشی و اکتبر سال ۲۰۰۷ نیز، خشک‌ترین(کم بارش‌ترین) ماه می‌باشد. به تدریج به سوی ماه نوامبر به دلیل کاهش تابش خورشید و کاهش طول روز، دمای هوا کاهش می‌یابد. در ماه نوامبر، دما، نسبت به دوره نرمال تغییرات چندانی نداشته و به داده‌های میانگین نزدیک است و بارش‌ها جز، در محدوده کوچکی از جنوبشرق، که تحت استیلای زبانه پرارتفاع سیبری قرار می‌گیرد بر روی تمام نواحی ایران افزایش می‌یابد. تجزیه و تحلیل بارش‌ها، نشانگر این است که بیشترین تعداد روزهای بارشی رخداده در این ماه، به میزان ۸۶۹ روز منطبق بر بیشترین میزان بارش تجمعی به مقدار ۱۲۳۱۸ میلیمتر در سال ۱۹۹۴، بعنوان مرطوب‌ترین نوامبر است. نوامبر ۲۰۱۵ با رخداد ۳ تداوم ۹ روزه بارشی در رتبه نخست بارش‌های متوالی این ماه، جای دارد. نوامبر ۲۰۱۰ دارای کمترین تعداد بارش ۲۴ ساعته می‌باشد. همچنین نوامبر ۱۹۹۵ نیزبا ۱۱۴۲ میلیمتر، کم بارش‌ترین و خشک‌ترین ماه می‌باشد. ماه دسامبر سردترین ماه فصل پاییز است زیرا در این ماه در بالای عرض ۶۶ درجه هیچ تابشی وجود ندارد. همچنین اختلاف بین میانگین دمای ماه دسامبر و ماهانه فصل پاییز افزایش یافته است و روند کاهش دما و کاهش ارتفاع تروپوسفر تا پایان دسامبر به حداکثر مقدار خود می‌رسد بطوریکه روند کاهشی دما با روند افزایشی داده‌های بارشی در ایستگاه‌های سینوپتیک مطابقت دارد. بیشترین سهم بارش، در بین ماه‌های فصل پاییز مربوط به دسامبر و بعد از آن نوامبر است. از دیدگاه رخداد بیشترین تعدادروزهای بارشی و بیشترین بارش تجمعی دریافتی، مطابق جدول(1) دسامبر ۱۹۹۱، با دارا بودن ۱۰۰۴ روز بارشی و مجموع ۱۰۲۱۸ میلیمتر بارش ریزش کرده در صدرجدول قرار دارد. همچنین دسامبر ۱۹۹۲ با داشتن تعداد ۵۷۲ بارش ۲۴ ساعته دارای بیشترین تعداد روزهای بارشی مذکور نسبت به دسامبر سال‌های دیگر است. تنها در سال ۲۰۱۹ ، ۸ دوره بارش ۹ روزه متداوم رخ داده است. دسامبر ۲۰۱۰ دارای کمترین تعداد روز بارشی به میزان ۱۵۷ روز و دسامبر ۲۰۱۱، نیزبه عنوان کم بارش‌ترین ماه و خشک ترین دسامبر مشخص گردید. سردترین ماه در فصل زمستان ژانویه است که با اختلاف قابل توجهی نسبت به دمای میانگین فصل زمستان همراه است که دلایل آن شامل کاهش تابش دریافتی و کاهش طول روز و قرارگیری در مسیر سامانه‌های مهاجر است. در این ماه همچنان کاهش ارتفاع تروپوسفر و غلظت هوا در لایه‌های زیرین جو و کاهش تبخیر و تعرق ادامه دارد. بارش‌های ماه ژانویه، از گستردگی بیشتری نسبت به ماه پیشین(دسامبر) به سمت شرق و جنوب کشور داشته است. دامنه بیشترین میزان بارش‌ها در نوار شمالی، غرب و جنوبغرب دیده شده است. کمترین میزان بارش‌های این ماه نیز در مرکز کشور ثبت شده است. بررسی ها نشان می‌دهد، سال رخداد بیشترین روزهای بارشی در ۱۹۹۲ با ۱۰۱۵ روز، منطبق با سال بیشترین مقدار بارش دریافتی در سطح ایستگاه‌ها نمی‌باشد و از این نظرژانویه ۲۰۰۴ بیشترین مقدار بارش ریزش کرده در سطح ایستگاهها را بخود اختصاص داده که بعنوان مرطوب‌ترین ماه، شناخته شده است. از نظر وجود دوره‌های متوالی، سال ۲۰۰۸ با ۵ دوره‌ی بارشی ۹ روزه در اولویت می‌باشد. سال ۲۰۲۱ با کمترین تعداد روز بارشی، به میزان ۲۴۶ روز، منطبق بر کمترین حجم بارش دریافتی به میزان ۱۴۷۷ میلیمتر در سطح ایستگاهها، عنوان خشک‌ترین ژانویه را به خود اختصاص داده است. در ماه فوریه، با اینکه روند کاهشی دما نسبت به میانگین فصلی وجود دارد اما اختلاف نسبت به میانگین فصلی، ناچیز

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

است. از سوی دیگر، در ماه فوریه، خورشید از مدار ۲۳,۲۷ درجه عرض جنوبی به سوی خط استوا در حرکت است بنابراین خشکی‌های روی ایران با جذب انرژی تابشی بیشتری در ماه فوریه نسبت به ماه قبل، برخوردار می‌شوند. در این ماه، افزایش نسبی طول روز، نسبت به ماه ژانویه مشهود است و روند کاهش ارتفاع وردسپهر متوقف و آرام آرام بسوی فصل بهار، افزایش درضخامت وردسپهر آغاز می‌شود. در این ماه به دلیل انتقال شمال سوی خورشید، تابش بیشتری به عرض‌های جغرافیایی شمالی رسیده و وردسپهر از گرمای بیشتر بهره‌مند می‌شود؛ که سبب بیشتر شدن ارتفاع، و فاصله بین مولکولی می‌گردد؛ این امر موجب افزایش ظرفیت پذیرش بخار آب، نسبت به ماه ژانویه می‌گردد؛ بارش‌ها ی رعد و برقی و رگباری به همین علت افزایش پیدا می‌کنند. با واکاوی داده‌های بارش ماه فوریه در جدول(1)، مشاهده می‌شود که لزوما میزان بیشترین تعداد روزهای بارشی با بیشترین مقدار بارش تجمعی دریافتی در سطح منطقه مطابقت ندارد؛ بطوریکه از لحاظ بیشترین روزهای بارشی، فوریه ۱۹۹۶ با اکتساب ۹۳۲ روز در جایگاه نخست، قرار دارد، اما از نظر بالاترین میزان ریزش کرده در سطح ایستگاه‌ها می‌توان گفت که فوریه ۱۹۹۳ با مجموع ۹۳۳۸ میلیمتر بارش، در رتبه اول قرار دارد و به عنوان مرطوب‌ترین فوریه شناخته می‌شود. فوریه ۱۹۹۷ با ۳۸۱ روز بارشی و کمترین مقدار بارش دریافتی ۱۹۲۸ میلیمتر خشک‌ترین فوریه، محسوب می‌شود؛ که در این سال، مطابقت بین کمترین روزهای بارشی و کمترین بارش، در سطح منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود. بیشترین تعداد بارش‌های ۲۴ ساعته، مربوط به فوریه ۱۹۹۰ با ۵۵۰ روز مشاهده شد. بیشترین توالی بارش‌ها در سال ۲۰۱۲ با ۴ دوره ۹ روزه مشخص می‌شود که حاکمیت سامانه‌های بارش زا را نشان می‌دهد. در ماه مارس که برخی از خصوصیات فصل بهار را دارد، به دلیل وجود ساعات آفتابی بیشتر و افزایش طول روز و سرمای باقیمانده از فصل زمستان، زمینه مناسبی برای ایجاد بارش‌های همرفتی نیز فراهم است. با واکاوی داده‌های بارش این ماه، مطابق جدول(1) با توجه به بیشترین بارش تجمعی دریافتی، به میزان ۱۱۱۰۲میلیمتر، همچنین رخداد بیشترین تعداد روزهای بارشی به مقدار ۱۳۴۵ روز، مارس ۱۹۹۶ را می‌توان به عنوان مرطوب‌ترین ماه ، که دارای بیشترین تعداد بارش‌های ۲۴ ساعته می‌باشد را می‌توان مشاهده کرد. در این ماه توالی بارش‌ها، تا حداکثر ۲ دوره بارشی ۹ روزه متداوم در سال ۱۹۹۷، ۲۰۱۱ و ۲۰۲۰ دیده شد. نهایتا مارس ۲۰۰۸ دارای کمترین میزان بارش دریافتی و کمترین رخداد روزهای بارشی، بعنوان خشک ترین مارس مشخص شده است.

جدول۱ : مشخصات مرطوب ترین و خشک ترین ماههای(اکتبر-مارس) ایران در دوره ۳۲ ساله(۱۹۸۹-۲۰۲۱)

ماه	سال رخداد بیشترین روزهای بارشی	بیشترین تعداد روزهای بارشی	سال رخداد بیشترین بارش تجمعی	میزان مجموع بارش تجمعی بر حسب میلیمتر	بیشترین تعداد بارش ۲۴ ساعته	حداکثر دوره‌های بارشی	کم بارش ترین سال(حجم بارش تجمعی)خشک ترین	کمترین تعداد روزهای بارشی
اکتبر	۲۰۱۵	595	2015	6786	۳۱۸-۱۹۹۴روز	۳دوره بارش ۹روزه متداوم-۲۰۰۰	۷۱۶-۲۰۰۷میلیمتر	۹۳-۱۹۹۲ روز
نوامبر	1994	869	1994	12318	۴۴۸-۲۰۱۱روز	۳دوره بارش ۹ روزه متداوم-۲۰۱۵	۱۱۴۲-۱۹۹۵میلیمتر	۱۲۶-۲۰۱۰ روز
دسامبر	1991	1004	1991	10218	۵۷۲-۱۹۹۲روز	۸دوره بارش ۹ روزه متداوم-۲۰۰۳	۱۰۰۸-۲۰۱۱میلیمتر	۱۵۷-۲۰۱۰روز
ژانویه	1992	1015	2004	9201	۶۶۸-۱۹۹۸روز	۵دوره بارشی ۹ روزه متداوم-۲۰۰۸	۱۴۷۷-۲۰۲۱میلیمتر	۲۴۶-۲۰۲۱روز
فوریه	1996	932	1993	9338	۵۵۰-۱۹۹۶روز	۴دوره ۹ روزه متداوم-۲۰۱۲	۱۹۲۸-۱۹۹۷میلیمتر	۳۸۱-۱۹۹۷روز
مارس	1996	1345	1996	11102	۶۸۴-۱۹۹۶روز	۲دوره بارشی ۹ روزه متداوم - ۱۹۹۷-۲۰۱۱-۲۰۲۰	۷۳۶-۲۰۰۸میلیمتر	۱۵۶-۲۰۰۸ روز

سپس با در نظر گرفتن سه معیار شدت، تداوم و فراگیری بارش، تاریخ رخداد شدیدترین توفان‌های متداوم منجر به وقوع سیلاب، طی مرطوب‌ترین ماه (اکتبر- مارس) در بازه زمانی مورد بررسی جهت تحلیل همدید آشکار شد که در جدول2 نشان داده شده است.

جدول ۲ :مشخصات روزهای دارای بارش شدید در کشور برای دوره ۳۲ ساله (۲۰۲۱-۱۹۸۹). در روزهای زیر حداقل ۵۰ ایستگاه از ۱۱۵ ایستگاه مورد مطالعه، برابر یا بیشتر از مقدار صدک ۹۵ام بارش دریافت نموده اند.

جدول ۲ :مشخصات روزهای دارای بارش شدید در کشور برای دوره ۳۲ ساله (۲۰۲۱-۱۹۸۹).

ردیف	تاریخ میلادی	حجم تجمعی بارش ریزش کرده (میلیمتر)	تداوم بارش	فراگیری بارش	مقدار حداکثر بارش (مرکزیت بارش)
۱	۲۷تا ۳۰اکتبر ۲۰۱۵	۴۸۵۸	۴ روزه	۹۲ ایستگاه همدید	۱۸۸میلیمتر در ایلام
۲	۵تا۷ نوامبر۱۹۹۴	۵۲۵۲	۳ روزه	۷۴ ایستگاه همدید	۱۱۶ میلیمتر مسجد سلیمان
۳	۱۲تا ۱۶ دسامبر۱۹۹۱	۵۰۴۴	۶ روزه	۱۰۶ ایستگاه همدید	۱۲۵ میلیمتر در یاسوج
۴	۱۱تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۴	۵۳۵۵	۵ روزه	۹۷ ایستگاه همدید	۴۲۴میلیمتر در یاسوج
۵	۳تا۹ فوریه ۱۹۹۳	۵۸۵۷	۷ روزه	۱۰۲ ایستگاه همدید	۱۱۷ میلیمتر در لار
۶	۱۳تا ۱۵ مارس ۱۹۹۶	۳۲۰۵	۳ روزه	۱۰۶ ایستگاه همدید	۱۰۲ میلیمتر در بندرعباس

تحلیل نقطه‌ای میزان بارش ریزش کرده، طی رخداد مهمترین توفان‌های اکتبر تا مارس در ایستگاهای مورد بررسی

ماه اکتبر: بیشترین میزان بارش ۵ روزه و نقطه شروع بارندگی در اکتبر ۲۰۱۵، بعنوان مرطوب‌ترین ماه در دومین منطقه بارشی ایران یعنی غرب محدوده مورد مطالعه، با مرکزیت ایلام و مجموع بارش ۳۲۶ میلیمتر رخ داده است. در سرپل‌ذهاب، کنگاور، کرمانشاه، سنندج، اسلام آباد و روانسر مجموع میزان بارش‌ها بیش از ۱۰۰ میلیمتر گزارش شده است(شکل ۲- الف). پس از ناحیه غرب، در نوار شمالی، انزلی به عنوان کانون بارش این ناحیه، میزان ۲۸۸ میلیمتر بارش ثبت شده است. سپس گسترش بارش‌ها در ۱۶ ایستگاه همدیدی ناحیه شمالغرب با مرکزیت بیشترین بارش، در پیرانشهر با ۷۷ میلیمتر دیده شده است. در ناحیه جنوبی میزان حداکثر بارش با ۸۷ میلیمتر، در ایستگاه همدیدی بوشهر ثبت شده است. سپس در ناحیه ایران مرکزی، یک مرکز بیشینه ۱۳۵ میلمتر در ایستگاه کوهرنگ قابل تشخیص است. آخرین حد پیشروی بارش فوق در شرق ناحیه به میزان ۷۲ و ۲۱ میلیمتر به ترتیب در دو ایستگاه مشهد و کاشمر دیده شد.

ماه نوامبر: توفان ۳ روزه ۵تا ۷ نوامبر ۱۹۹۴ بعنوان مرطوبترین نوامبر، بیشترین بارش متوالی ۳ روزه دارای بیشینه ۲۵۲ میلیمتری در ایستگاه کوهرنگ، در چهارمحال و بختیاری است. کانون‌های بارشی به ترتیب میزان دریافت بیشترین بارش متوالی، ابتدا در ناحیه غرب، سپس شمالغرب و نوار شمالی محدوده مورد مطالعه، متمرکز است. بطوریکه در ناحیه غرب، ایستگاه همدیدی سقز، بعنوان کانون ثقل بارندگی‌ها قابل تشخیص است. در ادامه در ناحیه شمالغرب، ایستگاه سردشت مرکزیت بارش‌ها را با میزان ۱۹۲ میلیمتر طی سه روز بارشی داراست. با پیشروری بارش‌های ۳ روزه متداوم در ناحیه جنوب و جنوبغربی، ایستگاه همدیدی مسجد سلیمان با ۱۶۱ میلیمتر بارش دریافتی مرکزیت بارش را در این ناحیه داراست(شکل۲- ب).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

ماه دسامبر: پهنه‌بندی بارش ۵ روزه ۱۲تا ۱۶ دسامبر ۱۹۹۱، متاثر از دریافت بیشترین بارش بیشینه در ایستگاه همدید یاسوج، در بخش جنوبی حوضه، با ۳۸۳ میلیمتر و کمترین میزان بارش فرین در قوچان با ۲۱ میلیمتر می‌باشد. در ناحیه غرب، بیشینه بارش‌های ۵ روزه با ۱۰۹ میلیمتر در سرپل‌ذهاب، وکمینه ۳۱ میلیمتردر کرمانشاه ثبت شده است. در استان چهارمحال و بختیاری در ناحیه مرکزی ایستگاه همدید کوهرنگ با ۳۰۸ میلیمتر مجموع بارش دریافتی بعنوان کانون بارش و یزد دارای کمترین مقدار بارش ۲۷ میلیمتر می‌باشد. همچنین در ناحیه شمال‌غرب کشور بیشترین و کمترین میزان بارش، به ترتیب دردو ایستگاه پیرانشهر وجلفا دریافت شده است(شکل ۲- ج).

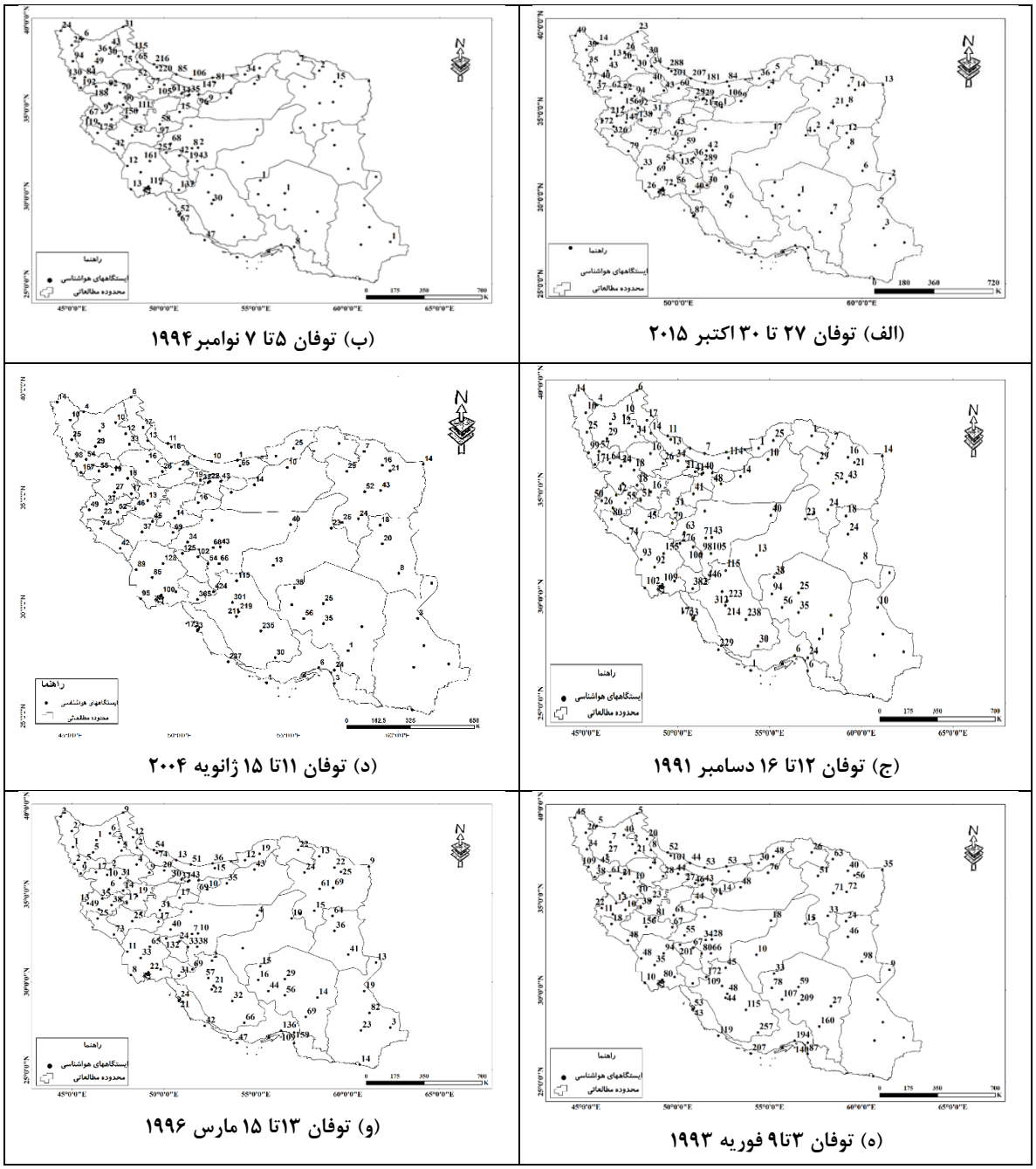
ماه ژانویه: مطابق آمار موجود در منطقه مورد مطالعه، در ژانویه ۲۰۰۴ که بعنوان مرطوب ترین ماه مشخص گردید؛ ایستگاه یاسوج با بیشینه ۴۲۴ میلیمترو پس از آن دو ایستگاه دوگنبدان و درودزن با بارش بالای ۳۰۰ میلیمتردر رتبه اول تا سوم قرار داشته‌اند. تمرکز بارش‌ها بر اساس پراکندگی داده‌های مجموع بارش ضمن رخداد توفان مزبور، در ناحیه جنوب‌غرب و جنوب کشور در استان‌های خوزستان، کهکیلویه و بویراحمد، فارس، بوشهر، هرمزگان و کرمان دیده شد. بطوریکه در ایستگاه‌های همدید فسا، کنگان، زرقان و شیراز مجموع بارش ریزش کرده بیش از ۲۰۰ میلیمتر گزارش شده است.در بوشهر ساحلی، آباده، مسجدسلیمان، ماهشهر و آبادان مجموع بارش‌های دریافتی بیش از ۱۰۰ میلیمتر ثبت شده است. پس از ناحیه‌ی جنوبی، تمرکز مجموع بارش‌ها، در ایلام، الیگودرز و دهلران بیش از ۷۰ میلیمتر، در سقز، کرمانشاه، بروجرد، کنگاور و سرپلذهاب بیش از ۵۰ میلیمتر و بیش از ۲۰ میلیمتر در خرم آباد، روانسر، سنندج، اسلام آباد غرب و زرینه ثبت شده است(شکل ۲- د). پس از ناحیه غربی، در سردشت آذربایجان غربی بیشترین میزان تجمع بارشی به میزان ۱۷۱ میلیمتر را داراست. حد نهایی پیشروی بارش در خراسان شمالی و رضوی در کاشمرو مشهد مشاهده می‌شود.

ماه فوریه: در این پژوهش، بارش ۳ تا ۹ فوریه ۱۹۹۳ عنوان مرطوب ترین فوریه را در دوره‌ی مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. در تاریخ مذکور، ایستگاه همدید لار در بخش جنوبی محدوده مورد مطالعه، مرکزیت مجموع بارش‌های دریافتی را با ۲۵۷ میلیمتر دارا است. تمرکز بارش‌ها در منطقه جنوب ایران و در سطح ۲۵ ایستگاه همدید، در خوزستان، فارس، کهکیلویه و بویراحمد، بوشهر، هرمزگان و کرمان بارش به میزان ۲۵۸۴ میلیمتر ثبت شده است. پس از ناحیه جنوبی، کانون بارش‌ها به ناحیه مرکزی منتقل می شود که بیشینه در ایستگاه کوهرنگ، با میزان ۲۰۱ میلیمتر، قرار دارد(شکل۲- ه). سپس در ناحیه شرق ایران، میزان مجموع بارش‌ها طی تاریخ مذکور در ۱۴ ایستگاه همدید ۶۸۰ میلیمتر با مرکزیت نهبندان به میزان ۹۸ میلیمترقرار دارد. در ناحیه غرب، ایستگاه همدید خرم آباد، با ۱۵۶ میلیمتر، سپس بروجرد و الیگودرز به ترتیب با ۸۱ و ۶۷ میلیمتر، مجموع بارش دریافتی کانون بارش‌ها را تشکیل می‌دهند. در ناحیه شمالغرب مرکزیت بارش‌ها در ایستگاه پیرانشهر با ۱۰۹ میلیمتر دیده شده است.

ماه مارس: بارش ۱۳ مارس ۱۹۹۶ حاصل فعالیت سامانه بارشی ۳ روزه ۱۳ تا ۱۵ مارس ۱۹۹۶ و مرکزیت ایستگاه همدید میناب با مجموع بارش ۱۵۹ میلیمتر در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در ایستگاههای سیری و بندرعباس، مجموع بارش سه روزه متوالی، بیش از ۱۰۰ میلیمتر گزارش شده است و در سایر ایستگاه‌های این ناحیه از جمله یاسوج، کهنوج، لار، مسجد سلیمان، درودزن و بافت بارش‌های بیش از ۵۰ میلیمتر دیده می‌شود(شکل۲_ و). سپس ناحیه مرکزی ایران با ۵۷۵ میلیمتر مجموع بارش، و ۱۳ ایستگاه درگیر و مرکزیت ایستگاه همدید کوهرنگ بعنوان کانون بارش‌ها به میزان

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

۱۳۲ میلیمتر در درجه دوم اهمیت قرار دارد. در ادامه، پیشروی بارش‌ها، به منطقه شرق گستره‌ی مورد بررسی، میزان بیشترین دریافت بارش در ایستگاه خاش در منتهی‌الیه شرق با ۸۲ میلیمتر ثبت شده است. سپس در غرب ایستگاه همدید دهلران ۷۳ میلیمتر و در ناحیه شمالی در ایستگاه همدید رشت ۷۴ میلیمتر بارش‌های متداوم سه روزه مشاهده گردید.



(الف) توفان ۲۷ تا ۳۰ اکتبر ۲۰۱۵

(ب) توفان ۵تا ۷ نوامبر۱۹۹۴

(ج) توفان ۱۲تا ۱۶ دسامبر ۱۹۹۱

(د) توفان ۱۱تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۴

(ه) توفان ۳تا۹ فوریه ۱۹۹۳

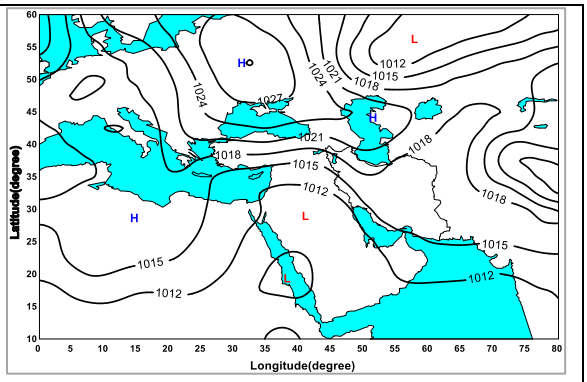
(و) توفان ۱۳تا ۱۵ مارس ۱۹۹۶

شکل(۲) شدیدترین توفان‌های رخداده طی سالهای ۱۹۸۹تا ۲۰۲۱ (الف:اکتبر؛ ب: نوامبر؛ ج: دسامبر؛ د: ژانویه؛ ه: فوریه؛ و: مارس)

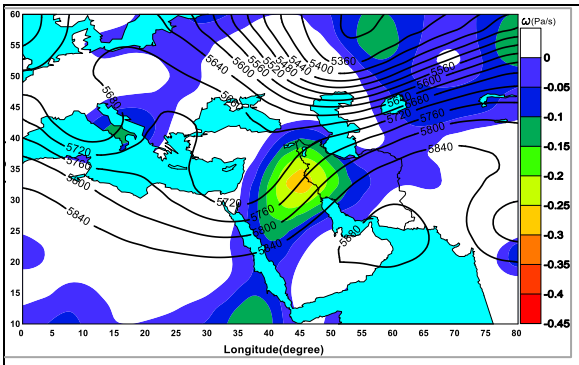
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

تحلیل همدیدی الگوهای سینوپتیکی عامل وقوع شدیدترین توفان‌های رخداده طی ماه‌های اکتبر تا مارس

مورد ۲۷ تا ۳۰ اکتبر ۲۰۱۵: پس از بررسی میدان فشار در این مورد مطالعه، دیده می‌شود، که یک مرکز پرفشار گسترده در روی دریای مدیترانه است که پشته‌های آن در راستای مداری تا روی دریای سیاه و در راستای نصف‌النهاری تا روی آفریقا گسترده شده است. در جنوب‌غرب دریای سرخ یک مرکز کم‌فشار قرار گرفته است که ناوه آن بطور وارون تا شرق دریای مدیترانه امتداد یافته است. در شمال دریای خزر نیز یک مرکز کم فشار قرار دارد. به تدریج مرکز کم فشار روی دریای خزر تقویت می‌شود و ناوه فشاری روی دریای سرخ نیز به مناطق غرب و جنوب‌غرب ایران نزدیک می‌شود. با گسترش شرق سوی مرکز پرفشار روی اروپا، بیشتر مناطق کشور به جز غرب و جنوب‌غرب، تحت تاثیر پشته این سامانه قرار می‌گیرند و غرب و جنوب‌غرب ایران نیز تحت تاثیر ناوه فشاری قرار دارد(شکل ۳-الف). در تراز میانی، دیده می‌شود که ناوه ارتفاع یک مرکز کم‌ارتفاع که در شمال دریای سیاه قرار دارد، به سوی جنوب دریای مدیترانه گسترش یافته است و پشته ارتفاع همه مناطق ایران را به جز شمال غرب ایران، تحت تاثیر قرار داده است. به تدریج این ناوه، با شکل‌های مختلفی که به خود می‌گیرد، به نوار غربی ایران نزدیک می‌شود و با حرکت چرخندی، حرکات بالاسوی مناسبی را در این مناطق ایجاد می‌کند(شکل ۳-ب). شکل ۳-ج، نشان می‌دهد، که بادهای شرقی روی دریای عمان، به صورت واچرخندی، تغییر جهت می‌دهند و به جریان‌های جنوبی تبدیل می‌گردند که می‌توانند نم ویژه روی دریای عمان را به مناطق مختلف اطراف دریای سرخ و سپس جنوب‌غرب و غرب ایران منتقل کنند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز دیده می‌شود که افزون بر جریان‌های جنوب‌غربی ناوه ارتفاعی که می‌تواند سبب انتقال رطوبت به غرب ایران شود، بادهای جنوب‌غربی مقادیر نم ویژه را از جنوب‌غرب دریای سرخ به شرق آن دریا و سپس جنوب‌غرب و جنوب ایران، منتقل کنند. در این مورد، شار نم افقی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، مناسب‌تر از بقیه ترازها برآورد شده است(شکل 3-د). شکل‌های ۳-ه و ۳-و ، الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز بیست و هشتم اکتبر ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد. منبع رطوبتی برای بارش‌های غرب ایران، انتقال رطوبت بوسیله این رودخانه‌ها از جنوب غرب دریای سرخ به سوی نوار غربی ایران صورت گرفته است.

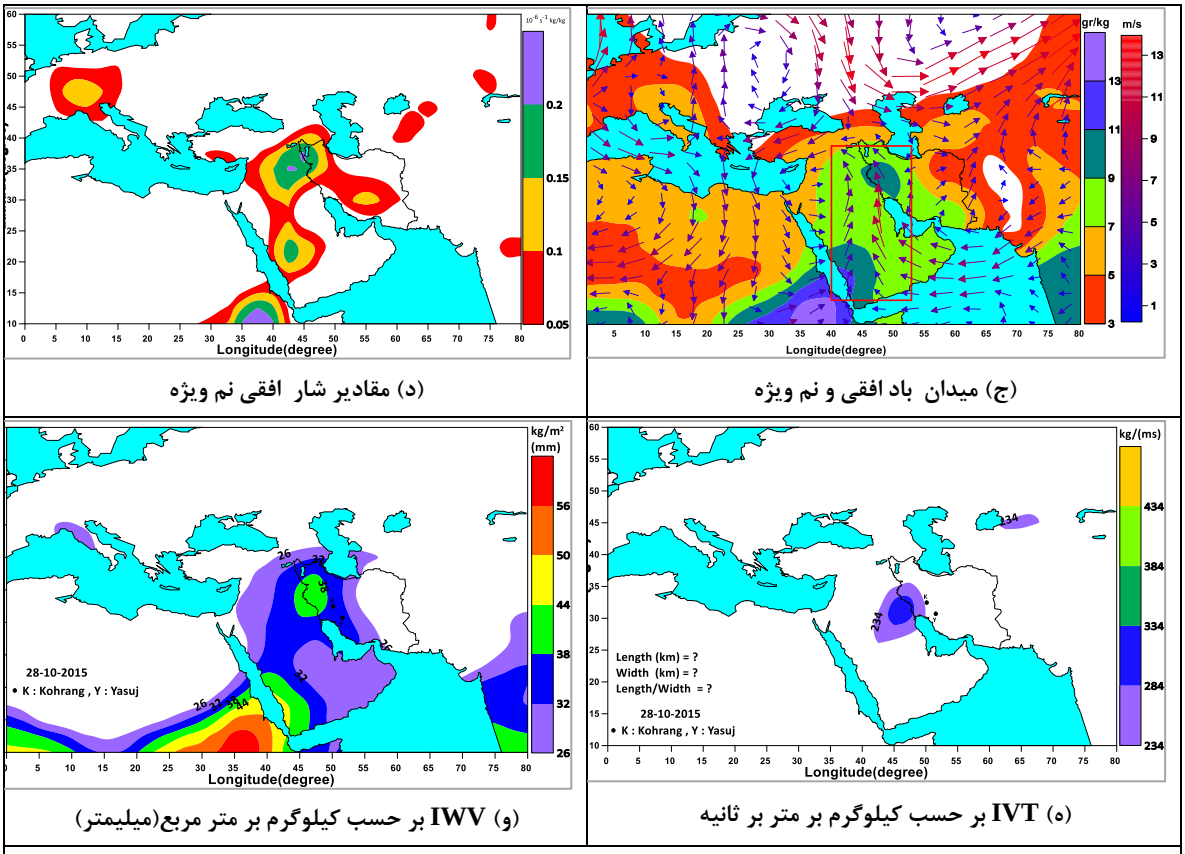


(الف) فشار سطح متوسط دریا



(ب) ارتفاع و امگای سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

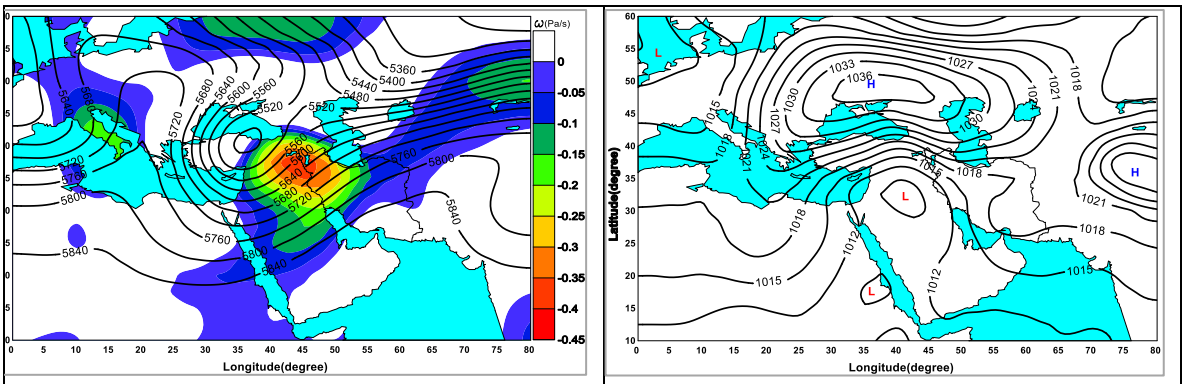


شکل۳ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ب) ارتفاع (متر) و مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز بیست و نهم اکتبر ۲۰۱۵ . ج)میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) و د) الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} kg kg^{-1}) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز بیست و نهم اکتبر ۲۰۱۵ . ه) الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز بیست و نهم اکتبر ۲۰۱۵. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

مورد ۵ تا ۷ نوامبر ۱۹۹۴ : بررسی میدان فشار در این مورد نشان می‌دهد، که یک مرکز پرفشار گسترده در شمال دریای سیاه قرار گرفته است؛ که در راستای مداری در روزهای ششم و هفتم توسعه یافته است و به تدریج، مرکز آن از شمال دریای سیاه به شرق دریاچه اورال منتقل شده است. ناوه فشاری دریای سرخ در امتداد نصف‌النهاری به سوی شمالشرق امتداد یافته است و با مرکز کم‌فشار شرق دریای مدیترانه ترکیب شده است و یک منطقه فشار کم که از جنوب دریای سرخ تا جنوب دریای سیاه امتداد یافته است را تشکیل داده است(شکل ۴-الف). در سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که یک پشته ارتفاع ژرف در شمال ایتالیا است که در دو طرف آن دو ناوه عمیق ارتفاع قرار گرفته است. در شرق پشته، یک ناوه عمیق مورب قرار دارد، که از شمال دریاچه اورال تا شرق دریای مدیترانه را تحت تاثیر قرار داده است. نیمه غربی ایران در شرق این ناوه قرار گرفته است بطوریکه مولفه قائم بردار باد که بیانگر حرکت بالاسواست در شمالغرب و غرب ایران، کمترین مقدار را دارا می‌باشد. ناوه شرق دریای مدیترانه در روز ششم به یک مرکز کم ارتفاع بریده یا سرد چال تبدیل شده است و

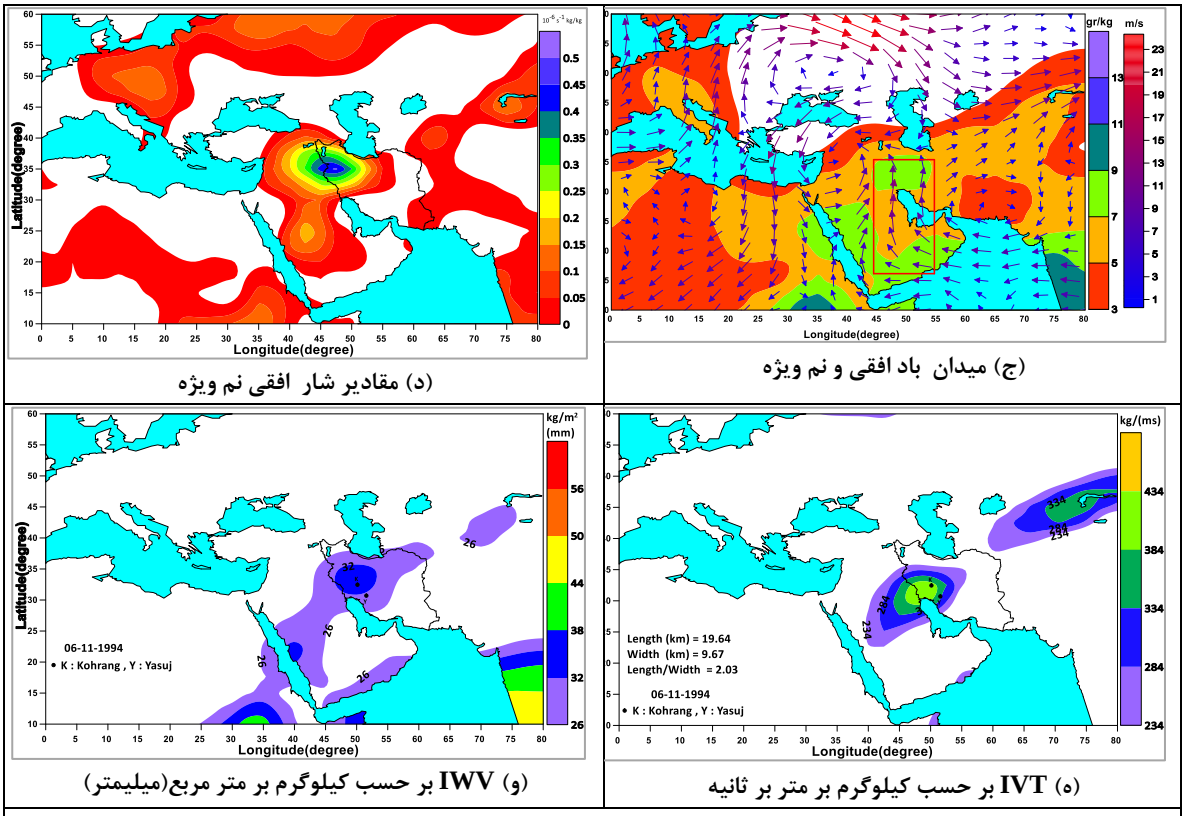
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

مرکز بسته آن در جنوب دریای سیاه قرار گرفته است. هسته امگای منفی در غرب ایران شدیدتر شده است و معرف تشدید فعالیت سامانه بارشی می‌باشد(شکل ۴-ب). این کم‌فشار بریده در روز هفتم همچنان در روی ترکیه، و در حد فاصل جنوب دریای سیاه و شمال دریای مدیترانه ماندگار بوده است و بارش همرفتی ناشی از فعالیت بارشی این سامانه می توانسته است نیمه غربی به ویژه شمالغرب ایران را تحت تاثیر قرار دهد. از بررسی میدان باد و نم ویژه و شار افقی نم ویژه در ترازهای فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال در سطوح زیرین، دیده می‌شود که بادهای شرقی روی دریای عمان به صورت واچرخندی در شرق عربستان تغییر جهت می‌دهند و به جریان‌های جنوبی تبدیل می‌گردند و می‌توانند نم ویژه روی دریای عمان را به مناطق مختلف اطراف دریای سرخ و سپس نیمه غربی ایران منتقل کنند(شکل۴-ج). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز دیده می‌شود که بادهای جنوب‌غربی مقادیر نم ویژه را از جنوب‌غرب دریای سرخ به شرق آن دریا و سپس نوار غربی ایران منتقل کنند. بیشینه شار نم افقی در ترازهای زیرین مانند ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال در شمالغرب ایران قرار گرفته است؛ که بطور مداری در امتداد البرز جنوبی گسترش یافته است. این گسترش در اثر جریان‌های غربی شرق ناوه ارتفاع است که از روی دریای مدیترانه عبور کرده است. بخشی از مقادیر بیشینه شار در این دو تراز فشاری در اثر انتقال رطوبت از مناطق جنوبی دریای سرخ است که اثر آن در این ترازها مشاهده می‌شود(شکل ۴-د). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، شار نم ویژه به دامنه‌های جنوبی البرز غربی محدود می‌شود و اثر آن در جنوب دریای سرخ به سوی نوار غربی ایران کمتر می‌شود. شکل‌های ۴-ه و ۴-و، الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز ششم نوامبر ۱۹۹۴ را نشان می‌دهد. این شاخص‌ها نشان می‌دهند که شرایط برای ایجاد رودخانه‌های جوی در جنوب‌غرب ایران فراهم شده است و به نظر می‌رسد که منبع رطوبتی این حالت موردی از جنوب‌غرب دریای سرخ به سوی جنوب‌غرب ایران باشد.



(ب) ارتفاع و امگای سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال (الف) فشار سطح متوسط دریا

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]



(د) مقادیر شار افقی نم ویژه

(ج) میدان باد افقی و نم ویژه

(و) IWV بر حسب کیلوگرم بر متر مربع(میلیمتر)

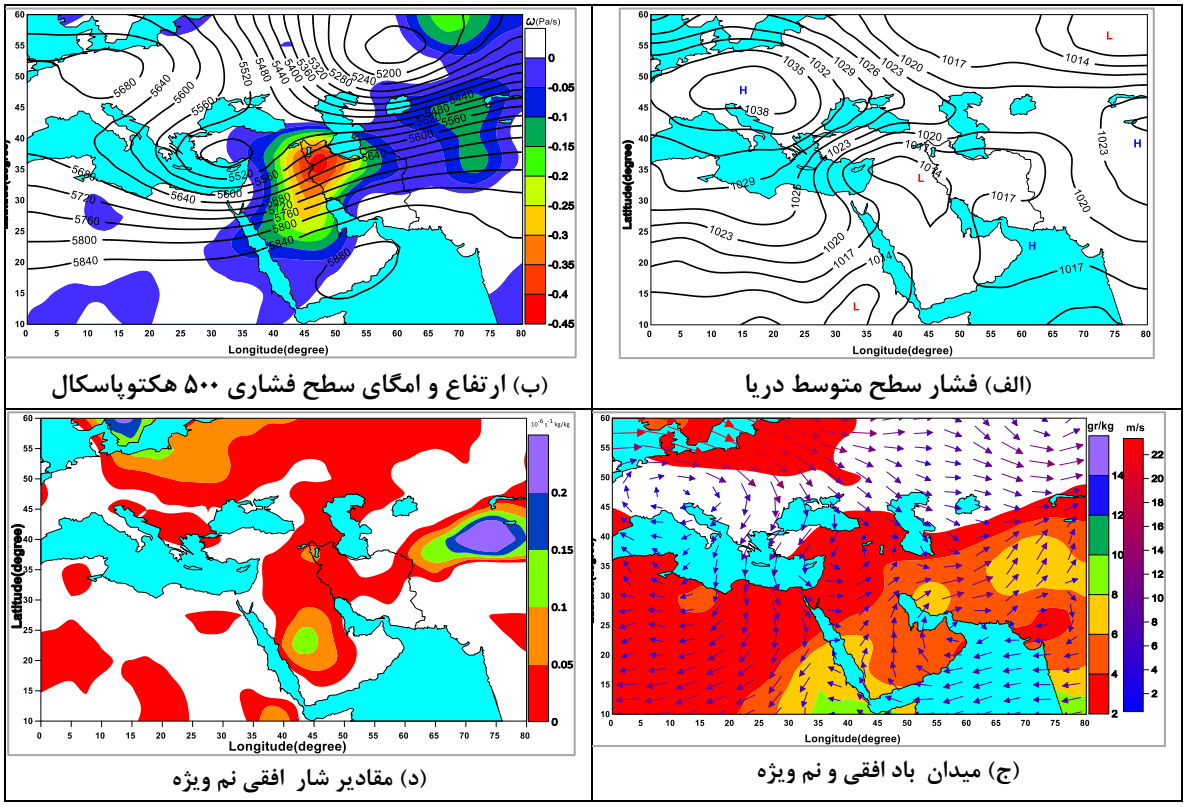
(ه) IVT بر حسب کیلوگرم بر متر بر ثانیه

شکل ۴ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ب) ارتفاع (متر) و مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج)میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) و د) الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} kg kg^{-1}) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال، الگوی مجموع قائم ه) انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز ششم نوامبر ۱۹۹۴. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

مورد ۱۲ تا ۱۶ دسامبر ۱۹۹۱ : الگوی فشار سطح متوسط دریا در روز دوازدهم دسامبر ۱۹۹۱ در شکل ۵-الف نشان می‌دهد؛ که یک مرکز پرفشار در روی اروپا قرار گرفته است که در راستای نصف‌النهاری به سوی جنوب گسترش یافته است به طوری که پشته فشاری در غرب دریای سرخ سبب شده است تا ناوه فشاری دریای سرخ به سوی شرق جابجا گردد و با مرکز کم‌فشار شرق دریای مدیترانه ترکیب گردد. الگوی کم فشار به گونه‌ای است که مرکز بسته فشار کم در نوار غربی ایران قرار گرفته است و بیشتر نقاط ایران به جز جنوب شرق تحت تاثیر این سامانه فشاری می‌باشد. در روزهای بعدی ناوه فشاری و مرکز کم فشار با حرکت آهسته ای به سوی شرق حرکت کرده است و نیمه جنوبی ایران را تحت تاثیر قرار داده است. این سامانه فشار کم، به تدریج از جنوب شرق ایران خارج شده است و مرکز پرفشار گسترده که هسته آن در روی ترکیه است، بیشتر نقاط محدوده مطالعاتی را تحت تاثیر قرار داده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، الگوی ارتفاع نشان می‌دهد که یک سامانه بندال در روی اروپا قرار دارد، که در غرب آن یک مرکز کم فشار بریده در شرق دریای مدیترانه مشاهده می‌شود. این مرکز بسته کم ارتفاع بخش جنوبی یا مرکز کم ارتفاع قوی تری است که در شمال دریاچه اورال جای دارد. هسته کمینه امگای منفی که معرف حرکت بالاسو است، در شمالغرب ایران قرار دارد که به سوی خراسان شمالی و شرق دریای سرخ امتداد

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

یافته است(شکل ۵-ب). به تدریج مرکز بسته کم ارتفاع در شرق دریای مدیترانه باز می‌شود و به صورت یک ناوه کم عمق به سوی شرق حرکت می‌کند و هسته کمینه امگا نیز در شرق ناوه کم ارتفاع به سوی شرق جابجا می‌شود. بخش شمالی این ناوه کم عمق از شرق ایران خارج شده است ولی بخش جنوبی آن در جنوبغرب خلیج فارس با شدت کمتر فعال می‌باشد. از بررسی میدان باد و نم ویژه در ترازهای زیرین دیده شد که بادهای شرقی روی دریای عمان به صورت واچرخندی در شرق عربستان تغییر جهت می‌دهند و به جریان‌های جنوبی تبدیل می‌گردند و می‌توانند نم ویژه روی دریای عمان را به مناطق مختلف اطراف دریای سرخ و سپس نیمه غربی ایران منتقل کنند(شکل ۵-ج). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز دیده می‌شود، که بادهای جنوب‌غربی مقادیر نم ویژه را از جنوب‌غرب دریای سرخ به شرق آن دریا و سپس نوار غربی ایران منتقل می‌کنند. در این تراز جریان‌های غربی جنوب سامانه کم ارتفاع توانایی انتقال نم ویژه از روی دریای مدیترانه به شرق آن و سپس به نوار شمالی ایران را دارا می‌باشداز بررسی شار نم ویژه در ترازهای زیرین جو، می‌توان دریافت، که دو منطقه بیشینه شار افقی وجود دارد؛ منطقه اول که از مقادیر بیشتری تشکیل شده است، از جنوب دریای سرخ تا شمال شرق ایران را تحت تاثیر قرار داده است. این شار تحت تاثیر نم ویژه مناطق جنوبی است. منطقه دوم که مقادیر کمتری دارد، از شرق دریای مدیترانه تا غرب دریای خزر را تحت تاثیر قرار داده است. این مقادیر از نم ویژه مناطق اطراف دریای مدیترانه به غرب دریای خزر منتقل شده است(شکل ۵-د). شایان ذکر است که با افزایش ارتفاع مقادیر شار نم ویژه نیز کمتر شده است. شکل‌های ۵-ه و ۵-و، به ترتیب الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز چهاردهم دسامبر ۱۹۹۱ را نشان می‌دهد. این شاخص‌ها انتقال بخار آب از جنوبغرب دریای سرخ به سوی جنوبغرب ایران را نشان نمی‌دهند.



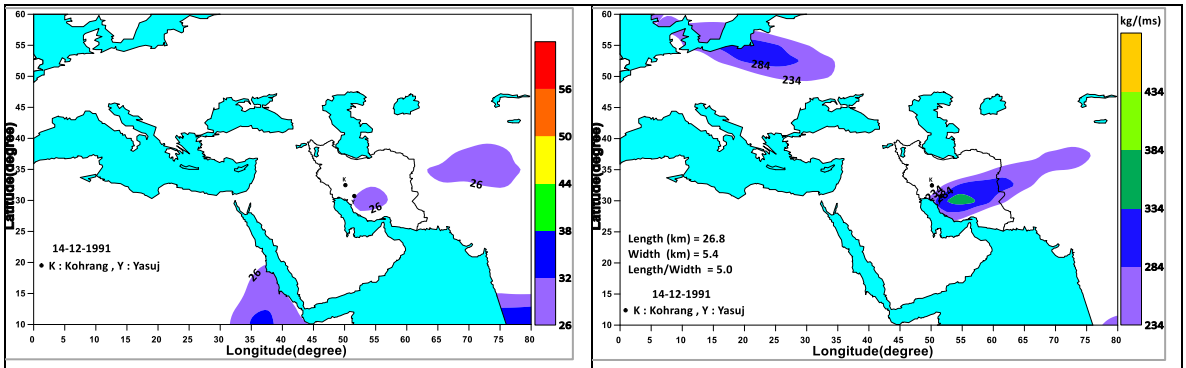
(الف) فشار سطح متوسط دریا

(ب) ارتفاع و امگای سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال

(ج) میدان باد افقی و نم ویژه

(د) مقادیر شار افقی نم ویژه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]



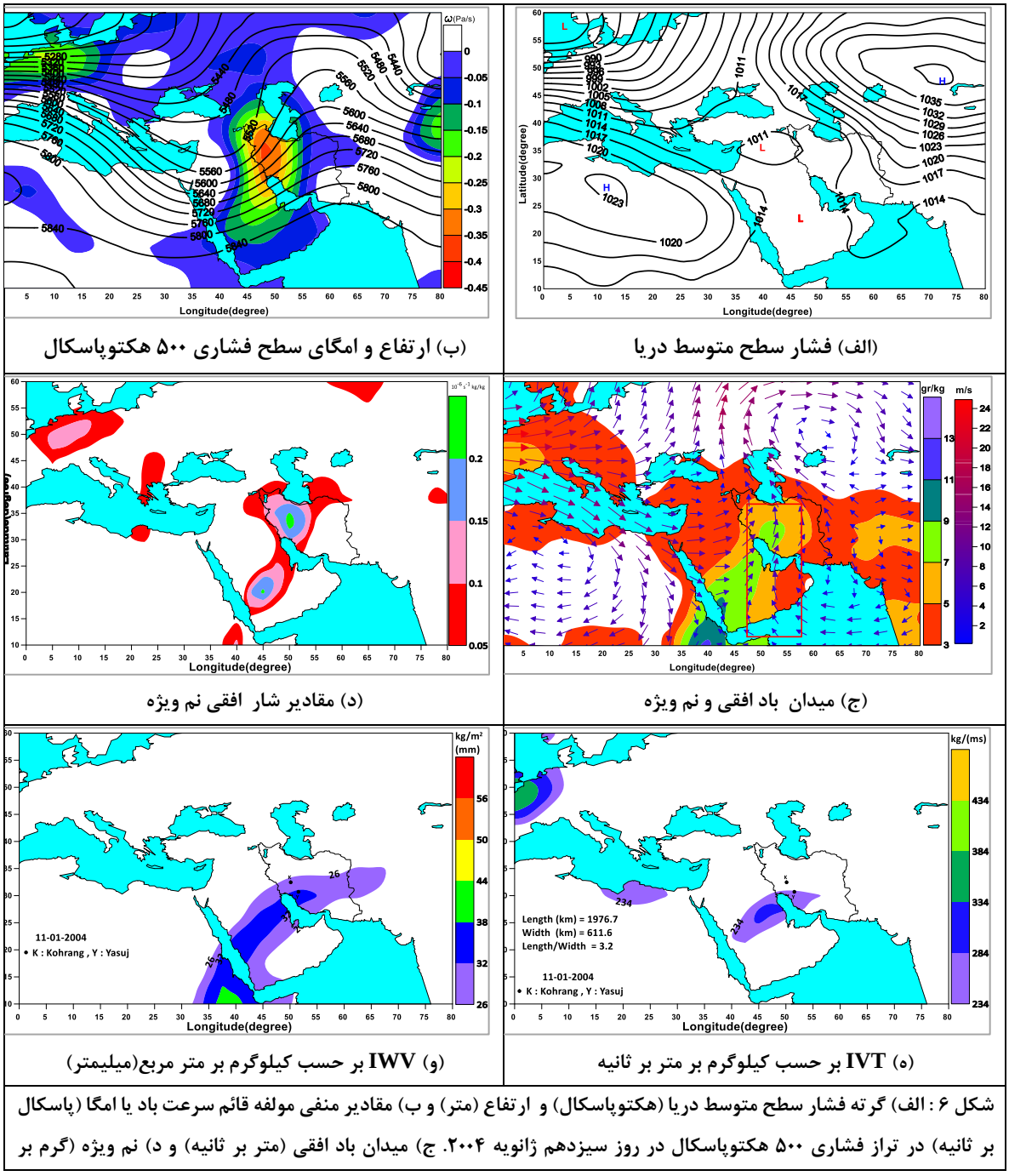
(و) IWV بر حسب کیلوگرم بر متر مربع(میلیمتر) (ه) IVT بر حسب کیلوگرم بر متر بر ثانیه

شکل۵ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع (متر) و ب) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز دوازدهم دسامبر ۱۹۹۱. ج) میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و د) نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) و الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} $kg\ kg^{-1}$) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز سیزدهم دسامبر ۱۹۹۱. الگوی مجموع قائم ه) انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز چهاردهم دسامبر ۱۹۹۱. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

مورد ۱۱ تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۴: در روزهای دهم و یازدهم ژانویه ۲۰۰۴، یک سامانه کم‌فشار در شرق دریای مدیترانه و یک مرکز پرفشار در روی دریای خزر قرار گرفته است. ناوه فشاری وارون دریای سرخ نیز در جنوب‌غرب دریای سرخ به سوی شرق آن دریا امتداد یافته است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، یک کم‌فشار بریده با هسته سرد در شرق دریای مدیترانه قرار دارد؛ امگای منفی این تراز فشاری که معرف حرکت بالا سو است، در شرق ناوه ارتفاع جای گرفته است. به تدریج کم فشار بریده باز می‌شود و یک ناوه با عمق بیشتر در شرق دریای مدیترانه تشکیل می‌شود. هماهنگ با تحول مرکز کم ارتفاع این تراز، مرکز کم‌فشار روی شرق دریای مدیترانه به سوی شرق حرکت می‌کند و مرکز پرفشار روی دریای خزر را به سوی دریاچه اورال جابجا می‌کند. در شرق دریای مدیترانه، امگای منفی شدیدی قرار گرفته است که می‌تواند شرایط را برای بارش‌های همرفتی مهیا کند. در روز سیزدهم ژانویه، پرفشار روی دریاچه اورال به شرق حرکت می‌کند و با پرفشار سرد سیبری ترکیب می‌شود و یک منطقه وسیع را تحت تاثیر قرار می‌دهد(شکل ۶-الف). مرکز کم فشار شرق دریای مدیترانه به مرزهای غربی ایران نزدیک می‌شود و ناوه ارتفاع و امگای منفی تراز میانی جو، نیمه غربی ایران را تحت تاثیر قرار می‌دهد(شکل ۶-ب). در این نمونه مورد بررسی، در اثر وجود رشته کوه زاگرس، حرکت بالاسوی تراز میانی تقویت شده است و شرایط برای همگرایی نم نسبی و در نتیجه بارش همرفتی شدید، فراهم شده است. بررسی میدان باد و نم ویژه در ترازهای ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد، که از نظر کیفی، جریان‌های شرقی روی اقیانوس هند، هوای گرم و مرطوب را با خود همراه کرده و با جهت واچرخندی، آنرا به مناطق مختلف نیمه غربی ایران، منتقل نموده است. این سازوکار با حرکت بالاسوی سامانه، نم ویژه را به سطوح زیرین و میانی، انتقال داده است(شکل ۶-ج). مقادیر عددی مثبت شار نم ویژه در ترازهای فوق، بیانگر این است که ترازهای زیرین فشاری، از جنوب غرب دریای سرخ تا نیمه غربی ایران، تحت تاثیر مقادیر مثبت شار نم ویژه قرار دارد. در نتیجه در اثر شار نم ویژه، نم ویژه مناطق اطراف را به منطقه گفته شده منتقل کرده است. این الگوها با الگوهای فرارفت نم ویژه در ترازهای ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال(شکل۶-د) هماهنگ است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، مقادیر شار نم

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

ویژه در شمال شرق و شرق ایران مثبت می‌باشد. شکل‌های ۶–ه و ۶–و، الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز یازدهم ژانویه ۲۰۰۴ را نشان می‌دهد. از بررسی طول و عرض منطقه بخار آب بیش از ۲۳۴ واحدی، دیده می‌شود که این شاخص وجود رودخانه جوی در روی شرق دریای سرخ، به سوی جنوبغرب ایران را نشان می‌دهد. از این رو انتقال بخار آب ضعیفی از شرق دریای سرخ به سوی جنوبغرب ایران می تواند رخ داده باشد.



(الف) فشار سطح متوسط دریا

(ب) ارتفاع و امگای سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال

(ج) میدان باد افقی و نم ویژه

(د) مقادیر شار افقی نم ویژه

(ه) IVT بر حسب کیلوگرم بر متر بر ثانیه

(و) IWV بر حسب کیلوگرم بر متر مربع(میلیمتر)

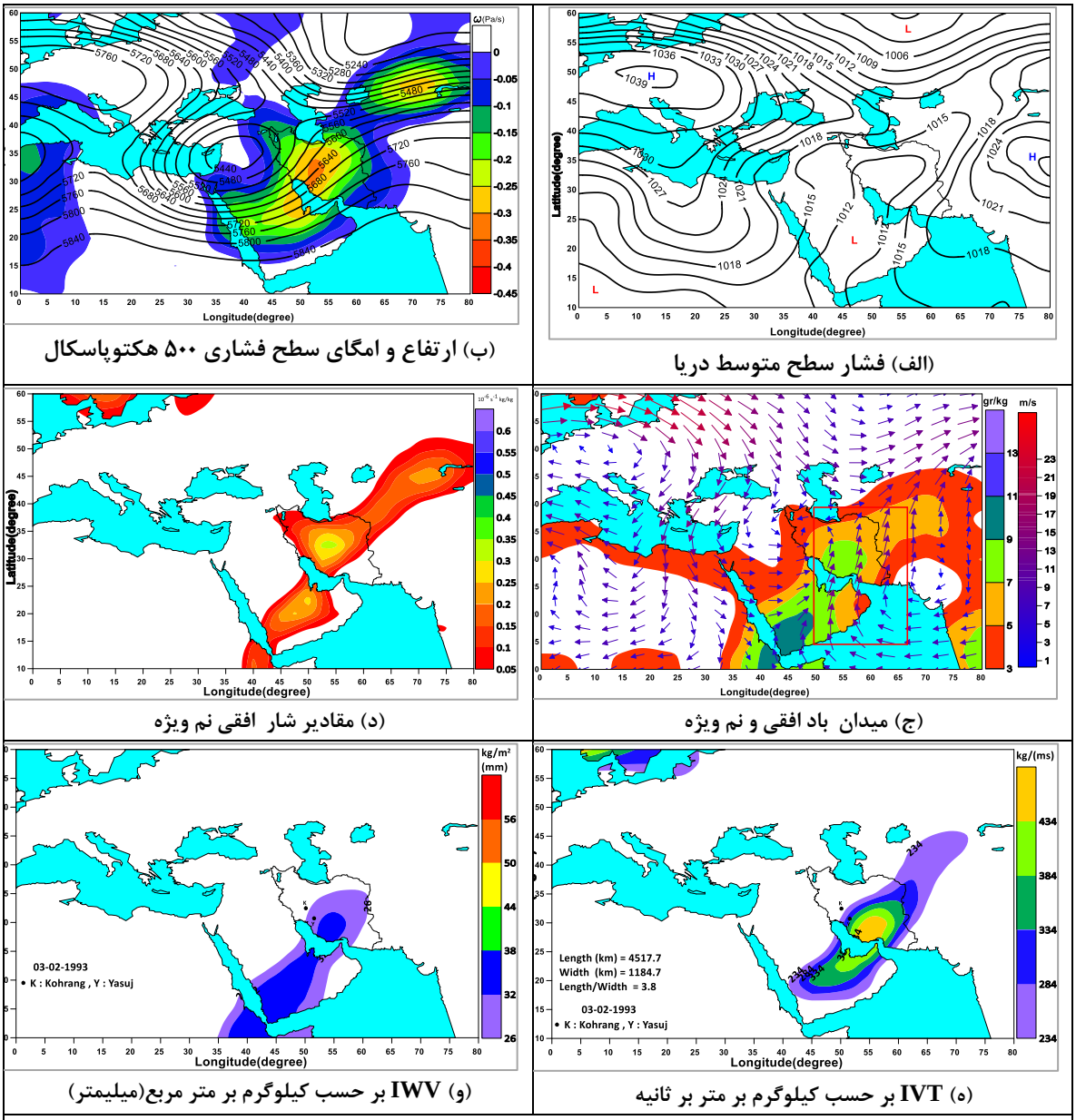
شکل ۶ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع (متر) و ب) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز سیزدهم ژانویه ۲۰۰۴. ج) میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و د) نم ویژه (گرم بر

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

کیلوگرم) و الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} $kg\ kg^{-1}$) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز سیزدهم ژانویه ۲۰۰۴. الگوی مجموع قائم ه) انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز یازدهم ژانویه ۲۰۰۴ . محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

مورد ۳ تا ۹ فوریه ۱۹۹۳: بررسی میدان فشار در روز یکم فوریه ۱۹۹۳، نشان می‌دهد؛ که در اطراف مدار ۴۷ درجه شمالی، یک منطقه پرفشار با سه مرکز پرفشار قرار گرفته است. یک مرکز پرفشار در روی اروپا، یکی در شرق دریای سیاه و دیگری نیز در روی دریاچه بالخاش می‌باشد. در این روز، ناوه وارون دریای سرخ از جنوب آن دریا به سوی شرق دریای سرخ گسترش یافته است و در شرق دریای مدیترانه نیز ناوه فشاری قرار گرفته است که با ناوه وارون دریای سرخ ترکیب شده و منطقه وسیعی را تحت تاثیر قرار داده است. در اثر گسترش جنوب سوی پشته فشاری در شرق ناوه فشاری، ناوه فشاری به سوی شرق گسترش یافته و مناطق گسترده‌ای از شرق دریای سرخ تا شمال شرق ایران را تحت تاثیر قرار داده است(شکل ۷-الف). در روز پنجم فوریه، نیمه شرقی ایران تحت تاثیر مرکز کم‌فشار کوچکی است که از ناوه فشاری فوق ایجاد شده است. به تدریج این سامانه از شرق ایران خارج می‌شود. بررسی میدان ارتفاع سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال روز یکم فوریه ۱۹۹۳، وجود بندال شمال اروپا، که در بخش شرقی آن یک مرکز کم ارتفاع بسته(با هسته سرد) در روی ترکیه جای گرفته است، را نشان می‌دهد؛ که ناوه آن، شمال‌غرب و غرب ایران را تحت تاثیر قرار داده است. در بخش شرقی این سامانه مقادیر امگای منفی مشاهده می‌شود، که از شرق دریای مدیترانه تا جنوب شرق ایران را تحت تاثیر قرار داده است؛ مقادیر کمینه آن در شمال غرب ایران برآورد شده است. به تدریج، کم فشار بریده با شکل‌های متفاوتی که به خود می‌گیرد با حرکت آهسته‌ای به سوی شرق حرکت کرده و در روزهای مختلف، بخش‌های مختلفی از ایران را تحت تاثیر قرار می‌دهد(شکل ۷-ب). هماهنگ با حرکت شرق سوی سامانه، مقادیر امگای منفی نیز با حرکت ناوه به سوی شرق جابجا می‌شود و مقادیر کمینه این مقدار به مرکز و جنوب ایران تغییر می‌یابد. پس از بررسی میدان باد و نم ویژه و شار افقی نم ویژه در ترازهای فشاری ۹۲۵، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال دیده شد، که در سطوح زیرین، بادهای شرقی روی دریای عمان به صورت واچرخندی تغییر جهت می‌دهند و به جریان‌های جنوبی و جنوب‌شرقی تبدیل می‌شوند که می‌توانند نم ویژه روی دریای عمان را به ایران منتقل کنند(شکل ۷-ج). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بادهای غربی بخش جنوبی کم فشار بریده به تدریج به جنوب‌غربی تغییر کرده و از جنوب‌غرب دریای سرخ به سوی جنوب غرب ایران می‌وزند. این بادها توانایی انتقال نم ویژه از مناطق جنوبی دریای سرخ به سوی جنوب غرب ایران را در این تراز فشاری نیز دارا می‌باشند. شار نم افقی در ترازهای ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال مناسب‌تر از تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال برآورد شده است(شکل ۷-د). در شکل‌های ۷-ه و ۷-و، الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز سوم فوریه ۱۹۹۳ مشاهده می‌شود. وجود منطقه بخار آب، با بیش از ۲۳۴ واحد، وجود رودخانه جوی بر روی جنوب دریای سرخ به سوی غرب تنگه هرمز درخلیج فارس را نشان می‌دهد. از این رو انتقال بخار آب در این حالت موردی می‌تواند از جنوب غرب دریای سرخ به سوی جنوب ایران باشد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

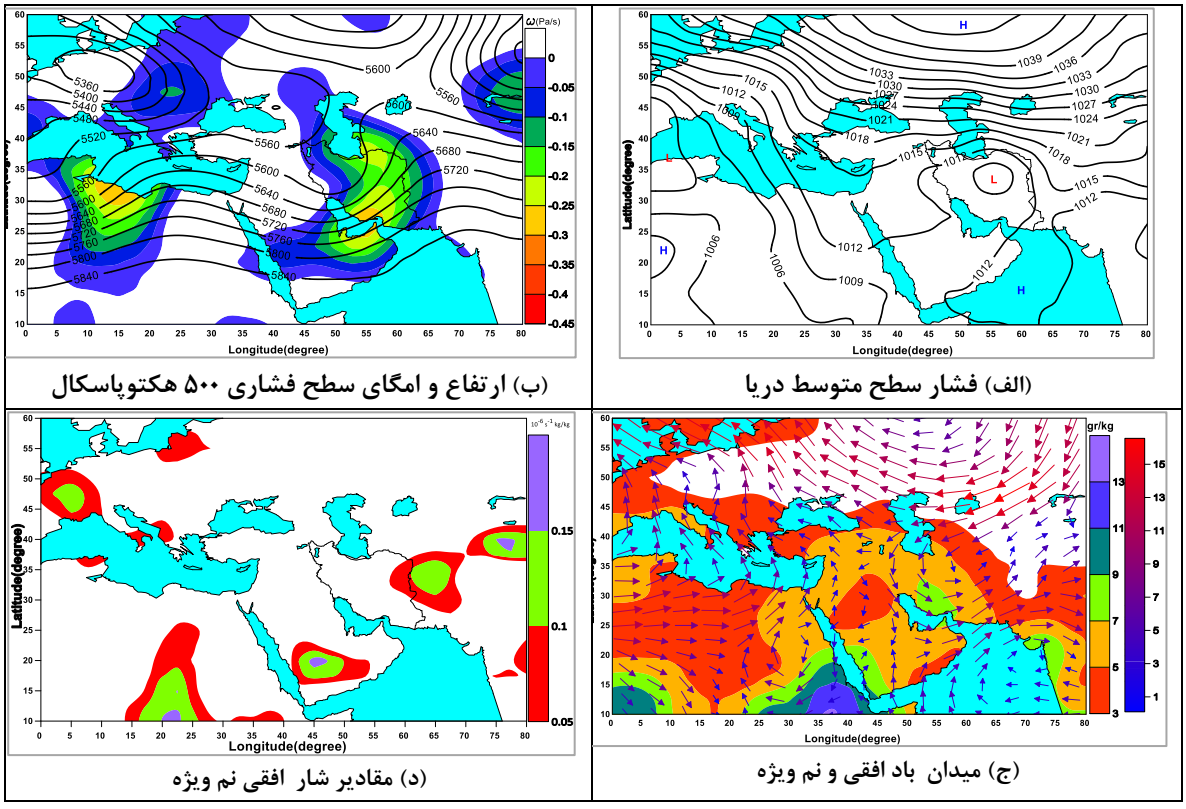


شکل ۷ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع (متر) و ب) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز سوم فوریه ۱۹۹۳. ج) میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و د) نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) و الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} $kg\ kg^{-1}$) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز سوم فوریه ۱۹۹۳. الگوی مجموع قائم ه) انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز سوم فوریه ۱۹۹۳. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

مورد ۱۳ تا ۱۵ مارس ۱۹۹۶: الگوی فشار سطح متوسط دریا در این مورد، نشان می‌دهد که یک مرکز پرفشار قوی در شمال دریای خزر قرار دارد، که به سوی جنوب کاملا گسترده شده است و پشته آن تا شمال دریای سرخ امتداد یافته است. بر روی ایران نیز یک مرکز کم‌فشار قرار گرفته است؛ که به تدریج از شرق ایران عبور کرده و جای خود را به پشته فشاری

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

ناشی از پرفشار شمال دریای خزر می‌دهد(شکل ۸-الف). در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، الگوی ارتفاع این حالت موردی نشان می‌دهد که یک ناوه ارتفاع در شمال دریای مدیترانه در راستای مداری به سوی شرق گسترش یافته و ناوه آن از روی دریای سیاه به سوی ایران امتداد یافته و از شمالغرب وارد ایران شده است. این ناوه با حرکت شرق سوی خود نیمه شرقی ایران را تحت تاثیر قرار داده است. در شرق این ناوه مقادیر امگای منفی، شرایط بارش همرفتی را در این منطقه فراهم کرده است. این سامانه به تندی از شرق ایران، خارج می‌شود(شکل ۸-ب). در ترازهای زیرین شرایط برای تغییر جهت باد، روی دریای عمان به صورت واچرخندی فراهم نشده است و نم ویژه مناسبی را نتوانسته‌اند به شرق دریای سرخ و سپس جنوب‌غرب ایران منتقل کنند. با این حال بادهای جنوبغربی از روی مناطق آبی دریای عمان به سوی شرق تنگه هرمز تغییر کرده‌اند و انتقال نم ویژه را به جنوب سیستان و بلوچستان انتقال داده‌اند(شکل ۸-ج). بررسی شار نم ویژه در ترازهای زیرین جو، نشان می‌دهد، که در منطقه جنوب دریای سرخ، تا شرق ایران، یک منطقه ناپیوستگی از شار نم ویژه قرار دارد که دارای دو هسته بیشنه است. یکی از این هسته‌ها در شمال باب‌المندب، و دیگری در شرق خراسان رضوی است و بین این دو منطقه شار نم ویژه آشکار نشده است(شکل ۸-د). این شرایط نشان می‌دهد که سرعت بادهای جنوب‌غربی در ترازهای زیرین کاهش یافته است و آنها به سبب زیاد بودن سرعت حرکت سامانه، توان انتقال نم ویژه را نداشته‌اند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، شار افقی نم ویزه قابل توجه نیست. شکل‌های ۸-ه و ۸-و، الگوی مجموع قائم انتقال بخار آب و مجموع قائم نم ویژه در روز چهاردهم مارس ۱۹۹۶ را نشان می‌دهد. این شاخص‌ها نشان می‌دهند منبع رطوبتی این حالت موردی از جنوب غرب دریای سرخ به سوی جنوب‌شرق است و بیشتر شرق تنگه هرمز و جنوب سیستان و بلوچستان تحت تاثیر انتقال رطوبتی قرار داشته است.



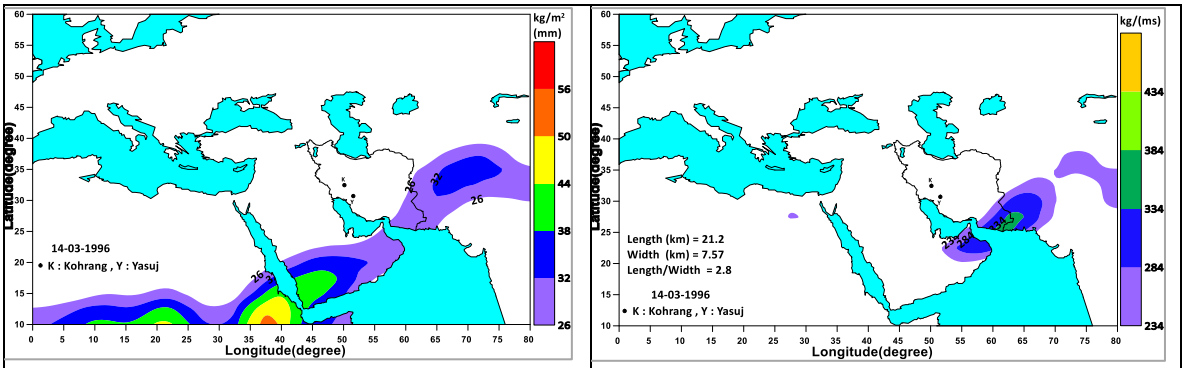
(الف) فشار سطح متوسط دریا

(ب) ارتفاع و امگای سطح فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال

(ج) میدان باد افقی و نم ویژه

(د) مقادیر شار افقی نم ویژه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]



(و) IWV بر حسب کیلوگرم بر متر مربع(میلیمتر)

(ه) IVT بر حسب کیلوگرم بر متر بر ثانیه

شکل ۸ : الف) گرته فشار سطح متوسط دریا (هکتوپاسکال) و ارتفاع (متر) و ب) مقادیر منفی مولفه قائم سرعت باد یا امگا (پاسکال بر ثانیه) در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز سیزدهم مارس ۱۹۹۶. ج) میدان باد افقی (متر بر ثانیه) و د) نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) و الگوی مقادیر مثبت شار افقی نم ویژه (10^{-6} s^{-1} $kg\ kg^{-1}$) در سطح فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال در در روز چهاردهم مارس ۱۹۹۶. الگوی مجموع قائم ه) انتقال بخار آب (کیلوگرم بر متر بر ثانیه) و و) بخار آب (کیلوگرم بر متر مربع یا میلیمتر) در روز چهاردهم مارس ۱۹۹۶. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه است.

نتیجه‌گیری

با بررسی تعداد روزهای بارشی و مقادیر بارش تجمعی، در هر ماه، این نتایج به دست آمد، که در طول دوره‌ی مورد مطالعه، ماه مارس سال ۱۹۹۶ دارای بیشترین روزهای بارشی می‌باشد. تعداد روزهای بارشی ثبت شده‌ی ۱۱۵ ایستگاه مورد مطالعه در این ماه ۱۳۴۵ روز بارشی در سطح کشور ثبت شده است. بطوریکه در ماه مارس در اکثر نقاط، بارش‌ها بیشتر از ماه فوریه و ژانویه است که علت آن را می‌توان در انتقالی بودن این ماه و تشدید جریان‌های همرفتی به دلیل سرمای باقیمانده از فصل زمستان، از یکسو و گرمی ناشی از افزایش ارتفاع خورشید دانست. در واقع با افزایش دما، ارتفاع وردسپهر افزایش یافته و به دلیل فراهم بودن شرایط برای فعالیت‌های همرفتی در این ماه جریان‌های همرفتی می توانند تا ارتفاع بالاتری صعود کرده و با تقویت بیشتر، سبب افزایش بارش‌ها در این ماه شوند. بررسی بارش‌های ۱ تا ۹ روزه نیز نشان می‌دهد که در دسامبر سال ۲۰۰۳، ۸ بار بارش‌های ۹ روزه‌ی متوالی ثبت شده است و این بیشترین بارش طولانی مدت در طول دوره ی مورد مطالعه می باشد. افزایش طول دوره‌های بارشی موجود، ارتباط قوی بین پربارشی و ایجاد دوره‌های طولانی بارش‌های متداوم را مشخص می کند. علت وقوع بیشترین بارش طولانی مدت در ماه دسامبر را می‌توان به روند کاهش دما و ارتفاع و در نتیجه کاهش حداکثری ارتفاع وردسپهر و شروع تبادل وردسپهر- پوشن سپهر تا پایان دسامبر به عنوان نماینده‌ی از فصل پاییز برشمرد. خشکترین، یا به عبارتی کم بارشترین، ماه مارس، مربوط به سال ۲۰۰۸ می‌باشد. در ماه‌های نوامبر و دسامبر سال ۲۰۱۰، کم بارشی گسترده‌ای حاکم می‌باشد. از نتایج تجزیه و تحلیل شدیدترین توفان‌های متداوم طی مرطوب ترین ماه(اکتبر- آوریل) بر اساس سه معیار شدت، تداوم و فراگیری بارش آشکار شد که توفان‌های رخداده در ماه‌های نوامبر، اکتبر ،مارس و ژانویه بیشترین میزان بارش تجمعی ریزش کرده در سطح ایستگاه‌های همدید را دریافت نموده‌اند و توفان‌های آوریل، دسامبر و فوریه در اولویت‌های بعدی از نظر شدت بارش قرار می‌گیرند. همچنین از نظر توالی روزهای بارشی در توفان‌های مورد بررسی تداوم‌های ۷، ۶ و ۵ روزه به ترتیب در فوریه، دسامبر و ژانویه دیده می‌شود، که در انطباق با فراگیرترین توفان‌ها

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

می‌باشد بطوری که روند افزایشی فراوانی ایستگاه‌های سینوپتیک درگیر بارش، بیش از آستانه صدک ۹۵٪، همزمان با وقوع توفان‌های منتخب(اکتبر_آوریل) از تعداد ۶۰_۵۰ ایستگاه طی توفان‌های اکتبر_نوامبر به ۸۰_۷۰ ایستگاه در دسامبر، ژانویه و فوریه دیده می شود. در ادامه، این تعداد در توفان‌های منتخب ماه مارس و آوریل به ۵۰ ایستگاه کاهش پیدا می کند. در یک جمع بندی کلی بر اساس معیارهای مورد پژوهش، شدیدترین توفان رخداده مربوط به بارش ۳ روزه ۵تا ۷ نوامبر ۱۹۹۴ می‌باشد که در این ماه بیشترین میزان مجموع بارش تجمعی نیز به مقدار ۱۲۳۱۸، گزارش شده است بطوری که شرایط برای ایجاد رودخانه‌های جوی در جنوب‌غرب ایران فراهم شده است و به نظر می‌رسد که منبع رطوبتی این حالت موردی از جنوب‌غرب دریای سرخ به سوی جنوب‌غرب ایران باشد. همچنین توفان۷ روزه ۳ تا ۹ فوریه ۱۹۹۳ با فراگیری ۸۰ ایستگاه همدید و تعداد ۹۳۲ روز بارشی در ماه مذکور، کمترین شدت را در بین توفان‌های مورد بررسی (اکتبر_ مارس) دارا است. بررسی همدیدی حالت‌های موردی نشان داد هنگامی که کم فشار گرمایی روی ایران در فصل گرم، به عرض‌های جنوبی منتقل می‌شود سامانه‌های همدیدی بارشی به تناوب فرصت پیدا می کنند که از روی ایران عبور کنند و ایران را تحت تاثیر فعالیت بارشی خود قرار دهند. عبور هر سامانه بارشی از ایران سبب می شود که کم فشار گرمایی به عرض‌های جنوبی‌تر منتقل گردد؛ بنابراین فعالیت جبهه گرم سامانه‌های بارشی نیز در ماه‌های نوامبر و دسامبر بیشتر خواهد شد و در ژانویه و فوریه در صورتی که شرایط فرارفت هوای گرم از عرض‌های جنوبی به منطقه ایران فراهم گردد، فعالیت بارشی همرفتی نیز شدیدتر می‌گردد. در ماه‌های مارس و آوریل که زاویه میل خورشید افزایش می‌یابد پرفشار گرمایی به تدریج از عرض‌های جنوبی به عرض‌های شمالی تر منتقل می‌شود و علاوه بر کاهش فراوانی سامانه‌های بارشی باعث کاهش فعالیت آنها نیز بویژه در نیمه جنوبی کشور می‌گردد. از بررسی نقشه‌های شار بخار آب و شناسایی رودخانه‌های جوی در ارتباط با منبع رطوبتی حالت‌های موردی دیده شد که شرایط برای انتقال رطوبت در توفان‌های منتخب رخداده در ماه‌های اکتبر، نوامبر، فوریه و مارس از جنوب‌غرب دریای سرخ توسط رودخانه‌های جوی بر حسب مورد، به نوار غربی ، جنوبغرب ، جنوب و جنوبشرق ایران فراهم شده است. اما در مورد توفان منتخب ماه دسامبر شاخص وجود رودخانه جوی، انتقال بخار آب از جنوبغرب دریای سرخ به سوی جنوبغرب ایران را نشان نمی دهد. همچنین انتقال ضعیف بخار آب به سوی جنوبغرب ایران طی رخداد توفان منتخب در ماه ژانویه دیده می‌شود. شایان ذکر است در حالتهای موردی که رودخانه‌های جوی عامل انتقال رطوبت به مناطق مختلف ایران بوده‌اند، شرایط برای افزایش مقدار بارش بهتر فراهم شده است. این شرایط در همراهی با تقویت حرکت بالاسوی سامانه که بوسیله عامل کوهستان ایجاد می‌شود، می‌تواند مقدار و شدت بارش همرفتی را در مناطق مرتفع منطقه افزایش دهد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

منابع

بیرانوند، ابراهیم؛ امیر گندمکار ؛ علیرضا عباسی و مرتضی خداقلی. ۲۰۲۰. تحلیل آماری-سینوپتیکی بارش‌های سنگین منجر به سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در حوضه آبریز درود بروجرد. مجله *مخاطرات محیط طبیعی*، **۱۱(۳۲)**: ۱۸۸-۱۶۹.

ثقفی، مریم؛ غلامرضا براتی ؛ بهلول علیجانی و محمد مرادی .۱۳۹۸. تحلیل فضایی تداوم بارش های جوی دوره سرد سال در ایران در بازه ی آماری ۲۰۱۶. مجله آمایش جغرافیایی فضا، **۱۱(۴۰)**: ۵۴-۴۱.

ثقفی، مریم؛ غلامرضا براتی ؛ بهلول علیجانی و محمد مرادی.۱۴۰۱. تحلیل تطبیقی سازو کار بارش‌های پاییز و زمستان جنوب غرب ایران. پژوهش های دانش زمین، **۱۳(۵۰)**: ۵۸-۶۹.

عساکره، حسین .۱۳۸۶. تغییرات زمانی-مکانی بارش ایران زمین طی دهه‌های اخیر. نشریه جغرافیا و توسعه، ۵(۱۰): ۱۶۴-۱۴۵.

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

قویدل، یوسف؛ منوچهر فرج زاده و سیامک احمدی.۱۳۹۲. منابع و دینامیسم انتقال رطوبت بارش های سنگین به سواحل ایران در جریان توفان گونو. فصلنامه علمی_ پژوهشی فضای جغرافیایی اهر، **۱۳(۴۴)**:۱۳۳-۱۱۱.

محمدی، بختیار و ابوالفضل مسعودیان. تحلیل همدید بارش های سنگین مطالعه موردی: آبان ماه . جغرافیا و توسعه،**۱۹**. ۷۰-۴۷.

مسعودیان، سیدابوالفضل .1387. شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران. سومین کنفرانس مدیریت منابع ایران 23الی 25 مهرماه، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران.

مفاخری، امید؛ محمد سلیقه ؛ بهلول علیجانی و مهری اکبری .۱۳۹۶. مخاطرات ناشی از تمرکزگرایی بارش در ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۶(۳): ۱۶۲-۱۴۳.

نساجی زواره،مجتبی و باقر قرمزچشمه .2022 . بررسی تغییرات زمانی-مکانی مقادیر حدی بارش روزانه (ناحیه شمال و غرب ایران. *مجله علمی سامانه های سطوح آبگیر باران، ۱۰(۱): ۴۰-۲۷.*

نظری پور، حمید؛ محمود خسروی و سید ابوالفضل مسعودیان.۱۳۹۰. الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران. فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، **۱(۳)**: ۵۸-۳۷.

Avila, A., Guerrero, F. c., Escobar, Y. c., & jastini, F. 2019. Recent precipitation trends and floods in the Colombian Andes. *Water*, **2(11)**: 379.

Bracken, L. J., Cox, N. J., & Shannon, J. 2008. The relationship between rainfall inputs and flood generation in south–east Spain. Hydrological Processes: *An International Journal*, **22(5)**: 683-696.

Canovas, M., Lopez-Bustins, J. A., Trapero, L., & Vide, J. M. 2019. Combining circulation weather types and daily precipitation modelling to derive climatic precipitation regions in the Pyrenees. *Atmospheric Research*, **220**, 181-193.

Chen, Y. L., Chu, Y. J., Chen, C. S., Tu, C. C., Teng, J. H., & Lin, P. L. 2018. Analysis and simulations of a heavy rainfall event over northern Taiwan during 11–12 June 2012. *Monthly Weather Review*, **146(9)** :2697-2715.

Crimp, S., & Mason, S.(1999). The Extreme Precipitation Event of 11 to 16 February (1996) over South of Africa. *Meteorology and Atmospheric Physics*,**70(5)**: 29-42.

Eiras-Barca, J., Brands, S., & Miguez-Macho, G. 2016. Seasonal variations in North Atlantic atmospheric river activity and associations with anomalous precipitation over the Iberian Atlantic Margin. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **121**: 931–948.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]

Heiler, G., Hein, T., Schiemer, F. , & Bornette,G . 1995. Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system .*Reg. Rivers Res. Manage*,**11(٤)**: 351–361.

Hossos, E., Lolis, C. J., & Bartzokas., A. 2008. Atmospheric Circulation Patterns associated with extream precipitation amounts in Greece. *Advances in Geosicences*, **17**: 5 -11.

Kahana, R. 2002. Synoptic climatology of majer floods in the Negev Desert. *International Journal of Climatology*, **22**: 867-882.

Kömüşcü, A. Ü., & Çelik, S. 2013. Analysis of the Marmara flood in Turkey,7–10 September 2009: an assessment from hydrometeorological perspective. *Natural hazards*, **66(2)**:781-808.

Korinen, K., & Andrews, C. 2007. Regionalization and variability of precipitation in Hawaii. physical geography, **28(1)**: 76-96.

Paltan, H., Waliser, D., Lim, WH., Guan, B., Yamazaki, D., Pant, R., & Dadson, S. 2017. Global Floods and Water Availability Driven by Atmospheric Rivers. *Geophysical Research Letters*, **44(20)**: 387-395.

Robert, PH., Donald, TJ., & Goseph, BC. 1998. Investigation of Upper-Air Conditions Occurring with Heavy Summer Rain in Utah. *International Journal of Climatology*,**18 (7)**: 701-723.

Santos, M., & Fragoso, M. 2013. Precipitation variability in Northern Portugal: data homogeneity assessment and trends in extreme precipitation indices. *Atmospheric Research*, **131**: 34-45.

Schneider, U., Fuchs, T., Meyer-Christoffer, A., & Rudolf, B. 2008. Global precipitation analysis products of the GPCC. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), DWD, *Internet Publikation*, **112.**

Shutts, G. J., & Palmer, T. N. 2007. Convective forcing fluctuations in a cloud-resolving model: Relevance to the stochastic parameterization problem. *Journal of climate*, **20 (2)**:187- 202.

Siswantoa,S., van der Schrier, G., van Oldenborgh, G. J., van den Hurk, B., Aldrian, E., Swarinoto, Y., Sulistya, W., & Sakya, A. E. 2017. A very unusual precipitation event associated with the 2015 floods in Jakarta: an analysis of the meteorological factors. *Weather and climate extremes*, **16**: 23-28.

Tang, Y., Gan, J., Zhao, L., & Gao, K. 2006. On the climatology of persistent heavy rainfall events in China, *Advances in Atmospheric Sciences*, **23**: 678-692.

Viglizzo, E. F., Jobbagy, E. G., Carreno,L., Frank, F.C., & Salvador, V. 2009. The dynamics of cultivation and floods in arable lands of Central Argentina. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, **13(4)**: 491–502.

Zhi-yang, Y., Yunlong, C., Xinyi, Z., & Xiaoling, C. 2009. An Analysis of the Spatial Pattern of Summer Persistent moderate-to-heavy rainfall regime in Guizho province of southwest chain and the control factors. *Theor appl Climatol*, **97(3)**: 205-218.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.1.4.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.1.6]