بررسی تأثیر نوسانات مادن جولیان بر وقوع کرانه بالایی و پایینی بارش (سیلاب و خشکی) ماه‌های بهمن تا فروردین در استان فارس

سیدمحمد جعفر ناظم‌السادات[1*] و حبیب اله قائد امینی اسدآبادی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۹/۲۶)

چکیده

پدیده نوسانی مادن- جولیان (MJO) شکل غالب تغییرپذیری زیرفصلی گرمسیری مناطق حاره و فوق حاره می‌باشد که در سیستم چرخه جو-اقیانوس نقش مهمی را ایفا می‌کند. در این تحقیق تأثیر حرکت رو به شرق سامانه همرفتی MJO بر بیشینه و کمینه بارش ماهانه (بهمن تا فروردین) در استان فارس بررسی شد. فازهای مثبت و منفی MJO در دوره زمانی ۲۰۰۲-۱۹۷۹ مشخص شد. افزون بر مقادیر بیشینه و کمینه بارش دراز مدت این دو مشخصه بارش در مقیاس ماهانه برای هر یک از دو فاز مثبت و منفی MJO نیز تعیین شد. نتایج نشان داد که در بهمن، در بیشتر مناطق استان فارس مقادیر بیشینه و کمینه فاز منفی به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از مقادیر متناظر در فاز مثبت بود. این بدان معنی است که افزایش بارش و وقوع سیلاب در بهمن با وقوع فاز منفی MJO در این ماه ارتباط دارد. در مقابل دوران‌های خشک شدید در بهمن ارتباط معنی‌داری را با وقوع فاز مثبت MJO نشان داد. نتایج ماه فروردین همانند بهمن بود با این تفاوت که کمینه بارش این ماه ارتباط معنی‌داری با وقوع فاز مثبت نداشت. بر خلاف بهمن، کمینه بارش ماه اسفند هم‌زمان با وقوع فاز منفی MJO اتفاق می‌افتد در حالی‌که بیشینه بارش با وقوع هیچ یک از فازهای MJO هم‌زمان نبود.

واژه‌های کلیدی: نوسانات مادن- جولیان (MJO)، فازهای مثبت و منفی، کران‌های بالایی و پایینی بارش، بیشینه و کمینه بارش، سیلاب و خشکی، استان فارس

مقدمه

استان فارس در نیمه جنوبی ایران بین عرض ۲۷ تا ۳۱/۶ شمالی و طول ۵۰/۵ تا ۵۵/۶ شرقی واقع بوده و با مساحت ۱۲۱۱۲۰/۸ کیلومتر مربع حدود ۷/۳ درصد از کل مساحت ایران را تشکیل می‌دهد. با توجه به وسعت زیاد، مجاورت با رشته کوه‌های زاگرس در غرب و نواحی کویری در شرق و نزدیکی به خلیج فارس در جنوب دارای تنوع زیاد اقلیمی و منحصر به فرد است. میانگین بارش سالانه در در نواحی مختلف استان بین ۱۰۰ میلی‌متر در شرق و جنوب تا ۶۰۰ میلی‌متر در نواحی غربی متغیر می‌باشد که بیشتر آن محدود به ماه‌های آبان ماه هر سال تا اردیبهشت ماه سال بعد می‌باشد. تغییرات بارش استان در مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه زیاد و مقدار آن از سالی به سال دیگر تفاوت زیادی را نشان می‌دهد.

رخداد کران بالایی بارش روزانه یا ماهانه سیلاب‌های مهیب

۱. دانشیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. کارشناس ارشد هواشناسی، مرکز پژوهش‌های علوم جوی- اقیانوسی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Jafar@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

و ویرانگری را در مناطق مختلف دنیا موجب می‌شود. بر اساس گزارش سازمان هواشناسی آمریکا (National Weather Service, NWS) در سال ۱۹۹۹ وقوع سیلاب شدید در این کشور حدود ۵۰ بیلیون دلار خسارت ایجاد کرد (۱۷). کران پایینی بارش ماهانه معمولاً در سال‌های خشک رخ داده و بیانگر شرایط خشک می‌باشد. به‌طور نمونه استرالیا در سال ۱۹۸۲ شدیدترین خشک‌سالی نیم‌قرن اخیر را تجربه کرد و حدود ۶۰ درصد مزارع این کشور دچار آسیب شد (۲). برآورد کاهش علوفه در سطح استان فارس در شدت‌های مختلف خشک‌سالی نشان می‌دهد که در خلال سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۷۵ میزان علوفه در مراتع استان حدود ۵۰ درصد کاهش یافت که خسارت ناشی از آن حدود ۲۲ میلیارد تومان براورد شده است (۱).

تغییرپذیری شرایط اقلیمی در مقیاس‌های مختلف زمانی (ماهانه، فصلی، سالانه و دهه‌ای) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که هر یک از آنها ارزش خاص خود را دارد. بخش قابل توجهی از تغییرات سالانه و فصلی بارش در ایران با استفاده از پدیده النینیو- نوسانات جنوبی (El Niñio Southern Oscillation, ENSO) توجیه می‌شود. ناظم‌السادات و کوردری (۱۵) و ناظم‌السادات و قاسمی (۱۶) نشان دادند که بارش‌های پاییزه در ایران با SOI رابطه معکوس دارد، به‌طوری‌که بیشترین بارش در فاز گرم آن (El Niñio) و بارش‌های کمتر از معمول در فاز سرد (La Niña) رخ می‌دهد.

مادن و جولیان (۹ و ۱۰) فشار هوای سطح دریا و حرکت باد در لایه‌های مختلف جو در پهنه اقیانوس آرام را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها نشان دادند که برای دوره‌های زمانی ۴۰ تا ۵۰ روزه یک هم‌بستگی معنی‌دار بین فشار سطح دریا و بادهای سطحی غرب وزان وجود دارد که به‌علت دوام کمتر از یک فصل به نوسانات زیرفصلی (Intrasesonal Oscillation) معروف شدند. به‌دلیل کشف این پدیده توسط این دو محقق، آن را نوسانات مادن- جولیان (Madden-Julian Oscillation, MJO) نام‌گذاری کردند که در منابع علمی آن را نوسانات ۵۰-۴۰ روزه نیز می‌نامند (۱۱). نشان داده شده است که این نوسان‌ها با تغییرات عوامل جوی-اقیانوسی از جمله فشار و دمای سطح آب دریا در شرق ناحیه استوایی اقیانوس هند، بادهای سطحی و بالایی و به‌ویژه بارش مرتبط بوده و نوسان‌های زیرفصلی آنها را توجیه می‌کند. وانگ و روی (۲۱) بیان نمودند که حساسیت هر یک از عوامل جوی- اقیانوسی به پدیده MJO در فصول مختلف متفاوت است. هندون و سالبی (۶) اعلام نمودند که آثار MJO بر شرایط اقلیمی و هواشناسی نیم‌کره شمالی در فصل زمستان نمایان‌تر و معنی‌دارتر از سایر فصول است. سیکا و گادگیل (۱۸) نشان دادند که شکل استاندارد MJO شامل نابهنجاری‌های بزرگ مقیاس همرفتی است که در یک حرکت روبه شرق از نواحی مرکزی و شرقی اقیانوس هند آغاز شده و پس از طی گستره‌های آب‌های گرمسیری اقیانوس آرام وارد ناحیه همگرایی اقیانوس اطلس جنوبی (South Atlantic Convergence Zone, SACZ) می‌شود.

فرانتی و همکاران (۵) اعلام کردند که MJO علاوه بر آب و هوای مناطق گرمسیری بر آب و هوای مناطق فرا گرمسیری (Extratropical) نیز تأثیر می‌گذارد. والیزر و همکاران (۲۰) مقادیر انحراف از میانگین (نابهنجاری) تابش موج بلند خروجی از زمین (Outgoing Longwave Radiation, OLR) را به‌عنوان نمایه فعالیت‌های همرفتی نواحی شرقی اقیانوس هند و شاخص MJO معرفی کردند. مقادیر کمتر از میانگین درازمدت OLR بیانگر افزایش فعالیت‌های همرفتی (فاز مثبت MJO) و بارش بیشتر از معمول در پهنه گرمسیری از اقیانوس هند تا اقیانوس آرام غربی می‌باشد. هنگامی که OLR بیشتر از میانگین درازمدت است، توقف همرفت (فاز منفی MJO) و کاهش بارش در این مناطق گزارش شده است.

مو و هیگینز (۱۴) ارتباط فعالیت‌های همرفتی در مناطق گرمسیری اقیانوس هند و بارش غرب ایالات متحده را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که MJO بارش‌های کالیفرنیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دوران‌های مرطوب کالیفرنیا معمولاً با افزایش همرفت (مرتبط با MJO) در غرب اقیانوس آرام گرمسیری (۱۵۰E) هم‌زمان است. رخدادهای خشک کالیفرنیا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

نیز با افزایش جریان‌های همرفتی وابسته به MJO در شرق اقیانوس هند (۱۲۰E) مرتبط می‌باشد.

جونز (۸) رابطه بین MJO و بسامد رخدادهای مرزی بارش (بیشترین و کمترین مقادیر) در کالیفرنیا را مورد بررسی قرار داد. وی نشان داد که در دورانی که فعالیت‌های همرفتی مرتبط با MJO شدید است، فراوانی رخدادهای مرزی بارش در کالیفرنیا بیشتر از معمول می‌باشد. در دوران رکود همرفت نیز فراوانی این رخدادها کمتر از میانگین درازمدت مشاهده شده است. یافته‌های جونز بیانگر آن است که رخدادهای مرزی بارش ایالت کالیفرنیا حساسیت زیادی به فعالیت‌های همرفتی در نواحی مرکزی تا شرقی اقیانوس هند دارد. در مقابل هنگامی که این فعالیت‌ها به جزایر اندونزی نزدیک می‌شود، نوسان‌های بارش در این ایالت حساسیت کمتری به MJO نشان می‌دهد.

هیگنز و همکاران (۷) بیان نمودند که افزایش بارش‌ها در نواحی گرمسیری غرب و مرکز اقیانوس آرام با رخداد کران‌های بالایی و پایینی بارش در غرب آمریکای شمالی مرتبط است. ارتباط بین بارش‌های گرمسیری مربوط به MJO و این رخدادها در شمال غرب اقیانوس آرام نمایی از انتشار رو به شرق الگوهای چرخندی در مناطق استوایی و برگشت آنها (حرکت رو به غرب) در عرض‌های بالایی اقیانوس آرام شمالی است. آنها هم‌چنین با بررسی ارتباط مقادیر انباشتی ۳ روزه بارش در طول سواحل غربی ایالت متحده و فازهای ENSO دریافتند که کران بالایی یا پایینی بارش ممکن است در تمامی فازهای ENSO رخ دهد. آنها نشان دادند که کران‌های بارش این مناطق بیشتر به فازهای MJO بستگی داشته و به ENSO بستگی ندارند.

بوند و ویچی (۳) تأثیر MJO بر بارش‌های واشنگتن و اورگون را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند در ماه‌های اکتبر- دسامبر، وقتی که چیره باد غرب وزان مرتبط با MJO در نزدیکی خط زمان (Date line) متمرکز می‌شود، فعالیت‌های همرفتی در شرق اقیانوس هند و نزدیکی اندونزی دچار رکود شده و مقدار بارش کاهش می‌یابد. در این هنگام میزان بارش در واشنگتن و اورگون بیشتر از معمول می‌گردد. آنها نشان دادند که بارش این مناطق هنگامی کم می‌شود که بادهای غرب‌وزان ناشی از MJO به سمت غرب حرکت کرده و بین شرق اقیانوس هند و مرکز اقیانوس آرام تمرکز داشته باشد.

کاروالو و همکاران (۴) دریافتند که در فاز منفی MJO فعالیت همرفتی در سراسر اندونزی کاهش و در سراسر اقیانوس آرام مرکزی افزایش می‌یابد. در خلال این فاز مقادیر بیشینه بارش در شمال و شمال شرقی برزیل افزایش می‌یابد. در فاز مثبت MJO حالت برعکس وجود دارد و میزان همرفت در اندونزی افزایش و در اقیانوس آرام مرکزی کاهش می‌یابد.

تمامی مطالعات فوق، تأثیر این پدیده بر تغییرات بارش و یا وقوع رخدادهای مرزی بارش مناطق گرمسیری و فراگرمسیری را نشان می‌دهد. نحوه قرار گرفتن این پدیده همرفتی در پهنه شرق اقیانوس هند تا مرکز اقیانوس آرام (تغییر فازهای MJO)، رخدادهای مرزی بارش نواحی مختلف جهان را در دوره‌های مختلف زمانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. کشور ایران و استان فارس نیز در منطقه فراگرمسیری واقع شده، ولی چگونگی تأثیر این پدیده بر نوسان‌های بارش و وقوع رخدادهای مرزی بارش آن، تاکنون ناشناخته مانده است. این‌گونه تحقیقات می‌تواند نقش مؤثری در پیش‌بینی‌های سیل و دوران‌های خشک در مقیاس زیرفصلی داشته باشد. با توجه به این‌که مردم نواحی مختلف استان به‌طور متناوب در اثر وقوع سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌های طولانی مدت دچار خسارات فراوان مالی و حتی جانی شده‌اند، پژوهش حاضر به‌منظور درک بهتر شدیدترین دوره‌های خشک و تر و کاهش گوشه‌ای از آلام انسانی و خسارات مالی در استان فارس برنامه‌ریزی گردید. ارتباط وقوع دوران‌های خشک و سیلابی استان با پدیده MJO مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۱. داده‌های شاخص MJO

مقادیر انحراف از میانگین روزانه شاخص MJO در یک دوره زمانی ۲۳ ساله (۲۰۰۲-۱۹۷۹) از پایگاه اینترنتی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

(http://jisao.washington.edu/data/mjo) مربوط به مؤسسه مشترک سازمان مطالعات جو و اقیانوس ایالات متحده آمریکا (Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean, JISAO) استخراج شد. این مقادیر بر اساس تحلیل دو مؤلفه اصلی (Principal Component, PCs) بادهای منطقه‌ای ۸۵۰ میلی‌بار در عرض‌های جغرافیایی ۵ درجه جنوبی تا ۵ درجه شمالی توسط مالونی و کیل (۱۲) محاسبه شده است.

۲. تهیه داده‌های بارش

مقادیر ماهانه بارش ماه‌های بهمن تا فروردین(فوریه، مارس و آوریل) [معادل ۲۰ بهمن ماه هر سال تا ۱۲ اردیبهشت سال بعد] در ۹ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی استان فارس از سالنامه هواشناسی ایران و پایگاه اطلاعاتی www.irimet.net استخراج گردید. لازم به ذکر است که انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس کمترین خلاء آماری در طول دوره مورد بررسی قرار گرفت. میزان بارش دوره زمانی فوق ۳۹ درصد (ایستگاه قلات) تا ۴۹ درصد (ایستگاه درودزن) کل بارش سالانه را شامل می‌گردد. موقعیت استان فارس در کشور ایران و هم‌چنین موقعیت ایستگاه‌ها و ارتفاع آنها از سطح دریا بر حسب متر در ۵ گروه ارتفاعی در شکل ۱ ارائه گردیده است.

۳. تعیین فازهای MJO

با توجه به این‌که داده‌های بارش به صورت ماهانه در اختیار بود، فازهای مثبت و منفی MJO در همین مقیاس زمانی تعیین شدند. برای این منظور ابتدا برای هر یک از سال‌های مورد مطالعه داده‌های روزانه MJO به صورت ماهانه درامد و پس از آن تعداد روزهایی که در هر ماه مقدار شاخص MJO مثبت و منفی بود، تعیین و در نهایت درصد فاز مثبت و منفی در هر ماه محاسبه شد. ماه‌هایی که منفی یا مثبت بودن شاخص MJO بیشتر از ۶۰% روزهای آن ماه را شامل می‌گردد به ترتیب به‌عنوان دورانی که فاز منفی یا مثبت MJO چیره بوده است در نظر گرفته شد.

به‌طور مثال با توجه به جدول ۱ از کل ۳۰ روز ماه فروردین در سال ۱۹۸۴ به ترتیب ۲۱ و ۹ روز این شاخص مثبت و منفی بود که در صد مثبت و منفی بودن این شاخص به ترتیب برابر با ۷۰ و ۳۰ درصد می‌باشد. بدین ترتیب فروردین سال ۱۹۸۴ به‌عنوان فاز مثبت MJO در نظر گرفته شد. در مقابل، در فروردین سال ۱۹۸۸ به ترتیب در ۳۳ و ۶۷ درصد روزها مقدار MJO روزانه مثبت و منفی حاکم بوده است که به همین دلیل این سال به‌عنوان دوران منفی MJO درنظر گرفته شد. به‌منظور انتخاب مناسب فراوانی مثبت یا منفی بودن شاخص MJO در هر ماه معیارهای فراوانی متفاوت ۵۰%، ۶۰% و ۷۰% این شاخص مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی‌های اولیه نشان داد که فراوانی ۶۰% معیار مناسبی جهت بیان وضعیت ماهانه شاخص MJO می‌باشد. در فراوانی‌های بالای ۷۰% تنها ماه‌هایی از هر سال در نظر گرفته می‌شود که چیرگی مطلق یکی از فازها در آن وجود داشته باشد و در نتیجه تعداد این سال‌ها در دوره زمانی ۲۳ ساله کم می‌باشد. از طرفی اگر فراوانی بالای ۵۰ درصد معیار تشخیص فازها قرار گیرد، تفاوت چندان معنی‌داری در چیرگی فاز مثبت و منفی هر ماه وجود ندارد. در نتیجه بارش در دوران‌های فاز مثبت و منفی تفاوت‌های معنی‌داری نخواهد داشت.

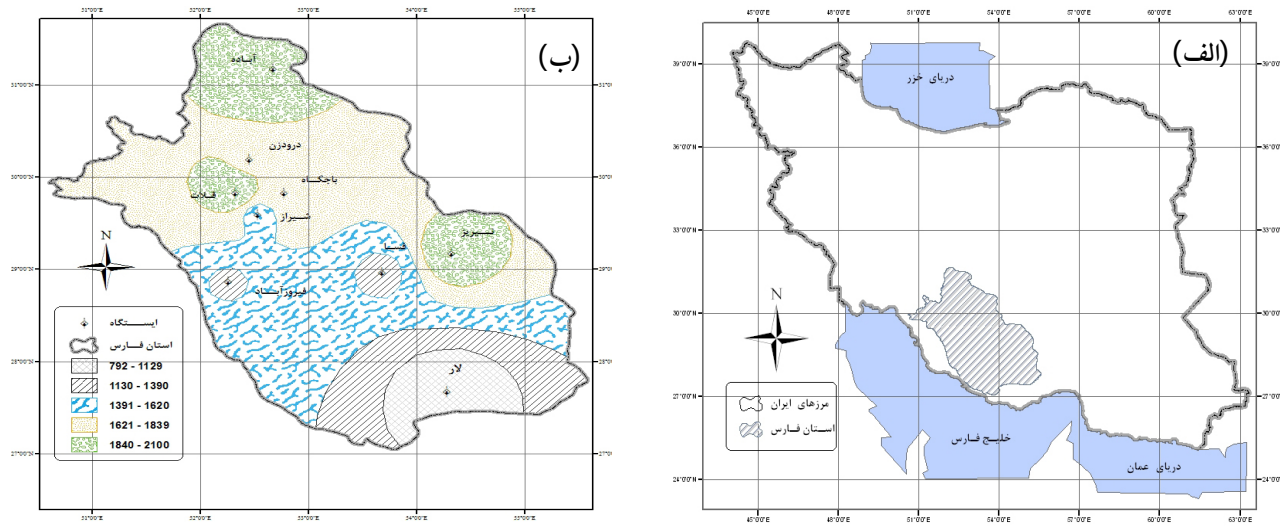
۴. ارزیابی رخدادهای کرانه‌های بالایی و پایینی (Extreme) بارش در فازهای MJO

پس از مشخص نمودن فراوانی فازهای مثبت و منفی ماهانه MJO، بیشترین و کمترین مقدار بارش (کران بالا و پایین) در هر فاز [($R_{max\,i(Pos)}$ و $R_{min\,i(Pos)}$) برای فاز مثبت و ($R_{max\,i(Neg)}$ و $R_{min\,i(Neg)}$) در فاز منفی] محاسبه گردید.

مقدار i بین ۱ تا ۳ تغییر می‌کند که به ترتیب نشان دهنده ماه بهمن، اسفند و فروردین است. برای مثال براساس جدول ۱ در ماه فروردین فاز مثبت مربوط به سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۸۴، ۱۹۸۵، ۱۹۸۹، ۱۹۹۱، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ می‌باشد. از بین این سال‌ها $R_{max\,3(Pos)}$ و $R_{min\,3(Pos)}$ که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۹ است در ایستگاه شیراز برابر با ۲۴/۲ و ۰/۱ میلی‌متر می‌باشد. به همین ترتیب مقادیر $R_{max\,3(Neg)}$ و $R_{min\,3(Neg)}$ به ترتیب

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی استان فارس در ایران (الف) و توزیع جغرافیایی ارتفاع ۹ ایستگاه مورد بررسی در استان (ب).

مربوط به سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱ بوده و برابر با ۶۰/۸ و ۰/۰ میلی‌متر می‌باشد. پس از تعیین این متغیرها نسبت بیشینه بارش در فاز منفی در ماه iام ($R_{max\,i(Neg)}$) به بیشینه بارش در فاز مثبت ($R_{max\,i(Pos)}$) همان ماه ($R_{max\,i(Neg)}/R_{max\,i(Pos)}$) محاسبه شد. اگر این نسبت به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از یک باشد، به مفهوم آن است که بیشینه بارش در فاز منفی می‌باشد و مقادیر کمتر از یک این نسبت نشانگر بیشینه بارش در فاز مثبت است. به همین ترتیب نسبت مقادیر کمینه بارش فاز مثبت در ماه iام ($R_{min\,i(Pos)}$) به کمینه بارش در فاز منفی در همان ماه ($R_{min\,i(Neg)}$) محاسبه شد ($R_{min\,i(Pos)}/R_{min\,i(Neg)}$). پایین‌تر بودن این نسبت از عدد یک، وقوع کمینه بارش را در فاز مثبت MJO تأیید کرده و مقادیر بیشتر از یک این نسبت نشانگر وقوع کمینه بارش در فاز منفی MJO است. چنانچه مقادیر این نسبت‌ها برابر با یک گردد، به مفهوم آن است که وقوع فازهای مختلف MJO بر وقوع حدود مرزی بارش در آن ماه تأثیری ندارد. افزون بر نسبت یاد شده، مقادیر دو نسبت $R_{max\,i(Neg)}/R_{max\,i}$ و $R_{min\,i(Pos)}/R_{min\,i}$ ($R_{min\,i}$ و $R_{max\,i}$ به ترتیب نشانگر کمینه و بیشینه درازمدت بارش در ماه i ام است) نیز محاسبه شد. هنگامی که اولین نسبت برابر با یک گردد، تأیید کننده این مطلب است که وقوع بیشینه بارش هم‌زمان با وقوع فاز منفی MJO می‌باشد و در صورتی که این نسبت کوچک‌تر از یک باشد وقوع بیشینه بارش هم‌زمان با فاز منفی نخواهد بود. در صورتی که نسبت دوم برابر با یک باشد وقوع کمینه بارش را در فاز مثبت در هر ماه تأیید خواهد کرد و در صورتی که این نسبت بزرگ‌تر از یک باشد وقوع مقدار کمینه بارش در فاز مثبت صورت نخواهد گرفت. لازم به ذکر است در صورتی که مقادیر کمینه بارش برابر با صفر باشد، برخی نسبت‌ها بی‌نهایت یا مبهم می‌باشند که برای مقادیر بارش بی‌مفهوم است. به‌منظور بر طرف کردن این مشکل مقادیر صفر به ۰/۰۵ که در بررسی مقادیر بارش ارزش صفر را دارا می‌باشد، تبدیل گردید. به‌طور مثال در ماه اسفند در ایستگاه لار مقدار نسبت کمینه فاز مثبت به کمینه بارش در فاز منفی برابر با $(\frac{11}{0})$ می‌باشد که این نسبت به صورت $(\frac{11}{0/05})$ در نظر گرفته شد. به‌دلیل مقدار بالای این کسر مقدار آن برابر بالاترین نسبت موجود در کمینه‌های این ماه که مربوط به ایستگاه شیراز است $(\frac{41/27}{9/80}=4/27)$ در نظر گرفته شد. اعداد مربوط به مقادیر محاسبه شده بیشینه و کمینه بارش فاز مثبت و منفی و درازمدت ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین اسفند و فروردین در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

۵. تعیین توزیع جغرافیایی سطوح وقوع حدود مرزی بارش در فازهای مثبت و منفی MJO در استان فارس

به‌منظور نمایش توزیع مکانی تأثیر فازهای مثبت و منفی MJO در وقوع مقادیر مرزی بارش استان فارس، از سیستم اطلاعات جغرافیایی Geographical Information System, GIS استفاده شد. ابتدا نقشه عارضه‌ای پلیگونی محدوده استان فارس تهیه گردید. سپس با استفاده از درون‌یابی به روش معکوس فاصله وزنی Inverse Distance Weighted, IDW که توسط تابلر (۱۹) ارائه شده است، نقشه‌های رستری مربوط به نسبت‌های ($R_{max\,i(Neg)}/R_{max\,i(Pos)}$) و ($R_{min\,i(Pos)}/R_{min\,i(Neg)}$) تهیه شد. در نهایت با نقشه محدوده استان به صورت یک نقشه کامل نشان داده شد.

۶. آزمون معنی‌داری نتایج

به‌منظور بررسی وجود اختلاف بین مقادیر بیشینه و یا کمینه بارش با یکدیگر در فازهای مثبت و منفی MJO از آزمون ناپارامتری من ویتنی (Mann-Whitney U test) و آزمون پارامتری تی‌تست (t-test) (۱۳)استفاده شد که با توجه به عدم اختلاف در نتایج آنها آماره‌های مربوط به آزمون ناپارامتری ارائه می‌گردد. در این راستا اختلاف بین مقادیر بیشینه بارش در فاز مثبت با مقادیر بیشنیه در فاز منفی مورد آزمون قرار گرفت. به همین ترتیب اختلاف مقادیر کمینه بارش در فازهای مثبت و منفیMJO آزمون گردید. وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۹۵% یا بیشتر) برای هر یک از این دو آزمون، تأثیر پدیده MJO بر رخدادهای کران بالایی و پایینی بارش استان فارس را تأیید می‌کند. رتبه مقادیر بیشینه یا کمینه بارش در فاز مثبت و منفی هر ماه، که مقدار کران بالا یا پایین بارش را در فازهای MJO مورد مقایسه قرار می‌دهد نیز مورد آزمون قرار گرفت. این رتبه بر اساس محاسبه قدرمطلق اختلاف‌های فوق به‌دست می‌آید. بدین صورت که کمترین مقدار قدر مطلق پایین‌ترین رتبه و بیشترین مقدار آن بالاترین رتبه را به‌دست می‌آورد. مجموع رتبه بیشینه یا کمینه در فازهای MJO به‌عنوان رتبه کران بالایی یا پایینی بارش در هر فاز محاسبه می‌گردد.

به‌منظور ارزیابی شدت تأثیر فازهای MJO در جابه‌جایی مقادیر کران بالایی و پایینی بارش، با استفاده از آزمون رتبه‌ای- نشانه‌ای ویلکاکسون یک نمونه (One-sample Wilcoxon signed rank test) اختلاف معنی‌دار نسبت‌های ($R_{max\,i(Neg)}/R_{max\,i(Pos)}$) و ($R_{min\,i(Pos)}/R_{min\,i(Neg)}$) از عدد ۱ مورد آزمون قرار گرفت (۲۲). خروجی این آزمون مقادیر P و W می‌باشد. مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف نسبت‌ها از عدد ۱ و W بیان کننده میزان انحراف این نسبت‌ها از عدد ۱ می‌باشد.

نتایج و بحث

۱. فازبندی MJO

جدول ۱ نشان می‌دهد که برای سال‌های مورد بررسی چه درصدی از روزهای هر ماه، فاز مثبت یا منفی MJO چیره بوده است. مثلاً در سال ۱۹۸۱ از کل ۲۸ روز ماه بهمن در ۲۴ روز (۸۶%) فاز مثبت و ۴ روز (۱۴%) فاز منفی بوده است. ارقام ارائه شده نشانگر آن است که در این ماه از کل ۲۳ سال مورد مطالعه به ترتیب در ۱۲ و ۷ سال فازهای مثبت و منفی غالب بوده و ۴ سال هم شدت پدیده MJO در حد معمول بوده است. در ماه اسفند و فروردین نیز ۷ سال فاز مثبت و به ترتیب ۱۰ و ۷ سال فاز منفی چیره بوده است.

۲. تأثیرپذیری کران بالایی و پایینی بارش از فازهای MJO

الف) ماه بهمن

جدول ۳ نتایج مربوط به آزمون من-ویتنی در مورد اختلاف مقادیر بیشینه بارش در دو فاز مثبت و منفی MJO و هم‌چنین مقادیر کمینه بارش در این فازها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود، برای کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی، مقادیر بیشینه بارش در فاز منفی و مثبت در سطح ۹۵% با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p = ۰/۰۴۰$). مقادیر کمینه بارش مربوط به این دو فاز نیز در سطح ۹۹% داری اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

جدول ۱. درصد روزهایی که شاخص MJO در هر ماه مثبت و منفی است.

سال	بهمن		اسفند		فروردین	
	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۱۹۸۰	۳۱	۶۹	۵۵	۴۵	۷۰	۳۰
۱۹۸۱	۸۶	۱۴	۲۹	۷۱	۵۰	۵۰
۱۹۸۲	۳۲	۶۸	۶۸	۳۲	۵۰	۵۰
۱۹۸۳	۷۹	۲۱	۶	۹۴	۵۷	۴۳
۱۹۸۴	۵۹	۴۱	۳۲	۶۸	۷۰	۳۰
۱۹۸۵	۹۳	۷	۰	۱۰۰	۶۷	۳۳
۱۹۸۶	۲۵	۷۵	۷۱	۲۹	۳۷	۶۳
۱۹۸۷	۵۰	۵۰	۷۱	۲۹	۵۰	۵۰
۱۹۸۸	۳۸	۶۲	۷۱	۲۹	۷	۹۳
۱۹۸۹	۵۴	۴۶	۱۶	۸۴	۷۰	۳۰
۱۹۹۰	۲۹	۷۱	۴۲	۵۸	۵۷	۴۳
۱۹۹۱	۱۰۰	۰	۶	۹۴	۹۷	۳
۱۹۹۲	۹۳	۷	۲۹	۷۱	۴۳	۵۷
۱۹۹۳	۳۲	۶۸	۷۷	۲۳	۴۳	۵۷
۱۹۹۴	۶۸	۳۲	۶۸	۳۲	۴۷	۵۳
۱۹۹۵	۵۴	۴۶	۵۲	۴۸	۳۰	۷۰
۱۹۹۶	۷۹	۱۹	۴۵	۵۵	۵۰	۵۰
۱۹۹۷	۱۰۰	۰	۱۹	۸۱	۴۰	۶۰
۱۹۹۸	۶۴	۳۶	۴۵	۵۵	۳۳	۶۷
۱۹۹۹	۳۲	۶۸	۶۵	۳۵	۶۷	۳۳
۲۰۰۰	۶۶	۳۴	۲۶	۷۴	۸۰	۲۰
۲۰۰۱	۷۹	۲۱	۲۶	۷۴	۴۰	۶۰
۲۰۰۲	۶۴	۳۶	۵۲	۴۸	۲۳	۷۷
تعداد کل سال‌هایی که فاز منفی MJO چیره بوده است	۷		۱۰		۷	
تعداد کل سال‌هایی که فاز مثبت MJO چیره بوده است	۱۲		۷		۷	

می‌باشند ($p = ۰/۰۰۱$). این بدان معنی است که مقادیر بیشینه یا کمینه بارش ماه بهمن در استان فارس به‌طور معنی‌داری بستگی به آن دارد که پدیده MJO در چه فازی قرار گرفته باشد. به عبارت دیگر وقوع سیلاب‌های سنگین و نیز دوران‌های خشک در استان فارس بستگی معنی‌داری با پدیده MJO دارد. ملاحظه می‌گردد میانگین رتبه مقادیر بیشینه و کمینه بارش ماه بهمن در استان فارس در فاز منفی بالاتر از این میانگین در فاز مثبت می‌باشد (۱۱/۶۷ در مقابل ۷/۳۳ برای بیشینه و ۱۳/۷۸ در مقابل ۵/۲۲ برای کمینه). این بدین مفهوم است که در فاز منفیMJO ، دامنه تغییرات بیشینه بارش بیشتر از این دامنه در فاز مثبت می‌باشد و دامنه تغییرات کمینه بارش در فاز مثبت کمتر از این دامنه در فاز منفی می‌باشد. بدین ترتیب بسیار محتمل است که کران بالایی و پایینی بارش ماه بهمن به ترتیب در دوران چیرگی فازهای منفی و مثبت MJO رخ دهد.

جهت بیان عددی میزان انحراف نسبت $(R_{max1(Neg)}/R_{max1(Pos)})$ از عدد یک، آزمون

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

جدول ۲. مقادیر کمینه و بیشینه بارش محاسبه شده درازمدت و هم‌زمان با وقوع فازهای مثبت و منفی MJO در ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین

ماه مورد بررسی	نام ایستگاه	کمینه درازمدت $R_{min\,i}$	بیشینه درازمدت $R_{max\,i}$	کمینه فاز مثبت $R_{min\,i(Pos)}$	کمینه فاز منفی $R_{min\,i(Neg)}$	بیشینه فاز مثبت $R_{max\,i(Pos)}$	بیشینه فاز منفی $R_{max\,i(Neg)}$
بهمن ($i=۱$)	آباده	۰/۷	۵۶/۰	۰/۷	۴/۱	۱۸/۸	۵۶/۰
	باجگاه	۰/۰	۲۴۳/۰	۰/۰	۴۶/۰	۱۷۵/۰/	۲۴۳/۰
	درودزن	۱۱/۰	۲۳۲/۷	۱۳/۰	۴۸/۰	۱۹۳/۰	۲۳۲/۷
	شیراز	۵/۱	۱۶۱/۵	۵/۱	۳۳/۳	۸۲/۰	۱۲۰/۴
	فسا	۰/۶	۱۸۵/۲	۰/۶	۲۵/۶	۶۲/۰	۱۶۲/۸
	فیروزآباد	۰/۰	۲۱۶/۰	۰/۰	۷۷/۵	۹۸/۶	۲۱۶/۰
	قلات	۰/۰	۳۹۵/۵	۰/۰	۴۱/۰	۳۴۱/۵	۳۹۵/۵
	لار	۰/۰	۲۷۴/۰	۰/۰	۲۳/۰	۶۵/۸	۲۷۴/۰
	نیریز	۰/۰	۱۳۳/۵	۰/۰	۲۱/۰	۶۴/۷	۱۳۳/۵
اسفند ($i=۲$)	آباده	۲/۴	۱۱۶/۶	۱۰/۰	۲/۴	۴۸/۵	۱۱۶/۶
	باجگاه	۶/۵	۱۴۵/۰	۴۵/۵	۶/۵	۱۴۵/۰	۱۲۳/۵
	درودزن	۰/۰	۲۱۸/۵	۵۶/۸	۰/۰	۱۶۲/۸	۲۱۸/۵
	شیراز	۹/۸	۱۲۳/۰	۴۱/۸	۹/۸	۱۱۵/۹	۱۰۰/۰
	فسا	۰/۰	۱۷۰/۴	۱۱/۶	۰/۰	۸۸/۰	۱۳۲/۵
	فیروزآباد	۰/۰	۱۴۵/۲	۶۵/۰	۰/۰	۱۲۹/۰	۱۲۹/۰
	قلات	۰/۰	۲۱۸/۵	۵۶/۸	۰/۰	۱۶۲/۸	۲۱۸/۵
	لار	۰/۰	۱۳۳/۳	۱۱/۰	۰/۰	۷۱/۲	۱۳۰/۰
	نیریز	۰/۰	۱۰۶/۵	۲۵/۵	۰/۰	۱۰۶/۵	۸۵/۰
فروردین ($i=۳$)	آباده	۰/۰	۳۲/۵	۰/۱	۰/۰	۳۲/۵	۳۱/۶
	باجگاه	۰/۰	۷۸/۵	۰/۰	۰/۰	۱۰/۵	۷۸/۵
	درودزن	۰/۰	۱۰۹/۱	۰/۰	۰/۰	۳۵/۵	۱۰۹/۱
	شیراز	۰/۰	۶۰/۸	۰/۱	۰/۰	۲۴/۲	۶۰/۸
	فسا	۰/۰	۳۶/۲	۰/۰	۰/۰	۱۳/۲	۳۶/۲
	فیروزآباد	۰/۰	۶۱/۵	۰/۰	۰/۰	۵۰/۰	۶۱/۵
	قلات	۰/۰	۱۲۲/۰	۰/۰	۰/۰	۳۷/۰	۱۲۲/۰
	لار	۰/۰	۲۸/۰	۰/۰	۰/۰	۱۲/۰	۲۶/۷
	نیریز	۰/۰	۶۵/۵	۰/۰	۰/۰	۳۵/۵	۶۵/۵

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

جدول ۳. نتایج آزمون من ویتنی در مقادیر مرزی بارش ۹ ایستگاه استان فارس

ماه	اختلاف فاز منفی و مثبت	رتبه در فاز منفی	رتبه در فاز مثبت	W	P
بهمن	بیشینه	۱۱/۶۷	۷/۳۳	۲۱/۰	۰/۰۴۰
	کمینه	۱۳/۷۸	۵/۲۲	۲/۰	۰/۰۰۱
اسفند	بیشینه	۹/۶۱	۹/۳۹	۳۹/۵	۰/۹۳۱
	کمینه	۵/۰۰	۱۴/۰۰	۰/۰	۰/۰۰۰
فروردین	بیشینه	۱۲/۶۷	۶/۳۳	۱۲/۰	۰/۰۱۲
	کمینه	۸/۵۰	۱۰/۵۰	۳۱/۵	۰/۱۴۵

رتبه‌ای- نشانه‌ای ویلکاکسون یک نمونه با مقدار آزمون (عدد ۱) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سطح استان این نسبت در سطح ۹۹% دارای اختلاف معنی‌دار با عدد یک می‌باشد ($W = ۲۲$ و $p = ۰/۰۰۹$). بالا بودن W نشان می‌دهد که این نسبت بزرگ‌تر از یک بوده و بنابراین وقوع کران بالایی بارش و وقوع پساب هم‌زمان با فاز منفی MJO در اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی در ماه بهمن می‌باشد.

نتایج هم‌چنین نشان داد که در سطح معنی‌داری ۹۹% نسبت $(R_{min1(Pos)}/R_{min1(Neg)})$ با مقدار آزمون دارای اختلاف بوده ($W = ۰/۰۰$ و $p = ۰/۰۰۹$) و از آن کمتر است که نشان دهنده هم‌زمانی کمینه بارش با فاز مثبت MJO است. در شکل۲ توزیع جغرافیایی نسبت‌های مورد اشاره نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل (۲ الف) دیده می‌شود، در تمام نواحی استان نسبت $(R_{max1(Neg)}/R_{max1(Pos)})$ بالاتر از یک بوده و در جنوب استان فارس مقادیر بیشینه بارش در فاز منفی حدود ۲-۴ برابر مقادیر بیشینه بارش در فاز مثبت است. به بیان دیگر، در ماه بهمن، رخداد بیشینه بارش با چیرگی فاز منفی MJO هم‌زمان است. شکل (۲ ب) بیان می‌دارد که در تمامی ایستگاه‌ها به‌خصوص در نواحی جنوبی استان نسبت $(R_{min1(Pos)}/R_{min1(Neg)})$ بین ۰/۲۷-۰/۰۰ متغیر است. ارقام این نسبت به مفهوم آن است که رخداد کمینه بارش بهمن با چیرگی فاز مثبت MJO هم‌آهنگ می‌باشد.

مقادیر نسبت $R_{max1(Neg)}/R_{max1}$ در بیشتر نواحی برابر با یک می‌باشد که وقوع بیشینه بارش ماه بهمن هم‌زمان با چیرگی فاز منفی MJO را در بیشتر نواحی استان به خوبی تأیید می‌کند. هم‌چنین به جز در ایستگاه درودزن در سایر ایستگاه‌ها نسبت $R_{min1(Pos)}/R_{min1}$ برابر با یک بود که نشان می‌دهد کمینه بارش بهمن در بیشتر مناطق استان هم‌زمان با وقوع فاز مثبت MJO رخ می‌دهد (این نسبت‌ها با توجه به ارقام محاسبه شده در جدول ۲ محاسبه شدند).

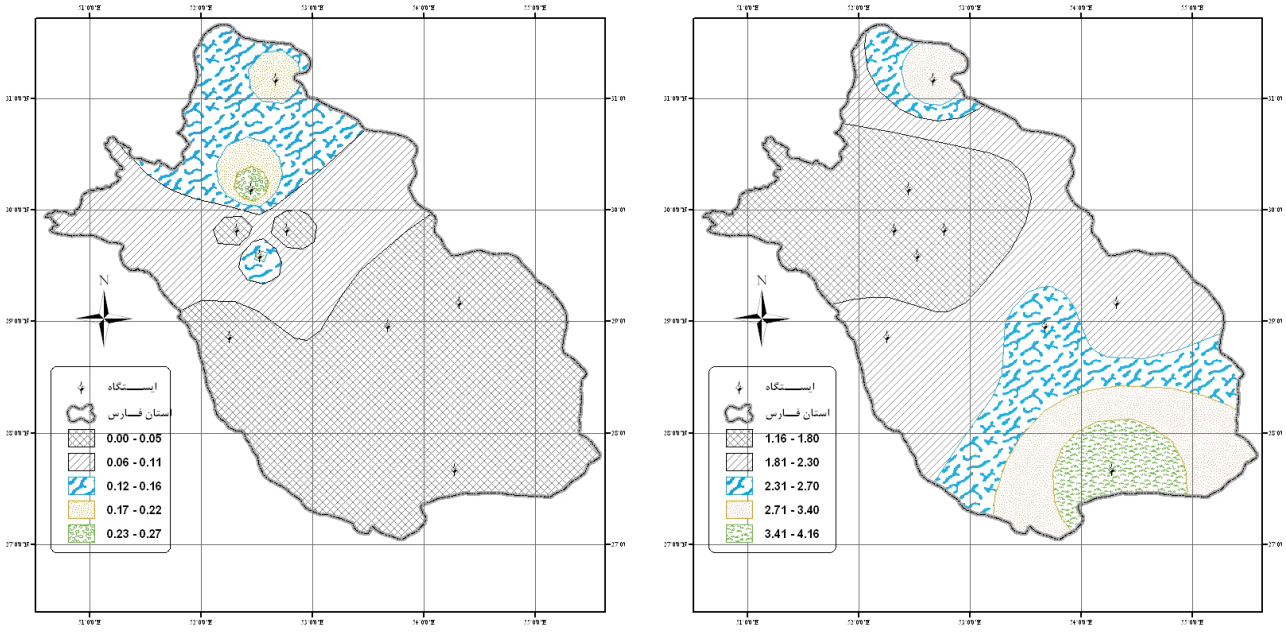
۲. ۲. ماه اسفند

با استفاده از آزمون من- ویتنی، اختلاف میانگین مقادیر بیشینه بارش اسفند در دو فاز مثبت و منفی MJO و هم‌چنین مقادیر کمینه بارش در این فازها مورد آزمون قرار گرفت. در حالی که براساس ارقام ارائه شده در جدول ۳ مقادیر بیشینه بارش ماه اسفند بستگی معنی‌داری به تغییر فاز MJO ندارد، رتبه میانگین مقادیر کمینه بارش در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی در سطح ۹۹% با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بوده و رتبه میانگین در فاز مثبت بیشتر از این رتبه در فاز منفی است. به بیان دیگر در حالی‌که تغییر فاز MJO عاملی معنی‌دار در وقوع مقادیر کمینه بارش اسفند در این نواحی است، این تغییر در وقوع مقادیر بیشینه بارش اسفند تأثیر معنی‌داری ندارد. بر خلاف ماه بهمن، در ماه اسفند کمینه بارش استان هم‌زمان با وقوع فاز منفی است.

به منظور ارزیابی شدت تأثیر فازهای MJO بر کرانه پایینی بارش، با استفاده از آزمون رتبه‌ای- نشانه‌ای ویلکاکسون یک نمونه‌ای، مقدار انحراف نسبت $R_{min2(Pos)}/R_{min2(Neg)}$ از عدد ۱ مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که این نسبت در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]



شکل ۲. توزیع جغرافیایی نسبت $(\frac{R_{max1(Neg)}}{R_{max1(Pos)}})$ (الف) و نسبت $(\frac{R_{min1(Pos)}}{R_{min1(Neg)}})$ (ب) در ایستگاه‌های مورد بررسی.

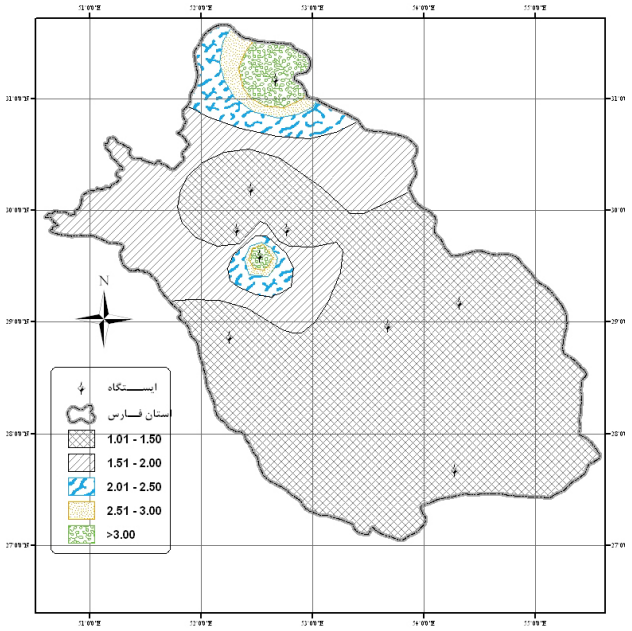
سطح بالاتر از ۹۵% با عدد یک اختلاف دارد ($W = ۴۴/۰۰$ و $p = ۰/۰۱۳$). بالا بودن مقدار W بیانگر این مطلب است که نسبت فوق در استان فارس بالاتر از یک بوده و بر خلاف ماه بهمن، کمینه بارش در فاز منفی MJO رخ داده است. شکل ۳ توزیع جغرافیایی این نسبت را برای تمام نواحی مورد مطالعه نشان می‌دهد. در نواحی شمالی استان فارس این نسبت بیشترین مقادیر (بالاتر از ۳) را دارا بوده که نشان می‌دهد کمینه‌های بارش هم‌زمان با فاز منفی کمتر از کمینه‌های بارش هم‌زمان با فاز مثبت است. به بیان دیگر، در مجموع دوران فاز مثبت و منفی MJO، کمینه بارش اسفند در فاز منفی اتفاق افتاده است. این نسبت در بیشتر نواحی به‌ویژه در نیمه جنوبی استان کمترین مقدار (حدود ۱/۵) را دارا می‌باشد و نشان می‌دهد که در مقایسه با شمال استان تأثیر فاز منفی در وقوع کمینه بارش برای نواحی جنوبی کمتر است. با توجه به مقادیر جدول ۲ مقادیر نسبت $R_{min2(Neg)}/R_{min2}$ برای منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. نتایج حاکی از آن بود که در تمام ایستگاه‌ها این نسبت برابر با یک می‌باشد. به‌عبارت دیگر، کمینه بارش دراز مدت در فاز منفی MJO رخ داده است که نشانگر تأثیر این فاز بر رخداد کمینه بارش ماه اسفند می‌باشد.

ج) ماه فروردین

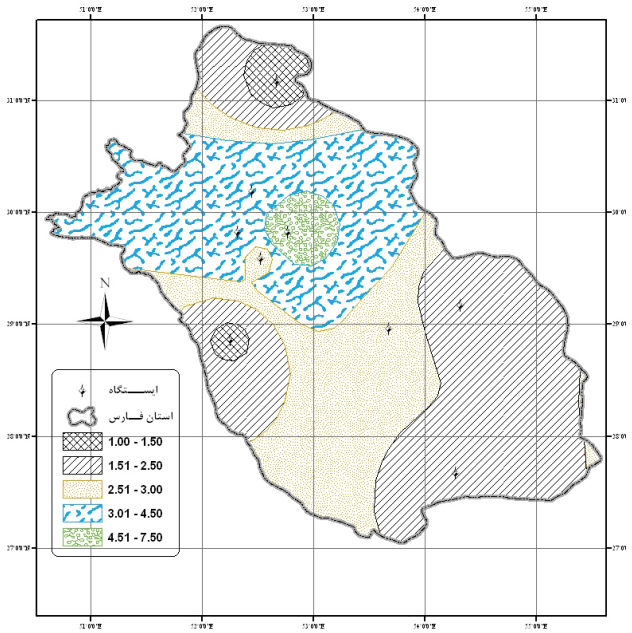
مقایسه مقادیر بیشینه بارش در دو فاز مثبت و منفی MJO در ماه فروردین نشان داد که میانگین این مقادیر در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی در سطح بالاتر از ۹۵% با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بر خلاف بیشینه بارش، کمینه‌های بارش مربوط به فازهای مثبت و منفی MJO تفاوت معنی‌داری ندارند. به بیان دیگر، گرچه جابه‌جایی فازهای MJO عامل اصلی در ایجاد بیشینه بارش فروردین است، این جابه‌جایی تأثیر معنی‌داری بر رخداد کمینه بارش این ماه ندارد. بر اساس ارقام ارائه شده در جدول ۳ میانگین رتبه بیشینه بارش در فاز منفی بیشتر از این مقدار در فاز مثبت می‌باشد که بیانگر هم‌زمانی وقوع بیشینه بارش در ماه فروردین با فاز منفی MJO است. جهت ارزیابی شدت تأثیر تغییر فازهای MJO بر بیشینه بارش اختلاف نسبت $R_{max3(Neg)}/R_{max3(Pos)}$ با عدد ۱ با استفاده از آزمون رتبه‌ای- نشانه‌ای ویلکاکسون یک نمونه‌ای مورد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]



شکل ۳. توزیع جغرافیایی نسبت $(\frac{R_{min2(Pos)}}{R_{min2(Neg)}})$ در استان فارس



شکل ۴. توزیع جغرافیایی نسبت $(\frac{R_{max3(Neg)}}{R_{max3(Pos)}})$ در استان فارس

آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که این نسبت در سطح ۹۹% با عدد یک اختلاف دارد ($W = ۴۵/۰۰$ و $p = ۰/۰۰۹$). مقدار بسیار بالای W نشان می‌دهد که نسبت فوق در استان فارس بالاتر از یک بوده و بیشینه بارش در ماه فروردین هم‌زمان با فاز منفی MJO است. همان‌گونه که در شکل ۴ نیز دیده می‌شود در تمامی مناطق نسبت فوق بزرگ‌تر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد بیشینه‌های بارش هم‌زمان با چیرگی فاز منفی بیشتر از بیشینه‌های بارش هم‌زمان با فاز مثبت است. به بیان دیگر، در مجموع دوران مورد مطالعه، بیشینه بارش فروردین در فاز منفی اتفاق افتاده است. این افزایش در مناطق مرکزی استان بیشتر مشهود می‌باشد. بررسی مقادیر نسبت $R_{max3(Neg)}/R_{max3}$ با توجه به جدول ۲ نشان می‌دهد که در ۹۰% ایستگاه‌های مورد بررسی این نسبت برابر با یک می‌باشد. این بدان معنی است که در این ایستگاه‌ها مقادیر بیشینه بارش در فاز منفی MJO همان بیشینه بارش درازمدت می‌باشد. به‌عبارت دیگر، بیشینه بارش در ماه فروردین هم‌زمان با وقوع فاز منفی MJO است.

نتیجه‌گیری

نوسان‌های زیرفصلی مادن- جولیان (MJO) مهم‌ترین شکل نوسانات زیرفصلی است که تغییرات عوامل آب و هوای مناطق حاره‌ای و فوق حاره‌ای مانند باد، دمای سطح دریا، ابرناکی و بارندگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق با استفاده از داده‌های ماهانه بارش ۹ ایستگاه مختلف سینوپتیک و کلیماتولوژی واقع در استان فارس، تأثیر شاخص MJO بر کرانه‌های بالایی و پایینی بارش‌های این استان در ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین بررسی شد.

نتایج نشان داد که کران‌های بالایی و پایینی بارش در ماه بهمن در استان فارس وابستگی زیادی به جابه‌جایی فازهای MJO دارد. در بیشتر نواحی استان فارس، رخداد بیشینه بارش بهمن با چیرگی فاز منفی MJO و کمینه بارش آن با چیرگی فاز مثبت این پدیده هم‌زمان است. در حالی‌که بیشینه بارش ماه فروردین در بیشتر مناطق استان، با چیرگی فاز منفی MJO هم‌زمان است. کمینه بارش این ماه با فاز مشخصی از این پدیده رابطه معنی‌داری ندارد. بر خلاف ماه بهمن، مقادیر کمینه بارش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

ماه اسفند در تمام نـواحی اسـتان بـا چیرگـی فـاز منفـی MJO هم‌زمان است. این در حالی است که بیشینه‌های بـارش در ایـن ماه رابطه معنی‌داری با وقوع فاز مشخصی از این پدیده همرفتی ندارد.

مقایسه میانگین رتبـه بیـشینه بـارش در فـاز منفـی و مثبـت MJO در ماه بهمن و فروردین نشان می‌دهد که تأثیر فـاز منفـی MJO در ماه فروردین بیشتر از تأثیر ایـن فـاز در ایجـاد بیـشینه بارش بهمن می‌باشد. هم‌چنین مقایـسه میـانگین رتبـه اخـتلاف کمینه بارش در فـاز مثبـت و فـاز منفـی MJO در مـاه بهمـن و اسفند نشان می‌دهد که تأثیر فاز منفـی MJO در مـاه اسـفند در ایجاد کمینه بارش این ماه بیشتر از تأثیر فاز مثبت MJO در مـاه بهمن در ایجاد کمینه بارش می‌باشد.

سپاسگزاری

از مدیریت شرکت منابع آب ایران که امکانات انجام ایـن تحقیـق را در اختیار نگارندگان قرار داده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

۱. صوفی، م. ۱۳۸۰. بررسی خسارت خشک‌سالی در بخش مراتع و دام اسـتان فـارس. مجموعـه مقـالات اولـین کارگـاه آموزشـی و تخصصی بررسی مسائل خشک‌سالی استان فارس، صفحات ۷۵ تا ۹۳.

۲. گرنجر، آ. ۳۷۴. *کویرزایی، چگونه مردم ایران کویر می‌سازند، چگونه می‌توانند آن را متوقف سازند و چرا ایـن کـار را نمـی‌کننـد*. ترجمه عبدالمجید ثامنی، انتشارات دانشگاه شیراز.

3. Bond, N. A. and G. Vecchi. 2003. The influence of the Madden-Julian Oscillation on precipitation in Oregon and Washington. J. Weath. Forecast. 18(4): 600-613.
4. Carvalho, L. M. V., C. Jones, and B. Liebmann. 2004. The South Atlantic convergence zone: Intensity, form, persistence and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. J. Climate. 17: 88–108.
5. Ferranti, L., T. N. Palmer, F. Molteni and K. Klinker. 1990. Tropical-extratropical interaction associated with the 30-60-day oscillation and its impact on medium and extended range prediction. J. Atmos. Sci. 47: 2177-2199.
6. Hendon, H. H. and M. L. Salby. 1994. The life cycle of the Madden–Julian oscillation. J. Atmos. Sci. 51: 2225–2237.
7. Higgins, R. W., J. K. E. Schemm, W. Shi and A. Leetmaa. 2000. Extreme precipitation events in the western United States related to tropical forcing. J. Climate. 13: 793-820.
8. Jones, C. 2000. Occurrence of extreme precipitation events in California and relationships with the Madden-Julian oscillation. J. Climate. 13: 3576–3587.
9. Madden, R. A. and P. R. Julian. 1971. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. J. Atmos. Sci. 28: 702-708.
10. Madden, R. A. and P. R. Julian. 1972. Description of global-scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. J. Atmos. Sci. 29: 1109-1123.
11. Madden, R. A. and P. R. Julian. 1994. Observations of the 40-50 day tropical oscillation. a review. Mon. Wea. Rev. 122: 814-837.
12. Maloney, E. D. and J. T. Kiehl. 2002. MJO-related SST variations over the tropical eastern pacific during northern hemisphere summer. J. Climate. 15: 675-689.
13. Mann, H. B. and D. R. Whitney. 1947. On a test of whether one of 2 random variables is stochastically larger than the other. Ann. Math. Stat. 18: 50-60.
14. Mo, K. C. and R. W. Higgins. 1998. Tropical convection and precipitation regimes in the Western United States. J. Climate. 11: 2404-2423.
15. Nazemosadat, S. M. J. and I. Cordery. 2000. The impact of ENSO on winter rainfall in Iran. International Hydrology and Water Resources Symposium, Australia.
16. Nazemosadat, M. J. and A. R. Ghasemi. 2004. Quantifying the ENSO-related shifts in the intensity and probability of drought and wet periods in Iran. J. Climate. 17: 4005-4018.
17. NWS-HIC (National Weather Service-Hydrologic Information Center). 2001. *Flood Losses*.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]

http://www.nws.noaa.gov/oh/hic/flood_stats/Flood_loss_time_series.htm
18. Sikka, D. R. and S. Gadgil. 1980. On the maximum cloud zone and the ITCZ over Indian longitudes during the southwest monsoon. Mon. Wea. Re. 108: 1840–1853.
19. Tobler, W. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Econ. Geog. 46: 234-240.
20. Waliser, D. E., N. E. Graham and C. Gautier. 1993. Comparison of highly reflective cloud and outgoing longwave radiation datasets for use in estimating tropical deep convection. J. Climate. 6: 331-353.
21. Wang, B. and H. Rui. 1990. Synoptic climatology of the transient tropical intraseasonal convection anomalies. Meteor. Atmos. Phys. 44: 43–61.
22. Wilcoxon, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. Biomet. Bull. 1: 80-83.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.6.0]