

بررسی ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با مؤلفه‌های بارشی و دمایی (مطالعه موردی: ایستگاه همدید کرج)

مسعود گودرزی^{۱*}، حمزه احمدی^۲، سید اسعد حسینی^۳

۱. استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران

۲. دانشجوی دکتری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار

۳. دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۰۷/۱۰؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۶/۰۳/۰۳)

چکیده

در چند دهه اخیر افزایش اطلاعات بشر درباره اقلیم زمین و دغدغه انسان از تغییرات آب و هوایی در آینده، موجب شناخت دقیق‌تر مؤلفه‌های تأثیرگذار بر اقلیم زمین شده است. از پدیده‌های اقلیمی‌ای که تغییرات آنها موجب ناهنجاری‌های بزرگ آب و هوایی به‌ویژه در دما و بارش در بسیاری از نقاط جهان می‌شود، الگوهای پیوند از دور هستند که آشکارسازی روابط بین پارامترهای اقلیمی و آنها برای شناخت بیشتر نوسانات و تغییرپذیری اقلیمی در هر منطقه اهمیت فراوانی دارد. بنابراین، در این پژوهش ارتباط الگوهای بزرگ‌مقیاس و شناخته‌شده آن از جمله شاخص نوسان جنوبی (SOI)، شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO)، شاخص آرام آمریکای شمالی (PNA)، شاخص چندمتغیره انسو (MEI) و نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام (PDO) با مؤلفه دمایی و بارشی به‌صورت ماهانه در ایستگاه همدید کرج طی دوره آماری ۲۶ ساله (۱۹۸۵-۲۰۱۰) تجزیه و تحلیل شد. ابتدا، نرمال‌بودن سری داده‌های مطالعه‌شده بر اساس آزمون کلموگروف-اسمیرنوف تأیید شد. در ادامه به‌منظور بررسی ارتباط بین الگوهای بزرگ‌مقیاس با مؤلفه‌های دمایی و بارشی، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همبستگی‌ها به‌صورت ماهانه بدون تأخیر و با تأخیر یک‌ماهه ارزیابی شد. نتایج نشان داد بیشترین ارتباط بین شاخص NAO و مؤلفه‌های دمایی و بارشی در ماه‌های فصل پاییز و زمستان مشاهده می‌شود و این تأثیرگذاری‌ها روی ماه‌های فصل پاییز بیشتر از ماه‌های فصل زمستان است. شاخص SOI ارتباط بیشتری با مؤلفه‌های بارشی دارد. تأثیر این شاخص بر بارش ماه‌های فصول پاییز و زمستان آشکارتر است در حالی که شاخص MEI با مؤلفه‌های دمایی ارتباط بیشتری را نشان می‌دهد و برای مؤلفه‌های بارشی ارتباط خاصی مشاهده نمی‌شود. اثرگذاری این شاخص به‌ویژه بر پارامترهای دمایی ماه‌های آوریل و می در فصل بهار و ماه دسامبر در اواخر فصل پاییز شدیدتر است. ارتباط شاخص PDO بر مؤلفه‌های بارشی و دمایی منطقه نیز در ماه می در اواسط فصل بهار بیشتر مشاهده می‌شود و شاخص PNA فقط بر مؤلفه‌های دمایی مؤثر است و در ماه‌های دسامبر و فوریه ارتباط بیشتری دارد. نتایج به‌دست‌آمده به‌منظور درک و شناخت بیشتر از تغییرپذیری مؤلفه‌های دمایی و بارشی حائز اهمیت است.

کلیدواژگان: انسو، بارش، شاخص‌های اقلیمی، دما، دور پیوند.

مقدمه

مطالعه و تحلیل تغییرپذیری اقلیمی یکی از مباحث مهم مورد توجه در بین متخصصان اقلیم‌شناسی محسوب می‌شود [۱]. درک علل و ماهیت تغییرات اقلیمی از مهم‌ترین اهداف جمع‌آوری داده‌های هوا و اقلیم و پایش پدیده‌های اقلیمی است. در این زمینه نوسانات اقلیمی ناشی از الگوهای پیوند از دور اهمیت فراوانی یافته است [۲]. اقلیم یک مکان معین، فقط تحت تأثیر تابشی و رطوبتی محلی قرار ندارد و از پدیده فرارفت تأثیر می‌پذیرد که خود تحت تأثیر گردش عمومی جو است [۳]. پیوند از دور ارتباط هم‌زمان بین نوسانات عناصر اقلیمی یک مکان با تغییرات الگوهای فشار و دمای سطح دریا در نقاط جغرافیایی دیگر تعریف شده است [۴]. رابطه و همبستگی معنادار بین تغییرات زمانی دو الگو با همدیگر یا با عناصر و پدیده‌های اقلیمی مناطق دیگر را پیوند از دور می‌نامند. بسیاری از این الگوهای پیوند از دور در مقیاس سیاره‌ای به وقوع می‌پیوندند و سراسر حوضه‌های اقیانوسی و قاره‌ای را در بر می‌گیرند [۵]. چراکه تغییراتی هرچند کوچک در دما یا فشار سطح آب‌های آزاد با توجه به ظرفیت گرمایی زیاد این سیال می‌تواند تغییرات بزرگی را در دمای هوای مناطق مجاور ایجاد کند و سبب جابه‌جایی توده‌های هوا شود [۶]. بر اساس مطالعات صورت‌گرفته مقیاس وسیعی از پدیده‌ها از جمله خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها، دما، اکوسیستم‌های دریایی، میزان ابر و زلزله به پدیده‌های نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی وابسته‌اند، البته میزان تأثیر پدیده‌های اقلیمی و واکنش‌های هیدرولوژیکی در نواحی مختلف نسبت به این پدیده‌ها متفاوت‌اند [۷]. شاید اولین تحقیق مدون در این زمینه را واکر [۸] انجام داد. او نشان داد فشار هوا بین نواحی شرقی و غربی اقیانوس آرام به‌صورت الکلنگی نوسان می‌کند. بوتیانی و همکارانش [۹] تغییر اقلیم و تغییرات در بارش شمال غربی هیمالیا طی دوره ۱۸۶۶ تا ۲۰۰۶ را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد شاخص NAO در ماه‌های زمستان و شاخص SOI طی ماه‌های فصل موسمی بر نوسانات بارش بیشترین تأثیر را داشته‌اند. ترمبلی و همکارانش [۱۰] با بررسی ارتباط الگوهای دور پیوند و تغییرپذیری تراز آب‌های زیرزمینی کانادا مشخص کردند که شاخص‌های NAO و SOI کارکرد مؤثرتری در تغییرات تراز آب زیرزمینی ایفا می‌کنند. رامپلتو و همکارانش [۱۱] به بررسی تغییرات دما و بارش در سانتا ماریای برزیل

در زمینه انسو و فعالیت‌های خورشیدی پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد بارش و دما در دوره‌های ۲ تا ۸ سال در ارتباط متقابل با انسو است. راسانن و کومو [۱۲] تأثیرات انسو بر تغییرات آب و هوایی در حوضه رودخانه مکونگ در جنوب شرق آسیا را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد بارش این حوضه به‌طور شایان توجهی تحت تأثیر انسو بوده است. همدانی و آزرمتسا [۱۳] با بررسی اثر ENSO روی تغییرات دمای هوا با استفاده از تحلیلی فازی در منطقه چابهار در جنوب ایران مشخص کردند که النینو و لاینو آثار عمده‌ای بر بیشینه دمای هوا در جنوب ایران دارند. دانشمند و همکارانش [۱۴] با مدل‌سازی دمای کمینه با استفاده از تحلیل فازی و بر اساس شاخص‌های دور پیوند، ارتباط مؤثری بین تغییرات دما و شاخص‌های دور پیوند مشخص کردند. سان و همکارانش [۱۵] اثر انسو بر بارش‌های تابستانه در جنوب شرقی کوئینزلند را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد انسو هم بر مجموع بارش و هم بر بیشترین بارش‌های تابستانه تأثیرگذار است. بک و همکارانش [۱۶] در تحلیل آماری بارش‌های حدی در سنگاپور مشخص کردند که بارش‌های سنگاپور ارتباط زیادی با شاخص‌های نوسان جنوبی و النینو دارد. صلاحی و همکارانش [۱۷] ارتباط نوسان اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های آذربایجان شرقی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد بین بارش سالانه ایستگاه‌های تبریز، اهر و جلفا با شاخص نوسانات اطلس شمالی همبستگی ضعیف و معناداری وجود دارد. علیزاده و همکارانش [۱۸] الگوهای پیوند از دور مؤثر بر پارامترهای بارش و دمای مشهد را با استفاده از مدل رگرسیون گام‌به‌گام بررسی و مدل‌هایی را ارائه کردند. احمدی [۳] به تحلیل ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و ویژگی‌های بارش ایران پرداخت و تأثیر ۳۴ واداشت بزرگ مقیاس را بر بارش ایران بررسی کرد. حسینی و همکارانش [۱۹] ارتباط شاخص‌های SOI، NAO و PDO با دما و بارش پاییزه در ایستگاه‌های سقز و سنندج را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد شاخص نوسان جنوبی تأثیرگذارترین الگو بر دما و بارش ایستگاه‌های بررسی شده در فصل پاییز است. صلاحی و حاجی‌زاده [۲۰] رابطه زمانی نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های دمای سطحی اقیانوس اطلس با تغییرپذیری بارش و دمای استان لرستان را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد شاخص NAO در ماه‌های سرد سال با بارش و دما ارتباط بیشتری نشان می‌دهد. قویدل

نظر گرفته شده است. استان البرز با وسعتی حدود ۵۱۴۲ کیلومتر مربع بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان از شمال به استان مازندران، از شرق و جنوب شرقی به استان تهران، از جنوب غربی به استان مرکزی و از غرب به استان قزوین محدود است. شکل ۱ موقعیت ایستگاه هواشناسی کرج در استان البرز را نشان می‌دهد. بر اساس روش طبقه‌بندی دمارتن و کوپن منطقه مطالعه شده بر اساس آمار بلندمدت ایستگاه همدید کرج، به ترتیب اقلیمی نیمه‌خشک و نیمه‌خشک گرم (BSK) دارد. میانگین دمای سالانه منطقه ۱۵/۱ درجه سلسیوس، متوسط بارش سالانه برابر با ۲۵۱/۸ میلی‌متر، متوسط کمینه و بیشینه دما به ترتیب برابر با ۸/۸، ۲۱/۳ سلسیوس و متوسط کمترین دماهای مطلق منطقه نیز برابر با ۱۰- سلسیوس است.

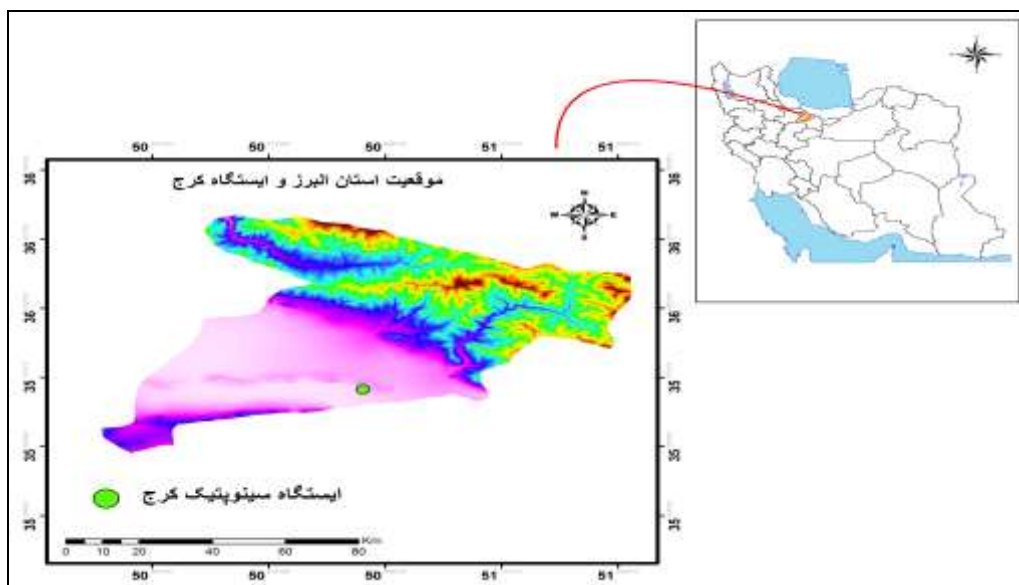
مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با روش آماری-تحلیلی به بررسی شاخص‌های بزرگ‌مقیاس در ایستگاه همدید کرج می‌پردازد. زیرساخت پژوهش بر مبنای آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی همدید کرج و داده‌های شاخص‌های اقلیمی پیوند از دور واقع شده است. بدین منظور، آمار ماهانه پارامترهای دمایی و بارشی ایستگاه همدید کرج برای دوره آماری (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰) از سازمان هواشناسی کشور تهیه و تنظیم شد. به منظور ارزیابی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون آماری کلموگروف-اسمیرنوف (K-S) استفاده شد؛ و داده‌های نه سری از مؤلفه‌های دمایی و بارشی بر اساس آزمون یادشده محاسبه شد. در ادامه ارتباط بین متغیرهای بارشی با شاخص‌های پیوند از دور یا سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس جوّی بررسی شد. آمار شاخص‌های اقلیمی نوسان جنوبی (SOI)، نوسان اطللس شمالی (NAO)، شاخص چندمتغیره انسو (MEI)، نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام (PDO) و شاخص آرام آمریکای شمالی (PNA) نیز از درگاه مرکز ملی جوّی و اقیانوسی^۱ (NOAA) دریافت و تنظیم شد. سپس بر اساس روش همبستگی پیرسون در محیط نرم‌افزار SPSS رابطه بین این الگوها با متغیرهای بارشی و دمایی به صورت ماهانه بدون تأخیر و با تأخیر یک‌ماهه بررسی شد که در ادامه الگوهای یادشده به طور مختصر تشریح می‌شوند.

رحیمی و همکارانش [۲] اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال- خزر بر نوسانات بارش‌های پاییزی مناطق غرب و شمال غرب ایران را بررسی کردند و ارتباط خوب بین این الگوی پیوند از دور و بارش ماهانه به خصوص در فصل پاییز مشخص را کردند. فاتحی مرچ و همکارانش [۲۱] ارتباط بین سیگنال‌های اقلیمی (NAO، NINO، MEI، SOI) و خشک‌سالی هواشناسی در استان کرمان را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد سیگنال‌های NINO، MEI، SOI بیشترین تأثیر را بر نوسانات بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در استان کرمان دارند. اهمیت ارتباط الگوهای دور پیوند با تغییرات و نوسانات اقلیمی مناطق مختلف کره زمین، از گذشته تا حال حاضر کانون توجه محققان و اقلیم‌شناسان سراسر کره زمین بوده است. رهیافت مطالعات مختلف نشان داد شاخص‌ها و الگوهای دور پیوند به خصوص شاخص نوسان جنوبی و شاخص نوسان اطللس شمالی کارکرد مؤثری در سازوکار جوّ و مؤلفه‌های دمایی و بارشی مناطق مختلف کره زمین و ایران ایفا می‌کنند. سامانه اقلیم به‌عنوان سامانه‌ای اثرپذیر با رفتار نوسانی از جهات مختلف در ارتباط و پیوند با تغییرات ریز و درشت در سامانه جوّی کره زمین است. یکی از پدیده‌های مهم ساختارمند و اثرگذار در تغییرات و نوسانات دستگاه اقلیمی، الگوهای بزرگ‌مقیاس جوّ هستند. شاخص‌های اقلیمی در درک و شناسایی رفتار مؤلفه‌های اقلیمی از نظر زمانی و مکانی حائز اهمیت‌اند. در ایران نیز مانند دیگر مناطق جهان، بسیاری از رخدادها جوّی بارشی مانند سیلاب‌های ناگهانی، موج‌های گرمایی و سرمایای شدید متأثر از تغییرات و فعالیت الگوهای بزرگ‌مقیاس پیوند از دور است. بنابراین، ارزیابی مؤلفه‌های دمایی و بارشی و ارتباط آنها با الگوهای دور پیوند در ارائه درک و شناخت بهتر از سازوکار سامانه اقلیم در ایران برای به‌کارگیری تصمیمات علمی و دقیق حائز اهمیت است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و درک سازوکار ارتباطی بین پنج شاخص پیوند از دور، SOI، NAO، PNA، PDO و MEI با نه سری مؤلفه بارشی و دمایی مختلف از طریق آمار بلندمدت ایستگاه همدید کرج، تدوین شده است.

منطقه مطالعه شده

در این پژوهش ایستگاه همدید کرج در استان البرز واقع در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز، به‌عنوان مطالعه موردی در



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه هواشناسی کرج در استان البرز

سال نوسان می‌کند (یک فاز مشخص PDO معمولاً حدود ۲۵ سال پایدار می‌ماند). تأثیرات فاز گرم (مقدار مثبت شاخص عددی) مشابه تأثیرات فاز گرم ENSO و تأثیرات فاز سرد (مقدار منفی شاخص عددی) مشابه فاز سرد ENSO است. این تغییرات بزرگ مقیاس بر پارامترهای هواشناسی شامل دما و بارش تأثیرگذارند هرچند این الگوها معمولاً چند هفته تا چند ماه طول می‌کشند، ولی گاهی ممکن است برای سالیان متوالی تداوم یابند. بنابراین، منعکس‌کننده بخش مهمی از تغییرپذیری سالانه و دهه‌ای چرخش اتمسفری هستند. بسیاری از الگوهای ارتباط از دور در مقیاس سیاره‌ای به وقوع می‌پیوندند و سراسر حوضه‌های اقیانوسی و قاره‌ای را در بر می‌گیرند [۵].

شاخص PNA نیز یکی از حالت‌های برجسته تغییرپذیری فراوانی کم‌فشار در منطقه برون‌حاره نیم‌کره شمالی است که در همه ماه‌ها به استثنای ماه‌های ژوئن و جولای ظاهر می‌شود. شاخص MEI، برحسب مشخصه‌های جوئی و اقیانوسی بخش حاره‌ای اقیانوس آرام سنجیده می‌شود که عبارت‌اند از: میانگین وزنی مشخصات اصلی انسو یعنی فشار سطح دریا، مؤلفه‌های شرقی-غربی و شمالی-جنوبی باد سطحی، دمای سطحی اقیانوس، دمای هوای سطحی و مقدار کل ابرناکی که مقادیر مثبت آن فاز گرم انسو (النینو) و مقادیر منفی فاز سرد انسو (لانینو) را نشان می‌دهد [۲۵].

شاخص ساده‌ای که فشار جوئی در مناطق اقیانوس آرام حاره‌ای را مشخص می‌کند با عنوان شاخص نوسان جنوبی یا SOI مطرح می‌شود. این شاخص از اختلاف فشار سطح دریا بین اقیانوس آرام شرقی و غربی به دست می‌آید [۲۲]. زمان شاخص بالای نوسان جنوبی سبب تشدید گردش والکر و زمان شاخص پایین آن سبب تشدید پدیده النینو می‌شود [۲۳]. زمانی که SOI برای چند ماه متوالی منفی باشد، پدیده النینو اتفاق افتاده است [۹].

نوسان اطلس شمالی (NAO) در واقع نماینده تغییرات بادهای غربی روی اطلس شمالی در فاصله مدار ۴۰ تا ۶۰ درجه است. طبق نظر واکر [۲۵] شاخص NAO به‌عنوان ناهنجاری فشار میانگین نرمال‌شده سطح دریا برای پونتا دلگارا و آزور، منهای آکوریری و ایسلند تعریف می‌شود. به هنگام فاز منفی هوای مرطوب اطلس به مدیترانه وارد شده و هوای سرد به شمال اروپا هجوم می‌آورد و طی فاز مثبت، توفان‌های قوی‌تر و با فراوانی بیشتر را در امتداد اقیانوس اطلس و به سمت شمال ایجاد می‌کند. در این هنگام زمستان‌های گرم و مرطوب در اروپا استقرار می‌یابد در حالی که شمال کانادا و گرینلند زمستان سرد و خشکی را تجربه می‌کنند [۲۴].

نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام (PDO) پدیده‌ای اقلیمی است که با پایداری الگوهای اقلیمی دو فازی در اقیانوس آرام شمالی همراه است و با دوره‌های زمانی از مرتبه ۵۰

نتایج و بحث

ابتدا به منظور بررسی وضعیت داده‌ها و نرمال بودن آنها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (K-S) استفاده شد. نتایج این آزمون روی مؤلفه‌های مختلف دمایی و بارشی ایستگاه همدید کرج نشان می‌دهد مقدار P-Value به دست آمده از سطح $\alpha/2$ بزرگ‌تر است. بنابراین، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع داده‌ها پذیرفته می‌شود (جدول ۱).

مشخصات آماری مؤلفه‌های دمایی و بارشی

نتایج ارزیابی شاخص‌های آماری روی پارامترهای بارش ماهانه، بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشترین بارش در روز و همچنین مؤلفه‌های دمایی برای ایستگاه همدید کرج در جدول ۲ آورده شده است. ایستگاه مطالعه شده میانگین بارش ماهانه ۲۵۱/۸ میلی‌متری دارد. میزان واریانس، انحراف خطاها و چولگی پارامتر بارش ماهانه نسبت به دیگر پارامترهای بارشی در سطح بالاتری قرار دارد. در واقع، تغییرات بارش ماهانه بیشتر است. حد بالای بارش ماهانه در صدک ۷۵، ۹۰ و ۹۹ به ترتیب ۲۵۹، ۳۴۳ و ۳۷۹ میلی‌متر را شامل می‌شود. برای پارامترهای بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشترین بارش‌ها در روز، بیشترین میزان

تغییرات به پارامتر بیشترین بارش‌ها در روز اختصاص دارد. در واقع، این پارامتر بارشی متغیرتر است. بیشترین صدک‌های بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر در منطقه به صدک ۹۰ و ۹۹ به ترتیب با ۱۱ و ۱۲/۳ میلی‌متر بارش اختصاص دارد. بیشترین بارش در روز تا ۸۶ میلی‌متر در صدک ۹۹ در این ایستگاه مشاهده شد. میانگین دمای منطقه ۱۵/۱ و گرم‌ترین و سردترین دماهای مطلق نیز به ترتیب ۳۹/۱ و ۱۰/۷- درجه سلسیوس است. در بین پارامترهای دمایی، واریانس روزهای داغ با مقدار ۱۴۹ و سپس گرم‌ترین دماهای مطلق و سردترین دماهای مطلق به ترتیب با واریانس ۳/۳ و ۱/۵۹ نسبت به دیگر مؤلفه‌های دمایی، تغییرات بیشتری دارند. پارامترهای روزهای داغ و سردترین دماها با ۰/۱۱ و ۰/۶۵ بیشترین ضریب تغییرات را نشان می‌دهند. همچنین انحراف خطاها و چولگی پارامتر روزهای داغ از دیگر مؤلفه‌های دمایی بیشتر است. در واقع، پارامترهای میانگین، کمینه و بیشینه دما کمترین تغییرات و پارامترهای روزهای داغ، سردترین دماها و گرم‌ترین دماها تغییرات و پراش بیشتری دارند (جدول ۲).

جدول ۱. نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بر مؤلفه‌های دمایی و بارشی مطالعه شده

مؤلفه	بارش ماهانه	بیشترین بارش	بارش بیشتر از ۱۰	میانگین دما	کمینه دما	بیشینه دما	روزهای داغ	سردترین دماها	گرم‌ترین دماها
Z	۰/۶۱۱	۰/۸۷۷	۰/۷۵۲	۰/۵۸۷	۰/۶۶۰	۰/۹۶۴	۰/۴۸۰	۰/۵۶۴	۰/۶۴۸
P-value	۰/۸۴	۰/۴۲۴	۰/۶۲۴	۰/۸۸۱	۰/۷۷۷	۰/۳۱۱	۰/۹۷۶	۰/۹۰۸	۰/۹۸۱

جدول ۲. مشخصات آماری پارامترهای دما و بارش ایستگاه همدید کرج

شاخص آماری پارامتر	میانگین	میانه	واریانس	انحراف معیار	ضریب تغییرات	انحراف خطا	چولگی	صدک ۷۵	صدک ۹۰	صدک ۹۵
بارش ماهانه	۲۵۱/۸	۲۶۳/۳	۴۲۱۳/۹	۶۴/۹	۰/۲۵	۱۲/۷	۰/۲۰	۲۵۹/۵	۳۴۳/۷	۳۷۹/۴
$P > 10$	۷	۷/۵	۹/۱۲	۳/۰۱	۰/۴۳	۰/۵۹۲۲۶	۰/۰۵۶	۹	۱۱	۱۲/۳
$p > 0$	۷۴	۷۵	۱۳۲	۱۱/۴	۰/۱۵	۲/۲	۰/۰۵۱	۸۲	۸۶/۶	۹۶/۲
میانگین دما	۱۵/۱	۱۵/۲	۰/۶۱	۰/۷۸	۰/۰۱۵	۰/۱۵۳	-۰/۰۳۰	۱۵/۵	۱۵/۹	۱۶/۷
کمینه دما	۸/۸	۹	۰/۶۲	۰/۷۸	۰/۰۸۹	۰/۱۵	-۰/۱۱	۹/۴	۹/۶	۱۰/۴
بیشینه دما	۲۱/۳	۲۱/۵	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۰۴۱	۰/۱۷	-۰/۲۴	۲۱/۸	۲۲/۲	۲۳/۲
روزهای داغ	۱۱۱	۱۰۹/۵	۱۴۹	۱۲/۲	۰/۱۱	۲/۳۹	-۰/۱۸	۱۲۱	۱۲۹/۶	۱۳۱/۶
سردترین دماها	-۱۰/۷	۱۱	۳/۳	-۰/۳۰	۰/۶۵	-۰/۱۷	-۱۱	-۷/۸	-۶/۴۲	-۵/۶۱
گرم‌ترین دماها	۳۹/۱	۳۹	۱/۵۹	۱/۲۶	۰/۰۳۲	۰/۲۴	۰/۴۵	۳۹/۹	۴۰/۹	۴۱/۹

نوامبر به ترتیب با ضرایب $-0/41$ و $-0/47$ در سطح $0/05$ ارتباط مشاهده می‌شود. برای پارامتر روزهای داغ فقط در ماه ژوئن ضریب ارتباطی $0/39$ در سطح $0/05$ مشاهده می‌شود. ارتباط معنادار برای سردترین دماها هم در فوریه و مارس به ترتیب با ضرایب $-0/65$ و $-0/53$ در سطح $0/01$ مشاهده می‌شود و برای گرم‌ترین دماها هم در نوامبر با ضریب $-0/57$ در سطح $0/01$ مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده ارتباط و اثرگذاری این شاخص در فاز منفی روی دماهای ایام سرد سال مشهود است. شایان یادآوری است در همه جدول‌های ارائه شده در این بخش اعدادی که به صورت درشت نمایش داده شده در سطح $0/05$ و اعدادی که به صورت سایه دار مشخص شده‌اند در سطح $0/01$ معنادارند. به طور کلی، بیشترین ارتباط بین شاخص NAO و مؤلفه‌های دمایی و بارشی در فصل پاییز و سپس زمستان مشاهده می‌شود؛ و در فصل پاییز نسبت به فصل زمستان روابط قوی‌تر و بیشتری مشاهده می‌شود. بیشترین ارتباط هم بین این شاخص و مؤلفه‌های دمایی و بارشی برای مؤلفه‌های دمایی به خصوص پارامتر سردترین دماها یا دماهای مطلق کمینه و کمینه دما مشاهده شد. می‌توان این‌طور بیان کرد که تغییرات دمایی کشور به خصوص نیمه شمالی و عرض‌های بالای ایران، با تغییرات شاخص نوسان اطلس شمالی سازوکاری پیوندی دارد.

ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با مؤلفه‌های دمایی و بارشی

ارتباط شاخص NAO با مؤلفه‌های بارشی و دمایی در جدول ۳ آورده شده است. برای پارامتر بارش ماهانه فقط در ماه اکتبر ارتباط $0/39$ در سطح $0/05$ معناداری وجود دارد. در پارامتر بیشترین بارش‌ها در روز هیچ ارتباطی در ماه‌های سال مشاهده نشد. برای پارامتر بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر در روز در ماه نوامبر، ارتباط $0/42$ در سطح $0/05$ وجود دارد. این شاخص فقط در ماه‌های فصل پاییز به خصوص اکتبر و نوامبر ارتباط مؤثری با بارش‌های منطقه نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده یافته‌های مسعودیان [۲۵] و احمدی [۳] را تأیید می‌کند. در واقع، در فصل پاییز تغییرات شاخص پیوند از دور NAO در بارش‌های نیمه شمالی ایران تأثیرگذار است. در مؤلفه‌های دمایی برای پارامتر میانگین دما در ماه فوریه ارتباط مثبت به میزان $0/54$ در سطح $0/01$ و در ماه‌های اکتبر و نوامبر هر یک با ضریب مشابه $-0/45$ ارتباط معکوس و منفی در سطح $0/05$ مشاهده می‌شود. برای کمینه دما در ماه فوریه و مارس به ترتیب با ضرایب $-0/54$ و $-0/54$ در سطح $0/01$ و $-0/39$ و در ماه اکتبر $-0/48$ هر دو در سطح $0/05$ ارتباط معکوس و منفی مشاهده شد. برای بیشینه دما نیز برای ماه فوریه $-0/52$ در سطح $0/01$ و در ماه‌های اکتبر و

جدول ۳. ارتباط بین شاخص پیوند از دور NAO با مؤلفه‌های بارشی و دمایی

پارامتر	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارش ماهانه		0/069	-0/35	-0/059	-0/037	0/16	0/007	0/06	0/003	0/042	0/63	0/39	-0/07
بیشترین بارش		0/016	-0/24	-0/29	0/042	0/2	0/14	0/018	0/002	-0/086	0/3	0/2	0/016
بارش بیشتر از ۱۰		0/1	-0/2	-0/08	-0/048	0/36	.	.	.	-0/13	0/14	0/42	-0/13
میانگین دما		-0/34	0/54	-0/38	-0/24	-0/23	-0/37	-0/16	-0/086	-0/078	-0/45	-0/45	-0/37
کمینه دما		-0/29	-0/54	-0/39	-0/29	-0/25	-0/37	-0/26	-0/14	0/076	-0/48	-0/37	-0/36
بیشینه دما		-0/37	-0/52	-0/35	-0/2	-0/21	-0/31	-0/031	0/013	0/091	-0/41	-0/47	-0/36
روزهای داغ		0/05	-0/39	0/027	0/057
سردترین دماها		-0/33	-0/65	-0/51	-0/087	0/047	-0/33	-0/004	0/024	0/19	-0/14	-0/039	-0/29
گرم‌ترین دماها		-0/01	-0/36	-0/044	-0/14	-0/24	-0/21	-0/13	-0/14	-0/21	-0/32	-0/57	-0/32

برای مؤلفه‌های دمایی با پارامتر میانگین دما در ماه می و دسامبر به ترتیب با ضرایب $0/45-$ در سطح $0/05$ و $0/5-$ در سطح $0/01$ ارتباط معکوس و معنادار مشاهده می‌شود و برای کمینه دما ارتباط معناداری مشاهده نمی‌شود. برای پارامتر بیشینه دما در ماه می با ضریب $0/53-$ و ماه دسامبر با ضریب $0/57-$ و سطح معناداری $0/01$ ارتباط معکوس مشاهده شد. برای سردترین دماها در ماه آوریل با ضریب $0/43-$ ارتباط معکوس معنادار مشاهده می‌شود و با گرم‌ترین دماها در ماه می و دسامبر به ترتیب با ضرایب $0/53-$ و $0/59-$ در سطح $0/01$ ارتباط معنادار وجود دارد. نتایج بیان می‌کند که شاخص MEI با مؤلفه‌های دمایی ارتباط بیشتر و قوی‌تری را نشان می‌دهد و تقریباً این شاخص با مؤلفه‌های بارشی ارتباط خاصی نشان نداد و این شاخص طی سال در ماه‌های فصل بهار و در اواخر فصل پاییز ارتباط و تأثیرگذاری بیشتری در منطقه مطالعه شده دارد.

ارتباط بین شاخص PDO و مؤلفه‌های بارشی و دمایی نشان می‌دهد (جدول ۶) که بین این شاخص و مؤلفه‌های بارشی هیچ‌گونه ارتباط معناداری وجود ندارد و بیشتر با مؤلفه‌های دمایی در ارتباط است به طوری که در پارامتر میانگین دما در ماه می با ضریب $0/39-$ و در بیشینه دما با ضریب $0/47-$ ارتباط معنادار و معکوس در سطح $0/05$ مشاهده می‌شود و با پارامتر روزهای داغ در ماه می با ضریب $0/60-$ در سطح $0/01$ ارتباط معنادار دارد همچنین با پارامتر سردترین دماها در ماه سپتامبر با ضریب $0/47-$ ارتباط معنادار در سطح $0/05$ مشاهده شد. نتایج بیان‌کننده آن است که این شاخص بیشتر با گرم‌ترین دماها در ارتباط است، به طوری که در ماه فوریه با ضریب $0/42$ و سطح معناداری $0/05$ و در ماه‌های می و دسامبر به ترتیب با ضرایب $0/61-$ و $0/52-$ در سطح $0/01$ ارتباط معکوس و معنادار را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از بررسی این شاخص PDO نشان داد این شاخص در منطقه مطالعه شده فقط با مؤلفه‌های دمایی در ارتباط است و بیشترین ارتباط و تأثیرگذاری این شاخص در زمینه مؤلفه‌های دمایی نیز مربوط به ماه می در فصل بهار است و در بین مؤلفه‌های دمایی هم بیشترین ارتباط را با گرم‌ترین دماها نشان می‌دهد.

ارتباط بین شاخص SOI و مؤلفه‌های بارشی و دمایی در جدول ۴ آورده شده است. برای پارامتر بارش ماهانه در فوریه و سپتامبر ضرایب ارتباطی برابر با $0/53$ و $0/52$ به صورت مثبت در سطح معناداری $0/01$ مشاهده می‌شود و در پارامتر بیشترین بارش در روز ارتباط معناداری مشاهده نشد. برای پارامتر بارش بیشتر از 10 میلی‌متر در ماه‌های مارس و سپتامبر ضرایب ارتباطی به ترتیب با مقدار $0/39$ و $0/47$ در سطح معناداری $0/05$ مشاهده می‌شود. این شاخص برای بارش ماهانه سازوکار پیوندی بیشتری نسبت به بارش‌های شدید روزانه دارد. بنابراین، این شاخص با توجه به فاز گرمایی النینو نمی‌تواند به تنهایی مؤثرترین شاخص در ایجاد بارش‌های ناگهانی و شدید روزانه تلقی شود. برای پارامترهای میانگین و کمینه دما به ترتیب در ماه‌های دسامبر و جولای با ضرایب $0/51$ و $0/41$ در سطح معناداری $0/01$ و $0/05$ مشاهده می‌شود. برای بیشینه دما در ماه آگوست با ضریب $0/39-$ و دسامبر با ضریب $0/58$ به ترتیب در سطح $0/05$ و $0/01$ ارتباط معناداری وجود دارد. برای سردترین دماها در ماه‌های آوریل و ژوئن به ترتیب با ضرایب $0/46$ و $0/39$ در سطح $0/05$ ارتباط معناداری مشاهده می‌شود. برای پارامتر گرم‌ترین دماها نیز فقط در ماه دسامبر با ضریب $0/60$ ارتباط معناداری در سطح $0/01$ وجود دارد. این شاخص در دمای ماه‌های فصل پاییز و تابستان ارتباط بیشتری نشان می‌دهد. در واقع، سازوکار شاخص‌ها بر اساس تغییرات دمای سطح دریا در ماه‌های محدودی از سال ارتباط معناداری نشان می‌دهند. بر اساس نتایج به دست آمده، شاخص SOI ارتباط بیشتری با مؤلفه‌های بارشی دارد و این ارتباط در ماه‌های فصل پاییز و زمستان آشکارتر است. در زمینه مؤلفه‌های دمایی، ماه دسامبر بیشترین ارتباط با مؤلفه‌های دمایی به ویژه با میانگین دما، کمینه دما و گرم‌ترین دماها را دارد. ارتباط بین شاخص MEI و مؤلفه‌های بارشی و دمایی نیز نشان می‌دهد (جدول ۵) که بین این شاخص و پارامترهای بارش ماهانه و بیشترین بارش در منطقه مطالعه شده طی سال ارتباط معناداری مشاهده نشد و فقط با پارامتر بارش بیشتر از 10 میلی‌متر در ماه‌های مارس و سپتامبر به ترتیب با ضرایب $0/48$ و $0/40$ در سطح $0/05$ ارتباط معناداری وجود دارد.

جدول ۴. ارتباط بین شاخص پیوند از دور SOI با مؤلفه‌های بارشی و دمایی

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارش ماهانه	۰/۱۳	۰/۵۳	-۰/۲۹	-۰/۲۴	-۰/۱۸	-۰/۰۷۳	۰/۰۲۸	۰/۲۷	۰/۵۲	-۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۱۹
بیشترین بارش	۰/۳۷	-۰/۳۸	-۰/۱۶	-۰/۳۹	-۰/۱۹	-۰/۰۲۳	-۰/۰۴۷	۰/۲۸	۰/۵۵	۰/۰۶۶	-۰/۰۹۶	۰/۰۱۵
بارش بیشتر از ۱۰	۰/۰۵۹	-۰/۲۷	۰/۳۹	-۰/۱۴	-۰/۱۲	۰	۰	۰/۲۶	۰/۴۷	-۰/۰۵۹	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۱
میانگین دما	-۰/۱۱	۰/۱	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۰۷۹	۰/۰۹۶	-۰/۳۴	-۰/۲۲	۰/۳	۰/۱۷	۰/۰۲۶	۰/۵۱
کمینه دما	-۰/۱۶	۰/۰۳۱	۰/۲۶	۰/۱۹	-۰/۰۸۰	۰/۰۳۱	۰/۴۱	-۰/۰۵۱	۰/۳۵	۰/۱۱	-۰/۰۷۷	۰/۳۴
بیشینه دما	-۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۳۸	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۲	-۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۰۷۷	۰/۵۸
روزهای داغ	۰	۰	۰	۰	۰/۲۱	۰/۰۶۲	-۰/۰۲۱	-۰/۱۹	۰/۱۹	-۰/۰۱۸	۰	۰
سردترین دماها	-۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۳۱	۰/۴۶	-۰/۰۰۷	۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۲۶	-۰/۱۳	-۰/۰۰۸	۰/۳۲
گرم‌ترین دماها	۰/۰۳۷	-۰/۰۴۴	۰/۳۹	۰/۰۰۸	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۲	-۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۱۹	-۰/۰۱۵	۰/۶

جدول ۵. ارتباط بین شاخص پیوند از دور MEI با مؤلفه‌های بارشی و دمایی

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارش ماهانه	-۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۲۵	-۰/۲۸	-۰/۱۷	-۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۲	۰/۱۷
بیشترین بارش	-۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۳	۰/۲	۰/۲	-۰/۲۳	-۰/۲	-۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۰۷	-۰/۰۷۱	-۰/۰۸۰
بارش بیشتر از ۱۰	-۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۴۸	۰/۳	۰/۱۶	۰	۰	-۰/۱۶	۰/۴	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۱
میانگین دما	۰/۱۹	۰/۴۲	-۰/۳	-۰/۳۳	-۰/۴۵	-۰/۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۷۹	-۰/۳۱	-۰/۱۹	-۰/۲۵	-۰/۵
کمینه دما	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۲۵	-۰/۳۶	-۰/۲۵	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	-۰/۰۶۳	-۰/۳	-۰/۰۹	-۰/۱	-۰/۳۴
بیشینه دما	۰/۱۴	-۰/۰۲۳	-۰/۴	-۰/۲۸	-۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۰۳۳	۰/۲۵	۰/۲۷	-۰/۲۴	-۰/۳۲	-۰/۵۷
روزهای داغ	۰	۰	۰	۰	-۰/۴۵	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۲۵	۰	۰	۰
سردترین دماها	۰/۲۳	۰/۰۳۸	۰/۱۹	-۰/۴۳	-۰/۲۱	۰/۰۰۷	-۰/۱	-۰/۱۸	-۰/۲۵	۰/۰۷۹	۰/۰۳۷	-۰/۲۷
گرم‌ترین دماها	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸	-۰/۳	-۰/۱۱	-۰/۵۲	-۰/۳۷	۰/۰۰۶	-۰/۱۶	-۰/۲۵	-۰/۱۶	-۰/۲	-۰/۵۹

جدول ۶. ارتباط بین شاخص پیوند از دور PDO با مؤلفه‌های بارشی و دمایی

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارش ماهانه	۰/۰۸۹	۰/۰۹۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۳۷	-۰/۰۶۵	-۰/۱۳	-۰/۲۹	۰/۰۶۵	-۰/۲۳	۰/۴۴
بیشترین بارش	-۰/۰۶۴	-۰/۰۲۹	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۳۵	-۰/۰۴۸	-۰/۳۴	-۰/۳۲	-۰/۱۳	-۰/۲۳	۰/۲۹
بارش بیشتر از ۱۰	۰/۱۴	۰/۰۰۵	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۰۸۳	-۰/۰۸۶	۰	۰	-۰/۲۸	۰/۰۷۶	-۰/۲۱	۰/۳۴
میانگین دما	۰/۳	۰/۲	-۰/۳۷	-۰/۲۷	-۰/۳۹	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۲۴	-۰/۱۹	-۰/۲۵	-۰/۲۹
کمینه دما	۰/۲۸	۰/۱۸	-۰/۳۵	-۰/۲۴	-۰/۲	۰/۰۷۴	-۰/۱۸	-۰/۲۱	-۰/۳۳	-۰/۱۹	-۰/۲۳	-۰/۱۵
بیشینه دما	۰/۳۱	۰/۲۱	-۰/۳۸	-۰/۲۷	-۰/۴۷	-۰/۳	-۰/۰۳۶	-۰/۲۱	-۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۲۴	-۰/۳۶
روزهای داغ	۰	۰	۰	۰	-۰/۶	-۰/۳۱	-۰/۱۱	-۰/۳	-۰/۱۷	۰/۱	۰	۰
سردترین دماها	۰/۱۵	۰/۲	-۰/۱۵	-۰/۳۳	-۰/۱۵	۰/۱۵	-۰/۱۸	-۰/۳۷	-۰/۴۷	-۰/۲۹	-۰/۱۸	۰/۲۶
گرم‌ترین دماها	۰/۳۱	۰/۴۲	-۰/۳۴	-۰/۲۳	-۰/۶۱	-۰/۲۶	-۰/۱۴	-۰/۳۶	۰/۰۱۶	۰/۱۲	-۰/۲۵	-۰/۵۲

اقلیمی پیوند از دور یکی از الگوهای مهم و مؤثر جوّی موجد رخداد‌های اقلیمی محسوب می‌شوند. تغییرات دمای آب اقیانوس‌ها و تحولات این شاخص‌ها و بروز ناهنجاری‌ها، موجب تغییرات دمایی و بارشی در مناطق مختلف کره زمین می‌شود. سازوکار شاخص‌های اقلیمی بر اساس تغییرات دمای آب اقیانوس‌ها یکسان نیست و ارتباط آن‌ها با رخداد‌های بارشی و دمایی ایران در حد متوسط و کمتر قرار دارد. این شاخص‌های اقلیمی در فصول پاییز و زمستان بر بارش‌های منطقه بیشتر تأثیر معنادار داشته‌اند. شاخص نوسان اطللس شمالی ارتباط معکوس و معناداری با مؤلفه‌های دمایی در ماه‌های سرد سال نشان داده است. واکاوی سازوکار پدیده‌های اقلیمی و جوّی همواره در برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت محیطی حائز اهمیت بوده است. درک و شناخت از رفتار جو در بعد کلان و ارتباط آن با مؤلفه‌های دمایی و بارشی در به‌کارگیری تصمیمات عمده و همچنین برنامه‌های بلندمدت حائز اهمیت است.

ارتباط بین شاخص PNA و مؤلفه‌های بارشی و دمایی نیز در جدول ۷ آورده شده است. در بین مؤلفه‌های بارشی فقط با پارامتر بارش ماهانه در ماه دسامبر با ضریب ۰/۴۷ در سطح ۰/۰۵ ارتباط معنادار وجود دارد و با دیگر مؤلفه‌های بارشی ارتباطی مشاهده نشد. در بین مؤلفه‌های دمایی نیز با پارامترهای میانگین، کمینه و بیشینه دمای ماهانه و همچنین گرم‌ترین دماها در ماه‌های ژانویه، سپتامبر و دسامبر ارتباط معنادار مشاهده می‌شود. ارتباط بین این شاخص و بیشینه دمای دسامبر و گرم‌ترین دمای دسامبر به‌صورت منفی و در سطح ۰/۰۱ معنادار است. به‌طور کلی، شاخص PNA نیز در منطقه مطالعه شده بیشتر بر مؤلفه‌های دمایی مؤثر است.

اهمیت رخداد‌های جوّی مخاطره‌آمیز به‌خصوص سیلاب‌ها و موج‌های گرمایی کانون توجه مطالعات اقلیمی در زمینه درک و شناخت ارتباط بین این رخداد‌های جوّی و سامانه آب و هوایی کره زمین بوده است. شاخص‌های

جدول ۷. ارتباط بین شاخص پیوند از دور PNA با مؤلفه‌های بارشی و دمایی ایستگاه کرج

پارامتر	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارش ماهانه	۰/۱۱	-۰/۲۳	-۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۰۵۲	-۰/۲۲	۰/۴۷	
بیشترین بارش	۰/۱۳	-۰/۳۶	-۰/۰۷۴	۰/۲۲	-۰/۱۳	-۰/۰۸۷	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۰۳۴	-۰/۳۲	۰/۲	
بارش بیشتر از ۱۰	۰/۱	-۰/۱	-۰/۰۱۷	۰/۱۶	-۰/۰۴۲	۰	۰	-۰/۱۳	۰/۲	۰/۰۴۵	-۰/۲۸	۰/۱۶	
میانگین دما	۰/۳۹	۰/۰۲۲	۰/۰۱۶	-۰/۱۶	-۰/۲	-۰/۱۶	۰/۰۴۲	۰/۲۲	۰/۴۱	۰/۱۶	-۰/۰۰۹	-۰/۳۶	
کمینه دما	۰/۳۲	۰/۲	۰/۰۳۸	-۰/۲۱	-۰/۱۵	-۰/۰۳۱	-۰/۰۷۳	۰/۲	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۰۸۳	-۰/۲۲	
بیشینه دما	۰/۴۲	۰/۲۲	-۰/۰۰۹	-۰/۱۱	-۰/۱۹	-۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۳	۱۳۰	-۰/۰۶	-۰/۴۴	
روزهای داغ	۰	۰	۰	۰	-۰/۱۲	-۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۳	۰/۳۲	-۰/۱	۰	۰	
سردترین دماها	۰/۱۵	۰/۰۵۴	۰/۱۱	-۰/۳۲	-۰/۲۹	-۰/۲۱	-۰/۱	۰/۰۹۸	۰/۰۴	۰/۰۱۲	-۰/۰۲۳	۰/۱	
گرم‌ترین دماها	۰/۲	۰/۳۲	۰/۰۳۵	-۰/۰۴۵	-۰/۰۶۲	۰/۰۶۹	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۲۵	-۰/۲۳	-۰/۵۹	

دماهای زمستانی همخوانی دارد. در زمینه ارتباط شاخص‌های دور پیوندی به‌خصوص شاخص SOI بر ترسالی‌های پاییزه و همچنین شاخص NAO بر دماهای سرد و نیمه‌سرد سال نیز با نتایج مطالعات مسعودیان [۲۵] همخوانی دارد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های احمدی [۳] در زمینه کارکرد و تأثیر شاخص NAO بر مؤلفه‌های

نتایج پژوهش حاضر، نتایج مطالعات بوتیانی و همکارانش [۹] مبنی بر تأثیر انسو بر مجموع بارش‌ها و مطالعات بک و همکارانش [۱۶] مبنی بر ارتباط بین شاخص نوسان جنوبی و النینو در بارش‌های حدی و شدید روزانه را تأیید می‌کند. همچنین با مطالعات سان و همکارانش [۱۵] بر کارکرد و تأثیر شاخص NAO بر

ارتباط را با گرم‌ترین دماها نشان می‌دهد که در سطح ۰/۰۱ نیز معنادار است. در زمینه شاخص PNA نیز به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که این شاخص بر مؤلفه‌های دمایی مؤثر است و این تأثیرگذاری نیز در ماه‌های دسامبر و فوریه مشهودتر و قوی‌تر است. بر اساس نتایج بررسی شاخص‌های مختلف می‌توان بیان کرد که شاخص‌های SOI و NAO در منطقه مطالعه شده بیشترین ارتباط و اثرگذاری را با مؤلفه‌های بارشی نشان می‌دهند، اما شاخص‌های PDO، MEI و PNA بیشترین ارتباط را با مؤلفه‌های دمایی نشان دادند. همچنین بررسی‌ها نشان داد در ماه‌های دسامبر، فوریه، سپتامبر و اکتبر ارتباط بین الگوهای مطالعه شده و مؤلفه‌های دمایی و بارشی بیشتر است. نتایج به دست آمده یافته‌های احمدی [۳]، فاتحی‌مرج [۲۱]، بوتینیانی و همکارانش [۹] و مسعودیان [۲۵] را تأیید می‌کند. با توجه به اهمیت و تأثیر مطالعات اقلیمی در برنامه‌ریزی محیطی، سنجش و درک رفتار پدیده‌های جوی و شناسایی سازوکار آنها در مدیریت پیش‌بینی و همچنین برنامه بلندمدت محیطی اهمیت دارد. نتایج و دستاوردهای مطالعه حاضر در کمک به تصمیم‌سازی و به‌کارگیری تصمیمات بلندمدت در بخش‌های مطالعات کشاورزی، مدیریت منابع آبی، خشک‌سالی و سیلاب‌های ناگهانی می‌تواند ثمربخش واقع شود.

منابع

- [1].Rodriguez-Puebla, C, Encinas, A H. Nieto, S, Garmendia, J, 1998, Spatial and temporal patterns of annual precipitation variability over the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 18(3): 299-316.
- [2].GhvidelRahimi, Y, Farajzadeh, M, Hatami, D, 2015, Analysis of the relationship between the North Sea - Caspian pattern and minimum temperatures in Iran, *Journal of geographical space* 5: 137 -159. [Persian]
- [3].Ahmadi, M, 2014, Analyzing on the relationship among Teleconnection Patterns (TP) and Iran's Precipitation Characteristics (IPC). PhD Thesis, Geographical and Remote sensing Department, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University. [Persian]
- [4].GhvidelRahimi, Y, Farajzadeh, M, Kakapour, S, 2014, Study the affecting of North Sea - Caspian pattern on autumn rainfall fluctuations in the West and Northwest regions of Iran. *Journal of*

بارش ماهانه و دمای ماه‌های سرد سال به‌خصوص دسامبر همخوانی دارد. همچنین در رهیافتی مشابه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات فاتحی‌مرج و همکارانش [۲۱] مبنی بر تأثیر شاخص‌های SOI و MEI بر بارندگی ماهانه همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

واکاو و سنجش ارتباط بین پدیده‌های اقلیمی یکی از بخش‌های مهم مطالعات سامانه اقلیم محسوب می‌شود. تغییرپذیری آب و هوا و رخداد‌های اقلیمی که هر ساله و یا به‌صورت دوره‌ای در ایران رخ می‌دهد، زمینه‌ساز مطالعات برای سنجش رفتار و سازوکار این پدیده‌ها در ارتباط با عاملی بزرگ‌تر و دورتر از منطقه بوده است. مؤلفه‌های دمایی و بارشی به‌عنوان مهم‌ترین اجزای سازنده آب و هوای یک منطقه برای سنجش تأثیرات الگوهای دور پیوند حائز اهمیت‌اند. واکاو مطالعه حاضر برای ارتباط بین نه سری مؤلفه بارشی و دمایی در بازه زمانی بلندمدت با شاخص‌های دور پیوند (MEI, PNA, PDO, SOI, NAO) نشان داد بیشترین ارتباط بین شاخص NAO و مؤلفه‌های دمایی و بارشی ابتدا در فصل پاییز و سپس زمستان مشاهده می‌شود و تأثیر شاخص NAO بر ماه‌های فصل پاییز نیز بیشتر از ماه‌های فصل زمستان است. بیشترین ارتباط بین این شاخص و مؤلفه‌های دمایی و بارشی هم بر مؤلفه‌های دمایی به‌ویژه پارامتر سردترین دماها یا دماهای مطلق کمینه وجود دارد و ارتباط و اثرگذاری این شاخص در فاز منفی روی دماهای ایام سرد سال مشهود است. در حالی که شاخص SOI ارتباط بیشتری با مؤلفه‌های بارشی دارد و این ارتباط نیز در ماه‌های فصل پاییز و زمستان آشکارتر است. نتایج به دست آمده، مطالعات قویدل رحیمی و همکارانش [۴]، حسینی و همکارانش [۱۹] و صلاحی و همکارانش [۱۷] را تأیید می‌کند. شاخص MEI نیز با مؤلفه‌های دمایی ارتباط بیشتری را نشان می‌دهد. تقریباً این شاخص با مؤلفه‌های بارشی ارتباط خاصی نشان نداد و طی سال نیز در ماه‌های فصل بهار و اواخر فصل پاییز ارتباط و تأثیرگذاری این شاخص در منطقه مطالعه شده بیشتر است. نتایج ارتباط شاخص PDO نشان داد این شاخص در ماه می در فصل بهار ارتباط و تأثیرگذاری بیشتری در زمینه مؤلفه‌های دمایی دارد، همچنین در بین مؤلفه‌های دمایی نیز بیشترین

- the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14(1): 33-40.
- [15]. Sun, X. Thyer, M. Renard, B, Lang M. 2014. A general regional frequency analysis framework for quantifying local-scale climate effects: A case study of ENSO effects on Southeast Queensland rainfall, *Journal of Hydrology*, 512: 53-68.
- [16]. Beck, F., Bárdossy, A., Seidel, J., Müller, T., Sanchis, E. F., Hauser, A, 2015, Statistical analysis of sub-daily precipitation extremes in Singapore. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3: 337-358.
- [17]. Salahi, B, KhorshidDoust, A M, Ghavidel, Y, 2004, The Relationship of North Atlantic Oscillation with drought in East Azerbaijan, *Geographical Research*, 60: 147 -156. [Persian]
- [18]. Alizade, A, Erfaniyan, M, Ansari, H, 2001, Study the affecting of Teleconnection patterns on temperature and precipitation parameters (Case Study: Mashhad synoptic station). *Journal of Irrigation and Drainage*, 2: 176-185. [Persian]
- [19]. Hosseini, SA., Failiyan, KH., Rahmani, S., Amiri, A., Yaghoubi, F, 2013, Relationship between signals meteorological with winter precipitation and temperature of Saqez and Sanandaj synoptic stations, the second conference on the role of geography in environmental planning of the third millennium, PNU center of Saghez, 6p.[Persian]
- [20]. Salahi, B, Hajizadeh, Z, 2013, Analysis of the relationship North Atlantic Oscillation and surface temperatures variability of the Atlantic with rainfall and temperature of Lorestan province, *Geographical Research*, 28(3):119-130. [Persian]
- [21]. FatehiMerej, A, Tajdini, M, Salajegheh, A, 2015, The relationship between climatic signals (SOI, MEI, NINO, NAO) and drought in Kerman province, *Journal of Agricultural Meteorology*, 3(1): 25-39. [Persian]
- [22]. Javari, M, 2010 *Methods of quantitative analysis in climatology (with an emphasis on seasonal models)*, first edition, Payamrasan press, p 17. [Persian]
- [23]. Alijani, B, 2009, *Synoptic climatology*, Samt, Tehran. [Persian]
- [24]. Asakereh, H, 2007, *Climate change*, first edition, Zanjan University Press, Zanjan. [Persian]
- [25]. Masoudian, S A, 2005, Study of Iran rainfall associated with ENSO, geography and regional development, (4): 73-82.[Persian]
- Geography and Planning, 49: 217 -230. [Persian]
- [5]. Kkosravi, M, 2004, Study of relationship between atmospheric circulation macro-scale patterns of Northern Hemisphere with drought in Sistan and Baluchestan, *geography and development*, 3: 167-188. [Persian]
- [6]. Karamouz M., Ramezani, F., Razavi, S, 2007, Forecasting the long-term of rainfall through meteorological signals: Application of Artificial Neural Networks, *Seventh International Congress on Civil Engineering*. Tehran, 11 p. [Persian]
- [7]. Hazrati, SH, Abrishamchi, A, Tajrishi, M, 2004, Investigating the Effects of north and south Atlantic Oscillation on temperature and precipitation in Urmia Lake basin, *First National Congress of Civil Engineering*, 8p. [Persian]
- [8]. Walker, 1924, Correlation in seasonal variations of weather, *Mem. India Meteorological department*, 24: 75-131.
- [9]. Bhutiyani, M. R. Kale, V S, Pawar, N. J, 2010, Climate change and the precipitation variations in the northwestern Himalaya: 1866–2006. *International Journal of Climatology*, 30(4): 535-548.
- [10]. Tremblay, L., Larocque, M., Anctil, F., Rivard, C, 2011, Teleconnections and interannual variability in Canadian groundwater levels. *Journal of Hydrology*, 410(3): 178-188.
- [11]. Rampelotto P.H. Rigozo N.R. da Rosa M.B. Prestes A. Frigo E. Souza Echer M.P. Nordemann D.J.R, 2012, Variability of rainfall and temperature (1912–2008) parameters measured from Santa Maria (29°41'S, 53°48'W) and their connections with ENSO and solar activity, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 77: 152-160.
- [12]. Rasanen, T A, Kumm, M, 2013, Spatiotemporal influences of ENSO on precipitation and flood pulse in the Mekong River Basin, *Journal of Hydrology*, 476: 154-168.
- [13]. Hamedani Azmoodehfar, M. Azarmsa, S.A, 2013, Assessment the Effect of ENSO on Weather Temperature Changes Using Fuzzy Analysis (Case Study: Chabahar). *PCBEE Procedia*, 5: 508 – 513.
- [14]. Daneshmand, H., Tavousi, T., Khosravi, M., Tavakoli, S, 2015, Modeling minimum temperature using adaptive neuro-fuzzy inference system based on spectral analysis of climate indices: A case study in Iran. *Journal of*