جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۱ ، زمستان۹۵
وصول مقاله : ۹۵/۳/۲۹
تأیید نهایی : ۹۵/۹/۲۱
صفحات : ۲۱۴- ۲۰۳

تحلیل فضایی روابط الگوهای پیوند از دور با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران

دکتر محمود خسروی[۱]، ابراهیم مسگری[۲]

چکیده

در این پژوهش، با هدف آشکارسازی روابط الگوهای پیوند از دور با دمای ماهانه، رابطهٔ بین دماهای ماهانهٔ ۲۴ ایستگاه سینوپتیک شمال غرب ایران با هفده الگوی پیوند از دور با استفاده از تحلیل همبستگی پیرسون و مدل رگرسیون گام‌به‌گام در دورهٔ آماری (۲۰۱۱-۱۹۹۲) برای سنجش روابط استفاده شد و در نهایت، توزیع فضایی میزان همبستگی الگوها با ایستگاههای مورد مطالعه در محیط GIS با روش درون‌یابی کریجینگ پهنه‌بندی و ترسیم گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین الگوها و دمای منطقه وجود دارد که در این بین، الگوهای پیوند از دور EA/WR، MEI، SOI، EP/NP و AO بیشترین رابطه را با دمای منطقه از خود نشان داده و به‌عنوان تأثیرگذارترین الگوها شناسایی شدند. با توجه به محاسبات انجام شده در تأخیرهای زمانی ۱ ماهه، ۲ ماهه و ۳ ماهه، بیشترین همبستگی متعلق به تأخیر زمانی ۱ ماهه بوده و قویی‌ترین ارتباط معنی‌دار، مربوط به ایستگاه سردشت در ماه فوریه با ضریب همبستگی ۰/۷۷۱- با الگوی EA/WR است.

کلید واژگان: الگوهای پیوند از دور، دما، شمال غرب ایران، همبستگی پیرسون.

۱- دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی (آب و هواشناسی)، دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول) Khosravi@Gep.usb.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی (آب و هواشناسی)، دانشگاه سیستان و بلوچستان Mesgari.Ebrahim@pgs.usb.ac.ir

مقدمه

از کاربردهای روش همبستگی در اقلیم‌شناسی، کشف ارتباط و پیوند بین الگوها و سامانه‌های جوی با عناصر و پدیده‌های مکان‌های دوردست‌تر است (صلاحی و همکاران،۱۳۸۶: ۱۴۷). رابطه و همبستگی‌های هم‌زمان معنی‌دار بین نوسانات عناصر اقلیمی یک مکان، با تغییرات الگوهای فشار و درجه حرارت سطح دریا در نقاط جغرافیایی دیگر را پیوند از دور می‌نامند (والاس و گوازلر[3]، ۱۹۸۱: ۷۸۴). دما یکی از عناصر بسیار حساس از نظر تأثیرپذیری از سایر عوامل تأثیرگذار محیطی واقعی است. الگوهای فشار بیش از سایر عوامل بر روی دما تأثیرگذار هستند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۰). الگوهای ارتباط از دور جهت پیش‌بینی میانگین شرایط هوایی، طی دوره‌های زمانی معمولاً چندین ماهه یا سالانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگوها اجازهٔ پیش‌بینی تا افق‌های زمانی دورتر را می‌دهد؛ زیرا متکی به سیکل‌های طولانی ناهنجاری دمای سطحی آب دریا (SST) است (نیکولس و کادتز[4]،۱۹۹۱: ۹۷۳). همچنین، الگوهای پیوند از دور، منعکس‌کنندهٔ تغییرات در مقیاس وسیع در امواج اتمسفری و موقعیت رودبادها بوده و بر درجه حرارت، بارش، مسیر طوفان‌ها و موقعیت و شدت رودبادها بر روی مناطق وسیع تأثیر می‌گذارند (خسروی،۱۳۸۳: ۱۹). اثر پیوند از دور بر اقلیم سطح زمین به‌طور گسترده از طریق پاسخ در میانگین ماهانهٔ دما یا بارش کل مورد بررسی قرار گرفته است (شریدان[5]،۲۰۰۳: ۲۷). اخیراً در این جهت، توجیه رفتار اقلیم براساس سازوکارهای الگوهای ارتباط از دور، مورد توجه محققان قرارگرفته است (یاراحمدی،۱۳۸۶: ۱۶۱). سینیتا[6] (۲۰۰۳: ۱۱۸۵) ارتباط بارش‌های زمستانی اروپای شمالی با نوسانات دمایی و فشار سطح دریا را مورد بررسی قرار داده و ارتباط قوی بین NAO و عناصر اقلیمی اروپای شمالی به‌ویژه با بارش و دما پیدا کرده است. تورکس و ارلات[7] (۲۰۰۵: ۳۳)، طی مطالعه‌ای نشان دادند که یک همبستگی منفی بین تغییرات شاخص نوسان اطلس شمالی و بارش فصل زمستان ترکیه وجود دارد؛ به‌طوری که فاز منفی الگوی NAO توأم با افزایش بارش زمستانه و کاهش دما و فاز مثبت آن، موجب کاهش بارش و افزایش دما و ظهور خشکسالی زمستانی در سراسر ترکیه شده است. جووانویچ و همکاران[8] (۲۰۰۸: ۱۳۰۷) در تحقیق خود با عنوان اثر نوسان اطلس شمالی (NAO) و نوسان قطبی (AO) بر روی رژیم بارش در صربستان، همبستگی بین داده‌های روزانه بارش در ایستگاههای صربستان و شاخص‌های روزانه NAO و AO در طی دورهٔ ۲۰۰۳-۱۹۵۱ را مورد ارزیابی قرار دادند؛ سپس ضریب همبستگی بین بارش روزانه و شاخص‌های روزانه NAO و AO را به دست آوردند و به نتیجه رسیدند که مقادیر شاخص‌ها برای بارش‌های حداکثر روزانه بین ۰/۴۴- تا ۰/۳۸ است، بعد از آن، تحلیل روند را برای دو دورهٔ ۲۰۰۶-۱۹۶۱ و ۲۰۰۶-۱۹۸۱ برای همهٔ سال‌ها و در طول ماههای زمستان در ۲۱ ایستگاه در سیبری انجام داده و یک روند بسیار مثبت را برای بارش در همهٔ قسمت‌های سیبری به‌دست آوردند. گنگ[9] و همکارانش (۲۰۱۰: ۵۲۹۴) در طی یک پژوهش نشان دادند که همبستگی بین ناهنجاری‌های اقلیمی شمال غرب اقیانوس آرام و نوسان جنوبی- النینو (ENSO) در طی تابستان در اواسط دههٔ ۱۹۷۰ در زمستان قبلی تقویت گشته و افزایش‌یافته است. این محققان، این فرضیه را نیز بررسی نمودند که پاسخ بخش حاره‌ای اقیانوس هند به ENSO، کلیدی برای این تغییراتِ بین دهه‌ای است. چاودری و همکاران[10] (۲۰۱۲: ۱۷۲۲)، طی مطالعات خود، تغییرپذیری و نوسان کند سالانهٔ شاخص النینو-نوسان جنوبی (انسو) را طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۸۷۰ با استفاده از مشاهدات هواشناسی در سطح دریا در امتداد مسیر بخش شمالی اقیانوس هند (از خلیج عدن از طرق تنگهٔ مالاکا) و بخش جنوبی دریای چین (به تنگهٔ لوزون) بررسی کردند. براساس نتایج

[3] . Wallace and Guzzler
[4] . Nicholls and Katz
[5] . Sheridan
[6] . Cinita
[7] . Turkes, and Erlat
[8] . Jovanovich et al.
[9] . Gang et al.
[10] . Chowdary et al.

مطالعات این محققان، بخش شمالی اقیانوس هند براثر النینو در اواخر قرن نوزده و اوایل و اواخر قرن بیستم گرمتر از فاصلهٔ سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۷۰بوده و اوج گرما در تابستان مشاهده شده است. همچنین، گرمای ناشی از النینو و بارش و فشار سطح دریا در بخش شمالی اقیانوس هند هنگام تابستان به سمت شمال غربی استوایی اقیانوس آرام افزایش می‌یابد. در یک پژوهش، جامع بر روی فرین‌های دمایی تابستانهٔ نیمکرهٔ شمالی یافته‌ها نشان داد که طی دورهٔ ۲۰۰۶-۱۹۴۸ بسامد رخداد فرین های سرد (از جمله روزهای یخی و روزهای همراه با یخبندان) کاهش معناداری را طی دورهٔ واکاوی تجربه کرده‌اند (فانگ و همکاران[11]،۲۰۰۸: ۶۸-۶۷). یویان و همکاران[12] (۲۰۱۴: ۲۸۱۷) بر روی الگوهای سه‌گانهٔ اروپایی- آسیایی پیوند از دور بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که الگوی اروپایی-آسیایی (EU) یک الگوی پیوند از دور، مجزای مشاهده شده در زمستان شمالی است. مطالعات آنها نشان داد که الگوهای EU به‌وسیلهٔ یک ساختار باروتروپیک قطاری‌شکل مشخص می‌شود که هر کدام منبع و مرکز فعالیت جداگانه دارند. همچنین، اثر هر کدام بر بارش و دمای سطحی از دیگری متفاوت است. آنها همچنین این احتمال را دادند که الگوهای اروپایی- آسیایی به‌وسیلهٔ ناهنجاری‌های دمای سطح دریا (SST) بر روی اقیانوس اطلس شمالی هدایت می‌شوند. بوجاریو و جیمنو (۲۰۰۴)، تریگو و همکاران (۲۰۰۵) و لیند و همکاران (۲۰۰۷) نیز ارتباط بین الگوهای پیوند از دور با عناصر مختلف اقلیمی را در مناطق مختلف جغرافیایی مورد مطالعه قرار دادند.

توجیه رفتار اقلیم براساس سازوکارهای الگوهای ارتباط از دور، در ایران نیز مورد توجه محققان قرار گرفته است. غیور و عساکره (۱۳۸۱: ۹۳)، اثرات پدیده‌های NAO و انسو بر تغییرات ماهانهٔ دمای جاسک را با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی، مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که ۴۰ درصد نوسانات دمایی جاسک، متأثر از پدیده‌های NAO و انسو است. قائمی و عساکره (۱۳۸۲: ۱۱۶) نقش NAO را در تغییرپذیری دمای ایستگاه مشهد مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که در فازهای منفی و مثبت، همبستگی بیشتری بین نوسانات دما و NAO دیده می‌شود؛ اما در فازهای خنثی همبستگی آنها ضعیف و بی‌معنی است. مطالعهٔ جامعی که در خصوص تغییرات ناشی از NAO انجام گرفته است، نشان می‌دهد که غالباً در فازهای منفی NAO در کشورهای اطراف مدیترانه (مشتمل بر بخش‌های غرب و شمال غرب ایران)، بارش افزایش می‌یابد؛ اما در این خصوص، یک استثنا وجود دارد و آن وقوع پدیدهٔ بلوکینگ است که مانع و اخلالی برای مقدار مورد انتظار بارش در هر دو فاز است. خسروی (۱۶۷:۱۳۸۳)و(۱۶:۱۳۸۴) اثر الگوهای دورپیوند بر خشکسالیهای فراگیر سالانه و زمستانه استان سیستان و بلوچستان را بررسی نموده است.در این پژوهش ،شاخص های دورپیوند فعال نیمکره شمالی در فصل زمستان و همچنین شاخص چند متغیره انسو (MEI)با شاخص (SPI) مقایسه گردید. با استفاده از آزمونهای همبستگی و مدل های رگرسیونی چندمتغیره گام به گام و عقب رو مشخص گردید، این الگوها در مجموع ۵۵ درصد از تغییرات شاخص (SPI) را تبیین می نمایند و الگوی اسکاندیناوی که معنی دارترین همبستگی را با شاخص (SPI)دارد، به عنوان مؤثرترین الگوی تبیین کننده شدت خشکسالی تعیین شد. در مقیاس سالانه نیز بر اساس معادلات رگرسیون گام به گام و حذف الگوهایی که نقش کمتری در توجیه تغییرات این الگوها داشته اند، موثرترین الگوها بر شدت خشکسالی استان سیستان و بلوچستان مشخص گردید وهمچنین تاثیر الگوها بر تغییر شدت خشکسالی و کاهش بارش بر اساس نتایج مدل ها برآورد شده است. برای مثال به ازای هر واحد افزایش در الگوهای MEI و NOI به ترتیب ۲۶ و۱۲/۳ درصد بر شدت خشکسالی افزوده می شود و به ازای افزایش هر واحد الگوهایPOL ، NP، PDOو استخر گرم نیمکره غربی (WHWP)نیز به ترتیب ۳۲/۵، ۲۴، ۱۶/۶ و ۷ درصد بر شدت خشکسالی سالانه افزوده می شود.خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۸۶: ۵۷)، تأثیر نوسانات اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر را بررسی کردند. در این پژوهش، با استفاده از آزمون

[11] . Fang et al.
[12] . Yuyun et al.

همبستگی مشخص شد که فاز مثبت NAO با دوره‌های افزایش بارش و کاهش دما و فاز منفی شاخص مزبور با دوره‌های کاهش بارش و افزایش نسبی دما هم‌زمان است. خسروی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۲۵) ارتباط شاخص نوسان قطبی با نوسان‌های دمایی ایران را در ایستگاه شهرکرد مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که یک پیوند معکوس بین شاخص نوسان قطبی و دماهای حداقل شهرکرد با ضریب همبستگی (۰/۴۶-) وجود دارد و بین میانگین سالانهٔ این شاخص با دمای حداکثر، متوسط سالیانهٔ دما و متوسط سالیانهٔ فشار شهرکرد نیز ارتباط وجود دارد. پژوهشگران سازمان جو و اقیانوس‌شناسی ایالت متحده در نیمکرهٔ شمالی ۱۴ الگوی پیوند از دور تشخیص داده‌اند که در نواحی برون‌حاره و در طول سال فعال‌اند. بعضی از این الگوها تنها در برخی از ماه‌ها فعال‌اند و در ماههای دیگر یا غیرفعال بوده و یا از فعالیت آنها کم می‌شود. هر یک از الگوهای موردنظر بر بخش‌هایی از سیاره اثر می‌گذارند. همچنین، ناظم‌السادات و همکاران (۱۲:۱۳۸۶) ارتباط معنی‌دار بین فازهای تابستانهٔ پدیدهٔ انسو و ترسالی و خشکسالی دورهٔ سرد سال را تأیید نموده‌اند. خورشیددوست و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی روابط الگوهای کلان‌مقیاس با نوسانات بارش اهر رابطهٔ معنی‌داری بین ترسالی و خشکسالی‌های منطقه و پدیده‌های ال نینو و لانینا را مورد تأیید قرار دادند (خورشیددوست و همکاران،۹۵:۱۳۸۹).

با توجه به اهمیت الگوهای پیوند از دور و ارتباط آنها با پارامترهای اقلیمی در ایران و در نظر گرفتن مطالعات صورت گرفته، در این پژوهش به بررسی دماهای ماهانهٔ ایستگاههای شمال غرب ایران پرداخته شده و ارتباط آنها با هفده شاخص، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

داده ها و روش‌ها

برای بررسی رابطهٔ الگوهای پیوند از دور با دمای ایران، از تحلیل همبستگی و مدل رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شده است. داده‌های دمای میانگین ماهانهٔ ۲۴ ایستگاه سینوپتیک ایران در بازهٔ زمانی (۲۰۱۱-۱۹۹۲)، از تارنمای سازمان هواشناسی کشور (Irimo.ir) گردآوری شدند. داده‌های استاندارد شدهٔ شاخص‌های پیوند از دور مربوط در همان دورهٔ آماری، از سایت مرکز پیش‌بینی اقلیم وابسته به سازمان پژوهش‌های جوی و اقیانوسی ایالت متحده گرفته شد.

در این پژوهش، داده‌های ۱۷ الگوی ارتباط از دور در قالب‌های مقایسه (مستقیم، تأخیر زمانی ۱ ماهه، ۲ ماهه و ۳ ماهه) با داده‌های اقلیمی ۲۴ ایستگاه شمال غرب ایران بعد از استانداردسازی براساس روش همبستگی پیرسون تحلیل گردید (جدول ۱).

جدول ۱. الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه در این پژوهش

۱. شاخص چند متغیرهٔ انسو (MEI)
۲. الگوی اطلس شرقی (EA)
۳. الگوی آرام غربی (WP)
۴. الگوی اطلس شرقی/ روسیهٔ غربی (EA / WR)
۵. نوسان اطلس شمالی (NAO)
۶. الگوی حاره‌ای، نیمکرهٔ شمالی (TNH)
۷. الگوی شاخص نوسان شمالی (NOI)
۸. الگوی حاره‌ای اطلس شمالی (TNA)
۹. الگوی حاره‌ای جنوب اقیانوس اطلس (TSA)
۱۰. الگوی قطب شمال (AO)
۱۱. الگوی آرام / آمریکای شمالی (PNA)
۱۲. الگوی آرام شرقی-آرام شمالی (EP/NP)
۱۳. الگوی نوسانات دهه‌ای اقیانوس آرام (PDO)
۱۴. الگوی قطبی، اوراسیا (P/E) یا (POL)
۱۵. الگوی نوسان جنوبی (SOI)
۱۶. الگوی اسکاندیناوی (SCA)
۱۷. الگوی انتقالی نینو (TNI)

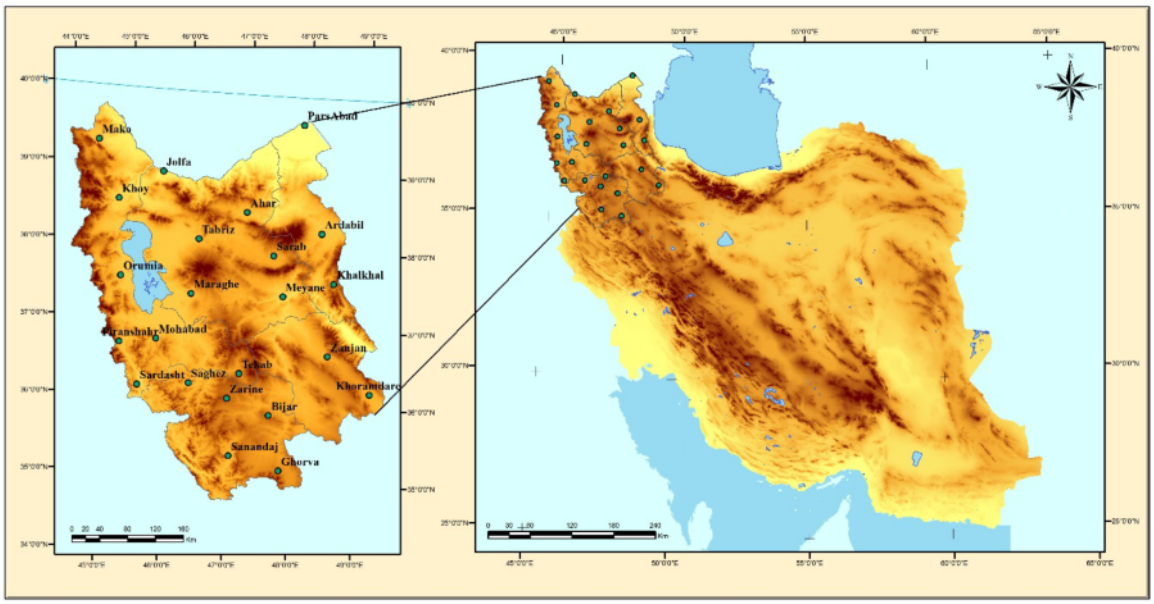
(منبع : نگارندگان)

بسیاری از این الگوها در چند سالهٔ اخیر کشف و معرفی گردیده‌اند و این نوع مطالعات در سطح جهانی نیز در مراحل اولیهٔ سیر تکاملی خود است. نگارندگان در این پژوهش در پی یافتن رابطه‌ای بین این الگوها با دمای ماهانهٔ استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، اردبیل و کردستان هستند (جدول شمارهٔ ۲) و (شکل شمارهٔ ۱).

جدول ۲. مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
اهر	۴۷ درجه ۴۰ دقیقه	۳۶ درجه ۳۶ دقیقه	۱۳۶۰
جلفا	۴۵ درجه ۴۰ دقیقه	۳۸ درجه ۴۵ دقیقه	۷۳۶
مراغه	۴۶ درجه ۱۶ دقیقه	۳۷ درجه ۲۳ دقیقه	۱۴۴۷
میانه	۴۷ درجه ۴۲ دقیقه	۳۷ درجه ۲۷ دقیقه	۱۱۱۰
سراب	۴۷ درجه ۳۲ دقیقه	۳۷ درجه ۵۶ دقیقه	۱۶۸۲
تبریز	۴۷ درجه ۱۴ دقیقه	۳۸ درجه ۵۰ دقیقه	۱۳۶۰
خوی	۴۴ درجه ۹۴ دقیقه	۳۸ درجه ۵۵ دقیقه	۱۱۴۸
مهاباد	۴۵ درجه ۷۲ دقیقه	۳۶ درجه ۷۴دقیقه	۱۳۲۰
ماکو	۴۴ درجه ۵۵ دقیقه	۳۹ درجه ۲۸ دقیقه	۱۱۸۲
ارومیه	۴۵ درجه ۰۴ دقیقه	۳۷ درجه ۳۳ دقیقه	۱۳۳۲
پیرانشهر	۴۵ درجه ۱۴ دقیقه	۳۶ درجه ۶۹ دقیقه	۱۵۰۲
سردشت	۴۵ درجه ۵۳ دقیقه	۳۶ درجه ۲۵ دقیقه	۱۴۸۰
زنجان	۴۸ درجه ۴۸ دقیقه	۳۶ درجه ۶۶ دقیقه	۱۶۶۳
خرمدره	۴۹درجه ۲۵ دقیقه	۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه	۱۵۷۰
خدابنده	۳۸درجه ۳۵ دقیقه	۳۶ درجه ۷ دقیقه	۱۳۵۰
اردبیل	۴۸درجه ۳ دقیقه	۳۸ درجه ۲۵ دقیقه	۱۳۵۰
خلخال	۴۸ درجه و۳۲ دقیقه	۳۷ دقیقه و۳۷دقیقه	۱۸۴۳
پارس‌آباد	۳۹ درجه ۶۵ دقیقه	۴۲ درجه۴۷ دقیقه	۳۲
سنندج	۴۶ درجه ۹۹ دقیقه	۳۵ درجه ۳۱ دقیقه	۱۵۳۷
سقز	۴۶درجه ۲۷ دقیقه	۳۶ درجه ۲۴ دقیقه	۱۴۷۶
زرینه	۴۷ درجه ۱۵ دقیقه	۳۶ درجه ۰۵ دقیقه	۲۱۴۰
قروه	۴۷درجه ۰۸دقیقه	۳۵ درجه ۱۵ دقیقه	۱۹۰۰
مریوان	۴۶ درجه ۱۲ دقیقه	۳۵ درجه ۳۱ دقیقه	۱۲۸۶٫۸
تکاب	۴۷ درجه ۱۱ دقیقه	۳۶ درجه ۴۰ دقیقه	۱۷۶۵

(منبع : نگارندگان)



شکل ۱. نقشهٔ پراکندگی ایستگاههای شمال غرب ایران

(منبع : نگارندگان)

سپس داده‌ها در محیط نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شدند. پس از تحلیل توصیفی داده‌ها، با استفاده از روش همبستگی آماری پیرسون، ارتباط بین میانگین دمای ماهانه و سالانهٔ ایستگاههای مذکور با هفده شاخص مختلف پیوند از دور، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و در نهایت، مؤثرترین الگوهای معنی‌دار شناسایی شد.

نتایج و بحث

در این نوشتار، همبستگی دما با ۱۷ شاخص پیوند از دور مورد بررسی قرار گرفت و فرض وجود رابطهٔ معنی‌دار بین دمای شمال غرب ایران و هر یک از شاخص‌ها بررسی شد و نتایج زیر به‌دست آمد:

۱-در بین الگوهای ارتباط از دور با تأخیر زمانی ۱ ماهه، الگوهای SCA و PT تقریباً کمترین همبستگی و الگوهای EPNP، EAWR، MEI بیشترین همبستگی را با دمای ماهانهٔ ایستگاههای منطقهٔ مورد مطالعه داشته‌اند.

۲-در بین الگوهای ارتباط از دور با تأخیر زمانی ۲ ماهه، مؤثرترین الگوها بر شمال غرب ایران الگوهای EAWR، MEI، SOI هستند که در مواردی، الگوهای دیگری همچون PNA، EPNP به سطح معنی‌داری خوبی رسیدند و الگوهای SCA و PT کمترین تأثیر معنی‌دار را در بین الگوها دارا بودند.

۳-در بین الگوهای ارتباط از دور با تأخیر ۳ ماهه، با دمای ماهانهٔ منطقهٔ مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که الگوهای EAWR، MEI، SOI، POL تأثیرگذارترین الگوها هستند؛ البته الگوی AO در این تأخیر زمانی نیز در بعضی از ایستگاهها نسبت به سایر الگوها همبستگی معنی‌دار بیشتری کسب کرده است. الگوهای SCA و PT کم‌تأثیرگذارترین الگو نسبت به سایر الگوها تعیین گردید. نکتهٔ قابل توجه در همبستگی با تأخیر زمانی این است که قدرت و توان الگوی NAO،MEI و AO متغیر بوده و بعضاً میزان معنی‌داری این الگوها کاهش یا افزایش پیدا می‌کرد؛ همچنین، ضعف الگوی EPNP در تأخیر زمانی دو ماهه مشاهده می‌شود که این ضعف با تقویت الگوهای NP، EI در منطقه همراه است. در تأخیر زمانی سه ماهه، سطح معنی‌داری و همبستگی الگوی EPNP به کمترین حد ممکن رسیده است. در این تأخیر زمانی نیز شدت گرفتن و افزایش سطح معنی‌داری الگوی AO مشاهده می‌شود که در مواردی، از سطح معنی‌داری الگوهای دیگر نیز بالاتر می‌رود. در کل باید گفت، مؤثرترین الگو در بین الگوها که بیشترین سطح معنی‌دار را با دمای منطقه از خود نشان داده است، الگوی EAWR و کم‌تأثیرگذارترین الگو در بین الگوها نیز الگوی PT است.

۴- جدول شمارهٔ ۳ همبستگی بین ایستگاههای منطقهٔ مورد مطالعه با الگوی پیوند از دور EAWR را نشان می‌دهد. نتایج این جدول بیانگر این مطلب است که بین دمای ایستگاههای خوی، ماکو، ارومیه، اهر، جلفا، میانه، اردبیل، بیجار، قروه، خرمدره، مهاباد، پیرانشهر، مراغه، سراب، تبریز، خلخال، پارس‌آباد، سقز، سنندج، زرینه، زنجان و الگوی EA/WR ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد در یک یا ۴ ماه از سال وجود دارد؛ اما در ماههای ژانویه، آوریل، اکتبر، نوامبر و دسامبر هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری دیده نشد. قوی‌ترین ارتباط معنی‌دار مربوط به ایستگاه سردشت در ماه فوریه با ضریب همبستگی ۰/۷۷۱- و ضعیف‌ترین ارتباط معنی‌داری با الگوی مربوط، متعلق به ایستگاه مهاباد، تبریز و پارس‌آباد به‌ترتیب در ماههای فوریه و سپتامبر با ضریب همبستگی مشابه ۰/۴۴۵- است. همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود، جهت همبستگی ایستگاهها با الگوی EA/WR به‌صورت معکوس و منفی است.

جدول ۳. ضرایب همبستگی الگوی پیوند از دور EAWR با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران(منبع نگارندگان)

M	خوی	مهاباد	ماکو	ارومیه	پیرانشهر	سردشت	تکاب	اهر	جلفا	مراغه	میانه	سراب	تبریز
۱	۱۸۳.۰	۱۶۴.۰	۲۰۲.۰	۰۸۸.۰	۰۱۱.۰	۱۴۲.۰-	۰۵۸.۰	۰۸۸.۰	۲۱۶.۰	۰۹۲.۰	۱۸۴.۰	۰۴.۰	۰۷۹.۰
۲	۲۷۸.۰-	*۴۴۵-.	۴۲۷.۰-	۴۴۱.۰-	*۵۰۵-.	**۷۷۱-.	*۵۴۱-.	۳۴.۰-	۳۹.۰-	*۵۳۶-.	*۴۹۰-.	۳۹۷.۰-	*۴۴۵-.
۳	*۴۴۶-.	**۶۰۰-.	*۴۵۳-.	**۵۸۷-.	**۶۹۸-.	**۷۲۱-.	**۶۸۱-.	*۴۹۰-.	*۵۰۶-.	**۶۳۳-.	**۵۷۰-.	*۵۵۷-.	*۵۶۱-.
۴	۱۲.۰	۰۰۱.۰	۱۲۹.۰	۰۰۱.۰	۱۵۳.۰-	۰۲۵.۰-	۰۷۱.۰	۲۷۷.۰	۱۴۴.۰	۰۰۲.۰-	۲۰۵.۰	۱۵۳.۰	۰۵۳.۰
۵	۱۰۴.۰-	۳۸۲.۰-	۰۵۴.۰	۲۸۵.۰-	**۵۶۲-.	*۴۹۰-.	۲۶۳.۰-	۰۴۴.۰	۰۲۵.۰-	*۴۵۴-.	۰۸۸.۰-	۲۹۸.۰-	۳۳۲.۰-
۶	**۶۳۶-.	**۶۶۳-.	*۵۲۰-.	**۵۸۸-.	**۷۲۵-.	**۶۸۸-.	**۵۹۲-.	۴۰۹.۰-	**۶۱۹-.	**۶۸۴-.	۲۳۱.۰-	*۴۵۴-.	**۶۰۴-.
۷	*۵۳۷-.	*۴۴۶-.	۴۰۱.۰-	۴۲۴.۰-	*۵۱۶-.	*۴۷۸-.	۲۳۱.۰-	۲۴۶.۰-	*۵۰۹-.	۴۴۳.۰-	۲۷۸.۰	۱۳۵.۰-	۲۸۳.۰-
۸	**۶۱۰-.	**۶۱۳-.	۳۶۶.۰-	۴۳۵-.	**۶۹۲-.	*۴۹۱-.	۱۷۱.۰-	۴۱۱.۰-	*۵۳۸-.	**۵۷۹-.	۰۲۳.۰-	۴۱۵.۰-	*۴۸۹-.
۹	**۶۵۳-.	**۵۲۶-.	*۵۱۵-.	*۴۹۳-.	**۶۰۵-.	**۵۷۶-.	*۵۲۱-.	۲۲۷.۰-	*۵۳۹-.	**۶۵۱-.	۱۳۲.۰-	*۵۰۶-.	**۵۷۸-.
۱۰	۰۶۳.۰-	۱۱۴.۰-	۲۳۱.۰-	۰۷۷.۰-	۱۱۳.۰-	۰۶۱.۰-	۱۲۲.۰	۰۱۳.۰-	۰۱۷.۰	۰۶۴.۰-	۰۷۹.۰-	۰۲۳.۰	۰۱۸.۰-
۱۱	۲۱۲.۰-	۱۲۵.۰-	۲۴۷.۰-	۰۴۹.۰-	۲۰۴.۰-	۲۱۵.۰-	۰۴۷.۰-	۰۶۱.۰	۲۸۸.۰-	۱۲۶.۰-	۱۱۷.۰	۰۰۷.۰	۱۰۱.۰-
۱۲	۰۷۶.۰	۰۶۸.۰	۰۰۹.۰	۱۲۸.۰	۰۲۸.۰-	۱۸۷.۰-	۰۰۳.۰	۰۶۸.۰	۰۷۱.۰	۰۱۷.۰	۱۷۸.۰	۰۲۳.۰	۰۰۴.۰
M	اردبیل	خلخال	پارس	بیجار	قروه	مریوان	سقز	سنندج	زرینه	زنجان	خرمدره	خدابنده	
۱	۱۱۸.۰-	۰۲۹.۰-	۰۲۱.۰	۱۷۱.۰	۲۲۶.۰	۲۵۴.۰	۲۵۸.۰	۲۷.۰	۰۶۵.۰	۰۶۲.۰	۱۳۱.۰	۲۲۸.۰	
۲	۴۲۷.۰-	*۵۱۷-.	۳۹۶.۰-	۴۲۹.۰-	*۵۰۴-.	*۴۹۷-.	*۵۰۵-.	*۵۴۸-.	*۴۶۳-.	**۶۱۲-.	*۵۴۸-.	۲۳۵.۰-	
۳	*۵۴۳-.	**۶۴۸-.	۲۲۲.۰-	**۶۶۱-.	**۶۵۴-.	**۶۷۴-.	**۶۷۸-.	**۶۴۸-.	**۶۳۰-.	**۶۴۷-.	**۵۷۴-.	*۵۳۰-.	
۴	۲۱۲.۰	۰۳۶.۰	۲۴۷.۰	۰۵۳.۰	۰۷۴.۰	۱۷۹.۰	۰۱۳.۰-	۰۵۵.۰	۱۲۹.۰	۰۷۸.۰	۲۳۸.۰	۰۸۱.۰-	
۵	۱۹۸.۰-	*۴۴۷-.	۱۳۶.۰	۲۸۹.۰-	۲۴.۰-	۱۱۶.۰-	۳۱۵.۰-	۳۷۷.۰-	۰۷۲.۰-	*۴۹۱-.	۲۵۶.۰-	۰۲۳.۰-	
۶	۳۴۵.۰-	*۴۸۶-.	۲۴۷.۰-	۴۰۷.۰-	۳۲۱.۰-	۲۶۷.۰-	**۶۳۷-.	**۶۷۴-.	۲۴۸.۰-	*۵۵۷-.	۳۶۳.۰-	۱۶۸.۰-	
۷	*۴۷۳-.	۲۳۹.۰-	۳۳۳.۰-	۳۸۴.۰	*۴۴۹.	**۵۶۷-.	۴۴۲.۰-	۲۵۷.۰	۰۸۵.۰-	۱۰۱.۰	۴۶۲.۰		
۸	**۶۵۲-.	۴۴۱.۰-	*۴۴۵-.	۰۱۱.۰-	۱۳۴.۰	۲۶۵.۰-	**۵۹۳-.	۴۳۳.۰-	۰۴۶.۰-	۳۸۸.۰-	۰۴۲.۰-	*۵۳۵.	
۹	*۵۶۱-.	**۶۹۵-.	*۴۶۰-.	۲۰۱.۰-	۱۳۳.۰-	۱۷۷.۰-	**۶۲۹-.	**۵۸۷-.	۲۸.۰-	**۵۹۱-.	۱۶۹.۰-	۰۱۷.۰-	
۱۰	۰۰۶.۰-	۰۴۴.۰-	۱۴.۰	۰۷۹.۰-	۱۰۵.۰-	۱۹۹.۰-	۰۱۳.۰	۲۵۶.۰	۲۳۹.۰-	۰۷۵.۰-	۱۹۹.۰	۱۸۶.۰-	
۱۱	۱۳۶.۰-	۱۶۷.۰-	۱۷۶.۰-	۰۷۳.۰	۱۴۵.۰	۰۱۴.۰-	۲۳۸.۰-	۰۰۴.۰	۱۴۶.۰	۰۱۱.۰	۰۹۶.۰	۱۳۱.۰	
۱۲	۰۶۷.۰-	۱.۰-	۰۱.۰-	۰۴۷.۰	۰۰۱.۰	۰۷۳.۰-	۰۰۶.۰-	۰۰۷.۰	۰۶۱.۰-	۰۰۵.۰-	۱۲.۰	۰۲۲.۰	

**همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

* همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

۵- با توجه به مقادیر به‌دست آمده (جدول ۴) مشاهده می‌شود، کلیهٔ ایستگاهها در یک تا ۵ ماه، ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد از خود نشان دادند. در ماههای ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، اکتبر و در ماه نوامبر به غیر از ایستگاه سردشت هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین الگوی MEI و ایستگاههای مورد مطالعه مشاهده نگردید و قویی‌ترین ارتباط معنی‌داری مربوط به ایستگاه سقز در ماه می با ضریب همبستگی ۰/۷۵۸- و ضعیف‌ترین ارتباط معنی‌داری با الگوی مربوط متعلق به ایستگاه ارومیه و سردشت به‌ترتیب در ماههای ژوئن و دسامبر با ضریب همبستگی مشابه ۰/۴۴۶- است. همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود، همبستگی ایستگاهها با الگوی MEI به‌صورت منفی است.

جدول ۴. ضرایب همبستگی الگوی پیوند از دور MEI با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران(منبع نگارندگان)

M	خوی	مهاباد	ماکو	ارومیه	پیرانشهر	سردشت	تکاب	اهر	جلفا	مراغه	میانه	سراب	تبریز
۱	۰۷۱.۰-	۰۳۸.۰	۰۵۳.۰-	۰۶۶.۰-	۰۲۹.۰	۱۴۴.۰-	۰۲۶.۰-	۰۳۷.۰-	۰۲۴.۰	۰۲۵.۰	۱۳۱.۰	۰۹۱.۰-	۰۷۸.۰-
۲	۲۳۸.۰-	۲۲۵.۰-	۲۹۸.۰-	۲۱۲.۰-	۲۱۷.۰-	۴۰۶.۰-	۲۷۲.۰-	۲۲۳.۰-	۲۶۳.۰-	۲۴۳.۰-	۳۱۵.۰-	۱۵۴.۰-	۲۴۱.۰-
۳	۲۴۶.۰-	۲۴۶.۰-	۲۹.۰-	۲۶۹.۰-	۲۸۴.۰-	۳۱۴.۰-	۳۸۷.۰-	۲۲۹.۰-	۲۸۱.۰-	۲۷۷.۰-	۳۴۱.۰-	۲۱۴.۰-	۲۴۱.۰-
۴	۱۹۸.۰-	۳۸۳.۰-	۱۵۵.۰-	۳۱۶.۰-	۳۹۴.۰-	۳۵۹.۰-	۲۸۶.۰-	۱۸۸.۰-	۲۴۳.۰-	۳۷۴.۰-	۲۰۳.۰-	۲۷۲.۰-	۳۱۸.۰-
۵	*۵۱۵-.	**۶۹۹-.	۳۵.۰-	*۵۵۲-.	**۶۶۱-.	**۶۱۰-.	*۵۵۹-.	۴۰۴.۰-	۴۰۴.۰-	**۶۳۱-.	*۵۰۸-.	**۵۷۲-.	**۵۷۲-.
۶	۳۱۷.۰-	۴۲.۰-	۲۳۷.۰-	۲۷۸.۰-	۳۵۹.۰-	۳۶۶.۰-	*۵۰۱-.	۱۵۱.۰-	۲۱۲.۰-	۳۵۲.۰-	۱۳۱.۰-	۱۰۹.۰-	۲۴۸.۰-
۷	*۵۲۵-.	*۴۹۸-.	*۴۸۲-.	*۴۴۶-.	*۵۴۰-.	*۵۱۱-.	*۵۰۴-.	۳۶.۰-	*۴۶۴-.	*۴۷۷-.	۰۲۹.۰	۲۵۴.۰-	۳۷۳.۰-
۸	۳۳۴.۰-	۳۶۱.۰-	۲۲۹.۰-	۳۰۴.۰-	۴۰۷.۰-	۳۳۳.۰-	۱۴۷.۰-	۳۰۶.۰-	۲۵۹.۰-	۳۳۴.۰-	۰۳۶.۰-	۲۱۴.۰-	۲۹۱.۰-
۹	*۵۱۴-.	*۵۱۵-.	*۴۸۹-.	*۴۶۴-.	۴۱۴.۰-	**۵۶۲-.	**۶۵۸-.	*۴۹۳-.	۴۰۸.۰-	*۵۶۱-.	*۴۵۶-.	*۴۹۵-.	*۵۵۰-.
۱۰	۰۵۲.۰	۰۵۹.۰-	۱۷۴.۰	۱۰۷.۰	۱۵۶.۰-	۱۷۳.۰-	۲۳۳.۰-	۱۷۵.۰	۱۲۱.۰	۰۷۱.۰-	۰۵۴.۰	۰۶۷.۰	۰۷۶.۰
۱۱	۱۳۹.۰-	۱۳۲.۰-	۲۳۵.۰-	۰۲۳.۰-	۲۴۴.۰-	*۴۴۶-.	۰۳۴.۰-	۱۰۳.۰-	۰۸۸.۰-	۱۷۳.۰-	۱۳۵.۰-	۰۱۸.۰	۰۹۴.۰-
۱۲	۴۲۴.۰-	۳۹۳.۰-	*۵۱۷-.	۳۴۲.۰-	*۴۷۹-.	**۵۶۶-.	۳۵.۰-	*۴۵۶-.	۴۲۴.۰-	۴۲۶.۰-	۳۴۸.۰-	۳۱۴.۰-	۳۸۸.۰-
M	اردبیل	خلخال	پارس	بیجار	قروه	مریوان	سقز	سنندج	زرینه	زنجان	خرمدره	خدابنده	
۱	۱۵۴.۰-	۰۵۳.۰-	۲۳۵.۰-	۱۵.۰	۱۳.۰	۰۸۱.۰	۱۵.۰	۱۳۳.۰	۰۳۶.۰-	۰۱.۰	۰۲۲.۰-	۲۳.۰	

۲	۲۳۳.۰-	۲۹۹.۰-	۲۲۹.۰-	۱۶۷.۰-	۲۴۶.۰-	۱۵۹.۰-	۱۸۴.۰-	۱۶۸.۰-	۱۷۴.۰-	۲۹۳.۰-	۲۹۷.۰-	۰۸۲.۰-	
۳	۱۹۶.۰-	۳۶۴.۰-	۱۳۶.۰-	۳۳۲.۰-	۳۵۴.۰-	۳۰۳.۰-	۲۷۲.۰-	۲۹۳.۰-	۲۷۷.۰-	۳۲۴.۰-	۳۳.۰-	۱۷۵.۰-	
۴	۲۱.۰-	۳۶۴.۰-	۰۵۱.۰-	۱۹۴.۰-	۱۷۳.۰-	۱۲۱.۰-	۳۱۴.۰-	۲۵۱.۰-	۱۲۳.۰-	۳۰۳.۰-	۲۱۳.۰-	۰۷۷.۰-	
۵	۳۹۸.۰-	**۶۴۹-.	۱۰۹.۰-	*۵۱۹-.	**۴۴۷-.	۰۸۴.۰-	**۷۵۸-.	**۶۲۹-.	۳۴۳.۰-	**۷۱۸-.	*۵۵۴-.	۳۰۴.۰-	
۶	۰۰۲.۰-	۲۹.۰-	۰۷۶.۰	۱۷۷.۰-	۱۳۴.۰-	۱.۰	**۵۸۸-.	*۵۲۳-.	۱۰۷.۰-	۲۵۳.۰-	۱۵۲.۰-	۰۷۳.۰	
۷	۴۱۴.۰-	۳۷۸.۰-	۳۰۷.۰-	۱۱۷.۰	۲۵۲.۰	۱۲۹.۰-	**۶۶۴-.	*۴۷۱-.	۰۵۶.۰	۰۴۲.۰-	۰۴۲.۰	۳۲۶.۰	
۸	۳۴۶.۰-	۲۲۴.۰-	۲۳۸.۰-	۱۳۸.۰	۱۹۹.۰	۳۲۹.۰-	۴۲۶.۰-	۳۶۱.۰-	۱۰۸.۰	۰۴۵.۰-	۰۲۴.۰	۳۵۵.۰	
۹	۳۹۳.۰-	*۵۳۹-.	**۶۰۹-.	۳۲۲.۰-	۳۵۹.۰-	۳۶.۰-	**۶۵۵-.	**۶۶۱-.	**۶۰۵-.	*۴۷۶-.	۳۰۵.۰-	۳۲.۰-	
۱۰	۱۰۲.۰	۱۵۸.۰-	۱۹۲.۰	۰	۱۲۹.۰-	۰۶۵.۰	۱۳۸.۰-	۱۶۵.۰-	۲۱۸.۰	۰۴۷.۰-	۰۵۸.۰	۰۳۱.۰	
۱۱	۱۳.۰-	۲۲۶.۰-	۰۸۸.۰-	۲۳۳.۰-	۲۴۳.۰-	۰۲۲.۰	۱۱۶.۰-	۰۰۹.۰	۱۹۷.۰-	۱۵۷.۰-	۱۸۴.۰-	۲۰۷.۰-	
۱۲	*۴۶۰-.	*۵۰۷-.	*۴۹۷-.	۳۹۱.۰-	۴۰۲.۰-	۳۵۴.۰-	۳۷۷.۰-	۲۶۳.۰-	*۴۶۷-.	۴۰۲.۰-	۴۳۵.۰-	۴۶۷.۰-	

**همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

* همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

۶- با توجه به مقادیر به‌دست آمده جدول شمارهٔ ۵ مشاهده می‌شود، به جز ایستگاههای ماکو، جلفا، مریوان، زرینه و خدابنده، کلیهٔ ایستگاههای ارتباط معنی‌داری را با تأخیر از خود نشان دادند. قویی‌ترین ارتباط معنی‌داری مربوط به ایستگاه خلخال در ماه می با ضریب همبستگی ۰/۷۰۸ و ضعیف‌ترین ارتباط معنی‌داری با الگوی مربوطه متعلق به ایستگاه میانه در ماه سپتامبر با ضریب همبستگی مشابه ۰/۴۴۴- است. همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود، جهت همبستگی ایستگاهها با الگوی SOI به‌صورت مستقیم و مثبت است.

جدول ۵. ضرایب همبستگی الگوی پیوند از دور SOI با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران(منبع نگارندگان)

M	خوی	مهاباد	ماکو	ارومیه	پیرانشهر	سردشت	تکاب	اهر	جلفا	مراغه	میانه	سراب	تبریز
۱	۰۸۴.۰	۰۶۶.۰-	۱۰۹.۰	۰۳۳.۰	۰۸۲.۰-	۰۸۲.۰	۰۸۸.۰-	۰۵.۰-	۰۲۷.۰	۰۵۹.۰-	۱۷۱.۰-	۰۱۶.۰	۰۲۹.۰
۲	۲۵۱.۰	۲۷۵.۰	۳۲۵.۰	۲۷۶.۰	۲۹۸.۰	*۴۹۱.	۳۷.۰	۲۴۹.۰	۲۵.۰	۳۲.۰	۳۷۶.۰	۲۱۸.۰	۲۹۴.۰
۳	۲۶۴.۰	۱۸۵.۰	۲۹۵.۰	۲۱۵.۰	۱۹۵.۰	۲۳۴.۰	۲۷۲.۰	۲۳۴.۰	۳۲۷.۰	۲۱۵.۰	۳۰۸.۰	۱۷۲.۰	۱۹۲.۰
۴	۲۳۲.۰	۳۹۲.۰	۱۶۱.۰	۳۰۳.۰	۳۷۶.۰	۳۷۸.۰	۳۳۴.۰	۲۱۳.۰	۲۲۳.۰	۳۸.۰	۲.۰	۳۰۹.۰	۳۴۵.۰
۵	۴۳۲.۰	**۶۷۶.	۲۹۴.۰	*۴۷۶.	**۵۹۹.	**۵۸۱.	*۴۶۹.	۳۳۳.۰	۲۶۹.۰	**۵۶۹.	*۴۶۳.	*۵۴۹.	*۴۹۶.
۶	۲۲۱.۰	۲۴۷.۰	۱۱۳.۰	۱۶۶.۰	۲۶۶.۰	۲۱۷.۰	۰۵۷.۰	۲۴۸.۰	۱۶۱.۰	۲۳۷.۰	۲۱۹.۰	۲۸۹.۰	۲۷۸.۰
۷	*۴۶۶.	۴۱۷.۰	۴۲۴.۰	*۴۴۹.	۱۶۲.۰	۳۷.۰	۴۰۱.۰	*۵۲۶.	۲۹۶.۰	۳۹۴.۰	۳۹۵.۰	۳۸۷.۰	۳۳۷.۰
۸	۲۵۲.۰	۴۱۴.۰	۲۲۲.۰	۱۸۵.۰	۲۱۷.۰	۴۰۳.۰	۰۸۵.۰	۲۲۷.۰	۰۷۷.۰	۳۶۴.۰	۲۱۱.۰	۲۲۹.۰	۲۴۹.۰
۹	۳۱۶.۰	۴۱.۰	۲۷۸.۰	۳۳۴.۰	۲۸۳.۰	۴۲۶.۰	۴۰۸.۰	۳۷۵.۰	۱۶۴.۰	۳۷۵.۰	*۴۴۴.	۳۵۸.۰	۳۷۳.۰
۱۰	۰۲۳.۰	۰۴۱.۰	۰۹.۰-	۱۳۵.۰-	۱۶۵.۰	۱۷۷.۰	۰۱۹.۰-	۰۸۷.۰-	۰۷۷.۰-	۰۱۱.۰	۰۵۱.۰-	۰۵۹.۰-	۰۸۲.۰-
۱۱	۲۲۵.۰	۱۸۴.۰	۳۳۹.۰	۱۴۷.۰	۳۴۲.۰	*۵۰۳.	۱۵۲.۰	۱۴۹.۰	۲۲۷.۰	۲۶۶.۰	۱۵۱.۰	۰۴۸.۰	۲۵۲.۰
۱۲	۲۹۸.۰	۲۷.۰	۳۴۴.۰	۲۱۹.۰	۳۷۴.۰	*۴۷۹.	۲۶۷.۰	۳۳۲.۰	۳۳۱.۰	۳۱۹.۰	۱۶۷.۰	۲۳۳.۰	۲۵۶.۰
M	**اردبیل**	**خلخال**	**پارس**	**بیجار**	**قروه**	**مریوان**	**سقز**	**سنندج**	**زرینه**	**زنجان**	**خرمدره**	**خدابنده**	
۱	۰۷.۰	۰۵۲.۰-	۱۹۶.۰	۱۲۳.۰-	۱۲۳.۰-	۱۵۶.۰-	۱۸۵.۰-	۱۲۵.۰-	۰۲.۰	۰۳۵.۰-	۰۶۲.۰-	۱۹۱.۰-	
۲	.[a]	۳۴۷.۰	۲۴۱.۰	۲۴۹.۰	۳۳۲.۰	۲۶۴.۰	۲۸۵.۰	۳۲۲.۰	۲۴۱.۰	۳۹۳.۰	۳۶۴.۰	۱۲۱.۰	
۳	.[a]	۲۸۴.۰	۲۷۷.۰-	۲۸۹.۰	۲۹۶.۰	۱۹۵.۰	۱۶.۰	۲۲۸.۰	۲۴۴.۰	۲۷۸.۰	۲۹۵.۰	۲۳۲.۰	
۴	.[a]	۴۱۲.۰	۰۶۳.۰	۱۸۷.۰	۱۶۴.۰	۱۴۵.۰	۳۵۴.۰	۳۲.۰	۱۵۱.۰	۳۶۹.۰	۲۷.۰	۰۸۲.۰	
۵	۳۲۴.۰	**۷۰۸.	۰۵۲.۰	*۵۰۴.	*۴۷۴.	۱۱۳.۰	**۶۶۷.	**۵۶۶.	**۶۹۸.	**۵۷۹.	۴۴۹.۰		
۶	۲۴۷.۰	۲۸۸.۰	۳۰۶.۰	۱.۰	۰۶۷.۰	۲۰۷.۰	۲۴۵.۰	۱.۰	۲۵۱.۰	۱۸۵.۰	۲۲۱.۰	۱۹۱.۰	
۷	*۴۷۹.	۲۷۹.۰	*۴۹۹.	۱۰۴.۰	۰۱.۰-	۲۴۹.۰	*۵۲۶.	**۵۸۶.	۲۱۹.۰	۱۵۶.۰	۲۰۹.۰	۰۴.۰-	
۸	۲۴۱.۰	۱۴۱.۰	۰۸۴.۰	۰۵۷.۰-	۰۶۷.۰-	۰۹۸.۰	۳۷۳.۰	۳۸۵.۰	۰۴۴.۰	۱۴۲.۰	۰۸۷.۰	۲۰۷.۰-	
۹	۳۲۹.۰	*۴۵۶.	۳۱۳.۰	۲۳۴.۰	۲۷۴.۰	۲۲۳.۰	*۵۲۸.	*۵۰۵.	۳۸۳.۰	۳۳۸.۰	۲۸۴.۰	۳۲۹.۰	
۱۰	۰۰۷.۰	۱۶۳.۰	۱۶.۰-	۰۳۵.۰-	۰۶۸.۰	۲۹۸.۰-	۰۵.۰	۰۵۴.۰-	۱۶۵.۰-	۰۵۷.۰	۰۴۷.۰-	۰۵۳.۰-	
۱۱	۱۹.۰	۲۳۷.۰	۲۰۱.۰	۲.۰	۱۸.۰	۱۴.۰	۲۳۹.۰	۱۲.۰	۲۱۵.۰	۱۲۵.۰	۱۶۱.۰	۲۱۶.۰	
۱۲	۳۵۳.۰	۴۰۹.۰	۳۲۶.۰	۲۴۱.۰	۲۵۸.۰	۲۸۵.۰	۲۷۶.۰	۱۶۲.۰	۳۸۱.۰	۲۷۱.۰	۳۱۱.۰	۲۸۲.۰	

**همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

* همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

۷- جدول شمارهٔ ۶ نشان می‌دهد که به جز ایستگاههای پارس‌آباد و خدابنده، کلیهٔ ایستگاههای ارتباط معنی‌دار در یک تا سه ماه از خود نشان دادند. قویی‌ترین ارتباط معنی‌داری مربوط به ایستگاه زنجان در ماه می با ضریب همبستگی ۰/۶۵۳- و ضعیف‌ترین ارتباط معنی‌داری با الگوی مربوط متعلق به ایستگاه ارومیه، مراغه و خرمدره به‌ترتیب در ماههای می، مارس و می با ضریب همبستگی مشابه ۰/۴۴۵- است. در ماههای ژانویه، فوریه، آوریل، سپتامبر، نوامبر و دسامبر هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری در مقادیر همبستگی ایستگاههای شمال غرب ایران و الگوی EP/NP نشان داده نشد.

همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود، جهت همبستگی ایستگاهها با الگوی EP/NP منفی است.

جدول ۶. ضرایب همبستگی الگوی پیوند از دور EP/NP با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران

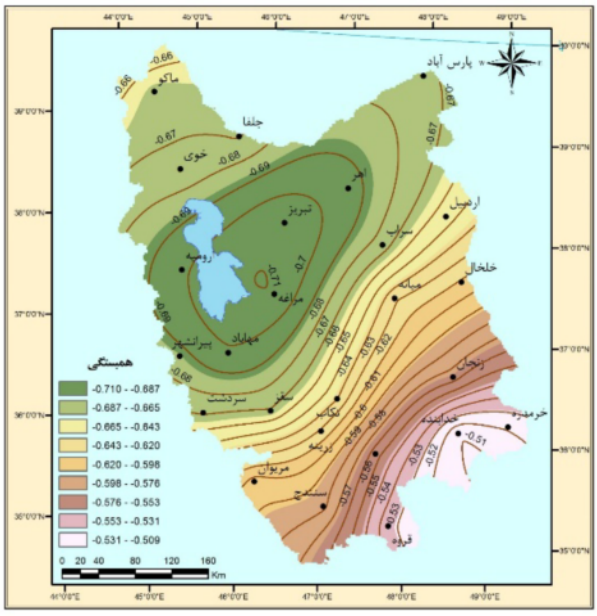
M	خوی	مهاباد	ماکو	ارومیه	پیرانشهر	سردشت	تکاب	اهر	جلفا	مراغه	میانه	سراب	تبریز
۱	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]
۲	۱۰۸.۰-	۰۶۱.۰-	۱۱۷.۰-	۰۱۱.۰	۰۴۵.۰-	۲۵۱.۰-	۱۳۷.۰-	۱۸۵.۰-	۰۵۱.۰-	۱۲۴.۰-	۱۶۱.۰-	۱۷.۰-	۱۰۵.۰-
۳	*۴۸۴.۰-	۴۲۴.۰-	*۵۲۱.۰-	*۴۸۵.۰-	۴۰۸.۰-	*۴۴۸.۰-	*۴۷۹.۰-	*۴۷۰.۰-	*۵۵۷.۰-	*۴۴۵.۰-	*۴۶۳.۰-	*۴۵۶.۰-	*۴۸۵.۰-
۴	۲۰۹.۰-	۳۲۸.۰-	۲۰۳.۰-	۲۹۵.۰-	۴۱۲.۰-	۴۲۸.۰-	۲۹۲.۰-	۱۵.۰-	۱۸۴.۰-	۴۲۴.۰-	۱۹۶.۰-	۲۹۴.۰-	۳۶۶.۰-
۵	۴۳۲.۰-	**۵۶۴.۰-	۳۱۹.۰-	*۴۴۵.۰-	*۴۶۹.۰-	*۵۲۳.۰-	۳۶۵.۰-	۳۴۴.۰-	۱۵۷.۰-	*۵۳۶.۰-	۳۵۱.۰-	**۵۷۴.۰-	*۴۸۲.۰-
۶	۴۱۷.۰-	*۴۶۲.۰-	۳۸۷.۰-	*۴۷۰.۰-	۴۳۴.۰-	۴۳۲.۰-	*۵۳۴.۰-	۲۵۵.۰-	۳۳۱.۰-	*۴۴۸.۰-	۲۶.۰-	۳۲۶.۰-	۳۹۵.۰-
۷	۱۰۴.۰-	۱۰۱.۰-	۰۹۶.۰-	۱۸۲.۰-	۱۱۳.۰	۰۹۷.۰-	۳۳۵.۰-	۱۶۹.۰-	۰۳۱.۰	۰۴۵.۰-	۳۱۸.۰-	۰۷۶.۰-	۰۰۵.۰-
۸	**۵۸۳.۰-	**۶۳۸.۰-	*۵۰۷.۰-	**۵۶۴.۰-	۴۱۲.۰-	*۴۶۰.۰-	۱۱۷.۰-	۴۲۶.۰-	*۴۷۱.۰-	*۴۹۵.۰-	۱۹۱.۰-	۳۸۲.۰-	۳۸۷.۰-
۹	۲۸۲.۰-	۲۴۸.۰-	۱۱۱.۰-	۱۹۸.۰-	۱۲۳.۰-	۲۳.۰-	۲۹۸.۰-	۰۳۳.۰	۰۹۵.۰-	۳۳.۰-	۰۹۸.۰-	۲۲۶.۰-	۲۴۲.۰-
۱۰	*۵۴۳.۰-	*۵۳۲.۰-	*۴۹۲.۰-	۳۶۶.۰-	۳۲۴.۰-	۳۱۷.۰-	۲۲۸.۰-	۳۸۸.۰-	۴۰۶.۰-	*۵۲۲.۰-	۳۷۱.۰-	*۴۵۲.۰-	**۵۶۴.۰-
۱۱	۳۹۵.۰-	۲۹۹.۰-	۳۷۶.۰-	۲۳.۰-	۲۷.۰-	۳۸۹.۰-	۳۲۲.۰-	۳۰۳.۰-	۳۱۴.۰-	۳۱۴.۰-	۳۹۶.۰-	۳۲۹.۰-	۳۱۷.۰-
۱۲	۰۸۵.۰-	۰۲۲.۰	۰۱۵.۰	۰۰۶.۰	۰۵۴.۰	۰۰۵.۰-	۱۴۷.۰-	۱۳۳.۰-	۰۳۸.۰-	۰۰۲.۰	۰۶۴.۰-	۱۳۸.۰-	۰۰۸.۰
M	**اردبیل**	**خلخال**	**پارس**	**بیجار**	**قروه**	**مریوان**	**سقز**	**سنندج**	**زرینه**	**زنجان**	**خرمدره**	**خدابنده**	
۱	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	
۲	۲۷۴.۰-	۲۷۵.۰-	۲۸.۰-	۰۰۹.۰	۰۶۱.۰-	۰۵۵.۰-	۰۱۸.۰-	۰۱۱.۰-	۰۸۸.۰-	۱۳۷.۰-	۱۵.۰-	۱۵۱.۰-	
۳	۴.۰-	*۵۲۵.۰-	۰۶۲.۰-	*۴۵۲.۰-	۴۳۳.۰-	۳۷۳.۰-	۳۴۷.۰-	۴۲۲.۰-	*۴۴۸.۰-	*۴۶۰.۰-	*۵۲۹.۰-	۳۵۳.۰-	
۴	۱۹۳.۰-	۳۴۱.۰-	۱۵۴.۰-	۳۷۹.۰-	۳.۰-	۲۳۹.۰-	۲۵۳.۰-	۳۹۹.۰-	۳۱۷.۰-	۳۶۴.۰-	۲۱۶.۰-	۲۴۱.۰-	
۵	۴۴۳.۰-	*۵۶.۰-	۱۳۹.۰-	*۴۵۸.۰-	۴۱۱.۰-	۲۵۶.۰-	*۵۱۳.۰-	**۵۸۱.۰-	*۴۵۶.۰-	**۶۵۳.۰-	*۴۴۵.۰-	۳۵۲.۰-	
۶	۰۶۶.۰-	۴۱۱.۰-	۱۷۴.۰-	*۵۳۸.۰-	*۵۱۷.۰-	**۶۱۷.۰-	۴۳۲.۰-	*۴۷۴.۰-	**۵۶۹.۰-	۴۰۷.۰-	۲۱۷.۰-	۴۰۹.۰-	
۷	۰۵۴.۰-	۲۱۶.۰-	۱۴۷.۰-	۲۴۵.۰-	۲۲.۰-	۱۱۸.۰-	۱۷.۰-	۲۰۸.۰-	۱۵۶.۰-	۰۰۳.۰	۳۱۵.۰-	۲۸۴.۰-	
۸	۴۰۴.۰-	۴۰۳.۰-	۳۹۲.۰-	۱۷۹.۰-	۱۶۶.۰-	۰۵.۰-	*۵۳۸.۰-	۴۰۳.۰-	۱۳۸.۰-	۳۹۸.۰-	۲۰۹.۰-	۰۷.۰	
۹	۲۲۶.۰-	۳۲۱.۰-	۰۳۴.۰-	۱۰۲.۰	۱۳۷.۰	۲۶۳.۰	۳۵۱.۰-	۴۲.۰-	۰۵۶.۰	۲۷۳.۰-	۰۸۵.۰	۲۱۵.۰	
۱۰	*۴۵۸.۰-	۴۲.۰-	۳۵۴.۰-	۲۹۷.۰-	۲۳۵.۰-	۰۵۱.۰	۴۳۶.۰-	۱۴۸.۰-	۳۳۷.۰-	*۴۴۶.۰-	۲۱۶.۰-	۲۵.۰-	
۱۱	۳۸۱.۰-	۴۲۱.۰-	۳۰۹.۰-	۳۵۱.۰-	۳۳۷.۰-	۲۲.۰-	۳۵۹.۰-	۳۱۲.۰-	۳۲۲.۰-	۳۵۹.۰-	۴۰۴.۰-	۲۷۶.۰-	
۱۲	۱۶۵.۰-	۱۲۳.۰-	۰۴۴.۰-	۰۲۳.۰-	۰۴۲.۰	۰۲۲.۰-	۰۲۲.۰	۰۵۸.۰	۰۶.۰-	۰۶۳.۰-	۰۹۱.۰-	۰۳۲.۰-	

**همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

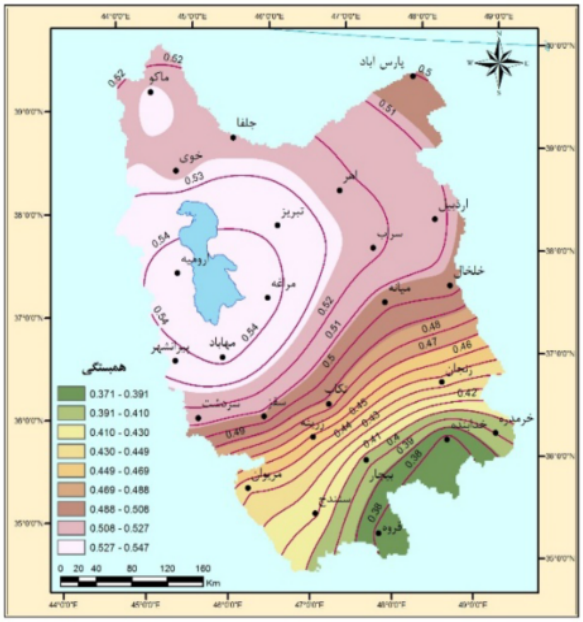
* همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

(منبع نگارندگان)

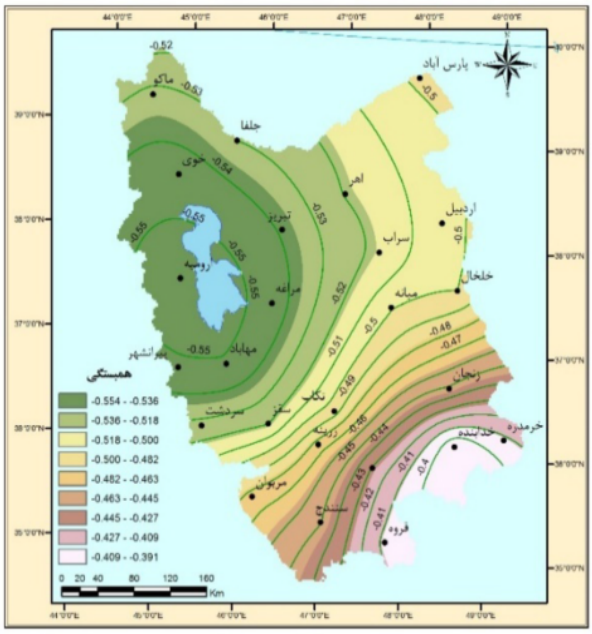
در شکل شمارهٔ ۲، نقشهٔ ضریب همبستگی تأثیرگذارترین الگو (EA/WR) را با دمای شمال غرب ایران و در شکل شمارهٔ ۳، چهار الگوی تأثیرگذار (EP/NP، SOI، MEI و AO) با ایستگاههای شمال غرب ایران که در محیط GIS با روش درون‌یابی کریجینگ پهنه‌بندی و ترسیم شده است.



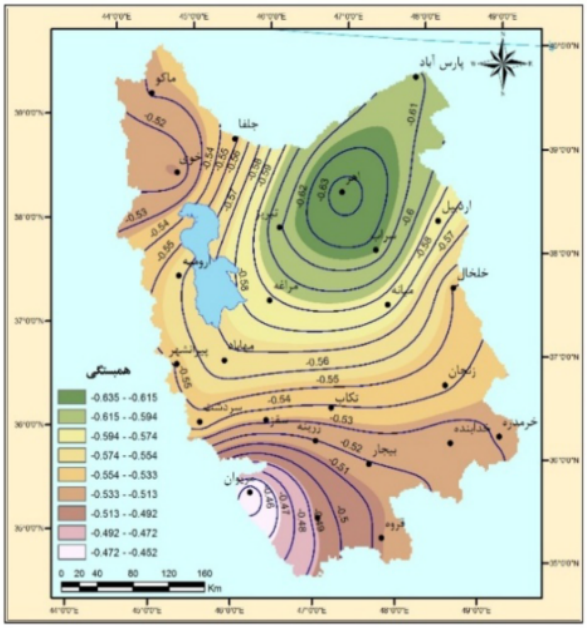
شکل ۲. نقشهٔ ضرایب همبستگی الگوی پیوند از دور (EA/WR) با دمای سالانهٔ شمال غرب ایران(*منبع نگارندگان*)



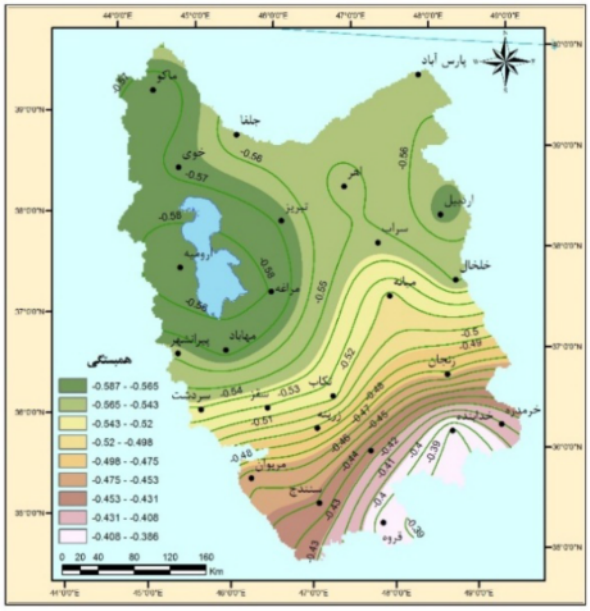
ب) الگوی SOI



الف) الگوی EPNP



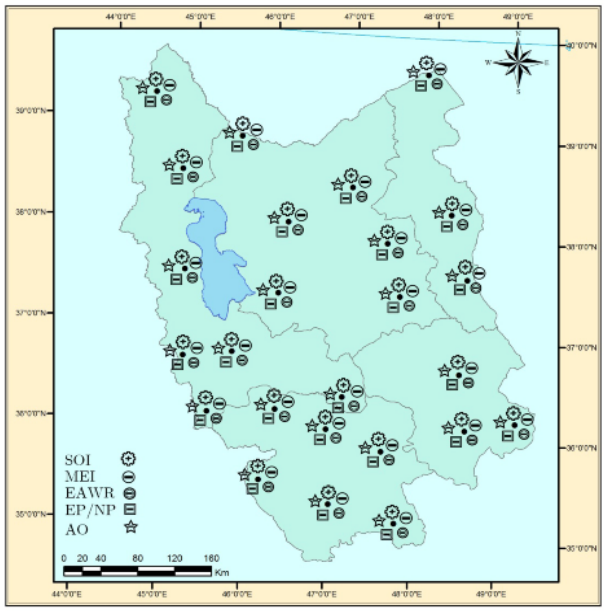
ج) الگوی AO



د) الگوی MEI

شکل ۳. نقشهٔ ضریب همبستگی الگوهای SOI, EPNP, MEI, AO با دمای سالانهٔ شمال غرب ایران(منبع نگارندگان)

دراین‌بین الگوهای EAWR، MEI,EP/NP و AO دارای همبستگی مثبت و الگوی SOI دارای همبستگی منفی است (شکل ۴)



شکل ۴. نقشهٔ رابطهٔ مستقیم و معکوس ۵ الگوی پیوند از دور تأثیرگذار با دمای سالانهٔ شمال غرب ایران

(منبع نگارندگان)

نتیجه‌گیری

دما از مهمترین پارامترهای هواشناسی در تعیین نقش و پراکندگی سایر عناصر اقلیمی و نیز از شاخص‌های مهم در طبقه‌بندی اقلیمی به‌شمار می‌رود و اثرات انکارناپذیری بر فعالیت‌های انسانی و به‌خصوص در زمینهٔ کشاورزی دارد. در این پژوهش، ارتباط دماهای ماهانهٔ ۲۴ ایستگاه شمال غرب ایران با هفده الگوی پیوند از دور با استفاده از روش همبستگی پیرسون بررسی شد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در بین تأخیرهای زمانی ۱ ماهه و ۲ ماهه و ۳ ماهه بیشترین همبستگی متعلق به تأخیر زمانی ۱ ماهه است. در این بین ضرایب همبستگی هفده الگوی پیوند از دور با دمای ماهانهٔ ۲۴ ایستگاه شمال غرب ایران، تأثیرگذارترین الگوهای پیوند از دور بر دمای منطقه، الگوی EA/WR با بیشترین میزان تأثیرگذاری است که بیشترین همبستگی معنی‌داری با دمای منطقه را از خود نشان داده است و همچنین الگوهای AO، MEI، SOI، EP/NP در رتبه‌های دیگر از تأثیرگذارترین الگوها قرار دارند. در این بین، رابطهٔ مقادیر همبستگی الگوهای EA/WR، MEI، AO و EP/NP به‌صورت مستقیم و مثبت و الگوی SOI به‌صورت همبستگی منفی بر دمای منطقه تأثیرگذار بوده است؛ این بدان معنی است که در سال‌های النینو دمای شمال غرب به‌صورت معنی‌داری گرم‌تر و در سال‌های لانینا سردتر از معمول است. غلبهٔ جریانات جنوبی در سال‌های النینو و ایجاد موج‌های گرمایی از دلایل این ناهنجاری‌های دمایی است. این نتایج، نظر محققان قبلی نظیر خسروی و همکاران (۱۳۸۶)، خسروی (۱۳۸۳)، صلاحی و همکاران (۱۳۸۶) و ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۶) را در ارتباط با تأثیرپذیری دمای ایران از الگوهای پیوند از دور به‌ویژه پدیدهٔ انسو تأیید می‌کند. از نظر زمانی، بیشترین رابطهٔ الگوی EA/WR در ماههای فوریه و مارس و سپتامبر، الگوی MEI در ماههای می و سپتامبر، الگوی SOI مربوط به ماههای می و جولای و الگوی EP/NP در ماههای مارس و می با دمای منطقه مشاهده شد. این متغیرها می‌توانند برای مطالعات مدل‌سازی و پیش‌بینی دمای منطقهٔ شمال غرب ایران، ورودی‌های مناسبی را فراهم کند.

منابع

خسروی، محمود (۱۳۸۳). بررسی روابط بین الگوهای چرخش جوی کلان مقیاس نیمکرهٔ شمالی با خشکسالی‌های سالانهٔ سیستان و بلوچستان. مجلهٔ جغرافیا و توسعه. شمارهٔ ۳. صص ۱۸۸-۱۶۷.

خسروی، محمود؛ کریمی‌خواجه‌لنگی، صادق؛ نجارسلیقه، محمد (۱۳۸۶). ارتباط شاخص نوسان قطبی با نوسان‌های دمایی (مطالعهٔ موردی: ایستگاه شهرکرد)، مجله جغرافیا و توسعه، دوره۵، شماره۹، صص۱۳۶-۱۲۵.

خسروی،محمود (۱۳۸۴)بررسی اثر الگوهای دورپیوند بر خشکسالیهای فراگیر زمستانه استان سیستان و بلوچستان،مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای،شماره۴،صص ۵۵-۲۷

خورشیددوست، محمدعلی؛ قویدل‌رحیمی، یوسف؛ عباس‌زاده، کمال (۱۳۸۹). کاربرد الگوهای کلان‌مقیاس جوی – اقیانوسی در تحلیل نوسانات بارش (مطالعهٔ موردی: ایستگاه اهر). مجلهٔ فضای جغرافیایی. شمارهٔ ۲۹. صص ۱۲۸-۹۵.

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ قنبری، نوذر؛ معصوم‌پورسماکوش، جعفر (۱۳۸۶). مطالعه اثرات اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای‌خزر. فصلنامهٔ‌پژوهش‌های‌جغرافیایی. شمارهٔ ۶۶ ، صص ۷۰-۵۷.

صلاحی، برومند؛ علی‌محمد، خورشیددوست؛ قویدل‌رحیمی، یوسف، (۱۳۸۶). ارتباط نوسان‌های گردش جوی اقیانوسی اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های آذربایجان شرقی. مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیایی. شمارهٔ ۶۰. صص ۱۵۶-۱۴۷.

علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی سینوپتیک. انتشارات سمت. چاپ چهارم. تهران.

غیور، حسنعلی؛ حسین، عساکره (۱۳۸۱)، بررسی اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات اطلس جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانهٔ دمای جاسک. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شمارهٔ ۶۴. صص ۱۱۳-۹۳.

قائمی، هوشنگ؛ حسین، عساکره (۱۳۸۲). تحلیلی آماری بر روند تغییرات دمای مشهد طی سدهٔ گذشته و رابطهٔ آن با نوسان‌های اطلس‌شمالی.فصلنامهٔ‌تحقیقات‌جغرافیایی.شمارهٔ۷۱.صص۱۳۳-۱۱۶.

ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر؛ انصاری‌بصیر، ارمغان؛ پیشوایی، محمدرضا (۱۳۸۶). ارزیابی سطح معنی‌داری برای پیش‌بینی دوران خشکسالی و ترسالی فصل پاییز و شش‌ماههٔ سرد ایران براساس وضعیت فازهای تابستانهٔ ENSO مجلهٔ تحقیقات منابع آب ایران. شمارهٔ ۱. صص ۱۲-۲۴.

یاراحمدی، داریوش؛ عزیزی، قاسم (۱۳۸۶). تحلیل چند متغیرهٔ ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی. مجلهٔ پژوهش‌های-جغرافیایی دانشگاه تهران. شمارهٔ ۶۴. صص ۱۷۴-۱۶۱.

Bojariu, L, Gimeno, R (2004), Predictability and Numerical Modeling of the North Atlantic Oscillation, Earth Science Reviews, Vol. 76, pp. 145-168.

Chowdary, J. S; Shang-Ping, Xie; Hiroki, Tokinaga; Yuko M, Okumura; Hisayuki, Kubota; Nat, Johnson; Xiao-Tong; Zheng. (2012), Interdecadal Variations in ENSO Teleconnection to the Indo–Western Pacific for ۱۸۷۰–۲۰۰۷, journal of climate, Vol 25, Issue 5, pp.1722-1744.

Cinita, B. (2003), Analysis and regionalization of Northern European Winter Precipitation based on its relationship with the North Atlantic Oscillation. International Journal Climate. 23: 1185-1194.

Fang, X., Wang, A., Fong, S. K., Lin, W. and J. Liu.2008. Changes of reanalysis-derived Northern Hemisphere summer warm extreme indices during 1948–2006 and links with climate variability. Global and Planetary Change, 63: 67–78.

Gang, Huang; Kaiming, Hu; Shang-Ping, Xie, (2010). Strengthening of Tropical Indian Ocean Teleconnection to the Northwest Pacific since the Mid-1970s: An Atmospheric GCM Study, Journal of Climate,Vol 23, 5294–5304.

Jovanovich, G, Relijin, I; Relijin, B(2008), The influence of Arctic and North Atlantic Oscillation on Precipitation on regime Serbia, Earth and Environmental, Vol 4, NOM 1, pp. 1307-1755.

Lind, G.P., Mora, A., Haase, M., Gallas, J.A.C. (2007), Minimizing Stochasticity in the NAO index. International Journal of Bifurcation and Chaos. 17: 3461-3466.

Nicolls, N., and Katz, R.W. (1991). Teleconnections and their implications for long-range forecasts' Glantz, M. H. (ed) Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies New York: Cambridge University Press,pp 511-527.

Sheridan, Scott C. (2003), North American Weather-Type Frequency and Teleconnection Indices, International Journal of Climatology, Vol 23, pp.27-45.

Trigo, M.R, Zezere, J.L, Rodrigues, M.L, Trigo, I.F(2005), The Influence of the North Atlantic Oscillation on Rainfall Triggering of Landslides near Lipson, Natural Hazards, Vol. 36, pp. 331-354.

Turkes, M, Erlat, E (2005), Climatological responses of winter Precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1030-2001, Theoretical and Applied Climatology, Vol. 78, pp. 33-46.

Wallace, J. M. and D. S. Guzzler. 1981. Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter. Monthly weather Review, 109: 784-812.

Yuyun, Liu; Lin, Wang; Wen, Zhou; Wen, Chen, (2014). Three Eurasian teleconnection patterns: spatial structures, temporal variability, and associated winter climate anomalies. Climate Dynamics, Vol 42, Issue 11-12, pp 2817-2839.