نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال پانزدهم | شماره پنجاه و هشتم | تابستان ۱۴۰۳
وصول: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۸
صص ۱۴۰-۱۲۳

ارتباط‌سنجی الگوهای پیوند از دور با سری‌های دمایی و راندمان محصول زرشک در حوضه قائنات

غلامعلی کریمی[۱]، امیر گندمکار[*۲]، علیرضا عباسی[۳]

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان

۲- دانشیار گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان

۳- استادیار گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان.

چکیده

کشاورزی یکی از بخش‌هایی است که بیشترین تأثیر را از اقلیم و محیط اطراف دریافت می‌کند. عوامل و عناصر اقلیمی و تغییرات آنها منجر به تعیین الگوی کشت و پراکنش گونه‌های مختلف می‌شود. الگوهای پیوند از دور از جمله عواملی است که هم بر آب‌وهوای یک منطقه و هم بر محصولات کشاورزی تأثیرگذار است. هدف از پژوهش حاضر بررسی ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و سری‌های دمایی و راندمان محصول زرشک در حوضه قائنات می‌باشد. بدین منظور از داده‌های دمای حداقل، دمای بیشینه، متوسط دما، دمای حداقل مطلق و دمای بیشینه مطلق ایستگاه‌های قائن و گناباد طی دوره ۱۴۰۰-۱۳۶۸ و ۱۶ الگوی پیوند از دور استفاده شد. برای ارتباط‌سنجی‌ها از آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی استفاده شد. نتایج نشان داد شاخص‌های AMOS، AMO و TNA بیش از سایر شاخص‌ها با سری‌های دمایی موردمطالعه همبستگی داشته‌اند. از نظر زمانی نیز متوسط دما، دمای حداقل و دمای بیشینه در ماه‌های ژولای و اکتبر و دمای بیشینه مطلق در ماه ژولای بیش از سایر ماه‌ها با شاخص‌های پیوند از دور همبستگی نشان داده‌اند. طبق نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دو الگوی AMO و AMOS بیش از سایر الگوها بر سری‌های دمایی موردمطالعه تأثیر داشته‌اند. نتایج همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و راندمان محصول زرشک نیز حاکی از آن است که شاخص Nino3 با میزان تولید زرشک همبستگی معکوس با مقدار ۰/۷۳- در سطح معناداری ۹۹ درصد و شاخص AO با عملکرد محصول همبستگی معکوس با مقدار ۰/۵۴- در سطح معناداری ۹۵ درصد داشته است. شرایط آب‌وهوایی و تغییرات آن بر الگوی کشت زرشک اثر دارد. باتوجه‌به اینکه منطقه موردمطالعه دارای اقلیم گرم و خشک است و محصول زرشک از نظر فیزیولوژیکی نیاز به گرما و درجه حرارت بالا ندارد، تغییرات اقلیمی و افزایش دما می‌تواند در عملکرد کشت زرشک پیامدهای منفی داشته باشد. با رخداد پدیده گرمایش جهانی و همچنین اثرات الگوهای پیوند از دور بر محصولات کشاورزی می‌بایست برنامه‌ریزی دقیق و مشخصی دراین‌رابطه انجام گردد.

کلید واژه‌ها: **دما، راندمان زرشک، رگرسیون، حوضه قائنات، همبستگی.**

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۲۵۴۰۹۷

Email: aagandomkar@gmail.com

مقدمه

بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی بوده که به دلیل تعاملات گسترده با محیط، بیشترین تأثیر را از پدیده تغییر اقلیم می‌پذیرد. بخش کشاورزی هم بر تغییر اقلیم اثر گذاشته و هم از آن تأثیر می‌پذیرد. تأثیر کشاورزی از تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف یکنواخت نیست: انتظار می‌رود که کشورهای درحال‌توسعه بیشتر تحت‌تأثیر اثرات منفی تغییر اقلیم قرار گیرند (استرن، ۲۰۰۷). کشاورزی از طریق تأثیر گذاری بر محیط زیست، رشد اقتصادی و تأمین امنیت غذایی به‌صورت هر چند در حال تحول اما بسیار حیاتی در توسعه اقتصادی هر کشوری نقش دارد (شگیلمن و همکاران، ۲۰۱۸). آب‌وهوا یکی از عوامل اصلی محیطی است که تمام مظاهر حیات را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهد. کاشت واقع‌بینانه محصولات کشاورزی به درک صحیح از شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد. عوامل آب‌وهوایی متغیرهای کنترل نشده‌ای هستند که در تمامی مراحل زندگی گیاه نقش اساسی بازی می‌کنند. تأثیر تغییرات آب‌وهوایی بر تولید محصولات زراعی یکی از چالش‌های قرن بیست و یکم است. تغییر در الگوهای اقلیمی می‌تواند منجر به تأثیرات مثبت یا منفی بر روی رشد محصول و فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه شود که بر عملکرد محصول و ترکیب شیمیایی بذر نیز تأثیر می‌گذارد (دامتا، ۲۰۱۰). به‌طورکلی کشاورزی و سیستم غذایی به طور قابل توجهی تحت‌تأثیر تغییرات آب‌وهوایی و سیاست‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای قرار می‌گیرند (آنتل، ۲۰۱۰). همچنین آب‌وهوا اثرات مستقیم و آشکاری بر تولید محصولات کشاورزی دارد، عکس این مسئله با افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای از کشاورزی، بیش از هر زمان دیگری آشکار است. توسعه و انتشار مؤثر شیوه‌ها و فناوری های جدید کشاورزی تا حد زیادی نحوه و چگونگی کاهش اثرات و انطباق کشاورزان با تغییر اقلیم را شکل می‌دهد این پتانسیل سازگاری در کشورهای درحال‌توسعه که بهره‌وری کشاورزی در آنها پایین است بیش از هر جای دیگر حائز اهمیت است. فقر، آسیب‌پذیری و ناامنی غذایی همچنان در کشورهای در حال توسعه بالا است و اثرات تغییر اقلیم می‌تواند به آن دامن بزند (تراویس و همکاران، ۲۰۱۲). ازاین‌رو، آگاهی از تغییرات آب‌وهوایی و چگونگی تأثیر آن بر محصولات کشاورزی بسیار حائز اهمیت است. پیوند از دور یکی از ویژگی‌های آب‌وهوایی در مقیاس جهانی است. الگوهای پیوند از دور معرف تغییرات کلانی است که در الگوی امواج جوی و رودبادها رخ می‌دهد و بر الگوی دما، بارش، مسیر رگبارها و موقعیت و شدت رودبادها در قلمروهای وسیع اثر می‌گذارند (اکبری و مسعودیان، ۱۳۸٦). پدیده‌های پیوند از دور می‌توانند بر دما و بارش بخش‌هایی از کره زمین تأثیرگذار باشند از جمله انسو که نشانگر یک سازوکار جهانی بوده و لذا تأثیرات آن فراتر از یک قاره یا یک کشور است. با جابه‌جایی و تغییر جهت جریان‌های هوا در آغاز و اثنای دوره النینو (شاخص پایین انسو) و لانینا (شاخص بالای انسو) مناطق مختلف تحت تأثیر دگرگونی ناشی از آن قرار می‌گیرند. هر چند این دگرگونی‌ها در عرض‌های حاره و جنب حاره، رو به استوا شناخته شده ولی در نواحی دیگر مثل مدیترانه، خاورمیانه و ایران تأثیرگذاری آنها هنوز در پرده ابهام است. زرشک گیاه بومی ایران است که در خراسان جنوبی به‌خصوص در شهرستان‌های قاین و بیرجند گسترش‌یافته است. باتوجه‌به شرایط اقلیمی منطقه مانند کم‌آبی، کمبود بارندگی و گرما و شوری آب، زرشک به‌عنوان یک محصول اقتصادی مهم جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. این گیاه در مناطقی که ارتفاع آن از سطح دریا بیش از ۱۵۰۰ متر است بهتر پرورش می‌یابد. گیاه زرشک نسبت به سرما مقاوم بوده و در نواحی با زمستان‌های سرد به‌خوبی رشد و نمو می‌کند، اما به نظر می‌رسد که گرمای شدید تابستانی عامل محدودکننده در سازگاری اقلیمی آن باشد و بادهای گرم در هنگام گل‌دهی اثر منفی بر محصول دارد. منطقه خراسان جنوبی آب‌وهوای نیمه بیابانی دارد، باتوجه‌به شرایط اقلیمی منطقه خراسان جنوبی مانند: کم‌آبی، کمبود بارندگی و گرما و شوری آب، زرشک به‌عنوان یک محصول اقتصادی مهم جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. زرشک در مناطق سرد و کوهستانی با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر، رشد بهتری دارد درحالی که در دشت‌های کم‌ارتفاع همراه با بادهای گرم، با کاهش رشد مواجه می‌شود (چاندرا و تودااریا ، ۱۹۸۳). بررسی ویژگی‌ها و شرایط رشد این محصول از اهمیت بالایی برخورداراست. یکی از مواردی که باید برای این محصول موردمطالعه قرار گیرد تأثیر عناصر اقلیمی و به‌خصوص تغییرات دما بر رشد و محصول این‌گونه گیاهی است. برانوا و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط

شاخص NAO و دمای اروپا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شاخص NAO با سرماهای زمستانی در ارتباط است. دیوی و همکاران (۲۰۱٤) ارتباط انسو و دما و بارش سطح اقیانوس آرام را بررسی کردند. نتایج نشان داد که دمای اقیانوس آرام در محدوده استوا بر بارش اقیانوس آرام تأثیر دارد. کلی و همکاران (۲۰۱٤) اثر الگوهای پیوند از دور را بر بارش حوضه فلینت بررسی و دریافتند شاخص انسو بیشترین ارتباط را بارش حوضه دارد. لیو و همکاران (۲۰۱۵) ارتباط بین امواج گرمایی آمریکای شمالی و شاخص PNA را بررسی و دریافتند فاز مثبت شاخص PNA موجب فرارفت امواج گرمایی به این مناطق می‌شود. دینگ و همکاران (۲۰۱۷) اثرات ترکیبی PDO و دو نوع لانینا بر ناهنجاری‌های اقلیمی در اروپا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که رخداد لانینا و فازهای مثبت و منفی PDOباعث دماهای پایین در بخش‌های وسیعی از اروپا در زمستان می‌شود. بهرامی و همکاران (۲۰۲۰) اثرات تغییر فاز انسو را بر دما و بارش پاییزی خاورمیانه بررسی کردند. نتایج نشان داد اختلاف فشار در زمان تغییر فاز انسو باعث افزایش یا کاهش دما و بارش می‌شود. هامودا و همکاران (۲۰۲۱) اثرات AO و NAO را بر دما و بارش منطقه معتدله بررسی کردند. نتایج نشان داد شاخص AO بر سیستم‌های طوفانی اطلس تأثیر می‌گذارد. زوآنگ و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر شاخص PDO را بر یخ‌های قطب شمال و مناطق اوراسیا بررسی و دریافتند فاز منفی این شاخص باعث بروز دوره‌های سرد زمستانی در اوراسیا و فاز مثبت آن باعث کاهش یخ‌های قطب شمال می‌شود. ژانو و همکاران (۲۰۲۳) ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و دمای سطح اقیانوس هند را بررسی کردند. نتایج نشان داد الگوهای پیوند از دور حاره‌ای و فرا حاره‌ای توسط امواج راسبی که از مناطق گرمسیری سرچشمه می‌گیرند ایجاد می‌شوند. ریو و کانگ (۲۰۲۳) ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و دماهای حدی تابستان جنوب ایالات متحده را بررسی کردند. نتایج نشان داد الگوی PNA در ارتباط با دمای سطح اقیانوس و در مقابل الگوی NAO ارتباط کمی با آن دارد. جیانگ و همکاران (۲۰۲٤) اثرات النینو را بر دمای هوا بررسی کردند. نتایج نشان داد افزایش میانگین جهانی دمای هوا از ژوئیه ۲۰۲۳ تا ژوئن ۲۰۲٤ به‌احتمال ۹۰٪ تخمین زده می‌شود که مشروط به ناهنجاری‌های دمای متوسط سالانه سطح دریا در شرق اقیانوس آرام است و به میزان ۰/٦ درجه افزایش داشته است. عزیزیان و عسگری (۱۳۹۱) اثر شاخص AOبر پرفشار سیبری و بارش منطقه ساحلی جنوب دریای خزر را بررسی کردند. نتایج نشان داد بین بارش و ویژگی‌های پرفشار سیبری در ماه‌های ژانویه و فوریه برای ایستگاه‌های شرق منطقه و در ماه اکتبر برای ایستگاه‌های غرب منطقه ارتباط قوی وجود دارد. در بیشتر موارد همبستگی فشار هسته مرکزی پرفشار سیبری با بارش منفی و عرض جغرافیایی با بارش مثبت است. خسروی و مسگری (۱۳۹۵) رابطه الگوهای پیوند از دور با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین الگوها و دمای منطقه وجود دارد که دراین‌بین، الگوهای پیوند از دورEA/WR ، MEI، SOI، EP/NPو AO بیشترین رابطه را با دمای منطقه از خود نشان داده و به‌عنوان تأثیرگذارترین الگوها شناسایی شدند. حیدری و خوش‌اخلاق (۱۳۹٦) ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با ناهنجاری‌های دمایی فصل گرم در ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد شاخص‌هایNINO3، NINO1+2، NINO3.4، NINO4، GBI، GLOBAL MEAN TEMPERATURE، از مهم‌ترین شاخص‌های اقیانوسی-جوی مرتبط با ناهنجاری دمایی فصل گرم در منطقه مورد مطالعه هستند. فلاح و همکاران (۱۳۹۹) ارتباط تغییرات دما و الگوهای پیوند از دور در سرشاخه‌های رودخانه‌های مرزی غرب ایران را بررسی کردند. نتایج همبستگی بین دما و الگوی پیوند از دور NAO همبستگی منفی و با الگوی ENSO همبستگی مثبت را نشان داد. فلاحت پیشه و همکاران (۱٤۰۲) ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با ناهنجاری‌های دمایی، بارشی و باد استان مازندران را بررسی کردند. نتایج نشان داد ارتباط چشمگیری بین تغییر فاز دوره‌ای شاخص AMO با پارامتر باد در استان مازندران وجود دارد. افشارتبار و همکاران (۱٤۰۲) آثار تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی در شهرستان مرودشت را بررسی کردند. نتایج نشان داد تغییر اقلیم با فرض ثبات مصرف آب باعث کاهش درآمد ناخالص زارعین می‌شود؛ اما با فرض سازگاری مصرف آب و ثبات عملکرد، درآمد در برخی سناریوها مثبت و حتی کاهش آن نسبت به حالت قبل کمتر است. در نتیجه انطباق عملکرد، منجر به تغییر الگوی کشت توسط زارعین خواهد شد. زینالی و فروتن (۱٤۰۲) اثر شاخص‌های NAO و AMO بر تغییرپذیری دما و بارش شهرستان‌های مجاور سبلان را بررسی کردند. نتایج

نشان داد زمانی که شاخص NAO در فاز منفی و شاخص AMO در فاز گرم بوده سیستم غالب بر مناطق موردمطالعه کم فشار حرارتی بوده و شرایط چرخندی بر آن حاکم شده و دما و بارندگی افزایش‌یافته و ترسالی به وقوع پیوسته است. برعکس زمانی که شاخص NAO در فاز مثبت و شاخص AMO در فاز سرد بوده با حاکمیت سامانه‌های پرفشار و شرایط واچرخندی در مناطق موردمطالعه دما و بارندگی کاهش‌یافته و شرایط خشکسالی را رقم زده است. کوشکی و همکاران (۱۴۰۲) ارتباط بین دور پیوندهای نوسان شمالگان (AO) و شرق اقیانوس اطلس – غرب روسیه (EA - WR) با گردش جو خاورمیانه را بررسی کردند. نتایج نشان داد در فصل پاییز و زمستان بین دور پیوندهای مذکور با سرعت باد مداری تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال همبستگی مثبت و با ارتفاع ژئوپتانسیل تراز میانی جو در ایران و خاورمیانه همبستگی منفی مشاهده می‌شود. خجسته غلامی و همکاران (۱۴۰۲) تأثیر رخداد هم‌زمان برخی شاخص‌های دورپیوندی نیمکره شمالی بر دمای زمستانه ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که ارتباط معکوس و معنی‌داری بین دورپیوندهای نوسان شمالگان و نوسان اطلس شمالی با دمای اغلب مناطق ایران در ماه فوریه وجود دارد.

مطالعه گرمایش جهانی و تأثیر الگوهای پیوند از دور بر تغییرات دمایی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب اهمیت بسیار دارد. استان خراسان یکی از مراکز تولید زرشک در سطح کشور است. باتوجه‌به اینکه ویژگی‌ها و شرایط رشد محصول زرشک از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد و دما از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار بر راندمان این محصول است؛ لذا هدف از این پژوهش ارتباط‌سنجی بین سری‌های دمایی حوضه قائنات و الگوهای پیوند از دور و راندمان محصول زرشک در این حوضه می‌باشد.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل زیرحوضه‌های قائنات در استان خراسان جنوبی و قسمتی از خراسان رضوی است. زیر حوضه‌ها با مجموع مساحت ۲۰۹۸۵/۲۸۵ کیلومترمربع شامل سرایان، قائن، گناباد، گیسور، اسفدن، سده، چاهک موسویه، قائنات می‌باشند. منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی ۵۸ تا ۶۰ درجه و عرض جغرافیایی ۳۳ تا ۳۵ درجه واقع شده است. در جدول (۱) مشخصات هر یک از زیرحوضه ها و در شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خراسان جنوبی نشان داده شده است.

برای انجام این پژوهش از داده‌های ماهانه دمای کمینه، دمای بیشینه، متوسط دما، دمای بیشینه مطلق و دمای حداقل مطلق ایستگاه‌های قائن و گناباد طی بازه زمانی ۲۰۲۱-۱۹۸۹ استفاده شده است. همچنین برای ارتباط سنجی عناصر اقلیمی مورد مطالعه و الگوهای پیوند از دور از داده های ۱۶ الگوی پیوند از دور همزمان با دوره مذکور که در جدول (۲) ارایه شده است استفاده شد. این الگوهای از سایت نوآ استخراج و مورد استفاده قرار گرفت

جدول ۱- مشخصات زیرحوضه های قائنات

ردیف	نام زیرحوضه	مساحت (کیلومترمربع)
۱	سرایان	۲۷۴۰/۸۵
۲	قائن	۹۶۴/۶۷
۳	گناباد	۱۸۹۴/۳۴
٤	گیسور	٤۰۳٤/٦٤
٥	اسفدن	٤٥۱۳/۳۲
٦	سده	۷۳٦/۷۷
۷	چاهک موسویه	٤٤۹۳/۳۸
۸	قائنات	۱٦۰۷/۲۸

جدول ۲- مشخصات الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه

	نام اختصاری	نام کامل	نام فارسی
۱	EA.WR	Eastern Asia/Western Russia	شرق آسیا/غرب روسیه
۲	NAO	North Atlantic Oscillation	نوسانات اقیانوس اطلس شمالی
۳	SOI	Southern Oscillation Index	شاخص نوسانات جنوبی
٤	Nino3	Eastern Tropical Pacific SST	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳
٥	TNA	Tropical Northern Atlantic Index	شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس شمالی
٦	ONI	Oceanic Nino Index	شاخص نینوی اقیانوسی
۷	V2 MEI	Multivariate ENSO Index Version 2	شاخص چندمتغیره انسو، ورژن ۲
۸	Nino1+2	Extreme Eastern Tropical Pacific SST	دمای سطح آب در ناحیه نینوی ۱/۲
۹	Nino4	Central Tropical Pacific	دمای سطح آب در ناحیه نینو ٤
۱۰	Nino3.4	East Central Tropical Pacific SST	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳/٤
۱۱	TNI	Trans-Nino Index	شاخص انتقالی نینو
۱۲	AO	Antarctic Oscillation	الگوی شمالگان
۱۳	AMO	Atlantic multidecadal Oscillation	نوسانات چند دهه‌ای اقیانوس اطلس
۱٤	AMM	Atlantic Meridional Mode	حالت نصف‌النهاری اقیانوس اطلس
۱٥	NTA	North Tropical Atlantic SST Index	شاخص دمای سطح آب حاره‌ای اطلس شمالی
۱٦	AMOS	AMO smoothed	نوسانات چند دهه‌ای اقیانوس اطلس هموار شده

به‌منظور بررسی ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و عناصر دمایی موردمطالعه و میزان تولید و عملکرد محصول زرشک از آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون چندمتغیره در نرم‌افزار Spss استفاده شد. بدین صورت وجود همبستگی و ارتباط بین عناصر موردمطالعه شناسایی می‌گردد.

آزمون همبستگی پیرسون

ضریب همبستگی پیرسون از نسبت کو رگرسیون چندمتغیره نمونه دو متغیر به حاصل‌ضرب دو انحراف استاندارد به دست می‌آید. این ضریب دو خصوصیت مهم دارد. اول این که بین ۱- و ۱+ قرار دارد. اگر r = -1 باشد، آنگاه یک ارتباط کاملاً خطی منفی بین X و Y وجود دارد که در این صورت، نمودار پراکنش y در مقابل x شامل نقاطی است که در طول یک خط شیب منفی دارد. به طور مشابه اگر r = +1 باشد، یک ارتباط کاملاً خطی مثبت وجود دارد. دومین خصوصیت مهم این است که مربع همبستگی پیرسون، r2xy سهم تغییرات یک متغیر (از دو متغیر) را که به دلیل تغییرات خطی متغیر دیگر رخ‌داده است، تعیین می‌کند (رحیم‌زاده، ۱۳۹۰: ۹۷).

رابطه ۱
$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

رگرسیون چندمتغیره

جهت تعیین سهم متغیرهای مستقل در پیش‌بینی متغیر وابسته از تحلیل رگرسیون استفاده می‌شود. در تحلیل رگرسیون هدف پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته باتوجه‌به تغییرات متغیرهای مستقل است. گاهی اتفاق می‌افتد که تعداد متغیرها بیش از دو متغیر می‌باشد که به‌صورت معادلات رگرسیون چندمتغیره می‌توان بیان نمود. در این معادلات تغییرات یک متغیر وابسته به متغیرهای دیگر می‌باشد (مهدوی و طاهرخانی، ۱۳۸۳).

رابطه ۲
$$Y=a+b_1(x_1)+b_2(x_2)+\ldots.+b_p(x_p)$$

بحث

نتایج همبستگی بین متوسط دمای حوضه موردمطالعه و الگوهای پیوند از دور در جدول (۳) نشان داد در ایستگاه قائن متوسط دما بیشتر با الگوهای TNA، AMO، و AMOS همبستگی نشان داده است. همبستگی‌های رخ داده نیز بیشتر در نیمه دوم سال طی ماه‌های ژوئن تا دسامبر رخ داده و در نیمه اول سال تقریباً تمام شاخص‌ها بدون همبستگی بوده‌اند. شاخص‌های EA.WR، NAO، MEI.V2، AO، AMM و SOI نیز تنها در یک ماه همبستگی نشان داده‌اند. شاخص‌های Nino3، ONI، Nino1.2، Nino4، Nino3.4، TNI نیز با

متوسط دمای هیچ‌یک از ماه‌ها همبستگی نشان ندادند. در ایستگاه گناباد متوسط دما بیشتر با شاخص‌های TNA، AMO و AMOS همبستگی داشته است. شاخص‌های SOI و Nino3 و Nino1.2 و Nino4، Nino1.2، TNI و AO نیز با متوسط دمای هیچ ماهی همبستگی نشان ندادند. سایر شاخص‌ها نیز در یک یا دو ماه از سال همبستگی نشان دادند. همبستگی‌های رخ داده نیز بیشتر در نیمه دوم سال رخ داده است. متوسط‌دما بیشتر با الگوهای TNA، NTA، AMO و AMOS و در نیمه دوم سال همبستگی داشته است.

باتوجه‌به جدول (٤) دمای کمینه با شاخص‌های، TNA، AMO، NTA، AMOS بیش از سایر شاخص‌ها همبستگی نشان داده است. در این پارامتر نیز همبستگی‌های رخ داده بیشتر در نیمه دوم سال مشاهده شده است. از نظر زمانی در دو ماه سپتامبر و نوامبر تعداد بیشتری از شاخص‌ها با دمای کمینه همبستگی داشته‌اند. شاخص‌های EA.WR، TNI و AO نیز در تمام ماه‌ها با دمای کمینه قائن فاقد همبستگی بوده‌اند. شاخص‌های Nino3، ONI، Nino1.2، Nino4، TNI، AO و Nino3.4 نیز با دمای کمینه گناباد همبستگی نشان ندادند. سایر شاخص‌ها تنها در یک ماه همبستگی داشته‌اند.

با توجه‌به جدول (٥) در پارامتر دمای بیشینه شاخص‌های EA.WR، NTA و AMOS بیش از سایر شاخص‌ها با دمای بیشینه قائن همبستگی نشان داده‌اند. همبستگی‌های رخ داده نیز بیشتر طی ماه‌های مارس تا دسامبر رخ داده است. شاخص‌های NAO، Nino1.2، TNI نیز در هیچ یک از ماه‌ها با دمای بیشینه قائن همبستگی نشان ندادند. سایر شاخص‌ها نیز در یک یا دو ماه همبستگی داشته‌اند. دمای بیشینه گناباد نیز با شاخص‌های EA.WR، TNA، NTA، AMO و AMOS بیش از سایر شاخص‌ها همبستگی نشان داده است. شاخص‌های NAO، Nino3، MEI.V2، Nino1.2، TNI، AO نیز در هیچ ماهی با دمای بیشینه گناباد همبستگی نشان ندادند. سایر شاخص‌ها نیز در یک یا دو ماه همبستگی نشان دادند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین الگوهای پیوند از دور و متوسط دمای ایستگاه های مورد مطالعه

	نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
قائن	EA.WR	-۰/۳٤	-۰/۱۷	۰/۱٤	۰/۰۰۲	-۰/۱	-۰/۲۸	-۰/۱۹	-۰/۲٥	۰/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۱٦	-۰/۰٦	-۰/٤۷
	NAO	-۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	-۰/۱۹	-۰/۲۳	-۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۲۲	۰/۱۸	-۰/۱٥	۰/۱٤	-۰/۰۲	-۰/۳٤
	SOI	۰/۲۷	-۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۲	۰/۰۰٥	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۰٤	۰/۳۸*	۰/۱٥	-۰/۰٥	۰/۰۱	۰/۳۱
	TNA	-۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۲٤	۰/۲۹	۰/۱۲	۰/٤۹**	۰/٤۲*	۰/٤٥**	۰/٥۸**	۰/۳٦*	-۰/۰٥	۰/٤٦**
	MEI.V2	-۰/۲٥	۰/۰٥	-۰/۱٦	-۰/۲۸	-۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۳۷*	۰/۰۱	-۰/۳۱	-۰/۱٦	۰/۲۱	-۰/۰۸	-۰/۲٦
	AO	-۰/۱۷	۰/۰٤	۰/۲۲	۰/۰۳	-۰/۰٤	۰/۰۸	-۰/۰۰۲	-۰/۳٥*	۰/۱۱	-۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۰٦	-۰/۲۱
	AMO	۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۲٤	۰/٤٥**	۰/٤۲*	۰/۰۸	۰/٦۲**	۰/٥۱**	۰/٥٦**	۰/٥۱**	۰/۳	۰/۰۷	۰/٦٤**
	AMM	۰/۰۲	-۰/۲۱	۰/۰۰۲	۰/۰٤	۰/۰٦	-۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۲۹	۰/٥۳**	۰/۲۷	-۰/۰٤	۰/۲۱
	NTA	-۰/۱۲	-۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۳	۰/۳	۰/۱۹	۰/٤۹**	۰/٤۸**	۰/٤۲*	۰/٥۹**	۰/۳۱	-۰/۱۱	۰/٤٦**
	AMOS	۰/۰٤	۰/۲۲	۰/٥٦**	۰/۷۹**	۰/٦٦**	۰/٤۳*	۰/٥۹**	۰/٥۷**	۰/٥۷**	۰/٦**	۰/۰۹	-۰/۱۱	۰/۷۷**
گناباد	EA.WR	-۰/۳٥	-۰/۱۲	۰/۱٦	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۳۱	۰/۰٤	-۰/۲	۰/۳٥*	۰/۰٦	-۰/۰٤	-۰/۱۷	-۰/٤۸
	NAO	-۰/۰۲	۰/۰٦	۰/۰٥	-۰/۱۱	-۰/۱۱	۰/۰٤	-۰/۰٥	-۰/۰۱	۰/۲٦	-۰/۲٥	-۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۳٥
	TNA	-۰/۰۳	-۰/۰۹	۰/۰٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱	۰/٤۹**	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/٥۷**	۰/۳۲	-۰/۰۸	۰/٤٤*
	MEI.V2	-۰/۲۱	۰/۰٥	-۰/۱٤	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۲۲	-۰/۳٤*	۰/۱۳	-۰/۲۱	-۰/۱۳	۰/۱٥	-۰/۱٥	-۰/۲٥
	Nino3.4	-۰/۲۱	۰/۰۸	-۰/۰۹	-۰/۳٥	-۰/۳٥	۰/۰۳	-۰/۲۱	۰/۱۷	-۰/۱٤	۰/۱۲	۰/۰۲	-۰/۱۸	-۰/۰٦
	AMO	-۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۰۰۷	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/٤*	۰/٤۷**	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/٦۱**
	AMM	-۰/۰۲	-۰/۲۳	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۱۳	۰/۲٥	-۰/۰۰۳	۰/۱۸	۰/٥۱**	۰/۲۸	۰/۰٦	۰/۲
	NTA	-۰/۱۳	-۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۲٦	۰/۲٦	۰/۱٤	۰/٤۲*	۰/۳	۰/۲٥	۰/٥۷**	۰/۳۱	-۰/۱۳	۰/٤٤*
	AMOS	۰/۰۰۷	۰/۲۲	۰/٤۹**	۰/٦۹**	۰/٦۹**	۰/۲٤	۰/۲۸	۰/۳٤	۰/۳٦	۰/٥۸**	-۰/۰٤	-۰/۲۱	۰/٦۸**

*معناداری در سطح ۹۵ درصد **معناداری در سطح ۹۹ درصد

جدول ٤- ضرایب همبستگی پیرسون بین الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه ایستگاه‌های مورد مطالعه

	نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
قائن	NAO	−۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۲۱	−۰/۱۹	−۰/۲۲	−۰/۲	−۰/۱۲	−۰/۲۳	۰/۰۹	−۰/۱۱	۰/۱۳	−۰/۰۵	−۰/۳۷
	SOI	۰/۲۵	−۰/۱۷	−۰/۰۵	۰/۱۹	−۰/۱	۰/۰۹	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۴۷**	۰/۱۲	−۰/۰۶	−۰/۳۷	۰/۲۵
	Nino3	−۰/۲	۰/۰۹	۰/۰۶	−۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱٤	۰/۰۳	−۰/۰۵	−۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۴٤**	۰/۲۷	−۰/۰۶
	TNA	−۰/۱۲	−۰/۱	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۳٤	۰/۲۳	۰/۳۹*	۰/٤۸**	۰/۵۳**	۰/٤۸**	۰/۳	−۰/۱۱	۰/٤۲*
	ONI	−۰/۲۵	۰/۱	۰/۰٤	−۰/۱۵	−۰/۱۵	−۰/۰۱	−۰/۱۷	−۰/۱۲	−۰/۲٤	۰/۱۱	۰/٤۳*	۰/۲۸	۰/۰۲
	MEI.V2	−۰/۲۲	۰/۰۸	−۰/۰۳	−۰/۲۱	−۰/۲۱	−۰/۱٦	−۰/۳۳	−۰/۱٤	−۰/۳٦	−۰/۱	۰/۳۹*	۰/۳	−۰/۱۸
	Nino1.2	−۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱	−۰/۰۱	۰/۱	۰/۲٦	۰/۱۳	−۰/۰۸	−۰/۱۳	۰/۲	۰/٤۱*	۰/۲۳	۰/۲۵
	Nino4	−۰/۳٤	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۳	−۰/۰۲	۰/۰۷	−۰/۱۷	−۰/۰۱	−۰/۲۳	−۰/۰۲	۰/٤۱*	۰/۲	−۰/۰۱
	Nino3.4	−۰/۲۵	۰/۱	۰/۰۳	−۰/۱۳	−۰/۰۸	۰/۰۹	−۰/۱٤	−۰/۰۹	−۰/۲	۰/۱٤	۰/٤۳*	۰/۲٦	۰/۰۵
	AMO	−۰/۱۵	−۰/۰۷	۰/۱۷	۰/٤٤**	۰/٤٥**	۰/۱۹	۰/۵۰**	۰/۵۳**	۰/٦۳**	۰/٤*	۰/۱۸	−۰/۰۵	۰/۵۵**
	AMM	۰/۰۲	−۰/۱٤	۰/۰٤	−۰/۰۱	۰/۰۹	−۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۳۵*	۰/٤٤**	۰/۰۹	−۰/۱۳	۰/۲۱
	NTA	−۰/۲۳	−۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۳۶*	۰/۳۳	۰/٤٤*	۰/۵۳**	۰/۵٤**	۰/۵**	۰/۲٦	−۰/۱۳	۰/٤۳*
	AMOS	−۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۳۹	۰/۷۱**	۰/٦۹**	۰/۵۵**	۰/٦٦**	۰/٦۵**	۰/۷٦**	۰/٦۲**	۰/۳۵	−۰/۰۳	۰/۷٤**
گناباد	EA.WR	−۰/۳۲	−۰/۱۲	۰/۱٦	−۰/۰٤	−۰/۱۳	−۰/۲٦	۰/۰۵	−۰/۲۱	۰/۳	۰/۰۳	۰/۰۷	−۰/۰۲	−۰/۳۷
	NAO	−۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱٤	−۰/۱٦	−۰/۲٦	−۰/۰۱	−۰/۰۸	−۰/۰۱	۰/۲٤	−۰/۲۲	−۰/۰٤	−۰/۱۱	−۰/۳۷
	SOI	۰/۱۸	−۰/۱۹	−۰/۰۵	۰/۱٤	۰	۰/۱	۰/۳٤*	۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۰۹	−۰/۱	−۰/۱۸	۰/۲۱
	TNA	−۰/۱	−۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲۹	۰/۱٤	۰/۵٤**	۰/۳۲	۰/۳۷*	۰/۵**	۰/٤۳*	−۰/۱	۰/٤۲*
	MEI.V2	−۰/۱۸	۰/۱	−۰/۰٦	−۰/۲٦	−۰/۲٦	−۰/۲۱	−۰/۳۸	۰/۰۳	−۰/۲۳	−۰/۰٦	۰/۳۱	۰/۱	−۰/۱٦
	AMO	−۰/۱	−۰/۰۱	۰/۱٦	۰/٤*	۰/۳۹*	۰/۰۳	۰/۵۵**	۰/۰۳۵*	۰/٤۸**	۰/٤*	۰/۳	−۰/۰۵	۰/۵٦**
	AMM	−۰/۰۲	−۰/۱۸	−۰/۰۳	۰	۰/۱	−۰/۱۱	۰/۳	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/٤٤**	۰/۲۸	−۰/۰۹	۰/۲
	NTA	−۰/۲	−۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۲٤	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/٤٦**	۰/۳۵	۰/۳٤	۰/۵۱**	۰/٤۲*	−۰/۱۳	۰/٤۳*
	AMOS	−۰/۰۸	۰/۱۹	۰/٤۲*	۰/٦۹**	۰/۵۵**	۰/۲٤	۰/۲۹	۰/٤*	۰/۵۱**	۰/٦۱**	۰/۲۳	−۰/۰۵	۰/٦۸**

*معناداری در سطح ۹۵ درصد **معناداری در سطح ۹۹ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی پیرسون بین الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه ایستگاه‌های مورد مطالعه

	نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
قائن	EA.WR	−۰/۳٦	−۰/۱۷	۰/۱۳	−۰/۱۱	−۰/۰۱	−۰/۳٦	−۰/۰۹	−۰/۲۸	۰/۳	۰/۰۸	−۰/۰۳	−۰/۲٦	−۰/۵٦
	SOI	۰/۲٦	−۰/۱٦	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۰٦	۰/۳۷*	−۰/۱٤	۰/۲٤	۰/۱۷	−۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۳٤
	Nino3	−۰/۱٦	۰/۰۲	−۰/۰۷	−۰/۱۲	−۰/۱٦	۰/۰۱	−۰/۱۱	۰/۲٦	−۰/۱٤	۰/۱۱	−۰/۲٤	−۰/۳۷	−۰/۳٦
	TNA	۰/۰٦	−۰/۰٤	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۰٤	۰/۵۲**	۰/۳۱	۰/۳	۰/٦۳**	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/٤٦**
	ONI	−۰/۲٤	۰/۰۸	−۰/۱۹	−۰/۳۲	−۰/۳	−۰/۰۳	−۰/۲۷	۰/۲۷	−۰/۱٦	۰/۰۱	−۰/۱۸	−۰/۳٤	−۰/۱٦
	MEI.V2	−۰/۲۵	۰/۰۱	−۰/۲٤	−۰/۳۱	−۰/۳	−۰/۲۱	−۰/۳٦	۰/۱۹	−۰/۲۳	−۰/۲۱	−۰/۰۳	−۰/۳۳	−۰/۳۱
	Nino4	−۰/۲۸	۰/۱	−۰/۱۵	−۰/۲۳	−۰/۲۱	۰/۱۲	−۰/۱۱	۰/۳۵*	−۰/۱۳	−۰/۰۹	−۰/۰٦	−۰/۳۱	−۰/۰۹
	Nino3.4	−۰/۲۳	۰/۰٦	−۰/۱۵	−۰/۳۲	−۰/۲۷	۰/۰٦	−۰/۲۲	۰/۲۷	−۰/۱٦	۰/۰۳	−۰/۲	−۰/۳۵	−۰/۱٤
	AO	−۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۲	۰/۰۳	۰	۰/۲۱	−۰/۰۲	−۰/۳۵*	۰/۰۲	−۰/۰٦	۰/۱۱	۰/۰۵	−۰/۱۵
	AMO	۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۲٦	۰/٤*	۰/۳۸*	۰	۰/٦٤**	۰/٤*	۰/٤*	۰/۵۷**	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/٦٦**
	AMM	۰/۰۲	−۰/۲۵	−۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۵	−۰/۲۱	۰/۲۲	−۰/۰۱	۰/۲	۰/۵۸**	۰/۳۳	۰/۰٤	۰/۲۱
	NTA	−۰/۰٤	−۰/۱۲	−۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۲٤	۰/۰۷	۰/٤۷**	۰/۳٦*	۰/۲٤	۰/٦٤**	۰/۲۲	−۰/۰٦	۰/٤٦**
	AMOS	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/٦**	۰/۷۵**	۰/۵۸**	۰/۲٦	۰/۳٤	۰/۳۹*	۰/۲۸	۰/۵۳**	−۰/۱٦	−۰/۱۳	۰/۷٤**
گناباد	EA.WR	−۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۱۵	−۰/۲۷	۰/۰٤	−۰/۳٦	۰/۰۳	−۰/۱۸	۰/۳۷*	۰/۱۳	−۰/۱۲	−۰/۲٤	−۰/۵۵
	SOI	۰/۲۱	−۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۲٤	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۲۹	−۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۸	−۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۳٤*
	TNA	۰/۰۲	−۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/٤۲*	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/٦**	۰/۱۹	−۰/۰٦	۰/٤۳*
	ONI	−۰/۲۱	۰/۰٦	−۰/۱۹	−۰/۳۷	−۰/۳۳	−۰/۰۵	−۰/۲۱	۰/۳۲	−۰/۱٤	۰/۰٦	−۰/۱٤	−۰/۲۷	−۰/۱۷
	Nino4	−۰/۲۳	۰/۰٦	−۰/۱۵	−۰/۳۵	−۰/۲٦	۰/۰۵	−۰/۰٤	۰/۳۹*	−۰/۰۹	−۰/۰۷	−۰/۰٤	−۰/۲۷	−۰/۱۲
	Nino3.4	−۰/۲۱	۰/۰۵	−۰/۱٤	−۰/۳۹	−۰/۳	۰/۰۳	−۰/۱۸	۰/۳	−۰/۱٤	۰/۰۸	−۰/۱٦	−۰/۳	−۰/۱۵
	AMO	۰/۰٦	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۳۷*	−۰/۰۱	۰/۵۱**	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۵۱**	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/٦۱**
	AMM	−۰/۰۲	−۰/۲۷	−۰/۰٤	۰/۰۲	۰/۱	−۰/۱٦	۰/۱۹	−۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۵٤**	۰/۲٤	−۰/۰٤	۰/۲
	NTA	−۰/۰۷	−۰/۱۷	−۰/۰۵	۰/۲٦	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۳٦*	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/٦**	۰/۱۷	−۰/۱۱	۰/٤۳*
	AMOS	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۵۱**	۰/٦٤**	۰/۵۳**	۰/۲٤	۰/۲۵	۰/۲٤	۰/۲۱	۰/۵۲**	−۰/۲۵	−۰/۲۸	۰/٦۳**

*معناداری در سطح ۹۵ درصد **معناداری در سطح ۹۹ درصد

همبستگی الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه مطلق در جدول (٦) نشان می دهد ایستگاه قائن بیشتر در ماه ژولای با شاخص‌های پیوند از دور همبستگی نشان داده است. در ماه‌های ژوئن، سپتامبر تا دسامبر نیز با هیچ‌یک از الگوهای پیوند از دور همبستگی نشان نداده است. الگوهای AMOS، AMO و NTA بیش از سایر الگوها همبستگی نشان داده‌اند. در ایستگاه گناباد بیشتر در ماه‌های گرم سال بین الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه مطلق همبستگی مشاهده شده است. همبستگی‌های رخ داده نیز در ماه ژولای بیش از سایر ماه‌ها مشاهده شده است. الگوهای EA.WR، NTA و AMOS بیش از سایر الگوها همبستگی نشان داده‌اند.

همان‌گونه که در جدول (۷) مشاهده می‌شود دمای کمینه مطلق ایستگاه قائن در ماه ژانویه بیش از سایر ماه‌ها با الگوهای پیوند از دور همبستگی نشان داده است. الگوی AMOS، AMO و NTA نیز بیش از سایر الگوها با این پارامتر همبستگی داشته‌اند. به طوری که طی ماه‌های آوریل تا اکتبر با دمای کمینه مطلق همبستگی نشان داده‌اند. ماه‌های فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر نیز با الگوهای پیوند از دور همبستگی نشان ندادند. در ایستگاه گناباد نیز در ماه ژانویه همبستگی بیشتری بین الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه مطلق رخ داده است. الگوهای AMOS، AMO، NTA و TNA نیز بیش از سایر الگوها با دمای کمینه مطلق گناباد همبستگی نشان دادند.

جدول ٦- ضرایب همبستگی پیرسون بین الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه مطلق

	نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
قائن	EA.WR	-۰/۳۸*	۰/۰۰۸	۰/۲	۰/۰۱	-۰/۰٤	-۰/۱۵	-۰/۰۸	-۰/٤۷**	-۰/۰۳	-۰/۰۰٤	-۰/۰۵	۰/۰۳
	SOI	۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۲۵	-۰/۰٦	۰/۲٦	۰/۱۷	۰/۵۳**	-۰/۰۹	۰/۰۹	-۰/۱	۰/۱۸	۰/۱٤
	TNA	۰/۰٤	-۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۹	-۰/۰۸	۰/۵٦**	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۱۲	-۰/۱
	MEI.V2	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۳٤	-۰/۰۲	-۰/۲۱	-۰/۲۱	-۰/۳۸*	۰/۲۳	-۰/۰٤	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۲۲
	Nino4	-۰/۰۹	۰/۱۳	-۰/۱۸	۰/۰۰٦	-۰/۱۹	-۰/۰٤	-۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۰۰۵	-۰/۰۲	۰/۰٤	-۰/۲۷
	AMO	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۳۷*	-۰/۳۲	۰/٦٦**	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۱٦	۰/۰۷
	NTA	-۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۰٦	۰/۳۵*	۰/۲	-۰/۰۷	۰/۵**	۰/۳	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۱۵	-۰/۱۲
	AMOS	۰/۱۵	۰/٤٦*	۰/٦**	۰/٤۹*	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۳	-۰/۲۳
گناباد	EA.WR	-۰/٤۲*	۰/۱۷	۰/۱۹	-۰/۰۹	۰/۱۱	-۰/۱۵	-۰/۱۲	-۰/٤٤**	۰/۰٤	۰/۱۲	۰/۰۰٤	۰/۱٦
	NAO	۰/۲۵	۰/۱۵	-۰/۰٤	۰/۱	-۰/۱۵	۰/٤۵**	-۰/۰۰٤	-۰/۰٦	۰/۲۱	-۰/۱۹	۰/۰٤	۰/۰۷
	SOI	۰/۱۲	-۰/۱۱	۰/۱۹	-۰/۰۲	۰/۲	۰/۱٦	۰/۵**	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۱٤	-۰/۰۸
	TNA	-۰/۰۹	-۰/۰۰۲	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۱۹	-۰/۰۰۸	۰/٤۱*	۰/۲٤	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۵	-۰/۱۲
	Nino1.2	-۰/۰۰۲	۰/۱۵	-۰/۱۱	۰/۱	-۰/۱۵	-۰/۳۵*	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	-۰/۰۳
	Nino4	-۰/۰۹	۰/۳	-۰/۲۳	-۰/۰٤	-۰/۳	-۰/۰۰۵	-۰/۱۹	۰/٤*	۰/۰۸	-۰/۰٦	۰/۳۳	-۰/۰٦
	TNI	۰/۰۸	-۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۱	-۰/۲۸	۰/۲۳	-۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۲۲	-۰/۳۸*	۰/۰٦
	AMO	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۳	-۰/۲۷	۰/۵٦**	۰/۳	۰/۰۰٤	۰/۱٤	۰/۰۲	-۰/۰۰۸
	NTA	-۰/۱۸	-۰/۰۲	-۰/۰٦	۰/۳۷*	۰/۲	-۰/۰۰۱	۰/۳۸*	۰/۲۷	-۰/۱	۰/۱۳	۰/۲	-۰/۰۹
	AMOS	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/٤٤*	۰/٤۷*	۰/۲۷	۰/۰٤	۰/۱۱	۰/۲۹	-۰/۲	۰/۱٦	-۰/۰۷	-۰/۲۸

*معناداری در سطح ۹۵ درصد **معناداری در سطح ۹۹ درصد

جدول ۷- ضرایب همبستگی پیرسون بین الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه مطلق

	نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
قائن	SOI	۰/۴۳*	-۰/۰۲	-۰/۲	۰/۳۶*	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۲۸	-۰/۰۰۴	۰/۲	-۰/۰۸	-۰/۱۶
	Nino3	-۰/۴۲*	-۰/۰۲	۰/۱	-۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۵	-۰/۰۷	-۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۳
	TNA	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۳۶*	۰/۵۸**	۰/۶۳**	۰/۴۱*	۰/۲۶	-۰/۱
	ONI	-۰/۴۳*	-۰/۰۶	۰/۰۵	-۰/۳۵*	-۰/۱۸	-۰/۰۳	-۰/۱۷	-۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۰۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳
	MEI.V2	-۰/۴۱*	-۰/۰۶	۰/۱	-۰/۳۸*	-۰/۲۶	-۰/۲۳	-۰/۲۸	-۰/۲۷	-۰/۰۱	-۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۵
	Nino4	-۰/۳۹*	-۰/۱	۰/۰۲	-۰/۱۷	-۰/۰۷	۰/۰۳	-۰/۱۳	-۰/۲۵	۰/۲۹	-۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۶
	Nino3.4	-۰/۴۳*	-۰/۰۶	۰/۰۵	-۰/۳۳	-۰/۱۲	۰/۰۴	-۰/۱۴	-۰/۳	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۱۱
	TNI	۰/۲۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۹	-۰/۲۱	۰/۳۶*	۰/۱۸	۰/۰۸
	AMO	-۰/۰۰۳	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۲۸	۰/۳۴*	۰/۲۱	۰/۳۸*	۰/۶۳**	۰/۵۹**	۰/۳۷*	۰/۲۴	-۰/۰۹
	AMM	۰/۱۵	۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۱۳	-۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۴۶**	۰/۳۷*	۰/۲۶	-۰/۰۹
	NTA	-۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱	۰/۳۱	۰/۳۶*	۰/۴۱*	۰/۵۹**	۰/۶۳**	۰/۳۹*	۰/۲۵	-۰/۰۷
	AMOS	۰/۱	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۴۲*	۰/۵۲**	۰/۵۱**	۰/۵۹**	۰/۵۲**	۰/۵۹**	۰/۵۵**	۰/۱۶	-۰/۰۳
گناباد	SOI	۰/۳۴*	-۰/۱	-۰/۱۱	۰/۲۵	-۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۲۳	-۰/۲۷	-۰/۱۲
	Nino3	-۰/۳۸*	۰/۱۵	۰/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۱	۰/۱۲	-۰/۲۲	-۰/۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۱۸	-۰/۰۷
	TNA	۰/۰۱	۰/۱۳	-۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۰۵**	۰/۰۵**	۰/۰۵**	۰/۳	۰/۲۹	-۰/۰۱
	ONI	-۰/۳۶*	۰/۱۲	-۰/۰۴	-۰/۳۴	-۰/۲	-۰/۰۲	-۰/۲۶	-۰/۱۸	-۰/۰۴	-۰/۰۱	۰/۱۷	-۰/۰۵
	MEI.V2	-۰/۳۶*	۰/۰۸	۰/۰۰۵	-۰/۳۷*	-۰/۳	-۰/۱۸	-۰/۳۲	-۰/۲۱	-۰/۱	-۰/۱۹	۰/۲۳	-۰/۰۱
	Nino1.2	-۰/۴*	۰/۱۳	۰/۱۹	-۰/۱۴	-۰/۰۹	۰/۲۷	-۰/۱۶	-۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۵	-۰/۰۳
	Nino3.4	-۰/۳۷*	۰/۱۲	-۰/۰۲	-۰/۳۳	-۰/۱۴	۰/۰۳	-۰/۲۶	-۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۱۷	-۰/۰۷
	AMO	-۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۴۱*	۰/۴۷**	۰/۴*	۰/۲۸	۰/۲۸	-۰/۰۵
	AMM	۰/۱۱	۰/۱	-۰/۲	-۰/۰۰۷	۰/۰۱	-۰/۰۶	۰/۴*	۰/۲۴	۰/۳۹*	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۵
	NTA	-۰/۰۴	۰/۱۴	-۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۴۴*	۰/۵**	۰/۶**	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۰۲
	AMOS	۰/۰۰۲	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۴۸*	۰/۳۹*	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۴*	۰/۶**	۰/۰۶	-۰/۰۲

*معناداری در سطح ۹۵ درصد **معناداری در سطح ۹۹ درصد

روش شبیه سازی

در ایستگاه قائن در ماه‌های ژانویه و مارس تا اکتبر باتوجه‌به نتایج رگرسیون چندمتغیره و کوچک‌تر بودن مقدار Sig از ۰/۰۵ لذا می‌توان بیان نمود که رابطه خطی بین متغیرهای مورد مطالعه و متوسط دمای قائن وجود دارد. ضرایب به دست آمده در جدول (۸) نشان دهنده آن است که در ماه ژانویه تنها متغیرTNI ، در ماه فوریه الگوهای SOI و Nino3 و Nino1.2 و.Nino3، در ماه‌های مارس تا ژوئن و آگوست و سپتامبر و سالانه الگوAMOS ، در ماه ژولای الگوی AMO، در ماه اکتبر الگوTNA ، در ماه نوامبر الگوی MEI.V2، در ماه دسامبر الگوهای Nino3 و TNI و AMO دارای سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ می باشد بر متوسط دمای قاین تأثیر داشته است. سایر متغیرهای مورد مطالعه تأثیری نداشته‌اند. در ماه‌های فوریه، نوامبر و دسامبر با توجه به اینکه مقدار Sig بزرگتر از ۰/۰۵ می‌باشد لذا نتیجه گرفته می‌شود که ارتباط خطی بین الگوهای پیوند از دور و متوسط دمای قاین وجود ندارد.

در ایستگاه گناباد در ماه‌های آوریل، مه، ژولای، سپتامبر، اکتبر و سالانه باتوجه‌به کوچک‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ بین الگوهای پیوند از دور و متوسط دمای ماه آوریل رابطه خطی وجود داشته است. در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، ژوئن، آگوست، نوامبر، دسامبر باتوجه‌به بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ لذا بین متغیرهای موردمطالعه رابطه خطی وجود

نداشته است. در ماه‌های ژانویه و آگوست نیز تمامی شاخص‌های پیوند از دور دارای Sig. بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بوده‌اند و لذا بر متوسط دمای گناباد تأثیری نداشته‌اند. در ماه فوریه شاخص Nino1.2، در ماه‌های مارس، آوریل، مه و سالانه شاخص AMOS، در ماه‌های ژوئن و نوامبر شاخص MEI.V2، در ماه ژولای شاخص TNA، در ماه‌های سپتامبر و اکتبر شاخص‌های NAO و AO، در ماه دسامبر شاخص‌های EA.WR، Nino3، Nino4، AO بر متوسط دمای گناباد تأثیرگذار بوده‌اند وسایر متغیرها تأثیری نداشته‌اند.

جدول ۸- نتایج رگرسیون چندمتغیره متوسط دما

	ماه	الگو	sig	ماه	الگو	sig
قائن	ژانویه	TNI	۰/۰٤	ژولای	AMO	۰
	فوریه	SOI	۰/۰٤	آگوست	AMOS	۰/۰۰۲
		Nino3	۰/۰٤	سپتامبر	AMOS	۰/۰۰۲
		Nino1.2	۰/۰۵	اکتبر	TNA	۰/۰۰۱
		Nino3.4	۰/۰۸	نوامبر	MEI.V2	۰/۰۲
	مارس	AMOS	۰/۰۰۲	دسامبر	Nino3	۰/۰٤
	آوریل	AMOS	۰		TNI	۰/۰۳
	مه	AMOS	۰		AMO	۰/۰۰۵
	ژوئن	AMOS	۰/۰۲	سالانه	AMOS	۰
گناباد	ژانویه	–	–	اکتبر	NAO	۰/۰۰۲
	فوریه	Nino1.2	۰/۰٤		AO	۰/۰۵
	مارس	AMOS	۰/۰۰۹	نوامبر	MEI.V2	۰/۰۲
	آوریل	AMOS	۰	دسامبر	EA.WR	۰/۰٤
	مه	AMOS	۰/۰۰٤		Nino3	۰/۰٤
	ژوئن	MEI.V2	۰/۰۱		Nino4	۰/۰۲
	ژولای	TNA	۰		AO	۰/۰۵
	آگوست	–	–	سالانه	AMOS	۰
	سپتامبر	NAO	۰/۰۰۲			
		AO	۰/۰۵			

نتایج رگرسیون چندمتغیره دمای کمینه در جدول (۹) نشان دهنده آن است که در ایستگاه قائن در ماه‌های آوریل تا دسامبر و سالانه با توجه به کوچک‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور و دمای کمینه ارتباط خطی وجود دارد. در ماه‌های آوریل تا اکتبر و سالانه شاخص AMOS، در ماه‌های نوامبر و دسامبر شاخص SOI بر دمای کمینه قائن تأثیر داشته است. در ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس با توجه به بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ لذا بین شاخص‌های پیوند از دور و دمای کمینه قائن ارتباط خطی وجود ندارد. در این ماه‌ها با توجه به بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ می‌توان بیان نمود که هیچ یک از شاخص های پیوند از دور مورد مطالعه تاثیری بر دمای کمینه این ماه‌ها در ایستگاه قائن نداشته است. در ایستگاه گناباد ماه‌های مارس، آوریل، مه، ژولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر، سالانه با توجه به کوچکتر بودن مقدار Sig از ۰/۰۵ لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای کمینه رابطه خطی وجود دارد. در ماه‌های مارس، آوریل، مه، سپتامبر، اکتبر و سالانه شاخص AMOS،

در ماه ژولای و نوامبر شاخص TNA، در ماه آگوست شاخص NTA بر دمای کمینه گناباد تاثیرگذار می‌باشند. در ماه‌های ژانویه، فوریه، ژوئن، نوامبر و دسامبر به دلیل بزرگتر بودن مقدار Sig از ۰/۰۵ لذا بین متغیرهای مورد مطالعه ارتباط خطی وجود ندارد و هیچ یک از شاخص‌های پیوند از دور تأثیری بر دمای کمینه ماه‌های نامبرده گناباد نداشته است.

جدول ۹- نتایج رگرسیون چندمتغیره دمای کمینه

	ماه	الگو	sig	ماه	الگو	sig
قائن	ژانویه	–	–	آگوست	AMOS	۰
	فوریه	–	–	سپتامبر	AMOS	۰
	مارس	–	–	اکتبر	AMOS	۰/۰۰۱
	آوریل	AMOS	۰	نوامبر	SOI	۰/۰۰۵
	مه	AMOS	۰	دسامبر	SOI	۰/۰۱
	ژوئن	AMOS	۰/۰۰۳	سالانه	AMOS	۰
	ژولای	AMOS	۰			
گناباد	ژانویه	–	–	آگوست	NTA	۰/۰۳
	فوریه	–	–	سپتامبر	AMOS	۰/۰۸
	مارس	AMOS	۰/۰۳	اکتبر	AMOS	۰/۰۰۱
	آوریل	AMOS	۰	نوامبر	TNA	۰/۰۰۷
	مه	AMOS	۰/۰۰٤	دسامبر	SOI	۰/۰۲
	ژوئن	–	–		Nino4	۰/۰٤
	ژولای	TNA	۰	سالانه	AMOS	۰

طبق نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای بیشینه در جدول (۱۰) در ایستگاه قائن در ماه‌های ژانویه، مارس، آوریل، مه، ژولای، آگوست، اکتبر، نوامبر، دسامبر و سالانه به دلیل کوچک‌تر بوده مقدار .Sig از ۰/۰۵ لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه و دمای بیشینه ایستگاه قائن رابطه خطی وجود دارد. در ماه ژانویه شاخص Nino4، در ماه فوریه شاخص‌های SOI، Nino3، Nino1.2، AMOS، در ماه‌های مارس، آوریل، مه و سالانه شاخص AMOS، در ماه‌های ژوئن و نوامبر شاخص MEI.V2، در ماه ژولای شاخص AMO ، در ماه آگوست شاخص Nino3، در ماه سپتامبر شاخص‌های EA.WR، NAO، در ماه اکتبر شاخص TNA ، در ماه دسامبر شاخص Nino3 از ۰/۰۵ کوچک‌تر بوده و لذا می‌توان بیان نمود که این شاخص بر دمای بیشینه قائن تأثیرگذار بوده‌اند. در ماه‌های فوریه، ژوئن و سپتامبر مقدار .Sig از ۰/۰۵ بزرگ‌تر بوده و بیانگر آن است که بین شاخص‌های پیوند از دور مطالعه و دمای بیشینه ایستگاه قائن رابطه خطی وجود ندارد.

در ایستگاه گناباد در ماه‌های مارس، آوریل، مه، ژولای، آگوست، اکتبر، دسامبر و سالانه به دلیل اینکه مقدار Sig. از ۰/۰۵ کوچک‌تر می‌باشد لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه و دمای بیشینه گناباد رابطه خطی وجود دارد. در ماه‌های ژانویه، فوریه، ژوئن، سپتامبر و نوامبر به دلیل بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای بیشینه گناباد رابطه خطی بین آنها وجود ندارد. همچنین نتایج جدول (۱۰) نیز نشان‌دهنده آن است که هیچ یک از شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه بر دمای بیشینه ژانویه گناباد تأثیر نداشته است. در ماه فوریه شاخص Nino1.2، در ماه‌های مارس، آوریل، مه و سالانه شاخص AMOS، در ماه ژوئن شاخص‌های TNA، MEI.V2 و AMO، در ماه ژولای و اکتبر شاخص TNA، در ماه آگوست شاخص ONI، در ماه

سپتامبر شاخص‌های EA.WR و NAO، در ماه نوامبر شاخص MEI.V2 و در ماه دسامبر شاخص Nino3.4 به دلیل اینکه مقدار Sig. آن کوچک‌تر از ۰/۰۵ است؛ لذا نتیجه گرفته می‌شود که بر دمای بیشینه گناباد تأثیرگذار بوده‌اند.

جدول ۱۰- نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای بیشینه

	ماه	الگو	sig	ماه	الگو	sig
قائن	ژانویه	Nino4	۰/۰۲	ژولای	AMO	۰
	فوریه	SOI	۰/۰۱	آگوست	Nino3	۰/۰۳
		Nino3	۰/۰۲	سپتامبر	EA.WR	۰/۰۳
		Nino1.2	۰/۰۲		NAO	۰/۰۱
		AMOS	۰/۰۱	اکتبر	TNA	۰
	مارس	AMOS	۰/۰۰۱	نوامبر	MEI.V2	۰/۰۳
	آوریل	AMOS	۰	دسامبر	Nino3	۰/۰۳
	مه	AMOS	۰/۰۰۲	سالانه	AMOS	۰
	ژوئن	MEI.V2	۰/۰۵			
گناباد	ژانویه	–	–	ژولای	TNA	۰/۰۰۱
	فوریه	Nino1.2	۰/۰٤	آگوست	ONI	۰/۰۳
	مارس	AMOS	۰/۰۰۷	سپتامبر	EA.WR	۰/۰۳
	آوریل	AMOS	۰		NAO	۰/۰۱
	مه	AMOS	۰/۰۰۵	اکتبر	TNA	۰
	ژوئن	TNA	۰/۰۵	نوامبر	MEI.V2	۰/۰٤
		MEI.V2	۰/۰۱	دسامبر	Nino3.4	۰/۰٤
		AMO	۰/۰۵	سالانه	AMOS	۰/۰۰۱

نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای بیشینه مطلق در جدول (۱۱) ارائه شده است. طبق این نتایج در ایستگاه قائن ماه‌های ژانویه تا آگوست، نوامبر و دسامبر به دلیل اینکه مقدار .Sigاز ۰/۰۵ کوچک‌تر می‌باشد لذا نشان دهنده وجود رابطه خطی بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای بیشینه مطلق قائن می‌باشند. در ماه‌های ژانویه و آگوست الگوهای EA.WR و TNI، در ماه فوریه الگوهای AMOSو AMM ، در ماه مارس الگویAMOS ، در ماه‌های آوریل، ژوئن و ژولای الگویAMO ، در ماه مه الگویONI ، در ماه اکتبر الگوی Nino4، در ماه نوامبر الگوی TNI و در ماه دسامبر الگوی Nino3 به دلیل اینکه مقدار .Sig آن کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد لذا نتیجه گرفته می‌شود که بر دمای بیشینه مطلق قائن تاثیرگذار بوده‌اند. در ماه‌های سپتامبر و اکتبر به دلیل بزرگ‌تر بودن مقدار .Sig از ۰/۰۵ بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای بیشینه مطلق قائن رابطه خطی بین آنها وجود ندارد.

در ایستگاه گناباد ماه‌های مارس، آوریل، مه، ژوئن، ژولای، آگوست، نوامبر به دلیل اینکه مقدار Sig. از ۰/۰۵ کوچک‌تر می‌باشد لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای بیشینه مطلق گناباد رابطه خطی وجود دارد. در ماه مارس الگوی AMOS، در ماه‌های آوریل و ژولای الگوی AMO، در ماه‌های مه و سپتامبر الگوی ONI، در ماه ژوئن الگوی NAO، در ماه آگوست الگوی EA.WR، در ماه‌های سپتامبر و نوامبر الگوی TNI به دلیل اینکه مقدار Sig. آن کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد لذا می‌توان بیان نمود که بر دمای کمینه مطلق گناباد تأثیرگذار بوده‌اند. در ماه‌های ژانویه، فوریه، سپتامبر، اکتبر، دسامبر به دلیل بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ بین شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه و دمای بیشینه مطلق گناباد رابطه خطی بین آنها وجود ندارد.

طبق نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای کمینه مطلق در جدول (۱۲) در ایستگاه قائن ماه‌های ژانویه، آوریل، مه، ژوئن،

ژولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر، نوامبر به دلیل اینکه مقدار .Sigاز ۰/۰۵ کوچک‌تر می‌باشد لذا می توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای کمینه مطلق قائن رابطه خطی وجود دارد. در ماه ژانویه الگوی SOI، در ماه آوریل الگویONI ، در ماه‌های مه، ژوئن، ژولای، اکتبر الگویAMOS ، در ماه آگوست الگوی NTA، در ماه سپتامبر الگوهایNTA ، Nino4، ONI، Nino3.4، در ماه اکتبر الگوهای AMOS وTNI ، در ماه نوامبر الگوهای AMO و NAO و در ماه دسامبر الگوهای EA.WRو SOI به دلیل اینکه مقدار .Sig آن کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد لذا نتیجه گرفته می‌شود که بر دمای کمینه مطلق قائن تأثیرگذار بوده اند. در ماه های فوریه، مارس، دسامبر به دلیل بزرگتر بودن مقدار .Sig از ۰/۰۵ بین شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه و دمای کمینه مطلق قائن رابطه خطی بین آنها وجود ندارد.

در ایستگاه گناباد ماه‌های ژانویه، آوریل، مه، ژوئن، ژولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر، نوامبر به دلیل اینکه مقدار Sig. از ۰/۰۵ کوچک‌تر می‌باشد لذا می‌توان بیان نمود که بین شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه و دمای کمینه مطلق گناباد رابطه خطی وجود دارد. در ماه ژانویه الگوی Nino3، در ماه آوریل الگوی ONI، در ماه‌های مه، ژوئن، اکتبر و نوامبر الگوی AMOS، در ماه‌های ژولای و آگوست الگوی TNA، در ماه سپتامبر الگوهای NTA و AMO، در ماه نوامبر الگوهای AMO و AMOS به دلیل اینکه مقدار Sig. آن کوچک‌تر از ۰/۰۵ است؛ لذا نتیجه گرفته می‌شود که بر دمای کمینه مطلق گناباد تأثیرگذار بوده‌اند. در ماه‌های فوریه، مارس، دسامبر به دلیل بزرگ‌تر بودن مقدار Sig. از ۰/۰۵ بین شاخص‌های پیوند از دور موردمطالعه و دمای کمینه مطلق گناباد رابطه خطی بین آنها وجود ندارد.

جدول ۱۱- نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای بیشینه مطلق

	ماه	الگو	sig	ماه	الگو	sig
قائن	ژانویه	EA.WR	۰/۰۱	ژوئن	AMO	۰/۰۲
		TNI	۰/۰۲	ژولای	AMO	۰
	فوریه	AMOS	۰/۰۰۲	آگوست	EA.WR	۰/۰۲
		AMM	۰/۰۲	سپتامبر	–	–
	مارس	AMOS	۰/۰۰۱	اکتبر	Nino4	۰/۰۲
	آوریل	AMO	۰/۰۰۳	نوامبر	TNI	۰/۰۳
	مه	ONI	۰/۰۱	دسامبر	Nino3	۰/۰۳
گناباد	ژانویه	–	–	آگوست	EA.WR	۰/۰۱
	فوریه	–	–	سپتامبر	ONI	۰/۰۳
	مارس	AMOS	۰/۰۲		TNI	۰/۰۳
	آوریل	AMO	۰/۰۰۳	اکتبر	–	–
	مه	ONI	۰/۰۲	نوامبر	TNI	۰/۰۰٤
	ژوئن	NAO	۰/۰۳	دسامبر	–	–
	ژولای	AMO	۰/۰۰۱			

همبستگی بین شاخص‌های پیوند از دور و میزان تولید و عملکرد محصول زرشک در جدول (۱۳) نشان داد که شاخص Nino3 در سطح معناداری ۹۹ درصد همبستگی معکوس با میزان تولید محصول زرشک و شاخص AO در سطح معناداری ۹۵ درصد همبستگی معکوس با عملکرد محصول زرشک داشته‌اند. همبستگی بین پارامترهای دمایی مورد مطالعه و میزان تولید و عملکرد محصول زرشک در جدول (۱٤) طی دوره مورد مطالعه نشان داد که بین آنها همبستگی وجود نداشته است. آزمون رگرسیون بین پارامترهای دمایی مورد مطالعه و میزان تولید محصول زرشک

نشان داد بین پارامترهای دمایی و میزان تولید محصول زرشک رابطه خطی وجود ندارد و پارامترهای دمایی مورد مطالعه بر میزان تولید زرشک تاثیری نداشته‌اند. نتایج تحلیل رگرسیون بین پارامترهای دمایی مورد مطالعه و عملکرد محصول زرشک نشان داد دمای کمینه مطلق بر عملکرد محصول زرشک تأثیرگذار بوده است.

جدول ۱۲- نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره دمای کمینه مطلق

	ماه	الگو	sig	ماه	الگو	sig
قائن	ژانویه	SOI	۰/۰۰۵	سپتامبر	Nino4	۰/۰۱
	فوریه	-	–		ONI	۰/۰۰٤.
	مارس	-	–		Nino3.4	۰/۰۱
	آوریل	ONI	۰/۰۱	اکتبر	AMOS	۰/۰۰۱
	مه	AMOS	۰/۰۰٦		TNI	۰/۰۰۸
	ژوئن	AMOS	۰/۰۰۷	نوامبر	AMO	۰/۰۰٦
	ژولای	AMOS	۰/۰۰۱		NAO	۰/۰۳
	آگوست	NTA	۰	دسامبر	EA.WR	۰/۰۲
	سپتامبر	NTA	۰/۰۰۲		SOI	۰/۰۲
گناباد	ژانویه	Nino3	۰/۰۱	آگوست	TNA	۰/۰۰۱
	فوریه	-	–	سپتامبر	NTA	۰
	مارس	-	–		AMO	۰/۰۳
	آوریل	ONI	۰/۰۲	اکتبر	AMOS	۰/۰۰۱
	مه	AMOS	۰/۰۱	نوامبر	AMO	۰/۰۰۱
	ژوئن	AMOS	۰/۰٤		AMOS	۰/۰۲
	ژولای	TNA	۰	دسامبر	–	–

جدول ۱۳- همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و راندمان محصول زرشک

نام الگو	ضرایب	میزان تولید	عملکرد محصول
Nino3	r	-۰/۷۳**	۰/۱۱
	Sig	۰/۰۰۱	۰/٦۹
AO	r	-۰/۰۵	-۰/۵٤*
	Sig	۰/۸۵	۰/۰٤

جدول ١٤- همبستگی بین راندمان محصول زرشک و سری های دمایی ایستگاه قائن

نام الگو	میزان تولید		عملکرد محصول	
	r	Sig	r	Sig
متوسط دما	۰/۳٦	۰/۱۷	۰/۲٦	۰/۳٦
دمای بیشینه	۰/٤٤	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/٤۵
دمای کمینه	۰/۱۹	۰/٤۷	۰/۲٤	۰/۳۹
دمای بیشینه مطلق	**۰/۲۹**	۰/۲٦	-۰/۰۹	۰/۷۳
دمای کمینه مطلق	۰/۱۱	۰/٦٦	-۰/۲	۰/٤۷

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج همبستگی‌های به‌دست‌آمده حاکی از آن است که همبستگی‌های رخ‌داده بیشتر در نیمه دوم سال رخ‌داده است. همچنین به ترتیب شاخص‌های AMOS، AMO و TNA بیش از سایر شاخص‌ها با سری‌های دمایی موردمطالعه همبستگی داشته‌اند. با توجه به اینکه محدود فعالیت این شاخص‌ها اقیانوس اطلس می‌باشد و فاز گرم شاخص AMO معمولا با بیشترین و قویترین هاریکن‌ها و معمولا با دمای بیشتر از نرمال نیمکره شمالی همراه است؛ لذا می‌توان بیان نمود که تغییرات دمای سطح آب اقیانوس اطلس شمالی بر تغییرات دمای حوضه مورد مطالعه تأثیرگذار می‌باشد. شاخص‌های Nino نیز تقریباً در تمام سری‌های دمایی در هر دو ایستگاه قائن و گناباد فاقد همبستگی بوده‌اند. از نظر زمانی نیز متوسط دما، دمای کمینه و دمای بیشینه در ماه‌های ژولای و اکتبر و دمای بیشینه مطلق در ژولای بیش از سایر ماه‌ها با شاخص‌های پیوند از دور همبستگی نشان داده‌اند. دمای کمینه مطلق نیز در ایستگاه قائن در ماه‌های ژانویه و اکتبر و در ایستگاه گناباد در ماه‌های ژانویه و سپتامبر با شاخص‌های پیوند از دور همبستگی بیشتری داشته‌اند. نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره نیز نشان داد که دو الگوهای AMO و AMOS بیش از سایر الگوها بر سری‌های دمایی موردمطالعه تأثیر داشته‌اند. باتوجه‌به نتایج همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و راندمان محصول زرشک، شاخص Nino3 با میزان تولید زرشک همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۹ درصد و شاخص AO با عملکرد محصول همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۵ درصد نشان داده است. به عبارت دیگر زمانی که شاخص AO در فاز مثبت بوده عملکرد محصول زرشک پایین بوده و زمانی که در فاز منفی بوده، عملکرد زرشک بالا بوده است. با توجه به اینکه پرفشار سیبری بر شاخص AO تأثیرگذار می باشد لذا می توان بیان نمود در زمان فعالیت پرفشار سیبری و اثر آن بر شاخص AO، اثر همزمان آنها باعث یخزدگی زرشک و کاهش میزان محصول می شود. طبق این نتایج می‌توان بیان نمود که شاخص‌های مربوط به اقیانوس اطلس همبستگی مستقیم و تأثیر بیشتری بر سری‌های دمایی منطقه موردمطالعه داشته است. این الگوها از طریق تأثیر بر سیستم‌های مدیترانه‌ای و پرفشار جنب‌حاره‌ای آزور بر روی ایران تأثیر می‌گذارند. شاخص‌های مربوط به اقیانوس آرام نیز با عملکرد محصول و شاخص‌های آرام حاره‌ای با میزان تولید محصول زرشک همبستگی معکوس داشته‌اند. مطالعات انجام شده بر روی الگوهای پیوند از دور نشان می‌دهد که بین این الگوها و عناصر اقلیمی ارتباط و همبستگی وجود دارد. ولی این ارتباط‌ها و همبستگی‌ها در ماه‌ها و مکان‌های مختلف، متفاوت می‌باشد. از جمله این مطالعات می‌توان صلاحی و حاجی‌زاده (۱۳۹۲) را نام برد که پژوهش آنها ارتباط معکوس شاخص NAO با دمای استان لرستان؛ را تأیید کرد. سبحانی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که ارتباط شاخص NAO با متوسط دما، دمای کمینه و دمای بیشینه شمال غرب ایران معکوس می‌باشد. همچنین رحمانی (۱۳۹۵) ارتباط معکوس شاخص NAO با دمای استان کردستان را نشان داد.

کشاورزی محور اصلی اقتصادی و توسعه استان خراسان جنوبی است که نقش مهمی در عملکرد روستا و نواحی کشاورزی دارد. شناخت عملکرد محصولات کشاورزی در ارتباط با اقلیم و تغییرات آن یکی از ارکان مهم پایداری تأمین اقتصاد در نواحی جغرافیایی است. بدون شک کارایی و اثربخشی بهره‌وری اقتصادی کشاورزی منوط به شناخت اثرات تغییر اقلیمی بر محصولات و سطح زیر کشت و عملکرد آنها دارد. شرایط آب‌وهوایی، تغییرات و روند آن به‌صورت گسترده و نافذی بر الگوی کشت زرشک اثر دارد. باتوجه‌به اینکه منطقه موردمطالعه دارای اقلیم گرم و خشک است با درنظرگرفتن این نکته که محصول زرشک از نظر فیزیولوژیکی نیاز به گرما و درجه حرارت بالا ندارد تغییرات اقلیمی و افزایش درجه حرارت و افزایش میزان ساعات آفتابی می‌تواند در عملکرد کشت زرشک پیامدهای منفی به همراه داشته باشد. با حادث شدن پدیده گرمایش جهانی و اثرات الگوهای پیوند از دور و گرمایش جهانی بر محصولات کشاورزی می‌بایست برنامه‌ریزی دقیق و مشخصی با درنظرگرفتن این رخداد انجام گردد. عدم وجود الگوی ثابت در عناصر اقلیمی، کم‌شدن بارش و افزایش دما میزان تغییر عملکرد محصولات کشاورزی و به‌خصوص کشت زرشک را با چالش بزرگی روبه‌رو کرده است که با برنامه‌ریزی و آمایش کشاورزی می‌توان در جهت رفع این مانع بزرگ

گام‌های مؤثری برداشت. ازاین‌رو تغییر و اصلاح الگوی تولید محصولات کشاورزی به سمت محصولات با آب بری کمتر، اصلاح الگوی مصرف آب در بخش‌های مختلف به‌ویژه بخش کشاورزی، اصلاح الگوی مصرف مواد غذایی و محصولات کشاورزی به سمت مصرف بهینه و کاهش ضایعات، مدیریت و کنترل فرسایش خاک، ارتقای بهره‌وری منابع تولید، استفاده بیشتر از انرژی‌های غیر فسیلی، مدیریت احداث سازه‌های آبی و... به‌عنوان یک ضرورت گریزناپذیر در مواجهه و مدیریت پیامدها و آسیب‌های گرمایش جهانی در کشور پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱. اکبری. ط. مسعودیان. ا. ۱۳۸٦. شناسایی نقش الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی بر دمای ایران. *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*. ۱۳۲-۱۱۷.

۲. افشارتبار. ر. مرتضوی. ا. خلیلیان. ص. ۱٤۰۲. ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی در شهرستان مرودشت. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*. ۱۷(۱). ۵۵-٤۲.

۳. حیدری. م. خوش اخلاق. فرامرز. ۱۳۹٦. مدل‌سازی ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با ناهنجاری‌های دمایی فصل گرم در ایران با استفاده از وایازی چندمتغیره. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ٦*(۳)*. ٦٦-٤۷.

٤. خسروی. م. مسگری. ا. ۱۳۹۵. تحلیل فضایی روابط الگوهای پیوند از دور با دمای ماهانهٔ شمال غرب ایران. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*. ٦*(۲۱)*. ۲۱٤-۲۰۳.

۵. خجسته غلامی. و. صلاحی. ب. محمدی. غ. ۱٤۰۲. تحلیل تأثیر رخداد هم‌زمان برخی شاخص های دورپیوندی نیمکره شمالی بر دمای زمستانه ایران. *فیزیک زمین و فضا*.

٦. رحیم زاده. ف. ۱۳۹۰. روشهای آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی. انتشارات سیدباقر حسینی. ٤۳٦ ص.

۷. زینالی. ب. فروتن. م. ۱٤۰۲. اثر همزمانی شاخص‌های پیوند از دور NAO و AMO بر تغییرپذیری دما و بارش شهرستان‌های مجاور سبلان. مطالعات علوم محیط زیست. ۸(۱). ۵۸۶۸-۵۸۵۷.

۸. کوشکی. ح. عزیزی. ق. حاجی محمدی. حسن. ۱٤۰۲. واکاوی ارتباط گردشِ جوِخاورمیانه با دورپیوند های شمالگان (AO) و شرق اقیانوس اطلس – غرب روسیه (EA-WR)در پاییز و زمستان. پژوهش های اقلیم شناسی. ۵٤، ۳٦-۱۹.

۹. عزیزیان. ت. ۱۳۹۱. مطالعه‌ی اثر نمایه‌ی AO بر پرفشار سیبری و اثرهای احتمالی آن بر بارش منطقه‌ی ساحلی جنوب دریای خزر. *پژوهش های علوم و فنون دریایی*. ۷(۳). ۲۷-۱۳.

۱۰. فلاح. ن. گندمکار. ا. عباسی. ع ۱۳۹۹. بررسی ارتباط تغییرات دما و الگوهای پیوند از دور در سرشاخه‌های رودخانه‌های مرزی غرب ایران. علوم جغرافیایی (جغرافیای کاربردی). ۱٦(۳۳). ۱۰۷-۹۵.

۱۱. فلاحت پیشه. ا. یوسفی. ی. رورده. ه. ۱٤۰۲. ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با ناهنجاری‌های دمایی، بارشی و باد استان مازندران در نیمه دوم سال (اکتبر تا مارس). پژوهش های اقلیم شناسی. ۵٤. ۱٤٦-۱۲۱.

۱۲. مهدوی. م. طاهرخانی. مهدی. ۱۳۸۳. کاربرد آمار در جغرافیا. نشر قومس. ۳۹٤ ص.

13. Antel. J.M. (2010). Adaptation of agriculture and food system to climate change: policy issues, *Resources for the future*. issue brief 10 -30. 12.

14. Afshartbar R. Mortazavi A. Khalilian p. (2023). Evaluation of the effects of climate change on the production of agricultural crops in Maroodasht city. *Iran Irrigation and Drainage Journal*. 17(1). 55-42. (inPersian)

15. Akbari. i. Masoudian A. (2016). Identifying the role of the connection patterns from the Northern Hemisphere on the temperature of Iran. *Isfahan University Research Journal.* 132-117. (inPersian)

16. Azizian, T. (2018). Studying the effect of AO profile on the Siberian high pressure and its possible effects on the precipitation of the coastal region of the southern Caspian Sea. *Marine science and technology research.* 7(3). 13-27. (inPersian)

17. Beranová,. R. Kyselý. J. (2013). Relationships between the North Atlantic Oscillation index and temperatures in

18. Bahrami, F. Saadatabadi. A.R. Meshkatee. A.H. Kamali,. G. (2019). The Impact of ENSO Phase Transition on the Atmospheric Circulation. Precipitation and Temperature in the Middle East Autumn. Asia-Pacific *Journal of Atmospheric Sciences*. 1-15. (inPersian)
19. Chandra, P. Todaria, N. (1983). Maturation and ripening of three Berberis species from different altitudes. *Scientia Horticulturae*, 19. 91-95.
20. DaMatta. F.M. Grandis. A. Arenque. B.C. Buckeridge. M.S. (2010). Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. *Food Res. Int*. 43. 1814 –1823.
21. Ding. S. Chen. W. Feng. J. Graf. H. (2017). Combined Impacts of PDO and two types of Lanina on Climate Anomalies in Europe. *Journal of Climate*. 30 (9). 3253-3278.
22. Davey. M.K. Brookshaw. A. Ineson. S. (2014). The probability of the impact of ENSO on precipitation and near-surface temperature. *Climate Risk Management*. 1. 5-24.
23. Fallah N. wheat farmer A. Abbasi. (2019). Investigating the relationship between temperature changes and remote connection patterns in the headwaters of border rivers in western Iran. *Geographical sciences (applied geography*). 16(33). 107-95. (inPersian)
24. Falahat pisheh. A. Yousefi. Y. Rurdeh e. (2023). Correlation of remote link indicators with temperature, precipitation and wind anomalies in Mazandaran province in the second half of the year (October to March). *Climatology research*. 54. 146-121. (inPersian)
25. Hamouda. M.E. Pasquero. C. Tziperman. E. (2021). Decoupling of the Arctic Oscillation and North Atlantic Oscillation in a warmer climate. *Nat. Clim. Chang*. https://DOI.org /10.1038/s41558-020-00966-8
26. Heydari M. khosh akhlagh, f. (2016). Modeling the relationship of remote linkage indices with temperature anomalies in the warm season in Iran using multivariate analysis. *Geography and environmental hazards.* 6(3). 66-47. (inPersian)
27. Jiang. N. Zhu. C. Hu. ZZ. (2024). Enhanced risk of record-breaking regional temperatures during the 2023–24 El Niño. *Sci Rep*. 14. 2521. https://doi.org/10.1038/s41598-024-52846-2
28. Kelly A. Paul. S. Ruscher. H. (2014). Large Scale Climate Oscillations and Mesoscale Surface Meteorological Variability in the Apalachicola-Chattahoochee-Flint River. *Journal of Hydrology*. 25. 55-67.
29. Khosravi M. Mesgari A. (2016). Spatial analysis of the relationship between remote linkage patterns and monthly temperature in Northwestern Iran. *Geography and regional urban planning.* 6(21). 214-203. (inPersian)
30. Khojasteh Gholami. and Salahi. b. Mohammadi G. (2023). Analysis of the effect of the simultaneous occurrence of some northern hemisphere long-distance indicators on the winter temperature of Iran. *Earth and space physics*. (inPersian)
31. Kushki H. darling Q. Haji Mohammadi Hasan (2023). Analysis of the relationship between the Middle East atmospheric circulation and the Arctic (AO) and East Atlantic Ocean-West Russia (EA-WR) circulations in autumn and winter. *Climatology research*. 54, 19-36. (inPersian)
32. Liu. Z. Jian. Z. Yoshimura. K. Buenning. N. Poulsen. C. (2015). Recent contrasting winter temperature changes over North America linked to enhanced positive PNA patterns. *Geophysical Research Letters*. 42(18). 7750-7757.
33. Mahdavi M. Taher Khani Mehdi (2013). Application of statistics in geography. Qoms publication. 394 p. (inPersian)
34. Rahimzadeh. F. 2018. Statistical methods in meteorological and climatology studies. *Seyyed Baqer Hosseini Publications*. 436 p. (inPersian)
35. Ryu. Jung-Hee. Kang. Song-Lak. (2023). Teleconnections link to summer heat extremes in the south-central U.S.: Insights from CMIP5 and CMIP6 simulations. *Weather and Climate Extremes.* 42. 100635. doi.org/10.1016/j.wace.2023.100635.
36. Stern. N. (2007). The economics of climate change: The stern review. Cambridge Europe in global climate models. *Studia Geophysica et Geodaetica*. 57(1). 138- 153.

University Press: *Cambridge and New York.*

37. Shegelman. I. R. Vasiliev. A. S. Shchukin. P. O. (2018). The Analysis of Experience of Advanced Countries in Solving Food Security Problems. *Astra Salvensis*.
38. Travis. J. Lybbert. J. Daniel. A. (2012). Sumner, Agricultural technologies for climate change in developing countries: Policy options for innovation and technology diffusion. *Food Policy*. 37(1).114 -123.
39. Zeinali b. humble M. (2023). The effect of simultaneity of NAO and AMO cycle indices on the variability of temperature and precipitation in the neighboring cities of Sablan. *Environmental science studies*. 8(1). 5868-5857. (inPersian)
40. Zhuang. R. Zhuang. R. Dai. G. (2022). Intraseasonal contributions of Arctic sea-ice loss and PDO to a century cold event during early 2020/21 winter. *Climate Dynamics.* 58(9). 741-758.
41. Zhao. Y.-B. Žagar. N. Lunkeit. F. Blender. R. (2023). Atmospheric bias teleconnections associated with systematic SST errors in the tropical Indian Ocean. EGUsphere [preprint]. https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-917, 2023.