نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۷، زمستان ۱۴۰۱

# ارزیابی نقش تغییر اقلیم و سیگنال‌های پیوند از دور بر دمای بیشینه مطالعه موردی: استان خوزستان

**دریافت مقاله**: ۹۷/۱۱/۱۵ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۱۱/۲۲

**صفحات**: ۴۵۷-۴۳۹

**غلامعباس فلاح قالهری:** دانشیار اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[1]
**Email:** ab_fa789@yahoo.com
**فهیمه شاکری:** دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
**Email:** fa.shakeri145@yahoo.com

**چکیده**

**در این پژوهش با توجه به اهمیت وقوع پدیده گرمایش جهانی، نگارندگان در پی یافتن رابطه‌ای بین شاخص‌های اقلیمی و دمای بیشینه استان خوزستان می‌باشند تا با اتکا بر آن، گامی جهت پیش‌بینی و پیش‌آگاهی وقوع دماهای حدی در سطح منطقه برداشته شود. بدین منظور از دمای بیشینه ایستگاه‌های منتخب استان خوزستان و مقادیر عددی ۸ شاخص حدی اقلیمی متعلق به تیم متخصص تشخیص، پایش و شاخص‌های تغییر اقلیم و ۸ شاخص پیوند از دور در دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷ استفاده شد. برای تحلیل روند شاخص‌های حدی اقلیمی از آزمون من-کندال و برای محاسبه شیب خط روند از تخمین‌گر شیب سن استفاده شد. جهت آگاهی از وجود ارتباط بین شاخص‌های پیوند از دور و دمای بیشینه ایستگاه‌ها در تأخیرهای ۱ تا ۱۲ ماهه از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد اکثر شاخص‌های حدی اقلیمی در دوره مورد مطالعه دارای روند معنی‌دار بوده‌اند. شاخص‌های TX10 و TN10 در اکثر ایستگاه‌ها روند منفی و شاخص‌های TX90، TN90، TXx، TXn، TNx و TNn دارای روند مثبت بوده‌اند. نتایج همچنین نشان داد همبستگی معنی‌دار بین دمای بیشینه و شاخص PNA، TSA، WHWP، WP و NAO، بیشتر از شاخص‌های اقلیمی دیگر است. کلیه شاخص‌های مذکور جز NAO همبستگی مثبت معنی‌دار با دمای بیشینه استان خوزستان دارند. شاخص PNA با تأخیر ۱۰ ماهه بیشترین همبستگی مثبت با دمای بیشینه استان خوزستان دارد.**

**کلید واژگان:** ضریب همبستگی پیرسون، شاخص‌های اقلیمی، آزمون من کندال، تخمین‌گر شیب سنس، استان خوزستان

---

۱ . نویسنده مسئول: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، گروه جغرافیای طبیعی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

**مقدمه**

دما به عنوان نمایه‌ای از شدت گرما، یکی از عناصر اصلی شناخت هواست. با توجه به دریافت نامنظم انرژی خورشیدی توسط زمین، دمای هوا در سطح زمین دارای تغییرات زیادی است که موجب تغییر در دیگر عناصر هواشناسی می‌شود(علیزاده، ۱۳۸۹: ۸۲). الگوهای فشار، بیش از سایر عوامل بر روی دما تأثیرگذار هستند (علیجانی، ۱۳۷۱: ۱۰). گرمایش زمین به دلیل اثرهای محیطی و اقتصادی- اجتماعی آن و نیز به جهت تأثیر آن در برنامه‌ریزی‌های خرد و کلان، طی چند دهه اخیر مورد توجه محافل علمی بوده است. تغییرات قابل ملاحظه گرمایش جهانی یکی از مهمترین جنبه‌های تغییر اقلیم بوده که در قرن اخیر رخ داده است. همچنین پدیده‌های سیل، خشکسالی، طوفان و افزایش حشرات موذی نیز از آثار تغییر اقلیم خصوصاً افزایش دماست که بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان تأثیرگذار است (للوید هوگز و ساندرز، ۲۰۰۲: ۱). بخشی از این مطالعات به بررسی علل تغییرات رفتارهای کوتاه مدت و بلندمدت دما توجه داشته‌اند که در این میان بحث پیوند از دور یکی از موضوعات مهم مورد توجه بوده است. پیوند از دور، یکی از ویژگی‌های آب و هوایی در مقیاس جهانی می‌باشد. طی این سازوکار، تغییرات رخ داده در الگوی دما یا فشار در منطقه‌ای از کره زمین از طریق سامانه‌های بزرگ مقیاس میانی به نواحی دیگر منتقل شده و به صورت‌های مختلف، شرایط جوی و آب و هوایی را متأثر می‌سازند(خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۸۶: ۵۷). الگوهای پیوند از دور، منعکس کننده تغییرات در مقیاس وسیع در امواج اتمسفری و موقعیت رودبادها بوده و بر درجه حرارت، بارش، مسیر طوفان‌ها و موقعیت و شدت رودباد تأثیر می‌گذارند(خسروی، ۱۳۸۳: ۱۶۷). الگوهای پیوند از دور جهت پیش‌بینی میانگین شرایط اقلیمی طی دوره‌های زمانی معمولاً چندین ماهه یا سالانه مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ زیرا متکی به چرخه‌های طولانی ناهنجاری دمای سطحی آب دریا (SST) می‌باشد (نیکلز و کاتز، ۱۹۹۱: ۹۷۳). از مهمترین این سیگنال‌ها می‌توان به پدیده انسو، نوسان اطلس شمالی، نوسان قطبی، نوسان مدیترانه و دوقطبی اقیانوس هند اشاره نمود. هرکدام از این پدیده‌ها اقلیم بخش‌های مختلفی از کره زمین را تحت کنترل دارند. پدیده انسو اقلیم بیشتر نقاط جهان بخصوص منطقه حاره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این رویداد یکی از شاخص‌ترین و مهم‌ترین رویدادهایی است که باعث ظهور ناهنجاری‌های بزرگ آب و هوایی در بسیاری از نقاط جهان می‌شود. ولتر (۲۰۰۰: ۱۸) شاخص چند متغیره‌ای برای انسو پیشنهاد کرده است که به اختصار MEI نامیده می‌شود. این شاخص بر حسب مشخصه‌های جوی و اقیانوسی بخش حاره‌ای اقیانوس آرام سنجیده می‌شود که عبارتند از میانگین وزنی مشخصات اصلی انسو(فشار سطح دریا، مولفه‌های شرقی غربی و شمالی جنوبی باد سطحی، دمای سطح اقیانوس، دمای هوای سطحی و مقدار کل ابرناکی). مقادیر مثبت این شاخص، نمایانگر فاز گرم انسو است. نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام (PDO) الگوی نوسانی تغییرات اقلیمی مانند النینو می‌باشد که مرکز تغییرات آن روی اقیانوس آرام و شمال آمریکاست. PDO به طور قابل توجهی بر روی منابع آب تأثیر دارد (مانتوآ ، ۲۰۰۲: ۴۱۶۹). شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) اقلیم منطقه اروپا و خاورمیانه و همچنین اقیانوس اطلس شمالی را تحت کنترل داشته و موجب تغییراتی در رخداد پدیده‌های حدی این مناطق می‌شود. نوسان قطبی (AO) که به جابجایی کلاهک قطبی به عرض‌های جنوبی‌تر و نوسان آن اطلاق می‌گردد، موجب گسترش جبهه قطبی به عرض‌های جنوبی شده و اقلیم مناطق جنب قطبی را کنترل می‌نماید. الگوی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

اقیانوس آرام شمال آمریکا (PNA) یکی از شاخص‌های برجسته تغییرات اقلیمی نیمکره شمالی، مخصوصاً در زمستان است. PNA، ارتباط زیادی با درجه حرارت و بارندگی در شمال آمریکا دارد. پدیده نوسان شمالی (NOI) در اثر اختلاف فشار هوا در شمال اقیانوس آرام و منطقه داروین استرالیا به وجود می‌آید. انتشار امواج رادیویی توسط خورشید بیشتر در طول موج‌های بزرگ رخ می‌دهد، اما طول موج ۱۰/۷ سانتی متر در فیزیک لکه‌های خورشیدی مفید است و شار خورشید در این طول موج تحت عنوان شاخص شار خورشید (Solar Flux index) شناخته شده است. شاخص شار خورشیدی بر حسب واحدهای شار خورشید (Solar Flux Units) بیان می‌شود. هر SFU تقریباً برابر $1\times10^{-22}$ وات بر متر مربع بر هرتز است (www.cdc.noaa.gov).

در این راستا تحقیقات مختلفی به منظور استفاده از این شاخص‌ها برای بررسی اقلیم مناطق مختلف صورت گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به خورشید دوست و قویدل رحیمی (۱۳۸۵: ۱۵)، ناظم السادات و همکاران (۱۳۸۶: ۱۲)، یاراحمدی و عزیزی (۱۳۸۶: ۱۶۱)، صلاحی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۴۷)، خورشید دوست و همکاران (۱۳۸۹: ۹۵)، فلاح قالهری و خوشحال (۱۳۸۸: ۱۱۵) اشاره کرد.

معتمدی و همکاران (۱۳۸۶: ۷۵)، به بررسی تأثیر سیگنال هواشناسی انسو بر نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بارندگی و دمای کلیه مناطق استان نسبت به پدیده انسو، واکنش معناداری نشان می‌دهد و میانگین ضرایب همبستگی بارندگی و دما با مقادیر SOI به طور سالانه و فصلی منفی است. غیور و عساکره (۱۳۸۱: ۱۱۰) اثرات پدیده‌های NAO و انسو بر تغییرات ماهانه دمای جاسک را با استفاده از سری‌های زمانی مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که در کل ۴۰ درصد نوسانات دمایی جاسک متأثر از اثرات پدیده های NAO و انسو می‌باشد. قائمی و عساکره (۱۳۸۲: ۱۱۶) نقش NAO را در تغییر پذیری 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 می‌باشد. مرادی (۱۳۸۳: ۱۷) دما و بارش ایران را در ارتباط با شاخص نوسان اطلس شمالی با استفاده از روش همبستگی بررسی نمود و به این نتیجه رسید فاز منفی نوسان اطلس شمالی با افزایش بارش و فاز مثبت آن با کاهش بارش همراه است. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷: ۵۶) اثر نوسان اطلس شمالی را بر بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از روش همبستگی مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که فاز مثبت شاخص نوسان اطلس شمالی با دوره‌های افزایشی بارش و کاهش دما و مرحله منفی این شاخص با دوره‌های کاهش بارش و افزایش نسبی دما همراه است. تحقیقات اسمولینسکی (۲۰۰۴: ۸)، الگوی نوسان قطبی را به عنوان یکی از الگوهای بزرگ گردشی و تبیین کننده تغییرات اقلیمی نیمکره شمالی معرفی می‌کند. وی معتقد است که در طی فاز منفی الگوی نوسان قطبی، پایین آمدن دمای هوا در آمریکای شمالی و اروپا، یخبندان‌های شدیدی را ایجاد می‌کند. فلاتا و همکاران (۲۰۰۳: ۲۳۵۵)، تغییرات دمای سطح دریا در عرض‌های جنب قطبی اقیانوس اطلس شمالی را مورد بررسی قرار دادند. بارلو و همکاران (۲۰۰۲: ۶۹۷) تأثیر نوسانات اطلس شمالی را بر تغییرات دما، بارش و جریان رودخانه‌های خاورمیانه بررسی کردند و به این

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

نتیجه رسیدند که ارتباط معنی داری بین نوسانات اطلس شمالی و این تغییرات وجود دارد. نیبار و رابرت (۱۹۹۹: ۱) نشان دادند که در مقیاس وسیع الگوی پیوند از دور انسو و الگوی آمریکای شمالی- آرام (PNA) تأثیر مهمی بر دمای هوا و یخ‌های دریای برینگ دارند. به عقیده آن‌ها این سیگنال از سوی جو (و نه از سوی اقیانوس) به سیستم وارد می‌شود. آن‌ها معنادار بودن همبستگی سری زمانی دمای سطحی دریای برینگ (SST) را با تأخیر ۱۸ ماهه نسبت به شاخص نوسان اطلس جنوبی(SOI) و آرام- آمریکای شمالی(PNA) ارزیابی کرده و نشان دادند که سرمای دریای برینگ تابع نوسانات منفی شاخص نوسان اطلس جنوبی می‌باشد. کوتیل و همکاران (۲۰۰۲: ۳۱۵) اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال- دریای خزر(NCP) را به همراه نوسان نواحی شمالی (NAO) و نوسان جنوبی (SO) بر روی اقلیم نواحی شرقی حوضه مدیترانه بررسی کرده‌اند. در این تحقیق بیشترین اثر الگوی NCP بر روی دما در نواحی بری آناتولی دیده شد. حجازی‌زاده و همکاران (۷۵:۱۳۹۲) تأثیر سیگنال‌های اقلیمی بر بارش ناحیه مرکزی ایران را بررسی نموده‌اند. امیدوار و سالاری (۱۳۹۲: ۲۷۱) روند تغییرات گرما و بارش غرب و شمال غرب ایران را بررسی نموده‌اند. شکیبا و پیشداد (۱۳۹۲: ۹۳) به ارزیابی روند تغییرات شاخص‌های حدی دمای روزانه در سمنان پرداخته‌اند. حاتمی زرنه و همکاران (۱۳۹۸: ۳۵) نوسانات زمانی امواج گرمایی منطقه شمال غرب ایران را بررسی نموده‌اند. کریمی و همکاران(۱۳۹۷: ۷۹) به ارزیابی روند تغییرات شاخص‌های حدی دمای روزانه در ناحیه جنوبی دریای خزر پرداخته‌اند. این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر سیگنال‌های مختلف اقلیمی بر پارامتر دمای بیشینه ایستگاه-های منتخب استان خوزستان صورت گرفته است. بسیاری از این الگوها در چند سال اخیر کشف و معرفی گردیده‌اند. نگارندگان در این پژوهش در پی یافتن رابطه‌ای بین این الگوها و بیشینه دمای استان خوزستان می‌باشند تا با اتکا بر آن، گامی جهت پیش‌بینی و پیش‌آگاهی وقوع دماهای حدی در سطح منطقه برداشته شود. همچنین پیامدهای تغییر اقلیم بر شاخص‌های حدی دما مورد بررسی قرار گرفته است.

## روش تحقیق

در این پژوهش، داده‌های دمای بیشینه ایستگاه‌های منتخب استان خوزستان جدول(۱)، طی دوره آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷ از مرکز خدمات ماشینی سازمان هواشناسی دریافت گردید. چون درجه همگنی و کامل بودن سری زمانی روزانه دمای کمینه و بیشینه در تحلیل شاخص‌های حدی مهم است، کنترل کیفی و همگنی داده‌ها یک فاکتور کلیدی است (Alexandre et al. 2011: 180). ابتدا داده‌ها به صورت دستی ویرایش شدند و خطاهایی که در هنگام تایپ اعداد در داده‌ها موجود بود نظیر دمای کمینه بیش از دمای بیشینه، تاریخ‌های غیر معمول و داده‌های پرت ویرایش شدند. هر چند داده‌ها به صورت معمول تحت کنترل کیفی قرار گرفتند، اما آزمون‌های همگنی و کنترل کیفیت با استفاده از نرم افزار RclimDex نیز بر روی داده‌های ایستگاه‌ها اعمال شد. برای سنجش داده‌های پرت از انحراف معیار استفاده شد و داده‌هایی که بیش از ۳ انحراف معیار از میانگین داده‌ها فاصله داشتند، به صورت دستی کنترل و ویرایش شدند. در این تحقیق از ۸ شاخص مربوط به دما که توسط تیم متخصص تشخیص، پایش و

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

شاخص‌های تغییر اقلیم ۱ معرفی شده است، استفاده شده است جدول(۲). در این تحقیق، برای ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر شاخص‌های حدی دما در استان خوزستان از آزمون روند من‌کندال و تخمین‌گر شیب سن استفاده شده است. علاقمندان برای مطالعه بیشتر می‌توانند به (فلاح قالهری و همکاران، ۲۰۱۲: ۹۱۴) مراجعه نمایند. در ادامه مقادیر متوسط ماهانه شاخص‌های اقلیمی جدول(۳) از سایت نوا[2] در شبکه‌هایی با قدرت تفکیک ۲/۵× ۲/۵ درجه برای سال‌های آماری مورد استفاده در تحقیق أخذ شد. شکل(۱) محدوده تقریبی شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق را نسبت به ایران نشان می‌دهد. در این مطالعه با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، ارتباط بین بیشینه دمای ماهانه ایستگاه‌ها با شاخص‌های پیوند از دور تحلیل شد. از کاربردهای روش همبستگی در اقلیم شناسی، کشف ارتباط و پیوند بین الگوها و سیستم‌های جوی با عناصر و پدیده‌های دور دست‌تر است. ضرایب همبستگی شاخص‌ها با دمای بیشینه ایستگاه‌ها به صورت ماهانه جهت پی بردن به تأثیر شدت هر یک از شاخص‌ها محاسبه گردیده است. در تحلیل همبستگی‌ها، سطح معنی‌داری ۱ و ۵ درصد مد نظر قرار گرفت. با توجه به این‌که الگوهای پیوند از دور می‌توانند با تأخیر نیز با پارامترهای اقلیمی سایر مناطق مرتبط باشند، لذا همبستگی پیرسون بین دمای ایستگاه‌ها و شاخص‌های اقلیمی با تأخیرهای ۱ تا ۱۲ ماه قبل محاسبه گردید. جهت انجام محاسبات از امکانات نرم افزارهای SPSS، Minitab و MATLAB استفاده شد.

**جدول(۱). موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه**

| ایستگاه | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع |
|---|---|---|---|
| اهواز | ۳۱/۳۴ | ۴۸/۷۴ | ۲۲/۵ |
| آبادان | ۳۰/۳۷ | ۴۸/۲۱ | ۶/۶ |
| بستان | ۳۱/۷۰ | ۴۸/۰۱ | ۷/۸ |
| بندر ماهشهر | ۳۰/۵۴ | ۴۹/۱۵ | ۶/۲ |
| امیدیه | ۳۰/۸۳ | ۴۹/۵۴ | ۳۴/۹ |

**جدول(۲). لیست شاخص‌های حدی اقلیمی مورد استفاده در تحقیق (کارل و همکاران، ۱۹۹۹)**

| ردیف | نام اختصاری | توصیف |
|---|---|---|
| ۱ | TX10 | درصد روزهایی که بیشینه دما کمتر از صدک ۱۰ ام است |
| ۲ | TX90 | درصد روزهایی که بیشینه دما بیشتر از صدک ۹۰ ام است |
| ۳ | TN10 | درصد روزهایی که کمینه دما کمتر از صدک ۱۰ ام است |
| ۴ | TN90 | درصد روزهایی که کمینه دما بیشتر از صدک ۹۰ ام است |
| ۵ | TNn | کمترین مقدار ماهانه کمینه روزانه دما |
| ۶ | TNx | بیشترین مقدار ماهانه کمینه روزانه دما |
| ۷ | TXn | کمترین مقدار ماهانه بیشینه روزانه دما |
| ۸ | TXx | بیشترین مقدار ماهانه بیشینه روزانه دما |

[1] - Expert Teamon Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI)
[2] - http://www.esrl.noaa.gov

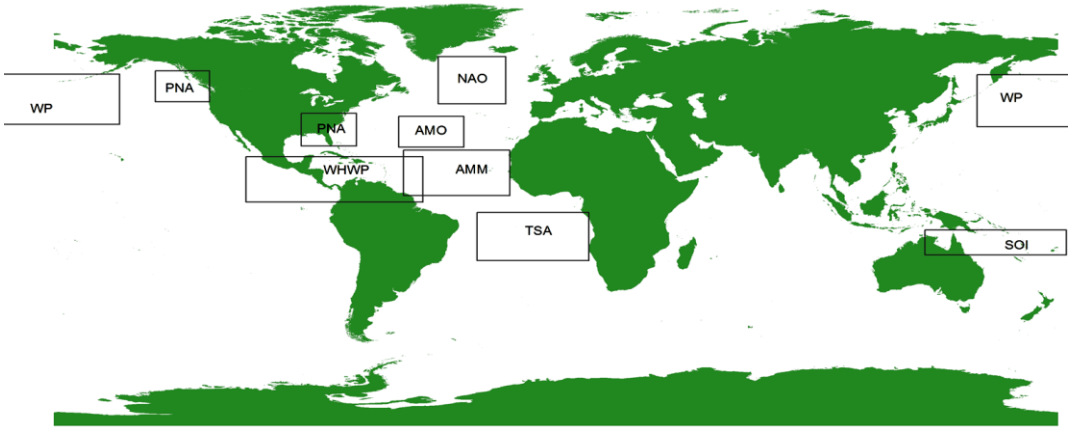
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

**جدول(۳). لیست شاخص‌های پیوند از دور مورد استفاده در تحقیق**

| ردیف | نام اختصاری | نام کامل | معادل فارسی |
|---|---|---|---|
| ۱ | PNA | Pacific North American Index | شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی |
| ۲ | WP | Western Pacific Index | شاخص اقیانوس آرام غربی |
| ۳ | NAO | North Atlantic Oscillation | نوسان اقیانوس اطلس شمالی |
| ۴ | SOI | Southern Oscillation Index | شاخص نوسانات جنوبی |
| ۵ | TSA | Tropical Southern Atlantic Index | شاخص حاره ای اقیانوس اطلس جنوبی |
| ۶ | WHWP | Western Hemisphere Warm Pool | استخر گرم نیمکره غربی |
| ۷ | AMO | Atlantic multidecadal Oscillation | نوسانات چنددهه ای اقیانوس اطلس |
| ۸ | AMM | Atlantic Meridional Mode | نشانه نصف النهاری اقیانوس اطلس |




**شکل(۱). محدوده تقریبی شاخص‌های پیوند از دور استفاده شده در تحقیق**

## نتایج

### ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر شاخص‌های حدی دما در ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول(۴) نتایج تحلیل‌های انجام شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، آماره آزمون من کندال (z) برای شاخص روزهای سرد (TX10) و شب‌های سرد (TN10) در اکثر ایستگاه‌ها و در همه مقیاس‌های زمانی منفی است و حاکی از وجود روند کاهشی معنی دار است. همین‌طور شیب خط روند (Q بر حسب درصد بر دهه) هم در همه ایستگاه‌ها منفی است. شاخص روزهای گرم (TX90) و شب‌های گرم (TN90) در اکثر ایستگاه‌ها روند افزایشی معنی‌دار دارد. شیب خط روند هم در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه مثبت است. بر اساس جدول(۴)، روند تغییرات شاخص‌های TNn، TNx، TXn و TXx در اکثر ایستگاه‌ها مثبت به دست آمده است که حاکی از روند افزایشی این شاخص‌ها در منطقه مورد مطالعه است. شیب خط روند به دست آمده (بر حسب درجه سانتیگراد بر دهه) برای این شاخص‌ها نیز در اکثر ایستگاه‌ها مثبت به دست آمده است. بیشترین شیب روند به دست آمده مربوط به شاخص

TN90 در ایستگاه آبادان و در فصل بهار به میزان ۶/۱ درصد بر دهه است. بسیاری از برنامه‌های عملیاتی، به دانستن رفتارهای پدیده‌های حدی نیاز دارد. همچنین بسیاری از زیرساخت‌ها، سرویس‌های خدمات عمومی و جنبه‌های دیگری که ما برای غذا، آب، انرژی، سلامت و حمل و نقل به آن‌ها وابسته هستیم، به مقادیر بالا یا پایین متغیرهای هواشناسی حساس هستند. حساسیت موجودات زنده به دماهای حدی می‌تواند از یک گونه به گونه دیگر و از یک فصل به فصل دیگر تغییر کند. تنش‌های فیزیولوژیکی ناشی از دماهای حدی معین می‌بایست با اندازه و طول مدت دماهای حدی افزایش یابد، هر چند سازگاری موجودات زنده به دماهای حدی در بلند مدت ممکن است آن تنش را مهار کند(باکلی و همکاران، ۲۰۱۶: ۹۸).

**جدول(۴). روند و شیب خط روند شاخص‌های حدی دما در ایستگاه‌های استان خوزستان در دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۷**

| شاخص | مقیاس | اهواز | | آبادان | | بستان | | بندر ماهشهر | | امیدیه | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زمانی | z | Q | Z | Q | Z | Q | Z | Q | Z | Q |
| TX10 | سالانه | -۲/۸۸** | -۳/۰۲ | -۲/۸۸** | -۲/۳۵ | -۳/۰۴** | -۲/۹ | -۲/۶۸** | -۱/۴۵ | -۲/۳۶* | -۱/۳۷ |
| | زمستان | -۱/۵۹ | -۲/۰۷ | -۱/۲۷ | -۱/۷۸ | -۱/۵۹ | -۱/۵۲ | -۱/۷۶ | -۱/۹۴ | -۰/۸۴ | -۰/۷۳ |
| | بهار | -۲/۷۵** | -۳/۴۴ | -۲/۱۹* | -۲/۳۸ | -۲/۸۳* | -۳/۲۷ | -۲/۱۶* | -۲/۳۴ | -۲/۲۷* | -۲/۵۶ |
| | تابستان | -۲/۲۹* | -۳/۸۵ | -۳** | -۴/۲۳ | -۲/۵۲* | -۳/۲ | -۱/۳۹ | -۱/۲۲ | -۱/۶۹ | -۱/۵۸ |
| | پاییز | -۱/۱۳ | -۱/۸۳ | -۱/۸۳ | -۲/۸ | -۱/۲۴ | -۲/۲ | -۱/۹۳ | -۱/۹۲ | -۱/۰۸ | -۱/۱۵ |
| TX90 | سالانه | ۳/۰۵** | ۳/۳۳ | ۳/۷** | ۴/۰۹ | ۳/۲۹** | ۳/۱۷ | ۳/۳۳** | ۲/۳۷ | ۲/۹۵** | ۲/۱ |
| | زمستان | ۲/۵۳* | ۳/۸۸ | ۲/۰۹* | ۳/۳۱ | ۱/۵۸ | ۲/۴۱ | ۲/۱۳* | ۳/۱۹ | ۱/۹۶* | ۲/۶۹ |
| | بهار | ۲/۸۷** | ۳/۸۹ | ۳/۲۳** | ۴/۲۵ | ۳/۴۶** | ۴/۳۴ | ۲/۱۵* | ۲/۳ | ۱/۸۳ | ۲/۲۲ |
| | تابستان | ۲/۵۶* | ۳/۷۷ | ۳/۶۸** | ۵/۶۸ | ۳/۹۲** | ۴/۸۴ | ۲/۲* | ۲/۰۵ | ۲/۵۱* | ۲/۵۳ |
| | پاییز | ۲/۱۵* | ۳/۷۵ | ۲/۳۷* | ۳/۵۸ | ۰/۹۸ | ۱/۳۲ | ۱/۸۵ | ۱/۷۲ | ۱/۳ | ۱/۲۸ |
| TN10 | سالانه | -۳/۳۹** | -۳/۷۷ | -۲/۴۸* | -۴/۲۵ | -۱/۹۷* | -۲/۷۱ | -۴/۴۵** | -۴/۲۷ | -۳/۳۷** | -۳/۶۹ |
| | زمستان | ۰/۵۶ | ۰/۷۷ | -۱/۷۵ | -۳/۰۵ | -۱ | -۱/۳۴ | -۱/۳۹ | -۱/۹۸ | -۶/۹۷** | -۰/۸۹ |
| | بهار | -۳/۴۵** | -۴/۶۷ | -۴/۴۳** | -۵/۸۷ | -۲/۷۷** | -۳/۶۸ | -۳/۳۸** | -۳/۶۴ | -۳/۱۱** | -۳/۴۵ |
| | تابستان | -۴/۱۶** | -۷/۷۸ | -۳/۷۵** | -۵/۰۸ | -۴/۵۸** | -۵/۷۷ | -۴/۵۱** | -۵/۲ | -۴/۰۲** | -۴/۶ |
| | پاییز | -۲/۵۳* | -۴/۰۴ | -۲/۷۷** | -۳/۴۱ | -۳/۷۷** | -۴/۹۳ | -۳/۰۲ | -۴/۲۶ | -۲/۳۸* | -۳/۵۶ |
| TN90 | سالانه | ۴/۵۵** | ۴/۳۷ | ۴/۲۹** | ۵/۹۳ | ۳/۱۹** | ۴/۹۸ | ۴/۳۸** | ۳/۸۴ | ۳/۱۳** | ۳/۸۵ |
| | زمستان | ۱/۵۴ | ۱/۹۳ | ۳/۸۷** | ۴/۵۶ | ۲/۷۸** | ۲/۶۶ | ۲/۷۵** | ۲/۶۵ | ۳/۷۷** | ۳/۳۶ |
| | بهار | ۴/۰۴** | ۴/۸ | ۴/۸۷** | ۶/۱ | ۵/۲** | ۶/۲۴ | ۴/۵۸** | ۴/۵۷ | ۵/۶** | ۴/۷۷ |
| | تابستان | ۴/۱۹** | ۷/۰۴ | ۴/۱۸** | ۵/۹ | ۴/۸۶** | ۶/۰۱ | ۳/۴۵** | ۴/۴۸ | ۳/۴۸** | ۴/۳۴ |
| | پاییز | ۳/۳۸** | ۳/۳۲ | ۳/۴۶** | ۴/۰۳ | ۳/۲۴** | ۳/۵۱ | ۲/۳۶* | ۳/۱۹ | ۲/۵۱* | ۳/۱ |
| TNn | سالانه | -۰/۰۳ | ۰ | ۰/۳۵ | ۰/۲ | ۱/۴۲ | ۰ | -۰/۱۵ | ۰ | -۱/۱۶ | ۰ |
| | زمستان | -۰/۳۲ | ۰/۰۹ | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | بهار | ۱/۶۱ | ۰/۵ | ۲/۲۶* | ۱ | ۱/۸۱ | ۰/۵ | ۰/۷۲ | ۰ | ۲/۱۷* | ۰/۷۶ |
| | تابستان | ۱/۹۶* | ۰/۵ | ۲/۷۶** | ۰/۸ | ۲/۹۵** | ۱/۳۷ | ۳/۲۱** | ۱ | ۲/۹۱** | ۰/۷۱ |
| | پاییز | ۱/۰۲ | ۰/۶ | ۱/۲۴ | ۰/۷۲ | ۲/۰۱* | ۱/۰۵ | ۱/۸ | ۱ | ۱/۹ | ۱/۱۱ |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TNx | سالانه | ۳/۷۸** | ۱/۲ | ۳/۳۹** | ۱/۲۵ | ۳/۲** | ۰/۶۸ | ۲/۷۸** | ۰/۸ | ۲/۶۶** | ۰/۶۲ |
| | زمستان | ۲/۲۴* | ۰/۶۶ | ۱/۹۲ | ۰/۴۵ | ۱/۹۲ | ۰/۵۲ | ۳/۴۳** | ۱/۱۱ | ۳/۴** | ۱/۴۲ |
| | بهار | ۳/۱۹** | ۰/۶۶ | ۳/۱۱** | ۰/۸ | ۳/۶۶** | ۱/۵۳ | ۳/۲** | ۰/۹ | ۱/۸ | ۰/۴۵ |
| | تابستان | ۴/۰۴** | ۱/۰۶ | ۲/۷۹** | ۰/۶۴ | ۲/۳۲* | ۰/۸۳ | ۲/۷۸** | ۰/۸ | ۲/۶۶** | ۰/۶۲ |
| | پاییز | ۳/۶۵** | ۰/۹۸ | ۳/۹۱** | ۱/۳ | ۲/۹۳** | ۱/۱۷ | ۳/۶۱** | ۱/۳ | ۳/۱** | ۱/۱۱ |
| | سالانه | -۰/۳ | ۰/۰۷ | -۰/۸۸ | -۰/۴ | ۰/۳۲ | ۰ | ۰/۶ | ۰ | -۰/۸۵ | ۰ |
| | زمستان | ۰/۴ | ۰/۱۸ | -۰/۵۷ | -۰/۱۸ | ۰/۱۷ | ۰ | ۰/۶ | ۰ | -۰/۸۵ | ۰ |
| | بهار | ۱/۱۹ | ۰/۸۸ | ۱ | ۰/۵۵ | ۲/۰۲* | ۱ | ۰/۶۸ | ۰ | ۲/۱۵* | ۱/۱۵ |
| | تابستان | ۲/۵۹** | ۰/۵۴ | ۱/۸۹ | ۰/۷۵ | ۰/۸۱ | ۰ | ۲/۶۱** | ۰/۴۵ | ۰/۶۵ | ۰ |
| | پاییز | ۱/۰۷ | ۰/۳۷ | -۱/۰۸ | -۰/۵۶ | -۰/۹۶ | -۰/۵۲ | -۰/۸۴ | ۰/۴۱ | -۱/۰۱ | -۰/۷۱ |
| | سالانه | ۲/۶۴** | ۰/۴۴ | ۳/۴۸** | ۰/۶۶ | ۲/۹۷** | ۰/۴۷ | ۲/۱* | ۰ | ۲/۰۲* | ۰/۳۸ |
| | زمستان | ۱/۹۷* | ۰/۵۷ | ۱/۳۹ | ۰/۴۴ | ۱/۳۸ | ۰ | ۱/۳۱ | ۰ | ۱/۲۱ | ۰ |
| | بهار | ۰/۶۱ | ۰/۲۸ | ۲/۴۹* | ۰/۸۷ | ۲/۱۹* | ۰/۸۳ | ۰/۴۳ | ۰ | ۰/۵۷ | ۰ |
| | تابستان | ۲/۶۴** | ۰/۴۴ | ۳/۴۸** | ۰/۶۶ | ۲/۹۱** | ۰/۵ | ۲/۱* | ۰ | ۲/۰۲* | ۰/۳۸ |
| | پاییز | ۱/۷۷ | ۰/۵ | ۳/۱۸** | ۱ | ۲/۶۹** | ۱ | ۰/۲۲ | ۰ | ۱/۵۴ | ۰ |

Z: آماره آزمون من کندال، Q شیب خط روند، (N/A) در دسترس نبودن داده. * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

**بررسی ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه در مقیاس ماهانه**

جهت آگاهی از وجود ارتباط و همبستگی بین پدیده‌های اقلیمی و دمای بیشینه ایستگاه‌های مورد مطالعه اقدام به محاسبه و تحلیل همبستگی دمای بیشینه ایستگاه‌ها با شاخص‌های اقلیمی در تأخیرهای ۱ تا ۱۲ ماهه گردید که نتایج آن در جدول(۵) قابل مشاهده است. ضرایب همبستگی از نظر معنی‌دار بودن آزمون در سطح ۵ و ۱ درصد بررسی و نهایتاً شاخص‌های تأثیرگذار بر دمای بیشینه مشخص گردید. لازم به ذکر است اولین عدد داخل پرانتز معرف تأخیر زمانی بر حسب ماه و دومین عدد معرف شماره ماه میلادی است. همان‌طور که در جدول(۵) مشاهده می‌شود، در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه، شاخص PNA بیشترین ضریب همبستگی مثبت معنی‌دار را با دمای بیشینه دارد. این شاخص از ماه ۹ (سپتامبر) به بعد همبستگی منفی با دمای بیشینه مناطق مورد مطالعه خواهد داشت. شاخص WP نیز در ماه‌های فوریه، جولای و اکتبر با دمای بیشینه ایستگاه‌ها دارای همبستگی منفی و در بقیه ماه‌ها دارای همبستگی مثبت می‌باشد. شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) نیز در اکثر ماه‌ها همبستگی منفی معنی‌دار با دمای بیشینه منطقه مورد مطالعه دارد. بنابراین در فازهای منفی NAO دمای هوا در این منطقه افزایش می‌یابد. سیگنال اقلیمی SOI در اکثر ماه‌ها همبستگی مثبت معنی‌دار با دمای بیشینه دارد و در فصل پاییز در برخی ایستگاه‌ها همبستگی منفی مشاهده می‌شود. شاخص AMO و AMM در تمامی ماه‌ها با دمای بیشینه همبستگی مثبت معنی‌دار دارند. شاخص TSA در اکثر ماه‌ها با دمای بیشینه منطقه همبستگی مثبت معنی‌دار نشان می‌دهد. این شاخص در بعضی ایستگاه‌ها در ماه‌های نوامبر، دسامبر و ژانویه با دمای بیشینه همبستگی منفی معنی‌دار نشان داده است. شاخص WHWP در اکثر ماه‌ها با دمای بیشینه همبستگی مثبت معنی‌دار دارد

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

جدول(۵). سیگنال‌های اقلیمی موثر بر دمای بیشینه ایستگاه‌های استان خوزستان در تأخیرهای زمانی مختلف مختلف

| WH\WP | TSA | AMM | AMO | SOI | NAO | WP | PNA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | اهواز | | | |
| ۰/۴۳*(۸.۳)<br>۰/۴۷*(۸.۷)<br>۰/۳۹*(۱۰.۹)<br>۰/۳۸*(۸.۱۱) | -۰/۴۱*(۲۰.۱)<br>۰/۳۷*(۹.۴)<br>۰/۵۹**(۹.۵)<br>۰/۵۴**(۸.۶)<br>۰/۳۹*(۱.۷)<br>۰/۴۶*(۹.۸)<br>۰/۳۹*(۱۱.۱۰)<br>-۰/۴۲*(۴.۱۲) | ۰/۴۳۴*(۱.۲)<br>۰/۴۰۶*(۱۰.۳)<br>۰/۵۷۶**(۱۲.۷)<br>۰/۴۰۲*(۱۱.۹)<br>۰/۳۸۷*(۱۱.۱۰) | ۰/۴۰۴*(۱.۲)<br>۰/۵۰۰**(۱۰.۳)<br>۰/۳۷۵*(۲.۴)<br>۰/۴۰۹*(۵.۵)<br>۰/۵۴۹**(۷.۷)<br>۰/۳۹۹*(۵.۸)<br>۰/۴۸۵**(۱۱.۹) | ۰/۴۱*(۱۱.۳)<br>۰/۴۴*(۹.۵)<br>۰/۴۳*(۱۰.۷)<br>۰/۴۶*(۱۱.۸)<br>-۰/۳۷*(۶.۱۱) | -۰/۵۳**(۷.۱)<br>-۰/۴۳*(۴.۲)<br>-۰/۴*(۷.۳)<br>-۰/۴۶*(۸.۵)<br>-۰/۴۸*(۴.۵)<br>-۰/۴۲*(۱.۷)<br>۰/۴*(۱۰.۸)<br>-۰/۴۲*(۱۲.۱۰) | -۰/۵۱**(۵.۲)<br>۰/۴۲*(۲.۳)<br>۰/۶۱**(۹.۴)<br>-۰/۴۴*(۱۲.۷)<br>۰/۳۷*(۲.۹)<br>-۰/۳۸*(۱۰.۱۰)<br>۰/۴۲*(۶.۱۱) | ۰/۳۸*(۵.۱)<br>۰/۴۸**(۸.۳)<br>۰/۵**(۸.۴)<br>۰/۵۳**(۱۰.۵)<br>۰/۴۱*(۱۰.۶)<br>۰/۴۹**(۱.۷)<br>۰/۵۲**(۱۰.۸)<br>-۰/۴۸**(۵.۹)<br>-۰/۳۹*(۳.۱۰)<br>-۰/۳۹*(۷.۱۱) |
| | | | | آبادان | | | |
| ۰/۴*(۱۱.۳)<br>۰/۴۸**(۸.۷)<br>۰/۴۹**(۹.۸)<br>۰/۵۳**(۱۰.۹) | ۰/۵۵**(۸.۶)<br>۰/۴۲*(۱.۱۰) | ۰/۳۹*(۱۰.۳)<br>۰/۴۳*(۱۲.۵)<br>۰/۵۳**(۱۱.۷)<br>۰/۴۴*(۲.۸)<br>۰/۵۱**(۱۱.۹)<br>۰/۳۷*(۱۱.۱۰) | ۰/۴۶*(۱۰.۳)<br>۰/۵۷**(۵.۵)<br>۰/۴۵*(۱.۷)<br>۰/۵**(۱.۸)<br>۰/۶**(۱۱.۹)<br>۰/۴۹**(۱.۱۰) | ۰/۴۲*(۱۱.۳)<br>۰/۴۱*(۱۲.۶)<br>۰/۵۱**(۴.۷) | -۰/۴*(۷.۱)<br>-۰/۴*(۷.۳)<br>۰/۴۳*(۱۱.۴)<br>-۰/۵۳**(۴.۵)<br>-۰/۴۲*(۸.۷)<br>-۰/۴۵*(۳.۸)<br>-۰/۳۸*(۱۲.۹) | -۰/۴۵*(۸.۲)<br>۰/۳۷*(۲.۳)<br>۰/۴۷*(۹.۴)<br>۰/۴۴*(۱۱.۶)<br>-۰/۴۴*(۱۲.۷)<br>-۰/۴*(۶.۹)<br>۰/۴۹**(۵.۱۱)<br>-۰/۳۷۶*(۶.۱۲) | ۰/۴۲*(۱۰.۲)<br>۰/۴۳*(۸.۳)<br>۰/۴۱*(۹.۵)<br>۰/۶۳**(۱۰.۶)<br>۰/۴۸**(۹.۷)<br>-۰/۴۵*(۵.۹)<br>۰/۳۹*(۹.۱۰)<br>۰/۴۸**(۷.۱۱)<br>-۰/۴*(۳.۱۲) |
| | | | | بستان | | | |
| ۰/۴۳*(۸.۳)<br>۰/۴۹**(۲.۵)<br>-۰/۴*(۴.۶)<br>۰/۴۲*(۸.۷)<br>۰/۴۶*(۸.۸)<br>۰/۵**(۱۰.۹)<br>۰/۴۱*(۸.۱۱)<br>۰/۵۶**(۱۲.۱۲) | ۰/۵**(۸.۵)<br>۰/۶۴**(۸.۶)<br>۰/۵۴**(۸.۸)<br>۰/۴۳*(۱.۹)<br>۰/۴۱*(۱.۱۰)<br>-۰/۴۸**(۴.۱۲) | -۰/۳۹*(۴.۱)<br>۰/۴۳*(۱۰.۳)<br>۰/۴۲*(۱۲.۵)<br>۰/۶۶**(۱۲.۷)<br>۰/۴۷**(۲.۸)<br>۰/۵۳**(۱۰.۹)<br>۰/۵۴**(۱۱.۱۰ | ۰/۵**(۱۰.۳)<br>۰/۵۹**(۵.۵)<br>۰/۵۷**(۶.۷)<br>۰/۵۴**(۱.۸)<br>۰/۶۵**(۱۱.۹)<br>۰/۴۸**(۱.۱۰ | ۰/۴*(۱۱.۳)<br>۰/۶**(۱۱.۵)<br>۰/۵۶**(۴.۶)<br>۰/۵**(۹.۷)<br>۰/۴۵*(۴.۸)<br>۰/۳۹*(۷.۱۰<br>-۰/۳۸*(۶.۱۱) | -۰/۵۳**(۷.۱)<br>-۰/۵۱**(۲.۲)<br>-۰/۴۸**(۶.۳)<br>۰/۴۲*(۱۱.۴)<br>-۰/۵۱**(۴.۵)<br>-۰/۳۸*(۸.۸)<br>-۰/۳۹*(۸.۱۱) | -۰/۳۸*(۶.۱)<br>-۰/۴۴*(۵.۲)<br>۰/۴۴*(۲.۳)<br>۰/۶۱**(۹.۴)<br>-۰/۴۲*(۱۲.۷)<br>۰/۴*(۹.۸)<br>۰/۴۸**(۲.۹)<br>۰/۴*(۶.۱۱)<br>۰/۳۸*(۵.۱۲) | ۰/۴*(۵.۱)<br>۰/۳۹*(۸.۳)<br>۰/۴۸**(۸.۴)<br>۰/۴*(۱۰.۶)<br>۰/۴۳*(۸.۷)<br>-۰/۵۴**(۵.۹)<br>۰/۴۳*(۹.۱۰)<br>۰/۴*(۱۲.۱۱) |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

ادامه جدول ۵

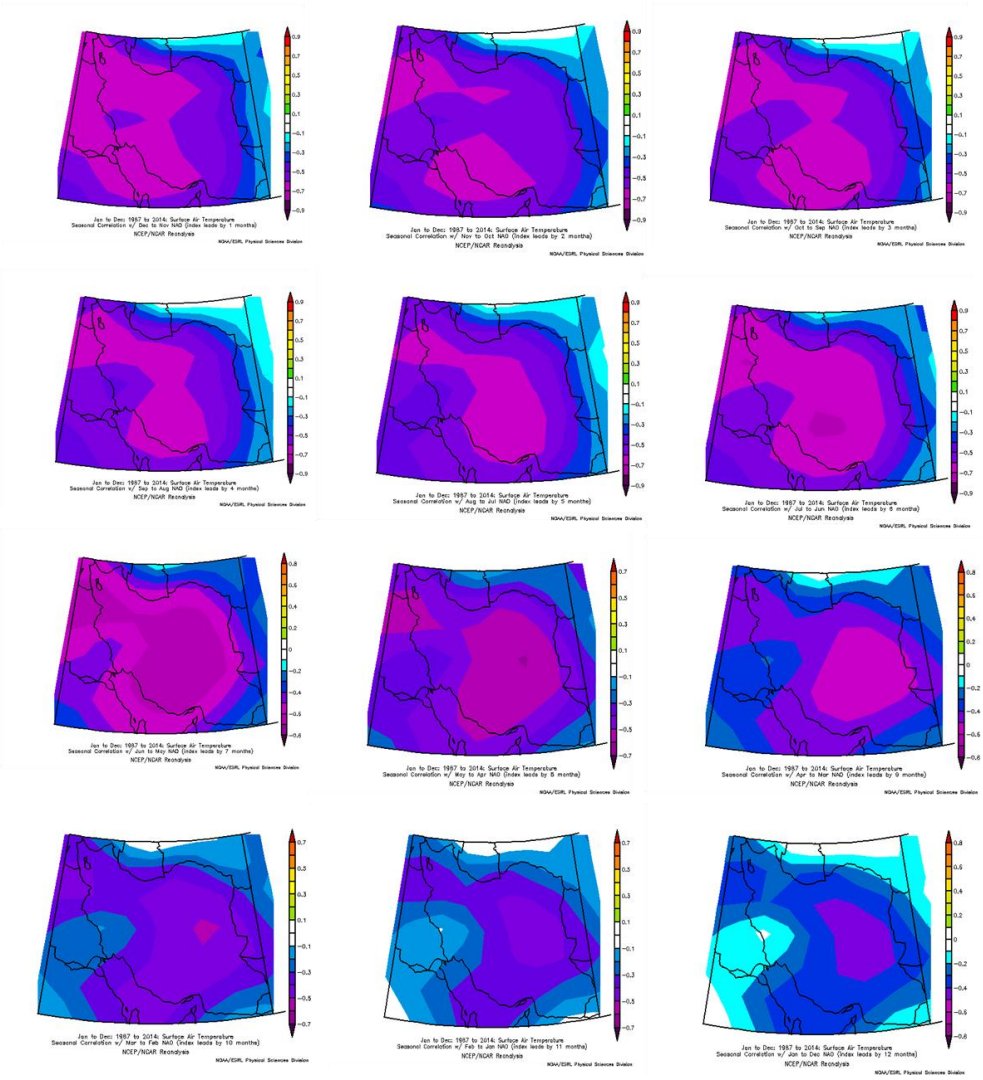
| WHWP | TSA | AMM | AMO | SOI | NAO | WP | PNA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | بندر ماهشهر | | | |
| ۰/۳۸*(۱۰،۱) | ۰/۶۴**(۸،۵) | ۰/۴۳*(۱۲،۱) | ۰/۳۹*(۴،۱) | ۰/۳۸*(۱۱،۲) | -۰/۴۳*(۱۲،۱) | ۰/۴۶*(۲،۱) | ۰/۴۳*(۸،۳) |
| ۰/۴۴۸*(۸،۲) | ۰/۵۵**(۸،۶) | ۰/۵**(۱۲،۲) | ۰/۴۸**(۴،۲) | ۰/۳۷*(۱۱،۴) | -۰/۴۵*(۱۰،۲) | ۰/۵۱**(۲،۲) | ۰/۴۵*(۸،۴) |
| ۰/۴۹۸**(۱۰،۳) | ۰/۴۱*(۸،۷) | ۰/۴۵*(۱۲،۳) | ۰/۵۳**(۱۲،۳) | ۰/۶**(۱۲،۵) | -۰/۴۳*(۶،۳) | ۰/۴۷*(۲،۳) | ۰/۴۸**(۱۰،۵) |
| ۰/۴۱*(۳،۹) | ۰/۳۹*(۱،۱۰) | ۰/۴۵*(۱۲،۴) | ۰/۴۳*(۱۲،۴) | ۰/۵۶**(۱۲،۷) | -۰/۴۳*(۴،۵) | ۰/۴۸**(۲،۴) | ۰/۴۹**(۱۰،۶) |
| ۰/۳۹*(۱۲،۱۲) | -۰/۴*(۶،۱۱) | ۰/۵۵**(۱۲،۷) | ۰/۴۱*(۵،۵) | -۰/۳۸*(۱،۹) | -۰/۴۵*(۴،۶) | ۰/۴۵*(۵،۱۱) | ۰/۵۲**(۸،۷) |
| | | ۰/۳۹*(۱۰،۱۰) | ۰/۴۵*(۶،۷) | ۰/۵**(۹،۱۰) | -۰/۵۱**(۱،۷) | | ۰/۴۸**(۱۰،۸) |
| | | | | -۰/۴۸**(۶،۱۱) | -۰/۴۶*(۱،۹) | | ۰/۴*(۶،۹) |
| | | | | -۰/۳۹*(۱۲،۱۲) | ۰/۴۱*(۵،۱۲) | | ۰/۴۱*(۱۲،۱۱) |
| | | | | امیدیه | | | |
| ۰/۴۸**(۱۱،۳) | ۰/۵۲**(۷،۲) | ۰/۴۶*(۶،۵) | ۰/۴*(۱۰،۳) | ۰/۳۹*(۳،۲) | -۰/۴۵*(۷،۱) | -۰/۴۳*(۸،۲) | ۰/۴*(۸،۳) |
| ۰/۴۲۸*(۳،۵) | ۰/۶۲**(۸،۵) | ۰/۵۴**(۹،۷) | ۰/۵**(۵،۵) | ۰/۶۱**(۱۲،۵) | -۰/۴۹**(۴،۲) | -۰/۴۸*(۸،۱۰) | ۰/۶۲**(۱۰،۵) |
| ۰/۴۲*(۸،۷) | ۰/۵۳**(۸،۶) | | ۰/۴۳*(۶،۷) | ۰/۴۸**(۱۲،۷) | -۰/۴۲*(۶،۳) | ۰/۶**(۵،۱۱) | ۰/۵۲**(۱۰،۶) |
| ۰/۵**(۱۰،۹) | ۰/۵۲**(۷،۷) | | ۰/۴۵*(۱۱،۹) | -۰/۴۹**(۵،۹) | -۰/۴۶*(۴،۵) | | ۰/۴۴۲*(۸،۷) |
| ۰/۴۲*(۱۲،۱۲) | -۰/۳۷*(۶،۱۱) | | | -۰/۴۲*(۸،۱۱) | -۰/۵**(۱،۷) | | ۰/۴۸۲**(۱۰،۸) |
| | -۰/۳۸*(۴،۱۲) | | | ۰/۳۸*(۱۰،۱۲) | -۰/۴۴*(۱،۸) | | -۰/۴۹**(۵،۹) |
| | | | | | -۰/۴*(۲،۹) | | -۰/۵**(۷،۱۰) |
| | | | | | -۰/۴۵*(۴،۱۰) | | ۰/۴۱*(۱۲،۱۱) |
| | | | | | ۰/۴۳*(۵،۱۲) | | |

**بررسی ارتباط بین الگوهای پیوند از دور و دمای بیشینه در مقیاس سالانه**

برای ارزیابی نحوه تأثیر الگوهای پیوند از دور بر دمای بیشینه استان خوزستان، تحلیل ها در مقیاس سالانه هم انجام شد. بدین منظور تنها از شاخص‌هایی استفاده شد که بیشترین همبستگی و فراوانی را با دمای بیشینه استان خوزستان داشته‌اند. شکل(۲) همبستگی منفی بین دمای بیشینه سالانه استان خوزستان و شاخص NAO را در تأخیرهای ۱ تا ۱۲ ماهه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین همبستگی منفی بین دمای بیشینه سالانه کشور از جمله استان خوزستان و شاخص NAO به میزان ۸۰-۶۰ درصد در تأخیر ۷ ماهه رخ داده است. این وضعیت برای شاخص PNA هم در تأخیر ۸ ماهه اتفاق افتاده است، با این تفاوت که ضریب همبستگی برعکس شاخص NAO، مثبت بوده است شکل(۳). در مورد شاخص SOI شکل(۴)، بیشترین همبستگی به میزان ۴۰ درصد در تأخیر ۱ ماهه مشاهده شده است و با افزایش تأخیر زمانی، مقدار همبستگی کاهش یافته است. در مورد شاخص TSA، بیشترین همبستگی مثبت به میزان بیشتر از ۷۰ درصد در تأخیر ۱ ماهه رخ داده است شکل(۵). شاخص WHWP نیز بیشترین همبستگی به میزان ۶۰-۵۰ درصد را در تأخیر ۶ ماهه نشان داده است شکل(۶). همان‌طور که مشاهده می‌شود، نوع همبستگی مثبت و منفی در مقیاس ماهانه و سالانه بین شاخص‌های پیوند از دور و دمای بیشینه استان خوزستان تغییر نکرده است، بلکه تأخیر زمانی است که دچار تغییراتی شده است. بنابراین در استفاده از شاخص‌های پیوند از

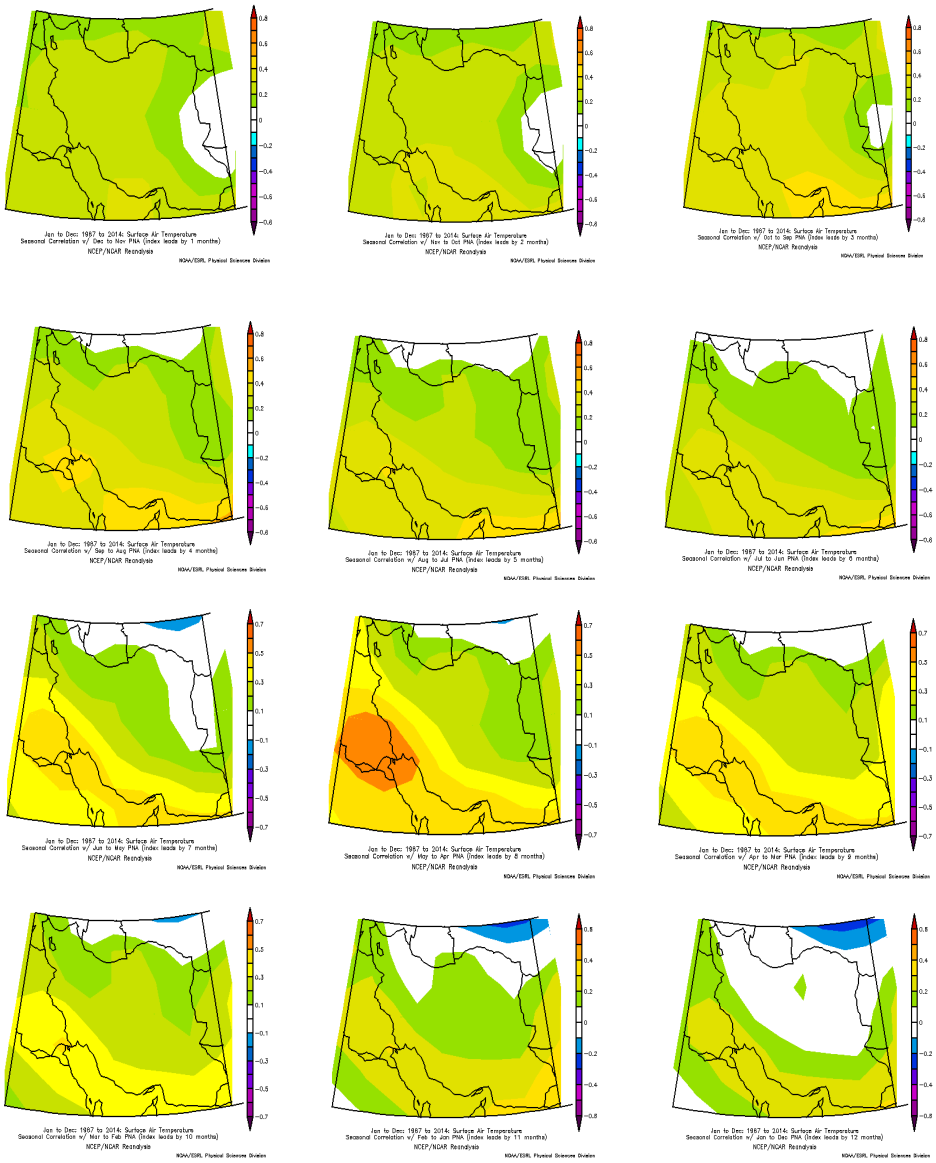
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

دور برای پیش بینی و مدل‌سازی، می‌بایست مقیاس زمانی را متناسب با تأخیرهای زمانی به دست آمده انتخاب نمود تا بهترین نتیجه حاصل شود.



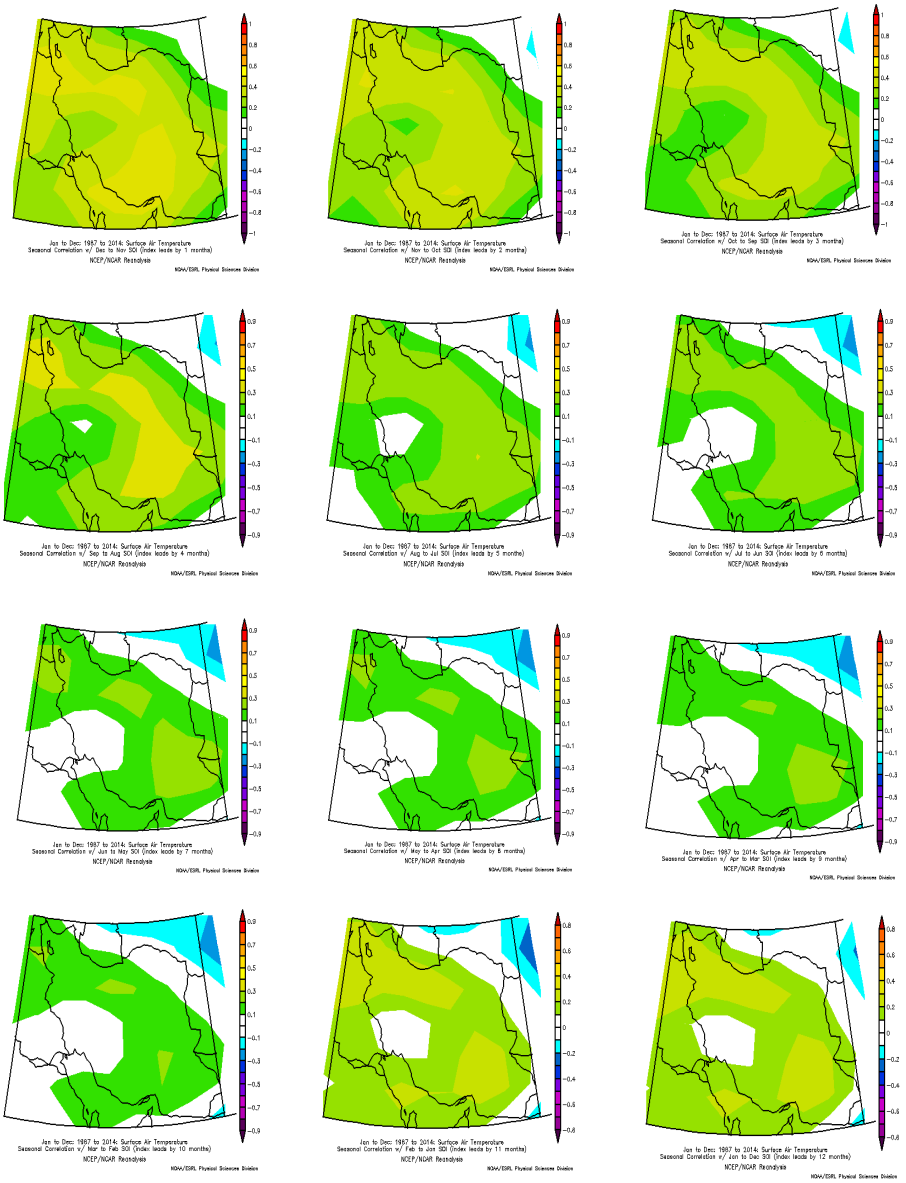
**شکل(۲). همبستگی منفی بین شاخص NAO با دمای بیشینه سالانه استان خوزستان در تأخیرهای ۱۲-۱ ماهه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]



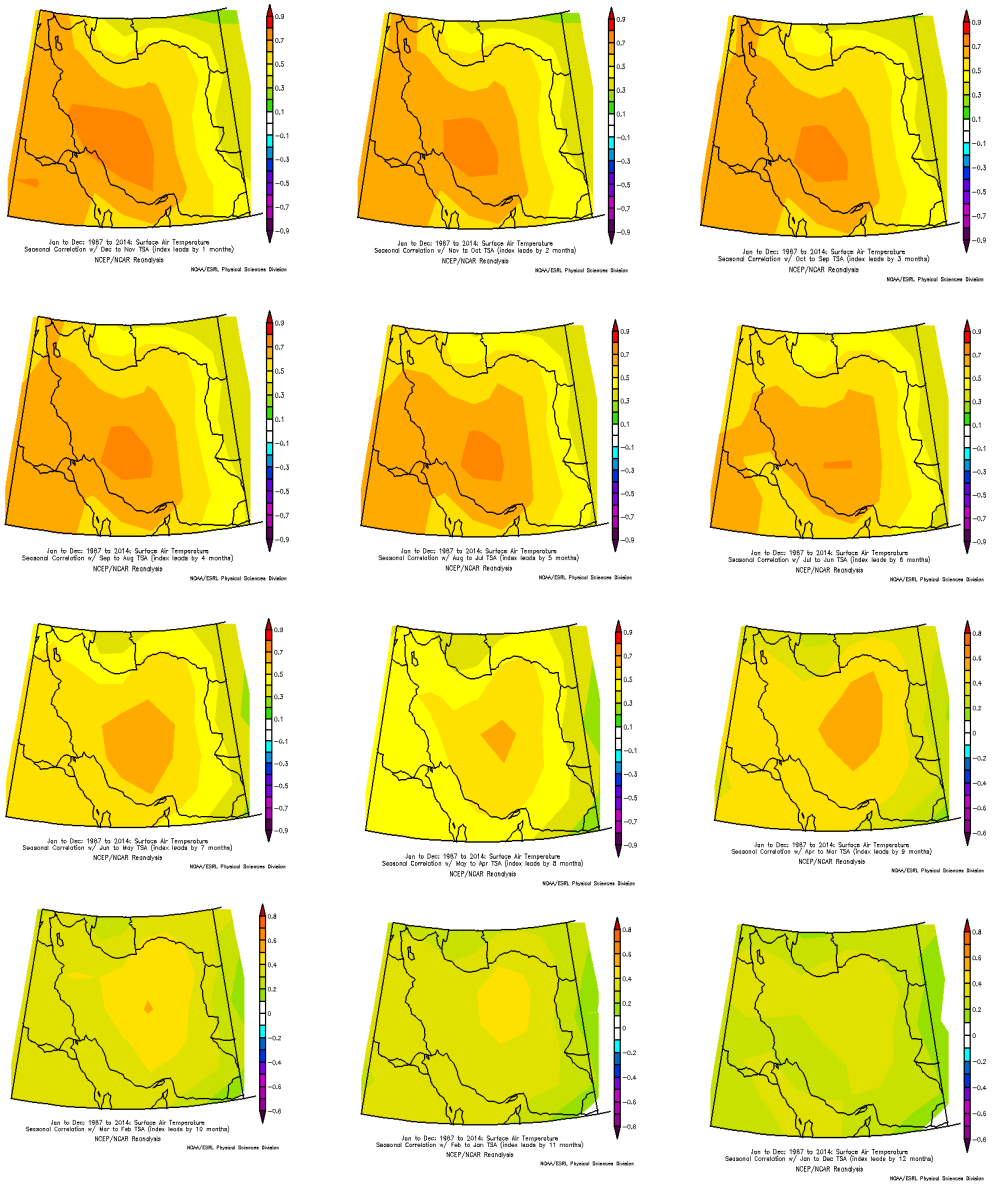

**شکل(۳). همبستگی مثبت بین شاخص PNA با دمای بیشینه سالانه استان خوزستان در تأخیرهای ۱۲-۱ ماهه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]



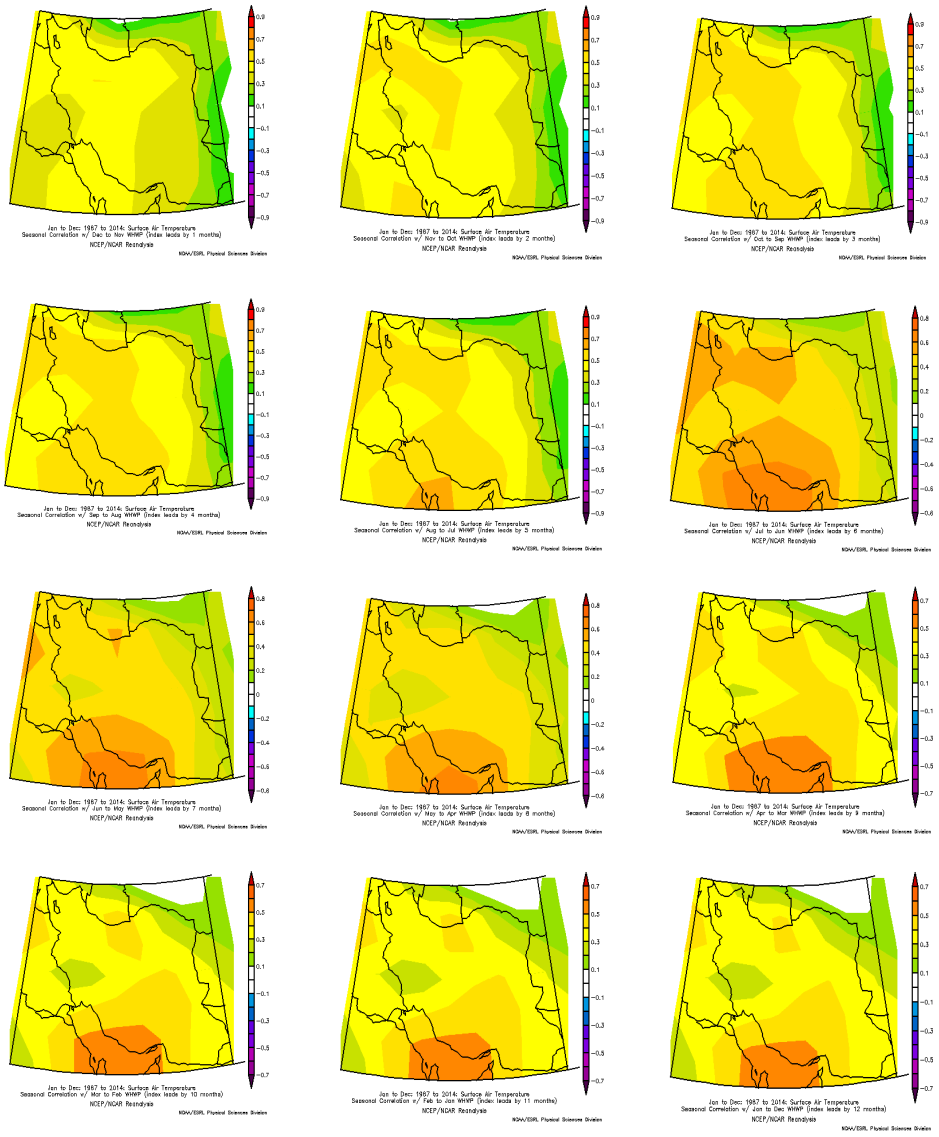

**شکل(۴). همبستگی مثبت بین شاخص SOI با دمای بیشینه سالانه استان خوزستان در تأخیرهای ۱۲-۱ ماهه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]




**شکل(۵). همبستگی مثبت بین شاخص TSA با دمای بیشینه سالانه استان خوزستان در تأخیرهای ۱۲-۱ ماهه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]




**شکل(۶). همبستگی مثبت بین شاخص WHWP با دمای بیشینه سالانه استان خوزستان در تأخیرهای ۱۲-۱ ماهه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

## نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل روند انجام شده بر شاخص‌های حدی دما نشان داد شاخص‌های TX10 (روزهای سرد) و TN10 (شب‌های سرد) در اکثر ایستگاه‌ها دارای روند منفی معنی‌دار و شاخص‌های TX90، TN90، TXn، TXx، TNn و TNx در اکثر ایستگاه‌ها روند مثبت معنی‌دار داشته‌اند. در این مقاله شاخص‌های اقلیمی پیوند از دور در رابطه با دمای بیشینه استان خوزستان در جنوب‌غرب ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. فاصله مکانی زیاد بین ایران و مکان اصلی این شاخص‌ها باعث شده است که این سیگنال‌ها با تأخیر، تأثیر بیشتری بر دمای بیشینه داشته باشند. به طور کلی با توجه به ضرایب همبستگی و سطح معنی‌داری به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر دمای بیشینه استان خوزستان دارند. نتایج نشان می‌دهد که همبستگی معنی‌دار بین دمای بیشینه و شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی(PNA)، شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس جنوبی (TSA)، استخر گرم نیمکره غربی(WHWP)، شاخص اقیانوس آرام‌غربی(WP)، نوسان اقیانوس اطلس شمالی (NAO) بیش از شاخص‌های اقلیمی دیگر است. لازم به ذکر است کلیه شاخص‌های مذکور جز(NAO) همبستگی مثبت معنی‌دار با دمای بیشینه استان خوزستان دارند.

به طور خلاصه، غیر از شاخص NAO، چون بقیه شاخص‌ها حرارتی هستند، با افزایش دمای جهانی در ارتباط هستند و از طرفی چون دمای منطقه هم در اثر گرمایش جهانی در حال بالا رفتن است لذا نمی‌توان افزایش دمای منطقه را تنها به شاخص‌ها نسبت داد. عامل اصلی همان گرمایش جهانی است.

ارتباط دمای ایستگاه‌های مورد بررسی با شاخص نوسان اطلس شمالی(NAO) مبین ارتباط معکوس این پارامترها با یکدیگر است. این یافته با نتیجه مطالعه مرادی (۱۳۸۳)، مطابقت دارد. همچنین بر اساس اظهارات سینیتا (به نقل از اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۸۷) در مواقعی که شاخص NAO در فاز مثبت قرار دارد، از نظر دمایی هواهای سرد و خشک به سوی مدیترانه و ایران هدایت می‌گردد و در مواقعی که شاخص مذکور منفی می‌باشد، هواهای سرد و خشک به سمت شمال اروپا رانده می‌شود. شاخص PNA با تأخیر ۱۰ ماهه بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار را با دمای بیشینه منطقه مورد مطالعه دارد. لیدرز و همکاران (به نقل از مسعودیان، ۱۳۸۵: ۱۵۲) همبستگی بین داده‌های ۳۴۴ بخش اقلیمی آمریکا و شاخص PNA را محاسبه کردند. ایشان دریافتند که دمای بخش‌های بزرگی از جنوب شرق و شمال غرب ایالات متحده قویاً با الگوی پیوند از دور PNA رابطه دارد و در برخی از بخش‌های اقلیمی این شاخص بیش از ۹۰ درصد تغییرات دما را توضیح می‌دهد، بنابراین یافته‌های ایشان با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد. نتایج تحلیل‌های سالیانه هم نشان داد شاخص NAO و PNA به ترتیب در تأخیرهای ۷ و ۸ ماهه و شاخص‌های SOI و TSA در تأخیر ۱ ماهه و شاخص WHWP در تأخیر ۶ ماهه بیشترین همبستگی را با دمای بیشینه استان خوزستان دارند.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

**منابع**


اسفندیاری، فریبا؛ سبحانی، بهروز؛ آزادی مبارکی، محمد؛ جعفرزاده، فاطمه. (۱۳۸۸). **تحلیل آماری از وضعیت روزهای برفی شهرستان تبریز و ارتباط آن با پدیده کلان مقیاس گردش جوی- اقیانوسی نوسانات اطلس شمالی (NAO)**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳: ۷۳-۱۰۲.

امیدوار، کمال؛ سالاری، حسین. (۱۳۹۲). **مطالعه روند تغییرات گرما و بارش در غرب و شمال‌غرب ایران با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری**. جغرافیا، ۱۱(۳۷): ۲۷۱-۲۸۸.

حاتمی زرنه، داریوش؛ حجازی زاده، زهرا؛ ناصرزاده، محمدحسین. (۱۳۹۸). ت**حلیل نوسانات زمانی امواج گرمایی منطقه ی شمالغرب ایران و ارتباط آن‌ها با گازهای گلخانه‌ای و ناهنجاری‌های دمایی کره‌ی زمین**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۹(۵۲): ۳۵-۵۶.

حجازیزاده، زهرا؛ فتاحی، ابراهیم؛ سلیقه محمد. (۱۳۹۲). **بررسی تأثیر سیگنال های اقلیمی بر بارش ناحیه مرکزی ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳(۲۹): ۷۵-۸۹.

خسروی، محمود. (۱۳۸۳). **بررسی روابط بین الگوهای چرخش جوی کلان مقیاس نیمکره شمالی با خشکسالی-های سالانه سیستان و بلوچستان**. جغرافیا و توسعه، ۳: ۱۸۸-۱۶۷.

خورشید دوست، علی‌محمد; قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸۵). **ارزیابی اثر پدیده انسو بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان آذربایجان‌شرقی با استفاده از شاخص چند متغیره انسو**. پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۷: ۲۶-۱۵.

خورشید دوست، علی‌محمد؛ قویدل رحیمی، یوسف؛ عباس‌زاده، کریم. (۱۳۸۹). **کاربرد الگوهای کلان مقیاس جوی- اقیانوسی در تحلیل نوسانات بارش (مطالعه موردی ایستگاه اهر)**. فضای جغرافیایی، ۲۹: ۱۲۸-۹۵.

خوش اخلاق، فرامرز؛ قنبری، نوذر؛ معصوم پورسماکوش، جعفر. (۱۳۸۷). **مطالعه اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر**. پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۶: ۷۰-۵۷.

شکیبا، علیرضا؛ پیشداد الهام. (۱۳۹۲). **تحلیل روند تغییرات شاخص‌های حدی دمای روزانه در سمنان طی دهه‌های ۲۰۰۶-۱۹۶۵**. پژوهش‌های دانش زمین، ۱(۴): ۹۳-۱۱۲.

صلاحی، برومند؛ خورشیددوست، علی‌محمد؛ قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸۶). **ارتباط نوسان‌های گردش جوی اقیانوسی اطلس شمالی با خشکسالی‌های آذربایجان شرقی**. پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۰: ۱۵۶-۱۴۷.

علیجانی، بهلول. (۱۳۸۱). **اقلیم شناسی سینوپتیک**. انتشارات سمت، تهران.

علیجانی، بهلول؛ کاویانی، محمدرضا. (۱۳۷۱). **مبانی آب و هواشناسی**. انتشارات سمت، تهران.

علیزاده، امین. (۱۳۸۹). **اصول هیدرولوژی کاربردی**. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ سی ام.

غیور، حسنعلی؛ عساکره، حسین. (۱۳۸۱). **مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران، مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک**. تحقیقات جغرافیایی، ۶۴-۶۳ : ۱۱۳-۹۱.

فلاح قالهری، غلامعباس؛ خوشحال، جواد. (۱۳۸۸). **پیش‌بینی بارش بهاره استان خراسان رضوی بر اساس سیگنال-های بزرگ مقیاس اقلیمی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی**. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی ، ۶۹: ۱۳۳-۱۱۵.

قائمی، هوشنگ، عساکره، حسین. (۱۳۸۲). **تحلیلی آماری بر روند تغییرات دمای مشهد طی سده گذشته و رابطه آن‌ها با نوسان‌های اطلس شمالی**. تحقیقات جغرافیایی. ۷۱: ۱۳۳-۱۱۶.

کریمی، مصطفی؛ ستوده، فاطمه؛ رفعتی، سمیه. (۱۳۹۷). **تحلیل روند تغییرات و پیش بینی پارامترهای حدی دمای ناحیه جنوبی دریای خزر**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۴۸): ۷۹-۹۳.

مرادی، حمیدرضا. (۱۳۸۳). **شاخص نوسانات اطلس شمالی و تأثیر آن بر اقلیم ایران**. پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۸ : ۱۷-۳۰.

مسعودیان، ابوالفضل. (۱۳۸۵). **اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی**. انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اول، زمستان، ص۱۵۲.

معتمدی، محمد؛ احترامیان، کوروش؛ شهاب‌فر، علیرضا. (۱۳۸۶). **بررسی ارتباط از دور سیگنال هواشناسی ENSO با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان**. علوم محیطی، ۴: ۹۰-۷۵.

ناظم السادات، محمد جعفر؛ انصاری بصیر، ارمغان. پیشوایی، محمدرضا. (۱۳۸۶). **ارزیابی سطح معنی‌داری برای پیش-بینی دوران خشکسالی و ترسالی فصل پاییز و شش ماهه سرد ایران بر اساس وضعیت فازهای تابستانه ENSO**. تحقیقات منابع آب ایران، ۱: ۲۴-۱۲.

یاراحمدی، داریوش؛ عزیزی، قاسم. (۱۳۸۶). **تحلیل چندمتغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی**. پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۱۷۴-۱۶۱.

Alexandre M R, Ricardo M T, Fátima E S. 2011. Evolution of extreme temperatures over Portugal: recent changes and future scenarios: Climate Research. 48,177-192. DOI: 10.3354/cr00934.

Bannayan M, Sanjani S, Alizadeh A, Sadeghi Lotfabadi S, Mohamadian A. 2010. **Association between Climate indices, aridity index, and rain fed Crop yield in northeast of Iran**, Field Crops Research, 118: 105-114. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.04.011.

Barlow M, Cullen H, Lyon B. 2002. **Drought in Central and Southwest Asia: La Nina, the Warm Pool, and Indian Ocean Precipitation**. Journal of Climate, 15: 697-700. https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<0697:DICASA>2.0.CO;2

Buckley L B, Huey R B. 2016. How Extreme Temperatures Impact Organisms and the Evolution of their Thermal Tolerance. Integrative and Comparative Biology, 56(1): 98–109. https://doi.org/10.1093/icb/icw004

Cohen J S. 1983. **Classification of 500 mb height anomalies using obliquely rotation principal components**. Journal of applied meteorology and climatology, 22(12): 1975-1988. DOI: 10.1175/1520-0450(1983)022<1975:COMHAU>2.0.CO;2

Cullen H M, Kaplan A, Arkin P A, Demenocal P B. 2002. **Impact of the north Atlantic oscillation on Middle Eastern climate and streamflow of climatic change**, 55: 315-388. https://doi.org/10.1023/A:1020518305517.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]

Fallah-Ghalhari G A, Khoshhal-Dastjerdi J, Habibi-Nokhandan M. 2012.**Using Mann Kendal and t-test methods in identifying trends of climatic elements: A case study of northern parts of Iran**, Management Science Letters, 2(3): 911-920. Doi: 10.5267/j.msl.2011.10.015.

Flatau M, Talley L, Niiler P. 2003. **The North Atlantic Oscillation, Surface Current Velocities, and SST Changes in the Subpolar North Atlantic**, Journal of climate, 16: 2355-2369. https://doi.org/10.1175/2787.1

Hair J F, Andersen R E, Tatham R L, Black W C. 1998. **Multivariate Data Analysis**. Prentice Hall Pub, pp. 498.

Karl T R, Nicholls N, Ghazi A. 1999. **CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes**: Workshop summary. Climatic Change, **42**: 3-7.

Kutiel H, Maheras M, Tulkes p, Paz S. 2002. **North Sea-Caspian Pattern (NCP) an Upper Level Atmospheric Teleconnection Affecting the Eastern Mediterranean Implication on the Regional Climate**, Theoretical and Applied Climatology. 72(3): 173-192. https://doi.org/10.1007/s00704-002-0674-8.

Lloyd Hughes, B, Mark A S. 2002. **Seasonal prediction of European spring precipitation from El Nino-Southern oscillation and local sea-surface temperatures**, International journal of climatology, 22: 1-14. DOI: 10.1002/joc.723

Mantua N J. 2002. **The Earth System, Physical and Chemical Dimension of Global Environmental Change**. John New Jersey.

Nicolls N, 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.

Niebauer H J, Robert H Day. 1999. **Causes of Interannual Variability in the Sea Ice Core of the Eastern Bring Sea**, Institute of Marine Science, University of Alaska.

Richman M B, 1981. **Obliquely rotated principal component: An improved meteorological map typing technique**. Journal of applied meteorology and climatology, 20: 1145-1159.

Smolinsky K K. 2004. **Interrelationship among Large Scale Atmospheric Circulation Regimes and Surface Temperature Anomalies in the North American Arctic**. A Thesis Presented to the Academic Faculty". School of Earth and Atmospheric Sciences. http://hdl.handle.net/1853/5026

Von Storsch H, Zwiers F W. 1999. **Statistical Analysis in climate research**. Cambridge University Press, UK. Wiley Publication., USA, pp. 495.

Wilks D S. 1995. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences; An introduction**, Academic Press, San Diego, California, USA, pp. 649.

Wolter H. 2000. **Multivariate ENSO index, posted at the climate diagnostics center web pages**. http://www.cdc.noaa.gov/Ekew/MEI.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.67.5.2 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.22.67.439 ]