

## واکاوی روند سری های حدی دما در سواحل جنوبی ایران

### در ارتباط با الگوهای پیوند از دور

کامران اسماعیلی - دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف -  
آباد، ایران

kamran8335@iau.ac.ir

امیر گندمکار - دانشیار گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران (نویسنده مسئول)

mehr5490@iauc.ac.ir aagandomkar@iau.ac.ir

مرتضی خداقلی - دانشیار بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش  
و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
M\_khodagholi@iau.ac.ir

چاپ: ۱۴۰۴/۹/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۴/۹/۲۱

دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲۸

#### چکیده

گرمایش جهانی از جمله مباحث مورد توجه دانشمندان در علوم محیطی است که بر بسیاری از شئون زندگی بشر تاثیرگذار است. هدف از این پژوهش بررسی روند سری های حدی دمای سواحل جنوبی ایران و ارتباط آنها با الگوهای پیوند از دور می باشد. داده های دمای حداکثر و حداقل مطلق ماهانه ایستگاه های جنوب ایران طی دوره آماری ۱۹۸۸-۲۰۱۹ و همچنین الگوهای پیوند از دور طی همان دوره استفاده شد. برای بررسی دماهای حدی ابتدا سنجش همگنی داده ها با استفاده از آزمون کای اسکور و سنجش بهنجاری داده ها با استفاده از آزمون اندرسون دارلینگ انجام شد. سپس جهت داده های نرمال از آزمون t و روش کمترین مربعات و جهت داده های غیرنرمال از آزمون من-کندال استفاده شد. در ادامه ارتباط سنجی آنها با الگوهای پیوند از دور توسط آزمون همبستگی پیرسون مشخص گردید. نتایج نشان داد دمای حداکثر مطلق آبادان، بوشهر دریایی و بندرلنگه در اکثر ماه های سال روند افزایشی نشان داده است. دمای حداقل مطلق نیز در آبادان، کیش، بندرماهشهر و بندرلنگه تقریباً در اکثر ماه های سال روند افزایشی نشان داده است. در رابطه با تأثیر الگوهای پیوند از دور بر سری های دمایی مورد مطالعه نیز می توان بیان نمود الگوهای WHWP و AMO و TNI و NTA و به خصوص الگوهای WHWP و AMO بیشترین تأثیر را بر سری های دمایی مورد مطالعه داشته اند.

کلید واژگان: الگوهای پیوند از دور، دماهای حدی، روند، سواحل جنوبی ایران

## مقدمه

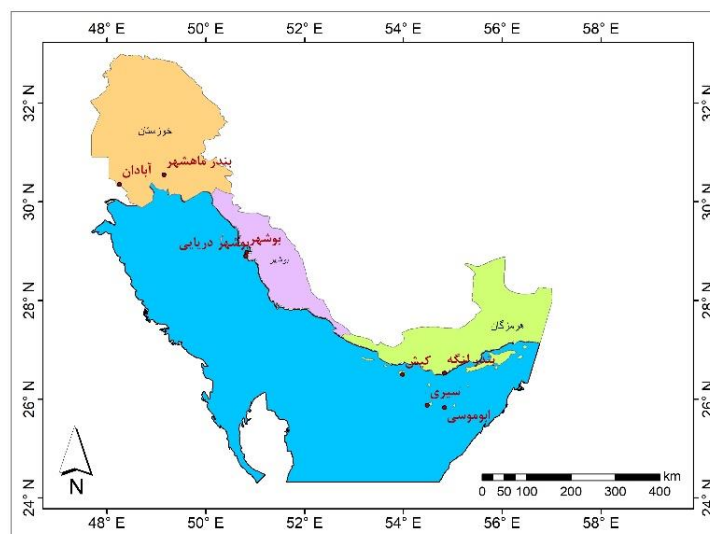
تغییرات اقلیمی و نوسانات دما از مهم‌ترین موضوعاتی هستند که زندگی انسان را به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند. بررسی روند تغییرات دمای میانگین هوا، امکان شناسایی و پیگیری دگرگونی‌های اقلیمی هر منطقه را فراهم می‌سازد. شواهد گوناگون نشان می‌دهد که این نوسانات در گذشته نیز در جنبه‌های مختلف اقلیمی وجود داشته‌اند و در دوره‌ی کنونی نیز همچنان ادامه دارند. دما به عنوان یکی از عناصر اصلی هواشناسی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پراکنش سایر متغیرهای اقلیمی دارد و از شاخص‌های مهم در طبقه‌بندی و تعیین ویژگی‌های اقلیمی هر ناحیه محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر، مسئله تغییر اقلیم و روند گرم شدن زمین توجه بسیاری از پژوهشگران و متخصصان را به خود جلب کرده است. مفهوم تغییر اقلیم معمولاً به تغییرات شاخص‌دار آماری از میانگین‌های بلندمدت وضعیت آب‌وهوا اشاره دارد و این تغییرات می‌توانند به شکل گرم شدن یا سرد شدن رفتار اقلیمی ظاهر شوند. در میان عناصر مختلف هواشناسی، دمای هوا و میزان بارش از شاخص‌هایی هستند که تغییرات آن‌ها محسوس‌تر است. حتی تغییرات جزئی در تعادل اقلیمی زمین سبب شده میانگین دمای جهانی روندی افزایشی پیدا کند (سالاری و گندمکار، ۱۳۹۱). بررسی‌های جهانی بر روند تغییرات دما نتایج متفاوتی را در مناطق گوناگون نشان می‌دهند. مارس و همکاران (۲۰۰۲)، اثرات نوسانات اطلس شمالی را بر تغییرات رطوبت تابستان در سراسر اروپا بررسی کردند. نتایج نشان داد که بین شاخص نوسانات اطلس شمالی و رفتار بارش در فوریه - آوریل ارتباط وجود دارد. آرورا و همکاران (۲۰۰۵) دمای سالانه و فصلی هند را بررسی کردند. نتایج نشان داد که دمای سالانه، دمای حداکثر و دمای حداقل افزایش داشته است. بارتولینی و همکاران (۲۰۰۸) روند دمای توسکانی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد فرین‌های حداقل و حداکثر روند افزایشی داشته است. لوکوی و شیسانیا (۲۰۱۱) روند دمای حداقل و حداکثر نایروبی را بررسی کرد. نتایج نشان داد دمای حداکثر در مناطق شهری افزایش داشته است. آبانان و همکاران (۲۰۱۸) روند دمای حداکثر و دمای حداقل سالانه و فصلی نیجریه را بررسی کردند. نتایج بیانگر افزایش دمای حداقل سالانه و فصلی می‌باشد. گاددجیسو و همکاران (۲۰۲۱: ۵) افزایش دمای حداکثر را در مناطقی نظیر کارا، مانگو و نیامتوگوا و در مقابل، کاهش آن را در داپانگ گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر، آدنولتکوا و پاتزک (۲۰۲۱) دریافتند که عربستان سعودی در طول چهار دهه‌ی گذشته، با نرخ ۵۰ درصد سریع‌تر از سایر خشکی‌های نیمکره شمالی، با پدیده گرمایش مواجه شده است. همچنین، ما و همکاران (۲۰۲۱) در استان فوجیان چین، صعود واضحی در دما و بارش فصل‌های تابستان و پاییز مشاهده کردند که این تغییرات با حدود ۲۰۰۰ جهش همراه بوده است. نتایج پژوهش چن و همکاران (۲۰۲۲) که بر روی دماهای حدی چین متمرکز بود، نشان داد که حداکثر دمای روزانه سالانه و حداقل دمای روزانه سالانه در این کشور، به ترتیب از سال ۱۹۶۶ تا

۲۰۱۵، با نرخ‌های ۰/۱۸ و ۰/۵۲ درجه سانتی‌گراد در سال افزایش یافته است. نتایج مطالعه فنیایی و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی تغییرات فضایی دمای حداکثر ایران نشان داد شمال غرب ایران و سواحل خزری از مقادیر کمتر و در نقاط پست و جلگه ای جنوب و جنوب غرب از مقادیر بیشتری برخوردار می باشد. علاوه بر این، پژوهش مشترک کلینگچوری و همکاران (۲۰۲۴) بر روی روند دما، رطوبت و بارش در شش منطقه‌ی تایلند نشان داد که تمامی این مناطق، شیب صعودی را در شاخص‌های دما و رطوبت تجربه کرده‌اند. مطالعات انجام‌شده در ایران نیز شواهد مشخصی از تغییرات دمایی را نشان می‌دهند. امیدوار و خسروی (۱۳۸۹) تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس را با استفاده از آزمون من-کندال بررسی نمودند. نتایج نشان داد تغییرات دمای میانگین مشابه با روند تغییرات دمای حداقل آنها است و آنچه موجب افزایش دمای میانگین ایستگاه‌های منطقه شده بیشتر دمای حداقل بوده است. ورشایان و همکاران (۱۳۹۰)، روند تغییرات دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در ایران را بررسی و نشان دادند اغلب ایستگاه‌ها روند معنی دار افزایشی در مقادیر حدی دما و به خصوص دمای حداقل دارند. سبحانی و همکاران (۱۳۹۳)، دمای شمال غرب ایران را در ارتباط با شاخص نوسانات اطلس شمالی بررسی و نتیجه گرفتند بین آنها همبستگی منفی وجود دارد. دارند و رحمانی (۱۳۹۵) نقش الگوهای پیوند از دور را بر دمای استان کردستان بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که در اغلب ماه‌ها ارتباط معناداری بین الگوهای پیوند از دور و دما وجود دارد. از بین الگوهای پیوند از دور الگوی دریای شمال-خزر در تراز ۵۰۰ و نوسان اطلس شمالی در تراز دریا تأثیر موثری بر دمای استان کردستان در ماه‌های پاییز و زمستان دارد. علیزاده و نجفی (۱۳۹۶) تغییرات دما و بارش مناطق مختلف ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد دمای حداقل، حداکثر و متوسط دمای ایران در حال افزایش می باشد و افزایش دمای حداقل بیش از دمای حداکثر می باشد. نتایج مطالعه کریمی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی روند دماهای حدی سواحل جنوبی دریای خزر نشان دهنده وجود روند افزایشی بود. مسعودیان و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی فصول دمایی ایران دریافتند در شروع دوره گرما روند کاهشی بیشتر می باشد. حسینی و عادل زاده (۱۳۹۸) دمای روزانه در خراسان رضوی را بررسی و نتیجه گرفتند که به ازای هر ژئوپتانسیل متر افزایش، میانگین روزانه‌ی دمای ایستگاه سبزوار ۴/۱، تربت حیدریه و مشهد ۳/۱ درجه‌ی سلسیوس افزایش نشان خواهد داد. بحری و خسروی (۱۳۹۹) روند تغییرات دمای سطح دریای عمان را بررسی کردند. نتایج نشان داد مقادیر SST طی دوره مورد مطالعه در بخش‌های مختلف دریای عمان روندی افزایشی داشته‌اند و ممکن است تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی بر این منطقه اثرگذار بوده باشد. فنیایی و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی بلندمدت تغییرات فضایی دمای حداقل در ایران دریافتند که در فصل‌های سرد، مناطقی بدون روند مشخص غالب هستند، در حالی که در ماه‌های گرم، سطح کشور بیشتر تحت تأثیر روند کاهشی قرار دارد. نکته قابل توجه این

است که روند افزایشی دما عمدتاً در نواحی جنوبی و تا حدودی در جنوب شرق کشور مشاهده گردید. همچنین، روند کاهشی در ماه ژانویه به مناطق شمال غرب محدود شده و در ماه‌های بعد، خصوصاً ماه مه که شاهد بیشترین گسترش در سراسر ایران است، به تدریج به سایر نقاط کشور نفوذ می‌کند. در حوزه پیش‌بینی‌های اقلیمی، قربانی و همکاران (۱۴۰۳) تأثیر سناریوهای تغییر اقلیم بر دما و بارش آبی حوضه قره‌سو را مدل‌سازی کردند. نتایج مدل‌سازی آن‌ها تحت سناریوی SSP2.4-5 (در دوره‌های نزدیک و میانه) و همچنین سناریوی SSP5-8.5 (در هر سه دوره پیش‌بینی) حاکی از روند افزایشی معنادار (در سطح اطمینان ۹۹ درصد) در دمای سالانه حداکثر و حداقل برای تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه بود. تمرکز بر پدیده‌های حدی نیز حائز اهمیت است؛ خزایی و همکاران (۱۴۰۳) با بررسی امواج گرمایی کلان‌شهر اهواز، یک سیر صعودی را هم در دفعات وقوع و هم در تعداد روزهایی که دمای هوا در آستانه گرما قرار داشته، تأیید کردند. در سطحی دیگر، بررسی امواج گرمایی استان خوزستان توسط برون و همکاران (۱۴۰۴) نشان داد که در بخش اعظم این رویدادهای گرمایی، نفوذ زبانه چرخندی مناطق پاکستان و عربستان به لایه‌های زیرین تروپوسفر (وردسپهر) نقش محوری داشته است. این نفوذ، با انطباق بر الگوی توپوگرافی منطقه (ارتفاعات زاگرس جنوبی) و سیستم چرخشی مربوطه، سبب انتقال گرمای تابشی بیابان‌های گرم لوت و عربستان به روی استان خوزستان شده است. در نهایت، صیدگر قنبر و همکاران (۱۴۰۵) به تحلیل تغییرپذیری مکانی و زمانی امواج گرم و سرد در استان گیلان پرداختند و دریافتند که فراوانی این امواج با افزایش طول موج از ۳ روز به سمت بازه‌های طولانی‌تر (تا ۳۰ روز)، کاهش می‌یابد. با توجه به تأثیری که الگوهای پیوند از دور بر پارامترهای اقلیمی مختلف دارند، لذا هدف از این مطالعه بررسی روند دما و تأثیر الگوهای پیوند از دور بر دمای حداقل مطلق و حداکثر مطلق سواحل جنوبی ایران می‌باشد.

### داده‌ها و روش‌ها

خلیج فارس در ۲۴ تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. مساحت خلیج فارس ۲۳۷,۴۷۳ کیلومتر مربع است و پس از خلیج مکزیک و خلیج هادسون سومین خلیج بزرگ جهان به‌شمار می‌آید.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه

در این مطالعه، داده های ماهانه مربوط به دمای حداقل و حداکثر مطلق از ایستگاه های آبادان، ابوموسی، بندرلنگه، بندرماهشهر، بوشهر، بوشهر دریایی، کیش و سیری در بازه ی زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۹ مورد استفاده قرار گرفت. موقعیت جغرافیایی این ایستگاه ها در شکل (۱) نمایش داده شده است. افزون بر این، داده های مربوط به الگوهای پیوند از دور در دوره ی مذکور نیز استخراج و تحلیل گردید. این الگوها در شش رده شامل اطلس شمالی، اطلس جنوبی، آرام شمالی، آرام جنوبی، آرام حاره ای و قطب شمال طبقه بندی شده و داده های آن از پایگاه NOAA دریافت شد. مشخصات و ویژگی های هر یک از این الگوها در جدول (۱) ارائه شده است. در گام نخست، همگنی و نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون های کای-اسکور و اندرسون-دارلینگ ارزیابی شد. پس از تعیین نوع توزیع داده ها، برای داده های دارای توزیع نرمال از آزمون  $t$  و در صورت غیرنرمال بودن از آزمون من-کنندال استفاده شد. در ادامه، به منظور تحلیل اثر الگوهای پیوند از دور بر دمای حداقل و حداکثر سواحل ایرانی خلیج فارس، آزمون همبستگی پیرسون به کار گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه

| حیطه فعالیت | نام اختصاری | نام کامل                        | حیطه فعالیت | نام اختصاری | نام کامل              |
|-------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| آرام شمالی  | PNA         | شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی | آرام جنوبی  | TNI         | شاخص انتقالی نینو     |
|             | EPNP        | الگوی شرق آرام- شمال آرام       |             | QBO         | نوسانات شبه دوسالانه  |
|             | WP          | شاخص اقیانوس آرام غربی          |             | WHWP        | استخر گرم نیمکره غربی |

|                                    |         |            |                                        |        |            |
|------------------------------------|---------|------------|----------------------------------------|--------|------------|
| شاخص نینوی اقیانوسی                | ONI     |            | نوسان دهه ای اقیانوس آرام              | PDO    |            |
| دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳        | Nino3   |            | الگوی آرام شمالی                       | NP     |            |
| دمای سطح آب در ناحیه نینوی ۱/۲     | Nino1+2 |            | شاخص نوسانات جنوبی                     | SOI    | آرام جنوبی |
| دمای سطح آب در ناحیه نینو ۴        | Nino4   |            | شاخص چند متغیره انسو، ورژن ۲           | V2 MEI |            |
| دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳/۴      | Nino3.4 |            | نوسانات اقیانوس اطلس شمالی             | NAO    |            |
| نوسان قطب شمال                     | AO      | اطلس شمال  | شاخص دمای سطح آب حاره ای<br>اطلس شمالی | NTA    | اطلس شمالی |
| نوسان قطب شمال                     | AAO     |            | نوسانات چند دهه ای اقیانوس اطلس        | AMO    |            |
| شاخص حاره ای اقیانوس اطلس<br>جنوبی | TSA     | اطلس جنوبی | حالت نصف النهاری اقیانوس اطلس          | AMM    |            |

## نتایج

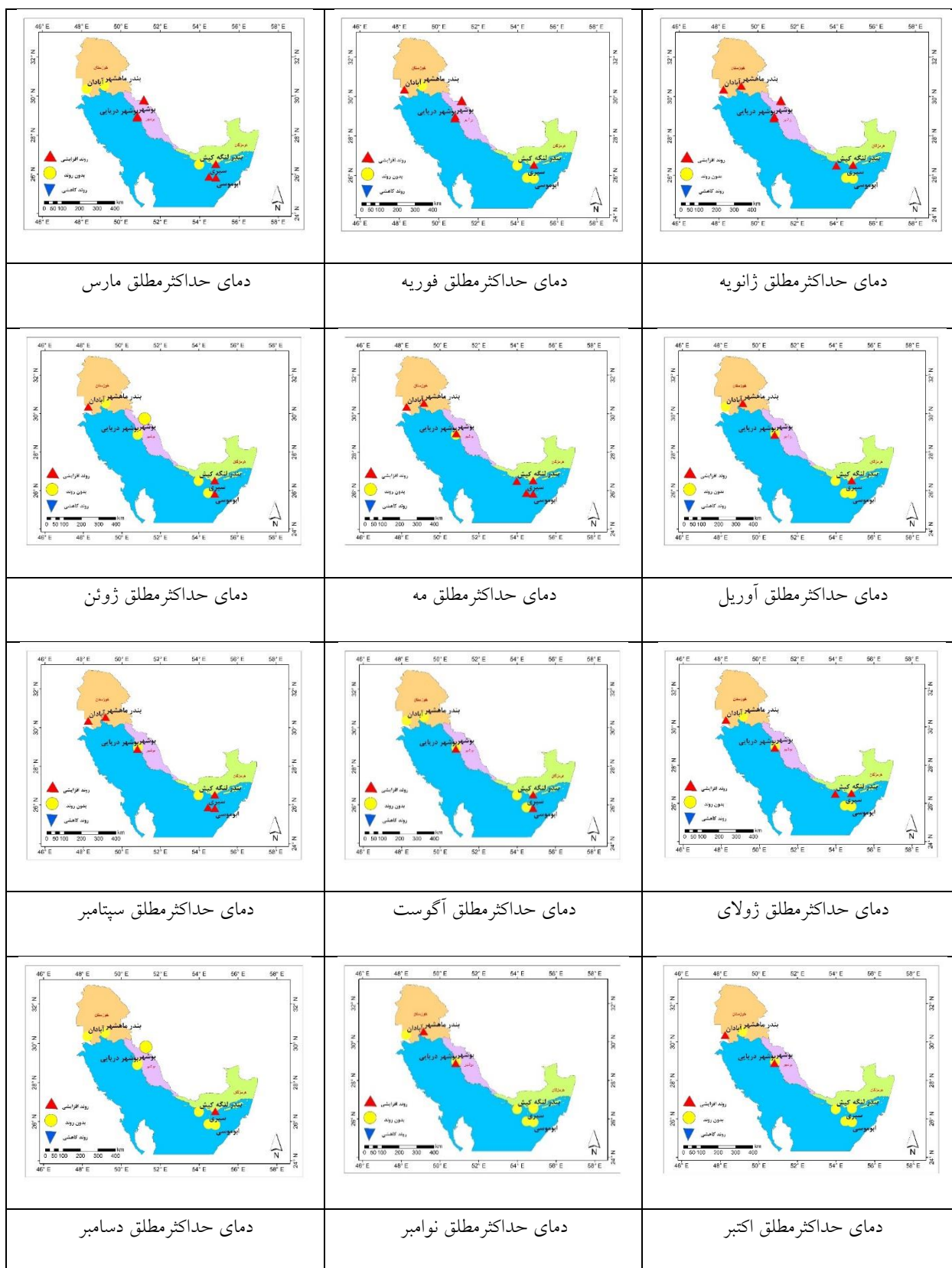
ابتدا روند سری های دمای حداکثر مطلق و حداقل مطلق استگاه های مورد مطالعه بررسی شد. در جدول (۲) نتایج حاصل از آزمون  $t$  و آزمون من کندال ارایه شده است. همان گونه که مشاهده می شود روند دمای حداکثر مطلق ایستگاه بندرلنگه و پس از آن بوشهر دریایی بیش از سایر ایستگاه ها روند داشته است؛ به طوری که بندرلنگه به جز در ماه های اکتبر و دسامبر و بوشهر دریایی به جز در ماه های مه، ژوئن، دسامبر در سایر ماه ها روند افزایشی داشته اند. کیش و سیری نیز کمترین روند را داشته اند و در بیشتر ماه های سال بدون روند بوده اند. کیش در ماه های ژانویه، مه و ژولای؛ سیری در ماه های مارس، مه و سپتامبر روند افزایشی داشته اند و در سایر ماه ها بدون روند بوده اند. از نظر زمانی نیز در ماه مه بیشترین روندها مشاهده شده است. در این ماه تنها ایستگاه بوشهر دریایی بدون روند بوده و سایر ایستگاه ها روند افزایشی داشته اند. در ماه های اکتبر، نوامبر و دسامبر نیز کمترین روند مشاهده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون من- کندال و t بر روی داده های دمای حداکثر مطلق

| سیری    | کیش   | بندر ماهشهر | بندرلنگه | بوشهر | بوشهر دریایی | ابوموسی | آبادان |       |
|---------|-------|-------------|----------|-------|--------------|---------|--------|-------|
| زانویه  | *۱/۵۷ | ۰/۰۴        | *۴/۸۱    | *۰/۴۴ | *۲/۲۲        | *۳/۸۶   | *۱/۴۱  | -۰/۰۲ |
| فوریه   | *۲/۶  | ۰/۱۳        | *۰/۳۱    | *۰/۲۵ | *۲/۴         | ۰/۱۷    | ۰/۰۸   | -۰/۱۷ |
| مارس    | ۰/۱۳  | *۱/۱۷       | *۰/۳۱    | *۱/۹۶ | *۱/۲۶        | ۰       | ۰/۲۱   | *۱/۵۳ |
| آوریل   | -۰/۰۱ | ۰/۱۳        | *۰/۲۵    | ۰/۰۶  | *۰/۳         | *-۰/۴۶  | ۰/۱۲   | ۰     |
| مه      | *۰/۲۸ | *۰/۴        | -۰/۰۲    | -۰/۴۱ | *۰/۷۹        | *۱/۰۸   | *۱/۰۳  | *۱/۶۳ |
| ژوئن    | *۰/۲۸ | *۰/۲۴       | ۰/۱۶     | -۰/۱۷ | *۰/۳۱        | ۰/۱۹    | ۰/۱۸   | ۰/۲۳  |
| ژولای   | *۴/۱۹ | ۰/۱۶        | *۱/۸۶    | -۰/۰۲ | *۱/۹۳        | ۰/۱۶    | *۱/۶۵  | ۰     |
| اگوست   | ۰/۱۷  | *۱/۲۶       | *۲/۳     | -۰/۱  | *۰/۳۱        | ۰/۰۲    | ۰/۲    | ۲/۰۱  |
| سپتامبر | *۳/۴۶ | *۲/۰۷       | *۰/۳۹    | -۰/۰۶ | *۲/۵۱        | *۱/۲۲   | ۰/۲    | *۱/۹۵ |
| اکتبر   | *۰/۲۷ | ۰/۲۱        | *۰/۲۸    | -۰/۱۷ | ۰/۱۱         | ۰/۰۲    | -۰/۰۴  | ۰/۱۷  |
| نوامبر  | -۰/۰۷ | ۰/۲۲        | *۲/۶۴    | -۰/۰۸ | ۰/۰۹         | *-۱/۲۳  | ۰      | -۰/۶۹ |
| دسامبر  | ۰/۰۷  | -۰/۰۹       | ۰/۱۷     | ۰/۰۶  | *۱/۸۸        | ۰/۰۵    | -۰/۰۳  | ۰/۰۶  |

\* ماه های رونددار

در شکل (۲) روندهای مشاهده شده از دمای حداکثر مطلق ایستگاه های مورد مطالعه بر روی نقشه نشان داده شده است. در ماه زانویه ایستگاه های واقع در سواحل غربی خلیج فارس روند افزایشی داشته اند. در سواحل شرقی نیز بندرلنگه و کیش روند افزایشی و سیری و ابوموسی فاقد روند بوده اند. از ماه فوریه روندهای افزایشی کاسته شده و ایستگاه های فاقد روند بیشتر خودنمایی می کنند تا اینکه در ماه مه روند افزایشی غالب می شود و اکثر ایستگاه ها از روند افزایشی برخوردار هستند. از ماه ژوئن مجدداً تعداد ایستگاه های دارای روند افزایشی کاهش پیدا کرده تا جایی که در سه ماه اکتبر، نوامبر و دسامبر به کمترین تعداد خود می رسد. در ماه دسامبر به جز ایستگاه بندرلنگه که روند افزایشی داشته، سایر ایستگاه ها فاقد روند بوده اند.



شکل ۲- روند تغییرات دمای حداکثر مطلق ایستگاه های مورد مطالعه طی ماه های مختلف

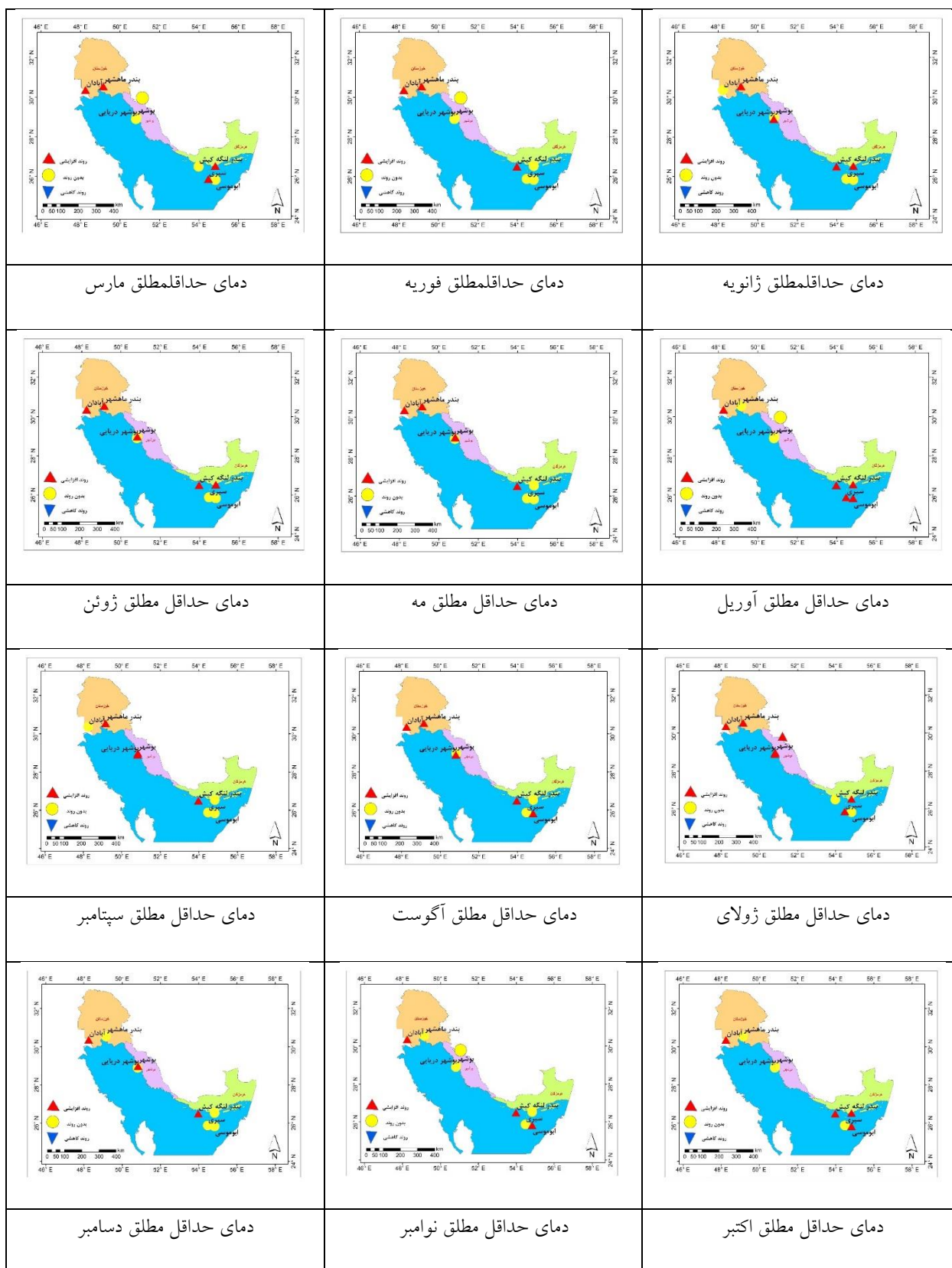
روند دمای حداقل مطلق ایستگاه های مورد مطالعه در جدول (۳) ارایه شده است. ایستگاه کیش و آبادان بیش از سایر ایستگاه روند افزایشی در این پارامتر داشته اند. آبادان به جز در ماه های ژانویه و سپتامبر و کیش به جز در ماه های مارس و ژولای که بدون روند بوده اند در سایر ماه ها روند افزایشی داشته اند. کمترین روند نیز در سیری مشاهده شده که در ماه های مارس، آوریل و ژولای روند افزایشی داشته و در سایر ماه ها بدون روند بوده است.

جدول ۳- نتایج آزمون من- کندال و t بر روی داده های دمای حداقل مطلق

| ماه     | آبادان | ابوموسی | بوشهر دریایی | بوشهر | بندرلنگه | بندر ماهشهر | کیش   | سیری  |
|---------|--------|---------|--------------|-------|----------|-------------|-------|-------|
| ژانویه  | ۰/۱    | ۰/۰۲    | *۰/۳         | ۰/۱۳  | *۲/۲۲    | *۱/۷۷       | *۲/۵۶ | ۰/۱۵  |
| فوریه   | *۱/۸۲  | -۰/۱۶   | ۰/۱۶         | ۰/۱   | ۰/۲      | *۱/۲۲       | *۱/۴۲ | ۰     |
| مارس    | *۲/۱۸  | ۰       | ۱/۸۷         | ۰/۱۱  | *۱/۵۶    | *۰/۲۸       | ۰/۱۶  | *۲/۱۵ |
| آوریل   | *۰/۲۹  | *۲/۲۸   | ۰/۱          | ۰/۰۲  | *۰/۴     | ۰/۱۳        | *۰/۴۸ | *۰/۲۶ |
| مه      | *۰/۳۷  | ۰/۱۲    | ۰/۱۵         | *۱/۵۵ | ۰/۱۷     | *۰/۲۴       | *۳/۱۸ | ۱/۸۴  |
| ژوئن    | *۰/۳۵  | ۰/۰۲    | ۱/۸          | ۰/۱   | *۰/۳۷    | *۰/۳۱       | *۴/۱۴ | ۰/۰۳  |
| ژولای   | *۵/۱۴  | ۰/۲۱    | *۰/۳۶        | *۲/۹۲ | *۰/۲۴    | *۴/۱۶       | ۰/۲۳  | *۰/۳۸ |
| آگوست   | *۰/۳۲  | *-۰/۲۶  | *۰/۲۴        | ۰/۱۴  | ۰/۰۹     | *۵/۳۴       | *۰/۲۹ | ۰/۱۷  |
| سپتامبر | ۲/۰۲   | ۰       | *۰/۳۸        | *۰/۲۵ | ۰        | *۰/۲۵       | *۰/۴  | ۰/۱   |
| اکتبر   | *-۰/۵۴ | *۰/۲۷   | -۰/۰۳        | -۰/۱۴ | *۰/۲۴    | ۰/۰۵        | *۰/۳۹ | ۰/۰۷  |
| نوامبر  | *۱/۵۳  | *-۱/۳۵  | ۰/۱۶         | ۰/۲۳  | -۰/۱۲    | ۰/۰۲        | *۰/۶۸ | -۰/۹  |
| دسامبر  | *۱/۲۱  | -۰/۰۷   | -۰/۰۱        | *۱/۷۷ | ۰/۰۳     | -۰/۰۸       | *۰/۲۸ | ۰/۰۴  |

\* ماه های رونددار

روند تغییرات دمای حداقل مطلق ایستگاه های مورد مطالعه بر روی نقشه در شکل (۳) نشان داده شده است. در تمام ماه ها روند افزایشی و بدون روند مشاهده شده و روند کاهشی وجود ندارد. در ماه ژولای اکثر ایستگاه از روند افزایشی برخوردار بوده و تنها ایستگاه های ابوموسی و بندرلنگه بدون روند بوده اند. در ماه های نوامبر و دسامبر نیز اکثر ایستگاه ها بدون روند بوده اند. در ماه نوامبر آبادان، ابوموسی و کیش و در ماه دسامبر آبادان، بوشهر و کیش روند افزایشی داشته اند و سایر ایستگاه ها بدون روند بوده اند.



شکل ۳- روند تغییرات دمای حداقل مطلق ایستگاه های مورد مطالعه در ماه های مختلف

همان گونه که در جدول (۴) مشاهده می شود دمای حداکثر مطلق آبادان طی ماه های فوریه، ژولای و سپتامبر از روند افزایشی برخوردار بوده و در آینده نیز افزایش خواهد داشت. دمای حداکثر مطلق ابوموسی نیز در ماه سپتامبر روند افزایشی نشان داده و در آینده نیز افزایش خواهد داشت. دمای حداکثر مطلق بوشهر دریایی در ماه های ژانویه، آگوست و نوامبر از روند افزایشی برخوردار بوده و در آینده نیز همچنان افزایش خواهد داشت. دمای حداکثر مطلق بندرلنگه در ماه های ژانویه، فوریه و سپتامبر روند افزایشی داشته است. دمای حداکثر مطلق بندرماهشهر در ماه ژانویه روند افزایشی داشته است.

جدول ۴- نتایج مدل تحلیلی روند دمای حداکثر مطلق

| ایستگاه      | ماه     | ضریب همبستگی | ضریب تعیین | آماره F | مدل سری تحلیلی     | مدل سری پیش بینی شده   |
|--------------|---------|--------------|------------|---------|--------------------|------------------------|
| آبادان       | فوریه   | $a_{0.42}$   | ۰/۱۸       | ۶/۷     | $y = 25/3 + 0/07t$ | $y = 25/37 + p_{0.07}$ |
|              | ژولای   | $a_{0.6}$    | ۰/۳۷       | ۱۷/۵    | $y = 48/3 + 0/08t$ | $y = 48/38 + p_{0.08}$ |
|              | سپتامبر | $a_{0.53}$   | ۰/۲۸       | ۱۱/۹    | $y = 46/09$        | $y = 46/16 + p_{0.07}$ |
| ابوموسی      | سپتامبر | $a_{0.35}$   | ۰/۱۲       | ۴/۲۷    | $y = 36/9 + 0/04t$ | $y = 36/94 + p_{0.04}$ |
| بوشهر دریایی | ژانویه  | $a_{0.66}$   | ۰/۴۳       | ۲۳/۱    | $y = 21/2 + 0/1t$  | $y = 21/3 + p_{0.1}$   |
|              | آگوست   | $a_{0.38}$   | ۰/۱۵       | ۵/۲     | $y = 38/3 + 0/08t$ | $y = 38/38 + p_{0.08}$ |
|              | نوامبر  | $a_{0.43}$   | ۰/۱۸       | ۶/۹     | $y = 29/5 + 0/06t$ | $y = 29/56 + p_{0.06}$ |
| بندر لنگه    | ژانویه  | $a_{0.37}$   | ۰/۱۴       | ۴/۹۳    | $y = 25/03$        | $y = 25/08 + p_{0.05}$ |
|              | فوریه   | $a_{0.4}$    | ۰/۱۶       | ۵/۷۴    | $y = 26/3 + 0/06t$ | $y = 26/36 + p_{0.06}$ |
|              | سپتامبر | $a_{0.41}$   | ۰/۱۷       | ۶/۲۸    | $y = 38/2 + 0/05t$ | $y = 38/25 + p_{0.05}$ |
| بندرماهشهر   | ژانویه  | $a_{0.57}$   | ۰/۳۳       | ۱۴/۹    | $y = 20/5 + 0/1t$  | $y = 20/6 + p_{0.1}$   |

با توجه به جدول (۵) طی ماه های ژانویه، فوریه، مه، ژوئن، ژولای و سپتامبر دمای حداقل آبادان روند افزایشی داشته است و در آینده نیز افزایش خواهد داشت. دمای حداقل مطلق آبادان در ماه های مارس و ژولای روند افزایشی داشته و در آینده نیز افزایش دما خواهند داشت. دمای حداقل مطلق ابوموسی در ماه آوریل روند افزایشی داشته است. در ماه ژولای دمای حداقل مطلق بوشهر روند افزایشی داشته است. در ماه ژانویه دمای حداقل مطلق بندرلنگه روند افزایشی داشته است. دمای حداقل مطلق بندرماهشهر در ماه های ژولای و آگوست از روند افزایشی برخوردار بوده و در آینده نیز افزایش خواهند داشت. نتایج مدل تحلیلی روند دمای حداقل مطلق کیش نشان

می دهد که در ماه های ژانویه، مه و ژوئن روند افزایشی دما وجود داشته و در آینده نیز افزایش خواهند داشت.

دمای حداقل مطلق سیری در ماه مارس روند افزایشی داشته است.

جدول ۵- نتایج مدل تحلیلی روند دمای حداقل مطلق

| ایستگاه     | ماه    | ضریب همبستگی | ضریب تعیین | آماره F | مدل سری تحلیلی     | مدل سری پیش بینی شده   |
|-------------|--------|--------------|------------|---------|--------------------|------------------------|
| آبادان      | مارس   | $a_{0.39}$   | ۰/۱۵       | ۵/۳۷    | $y = 6/8 + 0/09t$  | $y = 6/89 + p_{0.09}$  |
|             | ژولای  | $a_{0.68}$   | ۰/۴۶       | ۲۶/۳    | $y = 23/6 + 0/09t$ | $y = 23/69 + p_{0.09}$ |
| ابوموسی     | آوریل  | $a_{0.38}$   | ۰/۱۴       | ۵/۲۲    | $y = 18/7 + 0/04t$ | $y = 18/74 + p_{0.04}$ |
| بوشهر       | ژولای  | $a_{0.47}$   | ۰/۲۲       | ۸/۵     | $y = 25/03$        | $y = 25/07 + p_{0.04}$ |
| بندرلنگه    | ژانویه | $a_{0.37}$   | ۰/۱۴       | ۴/۹     | $y = 9/5 + 0/05t$  | $y = 9/50 + p_{0.05}$  |
| بندر ماهشهر | ژولای  | $a_{0.6}$    | ۰/۳۶       | ۱۷/۳    | $y = 24/2 + 0/08t$ | $y = 24/28 + p_{0.08}$ |
|             | آگوست  | $a_{0.69}$   | ۰/۴۸       | ۲۸/۴    | $y = 23/02 + 0/1t$ | $y = 23/12 + p_{0.1}$  |
| کیش         | ژانویه | $a_{0.42}$   | ۰/۱۸       | ۶/۵۷    | $y = 11/3 + 0/1t$  | $y = 11/4 + p_{0.1}$   |
|             | مه     | $a_{0.5}$    | ۰/۲۵       | ۱۰/۱    | $y = 20/7 + 0/1t$  | $y = 20/8 + p_{0.1}$   |
|             | ژوئن   | $a_{0.6}$    | ۰/۳۶       | ۱۷/۱    | $y = 24/2 + 0/07t$ | $y = 24/27 + p_{0.07}$ |
| سیری        | مارس   | $a_{0.36}$   | ۰/۱۳       | ۴/۶     | $y = 16/3 + 0/05t$ | $y = 16/35 + p_{0.05}$ |

آزمون همبستگی پیرسون بر روی سری های مورد مطالعه انجام شد. لیکن به دلیل حجم زیاد نتایج آن و جلوگیری

از حجیم شدن مقاله از ارایه جداول همبستگی آنها خودداری و فقط نتایج آنها توضیح داده شده و جدولی از

خلاصه نتایج آنها در ماه هایی که همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه وجود داشته ارایه گردید. در ایستگاه آبادان

الگوهای EP.NP، ONI، AO با دمای حداکثر مطلق این ایستگاه رابطه معکوس نشان دادند. الگوهای PNA،

TNA، TSA، WHWP، TNI، AAO، AMO، NTA نیز همبستگی مستقیم داشته اند. سایر الگوها نیز

همبستگی با دمای حداکثر مطلق این ایستگاه نداشته اند. همبستگی های صورت گرفته نشان می دهد که اکثر

همبستگی ها در ماه های گرم سال رخ داده و در ماه های سرد کمتر رخ داده است. الگوی AMO نیز بیش از سایر

الگوها با دمای حداکثر مطلق آبادان همبستگی داشته است. الگوهای TSA در ماه مه، NP در ماه نوامبر و AMM

در ماه دسامبر با دمای حداکثر مطلق ابوموسی همبستگی منفی داشته اند. الگوهای PNA در ماه نوامبر، SOI در ماه

ژوئن، Nino3 در ماه دسامبر، TSA و PDO در ماه فوریه، WHWP در ماه های ژولای و دسامبر، ONI،

MEIV2، Nino1.2، Nino3.4 در ماه دسامبر، NP، AO، AMO و NTA در ماه آگوست، AMM در ماه مارس از همبستگی مستقیم برخوردار بوده اند. دمای حداکثر مطلق بندرلنگه با الگوهای EP.NP در ماه آگوست، SOI در ماه مه همبستگی معکوس نشان داده است. در مقابل با الگوهای TNA، AMM، NTA در ماه آگوست، WHWP در ماه مه، ژولای، آگوست، PDO در ماه دسامبر، TNI در ماه ژولای، AAO در ماه ژوئن، AMO در ماه های فوریه، آوریل، ژولای از همبستگی مستقیم با دمای حداکثر مطلق بندرلنگه برخوردار می باشد. ضرایب همبستگی پیرسون بر روی داده های دمای حداکثر مطلق بندرماهشهر و الگوهای پیوند از دور نشان می دهد که الگوهای EP.NP در ماه مارس و نوامبر، SOI در ماه دسامبر، AMM در ماه نوامبر از همبستگی منفی برخوردار بوده اند. الگوهای PNA در ماه مارس، WP، NAO و AO در ماه اکتبر، Nino3 و Nino1.2 در ماه مارس و نوامبر، TSA و ONI در ماه نوامبر، WHWP در ماه دسامبر، AAO در ماه مه، AMO در ماه ژانویه، مه و ژولای، NTA در ماه ژوئن نیز همبستگی مستقیم با دمای حداکثر مطلق بندرماهشهر نشان دادند. الگوهای EP.NP در ماه نوامبر، QBO در ماه مه از همبستگی معکوس با دمای حداکثر مطلق بوشهر برخوردار بودند. الگوهای TNA در ماه ژولای، Nino1.2 در ماه آگوست، TNI در ماه ژوئن و آگوست، AMO در ماه ژولای، همبستگی مستقیم نشان دادند. سایر الگوها نیز همبستگی با دمای حداکثر مطلق بوشهر نداشتند. در ماه های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، سپتامبر، اکتبر و دسامبر نیز هیچ گونه همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه مشاهده نشد. دمای حداکثر مطلق بوشهر دریایی با الگوهای PNA در ماه ژوئن، NAO در ماه آگوست، SOI در ماه مه، Nino3 و ONI و Nino3.4 در ماه اکتبر، MEIV2 در ماه ژولای و اکتبر، AMM در ماه ژوئن همبستگی معکوس نشان داده اند. با الگوهای SOI در ماه ژولای و اکتبر، Nino3 و TNI در ماه آگوست، TNA و AMO و AMM در ماه ژولای، WHWP در ماه های آگوست، سپتامبر، نوامبر، Nino1.2 در ماه های آگوست و اکتبر، NP در ماه ژوئن، نیز همبستگی مستقیم داشته اند. دمای حداکثر مطلق کیش با الگوهای NAO و Nino3 و ONI و MEIV2 و AO در ماه دسامبر، TNA و TNI و AMO و AMM و NTA در ماه ژولای، WHWP در ماه های ژانویه، ژولای، آگوست، سپتامبر و نوامبر، همبستگی مستقیم نشان دادند. لازم به ذکر است در این ایستگاه تمام همبستگی مشاهده شده از نوع مستقیم بوده و همبستگی معکوس رخ نداده است. دمای حداکثر مطلق سیری با الگوهای TNA و TSA و NTA در ماه نوامبر، AMM در ماه ژانویه همبستگی معکوس داشته است. الگوهای PNA در ماه های اکتبر و نوامبر، WP در ماه آوریل، TNA در ماه های ژولای و اکتبر، TSA در ماه دسامبر، WHWP در ماه های مه، ژوئن، ژولای، آگوست و اکتبر، Nino1.2 در ماه های مارس و آوریل، TNI در ماه آوریل، AMO و NTA در ماه ژولای، AMM در ماه های فوریه و ژولای، QBO در ماه آگوست همبستگی مستقیم نشان داده است.

خلاصه نتایج حاصل از همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و دمای حداکثر مطلق ایستگاه های مورد مطالعه در جدول (۶) ارایه شده است. در این جدول تنها ماه هایی که همبستگی (مثبت یا منفی) بین پارامترهای مورد مطالعه وجود داشته ذکر شده است. طبق این نتایج آبادان با الگوهای EP.NP و AMO بیش از سایر الگوها رابطه داشته است. ابوموسی با الگوهای WHWP و NP و AMM بیشترین همبستگی را داشته است. بندرلنگه با الگوهای WHWP و AMO بیش از سایر الگوها همبستگی نشان داده است. بندرماهشهر نیز با الگوی AMO بیش از سایر الگوها همبستگی داشته است. اکثر همبستگی های این ایستگاه در ماه های نوامبر و دسامبر مشاهده شده است. بوشهر همبستگی چندانی با الگوهای پیوند از دور نشان نداده است. این ایستگاه تنها با الگوهای EP.NP، TNA، Nino1.2، AMO، TNI و QBO و طی ماه های ژوئن، ژولای و آگوست همبستگی نشان داده است. بوشهر دریایی برعکس بوشهر تقریباً با اکثر الگوها همبستگی نشان داده است. این ایستگاه با الگوهای WHWP و SOI بیش از سایر الگوها همبستگی نشان داده است. کیش و سیری نیز بیشترین همبستگی را با الگوی WHWP داشته اند. با توجه به این نتایج الگوی WHWP بیشترین همبستگی را با ایستگاه های مورد مطالعه نشان داده و هر یک از ایستگاه ها در ماه های بیشتری از سال با این الگو همبستگی نشان داده اند. الگوی Nino4 نیز با هیچ کدام از ایستگاه ها همبستگی نشان نداد.

جدول ۶- خلاصه نتایج همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و دمای حداکثر مطلق

| نام الگو | آبادان                      | ابوموسی | بندر لنگه | بندر ماهشهر     | بوشهر  | بوشهر دریایی           | کیش    | سیری             |
|----------|-----------------------------|---------|-----------|-----------------|--------|------------------------|--------|------------------|
| PNA      | فوریه                       | نوامبر  |           | مارس            |        | ژوئن                   |        | اکتبر،<br>نوامبر |
| EP.NP    | مارس،<br>سپتامبر،<br>نوامبر |         | آگوست     | مارس،<br>نوامبر | نوامبر |                        |        |                  |
| WP       |                             |         |           | اکتبر           |        |                        |        | آوریل            |
| NAO      |                             |         |           | اکتبر           |        | آگوست                  | دسامبر |                  |
| SOI      |                             | ژوئن    | مه        | دسامبر          |        | مه،<br>ژولای،<br>اکتبر |        |                  |
| Nino3    |                             | دسامبر  |           | مارس،<br>نوامبر |        | آگوست،<br>اکتبر        | دسامبر |                  |

|         |                       |                  |                           |                         |                              |                                        |
|---------|-----------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------------|
| TNA     | ژوئن                  |                  | آگوست                     | ژولای                   | ژولای                        | اکتبر،<br>نوامبر                       |
| TSA     | مه                    | فوریه،<br>مه     |                           | نوامبر                  |                              | نوامبر،<br>دسامبر                      |
| WHWP    | ژوئن،<br>سپتامبر      | ژولای،<br>دسامبر | مه،<br>ژولای،<br>آگوست    | دسامبر                  | آگوست،<br>سپتامبر،<br>نوامبر | مه، ژوئن،<br>ژولای،<br>آگوست،<br>اکتبر |
| ONI     | مه                    | دسامبر           |                           | نوامبر                  | اکتبر                        | دسامبر                                 |
| MEIV2   |                       | دسامبر           |                           |                         | ژولای،<br>اکتبر              | دسامبر                                 |
| Nino1.2 |                       | دسامبر           |                           | مارس،<br>نوامبر         | آگوست                        | مارس،<br>آوریل                         |
| Nino4   |                       |                  |                           |                         |                              |                                        |
| Nino3.4 |                       | دسامبر           |                           |                         | اکتبر                        |                                        |
| PDO     |                       | فوریه            | دسامبر                    |                         |                              |                                        |
| NP      |                       | آگوست،<br>نوامبر |                           |                         | ژوئن                         |                                        |
| TNI     | مارس                  |                  | ژولای                     | ژوئن،<br>آگوست          | آگوست                        | ژولای                                  |
| AO      | مه                    | آگوست            |                           | فوریه،<br>اکتبر         |                              | دسامبر                                 |
| AAO     | مه، ژوئن              |                  | ژوئن                      | مه                      |                              |                                        |
| AMO     | مه،<br>ژوئن،<br>ژولای | آگوست            | فوریه،<br>آوریل،<br>ژولای | ژانویه،<br>مه،<br>ژولای | ژولای                        | ژولای                                  |
| AMM     |                       | مارس،<br>دسامبر  | آگوست                     | نوامبر                  | ژوئن،<br>ژولای               | ژانویه،<br>فوریه،<br>ژولای             |
| NTA     | ژوئن،<br>سپتامبر      | ژوئن             | آگوست                     | ژوئن                    |                              | ژولای،<br>نوامبر                       |

|     |  |  |    |  |  |       |
|-----|--|--|----|--|--|-------|
| QBO |  |  | مه |  |  | آگوست |
|-----|--|--|----|--|--|-------|

دمای حداقل آبادان با الگوهای WP در ماه آوریل، Nino3 و ONI و Nino3.4 در ماه فوریه همبستگی منفی نشان داده است. الگوهای EP.NP در ماه ژانویه، NAO در ماه اکتبر، WHWP در ماه های ژولای، آگوست و سپتامبر، AMO در ماه های مه و ژولای، NTA در ماه ژولای همبستگی مستقیم با دمای حداقل مطلق آبادان داشته اند. سایر الگوها نیز همبستگی نداشته اند. دمای حداقل آبادان با الگوهای Nino3 و ONI و Nino4 در ماه مه، AMM در ماه نوامبر همبستگی معکوس داشته است. در مقابل با الگوهای PNA در ماه مارس، NAO در ماه ژانویه و نوامبر، TNA در ماه ژوئن، TSA در ماه مه، Nino1.2 در ماه نوامبر، AO در ماه آوریل، AMO در ماه مه و اکتبر، NTA در ماه ژوئن همبستگی مستقیم داشته است. دمای حداقل مطلق بندرلنگه با الگوهای MEIV2 و Nino4 در ماه سپتامبر همبستگی منفی نشان داده است. با الگوهای WP در ماه سپتامبر، SOI و NTA و QBO در ماه ژولای، TNA در ماه ژولای و اکتبر، TSA در ماه های ژانویه و ژولای، WHWP در ماه ژوئن، AMO در ماه های ژوئن، ژولای و اکتبر همبستگی مثبت نشان داده است. دمای حداقل مطلق بندرماهشهر با الگوهای EP.NP در ماه آگوست، WP در ماه های مارس و ژوئن همبستگی منفی داشته است. با الگوهای EP.NP در ماه ژانویه، NAO و TSA در ماه سپتامبر، TNA در ماه ژولای، WHWP و AMO و NTA در ماه های آوریل، ژولای و آگوست، NP در ماه فوریه و دسامبر، TNI در ماه آوریل، AAO در ماه های مارس و آوریل همبستگی مستقیم نشان داده است. دمای حداقل مطلق بوشهر با الگوهای EP.NP در ماه های آگوست و سپتامبر، WP در ماه ژوئن همبستگی معکوس داشته است. در مقابل با الگوهای NAO در ماه نوامبر، SOI در ماه اکتبر، TNA و NTA در ماه های آگوست و سپتامبر، TSA در ماه ژانویه، WHWP در ماه های آگوست، سپتامبر و نوامبر، TNI در ماه آگوست، AAO در ماه ژوئن، AMO در ماه های ژانویه، فوریه، آوریل، مه، آگوست، سپتامبر و نوامبر همبستگی مستقیم داشته است. دمای حداقل مطلق بوشهردریابی با الگوهای NAO در ماه سپتامبر، TNA و AMO در ماه های ژانویه و مه، TSA در ماه ژانویه، WHWP در ماه های ژانویه و سپتامبر، Nino1.2 در ماه دسامبر، PDO در ماه مارس، NP در ماه آگوست، AMM و NTA در ماه مه، QBO در ماه دسامبر از همبستگی مستقیم برخوردار بوده است. لازم به ذکر است که در این ایستگاه همبستگی منفی بین پارامترهای مورد مطالعه مشاهده نشده است. دمای حداقل مطلق کیش تنها با الگوی EP.NP در ماه سپتامبر همبستگی منفی داشته است. با الگوهای SOI در ماه ژولای، TNA در ماه های ژولای و اکتبر، TSA در ماه ژانویه، WHWP در ماه اکتبر، NP در ماه مه، AO در ماه آوریل، AMO در ماه های ژانویه، آوریل، مه، ژولای، اکتبر و دسامبر، NTA در ماه های آوریل و ژولای نیز همبستگی

مثبت داشته است. دمای حداقل مطلق سیری با الگوهای EP.NP در ماه های مارس و آگوست، PDO در ماه سپتامبر، AMM و NTA در ماه نوامبر، QBO در ماه فوریه از همبستگی معکوس برخوردار بوده است. در مقابل با الگوهای PNA در ماه های سپتامبر و نوامبر، WP و PDO و TNI در ماه نوامبر، NAO در ماه ژانویه، TNA و TSA و NTA در ماه ژوئیه، WHWP در ماه های ژانویه و آوریل، Nino1.2 در ماه نوامبر، Nino4 در ماه آوریل، AMO در ماه های مه و ژوئیه همبستگی مستقیم داشته است.

خلاصه نتایج همبستگی بین دمای حداقل مطلق ایستگاه های مورد مطالعه و الگوهای پیوند از دور در جدول (۷) ارائه شده است. طبق این جدول دمای حداقل مطلق آبادان با الگوی WHWP همبستگی بیشتری داشته است. ابوموسی با الگوهای NAO و AMO بیشترین همبستگی را داشته است. بندرلنگه با الگوهای TNA و TSA و به خصوص AMO همبستگی بیشتری را نشان داده است. بندرماهشهر همبستگی بیشتری با WHWP و AMO و NTA داشته است. بوشهر نیز با الگوهای WHWP و AMO از بیشترین همبستگی برخوردار بوده است. در این ایستگاه بیشتر همبستگی ها در ماه های سرد سال رخ داده است. بوشهر دریایی نیز با WHWP بیش از سایر الگوها همبستگی نشان داده است. کیش بیشترین همبستگی را با الگوی AMO داشته است. سیری نیز بیشترین همبستگی را با الگوهای PNA، EP.NP، TNA، WHWP، PDO، AMO، NTA نشان داده است. از بین الگوهای مورد مطالعه الگوی WHWP و AMO بیشترین همبستگی را با دمای حداقل مطلق ایستگاه های مورد مطالعه نشان داده است.

جدول ۷- خلاصه نتایج همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و دمای حداقل مطلق

| نام الگو | آبادان | ابوموسی        | بندر لنگه | بندر ماهشهر   | بوشهر          | بوشهر دریایی | کیش     | سیری            |
|----------|--------|----------------|-----------|---------------|----------------|--------------|---------|-----------------|
| PNA      |        | مارس           |           |               |                |              |         | سپتامبر، نوامبر |
| EP.NP    | ژانویه |                |           | ژانویه، آگوست | آگوست، سپتامبر |              | سپتامبر | مارس، آگوست     |
| WP       | آوریل  |                | سپتامبر   | مارس، ژوئن    | ژوئن           |              |         | نوامبر          |
| NAO      | اکتبر  | ژانویه، نوامبر |           | سپتامبر       | نوامبر         | سپتامبر      |         | ژانویه          |
| SOI      |        |                | ژوئیه     |               | اکتبر          |              | ژوئیه   |                 |
| Nino3    | فوریه  | مه             |           |               |                |              |         |                 |

|         |                             |           |                          |                           |                                                                    |                    |                                                        |                    |
|---------|-----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|
| TNA     |                             | ژوئن      | ژولای،<br>اکتبر          | ژولای                     | آگوست،<br>سپتامبر                                                  | ژانویه، مه         | ژولای،<br>اکتبر                                        | ژولای،<br>نوامبر   |
| TSA     |                             | مه        | ژانویه،<br>ژولای         | سپتامبر                   | ژانویه                                                             | ژانویه             | ژانویه                                                 | ژولای              |
| WHWP    | ژولای،<br>آگوست،<br>سپتامبر |           | ژوئن                     | آوریل،<br>ژولای،<br>آگوست | آگوست،<br>سپتامبر،<br>نوامبر                                       | ژانویه،<br>سپتامبر | اکتبر                                                  | ژانویه،<br>آوریل   |
| ONI     | فوریه                       | مه        |                          |                           |                                                                    |                    |                                                        |                    |
| MEIV2   |                             |           | سپتامبر                  |                           |                                                                    |                    |                                                        |                    |
| Nino1.2 |                             | نوامبر    |                          |                           |                                                                    | دسامبر             |                                                        | نوامبر             |
| Nino4   |                             | مه        | سپتامبر                  |                           |                                                                    |                    |                                                        | آوریل              |
| Nino3.4 | فوریه                       | مه        |                          |                           |                                                                    |                    |                                                        |                    |
| PDO     |                             |           |                          |                           |                                                                    | مارس               |                                                        | سپتامبر،<br>نوامبر |
| NP      |                             |           |                          | فوریه،<br>دسامبر          |                                                                    | آگوست              | مه                                                     |                    |
| TNI     |                             |           |                          | آوریل                     | آگوست                                                              |                    |                                                        | نوامبر             |
| AO      |                             | آوریل     |                          |                           |                                                                    |                    | آوریل                                                  |                    |
| AAO     |                             |           |                          | مارس،<br>آوریل            | ژوئن                                                               |                    |                                                        |                    |
| AMO     | مه،<br>ژولای                | مه، اکتبر | ژوئن،<br>ژولای،<br>اکتبر | آوریل،<br>ژولای،<br>آگوست | ژانویه،<br>فوریه،<br>آوریل،<br>مه،<br>آگوست،<br>سپتامبر،<br>نوامبر | ژانویه، مه         | ژانویه،<br>آوریل،<br>مه،<br>ژولای،<br>اکتبر،<br>دسامبر | مه،<br>ژولای       |
| AMM     |                             | نوامبر    |                          |                           |                                                                    | مه                 | اکتبر                                                  | نوامبر             |
| NTA     | ژولای                       | ژوئن      | ژولای                    | آوریل،<br>ژولای،<br>آگوست | آگوست،<br>سپتامبر                                                  | مه                 | آوریل،<br>ژولای                                        | ژولای،<br>نوامبر   |
| QBO     |                             |           | ژولای                    |                           |                                                                    | دسامبر             |                                                        | فوریه              |

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر بر تحلیل روند تغییرات پارامترهای دمایی حدی، شامل کمترین مطلق دمای حداقل و بیشترین مطلق دمای حداکثر، در سواحل جنوبی ایران متمرکز بود و همچنین ارتباط این تغییرات با الگوهای پیوند از دور را مورد سنجش قرار داد. در بررسی روندهای سری‌های زمانی دما، آشکار شد که ایستگاه بندرلنگه، به استثنای ماه‌های اکتبر و دسامبر، و بوشهر دریایی، با استثنای ماه‌های می، ژوئن و دسامبر، بیشترین میزان روند افزایشی را در دمای حداکثر مطلق نسبت به سایر ایستگاه‌ها نشان داده‌اند. در مقابل، ایستگاه‌های کیش و سیری کمترین تغییرات روندی را تجربه کردند؛ به طوری که در اکثر ماه‌های سال فاقد روند معنی‌دار بودند، اگرچه هر یک در برخی ماه‌ها (کیش در ژانویه، می، جولای؛ سیری در مارس، می، سپتامبر) روند افزایشی خفیفی داشتند. از منظر زمانی، ماه می با وجود اینکه تنها ایستگاه بوشهر دریایی در آن بدون روند بود، بیشترین تعداد ایستگاه‌ها با روند افزایشی را ثبت کرد، در حالی که ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر کمترین فعالیت روندی را از خود نشان دادند. در مورد دمای حداقل مطلق، ایستگاه‌های کیش و آبادان بیشترین روند افزایشی را به خود اختصاص دادند. آبادان تقریباً در تمامی ماه‌ها (به جز ژانویه و سپتامبر) روند افزایشی داشت، و کیش نیز در بیشتر ماه‌ها (به جز مارس و جولای) دارای این روند بود. ایستگاه سیری کمترین روند را ثبت کرد و صرفاً در ماه‌های مارس، آوریل و جولای روندی افزایشی را تجربه نمود. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون کمترین مربعات نیز تأییدکننده این گرایش کلی بود؛ به طوری که به جز یک مورد کاهشی (دمای حداکثر کیش در ماه آگوست)، تمامی پارامترهای مورد مطالعه در تمامی ایستگاه‌ها و ماه‌ها، روند افزایشی از خود بروز دادند. بررسی همبستگی بین این تغییرات دمایی و الگوهای جهانی نشان داد که الگوهای پیوند از دور نقش مؤثری در شکل‌دهی به این روندها دارند. برای دمای حداکثر مطلق، الگوهای AMO و WHWP بیشترین سهم را در آبادان، بندرلنگه و بندرماهشهر داشتند، در حالی که الگوهای WHWP و AMM بر ابوموسی و TNI بر بوشهر تأثیرگذار بود. ایستگاه‌های کیش و سیری نیز بیشترین ارتباط را با الگوی WHWP نشان دادند. در رابطه با دمای حداقل مطلق، الگوی AMO در ابوموسی، بندرلنگه و کیش نقش پررنگ‌تری ایفا کرد، در حالی که الگوی WHWP در آبادان و همچنین در بندرماهشهر و بوشهر دریایی (به همراه AMO) همبستگی بالایی داشت. یافته‌های این تحقیق، پیامدهای مهمی برای مدیریت منطقه‌ای و برنامه‌ریزی سازگاری با تغییر اقلیم در سواحل جنوبی ایران دارد:

اولویت‌بندی مناطق آسیب‌پذیر: از آنجایی که ایستگاه‌هایی مانند بندرلنگه و بوشهر دریایی بیشترین روند افزایشی را در دمای حداکثر مطلق و ایستگاه‌هایی نظیر کیش و آبادان در دمای حداقل مطلق نشان داده‌اند، این مناطق باید در اولویت اصلی برای تدوین استراتژی‌های کاهش ریسک امواج گرمایی و شب‌های گرم قرار گیرند.

مدیریت زیرساخت‌های انرژی: افزایش مداوم دمای حداقل مطلق (به ویژه در کیش و آبادان)، به معنای کاهش فرصت‌های سرمایه‌گذاری طبیعی شبانه است. این امر فشار مضاعفی بر شبکه‌های برق در ساعات اوج مصرف (به دلیل استفاده مداوم از سیستم‌های تهویه) وارد می‌کند. بنابراین، لازم است برنامه‌ریزی جامعی برای تقویت زیرساخت‌های تولید و توزیع برق، و تشویق به استفاده از سیستم‌های سرمایشی با بهره‌وری انرژی بالا صورت پذیرد.

طراحی سازگار در معماری: روند افزایشی شدید دماهای حدی (حداکثر و حداقل)، ضرورت بازنگری در استانداردهای ساخت‌وساز (به ویژه در مناطق با روند افزایشی بالا مانند بندرلنگه) را گوشزد می‌کند. استفاده از مصالح با جرم حرارتی بالا، بام‌های سبز و طراحی‌هایی که تهویه طبیعی شبانه را تسهیل کنند، باید به یک استاندارد اجباری تبدیل شود تا وابستگی به سرمایش مکانیکی کاهش یابد.

مدل‌سازی اقلیمی منطقه‌ای: شناسایی الگوهای پیوند از دور غالب (مانند AMO و WHWP) که بر تغییرات دمایی این سواحل اثرگذارند، به متخصصان اقلیم این امکان را می‌دهد که با نظارت بر وضعیت این الگوهای جهانی (که قابل پیش‌بینی‌تر هستند)، هشدارهای دقیق‌تری در مورد وقوع موج‌های گرمای شدید یا شب‌های گرم غیرمعمول صادر کنند. این امر به بخش‌های کشاورزی، گردشگری و سلامت اجازه می‌دهد تا اقدامات پیشگیرانه مؤثرتری انجام دهند.

توجه به ماه مه: بیشترین روندها در ماه می مشاهده شده است، که نشان می‌دهد این ماه به تدریج در حال تبدیل شدن به یک ماه بحرانی برای شروع دوره گرم است. برنامه‌ریزی‌های بهداشت عمومی و آمادگی‌های اضطراری باید زودتر از گذشته و با تمرکز ویژه بر این ماه آغاز شود.

## Investigation of the trend of temperature limit series in the southern coasts of Iran In connection with Teleconnection

### Introduction

Climate change and temperature fluctuations are considered one of the important issues of human life. By examining the trend of changes in average air temperature, we can track the climatic changes of a region. Based on the available evidence, these changes have existed in various aspects of the climate in the past and are still ongoing. Temperature is one of the most important meteorological parameters in determining the role and distribution of other climatic elements and is also an important indicator in climatic classifications and determining the climate of each region. One of the very important and interesting topics that has attracted the attention of many explorers and researchers is the discussion of climate change and global warming. Climate change has been interpreted as statistically significant changes in the average weather conditions over a long period. The climate can become hot or cold, and among all the climatic elements, changes in temperature and precipitation are much more noticeable. A slight disturbance in the balance of the world's climate has caused the average temperature of the Earth to show a tendency to increase.

### Data and Methods

In this study, monthly data on absolute minimum and absolute maximum temperatures of Abadan, Abu Musa, Bandar Lengeh, Bandar Mahshahr, Bushehr, Bushehr Daraya, Kish and Siri stations during the statistical period of 1988-2019 were used. Data on distance linkage patterns during the aforementioned period were also used. First, the homogeneity and normality of the studied data were examined using the Chi-square and Anderson-Darling tests. After determining the type of data distribution, the t-test was used for normally distributed data and the Mann-Kendall test was used for non-normally distributed data. Then, the Pearson correlation test was used to examine the effect of distance linkage patterns on the minimum and maximum temperatures of the Iranian coasts of the Persian Gulf.

### Discussion and Results

The trend of absolute maximum temperature showed that in January, the stations located on the western coast of the Persian Gulf had an increasing trend. On the eastern coast, Bandar Lengeh and Kish had an increasing trend, while Siri and Abu Musa had no trend. Since February, the increasing trends have decreased and the stations without a trend are more prominent, until in May, the increasing trend prevails and most of the stations have an increasing trend. Since June, the number of stations with an increasing trend has decreased again, reaching its lowest number in the three months of October, November and December. In December, except for the Bandar Lengeh station, which had an increasing trend, the other stations have had no trend. The trend of absolute minimum temperature showed that an

increasing trend was observed in all months and there was no decreasing trend. In July, most of the stations had an increasing trend, and only the Abu Musa and Bandar Lengeh stations had no trend. In November and December, most of the stations had no trend. In November, Abadan, Abu Musa and Kish and in December, Abadan, Bushehr and Kish showed an increasing trend, and the other stations showed no trend. Correlation analysis of the distance-linked patterns and the studied temperature series also indicates that in relation to the absolute maximum temperature, the AMO pattern was observed in Abadan station, the WHWP and AMM patterns in Abu Musa, the WHWP and AMO patterns in Bandar Lengeh, the AMO pattern in Bandar Mahshahr, the TNI pattern in Bushehr Daraya, the SOI and WHWP patterns in Bushehr Daraya, and the WHWP pattern in Kish and Sirey. The absolute minimum temperature also showed a greater correlation with the WHWP pattern in Abadan station, the AMO pattern in Abu Musa and Bandar Lengeh and Bushehr Daraya, and the WHWP and AMO patterns in Bandar Mahshahr and Daraya.

## Conclusion

The results of the temperature series trends indicate that the absolute maximum temperature of Bandar Lengeh station and then Bushehr Daryayeh had a trend more than other stations; so that Bandar Lengeh except in October and December and Bushehr Daryayeh except in May, June, and December had an increasing trend in other months. Kish and Siri also had the lowest trend and were without a trend in most months of the year. Kish had an increasing trend in January, May, and July; Siri had an increasing trend in March, May, and September and were without a trend in other months. In terms of time, the highest trends were observed in May. In this month, only Bushehr Daryayeh station was without a trend and other stations had an increasing trend. The lowest trend was also observed in October, November, and December. The absolute minimum temperature of Kish and Abadan stations had an increasing trend in this parameter more than other stations. Abadan, except for January and September, and Kish, except for March and July, which were without a trend, had an increasing trend in other months. The lowest trend was observed in Sirri, which had an increasing trend in March, April and July and had no trend in other months. Correlation analysis of the distance-linked patterns and the studied temperature series also indicates that in relation to the absolute maximum temperature, the AMO pattern was found in Abadan station, the WHWP and AMM patterns in Abu Musa, the WHWP and AMO patterns in Bandar Lengeh, the AMO pattern in Bandar Mahshahr, the TNI pattern in Bushehr, the SOI and WHWP patterns in marine Bushehr, and the WHWP pattern in Kish and Sirri. The absolute minimum temperature also showed a greater correlation with the WHWP pattern in Abadan station, the AMO pattern in Abu Musa and Bandar Lengeh and Bushehr and Kish, and the WHWP and AMO patterns in Bandar Mahshahr and Marine Bushehr.

**Keywords:** Long-distance linkage patterns, extreme temperatures, trend, southern coasts of Iran

## منابع

۱. امیدوار، کمال، خسروی، یونس. (۱۳۸۹). بررسی برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون من-کندال، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱، (۲): ۳۴-۴۶.
۲. بحری، علی، خسروی، یونس. (۱۳۹۹). بررسی روند بلندمدت تغییرات زمان-مکانی دمای سطح دریای عمان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰، (۵۸): ۱۹۹-۲۱۷.
۳. برون، اشرف، ظهوریان پردل، منیژه، لشکری، حسن، شکبیا، علیرضا، و محمدی، زینب (۱۴۰۴). شناسایی امواج گرمایی استان خوزستان و تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان در ایجاد آن‌ها، *اندیشه‌های نو در علوم جغرافیایی*، ۸(۳)، ۲۰۱.
۴. حسینی، سیدمحمد، عادل زاده، عبدالحسین. (۱۳۹۸). پیش بینی میانگین روزانه دما در استان خراسان رضوی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۹، (۵۲): ۹۹-۱۱۲.
۵. خزایی کوهپر، سوفیا، جانباز قبادی، غلامرضا و متولی، صدرالدین. (۱۴۰۳). شناسایی و تحلیل سیوپتیکی امواج گرمایی کلانشهر اهواز. *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۸(۳)، ۱۹۳-۲۰۸. doi: 10.22034/jget.2023.346928.1434
۶. دارند، محمد، رحمانی، هایده. (۱۳۹۵). نقش الگوهای پیوند از دور بر دمای استان کردستان، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۵ (۱۸): ۱۱۷-۱۳۴.
۷. سالاری، علی، گندمکار، امیر. (۱۳۹۱). بررسی روند تغییرات دما در بندرعباس و جزیره قشم با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۹ (۳۵): ۷۷-۹۲.
۸. سبحانی، بهروز، صلاحی، پرومند، گل دوست، اکبر. (۱۳۹۳). ارتباط شاخص اقلیمی NAO با مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل دمای ماهانه شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۴ (۳۳): ۷۵-۹۰.
۹. صیدگر قنبر، شراره، بیک دلی، آتوسا و رضایی، پرویز. (۱۴۰۵). تغییرپذیری مکانی-زمانی امواج گرم و سرد در پهنه استان گیلان با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای. *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۱۰(۱)، doi: 10.22034/jget.2025.495330.1599
۱۰. علیزاده چوبری، امید، نجفی، محمد سعید. (۱۳۹۶). روند تغییرات دمای هوا و بارش در مناطق مختلف ایران، فیزیک زمین و فضا، ۴۳ (۳): ۵۶۹-۵۸۴.
۱۱. فنایی، راضیه، قویدل، یوسف و فرج زاده، منوچهر. (۱۴۰۰). واکاوی روند تغییرات فضایی بلندمدت دمای حداقل ایران، جغرافیا و پایداری محیط، ۱۱(۴)، ۱-۱۷. doi: 10.22126/ges.2021.6938.2453
۱۲. قربانی، خلیل و برارخان‌پور احمدی، صدیقه. (۱۴۰۱). بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی در چندک‌های حدی کمینه و بیشینه دما در ایران، پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، ۳(۱۲)، ۶۸-۵۳. doi: 10.30488/ccr.2023.375498.1107
۱۳. کریمی، مصطفی، ستوده، فاطمه، رفعتی، سمیه. (۱۳۹۷). تحلیل روند تغییرات و پیش بینی پارامترهای حدی دمای سواحل جنوبی دریای خزر، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۸ (۸۴): ۷۹-۹۳.
۱۴. مسعودیان، سید ابوالفضل، دارند، محمد، ناظمی فرد، گلاله. (۱۳۹۸). واکاوی فصول دمایی ایران زمین و وردایی آن طی دهه های اخیر، جغرافیا و توسعه، (۵۵): ۴۵-۶۲.

۱۵. ورشایان، وحید، خلیلی، علی، قهرمان، نوذر، حجام، سهراب. (۱۳۹۰). بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۷ (۱): ۱۷۹-۱۶۹.
16. Arora, Manohar, N.K. Goel and Pratap singh, (2005), Evaluation of temperature trends over India, *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 50(1) .
17. Bartolini, G et al, (2008), Recent trends in Tuscany (Italy) summer temperature and indices of extremes, *International journal of climatology*, 28: 1751-1760.
18. Chen, H.; Yang, J.; Ding, Y.; Tan, C.; He, Q.; Wang, Y.; Qin, J.; Tang, F & Ge, Q. (2022). Variation in Extreme Temperature and Its Instability in China. *Atmosphere*, 13, 19. <https://doi.org/10.3390/atmos13010019>
19. Fanaei, R, Ghavidel, Y, & Farajzadeh, M. (2023). The Reanalysis of Long Term Spatial Changes in Maximum Temperatures in Iran, *Pure and Applied Geophysics*, 180(9), 3371-3384.
20. Gadedjisso-Tossou, A.; Adjegan, K.I & Kablan, A.K.M. (2021). Rainfall and Temperature Trend Analysis by Mann–Kendall Test and Significance for Rainfed Cereal Yields in Northern Togo, *Sci*, 3, 17, 1-20.
21. Kliengchuay, W., Mingkhwan, R., & Kiangkoo, N. (2024). Analyzing temperature, humidity, and precipitation trends in six regions of Thailand using innovative trend analysis. *Sci Rep*, 14, 7800 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598024579805>.
22. Ma, Z.; Guo, Q.; Yang, F.; Chen, H.; Li, W.; Lin, L & Zheng, C. (2021). Recent Changes in Temperature and Precipitation of the Summer and Autumn Seasons over Fujian Province, China. *Water*, 13, 1900. <https://doi.org/10.3390/w13141900>.
23. Odnoletkova, Natalia & Patzek, Tadeusz. (2021). Data-driven analysis of climate change in Saudi Arabia: Trends in temperature extremes and human comfort indicators. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 60. 10.1175/JAMC-D-20-0273.1.
24. Lukoye Makokha, G., and Shisanya, Ch.A, (2011), Trends in Mean Annual Minimum and Maximum near Surface Temperature in Nairobi City, Kenya, *Advances in Meteorology*, Volume 2010, Article ID 676041, 6 pages, doi:10.1155/2010/676041.
25. Mares, I. M, (2002), NAO impact on the summer moisture variability across Europe. *Physics and Chemistry of the Earth* 27 , 1013–1017.