

واکاوی تغییرات فضایی دمای کمینه حوضه‌های شرق ایران و ارتباط آن با الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا

امیر گندمکار*

دانشیار گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۵

چکیده

تغییرات دما یکی از مهم‌ترین مسائل زندگی بشر طی سال‌های اخیر می‌باشد و به‌عنوان مهم‌ترین نمود تغییر اقلیم در قرن حاضر شناخته می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات دمای کمینه حوضه‌های شرقی ایران و ارتباط آن با الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا شکل گرفته است. در این راستا از داده‌های ماهانه دمای کمینه ایستگاه‌های مشهد، سرخس، بیرجند، زابل، زاهدان و سراوان و داده‌های ۱۴ الگوی پیوند از دور تغییرات دمای سطح دریا طی دوره آماری ۲۰۱۹-۱۹۸۷ استفاده شد. در ابتدا تغییرات دمای کمینه با استفاده از روش‌های نوین آمار فضایی و تحلیل لکه‌های داغ مورد بررسی قرار گرفت. سپس در ادامه ارتباط سنجی بین متغیرهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی بررسی شد. نتایج حاصل بیانگر آن است که در تمام ماه‌ها لکه‌های داغ در مناطق جنوبی و شرقی حوضه و لکه‌های سرد در مناطق شمالی و غربی حوضه مشاهده شده است. لکه‌های داغ و سرد در ماه مه بیش از سایر ماه‌ها مشاهده شده و ۳۱/۸۷ درصد از مساحت حوضه مورد مطالعه را لکه‌های داغ و ۳۲/۵۸ درصد آن را لکه‌های سرد پوشش داده است. همبستگی پارامترهای مورد مطالعه نیز نشان داد از نظر زمانی الگوهای پیوند از دور با دمای کمینه ماه ژانویه بیش از سایر ماه‌ها همبستگی نشان داده است. در مقابل در ماه‌های ژوئن و نوامبر هیچ همبستگی وجود نداشته است.

واژگان کلیدی: الگوهای پیوند از دور، دما، لکه‌های داغ، همبستگی، حوضه شرق ایران

مقدمه

دما یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعات اقلیمی است و در تعیین سایر عناصر اقلیمی نیز عامل مهمی به شمار می‌رود. به دلیل اهمیت و تأثیر دما بر شرایط محیطی و نیز نقش آن در برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر دانسته‌های اقلیمی، بررسی تغییرات دما در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. تغییرات اقلیم و نوسان دما یکی از مسائل مهم زندگی بشر به حساب می‌آید، با بررسی روند تغییرات دمای هوا می‌توان تحولات اقلیمی یک منطقه را ردیابی کرد. پدیده‌های پیوند از

دور یکی از ویژگی‌های آب‌وهوایی در مقیاس جهانی هستند که می‌توانند بر دما و بارش بخش‌هایی از کره زمین تأثیرگذار باشند از جمله انسم که نشانگر یک سازوکار جهانی بوده و لذا تأثیرات آن فراتر از یک قاره یا یک کشور است. تغییرات اقلیم و نوسان دما به دلیل اهمیت و تأثیر دما بر شرایط محیطی و نیز نقش آن در برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر دانسته‌های اقلیمی، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این میان اثرات الگوهای پیوند از دور بر پارامترهای اقلیمی نیز مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. یانگ^۱ و همکاران (۲۰۰۶، ۱) در بررسی ارتباط دمای سطح دریا در جنوب چین و انسم دریافتند که بازمان تأخیر ۸ ماهه با یکدیگر ارتباط دارند. لوپز مورونو^۲ و همکاران (۲۰۱۱، ۶۲)، اثرات نوسانات اطلس شمالی را در دما و بارش کوه‌های دریای مدیترانه بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که در اکثر مناطق کوهستانی در منطقه مدیترانه، بروز حالت‌های مختلف در زمستان به شدت به اثرات نوسانات اطلس شمالی مربوط بوده است. کی و یو کینگ^۳ (۲۰۱۲، ۵۲۰۸) با بررسی داده‌های دمای چین نشان دادند که پس از سال ۱۹۹۰ روند افزایشی به جز بالای فلات تبت و باریکه‌ای از کنار رود یانگ تسه مشاهده شده است. موگیوم^۴ و همکاران (۲۰۱۶، ۲) روند دمای مناطق بیابانی و مناطق شهری چین را بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که روند دمای هر دو منطقه طی فصل بهار کاهش داشته ولی در تابستان افزایش می‌یابد. لوپس و کینگ^۵ (۲۰۱۷، ۱) تغییرات دمای بیشینه و کمینه را در استرالیا، آسیا، اروپا و آمریکای شمالی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که دماهای کمینه از حساسیت بیشتری نسبت به دماهای بیشینه برخوردار می‌باشند. فرستر^۶ و همکاران (۲۰۱۸، ۱) اثر الگوهای پیوند از دور نوسان جنوبی و نوسان قطب جنوب را بر دمای سطح دریا در اقیانوس نیمکره جنوبی بررسی و دریافتند فاز مثبت الگوها همراه با روند منفی دمای سطح دریا در عرض‌های بالا و روند مثبت در عرض‌های پایین می‌باشد. پارک و لی^۷ (۲۰۱۸، ۵۳۴۵) نوسان النینو حاره‌ای آرام شمالی را به وسیله نوسان چنددهه‌ای اتلانتیک بررسی و نتیجه گرفتند رابطه El Niño-TNA غیرایستا هست و به مرحله نوسان چند دهه‌ای اتلانتیک بستگی دارد. پلوا^۸ و همکاران (۲۰۱۹، ۱) اثر الگوهای پیوند از دور را بر رژیم سطح آب دریاچه‌های منتخب لهستان بررسی و نتیجه گرفتند ارتباط‌های مشاهده شده در الگوهای AO و NAO مهم‌تر و در الگوهای EA و SCAND ضعیف‌تر هستند. استیابان^۹ و همکاران (۲۰۱۹، ۱۸۲۵) تأثیر الگوهای پیوند از دور را بر دمای سطح آسیای شرقی مطالعه و دریافتند رابطه دمای شرق آسیا با الگوی AMO توسط عوامل خارجی و رابطه با الگوی PDO متأثر از تغییر در الگوهای داخلی می‌باشد. یانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹، ۱) اثر الگوهای پیوند از دور غرب آرام، نوسان قطب شمال و انسو را بر دمای حداقل شرق آسیا بررسی و دریافتند دمای حداقل روزانه با نوسانات الگوهای پیوند از دور

¹ - Fang

² - López Moreno

³ - Qi & yuqing

⁴ - Mugume

⁵ - Lewis & King

⁶ - Ferster

⁷ - Park & Li

⁸ - Plewa

⁹ - Satyaban

¹ - Yang

بزرگ مقیاس و دمای حداقل ماهانه با الگوهای فرکانس پایین در ارتباط می‌باشند. یوتینگ^۱ و همکاران (۲۰۲۰، ۴۱۷) روند دماهای حدی بسیار بالا را در ارتفاعات جنوب غربی چین بررسی کردند. نتایج نشان داد تمام متغیرهای مربوط به دما طی دوره ۱۹۹۴-۱۹۹۵ به آرامی و در دوره ۱۹۹۵-۲۰۱۴ به طرز چشمگیری افزایش داشته‌اند. یووو^۲ و همکاران (۲۰۲۱، ۱) تأثیر زمانی مکانی الگوهای پیوند از دور جوی بر هیدرولوژی سوئد را بررسی و نتیجه گرفتند نوسان قطب شمال، نوسان اقیانوس اطلس شمالی و الگوی اسکاندیناوی بر جریان اکثر مناطق در اکثر دوره‌های هیدرولوژیکی تأثیر می‌گذارد. عامیر^۳ و همکاران (۲۰۲۲، ۱) اثر الگوهای پیوند از دور را بر بارش بلوچستان بررسی و دریافتند شاخص‌های MEI و EQWIN همبستگی بالایی با بارش دارند و شاخص‌های مرتبطتری نسبت به IOD و ENSO-MEI برای ارزیابی تأثیر بر بارش در این منطقه هستند. قویدل‌رحیمی و همکاران (۱۳۹۲، ۲۹)، نقش الگوهای پیوند از دور دریای شمال را در تغییرات بارش سواحل خزر بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از وجود رابطه معنی‌دار و مستقیم بین پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد. سبحانی و همکاران (۱۳۹۳، ۷۵)، در بررسی عناصر دمایی شمال غرب ایران با شاخص نوسانات اطلس شمالی به این نتیجه دست یافتند که شاخص نوسانات اطلس شمالی در همه ایستگاه‌ها با دمای هوا همبستگی منفی دارد. دارند و رحمانی (۱۳۹۵، ۱۱۷) نقش الگوهای پیوند از دور را بر دمای استان کردستان بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در اغلب ماه‌ها ارتباط معنی‌داری بین الگوهای پیوند از دور و دما وجود دارد. اسدی و کرمی (۱۳۹۶، ۶۴) تغییرپذیری دما در استان فارس را بررسی کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که تغییرات زمانی و مکانی خوشه‌های دمایی استان فارس دارای الگوی خوشه‌ای بالا می‌باشد. روحبخش و همکاران (۱۳۹۷، ۱۶۱) بی‌هنجاری دمای بیشینه و کمینه ایران را طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۵۱ بررسی و نتیجه گرفتند دمای بیشینه و کمینه اغلب ایستگاه‌ها در طی این دو دوره افزایش داشته و نیمه غربی کشور بیشترین افزایش را داشته است. ملاشریفی و همکاران (۱۳۹۸، ۴۲۳) اثر نوسان اطلس شمالی بر رابطه بین مسیرهای توفان اطلس شمالی و مدیترانه را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند عمدتاً همگرایی شار انرژی کل نسبت به عوامل دیگر نقش مهمتری در تقویت EKE دارد و نقش شار آزمینگرد در تقویت مسیر توفان مدیترانه بیش از مسیر توفان اطلس است. احمدی و همکاران (۱۳۹۸، ۹۳۱) دمای هوا و سطح زمین در استان‌های البرز، زنجان، قزوین، همدان و کردستان را با استفاده از مدل GLDAS و داده‌های NCEP/NCAR تخمین و دریافتند که مدل GLDAS و داده‌های NCEP/NCAR از دقت مناسبی برخوردار می‌باشد. بهاروندی و همکاران (۱۳۹۹، ۳۹) امواج گرمایی ایران را بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد بیشترین تعداد امواج گرمایی، در غرب رشته‌کوه زاگرس و سپس دشت کویر رخ می‌دهد. بحری و خسروی (۱۳۹۹، ۱۹۹) روند تغییرات دمای سطح دریای عمان را بررسی کردند. نتایج نشان داد در بازه زمانی ماهانه، ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر فاقد روند صعودی معنادار در مقادیر SST بودند و فقط بخش‌هایی از تنگه هرمز با روند نزولی معنادار همراه بوده است. رفعتی و رضازاده (۱۳۹۹، ۳۹۵) همبستگی شاخص‌های ENSO و IOD، NAO را با

¹ - Yuting,

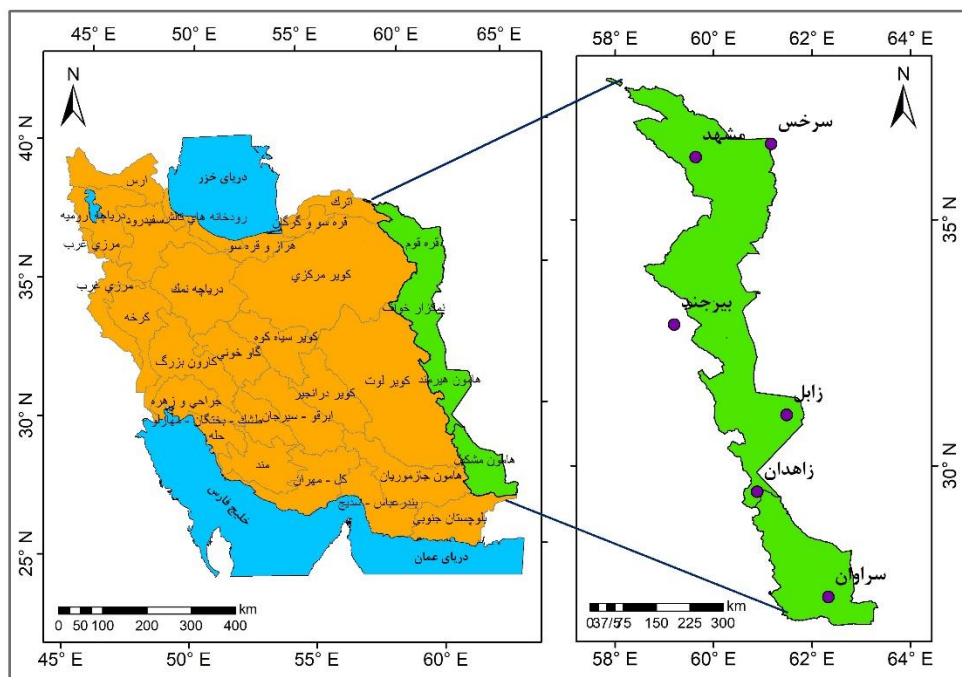
² - Uvo

³ - Aamir

دمای سطح دریا در خلیج فارس بررسی و نتیجه گرفتند بیشترین همبستگی با انسو و کمترین همبستگی با IOD مشاهده شده است. فلاح قاهری و شاکری (۱۴۰۱، ۴۳۹) نقش الگوهای پیوند از دور بر دمای حداکثر استان خوزستان را بررسی و نتیجه گرفتند که تمام شاخص‌های مورد مطالعه‌شان به جز NAO با دمای حداکثر خوزستان همبستگی مثبت و معنادار دارند. هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات دمای کمینه حوضه‌های شرق ایران بر پایه روش‌های نوین آمار فضایی و ارتباط آن با الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا می‌باشد.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوضه‌های شرق ایران شامل قره قوم، خوف، هامون هیرمند و هامون مشکین می‌باشد. در این منطقه ایستگاه‌های سرخس، مشهد، بیرجند، زابل، زاهدان و سراوان به‌عنوان نماینده این حوضه‌ها مورد استفاده و مطالعه قرار گرفت. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

بحث و یافته‌ها

در این پژوهش داده‌های دمای کمینه ایستگاه‌های زاهدان، زابل، سرخس، سراوان، بیرجند و مشهد طی دوره آماری ۲۰۱۹-۱۹۸۷ در مقیاس ماهانه مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های الگوی پیوند از دور دمای سطح دریا نیز از سایت Noaa استخراج شدند و در جدول ۱ مشخصات آن‌ها قابل مشاهده می‌باشد. ابتدا داده‌های ایستگاهی در محیط نرم افزار ArcGIS

با میان یابی به روش کریجینگ به داده‌های یاخته‌ای با ابعاد $۴/۵ * ۴/۵$ کیلومتر تبدیل شدند. سپس تغییرات دمای کمینه با استفاده از روش‌های نوین آمارفضایی بررسی و لکه‌های داغ و لکه‌های سرد در سه سطح معناداری ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد در سطح منطقه شناسایی شد. در ادامه ارتباط دمای کمینه با الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی بررسی شد.

مناطق که از نظر آماری دارای خوشه‌بندی زیاد هستند لکه‌داغ و مناطق فاقد خوشه‌بندی به‌عنوان لکه‌سرد شناخته می‌شوند. لکه‌های داغ از آماره گتیس-آورد جی برای عوارض موجود در داده‌ها استفاده می‌کند (راجرسون، ۲۰۰۶: ۲۷۵). نمره Z نشان می‌دهد در کدام مناطق داده‌ها با مقادیر زیاد یا کم خوشه‌بندی شده‌اند. عارضه‌ای لکه‌داغ تلقی می‌شود که هم خود عارضه و هم عارضه‌های همسایه آن از نظر آماری معنادار باشد. امتیاز Z برای خروجی نهایی زمانی بدست می‌آید که مجموع محلی عارضه و همسایه آن بطور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه گرد (جاکوز و گرلینگ، ۲۰۰۳: ۲). آماره گتیس-آورد جی از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}} \quad \text{رابطه ۱}$$

x_j مقدار خصیصه برای عارضه z_j ، w_{ij} وزن فضایی بین عارضه i و j و n تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه

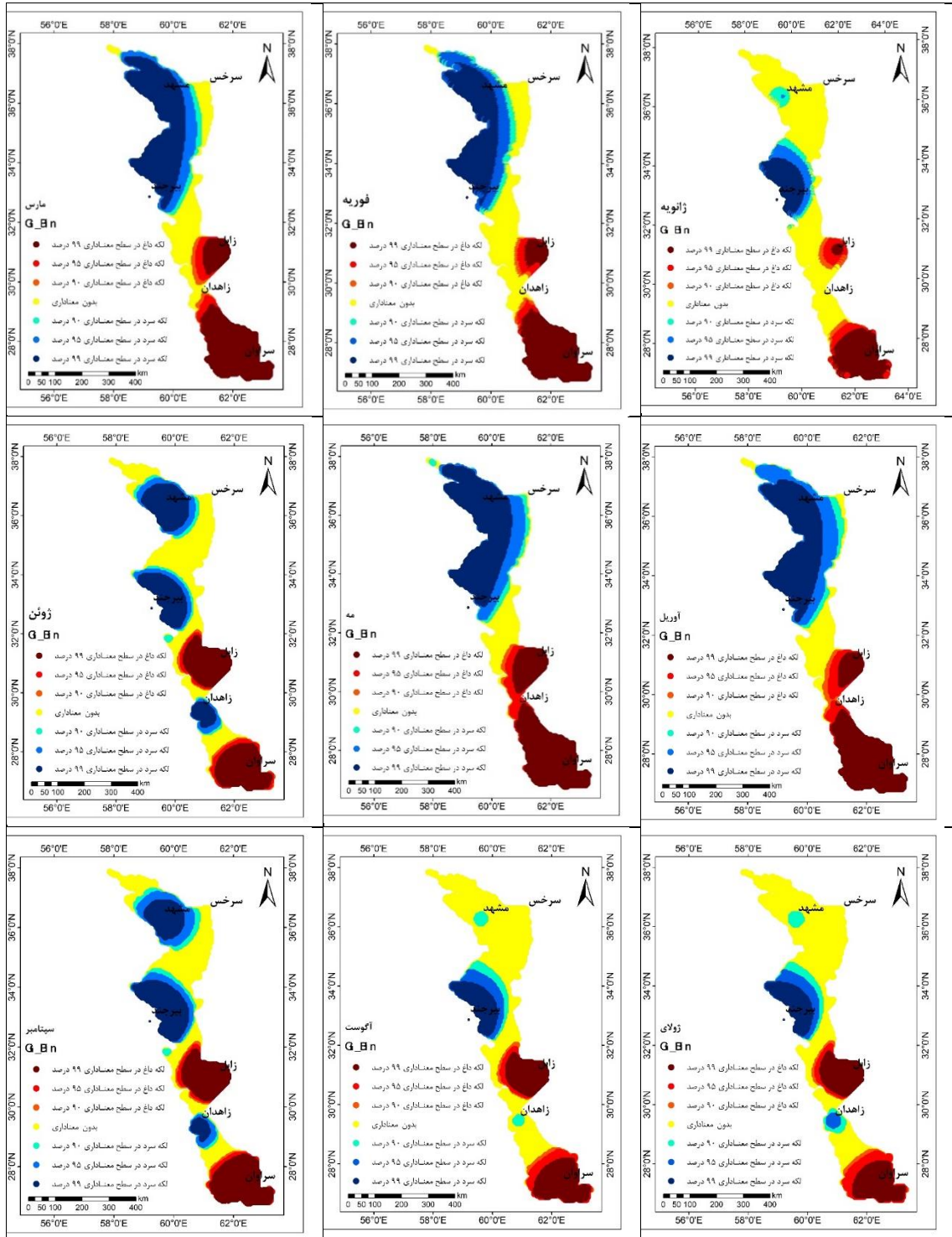
نام اختصاری	نام کامل	نام فارسی
۱	Nino3	Eastern Tropical Pacific SST
۲	TNA	Tropical Northern Atlantic Index
۳	TSA	Tropical Southern Atlantic Index
۴	WHWP	Western Hemisphere Warm Pool
۵	ONI	Oceanic Nino Index
۶	Nino1+2	Extreme Eastern Tropical Pacific SST
۷	Nino4	Central Tropical Pacific
۸	Nino3.4	East Central Tropical Pacific SST
۹	TNI	Trans-Nino Index
۱۰	AMO	Atlantic multidecadal Oscillation
۱۱	AMM	Atlantic Meridional Mode
۱۲	NTA	North Tropical Atlantic SST Index
۱۳	CAR	Caribbean Index
۱۴	PWAA	Pacific Warmpool Area Average

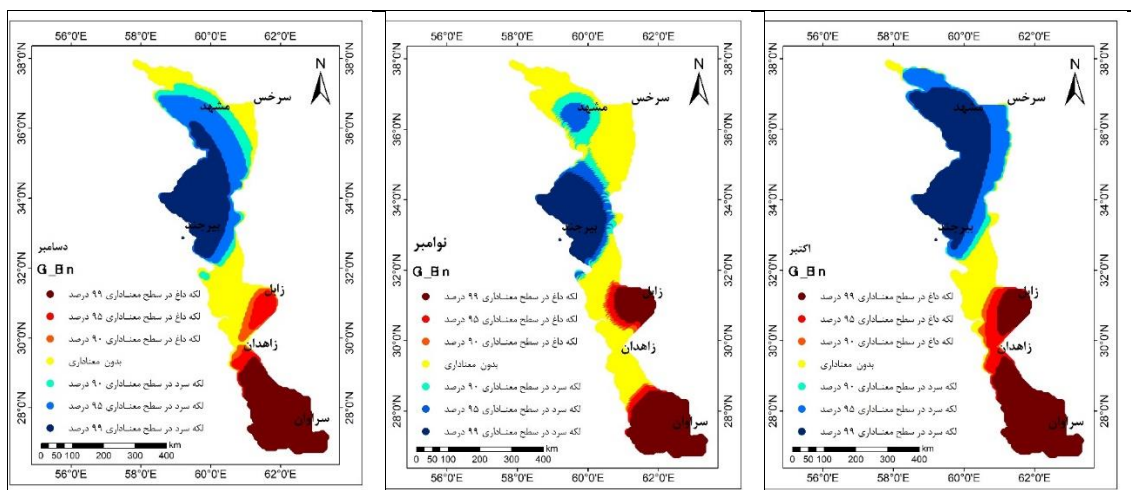
ماخذ: نگارندگان

¹ - Rogerson

² - Jacquez & Greiling

تحلیل لکه‌های داغ برای همه عوارض موجود در داده‌ها و براساس امتیاز Z محاسبه می‌شود و نشان دهنده آن است کدام بخش از داده‌ها به مقادیر کم و زیاد خوشه‌بندی شده‌اند. به عبارتی اگر مجموعه‌ای از عوارض وزن‌دهی شده وجود داشته باشد، این ابزار خوشه‌های عوارض با مقادیر بالا (لکه‌های داغ) و خوشه‌های عوارض با مقادیر کم (لکه‌های سرد) را شناسایی می‌کند. در شکل ۲ لکه‌های داغ و سرد در سه سطح معناداری ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد و همچنین نقاط فاقد الگوی معناداری نشان داده می‌شوند. همان گونه که مشاهده می‌شود در تمام ماه‌ها لکه‌های داغ در نیمه جنوبی حوضه شامل جنوب و شرق حوضه و لکه‌های سرد در نیمه شمالی حوضه شامل شمال و غرب وجود دارند. در ماه‌های ژانویه تا مه و اکتبر لکه‌های داغ و لکه‌های سرد نسبت به سایر ماه‌ها پهنه بیشتری از مساحت حوضه را در بر گرفته‌اند. در این ماه‌ها لکه‌های داغ در سطح معناداری ۹۹ درصد جنوب و جنوب شرقی حوضه را پوشش می‌دهند و با پیشروی به سمت مرکز حوضه از معناداری آن‌ها کمتر می‌شود تا جایی که در مرکز حوضه لکه‌های داغ در سطح معناداری ۹۰ درصد مشاهده شده است. لکه‌های سرد در سطح معناداری ۹۹ درصد نیز در شمال غربی حوضه مشاهده شده و این لکه‌ها نیز با حرکت به سمت مرکز و شرق حوضه از معناداری آن‌ها کم می‌شود به طوری که در مرکز و قسمت‌هایی از شرق حوضه لکه‌های سرد در سطح معناداری ۹۰ درصد مشاهده شده است. لکه‌های داغ و سرد در سطح معناداری ۹۹ درصد در ماه مه بیش از سایر ماه‌ها مشاهده شده به طوری که لکه‌های داغ $31/78$ درصد از مساحت حوضه و لکه‌های سرد $32/58$ درصد از مساحت حوضه را پوشش می‌دهند (جدول ۲). در ماه ژانویه کمترین تعداد لکه‌های داغ مشاهده شده به طوری که تنها $17/25$ درصد از مساحت حوضه را فرا گرفته‌اند. کمترین تعداد لکه‌های سرد نیز در ماه‌های ژولای و آگوست مشاهده شده و $7/09$ درصد از مساحت حوضه را پوشش داده‌اند. لکه‌های سرد طی ماه‌های آوریل، مه و اکتبر نیمه شمالی حوضه را به طور کامل پوشش داده‌اند. به طوری که در نیمه غربی از سطح معناداری ۹۹ درصد برخوردار می‌باشند و با حرکت به سمت شرق از معناداری آن‌ها کاسته می‌شود و در نیمه شرقی حوضه از سطح معناداری ۹۰ درصد برخوردار می‌باشند. در ماه‌های فوریه، مارس و دسامبر نیز لکه‌های سرد قسمت عمده‌ای از نیمه شمالی حوضه را پوشش داده ولی در نیمه شرقی آن مشاهده نشده و تنها نیمه غربی آن را پوشش داده است. در ماه‌های ژوئن، سپتامبر و نوامبر نیز لکه‌های سرد به صورت دو قطب در شمال غرب و غرب حوضه مشاهده شده‌اند. در ماه‌های ژانویه، ژولای و آگوست نیز تنها در قسمتی از غرب حوضه لکه‌های سرد رخ داده است. لکه‌های داغ نیز در ماه‌های مارس، آوریل، مه و اکتبر به طور کامل نیمه جنوبی حوضه را پوشش داده‌اند. در ماه‌های ژانویه، فوریه، ژولای، آگوست، سپتامبر و نوامبر نیز از وسعت آن‌ها کمتر شده و تنها به صورت دو قطب در جنوب و شرق حوضه مشاهده شده‌اند.

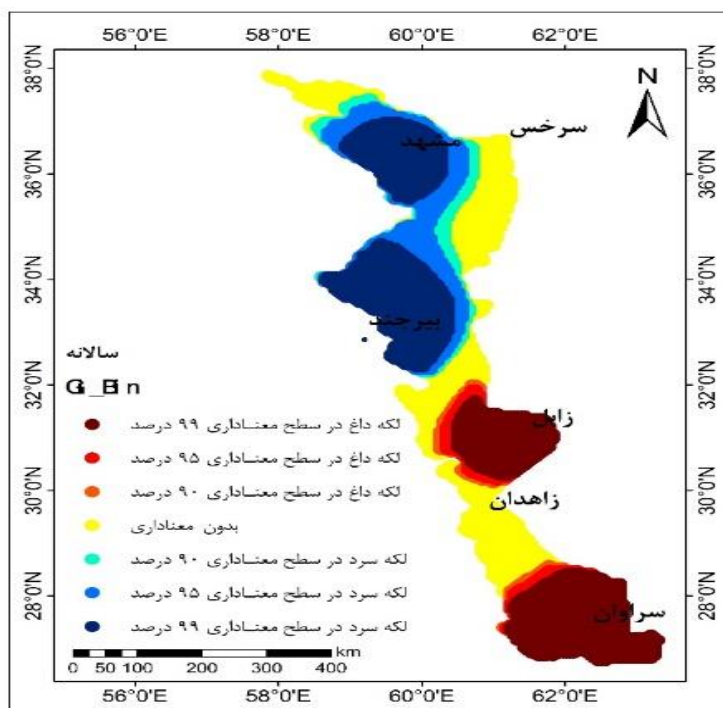




ماخذ: نگارندگان

شکل ۲: پراکندگی آماره گتیس-آورد جی (HotSpot) در حوضه شرق ایران

همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در مقیاس سالانه سالانه لکه‌های سرد در سطح معناداری ۹۹ درصد از قسمتی از شمال غرب و غرب حوضه مشاهده شده و با پیشروی به سمت شرق حوضه از معناداری آن‌ها کم می‌شود و به سطح معناداری ۹۰ درصد می‌رسد. شمال شرق حوضه نیز فاقد معناداری می‌باشد. لکه‌های داغ نیز در جنوب و شرق حوضه مشاهده شده‌اند.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۳: پراکندگی سالانه آماره گتیس-آورد جی (HotSpot) در حوضه شرق ایران

جدول ۲: درصد مناطق تحت پوشش آماره گتیس - آورد جی (لکه داغ)

ماه	لکه دمایی گرم			فاقد الگوی معناداری	لکه دمایی سرد		
	سطح ۹۹٪	سطح ۹۵٪	سطح ۹۰٪		سطح ۹۹٪	سطح ۹۵٪	سطح ۹۰٪
ژانویه	۱۷/۲۵	۵/۶۴	۲/۷۱	۵۰/۵۷	۶/۹۸	۵/۴۵	
فوریه	۲۵/۹۴	۳/۵۵	۱/۹۵	۲۳/۸۳	۱۳/۱۲	۴/۹	
مارس	۲۷/۳۷	۳/۹۸	۱/۲۱	۲۱/۷۴	۱۱/۷۷	۴/۴۷	
آوریل	۲۷/۹۶	۴/۹۸	۲/۵۱	۱۵/۲۶	۱۵/۹۷	۴/۷۷	
مه	۳۱/۸۷	۴/۷	۱/۴۶	۱۳/۷۶	۱۱/۷۱	۳/۸۹	
ژوئن	۲۴/۰۶	۳/۶۷	۱/۹۹	۳۶/۲۶	۸/۴۲	۴/۴۵	
ژولای	۱۸/۹۱	۷/۲۵	۲/۵۸	۵۲/۱۵	۶/۱۵	۵/۸۳	
اگوست	۲۰/۵۴	۶/۲۹	۲/۳۳	۵۲/۳۱	۵/۵۹	۴/۸۲	
سپتامبر	۲۶/۱۶	۳	۱/۷۹	۳۱/۶۲	۱۱/۳	۶/۱۹	
اکتبر	۲۹/۱۱	۵/۱	۲/۰۳	۱۳/۲۶	۱۵/۶۹	۳/۱۲	
نوامبر	۲۴/۹۲	۲/۹۳	۱/۵۲	۳۷/۲	۷/۷۲	۷/۹	
دسامبر	۲۴/۱۳	۳/۵۹	۲/۸۲	۲۳/۴۹	۱۷/۰۳	۸/۰۸	
سالانه	۲۶/۷۵	۳/۱۱	۱/۷۱	۲۸/۲۷	۱۱/۵۷	۵/۳۱	

ماخذ: نگارندگان

همبستگی بین الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه مشهود در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین همبستگی در ماه ژانویه و در مقیاس سالانه مشاهده شده است. در ماه ژانویه الگوهای Nino4 از همبستگی مستقیم و TNI از همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۹ درصد برخوردار می‌باشند. الگوهای Nino3، ONI، Nino3.4 نیز همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۵ درصد نشان دادند. در ماه مارس الگوی TSA؛ در ماه مه الگوی AMO؛ در ماه سپتامبر الگوهای WHWP و CAR و در مقیاس سالانه الگوهای AMO و PWAA از همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۵ درصد برخوردار می‌باشند. الگوهای CAR و PWAA نیز در ماه مه و در مقیاس سالانه همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۹ درصد نشان دادند. در سایر ماه‌ها و بین سایر الگوها نیز همبستگی مشاهده نشد. الگوهای TNA، Nino1.2، AMM و NTA در هیچ یک از ماه‌ها همبستگی نشان ندادند. دمای کمینه ماه‌های فوریه، ژوئن، ژولای، اگوست، اکتبر، نوامبر و دسامبر نیز با هیچ یک از الگوهای مورد مطالعه همبستگی نشان ندادند.

جدول ۳. ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه مشهد

نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	*۰/۳۸	-۰/۰۱	-۰/۳۴	-۰/۲۶	-۰/۰۱	-۰/۱۴	۰/۲۳	-۰/۰۴	۰/۲۶	۰/۱۲	-۰/۰۹	-۰/۰۶	-۰/۲۱
TNA	۰/۲۷	۰/۰۷	-۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۲۴	-۰/۰۹	-۰/۰۰۱	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۱	-۰/۰۲	-۰/۲۲	-۰/۳۱
TSA	۰/۲۹	-۰/۰۷	*۰/۳۷	-۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۸	-۰/۳۹	۰/۱	-۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۲۹
WHWP	۰/۲۱	-۰/۲۳	-۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۳	*۰/۴۲	۰/۱۷	-۰/۰۶	۰/۰۵	*۰/۴۸
ONI	*۰/۴۳	۰/۰۰۱	-۰/۲۸	۰/۰۱	-۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۶	-۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۱۴
Nino1.2	۰/۲۶	-۰/۰۲	-۰/۲۴	۰/۳۳	-۰/۰۱	۰/۱۶	-۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۱۴	-۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۵
Nino4	*۰/۵۵	۰/۰۴	-۰/۱۶	-۰/۰۴	۰/۱۱	-۰/۰۰۵	۰/۱۸	-۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۲	۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۲۲
Nino3.4	*۰/۴۲	۰/۰۲	-۰/۲۹	۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۲	-۰/۱۲	۰/۱۷
TNI	-۰/۴۷	-۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۳۲	-۰/۰۷	۰/۱۷	-۰/۰۰۷	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۱۲	-۰/۲۵	۰/۲۵	-۰/۰۳
AMO	-۰/۰۰۱	۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۰۶	*۰/۳۵	۰/۱	-۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۰۷	-۰/۱۸	*۰/۴۱
AMM	۰/۲۵	۰/۱۵	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۰۵	-۰/۰۰۹	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۱۳
NTA	۰/۲۷	۰/۱۴۱	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱	۰/۰۰۶	-۰/۲۴	۰/۳۲
CAR	۰/۲۹	-۰/۲۱	-۰/۰۷	۰/۰۴	*۰/۴۹	۰/۱۲	-۰/۰۳	۰/۲۷	*۰/۴	۰/۱۳	۰/۱۱	-۰/۱۶	*۰/۵۷
PWAA	۰/۱۹	-۰/۰۵۵	۰/۱۹	۰/۰۵	*۰/۴۱	۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۰۲	*۰/۴

ماخذ: نگارندگان

همبستگی الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه و دمای کمینه سرخس در جدول ۴ نشان می‌دهد که در ماه ژانویه بیش از سایر ماه‌ها همبستگی وجود داشته است. دمای کمینه در ماه ژانویه با الگوهای Nino3، ONI، Nino4، Nino3.4 و در ماه مه با الگوهای AMM و PWAA و در ماه اگوست با الگوی WHWP و در ماه سپتامبر با الگوهای WHWP، Nino1.2، CAR و در مقیاس سالانه با الگوهای WHWP و PWAA در سطح معناداری ۹۵ درصد همبستگی مستقیم نشان دادند. در ماه مه و در مقیاس سالانه نیز با الگوی CAR در سطح معناداری ۹۹ درصد از همبستگی مستقیم برخوردار می‌باشد. دمای کمینه ماه‌های فوریه، مارس، آوریل، ژوئن، ژولای، اکتبر، نوامبر و دسامبر نیز با هیچ از الگوهای مورد مطالعه همبستگی نشان نداد. الگوهای TNA، TSA، TNI، AMM و NTA نیز با دمای کمینه هیچ یک از ماه‌ها همبستگی نداشتند.

جدول ۴: ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه سرخس

نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	*۰/۳۸	۰/۸۸	-۰/۳۲	۰/۰۳	-۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۳	۰/۳	-۰/۰۷	-۰/۰۸	۰/۱۸
TNA	۰/۲۷	۰/۸۹	-۰/۱۸	-۰/۰۶	۰/۳	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۲	۰/۱۳	۰/۲۲	-۰/۰۷	-۰/۲۱	۰/۱۷
TSA	۰/۱۷	۰/۷۱	۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۲۸	-۰/۲۲	-۰/۱۹	-۰/۰۱	-۰/۱۵	۰/۳	-۰/۰۱	-۰/۰۵	۰/۰۸
WHWP	۰/۲۵	۰/۲۷	-۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۲	*۰/۳۵	*۰/۳۹	۰/۲۱	-۰/۱۷	-۰/۰۱	*۰/۳۸
ONI	*۰/۴	۰/۵۷	-۰/۲۱	-۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۵	-۰/۰۴	-۰/۱۱	۰/۱۷
Nino1.2	۰/۳۲	۰/۳	-۰/۲۷	۰/۱۹	-۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۸	*۰/۳۷	۰/۲۱	-۰/۲۱	-۰/۰۴	۰/۰۸
Nino4	*۰/۴۳	۰/۳۶	-۰/۰۱	-۰/۱۳	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۱۸	-۰/۰۶	-۰/۱۶	۰/۲۵
Nino3.4	*۰/۳۹	۰/۵۵	-۰/۲۲	-۰/۱۲	-۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۷	-۰/۰۳	-۰/۱۱	۰/۲
TNI	-۰/۲۹	۰/۱۴	-۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۲۸	۰/۱۸	-۰/۱۳
AMO	۰/۰۱	۰/۸۴	-۰/۱۲	-۰/۰۵	*۰/۴	-۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۰۷	-۰/۱۶	۰/۲۹
AMM	۰/۱۸	۰/۸۱	-۰/۱۴	-۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	-۰/۰۷	۰/۰۵
NTA	۰/۲۸	۰/۰۳۸	-۰/۲۷	-۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۰۴	-۰/۲۱	۰/۱۸
CAR	۰/۱۴	۰/۰۳۶	-۰/۰۱	-۰/۰۶	*۰/۴۴	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۳۳	*۰/۳۹	۰/۱۱	۰/۰۳	-۰/۱۳	*۰/۴۹
PWAA	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۴	*۰/۳۸	۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۱۶	۰/۱۵	-۰/۰۷	-۰/۰۱	-۰/۲۵	*۰/۳۶

ماخذ: نگارندگان

همبستگی بین دمای کمینه بیرجند و الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه در جدول ۵ بیانگر آن است که در ماه ژانویه بیش از سایر ماه‌ها همبستگی‌ها رخ داده است. در ماه ژانویه الگوهای TNA، ONI، Nino4، PWAA؛ در ماه آوریل الگوی CAR؛ در ماه ژولای الگوی TSA؛ در ماه اگوست الگوی TNA؛ در ماه سپتامبر الگوی CAR و در مقیاس سالانه الگوی WHWP در سطح معناداری ۹۵ درصد همبستگی مستقیم با دمای کمینه بیرجند داشته‌اند. در ماه ژانویه الگوی TNI و در ماه ژولای الگوی Nino1.2 از همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۵ درصد برخوردار می‌باشند. در ماه اگوست الگوی WHWP؛ در ماه اکتبر الگوی TNI و در مقیاس سالانه الگوهای AMO و CAR در سطح معناداری ۹۹ درصد همبستگی نشان دادند. دمای کمینه ماه‌های فوریه، مارس، مه، ژوئن، نوامبر و دسامبر نیز با هیچ یک از الگوهای مورد مطالعه همبستگی نشان ندادند. الگوهای Nino3، AMM و NTA نیز با دمای کمینه هیچ یک از ماه‌های همبستگی نداشته‌اند.

جدول ۵: ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه بیرجند

نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	-۰/۲۸	۰/۱۳	-۰/۱۹	۰/۱۸	-۰/۸۳	-۰/۰۴	-۰/۲۷	-۰/۱۲	-۰/۰۵	-۰/۰۹	-۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۴
TNA	-۰/۱۴	-۰/۲	-۰/۱۹	-۰/۱	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۱۳	*۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۲۱	*۰/۰۱	-۰/۱۳	۰/۲۵
TSA	*۰/۳۶	۰/۲۶	-۰/۳۲	-۰/۰۷	-۰/۲۳	-۰/۰۲	*۰/۳۹	-۰/۱۶	-۰/۲۴	-۰/۲۷	-۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۳۱
WHWP	-۰/۱۶	۰/۰۱	-۰/۰۵	۰/۲۱	-۰/۴۶	-۰/۰۹	-۰/۰۲	**۰/۴۵	-۰/۲۶	-۰/۲۱	-۰/۰۲	۰/۰۴	*۰/۴
ONI	*۰/۳۵	۰/۱۴	-۰/۱۳	-۰/۰۲	-۰/۶۷	-۰/۱۳	-۰/۲۸	-۰/۰۴	-۰/۱	-۰/۰۳	-۰/۰۹	-۰/۰۰۴	-۰/۱
Nino1.2	-۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۲۹	۰/۰۴	-۰/۷۹	-۰/۱۸	-۰/۳۵	-۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۲	-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۵
Nino4	*۰/۳۸	۰/۱۷	-۰/۰۷	-۰/۱	-۰/۸۹	-۰/۱۸	-۰/۰۹	-۰/۰۱	-۰/۰۸	-۰/۱۸	-۰/۰۷	-۰/۰۶	-۰/۰۹
Nino3.4	۰/۳۲	۰/۱۴	-۰/۱۴	-۰/۰۶	-۰/۹۱	-۰/۱	-۰/۲۶	-۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۱۱	-۰/۰۱	-۰/۰۷
TNI	-۰/۲۷	-۰/۲۵	-۰/۰۸	-۰/۰۷	-۰/۹۹	-۰/۲۸	-۰/۲۶	-۰/۰۹	-۰/۳۴	*۰/۴۸	-۰/۰۰۱	۰/۱۷	۰/۲۵
AMO	-۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۸	-۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲۵	-۰/۲۶	-۰/۱۱	-۰/۱۵	*۰/۴۶
AMM	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۳	-۰/۰۱	-۰/۳۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۰۰۴	-۰/۱۷	-۰/۱۱	-۰/۰۹	۰/۱۴
NTA	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۱۳	-۰/۱۱	۰/۳	-۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۳۲	-۰/۱۴	-۰/۱۶	-۰/۲۲	-۰/۰۹	۰/۲۱
CAR	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۰۷	*۰/۳۷	۰/۳	-۰/۱۵	-۰/۰۴	-۰/۲۸	*۰/۳۸	-۰/۱۹	-۰/۱۵	-۰/۱	*۰/۵
PWAA	*۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۳۳	-۰/۲۴	۰/۳	-۰/۱	-۰/۲۷	-۰/۰۰۷	-۰/۲۵	-۰/۱۳	-۰/۰۵	-۰/۲۸	*۰/۳۷

ماخذ: نگارندگان

همبستگی بین دمای کمینه زابل و الگوهای مورد مطالعه در جدول ۶ ارائه شده است. در ماه ژانویه الگوهای Nino3، Nino3.4، Nino4، ONI، TNA، AMO، CAR؛ در ماه مه الگوهای TNA، AMO، NTA، CAR؛ در ماه اگوست الگوهای TNA و AMO؛ در ماه اکتبر الگوهای TSA، TNI؛ در ماه دسامبر الگوی PWAA و در مقیاس سالانه الگوی TNI همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۵ درصد با دمای کمینه زابل نشان دادند. در ماه اگوست نیز الگوی WHWP همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۹ درصد داشته است. دمای کمینه ماه‌های فوریه، مارس، آوریل، ژوئن، ژوئیه، سپتامبر و نوامبر نیز با هیچ یک از الگوهای مورد مطالعه همبستگی نشان ندادند. الگوهای Nino1.2 و AMM نیز دمای کمینه هیچ یک از ماه‌ها همبستگی نداشته‌اند.

جدول ۶: ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه زابل

نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	*/۳۷**	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۰۰۵	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۱
TNA	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۱۴	*/۴	۰/۰۱	۰/۰۶	*/۴۱	۰/۰۱	۰/۲	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۲
TSA	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۱۵	*/۳۷	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۳
WHWP	۰/۲۷	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۳	*/۴۵**	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۳۳
ONI	*/۴	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴
Nino1.2	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲۵
Nino4	*/۴۱	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۲
Nino3.4	*/۴۱	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۱
TNI	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۷	*/۴	۰/۱۶	۰/۱۲	*/۳۷
AMO	۰/۲	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۱	*/۴۲	۰/۰۲	۰/۰۵	*/۳۶	۰/۰۱	۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲
AMM	۰/۱۱	۰/۰۰۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۱۵
NTA	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۱۱	*/۳۶	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۰۶	۰/۱۵
CAR	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	*/۴۳	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۲۳
PWAA	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۰۲	*/۴۶	۰/۰۴

ماخذ: نگارندگان

همبستگی بین دمای کمینه زاهدان و الگوهای پیوند از دور در جدول ۷ ارائه شده است. در ماه اگوست و در مقیاس سالانه بیشترین همبستگی رخ داده است. در ماه ژانویه الگوهای ONI، Nino3.4؛ در ماه مارس الگوهای AMO، AMM، NTA؛ در ماه آوریل الگوی PWAA؛ در ماه مه الگوهای TNA، AMO، NTA؛ در ماه ژولای الگوی AMO؛ در ماه اگوست الگوهای TSA، AMO، AMM، CAR؛ در ماه سپتامبر الگوهای TNA، AMO؛ در ماه اکتبر الگوهای AMO، CAR و در مقیاس سالانه الگوی AMM همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۵ درصد با دمای کمینه زاهدان داشته‌اند. در ماه ژانویه الگوی Nino4، در ماه مارس الگوی TNA، در ماه اگوست الگوهای TNA، WHWP، NTA؛ در ماه سپتامبر الگوهای WHWP و CAR و در مقیاس سالانه الگوهای TNA، WHWP، AMO، NTA، PWAA و CAR نیز همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۹ درصد با دمای کمینه زاهدان نشان داده‌اند. در ماه ژانویه الگوی TNI از همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۵ درصد با دمای کمینه زاهدان برخوردار بوده است.

جدول ۷: ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه زاهدان

نام الگو	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	۰/۳۱	۰/۱۸	-۰/۰۳	۰/۲۱	-۰/۰۹	-۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۱	۰/۱	۰/۰۳	۰/۱۱
TNA	۰/۰۷	۰/۲۱	**۰/۴۷	۰/۱۶	*۰/۳۸	-۰/۰۹	۰/۲۱	**۰/۴۹	*۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۱۴	-۰/۰۳	**۰/۴
TSA	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲	۰/۰۲	۰/۲۱	*۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۳۲
WHWP	۰/۱۹	۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۲۶	**۰/۴۶	**۰/۴۶	۰/۳۱	۰/۰۳	-۰/۰۲	**۰/۵۲
ONI	*۰/۴	۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۰۸	*۰/۱۱	-۰/۰۵	-۰/۱۳	-۰/۰۶	۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۱۴	-۰/۰۵	-۰/۰۱
Nino1.2	۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۱۱	-۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴
Nino4	**۰/۴۵	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۱	-۰/۰۳	۰/۱۶	-۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳
Nino3.4	*۰/۴۱	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲
TNI	*-۰/۳۹	-۰/۱۴	-۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۵	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۲۷	-۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۰۹
AMO	-۰/۱۲	۰/۱۷	*۰/۳۸	۰/۱۹	*۰/۳۷	۰/۰۶	*۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۳۹	*۰/۴	-۰/۰۹	-۰/۰۸	**۰/۵۶
AMM	-۰/۰۸	۰/۰۶	*۰/۴۳	۰/۰۸	۰/۲۲	-۰/۰۲	-۰/۰۷	*۰/۳۶	۰/۱۱	۰/۳۳	-۰/۱۳	-۰/۰۸	*۰/۳۵
NTA	۰/۰۳	۰/۲۳	*۰/۳۹	۰/۱۶	*۰/۳۷	-۰/۰۲	-۰/۳۲	**۰/۵	۰/۳۲	۰/۲۹	-۰/۰۲	۰/۰۳	**۰/۴۷
CAR	-۰/۰۰۳	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۳۱	*۰/۳۹	**۰/۵	*۰/۳۷	۰/۰۸	-۰/۱۴	**۰/۵۷
PWAA	-۰/۰۰۶	۰/۱۳	**۰/۴۸	*۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲	۰/۲۶	-۰/۰۲	-۰/۲۷	**۰/۵۱

ماخذ: نگارندگان

همبستگی بین دمای کمینه سراوان و الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه در جدول ۸ نشان داده شده است. در ماه فوریه الگوی Nino4، در ماه مارس الگوی AMM، در ماه ژولای الگوهای AMO، WHWP، AMO، در ماه اگوست الگوهای TNA، AMO، CAR، در ماه اکتبر الگوی WHWP و در مقیاس سالانه الگوی TSA از همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۵ درصد با دمای کمینه سراوان برخوردار بوده‌اند. در ماه فوریه نیز الگوی TNI همبستگی معکوس در سطح معناداری ۹۵ درصد نشان داده است. در ماه مارس الگوهای TNA، NTA، PWAA، در ماه‌های آوریل و ژولای الگوهای CAR، PWAA، در ماه اگوست الگوهای WHWP، NTA، در ماه سپتامبر الگوی WHWP و در مقیاس سالانه الگوهای TNA، WHWP، AMO، NTA، CAR و NTA از همبستگی مستقیم در سطح معناداری ۹۹ درصد با دمای کمینه سراوان برخوردار بوده‌اند. دمای کمینه ماه‌های مه، ژوئن، نوامبر و دسامبر نیز هیچ گونه همبستگی با الگوهای مورد مطالعه نشان ندادند. الگوهای Nino3، ONI، Nino1.2، Nino3.4 نیز با دمای کمینه هیچ یک از ماه‌ها همبستگی نداشته‌اند.

جدول ۸: ضریب همبستگی پیرسون الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه سراوان

نام الگو	زانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
Nino3	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۳	-۰/۳۱	-۰/۱	۰/۱	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۵
TNA	۰/۱۲	۰/۲۴	**۰/۵	۰/۲۳	۰/۱۹	-۰/۲۳	۰/۳۴	**۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۳	-۰/۰۳	۰/۱۱	**۰/۴۹
TSA	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۲۹	-۰/۰۰۷	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۳	-۰/۱۹	۰/۰۶	**۰/۳۷
WHWP	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۳	۰/۲	۰/۰۶	-۰/۲	**۰/۴۳	**۰/۵	**۰/۴۵	**۰/۳۹	-۰/۰۰۴	۰/۰۳	**۰/۵۴
ONI	۰/۱۵	۰/۳	۰/۱۱	-۰/۰۱	-۰/۰۷	-۰/۲۵	-۰/۲۵	۰/۱	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۰۲	-۰/۰۰۱
Nino1.2	۰/۱	۰/۰۹	-۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۹	-۰/۲۹	-۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۹
Nino4	۰/۱۸	**۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۱۲	-۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۴
Nino3.4	۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۲۲	-۰/۲۱	-۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۲	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۳
TNI	-۰/۱۵	-۰/۳۶	-۰/۱	-۰/۰۷	۰/۱۵	-۰/۳۲	-۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۲۷	-۰/۱	۰/۰۷	۰/۱۱
AMO	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۳۴	۰/۳	۰/۲۱	۰/۰۵	**۰/۴۲	**۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۳	-۰/۰۳	۰/۱۴	**۰/۵۵
AMM	-۰/۰۱	۰/۰۵	-۰/۴	-۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۳	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۳۱
NTA	۰/۰۷	۰/۲۶	**۰/۴۷	۰/۲۱	۰/۱۴	-۰/۱۶	۰/۳۴	**۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۱۹	-۰/۰۸	۰/۱۶	**۰/۴۷
CAR	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۲۲	**۰/۴۵	۰/۱۹	۰/۰۸	**۰/۵۸	**۰/۳۹	**۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۰۷	**۰/۶۳
PWAA	۰/۰۵	۰/۱۴	**۰/۴۹	**۰/۴۹	۰/۱۷	۰/۱۵	**۰/۵۵	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۸	-۰/۰۴	-۰/۱۴	**۰/۵۳

ماخذ: نگارندگان

نتایج آزمون رگرسیون انجام شده بر روی متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۹ ارائه شده است. طبق این نتایج دمای کمینه مشهد در ماه سپتامبر بیشترین تأثیر را از الگوهای پیوند از دور داشته به طوری که ۵۳/۵ درصد از تغییرات دمای کمینه رخ داده در این ایستگاه به وسیله الگوهای پیوند از دور تبیین می‌شود. در ایستگاه بیرجند بیشترین تأثیرپذیری دمای کمینه از الگوهای پیوند از دور در مقیاس سالانه و پس از آن در ماه آوریل رخ داده به طوری که ۶۵/۵ درصد از تغییرات دمای کمینه در مقیاس سالانه و ۶۱/۸ درصد در ماه آوریل به وسیله الگوهای پیوند از دور تبیین می‌گردد. در ایستگاه زابل نیز در ماه آوریل ۶۱/۸ درصد از تغییرات دمای کمینه به وسیله الگوهای پیوند از دور تبیین می‌شود که بیش از سایر ماه‌ها می‌باشد. در ایستگاه زاهدان در ماه فوریه بیشترین تأثیر الگوهای پیوند از دور مشاهده شده است. به طوری که ۶۱/۸ درصد از تغییرات دمای کمینه توسط این الگوها توجیه و تبیین می‌گردد. در ایستگاه سرخس بیشترین تأثیرگذاری الگوهای پیوند از دور در ماه نوامبر رخ داده است. در این ماه ۵۴/۵ درصد از تغییرات دمای کمینه توسط الگوهای پیوند از دور تبیین می‌گردد. در ایستگاه سراوان بیشترین تأثیرپذیری دمای کمینه از الگوهای پیوند از دور در مقیاس سالانه و پس از آن در ماه آوریل مشاهده شده به طوری که ۶۸/۷ درصد از تغییرات دمای کمینه سالانه و ۵۷/۲ درصد تغییرات دمای کمینه در ماه آوریل توسط الگوهای پیوند از دور تبیین می‌گردد.

جدول ۹: نتایج رگرسیون خطی الگوهای پیوند از دور و دمای کمینه ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آماره	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئلی	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
مشهد	r	۰/۵۵	۰/۶۸	۰/۷۱	۰/۶	۰/۶۸	۰/۴۱	۰/۶۲	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۵۶	۰/۷۱
	r ²	۰/۳	۰/۴۷	۰/۵	۰/۳۶	۰/۴۷	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۵۱
	F	۱۳/۳	۱/۰۹	۱/۲۳	۱/۶۸	۱/۰۹	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۶۱	۱/۳۹	۱/۹۶	۱/۳۲	۱/۵۷	۱/۲۷
	Sig	۰/۰۰۱	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۷۶	۰/۴۲	۰/۹۹	۰/۶۹	۰/۸۲	۰/۲۵	۰/۵۲	۰/۲۸	۰/۸۴	۰/۳۱
بیرجند	r	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۷۸	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶	۰/۶	۰/۸
	r ²	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۶۱	۰/۴	۰/۳۷	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۶۵
	F	۰/۹۱	۱/۰۶	۱/۱۱	۱/۹۶	۱/۸۱	۰/۷۳	۱/۲۶	۰/۷۷	۱/۱۲	۱/۱۱	۰/۷	۰/۷	۲/۳
	Sig	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۶۴	۰/۷۱	۰/۳۱	۰/۶۷	۰/۴	۰/۴۱	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۰۵
زابل	r	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۷	۰/۷۸	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۷
	r ²	۰/۴۳	۰/۲۳	۰/۴۹	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۴	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۵
	F	۰/۹۴	۰/۳۶	۱/۱۸	۱/۹۶	۱/۳۱	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۸۹	۱/۳۲	۱/۱۳	۱/۰۸	۱/۱۱	۱/۲۱
	Sig	۰/۵۳	۰/۹۶	۰/۳۶	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۷۹	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۳۴
زاهدان	r	۰/۶۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۶۹
	r ²	۰/۴۵	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۴	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۵	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۳	۰/۴۸
	F	۱	۱/۹۶	۱/۹	۱/۹	۱/۸۲	۰/۵۸	۱/۰۲	۱/۲۳	۱/۲۶	۱/۰۸	۰/۹۷	۰/۵۲	۱/۱۱
	Sig	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۴۷	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۸۸	۰/۴
سرخس	r	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۷۳	۰/۵۴	۰/۷	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۶۴	۰/۷۳	۰/۵۲	۰/۶
	r ²	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۵۳	۰/۳	۰/۴۹	۰/۲	۰/۲۹	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۲۷	۰/۳۷
	F	۰/۶۲	۰/۴۹	۱/۳۹	۰/۵۲	۱/۱۶	۰/۳۱	۰/۵۱	۱/۳۶	۱/۳۵	۰/۸۴	۱/۴۵	۰/۴۶	۰/۷۱
	Sig	۰/۸	۰/۹	۰/۲۵	۰/۸۸	۰/۳۷	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۷۳
سراوان	r	۰/۴۶	۰/۷	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۸۲
	r ²	۰/۲۱	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۶۸
	F	۰/۳۳	۱/۱۶	۱/۳۱	۱/۶۲	۱/۰۶	۱/۰۹	۱/۳۲	۱/۳۲	۱/۳	۱/۳	۰/۶۴	۰/۳۸	۲/۶۶
	Sig	۰/۹۷	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۷۹	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۰۲

ماخذ: نگارندگان

در این پژوهش تغییرات فضایی دمای کمینه حوضه‌های شرق ایران و ارتباط آن‌ها با الگوهای پیوند از دور بررسی شد. نتایج حاصل از تحلیل لکه‌های داغ نشان دهنده آن است که در تمام ماه‌ها لکه‌های داغ در نیمه جنوبی و شرقی حوضه و لکه‌های سرد در نیمه شمالی و غربی حوضه مورد مطالعه مشاهده شده است. با پیشروی به سمت مرکز حوضه نیز سطح معناداری لکه‌های داغ و سرد کاسته می‌شود تا جایی که در مرکز حوضه لکه‌های داغ و سرد در سطح معناداری ۹۰ درصد مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه مناطق جنوبی حوضه به جنوب کشور و دریای عمان نزدیک می‌باشد لذا می‌توان بیان نمود که افزایش دما و وجود لکه‌های داغ در جنوب حوضه می‌تواند به دلیل عرض جغرافیایی، ارتفاع، اثر رطوبتی دریا و بخار آب جو در جنوب کشور باشد. رطوبت نقش بسیار مهمی در افزایش دما دارد و افزایش دما در جنوب کشور و مناطق جنوبی حوضه مورد مطالعه می‌تواند متأثر از افزایش رطوبت موجود در سواحل جنوبی کشور باشد. علی‌آبادی و داداشی (۱۳۹۴) نیز بر روی دمای حداکثر ایران مطالعه‌ای انجام دادند و نشان داد که مناطق جنوبی و شرقی کشور از لکه‌های داغ و مناطق شمال شرقی کشور که منطبق بر مناطق شمالی و غربی حوضه مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد از لکه‌های سرد برخوردار می‌باشند. نتایج پژوهش میرحسینی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان داد که دمای مناطق شرقی کشور که در

این پژوهش از لکه‌های داغ برخوردار می‌باشد رو به افزایش می‌باشد. ارتباط سنجی بین دمای کمینه حوضه و الگوهای پیوند از دور نیز نشان داد که بیشترین همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه در ماه ژانویه وجود داشته است. در ایستگاه سراوان نیز نسبت به سایر ایستگاه همبستگی بیشتری مشاهده شده و همبستگی‌های رخ داده نیز عمدتاً در سطح ۹۹ درصد معنادار می‌باشند. در مقابل در ایستگاه‌های سرخس و مشهد همبستگی‌های رخ داده از تعداد کمتری برخوردار می‌باشند. لذا می‌توان بیان نمود که ارتباط و تأثیر الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا بر ایستگاه‌هایی که به جنوب کشور و مناطق ساحلی نزدیک می‌باشند بیشتر و بر ایستگاه‌هایی که از دریا دورتر می‌باشند تأثیر کمتری دارند و همبستگی کمتری بین آن‌ها وجود دارد. همبستگی‌های رخ داده عمدتاً از نوع مستقیم بوده‌اند به جز در تعدادی از ماه‌ها که همبستگی معکوس مشاهده شد. همبستگی‌های معکوس رخ داده نیز متعلق به الگوهای TN1 و Nino1.2 می‌باشد. در ماه‌های ژوئن و نوامبر دمای کمینه حوضه مورد مطالعه با هیچ یک از الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه همبستگی نداشته است. در ماه فوریه نیز تنها دمای کمینه ایستگاه سراوان با الگوهای پیوند از دور همبستگی نشان داد و سایر ایستگاه‌ها همبستگی نداشته‌اند. از آنجا که در این پژوهش از روش‌های نوین آمارفضایی و داده‌های یاخته‌ای برای واکاوی دمای کمینه استفاده شده لذا نسبت به مطالعات قبلی که از روش‌های دیگر و داده‌های ایستگاهی استفاده کرده‌اند نتایج بهتر و قابل قبول‌تری بدست آورده و می‌توان از نتایج این پژوهش به خصوص در مطالعات کشاورزی و استفاده از منابع آب استفاده نمود. حوضه‌های شرقی ایران از جمله مناطق مستعد کشاورزی می‌باشند؛ دما نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر محصولات کشاورزی می‌باشد لذا مطالعه تغییرات دمایی و تأثیر الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا بر دما می‌تواند در برنامه ریزی های لازم جهت منابع آبی و کشاورزی کاربرد فراوان داشته باشد. با توجه به اینکه در این پژوهش برای بررسی تغییرات دمای کمینه از روش‌های نوین آمارفضایی و تحلیل لکه‌های داغ استفاده شد و نتایج قابل قبولی نیز بدست آمد لذا پیشنهاد می‌گردد در سایر مطالعات تغییر اقلیم و برای سایر مناطق و پارامترها نیز روش مذکور مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه گیری

در این پژوهش تغییرات فضایی دمای کمینه حوضه‌های شرق ایران با استفاده از روش‌های نوین آمار فضایی بررسی شد. نتایج حاصل از تحلیل لکه‌های داغ نشان داد لکه‌های داغ در مناطق جنوبی و شرقی و لکه‌های سرد در مناطق شمالی و غربی حوضه مشاهده شده‌اند. لکه‌های داغ و سرد در ماه مه بیش از سایر ماه‌ها مشاهده شده و ۳۱/۸۷ درصد از مساحت حوضه مورد مطالعه را لکه‌های داغ و ۳۲/۵۸ درصد آن را لکه‌های سرد پوشش داده است. در ماه ژانویه لکه‌های سرد تنها در غرب حوضه واقع در ایستگاه بیرجند و لکه‌های داغ در جنوب حوضه و قسمت اندکی از شرق حوضه واقع در ایستگاه‌های سراوان و زابل رخ داده‌اند. در ماه‌های فوریه تا مه لکه‌های سرد و داغ پیشروی کرده‌اند تا جایی که لکه‌های سرد نیمه غربی تا شمالی حوضه و لکه‌های داغ نیمه جنوبی تا شرقی حوضه را در بر گرفته‌اند. طی ماه ژوئن تا سپتامبر وسعت

لکه‌های سرد و داغ رو به کاهش رفته و در ماه اکتبر وسعت هر دو پهنه لکه‌های داغ و سرد افزایش یافته است. در ماه نوامبر از وسعت لکه‌های سرد و داغ کاسته شده و در ماه دسامبر بر وسعت آن‌ها افزوده شده است. ارتباط سنجی دمای کمینه و الگوهای پیوند از دور دمای سطح دریا نشان داد که در ایستگاه مشهد بیشترین همبستگی‌ها در ماه ژانویه رخ داده و الگوهای AMO، CAR و WHWP بیش از سایر الگوها با دمای کمینه همبستگی نشان داده‌اند. در ایستگاه سرخس نیز بیشترین همبستگی‌ها در ماه ژانویه مشاهده شده و الگوهای WHWP و PWAA از بیشترین همبستگی نسبت به سایر الگوها برخوردار بوده‌اند. در بیرجند نیز در ماه ژانویه بیشترین همبستگی بین دمای کمینه و الگوهای پیوند از دور رخ داده و الگوی CAR بیشتر از سایر الگوها با دمای کمینه همبستگی نشان داده است. در ایستگاه زابل بیشترین همبستگی‌ها در ماه‌های ژانویه و مه مشاهده شده و الگوهای TNI و AMO از بیشترین همبستگی نسبت به سایر الگوها برخوردار بوده‌اند. در ایستگاه زاهدان در ماه آگوست بیشترین همبستگی‌ها رخ داده و الگوهای TNA و AMO بیشترین همبستگی را نشان داده‌اند. در ایستگاه سراوان بیشترین همبستگی‌ها در ماه آگوست مشاهده شده و الگوهای WHWP و CAR نیز نسبت به سایر الگوها همبستگی بیشتری با دمای کمینه نشان داده‌اند. طبق نتایج آزمون رگرسیون خطی در مقیاس ماهانه ایستگاه‌های بیرجند و زابل در ماه آوریل و ایستگاه زاهدان در ماه فوریه بیش از سایر ایستگاه‌ها و ماه‌ها از الگوهای پیوند از دور تأثیرپذیری داشته‌اند به طوری که ۶۱/۸ درصد از تغییرات دمای کمینه آن‌ها توسط الگوهای پیوند از دور تبیین می‌شود. در مقیاس سالانه نیز ایستگاه سراوان بیشترین تأثیرپذیری را داشته به طوری که ۶۸/۷ درصد از تغییرات دمای کمینه آن توسط الگوهای پیوند از دور تبیین می‌گردد.

در مجموع نتایج نشان داد که اثر عرض جغرافیایی و ارتفاع در توزیع دمای حداقل حوضه به طور کامل مشهود است. الگوهای دمای حداقل حوضه‌های شرق ایران در دو نیمه شمالی و جنوبی حوضه مکان‌گزینی کرده‌اند. به صورتی که لکه‌های داغ در نیمه جنوبی و لکه‌های سرد در نیمه شمالی حوضه پدیدار شده‌اند. لکه‌های داغ در مناطق مختلف استان سیستان و بلوچستان و لکه‌های سرد در استان‌های خراسان جنوبی، رضوی و شمالی رخ داده‌اند. این نواحی هسته‌های مشخص داغ و سرد حوضه مورد مطالعه را تشکیل داده‌اند. لذا می‌توان بیان نمود که تغییرات دمای کمینه حوضه‌های شرق ایران از الگوی یکسانی از نظر مکانی برخوردار نمی‌باشند اما به لحاظ زمانی طی ماه‌های مختلف الگوهای مشابهی در سطح حوضه مشاهده شده و می‌توان بیان کرد دمای حوضه‌های شرق ایران از الگوی نسبتاً یکسانی از نظر زمانی برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه ارتباط بین دمای کمینه حوضه و الگوهای پیوند از دور در ایستگاه سراوان واقع در جنوب حوضه بیش از سایر ایستگاه‌ها و در ایستگاه مشهد و سرخس واقع در شمال حوضه کمتر از سایر ایستگاه‌ها بوده لذا نتیجه گرفته می‌شود که اثر عرض جغرافیایی فقط بر تغییرات دما تأثیرگذار نمی‌باشد و حتی بر ارتباط دما با سایر متغیرها از جمله الگوهای پیوند از دور نیز تأثیرگذار می‌باشد زیرا مناطق واقع در عرض جغرافیایی پایین و نزدیک به دریا ارتباط بیشتری را با الگوهای پیوند از دور نشان داده‌اند و در مقابل مناطق واقع در عرض‌های بالاتری از کمترین همبستگی با الگوهای پیوند از دور برخوردار بوده‌اند.

منابع

- ۱- اسدی، مهدی؛ کرمی، مختار (۱۳۹۶): بازنمایی تغییرپذیری دما در استان فارس با استفاده از آمارفضایی، فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شماره اول، صص ۶۴-۷۵.
- ۲- احمدی، مژگان؛ کاویانی، عباس؛ دانشکار آراسته، پیمان؛ فرجی، زهره (۱۳۹۸): تخمین دمای هوا و سطح زمین با استفاده از GLDAS و NCEP/NCAR، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، سال سیزدهم، شماره چهارم، صص ۹۳۱-۹۴۴.
- ۳- بهاروندی، نسیم؛ مجرد، فیروز؛ معصوم پور، جعفر (۱۳۹۹): شناسایی امواج گرمایی و تحلیل تغییرات زمانی- مکانی آن‌ها در ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره پنجاه و نهم، صص ۳۹-۵۸.
- ۴- بحری، علی؛ خسروی، یونس (۱۳۹۹): بررسی روند بلندمدت تغییرات زمانی- مکانی دمای سطح دریای عمان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره پنجاه و هشت، صص ۱۹۹-۲۱۷.
- ۵- دارند، محمد؛ رحمانی، هایده (۱۳۹۵): نقش الگوهای پیوند از دور بر دمای استان کردستان، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال پنجم، شماره هیجدهم، صص ۱۱۷-۱۳۴.
- ۶- روحبخش سیگارودی، حسین علی؛ کریمپور، مصطفی؛ قائمی، هوشنگ؛ مرادی، محمد؛ آزادی، مجید (۱۳۹۷): بررسی بی هنجاری میانگین دمای کمینه و بیشینه ایران در دوره گرم سال به منظور شناسایی دوره گرم و سرد، جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره سوم، صص ۱۶۱-۱۸۷.
- ۷- رفتی، پردیس؛ رضازاده، مریم (۱۳۹۹): مطالعه همبستگی شاخص‌های ENSO، IOD و NAO با تغییرات دمای سطح دریا در خلیج فارس، فیزیک زمین و فضا، سال چهل و ششم، شماره دوم، صص ۳۹۵-۴۰۸.
- ۸- سبحانی، بهروز؛ صلاحی، برومند؛ گل دوست، اکبر (۱۳۹۳): ارتباط شاخص اقلیمی NAO با مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل دمای ماهانه شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره سی و سوم، صص ۷۵-۹۰.
- ۹- علی آبادی، کاظم؛ داداشی رودباری، عباسعلی (۱۳۹۴): بررسی تغییرات الگوهای خودهمبستگی فضایی دمای بیشینه ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال ششم، شماره بیست و یکم، صص ۸۶-۱۰۴.
- ۱۰- فلاح قاهره، غلامعباس؛ شاکری، فهیمه (۱۴۰۱): ارزیابی نقش تغییر اقلیم و سیگنالهای پیوند از دور بر دمای بیشینه مطالعه موردی: استان خوزستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره شصت و هفتم، صص ۴۳۹-۴۵۷.
- ۱۱- قویدل رحیمی، یوسف؛ حاتمی زرنه، داریوش؛ رضایی، محمد (۱۳۹۲): نقش الگوی پیوند از دور جو بالای دریای شمال-مازندران در تغییرات زمانی بارش سواحل جنوبی دریای خزر، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره سی و یکم، صص ۲۹-۴۶.
- ۱۲- ملاشریفی، آمنه؛ محب الحجه، علیرضا؛ احمدی گیوی، فرهنگ (۱۳۹۸): مطالعه اثر نوسان اطلس شمالی بر رابطه بین مسیرهای توفان اطلس شمالی و مدیترانه با استفاده از داده‌های بازتحلیل JRA-۵۵ و NCEP/NCAR، فیزیک زمین و فضا، سال چهل و پنجم، شماره دوم، صص ۴۲۳-۴۴۰.
- ۱۳- میرحسینی، حامد؛ گندمکار، امیر؛ افروس، علی؛ عباسی، علیرضا (۱۴۰۰): بررسی روند تغییرات سربهای دمایی مناطق شرقی ایران به منظور بررسی تغییرات منطقه‌ای، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای، سال دوازدهم، شماره یکم، صص ۱۲۵-۱۴۱.

- 14- Aamir, E. Khan, A. & Abubakar Tariq, M. (2022). The Influence Of Teleconnections On The Precipitation In Baluchistan. *Atmosphere*, 13, 1001. 1-21. <https://doi.org/10.3390/Atmos13071001>
- 15- B. Uvo, Cintia. Foster, K. & Olsson, J. (2021). The Spatio-Temporal Influence Of Atmospheric Teleconnection Patterns On Hydrology In Sweden. *Journal Of Hydrology: Regional Studies*, 34, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100782>
- 16- Fang, G. Chen, H. Wei, Z. Wang, Y. Wang, X. & Li, C. (2006). Trend And Interannual Variability Of The South China Sea Surface Winds, Surface Height, And Surface Temperature In The Recent Decade. *Journal Of Geophysical Research*, 111.

- 17- Ferster, B. S. Subrahmanyam, B. & Macdonald, A. M. (2018). Confirmation Of ENSO-Southern Ocean Teleconnections Using Satellite-Derived SST. *Remote Sens*, 10(2), 331, 1-9. Doi: 10.3390/Rs10020331.
- 18- Jacquez, G. M; Greiling, D. A. (2003). Local Clustering In Breast, Lung And Colorectal Cancer In Long Island, New York. *International Journal Of Health Geographics*. 2(3). 1-12.
- 19- López Moreno, J.T.L. (2011). Effects Of The North Atlantic Oscillation (NAO) On Combined Temperature And Precipitation Winter Modes In The Mediterranean Mountains: Observed Relationships And Projections For The 21st Century. *Global And Planetary Change*, 77(1-2), 62-76.
- 20- Lewis, S.C. & King, A.D. (2017). Evolution Of Mean Variance And Extremes In 21st Century Temperatures, *VOL15*, 1-10.
- 21- Mugume, I. Shuanghe, SH. Tao Sulin, T. & Mujuni, G. (2016). Analysis Of Temperature Variability Over Desert And Urban Areas Of Northern China. *Journal Of Climatology & Weather Forecasting*, 4:1, 2-9.
- 22- Park, J-H. & Li, Tim. (2018). Interdecadal Modulation Of El Niño-Tropical North Atlantic Teleconnection By The Atlantic Multi-Decadal Oscillation, *Climate Dynamics*, 52, 5345-5360.
- 23- Plewa, K. Perz, A. & Wrzesin´Ski, Dariusz. (2019). Links Between Teleconnection Patterns And Water Level Regime Of Selected Polish Lakes, *Water*, 11, 1330; 1-19. Doi:10.3390/W11071330.
- 24- Qi, Li. & Yuqing Wang. (2012). Changes In The Observed Trends In Extreme Temperatures Over China Around 1990, *Journal Of Climate*, 25(15):5208-5222.
- 25- Rogerson, P.A. (2006). *Statistics Methods For Geographers: Students Guide*. Los Angeles. California. SAGE Publications Ltd.
- 26- Satyaban B. Ratna, T J. Osborn, M J. Bao. Y. & Jianglin, W. (2019). Identifying Teleconnections And Multidecadal Variability Of East Asian Surface Temperature During The Last Millennium In CMIP5 Simulations. *Clim. Past*, 15, 1825-1844.
- 27 Yuting, X. Quanlianga, CH. Jiayu, ZH. & Ping, H.)2020). Trends In Extreme High Temperature At Different Altitudes Of Southwest China During 1961-2014. *ATMOSPHERIC AND OCEANIC SCIENCE LETTERS*, 13(5), 417-425.
- 28- Yang, Y. Xie, N. & Gao, M. (2019). The Relationship Between The Wintertime Cold Extremes Over East Asia With Large-Scale Atmospheric And Oceanic Teleconnections. *Atmosphere*, 10(12). 1-20. <https://doi.org/10.3390/Atmos10120813>.