نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال پانزدهم، شماره ۳۶، بهار ۹۴

# تحلیلی آماری از ارتباط دماهای بیشینه ایران با متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها

دریافت مقاله:۹۳/۷/۱۲ پذیرش نهایی: ۹۳/۱۱/۱۲

صفحات:۲۰۳-۱۸۱

**یوسف قویدل رحیمی:** استادیار اقلیم شناسی،گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران[۱]
Email: ghavidel@modares.ac.ir
**منوچهر فرج زاده اصل:** دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
Email: farajzam@modares.ac.ir
**مهدی عالی جهان:** کارشناس ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
Email: mehdi_alijahan@yahoo.com

**چکیده**

**گرمایش جهانی و ارتباط معنی‌دار تغییرات دما و بارش نقاط مختلف دنیا با افزایش دمای کره زمین، به عنوان مهم‌ترین نمودهای تغییر اقلیم در قرن حاضر قابل‌توجه هستند. تاثیرات مخرب این پدیده بر روی کره زمین یکی از چالش برانگیزترین موضوعات در سطح جهانی می باشد. به دلیل اهمیت این موضوع، پژوهش پیش رو جهت آشکارسازی تأثیر گرمایش جهانی بر روی دماهای حداکثر، به صورت ماهانه و دوره‌ای(سرد و گرم) انجام گرفته است. برای انجام این پژوهش از دو دسته داده، داده‌های دمای ۱۷ ایستگاه سینوپتیک کشور و مقادیر متناظر آن، داده‌های شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها طی بازه زمانی ۶۰ ساله (۱۹۵۱تا۲۰۱۰)، میلادی استفاده گردید. جهت نیل به اهداف پژوهش از روش همبستگی پیرسون برای آشکارسازی ارتباط آماری بین داده‌ها، از روش رگرسیون خطی و سهمی جهت تحلیل روند سری زمانی داده‌ها، برای نشان دادن پراکندگی مکانی همبستگی بین داده‌های دمای ایستگاه‌ها با گرمایش جهانی در سطح کشور از مدل زمین آمار و در نهایت جهت آشکارسازی آماری معناداری تغییر روند دماها از آزمون ناپارامتری من – کندال استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده تأثیر گرمایش جهانی بر روی دمای حداکثر در ماه‌های سرد سال همچون ژانویه، دسامبر و نوامبر خیلی کمتر بوده و بیش‌ترین نمود آن در فصول بهار و تابستان بیشتر در ایستگاه‌های جنوبی مانند آبادان، اهواز و شیراز دیده می‌شود. فرآیند ذکرشده در بررسی دوره‌ای دمای سرد و گرم سال نیز مشهود است و تأثیرپذیری دمای دوره‌ی گرم ایستگاه‌های مطالعه شده از گرمایش جهانی نسبت به دوره‌ی سرد بیشتر بوده و بیانگر افزایش**

[۱]. **نویسنده مسئول:** تهران، تقاطع جلال آل احمد و شهید چمران، پل نصر(گیشا)، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی، اتاق ۲۲۶

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

**دمای دوره‌ی گرم سال می‌باشد. در این بین تعدادی از ایستگاه‌ها نیز مانند ایستگاه انزلی، ارومیه و خرم‌آباد در برخی ماه‌ها از گرمایش جهانی تأثیرپذیری معکوس داشته و در دماهای حداکثر آن‌ها افت دیده می‌شود. این امر در نتایج حاصل شده از تحلیل‌های دوره‌ای نیز مشاهده می‌گردد. تغییرات روند دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد بررسی بیانگر معناداری آن در ماه‌های تابستان می باشد. روند تغییرات ماه‌های ژوئیه، آگوست و سپتامبر معنی دار بوده که این فرآیند در ایستگاه‌های جنوبی بیشتر نمایان است. بررسی معناداری تغییر روند دمایی صورت گرفته در دوره‌های(سرد و گرم) ایستگاه‌های مورد بررسی نشان دهنده معناداری آن در دوره گرمایی می‌باشد.**

**کلیدواژگان:** دمای حداکثر، گرمایش جهانی، متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها، تغییر اقلیم، ایران

**مقدمه**

تغییرات معنی‌دار دمای کره زمین یا گرمایش جهانی به عنوان مهم‌ترین نمودهای تغییر اقلیم در قرن حاضر مورد توجه قرارگرفته است (علیجانی و قویدل رحیمی، ۱۳۸۴). گرمایش جهانی در درجه اول نتیجه وارد شدن مقدار بسیار زیاد گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر می‌باشد (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۳۹۲). مشکلاتی که دماهای فرین در مناطق مختلف جغرافیایی به وجود می‌آوردند، باعث شده است که موضوع مطالعه دماهای فرین اهمیت علمی و کاربردی خاصی پیداکند. استمرار زمانی دماهای فرین در بازه روزانه، هفتگی و حتی ماهانه حسب مورد موجب وقوع امواج سرمایی(دماهای فرین پایین) و گرمایی(دماهای فرین بالا) می‌شود(قویدل رحیمی، ۱۳۹۱). ایران به دلیل موقع جغرافیایی خاصی که دارد می‌تواند به شدت تحت تأثیر پدیده گرمایش جهانی قرار بگیرد. بنابراین لزوم مطالعه این پدیده بسیار حیاتی و تاثیرات آن بر روی دمای حداکثر کشورمان بسیار حائز اهمیت است.

با توجه به تحقیقات صورت گرفته و پیشینه مطالعاتی، پژوهشی در راستای اثرات شاخص ناهنجاری‌های دمایی کره زمین بر روی دما در سطح جهانی صورت نگرفته و در داخل کشور نیز فقط علیجانی و قویدل رحیمی(۱۳۸۴)، خوشحال دستجردی و قویدل رحیمی(۱۳۸۷)، این مهم را مورد توجه قرار داده و پژوهشی در این راستا انجام داده‌اند. اما تحقیقات مشابهی در همین راستا که منوط به تحلیل سری زمانی داده‌های دما به وسیله روش‌های آماری می‌باشد به انجام رسیده که در این نوشتار مورد توجه قرارگرفته و به شرح مختصری درباره فراز و فرود کار آن‌ها پرداخته می‌شود.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

تورکس[۱] و همکارانش (۲۰۰۲)، با استفاده از آمار ۷۵ ایستگاه کلیماتولوژی سراسر ترکیه در طی دوره زمانی ۱۹۲۹-۱۹۹۹ به بررسی تغییرات درجه حرارت(حداقل، متوسط و حداکثر) ترکیه پرداختند.گادگیل و دورد[۲] (۲۰۰۵ )، روند دما در قرن بیستم به وسیله داده‌های بیش‌ترین و کمترین سالانه دما در دوره ۱۹۰۱-۲۰۰۰ و همچنین داده‌های ذرات معلق هوا در پونای هند مورد بررسی قرار دادند. برونتیا[۳] و همکاران (۲۰۰۴)، در تحقیقی با استفاده از روش من کندال تغییرات دو عامل دما و بارش قرن گذشته ایتالیا را مطالعه کردند. بینی-دومی[۴](۲۰۰۵)، تغییرات دما و بارش در اردن را با استفاده از روش همبستگی و روش من-کندال مورد ارزیابی قرار داده است. بارسولی و پونگراز [۵](۲۰۰۷)، به بررسی و تحلیل شاخص-های حداکثری دما و بارش در کارپتین بیسین از سال ۱۹۴۶ تا ۲۰۰۱ پرداخته‌اند. چائوچه[۶] و همکاران(۲۰۱۰)، با استفاده از روش من کندال تغییرات بارش، دما و تبخیر و تعرق تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم در بخش مدیترانه‌ای فرانسه را ارزیابی کردند. یانگ[۷] و همکاران(۲۰۱۲)، روند سری زمانی ۵۳ ساله بارش و دما را به وسیله آزمون ناپارامتریک من کندال در حوضه رودخانه ژانگ وینان مورد تحلیل قرار دادند.

محمدی و تقوی(۱۳۸۴)، روند شاخص‌های حدی دما و بارش تهران را دردوره آماری۲۰۰۳-۱۹۵۱مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان می‌دهد که شاخص‌های FD و ID یا شاخص‌های حدهای سرد، روند کاهشی محسوسی را از خود نشان می‌دهند. از طرف دیگر روند دمای حداقل و متوسط روزانه کاملاً افزایشی بوده و دارای شیب مثبت می‌باشد. این در حالی است که روند افزایشی دمای حداکثر، شیب کمتری از خود نشان می‌دهد.

علیجانی و قویدل رحیمی(۱۳۸۴)، در مقاله‌ای تحت عنوان مقایسه و پیش‌بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش‌های همبستگی پیرسون، رگرسیون خطی و شبکه‌ی عصبی مصنوعی اقدام به بررسی تغییرات دمای سالانه تبریز تحت تأثیر گرمایش جهانی با استفاده از داده‌های ناهنجاری‌های دمایی کره‌ی زمین و دماهای متوسط سالانه ایستگاه تبریز در طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۳ کرده‌اند. نتایج حاصل

3. Turkes
4. Gadgil&Dhorde
5. Brunettia
6. Bani - Domi
7. Bartholy&Pongracz
8. Chaouche
9. Yang

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

از کاربرد و تحلیل همبستگی پیرسون نشانگر همبستگی مثبت و مستقیم معنی‌داری بین دمای سالانه تبریز و ناهنجاری‌های دمایی کره زمین دارد. تحلیل مؤلفه‌های روند بلندمدت سری‌های زمانی نشان می‌دهد که در طول دوره آماری بر دمای متوسط سالانه تبریز افزوده شده است. ناهنجاری‌های دمایی کره زمین نیز روندی افزایشی از خود نشان می‌دهند.

خوشحال دستجردی و قویدل رحیمی(۱۳۸۷)، تغییرات دمایی اصفهان را تحت تأثیر گرمایش جهانی با استفاده از روش آزمون ناپارامتری من کندال مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج کار این پژوهشگران حاکی از عدم تغییرات معنی‌دار در روند بلندمدت دماهای کرانگین اصفهان بوده، ولی با این وجود دماهای کرانگین این ایستگاه از سال ۱۹۹۰ به بعد تحت تأثیر پدیده آغاز سرد قرارگرفته و دچار تحول شده است. نتایج آشکارسازی روند تغییرات دماهای کرانگین حداکثر اصفهان مثبت و دماهای کرانگین حداقل به ویژه برای سال‌های بعد از سال ۱۹۹۰ که عمدتاً تحت تأثیر پدیده آغاز سرد قرارگرفته منفی بوده که این امر به معنی کاهش یافتن شدت سرمای زمستان و افزایش پیدا کردن شدت گرمای تابستان می‌باشد.

عزیزی و روشنی(۱۳۸۷)، به مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال پرداختند. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که زمان شروع بیشتر تغییرات، ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. و در اکثر ایستگاه‌ها دمای حداقل روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی داشته است. بدین ترتیب از دامنه نوسان دما در طول دوره کاسته شده و درصد تغییر در فصل زمستان و تابستان نسبت به بهار و پاییز بیشتر بوده و زمان شروع تغییرات در ایستگاه‌های منطقه یکسان نمی‌باشد.

رحیم زاده و همکاران(۱۳۸۸)، روند تغییرات نمایه‌های حدی اقلیمی دمای ایران را براساس ۱۷ ایستگاه همدیدی موجود در کشور طی بازه زمانی ۱۹۹۰-۱۹۶۱ مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج به دست آمده از کار آنان حاکی از روند منفی نمایه‌های حدی چون روزهای یخبندان، روزهای یخی، روزهای سرد، شب‌های سرد و دامنه تغییرات شبانه‌روزی دما می‌باشد. همچنین نمایه‌هایی چون روزهای تابستانی، روزهای گرم و شب‌های گرم نیز در اغلب نقاط کشور روند افزایشی داشته است. از طرفی در مورد نمایه‌هایی چون طول مدت گرما و سرما هر سه حالت روند مثبت، منفی و بدون روند مشاهده می‌گردد.

نتایج پژوهش ورشاویان و همکاران(۱۳۹۰) که براساس دماهای حداقل، حداکثر و میانگین در بازه زمانی ۴۴ ساله به انجام رسیده نشان داده که تعداد روزهای کمتر از صدک‌های پایین و بیشتر از صدک‌های بالا دارای روند افزایشی معنادار بودند. در مورد دمای حداکثر روزانه، به جزء صدک یکم و تعداد روزهای بیشتر از صدک ۹۰ در سایر سری‌های زمانی روند افزایشی

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

می‌باشد و دمای حداکثر تنها در صدک‌های بالا دارای روند افزایشی معنی‌دار می‌باشد. همچنین همه سری‌های زمانی تعداد روزهای کمتر از صدک‌های پایین و بیشتر از صدک های بالا به جزء صدک یکم و صدک ۹۵ نیز از روند افزایشی معنی‌داری تبعیت می‌کنند.

خوش‌اخلاق و همکاران(۱۳۹۰)، در پژوهشی تغییرات حداقل‌های مطلق دما در ایران را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان می‌دهد که با وجود روند افزایشی سری زمانی دما، داده‌های دمای حداقل دارای افت و خیزها و دوره‌های کوتاه مدت سرمایشی و گرمایشی است و به طور کلی می‌توان گفت که دمای حداقل در سطح کشور در طول دوره آماری مورد مطالعه روند افزایشی را طی کرده است.

نتایج حاصل شده از کار اسفندیاری و همکاران(۱۳۹۲) حاکی از ارتباط معکوس و قوی گرمایش جهانی با آبدهی حوضه ارس دارد. در بین فصول سال به ترتیب زمستان، بهار، پاییز و تابستان تاثیرپذیری بیشتری از گرمایش جهانی داشته و روند دبی آن‌ها تحت تاثیر گرمایش جهانی کاهش پیدا کرده است.

هدف این پژوهش آشکارسازی آماری رابطه دماهای حداکثر ایران با شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها که شاخص گرمایش جاهنی محسوب می شود، است. به دلیل اهمیت اساسی این موضوع برای ایران و به جهت نبود مطالعه جامعی در این رابطه پژوهش پیش رو در جهت آشکار سازی آماری تاثیر پدیده گرمایش جهانی بر روی دماهای حداکثر ایران به انجام رسیده است.

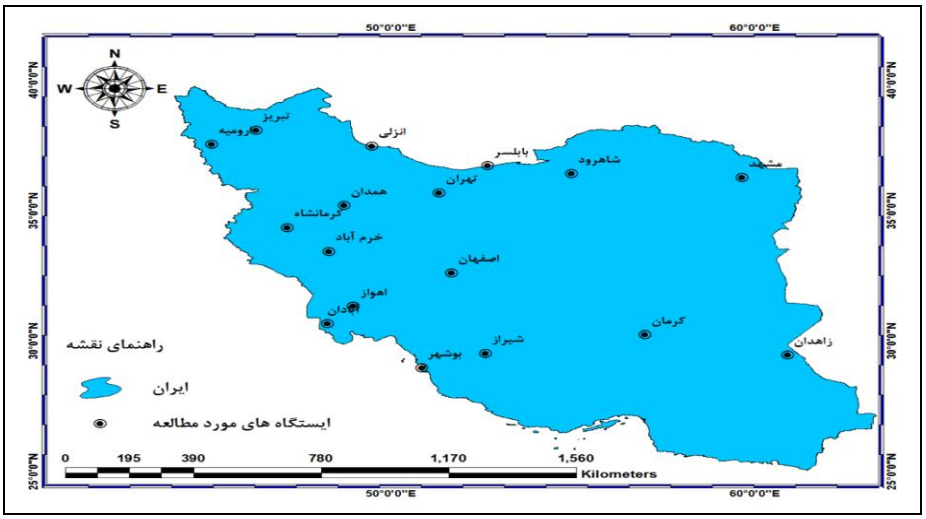
## داده ها و روش ها

جهت انجام پژوهش حاضر از دو دسته داده، داده‌های دمای حداکثر، و مقادیر متناظر آن داده‌های مربوط به شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها طی بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۵۱ میلادی استفاده شده است. از بین ایستگاه‌های سینوپتیک کشور ۱۷ تا ایستگاه که دارای داده‌های بلندمدت (۶۰ساله)، بودند جهت بررسی تأثیر گرمایش جهانی بر روی دماهای متوسط ایران انتخاب شدند. لازم به ذکر است داده‌های مربوط به ایستگاه‌ها از سازمان هواشناسی کشور و داده‌های مربوط به شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها که به وسیله ایستگاه‌های هواشناسی موجود در سطح جهانی از سال ۱۸۸۰ تا یک ماه قبل به صورت ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه و جهت استفاده محققین کل دنیا در سایت قرار داده شده است. دوره پایه داده های مذکور برای محاسبه میانگین و انحراف معیار بلند مدت دوره ۳۰ ساله ۱۹۸۰-۱۹۵۱ می باشد. اساس داده های یاد شده در سال های

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

اول دوره بر مبنای مغزه های یخی و حلقه های درختی جمع آوری شده از کل دنیا و در سال های اخیر داده های ایستگاهی و تصاویر و اطلاعات ماهواره های هواشناسی می باشند. داده های مذکور به عنوان یکی از شاخص های اصلی اقلیمی کره زمین که منعکس کننده گرمایش جهانی است در کنار شاخص های استاندارد پیوند از دور در سایت مرکز ملی تحقیقات جوی- اقیانوسی آمریکا[1] قرار داده شده و در آخر هر ماه به روزرسانی می شوند. شکل(۱)، پراکندگی مکانی ایستگاه های مورد بررسی در سطح کشور را نشان می‌دهد.




**شکل(۱) پراکندگی مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح کشور**

در پژوهش حاضر جهت آشکار سازی تأثیر گرمایش جهانی بر روی دماهای حداکثر کشور طی بازه زمانی مورد مطالعه از روش‌های مختلفی همچون: آزمون همگنی جهت کنترل کیفی داده ها، آزمون همبستگی پیرسون جهت تبیین ارتباط بین دماهای متوسط ایستگاه ها با گرمایش جهانی، ضریب تعیین جهت بررسی میزان اثر گذاری گرمایش جهانی بر روی دماهای حداقل مطالعه شده، نمرات Z استاندارد جهت مقایسه بین دو مقدار، پهنه بندی به وسیله زمین آمار جهت نشان دادن توزیع مکانی ضرایب همبستگی در سطح کشور و آزمون من کندال جهت بررسی معنی دار بودن و نبودن تغییرات سری زمانی داده ها استفاده گردید. مجموعه روش‌های ذکرشده در جهت تحلیل و آشکارسازی تأثیرپذیری دماهای حداکثر کشور از گرمایش جهانی و تغییرات روند صورت گرفته کمک شایانی می‌کندکه ذیلاً به طور مختصر برخی از مهمترین روش های یاد شده ذکر می شود.

1 .http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

**روش استاندارد سازی**

برای مقایسه تغییرات دماهای ایستگاه‌های منتخب با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین و مدل‌سازی روند تغییرات آن‌ها، همچنین شناسایی تأثیر ناهنجاری‌های دمایی کره زمین بر دماهای ایستگاه‌ها، هر دو گروه داده‌ها با استفاده از معادله نمرات Z استاندارد، بین ۱- تا ۱+ استانداردسازی شده و مورد استفاده قرار گرفتند؛ تا امکان مقایسه دو گروه داده مذکور که در رده‌های عددی متفاوتی نسبت به همدیگر قرار داشتند فراهم شود. معادله نمرات Z استاندارد به شرح زیر می‌باشد:

$$F_{sd} = (f_i - \bar{F}) / \sigma \quad (۱$$

که در معادله فوق، $F_{sd}$: مقدار عنصر استانداردشده دما؛ $f_i$: مقدار دما در بازه زمانی مفروض؛ $\bar{F}$: میانگین بلندمدت دما و $\sigma$: انحراف معیار بلند مدت دما می‌باشند(خوشحال دستجردی و قویدل، ۱۳۸۶ : ۳۴).

**روش پهنه بندی**

در این مطالعه از مدل زمین آمار و توابع شعاعی آن جهت پهنه بندی مکانی مقادیر ضرایب همبستگی در سطح کشور بهره گرفته شد. این روش به عنوان یکی از مدل‌های زمین آمار محسوب می‌شود که به دلیل داشتن مقدار خطای کمتر و دقت بالا در این پژوهش از بین مدل‌های موجود انتخاب گردیده و مورد استفاده قرار گرفت. توابع پایه‌ی شعاعی این توانایی را به ما می‌دهند سطوحی را ایجاد نماییم که هم روندهای عام در آن‌ها در نظر گرفته شده‌اند و همچنین تغییرات محلی نیز در آن‌ها لحاظ شده باشند. این روش در نمونه‌هایی کمک‌کننده خواهد بود که رویه برازش شده بر حسب مقادیر نمونه‌برداری شده، به دقت سطح را نمایش نمی‌دهد(ترابی آزاد و همکاران،۱۳۸۹ :۱۹). این روش می‌تواند روی‌داده‌های نویز داری که به طور نامنظم در یک منطقه پخش‌شده‌اند اعمال‌شده و یک درون‌یابی چند متغیره هموار روی‌داده‌ها انجام دهد. به عبارت دیگر روش RBF تابعی را می‌یابد که مشابه یک ورقه فلزی نازک است که به طور همواری خم شده است و مقید به گذشتن از تمامی داده‌ها می‌باشد. در این روش یک تابع f( x,y ) را می‌یابد که این تابع نه تنها از تمامی داده‌های موجود می‌گذرد، بلکه مقدار یک تابع انحنا را که میزان هموار بودن تابع f( x,y ) را می سنجد را نیز کمینه می‌کند. در روش RBF تابعی که میزان تابع انحنا برای آن مینیمم می‌شود به شکل عمومی زیر می‌باشد و تفاوت روش‌های RBF مختلف در نحوه تعریف تابع RBF (E) در رابطه زیر می‌باشد:

$$f(x,y) = \sum_{j=1}^{n} a_j E(\|x - x_j, y - y_j\|) + b_0 + b_1 x + b_2 y \quad (۲$$

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

به طوری که $\|.\|$ بیانگر طول بردار، $x$ و $y$ متغیرهای مکانی، $(x_j, y_j)$ مختصات مکانی $j$ امین نقطه مشاهده‌ای پارامتر $zj$ و $E$ یک RBF می‌باشد. $a_j, b_0, b_1, b_2$ ضرایبی هستند که باید تعیین شوند تا تابع $f$ به طور صریح مشخص شود. البته ابتدا بایستی RBF ( E ) را نیز مشخص کنیم.

در پژوهش حاضر از سه روش Completely Requlerized spline، Multiquadratic، Thin plate spline توابع شعاعی جهت پهنه بندی ضرایب همبستگی استفاده شد. روابط زیر نحوه محاسبه این روش‌ها را نشان می‌دهد:

$$\text{Thin plate Spline} = \left[\left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2 + \lambda\right] \log\left[\left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2 + \lambda\right] \quad (۳$$

$$\text{Multiquadratic} = \sqrt{\left[\left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2\right] + \lambda} \quad (۴$$

رابطه زیر نیز نحوه محاسبه روش Completely Regularized spline را نشان می‌دهد:

$$T(x, y) = a_1 + a_2 x + a_3 y \quad (۵$$

$a_1$ ضریبی است که از طریق حل کردن معادله خطی

سیستم به دست می‌آید همچنین :

$$R(r) = \frac{1}{2\pi}\left\{\frac{r^2}{4}\left[\ln\left(\frac{r}{2\tau}\right) + c - 1\right] + \tau^2\left[k_0\left(\frac{r}{\tau}\right) + c + \ln\left(\frac{r}{2\pi}\right)\right]\right\} \quad (۶$$

که در آن $r$ فاصله بین نقطه و نمونه، $\tau^2$ پارامتر وزن، $k_0$ ضریب اصلاح شده معادله بسل و $c$ ضریب ثابتی است که برابر با ۰/۵۷۷۲۱۵ می‌باشد(ثقفیان و همکاران،۱۳۸۹ :۸۹).

**یافته های پژوهش**

در جدول ۱ مقادیر ضرایب همبستگی دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه با متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها به عنوان شاخص جهانی گرمایش جهانی درج شده است.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

**جدول (۱) مقادیر ضرایب همبستگی دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه با گرمایش جهانی**

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | می | ژوئن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آبادان | ۶۵/-۰ | ۰/۰۸ | *۳۰۵/۰ | **۴۱۶/۰ | *۲۵۵/۰ | **۵۰۲/۰ |
| اهواز | ۰/۰۲ | ۱۹۶/۰ | *۳۲۶/۰ | **۴۰۲/۰ | *۲۶۸/۰ | *۲۷۲/۰ |
| انزلی | -۰/۰۳۳ | *۳۰۶/۰ | ۱۶۲/۰ | ۱۱۹/-۰ | ۱۰۱/-۰ | ۲۷۶/۰*- |
| بابلسر | ۰/۰۴۶ | *۲۷۸/۰ | ۰/۰۹۴ | ۲۴/۰ | ۰/۰۰۱ | **۳۵/۰ |
| بوشهر | -۰/۰۴۹ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۹۷ | ۱۵۵/۰ | ۱۴۸/۰ | ۱/۰ |
| اصفهان | ۱۰۱/۰ | ۲۲۳/۰ | ۲۴۸/۰ | *۲۸۳/۰ | ۱۱۷/۰ | *۲۷۶/۰ |
| همدان | ۰/۰۱۶ | ۲۴۳/۰ | *۳۰۲/۰ | **۳۳۴/۰ | ۲۳/۰ | **۳۵۳/۰ |
| کرمان | ۱۲۶/۰ | *۳۰۹/۰ | **۳۶۷/۰ | *۳۰۸/۰ | ۰/۰۹۵ | ۲۲۱/۰ |
| کرمانشاه | ۲۱۹/۰ | *۳۰۶/۰ | *۳۱۴/۰ | *۲۸۶/۰ | **۳۴۱/۰ | **۳۷۲/۰ |
| خرم‌آباد | ۱/-۰ | -۰/۰۹۷ | ۰/۰۲۴ | ۱۶۲/-۰ | -۰/۰۷۸ | -۰/۰۴۳ |
| مشهد | ۰/۰۸۶ | *۲۸۹/۰ | ۱۴۵/۰ | **۳۳/۰ | **۳۵۲/۰ | **۳۳۸/۰ |
| ارومیه | ۱۲۹/۰ | *۲۷۱/۰ | ۱۶۹/۰ | ۱۱۳/۰ | ۰/۰۱۳ | ۱۴۶/۰ |
| شاهرود | ۰/۰۸۲ | ۱۷۱/۰ | ۲۳۳/۰ | ۱۲۹/۰ | ۲۴/۰ | *۳۰۸/۰ |
| شیراز | ۱۱۲/۰ | ۱۸۳/۰ | **۳۴۳/۰ | **۳۶۶/۰ | **۳۴۰/۰ | *۳۰۷/۰ |
| تبریز | ۰/۰۵۲ | *۳۱۸/۰ | *۳۲۵/۰ | *۲۷۶/۰ | *۳۲۵/۰ | *۲۶۷/۰ |
| تهران | ۲۰۷/۰ | ۲۰۸/۰ | ۲۶۷/۰ | ۲۰۷/۰ | ۱۲۳/-۰ | ۲۱۹/۰ |
| زاهدان | ۰/۰۱۴ | ۱۴۵/۰ | *۲۷۱/۰ | **۴۱۷/۰ | ۰/۰۶۵ | ۰/۰۹۶ |
| ایستگاه | ژوئیه | آگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر |
| آبادان | **۳۶۱/۰ | **۵۴۱/۰ | *۳۲۱/۰ | *۳۲۳/۰ | ۰/۰۶۷ | -۰/۰۴۷ |
| اهواز | ۰/۰۲۳ | **۴۷۴/۰ | ۱۲/۰ | ۰/۰۷۶ | ۰/۰۴۹ | ۰/۰۶۳ |
| انزلی | ۳۸/۰**- | *۲۷۶/۰ | ۲۵/-۰ | ۲/۰ | ۰/۰۳۷ | ۱۳۳/۰ |
| بابلسر | ۱۵۲/۰ | **۳۶۵/۰ | ۲۴۳/۰ | ۲۴۹/۰ | ۲۲۲/۰ | ۰/۰۲۶ |
| بوشهر | -۰/۰۶۳ | -۰/۰۲۹ | ۱۷۸/-۰ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۰۵ | ۱۱/-۰ |
| اصفهان | ۲۱۶/۰ | ۲۱۸/۰ | ۱۵۳/۰ | *۲۶۱/۰ | *۲۸۴/۰ | ۱۸۵/۰ |
| همدان | **۳۸۳/۰ | ۲۰۵/۰ | ۲۲۴/۰ | ۲۲۶/۰ | -۰/۰۲۸ | ۰/۰۰۸ |
| کرمان | **۳۶۷/۰ | ۲۱۷/۰ | ۲۱۲/۰ | ۱۹۴/۰ | ۲۳۱/۰ | ۱۹۹/۰ |
| کرمانشاه | ۲۳۲/۰ | *۳۰۵/۰ | **۴۳۴/۰ | **۲۹۳/۰ | ۱۵۴/۰ | *۲۸۳/۰ |
| خرم‌آباد | -۰/۰۸۹ | ۱۶۶/-۰ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۸۴ | ۲۶۸/۰*- | ۱۲۵/-۰ |
| مشهد | *۲۵۴/۰ | *۳۱۴/۰ | *۳۰۳/۰ | **۳۶۶/۰ | ۱۰۳/۰ | ۱۶۵/۰ |
| ارومیه | ۲۸۷/۰*- | -۰/۰۴۷ | ۰/۰۹ | ۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۱ | ۱۰۲/۰ |
| شاهرود | *۳۰۵/۰ | *۲۷۵/۰ | *۲۹۲/۰ | ۲۳۲/۰ | ۱۸۲/۰ | ۰/۰۳۴ |
| شیراز | **۵۳۹/۰ | **۴۲۹/۰ | *۳۱۶/۰ | *۲۷۲/۰ | ۲۲۱/۰ | -۰/۰۰۸ |
| تبریز | -۰/۰۱۶ | ۱۰۷/۰ | *۲۹۷/۰ | **۳۵۴/۰ | ۱۹۶/۰ | ۲۲/۰ |
| تهران | ۱۸۲/-۰ | ۱۷۱/۰ | ۰/۰۸۵ | *۲۶۷/۰ | ۱۴۵/۰ | ۱۰۴/۰ |
| زاهدان | ۱۵۶/۰ | ۰/۰۷۳ | *۲۷۴/۰ | ۲۴/۰ | *۳۰۷/۰ | -۰/۰۱۶ |

بر اساس جدول رابطه دمای بیشینه ایستگاه های کشور با شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها در ژانویه معنی دار نیست. ضرایب همبستگی در ماه فوریه

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

از بین ۱۷ ایستگاه شاخص استفاده شده فقط ۶ ایستگاه آن هم در سطح معناداری ۰/۰۵ دارای رابطه همبسته با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. در بین ایستگاه‌های همبسته ایستگاه کرمان با میزان ضریب همبستگی ۰/۳۰۹ و سطح ۰/۰۵ معنی داری دارای بیش‌ترین مقدار همبستگی و ایستگاه ارومیه با میزان همبستگی ۰/۲۷۱ در سطح معنی دار ۰/۰۵ دارای کمترین میزان رابطه همبسته با تغییرات دمایی کره زمین‌اند. در ماه مارس تعداد ایستگاه‌های دارای رابطه همبسته معنادار به ۸ ایستگاه می‌رسد. اگر چه از بین این ایستگاه‌ها فقط دو تا ایستگاه در سطح ۰/۰۱ درصد معناداری بوده و بقیه در سطح ۰/۰۵ معناداری رابطه همبسته مثبت می‌باشند ولی با این وجود نسبت به ماه قبل تأثیرپذیری دمای حداکثر ایستگاه‌ها از گرمایش جهانی افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، کرمان با میزان ضریب همبستگی ۰/۳۶۷ و ضریب تعیین ۱۳ درصدی دارای بیش‌ترین ارتباط و زاهدان با میزان ضریب همبستگی ۰/۲۷۱ دارای کمترین میزان ارتباط مثبت همبسته با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. در ماه آوریل به غیر از ۷ ایستگاه بقیه ایستگاه‌ها دارای رابطه مثبت همبسته با تغییرات دمایی کره زمین هستند. در این ماه نسبت به ماه مارس به غیر از ایستگاه‌های کرمان، کرمانشاه و تبریز بقیه ایستگاه‌ها افزایش در میزان تأثیرپذیری از گرمایش جهانی را تجربه می‌کنند. ایستگاه زاهدان با میزان ضریب همبستگی ۰/۴۱۷ و ضریب تعیین ۱۷ درصد دارای بیش‌ترین تأثیرپذیری و ایستگاه تبریز با میزان ضریب همبستگی ۰/۲۷۶ کمترین میزان تأثیرپذیری را از ناهنجاری‌های دمایی کره زمین داشتند. در ماه می از بین ایستگاه‌های مورد بررسی فقط ۶ ایستگاه دارای رابطه همبسته مثبت با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. از ۶ ایستگاه ذکر شده شیراز، مشهد و کرمانشاه در سطح معناداری ۰/۰۱ و آبادان، اهواز و تبریز در سطح ۰/۰۵ معناداری دارای رابطه همبسته با گرمایش جهانی می‌باشند. ایستگاه مشهد با ضریب همبستگی ۰/۳۵۲ و ضریب تعیین ۱۲ درصد دارای بیشترین میزان رابطه و ایستگاه آبادان با میزان همبستگی ۰/۲۵۵ دارای کمترین میزان رابطه همبسته مثبت با گرمایش جهانی هستند. در ماه ژوئن نسبت به ماه می بر میزان رابطه همبستگی دمای حداکثر با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین افزوده شده است. نکته جالب توجه عدم تأثیرپذیری دمای حداکثر ایستگاه‌های بوشهر، خرم‌آباد و تهران از گرمایش جهانی تا ماه ژوئن می‌باشد. ایستگاه شاهرود بر عکس ماه‌های قبل در ماه خرداد همبستگی مثبت معنادار با ضریب همبستگی ۰/۳۰۸ با گرمایش جهانی نشان می‌دهد. از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه آبادان با ضریب همبستگی مثبت ۰/۵۰۲ و ضریب تعیین ۲۵ درصد بیش‌ترین تأثیر را از گرمایش

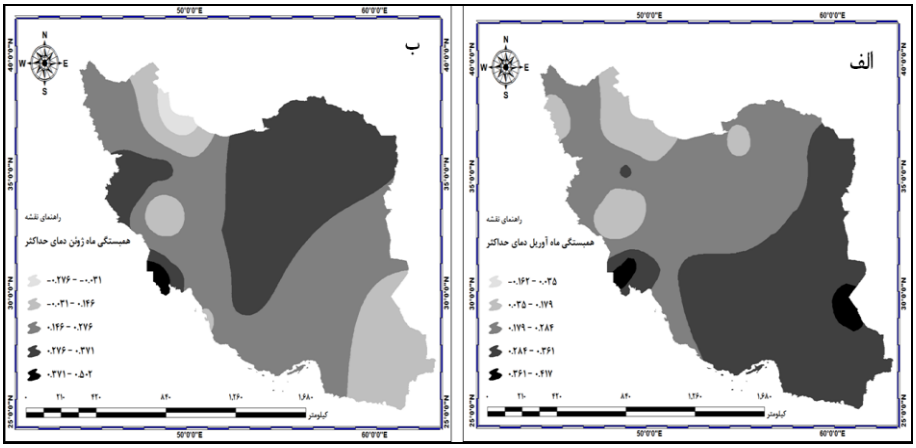
[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

جهانی پذیرفته و در مقابل ایستگاه تبریز با ضریب همبستگی ۰/۲۶۷ کمترین رابطه معنادار را با گرمایش جهانی در بین ایستگاه‌های همبسته نشان می‌دهد.

در شکل۲ پراکندگی فضایی ضرایب همبستگی دمای حداکثر ماه‌های آوریل و ژوئن با گرمایش جهانی در سطح کشور ترسیم شده است. با توجه به شکل ۲ در ماه آوریل همبستگی بالای ۰/۲۸ در قسمت‌های جنوب شرقی، شرقی، جنوبی و بخش‌هایی از شمال شرق و شمال غرب کشور قابل مشاهده است. در ماه ژوئن نیز بالاترین میزان ضرایب همبستگی در قسمت-هایی از غرب کشور و همچنین شرق نوار ساحلی شمال کشور، شمال شرقی و بخش‌هایی از نواحی مرکزی مشاهده می‌گردد. کمترین میزان ارتباط هم در گوشه‌ای از شمال غرب در بخش‌هایی از اردبیل و رشت دیده می‌شود.

اولین نکته ای که در تحلیل‌های همبستگی بین حداکثر دمای ایستگاه‌ها با گرمایش جهانی در ماه ژوئیه یا تیر به چشم می‌خورد، تأثیرپذیری معکوس دمای حداکثر ارومیه و انزلی از گرمایش جهانی (با ضریب همبستگی به ترتیب برابر با ۰/۲۸۷- و ۰/۳۸۵- و ضرایب تعیین برابر با ۸ و ۱۴/۸ درصد) می‌باشد. در این ماه از تعداد ایستگاه‌های دارای رابطه همبستگی معنی دار با گرمایش جهانی کاسته شده و از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، شیراز با میزان ضریب همبستگی ۰/۵۳۹ و ضریب تعیین ۲۹ درصد، دارای حداکثر تأثیرپذیری و ایستگاه مشهد با میزان ضریب همبستگی ۰/۲۵۴ و ضریب تعیین ۶ درصد دارای حداقل تأثیرپذیری را از ناهنجاری‌های دمایی کره زمین بوده‌اند. در ماه اگوست به غیر از ایستگاه‌های آبادان، اهواز، بابلسر، مشهد، شاهرود، انزلی، کرمانشاه و شیراز بقیه ایستگاه‌ها به هیچ‌وجه رابطه همبسته با گرمایش جهانی نشان نمی‌دهند.




**شکل (۲) پراکندگی مکانی ضرایب همبستگی بین گرمایش جهانی با دمای حداکثر الف: ماه آوریل ب: ماه ژوئن**

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

از بین ایستگاه‌های همبسته، آبادان با میزان ضریب همبستگی ۰/۵۴۱ و ضریب تعیین ۲۹ درصد و ایستگاه شاهرود با ضریب همبستگی ۰/۲۷۵ هر کدام به ترتیب دارای بیش‌ترین و کمترین ضریب همبستگی و رابطه معناداری با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. در ماه سپتامبر از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه آبادان، کرمانشاه، مشهد، شاهرود، شیراز، تبریز و زاهدان رابطه همبستگی مثبت با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. در شهریور ماه ایستگاه کرمانشاه با ضریب همبستگی ۰/۳۶ و ضریب تعیین ۱۳ درصد دارای بیش‌ترین ضریب همبستگی و ایستگاه زاهدان با ۰/۲۷۴ و ضریب تعیین ۷ درصد دارای کمترین میزان همبستگی در بین ایستگاه‌های دارای رابطه مستقیم هستند.

در اکتبر همانند ماه‌های قبل ضریب همبستگی و تعداد ایستگاه‌های همبسته بازهم کمتر شده و به غیر از ۷ ایستگاه از بین ۱۷ ایستگاه مورد مطالعه که شامل ایستگاه‌های آبادان، انزلی، کرمانشاه، مشهد، شیراز، تهران و تبریز می‌شود بقیه ایستگاه‌ها هیچ‌گونه رابطه معناداری با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین نشان نمی‌دهند. در بین ایستگاه‌های همبسته کرمانشاه با میزان ضریب همبستگی ۰/۳۹۳ و ضریب تعیین ۱۵ درصد و ایستگاه اصفهان با میزان همبستگی ۰/۲۶۱ و ضریب تعیین ۶/۸ درصد به ترتیب دارای بیش‌ترین و کمترین رابطه همبستگی هستند.

در ماه نوامبر فقط ۳ ایستگاه دارای رابطه معنادار با گرمایش جهانی مشاهده گردید که از این سه ایستگاه، خرم‌آباد با میزان ضریب همبستگی ۰/۲۶۸- و ضریب تعیین ۷ درصد دارای همبستگی معکوس منفی با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین بوده و ایستگاه زاهدان با ضریب همبستگی ۰/۳۰۷ و ضریب تعیین ۹ درصد و اصفهان با ضریب همبستگی ۰/۲۸۴ و ضریب تعیین برابر با ۸ درصد، دارای همبستگی مثبت با پدیده گرمایش جهانی می‌باشند.

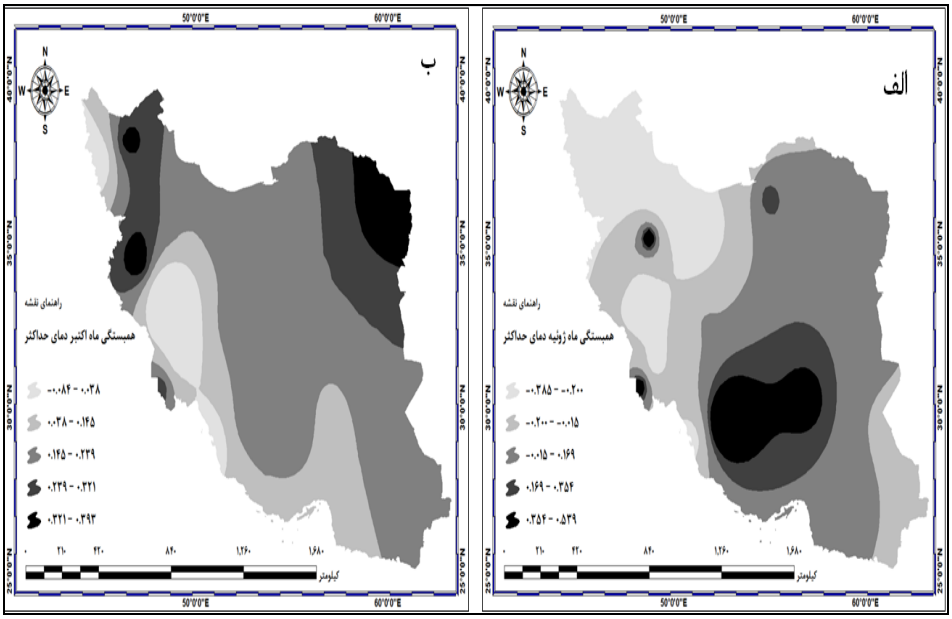
با نزدیک شدن به اواخر پاییز و اوایل زمستان از رابطه دماهای بیشینه با گرمایش جهانی تا حدود زیادی کاسته شده و در ماه دسامبر به حداقل میزان رسیده و به غیر از ایستگاه کرمانشاه تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی هیچ‌گونه رابطه معناداری با گرمایش جهانی نشان نمی‌دهند. لذا می‌توان گفت دمای حداکثر آذر ماه بعد از ماه ژانویه در حداقل رابطه معناداری خود با گرمایش جهانی قرار دارد.

در شکل ۳ پراکندگی مکانی ضرایب همبستگی دمای حداکثر ماه‌های ژوئیه و اکتبر با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین در ایران را نشان می‌دهد. در ماه ژوئیه همبستگی بالای ۰/۳۵ بیشتر در نواحی جنوبی کشور و نیز به صورت پراکنده در غرب و بخشی از شمال غرب مشاهده می‌گردد. در ماه اکتبر همبستگی بالای ۰/۳۲ در گوشه شمال شرقی کشور و بخش‌هایی از

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

شمال غرب دیده می‌شود. لازم به ذکر است کمترین میزان ارتباط در ماه اکتبر منوط به بخش-هایی از غرب و جنوب غرب و در ماه ژوئیه بخش‌هایی از غرب، شمال و شمال غرب کشور متمرکز است.

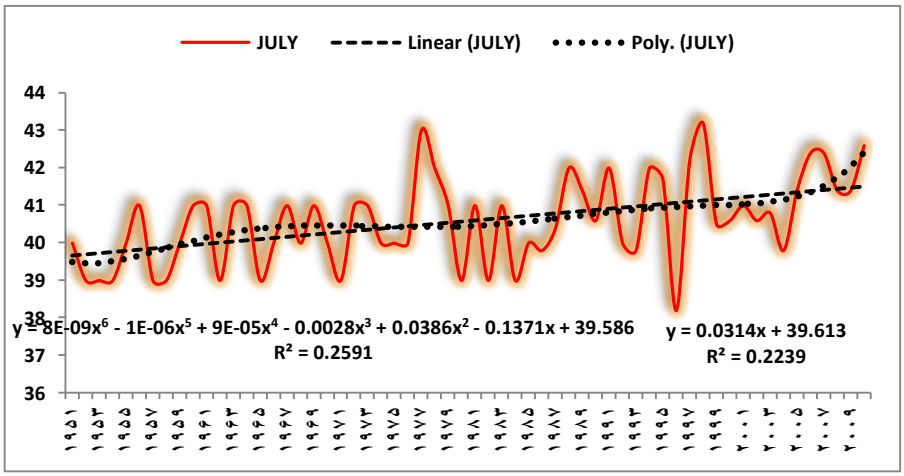



**شکل(۳) پراکندگی مکانی ضرایب همبستگی بین گرمایش جهانی با دمای حداکثر الف: ماه ژوئیه ب: ماه اکتبر**

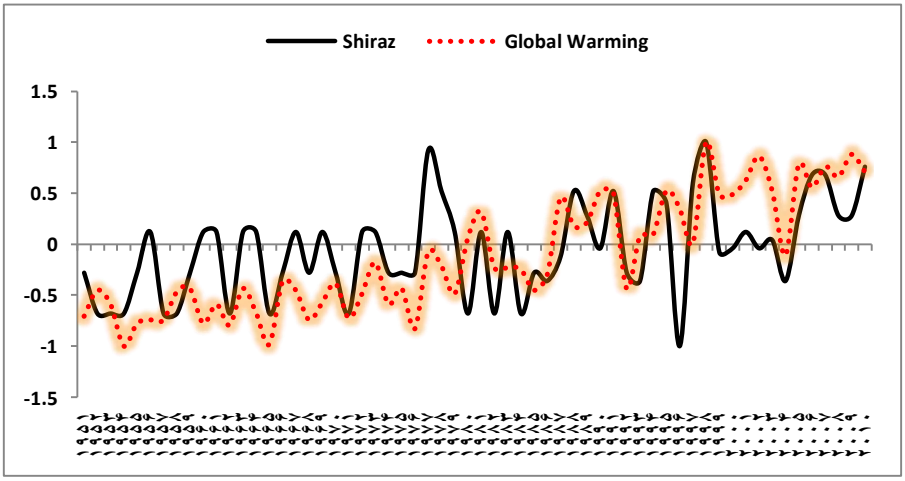
تحلیل روند تغییرات سری زمانی دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه تحت تاثیر گرمایش جهانی اغلب حاکی از افزایشی بودن دمای ایستگاه‌ها در اکثر ماه‌ها دارد. از بین ایستگاه‌های مورد بررسی ایستگاه انزلی در ماه‌های ژوئن و ژوئیه، ایستگاه خرم آباد در ماه نوامبر و ارومیه در ماه ژوئیه تاثیری معکوس از گرمایش جهانی گرفته و افت در دمای حداکثر خود را تجربه می کند. به غیر از ایستگاه بوشهر که هیچگونه رابطه معنی‌دار با گرمایش جهانی نشان نمی دهد، بقیه ایستگاه‌ها در اکثر ماه‌ها افزایش در دمای حداکثر خود تحت تاثیر گرمایش جهانی تجربه می‌کنند. بررسی روند سری زمانی دمای حداکثر اغلب ایستگاه‌ها در بلند مدت گویای افزایشی بودن شیب دمایی آنها هر چند به مقدار کم دارد. به دلیل محدودیت‌های موجود فقط به بررسی روند تغییرات دمای حداکثر ماه ژوئن ایستگاه شیراز تحت تاثیر گرمایش جهانی پرداخته می شود.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

دمای حداکثر ماه ژوئیه این ایستگاه نوساناتی ما بین ۳۸ تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد طی بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. طی این دوره دمای حداکثر شیراز همواره صعود و نزول‌های مکرری در این بازه زمانی داشته اما با توجه به نتایج رگرسیون خطی و سهمی درجه۶ می‌توان گفت، در بلندمدت دارای یک روند صعودی قابل توجهی شکل(۴) بوده است. شکل(۵)، نمودار استاندارد شده گرمایش جهانی و دمای حداکثر ماه ژوئیه شیراز را نمایش می‌دهد. طبق نمودار ذکر شده در اکثر سال‌های مطالعاتی هماهنگی قابل توجهی در تغییرات گرمایش جهانی و دمای حداکثر ماه ژوئیه شیراز مشاهده می‌گردد؛ که این فرآیند از سال ۱۹۶۲ به بعد کاملاً به چشم می‌خورد.



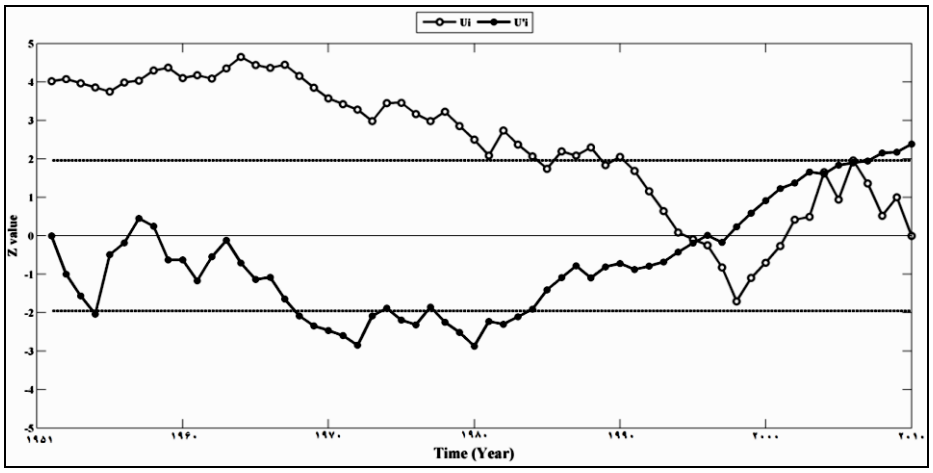

شکل (۴) نمودار مربوط به روند سری زمانی ماه ژوئیه دمای حداکثر ایستگاه شیراز




شکل (۵) نمودار مقایسه‌ای ماه ژوئیه دمای حداکثر ایستگاه شیراز با گرمایش جهانی

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

نتایج بدست آمده از آزمون معناداری تغییر روند من – کندال نشان دهنده معناداری تغییرات روند دمایی حداکثر صورت گرفته در ماه‌های تابستان می باشد. روند تغییرات ماه‌های ژوئیه، آگوست و سپتامبر معنی دار بوده که این فرآیند در ایستگاه‌های جنوبی بیشتر نمایان می باشد.




**شکل(۶) نمودار من کندال ماه آگوست دمای حداکثر ایستگاه آبادان**

در سایر ماه‌ها تغییرات دمایی صورت گرفته براساس نتایج حاصل شده از آزمون من – کندال معنی دار نبوده اما افزایشی بودن روند دمایی ایستگاه‌ها کاملاً نمایان می باشد. شکل ۶ نمودار من کندال دمای حداکثر آگوست آبادان را نشان می دهد. نتایج بدست آمده از نمودار ذکر شده نشان از سه جهش و تغییر دمایی در سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶(نقطه عطف)، میلادی دارد. روند تغییرات سری زمانی دمایی صورت گرفته در این ایستگاه به دلیل قطع خطوط Ui و U'i در محدوده ۱/۹۶± و مسیر مخالف دو خط کاملاً معنادار می‌باشد. دمای آبادان روند مثبت رو به گرمایش را از سال ۱۹۸۰ به بعد داشته است.

## تحلیل‌های دوره‌ای دمای حداکثر

### دوره سرما

تحلیل همبستگی پیرسون ارتباط دوره سرمایی دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد بررسی با گرمایش جهانی نشان از تأثیرپذیری تعداد کم ایستگاه‌های مورد مطالعه از این پدیده می‌باشد، به گونه‌ای که از بین ۱۷ تا ایستگاه مورد بررسی فقط ۷ ایستگاه رابطه همبستگی مثبت از خود نشان می‌دهند. در این بین ایستگاه کرمانشاه با ضریب همبستگی ۰/۲۰۸ و ضریب تعیین برابر

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

با ۴ درصد حداکثر تأثیرپذیری را در بین ایستگاه‌های همبسته از گرمایش جهانی داشته و ایستگاه شیراز با میزان ضریب همبستگی ۰/۱۲۸ و ضریب تعیین ۲ درصد کمترین میزان رابطه معنادار را با گرمایش جهانی نشان می‌دهد.

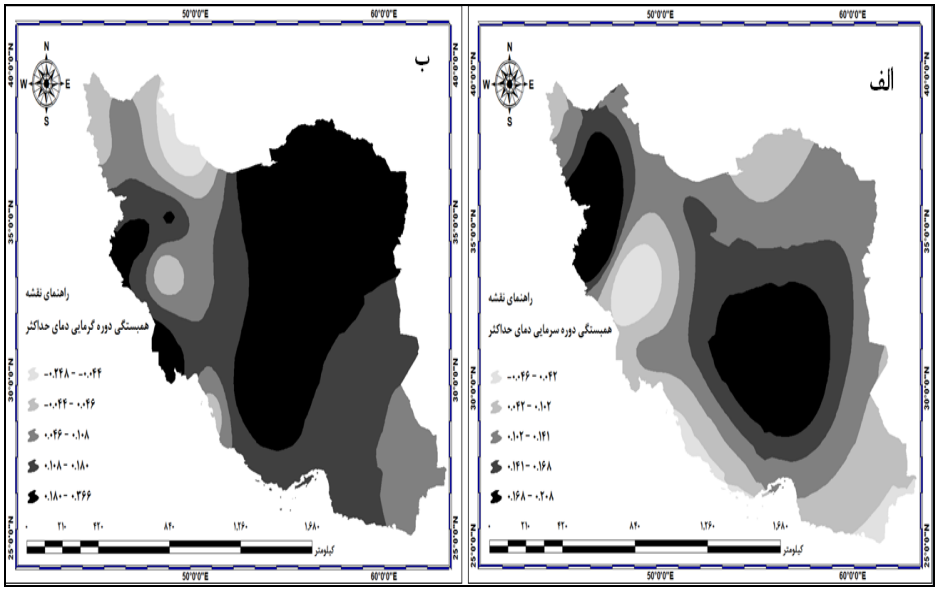
**دوره گرما**

مقایسه دوره گرمایی با دوره سرمایی دمای حداکثر ایستگاه‌ها و تأثیرپذیری آن‌ها از ناهنجاری‌های دمایی کره زمین نمایانگر تأثیر بیشتر گرمایش جهانی بر روی دمای حداکثر دوره گرمایی ایستگاه‌های مورد بررسی است. از ۱۷ تا ایستگاه، ۹ ایستگاه در سطح معناداری ۰/۹۹ درصد دارای رابطه همبستگی مثبت با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین هستند. نکته جالب توجه عدم تأثیرپذیری ایستگاه‌های بوشهر، خرم‌آباد، ارومیه، تبریز و زاهدان در هر دو دوره سرمایی و گرمایی از گرمایش جهانی است؛ که حتی حداقل همبستگی را با ناهنجاری ها ی دمایی کره زمین چه به صورت مثبت و چه به صورت منفی در طول دوره سرمایی و گرمایی نداشته‌اند. در این دوره ایستگاه آبادان با ضریب همبستگی ۰/۳۶۶ و ضریب تعیین برابر با ۱۳ درصد دارای بیش‌ترین میزان تأثیرپذیری مثبت و ایستگاه اصفهان با میزان همبستگی ۰/۱۳۳ درصد و ضریب تعیین برابر با ۱/۷ درصد دارای کمترین میزان تأثیرپذیری مثبت از گرمایش جهانی‌اند.

شکل ۷ پراکندگی مکانی ضرایب همبستگی بین گرمایش جهانی با دمای دوره سرد و گرم دمای حداکثر را نشان می‌دهد. در دوره سرمایی همبستگی ۱۶ تا ۲۰ صدم در بخش‌هایی از شمال غرب و نواحی مرکزی کشور دیده می‌شود. در دوره گرمایی همبستگی بالای ۱۸ صدم به صورت پراکنده در بخش‌های غربی کشور و به صورت گسترده در قسمت‌های شرقی نوار ساحلی شمالی کشور، شمال شرق، نواحی مرکزی و جنوبی دیده می‌شود.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]




**شکل(۷) پراکندگی مکانی ضرایب همبستگی بین گرمایش جهانی با دمای حداکثر الف: دوره سرد ب: دوره گرم**

در دوره سرد کمترین میزان ضریب همبستگی در غرب و نوار ساحلی جنوبی و در دوره گرمایی در قسمت‌هایی از شمال غرب کشور مشاهده می‌گردد.

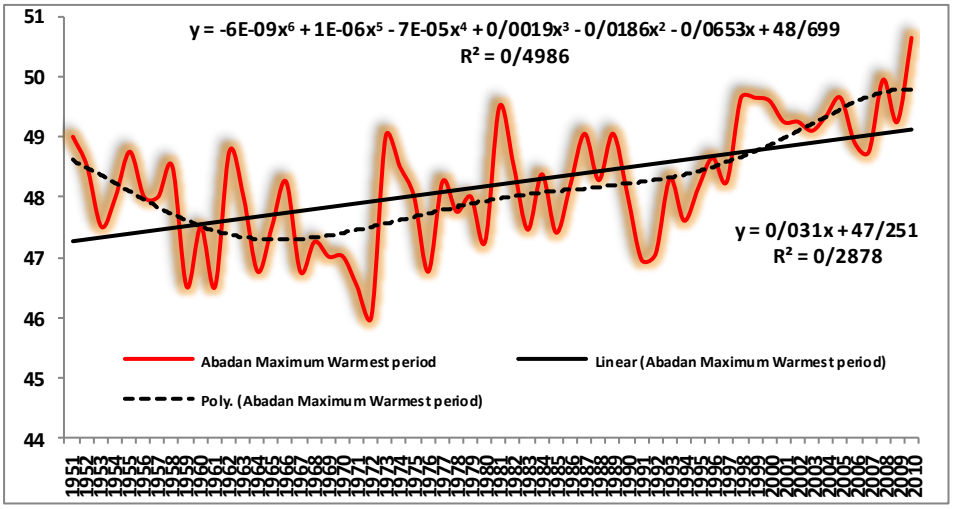
**جدول (۳) مقادیر ضرایب همبستگی دوره‌ای(سرد و گرم)، دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه با گرمایش جهانی**

| ایستگاه | دوره سرد | دوره گرم | ایستگاه | دوره سرد | دوره گرم |
|---|---|---|---|---|---|
| آبادان | ۰/۰۷۲ | ۰/۳۶۶** | خرم‌آباد | ۰/۴۶ | -۰/۰۵۲ |
| اهواز | ۰/۱۱۲ | ۰/۱۷** | مشهد | ۰/۱۲۹* | ۰/۲۵۰** |
| انزلی | ۰/۱۱۶ | -۰/۲۴۸** | ارومیه | ۰/۱۲۶ | -۰/۰۰۵ |
| بابلسر | ۰/۱۱۸ | -۰/۲۴۸** | شاهرود | ۰/۰۹۲ | ۰/۲۲۵** |
| بوشهر | ۰/۰۲۳ | -۰/۰۳۵ | شیراز | ۰/۱۲۸* | ۰/۲۶۷** |
| اصفهان | ۰/۱۴۵* | ۰/۱۳۳* | تبریز | ۰/۱۶۶* | ۰/۱۲۲ |
| همدان | ۰/۰۹۹ | ۰/۲۰۸** | تهران | ۰/۱۴۵* | ۰/۰۹۶ |
| کرمان | ۰/۲۰۵** | ۰/۱۷۴** | زاهدان | ۰/۰۹۸ | ۰/۰۹۹ |
| کرمانشاه | ۰/۲۰۸** | ۰/۲۱۳** | | | |

بررسی روند تغییرات سری زمانی بلند مدت دمای دوره‌ای(سرد و گرم)، دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد بررسی اغلب از افزایشی بودن آن‌ها هر چند به مقدار کم حکایت دارد. در این بین دمای دوره‌ای ایستگاه‌های کرانه‌ی خزری(انزلی و بابلسر) در دوره‌ی گرم تاثیرپذیری عکس

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

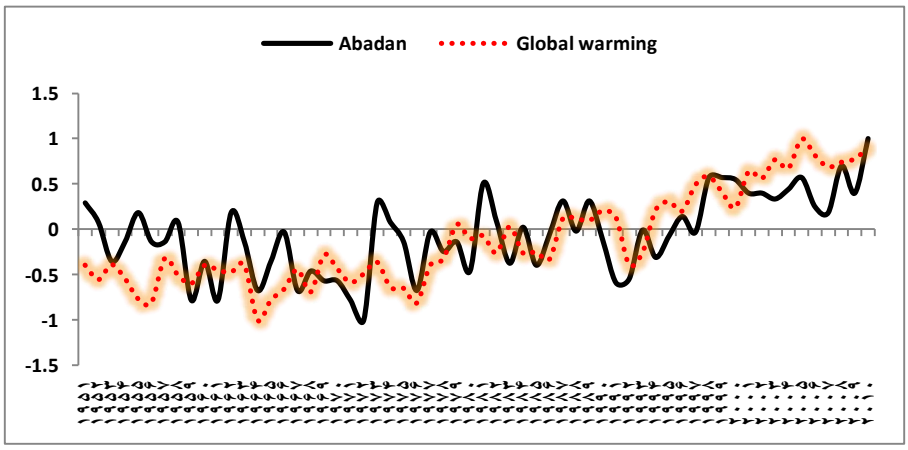
از گرمایش جهانی داشته و روندی کاهشی را تحت تاثیر آن سپری کرده‌اند. اما بقیه ایستگاه‌ها در سری زمانی بلند مدت خود افزایش در دمای حداکثر را نشان می دهند که این امر در برخی از ایستگاه‌ها رابطه معناداری قوی داشته که در دوره‌ی گرم نسبت به دوره سرد بیشتر می باشد. شکل ۸ و ۹ نمودار روند تغییرات سری زمانی دوره‌ی گرم ایستگاه آبادان و مقایسه تغییرات آن با گرمایش جهانی را نشان می دهد. نمودار سری زمانی دمای دوره گرمایی ایستگاه آبادان افت و خیزهای به نسبت زیادی را طی بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. این افت و خیزها در کوتاه مدت بسیار بارز بوده و در بلندمدت نیز شاهد روند صعودی قابل توجه در سری زمانی دمای دوره گرمایی آبادان هستیم. این امر مخصوصاً از سال ۱۹۷۱ به بعد به روشنی قابل شناسایی است (شکل۸). نمودار مقایسه‌ای دمای دوره گرمایی آبادان با گرمایش جهانی نشان از ارتباط به نسبت کمتر این دو دما دارد. اما می‌توان گفت هر گروه دمایی از سال ۱۹۷۶ روند صعودی قابل توجهی را طی کرده که در بیشتر موارد با افزایش گرمایش جهانی دمای دوره گرمایی آبادان افزایش و با کاهش آن، کاهش در دمای آبادان رخ داده است (شکل۹).




شکل(۸) نمودار مربوط به روند سری زمانی دوره گرم دمای حداکثر ایستگاه آبادان

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

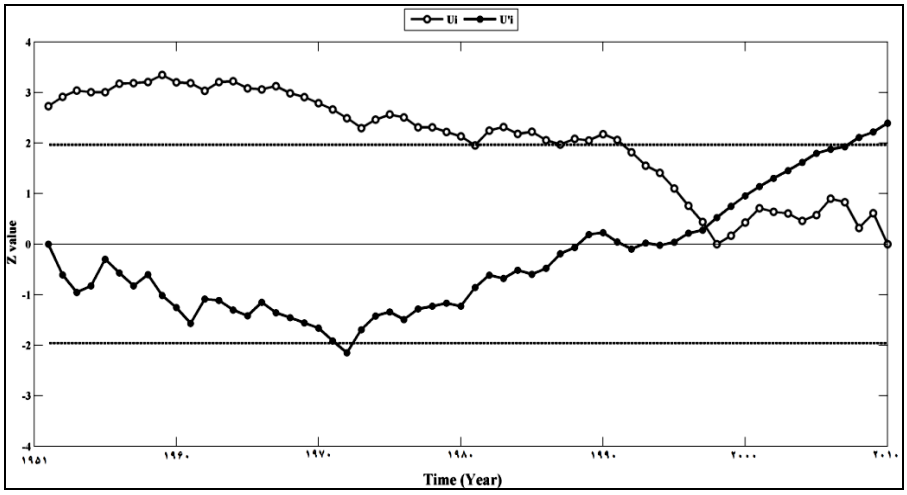



**شکل (۹) نمودار مقایسه‌ای دوره گرم دمای حداکثر ایستگاه آبادان با گرمایش جهانی**

بررسی معناداری تغییر روند دمایی صورت گرفته در دوره‌های(سرد و گرم) ایستگاه‌های مورد بررسی نشان دهنده معناداری آن در دوره گرمایی دمای حداکثر می‌باشد. این فرآیند بیشتر در ایستگاه‌های جنوبی نمایان‌تر می باشد. تغییرات روند دمایی صورت گرفته در دوره سرمایی دمای حداکثر معنی‌دار نبوده که براساس نتایج حاصل شده از تحلیل سری زمانی دمایی ایستگاه‌ها پدیده‌ای دور از انتظار نمی‌باشد. شکل ۱۰ نمودار من – کندال دوره گرمایی ایستگاه آبادان را نشان می دهد. براساس نمودار ذکر شده روند دمایی این ایستگاه از سال ۱۹۷۲ به بعد روندی مثبت و رو به گرم شدن را طی می‌کند. در سال ۱۹۹۷ نقطه عطفی در سری دمایی این ایستگاه به وقوع پیوسته که به دلیل قطع خطوط Ui و U'i در محدوده ۱/۹۶± تغییر روند صورت گرفته به دلیل خارج شدن خط U'i از محدوده ۱/۹۶± کاملاً معنی‌دار می‌باشد.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]




**شکل (۱۰) نمودار من کندال دوره گرم دمای حداکثر ایستگاه آبادان**

## نتیجه‌گیری

پژوهش پیش‌رو در جهت آشکارسازی آماری ارتباط بین دمای حداکثر کشور با شاخص متوسط جهانی ناهنجاری های دمایی خشکی ها و اقیانوس ها به انجام رسیده است. با توجه به نتایج به دست آمده، دمای حداکثر کمتر تحت تأثیر گرمایش جهانی قرارگرفته و روند دمایی آن تغییرات نسبتاً کمتری داشته است. تأثیر گرمایش جهانی بر روی دمای حداکثر در ماه‌های سرد سال همچون ژانویه، دسامبر و نوامبر خیلی کمتر بوده و بیش‌ترین نمود آن در فصول بهار و تابستان دیده می‌شود؛ که در نتیجه آن اغلب ایستگاه‌ها افزایش در دمای حداکثر را تجربه می‌کنند. هر چند این افزایش صورت گرفته کمتر بوده و فقط در برخی ایستگاه‌های جنوبی مانند آبادان، اهواز و شیراز ضرایب همبستگی بالایی آن هم در ماه‌های گرم سال دیده می‌شود که این امر گرم تر شدن تابستان در این مناطق را نشان می‌دهد. فرآیند ذکرشده در بررسی دوره‌ای دمای سرد و گرم سال نیز مشهود است و تأثیرپذیری دمای دوره‌ی گرم ایستگاه‌های مطالعه شده از گرمایش جهانی نسبت به دوره‌ی سرد بیشتر بوده و بیانگر افزایش دمای دوره‌ی گرم سال می‌باشد. در این بین تعدادی از ایستگاه‌ها نیز مانند ایستگاه انزلی، ارومیه و خرم‌آباد در برخی ماه‌ها از گرمایش جهانی تأثیرپذیری معکوس داشته و در دماهای حداکثر آن‌ها افت دیده می‌شود. این امر در نتایج حاصل‌شده از تحلیل‌های دوره‌ای نیز مشاهده می‌شود. ایستگاه انزلی در دوره گرمایی همبستگی معنادار منفی با گرمایش جهانی داشته و افت دمای حداکثر دوره‌ی گرم این ایستگاه را نمایان می‌سازد. تغییرات روند دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

بررسی بیانگر معناداری آن در ماه‌های تابستان می باشد. روند تغییرات ماه‌های ژوئیه، آگوست و سپتامبر معنی دار بوده که این فرآیند در ایستگاه‌های جنوبی بیشتر نمایان می باشد. در سایر ماه‌ها تغییرات دمایی صورت گرفته براساس نتایج حاصل شده از آزمون من – کندال معنی دار نبوده اما افزایشی بودن روند دمایی ایستگاه‌ها کاملاً محرز می باشد. بررسی معناداری تغییر روند دمایی صورت گرفته در دوره‌های(سرد و گرم) ایستگاه‌های مورد بررسی نشان دهنده معناداری آن در دوره گرمایی می‌باشد. این امر بیشتر در ایستگاه‌های جنوبی بارزتر می‌باشد. تغییرات روند دمایی صورت گرفته در دوره سرمایی دمای حداکثر معنی‌دار نبوده که براساس نتایج حاصل شده از تحلیل سری زمانی دمایی ایستگاه‌ها دور از انتظار نمی‌باشد.

**منابع و ماخذ**


۱. اسفندیاری درآباد، فریبا؛ عالی‌جهان، مهدی؛ رحیمی، مسعود؛ مهرورز، ارسلان (۱۳۹۲). **آشکارسازی آماری تأثیر پدیده گرمایش جهانی بر ناهنجاری‌های دبی حوضه رودخانه ارس**، ژئومورفولوژی کمی، شماره۴، صص ۶۰-۴۳.

۲. ترابی آزاد، مسعود؛ سیه سرانی، امیر؛ افتخاری، رحیم (۱۳۸۹). **آموزش جامع تحلیل گر زمین آمار نرم‌افزار**Arc Gis، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران.

۳. ثقفیان، بهرام؛ دانش کار آراسته، پیمان؛ رحیمی بندر آبادی، سیما؛ فتاحی، ابراهیم؛ محمد زاده، محسن (۱۳۸۹). **پیش‌نویس راهنمای روش‌های توزیع مکانی عوامل اقلیمی با استفاده از داده‌های نقطه‌ای**، وزارت نیرو و معاونت امور آب و آبفا دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، نشریه شماره ۳۶۸ – الف.

۴. خوش‌اخلاق، فرامرز؛ غریبی، ابراهیم؛ شفیعی، زلیخا (۱۳۹۰). **نگرشی بر تغییرات حداقل-های مطلق دما در پهنه ایران‌زمین**، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۴۲، صص ۲۱۶-۱۹۹.

۵. خوشحال دستجردی، جواد، قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۷). **بررسی رابطه تغییرات بارش سالیانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین و شبیه‌سازی عددی آن با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی**، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۵۱-۲۹.

۶. خوشحال دستجردی، جواد؛ قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۷). **کاربرد آزمون ناپارامتری من-کندال در برآورد تغییرات دمایی مطالعه موردی: اصفهان**، فضای جغرافیایی، شماره ۲۲، صص ۳۸-۲۱.


[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

۷. رحیم زاده، فاطمه، عسگری، احمد؛ فتاحی، ابراهیم؛ محمدیان، نوشین؛ تقی پور، افسانه (۱۳۸۸). **روند نمایه‌های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۱**، تحقیقات جغرافیایی،شماره ۹۳، صص ۱۴۴-۱۱۹.

۸. عزیزی، قاسم؛ روشنی، محمود (۱۳۸۶). **مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال**، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص۲۸-۱۳.

۹. علیجانی، بهلول، قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۴). **مقایسه و پیش‌بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی**، جغرافیا و توسعه، شماره ۶، صص ۳۸-۲۱.

۱۰.قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۱). **مدل‌های زمانی تحلیل و پیش‌بینی دماهای فرین پایین تهران**، فضای جغرافیایی، شماره ۳۷، صص ۱۵۷-۱۳۱.

۱۱.محمدی، حسین؛ تقوی، فرحناز (۱۳۸۴). **روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران**، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۱۵۱-۱۷۲.

۱۲.ورشاویان، وحید؛ خلیلی، علی؛ قهرمان، نوذر؛ حجام، سهراب (۱۳۹۰). **بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران**، فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۷، شماره ۱، صص ۱۷۹-۱۶۹.

Brunettia, M., Buffonib, L., Mangiantic, F., Maugeria, M., & Nannid T. (2004). ***Temperature, precipitation and extreme events during the last century in Italy***. Global and Planetary Change, 40, 141–149.

Bani-Domi, M. (2005). ***Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan, Umm Al-Qura University Journal of Educational***. Social Sciences & Humanities, 17, 15-36.

Bartholy, J., & Pongrácz, R. (2007). ***Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001***. Global and Planetary Change, 57, 83–95.

Chaouche, K., Neppel, L., Dieulin, C., Pujol, N., Ladouche, B., Martin, E., Salas, D., & Caballero, Y. (2010). ***Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change***. Surface geosciences (Hydrology–hydrogeology), 342, 234-243.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

Gadgil, A., & Dhorde, A. (2005). ***Temperature trends in twentieth century at Pune, India***. Atmospheric Environment, 39, 6550–6556.

Turkes, M., Sumer, U.M., & Demr, S. (2002). ***Re-evaluation of trend and in Mean, Maximum and Minimum temperature of Turkey for period 1929-199***9. International Journal of Climatology, 22, 947-977.

Yang, X.L., Xu, L.R., Liu, K., Li, C.H., Hu, J., & Xia, X.H. (2012). ***Trend in temperature and Precipitation in the Zhangweinan River Basin during the last 53 Years***. Procedia Environmental Sciences, 13, 1966 – 1974.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.10.6 ]
[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]