



**Geographic Notion**  
 Vol.18. spring and summer 2018  
 Zanjan University  
 No. 126

**اندیشه جغرافیایی**  
 سال نهم، شماره هجده، بهار و تابستان ۱۳۹۷  
 دانشگاه زنجان  
 مقاله شماره ۱۲۶

## بررسی تغییرات زمانی و مکانی متوسط حداکثر دما در ایران طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۹۱

بهر روز سبحانی<sup>۱</sup>، مهناز صابر<sup>۲</sup>

### چکیده

تغییر غیر متعارف اقلیم و گرمایش جهانی از جمله مهم‌ترین معضلات پیش روی بشر است. تغییر دما به جهت تبعات گسترده‌ای که دارد بیش‌تر مورد توجه است. در این پژوهش به منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی متوسط حداکثر دمای ایران و پهنه‌بندی آن، از داده متوسط حداکثر دمای روزانه ۹۲ ایستگاه سینوپتیک ایران در دوره آماری ۲۵ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۱) استفاده شده است. سال‌های مورد مطالعه به ۵ دوره (۲۰۱۵-۲۰۱۰، ۲۰۱۰-۲۰۰۶، ۲۰۰۵-۲۰۰۱، ۲۰۰۰-۱۹۹۶ و ۱۹۹۵-۱۹۹۱) تقسیم شده سپس به درون‌یابی و ارزیابی تغییرات زمانی (میانگین سالانه و فصلی کل دوره‌ی آماری، میانگین سالانه و فصلی ۵ ساله و اختلاف حداکثر دمای ۵ سال آخر با ۵ سال اول) و تغییرات مکانی متوسط حداکثر دما در محدوده مورد مطالعه با روش درون‌یابی کریجینگ معمولی و زیرمدل‌های آن پرداخته شده است. نتایج پژوهش نشان داد که متوسط حداکثر دمای ایران طی پنج سال انتهایی دوره یعنی ۲۰۱۱-۲۰۱۵ نسبت به پنج سال اول یعنی ۱۹۹۵-۱۹۹۱ در اغلب ایستگاه‌ها افزایش یافته است. میزان این افزایش در کشور برای مقیاس سالانه، فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱/۵، ۲/۲، ۱/۳، ۰/۵ و ۲ درجه سانتی‌گراد بوده است. فصل بهار، بیش‌ترین و فصل پاییز، کم‌ترین میزان افزایش میانگین حداکثر دما را داشته‌اند. در کل می‌توان گفت که اغلب نواحی کشور با افزایش دما مواجه بوده‌اند و این افزایش در فصل بهار در نیمه شمالی کشور، در تابستان و سالانه در شمال غرب و شمال شرق، در پاییز در نیمه جنوبی کشور و در زمستان در نیمه غربی کشور بیش از مناطق دیگر بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** ایران، پهنه‌بندی، تغییر اقلیم، میانگین حداکثر دما، کریجینگ

Email:sobhani\_1385@yahoo.com

<sup>۱</sup> - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

<sup>۲</sup> - دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه محقق اردبیلی

## مقدمه

تغییر اقلیم انسان ساخت مرتبط با گرمایش جهانی یکی از چالش‌های مهمی است که بشر در شرایط کنونی با آن مواجه است. جنبه‌های مختلف حیات انسان و موجودات دیگر از این پدیده متأثر می‌شوند و این مطلب، ضرورت توجه به این موضوع و بررسی - های مرتبط با آن را ایجاب می‌کند. اقلیم می‌تواند گرم‌تر و یا سردتر شود (کارآموز و عراقی نژاد، ۱۳۸۴: ۴۶۴). گرم شدن سیستم اقلیم بدون ابهام است (IPCC, 2007: 2). بر اساس شواهد گذشته، زمین به میزان ۰/۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده و سطح آب‌های جهان ۱۵ سانتی‌متر از ابتدای شروع قرن ۱۹ افزایش یافته است، این تغییرات ناشی از افزایش اثر گلخانه‌ای جو در نتیجه فعالیت‌های انسانی رخ داده است و تهدید جهانی زیست محیطی برای بشریت تلقی می‌گردد (Jain, 1993: 403). افزایش دمای کره زمین سبب تغییرات ژرف و وسیع در اقلیم سطح زمین گردیده و باعث بروز تغییراتی در زمان و مکان بارش‌ها و طوفان‌ها می‌شود (براتیان و رحیم‌زاده، ۱۳۷۷: ۴۸). نیم‌کره شمالی از سال ۱۹۸۰ در مقایسه با هر زمان دیگری در طول ۲۰۰۰ سال گذشته، گرم‌تر شده است (Philippart et al, 2011: 52). شواهد اخیر افزایش سطح دریا همراه با گرم شدن اتمسفر نشان می‌دهد در طول دهه‌های آینده امکان دارد افزایش سطح دریا تسریع و طوفان شدت یابد (Irish et al, 2010: 645). دماهای گرم‌تر باعث خواهد شد که گونه‌های جنگلی به تدریج به طرف قطب، به نواحی مطلوب‌تر زیستی حرکت کنند. تغییرات اقلیمی و دست‌اندازی انسان، نابودی جنگل‌های استوایی را تسریع خواهد کرد. این نابودی پیامدهای مهمی برای انسان در پی خواهد داشت (لی‌جیمز، ۲۰۰۹: ۱۵۶) زیرا جنگل‌ها به عنوان وزنه‌ی تعادل در برابر تغییرات اقلیمی عمل می‌کنند (لی‌جیمز، ۲۰۰۹: ۱۰۱).

موقعیت جغرافیایی ایران و گستردگی عرضی آن به همراه توپوگرافی ناهمگون، موجب تنوع اقلیمی در آن شده است که جوامع بشری، حیات نباتی و جانوری هر منطقه با شرایط اقلیمی آن سازگاری پیدا کرده‌اند؛ با این فرض، هر گونه تغییر در عناصر اقلیمی، محتمل بر ایجاد یا تشدید شرایط و پیامدهایی است که به دلیل سیستمی بودن سامانه

اقلیم، به صورت زنجیره‌ای در پی هم بروز می‌کنند و طیف وسیعی از تغییرات را شامل شده و تعادل قبلی مناطق را بر هم می‌زنند. تغییرات آب و هوایی گاهی به صورت آنی بروز می‌کند و زمانی دارای فرایند بلندمدتی است و در یک مدار زمانی طولانی اتفاق می‌افتد که پیامدهای موارد اخیر، غیرقابل تخمین می‌باشد (ابراهیم زاده و اسمعیل نژاد، ۱۳۹۶: ۲). در این پژوهش با در نظر گرفتن اهمیت عنصر دما، به بررسی تغییرات فصلی و سالانه متوسط حداکثر دمای روزانه در ۹۲ ایستگاه منتخب ایران طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۹۱ پرداخته شده است. در ارتباط با موضوع مورد مطالعه، محققان زیادی تحقیقات ارزشمندی انجام داده‌اند که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود:

مسعودیان (۱۳۸۳) روند دمای میانگین ایران در نیم سده گذشته را با روش‌های خوشه‌ای و مدل رگرسیون بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که دمای کمینه، بیشینه و میانگین دمای ایران با نرخ تقریباً ۳، ۱ و ۲ درجه سانتی‌گراد در هر سده افزایش یافته است. مجرد و جوادی (۱۳۸۹) با استفاده از روش کریجینگ به برآورد نقطه‌ای تغییرات مکانی دماهای حداقل ایران در قالب نقشه‌های دما و ضریب تغییرپذیری پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که در نقشه‌های سالانه و فصلی دما، نقش عرض جغرافیایی (در نوار ساحلی جنوب) و ارتفاع (در شمال غرب و زاگرس) بارزتر است. منتظری (۱۳۹۳) تغییرات زمانی-مکانی دماهای سالانه ایران در دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۱ را با آزمون-های من-کندال و رگرسیون خطی مورد مطالعه قرار داده است. نتیجه برآورد وی نشان داد که شدت گرمایش در ایران بیش از متوسط جهانی است. کرمپور و یاراحمدی (۱۳۹۴) با بررسی تغییرات دماهای حداکثر، تغییرات زمانی و مکانی دماهای میانگین حداکثر ۱۰ ساله و فصلی ایران بر اساس داده‌های ۴۱ ایستگاه سینوپتیک برای دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۶ با استفاده از روش درونیابی وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW<sup>۱</sup>) به پهنه‌بندی بیشینه متوسط و بیشینه مطلق دما در ایران دریافتند که دمای حداکثر مطلق از دهه اول به چهارم دچار افزایش شده است. برون‌تی و همکاران (۲۰۰۰) روند و تغییرات

1. Inverse Distance Weighted

سالانه و فصلی حداکثر و حداقل دمای ایتالیا را در بازه زمانی روزانه و دوره زمانی ۱۹۹۶-۱۹۶۵ بررسی کردند و نتیجه گرفتند که هر دوی آن‌ها روند مثبتی را نشان می‌دهند و این روند در جنوب ایتالیا بیش‌تر از شمال آن است. الشرکاوی و المله (۲۰۱۶) با بررسی تغییرات درجه حرارت فصلی بلندمدت در لیبی دریافتند که نواحی ساحلی  $\pm 2$  درجه و نواحی بیابانی  $\pm 4$  درجه از میانگین، انحراف دارد. سالم و همکاران (۲۰۱۷) روندهای بلندمدت دمای حدی روزانه در عراق طی ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۵ را با استفاده از آزمون من-کندال و تعدیل شده آن، ارزیابی کرده و مشخص کردند که حداقل دما بیش‌تر از حداکثر دما افزایش می‌یابد. به علاوه، افزایش دما در شمال عراق و در تابستان بیش‌تر است و تعداد روزهای سرد در برخی ایستگاه‌ها با نرخ  $2/65$  تا  $8/4$  روز در هر دهه، کاهش می‌یابد.

## داده و روش‌ها

در این پژوهش از داده متوسط حداکثر دمای روزانه ۹۲ ایستگاه سینوپتیک ایران طی دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) مأخوذه از سازمان هواشناسی کشور برای بررسی تغییرات زمانی و مکانی متوسط حداکثر دمای ایران و پهنه‌بندی آن، استفاده شده است. در تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع مقاله، تقسیمات دوره اغلب در قالب دهه-ای بوده است که در این مقاله به منظور بررسی دقیق‌تر تغییرات احتمالی میانگین حداکثر دما در ایستگاه‌های منتخب، این دوره آماری به دوره‌های ۵ ساله (۲۰۱۱-۲۰۱۵ و ۲۰۱۰-۲۰۰۶، ۲۰۰۵-۲۰۰۱، ۲۰۰۰-۱۹۹۶، ۱۹۹۵-۱۹۹۱) تقسیم و میانگین هر دوره و میانگین فصلی آن‌ها و اختلاف میانگین حداکثر دمای ۵ سال انتهایی (۲۰۱۱-۲۰۱۵) با ۵ سال ابتدای دوره (۱۹۹۱-۱۹۹۶) برای مقیاس زمانی سالانه و فصول نیز محاسبه گردید.

دقت روش‌های مختلف درونیابی زمین‌آماري از طریق ارزیابی متقابل ( Cross Validation) و بر اساس معیار میانگین خطای مطلق ( $MAE^1$ ) و ریشه دوم میانگین مربع

1. Mean Absolute Error

خطا (RMSE<sup>۱</sup>) مورد بررسی قرار گرفتند. معیاری که برای انتخاب روش مناسب لحاظ می شود این است که هرچه رقم مربوط به RMSE و MAE روشی کم تر از بقیه روش ها باشد، برای پهنه بندی مناسب تر از بقیه تلقی می شود. در مورد داده های مورد بررسی، روش کریجینگ معمولی و زیر مدل های آن با داشتن مقادیر کم تری در مقایسه با روش های دیگر، به عنوان روش مناسب درون یابی و تبدیل داده های نقطه ای به سطحی و ترسیم نقشه های هم ارزش انتخاب شده و مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت به تحلیل نقشه های همدمای ترسیمی متوسط حداکثر دما و تغییرات آن در طول دوره ۲۵ ساله پرداخته شد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و پراکندگی ایستگاه های سینوپتیک منتخب بر روی نقشه توپوگرافی ایران را نشان می دهد.

### روش کریجینگ

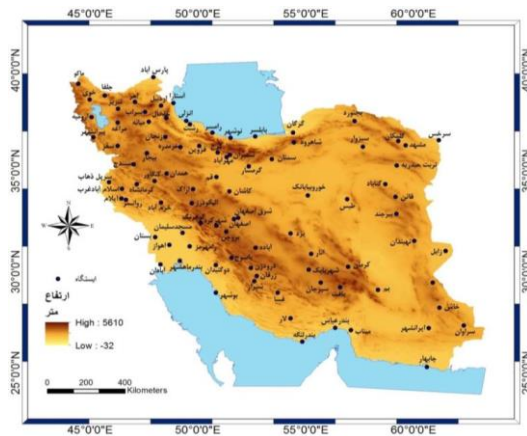
روش کریجینگ مهم ترین و گسترده ترین روش درون یابی آماری و یکی از روش های بسیار مناسب برای تحلیل فضایی و توزیع منطقه ای داده های مکانی است. این روش، یک برآوردگر خطی است که به صورت فرمول زیر اعمال می شود:

$$Z \times (x_i) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$$

که در آن،  $Z \times (x_i)$ : مقدار تخمینی متغیر در موقعیت  $x_i$ ،  $\lambda_i$ : وزن مربوط به نمونه  $i$ ام،  $Z(x_i)$ : مقدار مشاهده شده متغیر  $i$ ام و  $n$  تعداد مشاهدات است (حسنی پاک: ۱۳۸۶). در حالی که در روش های معکوس فاصله، مقادیر سلول های مجهول در یک سطح از طریق مقدار و فاصله نقاطی که در همسایگی آن ها و با مقدار معلوم قرار دارند، تخمین زده شده و برای هر یک از نقاط اندازه گیری، وزنی بر اساس فاصله بین آن نقطه تا موقعیت نقطه مجهول در نظر گرفته می شود. سپس این اوزان توسط توان وزندهی کنترل می - شود، به طوری که توان های بزرگ تر اثر نقاط دورتر از نقطه برآورد را کاهش داده و توان های کوچک تر وزن ها را به طور یکنواخت تری بین نقاط هم جوار توزیع می کنند (محمدی مطلق، ۱۳۹۰: ۱۵۰) یعنی در روش عکس مجذر فاصله چنین فرض می شود

1. Root Mean Square Error

که نقاط نزدیک به یکدیگر شباهت بیش تری نسبت به نقاط دورتر دارند ( Johnston et al, 2001).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

## نتایج و بحث

نقشه‌های هم‌ارزش متوسط حداکثر دما برای کل دوره ۲۵ ساله و فصول از ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۵ و دوره‌های ۵ ساله (۲۰۱۵-۲۰۱۱، ۲۰۱۰-۲۰۰۶، ۲۰۰۵-۲۰۰۱، ۲۰۰۰-۱۹۹۶ و ۱۹۹۵-۱۹۹۱) و اختلاف میانگین حداکثر دمای سالانه و فصول ۵ سال آخر (۲۰۱۵-۲۰۱۱) با ۵ سال اول (۱۹۹۵-۱۹۹۱) در شکل‌های ۲ تا ۷ آورده شده است.

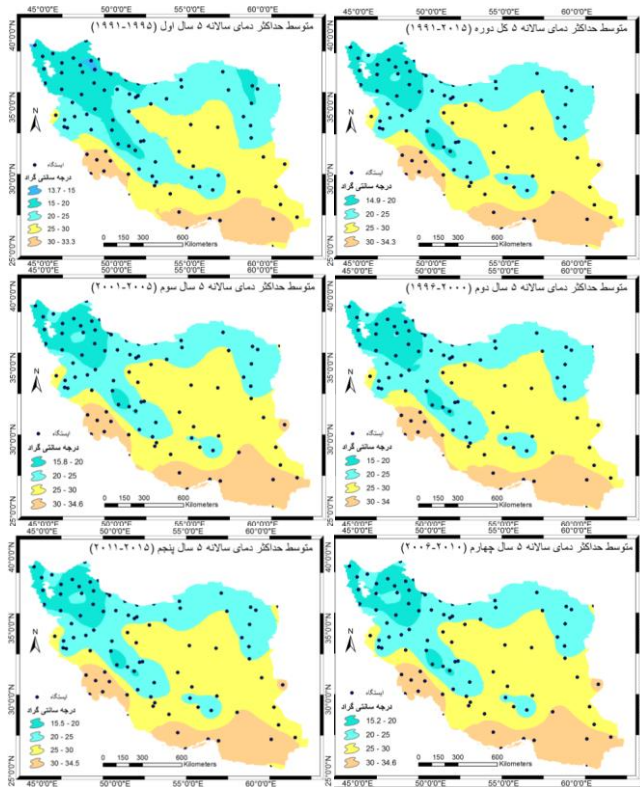
**تحلیل میانگین حداکثر دمای سالانه در دوره‌ی آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵)**  
همان‌طور که نقشه‌های شکل ۲ نشان می‌دهند در نگاه کلی، توزیع فضایی متوسط حداکثر دما در تمامی نقشه‌ها از توپوگرافی کشور پیروی می‌کند و تقریباً بر آن منطبق است لذا ایستگاه‌های واقع در ارتفاعات، دماهای به مراتب کم‌تری را در قیاس با نواحی پست نشان می‌دهند. تأثیر عرض جغرافیایی در کنار عامل ارتفاع، توزیع فضایی دما را کنترل می‌کنند به گونه‌ای که مناطق مستقر در عرض‌های جغرافیایی پایین و با ارتفاع

کم به دلیل بالا بودن زاویه تابش خورشید و دریافت انرژی تابشی بیش تر نسبت به مناطق مرتفع عرض های بالاتر، متوسط حداکثر دمای بیش تری را در مقایسه با آنها دارند. هم چنین مناطق پست واقع در بادپناه قلل نظیر یزد، انار، بم و حتی ایستگاه های واقع در عرض های بالاتر مانند کاشان، با توجه به ماهیت بادپناهی خود، دماهای بیش تری را نشان می دهند.

در طول دوره آماری مورد مطالعه، هسته کمینه و بیشینه میانگین حداکثر دما به ترتیب در خلخال (۱۴/۹ درجه سانتی گراد) و ایرانشهر (۳۴/۳ درجه سانتی گراد) قرار داشته که در ۵ سال اول کم تر از این میزان بوده است. جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب کشور میانگین حداکثر دمایی بین ۳۰ تا ۳۴ درجه سانتی گراد داشته اند و از جنوب به شمال از میانگین حداکثر دما کاسته می شود. توزیع نامتقارن ناهمواری ها در نیمه شرقی و غربی کشور این نظم تفاوت مداری دما را بر هم زده و توزیع فضایی دما، تحت تأثیر توأمان این دو عامل جغرافیایی است به گونه ای که کم ترین میانگین حداکثر دمای دوره مربوط به شمال غرب (عرض جغرافیایی بیش تر، ارتفاع زیاد) و ارتفاعات زاگرس مرکزی بوده است که با وجود عرض جغرافیایی پایین تر و هم عرض بودن با نواحی داخلی مثل یزد، ارتفاع زیادی دارد و میانگین حداکثر دمای آن بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی گراد بوده است. ایستگاه های واقع در محدوده رشته کوه های البرز و زاگرس، بافت و شهر بابک میانگین حداکثر دمایی بین ۲۰ تا ۲۵ و مناطق پست داخلی و مرکزی ایران بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد داشته اند.

توزیع فضایی میانگین حداکثر دما در دوره های ۵ ساله، از الگوی دمایی دوره ۲۵ ساله تبعیت می کند با این تفاوت که ۵ سال اول (۱۹۹۵-۱۹۹۱) در مقایسه با کل دوره و دوره های ۵ سال بعدی، خنک تر و حد پایین دامنه دمایی آن ۱۳/۷ درجه سانتی گراد و مساحت تحت پوشش این طبقه، بیش تر از طبقه مشابه خود در دوره های ۵ ساله دیگر و میانگین ۲۵ ساله بوده که به صورت زبانه ای در راستای ارتفاعات به سمت عرض های جغرافیایی پایین تر کشیده شده و بخش های بیش تری از زاگرس را در بر گرفته است؛

این حد پایین طبقه اول در دوره‌های بعد افزایش یافته و در دوره ۵ سال آخر به ۱۵/۵- درجه سانتی گراد رسیده است، ضمن آنکه مساحت تحت پوشش طبقات دمایی در آن- ها نیز مشابه الگوی میانگین ۲۵ ساله بوده و طبقه دمایی ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد بیش- ترین مساحت را شامل می‌شود.



شکل ۲: نقشه‌های هم‌ارزش متوسط حداکثر دمای سالانه در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) و دوره‌های ۵ ساله

**تحلیل میانگین حداکثر دمای فصل بهار در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵)**  
همان‌طور که نقشه‌های این شکل ۳ نشان می‌دهند بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل بهار در طول دوره ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) مربوط به ایستگاه ایرانشهر واقع شده در جنوب شرق کشور (با عرض جغرافیایی ۲۷/۲ درجه شمالی و ارتفاع ۵۹۱/۱ متر از سطح دریا) با ۴۰ درجه سانتی گراد بوده و کم‌ترین میانگین حداکثر دمای این فصل نیز در



ایستگاه خلخال واقع شده در شمال غرب (با عرض جغرافیایی  $37/63$  درجه شمالی و ارتفاع  $1796$  متر از سطح دریا) به میزان  $19/2$  درجه سانتی گراد ثبت شده است. این دو ایستگاه در تمامی دوره‌های ۵ ساله نیز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل بهار را به خود اختصاص داده‌اند. در این فصل، طبقات دمایی مربوط به  $30$  تا  $35$  درجه سانتی گراد بیش از یک سوم کل مساحت خشکی‌های ایران را پوشش می‌دهد که نواحی مرکزی و داخلی ایران از جمله دشت‌های کویر و لوت را در بر می‌گیرد. پس از آن، طبقه دمایی  $25$  تا  $30$  درجه سانتی گراد که شامل جلفا، زاگرس و البرز نیز می‌شود، مساحت زیادی را به خود اختصاص داده است. طبقه دمایی  $20$  تا  $25$  درجه سانتی گراد نیز مربوط به ارتفاعات زاگرس مرکزی، توده کوهستانی شمال غرب و نوار ساحلی جنوب دریای خزر است و ایستگاه‌های واقع در جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب کشور بیش‌ترین مقدار متوسط حداکثر دمای فصل بهار را داشته‌اند. در واقع، الگوی توزیع فضایی متوسط حداکثر دمای این فصل نیز تا حد زیادی از تأثیر ترکیبی الگوی مداری (اثر عرض جغرافیایی) و توپوگرافی مناطق (تأثیر ارتفاع) تبعیت می‌کند.

در ۵ سال اول ( $1995-1991$ )، بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل بهار در ایرانشهر و کم‌ترین میانگین حداکثر دمای این فصل در خلخال، از میانگین  $25$  ساله فصل بهار کم‌تر بوده است (به ترتیب تقریباً  $39$  و  $18$  درجه سانتی گراد). هم‌چنین طبقه دمایی  $20$  تا  $25$  درجه سانتی گراد به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر گسترش یافته و بخش‌های بیش‌تری از زاگرس و قسمتی از شمال خراسان را تحت پوشش خود قرار داده است. این ۵ سال در مقایسه با  $20$  سال بعدی خنک‌تر بوده‌اند. در این ۵ سال، طبقات دمایی مربوط به  $30$  تا  $35$  درجه سانتی گراد بیش از یک سوم کل مساحت خشکی‌های ایران را در بر می‌گیرد.

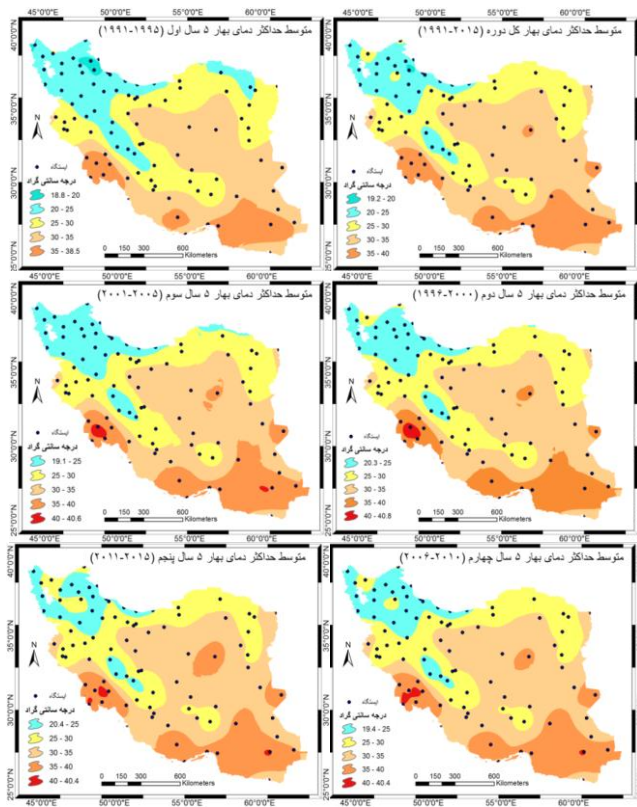
توزیع فضایی میانگین حداکثر دمای فصل بهار در ۵ سال دوم ( $2000-1996$ )، مشابه با میانگین حداکثر دمای  $25$  ساله این فصل است با این تفاوت که حد پایین طبقه‌ی دمایی اول افزایش پیدا کرده و به رقم  $20/3$  درجه سانتی گراد رسیده است و میانگین حداکثر

دمای اهواز اندکی بیش از ۴۰ درجه سانتی گراد را نشان می‌دهد. در ۵ سال سوم (۲۰۰۱-۲۰۰۵) نیز توزیع فضایی میانگین حداکثر دمای فصل بهار با میانگین حداکثر دمای ۲۵ ساله این فصل مشابه بوده اما میانگین حداکثر دمای اهواز همچنان بیش‌تر از ۴۰ درجه سانتی گراد را نشان می‌دهد.

توزیع مکانی متوسط حداکثر دمای فصل بهار در ۵ سال چهارم و پنجم (۲۰۱۱-۲۰۱۵ و ۲۰۱۰-۲۰۰۶) مشابه الگوی میانگین ۲۵ ساله‌ی دمای این فصل است اما از مساحت طبقه دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه‌ی سانتی گراد به ویژه طی ۲۰۱۱-۲۰۱۵ در شمال غرب کشور کاسته شده و در جنوب دریای خزر نیز به نوار باریک ساحلی محدود شده است. طبقه ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی گراد هم چنان بیش از یک سوم مساحت خشکی‌های کشور را در بر دارد. در ۵ سال چهارم و پنجم، حد پایین طبقه اول به ترتیب ۱۹/۴ و ۲۰/۴ درجه سانتی گراد و حد بالای طبقه آخر، ۴۰/۴ درجه سانتی گراد بوده که نشان‌گر افزایش میانگین حداکثر دمای فصل بهار در ۵ سال انتهایی دوره در مقایسه با ۵ سال ابتدای دوره است. بنابراین فصل بهار در اواخر دوره ۲۵ ساله، گرم‌تر شده است. نتایج مقایسه نقشه‌های مربوط به دوره‌های ۵ ساله این فصل نشان می‌دهند که در نیمه غربی ایران و ارتفاعات بیش‌تر از نیمه شرقی کشور و نواحی پست، میانگین حداکثر دمایی تغییر افزایشی داشته‌اند و مناطق پست از نوعی ثبات نسبی دمایی برخوردار بوده‌اند.

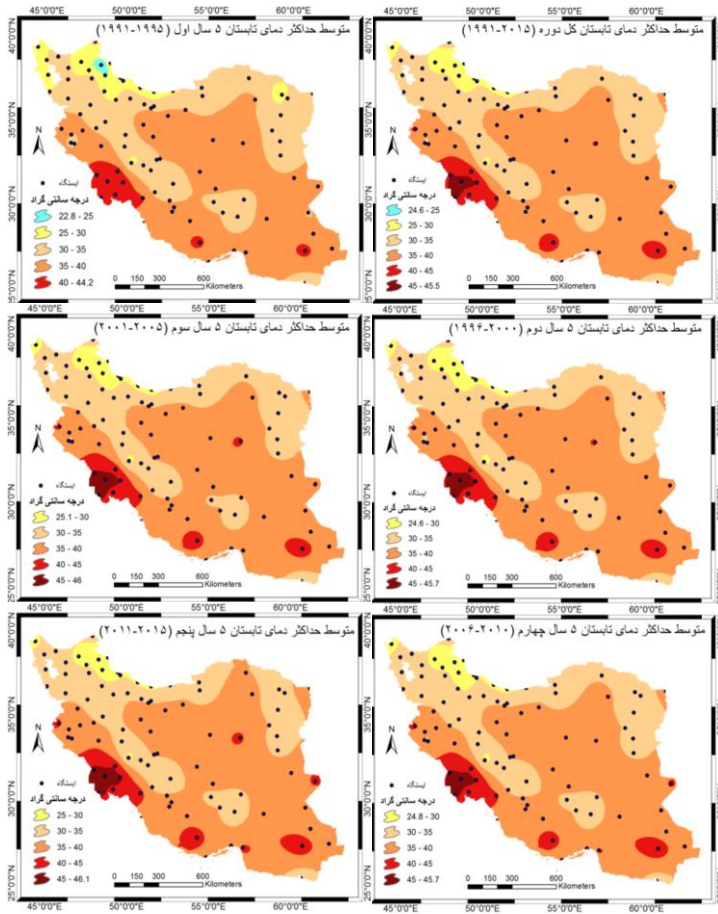
**تحلیل میانگین حداکثر دمای فصل تابستان در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵)**  
 با توجه به این شکل ۴، بر اساس آمار دوره ۲۵ سال (۱۹۹۱-۲۰۱۵) در فصل تابستان بیش‌ترین میانگین حداکثر دما در جنوب غرب کشور به مرکزیت اهواز و کم‌ترین میانگین حداکثر دما نیز در بخشی از شمال غرب یعنی اردبیل و شرق تبریز و نوار غربی سواحل دریای خزر ثبت شده که مقادیر آن‌ها به ترتیب ۴۵ و ۲۴ درجه سانتی گراد بوده است و از این نظر، مناطق دارای کم‌ترین میانگین حداکثر دما، شرایط دمایی مساعدی را در فصل تابستان دارند. طبقه ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد تقریباً دو سوم مساحت

خشکی‌های کشور را در بر گرفته است. طبقه ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد نیز حدود یک سوم مساحت کشور (به ویژه نواحی مرتفع) را پوشش می‌دهد.



شکل ۳: نقشه‌های هم‌ارزش متوسط حداکثر دمای فصل بهار در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) و دوره‌های ۵ ساله

نقشه‌های هم‌ارزش پراکندگی میانگین حداکثر دمای فصل تابستان در ایران در دوره‌های ۵ ساله نیز شبیه به نقشه ۲۵ ساله این متغیر در تابستان می‌باشند و هم‌چنان جنوب غرب کشور بیش‌ترین مقادیر میانگین حداکثر دما را داشته‌اند اما حد پایین طبقه اول در آن‌ها مطابق میانگین ۲۵ ساله نبوده به طوری که در ۵ سال اول تا پنجم به ترتیب ۲۲/۴، ۲۴/۵، ۲۴/۸ و ۲۴/۹ درجه سانتی‌گراد به مرکزیت ایستگاه اردبیل بوده است.



شکل ۴: نقشه‌های هم‌ارزش متوسط حداکثر دمای فصل تابستان در دوره آماری ۲۵ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۱) و دوره‌های ۵ ساله

تحلیل میانگین حداکثر دمای فصل پاییز در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز در طول دوره ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) مربوط به جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب کشور (تقریباً ۳۲ درجه سانتی‌گراد در میناب و ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در بقیه ایستگاه‌ها) بوده است (شکل ۵). این مطلب تأثیر توأمان عرض جغرافیایی پایین ایستگاه‌های حاشیه سواحل جنوب، ارتفاع کم آن‌ها و نزدیکی به منابع آبی و بالا بودن رطوبت که به دلیل اثر گلخانه‌ای بخار آب موجب افزایش گرمایش می‌شود، را منعکس می‌کند. کم‌ترین میانگین حداکثر دمای این فصل

در دوره مورد مطالعه نیز در شمال غرب و ایستگاه‌های واقع در محدوده بلندترین ارتفاعات زاگرس از کوه‌رنگ تا بروجن بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شده است.

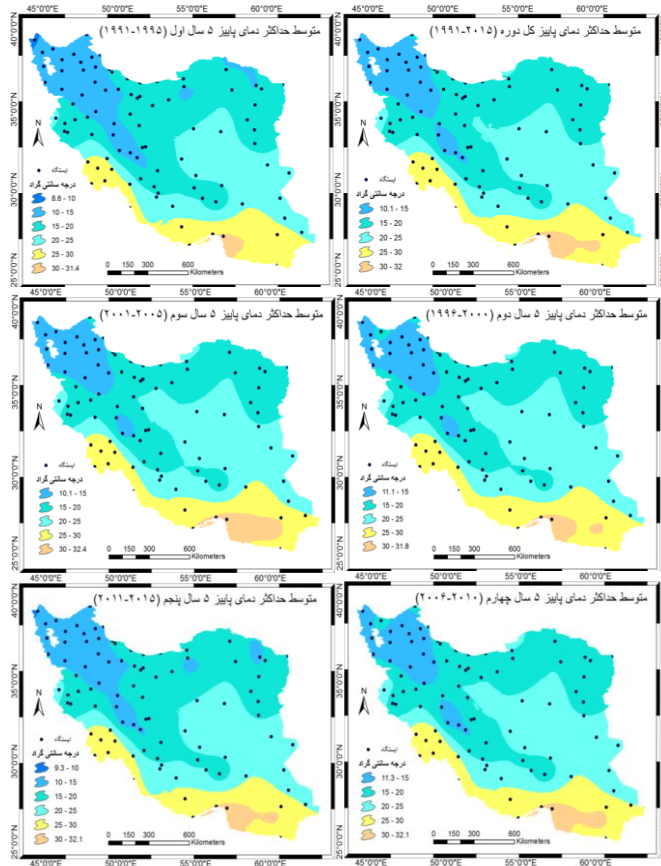
در تمامی دوره‌های پنج ساله میانگین حداکثر دمای فصل پاییز مشابه با میانگین حداکثر دمای این فصل در دوره ۲۵ ساله است. به طوری که بیش‌ترین میانگین دمای حداکثر فصل پاییز در جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب کشور و کم‌ترین میانگین حداکثر دما در شمال غرب و ارتفاعات زاگرس مرکزی رخ داده است. در تمام دوره‌های ۵ ساله این فصل، طبقات دمایی مربوط به ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیش از دو سوم کل مساحت خشکی‌های ایران را پوشش می‌دهند.

در ۵ سال اول (۱۹۹۵-۱۹۹۱)، میانگین حداکثر دمای فصل پاییز ایستگاه ماکو (۸/۶ درجه سانتی‌گراد) کم‌تر از مقدار متوسط دمای فصل پاییز دوره‌ی ۲۵ ساله (۱۰ درجه سانتی‌گراد) و ۵ سال‌های بعدی بوده است. بیش‌ترین میانگین حداکثر دما در میناب به میزان ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد و در مرتبه بعد در ایستگاه‌های سواحل جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است.

در ۵ سال دوم (۲۰۰۰-۱۹۹۶)، حد پایین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز در مقایسه با ۵ سال اول و میانگین ۲۵ سال افزایش یافته و از مساحت آن به ویژه در ارتفاعات زاگرس کاسته شده است (ارتفاعات زاگرس نسبت به سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۱ گرم‌تر بوده است). کم‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز مربوط به خلخال (۱۱/۱ درجه سانتی‌گراد) و بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز مربوط به میناب و بندر عباس (تقریباً ۳۱/۵ درجه سانتی‌گراد) بوده است.

پهنه‌بندی متوسط حداکثر دمای فصل پاییز در ۵ سال سوم (۲۰۰۵-۲۰۰۱) مشابه با ۵ سال دوم بوده، کم‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز مربوط به خلخال (۱۰/۱ درجه سانتی‌گراد) و بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز مربوط به میناب (حدود ۳۲/۴ درجه سانتی‌گراد) و سپس بندر عباس بوده است. در ۵ سال چهارم (۲۰۱۰-۲۰۰۶)، حد

پایین طبقه اول متوسط حداکثر دمای پاییز افزایش یافته و از ۱۰ درجه سانتی گراد میانگین ۲۵ ساله به ۱۱/۳ درجه سانتی گراد رسیده است. در ۵ سال پنجم، حد پایین میانگین حداکثر دمای فصل پاییز کم تر از مقدار متوسط دمای فصل پاییز دوره ۲۵ ساله بوده، رقم ۹/۳ درجه سانتی گراد را نشان می دهد، انسجام فضایی توزیع متوسط حداکثر دمای شمال غرب بیش تر و بر مساحت پهنه های این طبقه افزوده شده است. روند دمایی فصل پاییز در دوره ۲۵ ساله مورد مطالعه نشان داد که میانگین حداکثر دمای این فصل در ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ کم تر از میزان میانگین بوده و در ۱۵ سال بعدی حدود ۰/۵ درجه سانتی گراد افزایش داشته اما در ۵ سال انتهایی دوره کاهش یافته است.



شکل ۵: نقشه های هم ارزش متوسط حداکثر دمای فصل پاییز در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵)

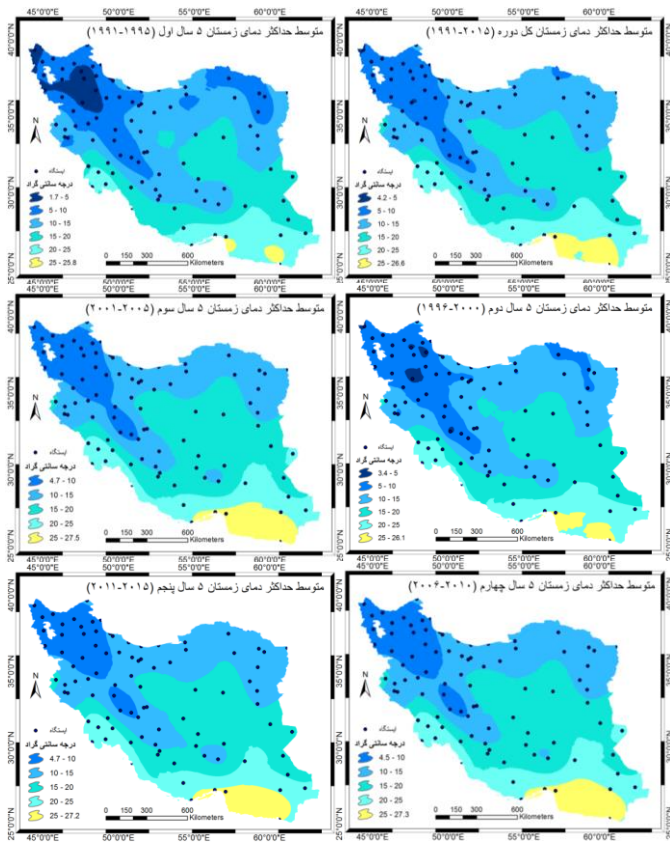
و دوره های ۵ ساله

### تحلیل میانگین حداکثر دمای فصل زمستان در دوره آماری ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵)

چنانچه در نقشه‌های شکل ۶ نشان داده شده است، در طول دوره آماری مورد مطالعه، کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین حداکثر دمای فصل زمستان به ترتیب در شمال غرب و جنوب شرق کشور رخ داده است. طبقه دمایی ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین مساحت خشکی‌های کشور را شامل می‌شود که نواحی داخلی و مرکزی را در بر دارد. پس از آن دامنه دمایی ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد مساحت بیش‌تری از کشور را پوشش می‌دهند.

۱۹۹۱-۱۹۹۵ سردترین و ۲۰۰۵-۲۰۰۱ نیز گرم‌ترین زمستان دوره‌های ۵ ساله را داشته‌اند به گونه‌ای که حد پایین طبقه دمایی اول در آن‌ها به ترتیب ۱/۷ و ۴/۷ درجه سانتی‌گراد و حد بالای طبقه دمایی آخر نیز ۲۵/۸ و ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد بوده است.

در ۱۰ سال انتهایی دوره نیز از مساحت طبقه ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاسته شده که بیان‌گر گرمایش و افزایش میانگین حداکثر دمای فصل زمستان در محدوده ارتفاعات نیمه غربی کشور است. دامنه اختلاف دمای زمستان در دوره ۲۵ ساله بین جنوب کشور (برای مثال: ایستگاه میناب با ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد) و شمال غرب (مثلاً ایستگاه خلخال با ۴/۴ درجه سانتی‌گراد) ۲۱/۷ درجه سانتی‌گراد بوده که این رقم در ۵ سال اول (۱۹۹۱-۱۹۹۵)، به ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد و در ۵ سال آخر (۲۰۱۱-۲۰۱۵) به ۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است که با توجه به ثبات تقریبی دمای ایستگاه‌های جنوبی کشور، نشان‌دهنده افزایش میانگین حداکثر دمای فصل زمستان در ایستگاه‌های شمالی کشور به ویژه شمال غرب و محدوده در بر گرفته ارتفاعات آن است.



شکل ۶: نقشه‌های هم‌ارزش متوسط حداکثر دمای فصل زمستان در دوره آماری ۲۵ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۱) و دوره‌های ۵ ساله

### بررسی اختلاف میانگین حداکثر دمای پنج سال آخر با پنج سال اول کل دوره و فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان

با توجه به شکل ۷، فصل بهار ۵ سال آخر دوره در مقایسه با بهار ۱۹۹۱-۱۹۹۵، نیمه شمالی کشور بیش‌تر از نیمه جنوبی با افزایش میانگین حداکثر دما مواجه بوده است. بیش‌ترین مقدار این افزایش به میزان ۳ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد مربوط به ایستگاه‌های گل‌مکان، مشهد و سرخس بوده و سایر ایستگاه‌های شمال شرق و نیز شمال غرب کشور با افزایش میانگین حداکثر دمای فصل بهار بین ۲/۵ تا ۳ درجه سانتی‌گراد در مرتبه دوم قرار دارند. کم‌ترین میزان تغییر میانگین حداکثر دمای بهار نیز به ایستگاه‌های جنوب شرق و جنوبی حاشیه خلیج فارس (کم‌تر از ۱ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد) متعلق بوده



است. اغلب مناطق کشور در بازه زمانی مذکور در فصل بهار با افزایش دمایی بین ۱/۵ تا ۲/۵ درجه سانتی گراد مواجه بوده‌اند.

میانگین حداکثر دمای فصل تابستان در ۵ سال آخر (۲۰۱۱-۲۰۱۵) و ۵ سال اول (۱۹۹۵-۱۹۹۱) نشان می‌دهد که ایستگاه‌های واقع در شمال شرق از قبیل سرخس، گل‌مکان، مشهد، تربت حیدریه و بجنورد بین ۲ تا ۲/۸ درجه سانتی گراد و ایستگاه‌های شمال غرب و بستان و آبادان بین ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته‌اند. حدود یک سوم کشور از جمله نواحی جنوبی، جنوب شرق و مرکز ایران با کم‌تر از ۱ درجه سانتی گراد و بقیه ایستگاه‌ها بین ۱/۵ تا ۱ درجه سانتی گراد افزایش میانگین حداکثر دمای تابستان مواجه بوده‌اند.

در مورد اختلاف میانگین حداکثر دمای فصل پاییز ۵ سال آخر (۲۰۱۱-۲۰۱۵) و ۵ سال اول (۱۹۹۵-۱۹۹۱) می‌توان گفت که مناطق مختلف کشور کم‌تر از ۱ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته‌اند.

کم‌ترین میزان افزایش دمای فصل زمستان همین دوره، مربوط به چابهار (کم‌تر از ۱ درجه سانتی گراد) و بیش‌ترین افزایش دمای زمستان به میزان ۳/۱ درجه سانتی گراد مربوط به ارومیه بوده است. نیمه شرقی و نواحی داخلی کشور بین ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی گراد و جنوب غربی و نیمه غربی، بین ۲ تا ۳/۱ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته‌اند.

نقشه‌ی اختلاف میانگین حداکثر دمای سالانه بین ۵ سال آخر و ۵ سال اول دوره نشان می‌دهد که جنوب شرق کشور (چابهار، سراوان، ایرانشهر) با کم‌تر از ۱ درجه سانتی-گراد و شمال شرق، شمال غرب و غرب کشور بین ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی گراد افزایش در میانگین حداکثر دما روبرو بوده‌اند و بقیه مناطق کشور بین ۱ تا ۱/۵ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته‌اند.

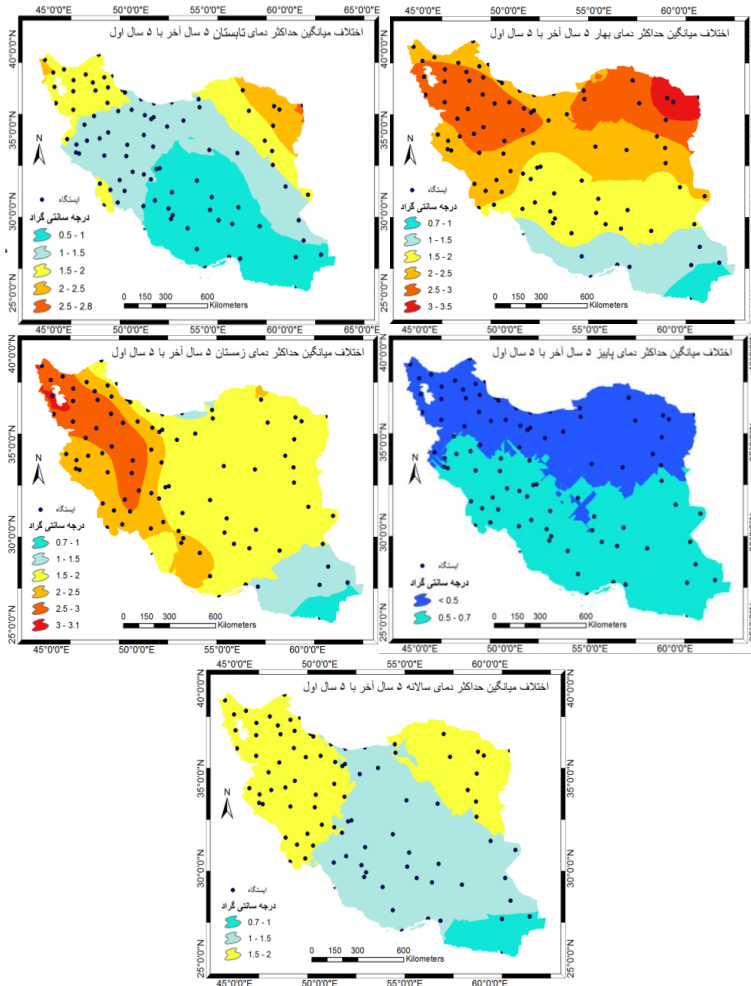
همان‌طور که نقشه‌ها نشان دادند ایستگاه‌های شمال شرقی به استثنای فصل پاییز در بقیه مواقع بین ۱/۵ تا ۳/۵ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته‌اند که این مطلب با نتایج

پژوهش محمدیاریان و همکاران (۱۳۹۲) مشابهت دارد که نشان داده‌اند ایستگاه‌هایی چون گلکمان، مشهد، قائن و خور از نظر مخاطرات دمایی جز مناطق پرمخاطره محسوب می‌شوند.

نکته قابل توجه و مشترک در بین نقشه‌ها این است که میانگین حداکثر دمای ایستگاه‌های حاشیه دریاچه ارومیه در فصول بهار، تابستان و زمستان و مقیاس سالانه ۵ سال آخر نسبت به ۵ سال اول دوره ۲۵ ساله، بین ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. همچنان که زاهدی و همکاران (۱۳۸۶) نیز دریافتند که در نیمه دوم قرن بیستم تا ۲۰۰۳، اغلب ایستگاه‌های شمال غرب ایران در خصوص متوسط سالانه دما با روند افزایشی مواجه بوده‌اند.

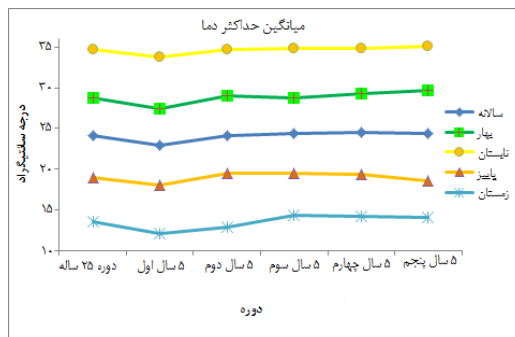
اختلاف متوسط حداکثر دما طی پنج سال انتهایی دوره یعنی ۲۰۱۵-۲۰۱۱ نسبت به پنج سال اول یعنی ۱۹۹۵-۱۹۹۱ رقم مثبتی بوده است که افزایش متوسط حداکثر دما را نمایان می‌کند و نشان می‌دهد که اغلب نواحی کشور دچار افزایش دما شده‌اند (نقشه‌های شکل ۷). میزان این افزایش بر اساس داده‌های ۹۲ ایستگاه منتخب کشور برای مقیاس سالانه، فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱/۵، ۲/۲، ۱/۳، ۰/۵ و ۲ درجه سانتی‌گراد بوده است. بر این اساس فصل بهار، بیش‌ترین و فصل پاییز، کم‌ترین میزان افزایش میانگین حداکثر دما را داشته‌اند.

۵ سال اول دوره (۱۹۹۵-۱۹۹۱) خنک‌تر از کل ۲۵ سال (۲۰۱۵-۱۹۹۱) و دوره‌های ۵ ساله بعدی بوده است و مقادیر کم‌تر از میانگین را در مقیاس سالانه و فصلی نشان می‌دهد. به غیر از زمستان، بقیه فصول و مقیاس سالانه، از ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۰ در مقایسه با ۱۹۹۵-۱۹۹۱، روند افزایشی مشابهی در میانگین حداکثر دما را داشته‌اند. فصل زمستان از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ روند افزایشی تقریباً نزدیک میانگین کل دوره داشته است. در این بین، در ۵ سال آخر یعنی ۲۰۱۵-۲۰۱۱، فصول بهار و تابستان با افزایش و فصل پاییز با کاهش میانگین حداکثر دما مواجه بوده‌اند (شکل ۸).



شکل ۷: نقشه اختلاف میانگین حداکثر دمای پنج سال پنجم و پنج سال اول کل دوره و فصول بهار،

تابستان، پاییز و زمستان



شکل ۸: تغییرات میانگین حداکثر دمای سالانه و فصلی ایران در دوره (۱۹۹۱-۲۰۱۵)

## نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان داد که تفاضل متوسط حداکثر دما طی پنج سال انتهایی دوره یعنی ۲۰۱۵-۲۰۱۱ نسبت به پنج سال اول یعنی ۱۹۹۵-۱۹۹۱ رقم مثبتی بوده است که حاکی از افزایش متوسط حداکثر دما می باشد. میزان این افزایش بر اساس داده های ۹۲ ایستگاه سینوپتیک منتخب کشور برای مقیاس سالانه، فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱/۵، ۲/۲، ۱/۳، ۰/۵ و ۲ درجه سانتی گراد بوده است. بر این اساس فصل بهار، بیشترین و فصل پاییز، کمترین میزان افزایش میانگین حداکثر دما را داشته اند که با توجه به حد واسط بودن فصل بهار بین دو فصل گرم و سرد سال، می تواند بیانگر افزایش طول دوره فصل گرم باشد.

افزایش میانگین حداکثر دمای فصول و سالانه در پنج سال آخر دوره در قیاس با پنج سال اول دوره ۲۵ ساله در فصل بهار در نیمه شمالی کشور، در تابستان و سالانه در شمال غرب و شمال شرق، در پاییز در نیمه جنوبی کشور و در زمستان در نیمه غربی کشور بارزتر از مناطق دیگر بوده است. با توجه به کوهستانی بودن نیمه غربی کشور، افزایش میانگین حداکثر دمای فصل زمستان در این مناطق می تواند ناشی از ورود امواج گرم در این فصل باشد. از پیامدهای محتمل این افزایش دما، می تواند کاهش تعداد روزهای یخبندان، افزایش ارتفاع برفمرز، افزایش ذوب ناگهانی برف ارتفاعات و قله، افزایش سیلاب ها و کاهش عمر مفید سدها، کاهش ضریب نفوذ آب به آبخوان ها و سفره های زیرزمینی، تغییر هیدرولوژی حوضه ها، خسارات کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی متعاقب آن، افزایش تبخیر و نیز تلفات آبی از گیاهان و افزایش نیاز آبی آن ها، تغییر و در مواردی نابودی پوشش گیاهی، مهاجرت حیات وحش و تبعات متعدد دیگری باشد که با توجه به عدم وجود ایستگاه سینوپتیک در ارتفاع بالاتر از ۳۰۰۰ متری و لزوم ملاحظات دقیق تر علمی برای تأیید یا عدم تأیید تغییر دمایی در ارتفاعات بالاتر، تحقیقات مرتبط با آن مورد نیاز است. هم چنین پیشنهاد می شود با توجه به نقش عوامل جو بالا در پدیده های سطح زمین و عناصر اقلیمی، به دلیل تأثیر موقعیت قرارگیری فرازا در تراز میانی جو بر روی میزان دمای مناطق، تغییر زمانی و مکانی آنها طی سال-

های اخیر به خصوص برای فصل تابستان بررسی شود، زیرا پرفشار جنب حاره‌ای در زمان استیلای خود ضمن ممانعت از صعود هوا، از طریق ایجاد آسمان صاف، دریافت تابش خورشید را افزایش داده و باعث گرمایش بیش‌تر و افزایش دما می‌شود. همان‌گونه که نتایج پژوهش قائمی و همکاران (۱۳۹۶) در مورد بررسی پشته در سه تراز ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال طی دوره ۵۲ ساله (۱۳۹۱-۱۳۴۰) نشان داد با دور شدن پشته پرفشار از سطح زمین به سمت ترازهای میانی جو، از حاکمیت پشته پرفشار جنب حاره بر روی ایران کاسته می‌شود.

همان‌طور که کریمپور و یاراحمدی (۱۳۹۴) نیز اشاره کرده‌اند دمای میانگین حداکثر در نواحی کم ارتفاع جنوب کشور، تغییرات چندانی نداشته است. در دوره ۲۵ ساله مورد مطالعه، ایستگاه‌های جنوبی، جنوب شرق و نواحی پست مرکزی نسبت به سایر مناطق کشور در فصول مختلف و مقیاس سالانه کم‌ترین میزان تغییر افزایشی دما را داشته‌اند. در مقابل، ایستگاه‌های شمال شرق و شمال غرب کشور بیش‌ترین میزان افزایش دما را به خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین میانگین حداکثر دمای ایستگاه‌های حاشیه دریاچه ارومیه در فصول بهار، تابستان و زمستان و مقیاس سالانه ۲۰۱۵-۱۹۹۱ نسبت به ۱۹۹۵-۱۹۹۱، بین ۱/۵ تا ۳/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است.

نتایج اشاره شده بر اساس داده‌های خام میانگین حداکثر دمای روزانه ۹۲ ایستگاه منتخب در دوره ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۵) به دست آمده است و داشتن روند و معنی‌دار بودن یا نبودن تغییرات آن‌ها تأیید نمی‌شود و مستلزم مطالعات بعدی است.

## منابع و مآخذ

- ۱- ابراهیم‌زاده، عیسی؛ اسمعیل‌نژاد، مرتضی، ۱۳۹۶، پناهندگان اقلیمی چالش آینده تحولات منطقه‌ای مطالعه موردی: خراسان جنوبی، مجله جغرافیا و توسعه، دوره پانزدهم، شماره ۴۸، زاهدان.
- ۲- براتیان، علی؛ رحیم‌زاده، فاطمه، ۱۳۷۷، پارامترهای مؤثر بر تغییر اقلیم، نشریه نیوار، شماره ۳۷، تهران.

- ۳- حسنی پاک، علی اصغر، ۱۳۸۶، زمین آمار (ژئواستاتستیک)، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- زاهدی، مجید؛ ساری صراف، بهروز، جامعی، جاوید، ۱۳۸۶، تحلیل تغییرات زمانی- مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه، دوره پنجم، شماره ۱۰، زاهدان.
- ۵- قائمی، هوشنگ؛ عساکه، حسین؛ فتاحیان، مختار، ۱۳۹۶، تحلیل الگوی فضایی پشته پرفشار جنب حاره بر روی ایران، مجله اندیشه جغرافیایی، دوره هشتم، شماره ۱۶، زنجان.
- ۶- کارآموز، محمد؛ عراقی نژاد، شهاب، ۱۳۸۴، هیدرولوژی پیشرفته، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۷- کریمپور، مصطفی؛ یاراحمدی، الهام، ۱۳۹۴، پهنه‌بندی بیشینه‌ی متوسط و بیشینه مطلق دما در ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال سیزدهم، دوره سیزدهم، شماره ۲، مشهد.
- ۸- لی جیمز، آر، ۲۰۰۹، ژئوپلیتیکی تغییرات جوی، ترجمه محمدحسن نامی، ۱۳۹۰، چاپ اول، تهران: انتشارات سپهر.
- ۹- مجرد، فیروز؛ جوادی، بهمن، ۱۳۸۹، پهنه‌بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره بیست و یکم، شماره ۳، اصفهان.
- ۱۰- محمدیاریان، محترم؛ مفیدی، عباس؛ حسین‌زاده، سیدرضا، پهنه‌بندی مخاطرات دمایی در شمال شرق ایران، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران، ۳۱ اردیبهشت و ۱ خرداد ۱۳۹۲.
- ۱۱- محمدی مطلق، رضا، ۱۳۹۰، آموزش کاربردی Arc GIS10، چاپ اول، تهران: انتشارات پرسون.
- ۱۲- مسعودیان، سیدابوالفضل، ۱۳۸۳، بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳، زاهدان.
- ۱۳- منتظری، مجید، ۱۳۹۳، واکاوی زمانی مکانی دماهای سالانه‌ی ایران طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۱، جغرافیا و توسعه، دوره دوازدهم، شماره ۳۶، زاهدان.
- 14- Brunetti, M., Buffoni, L., Maugeri, M., Nanni, T. (2000). Trends of minimum and maximum Daily Temperatures in Italy from 1865 to 1996, theoretical and applied climatology. Vol 66, Pp 49-60.
- 15- Elsharkawy, S.G., Elmallah, E.S. 2016. Spatiotemporal investigation of long-term seasonal temperature variability in Libya. Atmospheric Research, 178-179: 535-549.
- 16- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. IPCC AR4 WG3: Summary for policymakers. In Metz, B.,

Davidson, OR., Bosch, PR., Dave, R., Meyer, LA. (Eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. P2.

17- Irish, J.L., Ashley, E.F., Rosati, J.D., Olivera, F., Dunkin, L.M., Kaihatu, J.M et al. 2010. Potential implications of global warming and barrier island degradation on future hurricane inundation, property damages, and population impacted. *Ocean & Coastal Management*, 53: 645.

18- Jain, P.C. 1993. Greenhouse effect and climate change: scientific basis and overview. *Renewable Energy*, 3: 403-420.

19- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K., Lucas, N. 2001. Using ArcGIS Geostatistics Analyst. Redlands, ESRI, 300p

20- Philippart, C.J.M., Anadón, R., Danovaro, R., Dippner, J.W., Drinkwater, K.F., Hawkins, S.J., et al. 2011. Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400: 52-69.

21- Salman, S.A., Shahid, Sh., Ismail, T., Chung, E.S., Al-Abadi, AM. 2017. Long-term trends in daily temperature extremes in Iraq, *Atmospheric Research*, 198: 97-107.

*The study of temporal and spatial variations average of the maximum temperature in Iran during 1991-2015*

**Abstract**

The unconventional climate change and global warming are among the most important problems facing humanity. The temperature change is more important because of its widespread effects. In this study, the average of maximum daily temperature for 92 synoptic stations of Iran during the statistical period of 25 years (1991-2015) were used to study the temporal and spatial variations of the maximum temperature of Iran and its zoning. The study years were divided into five periods (1991-1995, 1996- 2000, 2001-2005, 2006-2010 & 2011- 2015). Then, all of the courses have been surveyed by interpolating and evaluating for spatial and temporal variations (annual and seasonal mean of the whole period, Annual and seasonal average of 5 years & difference between the maximum temperature of the last 5 years and the first 5 years). The average spatial

variations of the maximum temperature in the studied area have been interpolated by ordinary kriging method and its sub-models. Results of the study showed that the average of the maximum temperature in the most of stations in the last 5 years of 2011-2015 compared to the first 5 years of 1991-1995 has been increased. The rate of this increase in Iran for the annual scale, seasons of spring, summer, autumn and winter has been 1.5, 2.2, 1.3, 0.5 and 2 degrees Celsius respectively. The spring season, the highest and autumn, had the lowest average temperature increase. Generally, most of the regions in Iran faced with rising temperature, and this increase in the spring in the northern half of the country, in summer and annual in the northwest and northeast, in the autumn in the southern half of the country and in the winter in half Western country were more than other areas.

**Key words:** average maximum temperature, climate change, Iran, Kriging, zoning