

شناخت تغییرات فصول اقلیمی بیجار

محمد دارند

استاد گروه آب و هواشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

m.darand@uok.ac.ir

چکیده

وردایی در رخداد رفتار دما یکی از پیامدها و نشانه‌های گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی است. تقویم فصول اقلیمی برپایه‌ی شناخت رفتار دما سنجیده می‌شود. هدف از انجام این پژوهش شناخت وردایی فصول اقلیمی شهر بیجار است. برای نیل به این هدف از داده‌های میانگین دمای شبانه‌روزی ایستگاه همدید بیجار طی بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷/۱/۱ تا ۲۰۲۳/۱۲/۳۱ استفاده شده است. جهت شناخت فصول اقلیمی در ابتدا بر روی سری زمانی دمای شبانه‌روزی هر سال بصورت جداگانه، رگرسیون چندجمله‌ای درجه سوم برازش داده شد. با مقایسه‌ی سری زمانی دما با صدک ۷۵ اُم و ۲۵ اُم فصول اقلیمی شناخته شد. طول هر یک از فصول اقلیمی در طول دوره‌ی مورد واکاوی محاسبه شد و روند طول فصول با بهره‌گیری از رگرسیون خطی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

کلمات کلیدی: گرمایش جهانی، تغییر اقلیم، فصول اقلیمی، بیجار.

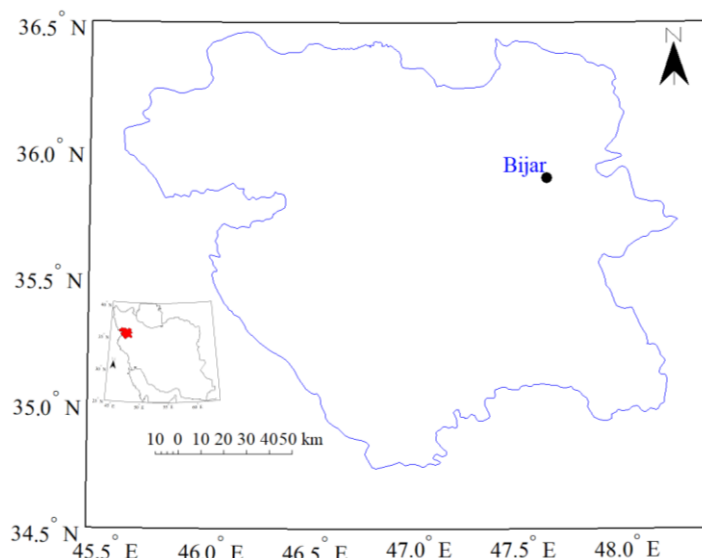
مقدمه

گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی رفتار سنجه‌های جوی را دستخوش تغییر کرده است. در بین سنجه‌های جوی وردایی در رفتار سنجه‌ی دما به مراتب بیشتر از سایر سنجه‌های دیگر است. فصول تقویمی سال در اثر گردش زمین به دور خورشید که چرخش انتقالی نامیده می‌شود، شکل می‌گیرد. حاصل چرخش زمین به دور خورشید در عرض‌های بالا چهار فصل مختلف است که در قالب سه ماه با طول دوره‌ی زمانی یکسان نمود پیدا می‌کند. این در حالی است که فصول اقلیمی ناشی از وردایی در رفتار دما شکل می‌گیرد. اگرچه ارتباط نزدیکی بین فصول تقویمی با وردایی رفتار دما دیده می‌شود ولی رخنمود فصول اقلیمی به لحاظ زمانی هم زمان با فصول تقویمی نیست و با توجه به ویژگی‌های مکانی و عوامل مختلف از جمله دوری و نزدیکی به پهنه‌های آب، ارتفاع و ناهمواری، وجه شیب و عرض جغرافیایی، پوشش گیاهی و کاربری زمین، در مناطق مختلف متفاوت است. اگرچه بر روی وردایی دما به عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم در ایران به صورت موردی بر روی ایستگاه‌های همدید یا کل گستره ایران زمین پژوهش‌های زیادی انجام شده است (رحیم زاده و همکاران (1390)، صفوی و همکاران (1401)، حجازی زاده و همکاران (1402)) ولی پژوهش‌چندانی (مسعودیان و همکاران، 1398) در ارتباط با وردایی فصول اقلیمی انجام نشده است. هدف از انجام این پژوهش شناخت وردایی طول فصول اقلیمی در بیجار است.

داده و روش شناسی

برای انجام این پژوهش از داده‌های روزانه‌ی متوسط دمای شبانه‌روزی ایستگاه همدید بیجار طی بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷/۱/۱ تا ۲۰۲۳/۱۲/۳۱ استفاده شد. با برازش مدل رگرسیون چندجمله‌ای بر روی سری زمانی مقادیر دما در سالهای مختلف و مقایسه‌ی آن با صدک ۷۵ اُم و صدک ۲۵ اُم طول فصول مختلف در طول بازه‌ی زمانی مورد واکاوی بدست آمد. شروع فصل تابستان زمانی در نظر گرفته شد که مقدار دما از صدک ۷۵ اُم بیشتر باشد و زمانی فصل تابستان پایان می‌یابد که دما از آن کوچکتر باشد. برای فصل

زمستان نیز مقادیر دما با صدک ۲۵ ام مقایسه شد و زمانی که دما از صدک یاد شده کوچکتر باشد بیانگر شروع فصل زمستان و زمانی که دما از آن بزرگتر باشد، پایان فصل زمستان است. فاصله‌ی زمانی بین زمستان و تابستان، به عنوان فصل بهار و فاصله‌ی بین تابستان و زمستان به عنوان فصل پاییز در نظر گرفته شد (Wang et al., 2021; Christidis et al., 2007; Park et al., 2018). برای شناخت روند و نرخ وردایی طول فصول مختلف از روش حداقل مربعات رگرسیون خطی در سطح اطمینان ۹۵ درصد بهره گرفته شد.



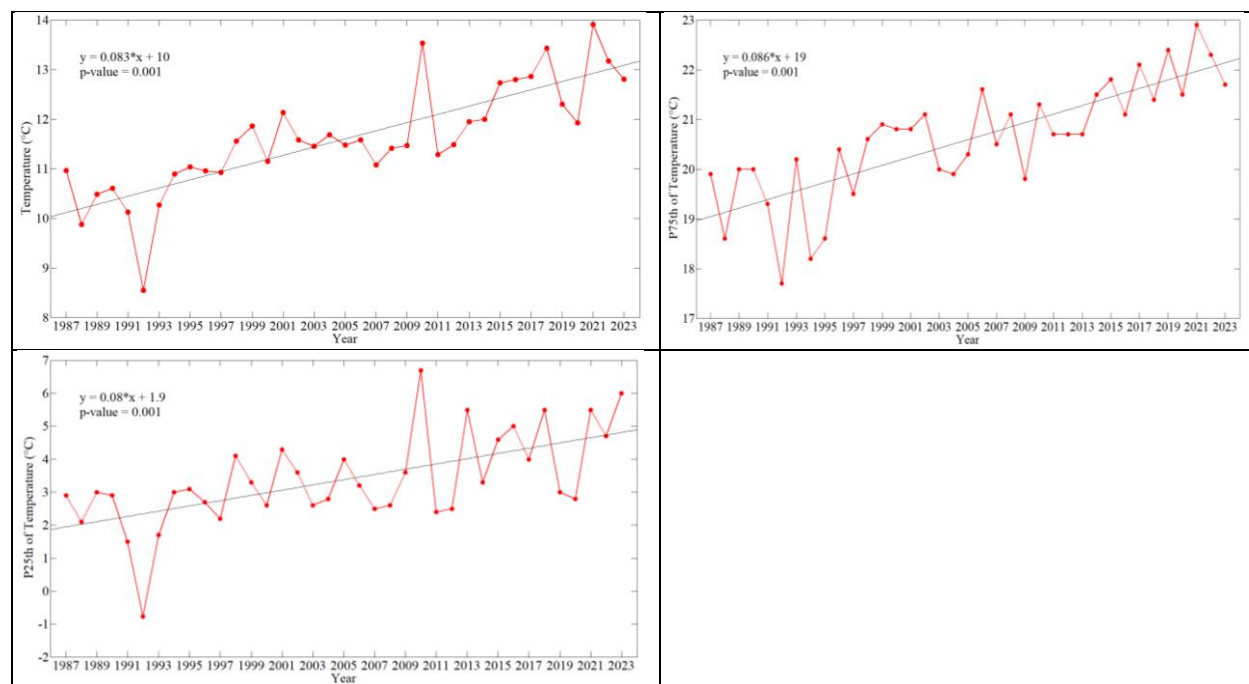
شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه همدید بیجار

یافته‌ها

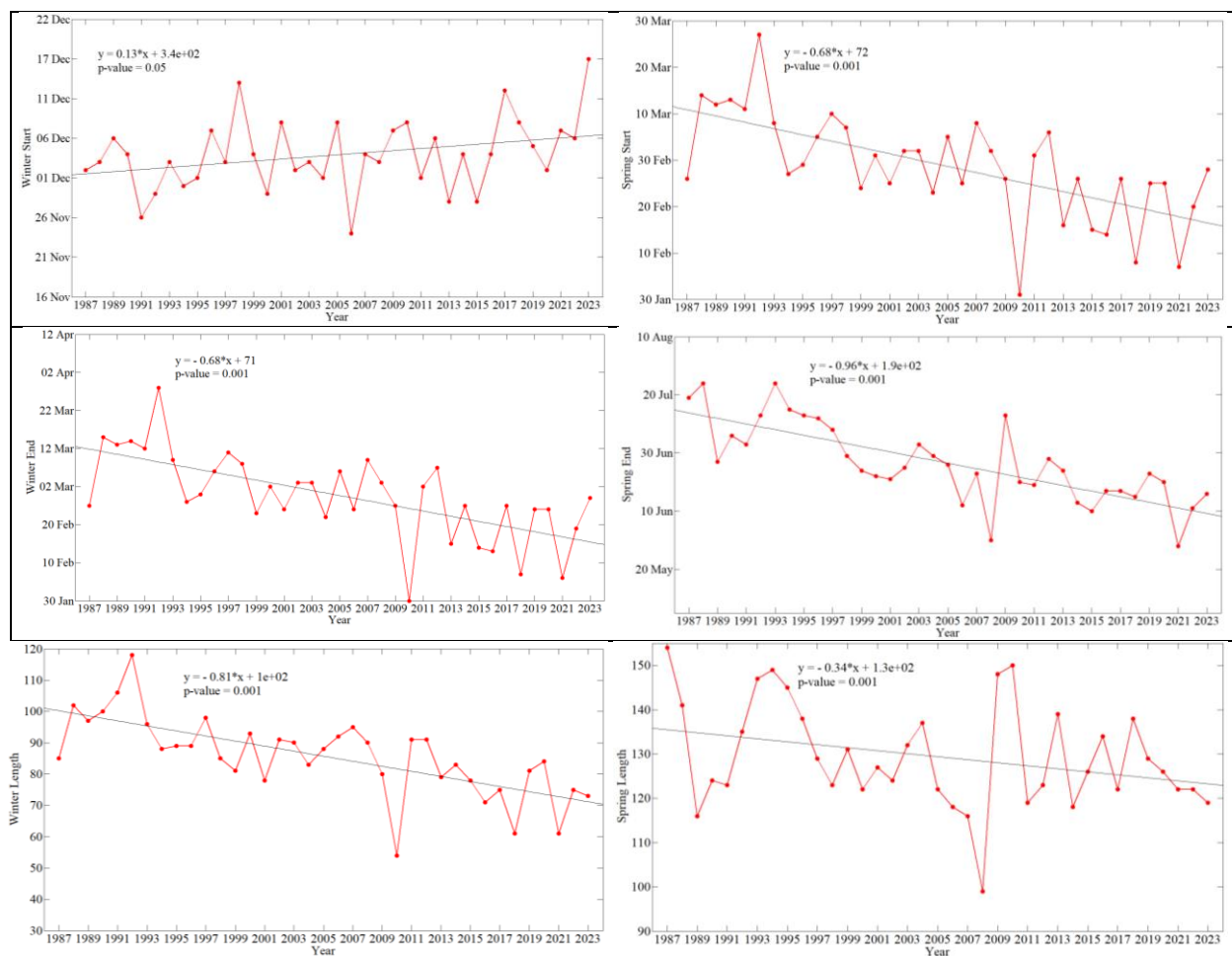
متوسط دمای سالانه‌ی ایستگاه همدید بیجار ۱۱/۶ درجه‌ی سانتی گراد است. در طول بازه‌ی زمانی مورد واکاوی سال ۱۹۹۲ با متوسط دمای ۸/۵ درجه سانتی گراد، سردترین سال و سال ۲۰۲۱ با متوسط دمای ۱۳/۹ درجه سانتی گراد، گرم‌ترین سال بیجار بوده است. برازش رگرسیون خطی بر روی سری زمانی مقادیر دمای سالانه نشان داد که مقادیر دمای سالانه‌ی این ایستگاه با شتاب ۰/۸۳ درجه‌ی سانتی گراد به ازای هر دهه روبه افزایش است. به بیانی دیگر در طول بازه‌ی زمانی مورد واکاوی حدود ۳ درجه‌ی سانتی گراد به متوسط دمای سالانه‌ی ایستگاه همدید بیجار افزوده شده است. نرخ افزایش دمای متوسط سالانه به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. میانگین بلندمدت صدک ۲۵ ام و ۷۵ ام دمای روزانه‌ی این ایستگاه طی ۳۷ سال به ترتیب حدود ۳/۴ و ۲۰/۶ درجه‌ی سانتی گراد است. سری زمانی مقادیر هر دو شاخص صدکی یاد شده در طول بازه‌ی زمانی مورد واکاوی روبه افزایش است. نرخ شیب افزایش صدک ۷۵ ام با شیب ۰/۸۶ درجه‌ی سانتی گراد به ازای هر دهه روبه افزایش است که در مقایسه با صدک ۲۵ ام ۰/۰۶ درجه‌ی سانتی گراد به ازای هر دهه شتاب بیشتری دارد. برپایه‌ی صدک ۲۵ ام سری زمانی روزانه‌ی دمای متوسط شبانه‌روزی، سال ۱۹۹۲ با ۱- درجه‌ی سانتی گراد سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با صدک ۲۵ ام ۶/۷ درجه‌ی سانتی گراد گرم‌ترین سال ایستگاه همدید بیجار بوده است. می‌توان سردترین و گرم‌ترین مقادیر دمای سری زمانی صدک ۲۵ ام را به نوعی به دمای فصل زمستان ارتباط داد.

شکل 3 سری زمانی تاریخ شروع، پایان و طول دوره دو فصل زمستان و بهار را در ایستگاه همدید بیجار طی بازه ۳۷ ساله سری زمانی مورد واکاوی نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود تاریخ آغاز فصل زمستان با شتاب کند $1/3$ روز به ازای هر دهه روبه افزایش است و به سمت فصل زمستان پسروی کرده است. تأخیر شروع فصل زمستان در سطح اطمینان 9 درصد معنادار است. در اوایل دوره مورد واکاوی در اول دسامبر فصل زمستان آغاز می شد ولی در پایان دوره تاریخ شروع فصل زمستان با تأخیر چند روزه بعد از 6 دسامبر آغاز می شود. تاریخ پایان فصل زمستان وردایی بسیار قابل توجه و بیشتری را نسبت به تاریخ شروع آن نشان می دهد. تاریخ پایان فصل زمستان با شتاب $6/8$ روز به ازای هر دهه کاسته شده و به سمت فصل زمستان جابه جا شده است. این بیانگر آن است که تاریخ پایان فصل زمستان زودتر از موعد همیشگی خود پایان می یابد. در طول دوره مورد واکاوی حدود 25 روز تاریخ پایان فصل زمستان زودتر از موعد خود رخنمود دارد. آغاز با تأخیر و پایان زودتر از موعد فصل زمستان منجر به کاهش طول دوره فصل زمستان در بیجار شده است به طوری که به ازای هر دهه $8/1$ روز از طول فصل زمستان و سرد بیجار کاسته شده است. یافته ها بیانگر آن است که طول دوره فصل زمستان در بیجار طی 37 سال دوره مورد واکاوی، 1 ماه کوتاه تر شده است.

در پند سمت راست شکل 3 وردایی تقویم فصل بهار در ایستگاه بیجار آمده است. شروع فصل بهار روند منفی معناداری را در سطح اطمینان 99 درصد نشان می دهد. نرخ کاهش تاریخ شروع فصل بهار $6/8$ روز به ازای هر دهه است و در پایان دوره تاریخ آغاز فصل بهار وارد دهه آخر ماه فوریه در فصل زمستان شده است. با همان شتابی که تاریخ پایان فصل زمستان زودتر از موعد خود رخ می دهد با همان شتاب آغاز فصل بهار زودتر از موعد خود شروع می شود. پایان فصل بهار نیز همانند شروع آن روند منفی معناداری را در سطح اطمینان 99 درصد نشان می دهد. نرخ کاهش تاریخ رخداد پایان فصل بهار به مراتب بیشتر از نرخ کاهش تاریخ رخداد شروع آن است و با شتاب $9/6$ روز به ازای هر دهه زودتر از موعد خود پایان می یابد. به طور کلی طول فصل بهار با نرخ $3/4$ روز به ازای هر دهه در ایستگاه بیجار روبه کاهش است.



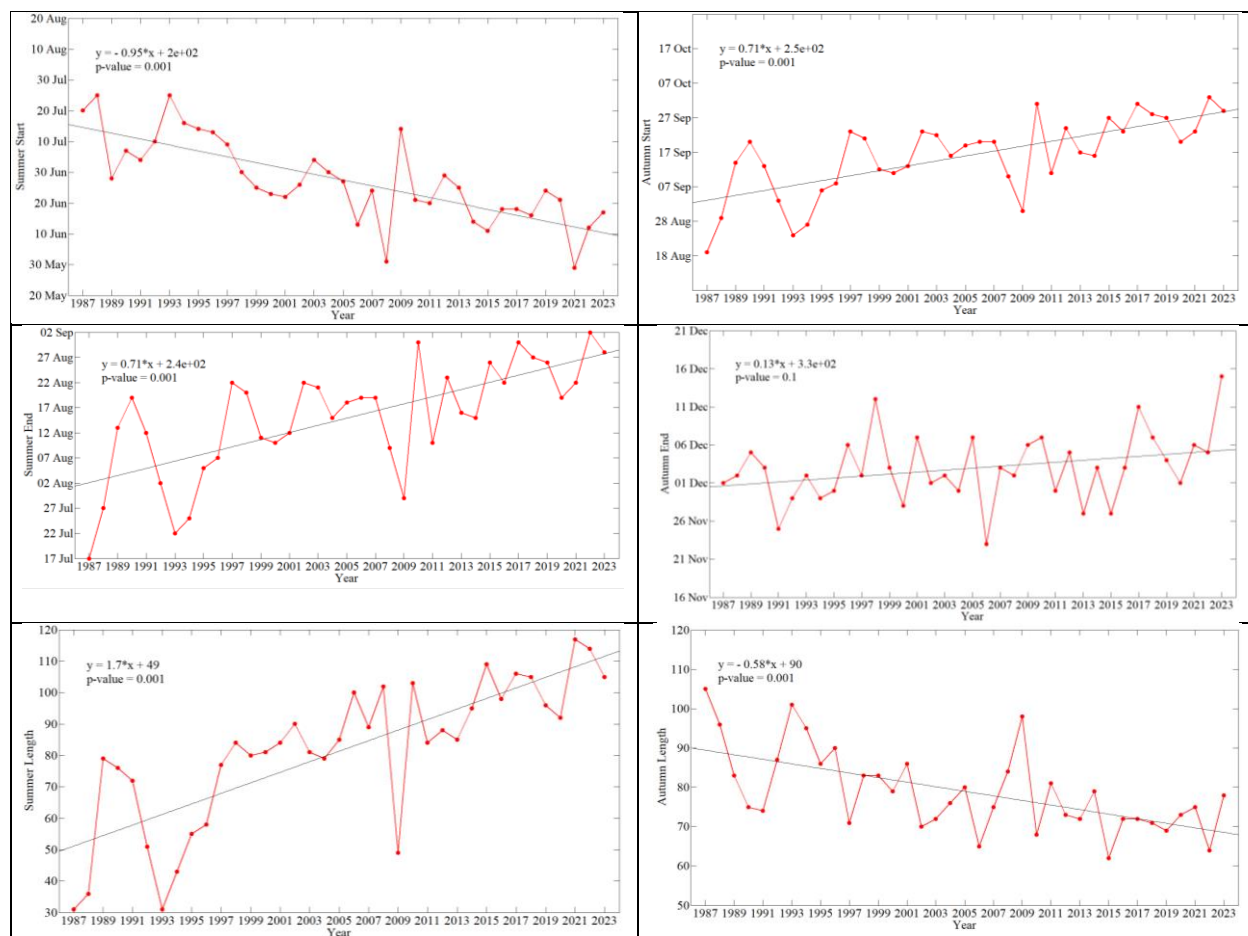
شکل ۲- سری زمانی مقادیر دمای متوسط شبانه روزی، صدک ۷۵ام و ۲۵ام ایستگاه همدید بیجار



شکل ۳- سری زمانی تاریخ شروع، پایان و طول فصول زمستان (چپ) و بهار (راست) طی بازه‌ی زمانی مورد واکاوی در ایستگاه

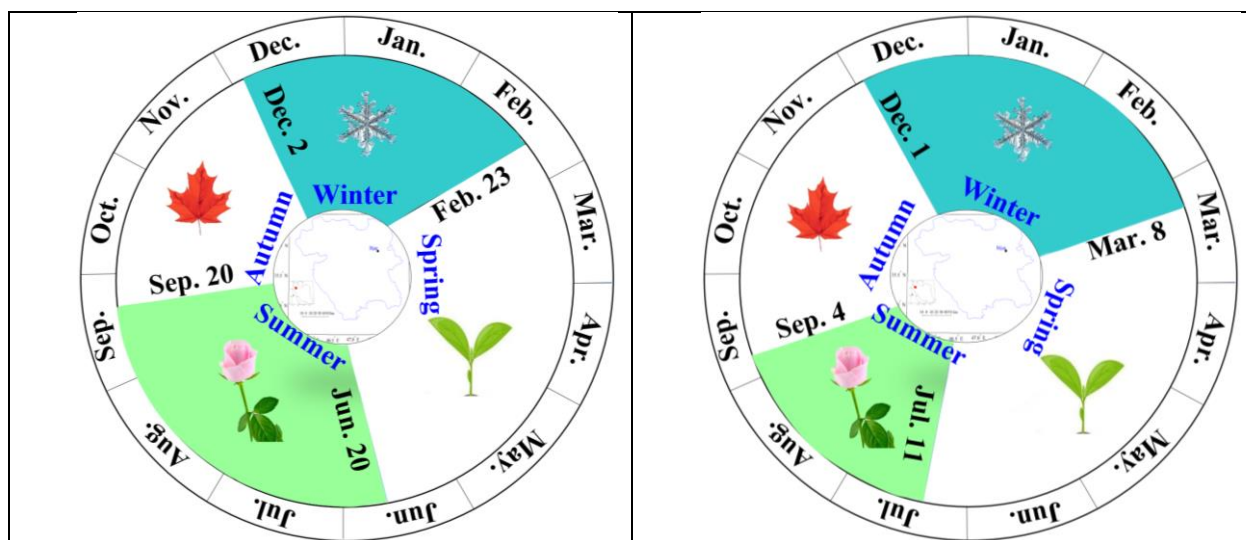
همدید بیجار

در طول دوره‌ی مورد واکاوی طول فصل تابستان به ویژه در اوایل دوره از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۸ نوسان بسیار زیادی دارد. در برخی سالهای اوایل دوره طول فصل تابستان برابر با یک ماه و در برخی از سالها برابر با ۸۰ روز بوده است. از سال ۱۹۹۹ به بعد با شیب تندی طول فصل تابستان روبه افزایش است و نوسان آن به نسبت اوایل دوره کمتر است. به طور کلی طول فصل تابستان در بازه‌ی زمانی مورد واکاوی با شیب ۱۷ روز به ازای هر دهه روبه افزایش است. شتاب افزایش یاد شده به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. نقش وردایی آغاز فصل تابستان در طول فصل تابستان به مراتب بیشتر از وردایی پایان آن است. آغاز فصل تابستان با شیب کاهشی ۹/۵ روز به ازای هر دهه به سمت فصل بهار جابه‌جا شده است درحالی که پایان آن با شیب کندتری ۷/۱ روز به ازای هر دهه روبه افزایش است. شروع زودتر از موعد فصل تابستان در سالهای اخیر به سمت ماه می در فصل بهار قابل توجه است. تاریخ شروع فصل پاییز با همان شتاب افزایشی پایان فصل تابستان به سمت پاییز جابه‌جا شده و با تأخیر شروع می شود. تاریخ پایان فصل پاییز نیز به سمت فصل زمستان جابه‌جا شده و با تأخیر پایان می یابد. شتاب نرخ افزایشی تاریخ پایان فصل پاییز به مراتب کمتر از تاریخ شروع آن است و این امر منجر به کاهش طول فصل پاییز در فصل پاییز با نرخ کاهشی ۵/۸ روز به ازای هر دهه شده است.



شکل ۴- سری زمانی تاریخ شروع، پایان و طول فصول تابستان (چپ) و پاییز (راست) طی بازه‌ی زمانی مورد واکاوی در ایستگاه همدید بیجار

از آن جایی که سال ۱۹۹۸ به عنوان سال جهش در مقادیر طول فصول اقلیمی است کل دوره‌ی مورد واکاوی به دو دوره‌ی قبل از ۱۹۹۸ و بعد از آن تقسیم شد. شکل ۵ وردایی فصول اقلیمی را در طول دو دوره‌ی مورد واکاوی نشان می‌دهد. همانطور که پیداست در دوره اول ۱۹۸۷-۱۹۹۸ فصل تابستان در بیجار از ۱۱ آذر ماه جولای شروع می‌شود و در ۴ آذر ماه سپتامبر پایان می‌پذیرد. طول فصل تابستان کمتر از دو ماه و برابر با ۵۵ روز است. در همان دوره، فصل زمستان از اول دسامبر آغاز می‌شود و در ۸ آذر ماه مارس پایان می‌یابد. طول فصل زمستان ۹۷ روز است. در دوره‌ی دوم (۱۹۹۹-۲۰۲۳) وردایی قابل توجهی به ویژه در طول فصل تابستان در بیجار دیده می‌شود. به طوری که فصل تابستان از ۲۰ آذر ماه ژوئن شروع و در ۲۰ آذر ماه سپتامبر پایان می‌یابد. به بیانی دیگر طول فصل تابستان با افزایش بیش از یک ماه (۳۸ روز) در دوره‌ی دوم به ۹۳ روز رسیده است. طول فصل زمستان به نسبت دوره‌ی اول کاسته شده است و در ۲ آذر ماه دسامبر شروع و ۲۳ آذر ماه فوریه پایان می‌یابد. طول فصل زمستان در دوره‌ی دوم با کاهش ۱۴ روز نسبت به دوره‌ی اول، به ۸۳ روز در سال رسیده است. فصل بهار زودتر از موعد خود شروع می‌شود و به سمت فصل زمستان جابه‌جا شده است و زودتر از موعد خود نیز پایان می‌یابد. در مجموع طول فصل بهار نیز در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول حدود ۶ روز کاسته شده است



شکل ۵- وردایی فصول اقلیمی بیجار در طول دوره مورد واکاوی (دوره ۱۹۸۷-۱۹۹۸ (سمت راست) و دوره ۱۹۹۹-۲۰۲۳ (سمت چپ)).

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف شناخت وردایی تقویم فصول اقلیمی ایستگاه همدید بیجار انجام شد. برای نیل به این هدف از شاخص‌های صدکی بهره گرفته شد. یافته‌ها نشان داد که طول فصل تابستان در ایستگاه همدید بیجار به دلیل افزایش دما افزایش یافته است. افزایش طول فصل تابستان بیشتر ناشی از شروع زودهنگام آن و گرمایش فصل بهار است. به بیانی دیگر با شروع زودهنگام گرما و افزایش دما در فصل بهار، آغاز فصل تابستان در دوره دوم ۱۹۹۹-۲۰۲۳ نسبت به دوره اول ۱۹۸۷-۱۹۹۸ زودتر از موعد خود شروع می‌شود و دیرتر نیز پایان می‌یابد. برعکس، فصل زمستان به دلیل افزایش دما با تأخیر شروع می‌شود و زودتر از موعد خود پایان می‌یابد. شتاب زودتر از موعد تاریخ پایان فصل زمستان به مراتب بیشتر از تاریخ شروع آن است و نقش بیشتری در کاهش طول فصل زمستان و آغاز زودهنگام فصل بهار دارد.

فهرست منابع

- مسعودیان، سید ابوالفضل، دارند، محمد، ناظمی فرد، گلاره (۱۳۹۸). واکاوی فصول دمایی ایران زمین و وردایی آن طی دهه‌های اخیر، جغرافیا و توسعه ۱۷ (۵۵) ۴۵-۶۲.
- رحیم زاده، فاطمه، عسکری، احمد، فتاحی، ابراهیم، محمدیان، نوشین، تقی پور، افسانه (۱۳۸۸) روند نمایه‌های حدی آب و هوایی دما در ایران طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۳، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۱۱۹: ۹۳-۱۴۴.
- حجازی زاده، زهرا، زارعی، شریفه، صیاد، وحیده (۱۴۰۲). بررسی چشم انداز تغییرات شاخص‌های حدی دما و بارش در استان کردستان براساس سناریوهای واداشت تابشی (RCP)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۶۹: ۱-۱۴.
- صفوی، سید مجتبی، مسلمی، حمید، رضایی، مرضیه و درویشی، راحله (۱۴۰۱). تأثیر تغییر اقلیم بر بارش‌های سنگین و دماهای حدی (مطالعه موردی: ایستگاه‌های بیجار، خلخال، زنجان، قروه و میانه). نیوار، ۴۶ (۱۱۸-۱۱۹)، ۱۴-۲۶.

Christidis, N., Stott, P. A., Brown, S., Karoly, D. J., & Caesar, J. (2007). Human contribution to the lengthening of the growing season during 1950–99. *Journal of Climate*, 20, 5441–5454. <https://doi.org/10.1175/2007JCLI1568.1>

Park, B. J., Kim, Y. H., Min, S. K., & Lim, E. P. (2018). Anthropogenic and natural contributions to the lengthening of the summer season in the northern hemisphere. *Journal of Climate*, 31(17), 6803–6819. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0643.1>

Wang, J., Guan, Y., Wu, L., Guan, X., Cai, W., Huang, J., et al. (2021). Changing lengths of the four seasons by global warming. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091753. <https://doi.org/10.1029/2020GL091753>

Detection the variability of climatic seasons in Bijar

Mohammad Darand

Professor of Climatology at University of Kurdistan

Abstract:

Variability in temperature behavior is one of the consequences and indicators of global warming and climate change. The calendar of climatic seasons is measured based on the understanding of temperature behavior. The aim of this research is to understand the variability of climatic seasons in the city of Bijar. To achieve this goal, daily average temperature data from the Bijar synoptic station during the period from 1/1/1987 to 12/31/2023 were used. To identify the climatic seasons, a third-degree polynomial regression was initially fitted to the daily temperature time series for each year separately. By comparing the temperature time series with the 75th and 25th percentiles, the climatic seasons were identified. The length of each climatic season during the analyzed period was calculated, and the trend in the length of the seasons was evaluated using linear regression at a 95% confidence level.

Keywords: Global Warming, Climate Change, Climatic Seasons, Bijar.