



## آشکارسازی نوسانات اقلیمی براساس آزمون آماری من-ویتنی (مطالعه موردی: شهرستان اهواز)

احمدخسرایبی<sup>۱</sup>، حمید زارع ایبانه<sup>۲</sup>، مهدی جوزی<sup>۳\*</sup>، ژینو بهمنی<sup>۴</sup>

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۹

مقاله پژوهشی

### چکیده

یکی از نگرانی‌های جامعه انسانی درباره تغییراتی است که در اثر گرمایش زمین موجب تغییرات فراوانی و مقدار بارش و درجه حرارت می‌شود. این مطالعه به منظور بررسی روند تغییرات دما و بارندگی سالانه، فصول کشت، فصلی و ماهانه با استفاده از آزمون من-ویتنی در ایستگاه هواشناسی اهواز انجام شد. دوره آماری مورد مطالعه شامل دو دوره ۳۱ ساله از ۱۹۵۷ تا ۲۰۱۸ (۱۳۳۵ تا ۱۳۹۷ شمسی) بود. نتایج این مطالعه نشان داد که دمای کمینه، تغییرات بیشتری در مقایسه با دمای متوسط و دمای بیشینه در ۳۱ سال اول (۱۹۵۷ تا ۱۹۸۷) نسبت به ۳۱ سال دوم (۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸) داشت. مقایسه میانگین دمای کمینه و دمای متوسط برای دو دوره مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. میانگین‌های دمای کمینه از ۱۲/۱ به ۱۴/۹ و دمای متوسط از ۲۴/۹ به ۲۶/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. مقایسه میانگین دمای بیشینه و بارندگی برای دو دوره مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت. میانگین دمای بیشینه از ۳۷/۵ به ۳۶/۸ درجه سانتی‌گراد و بارش از ۲۲۶/۹ به ۱۸۸/۸ میلی‌متر کاهش داشت. همچنین بررسی روند بارندگی در دو دوره مورد بررسی نشان دهنده پراکنش بالای این پارامتر اقلیمی و تغییرات اندک در میزان این عامل بوده است.

واژه‌های کلیدی: بارش سالانه، دمای بیشینه، دمای کمینه، دمای متوسط

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران، ۰۹۳۷۳۵۳۷۷۹۸.ahmadkhasraei@gmail.com

<sup>۲</sup> استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران، ۰۸۱۳۴۴۲۵۴۰۲.zare@basu.ac.ir

<sup>۳</sup> استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران، ۰۹۱۹۱۵۹۴۷۶۵.jovzimehdi11@yahoo.com.; m.jovzi@areeo.ac.ir. (\* نویسنده مسئول)

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، ۰۹۰۱۲۸۶۵۰۶۵.zhino.bahmani2194@gmail.com

## مقدمه

تغییر اقلیم به تغییرات رفتار اقلیمی یک منطقه در مقایسه با رفتاری که طی یک دوره زمانی بلند مدت در گذشته از آن منطقه ثبت شده یا مورد انتظار است اطلاق می‌شود (علیزاده، ۱۳۹۰). این پدیده از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه پایدار است که تأثیرات منفی چشم‌گیری بر اقتصاد، اجتماع، منابع آب، تولید محصولات کشاورزی و اکوسیستم‌های خشکی و دریایی می‌گذارد (Lu et al., 2011; Todd et al., 2019). در گذشته تغییرات اقلیم را ناشی از عوامل طبیعی می‌دانستند، اما در سال‌های اخیر علاوه بر عوامل طبیعی، عامل انسانی نیز در کنار سایر عوامل به روند تغییرات اقلیم کمک کرده است (آذرخشی و همکاران، ۱۳۹۲). تغییرات اقلیمی یکی از ویژگی‌های طبیعی چرخه اتمسفری می‌باشد که بر اثر ناهنجاری‌ها و یا نوساناتی در روند پارامترهای هواشناسی از جمله بارندگی و دما حاصل می‌شود (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۲). به‌طور کلی اقلیم سیستم پیچیده‌ای است که عمدتاً به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای در حال تغییر است. در حال حاضر تغییر اقلیم به‌عنوان مهم‌ترین تهدیدی است که به منابع طبیعی، منابع پایه، محیط زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی، فعالیت‌های اقتصادی و غیره آسیب می‌رساند. این مبحث مهم، در دهه ۱۹۷۰ میلادی در محافل علمی در پی افزایش میزان غلظت گازهای گلخانه‌ای جو در اثر فعالیت‌های انسانی مورد توجه قرار گرفت (مساعدی و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از عوامل مشخص‌کننده تغییرات اقلیمی، بروز تغییرات در پدیده‌های اقلیمی حدی از جمله تشدید چرخه هیدرولوژی، تغییر در فرکانس خشک‌سالی‌ها، سیل‌ها و گسترش تغییر دامنه تحت پوشش سیل و خشک‌سالی در مناطق جدید است (تقوی و محمدی، ۱۳۸۶). (Torma et al., 2007). در زمینه بررسی و تحلیل شاخص‌های حداکثری دما و بارش در حوضه کاربیتین از سال ۱۹۴۶ تا ۲۰۰۱ نشان دادند که روند جهانی و قاره‌ای دمای منطقه مرکزی و شرق اروپا در طول نیمه دوم قرن بیستم گرم‌تر شده است. علیجانی و همکاران (۱۳۹۰)، تغییرات کمینه و بیشینه سالانه دما در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها حاکی از دو برابر بودن تغییرات در میانگین دمای حداقل در مقایسه با میانگین دمای حداکثر

است. جهانبخش اصل و همکاران (۱۳۹۳) ضمن تحلیل روند و تخمین دوره‌های بازگشت دما و بارش‌های حدی در تبریز نتیجه گرفتند که طی ۵۰ سال گذشته، روند شاخص‌های مربوط به روزهای تابستانی، شب‌های حاره‌ای و شب‌های گرم افزایشی بوده و از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. احمدی و رادمنش (۱۳۹۳) در بررسی‌های روند تغییرات دمای ماهانه و سالانه در نیمه شمالی کشور به کمک آزمون من‌کندال، روند افزایشی معنی‌دار دمای سالانه را در ۶۱ درصد از ایستگاه‌ها نشان دادند. هم‌چنین در مقیاس ماهانه تعداد ماه‌های با روند افزایشی بیش‌تر از تعداد ماه‌ها با روند کاهش‌ی بوده است. اسدی و حیدری (۱۳۹۰) روند افزایشی دمای سالانه در شیراز را به میزان ۱/۹ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند. (Mahmood and Babel, 2014) تغییرات حدی دما را در حوضه جلوم هند و پاکستان در سال‌های ۴۰-۲۰۱۱ و ۷۰-۲۰۴۱ و ۹۹-۲۰۷۰ بررسی کردند. نتایج نشان داد تمامی فصول دارای افزایش دما بوده، ولی این افزایش در بهار بسیار جدی‌تر از زمستان است. سالاری و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی تغییرات بارش و دما در شیراز در بازه ۹۲-۱۳۶۳ نشان دادند که طی دهه اخیر روند تغییرات بارش کل سالانه، حداکثر شدت بارش و حداقل دما، منفی بوده و میزان میانگین بارش حدود ۵۰ میلی‌متر نسبت به دهه‌های گذشته کاهش یافته است و روند تغییرات حداکثر مطلق دما و تعداد روزهای یخبندان مثبت بوده و اختلاف حداقل و حداکثر دما افزایش یافته است. دلقندی (۱۳۹۵) به منظور آشکارسازی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق پتانسیل در دو دوره ۲۰۴۵-۲۰۱۶ و ۲۰۹۹-۲۰۷۰ برای شهرستان شاهرود نشان داد که در دوره آبی اول (۲۰۱۶-۲۰۴۵)، متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل حدود ۴/۵ درصد و در دوره آبی دوم حدود ۱۵ درصد افزایش خواهد یافت. هم‌چنین مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در ماه‌های گرم در مقایسه با ماه‌های سرد سال بیش‌تر افزایش می‌یابد.

با توجه به چندین برابر شدن جمعیت شهر اهواز در طی ۶ دهه اخیر و از طرف دیگر کشاورزی بی‌رویه، سدسازی‌های گسترده و تغییر مسیر و بستر رودخانه‌ها، نابودی تالاب‌ها و از بین رفتن پوشش گیاهی و در نتیجه آن تغییر در پارامترهای اقلیمی منطقه که می‌تواند بر کشاورزی و تولیدات



سطح اطمینان ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪ به بررسی مقایسه میانگین‌های هر یک از دوره‌های زمانی پرداخته شد.

در پژوهش‌هایی که نمونه‌ها به صورت جفت شده هستند، برای تعیین جهت و میزان تغییر از آزمون من-ویتنی استفاده می‌شود. این آزمون با فرض تساوی میانگین‌های دو جامعه  $(\mu_1 - \mu_2 = 0)$  پایه‌ریزی شده است. در این آزمون دو نمونه تصادفی  $X_1, X_2, \dots, X_n$  و  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  در نظر گرفته می‌شود. تمام دوتایی‌هایی  $(X_i, Y_j)$  را که تعداد آن‌ها  $m \times n$  عدد می‌باشد، تشکیل داده می‌شود. در هر جفت از این داده‌ها یا  $X_i > Y_j$  و یا  $X_i < Y_j$  می‌باشد. سپس آماره‌های  $W_{XY}$  و  $W_{YX}$  به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شوند.

$$W_{XY} = \text{تعداد } (X_i, Y_j) \text{ ها با فرض } X_i < Y_j \quad (1)$$

$$W_{YX} = \text{تعداد } (X_i, Y_j) \text{ ها با فرض } X_i > Y_j$$

دو آماره شمارشی  $W_{XY}$  و  $W_{YX}$  را که مجموع آن‌ها برابر با  $m \times n$  است، آماره‌های من-ویتنی می‌نامند. واضح است که در آزمون فرض  $H_0$  زمانی رد می‌شود که  $W_{XY}$  خیلی بزرگ‌تر شود، یعنی تعداد زیادی از  $Y_i$ ها بزرگ‌تر از  $X_i$ ها شوند.

$$(2) \quad \text{مقادیر داده‌های } Y \text{ برابر با داده‌های } X \text{ است: } H_0$$

$$H_1: \text{مقادیر داده‌های } Y \text{ بزرگ‌تر از داده‌های } X \text{ است}$$

$$\text{ثابت می‌شود که } W_S = W_{XY} - n(n+1)/2 \text{ و } W_R = W_{YX} - n(n+1)/2$$

$$W_R = W_{YX} \text{ که در آن‌ها شرایط معادله ۳ برقرار است.}$$

$$(3) \quad W_S = \sum S_i$$

$$W_R = \sum R_j$$

$S_i$ ها و  $R_j$ ها به ترتیب رتبه‌های داده‌های  $X$  و  $Y$  هستند (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۵).

برای تعیین توزیع  $W$ ، جدول من-ویتنی ارائه شده است که از طریق آن می‌توان ناحیه بحرانی را تشخیص داد و نسبت به رد یا تایید فرض صفر اقدام نمود. اگر حجم نمونه‌ها کمتر از ۲۰ باشد و  $W_{\alpha, nr} < |W|$  باشد، فرض صفر رد خواهد شد. که در آن  $W$  آماره محاسبه شده من-ویتنی و  $W_{\alpha, nr}$  آماره من-ویتنی از جدول مربوطه است و  $\alpha$  سطح احتمال مورد نظر و  $nr$  نیز از رابطه زیر مشخص می‌شود:

$$(4) \quad nr = W_{XY} + W_{YX}$$

اگر حجم نمونه‌ها بزرگ باشد (بزرگتر از ۲۰)، می‌توان توزیع  $W$  را نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار  $\sigma_w$  در نظر گرفت. در این صورت از شرط  $|z| < z - \alpha$  و از جداول توزیع نرمال برای

آن تأثیرگذار باشد. با توجه به این که در منطقه اهواز نوسانات اقلیمی مانند دماهای کمینه، بیشینه و متوسط و بارش تا کنون مورد بررسی اجمالی قرار نگرفته، لذا در این پژوهش با بررسی پارامترهای دما و بارش طی یک دوره طولانی مدت ۶۲ ساله (۱۹۵۷-۲۰۱۸ میلادی)، به بررسی احتمالی نوسانات اقلیمی در اهواز پرداخته شده است.

### مواد و روش‌ها

اهواز مرکز استان خوزستان است و در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی در بخش جلگه‌ای خوزستان و در ارتفاع متوسط ۱۸ متری از سطح دریا قرار دارد. اهواز با مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار، به‌عنوان یکی از شهرهای وسیع ایران محسوب می‌شود (فلاح قاهره و سروستان، ۱۳۹۶). براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی اهواز، در طول ۵۰ سال گذشته میانگین حداقل و حداکثر دمای شهر به ترتیب ۷- و ۵۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای شهر در همین دوره ۲۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. متوسط درجه حرارت ۴۸ درجه در تابستان و ۴ درجه سانتی‌گراد در زمستان می‌باشد. میزان بارندگی سالانه اهواز به‌طور متوسط ۲۱۳ میلی‌متر است. براساس طبقه‌بندی دومارتن که متکی بر دو متغیر میانگین بارندگی و دما است، شهرستان اهواز در گروه اقلیم خشک قرار دارد.

در مطالعه حاضر از داده‌های دما و بارندگی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اهواز طی دوره‌های آماری ۲۰۱۸-۱۹۵۷ (۱۳۳۵ تا ۱۳۹۷ شمسی) استفاده شد. داده‌ها به بیست دوره زمانی شامل سالانه، ماهانه (۱۲ ماه)، فصلی (۴ فصل) و نیز سه فصل زراعی شامل: آوریل تا سپتامبر (فروردین تا شهریور)، اکتبر تا مارس (مهر تا فروردین) و اکتبر تا ژوئن (مهر تا خرداد) تفکیک شدند. سپس همگنی و استقلال داده‌ها در هر یک از بیست دوره زمانی ذکر شده بررسی شد. در ادامه به‌منظور بررسی نوسانات اقلیمی، داده‌ها به سه بازه زمانی: اول (۱۹۵۷-۸۷)، دوم (۱۹۸۸-۲۰۱۸) و کل (۱۹۵۷-۲۰۱۸) تقسیم شدند. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و براساس آزمون ناپارامتری من-ویتنی در سه

درجه سانتی‌گراد و دمای کمینه بین ۱۲/۵ تا ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد شد. این امر نشان دهنده شیب بیش‌تر تغییرات در ۳۱ ساله دوم است. همچنین تغییرات دمای بیشینه در دوره ۳۱ ساله اول بین ۳۵/۹ تا ۳۹/۱ درجه سانتی‌گراد شد که دارای شیب ملایم‌تری نسبت به دوره ۳۱ ساله دوم بود به‌طوری‌که تغییرات دمای بیشینه آن بین ۳۳/۵ تا ۳۹/۱ درجه سانتی‌گراد بود. مقدار بارش در دوره ۳۱ ساله دوم بین ۶۳/۶ تا ۴۶۸/۸ میلی‌متر شد درحالی‌که این تغییرات نسبت به دوره ۳۱ ساله اول (۷۲/۹ تا ۳۷۴/۵ میلی‌متر) بیش‌تر بود. نتایج فوق نشان‌دهنده نوسانات اقلیمی رخ داده در دو دوره مورد بررسی است.

در مطالعه حاضر با استفاده از آزمون ناپارامتری من-ویتنی به بررسی مقایسه تغییرات معنی‌دار بین مقادیر میانگین‌های متغیرهای اقلیمی طی مدت ۶۲ سال در ایستگاه هواشناسی اهواز پرداخته شد.

تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. مقدار  $Z$  و  $\sigma_w$  از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$Z = \frac{W}{\sigma_w} \quad (5)$$

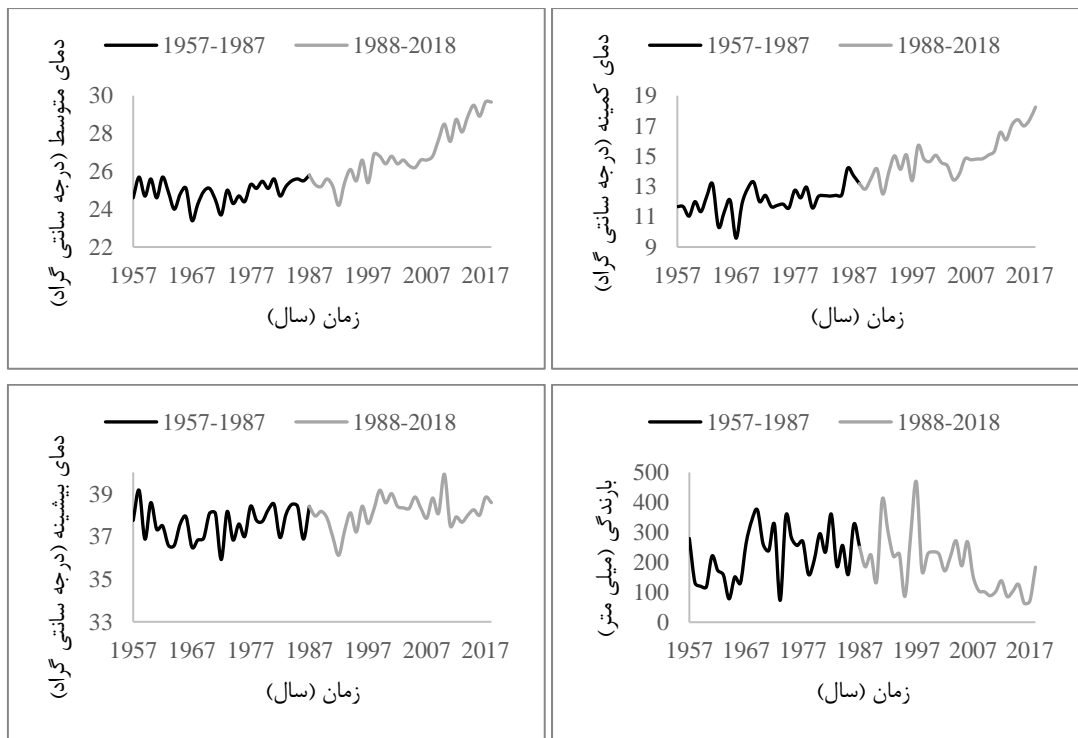
$$\sigma_w = \sqrt{\frac{nr(nr+1)(2nr+1)}{24}} \quad (6)$$

در ادامه نیز با توجه به سطوح معنی‌داری به‌دست آمده، مقایسه بین میانگین‌های مربوطه صورت گرفت.

### نتایج و بحث

در شکل ۱ تغییرات دماهای متوسط، بیشینه، کمینه و بارندگی طی دو دوره ۳۱ ساله نشان داده شد.

با توجه به شکل ۱ مشاهده شد که تغییرات دمای متوسط در دوره ۳۱ ساله اول بین ۲۳/۴ تا ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد و دمای کمینه بین ۹/۵ تا ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد بود و در دوره ۳۱ ساله دوم دمای متوسط بین ۲۴/۲ تا ۲۹/۶



شکل (۱): نمودارهای تغییرات دو دوره ۳۱ ساله برای پارامترهای دمای متوسط، دمای بیشینه، دمای کمینه و بارندگی

بین دو دوره ۳۱ ساله اول و دوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون من-ویتنی برای دمای متوسط در جدول ۱

به‌همین منظور داده‌های متوسط دمای بیشینه و کمینه و همچنین بارش به‌طور مجزا با استفاده از آزمون من-ویتنی



و اکتبر تا مارس (۸/۴۸٪) اختصاص داشت. کمترین آن‌ها نیز به ترتیب به تابستان (۷/۴۶٪)، سپتامبر (۶/۸۷٪) و آوریل تا سپتامبر (۷/۸۸٪) اختصاص یافت. به طور کلی این نتایج نشان داد، بیشترین افزایش دمای متوسط مربوط به فصول و ماه‌های سرد سال بود به عبارت دیگر دمای متوسط فصول و ماه‌های سرد سال نسبت به فصول و ماه‌های گرم سال افزایش بیشتری داشت. لازم به ذکر است که انحراف معیار تمام ماه‌ها در حدود ۲ شد که بیان می‌کند میانگین‌های بدست آمده در نزدیکی میانگین کل قرار داشتند.

نشان داده شد. این نتایج نشان داد که در تمام دوره‌های زمانی، پارامتر میانگین دمای متوسط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت. این اختلاف به دلیل افزایش دمای متوسط در ۳۱ سال دوم نسبت به ۳۱ سال اول بود. دمای متوسط در همه دوره‌های مورد بررسی افزایش یافت، به طوری که میانگین دمای متوسط سالانه از ۲۴/۹۳ به ۲۶/۹۱ درجه سانتی‌گراد (۷/۹۴٪) افزایش داشت. بیشترین افزایش دمای متوسط در بین فصول سال، ماه‌های سال و فصول کشت به ترتیب به پاییز (۸/۱۸٪)، دسامبر (۱۱/۵۳٪)

جدول (۱): مقایسه میانگین داده‌های دمای متوسط (°C) در دوره‌های مختلف با آزمون من-ویتنی

دوره	۸۷-۱۹۵۷	۲۰۱۸-۱۹۸۸	کل	درصد افزایش دما	انحراف معیار	من-ویتنی	Z	درجه معنی‌داری
سالانه	۲۴/۹۳	۲۶/۹۱	۲۵/۹۱	۷/۹۴	۱/۴۹	۸۸	-۵/۲۵۹	۰/۰۰۰***
زمستان	۱۵/۰۴	۱۶/۲۵	۱۵/۶۴	۸/۰۵	۱/۴۳	۲۴۷/۵	-۳/۲۸۱	۰/۰۰۱**
بهار	۲۹/۸۲	۳۲/۱۷	۳۰/۹۹	۷/۸۸	۱/۸۱	۱۰۵/۵	-۵/۲۸۰	۰/۰۰۰***
تابستان	۳۴/۹۷	۳۷/۵۸	۳۶/۲۷	۷/۴۶	۱/۹۴	۵۷/۵	-۵/۹۵۶	۰/۰۰۰***
پاییز	۱۹/۸۸	۲۱/۶۳	۲۰/۷۵	۸/۸۰	۱/۴۲	۱۱۹	-۵/۰۹۱	۰/۰۰۰***
ژانویه	۱۲/۱۳	۱۳/۲۰	۱۲/۶۶	۸/۸۲	۱/۸۲	۳۲۹	-۲/۱۳۵	۰/۰۳۳*
فوریه	۱۴/۳۵	۱۵/۵۵	۱۴/۹۵	۸/۳۶	۱/۸۴	۳۱۶/۵	-۲/۳۱۰	۰/۰۲۱*
مارس	۱۸/۶۴	۲۰/۰۱	۱۹/۳۲	۷/۳۵	۱/۷۴	۳۵۸/۵	-۳/۱۳۰	۰/۰۰۲**
آوریل	۲۴/۳۳	۲۶/۴۵	۲۵/۳۸	۸/۷۱	۱/۹۹	۱۹۹	-۳/۹۶۶	۰/۰۰۰***
مه	۳۰/۵۱	۳۲/۹۴	۳۱/۷۲	۷/۹۶	۲/۰۳	۱۳۷	-۴/۸۴۰	۰/۰۰۰***
جون	۳۴/۶۴	۳۷/۱۳	۳۵/۸۸	۷/۱۹	۱/۹۴	۹۱	-۵/۴۹۰	۰/۰۰۰***
جولای	۳۶/۶۱	۳۹/۲۵	۳۷/۹۲	۷/۲۱	۲/۰۳	۷۶/۵	-۵/۶۹۴	۰/۰۰۰***
اوت	۳۵/۸۶	۳۸/۸۰	۳۷/۳۲	۸/۲۰	۲/۱۵	۸۱/۵	-۵/۶۲۲	۰/۰۰۰***
سپتامبر	۳۲/۴۵	۳۴/۶۸	۳۳/۵۶	۶/۸۷	۱/۸۶	۱۱۴/۵	-۵/۱۵۷	۰/۰۰۰***
اکتبر	۲۶/۷۲	۲۹/۰۳	۲۷/۸۷	۸/۶۵	۱/۸۷	۱۲۵/۵	-۵/۰۰۱	۰/۰۰۰***
نوامبر	۱۹/۴۰	۲۰/۷۷	۲۸/۰۸	۷/۰۶	۱/۴۹	۲۴۲/۵	-۳/۳۵۴	۰/۰۰۱**
دسامبر	۱۳/۵۳	۱۵/۰۹	۱۴/۳۱	۱۱/۵۳	۱/۹۲	۲۶۹/۵	-۲/۹۷۲	۰/۰۰۲**
آوریل تا سپتامبر	۲۹/۸۲	۳۲/۱۷	۳۰/۹۹	۷/۸۸	۴/۷۶	۳۰۴۵	-۳/۴۸۶	۰/۰۰۰***
اکتبر تا مارس	۱۷/۴۶	۱۸/۹۴	۱۸/۲۰	۸/۴۸	۵/۳۸۷	۱۴۳۷۶	-۲/۸۱۸	۰/۰۰۵**
اکتبر تا جون	۲۱/۵۸	۲۳/۳۵	۲۲/۴۶	۸/۲۰	۷/۹۵	۳۳۹۷۲	-۲/۵۹۹	۰/۰۰۹**

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان‌دهنده درجه معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می‌باشد.

افزایش داشت و این دما، در سایر دوره‌های مورد بررسی کاهش یافت. به طوری که میانگین دمای بیشینه سالانه از ۳۷/۶۰ به ۳۶/۸۵ درجه سانتی‌گراد (۱/۹۹٪) کاهش داشت. بیشترین کاهش دمای بیشینه در بین فصول سال، ماه‌های سال و فصول کشت به ترتیب به پاییز (۴/۱۴٪)، نوامبر

نتایج مقایسه میانگین داده‌های دمای بیشینه با استفاده از آزمون من-ویتنی در جدول ۲ نشان داده شد. بررسی این نتایج نشان داد بیشینه دما در دو دوره ۳۱ ساله تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند و تنها در ماه نوامبر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. دمای بیشینه در ماه اوت ۰/۶۴ درصد

بیان می‌کند میانگین‌های بدست آمده در نزدیکی میانگین کل قرار داشتند. شاخص Z در جدول ۲ در دوره‌های آماری سالانه، زمستان، بهار، تابستان و پاییز به ترتیب برابر ۰/۴۷۲، ۰/۳۲۵، ۰/۷۶۱، ۰/۱۸۴ و ۱/۲۵۴ شد. این امر نشان‌دهنده تفاوت اندک بین میانگین داده‌های طولانی مدت دمایی در هر یک از دوره‌های ذکر شده بود.

(۶/۳۱) و اکتبر تا مارس (۳/۶۶) اختصاص داشت. همچنین کمترین آن‌ها نیز به ترتیب به تابستان (۰/۲۵)، جولای (۰/۲۲) و آوریل تا سپتامبر (۰/۹۰) اختصاص یافت.

به‌طور کلی این نتایج نشان داد، بیشترین کاهش دمای بیشینه مربوط به فصول و ماه‌های سرد سال بود. لازم به ذکر است انحراف معیار تمام ماه‌ها، تقریباً کمتر از ۳ شد که

جدول (۲): مقایسه میانگین داده‌های دمای بیشینه (°C) در دوره‌های مختلف با آزمون من-ویتنی

دوره	۸۷-۱۹۵۷	۲۰۱۸-۱۹۸۸	کل	درصد تغییر دما	انحراف معیار	من-ویتنی	Z	درجه معنی‌داری
سالانه	۳۷/۶۰	۳۶/۸۵	۳۷/۲۲	-۱/۹۹	۱/۵۱	۴۷۷	-۰/۴۷۲	۰/۶۳۷
زمستان	۲۶/۳۲	۲۵/۵۰	۲۵/۹۰	-۳/۱۲	۱/۹۵	۳۸۶/۵	-۱/۳۲۵	۰/۱۸۵
بهار	۴۳/۶۱	۴۲/۸۹	۴۳/۲۴	-۱/۶۵	۱/۹۹	۴۲۶/۵	-۰/۷۶۱	۰/۴۴۷
تابستان	۴۷/۸۴	۴۷/۷۲	۴۷/۷۸	-۰/۲۵	۱/۲۴	۴۶۷/۵	-۰/۱۸۴	۰/۸۵۴
پاییز	۳۲/۶۴	۳۱/۲۹	۳۱/۹۶	-۴/۱۴	۲/۳۱	۳۹۱/۵	-۱/۲۵۴	۰/۲۱۰
ژانویه	۲۲/۳۳	۲۱/۲۰	۲۱/۷۱	-۴/۶۳	۲/۱۶	۳۴۶	-۱/۹۰۱	۰/۰۵۷
فوریه	۲۵/۴۳	۲۴/۷۶	۲۵/۰۹	-۲/۶۳	۲/۴۷	۴۰۹	-۱/۰۰۹	۰/۳۱۳
مارس	۳۱/۲۹	۳۰/۵۵	۳۰/۹۱	-۲/۳۶	۲/۷۲	۴۲۲	-۰/۸۲۷	۰/۴۰۸
آوریل	۳۸/۱۰	۳۷/۴۸	۳۷/۷۹	-۱/۶۳	۲/۷۷	۴۲۱	-۰/۸۴۰	۰/۴۰۱
مه	۴۴/۷۲	۴۳/۶۲	۴۴/۱۶	-۲/۴۶	۲/۴۵	۳۹۸/۵	-۱/۱۵۷	۰/۲۴۷
جون	۴۸/۰۱	۴۷/۵۶	۴۷/۷۸	-۰/۹۴	۱/۴۹	۴۰۳/۵	-۱/۰۹۰	۰/۲۷۶
جولای	۴۹/۰۷	۴۸/۹۶	۴۹/۰۱	-۰/۲۲	۲/۳۳	۳۹۲	-۱/۲۶۰	۰/۲۰۸
اوت	۴۸/۴۹	۴۸/۸۰	۴۸/۶۴	+۰/۶۴	۱/۲۶	۴۱۷	-۰/۹۰۹	۰/۳۶۳
سپتامبر	۴۵/۹۵	۴۵/۴۱	۴۵/۶۷	-۱/۱۸	۱/۴۴	۴۳۲/۵	-۰/۶۸۴	۰/۴۹۴
اکتبر	۴۰/۶۰	۳۹/۶۳	۴۰/۱۱	-۲/۳۹	۲/۱۴	۴۰۶/۵	-۱/۰۴۷	۰/۲۹۵
نوامبر	۳۲/۸۲	۳۰/۷۵	۳۱/۷۸	-۶/۳۱	۳/۱۵	۳۳۰/۵	-۲/۱۱۷	۰/۰۳۴*
دسامبر	۲۴/۴۹	۲۳/۴۸	۲۳/۹۸	-۴/۱۲	۲/۶۷	۳۸۰/۵	-۱/۴۱۱	۰/۱۵۸
آوریل تا سپتامبر	۴۵/۷۲	۴۵/۳۱	۴۳/۲۴	-۰/۹۰	۴/۷۳	۳۹۷۴/۵	-۰/۹۵۴	۰/۳۴۰
اکتبر تا مارس	۲۹/۴۸	۲۸/۴۰	۲۸/۹۳	-۳/۶۶	۶/۶۸	۱۵۶۰۶	-۱/۶۳۲	۰/۱۰۳
اکتبر تا جون	۳۴/۱۹	۳۳/۲۳	۳۳/۷۰	-۲/۸۱	۹/۱۰	۳۶۴۷۱	-۱/۲۸۷	۰/۱۹۸

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان‌دهنده درجه معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می‌باشد.

یافت به‌طوری‌که میانگین دمای کمینه سالانه از ۱۲/۱۰ به ۱۴/۹۶ درجه سانتی‌گراد (۲۳/۶۴) افزایش داشت. بیشترین افزایش دمای کمینه در بین فصول سال، ماه‌های سال و فصول کشت به ترتیب به زمستان (۵۳/۰۲)، ژانویه (۱۱۴/۴۶) و اکتبر تا مارس (۴۲/۷۲) اختصاص داشت. همچنین کمترین آن‌ها نیز به ترتیب به تابستان (۱۶/۲۹)،

نتایج مقایسه میانگین داده‌های کمینه دما در دو دوره ۳۱ ساله توسط آزمون من-ویتنی در جدول ۳ نشان داده شد. جدول ۳ معنی‌داری اختلاف بین میانگین‌های دوره‌های مختلف را در سطح ۱ درصد نشان داد. این اختلاف به دلیل افزایش دمای کمینه در ۳۱ سال دوم نسبت به ۳۱ سال اول بود. دمای کمینه در همه دوره‌های مورد بررسی افزایش



اختلاف ۶/۴۷ بود. فصول کشت تقریباً اختلافی مشابه و در حدود ۴ تا ۵ داشت.

مقایسه بین داده‌های دمای متوسط، بیشینه و کمینه در جداول ۱ تا ۳ نشان داد که تفاوت بارز دمایی بیش‌تر در دماهای کمینه بود. این امر نشان‌دهنده تغییرات دماهای پایین در فصول گرم و سرد در طول شب بود. در این زمان دما به پایین‌ترین میزان خود در عدم حضور خورشید می‌رسد. از میان آماره‌های مورد بررسی، دمای کمینه دارای تغییرات معنی‌دار بیش‌تری بود که با نتایج تحقیق قیامی شماری و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

جولای (۰/۱۳/۸۳) و آوریل تا سپتامبر (۰/۱۸/۲۱) اختصاص یافت. به‌طور کلی این نتایج نشان داد، بیشترین افزایش دمای کمینه مربوط به فصول و ماه‌های سرد سال بود. لازم به‌ذکر است که انحراف معیار تمام ماه‌ها تقریباً کمتر از ۳ شد که بیان می‌کند میانگین‌های بدست آمده در نزدیکی میانگین کل قرار داشتند. در کلیه دوره‌ها اختلاف بین میانگین‌های کمینه دما زیاد بود و در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. شاخص Z این اختلاف را به‌طور واضح بیان کرد و برای دوره سالانه اختلاف ۶/۴ را نشان داد که بیش‌ترین دلیل این اختلاف مربوط به فصل تابستان با

جدول (۳): مقایسه میانگین داده‌های دمای کمینه (°C) در دوره‌های مختلف با آزمون من-ویتنی

دوره	۸۷-۱۹۵۷	۲۰۱۸-۱۹۸۸	کل	درصد	انحراف	من-ویتنی	Z	درجه
سالانه	۱۲/۱۰	۱۴/۹۶	۱۳/۵۳	۲۳/۶۴	۱/۸۶	۲۶	-۶/۴۰۰	معنی‌داری
زمستان	۳/۶۴	۵/۵۷	۴/۶۰	۵۳/۰۲	۱/۸۵	۱۸۸/۵	-۴/۱۱۵	معنی‌داری
بهار	۱۶/۱۹	۱۹/۵۵	۱۷/۸۷	۲۰/۷۵	۲/۲۸	۴۹	-۶/۰۸۱	معنی‌داری
تابستان	۲۱/۴۹	۲۴/۹۹	۲۳/۲۴	۱۶/۲۹	۲/۲۷	۲۱	-۶/۴۷۷	معنی‌داری
پاییز	۷/۰۹	۹/۷۲	۸/۴۰	۳۷/۰۹	۲/۰۹	۱۱۵	-۵/۱۴۹	معنی‌داری
ژانویه	۱/۶۶	۳/۵۶	۲/۶۱	۱۱۴/۴۶	۲/۲۳	۲۳۷	-۳/۴۴۲	معنی‌داری
فوریه	۳/۱۲	۴/۸۵	۳/۹۸	۵۵/۴۵	۲/۶۵	۳۱۰/۵	-۲/۳۹۹	معنی‌داری
مارس	۶/۱۵	۸/۲۹	۷/۲۱	۳۴/۸۰	۲/۴۷	۲۴۰	-۳/۴۰۴	معنی‌داری
آوریل	۱۱/۴۷	۱۳/۶۸	۱۲/۵۷	۱۹/۲۷	۲/۳۸	۲۱۸/۵	-۳/۶۹۶	معنی‌داری
مه	۱۶/۲۱	۲۰/۲۵	۱۸/۲۳	۲۴/۹۲	۲/۸۸	۷۳	-۵/۷۵۸	معنی‌داری
جون	۲۰/۸۹	۲۴/۷۳	۲۲/۸۰	۱۸/۳۸	۲/۴۹	۲۱/۵	-۶/۴۸۵	معنی‌داری
جولای	۲۳/۷۲	۲۷/۰۰	۲۵/۳۵	۱۳/۸۳	۲/۳۶	۶۶	-۵/۵۸۶	معنی‌داری
اوت	۲۲/۵۴	۲۶/۳۲	۲۴/۴۳	۱۶/۷۷	۲/۵۲	۴۸	-۶/۱۰۷	معنی‌داری
سپتامبر	۱۸/۲۳	۲۱/۶۴	۱۹/۹۳	۱۸/۷۱	۲/۶۲	۱۰۶	-۵/۲۹۲	معنی‌داری
اکتبر	۱۲/۹۲	۱۶/۳۵	۱۴/۶۳	۲۶/۵۵	۲/۸۰	۱۲۱	-۵/۰۷۲	معنی‌داری
نوامبر	۵/۹۰	۸/۳۴	۷/۱۱	۴۱/۳۶	۳/۰۸	۲۶۵/۵	-۳/۰۳۲	معنی‌داری
دسامبر	۲/۴۵	۴/۴۹	۳/۴۶	۸۳/۲۷	۲/۲۲	۲۴۰	-۳/۳۹۷	معنی‌داری
آوریل تا سپتامبر	۱۸/۸۴	۲۲/۲۷	۱۷/۸۷	۱۸/۲۱	۴/۹۲	۲۶۳۳	-۴/۶۱۱	معنی‌داری
اکتبر تا مارس	۵/۳۶	۷/۶۵	۶/۶۶	۴۲/۷۲	۵/۰۹	۱۲۳۶۳/۵	-۴/۷۶۳	معنی‌داری
اکتبر تا جون	۸/۹۷	۱۱/۶۱	۱۰/۲۹	۲۹/۴۳	۷/۲۲	۳۱۰۳۲/۵	-۴/۱۴۴	معنی‌داری

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان‌دهنده درجه معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می‌باشد.

در دو بازه زمانی ۳۱ ساله در تمامی دوره‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشت. مقدار بارش در همه دوره‌های مورد بررسی به جز ماه‌های اوت (بدون تغییر)

نتایج مقایسه میانگین داده‌های بارش در دوره‌های سالانه، فصلی، ماهانه و فصول کشت در جدول ۴ نشان داده‌شد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که بین میزان بارش

به پراکندگی شدید بارش در ماه‌های پر بارش پی می‌بریم. این فاصله گرفتن از میانگین در برخی ماه‌ها مانند نوامبر به میزان ۴۱/۸۸ شد که مقدار بسیار بالایی بود و نشان‌دهنده پراکندگی بسیار بالای داده‌های بارش از میزان میانگین است. در نهایت این پراکندگی تغییراتی در میزان بارش در ماه‌ها ایجاد نکرد و میزان بارش را در مقدار پایدار دوره ۳۱ ساله پیشین نگاه‌داشت. همچنین بررسی روند مقدار بارندگی با آزمون من-ویتنی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که در دوره دوم ۳۱ ساله، پراکندگی بارش تشدید پیدا کرد، این یافته‌ها با نتایج علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) و عزیزی و روشنی (۱۳۸۷) هم‌سو بود. همچنین قدوسی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی روند بارش در حوضه آبی چای بیان داشتند که مقدار کلی بارندگی در سطح حوضه تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشت.

و سپتامبر که ۲۳ درصد افزایش داشته، کاهش یافت به طوری که میانگین مقدار بارش سالانه از ۲۲۷ به ۱۸۹ میلی‌متر (۱۶/۷۹٪) کاهش داشت. بیشترین کاهش مقدار بارش در بین فصول سال، ماه‌های سال و فصول کشت به ترتیب به بهار (۳۴/۷۷٪)، جولای (۱۰۰٪) و آوریل تا سپتامبر (۳۴/۵۵٪) اختصاص یافت. همچنین کمترین آن‌ها نیز به ترتیب به پاییز (۱۳/۱۹٪)، اوت (بدون تغییر) و اکتبر تا مارس (۱۴/۶۲٪) اختصاص داشت. به طور کلی نتایج نشان داد، بیشترین کاهش بارندگی مربوط به فصل بهار بود. شاخص Z در جدول ۴ در دوره‌های آماری سالانه، زمستان، بهار، تابستان و پاییز به ترتیب برابر ۱/۹۵، ۱/۳۷۳، ۱/۲۹۵، ۱/۳۴۶ و ۱/۳۳۷ شد. این امر نشان دهنده تفاوت اندک بین میانگین داده‌های طولانی مدت بارش در هر یک از دوره‌های ذکر شده بود. برخلاف مشابهت زیاد میزان بارش، در دو دوره ۳۱ ساله، با مشاهده انحراف معیار بین میانگین‌های دوره‌ها

جدول (۴): مقایسه میانگین داده‌های بارش (mm) در دوره‌های مختلف با آزمون من-ویتنی

دوره	۸۷-۱۹۵۷	۲۰۱۸-۱۹۸۸	کل	درصد تغییرات بارش	انحراف معیار	من-ویتنی	Z	درجه معنی‌داری
سالانه	۲۲۶/۹۷	۱۸۸/۸۷	۲۰۷/۹۲	-۱۶/۷۹	۹۱/۹۰	۳۴۲	-۱/۹۵۰	۰/۰۵۱
زمستان	۳۶/۲۹	۳۰/۵۴	۳۳/۴۱	-۱۵/۸۴	۱۸/۲۵	۳۸۳	-۱/۳۷۳	۰/۱۷۰
بهار	۸/۱۴	۵/۳۱	۶/۷۲	-۳۴/۷۷	۶/۵۰	۳۸۸/۵	-۱/۲۹۵	۰/۱۹۵
تابستان	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	-۲۵/۰۰	۰/۲۹	۴۶۷	-۰/۳۴۶	۰/۷۲۹
پاییز	۳۱/۱۵	۲۷/۰۴	۲۹/۰۹	-۱۳/۱۹	۱۹/۱۷	۳۸۵/۵	-۱/۳۳۷	۰/۱۸۱
ژانویه	۵۲/۸۰	۴۲/۱۳	۴۷/۴۶	-۲۰/۲۱	۳۸/۱۸	۴۱۷/۵	-۰/۸۸۷	۰/۳۷۵
فوریه	۲۹/۸۹	۲۳/۵۱	۲۶/۶۹	-۲۱/۳۴	۲۶/۶۱	۴۵۲	-۰/۴۰۱	۰/۶۸۸
مارس	۲۶/۱۸	۲۵/۹۸	۲۶/۰۷	-۰/۷۶	۲۷/۲۹	۴۷۹	-۰/۲۰۱	۰/۹۸۳
آوریل	۱۶/۷۳	۱۳/۲۱	۱۴/۹۷	-۲۱/۰۴	۱۶/۲۷	۴۶۳	-۰/۲۴۶	۰/۸۰۵
مه	۷/۱۳	۲/۵۸	۴/۸۵	-۶۳/۸۱	۸/۳۴	۴۰۹	-۱/۰۳۰	۰/۳۰۳
جون	۰/۵۵	۰/۱۳	۰/۳۴	-۷۶/۳۶	۲/۰۴	۴۲۲/۵	-۱/۴۰۲	۰/۱۶۱
جولای	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۴	-۱۰۰/۰۰	۰/۳۸	۴۶۵	-۱/۰۰۰	۰/۳۱۷
اوت	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۱	-	۰/۱۱	۴۶۵	-۰/۵۸۷	۰/۵۵۷
سپتامبر	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۴	+۲۳/۰۸	۰/۸۰	۴۵۰	-۱/۰۰۸	۰/۳۱۳
اکتبر	۸/۱۱	۶/۲۸	۷/۱۹	-۲۲/۵۶	۱۲/۷۰	۴۴۸	-۰/۴۷۳	۰/۶۳۶
نوامبر	۳۵/۱۸	۳۱/۷۵	۳۳/۴۶	-۹/۷۵	۴۱/۸۸	۴۶۹	-۰/۱۶۲	۰/۸۷۱
دسامبر	۵۰/۱۷	۴۳/۰۹	۴۶/۶۳	-۱۴/۱۱	۳۸/۱۰	۳۸۱/۵	-۱/۳۹۴	۰/۱۶۳
آوریل تا سپتامبر	۴/۱۱	۲/۶۹	۶/۷۲	-۳۴/۵۵	۱۲/۲۱	۴۳۱۰	-۰/۰۴۱	۰/۹۶۷
اکتبر تا مارس	۳۳/۷۲	۲۸/۷۹	۳۱/۲۵	-۱۴/۶۲	۳۴/۹۴	۱۶۱۹۰/۵	-۱/۰۶۸	۰/۲۸۵
اکتبر تا جون	۲۵/۱۹	۲۰/۹۶	۲۳/۰۷	-۱۶/۷۹	۳۱/۵۷	۳۷۲۶۹	-۰/۸۷۱	۰/۳۸۴

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان‌دهنده درجه معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می‌باشد.





### نتیجه‌گیری

(۲۳٪/۶۴) افزایش یافت و این افزایش دمای کمینه سالانه باعث شد که بین میانگین‌های دمای متوسط نیز تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد به وجود آید. به طوری که دمای متوسط سالانه از ۲۴/۹۳ به ۲۶/۹۱ درجه سانتی‌گراد (۷٪/۹۴) افزایش یافت. هرچند که تفاوت مقدار بارش در این دو دوره زمانی غیرمعنی‌دار بود اما به طور کلی مقدار متوسط سالانه این پارامتر از ۲۲۷ به ۱۸۹ میلی‌متر (۱۶٪/۷۹) کاهش یافت. بیشترین افزایش دماهای متوسط و کمینه و همچنین بیشترین کاهش دمای بیشینه مربوط به فصول و ماه‌های سرد سال بود.

در این پژوهش تغییرات پارامترهای اقلیمی اهواز شامل دماهای بیشینه، کمینه و متوسط و هم‌چنین متوسط بارش در دو دوره ۳۱ ساله اول (۸۷-۱۹۵۷) و دوم (۲۰۱۸-۱۹۸۸) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان داد که بین میانگین‌های دمای بیشینه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود نداشت. اما بین میانگین‌های دمای کمینه در این دو دوره مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. به طوری که دمای کمینه سالانه از ۱۲/۱۰ به ۱۴/۹۶ درجه سانتی‌گراد

### منابع

- احمدی، ف. و ف. رادمنش. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات متوسط دمای ماهانه و سالانه نیمه شمالی کشور در نیم قرن اخیر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۸، شماره ۴، ص ۸۶۵-۸۵۵.
- آذرخشی، م.، ج. فرزادمهر، م.، اصلاح و ح. صحابی. ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران. نشریه مرتع و آبخیزداری (مجله منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۶، شماره ۱، ص ۱-۱۶.
- اسدی، ا. و ع. حیدری. ۱۳۹۰. تحلیل تغییرات سری‌های دما و بارش شیراز طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۱. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ۱، ص ۱۵۲-۱۳۷.
- تقوی، ف. و ح. محمدی. ۱۳۸۶. بررسی دوره بازگشت رویدادهای اقلیمی حدی به منظور شناخت پیامدهای زیست محیطی. محیط شناسی، سال سی و سوم، شماره ۴۳، ص ۲۰-۱۱.
- جهانبخش اصل، س.، ع. م. خورشید دوست، ی. دین‌پژوه و ف. سرافروزه. ۱۳۹۳. تحلیل روند و تخمین دوره‌های بازگشت دما و بارش‌های حدی تبریز. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دوره ۱۸، شماره ۵۰، ص ۱۳۳-۱۰۷.
- دلقندی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرات ریسک تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق پتانسیل؛ مطالعه موردی شهرستان شاهرود. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، دوره ۶، شماره ۲۳، ص ۱۵۶-۱۳۷.
- رضیئی، ط.، ع. شکوهی، ب. ثقفیان و پ. دانش کار آراسته. ۱۳۸۲. پایش پدیده خشکسالی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص SPI. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، ۲۹ مهر - ۱ آبان، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
- سالاری، ا.، م. توکل صدرآبادی، ع. زارعی و م. بهرامی. ۱۳۹۴. ارزیابی شاخص‌های اقلیمی و روند کلی تغییرات اقلیم؛ مطالعه موردی ایستگاه سینوپتیک شیراز. مجله مهندسی آبیاری و آب، سال ششم، شماره ۲۲، ص ۱۵۰-۱۳۸.
- سبحانی، ب.، م. اصلاحی و ی. اکبرزاده. ۱۳۹۵. مقایسه عملکرد مدل‌های SDSM و LARS-WG در شبیه‌سازی متغیرهای هواشناسی در منطقه شمال غرب ایران. نشریه هواشناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲، ص ۶۰-۴۹.
- عزیزی، ق. و م. روشنی. ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال. پژوهش‌های جغرافیا، دوره ۴۰، شماره ۶۴، ص ۲۸-۱۳.
- علیجانی، ب.، پ. محمودی، م. سلیقه و ریگی چاهی، ا. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات کمینه‌ها و بیشینه‌های سالانه دما در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳، ص ۱۲۲-۱۰۲.
- علیزاده، ا. ۱۳۹۰. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ ۲۹.



- فلاح قاله‌ری، غ. و ر. سروستان. ۱۳۹۶. بررسی و شناسایی پارامترهای هواشناسی تأثیرگذار بر تغییرات اقلیم (مطالعه موردی شهر اهواز). فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۲، شماره ۲، ص ۴۱۴-۳۹۷.
- قدوسی، م.، س. مرید و م. دلاور. ۱۳۹۳. مقایسه روش‌های روندزدایی در سری‌های زمانی دما و بارش. نشریه علمی هواشناسی کشاورزی، دوره ۱، شماره ۲، ص ۳۲-۴۵.
- قیامی شمایی، ف.، ص. معروفی، ع. سبزی‌پرور، ح. زارع ابیانه و م. حیدری. ۱۳۹۰. آشکارسازی تغییر اقلیم در غرب ایران با توجه به تغییرات دما. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال ۲، شماره ۶، ص ۲۵-۱۰.
- مساعدی، ا.، غ. کواکبی و ز. عبدالله‌زاده. ۱۳۹۰. آشکارسازی تغییرات اقلیمی براساس آزمون آماری من-ویتنی در شهر مشهد، اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، ۱ و ۲ آذر، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- Lu, S., X. Bai, W. Li and N. Wang. 2019. Impacts of climate change on water resources and grain production. *Technological Forecasting and Social Change*, 143: 76-84.
- Mahmood, R. and M.S. Babel. 2014. Future changes in extreme temperature events using the statistical downscaling model (SDSM) in the trans-boundary region of the Jhelum river basin. *Weather and Climate Extremes*, 5-6: 56-66.
- Todd, M.C., R.G. Taylor, T.J. Osborn, D.G. Kingston, N.W. Arnell and S.N. Gosling. 2011. Uncertainty in climate change impacts on basin-scale freshwater resources – preface to the special issue: the QUEST-GSI methodology and synthesis of results. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15: 1035-1046.
- Torma, C., E. Coppola, F. Giorgi, J. Bartholy and R. Pongracz. 2011. Validation of a High-Resolution Version of the Regional Climate Model RegCM3 over the Carpathian Basin. *Journal of Hydrometeorology*, 12: 84-100.



## Detection of Climate Fluctuations Based on the Mann-Whitney Test (Case Study: Ahvaz)

Ahmad Khasraei<sup>1</sup>, Hamid Zare Abyaneh<sup>2</sup>, Mehdi Jovzi<sup>3\*</sup>, Zhino Bahmani<sup>4</sup>

### Abstract

One of the concerns of the human society is that the changes caused by global warming change the frequency and amount of precipitation and temperature. This study was conducted to investigate the trend of annual, seasons of cultivation, seasonal and monthly temperature and precipitation changes using the Mann-Whitney test at Ahvaz Meteorological Station. The study period consisted of two 31-year periods from 1957 to 2018. The results of this study showed that the minimum temperature had more changes compared to the average and maximum temperatures in the first 31 years (1957-1987) compared to the second 31 years (1988 to 2018). Mean comparison of minimum temperature and average temperature for the two periods showed that there was a significant difference at the 5% of probability level. The means of the minimum and average temperature increased from 12.1 to 14.9 and 24.9 to 26.9°C, respectively. Mean comparison of the maximum temperature and precipitation for the two periods showed that there was no significant difference at the 5% of probability level. The averages of the maximum temperature and precipitation decreased from 37.5 to 36.8°C and 226.9 to 188.8 mm, respectively. Also, the study of precipitation trend in the two studied periods showed a high distribution of this climate parameter and a small change in the amount of this factor.

**Keywords:** Annual precipitation, Average temperature, Maximum temperature, Minimum temperature

<sup>1</sup>Master's Degree, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran, ahmadkhasraei@gmail.com

<sup>2</sup> Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, zare@basu.ac.ir

<sup>3</sup> Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran, jovzimehdi11@yahoo.com; m.jovzi@areeo.ac.ir (\*Corresponding Author)

<sup>4</sup>M.Sc. Student, Department of Science and Water Engineering; University of Tabriz, Tabriz, Iran, Zhino.Bahmani2194@gmail.com