

## تحلیل روند تغییر اقلیم استان خوزستان با استفاده از مدل‌های آماری

اعظم گوهر دوست

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فریده عظیمی<sup>۱</sup>

استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رضا برنا

دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

پرویز کردوانی

استاد خاک شناسی گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۱

### چکیده

عناصری نظیر دما، رطوبت و بارندگی بر اقلیم یک منطقه تأثیر گذار بوده و تعیین کننده چگونگی تغییر اقلیم آن منطقه هستند. این تحقیق در جستجوی شناخت تغییرات اقلیمی دما و بارش، طی دوره آماری مشخص، در راستای آگاهی از وجود یا عدم وجود تغییر دما و بارش می‌باشد تا ضمن شناخت تغییرات، نتایج حاصل از تحقیق در امور مختلف محیطی برای تدوین برنامه‌های منطقه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق محاسبات و تحلیل هادرتول سال در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری من-کندال، پیرسون و اسپیرمن و تحلیل روند با استفاده از دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۶). به منظور مطالعات تغییرات اقلیمی از داده‌های ده ایستگاه سینوپتیک در گستره استان خوزستان به طوری که کل سطح استان را پوشش دهند مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که عامل بارش در اکثر ماههای سال در ایستگاههای مورد مطالعه روند صعودی داشته و دمای ماهانه نیز دارای روند صعودی می‌باشد. افزایش دما در هر ده ایستگاه باعث تشدید تبخیر و تأثیر بر منابع آبی می‌شود. در مرکز استان و در شهر اهواز روند داده‌های ماهانه و سالانه نشان دهنده روند افزایشی معنی داری در سطح ۱ و ۵ در صد است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، خوزستان، مدل‌های آماری

بیان مساله

تغییر الگوی بارش و دمای استان خوزستان در سالهای اخیر با توجه مسئله تغییر اقلیم چگونه است؟

### مبانی نظری و پیشینه

در سالهای اخیر تغییرات اقلیمی به ویژه گرم شدن کره زمین بسیار مورد توجه قرار گرفته است. بررسی تغییرات بارش‌های قرن بیستم در سه منطقه ایتالیا توسط (KUMAR و همکاران ۲۰۱۳) نشان از افزایش روند معنی دار تعداد روزهای با بارش کمتر از یک میلی متر و کاهش وقوع بارش‌های ۵-۱۵ میلی متر در طول ۴ یا ۵ روز در مناطق مورد مطالعه داد. در کشور ایران نیز مطالعات متعددی در زمینه آشکارسازی روند مؤلفه‌های اقلیمی دما و بارش در نقاط مختلف کشور انجام شده است. (احمدی و رادمش ۱۳۹۳) در بررسی‌های روند تغییرات دمای ماهانه و سالانه در نیمه شمالی کشور به کمک آزمون من کندال، روند افزایشی معنی دار 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) به روند افزایشی دمای سالانه به میزان  $1/9$  درجه سانتی گراد تقریباً در هر چهار فصل سال صحت گذارند. (ظهاری و همکاران ۱۳۹۲) تحقیقات نتایج روند دوبعدی آنومالی دما و بارندگی برای نیم قرن اخیر نسبت به دوره پایه در هر یک از قسمتهای حوضه آبریز کارون بزرگ نیز، نشان از روند افزایشی دما و کاهش بارندگی دارد. تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلیمتر در ناحیه غرب و شمال غرب کشور بین  $3/5$  تا ۶ روز طی ۵۰ سال گذشته کاهش یافته است. در ناحیه جنوب شرقی نیز شاهد کاهش تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلیمتر بوده‌ایم. در سایر نواحی (به جز غرب دریای خزر) (تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلیمتر افزایش یافته است) (رحیم زاده، ۱۳۹۳) بر اساس تحقیقات بسیاری که در سراسر جهان انجام شده، برحسب روند اخیر، اثر انتشار گسترده گازهای گلخانه‌ای جهانی است و تغییرات آب و هوایی را نمی‌توان دست کم گرفت. روند افزایشی تشخیص داده شده در فصول گرم و تطابقشان با فصل رشد در اکثر نقاط ایران یک واقعیت است که نمی‌توان به راحتی دست کم گرفته شود. واضح است که درجه حرارت یک نوع عنصر آب و هوایی غالب است و عناصر دیگر اکوسیستم را می‌توان با تغییرات آن تحت تأثیر قرارداد. به عنوان مثال، پوشش‌های گیاهی و ترکیب و توزیع آن‌ها ممکن است تغییرات جدیدی باشد که می‌تواند در مقیاس‌های مختلف مکانی مانند ملی، منطقه‌ای یا محلی شناسایی شود. لذا آنچه برای ما به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک که در منطقه اقلیمی و جغرافیایی خاصی از کره زمین واقع بوده و پیامدهای ناشی از گرم شدن هوا و توأم شدن آن با وقوع خشکسالی‌ها می‌باشد. تغییرات دما موجب ایجاد تغییرات بارش نیز می‌شود. انجام پژوهش‌های مرتبط با تغییر اقلیم برای آمادگی هر چه بیشتر جهت کنترل و نیز کاهش هزینه‌های خسارت بار ناشی از این تغییر بسیار ضروری است. هدف از این پژوهش، روندیابی تغییرات دما و بارندگی سالانه در استان خوزستان با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من کندال، اسپیرمن و پیرسون می‌باشد.

روش تحقیق: در مطالعات تغییر اقلیم، آمارهای بلند مدت می‌توانند تغییرات، چگونگی و خصوصیات آن را تا اندازه زیادی نمایش دهند. مقطع زمانی مورد مطالعه در این تحقیق یک دوره ۳۰ ساله که بین سالهای ۱۹۸۷-۲۰۱۶ واقع می‌گردد و ۱۰ ایستگاه استان خوزستان را شامل می‌شود. جدول ۱ مشخصات ایستگاهها را نشان می‌دهد. روش مورد استفاده در این تحقیق، آزمون آماری من کندال و پیرسون و اسپیرمن است. این آزمون برای تصادفی بودن و روند در

سری‌ها استفاده می‌شود در ابتدا این تست برای مشخص کردن غیر پارامتریک بودن سری‌ها به کار می‌رود. در این بررسی عوامل اقلیمی دما و بارش در پایه‌های زمانی ماهانه و سالانه جهت تحلیل روند در نظر گرفته شدند.

مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه طی دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح		موقعیت جغرافیایی	
		دریا		طول	عرض
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه
۱	آبادان	۶/۶	۱۵	۴۸	۲۲
۲	اهواز	۲۲/۵	۴۰	۴۸	۲۰
۳	ایذه	۷۶۷	۵۲	۴۹	۵۱
۴	بهبهان	۳۱۳	۱۴	۵۰	۳۶
۵	بستان	۷/۸	۰۰	۴۸	۴۳
۶	دزفول	۱۴۳	۲۳	۴۸	۲۴
۷	مسجد سلیمان	۳۲۰/۵	۱۷	۴۹	۵۶
۸	ماهشهر	۶/۲	۰۹	۴۹	۳۳
۹	رامهرمز	۱۵۰	۳۶	۴۹	۱۶
۱۰	شوشتر	۶۷	۵۰	۴۸	۰۳

منبع: یافته‌های پژوهش

### ضریب همبستگی پیرسون

از ضرایب مهم برای تعیین همبستگی بین دو متغیر با مقیاس‌های فاصله‌ای و نسبتی است که دارای توزیع نرمال نیز می‌باشند. این ضریب با علامت  $r$  نمایش داده می‌شود و بین  $+1$  و  $-1$  تغییر می‌کند و علامت آن بیانگر جهت این رابطه است. (گلابی، محمدرضا و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۷۰۱)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]}}$$

که در آن  $(X_1, Y_1)$  و... و  $(X_n, Y_n)$  نشان دهنده  $n$  زوج مشاهدات هستند.

همانطور که می‌دانید ضریب همبستگی جامعه برای یک توزیع دو متغیره به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Corr}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

### آزمون من کندال

این آزمون بوسیله سازمان هواشناسی در سال ۱۹۸۸ پیشنهاد و یکی از روش‌های مهم برای آزمون روند سری زمانی محسوب می‌شود. (گلابی، محمدرضا و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۷۰۱)

ضریب همبستگی اسپیرمن این ضریب در اوایل دهه ۱۹۰۰ توسط چارلز اسپیرمن ابداع گردید. ضریب همبستگی که آن را با  $p$  نمایش می‌دهند همواره بین  $+1$  و  $-1$  در نوسان است و از لحاظ سطح سنجش نیز ترتیبی و از نوع متقارن می‌باشد. (گلابی، محمدرضا و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۷۰۲)

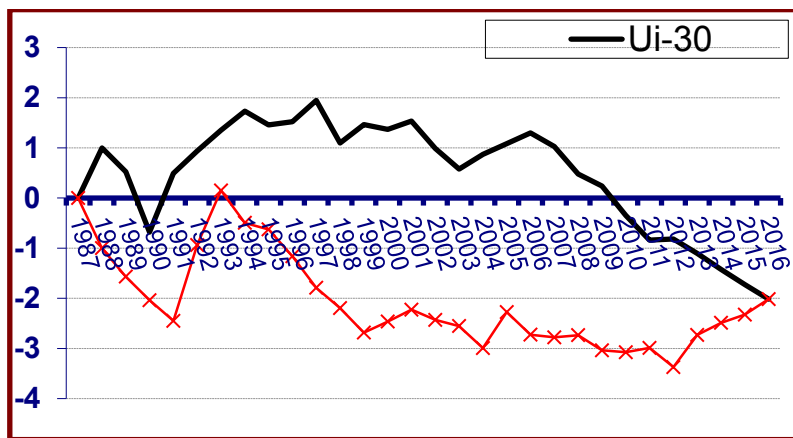
$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

## یافته‌ها

نتایج آزمون من کندال، اسپیرمن و پیرسون در هر ایستگاه برای عناصر اقلیمی مختلف بررسی شده و در جداول ۲ تا ۱۶ آورده شده است. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که انسان با مداخله خود در اکوسیستم‌های طبیعی، با تشدید سرعت تغییر اقلیم علاوه بر این که حوادثی از جمله خشکی، طوفان شدید، بالا آمدن آب دریاها، بهم خوردن تعادل در اکوسیستم‌های آبی، تخریب جنگل‌ها و مراتع را منجر می‌شود، باعث ایجاد مشکلاتی نیز در تولید محصولات زراعی و شیوع بیماری‌ها می‌گردد. تغییر الگوی دمایی، کاهش منابع آبی، افزایش سطح آب دریا، تخریب نواحی ساحلی، از بین رفتن محصولات کشاورزی و غذایی، تخریب جنگل و تشکیل خشکسالی و تهدید سلامت انسان‌ها از اثرات زیان‌آور مستقیم تغییرات آب و هوایی می‌باشد. از اثرات غیر مستقیم تغییر اقلیم می‌توان به آسیب‌های اقتصادی ناشی از اقدامات مقابله‌ای کشورهای توسعه یافته اشاره کرد.

## تجزیه و تحلیل تحقیق

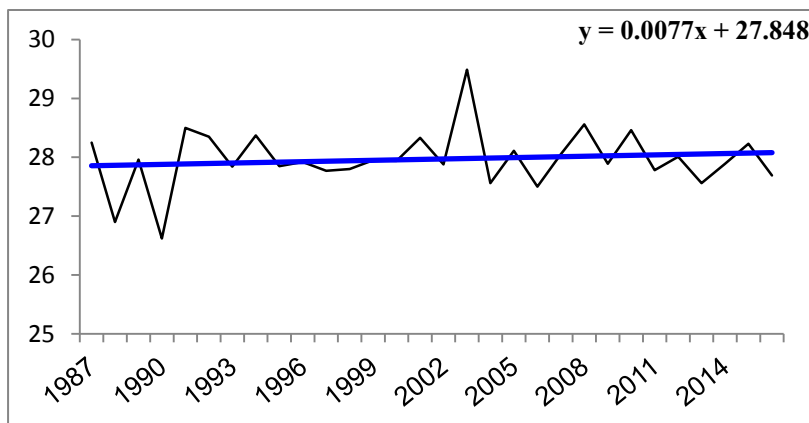
در ایستگاه‌های آبادان، امیدیه، ماهشهر مقدار باران ماهانه بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های آپریل و سپتامبر در بقیه ماه‌ها روند صعودی داشته و در ماه دسامبر روند آن معنی‌دار می‌باشد. در این ایستگاه‌ها ضرایب پیرسون و اسپیرمن نیز دارای نتیجه مشابه با ضریب من کندال هستند. مقدار باران سالانه نیز دارای روند صعودی است و ضرایب من کندال و اسپیرمن این روند را معنی‌دار نشان داده است (نمودار شماره ۱). در این ایستگاه‌ها میانگین دما بر اساس ضریب من کندال به ماه‌های ژانویه و فوریه در بقیه ماه‌ها دارای روند صعودی است و به جز ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس در بقیه موارد این روند معنی‌دار است. ضرایب اسپیرمن و پیرسون نیز نتایج کاملاً مشابهی با ضریب من کندال دارند و روند دمای سالانه نیز صعودی و معنی‌دار است.



نمودار ۱- بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۶) به روش من کندال شهرستان‌های آبادان، امیدیه، ماهشهر (نگارندگان ۱۳۹۶)

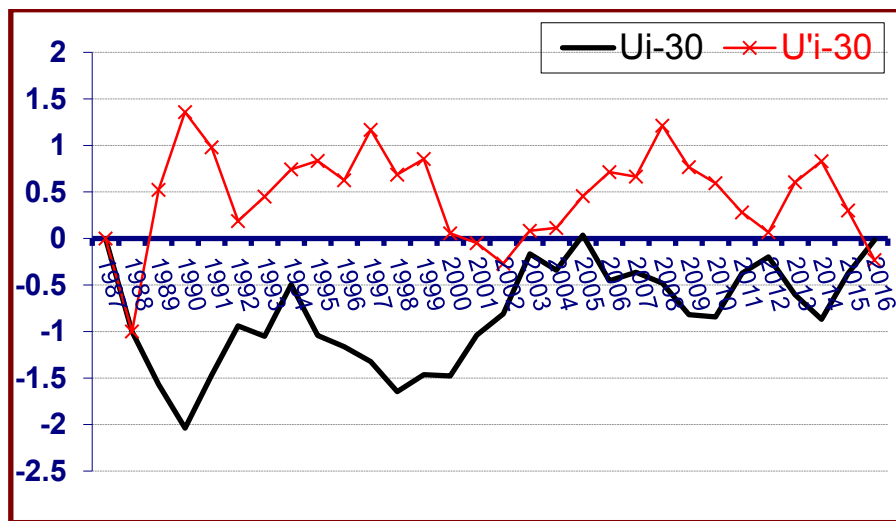
در ایستگاه‌های دزفول و شوشتر مقدار باران ماهانه بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های اوت، می، آپریل، فوریه و نوامبر در بقیه ماه‌ها دارای روند صعودی است و این روند صعودی در ماه مارس معنی‌دار است و باران سالانه نیز دارای روند صعودی می‌باشد. ضرایب پیرسون و اسپیرمن به جز در ماه‌های ژانویه و نوامبر در بقیه موارد دارای نتایج مشابه با ضریب من کندال را در این ایستگاه نشان می‌دهند. در این ایستگاه میانگین دما بر اساس ضریب من کندال

به جز ماه‌های فوریه، مارس و سپتامبر در بقیه موارد دارای روند صعودی است و در ماه‌های آپریل این روند معنی دار می‌باشد و ضرایب اسپیرمن و پیرسون نیز دارای نتیجه کاملاً مشابهی هستند و روند دمای سالانه نیز صعودی می‌باشد. (نمودار شماره ۲)



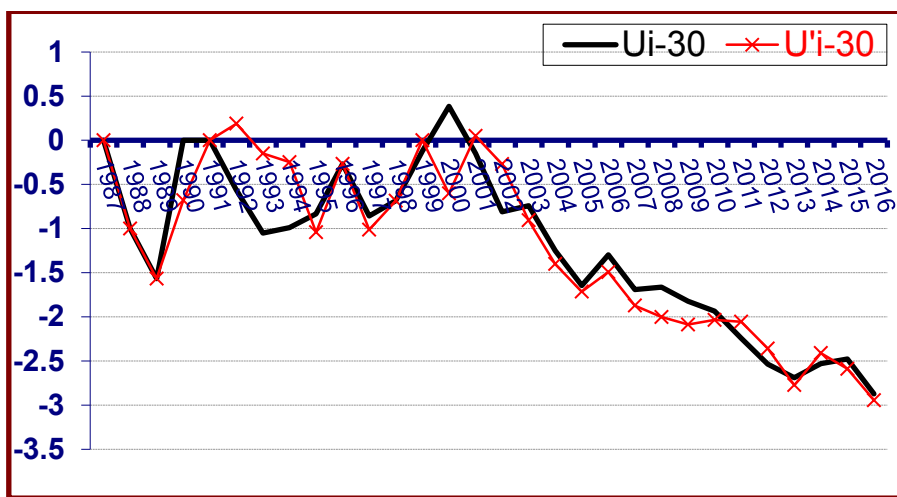
نمودار ۲- روند خطی سری زمانی ۳۰ ساله شهرستانهای دزفول و شوشتر (نگارندگان ۱۳۹۶)

در ایستگاه‌های بهبهان و رامهرمز میانگین دما بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های فوریه، مارس و اکتبر در بقیه موارد دارای روند صعودی است و در ماه‌های می این روند معنی دار می‌باشد و ضرایب اسپیرمن و پیرسون نیز دارای نتیجه کاملاً مشابهی هستند و روند دمای سالانه نیز صعودی می‌باشد. (نمودار شماره ۳)



نمودار شماره ۳- بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی ۳۰ ساله به روش منکندال شهرستان‌های بهبهان و رامهرمز (نگارندگان ۱۳۹۶)

در ایستگاه‌های مسجد سلیمان و ایذه باران ماهانه بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های اوت، ژوئن، اکتبر، فوریه و نوامبر در بقیه ماه‌ها دارای روند صعودی است و این روند صعودی در ماه مارس معنی دار است و باران سالانه نیز دارای روند صعودی می‌باشد. ضرایب پیرسون و اسپیرمن به جز در ماه‌های ژانویه و دسامبر در بقیه موارد دارای نتایج مشابه با ضریب من کندال را در این ایستگاه نشان می‌دهند. (نمودار شماره ۴)



نمودار شماره ۴- بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی ۳۰ ساله به روش من کندال شهرهای مسجد سلیمان و ایذه (نگارندگان ۱۳۹۶)

در اهواز مقدار باران ماهانه بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های فوریه، آوریل، می، اوت و اکتبر در بقیه ماه‌ها روند صعودی داشته و در ماه مارس روند آن معنی دارمی باشد. (جدول ۲) در این ایستگاه‌ها ضرایب پیرسون و اسپیر من نیز دارای نتیجه مشابه با ضریب من کندال هستند. مقدار باران سالانه نیز دارای روند صعودی است و ضرایب من کندال و اسپیر من این روند را معنی دار نشان داده است. (جدول ۳) در اهواز نیز توسعه صنایع در حال افزایش است که باعث افزایش دی اکسید کربن ج و تشدید پدیده گلخانه‌ای می‌شود که می‌تواند باعث افزایش میانگین دما در این شهر باشد و افزایش عامل اقلیمی دما باعث افزایش تبخیر می‌گردد که افزایش تبخیر نیز می‌تواند بر روی چرخه های هیدرولوژی مانند آب‌های زیر زمینی، رطوبت خاک و در نتیجه بر منابع آبی موجود تأثیر گذارد. نتایج همچنین لزوم مطالعات بیشتر بر روی گازهای گلخانه‌ای که می‌تواند یکی از دلایل تغییر اقلیم و گرم شدن هوا در ایستگاه‌های مورد مطالعه باشد را پیشنهاد می‌نماید. همچنین با توجه به آثار منفی افزایش درجه حرارت در سطح آب زیرزمینی، رطوبت خاک، میزان آب در لایه‌های بالایی خاک و...، توجه به روند درجه حرارت به همراه دیگر عوامل اقلیمی می‌تواند کمک شایانی به حفظ منابع آبی موجود در آینده نماید.

جدول ۲- مقادیر آماره آزمون منکندال برای داده‌های ماهانه و سالانه مقدار باران شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۱۱۲	-۰/۰۱	* ۰/۲۰۴	-۰/۰۵۵	-۰/۱۸۸	۰/۰۹۴	۰/۰۵۱	-۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	-۰/۰۲۶	۰/۱۰۲	۰/۱۱۷	۰/۱۰۲

منبع: یافته‌های پژوهش

در اهواز مقدار باران ماهانه بر اساس ضریب من کندال به جز ماه‌های فوریه، آوریل، می، اوت و اکتبر در بقیه ماه‌ها روند صعودی داشته و در ماه مارس روند آن معنی دارمی باشد

جدول ۳- مقادیر آماره آزمون پیرسون برای داده‌های ماهانه و سالانه مقدار باران شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۱۶۸	-۰/۰۰۸	* ۰/۲۹۹	-۰/۰۸۸	-۰/۲۰۴	۰/۱۱۳	۰/۰۶۱	-۰/۰۲	۰/۰۳۱	-۰/۰۲۹	۰/۱۶۹	۰/۱۴۸	۰/۱۷۸

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول بالا از طریق آزمون اسپیر من بارش در ماه مارس روند صعودی و معنی داری داشته است.

جدول ۴- مقادیر آماره آزمون اسپیر من برای داده‌های ماهانه و سالانه مقدار باران شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۱۶۸	-۰/۰۰۸	* ۰/۲۹۹	-۰/۰۸۸	-۰/۲۰۴	۰/۱۱۳	۰/۰۶۱	-۰/۰۲	۰/۰۳۱	-۰/۰۲۹	۰/۱۶۹	۰/۱۴۸	۰/۱۷۸

منبع: یافته‌های پژوهش

در آزمون اسپیرمن مشخص گردید که در ماههای فوریه، می، اوت، اکتبر با کمترین میزان بارش، شهرستان اهواز روبرو بوده است.

جدول ۵-مقادیر آماره آزمون من کندال برای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دما شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۱۱۹	۰/۱۳۵	۰/۱۳۱	۰/۲۹۶	۰/۳۴۸	۰/۴۳۷	۰/۴۷۶	۰/۴۳	۰/۴۷۹	۰/۳۱۴	۰/۲۰۱	۰/۱۸	۰/۴۸۳

منبع: یافته‌های پژوهش

در آزمون منکندال شهرستان اهواز دمای ماههای آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اوت، سپتامبر، اکتبر سطح معنی داری ۱ درصد مشخص گردید که نشان از دمای نسبی بالا و در نتیجه سالانه دارای دمای بالا می‌باشد.

جدول ۶-مقادیر آماره آزمون پیرسون برای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دما شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۲۰۴	۰/۱۹۴	۰/۱۳۸	۰/۲۳۱	۰/۵۱۷	۰/۶۱۹	۰/۶۴۹	۰/۶۳	۰/۶۶۳	۰/۴۸۹	۰/۳۰۵	۰/۲۹۸	۰/۶۷۸

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به آزمون پیرسون ماههای نوامبر و دسامبر در شهرستان اهواز دارای سطح معنی دار ۵ درصد بوده که نسبت به دیگر ماههای سال دارای دمای پایین تری می‌باشد.

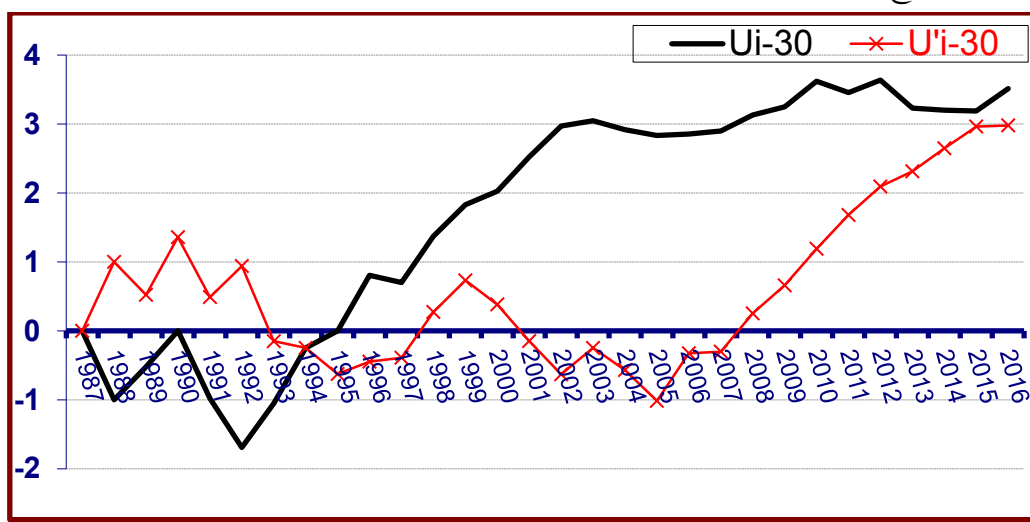
جدول ۷-مقادیر آماره آزمون اسپیرمن برای داده‌های ماهانه و سالانه میانگین دما شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اهواز	۰/۱۶۸	۰/۱۹۵	۰/۱۸۶	۰/۴۰۷	۰/۵۱۸	۰/۶۶۵	۰/۶۶۶	۰/۶۰۲	۰/۶۶	۰/۴۳۴	۰/۳۲	۰/۲۵۱	۰/۶۵۷

در آزمون اسپیرمن مشخص گردید که اهواز در ماههای آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اوت، سپتامبر، اکتبر معنی داری در سطح ۱ درصد بوده و بیشترین میزان گرمای دریافتی رو داشته است.

\*معنی داری در سطح ۵ درصد

\*\*معنی داری در سطح ۱ درصد



نمودار شماره ۵- بررسی روند و نقاط جهش از میانگین سری زمانی ۳۰ ساله به روش من کندال شهرستان اهواز (نگارندگان ۱۳۹۶)

در این نمودار، چگونگی و محل برخورد  $U_i$ ،  $U_i'$  برای تعیین میزان زمان تغییرات حائز اهمیت است. یعنی محل برخورد دو منحنی زمان تغییرات را نشان می‌دهد. در صورتیکه محل برخورد در محدوده بین  $\pm 1/96$  قرار داشته باشد، تغییرات از نوع ناگهانی ولی اگر دو منحنی خارج از محدوده ذکر شده با یکدیگر برخورد و تلاقی نمایند،

وجود یک نوع روند را به نمایش خواهند گذاشت. در حالت اخیر اگر تصادم خارج از محدوده  $+1/96$  اتفاق بیافتد روند افزایشی یا گرمایشی (In) و اگر پایین‌تر از محدود  $-1/96$  دو منحنی برخورد نمایند روند از نوع کاهش‌ی یا سرمایشی (Di) خواهد بود.

### نتیجه‌گیری

تأثیر تغییر اقلیم بر پدیده‌های حدی پیامدهایی نظیر خشکسالی، بارش‌های سنگین و توفان به همراه داشته است. تحلیل نتایج روند خطی و آزمون‌های آماری من کندال و اسپیرمن برای سری‌های زمانی دمای سالانه با دروه آماری ۱۹۸۷-۲۰۱۶، روند افزایشی با سطوح معنی داری بالای ۹ درصد در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داده است. مطالعات KOUSARI و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بیش از ۳۸ ایستگاه سینوپتیک کشور وجود روند مثبت قابل توجه معنی دار دمای حداکثر در ماهها و فصلهای گرم سال را نشان داده است. در این تحقیق هدف، مطالعه انحراف احتمالی برخی عناصر اقلیمی در استان خوزستان از حالت نرمال می‌باشد. برای بررسی این تغییرات اقلیمی از آزمون من-کندال سود جسته شد. پارامترهای مورد بررسی شامل مقادیر حداکثر دما، دمای حداقل، بزرگ‌ترین بارش رخ داده و بارش‌های بالای ۵ میلی متر است. نتایج به دست آمده از تحلیل‌ها نشان می‌دهد که براساس بررسی نمودارهای گرافیکی تغییرات مؤلفه‌های U و U' در حداکثر بارش رخ داده، تنها در ایستگاه آبادان روند معنی دار و افزایشی داشته است، در حالی که بقیه ایستگاه‌ها روند طبیعی را دنبال می‌کنند. در بارش‌های بالای ۵ میلی متر هیچگونه روندی در هیچ یک از ایستگاه‌ها مشاهده نشد. حال آن که حداکثر مطلق دما در همه ایستگاه‌ها دارای روند معنی دار و افزایشی است. بررسی روند حداقل دمای مطلق نمایانگر این است که به جز ایستگاه دزفول، سایر ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی هستند. بدین منظور روند تغییرات دما و بارش در استان خوزستان در ده ایستگاه سینوپتیک با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بررسی و تحلیل حاصل از کندال نشان داد که بارش در زمستان، بهار و پاییز در اکثر ایستگاه‌ها هیچ گونه روندی نداشته است و تنها در چند ایستگاه از جمله ماهشهر و امیدیه، تغییرات افزایشی در بارش وجود داشته است. در فصل تابستان اکثر ایستگاه‌ها روند کاهش‌ی شدیدی داشته‌اند. میزان تغییرات بارش سالانه در اکثر ایستگاه‌ها فاقد روند بوده است. تنها ایستگاه‌های بهبهان و امیدیه  $0/18$  و  $0/45$  تغییر افزایشی داشته‌اند. دما در رامهرمز در تمام فصول روند افزایشی داشته است و همچنین بیشترین تغییرات تنوعی دما همانند بارش مربوط به فصل تابستان می‌باشد. دما در شمال شرق، جنوب و جنوب شرقی فاقد روند بوده ولی در نیمه غربی استان روند افزایشی داشته است. نتایج حاصل از بررسی گرافیکی کندال نشان داد که ۸۰ درصد از تغییرات دما از نوع تغییرات افزایشی و  $53/3$  درصد تغییرات بارش، تغییرات کاهش‌ی بوده است. اگرچه این تحقیق افزایش حداقل و حداکثر دما را بعنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم در منطقه روشن می‌سازد ولی وجود تغییرات ناگهانی و روندها، نیاز به توجه بیشتر به اثرات این تغییرات را ضروری می‌سازد. چه بسا تغییرات ناگهانی در اقلیم توان ایجاد خسارات شدیدتر را بر اکوسیستم‌ها، منابع آب، پوشش گیاهی، مراتع جنگلداری، کشاورزی، حمل و نقل، توریسم و سایر فعالیت‌های انسانی داشته است لذا ضرورت دارد تا با عنایت به وقوع تغییرات ناگهانی زیادتر در منطقه آمادگی بیشتر و همیشگی در مقابل خطرات ناگهانی این پدیده داشته باشیم.



حداقل‌های دما در بیشتر قسمت‌های ایران از جمله استان خوزستان جهش‌های افزایشی داشته است که در بعضی از ماهها بصورت روند افزایشی نمود پیدا کرده است. روند رو به افزایش حداقل دما در منطقه می‌تواند رویکردی جدید در مدیریت منابع آب ایجاد نماید. به بیان دیگر می‌تواند این نتیجه را داشته باشد که حجم ذخایر آبی رو به کاهش است و از طرفی منابع آب در خیلی از حوضه‌ها در بهار و تابستان توسط ذخایر باران تأمین می‌شود، در نتیجه مدیریت منابع آب باید در صدد امکان ذخیره سازی سیلابهای بهاره باشد.

## منابع

- احمدی، ف. و رادمنش، ف.، 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، صفحات ۸۶۵-۸۵۵.
- اسدی، ا. و حیدری، عل.، ۱۳۹۰. تحلیل تغییرات سریهای دما و بارش شیراز طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۱. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۱، شماره ۱، صفحات ۱۵۲-۱۴۷.
- آذرخشی، م.، فرزادمهر، ج.، اصلاح، م. و صحابی، ح.، 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.
- رحیم زاده ف.، بابائیان، ا.، ۱۳۹۳، شواهد، چشم انداز و پیامدهای گرمایش جهانی در مقیاس‌های جهانی و ایران، کنفرانس ملی هواشناسی ایران، دانشگاه یزد.
- ظهرابی، ن.، مساح بوانی، ع.، تلوری، ع. ر. و صدقی، ح.، ۱۳۹۲. آشکار سازی تغییر اقلیم و نسبت دهی آن به گازهای گلخانه‌ای با استفاده از مدل‌های گردش عمومی اقیانوس - اتمسفر و توزیع نرمال دو متغیره در حوضه آبریز کارون بزرگ. مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال نهم، شماره ۲، پاییز، تهران، صفحات ۸-۱.
- گلابی، محمدرضا، رادمنش، فریدون، آخوند علی، علی محمد و برتینا هدایت اله (۱۳۹۰) مطالعه تغییر اقلیم در استان خوزستان به روش منکندال. (اولین کنگره بین المللی پدیده گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن). دانشگاه رامین خوزستان ۷۰۱-۷۰۲.
- Kumar, P.V., Bindi, M., Crisci, A. and Maracchi, G., 2013. Detection of variations in precipitation at different time scales of twentieth century at three locations of Italy. *Weather and Climate Extremes*, pp. 27-15.
- Kousari, M., Ahani, H. and Hendizadeh, R., 2013. Temporal and spatial trend detection of maximum air temperature in Iran during 1960-2005. *Global and Planetary Change*. 111: 97-110.

