

مطالعه روند دما، بارش و سرعت باد مناطق شمالی و غربی استان کرمان با استفاده از آزمون های پارامتری و ناپارامتری

دکتر احمد مزیدی^۱، حسن بهالالدین بیگی^۲

۱-استاد اقلیم شناسی و عضو هیئت علمی گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۲

چکیده

وجود روند در بارندگی و دما می تواند شاهدهی بر تغییر اقلیم باشد. روشهای مختلفی برای بررسی تغییرات و وجود روند در سری های زمانی دما و بارندگی وجود دارد که به دو دسته آمار پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می شود. روش رگرسیون خطی از دسته پارامتری است و معمول ترین روش غیر پارامتری نیز روش من کندال می باشد. هدف این پژوهش مطالعه تغییر برخی عناصر آب و هوایی در ناحیه شمال و شمال غربی استان کرمان از حالت نرمال میباشد. مقطع زمانی مورد مطالعه در این تحقیق یک دوره ۲۰ ساله است که بین سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۹ واقع میگردد. برای بررسی روند تغییرات پارامترهای هواشناسی (دمای متوسط، بارندگی و سرعت باد) در استان کرمان و در ایستگاه های انار، زرنند، سیرجان، شهربابک از روش های من-کندال و رگرسیونی به روش کمترین مربعات استفاده شد. نتایج بررسی شیب خط روند به روش رگرسیونی نشان میدهد که برای دمای متوسط برای تمام ایستگاه ها روند مثبت است و فقط ایستگاه شهربابک دارای روند منفی (۰/۰۰۱۹-) می باشد در مورد پارامتر بارندگی برای کل استان دارای روند منفی میباشد که نشان میدهد بارندگی ها در منطقه رو به کاهش است و به سمت خشکسالی ها می رویم. در مورد سرعت باد روند برای ایستگاههای انار، زرنند، سیرجان و کرمان روند مثبت است و در ایستگاه شهربابک بدون روند است. نتایج آزمون من-کندال نشان میدهد که دمای ایستگاههای کرمان و انار روند مثبت دارد اما ایستگاه شهربابک در ماه آگوست (تابستان) و نوامبر (پاییز) روند منفی است، در ایستگاههای زرنند و سیرجان فاقد روند میباشد. بارندگی در ایستگاه زرنند در ماه مه (بهار) روند مثبت دارد و در بقیه ایستگاهها فاقد روند میباشد و سرعت باد در تمامی ایستگاهها روند مثبت دارد.

کلمات کلیدی: استان کرمان، رگرسیونی به روش کمترین مربعات روند تغییرات اقلیمی، من-کندال

مقدمه

آب و هوا در طول هزاران و میلیونها سال گذشته دگرگونی بنیادی داشته است. دگرگونی های اقلیم هم در قالب نوسانات کوتاه مدت و هم تغییرات بلند مدت بروز میکند. آثار برجای مانده در محیط، چنین دگرگونیهای اقلیمی را به اثبات رسانده است [علیجانی و کاویانی، ۰۸۳۱]. دگرگونی از ویژگی ها و با اثبات ترین اصل اقلیم باشد. درون این دگرگونیها نوسانات و افت و خیزهایی نیز دیده میشود. بر اساس بررسی های انجام گرفته، متوسط دمای کره زمین هم اکنون حدود ۱۵ درجه سانتیگراد است، در طول دوره های گذشته بین ۵ درجه سانتیگراد گرمتر تا ۰۱ درجه سانتیگراد سردتر نسبت به زمان کنونی نوسان داشته است. بنابر اهمیتی که تغییر اقلیم در ساختار محیطی کره زمین و ساکنان آن داشته و خواهد داشت، تلاش جهت شناخت هرچه بیشتر چگونگی رخدادهای تغییر اقلیم امری مسلم است. این ضرورت به ویژه در زمان فعلی که بحث گرم شدن جهانی به یک مسئله جدی تبدیل گردیده است، [عزیزی ۱۳۸۳]. در زمینه تغییرات اقلیمی تحقیقات زیادی در سطح جهانی و منطقیهای در هر نوع شرایط آب و هوایی صورت گرفته است در این میان میتوان به مطالعات میشل^۱ (۶۶۹۱) اشاره کرد، او نشان داد که در اثر دو برابر شدن CO₂ درجه حرارت بین ۸/۲ تا ۵/۲ درجه کلونین و بارندگی بین ۷/۱ تا ۵۱ درصد افزایش مییابد ولی افزایش بارندگی در مناطق مختلف یکسان نیست. اگر نرخ افزایش گاز کربنیک ثابت بماند میزان آن در سال ۲۰۳۵ به جای ۳۶۰ PPM به ۴۲۰ خواهد رسید. افزایش گاز کربنیک باعث افزایش درجه حرارت و رطوبت مطلق در لایه های هوای نزدیک سطح زمین میگردد هر با دو برابر شدن CO₂ میزان بارندگی افزایش مییابد ولی افزایش بارندگی در مناطق مختلف یکسان نیست. بارندگی و دما میتواند از پارامترهای مهم اقلیم شناسی باشند. لذا بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر روی این متغیرها و پیش بینی اثر این تغییرات میتواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. ضمن اینکه تغییر و یا کاهش بارندگی میتواند اثر اقتصادی و اجتماعی زیادی در منطقه داشته باشد.

بر اساس تحلیل فضایی که بر روی دمای ماهانه ایران انجام شده، نواحی دارای روند افزایشی و کاهشی دما در ایران مشخص شده است (مسهودیان ۱۳۸۳، ۳۲). (عزیزی و همکاران ۲۵، ۱۳۸۴) ضمن مطالعه روند دمای چند دهه اخیر در ایران به ارتباط این روند با افزایش گاز CO₂ جو پرداختند. آنها با بررسی روی ۱۲ ایستگاه برای تعیین صحت دادهها از آزمون ناپارامتریک من کندال جهت تعیین میزان، جهت و معنیداری روند استفاده کردند. و از آزمون ناپارامتریک من - کندال جهت تعیین میزان جهت ومعنی داری روند استفاده نمودند و دریافتند که در اکثر ایستگاههای مورد مطالعه (ایستگاههای همدیدی) روند افزایشی دما با شدتهای مختلف مشاهده میگردد، که ممکن است از افزایش میزان CO₂ جو متاثر گردیده باشند. همچنین مدل های گردش عمومی و مطالعات انجام شده، بیانگر افزایش درجه حرارت به میزان ۱ الی ۲ درجه سانتیگراد و افزایش بارندگی، به میزان ۳ الی ۱۵ درصد میباشند. اما به دلیل الگوی غیر یکنواخت توزیع بارش، در مناطق خشک و نیمه خشک، کاهش بارندگی و در مناطق مرتفع و مرطوب افزایش بارندگی مشاهده میشود. (هیات بین الدول تغییر اقلیم، ۱۹۹۶) بررسی و مطالعات تغییر اقلیم نشان میدهد که تغییرات اقلیمی باعث نوساناتی در میزان برف و باران و به خصوص کاهش نسبت برف به باران و همچنین تغییراتی در میزان رطوبت

¹ Michelle

خاک، شدت و فراوانی طوفانها، رواناب، سیالها، طول خشکی و خشکسالیها شده است (راگاب^۲، ۲۰۰۰؛ توبیلو^۳، ۱۹۹۸، گلیک^۴، ۱۹۹۹). دقت داده های شبیه سازی شده بستگی به کیفیت داده های هواشناسی ثبت شده دارد لذا برای شبیه سازی قابل قبول نیاز به داده های با کیفیت بالا میباشد. (صمدی نقاب و همکاران، ۱۳۹۰).

روشهای مختلفی برای بررسی وجود روند در سری های زمانی وجود دارد. روش غیرپارامتریک *Mann-Kendall* (*MK*) معمولترین روش آماری است که برای بررسی وجود روندهای معنی دادر سری های زمانی هیدرومتئورولوژیک مورد استفاده قرار میگیرد [Yue et al, 2002]. دلیل عمده استفاده از روشهای غیرپارامتریک در مقایسه با روشهای پارامتریک این است که روشهای غیرپارامتریک برای داده هایی که فاقد توزیع نرمال میباشند (مانند بسیاری از پارامترهای هواشناسی) مناسبتر عمل میکنند. مطالعات زیادی بر روی تغییرات زمانی پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی با استفاده از روش *MK* انجام گرفته است که از جمله آنها میتوان به موارد زیر اشاره کرد: [Xu و همکاران (۲۰۰۲)] امکان ارتباط بین تغییر اقلیم و تغییرپذیری منابع آب را در یکی از حوضه های چین مورد بررسی قرار دادند. آنها همچنین وجود روند در سری های زمانی بلند مدت بارندگی، دما و رواناب را به وسیله آزمون *MK* مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها موید روند افزایشی در سر شاخه رودخانه و روند کاهشی در رودخانه اصلی این حوضه میباشد. آنها نشان دادند که دلیل این حالت میتواند ناشی از فعالیتهای انسانی نظیر کوتاه سازی و انقطاع رودخانه و تخریب اکوسیستم باشد. [رضیئی و همکاران (۵۸۳۱)] روند بارندگی را در مناطق خشک و نیمه خشک ایران با کمک روش *MK* مورد بررسی قرار دادند. نتیجه این بررسی نشان داد که نشانهای از بروز تغییرات اقلیمی در مناطق مورد مطالعه وجود ندارد.

اگر چه در برخی از ایستگاهها روند بارندگی سالانه منفی است و نشان دهنده روند کاهشی بارندگی در سالهای اخیر می باشد، اما در بیشتر ایستگاهها این روند معنی دار نیست. [قصاب فیض و اسلامی (۶۹۳۱)] روند بارندگی را در ۷۴ ایستگاه استان خوزستان را با دو روش *MK* و رگرسیون خطی مورد بررسی قرار دادند. با توجه به عدم معنی داری بیشتر ایستگاهها، نتیجه گرفتند که تغییر اقلیم رخ نداده است و مشخص شد که بیشتر ایستگاهها دارای روند منفی در مقدار بارندگی هستند و بارندگی در استان خوزستان رو به کاهش است و این مسأله هشدار دهنده است. [موندال^۵ و همکاران (۲۱۰۲)] روند تغییرات بارندگی را با روش من- کندال در حوضه رودخانه اوریسا در نزدیکی منطقه ساحلی طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۱ مورد مطالعه قرار داده و روند افزایش بارندگی را در چند ماه نتیجه گرفتند. [یاداوا^۶ و همکاران (۲۰۱۴)] روند بارندگی را در دوره ۴۱ ساله (۱۷۹۱ تا ۱۱۰۲) و روند حداکثر و حداقل درجه حرارت را در دوره ۳۷ ساله (۱۷۹۱ تا ۷۰۰۲) با روش من- کندال در تمام سیزده منطقه ایالت اوتاراکنند که در شیب جنوبی دامنه هیمالیا قرار دارد را مورد بررسی قرار داده و روند افزایش بارندگی و دما در چند ماه و کاهش روند در چند ماه دیگر را در تمام سیزده منطقه از اوتا راکند نتیجه گرفتند. با توجه به اینکه استان کرمان و به ویژه جنوب کرمان به عنوان قطب کشاورزی ایران شناخته شده است در نتیجه کشاورزی و خسارات وارده به بخش کشاورزی که

² Ragab

³ Tubillo

⁴ Gleick

⁵ Mondale

⁶ Yadav

مهمترین آن سرد شدن ناگهانی هوا یا همان یخ زدگی است، اهمیت فراوانی پیدا می کند و از آنجایی که این خسارات می توانند ناشی از تغییرات پارامترهای (دما، بارندگی و سرعت باد) هواشناسی باشند ما در این تحقیق به بررسی تغییر روند داده های هواشناسی خواهیم پرداخت.

۲- مواد و روشها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان کرمان با مساحتی در حدود ۱۸۱۷۱۶ کیلومتر مربع در جنوب شرقی ایران قرار گرفته و بر اساس طبقه بندی دومارتن تمامی ایستگاههای آن به استثنای انار و زرنند که فرا خشک است، بقیه دارای اقلیم بیابانی می باشند. امتداد سلسله جبال زاگرس و کویر های مرکزی، استان پهناور را به دو بخش متمایز خشک کویری و معتدل کوهپایه ای تفکیک نموده که در تلاقی با یکدیگر از لحاظ اقلیمی سه منطقه کویری و حاشیه کویری، گرمسیری و سردسیری و کوهستانی را شکل داده اند.

به همین دلیل از معدود مناطقی است که دارای چهره های گوناگون سالیانه استان کرمان ۱۴۵ میلیمتر و میزان نزولات جوی وارده بر پهنه استان نزدیک به ۷۲ میلیارد متر مکعب برآورد شده است [هاشمی نسب خبیصی و همکاران ۱۳۹۲]، در جدول (۱) موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه نوع اقلیم منطقه و ایستگاهها که شامل ایستگاههای انار، زرنند، سیرجان، شهربابک و کرمان میباشند ارائه شده است.

جدول (۱): موقعیت جغرافیایی و اقلیم بندی ایستگاه های مورد مطالعه

نام ایستگاه	ضریب دومارتن	نوع اقلیم	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	فاصله از سطح دریا	طول دوره آماری
انار	۷/۲	فرا خشک	۵۳/۳۰	۱۵/۵۵	۱/۱۴۰۸	۹ ۲۰۱۱۹۹۹-
زرنند	۴/۸	فرا خشک	۴۸/۳۰	۵۴/۵۵	۹/۰۶۷۱	۹ ۲۰۱۱۹۹۹-
سیرجان	۲/۵	بیابانی	۲۸/۲۹	۳۴/۵۶	۰ ۱۶۶	۹ ۲۰۱۱۹۹۹-
شهربابک	۶/۷	بیابانی	۰۶/۳۰	۰۸/۵۵	۱۰/۱۸۳	۹ ۲۰۱۱۹۹۹-
کرمان	۵/۶	بیابانی	۱۵/۳۰	۵۸/۵۶	۸۰۰/۱۷	۹ ۲۰۱۹۹-۱۹

بر اساس اقلیم دومارتن، کل ایستگاه های منطقه مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد از ۵ ایستگاه های مورد مطالعه استان کرمان، ۲ ایستگاه، دارای اقلیم فرا خشک و ۳ ایستگاه، دارای اقلیم بیابانی میباشند.

۲-۲- روش من-کندال

از بین روشهای غیرپارامتری شناسایی روند آزمون *Mann-Kendall* از عمومیت بیشتری برای شناسایی روندهای یکنواخت برخوردار است. معمولا روشهای غیرپارامتری در مقایسه با روشهای پارامتری از دقت و قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار میباشند. به عنوان نمونه *Ozon & bayazit* (۲۰۰۳) روش غیرپارامتری *MK* را با روش پارامتری *t* مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند روش *MK* قویتر از روش *t-test* عمل میکند. در این مطالعه برای بررسی وجود روند در داده های بارندگی، دما و سرعت باد ماهانه چند شهرستان از استان کرمان از این روش با کمک روش رگرسیون استفاده گردیده است. آزمون *MK* بر اساس آزمون آماره *S* که به صورت زیر بیان شده است میباشد [Yue et al, 2002]

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (1)$$

به طوریکه در آن: x_j مقدار داده های متوالی و n طول دوره آماری و $\text{Sgn}(\Theta)$ تابع علامت میباشد.

۲-۳- روش رگرسیونی

روش رگرسیونی برای بررسی نوع رابطه بین متغیرها به صورت تابعی از متغیر وابسته، که تغییرات متغیرهای مستقل را پیش بینی میکند، تعیین میشود. از رگرسیون برای رسیدن به دو هدف استفاده میشود: تعیین شکل ارتباط بین متغیرها، پیش بینی مقادیر وابسته از روی متغیر مستقل برای یک جامعه آماری رابطه رگرسیون ساده خطی بین متغیر وابسته y و متغیر مستقل x به صورت $y_i = B^0 + B^1 X_i + e_i$ به دست میآید [آذرخش و همکاران، ۱۳۹۱].

۳- نتایج و بحث

نتایج بررسی شیب خط رگرسیونی در ایستگاههای مورد مطالعه در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان میدهد که دمای متوسط در کل ایستگاه ها در سطح احتمال ۹۹٪ معنی دار است جز ایستگاه انار (۰/۰۱۰۴*) که در سطح احتمال ۹۵٪ معنی دار است و ایستگاه شهربابک که معنی دار نیست و روند در تمام ایستگاهها مثبت است جز ایستگاه شهربابک (۰/۰۰۱۹-) که دارای روند منفی میباشد. میانگین بارش در کلیه ایستگاه ها معنی دار نیست و روند در تمام ایستگاهها منفی است. میانگین سرعت باد در ایستگاههای انار، بافت، سیرجان، شهربابک و کرمان در سطح ۹۹٪ و در ایستگاه زرنند در سطح ۹۵٪ معنی دار است و ایستگاه شهربابک بدون روند است. روش رگرسیونی برای بررسی نوع رابطه بین متغیرهاست.

اگر شیب خط برازش یا همان خط رگرسیون مثبت باشد روند تغییرات افزایشی است و اگر شیب خط رگرسیون منفی باشد تغییرات کاهشی را خواهیم داشت.

جدول (۲): بررسی شیب خط روند به روش رگرسیونی

ایستگاه	انار	زرنند	سیرجان	شهربابک	کرمان
<i>Tave</i>	*۰۱۰۴/۰	**۰۰۳۲/۰	**۰۰۲۲/۰	۰۰۱۹/۰-	**۰۰۳۹/۰
	روند مثبت	روند مثبت	روند مثبت	روند منفی	روند مثبت
<i>Rave</i>	۰۱۰۲/۰-	۰۱۵۷/۰-	۰۰۴۶/۰-	۰۱۱۴/۰-	۰۰۹۵/۰-
	روند منفی	روند منفی	روند منفی	روند منفی	روند منفی
<i>wave</i>	**۰۰۲۸/۰	*۰۱۶۳/۰	**۰۰۱۶/۰	**۰۰۰۲/۰	**۰۰۱۲/۰
	روند مثبت	روند مثبت	روند مثبت	بدون روند	روند مثبت

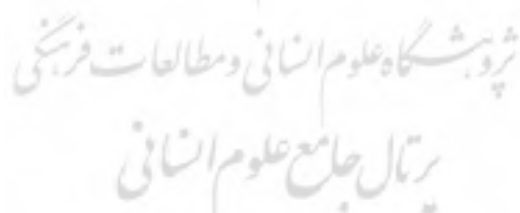
* در سطح ۵۹ درصد معنی دار است ** در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی دار است

برای بررسی بیشتر وجود روند در پارامترهای دما، بارندگی و سرعت باد استان کرمان، آزمون من-کندال به صورت ماهانه برای هر یک از ایستگاه‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمون در جدول (۳) ارائه شده است. همانطور که در جدول مشخص شده است، در ایستگاه انار دما در ماه‌های نوامبر (پاییز) و دسامبر (زمستان) معنی دار نیست و در ماه سپتامبر (پاییز) در سطح ۹۵٪ و در ماه‌های دیگر در سطح ۹۹٪ معنی دار است و روند افزایشی دارد و سرعت باد در ماه‌های ژانویه، فوریه (زمستان)، مارس، آوریل (بهار)، ژوئن، ژولای و آگوست (تابستان) در سطح ۹۹٪ و در ماه مه (بهار) در سطح ۹۵٪ معنی دار است و روند افزایشی دارد و بارندگی در این ایستگاه معنی دار نیست. در ایستگاه زرنند دما معنی دار نیست و بارندگی در ماه مه (بهار) در سطح ۹۹٪ و سرعت باد در همه‌ی ماه‌های سال در سطح ۹۹٪ معنی دار هستند و روند افزایشی دارند. در ایستگاه سیرجان دما و بارندگی معنی دار نیستند و سرعت باد در ماه‌های ژانویه (زمستان)، آوریل (بهار) و نوامبر (پاییز) در سطح ۹۹٪ و در ماه فوریه (زمستان) در سطح ۹۵٪ معنی دار است و روند افزایشی دارد. در ایستگاه شهربابک دما در ماه آگوست (تابستان) در سطح ۹۹٪ و در ماه نوامبر (پاییز) در سطح ۹۵٪ معنی دار است و روند کاهشی دارد، بارندگی معنی دار نیست و سرعت باد در ماه آگوست (تابستان) در سطح ۹۹٪ معنی دار است و روند افزایشی دارد. در ایستگاه کرمان دما در ماه‌های ژانویه (زمستان) و آوریل (بهار) در سطح ۹۵٪ و در ماه‌های مارس (بهار) و اکتبر (پاییز) در سطح ۹۹٪ و سرعت باد در ماه‌های اکتبر و نوامبر (پاییز) در سطح ۹۹٪ معنی دار هستند و روند افزایشی دارند و بارندگی در این ایستگاه معنی دار نیست.

جدول (۳): بررسی روند تغییرات پارامترهای هواشناسی به روش من- کندال

ایستگاه ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئلی	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شهربابک	<i>Tave</i>	-۰/۵۱ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۰/۰ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	-۰/۲۷ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	-۱/۱۲ ^{ns}	-۲/۹ ^{**}	۰/۲۵ ^{ns}	-۲/۴۶ [*]	-۲/۱۴ ^{ns}
	<i>R</i>	-۱/۹ ^{ns}	-۰/۸۴ ^{ns}	-۱/۱۷ ^{ns}	-۰/۹۸ ^{ns}	۱/۰۹ ^{ns}	-۰/۳۲ ^{ns}	۱/۰۹ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	-۰/۶۳ ^{ns}	۱/۹۲ ^{ns}	-۱/۹۹ [*]
	<i>Wave</i>	-۰/۰۳ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	-۰/۰ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۶۸ ^{ns}	۱/۳۴ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	-۰/۱ ^{ns}	-۰/۵۱ ^{ns}	-۰/۴۹ ^{ns}
	<i>Tave</i>	۱/۴۸ ^{ns}	-۱/۲۸ ^{ns}	-۰/۸۹ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۰/۹۹ ^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	-۱/۵۸ ^{ns}	۰/۶۹ ^{ns}	-۰/۶۹ ^{ns}	۰/۹۴ ^{ns}
زرنند	<i>R</i>	-۲/۲۸ ^{ns}	۰/۹۹ ^{ns}	۱/۲۳ ^{ns}	-۰/۸۹ ^{ns}	**۲/۶۷	-۰/۳۹ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	-۰/۲۹ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	-۰/۹۴ ^{ns}
	<i>Wave</i>	**۳/۸۱	**۳/۰۲	**۳/۳۷	**۴/۲۶	**۳/۶۷	**۳/۵۱	**۳/۵۶	**۴/۳۱	**۳/۴۶	**۳/۴۲	**۳/۰۷
	<i>Tave</i>	**۲/۳۹	**۳/۹۲	**۴/۱۲	**۳/۸۷	**۳/۹۲	**۳/۸۳	**۳/۵۲	**۳/۶۹	**۲/۵۶	**۳/۸۶	۱/۸۳ ^{ns}
انار	<i>R</i>	-۰/۹۴ ^{ns}	-۰/۸۹ ^{ns}	-۱/۱۵ ^{ns}	-۰/۸۶ ^{ns}	۱/۴۷ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-۱/۱۸ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	۱/۶۲ ^{ns}
	<i>Wave</i>	**۲/۹۵	**۳/۳۲	**۲/۸۲	**۳/۱۹	**۲/۶۳	**۳/۱۹	**۳/۳۵	**۳/۳۵	۱/۶ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}
	<i>Tave</i>	۱/۴۴ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}	**۲/۶۶	۱/۹ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۱/۵ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	-۱/۹۶ ^{ns}	-۰/۵۷ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	-۰/۱۸ ^{ns}
سیرجان	<i>R</i>	-۰/۲۳ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۴۱ ^{ns}	-۰/۸۹ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}	-۰/۱۴ ^{ns}	۰/۸۵ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	-۰/۲۹ ^{ns}	-۱/۵۹ ^{ns}
	<i>Wave</i>	**۲/۶۱	**۲/۴۹	۱/۳۶ ^{ns}	**۳/۱۱	۱/۶۷ ^{ns}	۱/۸۲ ^{ns}	۱/۴۷ ^{ns}	۱/۶۵ ^{ns}	۱/۴ ^{ns}	**۳/۲۴	۰/۹۶ ^{ns}
	<i>Tave</i>	۲/۵۸ [*]	۱/۵۵ ^{ns}	۲/۹۱ ^{**}	۲/۴۶ [*]	۱/۸۵ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	۱ ^{ns}	-۰/۲۴ ^{ns}	۰/۶۸ ^{ns}	۳/۷۴ ^{**}	-۱/۴ ^{ns}
کرمان	<i>R</i>	**۱/۱۲	**۱/۱۵	**۱/۱۴	-۱/۱۹ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	**۱/۰۸	**۰/۴۹	۰/۶۶ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	-۰/۸۵ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}
	<i>Wave</i>	۱/۹ ^{ns}	۰/۸۲ ^{ns}	-۱/۲۵ ^{ns}	۱/۰۴ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	-۰/۰۲ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}	۱/۸۷ ^{ns}	۳/۸۶ ^{**}	۱/۶ ^{ns}

*در سطح ۹۵ درصد معنی دار است. **در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. *ns* معنی دار نیست.


نتیجه گیری

بررسی و مطالعات انجام شده بر روی پارامترهای دما، بارش و باد ۵ ایستگاه کرمان، زرنند، انار، سیرجان و شهربابک در طول دوره زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۹ میلادی (نشان دهنده تغییر عناصر اقلیمی این منطقه از کشور است). این تغییرات از نوع روند و همچنین نوسانات کوتاه مدت آب و هوایی می باشند که در برخی از سری های ماهانه، فصلی و سالانه مشاهده می شود. بررسی سری های دمایی کمینه و بیشینه تمام ایستگاهها در فصل زمستان و بطور سالانه نشان دهنده روند افزایشی می باشد، این بدان معناست که طی دوره مورد مطالعه میانگین دما در منطقه شمال شرق کشور افزایش پیدا کرده است. این افزایش معنی دار دما بخصوص در فصل زمستان در این منطقه پیامدهای خاصی را بوجود می آورد که از آن جمله تغییر الگوی بارش از برف به باران و همچنین تسریع در ذوب برف و ایجاد رواناب زود هنگام می باشد که این مساله می تواند خسارات و هزینه های هنگفتی در تامین و مدیریت منابع آب منطقه ایجاد نماید. زیرا

برف به نوعی آب مورد نیاز برای فصلهای گرمتر را به تدریج وارد چرخه هیدرولوژیکی مینماید و در واقع تا حدی فشار ناشی از کمبود آب در فصل های گرم را کاهش می دهد در حالی که ذوب زود هنگام برف عالوه بر این که هزینه حفاظت و نگهداری آب برای ماههای مورد نیاز را بیشتر می نماید کیفیت اولیه آن را نیز نخواهد داشت، به این دلیل که در صورتیکه برف زود ذوب شود سریع وارد چرخه هیدرولوژیکی شده و در فصلهایی که نیاز به آب وجود دارد بایستی با احداث سدها یا بندهای خاکی یا مخازن، آب برای فصلهای گرم ذخیره گردد. از طرفی با افزایش دما در این مخازن، بتدریج زمینه برای رشد میکروبها و حشرات فراهم می گردد. همچنین میزان اکسیژن موجود در آب با افزایش دما کاهش می یابد. بررسی تأثیر پارامترهای هواشناسی بر روی متغیرها (کشاورزی، سیل و...) و پیش بینی اثر این تغییرات میتواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. لذا در این تحقیق به بررسی روند ایستگاههای هواشناسی شهر بابک، زرنند، انار، سیرجان و کرمان پرداخته شد. با بررسی تغییرات روند پارامترهای هواشناسی (دما، بارندگی و سرعت باد) به روش من- کندال و رگرسیونی به طور کلی میتوان نتیجه گرفت پارامتر دما و سرعت باد در اکثر ایستگاههای مورد مطالعه دارای روند مثبت یا افزایشی هستند و پارامتر بارندگی نیز در تمام ایستگاهها دارای روند منفی یا کاهش است که نشان دهنده کاهش بارندگیها در منطقه میباشد که منجر به خشکسالی خواهد شد لذا باید در حفظ منابع آب موجود کوشا باشیم و با برنامه ریزی صحیح، مدیریت لازم را انجام دهیم. در مجموع می توان انتظار داشت که عناصر اقلیمی مورد مطالعه با ادامه یافتن شرایط کنونی که تمایل به افزایش مقادیر در آن دیده می شود، در صورتی که این شرایط کنترل نشوند میتواند سبب تغییر الگوی بارش و جریان گردیده و عواقب نگران کننده ای همچون افزایش سیل و خشکسالی را در پی داشته باشد.

منابع

- ۱- آذرخشی مریم، فرزاد مهر جلیل، اصلاح مهدی، صحابی حسین. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران. مرتع و آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران. ۶۶(۱): ۱-۱۶.
- ۲- باهک، بتول. (۱۳۹۲). بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من- کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان). فصلنامه جغرافیایی سرزمین. ۹۳: ۶۶-۶۵.
- ۳- رضیی طیب، دانش کارآراسته پیمان، تقفیان بهرام. بررسی روند بارندگی سالانه در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی و شرقی ایران. آب و فاضلاب. ۱۳۸۴: ۷۳-۸۴.
- ۴- قصاب فیض، مصطفی، اسلامی، حسین. (۱۳۹۶). ارزیابی روند تغییرات بارندگی با روش من کندال و رگرسیون خطی در استان خوزستان، فصلنامه علمی تخصصی مهندسی، ۱۲۱-۱۱۳.
- ۵- عزیزی، قاسم. (۱۳۸۳). تغییر اقلیم. انتشارات قومس. تهران
- ۶- مسعودیان، ابوالفضل، (۱۳۸۳)، تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، جلد پانزدهم - شماره ۱ و ۲.

۷- عزیزی، قاسم. کریمی احمدآباد، مصطفی. سبک خیز، زهرا، (۱۳۸۴)، روند دمایی چند دهه اخیر ایران و افزایش CO₂، نشریه علوم جغرافیایی دانشگاه تربیت معلم، جلد ۴، شماره ۵، پاییز و زمستان ۱۳۸۳ و بهار و تابستان صص، ۴۳-۲۵

۸- صمدی نقاب، سینا؛ خورشید دوست، ع؛ حبیبی نوخندان، م؛ زابل عباسی، ف. " بکارگیری مدل SDSM جهت ریزمقیاس -نمایی داده‌های GCM بارش و دما". ۱۳۹۰. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال دوم، شماره پنجم و ششم، ص ۵۷۶۸ -

۹- عطایی، هوشمند. یوسفی فر، بهنام. (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات دمای شبانه استان کرمان و تأثیر آن از شدت تابش خورشید (TSI) طی نیم قرن اخیر. فصلنامه جغرافیایی و توسعه. ۴۰: ۲۱۲-۱۹۵.

۱۰- علیجانی، بهلول. کاویانی، مسعود. (۱۳۸۰). مبانی آب و هواشناسی. انتشارات سمت قصاب فیض، مصطفی. اسلامی، حسین. (۱۳۹۶). ارزیابی روند تغییرات بارندگی با روش من- کندال و رگرسیون خطی در استان

۱۱- خوزستان. فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب هاشمی نسب خبیصی، فریده السادات. موسوی بایگی، بختیاری، محمد. بهرام داوری، کامران. (۱۳۹۲). پیش بینی تغییرات بارش ۲۰ ساله آینده در استان کرمان با استفاده از مدل های ریزمقیاس کننده و گردش عمومی (مطالعه موردی: ایستگاه کرمان و مشهد).

۱۲- دسترنج، علی، رستمی، محمد. (۱۳۹۹). 'ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات اقلیم در دهه‌های آینده با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی مدل‌های گردش عمومی جو (GCMs)، جغرافیا و روابط انسانی(۱) ۳

-Gleick, P.H., (1998), *The World's Water. The Biennial Report on Fresh Water Resource, 1998- 1999* Island Press. Washington D. C. pp 301.

- IPCC, (1996). *Climate Change (1995): The Science of Climate Change. Summary for Policy - Makers. Contribution of Working Group I to The Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.

-Mitchell.j.M, Chairman.j.r, Dzerdzeerskii.B, flohn.H, Hofmeyr.W.L, Lamb.H.H, Rao.K.N, wallen.C.C. (1966). *Climatic Change, Technical note, wno, no 79.*

-Mondale A, Kundu S., Mukhopadhyay A. (2012). *Rainfall tren analysis by Mann-Kendall test : a case study of north-eastern part of Cuttack District, Orassia. International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences, 2 (1): 70-78.*

-Onoz, B.and Bayazit, M. (2003). *The power of statistical tcsts for trend detection. Turkish. Eng. Env. Sci. 27: 247-251.*

-Ragab, R., (2000): *Climate Change and Water Resources Management in the Arid Region. Institute of Hydrology, NERC, Wallingford, OXON, OX10, 8BB, UK.*

-Xu, Z.X. Tkeuchi, K & Ishidaria, H. (2003) *Monotonic trendand step changes in Japanese Precipitation.J.Hydrology, 279: 144-150.*

-Yadav R, Tripathi S.K, Pranuthi G, Dubey S.K. (2014). *Trend analysis Mann-kendall test of precipitation and temperature for thirteen districts of Uttarakhand. Journal of Agrometeorology 16 (2): 164-171.*

-Yue, S., P.Pilon and Caradias. G. (2002) . *Power of the Mann-Kendall and Spearman s rho testes for detecting monotonic trends in hydrological series. Journal. F hydrology, 259: 254-271.*