

بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در استان گلستان با استفاده از آزمون کندال

محمود خسروی، سمیرا میر دلیلی^۲

چکیده

جهت آشکار نمودن تغییر اقلیم در استان گلستان، داده های مربوط به ۵ پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین، رطوبت نسبی و بارش سه ایستگاه سینوپتیک گرگان، گنبد و مراوه تپه در یک دوره آماری چهل و پنج ساله (۲۰۰۵-۱۹۶۱) انتخاب شده و سپس کلیه این داده ها در یک پایگاه اطلاعاتی شامل ۱۵ ماتریس (۱۳×۴۵) وارد محیط نرم افزار excel شدند و با استفاده از آزمون کندال روند تغییرات آنها بررسی گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد که تغییرات دمای میانگین در هر سه ایستگاه، مشابه با روند تغییرات دمای حداقل و تا حدی دمای حداکثر آنهاست اما آنچه موجب افزایش دمای میانگین ایستگاه های منطقه شده، بیشتر دمای حداقل بوده است. همچنین رطوبت نسبی در ایستگاه گرگان بالاترین روند معنا دار را دارد که این خود به علت نزدیکی ایستگاه به منبع رطوبتی دریای خزر است. اما در دو ایستگاه دیگر روند تغییر رطوبت نسبی بیشتر تابع کاهش دما در فصول مختلف سال می باشد که با افزایش و کاهش در میزان دما، روند رطوبت نسبی کاهش یا افزایش می یابد. در مورد پارامتر بارش می توان گفت: فراوانی روندهای معنی دار در ایستگاه های مورد مطالعه دیده می شود اما روند های مثبت و منفی در ایستگاههای گنبد و مراوه تپه بیشتر از ایستگاه گرگان می باشد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، دما، رطوبت نسبی، بارش، آزمون کندال، استان گلستان.

۱. دانشیار جغرافیا و اقلیم در برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲. کارشناسی ارشد جغرافیا و اقلیم در برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان mirdilamisamira@yahoo.com

دگرگونی و تحولات اقلیمی به دو عامل بیرونی و درونی بستگی دارد. از عوامل بیرونی می توان تغییر در درون داد انرژی، برخورد اجرام آسمانی به جو، نوسان مدار هندسی زمین و تغییر مدار خورشید را نام برد و عوامل درونی به دو دسته عوامل طبیعی (نظیر سرگردانی قطبی و فعالیت های آتشفشانی) و عوامل انسانی (انتشار گاز های گلخانه ای، انتشار هواپزیه در تروپسفر و تغییر کار بری اراضی) تقسیم می شود (عساکره، ۱۳۸۶:۱۱۳). در حال حاضر این حقیقت که بشر وضعیت جو زمین را تغییر می دهد، به وضوح روشن شده است. هر چند با توجه به ابعاد زمین، بعید بنظر می رسد که بشر قادر به ایجاد چنین تغییراتی باشد، ولی چنین تغییری صورت پذیرفته است. علت اصلی این امر رشد جمعیت و پیشرفت فن آوری و در نتیجه افزایش تقاضای جامعه برای حامل های انرژی است که در قرن اخیر بیش از ۴٪ رشد داشته است. هم اکنون قسمت اعظم این انرژی به سوخت های فسیلی متکی است و چنانچه همین روند در افزایش میزان تقاضا و مصرف انرژی ادامه یابد، در چند دهه آینده تغییرات اقلیمی شدیدی (به صورت گرمایش جهانی) به وقوع خواهد پیوست (سلطانیه و احدی، ۱۳۸۳:۱۲). از آنجا که اقیانوسها سطح وسیعی از کره زمین را پوشانده اند، تأثیر زیاد آنها بر وضعیت اقلیمی دور از انتظار نیست. برای مثال، آب آهسته تر از هوا، دما را جذب و دفع می کند و در نتیجه این خاصیت، اقیانوسها اثر تعدیلی بر وضعیت اقلیمی مناطق ساحلی دارند (زاهدی، ۱۳۸۲:۶۸). از آنجا که استان گلستان به علت ویژگی خاص خود مانند: برخورداری از هر چهار فصل اقلیمی در طول سال، تنوع بالای اقلیمی، گیاهی، جانوری، توپوگرافی و متوسط بارندگی ۶۰۰ میلی متر در طول سال موقعیت ویژه ای دارد. تغییر در هریک از عناصر اقلیمی به صورت طبیعی و انسانی باعث تغیر در اقلیم این منطقه می شود. بنابراین ضرورت دانسته شده که به بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در استان با استفاده از آزمون کندال پرداخته شود تا از این طریق بتوان به روند تغییرات عناصر اقلیمی استان در دراز مدت پی برده شود. به منظور آشکار سازی و تشخیص تغییر اقلیم، فعالیت های زیادی برای بررسی روند تعدادی از پارامترهای اقلیمی در دهه های اخیر انجام گرفته است. ویلسون و لتنمایر (۱۹۹۲: ۲۷۹۱) کاتز و پالانژ^۴ (۱۹۹۳:۲۳۳۹) و ولهیستر و همکاران^۵ (۱۹۹۳:۱۲۷۸) دریافتند که الگوهایی در چرخه جوی (برای مثال، فشار سطح دریا)، تأثیر معنی داری بر روی بارش و روند تغییرات آن دارند. بوگاردی و همکاران^۶ (۱۹۹۳: ۶۵۳) روند تغییرات فشار سطح دریا در دهه های اخیر و ارتباط آن با تغییرات بارش را مورد توجه قرار داده اند. موریس و گراهام^۷ (۱۹۹۶:۱۲۰۷) و چن و همکاران^۸ (۱۹۹۷:۱۱۹۷)، اواسط دهه ۱۹۷۰ را به عنوان نقطه تغییر در سری زمانی داده های بارش و دما معرفی نمودند. کیلی^۹ (۱۹۹۹:۱۴۱)، تغییر اقلیم در ایرلند را با استفاده از داده های

-
1. Wilson and Lettenmaier
 2. Katz and Palanzhe
 3. Woolhiser et al
 4. Bogardi et al
 5. Morrissey and Graham
 6. Chen et al
 7. Keily

بارش و دبی بررسی نموده و نتیجه گیری کرده است که افزایش در بارش و دبی رودخانه های ایرلند در چند دهه اخیر با نوسانهای فشار هوا در سطح اقیانوس اطلس شمالی ارتباط دارد. دلویس و همکاران (۲۰۰۰:۱۴۵۱) و گزالس-هیدالگو (۲۰۰۱: ۸۴۳) با بررسی بارندگی والنسیا در اسپانیا نتیجه گرفتند که روند بارندگی در ارتباط با تغییرپذیری بین سالی بارندگی در مناطق مرطوب این منطقه به طور معنی داری کاهش یافته است. پیکارتا و همکاران^{۱۲} (۲۰۰۴:۹۰۷) با مطالعه بارندگی باسیلیکا در اسپانیا به این نتیجه رسیدند که مقدار بارندگی سالانه در بسیاری از ایستگاه های این منطقه دارای روندی منفی است و میانگین کاهش بارندگی در این ایستگاهها در سی سال گذشته، در حدود ۱۵۶ میلی متر بر آورد نموده اند. اگرچه در ایران هنوز تحقیقات جامعی در خصوص تغییر اقلیم صورت نگرفته است ولی از جمله تحقیقات صورت گرفته، میتوان به این موارد اشاره کرد: عسکری (۱۳۷۱:۴۴) بر این نظر تأکید می کند که آنچه در تغییر کلی الگوی اقلیمی سیاره زمین اهمیت دارد، الگوی، جغرافیایی تغییر دما است. به نظر علیزاده (۱۳۷۳:۳۴) هرگونه تغییر اقلیمی سرآغاز زنجیرههایی از واکنش هاست که اثر آن به طور مستقیم در فرایندهای هیدرولوژیک ظاهر می شود. رستمیان (۱۳۷۵:۸۵) با بررسی ایستگاههای ساحلی دریای خزر هیچگونه روندی را مشاهده نکرد، ولی پدیده کاهش دمای حداکثر و افزایش دمای حداقل در طول سال به جز در زمستان مشاهده نمود که این پدیده در ایستگاه انزلی نسبت به سایر ایستگاهها شدیدتر و تغییرات ناگهانی در عناصر اقلیمی (دما) در سال های ۱۹۶۵ تا ۱۹۶۸ قابل تشخیص بوده است. رئیسی (۱۳۷۶:۵۹) با استفاده از روشهای استوکستیک^۳ به مطالعه تغییرات اقلیمی جنوب ایران پرداخت. وی با روش های آنالیز طیفی، داده های چهار سال بارندگی و درجه حرارت شیراز را بررسی نمود و نتیجه گرفت که آنالیز طیفی با شناسایی فرکانس های فعال موجود در ساختار سری های زمانی بارندگی، نشان دهنده عدم تغییرات آب و هوایی در چهار ساله گذشته است. نتایج این تحقیق، نشان دهنده روند افزایشی تغییرات درجه حرارت بوده است. خشنو (۱۳۷۸:۹۸) تغییرات اقلیمی جنوب ایران را به کمک پارامترهای دما و بارش و با استفاده از کندال ارزیابی نمود. وی با استفاده از این آزمون، چگونگی روندها و تغییرات مشخص پارامترهای مذکور را بررسی نمود. ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۴:۵)، روند تغییرات درجه حرارت در دو سطح اعتماد ۱ و ۵ درصد را در دشت مشهد بررسی کردند که برای این منظور، از روشهای لنتمایر و من-کندال برای تمام ماهها استفاده شده است. عزیزی (۱۳۸۴:۲۵) با مطالعه روند دمای چند دهه ایران به ارتباط این روند با افزایش گاز دی اکسید کربن پی بردند. آنها با بررسی بر روی ۱۲ ایستگاه برای تعیین میزان، جهت و معنی داری روند از آزمون من-کندال استفاد نمودند و دریافتند که در اکثر ایستگاههای مورد مطالعه، روند افزایشی دما با شدت های مختلف مشاهده می شود که این ممکن است از افزایش میزان دی اکسید کربن جو متأثر شده باشد. محمدی و تقوی

8. De Luis et al

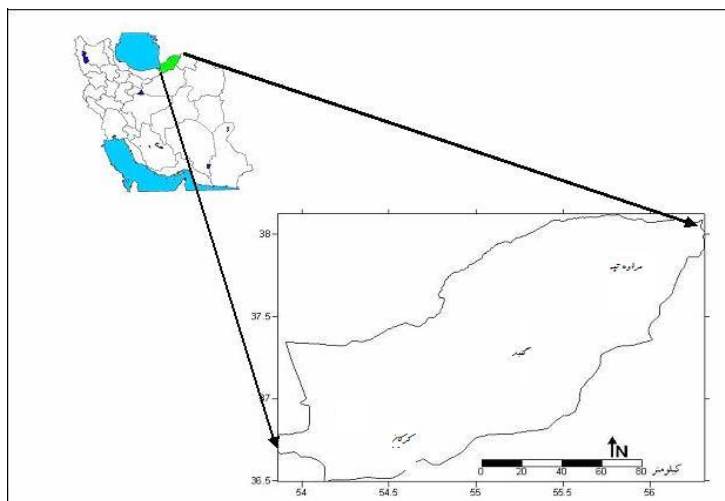
9. Gonzales-Hidalgo

10. Piccareta et al

(۱۳۸۴:۱۵۱) روند شاخص های حدی دما و بارش را در ایستگاه مهرآباد تهران طی یک دوره پنجاه و سه ساله را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که روند دمای حداقل و دمای متوسط روزانه کاملاً افزایشی است و شیب مثبت دارد. در صورتی که روند افزایشی دمای حداکثر دارای شیب کمتری است. عزیزی و روشنی (۱۳۸۷:۱۳) ضمن مطالعه تغییرات اقلیمی در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من - کندال نتیجه گرفتند که بیشتر این تغییرات، ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان برخوردار بوده است و در اکثر ایستگاهها دمای حداقل روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی را نشان می دهند. در پژوهش دیگری، امیدوار و خسروی (۱۳۸۸:۸۸) دما و بارش یکی از ایستگاههای سواحل شمالی خلیج فارس یعنی ایستگاه بوشهر را طی دوره آماری پنجاه ساله بررسی کردند و سپس با بررسی روند موجود در پارامترهای مذکور به پیش بینی پرداختند. نتیجه حاکی از آن بود، که با طرح مدل های آماری، روند افزایشی برای دما و روند کاهش برای بارش قابل انتظار است. امیدوار و خسروی (۱۳۸۹:۳۳) به بررسی تغییر برخی از عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون کندال پرداخته اند و به این نتیجه رسیده اند که تغییرات دمای میانگین در هر سه ایستگاه، مشابه با روند تغییرات دمای حداقل آنهاست و آنچه موجب افزایش دمای میانگین ایستگاه های منطقه شده، بیشتر دمای حداقل بوده است. همچنین رطوبت نسبی در هر سه ایستگاه (بوشهر، بندرعباس و آبادان) یا دارای روند نزولی معنی دار و یا فاقد روند معنی دار است که این روند در ماههای گرم سال آشکارتر است. در مورد پارامتر بارش، فراوانی روندهای معنی دار نزولی در ایستگاه های مورد مطالعه دیده می شود و هیچگونه روند صعودی معنی داری در آنها مشاهده نمی شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی استان گلستان در سه ایستگاه سینوپتیک گرگان، گنبد و مراوه تپه طی دوره آماری مورد نظر با استفاده از آزمون کندال است. علل انتخاب این ایستگاهها، طول دوره آماری کافی و نیز پراکنش مناسب مکانی در استان بوده است. مشخصات ایستگاه های مورد بررسی در جدول شماره (۱) و موقعیت استان و ایستگاهها در سطح کشور و استان در شکل شماره (۱) ارائه شده است.

داده ها و روش ها

۱- معرفی منطقه مورد مطالعه



شکل شماره (۱) موقعیت استان و ایستگاهها در سطح کشور و استان

جدول شماره (۱): مشخصات جغرافیایی ایستگاهها به همراه طول دوره آماری

دوره ی آماری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ایستگاه	نواحی
۲۰۰۵-۱۹۶۱	درجه عرض شمالی ۳۶	درجه طول شرقی ۵۴	گرگان	غرب
۲۰۰۵-۱۹۶۱	درجه عرض شمالی ۳۷	درجه طول شرقی ۵۵	گنبد	مرکز
۲۰۰۷-۱۹۹۳	درجه عرض شمالی ۳۷	درجه طول شرقی ۵۷	مراوه تپه	شرق

۲- جمع آوری آمار و اطلاعات

به منظور انجام این پژوهش، ابتدا شناسنامه اطلاعات آب و هوایی سه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گرگان، گنبد و مراوه تپه از سایت اینترنتی سازمان هواشناسی کشور استخراج شد. از میان آمار و اطلاعات هواشناسی ثبت شده در این ایستگاهها، پنج پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین، رطوبت نسبی و بارش در یک دوره مشخص انتخاب گردید، تا روند کلی تغییرات اقلیمی آنها تحلیل گردد. از آنجا که پارامترهای بارش، دما و رطوبت نسبی، پارامترهای وابسته به یکدیگر محسوب می شوند و تغییرات آنها تأثیر بسزایی بر نوع اقلیم یک منطقه دارد، می توان با بررسی تغییرات زمانی و تأثیر آنها بر یکدیگر، تغییرات اقلیمی را در منطقه مورد نظر بررسی کرد. دوره هایی که فاقد آمار و اطلاعات بوده اند با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره به باز سازی داده های آن دوره ها پرداخته شده است. برای مثال ایستگاه گنبد در طول یک دوره سه ساله (۱۹۸۹-۱۹۹۱) به علت تغییر نوع ایستگاه از اقلیمی به سینوپتیک فاقد آمار و اطلاعات آب هواشناسی بوده است که از طریق روش رگرسیون داده ها مورد باز سازی قرار گرفته است.

۳- تشکیل پایگاه داده

پس از جمع آوری اطلاعات هواشناسی مورد نظر، کلیه این داده ها در یک پایگاه شامل ۱۵ ماتریس (۱۴×۴۵) وارد محیط نرم افزار excel شدند و با استفاده از آزمون کندال روند تغییرات آنها بررسی گردید. شایان ذکر است که هر یک از این ماتریسها شامل سطرهایی به اندازه طول دوره آماری و چهارده ستون هستند، که ستون اول مربوط به طول دوره آماری، ستون دوم تا سیزدهم مربوط به مقادیر هر پارامتر در ماههای میلادی و ستون آخر حاوی مقادیر هر پارامتر به صورت سالانه است. جدول شماره (۲) بیانگر اطلاعات دمای حداقل ایستگاه هواشناسی گرگان است که در واقع، یکی از ماتریسهای مذکور را در قالب جدول می باشد را نشان می دهد.

۴- تحلیل روند با استفاده از آزمون (MANN-KENDALL)

این آزمون ابتدا توسط Mann در سال ۱۹۴۵ ارائه شد و سپس توسط Kendall در سال ۱۹۶۶ توسعه یافت. این روش در همان سالها مورد تأیید WMO قرار گرفت. همانند سایر آزمونهای آماری، این آزمون نیز بر مبنای مقایسه فرض صفر و یک بوده و در نهایت در مورد پذیرش یا رد فرض صفر تصمیم گیری می نمایند. فرض صفر این آزمون مبتنی بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده هاست و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده ها می باشد.

مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

جدول شماره (۲) اطلاعات دمای حداقل ایستگاه سینوپتیک گرگان به درجه سلسیوس

سال	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
۱۹۶۱	۶۷.۵	۲	۹۰	۱۶	۰	۰	۲	۲۳	۲۸	۲۲	۱۲	۲۵	۲۸۸
۱۹۶۲	۳۸	۱۸	۳۸	۴۰.۵	۴۴	۷۰	۳	۰	۲	۱۸.۵	۴۳	۱۹	۳۳۴
۱۹۶۳	۲۹	۶	۱۱۲	۳۸.۵	۴۶	۰	۱۷	۵	۱	۲۷.۵	۳۵	۲۵	۳۴۱
۱۹۶۴	۵۳	۴۸	۷۳	۱۱۲	۰	۷	۰	۹.۵	۴	۱۱	۴۷	۴۱.۵	۴۰.۵
۱۹۶۵	۵۶	۴۷	۶۹	۲۸.۵	۵۷	۰	۳	۰	۱۵	۱۸.۵	۳۸	۴۰.۵	۳۷۲
۱۹۶۶	۲۷	۳۵	۱۰۵	۱۳۸	۰	۰	۰	۰	۶	۲۶	۰	۳۹	۳۷۶
۱۹۶۷	۳۰	۶۲.۵	۱۰۲	۲۳	۶	۱۱	۸	۰	۲۸	۳۸.۵	۴۱	۴۳.۲	۳۹۳
۱۹۶۸	۶۵	۶۷	۸۴	۷۸.۶	۱۲۴	۱۸	۱۳	۱۴	۰	۳۱.۴	۸۷	۵۶.۹	۶۳۹
۱۹۶۹	۱۰۹.۲	۴۹.۴	۸۱	۱۲۵	۴۹	۱۸	۱۳.۸	۲۳	۲۳	۳۰.۴	۸۱	۹۷.۸	۶۹۸
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
۱۹۹۸	۸۵	۵۲.۳	۳۵	۷۶.۳	۲۶	۲.۲	۸۷.۳	۳۶	۵۰	۲۹.۲	۷	۱۲.۲	۴۹۹
۱۹۹۹	۸۳.۱	۳۴.۳	۵۲	۳۸.۵	۳۲	۰	۴۵.۶	۴.۶	۳۵	۶۵.۸	۴۷	۲۷.۷	۴۹۷
۲۰۰۰	۵۳.۷	۸۰.۵	۷۵	۱	۱۰	۳۰	۱۰.۱	۵۸	۹۹	۳۰.۷	۹.۳	۵۷.۲	۵۱۵
۲۰۰۱	۱۰.۹	۳۳.۲	۷۶	۱۱.۳	۱۵	۰.۴	۲۵.۹	۲۵	۱۲	۱۵.۷	۳۸	۲۳.۱	۲۸۵
۲۰۰۲	۵۱.۴	۲۴.۹	۳۲	۱۰.۶	۱۷	۲۵	۱۲.۱	۸۷	۸	۳۳.۸	۵۲	۶۳.۴	۵۱۳
۲۰۰۳	۳۰.۷	۵۵.۳	۹۱	۷۱.۶	۴۰	۸.۸	۱۳.۹	۱۰	۶.۳	۳۰.۱	۸۰	۴۶.۸	۴۸۵
۲۰۰۴	۶۷.۵	۱۴.۶	۶۸	۱۰.۲	۳۴	۱۵	۳۶.۴	۱۱	۳۱	۶۷	۸۰	۶۲.۹	۵۸۹
۲۰۰۵	۸۳.۲	۴۷.۸	۵۰	۲۰.۸	۶۷	۱۸	۰.۴	۴۵	۲۰	۳۰.۹	۷۶	۴۷.۵	۵۰۶

الف) محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع sgn و استخراج پارامتر S

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (1)$$

n تعداد جملات سری، x_j داده j ام سری x_k داده k ام سری

ب) محاسبه واریانس با استفاده از رابطه زیر:

اگر $n > 10$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (2)$$

n تعداد داده ها، m تعداد سری هایی است که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد، t فراوانی داده های با

ارزش یکسان

اگر $n \leq 10$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

ج) استخراج آماره آزمون Z به استفاده از رابطه زیر:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

S پارامتر محاسبه شده در فرمول (ب) می باشد.

اگر رابطه زیر برقرار باشد فرض صفر پذیرفته می شود:

$$|Z| \leq Z_{\alpha} / 2$$

معمولاً این آزمون برای سطوح معنی دار ۹۵٪ و ۹۹٪ به انجام می رسد. در صورتی که آماره Z مثبت باشد

روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می شود (خسروی ۱۳۹۰).

یافته ها

هوا و اقلیم، خود سیستمی پیچیده و متشکل از اجزا و پارامترهای مختلفی است که تعامل این پارامترها با یکدیگر،

نوع آب و هوای هر منطقه را تعیین میکند. این موضوع قضاوت یک طرفه در مورد هوا و اقلیم یک منطقه و برآورد

آن با توجه به یک پارامتر را در تمامی مناطق با مشکل روبه رو می سازد. آنچه آشکار و روشن است این است که

عناصر دما و بارش نقشی اساسی بر روی اقلیم هر منطقه دارند و تا حد زیادی عوامل دیگر از جمله رطوبت نسبی، دمای نقطه شبنم و تبخیر و تعرق را تحت تأثیر قرار می دهند. در این میان، تغییرات دما بر روی میزان و نوع بارش اثر گذاشته، نقشی اساسی در تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل دارد (خسروی و امیدوار، ۱۳۸۸:۳۳).

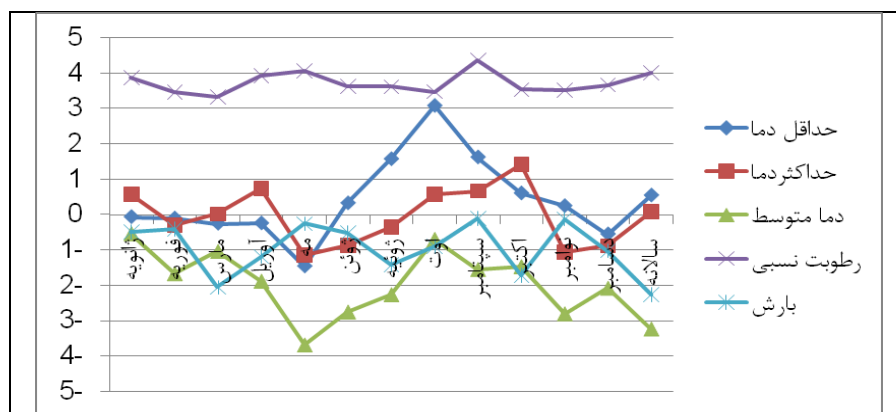
جداول شماره ۳ تا ۵، نشان دهنده روند تغییرات پارامترهای پنجگانه (دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای متوسط، رطوبت نسبی و بارش) به صورت ماهانه و سالانه با استفاده از آزمون کندال و پیرو آن میزان N به دست آمده است. همچنین، روند تغییرات این پنج پارامتر را میتوان در نمودارهای ۱ تا ۳ مشاهده کرد. در این نمودارها محور X بیان گر ماهها و سال می باشند و محور Y میزان N یا متغیر استاندارد به دست آمده از آزمون کندال می باشد.

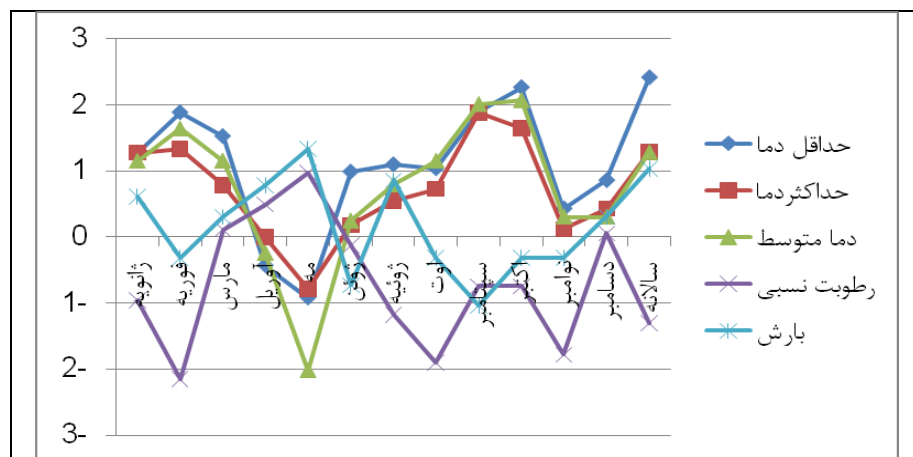
جدول شماره (۳): میزان N (متغیر نرمال استاندارد) به دست آمده از آزمون کندال پنج پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای

متوسط، رطوبت نسبی و بارش ایستگاه گرگان طی دوره آماری ۴۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۶۱)

پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
حداقل دما (°C)	-	-	-۰.۲۴	-۰.۲۳	-	۰.۳۴	۱.۵۹	۳.۱۰	۱.۶۴	۰.۶۲	۰.۲۶	-۰.۵۴	۰.۵۶
حداکثر دما (°C)	۰.۰۵	۰.۰۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دمای متوسط (°C)	-	-	-۱.۰۳	-۱.۸۷	-	-	-	-	-	-	-۲.۷۹	-۲.۰۷	-
رطوبت نسبی (%)	۳.۸۸	۳.۴۷	۳.۳۳	۳.۹۳	۴.۰۷	۳.۶۴	۳.۶۲	۳.۴۸	۴.۳۷	۳.۵۴	۳.۵۲	۳.۶۷	۴.۰۲
بارش (mm)	-	-	-۲.۰۴	-۱.۱۷	-	-	-	-	-۰.۰۹	-	-۰.۱۱	-۱.۰۱	-
N	۰.۴۸	۰.۴۰	-	۰.۲۴	۰.۵۰	۱.۴۰	۰.۸۸	۱.۷۰	-	-	-	-	۲.۲۵

بررسی روند معنی داری تغییرات با استفاده از آزمون کندال مربوط به دمای حداقل نشان میدهد که هر سه ایستگاه دارای روند صعودی معنی دار هستند. البته، طبق جداول مذکور، در ماه های فصول سرد سال روند چندان معنی داری در مورد افزایش دمای حداقل مشاهده نمی شود. به عبارت بهتر، در این مناطق، تغییرات صعودی دمای حداقل در ماههای گرم سال بیشتر است. نتایج مربوط به دمای حداکثر در سه ایستگاه مزبور، با روند دمای حداقل آنها مشابهت دارد و همزمان با افزایش و کاهش در دمای حداقل دمای حداکثر نیز تغییر می کند.





نمودار شماره (۳): میزان N (متغیر نرمال استاندارد) به دست آمده از آزمون کندال پنج پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای

متوسط، رطوبت نسبی و بارش ایستگاه مراوه تپه طی دوره آماری ۱۴ ساله (۱۹۹۳-۲۰۰۷)

تغییرات دمای میانگین در هر سه ایستگاه، نسبتاً مشابه با روند تغییرات دمای حداقل و حداکثر است. البته، فراوانی روندهای معنی دار دمای میانگین از فراوانی روندهای معنی دار دمای حداقل کمتر و از دمای حداکثر بیشتر است. پارامتر رطوبت نسبی، در ایستگاه گرگان بیشتر و دارای روند صعودی معنی دار در ماههای دسامبر و مارس است. ایستگاه گرگان به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود (نزدیکی به سواحل دریای مازندران) از میزان رطوبت نسبی تقریباً بالا برخوردار بوده و در اوایل پاییز و بهار روند آن صعودی می باشد. با توجه به رابطه برآورد رطوبت نسبی (نسبت مقدار بخار آب موجود در هوا به حداکثر گنجایش هوا برای پذیرش بخار آب در همان دما) با افزایش دما، ظرفیت پذیرش بخار آب برای حجم ثابتی از هوا، بیشتر می شود و در نتیجه، میزان رطوبت نسبی کاهش می یابد. بنابراین می توان پی برد چون حداکثر بارش های سواحل شرقی دریای خزر در اوایل پاییز و بهار اتفاق می افتد بنابراین در این موقع از سال میزان رطوبت نسبی افزایش می یابد زیرا میزان دما کاهش پیدا می کند. البته، رطوبت نسبی فقط تابع عامل دما نیست و از پارامترهای دیگری از جمله مقدار بارش، رطوبت موجود در هوا، باد و تابش خورشید نیز تأثیر می پذیرد. به عبارت بهتر، می توان گفت که نمی توان رابطه رگرسیونی با اطمینان بالایی بین افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی برقرار کرد، بدون این که نقش سایر عوامل را نادیده گرفت. با این حال، رطوبت نسبی در ایستگاه گرگان بالا بوده و با کاهش دما در طول سال افزایش می یابد. اما در ایستگاه های گنبد و مراوه تپه میزان رطوبت نسبی از ایستگاه گرگان کمتر است و روند آن نیز تا حدی متفاوت می باشد که این موضوع می تواند ناشی از تغذیه نامنظم رطوبتی باشد. در مورد پارامتر بارش، چنین مشاهده می شود که فراوانی روندهای معنی دار نزولی در ایستگاه گرگان زیاد است و فقط طی ماههای اکتبر و مارس روند صعودی وجود دارد و در ایستگاه گنبد طی ماههای

بهار و تابستان روند صعودی معنا دار و در ماههای دسامبر و مارس روند نزولی دیده می شود. در ایستگاه مراوه تپه افزایش و کاهش روند ها در طول سال وجود دارد.

نتیجه گیری

تغییرات اقلیمی نمی تواند فقط نتیجه چند پارامتر خاص باشد و این تأثیر پارامترهای متفاوت است که به تغییرات اقلیمی یک منطقه منجر می شود. بنابراین مطابق با نتایج این پژوهش می توان گفت که در ایستگاههایی که دما دارای روند صعودی معنا دار می باشد، تغییرات دمای حداقل بیش از تغییرات دمای حداکثر است. از طرف دیگر، فراوانی تغییرات معنی دار پنج پارامتر مورد بررسی در هر سه ایستگاه زیاد بوده و این در حالی است که رطوبت نسبی در ایستگاه گرگان بالا ترین روند معنی داری را نشان می دهد که روند صعودی می باشد. این خود به علت اثر تعدیلی دریای مازندران بر روی ایستگاه فوق می باشد که روند رطوبت نسبی را افزایش می دهد. در بقیه ایستگاهها مقدار رطوبت نسبی تابع میزان دماست که با افزایش مقدار این پارامتر در طول سال کاهش و با کاهش دما بر اثر بارش یا عواملی دیگر افزایش می یابد. از آنجا که هرچه از غرب استان به طرف شرق استان پیش برویم روند بارش نامنظم تر می شود، در روند رطوبت نسبی نیز بی نظمی هایی دیده می شود. زیرا شرق استان گلستان به لحاظ اقلیمی جزو مناطق نیمه مرطوب کشور می باشد و یکنواختی که در بارش غرب استان وجود دارد در این منطقه وجود ندارد که این خود به علت فاصله گرفتن از منبع رطوبتی دریای خزر ایجاد می شود. هر چند نمی توان افزایش و کاهش در میزان رطوبت نسبی را تنها به کاهش یا افزایش در میزان دما مرتبط کرد. در رابطه با روند دما در استان می توان گفت که از آنجا که دمای میانگین نیز تابعی از دمای حداکثر و دمای حداقل است، پس می توان نتیجه گرفت که سهم تأثیر دمای حداقل بر میانگین دما به مراتب بیشتر از تأثیر دمای حداکثر است و آنچه موجب افزایش دمای میانگین شده است، بیشتر دمای حداقل بوده است. شاید بتوان گفت که دلیل بیشتر بودن تغییرات دمای حداقل نسبت به دمای حداکثر، تا حدود زیادی مربوط به تأثیر گازهای گلخانه ای است، چرا که فراوانی برداشت های دمای حداقل در هنگام شب و قبل از طلوع آفتاب بیشتر است. می دانیم که بخش بزرگی از منبع حرارتی در شب، بازتابشهای با طول موج بلند ساطع شده از زمین است. همچنین، گازهای گلخانه ای می توانند عاملی در جهت افزایش دمای حداقل این مناطق باشند. آنچه در مورد تغییرات بارش درخور توجه است، این است که تغییرات نزولی و معنی دار بارش (به ویژه در شرق استان) همراه با افزایش دما می تواند درجه خشکی منطقه را بالا برده، باعث افزایش تبخیر-تعرق شود. با توجه به مسأله خشکسالی، وجود روند نزولی بارش، بویژه در فصل تابستان در هر سه ایستگاه مورد بررسی، موضوع بسیار مهمی است که توجه به آن اهمیت زیادی دارد. همچنین، افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی در این مناطق مسأله ای جدی است که می تواند آثار زیانباری به دنبال داشته باشد.

منابع

- ۱- ابراهیمی، حسین، امین علیزاده و سهیلا جوانمرد، (۱۳۸۴)، بررسی وجود تغییرات دما در دشت مشهد (به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره: ۷۹ صص ۵ تا ۱۸)
- ۲- امید وار، کمال. خسروی یونس. " بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون " مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۸، شماره ۲، تابستان -۱۳۸۹ صص ۴۶ تا ۳۳
- ۳- امیدوار، کمال، خسروی، یونس، (۱۳۸۸)، تعیین روند و پیش بینی تغییرات دما و بارش شهر بوشهر، همایش بین المللی خلیج فارس، ۱ و ۲ اردیبهشت: صص ۸۸ تا ۱۰۱.
- ۴- خشنو، احمد، (۱۳۷۸)، بررسی تغییرات اقلیمی جنوب ایران (دما و بارش)، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم: صص ۹۸ تا ۱۰۴.
- ۵- خسروی، محمود (۱۳۹۰) "مقدمه ای بر سری های زمانی و بررسی روند آنها همراه با آموزش عملی در نرم افزار اکسل " جزو درسی
- ۶- رئیسی، علی، (۱۳۷۶)، استفاده از روش های استوکستیک در مطالعه تغییرات آب و هوایی جنوب ایران، دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی ایران: صص ۵۹ تا ۷۳
- ۷- رستمیان، حمید، (۱۳۷۵)، بررسی تغییرات سواحل جنوبی دریای خزر با تاکید بر دما و بارش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران: صص ۸۵ تا ۹۴
- ۸- زاهدی، رقیه، (۱۳۸۲)، نقش تغییر اقلیم بر جریانهای خلیج فارس، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان: صص ۶۸ تا ۷۶
- ۹- عساکره، حسین (۱۳۸۶) تغییر اقلیم، چاپ اول، ناشر، زنجان دانشگاه زنجان
- ۱۰- محمد سلطانی، محمد صادق احدی، گرمایش جهانی، کنوانسیون تغییر آب و هوا و تعهدات بین المللی. تهران ساختمان پروژه های بین المللی، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، زمستان ۱۳۸۳
- ۱۱- عسکری، احمد، (۱۳۷۱)، تغییر اقلیم، مجله نیوار، شماره: ۱۳ صص ۴۴ تا ۵۲
- ۱۲- عزیزی، قاسم، (۱۳۸۴)، روند دمایی چند دهه اخیر نشریه علوم جغرافیایی دانشگاه، CO ایران و افزایش ۲ تربیت معلم، جلد ۴، شماره: ۵ صص ۲۵
- ۱۳- عزیزی، قاسم، روشنی، محمود، (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهشهای جغرافیایی، دانشگاه تهران، شماره: ۶۴ صص ۱۳ تا ۲۸
- ۱۴- علیزاده، امین، (۱۳۷۳)، گرم شدن جهانی و پیامدهای هیدرولوژیک، مجله نیوار، شماره. صص ۳۴ تا ۴۲

۱۵- محمدی، حسین، تقوی، فرحناز، (۱۳۸۴)، روندشاخصهای حدی دما و بارش در تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره: ۵۳ صص ۱۵۱ تا ۱۷۲

- 16- Bogardi, I., I. Matyasovszky, A. Barossy, and L. Duckstein, (1993), Application of a Space-time Stochastic Model for Daily Precipitation Using Atmospheric Circulation Patterns, *Journal of Geophysical Research*.98(D9):653-667
- 17- Chen, T.S, J.M. and CK. Wikle, (1997), International Variation in US Pacific Coast Precipitation over the Past Four Decades, *Bulletin of the American Meteorological Society*.77 (6):1197-2205.
- 18- De luis, M, raventos, J., Gonzales-Hidalgo, J. C., Sanchez, J. R., and Cortina, J, (2000), Spatial Analysis of Rainfall Trends in the Region of Valencia(east Spain), *Journal of Climatology*, 20:1451-1469.
- 19- Gonzales-Hidalgo, J.C., De luis, M., Raventos, J., and sanchez, J. R, (2001), Spatial Distribution of Seasonal Rainfall Trends in a Western Mediterranean Area, *J. International Journal of Climatology*, 21: 843-860
- 20- Katz, RW. And M. B. Palanzhe, (1993), Effects of an Index of Atmospheric Circulation on Stochastic Properties of Precipitation, *Water Resources Research*.29:2335-2344.
- 21- Keily, G, (1999), Climate Change in Ireland from Precipitation and Stream Flow Observations, *Advanceds in Water Resources*23:141-151.
- 22- Morrissey, M. L. and N. E. Graham, (1996), Recent Trends in Rain Gauge Precipitation Measurements From the Tropical Pacific, *Bulletin of the American Meteorological Society*. 77(6):1207-1219
- 23- Piccareta, M., Capolongo, D., and Boenzi, F, (2004), Trend Analysis of Precipitation and Drought in Basilicata from 1923 to 2000 Within a Southern Italy Context, *International Journal of Climatology*, 24:907-922.
- 24- Wilson, L. L, Lettenmaier, DP, (1992), A Hierarchical Stochastic Model of Large Scale Atmospheric Circulation Patterns and Multiple Station Daily Precipitation, *Journal of Geographical Research*.1-97(Ds):2791-2809.
- 25- Woolhiser, Da. T. keefer and K. T, Redmond, (1993), Southern Oscillation Effects on Daily Precipitation in the South- Western United States, *Water Resources Research*.29 (4):1278-1295.