ارزیابی روند تغییرات بارندگی با روش من کندال و رگرسیون خطی در استان خوزستان

مصطفی قصاب فیض[1] ، حسین اسلامی[2]

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،eslamyho@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵

چکیده

وجود روند در بارندگی می تواند شاهدی بر تغییراقلیم باشد. روشهای مختلفی برای بررسی‌تغییرات و وجود روند در سری های زمانی 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. با لحاظ دوره آماری ۳۳ ساله سال آبی ٦١-١٣٦٠ تا سال ۹۳-۱۳۹۲ در ٤٧ ایستگاه هواشناسی استان خوزستان، روند تغییرات زمانی بارندگی با استفاده از روش من کندال و رگرسیون خطی بررسی شد. نتایج نشان داد که شیب خط رگرسیون ایستگاهها از ۱۳- تا ۰/۸ متغیر است. بیشتر ایستگاه های هواشناسی دارای روند منفی در مقدار بارندگی هستند و تنها دو ایستگاه عبدالخان و پل زال دارای روند مثبت بارندگی هستند. برای بررسی وجود روند در بارندگی با آزمون من کندال در سطح اطمینان ۵ درصد مشخص شد که بیشتر ایستگاه ها دارای روند منفی هستند و بارندگی در استان خوزستان رو به کاهش می باشد. تنها ایستگاههای پل زال، چم نظام، حرمله، عبدالخان و عرب حسن روندی مثبت دارند و ایستگاه بتوند شور با مقدار Z کندال برابر با صفر دارای مقدار بارندگی ثابت در دوره آماری می باشد. هر چند همه ایستگاهها دارای روند منفی یا مثبت هستند اما فقط سه ایستگاه سوسن، سپید دشت سزار و ملاثانی روند معنی دار دارند و در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار هستند. با توجه به عدم معنی داری روندها در بیشتر ایستگاه ها نمی توان نتیجه گرفت که تغییر اقلیم رخ داده ولی با توجه به این که بیشتر ایستگاه ها شاهد روند کاهشی بارندگی هستند، این مساله هشدار دهنده است.

واژه های کلیدی: ***روند بارندگی، آزمون من کندال، رگرسیون، استان خوزستان***

مقدمه

همانند بسیاری از پدیده های طبیعت، آب و هوا نیز متغیر است. اقلیم تأثیر مستقیم در شدت و توزیع بارش‌ها دارد، که این به نوبه خود اثر زیادی برروی فرسایس خاک، نوسانهای سطح سفره‌های آب زیرزمینی و وقوع سیل بجا می‌گذارد، انجام پژوهش‌های مرتبط باتغییر اقلیم برای آمادگی هرچه بیشتر جهت مقابله با هزینه‌های خسارت بار ناشی از این تغییر بسیار ضروری می‌باشد.

تغییر اقلیم یکی از مهمترین چالش های قرن جاری است. وقوع سیل هایی با شدت بالا، گرما و سرمای بی موقع، تکرار بیشتر خشکسالی ها، بالا آمدن آب دریاها، طغیان آفات و بیماری های گیاهی، کاهش ضخامت لایه ازن، گرم شدن جهانی هوا، ذوب شدن یخ های دائمی از جمله مواردی است که بحث تغییر اقلیم را در دهه جاری در جهان بیشتر مطرح کرده است. یکی از روشهای متداول جهت تحلیل سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی، بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن ها با استفاده از آزمون های آماری می‌باشد.

اصولاً وجود روند در سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیکی ممکن است ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و تغییر اقلیم یا اثر فعالیتهای انسانی باشد(بروک و کارتز، ۱۹۵۳). اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی بارندگی به تنهایی نمی‌تواند دلیل قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد، بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌نماید(سیرانو و همکاران، ۱۹۹۹).

تاکنون روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند سری‌های زمانی ارائه گردیده‌اند که این روش‌ها در دو دسته کلی روش‌های پارامتری وناپارامتری قابل تقسیم بندی می‌باشند که روش‌های ناپارامتری از کاربرد نسبتاًوسیع‌تر وچشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردارند (تاکیوچی وایشیداری[1]، ۲۰۰۳). روش رگرسیون خطی یکی از روش های آمار پارامتری است. آزمون من — کندال جزو متداول‌ترین روش‌های ناپارامتری تحلیل روند سری‌های زمانی هیدرومتولوژیکی به شمار می‌رود. مطالعات مختلف انجام شده با استفاده از این روش حاکی از اهمیت و کاربرد فراوان آن در تحلیل روند سری های زمانی می‌باشد.

آذرخشی و همکاران (۱۳۹۲) روند تغییرات فصلی و سالانهٔ بارش و دما در سطح کشور در ۲۴ ایستگاه سینوپتیک با آمار پنجاه ساله ۱۹۵۶ تا۲۰۰۵ انجام دادند. از روش من کندال و رگرسیون خطی برای نشان دادن روند تغییرات استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد ترکیبی از روندهای افزایشی و کاهشی ِروند تغییرات در پارامترهای اقلیمی در داده های بارش سالانهٔ مناطق مختلف کشور دیده می شود.

ناظری تهرودی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی روند داده های مقدار بارش سالانه ایستگاه های سینوپتیک ۳۱ استان در کشور ایران در دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۱ پرداختند. جهت بررسی روند پارامتر مذکور در مقیاس منطقه ای، ابتدا با استفاده از خوشه بندی فازی، ایستگاه های مورد مطالعه به ۵ منطقه تقسیم و شماره گذاری شدند. سپس با استفاده از آماره کندال منطقه ای، روند تغییرات پارامتر مورد نظر در ۵ منطقه و در سطح کل ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج روند در هر دو مقیاس ایستگاهی و منطقه ای روند کاهشی را در شمال غرب تایید کرد. در مقیاس منطقه ای، روند کاهشی معنی دار در مناطق شمال غرب، نیمه مرکزی و جنوب غرب کشور، روند کاهشی غیرمعنی دار در مناطق غربی ایران و روند افزایشی غیرمعنی دار در مناطق شمالی و حاشیه دریای خزر مشاهده شد.

دوهان و پاندی (۲۰۱۳) در پژوهشی به مطالعه تغییرات زمانی و مکانی بارش ۱۰۲ ساله منطقه مادهیا پارادش هندوستان پرداختند. آنها از آزمون من–کندال و تخمین‌گر شیب سن به منظور تعیین روند یکنواخت بارش و از آزمون پتیت برای تشخیص نقاط شکست استفاده کردند .نتایج حاصله نشان داد که تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی در مقیاس سالانه روندی کاهشی را تجربه کرده و سال ۱۹۷۸ بیشترین احتمال را برای تاریخ تغییر روند به خود اختصاص داده بود.

جین و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تغییرات بلندمدت بارش و دمای شمال غرب هند را مورد بررسی قرار دادند .این محققین از روش من–کندال در تشخیص روند بهره برده و در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه بارش، هیچ‌گونه روند معنی‌داری در دوره آماری مشاهده نکردند، اما دما در هر سه مقیاس زمانی، روند افزایشی را تجربه کرده بود.

چن و همکاران (۲۰۱۴) روند تغییرات بارش، دما و رواناب حوضه ۱۹۵۵آبریز یانگ تسه چین را در دوره آماری ۱۹۵۵ تا ۲۰۱۱ با استفاده از آزمون من –

1-Takeuchi and Ishidaira

کندال مورد بررسی قرار دادند. آنها در مطالعه خود نشـان دادند که میانگین دما روندی افزایشی داشته، بارش هیچگونه تغییـرات معنی‌داری را تجربه نکرده و رواناب از روندی افزایشی برخـوردار بـوده است.

در این تحقیق با توجه به اهمیت استان خوزستان از لحاظ کشاورزی، منابع آب و تولید انرژی به بررسی تغییرات زمانی و وجود روند تغییرات بارندگی و تغییر اقلیم با استفاده از روش من کندال و شیب خط رگرسیون پرداخته شده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۶ کیلومتر مربع ، بین ۴۷درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی ، در جنوب غربی ایران واقع گردیده است. خوزستان از شمال با استان لرستان ، از شمال غربی با استان ایلام ، از شرق و شمال شرق با استان های چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد ، از جنوب شرقی با استان بوشهر، از جنوب با خلیج فارس و از غرب با کشور عراق همسایه است. بیشترین ارتفاع از سطح دریا را شهر ایذه با ۷۶۴ متر و کمترین ارتفاع را هندیجان با ۲ متر داراست. فصل گرما در این استان از اردیبهشت آغاز می شود و تا مهر ماه ادامه دارد. متوسط درجه حرارت در این دوره ۳۱/۲ درجه و متوسط درجه حرارت در زمستان ۱۴/۹ درجه سانتیگراد می باشد. متوسط بارندگی در خوزستان ۲۶۵/۵ میلی متر در سال می باشد. نواحی غرب، جنوب غرب و جنوبی استان تحت تاثیر اقلیم فراخشک گرم بوده و مناطق مرکزی ، جنوب شرقی و شمال غربی متاثر از اقلیم خشک بیابانی گرم می باشد. این دو اقلیم بخش اعظم استان را فرا می گیرند. دو اقلیم نیمه خشک گرم و نیمه خشک معتدل ، اقالیمی هستند که نواحی شرق، شمال و بخش وسیعی از شمال شرقی استان را تحت حاکمیت خویش قرار داده اند. همچنین اقلیم مدیترانه ای معتدل و نیمه مرطوب سرد ارتفاعات شرق و شمال شرق استان را تحت تاثیر قرار می دهند.

با انتخاب ۴۷ ایستگاه هواشناسی با آمار بارندگی سالانه مناسب، دوره آماری ۶۱-۱۳۶۰ تا ۹۲-۱۳۹۳ انتخاب شد. کیفیت داده ها بررسی شده و برای بررسی همگنی آمار از روش جرم مضاعف استفاده شد. پس از مراحل طی شده در صورتی که نقایص آماری موجود باشد اقدام به باز سازی و رفع نواقص آماری از روش همبستگی و رگرسیون شد.

باتوجه به اینکه هدف این تحقیق بررسی سری های زمانی بارش وروند آنها بوده است، برای هر ایستگاه دراین راستا جهت بررسی روند از نظر افزایشی یا کاهشی بودن، معنی دار بودن یا معنی دار نبودن از آزمون ها وتکنیک‌های آماری مختلف استفاده شده ونرم افزارهای اکسل و spss بکارگرفته شده است. به این منظور تغییرات بلند مدت سری‌های زمانی مورد نظر با استفاده از آزمون تحلیل روند شامل آزمون ناپارامتری من – کندال و روش رگرسیون خطی استفاده گردید.

روش ناپارامتری من-کندال

روش من-کندال ابتدا توسط مَن (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کِندال (۱۹۷۰) بسط و توسعه یافت. فرض صفر آزمون من-کندال بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده ها می‌باشد. در این روش ابتدا اختلاف بین هر یک از مشاهدات با تمام مشاهدات پس از آن محاسبه شده و پارامتر S مطابق رابطه زیر به دست می‌آید :

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \mathrm{sgn}\left(x_j - x_k\right) \qquad (۱)$$

که n تعداد مشاهدات سری، و x_j و x_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت sgn نیز به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{aligned} &\mathrm{sgn}(x_j - x_k) = +1 \quad \text{for } (x_j - x_k) > 0 \\ &\mathrm{sgn}(x_j - x_k) = 0 \quad \text{for } (x_j - x_k) = 0 \\ &\mathrm{sgn}(x_j - x_k) = -1 \quad \text{for } (x_j - x_k) < 0 \end{aligned} \qquad (۲)$$

در مرحله بعد محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر محاسبه شد:

for n>10

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18} \qquad (۳)$$

for n< 10

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \qquad (۴)$$

که n و m معرف تعداد دنباله‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان در یک دنباله (تعداد گره‌ها) می‌باشد.در نهایت نیز آماره Z به کمک یکی از روابط زیر استخراج می‌شود:

$$\begin{aligned} &\text{for S>0} \quad z = \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \\ &\text{for S=0} \quad z = 0 \\ &\text{for S<0} \quad z = \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} \end{aligned} \qquad (۵)$$

با فرض دو دامنه آزمون روند، فرضیه صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که شرط زیر برقرار باشد:

$$|Z| < Z_{\alpha/2} \qquad (۶)$$

که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_α آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی داری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵ ٪ و ۹۹ ٪ به کار گرفته شده است. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (من، ۱۹۴۵؛ کندال، ۱۹۷۰).

نتایج

روش رگرسیون برای بررسی نوع رابطه بین متغیرهاست. اگر شیب خط برازش یا همان خط رگرسیون مثبت باشد روند تغییرات افزایشی بوده و اگر شیب خط رگرسیون منفی باشد تغییرات کاهشی را در بارندگی خواهیم داشت. زمان به عنوان متغیر مستقل و بارندگی سالانه هر ایستگاه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می شود. نتایج نشان داد که شیب خط رگرسیون ایستگاهها از ۱۳- تا ۰/۸ متغیر است. ایستگاههایی که دارای شیب خط منفی هستند روند تغییرات بارندگی در آنها منفی بوده و اگر شیب خط مثبت باشد روند تغییرات نیز افزایشی خواهد بود. بیشتر ایستگاههای هواشناسی دارای روند منفی در مقدار بارندگی هستند و تنها دو ایستگاه عبدالخان و پل زال دارای روند مثبت بارندگی هستند که میزان شیب این دو ایستگاه نیز کم بوده و به ترتیب ۰/۸ و ۰/۷۱ می باشد. بیشترین شیب خط مربوط به ایستگاه سوسن با شیب خط ۱۳- بوده و کمترین شیب خط مربوط به ایستگاه هفتکل با شیب ۰/۰۹- است. اگر از همه ایستگاه ها در هر سال میانگین گرفته شود، شیب خط رگرسیون ۲/۹- بدست می آید که مشخص کننده این موضوع است که در کل ایستگاهها بارندگی رو به کاهش بوده و تقریبا بطور میانگین در محدوده استان خوزستان هر سال در حدود ۲/۹ میلیمتر کاهش بارندگی وجود داشته است.

برای بررسی وجود روند در بارندگی با آزمون من کندال ابتدا آماره S محاسبه گردید. سپس آماره کندال Z محاسبه شده و در سطح اطمینان ۵ درصد برای بررسی معنی داری مقایسه شد. اگر مقدار مطلق Z محاسبه شده از مقدار Z استاندارد نرمال در سطح ۵ درصد که ۱/۹۶ می باشد، بیشتر باشد روند معنی دار

می باشد. ولی در هر صورت با محاسبه s و z می توان روند منفی و مثبت یا روند کاهشی و افزایشی سری زمانی را مشخص نمود.جدول ۱ نشان دهنده مقادیر s و z در روش من کندال می باشد..

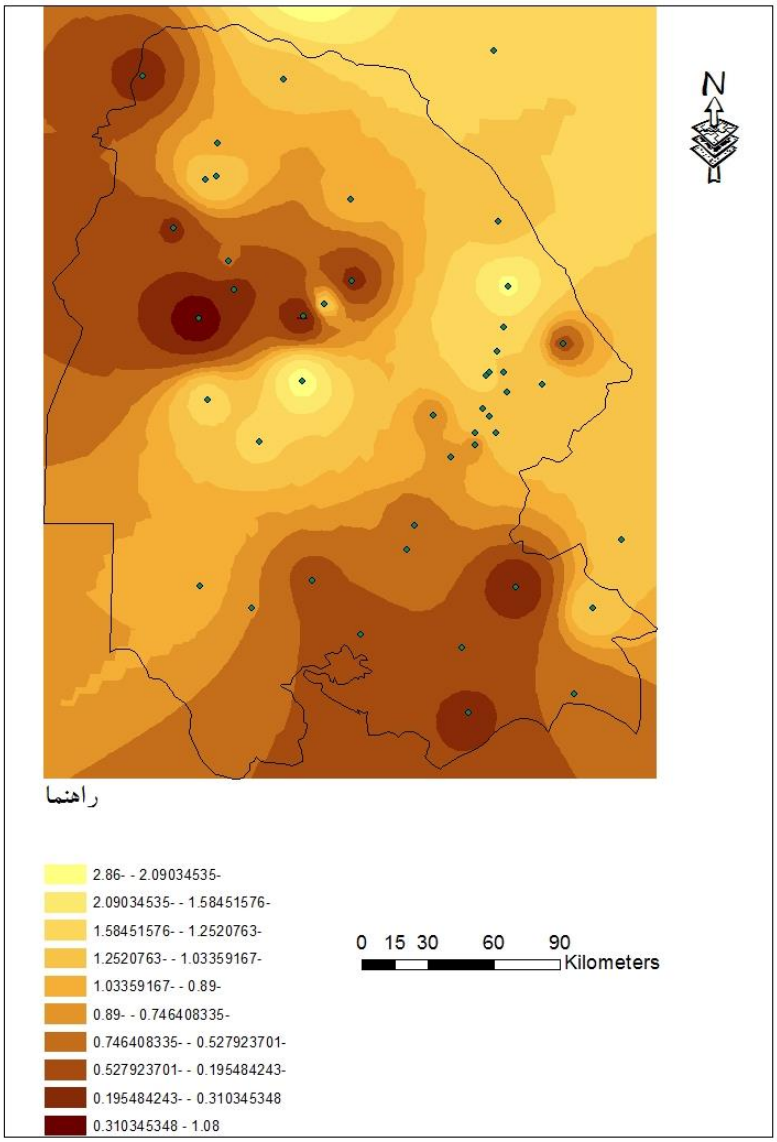
با توجه به آماره کندال Z بیشتر ایستگاهها دارای روند منفی هستند و بارندگی در استان خوزستان رو به کاهش می باشد. تنها ایستگاه های پل زال، چم نظام، حرمله، عبدالخان و عرب حسن روندی مثبت دارند و ایستگاه بتوند شور با مقدار Z برابر با صفر دارای مقدار بارندگی ثابت در دوره آماری می باشد. هر چند همه ایستگاهها دارای روند منفی یا مثبت هستند اما فقط سه ایستگاه سوسن، سپید دشت سزار و ملاثانی روند معنی دار دارند و در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار هستند.

جدول ۱- مقادیر آماره های S و Z کندال ایستگاههای هواشناسی استان خوزستان

نام ایستگاه	شیب خط رگرسیون	آماره S	آماره کندال Z	معنی داری در سطح ۵ درصد
اهواز	-1/89	-89	-1/36	-
ایدنک	-6/75	-82	-1/25	-
ایذه	-6/31	-104	-1/59	-
بارانگرد	-4/84	-82	-1/25	-
باغ ملک	-3/03	-66	-1	-
بتوند- شور	-0/36	0	0	-
بندر ماهشهر	-0/11	-18	-0/26	-
بوزی شادگان	-0/49	-50	-0/75	-
پاگچی رامهرمز	-1/85	-51	-0/77	-
پل زال	0/71	4	0/04	-
پل شالو	-1/83	-24	-0/35	-
تله زنگ	-7/38	-72	-1/1	-
جوکنک	-1/63	-44	-0/66	-
چشمه شیرین	-6/75	-106	-1/62	-
چم گز	-4/12	-83	-1/27	-
چم نظام	-1/12	24	0/35	-
حرمله	-0/64	2	0/015	-
حمیدیه	-2/25	-96	-1/47	-
دارخوین	-0/93	-68	-1/03	-
در خزینه	-3/84	-86	-1/31	-
دزفول	-2/84	-76	-1/16	-
دلی بختیار	-4/81	-89	-1/36	-
ده سادات	-2/82	-78	-1/19	-
دهملا	-1/43	-37	-0/55	-

رامشیر	-1/3	-64	-0/97	-
زیدون سردشت	-2/48	-42	-0/63	-
سپید دشت - سزار	-11/02	-186	-2/86	معنی دار
سد دز	-1/27	-58	-0/88	-
سد شهدا بهبهان	-2/9	-84	-1/28	-
سوسن	-13	-150	-2/31	معنی دار
شوش	-0/85	-6	-0/077	-
عبدالخان	0/8	71	1/08	-
عرب حسن	-1/02	4	0/46	-
قلعه تل	-3/79	-66	-1	-
گتوند	-2/73	-66	-1	-
گرگر	-0/78	-25	-0/37	-
گنداب	-4/99	-100	-1/53	-
لالی - بند سرخی	-4/26	-68	-1/03	-
ماشین	-2/33	-72	-1/1	-
مال آقا	-5/71	-84	-1/28	-
مشراگه-ابوتویج	-0/76	-34	-0/51	-
ملاثانی	-3/8	-162	-2/49	معنی دار
میداوود	-2/02	-83	-1/27	-
هفت تپه	-1/22	-40	-0/6	-
هفتکل	-0/095	-44	-0/66	-
هندیجان	-0/103	-3	-0/03	-
سد تنظیمی	-3/48	-96	-1/47	-

با استفاده از روش معکوس فاصله وزن دار با توان ۱ نقشه تغییرات مکانی آماره من کندال Z تهیه شد. شکل شماره ۱ نقشه توزیع مکانی آماره من کندال Z را نشان می دهد که نشان دهنده این است که مقادیر آماره من کندال Z در بخش های جنوب شرق و شمال غرب بیشترین مقدار را داراست و مناطق مرکزی کمترین مقادیر را دارا هستند.



شکل ۱- نقشه توزیع مکانی آماره من کندال Z در استان خوزستان با روش میان یابی معکوس فاصله وزندار با توان ۱

نتیجه گیری

خط رگرسیون برازش داده شده به بارندگی سالانه هر ایستگاه برای بررسی تغییرات طولانی مدت افزایشی یا کاهشی بکار گرفته شد. شیب خط رگرسیون ایستگاه ها از ۱۳- تا ۰/۸ متغیر است. ایستگاه هایی که دارای شیب خط منفی هستند روند تغییرات بارندگی در آنها منفی بوده و اگر شیب خط مثبت باشد روند تغییرات نیز افزایشی خواهد بود. نتایج نشان داد که بیشتر ایستگاههای هواشناسی دارای روند منفی در مقدار بارندگی هستند و تنها دو ایستگاه عبدالخان و پل زال دارای روند مثبت بارندگی هستند که میزان شیب این دو ایستگاه نیز کم بوده و به ترتیب ۰/۸ و ۰/۷۱ می باشد. بیشترین شیب خط مربوط به ایستگاه سوسن با شیب خط ۱۳- بوده و کمترین شیب خط مربوط به ایستگاه هفتکل با شیب ۰/۰۹- است. اگر از همه ایستگاهها در هر سال میانگین گرفته شود، شیب خط رگرسیون ۲/۹- بدست می آید که مشخص کننده این موضوع است که در کل ایستگاهها بارندگی رو به کاهش بوده و تقریبا بطور میانگین در محدوده

استان خوزستان هر سال در حدود ۲/۹ میلیمتر کاهش بارندگی وجود داشته است.

برای بررسی وجود روند در بارندگی با آزمون من کندال ابتدا آماره S محاسبه گردید. سپس آماره کندال Z محاسبه شده و در سطح اطمینان ۵ درصد برای بررسی معنی داری مقایسه شد. با توجه به آماره کندال Z بیشتر ایستگاه ها دارای روند منفی هستند و بارندگی در استان خوزستان رو به کاهش می باشد. تنها ایستگاههای پل زال، چم نظام، حرمله، عبدالخان و عرب حسن روندی مثبت دارند و ایستگاه بتوند شور با مقدار Z برابر با صفر دارای مقدار بارندگی ثابت در دوره آماری می باشد. هر چند همه ایستگاه ها دارای روند منفی یا مثبت هستند اما فقط سه ایستگاه سوسن، سپید دشت سزار و ملاثانی روند معنی دار دارند و در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار هستند. طبق نتایج بدست آمده تغییرات سالانه بارش در محدوده تحقیق، نشان دهنده تغییرات در این عنصر است. این تغییرات هر دو نوع افزایشی و کاهشی را شامل می شود. نقشه تغییرات مکانی نهایی روند بارندگی نشان می دهد که بیشتر مساحت استان خوزستان دارای روند کاهشی در میزان بارندگی بوده و روند منفی و رو به کاهش دارند. تنها محدوده بسیار کوچکی از مساحت استان خوزستان دارای روند افزایشی بارندگی می باشد که این مناطق بصورت پراکنده در استان وجود دارند و الگوی منظمی در تغییرات این متغیرها وجود ندارد.

نتایج حاصل از رگرسیون خطی و آزمون من کندال در بیشتر موارد بر هم منطبق هستند و در مجموع روندهای افزایشی و کاهشی یکسانی را نشان می دهند و تنها در چند ایستگاه معدود متفاوت هستند. روندهای مقادیرسالیانه بارندگی در اکثر موارد کاهشی بود لذا بایستی به پدیده تغییر اقلیم به عنوان عامل مهمی که در بوجود آوردن خشکسالی‌ها وترسالی‌ها سالانه نقش بسیار بارزی دارد، نگریسته شده ودر مدیریت منابع طبیعی به ویژه منابع آب به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده میزان آب قابل استحصال مورد توجه جدی قرار داده شود اما این روندها در بیشتر موارد معنی دار نیست ولی توجه به این مساله که بیشتر ایستگاهها شاهد روند کاهشی بارندگی هستند هشدار دهنده است. نتایج نشان می دهد که هر چند با توجه به عدم معنی داری روندها نمی توان گفت که تغییر اقلیم رخ داده است اما باید به دیده تردید به این مساله نگریست.

تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر استخراج شده است.

منابع

۱- آذرخشی،م.، فرزادمهر، ج.، اصلاح، م. و ح. صحابی، ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران. مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره۶۶، شماره۱، ص.۱۶-۱.

۲- ناظری تهرودی،م.، خلیلی، ک. و ف. احمدی، ۱۳۹۵. تحلیل روند تغییرات ایستگاهی و منطقه ای بارش نیم قرن اخیر کشور ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد۳۰، شماره ۲، ص. ۶۵۴-۶۴۳.

3- Brooks, C.E.P. and Carrthers, N., (1953). Handbook of Statistical Methods in Meteorology. London, H.M.S.O., pp 412.

4- Chen j., Wub X., Finlayson B., Webber M., Wei T., and Li M. 2014. Variability and trend in the hydrology of the Yangtze River, China: Annual precipitation and runoff. Journal of Hydrology. 513: 403-412.

5- Duhan D., and Pandy A. 2013. Statistical analysis of long term spatial and temporal trends of precipitation during 1901–2002 at Madhya Pradesh, India. Atmospheric Research. 122: 136-149.

6- Jain SK., Kumar V., and Saharia M. 2013. Analysis of rainfall and temperature trends in northeast India. International Journal of Climatology. 33: 968-978.
7- Kendall, M.G., 1970, Rank Correlation Methods, 2nd Ed., New York: Hafner.
8- Mann, H.B., 1945, Nonparametric tests against trend, Econometrica, 13: 245-259
9- Takeuchi, . Z.X.Xu, K., H. Ishidaira. 2003. Monitoring Trend Step Changes in Precipitation in Japanese recipitation. Journal of hydrology.279: 144-150.
10- Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A., (1999). Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921- 1995. phys. Chem. EARTH(B), VOL.24, NO. 1-2:85-90