سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران
انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران
۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷ - دانشگاه تبریز - دانشکده مهندسی عمران

تحلیل روند پارامترهای اقلیمی و تاثیر آن بر منابع آب در شهرهای تبریز و ارومیه

راضیه صبوحی دانش آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
سعید سلطانی استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان*
لیلا یغمایی دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

پست الکترونیکی: ssoltani@cc.iut.ac.ir

چکیده

در این مطالعه تحلیل روند آماری عوامل اقلیمی بارش و دما در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه به منظور مطالعه تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر منابع آبی در شهرهای تبریز و ارومیه با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال انجام گرفت. نتایج مربوط به عامل مقدار باران در مقیاس ماهانه نشان داد دو ایستگاه ارومیه و تبریز در اکثر ماه‌های سال دارای روند نزولی می‌باشند و تعداد روزهای بارانی در این دو ایستگاه در ماه‌های فوریه، مه، ژوئیه، نوامبر و دسامبر افزایش یافته است. عامل‌های دمایی در ایستگاه ارومیه روند نزولی ولی ایستگاه تبریز روند صعودی نشان می‌دهند. کاهش باران در هر دو ایستگاه می‌تواند بر چرخه هیدرولوژی و به تبع آن بر منابع آبی موجود تاثیر گذارد و همچنین در ایستگاه تبریز افزایش دما باعث تشدید تبخیر و تاثیر بر منابع آبی می‌شود. 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 روند دیگر عوامل اقلیمی می‌تواند کمک شایانی به حفظ منابع آبی موجود در آینده نماید.

کلید واژه‌ها: ***تحلیل روند، آزمون من-کندال، دما، بارش، تغییر اقلیم.***

۱- مقدمه

در عصر حاضر همواره صحبت از تغییر اقلیم به میان می‌آید و گفته می‌شود که مقدار بعضی از پارامترهای اقلیمی در حال افزایش و برخی از آن‌ها در حال کاهش هستند. مثلاً افزایش دما در طول زمان یا کاهش بارندگی از جمله مسائلی است که دائماً مطرح می‌باشند.

تحقیقات دانشمندان نشان داده است که اقلیم کره زمین ثابت نبوده، لکن علت این تغییرات در گذشته و حال با یکدیگر متفاوت است. تغییرپذیری در اقلیم، هم در نتیجه تغییرپذیری سیستم‌های اقلیمی و هم به علت عوامل خارجی اتفاق می‌افتد [۱، ۲]. گرچه تمامی علل تغییر یا عدم تغییر آب و هوای دنیا کاملاً شناخته نشده‌اند، اما بحث در باره تغییر آب و هوا مطمئناً مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده و خواهد بود [۳]. شواهد علمی محکم و جدیدی وجود دارد که گرمایش جهانی ۵۰ سال اخیر را به فعالیت‌های بشر نسبت می‌دهد[۴]. در سال های اخیر چندین حادثه مهم و بزرگ خسارات زیادی را به زندگی مردم وارد آورده و باعث ایجاد ضررهای اقتصادی مهمی شده است که ناشی از تغییرات اقلیمی می‌باشد [۵]. نگرانی انسان ها در مورد تغییرات اقلیمی

آینده در سال‌های اخیر، باعث توجه بیشتر به این مسئله شده است، زیرا افزایش دما و الگوهای بارش و تغییرات مربوط به آن‌ها بیشتر در یکصد سال اخیر در سراسر دنیا رخ داده و انتظار می‌رود که همچنان ادامه داشته باشد. چنین تغییرات اقلیمی به شدت بر پارامترهای چرخه هیدرولوژی از قبیل رطوبت خاک، آب زیرزمینی، بزرگی و مدت رواناب و به تبع آن بر منابع آبی موجود تأثیر می‌گذارد. همچنین تغییرات اقلیمی بر سیل، خشکسالی، اکوسیستم‌های طبیعی، جامعه و اقتصاد نیز مؤثر هستند [۶]. بنابراین تغییرات قابل مشاهده در رژیم‌های هیدرولوژیک به عنوان انعکاسی از تغییرات اقلیمی می‌تواند به صورت شاخصی برای آشکارسازی و پایش تغییرات اقلیمی استفاده شود [۷]. همچنین برای تحقیق در تغییر اقلیم، تحلیل و آشکارسازی تغییرات در سیستم‌های اقلیمی گذشته و به کارگیری مدل‌های آماری لازم می‌باشد [۸]. بحث گرم شدن جهانی و اهمیت تغییر اقلیم بر ساختار محیط کره زمین و ساکنین آن، باعث توجه محققین مختلف شده است. موارد زیر برخی از این پژوهش ها را نشان می‌دهد.

مدرس و همکاران (۲۰۰۷) روندهای افزایشی و کاهشی در مقدار باران ماهانه در منطقه بزرگی از مناطق خشک و نیمه خشک ایران مشخص کردند که بیشتر در فصول زمستان و بهار معنی‌دار بود [۹]. رضئی و همکاران (۲۰۰۵) روند منفی در باران سالانه را در بسیاری از ایستگاه‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران نشان دادند که این روند در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار نبود [۶]. یو و هاشینو (۲۰۰۳) نشان دادند دمای میانگین سالانه در ۴۶ ایستگاه انتخاب شده در ژاپن در طی دوره ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶ از ۰/۵۱ تا ۲/۷۷ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. همچنین دمای میانگین ماهانه، در ۱۹ ایستگاه انتخاب شده از ۰/۱۷ تا ۴/۱۲ درجه سانتی‌گراد با افزایش بیشتر در فصول زمستان و بهار (دسامبر، ژانویه- می) افزایش داشته است [۱۰]. چانگ و یون (۲۰۰۰) نشان دادند که میانگین دمای سالانه در شبه جزیره کره بین سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۹۷، ۰/۹۶ درجه سلسیوس افزایش داشته است. این افزایش در مناطق شهری ۱/۵ و در مناطق روستایی ۰/۵۸ درجه سلسیوس بوده است [۱]. مسعودیان (۲۰۰۴) نشان می‌دهد ایران یک روند صعودی در دمای میانگین در نیم قرن گذشته داشته است. این افزایش دما برای دمای میانگین در حدود ۲/۲ درجه سانتی‌گراد در قرن، برای دمای ماکزیموم ۱/۴ درجه سانتی‌گراد در قرن و برای دمای مینیموم حدود ۳ درجه سانتی‌گراد در قرن می‌باشد [۱۱]. شیرغلامی و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند در دوره آماری ۱۹۹۸- ۱۹۶۸، در ۶۸٪ ایستگاه‌ها دمای متوسط سالانه روند مثبت و ۳۲٪ روند منفی حاکم است و توزیع جغرافیایی این ایستگاه‌ها از یک الگوی مشخص تبعیت نمی‌کند [۳].

هدف از این تحقیق، مطالعه تغییرات اقلیمی در شهرهای تبریز و ارومیه از طریق بررسی روند طولانی مدت عوامل اقلیمی بارش و دما و همچنین تاثیر این عوامل بر منابع آبی این ۲ ایستگاه سینوپتیک با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال می‌باشد.

۲- مواد و روشها

این مطالعه در۲ ایستگاه سینوپتیک تبریز و ارومیه انجام گردید. در این بررسی عوامل اقلیمی دما (میانگین دمای حداکثر، میانگین دمای حداقل، میانگین دما) وگروه بارش (مقدار باران، تعداد روزهای بارانی) در پایه‌های زمانی ماهانه و سالانه جهت تحلیل روند در نظر گرفته شدند (جدول ۱). برای بازسازی داده‌های مفقوده از روشهای خود همبستگی و همبستگی پیرسون بین داده‌های ماهانه استفاده شد. ابتدا آزمون همبستگی با تاخیر $K=1$ انجام شد و در صورت عدم وجود خودهمبستگی از همبستگی پیرسون استفاده گردید. همچنین در این مطالعه داده‌ها از لحاظ کیفیتی بررسی گردیدند.

اصولاً گفته می‌شود که آزمون‌های پارامتریک در صورتی که داده‌ها به صورت نرمال باشند، قوی‌تر از آزمون‌های ناپارمتریک هستند ولی در شرایط داده‌های غیرنرمال آزمون ناپارامتریک قوی‌تر از پارامتریک است [۶، ۱۲، ۱۳] . همچنین از رگرسیون در ابعاد مختلف آن در بررسی تغییرات اقلیم استفاده می‌شود اما بعضی از مواقع الگوهای رگرسیونی در بیان چگونگی

رفتار عناصر اقلیمی به دلیل نوسانات دوره‌ای در رفتار اقلیم نامناسب می‌باشد. چرا که این قبیل الگوها رفتار عناصر اقلیمی را بدون توجه به چرخه‌ها در امتدادی ثابت و بعضاً نامعقول، برآورد می‌نماید در حالی که چرخه‌های موجود در عناصر اقلیمی گویای نوعی همبستگی بین ارقام متوالی اقلیم می‌باشد [۱۴]. بنابراین تحلیل روند در این مطالعه با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال انجام شد. آماره آزمون در سطوح معنی‌داری ۱و ۵ درصد بررسی گردید.

جدول ۱- *مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک ارومیه وتبریز*

نام ایستگاه	ارتفاع (m)	مشخصات جغرافیایی		دما	بارش
		طول	عرض		
ارومیه	۱۳۱۵/۹	۴۵° ۰۵´	۳۷° ۳۲´	۱۹۵۱-۲۰۰۵	۱۹۵۱-۲۰۰۵
تبریز	۱۳۶۱	۴۶° ۱۷´	۳۸° ۰۵´	۱۹۵۱-۲۰۰۵	۱۹۵۱-۲۰۰۵

۲-۱ آزمون من-کندال

آزمون من – کندال برای ارزیابی وجود روند معنی‌دار آماری در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی و اقلیمی می‌باشد [۱۲، ۱۵] . اگر سری‌های زمانی Y_t , t= 1,…,N باشد. هر مقدار $Y_{t'}$,t= 1,…,N-1، سری جدید Z_k به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} Z_k = ۱ & \text{اگر } Y_t > Y_t \\ Z_k = ۰ & \text{اگر } Y_t = Y_{t'} \\ Z_k = -۱ & \text{اگر } Y_t < Y_{t'} \end{cases} \quad (۱)$$

در این جا $k = (t'-۱)(۲N- t')/۲ + (t-t')$. مقدار آماره من-کندال از جمع مقادیر Z_k به دست می‌آید.

$$S \quad \sum_{t=1}^{N-1} \sum_{t'=t+1}^{N} Z_k \quad (۲)$$

آماره آزمون برای مقادیر N>۴۰ به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$U_c \quad \frac{S \quad m}{\sqrt{V(S)}} \quad (۳)$$

$$V(s) \quad \frac{1}{18} \quad N(N \quad 1)(2N \quad 5) \quad \sum_{i=1}^{N} e_i(e_i \quad 1)(2e_i \quad 5) \quad (۴)$$

در معادله (۳)، m=1 اگر S>0 باشد. N تعداد دنباله‌ها را مشخص می‌کند و e_i تعداد داده‌ها در i امین دنباله است. آماره U_c، صفر می‌شود اگر S=0 باشد. بنابراین فرض وجود روندهای صعودی و نزولی در سطح معنی‌داری اگر $|U_c| \quad U_{1-\frac{}{2}}$ باشد، رد نمی‌شود. $1-\frac{}{2}$ فاصله اطمینان آماره U با فرض تبعیت آن از توزیع نرمال استاندارد است. کندال بیان می‌کند که این آزمون برای

مقادیر N کمتر از ۱۰ در صورتی که تعداد دنباله ها زیاد نباشد می‌تواند استفاده شود و هیرش و همکاران (۱۹۸۲) نشان دادند که این آزمون را می‌توان برای سری‌های زمانی فصلی نیز استفاده کرد [۱۶].

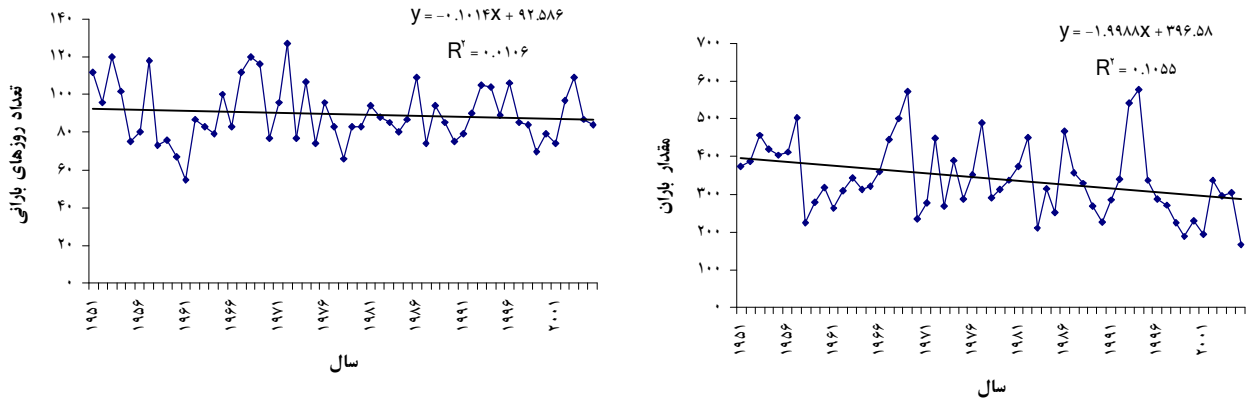
۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

گرایش به موضوع تغییر اقلیم در طول قرن گذشته، با روند گرم شدنی که حدوداً از آخرین دهه قرن نوزدهم شروع شد، آشکار گردید. مساله تغییر اقلیم که امروز به عنوان یکی از شایعترین مباحث علمی و حتی سیاسی–اجتماعی مطرح است، در واقع فرایندی منحصر به عصر ما نبوده و بر اساس شواهد موجود، کره زمین در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی همواره با چنین تغییراتی مواجه بوده است [۱۷, ۱۸]. نتایج آزمون من-کندال در هر ایستگاه برای عوامل اقلیمی مختلف بررسی شده (جداول ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) به طوری که نتایج این آزمون نشان می‌دهد در ایستگاه ارومیه مقدار باران ماهانه روند نزولی نشان می‌دهد که در ماه ژوئن (۱۱ خرداد تا ۹ تیر) این کاهش معنی‌دار می‌باشد. همچنین تعداد روزهای بارانی به جز در ماه‌های نوامبر، دسامبر، فوریه، مه و ژوئیه روند نزولی دارد و در ماه آوریل روند آن معنی‌دار است. در این ایستگاه میانگین دما روند کاهشی دارد که در ماه‌های مه، ژوئن، ژوئیه، اوت، سپتامبر، اکتبر و نوامبر روند آن معنی‌دار می‌باشد. میانگین دمای حداکثر به جز در فصل زمستان (دسامبر، ژانویه و فوریه) و ماه‌های مارس و آوریل، روند منفی نشان می‌دهد که در ماه‌های مه، ژوئیه، اوت و سپتامبر روندشان معنی‌دار است و این ایستگاه در تمام ماه‌های سال در عامل اقلیمی میانگین دمای حداقل روند منفی نشان می‌دهد که در فصل‌های بهار، تابستان و پاییز روندشان معنی‌دار می‌باشد. به طور کلی عوامل اقلیمی دمایی در اکثر ماه‌ها روند کاهشی نشان می‌دهند. مقادیر سالانه هر پنج عامل اقلیمی در ایستگاه ارومیه منفی می‌باشد که در مورد عوامل اقلیمی میانگین دما، میانگین دمای حداقل و مقدار باران این روند معنی‌دار می‌باشد (شکل۱ و ۲). همانطور که نتایج نشان می‌دهد مقدار باران در ایستگاه ارومیه روند کاهشی دارد. کاهش باران در فصول مختلف سال می‌تواند بر منابع آبی تاثیر گذارد. چنانچه لازارو در سال ۲۰۰۱ بیان می‌کند که تغییرات فصلی در الگوی باران ممکن است چرخه هیدرولوژی، فرایندهای محیطی و اکوسیستم را تغییر دهند [۱۹]. چنین تغییراتی می‌تواند بر روی اکوسیستم، بخش کشاورزی، اقتصاد و ... تاثیر زیادی داشته باشد.

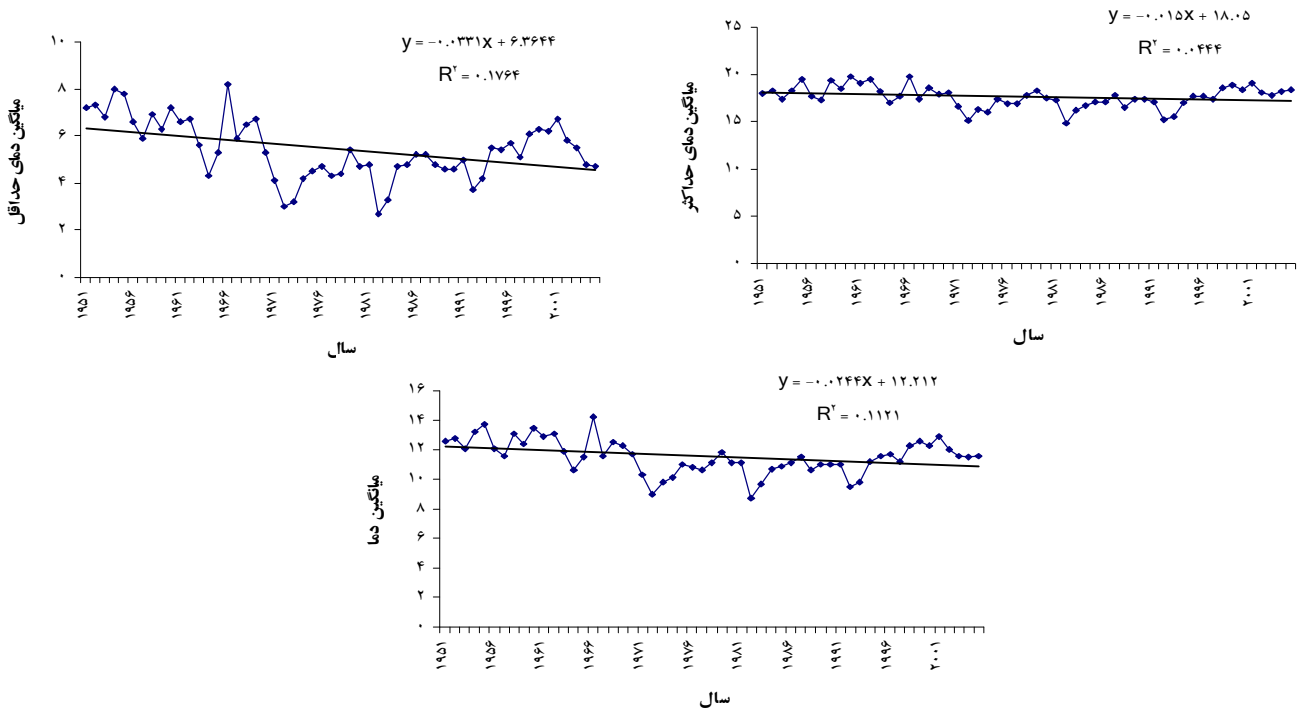
در ایستگاه تبریز مقدار باران ماهانه در اکثر ماه‌ها روند منفی نشان می‌دهد که این روند در ماه‌های فوریه و مارس به صورت معنی‌دار می‌باشد. تعداد روزهای بارانی در فصول پاییز و زمستان روند مثبت دارند اما این روند معنی‌دار نیست. میانگین‌های دما در تمام ماه‌ها روند صعودی دارند و میانگین دما در فصول تابستان و پاییز و در ماه‌های آوریل و مه روند معنی‌دار نشان می‌دهند. میانگین دمای حداکثر نیز در تمام ماه‌های سال در این ایستگاه روند مثبت دارد که در ماه‌های آوریل و ژوئن روند آن معنی‌دار می‌باشد. در آخرین عامل اقلیمی، میانگین دمای حداقل، مشابه دیگر عوامل اقلیمی در تمام ماه‌های سال روند مثبت وجود دارد که به جز در فصل زمستان و ماه مارس در ماه‌های دیگر روندشان معنی‌دار می‌باشد. مطالعات سالانه عامل‌های اقلیمی دمایی نشان می‌دهد که این ایستگاه دارای روند صعودی معنی‌دار است ولی عامل اقلیمی مقدار باران دارای روند منفی معنی‌دار و عامل اقلیمی تعداد روزهای بارانی دارای روند مثبت غیر معنی‌دار می‌باشد (شکل۳ و۴). در تبریز نیز توسعه صنایع در حال افزایش است که باعث افزایش دی اکسید کربن جو[۲۰] و تشدید پدیده گلخانه‌ای می‌شود که می‌تواند باعث افزایش میانگین دما در این شهر باشد و همچنین افزایش عامل‌های اقلیمی دما و کاهش مقدار و تعداد روزهای بارانی در اکثر ماه‌های سال می‌تواند باعث افزایش تبخیر شود. افزایش تبخیر نیز می‌تواند بر روی چرخه‌های هیدرلوژی مانند آب‌های زیرزمینی، رطوبت خاک و در نتیجه بر منابع آبی موجود تاثیر گذارد. تغییرات موجود در روندهای این ایستگاه می‌تواند نشانه‌ای بر شروع تغییر اقلیم باشد.

این یافته‌ها با پژوهش رحیم زاده و همکاران[۱۴] (۱۳۸۴)، هماهنگی دارد. رحیم زاده و همکاران نشان دادند روند مثبت معنی‌دار در عامل اقلیمی میانگین دمای حداقل در اصفهان، شیراز، آبادان، تبریز، تهران و مشهد و روند منفی معنی‌دار در ایستگاه ارومیه وجود دارد.

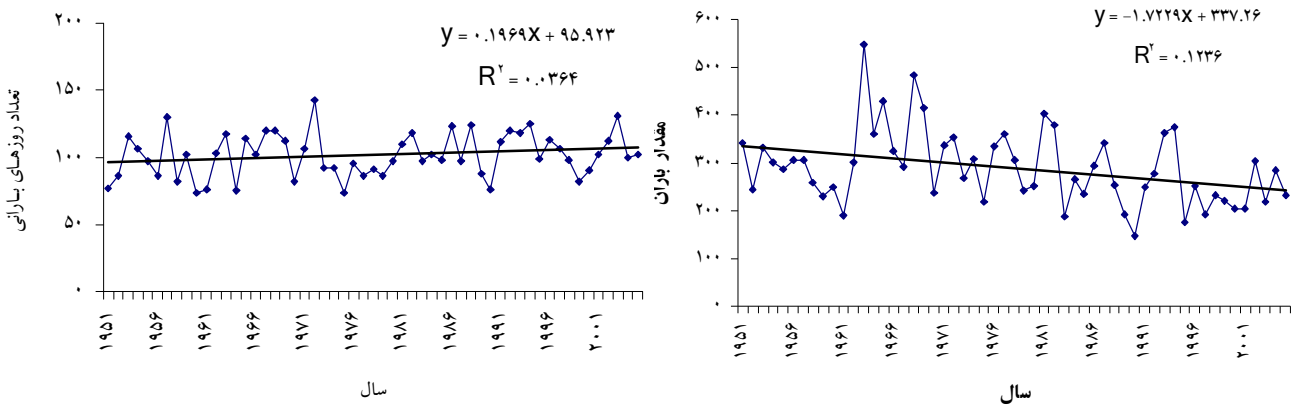
نتایج همچنین لزوم مطالعات بیشتر بر روی گازهای گلخانه‌ای که می‌تواند یکی از دلایل اصلی تغییر اقلیم و گرم شدن هوا در ایستگاه تبریز باشد را پیشنهاد می‌نماید. همچنین با توجه به آثار منفی افزایش درجه حرارت در سطح آب زیرزمینی، رطوبت خاک، میزان آب در لایه‌های بالایی خاک و...، توجه به روند درجه حرارت به همراه روند دیگر عوامل اقلیمی می‌تواند کمک شایانی به حفظ منابع آبی موجود در آینده، بخش اقتصادی و کشاورزی نماید.



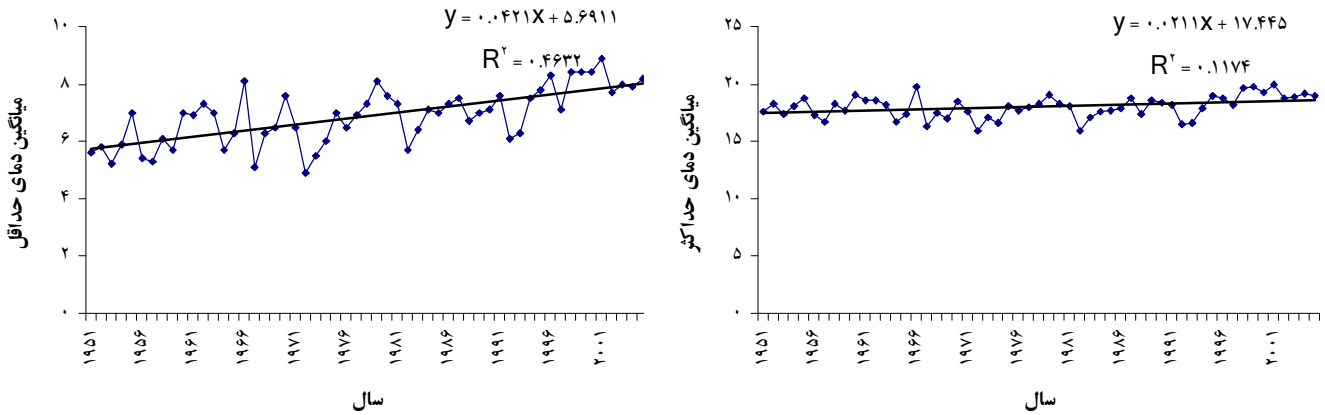
شکل ۱- *روند بارش سالانه در کل دوره آماری در ایستگاه ارومیه*



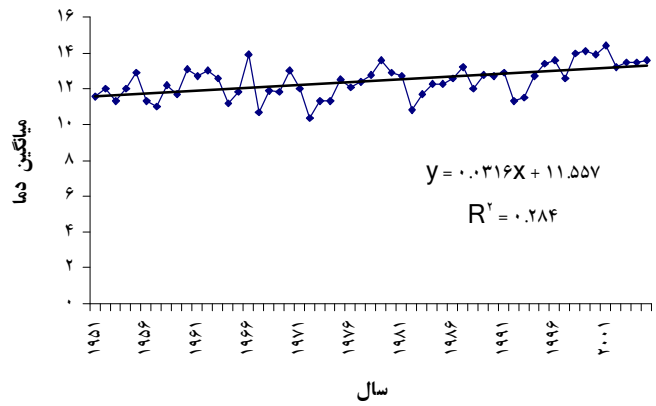
شکل ۲- *روند دمای سالانه در کل دوره آماری در ایستگاه ارومیه*



شکل ۳- *روند بارش سالانه در کل دوره آماری در ایستگاه تبریز*



شکل ۴- *روند دمای سالانه در ایستگاه تبریز در کل دوره آماری*



جدول ۲- مقادیر آماره آزمون من – کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه تعداد روزهای بارانی

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ارومیه	-۰/۳۳	۰/۵۳	-۰/۸۱	**-۲/۳۲***	۰/۳۹	-۰/۸۳	۰/۴۱	-۰/۲۵	-۱/۱۴	-۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۵۲	-۰/۲۹
تبریز	۱/۸۹	۰/۶۶	-۰/۷۷	-۱/۲۶	۱/۰۱	-۰/۵۷	۱/۶۳	-۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۹۵	۰/۷۹	۱/۳۰	۱/۵۳

جدول ۳- مقادیر آماره آزمون من – کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه مقدار باران

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ارومیه	-۱/۱۹	-۱/۸۸	-۱/۱۲	-۱/۷۶	-۰/۱۷	**-۲/۲۶***	-۰/۳۵	-۰/۹۰	-۱/۶۴	-۰/۱۳	۰/۲۱	-۰/۳۸	**-۲/۵۸****
تبریز	-۱/۱۴	**-۳/۴۵****	**-۲/۴۲***	-۰/۷۱	۰/۳۵	-۱/۷۵	۰/۷۳	-۰/۱۳	-۱/۰۵	-۰/۴۹	-۰/۰۶	۰/۳۸	**-۲/۶۲****

جدول ۴- مقادیر آماره آزمون من – کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه میانگین دمای حداکثر

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ارومیه	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۴۷	**-۱/۹۸***	-۱/۵۸	**-۲/۹۴****	**-۲/۵۰***	**-۲/۷۶****	-۱/۶۶	-۱/۳۰	۰/۰۴	-۱/۱۰
تبریز	۰/۵۱	۰/۶۷	۱/۴۵	۲/۰۸	۰/۷۵	**۲/۰۶***	۱/۶۶	۱/۸۸	۱/۴۹	۱/۳۱	۱/۳۹	۰/۶۴	**۲/۷۳****

جدول ۵- مقادیر آماره آزمون من – کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه میانگین دمای حداقل

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ارومیه	-۰/۵۹	-۰/۶۴	**-۱/۹۸***	**-۲/۴۰****	**-۳/۴۲****	**-۲/۴۶***	**-۲/۸۹****	**-۳/۲۹****	**-۴/۴۲****	**-۳/۵۷****	**-۳/۰۹****	-۱/۱۱	**-۲/۴۶***
تبریز	۱/۲۶	۰/۹۰	۱/۷۳	**۳/۴۵****	**۳/۸۸****	**۵/۰۶****	**۴/۸۲****	**۵/۰۳****	**۴/۹۵****	**۴/۱۳****	**۲/۷۲****	**۱/۹۶***	**۵/۵۰****

جدول ۶- مقادیر آماره آزمون من – کندال بر ای داده های ماهانه و سالانه میانگین دما

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
ارومیه	-۰/۱۲	-۰/۴۴	-۰/۷۸	-۰/۷۶	**-۳/۰۹****	**-۲/۱۴***	**-۳/۱۳****	**-۲/۹۴****	**-۳/۹۲****	**-۳/۰۷****	**-۲/۲۴***	-۰/۴۶	**-۲/۰۳***
تبریز	۰/۹۴	۰/۶۲	۱/۵۶	**۲/۷۷****	**۲/۰۳***	**۳/۵۹****	**۳/۴۸****	**۳/۷۶****	**۳/۲۳****	**۲/۵۴***	**۲/۳۴***	۱/۲۳	**۴/۱۱****

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

مراجع

[1] Chung, Y.S. and Yoon, M.B. (2000). "Interpretation of recent temperature and precipitation trends observed in Korea" Theor. Appl. Climatol., 67, 171-180.

[2] Herath, S. and Ratnayake, U. (2004). "Monitoring rainfall trends to predict adverse impacts- a case study from Sri Lanka 1964-1993" Global Environmental Change, 14, 71-79.

[۳] شیرغلامی، ه. و قهرمان، ب. (۱۳۸۴). "بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران" علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱، ص۲۴-۹.

[4] Xu, Z.X., Takeuchi, K. and Ishidaira, H. (2003). "Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation" Journal of Hydrology, 27, 144-150.

[5] Cannarozza, M., Noto, L.V. and Viola, F. (2006). "Spatial distribution of rainfall trends in Sicily 1921-2000" Physics and Chemistry of the Earth, 31, 1201-1211.

[6] Raziei, T., Arasteh, P. D. and Saghafian, B. (2005). "Annual rainfall trend in arid and semi – arid regions of Iran" ICID21st European regional Conference.

[7] Kahya, E. and Kalayc, S. (2004). "Trend analysis of stream flow in Turkey" Journal of Hydrology, 289, 128-144.

[8] Jiang, T., Su, B. and Hartmann, H. (2006). "Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River basin, 1961-2000" Geomorphology, 85, 143-154.

[9] Modarres, R. and Silva, V. (2007). "Rainfall trends in arid and semi–arid regions of Iran" Journal of environments, 70, 344-355.

[10] Yue, S. and Hashino, M. (2003). "Temperature trends in Japan: 1900-1996" Theor. Appl. Climatol., 75, 15-27.

[11] Masoodian, S. A. (2004). "Temperature trends in Iran during the last half century" Geophysical Research Abstracts.

[12] Khaled, H.H. and Ramchandra Rao, A. (1998). "A modified Mann-Kendall trend test for auto correlated data" Journal of Hydrology, 204, 182-196.

[13] Onoz, B. and Bayazit, M. (2003). "The power of statistical tests for trend detection Turkish" J. Eng. Env. Sci., 27, 247-251.

[۱۴] رحیم زاده، ف.، فتاحی، ا. و حسینی دستک، س.ف. (۱۳۸۴). بررسی تغییر پذیری اقلیمی در ایران با بهره گیری از مدل‌های آماری. تحقیقات منابع آب ایران،شماره ۲، ص ۷۳-۶۱.

[15] Hirsch, R.M., Slack, J.R. and Smith, R.A. (1982). "Techniques of trend analysis for monthly water quality data" Water Resources Research, 1, 107-121.

[16] Salas, J. D. (1993). Analysis and modeling of hydrologic time series. In: D. R. Maidment (Ed) Handbook of Hydrology, 19.1-19.72, Mc Graw Hill, New York.

[۱۷] عزیزی، ق. (۱۳۸۳). تغییر اقلیم، انتشارات نشر قومس، ۲۷۰ ص.

[۱۸] کوچکی، ع.، شریفی، ح.ر. و زند، ا. (۱۳۷۷). پیامدهای اکولوژیکی تغییر اقلیم. مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۵ ص.

[19] Lazaro, R., Rodrigo, F.S. Gutierrez, L. Domingo, F. and Puigelefobregos, J. (2001). "Analysis of a 30-year rainfall record 1967-1997 in semi-arid SE Spain for implications on vegetation" Journal of Arid Environment, 48, 373-395.

[۲۰] سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۱). مطالعات طرح جامع کاهش آلودگی هوای شهر تبریز.