مجله علوم جغرافیایی(جغرافیای کاربردی)، دوره۱۴، شماره۲۹، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۸۲-۹۰

تحلیل فضایی تغییرات آب وهوایی ایران طی دهه های اخیر

علی داودی [۱]، شیرین مراد جانی [۲]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه لرستان، لرستان ایران

نویسنده مسئول: Gis_ge@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۸/ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۴

چکیده

امروزه تغییر اقلیم به عنوان مهمترین بحران های طبیعی ناشی از فعالیت های انسانی، از اساسی ترین تهدیدات زیستی حیات بشر بوده و مشکلات متعددی درکشور های مختلف به ویژه کشور های در حال توسعه ایجاد کرده است. در واقع اگر به دنبال ریشه یابی بسیاری از جنگ ها و ناامنی های و چالش های سیاسی امنیتی بسیاری از کشورهای افریقایی و خاورمیانه باشیم، یکی از مواردی که به سرعت به ذهن متبادر میشود، مسائل زیست محیطی و بحران های طبیعی از قبیل خشکسالی ها، طوفان های گردوخاک، کمبود آب و غذا، فرسایش شدید خاک، میباشد که همه آن ها معلول تغییر اقلیم میباشند. جمهوری اسلامی ایران نیز به مثابه یکی از کشور های خاورمیانه از این تغییرات آب و هوایی و اثرات گسترده جانبی آن مصون نبوده است. اما شدت تغییرات آب و هوایی در نواحی مختلف زمین متفاوت بوده است. هدف اساسی این تحقیق پهنه بندی شدت تغییرات دمایی و بارشی ناشی از گرمایش جهانی در استان های مختلف کشور میباشد. دراین راستا از داده های ۳۸ ساله ایستگاه های هواشناسی مراکز استان های کشور طی دوره آماری ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۶ جهت آشکار سازی تغییر اقلیم استفاده گردید. از آزمون ناپارامتریک گرافیکی من-کندال برای آشکارسازی تغییر در میانگین دما و بارش کشور طی دروه آماری مورد بررسی استفاده گردید. در نهایت میانگین تغییرات آشگار شده به صورت نقشه های تغییرات دمایی و بارشی کشور تولید گردید. نتایج گویای آن بود که طی دوره آماری مورد بررسی کاهش بارش و افزایش دما به صورت معنی داری در بیشتر نواحی کشور روی داده است. ۳۰درصد از مساحت کشور که بیشتر نوای شرقی ایران را در برمیگیرد با کاهش ۴ تا ۶ میلیمتری بارش طی ۴۰سال اخیر روبرو بوده است و در حالی از لحاظ افزایش دما نواحی شمال و شمال غرب کشور بیشتر در معرض افزایش دما بوده اند.

کلیدواژه: تغییراقلیم، بارش، میانگین دمای سالانه

مقدمه

اقلیم جهانی با سرعت بی سابقه یی در حال تغییر و تحول است (IPCC, 2009) و چالش هایی همچون خشکسالی، به خطرافتادن امنیت غذایی و افزایش مخاطرات طبیعی از قبیل طوفان های شدید و مخرب، بارش های رگباری شدید و بروز سیل ها، خشکسالی های شدید و با فرکانس بالا، و برخی مخاطرات نوظهور نظیر طوفان های گردوغبار، کشورها را تهدید می کند(WMO, 200). این وضعیت برای مناطقی مانند خاورمیانه که در کمربند خشکی قرار دارند و از لحاظ آب و هوایی شکننده و متزلزل هستند، بحرانی تر خواهد بود(فصاحت، ۱۳۸۶). منشائ بسیاری از بحران های سیاسی، امنیتی و درگیری های محلی، منطقه ای و بین کشوری را میتوان از تاثیرات درجه سوم و چهارم تغییرات آب و هوایی دانست(Bryson, 1997). روند های خشکتر شدن و کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصلخیزی خاک و به دنبال آن بحران و ناامنی های غذایی، همگی میتوانند منجر به مناقشات امنیتی و سیاسی شوند که نمونه آن ها در خاورمیانه و در برخی از کشورهای آفریقای مرکزی، در حال مشاهده است(Domi, 2006).در میان اقلیم شناسان جهان، دیدگاه های مختلفی نسبت به موضوع تغییر اقلیم حاکم است. برخی از آن ها ضمن اشاره به طبیعی بودن مسیر اقلیم در زمان کنونی، عنوان «نوسانات آب و هوایی[1]» را به جای تغییر اقلیم به کار می برند، در حالی که از طرفی موضوع گرمایش زمین در نتیجه ی فعالیت های صنعتی بشر را نیز پذیرفته اند(Alaka, 2005). البته افزایش فعالیت های بشر، سرعت قابل توجهی به گرم شدن کره ی زمین بخشیده و همین امر باعث شده

[1] Climatic Fluctuation

است که جامعه ی کوچک اقلیم شناسانی که موضوع تغییر اقلیم را طبیعی و مطابق با الگوهای آب وهوایی قلمداد می کنند، رفته رفته کوچک تر شوند(مساح بوانی، ۱۳۸۵). موضوع تغییر اقلیم در کشورها و برنامه ریزی بر اساس آن، یکی از مهمترین مسایل روز دنیا در حوزه ی محیط زیست به شمار رود(Goossens, 1968). مطالعه و بررسی آمارها از مدل های آب و هواشناسی در ایران نیز نشان از نوسانات آب و هوایی دارد که در دو دهه ی پیش از این در اقلیم ایران مشاهد نمی شد(Yu, 2002). بارش برف در مناطق مرکزی و جنوبی ایران، وزش طوفان های شدید، بارش تگرگ و باران شدید در مواقع غیر از انتظار، خشکسالی، کاهش منابع آبی و افزایش بی سابقه ی میانگین دما در برخی شهرهای کوهستانی، بروز و بالارفتن فرکانس رخدادهای حدی نظیر امواج سرد و گرم از نشانه هایی هستند که به گفته ی اقلیم شناسان، وقوع تغییر اقلیم در ایران را معنا می کنند(عزیزی، ۱۳۸۳). ایران نیز به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه، در کمربند خشک جهار و منطقه واقع شده است و تغییرات آب وهوایی تغییرات قابل توجهی را در جنبه ها مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و امنیتی کشور ایجاد کرده است(فصاحت، ۱۳۸۶). اثرات جانبی تغییر اقلیم را به راحتی میتوان در کشور ایران نیز مشاهده نمود. خشک شدن برخی از دریاچه های درون مرزی، خشک شدن یا کم آب شدن برخی رودخانه های دائمی، تبدیل شدن رودخانه های دائمی به رودخانه های فصلی و موقت، برهم خوردن نظم هیدرولوژیکی رودخانه ها، بروز سیل های شدید، بروز برخی مخاطرات نوظهور نظیر طوفان های گردوغبار با منبع داخلی مانند هورالعظیم خوزستان، هجوم برخی آفت ها نظیر مگس سفید تهران، بالارفتن فرکانس آتش سوزی جنگل ها درمناطق مختلف کشور و ... همگی از اثرات تغییراقلیم هستند. بهره برداری بیش از حد توان از منابع آب زیرزمینی به دلیل بیلان منفی آب های سطحی، اثرات مخرب و جبران ناپذیری از قبیل تخریب و نابودی آب خوان ها، فرونشست دشت های کشور، آسیب پذیری کشور در برابر زلزله، همگی از اثرات مستقیم و غیر مستقیم تغییرات انسان منشائ آب و هوا میباشد. تاثیرات تغییراقلیم گاهی غیرمستقیم و پیچیده بوده و وارد مسایل اجتماعی و فرهنگی، سیاسی و امنیتی نیز میشود. تغییرکاربری زمین های کشاورزی و مهاجرت روستاییان به شهر ها و به مراکز استان ها به دلیل خشکسالی و مقرون به صرفه نبودن کشاورزی، رشد و ایجاد شغل های کاذب و غیر مولد، رشد شغل های واسطه ای، برهم خوردن توزیع نیروی کار در بخش های مختلف، ایجاد بحران آب و مباحث امنیتی درسطوح استان، شهرستان، و حتی روستا ها و بخش ها بر سر آب، همگی از اثرات جانبی تغییرات آب و هوایی میباشند. گسترش محسوس و معنی دار شغل های مرتبط با قاچاق سوخت و مواد مخدر یا جابجایی پناهجویان غیرقانونی در سیستان و بلوچستان و مسایل سیاسی امنیتی مربوط به آن، به دنبال خشک شدن دریاچه هامون که منبع درآمد طیف وسیعی از افرادی بود که اکنون تغییر شغل ناخواسته داده اند، از نمونه های بارز تاثیرات اجتماعی، فرهنگی و سیاسی امنیتی تغییر اقلیم در ایران است(جامعی، ۱۳۸۲). آگاهی از وضعیت تغییر اقلیم در سطح کشور و شناخت میزان و شدت تغییر اقلیم در پهنه جغرافیایی ایران، میتواند کمک شایان توجه و بارزی در زمینه شناخت استان ها و شهرستان های آسیب پذیر، که پتانسیل تاثیرپذیری بیشتری از تغییرات آب و هوایی در آنها وجود دارد را فراهم میسازد(حجام و همکاران، ۱۳۸۷). در واقع تغییر اقلیم ریشه و منشا بسیاری از مخاطرات محیطی و مخاطرات اقلیم شناختی میباشد که میتوان با شناخت تغییر اقلیم و آگاهی از توزیع جغرافیایی شدت تغییرات آب و هوایی در سطح ملی و منطقه ای بروز و ظهور بسیاری از مخاطرات را پیشبینی نموده و برای رویارویی با آن ها آمادگی کافی را فراهم نمود. در این راستا و با توجه به این ضرورت، هدف اساسی این تحقیق پهنه بندی شدت تغییر اقلیم از طریق دو نمایه میانگین دمای سالانه و مجموع سالانه بارش میباشد به عبارت دیگر هدف اساسی این تحقیق بهنه بندی میزان تغییرات دما و بارش در سطح کشور در ۴ دهه اخیر میباشد.

روش کار

داده های مورد استفاده

در این تحقیق از داده های دیدبانی شده میانگین دمای سالانه و مجموع بارش سالانه ایستگاه های سینوپتیک کلیه مراکز استان های کشور برای دروه آماری، ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰، استفاده میگردد. دلیل استفاده از ایستگاه های مرکزی هر استان این بود که ایستگاه های سینوپتیک مراکز استان ها دارای طولانی ترین دوره آماری بوده اند. در این تحقیق از داده های ۳۰ ساله میانگین دمای سالانه ایستگاه های سینوپتیک مراکز استانهای کل کشور، برای ارزیابی تغییرات اب و هوایی در سطح کشور استفاده گردید. برای بررسی تأثیر گرمایشی جهانی یا به عبارت کلی‌تر تغییر اقلیم بر نیازهای گرمایشی و سرمایشی کشور از آزمون گرافیکی من- کندال استفاده شد. این روش که پیشنهادی سازمان جهانی هواشناسی است، جهت تشخیص وجود یا عدم وجود روند، یا به عبارت دیگر تصادفی بودن یا عدم تصادفی بودن داده‌ها به کار میرود، نیاز به توزیع فراوانی نرمال یا خطی بودن رفتار داده‌ها نداشته و در برابر مقادیر حدی مثلا داده‌هایی که چولگی وکشیدگی زیادی دارند (مانند داده‌های بارش) و داده‌های که از رفتار خطی انحراف زیادی دارند بسیار خوب بوده و به منظور ارزیابی روند به کار می‌رود (عساکره و غیور ۱۳۸۲). شایان ذکر است که تصادفی بودن داده‌ها با عدم روند در این آزمون مشخص می‌گردد و در صورت وجود روند داده‌ها تصادفی نیستند. برای شناسایی تغییر یا روند به عبارت دیگر برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از آزمون زیرکه به صورت رابطه ۲-۳ است استفاده می گردد (کاویانی و عساکره ۱۳۸۲).

(۱)
$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1$$

که در آن T آماره کندال، n تعداد کل سال های آماری و P مجموع تعداد رتبه‌هایبزرگتر از ردیف ni که بعد از آن قرار می‌گیرد می باشد و از رابطه ۲-۴ به دست می‌آید (کاویانی و عساکره۱۳۸۲):

(۲)
$$P = \sum_{i=1}^{n} n_i$$

این آمار برای N>10 به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس :

$$\frac{4n+10}{9(N-1)}$$

است و بنابراین آزمون معنی‌داری آن به صورت رابطه ۲-۵ قابل محاسبه است (روشنی ۱۳۸۲)

(۳)
$$(T)_t = \pm tg\sqrt{\frac{+N+10}{9N(N-1)}}$$

که در آن N تعداد کل سال‌های آماری ، tg سطح احتمال معنی داری آزمون که برای داده‌های دما معمولا ۱/۹۶ است. t(T) آماره من کندال می باشد. در اینجا tg برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد Z با سطح احتمال آزمون با سطح احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می‌شود. در صورت اعمال این مقدار t(T) برابر با ۰/۲۱± می شود. حال با توجه به مقدار بحرانی بدست آمده اگر t(T)>T>t(T) یعنی 21/-T>21/+ باشد، هیچ گونه روند مهمی در سری مشاهده نمی‌شود و سری‌های تصادفی هستند و اگر t(T)>21/+ یعنی T>21/- باشد روند منفی در سری‌ها مشاهده می‌شود حال آنکه t(T)>21/+ یا T>21/+ بیان گر وجود روند مثبت در سری می باشد. اما برای شناسایی جهت روند، نوع و زمان تغییر باید از آزمون گرافیکی من کندال استفاده شود. جهت انجام این آزمون منظور معمولاً از جدول ویژه ای استفاده می شود به طوریکه، ابتدا سری‌های آماری به ترتیب صعودی رتبه‌بندی شده و آماره t_i (نسبت رتبه iبه رتبه های ماقبل) و فراوانی تجمعی آن محاسبه می گردد. امید ریاضی، واریانس و شاخص من- کندال از طریق روابط ۲-۶ تا ۲-۸ محاسبه می گردد.

(۳)
$$E_i = \frac{n_i(n_i-1)}{4}$$

(۴)
$$V_i = \frac{n_i(n_i-1)(2n_i+5)}{72}$$

(۵)
$$U_i = \frac{(\sum t_i - E_i)}{\sqrt{v_i}}$$

زمانی مقدارu معنی دار است که روند افزایشی یا کاهشی در آن مشاهده شود. یعنی مقدار آن به ترتیب از صفر بزرگتر یا کوچکتر باشد. در روابط ۲-۷ و ۲-۸ ،n_i ترتیب زمانی دادها است. این شاخص دارای توزیع نرمال است، لذا جهت شناسایی معنی دار بودن آن، از جدول منحنی نرمال استفاده می شود. برای بررسی تغییرات باید شاخص U_i' نیز بدست آید. مراحل محاسبه این شاخص نیز به این صورت است که داده ها را رتبه بندی نموده و آماره t_i (نسبت رتبه i به رتبه های ما بعد) را مشخص کرده و سپس فراوانی تجمعی t_i حساب می گردد. امید ریاضی و شاخص U_i' به صورت روابط ۲-۹ تا ۲-۱۱ بدست می آید.

(۶)
$$E_i' = \frac{[N-(n_i-1)](N-n_i)}{4}$$

(۷)
$$V_i' = ([N-(n_i-1)](N-n_i)[2(N-(n_i-1))]+5))/72$$

(۸)
$$U_i' = \frac{-(\sum t_i' - e_i')}{\sqrt{V_i'}}$$

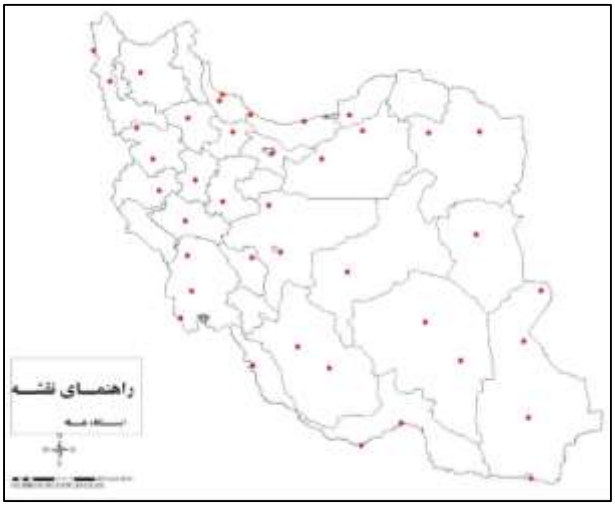
در روابط ۲-۹ و۲-۱۰، N حجم نمونه آماری مورد بررسی است(تورکش، ۲۰۰۲). از دیدگاه آماری، زمان تغییر در یک سری زمانی جایی است که از آن به بعد توزیع آماری دیگری بر داده ها حاکم شود(ها و ها، ۲۰۰۶). در آزمون گرافیکی من کندال محل تلاقی دو پارامترu و'u بیان گر نقطه چشم گیر تغییر و وجود روند می باشد. اگر خطوط مذکور در داخل محدوده بحرانی(۱±/۹۶) همدیگر را قطع کنند، نشانه زمان آغاز جهش و تغییر ناگهانی در داده هاست و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع نمایند، بیان گر وجود روند در سری زمانی است(سیورس،۱۹۹۹). رفتار U_i' بعد از محل تلاقی وضعیت روند(کاهشی یا افزایشی)سری را نشان می دهد. عدم تلاقی دو شاخص معرف عدم وقوع تغییر در سری زمانی است(تورکش و همکاران۲۰۰۲). در نهایت بعد از تشکیل یک پایگاه داده ها اقلیمی در محیط GIS، اقدام به پهنه بندی شدت تغییرات اقلیمی ۳۰ سال اخیر با تاکید بر عنصر دما و بارش میگردد. در نهایت نواحی همگون از لحاظ میزان تغییرات بارش و دما به صورت نقشه های پهنه بندی تغییر اقلیم در سطح کشور ارائه میشوند.

یافته های تحقیق

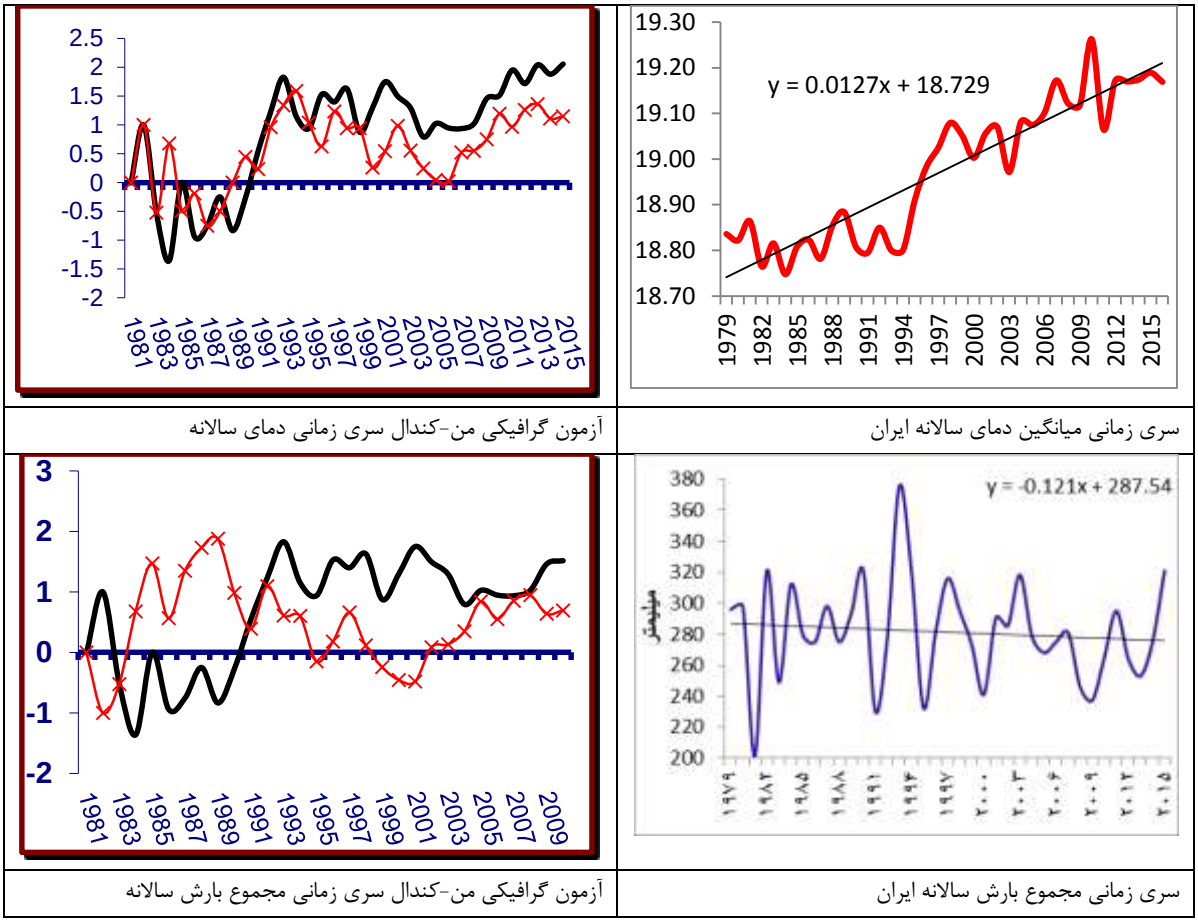
نتایج حاصل از بررسی سری زمانی ۳۸ ساله میانگین سالانه دما و مجموع بارش سالانه ۳۸ ایستگاه سینوپتیک کشور در نمودار های شکل۲اشاره شده است همانطور که در این نمودارها مشاهده میگردد طی ۴ دهه اخیر و به ویژه از سال ۱۹۹۰ به بعد، روندهای کاهشی معنی داری در بارش کشور مشاهده میگردد، و درعین حال روندهای دمای میانگین کشور افزایشی بوده است. شیب تغییرات سری زمانی میانگین دمای کشور کمی ملایمتر از تغییرات بارشی کشور میباشد. اما به طور کلی تغییرات محسوسی به ویژه در دو دهه اخیر یعنی از سال ۱۹۹۰به بعد هم در دما و هم در بارش اکثر ایستگاه های کشور قابل مشاهده میباشد. همانطور که در این نمودار ها مشاهده میگردد، روند بارشی کل کشور کاهشی بوده و براساس روندخطی که بر ان برازش داده شده است، بارش کشور طی ۴ دهه اخیر بیش از ۴ میلیمتر کاهش داشته است در حالی که میانگین دمای کشور در همان دوره زمانی حدود ۰/۵ درجه سلسیوش افایش داشته است. مدل رگرسیون خطی برازش داده شده بر سری زمانی ۳۸ ساله داده های میانگین دمایی ایران بیانگر آن است که طی دوره مورد بررسی هر ساله به طور متوسط میانگین دمای کشور افزایشی در حدود ۰/۰۱۲ درجه سانتی گراد داشته است که با احتساب میزان افزایشات سالانه در طی دوره آماری مورد بررسی (۳۸ سال) میانگین دمای سال ۲۰۱۶، نسبت به سال ۱۹۷۹، حدود ۰/۵ درجه سانتی گراد افزایش داشته است. سری زمانی میانگین دمای سالانه براساس آزمون گرافیکی من-کندال، از سال ۱۹۹۱ به بعد دچارجهش یا تغییر در میانگین شده است و ازآن سال به بعد به صورت معنی داری روند افزایشی داشته است. اما سری زمانی مجموع سالانه بارش کشور براساس مدل خطی برازش داده شده در سطح اطیمنان ۰/۹۵ (p_value= 0.05) روندکاهشی ملایمی داشته است به گونه ای که هر ساله ۰/۳ میلیمتر میانگین بارش کشور کاهش پیدا کرده است. بنابراین مدل خطی برازش داده شده، طی دوره ۳۸ ساله مورد بررسی، میانگین بارش کشور حدود ۴ میلیمتر کاهش پیدا کرده است. اما نکته بسیار مهمی که باید به آن توجه شود این است که میزان تغییرات دمایی و بارشی کشور، در همه نواحی و پهنه های جغرافیایی ایران یکسان نیست و تغییرات چشمگیری در آن مشاهده میگردد. نتایج حاصل از بررسی روند بلندمدت میانگین دمای سالانه و مجموع بارش سالانه که براساس میانگین ۴۰ساله(۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰) ۳۰ایستگاه سینوپتیک مراکز استان ها به صورت نقشه های تغییرنگار دما و بارش ۴۰ ساله ایران در شکل های۲ و ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده میشود از لحاظ دما مناطق شمالی کشور طی دروه مورد بررسی تغییرات بیشتری را تجربه کرده اند. به طوری که نیمه شمالی کشور، به طور متوسط بیش از ۰/۵ درجه سانتی گراد افزایش دما داشته است در حالی که نیمه جنوبی کشور کمتر از ۰/۵ درجه سانتی گراد تغییرات دمایی را تجربه نموده است. بیشترین میزان افزایش دما در کشور مربوط استان های تهران، آذربایجان غربی و شرقی، اردبیل و بخش هایی از خراسان میباشد. در این نواحی میزان افزایش دما طی دوره آماری ۴۰ ساله، ۱ تا ۱/۵ درجه بوده است. بخش های وسیعی از نواحی مرکزی کشور میزان افزایش دمایی برابر ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سانتی گراد افزایش دما را تجربه کرده اند. به عبارت دیگر در سال ۲۰۱۰ میانگین دمای سالانه این نواحی ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سانتی گراد بالاتر از اول دوره مورد بررسی یعنی سال ۱۹۷۰ بوده است. در بخش وسیعی از نواحی جنوب و به ویژه جنوب شرق ایران میزان افزایش دما طی دوره مورد بررسی معنی دار نبوده است و افزایش معنی داری در دمای میانگین سالانه روی نداده است. در برخی از نواحی کشور که وسعت آن ها محدود میباشد. میانگین دمای سالانه رو به کاهش گذاشته است و این نواحی که برخی ایستگاه های کشور نظیر ایستگه شهر کرد، ایستگاه ایلام و گرگان میباشند، میزان کاهش دمای میانگین سالانه ای برابر ۰/۵ تا ۱ درجه سانتی گراد را نشان داده اند. در نمودار شکل.. درصد مساحت کشور بر اساس میزان تغیرات دمای میانگین سالانه مشخص شده است. براساس این نمودار که از مدل درون یاب به کارگرفته شده برای پهنه بندی تغییرات دمایی ۴۰ساله به کشور به دست آمده است، بیش از ۹۵درصد از مساحت کشور طی ۴۰ سال اخیر افزایش دما داشته است در حالی که تنها ۵ درصد از مساحت کشور کاهش دما داشته است. در نقشه شکل ۴ تغییرات بارش کشور بر اساس یک دوره اماری ۴۰ ساله (۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰) ارائه شده است. براساس نقشه ارائه شده، بیشترین کاهش بارش در مناطق شرقی کشور شامل استان های گرگان، خراسان و سیستان و بلوچستان رخ داده است.در نواحی مذکور که میزان کاهش بارش طی دور آماری مورد بررسی ۴ تا ۶ میلیمتر بوده است. بیشترین وسعت کشور کاهشی در حدود ۳ تا ۴ میلیمتر در براش را تجربه نموده است. کمترین میزان بارش مربوط به بخش های شمالی کشور میباشد. بر اساس نمودار شکل ... که این نمودار نیز مبتنی بر نقشه پهنه بندی کاهش بلندمدت بارش کشور میباشد، حدود ۵۰درصد از مساحت کشور با کاهش بارشی حدود ۲ تا ۴ میلیمتر روبرو بوده است. ۳۵درصد از مساحت کشور کاهش بارش شدید و در حدود ۴ تا ۶ میلیمتر را داشته است و ۱۵ درصد از مساحت کشور که توزیع فضایی آن در نقشه شکل ۴ ارائه شده است کاهش بارشی کمتر از ۲ میلیمتر را داشته است.

جدول ۱- ایستگاه های مورد استفاده برای آشکارسازی تغییرات بلندمدت دما و بارش در کشور

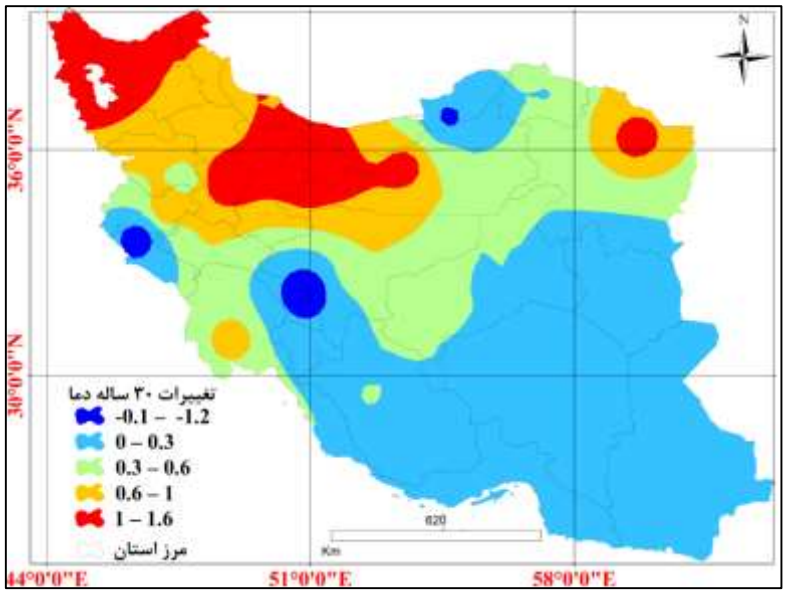
ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع (متر)	ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع (متر)
		دقیقه	درجه	دقیقه	درجه				دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	
۱	چابهار	۳۷	۶۰	۱۷	۲۵	۸	۲۱	اراک	۴۶	۴۹	۶	۳۴	۱۷۰۸
۲	بندر لنگه	۵۰	۵۴	۳۲	۲۶	۲۲.۷	۲۲	کرمانشاه	۷	۴۷	۱۷	۳۴	۱۳۲۲
۳	ایرانشهر	۴۲	۶۰	۱۲	۲۷	۵۹۱.۱	۲۳	همدان نوژه	۴۳	۴۸	۱۲	۳۵	۱۶۷۹.۷
۴	بندرعباس	۲۲	۵۶	۱۳	۲۷	۱۰	۲۴	سنندج	۰	۴۷	۲۰	۳۵	۱۳۷۳.۴
۵	فسا	۴۱	۵۳	۵۸	۲۸	۱۲۸۸.۳	۲۵	سمنان	۲۳	۵۳	۳۳	۳۵	۱۱۷۱
۶	بوشهر	۵۰	۵۰	۵۹	۲۸	۱۹.۶	۲۶	تهران	۱۹	۵۱	۴۱	۳۵	۱۱۹۰.۸
۷	بم	۲۱	۵۸	۶	۲۹	۱۰۶۶	۲۷	سبزوار	۴۳	۵۷	۱۲	۳۶	۹۷۷.۶
۸	زاهدان	۵۳	۶۰	۲۸	۲۹	۱۳۷۰	۲۸	قزوین	۰	۵۰	۱۵	۳۶	۱۲۷۸.۳
۹	شیراز	۳۲	۵۲	۳۶	۲۹	۱۴۸۸	۲۹	سقز	۱۶	۴۶	۱۵	۳۶	۱۵۲۲.۸
۱۰	کرمان	۵۸	۵۶	۱۵	۳۰	۱۷۵۳.۸	۳۰	مشهد	۳۸	۵۹	۱۶	۳۶	۹۹۹.۲
۱۱	آبادان	۱۵	۴۸	۲۲	۳۰	۶.۶	۳۱	شاهرود	۵۷	۵۴	۲۵	۳۶	۱۳۴۵.۳
۱۲	زابل	۲۹	۶۱	۲	۳۱	۴۸۹.۲	۳۲	زنجان	۲۹	۴۸	۴۱	۳۶	۱۶۶۲
۱۳	اهواز	۴۰	۴۸	۲۰	۳۱	۲۲.۵	۳۳	بابلسر	۳۹	۵۲	۴۳	۳۶	-۲۱
۱۴	یزد	۲۴	۵۴	۵۴	۳۱	۱۲۳۰.۲	۳۴	گرگان	۱۶	۵۴	۵۱	۳۶	۱۳.۳
۱۵	شهر کرد	۵۱	۵۰	۲۰	۳۲	۲۰۴۸.۹	۳۵	رامسر	۴۰	۵۰	۵۴	۳۶	-۲۰
۱۶	دزفول	۲۳	۴۸	۲۴	۳۲	۱۴۳	۳۶	رشت	۳۹	۴۹	۱۲	۳۷	۳۶.۷
۱۷	اصفهان	۴۰	۵۱	۳۷	۳۲	۱۵۵۰	۳۷	بندر انزلی	۲۸	۴۹	۲۸	۳۷	-۲۶.۲
۱۸	بیرجند	۱۲	۵۹	۵۲	۳۲	۴۹۱	۳۸	ارومیه	۵	۴۵	۳۲	۳۷	۱۳۱۳
۱۹	خرم آباد	۲۲	۴۸	۲۹	۳۳	۱۱۲۵	۳۹	تبریز	۱۷	۴۶	۵	۳۸	۱۳۶۱
۲۰	کاشان	۲۷	۵۱	۵۹	۳۳	۹۸۲.۳	۴۰	خوی	۵۸	۴۴	۳۳	۳۸	۱۱۰۳



شکل ۱- پراکندگی ایستگاه هایی که برای بررسی روند بلندمدت دما و بارش کشور مورد استفاده قرار گرفتند



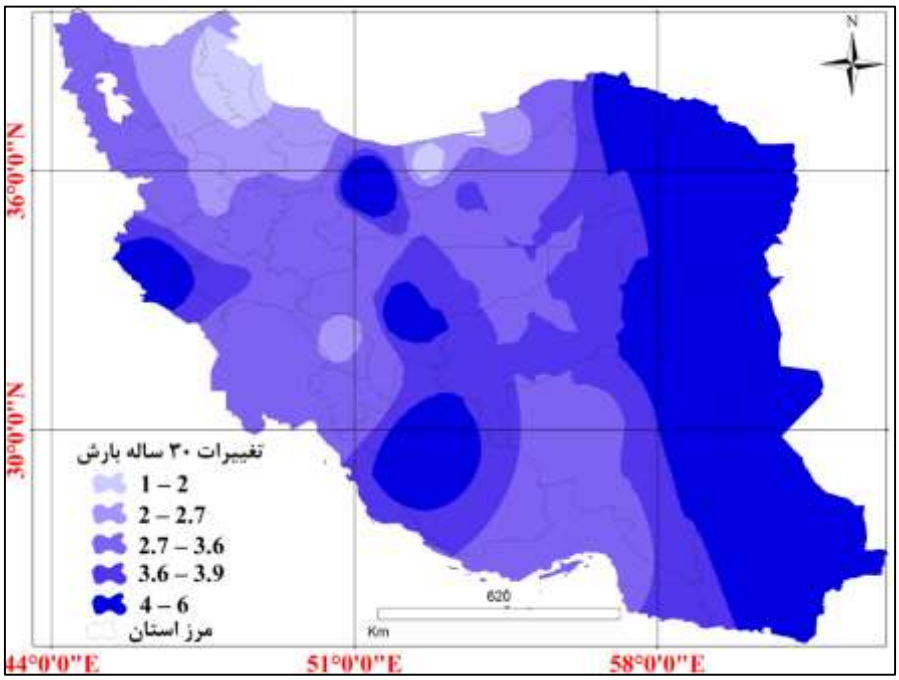
شکل ۲- سری زمانی ۳۸ ساله دما و بارش ایران



شکل۳- توزیع جغرافیایی مقادیر تغییرات ۴۰ ساله میانگین دمای سالانه کشور

جدول۲- مساحت پهنه های جغرافیایی کشور که در معرض تغییرات دمایی بلندمدت قرار گرفته اند

تغییرات بلند مدت دما	وسعت(درصد ازمساحت کل کشور)
کاهش دما	۵درصد مساحت
افزایش دما صفر تا ۰/۶ درجه سانتی گراد	۶۰درصد از مساحت کل کشور
افزایش دما ۰/۶ تا ۱ درجه سانتی گراد	۱۹درصد از مساحت کل کشور
افزایش دما بیش از ۱درجه سانتی گراد	۱۶درصد از مساحت کل کشور



شکل ۴- توزیع جغرافیایی مقادیر تغییرات ۴۰ ساله مجموع بارش سالانه کشور

جدول۳- مساحت پهنه های جغرافیایی کشور که در معرض تغییرات بارشی بلندمدت قرار گرفته اند

تغییرات بلند مدت بارش	وسعت(درصد ازمساحت کل کشور)
کاهش بارش صفر تا دو میلیمتر	۱۰درصد
کاهش بارش ۲ تا ۴ میلیمتر	۵۰درصد
کاهش بارش ۴ میلیمتر به بالا	۴۰درصد

نتیجه گیری

تغییر اقلیم امروزه به عنوان مهمترین و جدی ترین چالشی که حیات بشری را در کره زمین تهدید میکند در ایران نیز در مناطق مختلف کشور با شدت و ضعف های مختلفی دیده میشود. اثرات جانبی این پدیده انسان منشا نیز به صورت های مختلف از جمله، خشک شدن دریاچه ها و رودخانه های محلی، خشکسالی و ایجاد بحران های آبی در مناطق مختلف، پایین رفتن سطوح ایستابی آب های زیرزمینی و فرونشست دشت های کشور،بحران های جدید از قبیل طوفان های گردوغبار و... به صورت بارزی دیده میشود.آن چه که در این تحقیق مشاهده شد این بود که طی ۴ دهه اخیر عنصر میانگین دمای سالانه کشور در بیشتر نواحی کشور و به ویژه نواحی شمال و شمال غرب کشور تغییرات افزایشی محسوس و معنی داری از خود نشان داده است در حالی که عنصر بارش به عنوان یکی از مهمترین و تعیین کننده ترین فاکتورهای اقلیم شناسی در اکثر نواحی کشور به ویژه نواحی شرق و مرکز کشور روندهای کاهشی معنی داری را طی ۴ دهه اخیر تجربه نموده است.

منابع

جامعی، جاوید، ۱۳۸۶، تحلیل پراکنش فضایی- زمانی بارش و دمای شمال غرب کشور، پایان نامه دکتری دانشگاه تبریز به راهنمایی دکتر مجید زاهدی.

حجام، سهراب، خوشخو،یونس،شمس الدین وندی، رضا، ۱۳۸۷، تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان ۱۳۸۷.

عزیزی، قاسم،۱۳۸۳،تغییر اقلیم، انتشارات قومس،تهران.

فصاحت،پرویز،۱۳۸۶، آثار اقتصادی تغییرات آب و هوا، گزارش کارگاه آموزشی تطبیق تصمیمات و راهبردها.

مساح بوانی، علیرضا،۱۳۸۵، ارزیابی ریسک تغیراقلیم و تاثیر آن بر منابع آب مطالعه موردی حوضه زاینده رود اصفهان، پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی دکتر سعید مرید.

Alaka Gadgil_, Amit Dhorde,2005, Temperature trends in twentieth century at Pune, India, Atmospheric Environment 39 (2005) 6550–6556.

Bani-Domi. M. (2006), Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan, Yarmouk University Irbid – JORDAN.

Bryson, k.a (1997), the paradigm of climatology: an essay . Bultan American. Meteorology. Soc.

Cannarozzo .M, L.V. Noto, F. Viola, (2006), spatial distribution of rainfall trends in Sicily (1921–2000), University` di Palermo.

Clark.T.S (2003), Regional Climate Change: Trends Analysis of Temperature and Precipitation Series at Canadian Sites, Canadian Journal of Agricultural Economics,48(1): 27-38.

Cutforth, h. b. Gwoodvin, R.j. Mcconkey, D.G.smith, P. G.jefferson. (1999). climate change in the semiarid prairie of southwestern saakathwestern: late winter-early spring. Can. Plant.sci.plant.sci.79:343-353.

Goossens, Ch. And Berger, A, 1986, Annual and Seasonal Climate Variation Over the Northern Hemisphere and Europe during the Last Century, Ann, Geophysics. 4(B4), 385-400.

IPCC-TGCIA, (2009). Guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment.. eds. Carter, T.R., Hulme, M. and Lal, M., Version 1, 69 pp. Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Scenarios for Climate Impact Assessment,

Klane Tank A.M.G. and Peterson T.C. (2005).Changes in daily temperature and Precipitations extremes in central and south Asia. Journal of Geophysical Research-Atmosphere.

Lane, M.E., Kirshen, P.H. and Vogel, R.M. (1999). Indicators of impact of global climate change on U.S. water resources. ASCE, Journal of Water Resources Planning and Management. 125(4): 194-204.

Michele Brunettia, Leticia Buffo nib, Franca Mangiantic, Maurizio Maugeria, Teresa Nannid.2003. Temperature, precipitation and extreme events during the last century in Italy, Global and Planetary Change 40 (2004) 141–149.

Rooijen, S., Victor, N. and Dadi, Z., (2000). Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 599 pp.- Ryan P. Boyles, Sethu Raman, Analysis of climate trends in North Carolina (1949–1998), Environment International 29 (2003) 263– 275.

Tong Jiang, Buda Su, Heike Hartmann, (2006), Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin, 1961–2000, Geomorphology 85.

WMO,2002, Detecting Trend and Other Change in Hydrological Data, WMO/TD,No:1013.

Yu, P.S., Yang, T.C, and Wu, C.K. (2002). Impact of climate change on water Resources in southern Taiwan. Journal of Hydrology, 260: 161-175

Spatiotemporal Analysis of Climate Change in Iran During Last Decades

Abstract

Nowadays climate change and global warming is the main climatic disaster that should be considered as a natural threat to human. Climate change could trigger the human and environmental risk factors such as water and food shortage, political and economic critic. Drought and water crisis is the main indicator of climate change in Iran. Rainfall and temperature is the main indexes of retrieving climate change in any area.in this study we analysis the spatiotemporal variation of this 2 indicators during 38 years in Iran. We use Man-Kendal trend detection test to reveal the changing points in the long term time series of this climate indicator. The results indicated mean annual temperature in Iran has increasing trend by 0.012 during 1980-2016. The Man-Kendal graphical test also reveal the significant changing in 1992.the rainfall time series despite following the slight decreasing trend but hasn't the significant changing according Man-Kendal test. Also our result reveals that the temperature and rainfall changes have been observed in all part of Iran. The rainfall changes are more significant in eastern region but the temperature is more changed in northern part of country.

Key words: Climate Change, Rainfall, Temperature, Iran