

ارزیابی تغییر دمای بیشینه و کمینه فصلی ایران

امیرحسین حلبیان^{۱*}، جواد پورشهبازی^۲ و محمود سلطانیان^۳

^۱دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
^۲کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، کارشناس همدید اداره هواشناسی استان فارس
^۳دانشجوی دکتری، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۷

چکیده

فرایند گرم شدن زمین در خلال قرن اخیر، افزون بر تأثیراتی که بر میزان هریک از فراسنجهای جوی دارد بر زمان وقوع هر یک از این فراسنجهای نیز می‌تواند موثر و نقش‌آفرین باشد. روند دما در چند دهه گذشته در حال افزایش بوده و این تغییرات در گستره‌هایی همانند ایران که در کمربند خشک و نیمه خشک جهان جای گرفته‌اند چشمگیرتر است. در این پژوهش با استفاده از آزمون آماری من-کندال روند دماهای بیشینه و کمینه فصلی ایران تحلیل می‌شود. بدین منظور، از پایگاه داده‌های یاخته‌ای در مقیاس جهانی، موجود در تارنمای دانشگاه سانتا کلارا در ایالات متحده آمریکا داده‌های روزانه دمای بیشینه و کمینه با تفکیک مکانی ۰/۵×۰/۵ درجه دریافت و با استفاده از نرم‌افزار Grads به فایل (TXT). قابل استفاده در نرم‌افزار Mat lab تبدیل شد. در ادامه، کد نوشته شده من-کندال، برای محاسبه روند آستانه ۹۵ درصد در Mat lab برای ماتریسی به ابعاد ۶۱۹×۲۱۵۵۰ اجرا شد. برای نمایش گرافیکی نتایج نیز از نرم‌افزار Arc GIS استفاده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد، دمای بیشینه شمال غرب ایران و جنوب شرق در هر چهار فصل بدون روند است و در فصل زمستان کمترین پهنه را قسمت شمال شرقی ایران به خود اختصاص می‌دهد. در فصل پاییز روند افزایشی دمای بیشینه در نواحی شرقی ایران و فارس نمود بیشتری دارد، این در حالی است که در نواحی مرکزی ایران و شمال غرب دمای بیشینه پاییز بدون روند است. دمای کمینه در اکثر مناطق ایران روندی افزایشی دارد. در این خصوص، روند افزایشی دمای کمینه در فصل زمستان در نواحی شمال غرب، زاگرس و جنوب شرق ایران کاملاً آشکار است.

واژه‌های کلیدی: دمای بیشینه و کمینه، من-کندال، فصلی، روند، ایران.

مقدمه

متحدہ بررسی کردند؛ آنها معتقدند فرض ثابت و بدون روند بودن سری زمانی بارش‌های فرین برای بخش‌های مختلف میانه غربی ایالات متحده نمی‌تواند درست باشد. اکی نرمی و همکاران^۳ (۱۹۹۸) ضمن بررسی روند بارش در ۳۷ ایستگاه واقع در چمنزارهای کانادا با آمار بارش روزانه بیش از ۷۵ سال بیان کردند که روند بارش و مقدار بارندگی در ۷۵ سال اخیر به‌طور معنی‌داری در این منطقه به‌ترتیب ۰/۶۲ و ۰/۶۰ میلی‌متر در هر سال افزایش داشته است. کنکل^۴ (۲۰۰۳) ضمن بررسی روند شاخص‌های بارشی فرین در ایالات متحده نشان داد که افزایش چشمگیری در

طرح مسئله: تغییرات آب و هوایی و نوسانات اقلیمی در نیم قرن اخیر گریبان‌گیر جوامع انسانی و از مسائل روز مجامع علمی بین‌المللی بوده است. در این راستا دانشمندان علوم محیطی تلاش‌هایی در پی دریافت میزان این تغییرات در گوشه و کنار جهان انجام داده‌اند و یا در حال پژوهش می‌باشند. در زیر به پاره‌ای از این تلاش‌ها اشاره می‌گردد:

انجل و هاف^۲ (۱۹۹۷) روند تغییرات بارش‌های سنگین را در ۳۰۴ ایستگاه در میانه غربی ایالات

3. Akinermi
4. Kunkel

*نویسنده مسئول: halabian_a@yahoo.com
2. Angel and Huff

زمستان اتفاق می‌افتد و بارش‌های موسمی افزایش می‌یابد و دمای کمینه به صورت قابل توجهی کاهش دارد. از سوی دیگر بقیه شهرها، ثبت قابل توجهی در افزایش دمای کمینه داشته‌اند. چی وش و همکاران^۷ (۲۰۱۰) به منظور بررسی منابع آب زیرزمینی در ناحیه پیرنه اورینتال^۸ فرانسه برای یافتن روند در دمای ماهیانه و سالانه، بارش، تبخیر و تعرق بالقوه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۶ با بهره‌گیری از روش من-کندال به بررسی محلی روند پرداختند. لوکویی ماکوخا و شیسانیا^۹ (۲۰۱۱) با استفاده از رگرسیون و روش من-کندال به بررسی دمای کمینه و بیشینه سالانه در ۴ ایستگاه هواشناسی نایروبی در طی دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۹ پرداختند. نتایج آنها نشان داد که روند افزایشی درجه حرارت بیشینه در منطقه تجاری شهر (CBD) کاملاً مشهود است. رحمان و همکاران (۲۰۱۱) ضمن بررسی دمای حداکثر ایستگاه جده در طول دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۶ با استفاده از روش من-کندال و رگرسیون خطی افزایش قابل توجهی در روزهای گرم سال مشاهده کردند. سفاری^{۱۰} (۲۰۱۲) در دوره آماری ۱۹۵۸-۲۰۱۰ به بررسی روند دمای سطح زمین با استفاده از روش ناپارامتریک من-کندال پرداخت. نتایج از افزایش درجه حرارت سالیانه در ۱۹۷۷-۱۹۷۹ حکایت دارد، از ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۷ دوره‌ای خنک تلقی می‌شود. افزایش درجه حرارت سالانه در کیکالی پایتخت رواندا با شیب ۰/۴۵۵ در سال در حال افزایش است. دنبرگ^{۱۱} (۲۰۱۲) با بررسی سری زمانی ۵۰ ساله (۱۹۴۹-۱۹۹۹) دما، بارش و دبی حوضه تورینگن آلمان با استفاده از روش ناپارامتریک من-کندال نشان داد که اقلیم منطقه در تابستان تمایل به گرم و خشک دارد و زمستان رو به مرطوب شدن است. کمالی (۱۳۷۵) در پژوهشی که روی روند بارندگی ایستگاه‌های مختلف ایران طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۵ انجام داد نشان داد که روند بارندگی در برخی از نقاط کاهش و در برخی دیگر افزایشی بوده است.

فراوانی رویدادهای بارشی فرین در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ وجود داشته است. لیب من و همکاران^۱ (۲۰۰۴) با بررسی روند بارش در جنوب آمریکای مرکزی طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۹ نشان دادند که بزرگترین روند مثبت در ۲۰ درجه جنوبی طی ماههای ژانویه-مارس رخ داده و بر روی جنوب برزیل متمرکز بوده است. آرورا و همکاران^۲ (۲۰۰۵) به بررسی روند دمای متوسط سالانه و فصلی در ۱۲۵ ایستگاه در هند پرداختند. نتایج آنها افزایش درجه حرارت سالانه، متوسط حداکثر درجه حرارت و متوسط حداقل درجه حرارت را به ترتیب (۰/۴۲، ۰/۹۲ و ۰/۰۹ سانتی‌گراد در ۱۰۰ سال) نشان می‌دهد. کارابورن و همکاران^۳ (۲۰۰۶) به تجزیه و تحلیل میانگین، متوسط حداکثر و متوسط حداقل ۸ ایستگاه هواشناسی استانبول در مقیاس سالانه، فصلی و ماهیانه در دوره آماری ۱۹۷۵-۲۰۰۶ پرداختند. نتایج آنان نشان داد که درجه حرارت سالانه ۰/۸۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر سالانه ۱/۶ درجه سانتی‌گراد در طول ۳۲ سال آمار استانبول افزایش یافته است. سو و همکاران^۴ (۲۰۰۶) روند دما و بارش فرین در حوضه رودخانه یانگ تسه چین را طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۲ بر اساس داده‌های ۱۰۸ ایستگاه هواشناسی بررسی کردند. آزمون روند نشان داد که روند بارش تابستانی در این حوضه معنی‌دار بوده است. کروشیت^۵ (۲۰۰۷) معتقد است تغییرات درون سالانه در ویژگی‌های بارش می‌تواند با تغییراتی در اندازه، مکان و رخداد سامانه‌های بارشی بزرگ مقیاس که از روی ایسلند عبور می‌کنند در ارتباط باشد. دورد و همکاران^۶ (۲۰۰۹) برای یافتن رابطه بین فعالیت‌های انسانی بر تغییرات اقلیمی به ویژه دمای هوای شهرهای پر جمعیت دهلی، کلکته، بمبئی و چنای که دارای رشد سریع جمعیت بوده‌اند، در طی دو دوره جمعیت کم و دوره شهرنشینی از روش من-کندال استفاده کردند. در بمبئی دمای بیشینه در

7. Chaouche et al
8. Pyrénées-Orientales
9. Lukoye Makokha & Shisanya
10. Safari
11. Danneberg

1. Leibmann
2. Arora et al
3. Karaburun et al
4. Su et al
5. Crochet
6. Dhorde et al

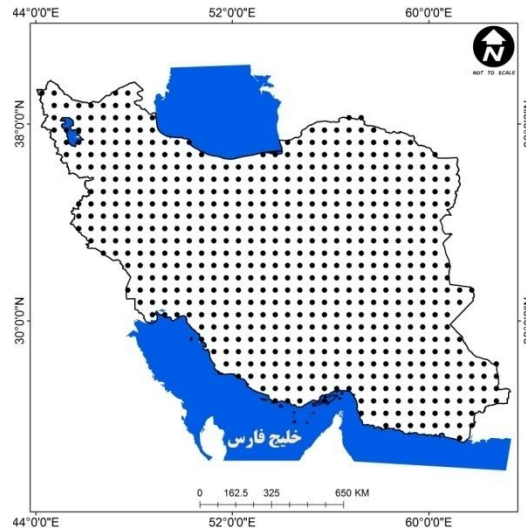
است؛ در صورتی که دما روند افزایشی را نشان می‌دهد. اسدی و حیدری (۱۳۸۹) به مطالعه همبستگی، میزان و تغییرات عناصر دما و بارش ایستگاه شیراز در طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۵ با استفاده از رگرسیون سری‌های زمانی، زی اسکور و آزمون من-کندال پرداختند. نتایج از افزایش ۱/۹ درجه سانتی‌گراد عنصر دما در متوسط سالانه حکایت دارد که در هر چهار فصل قابل مشاهده است. متوسط بارش سالانه عکس دما در کل سال به جز فصل زمستان روند کاهشی دارد.

روش تحقیق

داده‌های دمای کمینه و دمای بیشینه از پایگاه داده دانشگاه سانتاکلارا ایالات متحده آمریکا موجود در تارنمای <http://hydro.engr.scu.edu/files> در دوره زمانی ۵۹ ساله (۱۹۵۰-۲۰۰۸) برداشت شد. داده‌های موجود در این پایگاه داده به صورت یاخته‌های 0.5×0.5 درجه قوسی در مقیاس جهانی در دسترس می‌باشد. برای تبدیل اطلاعات این پایگاه داده به فایل متنی (TXT) با برنامه نویسی در نرم‌افزار Mat Lab به فرمت قابل استفاده در نرم‌افزار تبدیل شد. در ابتدای کار آزمون نرمال نبودن، از روش کولموگروف-اسمیرنوف بر روی داده‌ها اعمال گردید تا نرمالی داده‌ها مشخص گردد.

در خصوص آزمون روند برای داده‌های ناپارامتریک از روش‌های گوناگونی می‌توان بهره گرفت. در این پژوهش با استفاده از روش من-کندال به واکاوی روند دماهای کمینه و بیشینه بر گستره ایران زمین پرداخته شد. از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است (تورگی و ارکن، ۲۰۰۵). فرض صفر این آزمون 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 داده‌ها می‌باشد.

روشنی (۱۳۸۲) به بررسی چند پارامتر اقلیمی مناطق ساحلی دریای خزر در دوره ۱۹۹۴-۱۹۵۵ با استفاده از روش من-کندال پرداخت و نشان داد که زمان شروع بیشتر تغییرات به صورت ناگهانی بوده و این تغییرات به دو صورت روند و نوسان ظاهر می‌گردند. خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه ۵ ایستگاه قدیمی در طی دوره آماری ۱۸۹۳-۲۰۰۱ را با استفاده از روش پارامتر t-استیودنت و روش ناپارامتری من-کندال بررسی کردند. نتایج وجود هیچ نوع روند معنی‌داری را در سری‌های بارش سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه تأیید نکرد، اما در سری‌های بارش فصلی، هم روند افزایشی و هم روند کاهشی قابل مشاهده بود. در پژوهشی شیرغلامی و قهرمان (۱۳۸۴) با بررسی روند تغییرات بلندمدت دمای متوسط سالانه در ۳۴ ایستگاه سینوپتیک نشان دادند که ۵۹ درصد ایستگاه‌ها دارای روند مثبت و ۴۹ درصد ایستگاه‌ها دارای روند منفی می‌باشند. عزیزی و روشنی (۱۳۸۶) به بررسی انحراف احتمالی برخی عناصر رطوبتی و دمایی (میانگین دمای حداقل، حداکثر، بارش و ابرناکی) سواحل جنوبی خزر در یک دوره ۴۰ ساله بین سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۵۵ پرداختند. نتایج، روند مثبت را در دماهای حداقل و روند منفی در دماهای حداکثر را نشان می‌دهد. پژوهش خوشحال دستجردی و قویدل رحیمی (۱۳۸۷) در مورد کمینه و بیشینه دمای سالانه در یک دوره ۵۵ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۵) در ایستگاه اصفهان بیانگر عدم تغییرات معنی‌دار در روند بلندمدت دمای کرانگین اصفهان است. حجازی‌زاده و پروین (۱۳۸۸) به بررسی تغییرات دمای سالانه ایستگاه سینوپتیک تهران و مطالعه انحراف احتمالی آن از حالت نرمال در طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵ پرداختند. از نظر آنها تغییرات از نوع روند برای دمای سالانه، دماهای حداقل و حداکثر سالانه افزایشی و در جهت مثبت بوده است. جهانبخش و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تغییرات بارندگی و دما در حوضه کرخه با استفاده از روش غیر پارامتریک من-کندال پرداختند. با بررسی ۳۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی، بارندگی سالانه در اکثر زیرحوضه‌های منطقه کاهشی



شکل ۱: توزیع فضایی یاخته‌های ۵/۵×۵ درجه قوسی پایگاه دادهٔ سانتاکلارا در قلمرو مطالعاتی

مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است (کارمشیو، ۲۰۱۲):

۱- محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S به شرح زیر:

رابطه (۱)

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(T_j - T_i)$$

$$\text{Sign}(T_j - T_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } T_j - T_i > 0 \\ 0 & \text{if } T_j - T_i = 0 \\ -1 & \text{if } T_j - T_i < 0 \end{cases}$$

که n تعداد مشاهدات سری، و T_i و T_j به ترتیب داده‌های لام و آم سری می‌باشند. تابع علامت از رابطه بالا نیز قابل محاسبه است.

۲- محاسبه آماره واریانس به شرح زیر است:

رابطه (۲)

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum t_i(i)(i-1)(2i+5)}{18}$$

به شرطی که $n > 10$ باشد.

۳- استخراج آماره Z:

رابطه (۳)

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma} & \text{for } S > 0 \\ 0 & \text{for } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma} & \text{for } S < 0 \end{cases}$$

زمانی ما می‌توانیم فرض صفر بپذیریم که رابطهٔ زیر برقرار باشد.

$$|z| \leq z_{\alpha/2}$$

رابطه (۴)

بیشینه روزانه ۳۰۴ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی ایران و با تفکیک مکانی ۶۱۹ یاخته 0.5×0.5 درجه قوسی در بازه زمانی مورد بحث تهیه گردید. آن گاه پایگاه داده مورد استفاده در این پژوهش با پایگاه داده فوق به روش همبستگی اعتبارسنجی گردید. آن چه در پی می آید؛ نتایج حاصل از این اعتبارسنجی است. همان گونه که ملاحظه می شود؛ ضریب همبستگی در تمامی فصول در مورد دمای بیشینه بیش از 0.80 و برای دمای کمینه بیش از 0.77 است. این موضوع نشان از نزدیکی بسیار این دو پایگاه و همسویی بالای بروندهای آنها دارد. بدین ترتیب با اطمینان خاطر بیشتری می توان از پایگاه داده سانتاکلارا ایالات متحده آمریکا استفاده نمود (جدول ۱).

Z سطح معنی داری است که برای آزمون در نظر گرفته می شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی دار α می باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $\alpha/2$ استفاده شد. در این پژوهش این آزمون برای سطوح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. در صورتی که آماره Z مثبت باشد؛ روند سری داده ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می شود. سپس با استفاده از کدهای نوشته شده روش ناپارامتریک من-کندال در Matlab برای هر یک از یاخته ها (2155×619) به صورت فصلی، در آستانه 0.95 روند محاسبه گردید و نتایج حاصله در نرم افزار Arc GIS به صورت گرافیکی ترسیم گردید. به منظور اعتبارسنجی داده های مورد استفاده در این پژوهش پایگاه داده ای مشتمل بر دمای کمینه و دمای

جدول ۱: اعتبارسنجی پایگاه داده دانشگاه سانتاکلارا در قلمرو مطالعاتی

دمای کمینه	فصل	ضریب همبستگی	دمای بیشینه	فصل
ضریب همبستگی	فصل	ضریب همبستگی	فصل	فصل
0.88	بهار	0.89	بهار	بهار
0.85	تابستان	0.82	تابستان	تابستان
0.87	پاییز	0.80	پاییز	پاییز
0.77	زمستان	0.91	زمستان	زمستان

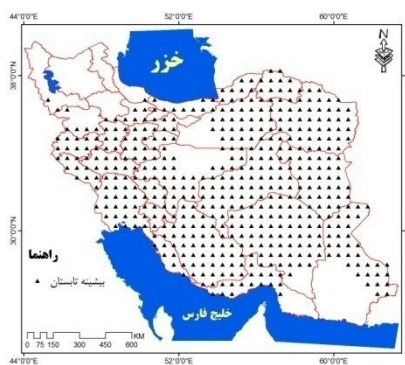
از سه ناحیه چاله جازموریان و سواحل دریای عمان، قسمت هایی از دشت کویر (جنوب سمنان و شمال اصفهان) و ناحیه شمال غرب که بدون روند هستند، در سایر مناطق ایران روند افزایش دمایی را نشان می دهد (شکل ۳). در فصل پاییز، در جنوب ایران، استان های: فارس، بوشهر و بخش های جنوبی خوزستان هم چنان روند افزایشی نمایان است. در نواحی غربی، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی و قزوین روند افزایشی بیشینه دما مشهود می باشد. استان های مرزی در شرق کشور، چاله لوت و شرق دشت کویر نیز دارای روند افزایشی است (شکل ۴). در فصل زمستان به جزء گستره ی کوچکی در بخش هایی از شمال شرق ایران (قسمتی از خراسان رضوی، سمنان و یزد) که روند افزایش دمای بیشینه را در فصل زمستان نشان می دهد، در غالب مناطق ایران گستره های بدون روند

بحث

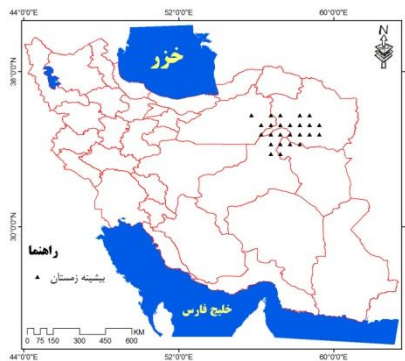
در این نوشتار با بهره گیری از روش ناپارامتریک من-کندال در آستانه ۹۵ درصد روند دمای کمینه و بیشینه به صورت فصلی در ایران بررسی و نتیجه نهایی با استفاده از نرم افزار GIS به صورت گرافیکی نمایش داده شد. خروجی گرافیکی داده ها در هر دو دمای کمینه و بیشینه روند افزایشی معنی دار را در آستانه ۹۵ درصد نشان می دهد. روند دمای بیشینه در فصل بهار در نواحی کرانه های خلیج فارس (خوزستان، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، بندرعباس)، ایلام، نواحی جنوبی و مرکزی کرمان، شمال و شرق سیستان، خراسان رضوی و شرق دشت کویر افزایش را نشان می دهد؛ در سواحل دریای عمان، ایران مرکزی، شمال و شمال غرب ایران روند معنی داری مشاهده نمی شود (شکل ۲). دمای بیشینه در تابستان، به غیر

جنوب کرمان و قسمت اندکی از شمال خوزستان بدون روند است، این در حالی است که در سایر پهنه‌ها روند دمای کمینه پاییزه رو به افزایش می‌باشد (شکل ۸). دمای کمینه زمستانه در قسمت اعظم گستره‌ی ایران‌زمین در این دوره آماری بدون روند و در قسمت‌های شمال شرق، جنوب شرق، زاگرس مرکزی و در شمال غرب ایران دارای روندی افزایشی است (شکل ۹).

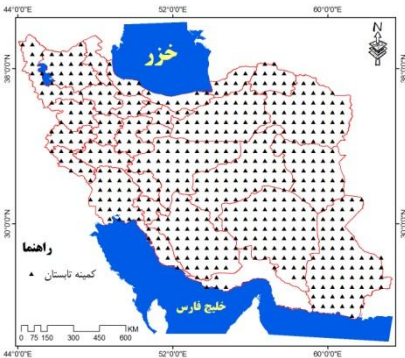
نمایان است (شکل ۵). دمای کمینه در فصل بهار تنها در بخش کوچکی از پهنه ایران‌زمین (مرکز کرمان، جنوب شرق فارس، شمال هرمزگان و دشت مغان) بدون روند است، ولی در سایر نواحی ایران زمین روندی افزایشی را نشان می‌دهد (شکل ۶). در فصل تابستان در تمامی گستره‌ی ایران به جزء شمال تنگه هرمز (استان هرمزگان) روند افزایشی در دمای کمینه تابستانه مشاهده می‌گردد (شکل ۷). دمای کمینه پاییزه در جنوب شرق فارس، هرمزگان، کرمان، شرق و



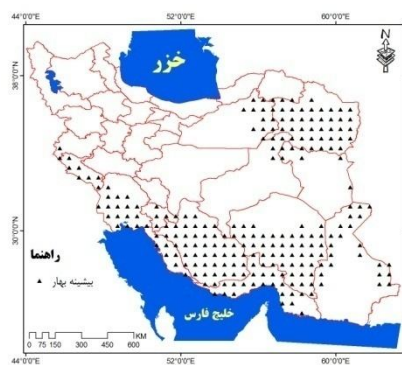
شکل ۳: روند دمای بیشینه در فصل تابستان



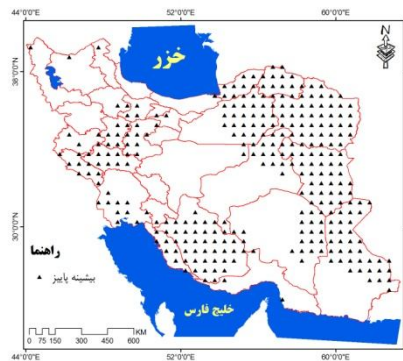
شکل ۵: روند دمای بیشینه در فصل زمستان



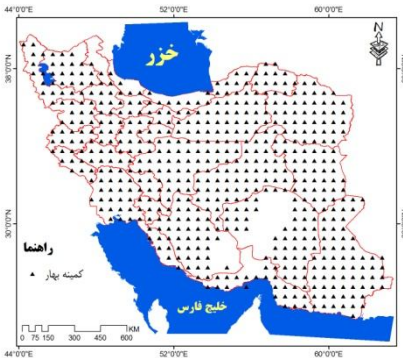
شکل ۷: روند دمای کمینه در فصل تابستان



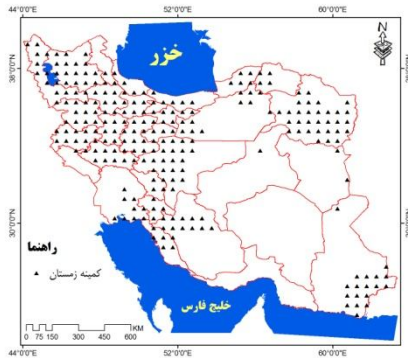
شکل ۲: روند دمای بیشینه در فصل بهار



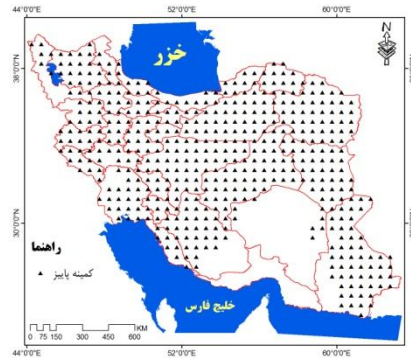
شکل ۴: روند دمای بیشینه در فصل پاییز



شکل ۶: روند دمای کمینه در فصل بهار



شکل ۹: روند دمای کمینه در فصل زمستان



شکل ۸: روند دمای کمینه در فصل پاییز

مسعودیان (۱۳۹۰) باشد که معتقد است ایران نسبت به پنجاه سال گذشته گرم‌تر شده است و رژیم گرمایی کشور الگوی قاره‌ای قوی‌تری پیدا کرده است.

منابع

۱. اسدی، اشرف، علی، حیدری، ۱۳۸۹. تحلیل تغییرات سری‌های دما و بارش شیراز طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۵، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۱، اصفهان.
۲. جهانبخش سعید، سیما، رحیمی بندرآبادی، عباس، حسینی، سمیه، رضایی، تورج، خوش‌زمان، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات بارندگی و دمایی در حوضه کرخه، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام (ICIWG)، ایران، زاهدان.
۳. حجازی‌زاده، زهرا، نادر، پروین، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، پیش شماره پاییز و زمستان، تهران.
۴. خلیلی، علی، جواد، بذرافشان، ۱۳۸۳. تحلیل روند تغییرات بارندگی سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته، بیابان، شماره ۱، تهران.
۵. خوشحال دستجردی، جواد، یوسف، قویدل رحیمی، ۱۳۸۷. کاربرد آزمون ناپارامتری من-کندال در برآورد تغییران دمایی استان اصفهان، فضای جغرافیایی، شماره ۲۲، اهر.
۶. روشنی، محمود، ۱۳۸۲. بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، استاد راهنما: دکتر قاسم عزیزی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه جغرافیا.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، روند گرمایشی زمین در یک قرن اخیر در اقصی نقاط جهان گزارش شده است، این روند افزایش دمایی در نقاط مختلف از خود شدت و ضعف نشان می‌دهد. این پژوهش آشکار ساخت که روند افزایشی دمای بیشینه بیشتر در نواحی جنوبی، مرکزی و شرقی ایران دیده می‌شود که در فصل تابستان نمود بیشتری دارد. این موضوع مبین این است که در دوره گرم سال روند افزایشی دمای بیشینه به سبب اثر گلخانه‌ای رطوبت جوی اغلب در سواحل خلیج فارس و فقر ابرناکی و خشکی هوا به سبب پایداری پوششی در بخش‌های مرکزی و شرقی کشور تشدید می‌شود. در فصل پاییز تمرکز روند افزایش دمای بیشینه بر روی نواحی شرقی ایران قرار دارد. این در حالی است که در فصل زمستان گستره‌ی کوچکی در شمال طبرستان و بخشی از خراسان رضوی را شامل می‌شود. دمای کمینه فصلی در ایران زمین نسبت به دمای بیشینه در هر چهار فصل گسترش پهنه‌ای بیشتری دارد؛ به گونه‌ای که در فصل‌های بهار، تابستان و پاییز برخی از قسمت‌های جنوبی کشور و کرمان بدون روند در دوره آماری مورد پژوهش دیده می‌شود و سایر پهنه‌ها نشانگر روند افزایشی در دمای کمینه است. در فصل زمستان روند افزایشی دمای کمینه نواحی شمال غرب، غرب و رشته کوه زاگرس تا حوالی بوشهر، خراسان رضوی و قسمتی از جنوب شرق ایران زمین را در بر می‌گیرد که نسبت به گسترش روند در دمای بیشینه همین فصل گستردگی بیشتری دارد. در مجموع، نتایج این پژوهش می‌تواند موبد نظر

- at Four Largest Cities of India during the Twentieth Century, *J. Ind. Geophys. Union*, 13(2): 85-97.
19. Gemmer, M., and Becker, S., and Jiang, T. 2004. Observed monthly precipitation trends in China 1951–2002, *Theor. Appl. Climatol.* 77: 39–45
 20. <http://hydro.engr.scu.edu/files>
 21. Karmeshu, N. 2012. Trend Detection in Annual Temperature & Precipitation using the Mann Kendall Test – A Case Study to Assess Climate Change on Select States in the Northeastern United States, Supervisor, Dr. Frederick N. Scatena, Professor and Department Chair, Master's thesis submitted in partial fulfillment of requirements for Master of Environmental Studies, Department of Earth & Environmental Science, University of Pennsylvania, August 2012.
 22. Keily, G., Albertson, J.D., and Parlange, M.B. 1998. Recent Trends in Diurnal Variation of Precipitation at Valentia on the West Coast of Ireland. *Journal of Hydrology*. 207 3-4: 270-279
 23. Kunkel, K.E. 2003. North American Trends in Extreme Precipitation, *Natural Hazards*, 29: 291–305.
 24. Liebmann, B., Vera, C.S., Leila Carvalho, M.V., Camilloni, I.S.A., Hoerling, M.P., Allured, D. Barros, V.R., Ba' Ez, J.N. and Bidegain, M. 2004. An Observed Trend in Central South American Precipitation, *Journal of Climate*, 17: 4357-4367.
 25. Lukoye Makokha, G., and Shisanya, Ch.A. 2011. Trends in Mean Annual Minimum and Maximum near Surface Temperature in Nairobi City, Kenya, *Advances in Meteorology*, Volume 2010, Article ID 676041, 6 pages, doi:10.1155/2010/676041.
 26. Matyasovszky, I., Bogardi, I., Bardossy, A., and Duckstein, L. 1993. Estimation of Local Precipitation Statistics Reflecting Climate Change, *Water Resources Research*. 29: 3955-3968
 27. Piccarreta, M., Capolongo, D., and Boenzi, F. 2004. "Trend Analysis of Precipitation and Drought in Basilicata from 1923 to 2000 within Southern Italy
 ۷. شیرغلامی، هادی، بیژن، قهرمان. ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه ایران، علوم و فنون منابع طبیعی و کشاورزی، شماره اول، تهران.
 ۸. عزیزی، قاسم، محمود، روشنی. ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، تهران.
 ۹. کمالی، غلامعلی. ۱۳۷۵. تغییرات شدید بارندگی در نقاط مختلف کشور در ده سال اخیر، اولین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، تهران.
 ۱۰. مسعودیان، سیدابوالفضل. ۱۳۹۰. آب و هوای ایران، چاپ اول، انتشارات شریعه توس، مشهد.
 11. Akinremi, O.O., Meginn, S.M., and Cutforth, H.W. 1998. Precipitation Trends on the Canadian Prairies, *Journal of Climate*, 12: 2996.
 12. Angel, J.R., and Huff, F.A. 1997. Changes in heavy rainfall in Midwestern United States, *Journal of water Resources planning and management*, July/August. 246-249
 13. Arora, Manohar, N.K. Goel and Pratap singh 2005. Evaluation of temperature trends over India, *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 50(1) February 2005.
 14. Burauskaite-Harju, A. 2012. Anders Grimvall, Claudia von Bromssen, A test for network-wide trends in rainfall extremes, *International Journal of Climatology*, Int. J. Climatol. 32: 86–94.
 15. Chaouche, K. Luc Neppel, Claudine Dieulin, Nicolas Pujol, Bernard Ladouche, Eric Martin, Dallas Salas, and Yvan Caballero 2010. Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change. *C. R. Geoscience*, 342: 234–243.
 16. Crochet, P. 2007. A Study of Regional Precipitation Trends in Iceland Using a High-Quality Gauge Network and ERA-40, *Journal of Climate*, 20: 4659-4677.
 17. Danneberg, J. 2012. Changes in runoff time series in Thuringia, Germany Mann-Kendall trend test and extreme value analysis; *Adv. Geosci.*, 31: 49–56.
 18. Dhorde, A., Dhorde, A., and S. Gadgil, A. 2009. Long-term Temperature Trends

- and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China, *Theor. Appl. Climatol.* 83: 139–151.
31. Turgay, P., and Ercan K. 2005. Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological processes published online in wiley Interscience (www.Interscience.wiley.com).
32. Xu, Z.X., Takeuchi, K., and Ishidaira, H. 2003. Monitoring Trend Step Changes in Precipitation in Japanese Precipitation. *Journal of hydrology*, 279: 144-150.
- Context". *International journal of climatology*, 24: 907-922.
28. Safari, B. 2012. Trend Analysis of the Mean Annual Temperature in Rwanda during the Last Fifty Two Years, *Journal of Environmental Protection*, 2012, 3, 538-551, doi:10.4236/jep.2012.36065.
29. Shafiqur Rehman, Luai M. Al-Hadhrami 2011. Extreme Temperature Trends on the West Coast of Saudi Arabia, *Atmospheric and Climate Sciences*, 2: 351-361.
30. Su, B.D., Jiang, T., and Jin, W.B. 2006. Recent trends in observed temperature

