

## مطالعه روند تغییرات گرما و بارش در غرب و شمال غرب ایران با استفاده از روشهای پارامتری و ناپارامتری

کمال امیدوار<sup>۱</sup> و حسین سالاری<sup>۲</sup>

### چکیده

از جمله مسائلی که امروزه در بین اقلیم‌شناسان مورد اختلاف است وجود تغییر اقلیم یا تغییر روند در پارامترهای جوی است. لذا هدف این تحقیق بررسی روند تغییرات گرما و بارش در مقیاس سالانه و در غرب و شمال‌غربی ایران است تا با استفاده از چگونگی این روند، وجود یا عدم وجود تغییر اقلیم در این منطقه از کشور تعیین شود. به همین منظور، از دو روش پارامتری تحلیل رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون و دو روش غیرپارامتری من کندال و ضریب اسپیرمن استفاده شده و با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به بررسی تغییرات در حال رخداد آن پرداخته شد، در نهایت با نرم‌افزار Minitab و روش سری‌های زمانی و ترسیم خط رگرسیون تغییرات این روند تا سال ۲۰۲۰ میلادی پیش‌بینی شده است. منطقه مورد مطالعه تقریباً بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۵۰ درجه طول شرقی واقع شده است. از بین ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه ۹ ایستگاه با بیشترین داده با دوره آماری ۴۶ ساله (۱۹۵۹-۲۰۰۵) انتخاب شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که سری‌های سالانه هر چهار روش فوق (روشهای پارامتری و ناپارامتری) داده‌های بارندگی و گرما در برخی ایستگاه‌های منطقه کاهش و در برخی دیگر افزایش داشته است. این روند تغییرات در نمودار سری‌های زمانی نسبت به روش‌های پارامتری و ناپارامتری کمی تفاوت دارد. همچنین تعدادی از ایستگاه‌ها در حال تغییر روند گرما و بارش بوده که در پهنه‌بندی نمایان شده است و نشانه تغییر اقلیم در این منطقه است.

کلیدواژگان: غرب و شمال‌غربی ایران، روش‌های پارامتری و ناپارامتری، تغییر اقلیم، تغییر گرما و بارش، سری‌های زمانی، GIS.

۱. دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول komidvar@yazd.ac.ir)

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

**مقدمه**

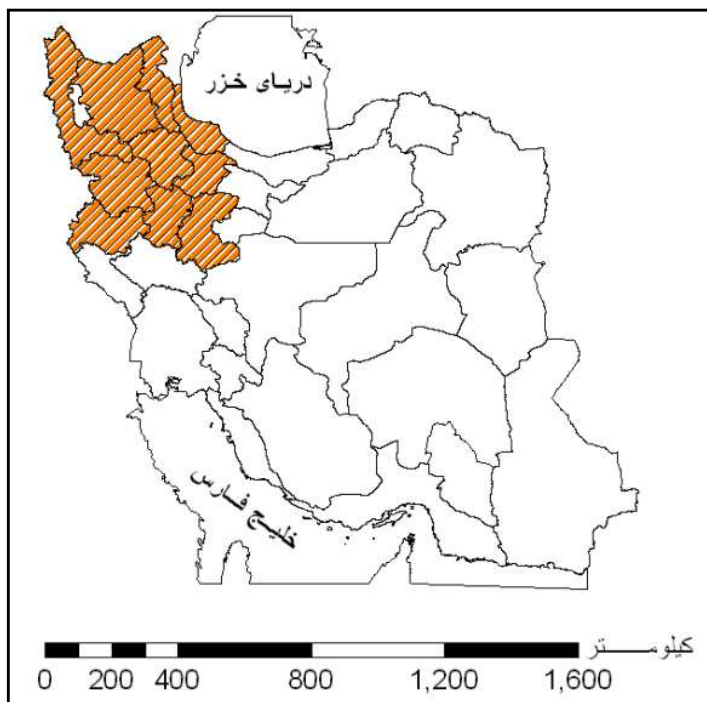
تغییر اقلیم یکی از بحث‌برانگیزترین مباحث اقلیمی است که اکثر اقلیم‌شناسان به آن به عنوان تغییر اعتقاد ندارند، و تغییرات گرما یا بارندگی را نوسانات طولانی یا کوتاه مدت آب و هوا می‌دانند. تا کنون نظریات مختلفی برای توجیه روند تغییرات ارائه شده که از آن جمله می‌توان به تئوری چگالی انرژی خورشید، تئوری گلخانه‌ای و گرد و غبار آتشفشانی اشاره کرد، که تئوری گلخانه‌ای معتبرترین نظریه در این زمینه است (امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۲). در حال حاضر پیش‌بینی‌ها برای قرن ۲۱ افزایش گرمای جهانی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و هواویزها را نشان می‌دهد، این افزایش گرما تا ۲/۵ درجه سانتی‌گراد تا اواخر قرن حاضر می‌تواند در چرخه آب و به تبع آن در عناصر اقلیمی تغییر ایجاد کند (عزیزی، ۱۳۸۷: ۱۳). بر طبق بهترین مدلسازی‌ها برآورد شده که تا سال ۲۱۰۰ میلادی ممکن است گرمای زمین دو درجه افزایش یابد (مریانجی و همکاران، ۱۳۸۲: ۶۱). به‌طورکلی در حال حاضر در سطح جهان موضوع تغییر اقلیم نه تنها از دید اقلیمی بلکه از دیدگاه اجتماعی، اقتصادی و سیاسی نیز در حال مطالعه و بررسی است (کروی و همکاران، ۱۹۹۹: ۱۹۰۱) در این تحقیق منطقه‌ای که شامل چند نوع اقلیم گوناگون بود انتخاب و چگونگی تغییر روند گرما و بارش آن بررسی شد. هرچند که تغییر اقلیم و چگونگی تغییرات آن موضوعی است که حداقل نیاز به داده‌های چند صد ساله دارد ولی به علت محدودیت داده‌ها، ۹ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه که بیشترین داده‌های اقلیمی را داشتند انتخاب و تحقیق بر روی آن‌ها صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شمال غربی ایران است که بخش‌هایی از غرب و شمال را نیز شامل می‌شود. تغییرات روند گرما و بارش در این ناحیه بسیار با اهمیت است، به طوری که در سال‌های اخیر دریاچه ارومیه به عنوان یکی از زیست‌بوم‌های با ارزش کشور که در این منطقه قرار گرفته دچار بحران شدید شده و حتی در حال از بین رفتن است. در زمینه تغییر اقلیم و مباحث تغییر روند مطالعات زیادی صورت گرفته است. ویلسون و لتنامیر (۱۹۹۲: ۲۷۹۱)، کاتز و پارالانز (۱۹۹۳: ۲۳۳۹) و ولهیستر و همکاران (۱۹۹۳: ۱۲۷۸)، دریافتند که الگوهایی در چرخه جوی مثل فشار سطح دریا، تاثیر معنی داری بر روی بارش و روند تغییرات آن دارند. موریس و گراهام (۱۹۹۶: ۱۲۰۷) و چن و همکاران (۱۹۹۷: ۱۱۹۷) اواسط دهه ۱۹۷۰ را

نقطه تغییر در سری زمانی داده‌های بارش و گرما معرفی کردند. دلویس و همکاران (۲۰۰۰: ۱۴۵۱) و گنزال-هیدالگو (۲۰۰۱: ۸۴۳) نتیجه گرفتند که بارندگی‌های والنسیا در اسپانیا به طور معنی داری کاهش یافته است. پیکارتا و همکاران (۲۰۰۴: ۹۰۷۲) متوجه شدند که مقدار بارندگی در اسپانیا دارای روند منفی است و میانگین کاهش بارندگی در این ایستگاه‌ها در سی سال گذشته در حدود ۱۵۶ میلی‌متر بوده است. کاستیلو و همکاران (۲۰۱۰: ۵۳۱) متوجه شدند که در شمال مکزیک بارندگی و بارش‌های سیلابی در حال افزایش است. نجار و همکاران (۲۰۱۰: ۱) متوجه شدند که در خلیج چکسپیک در آمریکا تغییر  $CO_2$  باعث تغییر روند تعدادی از پارامترهای جوی شده است. جاوری (۱۳۸۰) به بررسی تغییرات گرما و بارش ایران با استفاده از آزمون‌های آماری پرداخت و نشان داد که تغییرات گرما و بارش در ایران تنوع چشمگیری داشته است و بر اساس تغییرات زمانی گرما و بارش، ایران را به ۵ پهنه تقسیم نموده است. روشنی (۱۳۸۲) به بررسی چند پارامتر اقلیمی مناطق ساحلی دریای خزر طی دوره‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۵ با استفاده از روش ناپارامتری من کندال پرداخت و نشان داد زمان شروع بیشترین تغییرات به صورت ناگهانی بوده است. کاویانی و عساکره (۱۳۸۲) تحلیل روند بارش در اصفهان را در یک دوره ۱۰۳ ساله با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری انجام دادند. مریانجی و همکاران (۱۳۸۲: ۶۱) مشاهده کردند که در همدان در ایستگاه نوژه از سال ۱۳۷۱ به بعد یک روند افزایش گرما وجود داشته و سالانه به طور متوسط ۰/۵۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. عزیززی و همکاران (۱۳۸۷: ۱۳) در بررسی تغییر اقلیم در سواحل جنوبی کشور متوجه شدند که زمان شروع بیشترین تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. همچنین در اکثر ایستگاه‌ها گرمای حداقل روند مثبت و گرمای حداکثر روند منفی داشته است. امیدوار و همکاران (۱۳۸۹: ۳۳) تعدادی از عناصر اقلیمی را در سواحل شمالی خلیج فارس بررسی کرده و متوجه شدند که تغییرات گرمای میانگین مشابه با روند تغییرات گرمای حداقل آن‌ها است و آنچه موجب افزایش گرمای میانگین ایستگاه‌های منطقه شده، بیشتر گرمای حداقل است. به طور کلی هدف این تحقیق مشخص نمودن روندهای موجود در میزان گرما و بارش غرب و شمال غرب کشور با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری است.

## داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق سعی شده تا با بررسی داده‌های سالانه گرما و بارش در غرب و شمال غربی کشور در یک دوره آماری ۴۶ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۵) و با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری روند تغییرات گرما و بارش بررسی شود. لذا پس از مشخص نمودن منطقه موردنظر شهرهایی که بیشترین آمار سالانه داشتند انتخاب و برای آن یک دوره آماری مشترک گرفته شد. منطقه مورد مطالعه غرب و شمال غربی کشور و تقریباً بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴-۴۰ درجه شمالی و ۴۴-۵۰ درجه طول شرقی است. از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه ۹ ایستگاه که دارای بیشترین دوره آماری بودند انتخاب شدند (جدول ۱)، سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و با روش‌های غیرپارامتری اسپیرمن و من کندال و روش‌های پارامتری پیرسون و تحلیل رگرسیون داده‌ها تحلیل شده و در ۳ گروه A با روند مثبت B با روند منفی و C بدون روند قرار گرفته، و با استفاده از نرم‌افزار Minitab و بر اساس روش سری‌های زمانی به پیش‌بینی روند آینده آن پرداخته شد (شکل ۲ تا ۱۹). در این تحقیق برای پیش‌بینی ادامه روند تغییرات تا سال ۲۰۲۰ میلادی از معادله خط رگرسیون<sup>۱</sup> استفاده شده است. در نهایت، با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis و پهنه‌بندی آماره‌های فوق، روند تغییرات را در تمام ایستگاه‌ها بررسی کرده تا تغییرات اقلیمی مناطق مذکور تعیین شود.

1.  $Y=a+bx$



شکل ۱: استان‌های مورد مطالعه

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

| ردیف | نام ایستگاه | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع (متر) |
|------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| ۱    | اراک        | ۴۹°۴۲'        | ۳۴°۰۵'        | ۱۷۵۵         |
| ۳    | ارومیه      | ۴۵°۰۲'        | ۳۷°۳۲'        | ۱۳۳۲         |
| ۴    | تبریز       | ۴۶°۱۷'        | ۳۸°۰۵'        | ۱۳۶۶         |
| ۵    | سنندج       | ۴۷°۰۰'        | ۳۵°۱۹'        | ۱۴۸۰         |
| ۶    | رشت         | ۴۹°۳۵'        | ۳۷°۱۶'        | -۱۰          |
| ۷    | زنجان       | ۴۸°۲۸'        | ۳۶°۴۰'        | ۱۶۵۰         |
| ۸    | کرمانشاه    | ۴۷°۰۴'        | ۳۴°۱۸'        | ۱۴۲۰         |
| ۹    | همدان       | ۴۸°۳۱'        | ۳۴°۴۱'        | ۱۸۵۰         |
| ۱۰   | قزوین       | ۵۰°۰۰'        | ۳۶°۱۶'        | ۱۲۹۰         |

ماخذ: سازمان هواشناسی کشور

## نتایج و بحث

پس از محاسبه آماره‌های من کندال، اسپیرمن، تحلیل رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون، معنی دار بودن این آماره‌ها در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد مورد آزمون قرار گرفت، و سپس نتایج زیر حاصل شد:

**بارندگی:** نتایج حاصل از آماره‌های بارندگی در هر چهار روش فوق تقریباً برابر بوده و دارای اختلاف ناچیزی است. ایستگاه‌های اراک، سنندج، رشت، زنجان، کرمانشاه، همدان و قزوین در هر چهار آماره در رده C یا بدون روند قرار گرفته‌اند. هر چهار روش فوق نشان می‌دهد در این ایستگاه‌ها طی سال‌های گذشته روندی وجود نداشته است. ایستگاه ارومیه در هر چهار روش فوق دارای روند منفی بوده و کاهش بارندگی را طی سال‌های گذشته نشان می‌دهد. کاهش بارندگی در این ایستگاه در سه روش پیرسون، من کندال و تحلیل رگرسیون با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و در روش اسپیرمن با ضریب اطمینان ۹۹ درصد مشخص شده است.

**گرما:** نتایج حاصل از هر چهار روش فوق در بررسی تغییرات گرما نوسان زیادتری نسبت به نتایج آماره‌های بارندگی دارد. از میان ۹ شهر مورد مطالعه چهار شهر اراک، زنجان، همدان و قزوین جز گروه C یا بدون روند قرار می‌گیرند و در هر چهار روش هیچ روندی را طی سال‌های مورد مطالعه نشان نمی‌دهند. شهرهای تبریز، رشت و کرمانشاه در هر چهار روش فوق دارای روند مثبت افزایش گرما بوده که این افزایش در هر چهار روش با ضریب اطمینان ۹۹ درصد مشخص شده است. در نهایت، نمایان است که در این ایستگاه‌ها طی سال‌های مورد مطالعه افزایش گرما رخ داده است. همچنین ایستگاه ارومیه در سه روش پیرسون، تحلیل رگرسیون و اسپیرمن جز گروه B یا دارای روند کاهشی گرما بوده است، با این تفاوت که در روش پیرسون و اسپیرمن کاهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داده شده است. به طور کلی آماره‌های آن نشان می‌دهد که گرما در این ایستگاه در حال سرد شدن است.

جدول ۲: تعیین روند تغییرات گرما در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

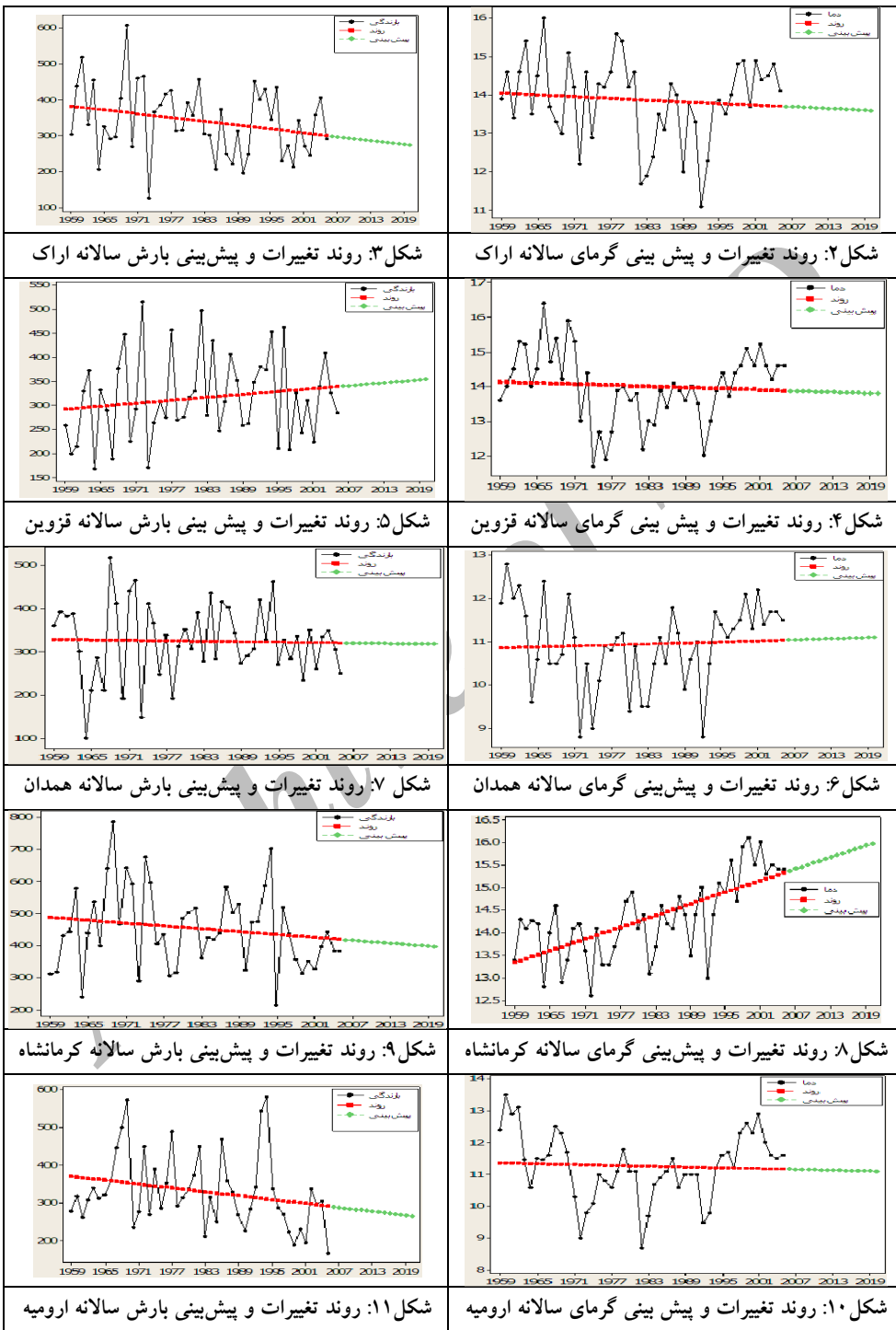
| شهر      | پیرسون | من-کندال | اسپیرمن | تحلیل رگرسیون |
|----------|--------|----------|---------|---------------|
| اراک     | C      | C        | C       | C             |
| اردبیل   | C      | C        | C       | C             |
| ارومیه   | B*     | C        | B*      | B             |
| تبریز    | A**    | A**      | A**     | A**           |
| سنندج    | C      | A*       | C       | C             |
| رشت      | A**    | A**      | A**     | A**           |
| زنجان    | C      | C        | C       | C             |
| کرمانشاه | A**    | A**      | A**     | A**           |
| همدان    | C      | C        | C       | C             |
| قزوین    | C      | C        | C       | C             |

\* معنی دار بودن در سطح ۹۵ درصد، \*\* معنی دار بودن در سطح ۹۹ درصد

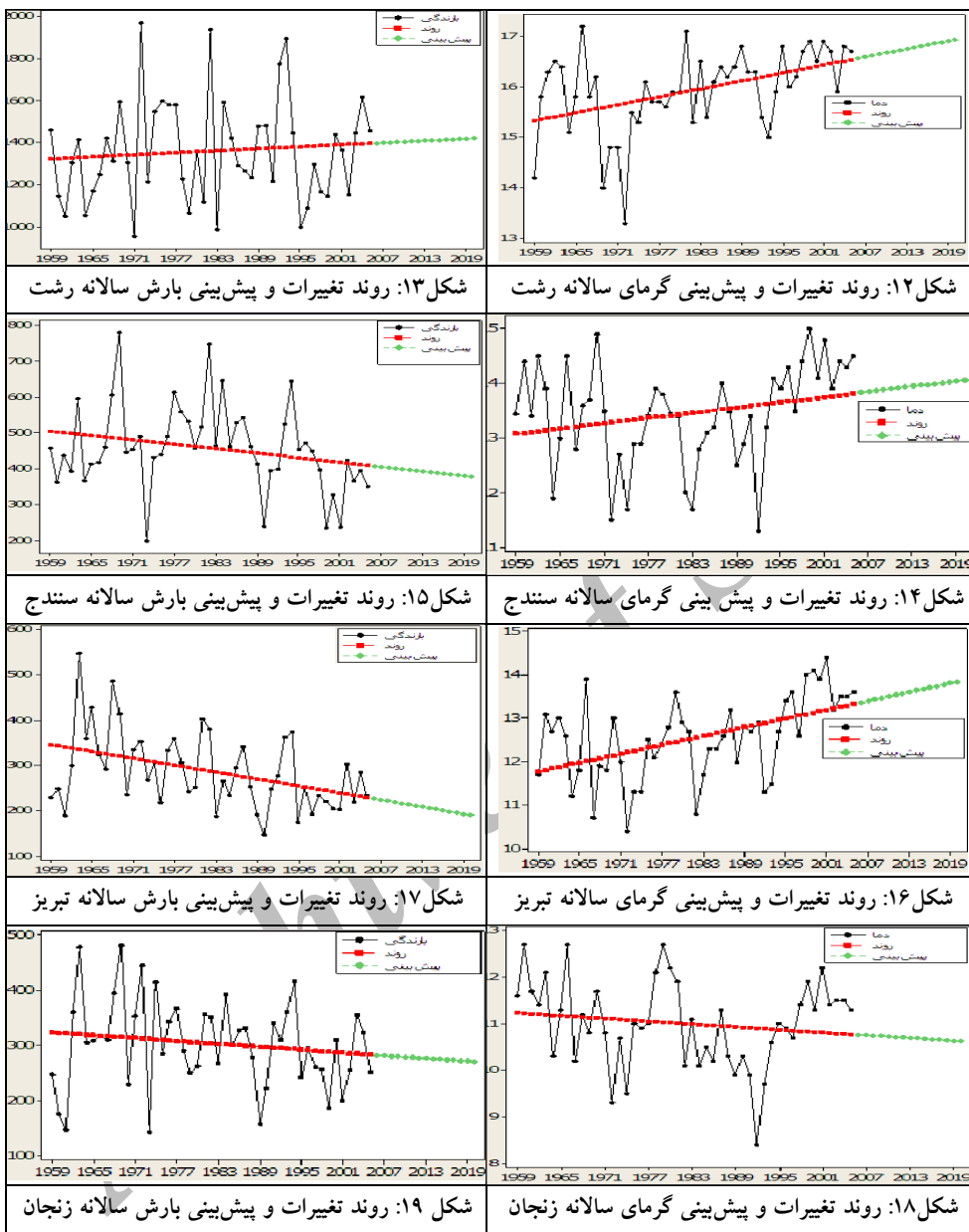
جدول ۳: تعیین روند میزان بارندگی در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

| شهر      | پیرسون | من-کندال | اسپیرمن | تحلیل رگرسیون |
|----------|--------|----------|---------|---------------|
| اراک     | C      | C        | C       | C             |
| اردبیل   | C      | C        | C       | C             |
| ارومیه   | B*     | B*       | B**     | B*            |
| تبریز    | B**    | B**      | B**     | B**           |
| سنندج    | C      | C        | C       | C             |
| رشت      | C      | C        | C       | C             |
| زنجان    | C      | C        | C       | C             |
| کرمانشاه | C      | C        | C       | C             |
| همدان    | C      | C        | C       | C             |
| قزوین    | C      | C        | C       | C             |

\* معنی دار بودن در سطح ۹۵ درصد، \*\* معنی دار بودن در سطح ۹۹ درصد



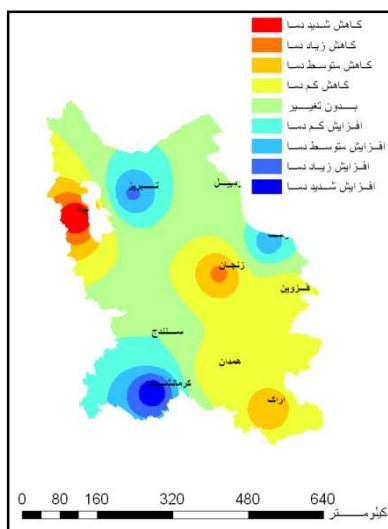




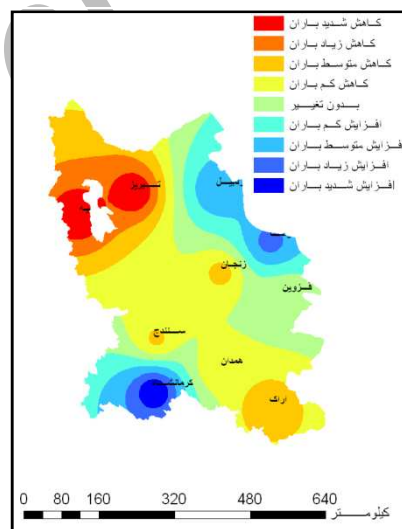
به طور کلی هر چهار روش فوق با اندکی اختلاف نتایج یکسانی را نشان می دهند. برای مشخص شدن نتایج حاصل از این پژوهش به بررسی جداگانه هر روش پرداخته شد.

## روش من - کندال

در این روش ایستگاه‌های کرمانشاه، رشت و تبریز دارای افزایش شدید گرماست (جدول شماره ۲). همچنین ایستگاه ارومیه دارای کاهش شدید گرما بوده، که این کاهش در جدول قابل تشخیص نیست (شکل ۲۱). ایستگاه‌های ارومیه و تبریز دارای کاهش شدید بارندگی بوده که در جدول ۳ تبریز با کاهشی در ضریب اطمینان ۹۹ درصد و ارومیه با کاهشی در ضریب اطمینان ۹۵ درصد مشخص شده است. همچنین با توجه به پهنه‌بندی آماره‌های فوق (شکل ۲۰) ایستگاه رشت دارای افزایش شدید بارندگی بوده اما در جدول ۳ جز گروه C یا بدون روند قرار گرفته است. به‌طور کلی بررسی آماره فوق نشان می‌دهد که بر اساس این روش شهرهای اراک، زنجان، همدان و قزوین در حال کاهش گرما بوده، که این کاهش در قزوین و همدان با سرعت کمتری صورت می‌گیرد.



شکل ۲۱: پهنه‌بندی آماره‌های گرما در روش من کندال

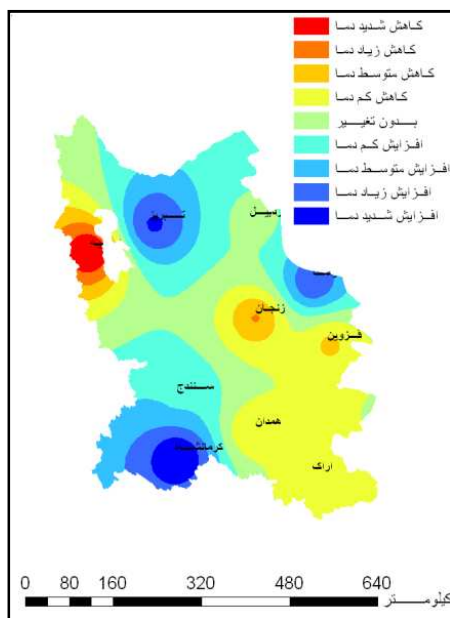


شکل ۲۰: پهنه‌بندی آماره‌های باران در روش من کندال

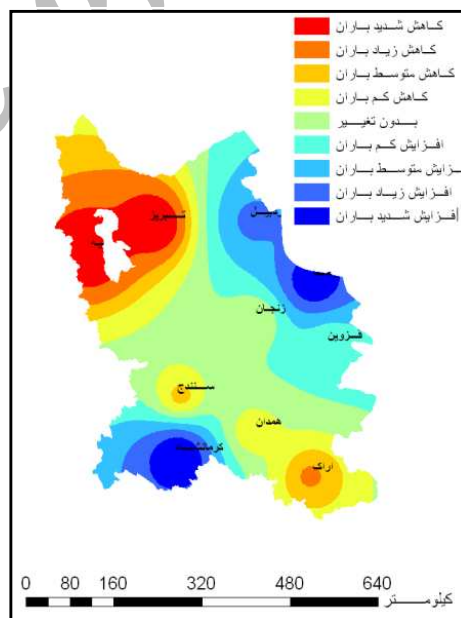
## روش اسپیرمن

در این روش ایستگاه‌های کرمانشاه، رشت و تبریز در حال افزایش گرما و گرم شدن شدید هستند (شکل ۲۲). البته سرعت گرم شدن در ایستگاه کرمانشاه شدیدتر است. همچنین در ایستگاه

ارومیه کاهش شدید گرما مشاهده می‌شود. با توجه به پهنه‌بندی آماره فوق، ایستگاه‌های زنجان، قزوین، همدان و اراک نیز در حال گرم شدن هستند و در آینده یک افزایش گرما را نشان می‌دهند. این افزایش در ایستگاه اراک کمتر از سایر ایستگاه‌ها است. در نهایت، می‌توان پیش‌بینی کرد که در آینده در شمال غربی کشور اغلب ایستگاه‌ها دارای یک روند کاهشی گرما خواهند بود. اما در بررسی آماره‌های بارندگی مشخص شد در منطقه مورد از سمت ایستگاه‌های تبریز و ارومیه کاهش بارندگی در حال پیشروی است و از سمت ایستگاه‌های کرمانشاه و رشت افزایش بارندگی در حال پیشروی است (شکل ۲۳). اما با توجه به کاهش سریعتر بارندگی از سمت شمال غربی منطقه مورد مطالعه، در نهایت در آینده اغلب ایستگاه‌های شمال غربی یک روند کاهش بارندگی را از خود نشان می‌دهند. به طوری که در حال حاضر سنندج، همدان، و اراک در حال کاهش بارندگی بوده و این کاهش در ایستگاه اراک با سرعت بیشتر و در همدان با سرعت کمتری است.



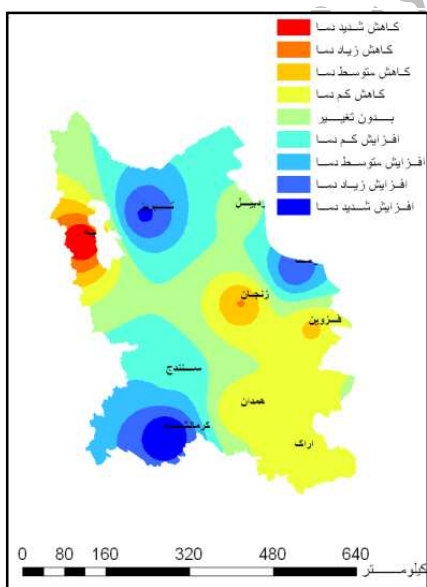
شکل ۲۳: پهنه‌بندی آماره‌های گرما در روش اسپیرمن



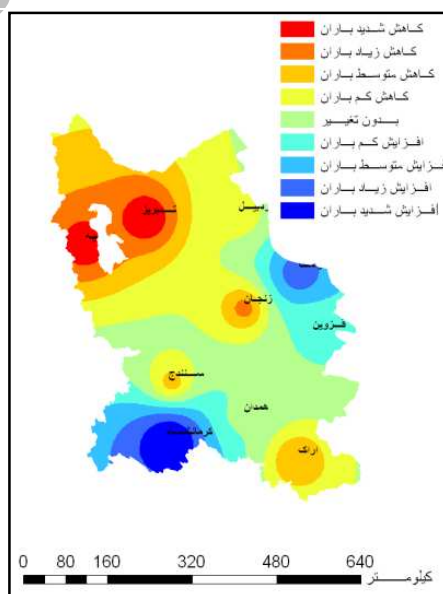
شکل ۲۴: پهنه‌بندی آماره‌های باران در روش اسپیرمن

## روش پیرسون

این آماره نشان می‌دهد که ایستگاه‌های تبریز، کرمانشاه و رشت افزایش گرما داشته‌اند، که این افزایش در ایستگاه رشت بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بوده است (شکل ۲۵). ایستگاه ارومیه کاهش شدید گرما را دارد. ایستگاه‌های زنجان، قزوین، همدان و اراک نیز در حال سرد شدن هستند که سرعت آن در ایستگاه‌های همدان و اراک کمتر و در ایستگاه زنجان بیشتر است. به‌طور کلی این روش یک افزایش گرما را برای شمال‌غربی کشور نشان می‌دهد. ایستگاه‌های تبریز و ارومیه در حال کاهش شدید بارندگی هستند (شکل ۲۴). در این آماره ایستگاه‌های کرمانشاه و رشت افزایش بارندگی را نشان می‌دهند. در صورتی که در جدول ۳ جز گروه C یا بدون روند قرار گرفته‌اند. که این افزایش در ایستگاه کرمانشاه شدیدتر است. همچنین ایستگاه‌های اراک، سنندج و زنجان در حال کاهش بارندگی بوده که این کاهش در ایستگاه زنجان سریعتر صورت می‌گیرد. ایستگاه قزوین در حال گرم شدن است. به‌طور کلی بر اساس این مدل می‌توان گفت که در آینده ایستگاه‌های شمال‌غربی یک کاهش بارندگی خواهند داشت (در این روش تمام ایستگاه‌هایی که دارای روند بودند در سطح ۹۵ درصد معنی دار بودند).



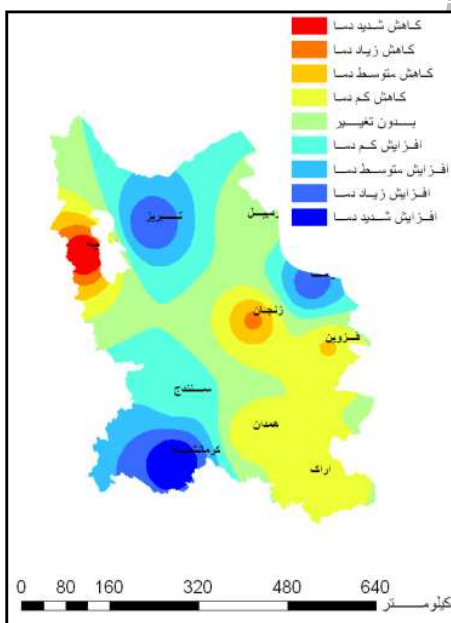
شکل ۲۵: پهنه‌بندی آماره‌های گرما در روش پیرسون



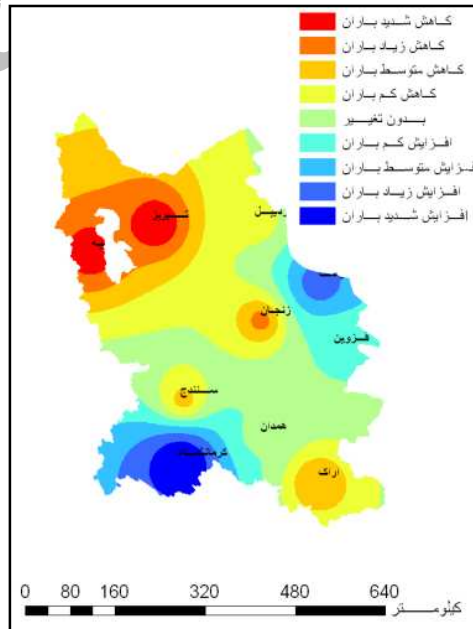
شکل ۲۴: پهنه‌بندی آماره‌های باران در روش پیرسون

## روش تحلیل رگرسیون

در این روش ایستگاه‌های کرمانشاه، تبریز و رشت دارای افزایش گرما بوده که این افزایش در ایستگاه کرمانشاه سریعتر است (شکل ۲۷). همچنین ایستگاه ارومیه یک روند کاهشی گرما را نشان می‌دهد. ایستگاه‌های اراک، زنجان، قزوین و همدان در حال کاهش گرما هستند، که این کاهش در ایستگاه اراک با سرعت کمتری رخ می‌دهد. ایستگاه سنندج نیز در حال گرم شدن می‌باشد. به‌طور کلی آنچه برای آینده شمال غربی نشان می‌دهد یک کاهش گرما در اغلب ایستگاه‌ها است. همچنین این روش افزایش بارندگی را در ایستگاه‌های کرمانشاه و رشت نشان می‌دهد (شکل ۲۶). این افزایش در کرمانشاه سریعتر است. همچنین تبریز و ارومیه دارای کاهش بارندگی هستند. بر اساس پهنه‌بندی آماره فوق ایستگاه‌های اراک، سنندج و زنجان در حال کاهش بارندگی بوده که سرعت این کاهش در زنجان بیشتر است. به‌طور کلی این روش نشان می‌دهد که در آینده در غرب و شمال غربی کشور یک روند کاهشی در بارندگی مشاهده می‌گردد که این روند از سمت شمال غربی منطقه در حال نفوذ است.



شکل ۲۷: پهنه‌بندی آماره‌های گرما در روش تحلیل رگرسیون



شکل ۲۶: پهنه‌بندی آماره‌های باران در روش تحلیل رگرسیون

## نتیجه‌گیری

با بررسی و مطالعه‌ای که بر روی عناصر گرما و بارش در غرب و شمال‌غربی کشور صورت گرفت مشخص شد این عناصر در طی دوره (۱۹۵۹-۲۰۰۵) تغییر کرده‌اند. این بررسی نشان داده که تغییر عناصر فوق یک نوسان کوتاه‌مدت و در نوع منفی و مثبت است. برای مثال شهرهای تبریز، رشت و کرمانشاه در هر چهار روش فوق افزایش گرما و شهرهای ارومیه و تبریز در هر چهار روش کاهش بارندگی دارند. بنابراین تغییر در روند عناصر گرما و بارش نشان دهنده تغییر اقلیم ایستگاه‌های منطقه است.

به طور مجزا نتایج حاصل از این پژوهش به شرح زیر می‌باشند:

**روش من - کندهال:** ایستگاه‌های رشت، تبریز و کرمانشاه در حال گرم شدن و ایستگاه ارومیه در حال سرد شدن هستند. ایستگاه رشت در حال افزایش بارندگی و ایستگاه‌های اراک، زنجان، همدان و قزوین در حال کاهش بارندگی هستند.

**روش اسپیرمن:** ایستگاه‌های اراک، تبریز، رشت، زنجان، همدان و قزوین در حال گرم شدن و ایستگاه ارومیه در حال سرد شدن هستند. ایستگاه‌های ارومیه، تبریز، رشت و کرمانشاه در حال افزایش بارندگی و ایستگاه‌های اراک، سنندج و همدان در حال کاهش بارندگی هستند.

**روش پیرسون:** ایستگاه‌های رشت و کرمانشاه در حال گرم شدن و ایستگاه‌های اراک، زنجان، همدان و قزوین در حال سرد شدن هستند. ایستگاه‌های رشت و کرمانشاه در حال افزایش بارندگی و ایستگاه‌های اراک، ارومیه، تبریز، زنجان و سنندج در حال کاهش بارندگی هستند.

**روش تحلیل رگرسیون:** ایستگاه‌های رشت و کرمانشاه در حال افزایش گرما و ایستگاه‌های اراک، ارومیه، زنجان، همدان و قزوین در حال کاهش گرما هستند. ایستگاه‌های رشت و کرمانشاه در حال افزایش بارندگی و ایستگاه‌های اراک، ارومیه، تبریز، زنجان و سنندج در حال کاهش بارندگی هستند.

نمودارهایی که از سری‌های زمانی تهیه شده (شکل‌های ۲-۱۹) به شرح زیر است:

ایستگاه‌های اراک، ارومیه، زنجان و قزوین روند منفی گرما و شهرهای تبریز، سنندج، رشت، همدان و کرمانشاه روند مثبت گرما دارند. ایستگاه‌های اراک، ارومیه، تبریز، زنجان، سنندج

و کرمانشاه روند منفی بارندگی، ایستگاه‌های رشت و قزوین روند مثبت بارندگی و ایستگاه همدان بدون روند هستند.

به‌طور کلی تغییر روندهایی در میزان بارندگی و گرمای ایستگاه‌ها وجود دارد که نشان می‌دهد عواملی سبب شده تا چرخه طبیعی این محیط‌ها به هم خورده و روندهای گرما یا بارندگی تغییر کند. برای مثال ایستگاه رشت و کرمانشاه میزان بارندگی و گرما هر دو افزایش یافته که این خود می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی خاصی را در منطقه ایجاد کند. لذا تغییرات زیست‌محیطی که در سال‌های اخیر در این ناحیه رخ داده است مثل کم آب شدن دریاچه ارومیه نباید دور از انتظار باشد.

Archive of SID

## کتاب‌شناسی

۱. امیدوار، کمال و خسروی، یونس (۱۳۸۹)، بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون کندال، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳۸؛
۲. جاروی، مجید (۱۳۸۰)، تغییرات گرما و بارش در ایران، پایان‌نامه دکترای جغرافیا، دانشگاه تهران؛
۳. جهادی طرقي، مهناز (۱۳۷۸)، تعیین روند تغییرات گرما و بارش شهر مشهد طی دوره آماری ۱۹۵۱-۹۴، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۵، ۵۴؛
۴. خردادی، محمدجواد، اسلامیان، سید سعید و عابدی کوپایی، جهانگیر (۱۳۸۶)، بررسی روند پارامترهای هواشناسی در چند منطقه از ایران، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب؛
۵. خسروی، محمود، جاودانی خلیفه، ناصر و محمدینا قرانی، سهراب (۱۳۸۲)، بررسی انطباق سری‌های زمانی گرمای مشهد با تغییرات و نوسانات دمی کره زمین، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان؛
۶. خلیلی، علی (۱۳۷۶)، طرح جامع آب کشور، جلد چهارم، مطالعات هواشناسی وزارت نیرو؛
۷. خلیلی، علی (۱۳۷۸)، تحلیل سه بعدی درجه، روزهای گرمایش و سرمایش در گستره ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی - شماره ۵۵ و ۵۴؛
۸. رستمیان، حمید (۱۳۷۵)، بررسی تغییرات سواحل جنوبی دریای خزر (با تأکید بر گرما و بارش)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران؛
۹. روشنی، محمود (۱۳۸۲)، بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تهران؛
۱۰. عزیززی، قاسم و روشنی، محمود (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴؛
۱۱. کاویانی، محمدرضا و عساکره، حسین (۱۳۸۲)، بررسی روند بلندمدت بارش سالانه اصفهان، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان؛
۱۲. مریانجی، زهره و برهانی، رضا (۱۳۸۲)، بررسی روند تغییرات گرما در همدان، سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، شماره ۴۷؛



۱۳. محمدی، حسین و تقوی، فرحناز (۱۳۸۴)، روند شاخص‌های حدی گرما و بارش در تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳؛
۱۴. هدایتی، اکرم (۱۳۸۲)، تحلیلی بر تغییرات تاریخ شروع بارش و روند آن در تهران، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان؛
15. Ahmad, A and A. Table, (2007), Statistical Analysis of Recent Changes in Relative Humidity in Jordan, American journal of Enviromental sciences. 32, pp. 75-77;
16. Brito-Castillo, l., Vivoni, E.R, Gochis, D.J., Filonov, A., Tereshchenko, I., Monzon, C, (2010), An anomaly in the occurrence of the month of maximum precipitation distribution in northwest Mexico, Journal of Arid Environments 74. 531-539;
17. Brutsaert, W. and M. B. Parlange, (1998), Hedrologic cycle explains thr evaporation paradox, J. climatology, Vol. 20 pp. 369-376;
18. 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;
19. 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;
20. Golubev, V. , J. Lawrimore, P. Groisman, N. Speranskaya, S. Zhuravin, M. Menne, T. Pterson, and R. Malone, (2001), Evaporation changes over the contiguous United States and the former UDD. A reassesment, Geophys. Res. Lett., 28, pp. 2665-668;
21. 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;
22. Ghahreman bijan, (2006), Time trend in the mean annual temperature of Iran .Turk J Agric For, 30 pp. 439-448;
23. Honika KP, (1998), Mean global surface pressure series evaluated from ECMWF reanalysis data. J. Meteorol Soc 124551 pp. 2291-2297;
24. Jun Asanuma. H Kamimera, (2003), Long-term Trends of the Pan Evaporation as an Index of the Global Hydrological Change. J. Coastal Res. 19 pp. 364-375;
25. Jhajharia D. ,Shrivastava. S. K. , Sarka. D. r, Sarkar. S, (2009), temporal characteristics of pan evaporation trends under the humid conditions o f northeast India. Agric. For. Meteorol. 149 pp. 763-770;

26. 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;
27. Lawrimore, J. , and T. Peterson, (2000), Pan evaporation trends in dry and humid regions of the United States *J. Hydrometeo*, 14 pp. 18-31;
28. Lettenmaier, D. P. , Wood and J. R. Wallis, (1994), Hydro climatological Trends in the contintal United States, 1948\_88. *J. Climate*, 7 pp. 586-607;
29. 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;
30. Najjar, Raymond G. , Pyke, Christopher R. , Adams. Mary Beth , Breitburg. Denise. , Hershner, Carl. , Kemp, Michael. , Howarth, Robert. , Margaret, R. , Mulholland. , Paolisso, Michael. , Secor, David. , Sellner, Kevin. , Denice, Robert Woodm, 2010, Potential climate-change impacts on the Chesapeake Bay, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86. 1-20;
31. Peterson, T., V .Golubev, and P. Groisman,( 1995), Evaporation losing its strength, *Nature. Climatol* 377, 687;
32. 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;
33. Roderick, M., and G. Farquhar, (2002), The cause of decreased pan evaporation over the past 50 years. *Science*, 298 pp. 1410-1411;
34. Tonkaz T.,Cetin M. , Tulucu K,( 2007), The impact of water resources development projects on water vapor presseure trends in a semi-arid region. Turkey. *J. climatic change* 82 pp. 195-209;
35. Varshavian V. , Ghahreman N. , Khalili A. , and Hajam S, (2007), Evaluation of changes in climates of temperature in several climatic regions of iran. *Proc international Conference on Environmental Informatic, Thailand*;
36. Wilson, L. L, Lettenmaier, DP, (1992), A Hieararcal Stochical Model of Large Scale Atomospheric Circulation Patterns and Multiple Station Daily Precipitation, *journal of Geographical Research*. 1-97(Ds):2791-2809;
37. 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.