

بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران

- ❖ **مریم آذرخشی**؛ استادیار مجتمع آموزش عالی تربت حیدریه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
- ❖ **جلیل فرزادمههر**؛ استادیار مجتمع آموزش عالی تربت حیدریه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
- ❖ **مهدی اصلاح**؛ دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه مازندران
- ❖ **حسین صحابی**؛ مربی مجتمع آموزش عالی تربت حیدریه، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

چکیده:

تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات رفتار اقلیمی یک منطقه در مقایسه با رفتاری که در طول یک دوره زمانی بلندمدت منطقه از اطلاعات ثبت و مشاهده شده مورد انتظار است. در مناطق مختلف دنیا، مطالعات زیادی درباره تغییر اقلیم انجام شده که نتایج آن‌ها نشان‌دهنده تغییر عوامل اقلیمی، به‌ویژه بارش و دما، است. در این مطالعه، روند تغییرات فصلی و سالانه بارش و دما در سطح کشور در ۲۴ ایستگاه سینوپتیک با آمار پنجاه‌ساله (۱۹۵۶ - ۲۰۰۵) انجام شد. از روش من کندال و رگرسیون خطی برای نشان‌دادن روند تغییرات در پارامترهای اقلیمی مورد مطالعه استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد ترکیبی از روندهای افزایشی و کاهش‌ی در داده‌های بارش سالانه مناطق مختلف کشور دیده می‌شود. روند تغییرات بارش سالانه در دامنه شمالی البرز و دامنه‌های غربی زاگرس منفی است، در بخش‌های مرکزی ایران مثبت، در مناطق شرقی و جنوب شرقی منفی، و در بخش‌های جنوبی کشور مثبت. روند تغییرات دما در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که در بیشتر آن‌ها این روند مثبت است. بیشترین تغییرات در دمای متوسط تابستان مشاهده شد و کمترین تغییرات دما در فصل زمستان. ایستگاه‌های اهواز و خرم‌آباد در فصول سال به سمت سردتر شدن پیش می‌روند. ایستگاه ارومیه در فصول پاییز و تابستان روند منفی دارد و ایستگاه‌های شهرکرد و بندرعباس در فصول تابستان و زمستان به سمت سردتر شدن پیش می‌روند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، روند، روش من کندال، روش رگرسیون خطی، ایران.

مقدمه

متغیرهای هیدرولوژیکی و اقلیم‌شناسی پیدا و به دو نوع تقسیم شوند: شکستگی‌های ناگهانی^۲؛ روند یکنواخت و دارای جهت^۳. چنانچه سری زمانی داده‌های هیدرولوژی به صورت یکنواخت سیر صعودی یا نزولی داشته باشند، می‌گوییم که داده‌ها دارای روند اند.

Karl et al (1997). بر آن‌اند که در مقیاس جهانی دما افزایش می‌یابد، بنابراین، تبخیر بیشتر و به بارش بیشتر منجر خواهد شد. آنالیز داده‌های دما در بسیاری از مناطق دنیا تغییرات مهمی در مقادیر حد نشان داده‌اند. متوسط دمای سطح زمین در طی قرن بیستم در حدود ۰/۶ درجه سانتیگراد افزایش یافته و در بسیاری از مناطق گرم‌شدن معنی‌دار هوا در طی پنجاه سال اخیر تجربه شده است (Folland et al., 2001). این گرم‌شدن ممکن است، از نظر مکانی و زمانی، یکنواخت نباشد، اما این پروژه‌ای مستمر است و با بیشتر پدیده‌های اقلیمی همراه می‌شود. مطالعات زیادی درباره تغییر اقلیم منطقه‌ای در بعضی از کشورهای جنوب غرب آسیا، مثل بحرین (Abdu & Elagib, 1997) سوریه Geerken (& Evans, 2004)، و منطقه عربی (et al., 2002) انجام شده است. نتایج این مطالعات به وضوح نشان می‌دهد که تغییر اقلیم در این مناطق نتیجه آثار انسان بر روی اکوسیستم است. et al. Jiangping (2002) از متغیرهای اقلیمی برای بیان تغییر اقلیم در چین استفاده کردند و نشان دادند که متوسط بارش، دمای هوا، تبخیر تعرق، ساعات آفتابی، و سرعت باد سالانه در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه کاهش یافته بود، در حالی که بارش سالانه و متوسط رطوبت نسبی افزایش کمی داشتند. در پژوهشی et al., Ke-Sheng Cheng (2005)، در تایوان، مشخص شد تعداد کل روزهای غیربارانی سال و تعداد روزهای غیربارانی متوالی سال در کل مناطق شمالی و جنوبی تایوان افزایش یافته بود که باعث گسترش دوره‌های خشک شده است.

تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات رفتار اقلیمی یک منطقه در مقایسه با رفتاری که در طول یک دوره زمانی بلندمدت منطقه از اطلاعات ثبت و مشاهده‌شده مورد انتظار است. (Alizadeh, 2010) در ۱۵۰۰ سال گذشته، زمین چندین بار شاهد روند سرد و گرم‌شدن بوده و این روندها آثار عمده‌ای بر زندگی انسان گذاشته است (Ibid). تا کنون، تغییر اقلیم ناشی از عوامل طبیعی بوده، اما در سال‌های اخیر، علاوه بر عوامل طبیعی، عامل دیگری نیز به روند تغییر اقلیم کمک کرده است و آن چیزی نیست جز عامل انسانی (Ibid). آثار تغییر اقلیم، در مقیاس جهانی، شامل تخریب لایه ازن، ذوب یخچال‌ها، بالا آمدن سطح اقیانوس‌ها، و تغییر در اکوسیستم‌ها، به دلیل تغییر میزان دما و بارش، است. آثار تغییر اقلیم در سطح حوزه آبخیز بر تولیدات کشاورزی، وقوع سیلاب‌ها، خشک‌سالی‌ها، تغییر الگوی مصرف آب، جریان آب رودخانه‌ها، انرژی هیدروالکتریکی، و ... است. افزایش دمای سطح زمین و تغییر مقدار بارش باعث وقوع سیل در بعضی مناطق و خشک‌سالی در مناطق دیگر می‌شود، زیرا تغییر طولانی در چرخه هیدرولوژیکی، به علت افزایش دما (تبخیر بیشتر، ذوب یخ‌ها، و بارش‌های با شدت بیشتر)، به وقوع سیلاب‌های بیشتر منجر می‌شود. در پی تغییر اقلیم و گرم‌شدن زمین خشک‌سالی نیز بیشتر خواهد شد.

یک سری زمانی مجموعه مشاهداتی است که بر حسب زمان مرتب شده باشد. بسیاری از پارامترهای هواشناسی، که در طول زمان برداشت می‌شوند، سری زمانی تشکیل می‌دهند. فرایندهای هیدرولوژیکی عموماً فرایندهای ایستا^۱ شناخته می‌شوند. اما، مطالعات جدید نشان داده که بسیاری از سری‌های زمانی هیدرولوژیکی روند و تغییرپذیری بلندمدت دارند که شاید ناشی از تأثیر عوامل انسانی یا ویژگی‌های طبیعی آب و هوای کره زمین باشد. روندها ممکن است در سری‌های زمانی

1. stationary
2. step change
3. monotonic trend

جهت این تغییرات در بخش‌های مختلف می‌تواند در آینده در تصمیم‌گیری برای مدیریت آب و تخصیص آن به جنبه‌های مختلف کاربری نقش مهمی داشته باشد. در این مطالعه، روند تغییرات فصلی و سالانه بارش و دما در سطح کشور بررسی شده است.

روش‌شناسی

منطقه مورد مطالعه

ایران با مساحتی حدود ۱۶۴۵۰۰۰ کیلومتر مربع بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی قرار دارد. حدود دو سوم سطح کشور را اقلیم خشک و نیمه‌خشک فراگرفته است. حداقل بارندگی سالانه در کویر لوت چند میلی‌متر و یا حتی در بعضی سال‌ها صفر است و حداکثر آن در بندرانزلی و بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر در سال است. از نظر پراکنش زمانی نیز، بیشترین مقدار بارندگی در فصل سرد سال است که در ارتفاعات البرز و زاگرس به صورت برف نازل می‌شود. به طور عمده، بارندگی‌ها مربوط به جبهه‌های سرد سیبری و جبهه‌های موسمی در جنوب است. بیشترین مقدار بارندگی در شیب شمالی البرز است که تحت تأثیر جبهه مدیترانه‌ای واقع می‌شود. در ناحیه مرکزی و جنوبی، که فاقد ارتفاعات کافی‌اند و در پناه رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس قرار می‌گیرند، بارندگی کم هست و مناطق خشک و بیابانی در آنجا به وجود می‌آید. متوسط بارندگی کشور تقریباً ۲۴۰ میلی‌متر در سال است که پراکنش نامنظمی در سطح کشور دارد.

از نظر پستی و بلندی، ایران از جلگه‌های پست همتراز دریا و حتی پایین‌تر از آن (بندرانزلی) تا نواحی کوهستانی به ارتفاع بیش از ۵۵۰۰ متر تشکیل شده است. ایران، به علت پانزده درجه اختلاف عرض جغرافیایی، که بین جنوبی‌ترین و شمالی‌ترین نقطه آن وجود دارد و همچنین به علت چین‌خوردگی‌ها و پستی و بلندی‌های زیادی که در سطح آن به چشم می‌خورد، دارای اقلیم‌های مختلفی است. علاوه بر این دو عامل، ترکیب توده‌های هوایی - که از سرزمین‌های مختلف

(Akinremt & Mc Ginn (2001) در مطالعه روند تغییرات مکانی و زمانی بارش در کانادا، افزایش معنی‌داری در مقدار و تعداد روزهای بارانی مشاهده کردند. همچنین، افزایش بارش و تعداد بارش‌ها در همه بخش‌های مورد مطالعه یکنواخت نبود. Hennessey et al. (1999) در تجزیه و تحلیل بارش فصلی استرالیا نشان دادند تغییرات معنی‌داری در فراوانی وقوع حوادث اقلیمی شدید وجود دارد، اما بزرگی و سطح معنی‌داری آن بسته به فصل و منطقه تغییر می‌کند. Vincent et al. (2005) در بررسی تغییر دماهای حداقل و حداکثر روزانه در امریکای جنوبی نشان دادند که در شاخص‌های بر اساس دمای حداکثر سالانه تغییرات ثابتی وجود ندارد، در حالی که روند معنی‌داری در شاخص‌های حداقل دمای روزانه دیده می‌شود. ایستگاه‌های با روند معنی‌دار در نزدیکی سواحل شرقی و غربی امریکای جنوبی قرار گرفته‌اند. مطالعات انجام‌شده در آرژانتین (Barrucand & Rusticci (2004 نشان‌دهنده روند منفی تعداد شب‌های سرد و روزهای گرم است، در حالی که تعداد شب‌های گرم و روزهای سرد در بیشتر طول تابستان در بعضی مناطق افزایش یافته بود.

در آنالیز روند تغییرات بارش توسط Boroujerdy و Katirae (2008)، در ایران، طی یک دوره چهل‌ساله، نشان داده شد بارش سالانه در ایستگاه‌های واقع در غرب و جنوب شرق کشور روند کاهشی داشته است و در بقیه مناطق در بیشتر ایستگاه‌ها روند افزایشی.

در مطالعه تغییرات مکانی و زمانی بارش سالانه و حداکثر ۲۴ ساعته در ایران (Modarres, 2009) و Sarhadi & (مشخص شد بارش سالانه در ۶۷ درصد ایستگاه‌ها کاهش یافته، در صورتی که حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ۵۰ درصد ایستگاه‌ها افزایش یافته است. روند منفی بارش سالانه عمدتاً در مناطق شمالی و شمال غربی مشاهده شد، در حالی که روند مثبت بارش حداکثر ۲۴ ساعته عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران اتفاق افتاده است. به علت تغییرپذیری زیاد مکانی و زمانی بارش در اقلیم‌های مختلف آب و هوایی ایران تعیین

دیگر، و وجود صحراهای خشک عربستان و آفریقا در جنوب غربی و دشت بزرگ سیبری در شمال شرقی عمیقاً در نوع توده‌های هوایی که به ایران می‌رسد مؤثرند. در بخش جنوبی کشور میانگین درجه حرارت

سرچشمه گرفته‌اند و روی فلات ایران به هم برخورد می‌کنند - یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده آب و هوایی ایران به شمار می‌رود. مجاورت با دریای عمان و خلیج فارس، از یک طرف، و تأثیر دریای مدیترانه، از طرف

جدول ۱. خصوصیات ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	اقلیم آمبروزه	بارش ماهانه (mm)	حداکثر دمای مطلق (C°)	حداقل دمای مطلق (C°)	متوسط دما (C°)	توسط حداکثرهای دمای (C°)	متوسط حداقل‌های دمای (C°)
بم	۲۹ ۰۶	۵۸ ۲۱	۱۰۶۶/۹	بیابانی گرم خفیف	۶۱/۳	۴۷/۶	-۲۲	۲۲/۹	۲۹/۲	۱۶/۶
یزد	۳۱ ۵۴	۵۴ ۱۷	۱۲۳۷/۲	خشک سرد	۶۰/۱	۴۵/۶	-۲۹	۱۹/۱	۲۶/۵	۱۱/۷
زاهدان	۲۹ ۲۸	۶۰ ۵۳	۱۳۷۰	خشک سرد	۸۸/۱	۴۳	-۳۵	۱۸/۴	۲۶/۷	۱۰/۱
اصفهان	۳۲ ۳۷	۵۱ ۴۰	۱۵۵۰/۴	خشک سرد	۱۱۸/۶	۴۳	-۳۲/۴	۱۶/۳	۲۳/۳	۹/۳
بندرعباس	۲۷ ۱۳	۵۶ ۲۲	۹/۸	مرطوب گرم	۱۸۲/۵	۵۱	-۱۳	۲۷	۳۲/۱	۲۱/۸
کرمان	۳۰ ۱۵	۵۶ ۵۸	۱۷۵۳/۸	خشک سرد	۱۴۸/۷	۴۲	-۴۳	۱۵/۶	۲۴/۶	۶/۷
بیرجند	۳۲ ۵۲	۵۹ ۱۲	۱۴۹۱	خشک سرد	۱۷۰/۷	۴۴	-۳۴/۵	۱۶/۵	۲۴/۵	۸/۴
اهواز	۳۱ ۲۰	۴۸ ۴۰	۲۲/۵	بیابانی گرم میانه	۲۲۹	۵۴	-۲۰	۲۵/۳	۳۲/۹	۱۷/۷
شاهرود	۳۶ ۲۵	۵۴ ۵۷	۱۳۴۵/۳	خشک سرد	۱۶۰/۲	۴۲	-۲۷	۱۴/۶	۲۰/۷	۸/۶
سبزوار	۳۶ ۱۲	۵۷ ۴۳	۹۷۷/۶	خشک سرد	۱۹۰/۵	۴۵/۵	-۳۳	۱۷/۴	۲۴/۲	۱۰/۶
بوشهر	۲۸ ۵۹	۵۰ ۵۰	۱۹/۶	مرطوب گرم	۲۷۷/۵	۵۰	-۱۴	۲۴/۶	۲۹/۶	۱۹/۵
تهران	۳۵ ۴۱	۵۱ ۱۹	۱۱۹۰/۸	خشک سرد	۲۳۲/۵	۴۳	-۲۸	۱۷/۳	۲۲/۷	۱۲
مشهد	۳۶ ۱۶	۵۹ ۳۸	۹۹۹/۲	خشک سرد	۲۵۴/۲	۴۳/۸	-۴۱	۱۴/۲	۲۱/۲	۷/۱
شیراز	۲۹ ۳۲	۵۲ ۳۶	۱۴۸۴	نیمه‌خشک سرد	۳۳۵/۹	۴۳/۲	-۲۷	۱۷/۷	۲۵/۶	۹/۸
تهریر	۳۸ ۰۵	۴۶ ۱۷	۱۳۶۱	نیمه‌خشک سرد	۲۸۷/۸	۴۲	-۳۸	۱۲/۵	۱۸	۷
اراک	۳۴ ۰۶	۴۹ ۴۶	۱۷۰۸	نیمه‌خشک سرد	۳۴۱/۸	۴۴	-۴۳/۵	۱۳/۹	۲۰/۷	۷
شهرکرد	۳۲ ۱۷	۵۰ ۵۱	۲۰۴۸/۹	نیمه‌خشک سرد	۳۲۳/۳	۴۲	-۴۵/۴	۱۱/۸	۲۰/۲	۳/۴
ارومیه	۳۷ ۵۲	۴۵ ۰۵	۱۳۱۵/۹	نیمه‌خشک سرد	۳۳۴/۱	۳۸	-۳۵/۸	۱۱/۴	۱۷/۶	۵/۲
خرم‌آباد	۳۳ ۲۶	۴۸ ۱۷	۱۱۴۷/۸	نیمه‌مرطوب سرد	۵۰۵/۷	۴۷	-۲۷/۶	۱۷/۲	۲۵/۳	۹/۱
کرمانشاه	۳۴ ۲۱	۴۷ ۰۹	۱۳۱۸/۶	نیمه‌مرطوب سرد	۴۵۴/۵	۴۴/۱	-۴۰	۱۴/۳	۲۲/۷	۵/۹
گرگان	۳۶ ۵۱	۵۴ ۱۶	۱۳/۳	مرطوب معتدل	۶۲۲/۴	۴۵	-۲۳	۱۷/۷	۲۲/۸	۱۲/۷
رامسر	۳۶ ۵۴	۵۰ ۴۰	-۲۰	خیلی مرطوب	۱۲۲۴/۲	۳۸	-۲۳	۱۶	۱۹/۴	۱۲/۶
رشت	۳۷ ۱۵	۴۹ ۳۶	-۶/۹	خیلی مرطوب	۱۳۵۹/۱	۴۰	-۳۲	۱۵/۹	۲۰/۶	۱۱/۳
بندر انزلی	۳۷ ۲۸	۴۹ ۲۸	-۲۶/۲	خیلی مرطوب	۱۸۵۵/۹	۳۷	-۲۴	۱۶/۲	۱۹/۲	۱۳/۲

در این مطالعه از روش من کندال و رگرسیون خطی برای نشان دادن روند تغییرات در پارامترهای اقلیمی مورد مطالعه استفاده شده است. در آزمون من کندال هر مقدار در سری زمانی، پیوسته و پشت سر هم، با بقیه مقادیر سری مقایسه می‌شود. برای آزمون من کندال نخست باید مقدار S را، که جمع همه شمارش‌ها را نشان می‌دهد، مشخص کرد.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n \text{sgn}(X_k - X_i)$$

که در آن X_k و X_i مقادیر پشت سر هم سری زمانی‌اند. n طول دوره آماری، و $\text{Sgn}(\theta)$ نیز برابر است با ۱، صفر، و -۱. اگر θ به ترتیب بزرگ‌تر از صفر برابر یا کوچک‌تر از صفر باشد، نتیجه آزمون Z بر اساس رابطه زیر ارزیابی می‌شود:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \rightarrow S > 0 \\ 0 \rightarrow S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \rightarrow S < 0 \end{cases}$$

که در آن $\text{Var}(s)$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right]$$

که tp تعداد مقادیر مشابه برای مقدار P ام و q تعداد مقادیر مشابه در سری است.

در این بررسی سطوح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد و در بعضی موارد ۱۰ درصد مورد استفاده قرار گرفته است. روند مثبت یا منفی تغییرات متغیرهای مورد مطالعه یا بدون روند معنی‌دار در هر ایستگاه مشخص شد و، در نهایت، با استفاده از GIS و روش میان‌یابی پهنه‌های دارای روند مثبت یا منفی یا بدون روند مشابه مشخص شده است.

روش رگرسیون برای بررسی نوع رابطه بین متغیرهاست. در این روش رابطه بین متغیرها به صورت

بین ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد و حتی از آن بیشتر و در بخش شمالی، به طور کلی، ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتیگراد است (Alizadeh, 2010).

داده‌های مورد مطالعه

در این مطالعه از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور استفاده شد و، پس از بررسی طول دوره آماری موجود ایستگاه‌ها، ۲۴ ایستگاه با آمار پنج‌ساله (۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵) انتخاب شد. نواقص آماری داده‌ها با روش همبستگی و نسبت نرمال برآورد شد. در جدول ۱ خصوصیات ایستگاه‌های مورد بررسی ارائه گردیده است. داده‌های مورد مطالعه شامل بارش سالانه و فصلی، دمای متوسط، متوسط حداقل‌های دما، متوسط حداکثرهای دما، حداقل مطلق دما، و حداکثر مطلق دما در مقیاس زمانی سالانه و فصلی است.

روش تحقیق

برای بررسی وجود روند در سری‌های آماری، معمولاً از روش‌های پارامتری و ناپارامتری استفاده می‌شود. از رگرسیون خطی، به طور وسیعی، برای پیدا کردن رابطه طولانی مدت روند استفاده شده است (Sahai, 1998) ، (Rupakumar & Brunetti, al et, 2000, Kaiser), (1988, Hingane & Pielke, al et, 2000), (2003, Englehart & Douglas), (2002, Malmgren), (2004, Qian & Lin), (2005, Rio et al., 2005), (Dhorde & Gadgil, 2005), (Silva, 2004) و (al Hameed et, 1979).

روش من کندال یکی دیگر از روش‌های آماری است که اقلیم‌شناسان معاصر برای تعیین روند از آن استفاده کرده‌اند (Brunetti et al., 1997) ، (Kadiglu, 1997) ، (Glowicki & Saligner, 2001) ، (2000, Glowicki & Wibig, 2002) ، (2002, Glowicki & Wibig, 2002) ، (Lu, Domoroos, 2005) & (El-Tantam, Gadgil, 2005) ، (Gadgil & Dhorde 2005) ، (Tomozeiu et al., 2006) ، (Burn, 1994) ، (Mc Mahon & Chiew, 1993) ، (Douglas et al., 1984) & (Slach & Hirsch et al., 1994) ، (2002, Yue).

پس از به دست آوردن رابطه خطی بین متغیرها فرض صفر، رابطه خطی معنی دار بین زمان و پارامترهای هواشناسی وجود ندارد، و فرض رابطه خطی معنی دار بین زمان و پارامترهای هواشناسی بررسی می شود. در این مطالعه زمان متغیر مستقل و پارامترهای هواشناسی متغیر وابسته است. سطح معنی داری ضرایب رگرسیون در این تحقیق ۵٪ است.

نتایج

جداول ۲ تا ۷، به ترتیب نتایج آزمون من کندال در مورد بارش، دمای متوسط، متوسط حداقل های دما، متوسط حداکثرهای دما، حداقل دمای مطلق، و حداکثر دمای مطلق را نشان می دهند و جدول ۸ نتایج روش رگرسیون خطی.

نتایج جدول ۲ نشان می دهد فقط در هفت ایستگاه روند معنی دار در میزان بارش سالانه مشاهده می شود که از این ایستگاه ها فقط تهران روند مثبت دارد و ایستگاه های اراک، بندرانزلی، گرگان، ارومیه، زاهدان، و تبریز روند منفی دارند. روند تغییرات بارش در ایستگاه های مختلف مشاهده می شود که در بیشتر

تابعی از متغیر وابسته، که تغییرات متغیرهای مستقل را پیش بینی می کند، تعیین می شود. از رگرسیون برای رسیدن به دو هدف استفاده می شود: تعیین شکل ارتباط بین متغیرها؛ پیش بینی مقادیر متغیر وابسته از روی متغیر مستقل. برای یک جامعه آماری رابطه رگرسیون ساده خطی بین متغیر وابسته Y و متغیر مستقل X به صورت $y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + e_i$ نام دارد: $e_i = y_i - \hat{y}_i$ روش رایج برای به دست آوردن پارامترها روش کمترین مربعات است. در این روش پارامترها را با کمینه کردن تابع زیر به دست می آورند:

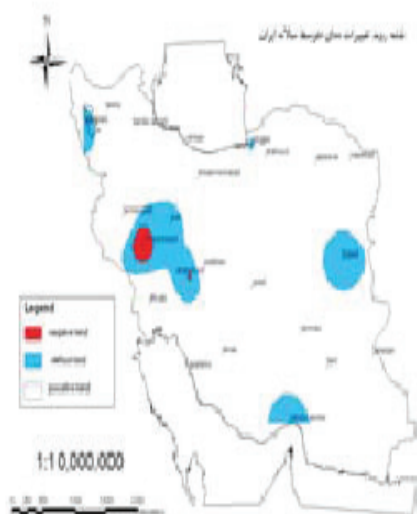
$$SSE = \sum_{i=1}^N e_i^2$$

در رگرسیون ساده پارامترها با این روش برابر خواهند بود:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

که در آن \bar{x} و میانگین X و \bar{y} هستند.



شکل ۲. نقشه روند تغییرات دمای متوسط سالانه



شکل ۱. نقشه روند تغییرات بارش سالانه

جدول ۲. روند تغییرات بارش سالانه و فصلی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی داری ۱۰٪، * سطح معنی داری ۵٪، ** سطح معنی داری ۱٪، و *** سطح معنی داری ۰/۱٪ را نشان می‌دهد).

ایستگاه	بارش - سالانه			بارش - پاییز			بارش - زمستان			بارش - بهار			بارش - تابستان	
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.
اهواز	۰/۹۲۵		۱/۰۳	۰/۶۷۰		۱/۳۲	۰/۷۳۹		۱/۵۴	۰/۲۳۰		۱/۴۴		
اراک	-۱/۹۷۲	+	-۱/۸۲	۰/۱۸۲		۰/۳۲	-۰/۹۵۳		-۱/۵۲	-۰/۷۴۸		-۱/۲۶		۰/۰۵
بندرعباس	۰/۱۹۱		۰/۲۳	۰/۰۳۶		۰/۲۶	۰/۱۲۹		-۰/۲۱	-۰/۰۲۰		-۱/۰۸		
تهران	۱/۳۵۷	+	۱/۷۶	۰/۵۴۸		۱/۵۴	۰/۸۳۵		۱/۱۰	۰/۰۴۴		۰/۱۷		۱/۰۸
بم	-۰/۲		-۰/۷۶	-۰/۰۲۹		-۰/۷۱	-۰/۱۶۴		-۰/۸۲	-۰/۱۷۲		-۱/۵۳		
بندرانزلی	-۸	+	-۱/۸۶	-۲/۳۳۲		-۰/۶۹	-۱/۶۰۹		-۱/۲۵	-۱/۳۳۲		-۱/۸۱	+	-۰/۷۹
بوشهر	۱/۷۷۶		۱/۴۷	۱/۱۲۱		۱/۶۹	۰/۶۱۵		۰/۷۳	-۰/۰۷۴		-۱/۲۹		
اصفهان	۰/۷۳۸		۱/۵۹	۰/۳۵۶		۱/۷۷	۰/۵۸۰		۲/۳۳	-۰/۱۶۱	*	-۰/۸۷		
مشهد	۰/۵۸۰		۰/۷۷	۰/۱		۰/۳۸	۰/۵۸۳		۱/۵۶	-۰/۳۶۸		-۰/۹۰		۲/۱۳ *
شهرکرد	۱/۰۸۵		۱/۰۵	۱/۰۲۳		۱/۸۲	۰/۵۲۲		۰/۸۸	-۰/۲۹۲		-۱/۰۷		
شاهرود	۰/۲۶۰		۰/۴۷	۰/۰۷۷		۰/۴۸	۰/۱۶۱		-۰/۵۷	-۰/۲۳۹		-۰/۷۷		۱/۲۲
بیرجند	-۰/۱		-۰/۱۶	۰/۱۸۱		۰/۷۳	۰/۴۰۸		۰/۶۸	-۰/۸۱۲	**	-۲/۹۸		
گرگان	-۲/۷۱۱	*	-۲/۵۰	-۰/۹۱۱		-۱/۳۸	-۱/۰۳۸		-۲/۲۱	-۰/۸۱۶	*	-۱/۹۷		-۱/۵۶
کرمان	-۰/۷۴۹		-۱/۴۲	۰/۱۱۷		۰/۶۳	-۰/۴۴۷		-۱/۲۳	-۰/۴۳۰		-۲/۰۲		-۰/۵۳
کرمانشاه	-۰/۷۱۴		-۰/۴۶	۰/۴		۰/۶۲	۰/۳۵۹		۰/۴۶	-۱/۲۷۰	**	-۲/۷۹		
خرم‌آباد	-۱/۰۷۸		-۰/۶۴	۰/۴۸۲		۰/۸۳	-۰/۲۸۵		۰/۳۳	-۰/۹۴۸		-۱/۴۳		
ارومیه	-۱/۷۰۷	+	-۱/۸۴	-۰/۱۹۳		-۰/۴۰	-۰/۹۲۱		-۲/۳۳	-۰/۹۳۳	*	-۱/۵۹		-۰/۳۵
رشت	۱/۲۷۴		۰/۶۴	۰/۲۲۴		۰/۱۷	۰/۲۰۸		-۰/۲۸	۰/۰۵۲		۰/۰۴		-۰/۲۸
زاهدان	-۱/۲۰۶	**	-۲/۷۴	-۰/۰۹۲		-۱/۰۲	-۰/۸۷۶		-۳/۱۸	-۰/۲	*	-۲/۱۶		
یزد	۰/۰۰۷		۰/۰۳	۰/۱		۱/۱۲	۰/۰۱۹		۰/۰۸	-۰/۱۶۶		-۱/۹۱	+	
تبریز	-۱/۸۷۷	**	-۲/۵۹	-۰/۰۹۶		-۰/۳۳	-۱/۰۶۷		-۳/۲۵	-۰/۵۶۰	**	-۱/۱۱		-۱
شیراز	۱/۶۶۰		۱/۲۴	۰/۷۸۳		۱/۱۵	۱/۱۱۲		۱/۱۱	-۰/۲۰۶		-۱/۲۰		
رامسر	-۲/۵۵۷		-۰/۷۲	۰/۵۱۷		۰/۲۳	-۰/۱۳۸		-۰/۳۲	-۰/۵۴۰		-۰/۷۲		-۰/۸۴
سیزوار	۰/۸۸۳		۱/۳۲	۰/۱۸۸		۰/۸۹	۱/۰۰۶		۱/۸۷	-۰/۳۳۵		-۱/۱۶		۱/۳۷

معنی دار مثبت است. بارش پاییزه فقط در ایستگاه‌های بوشهر، اصفهان، و شهرکرد دارای روند مثبت در سطح معنی داری ۹۰٪ است.

با توجه به جدول ۳، در بیشتر ایستگاه‌ها روند تغییرات دمای سالانه مشاهده می‌شود. فقط در ایستگاه‌های اراک، بندرعباس، بیرجند، و گرگان روند معنی داری مشاهده نشد. در بین بقیه ایستگاه‌ها، روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایستگاه‌های بندرانزلی و شهرکرد در سطح اعتماد ۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها در سطح ۵ و ۱٪ معنی دار است. روند تغییرات دمای

موارد، از نظر آماری، معنی دار نیستند. روند این تغییرات در بعضی از ایستگاه‌ها مثبت است و در بعضی منفی. بیشترین تغییرات فصلی بارش در بارش‌های زمستان و بهار دیده می‌شود، زیرا بیشترین ریزش‌های جوی مربوط به فصل زمستان و بهار است. در ایستگاه‌های اصفهان و سبزوار بارش زمستانه تغییرات مثبتی دارد و در ایستگاه‌های گرگان، ارومیه، زاهدان، و تبریز روند تغییر بارش زمستانه منفی است. در بارش بهاره در همه ایستگاه‌هایی که روند معنی دار بوده جهت روند منفی است. بارش تابستانه فقط در ایستگاه مشهد روند

جدول ۳. نتایج آزمون من کندال در مورد روند تغییرات دمای متوسط در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی داری ۱۰٪، * سطح معنی داری ۵٪، ** سطح معنی داری ۱٪ و *** سطح معنی داری ۰/۱٪ را نشان می دهد).

ایستگاه	متوسط دما - سالانه			متوسط دما - پاییز			متوسط دما - زمستان			متوسط دما - بهار			متوسط دما - تابستان		
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q
اهواز	۴/۸۸	***	۰/۰۴	۰/۰۳۳	***	۳/۴۸	۰/۰۱۸	+	۱/۶۸	۰/۰۵۰	***	۴/۶۵	۰/۰۵۳	***	۵/۷۲
اراک	-۰/۰۱۱	-	-۰/۰۰۱	-۰/۰۳۱	-	-۰/۱۵	-۰/۰۰۴	-	-۰/۱۷	-۰/۰۰۷	-	-۰/۶۹	۰/۰۰۸	-	-۰/۷۳
بندرعباس	-۰/۰۱۳	-	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۲	-	-۱/۱۹	-۰/۰۲۱	+	-۱/۷۸	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۱۷	**	-۳/۲۳
تهران	۵/۲۲	***	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷	***	۴/۰۸	۰/۰۴۵	*	۲/۲۷	۰/۰۳۹	***	۳/۶۵	۰/۰۴۱	***	۵/۰۸
بم	۵/۱۴	***	۰/۰۴۲	۰/۰۴۳	***	۳/۶۴	۰/۰۱۴	+	۱/۳۱	۰/۰۵۴	***	۴/۶۱	۰/۰۵۲	***	۵/۱۰
بندرانزلی	۱/۷۳	+	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۱/۶۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	+	۰/۹۲	-۰/۰۰۱	-	-۰/۱۳	۰/۰۱۹	*	۲/۳۷
بوشهر	۴/۵۵	***	۰/۰۲۹	۰/۰۳۰	***	۳/۸۲	۰/۰۱۳	+	۱/۱۶	۰/۰۴۶	***	۴/۴۵	۰/۰۳۲	***	۳/۸۵
اصفهان	۳/۱۷	**	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	***	۳/۳۱	۰/۰۰۶	+	۰/۴۴	۰/۰۲۸	**	۲/۷۴	۰/۰۲۴	*	۲/۵۲
مشهد	۵/۲۹	***	۰/۰۵۳	۰/۰۶۵	***	۵/۰۴	۰/۰۴۲	*	۲/۲۸	۰/۰۴۴	***	۴/۲۱	۰/۰۵۷	***	۵
شهرکرد	-۱/۷۸	+	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۶	-	-۰/۴۳	۰/۰۰۸	-	۰/۳۸	-۰/۰۲۳	*	-۲/۱۸	-۰/۰۲۶	*	-۲/۳۸
شاهرود	۳/۷۰	***	۰/۰۳۰	۰/۰۲۸	**	۳	۰/۰۱۷	+	۰/۹۱	۰/۰۲۸	*	۲/۴۹	۰/۰۴۱	***	۴/۷۸
بیرجند	-۱/۵۹	-	-۰/۰۱۴	-۰/۰۰۳	-	-۰/۳۲	-۰/۰۳۰	*	-۲/۲۸	-۰/۰۱۴	-	-۱/۲۰	-۰/۰۱۴	-	-۱/۳۱
گرگان	۰/۷۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۶۴	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-	-۰/۵۸	-۰/۰۰۳	-	-۰/۲۲	۰/۰۱۷	*	۱/۹۷
کرمان	۳/۵۱	***	۰/۰۳۱	۰/۰۴۶	***	۴/۷۸	۰/۰۱۲	+	۱/۲۱	۰/۰۲۸	*	۲/۴۰	۰/۰۲۳	+	۱/۷۷
کرمانشاه	۴/۶۸	***	۰/۰۴۰	۰/۰۳۸	***	۴/۳۳	۰/۰۲۹	+	۱/۶۹	۰/۰۴۴	***	۴/۳۷	۰/۰۳۸	***	۵/۰۷
خرمآباد	-۳/۵۶	***	-۰/۰۳۸	-۰/۰۴۱	***	-۳/۳۰	-۰/۰۳۷	*	-۲/۴۷	-۰/۰۴۱	*	-۲/۹۵	-۰/۰۴۳	***	-۳/۴۸
ارومیه	-۰/۷۱	-	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۹	-	-۱/۴۳	۰/۰۱۰	-	۰/۵۰	-۰/۰۱۴	-	-۱/۲۰	-۰/۰۳۰	*	-۲/۸۳
رشت	۳/۴۷	***	۰/۰۲۶	۰/۰۲۳	**	۱/۹۸	۰/۰۱۸	+	۱/۱۲	۰/۰۲۳	**	۲/۶۰	۰/۰۳۸	***	۴/۷۲
زاهدان	۳/۹۰	***	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳	***	۳/۹۸	۰/۰۰۸	+	۰/۸۸	۰/۰۳۳	**	۳/۰۹	۰/۰۲۵	**	۲/۸۰
یزد	۴/۷۱	***	۰/۰۲۷	۰/۰۴۸	***	۴/۹۳	۰/۰۲۳	+	۱/۷۷	۰/۰۳۳	**	۳/۱۲	۰/۰۳۷	***	۳/۶۵
تبریز	۳/۹۴	***	۰/۰۴۰	۰/۰۲۹	**	۲/۷۹	۰/۰۳۶	+	۱/۶۳	۰/۰۳۶	**	۳/۱۸	۰/۰۳۹	***	۴/۳۵
شیراز	۵/۹۷	***	۰/۰۵۰	۰/۰۴۷	***	۵/۶۰	۰/۰۲۹	+	۳/۰۵	۰/۰۵۷	***	۵/۱۲	۰/۰۵۷	***	۵/۷۸
رامسر	۲/۰۵	*	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	+	۱/۹۰	۰/۰۰۸	+	۰/۵۶	۰/۰۰۶	-	۱	۰/۰۲۴	**	۳/۲۰
سبزوار	۵/۹۹	***	۰/۰۵۶	۰/۰۶۸	***	۵/۳۷	۰/۰۵۰	+	۳/۰۹	۰/۰۴۶	**	۳/۹۳	۰/۰۵۶	***	۵/۱۱

روند تغییرات در متوسط حداقل دمای تابستان مشاهده شد که در ۲۳ ایستگاه روند تغییرات معنی دار بود و فقط در ایستگاه بیرجند روند منفی است.

با توجه به جدول ۵، روند تغییرات متوسط حداکثرهای دمای سالانه در ۱۴ ایستگاه معنی دار بود که فقط در ایستگاههای بندرانزلی و خرمآباد این روند منفی است. دمای متوسط حداکثر در ایستگاه خرمآباد در همه فصول منفی است و خرمآباد به سمت سرد شدن پیش می رود. بیشترین افزایش متوسط حداکثر دما مربوط به ایستگاه بوشهر و کرمانشاه در فصل بهار است و بیشترین کاهش

متوسط سالانه در شهرکرد و خرمآباد منفی است و در سایر ایستگاهها مثبت. بیشترین روند تغییرات دما در سبزوار به میزان ۰/۰۵۶ درجه سانتیگراد است.

شکل ۱ نقشه روند تغییرات بارش سالانه و شکل ۲ نقشه روند تغییرات دمای متوسط سالانه را در ایستگاههای مورد مطالعه نشان می دهد.

بر اساس نتایج جدول ۴، در ۱۸ ایستگاه روند معنی دار تغییرات متوسط حداقل دمای ماهانه مشاهده شد که در دو ایستگاه اهواز و خرمآباد روند منفی است و در سایر ایستگاهها مثبت. در مقیاس فصلی بیشترین

جدول ۴. نتایج آزمون من کندال در مورد روند تغییرات متوسط حداقل‌های دمای ماهانه در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی‌داری ۰/۱۰، * سطح معنی‌داری ۰/۰۵، و ** سطح معنی‌داری ۰/۰۱ را نشان می‌دهد).

ایستگاه	متوسط حداقل دما - سالانه			متوسط حداقل دما - پاییز			متوسط حداقل دما - زمستان			متوسط حداقل دما - بهار			متوسط حداقل دما - تابستان			
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	
اهواز	-۰/۰۶۳	***	-۳/۵۰	-۰/۰۱۰	*	-۲/۲۷	-۰/۰۱۸	*	-۲/۴۷	-۰/۰۱۳	*	-۲/۴۷	*	-۲/۴۷	***	-۰/۰۳۴
اراک	۰/۰۰۴		۰/۵۳	-۰/۰۰۳		-۰/۲۳	-۰/۰۱۲		-۰/۳۰		۰/۰۰۴		۰/۴۹	**	-۰/۰۲۵	
بندرعباس	-۰/۰۱۷		-۱/۶۱	-۰/۰۲۲		-۱/۵۷	-۰/۰۲۸	*	-۲/۱۶	*	-۰/۰۱۴		-۱/۴۳		-۰/۰۱۶	
تهران	۰/۰۷۳	***	۷/۰۴	۰/۰۸۶	***	۵/۸۹	۰/۰۷۵	***	۳/۹۱	***	۰/۰۶۷	***	۵/۴۳	***	۰/۰۷۱	
بم	۰/۰۵۸	***	۶/۵۳	۰/۰۶۴	***	۵/۱۹	۰/۰۳۳	**	۳/۱۲	**	۰/۰۶۸	***	۵/۶۱	***	۰/۰۶۷	
بندرانزلی	۰/۰۴۸	***	۵/۷۴	۰/۰۴۶	***	۴/۱۸	۰/۰۴۱	**	۲/۸۴	**	۰/۰۳۷	***	۴/۵۲	***	۰/۰۵۶	
بوشهر	۰/۰۴۵	***	۶/۸۷	۰/۰۵۴	***	۵/۶۰	۰/۰۲۳	*	۲/۴۶	*	۰/۰۵۰	***	۶/۲۱	***	۰/۰۵۴	
اصفهان	-۰/۰۱۹	*	۲/۵۳	۰/۰۳۱	**	۲/۶۱	۰/۰۰۴		۰/۲۳		۰/۰۲۷	*	۲/۴۹	*	۰/۰۱۸	
مشهد	۰/۰۷۲	***	۵/۲۶	۰/۰۹۳	***	۵/۶۱	۰/۰۵۸	**	۳/۲۱	**	۰/۰۵۵	***	۴/۹۸	***	۰/۰۸۳	
شهرکرد	-۰/۰۱۶		-۱/۴۶	.	۰/۰۵	-۰/۰۰۸	-۰/۰۲۵		-۰/۴۷		-۰/۰۲۵	**	-۲/۹۹	**	-۰/۰۲۱	
شاهرود	۰/۰۶۴	***	۵/۵۳	۰/۰۷۰	***	۵/۱۵	۰/۰۴۲	**	۲/۹۳	**	۰/۰۵۰	***	۴/۲۹	***	۰/۰۷۲	
بیرجند	-۰/۰۱۰		-۱/۳۶	.	۰/۰۷	-۰/۰۳۵	-۰/۰۰۶		-۲/۸۱	**	-۰/۰۰۶		-۰/۶۷		-۰/۰۱۲	
گرگان	۰/۰۰۴		۰/۶۳	۰/۰۰۳		۰/۲۸	-۰/۰۱۰		-۰/۸۶		-۰/۰۰۶		-۰/۶۸	**	۰/۰۲۵	
کرمان	۰/۰۳۵	***	۴/۰۲	۰/۰۶۵	***	۳/۸۷	۰/۰۲۵	+	۱/۷۲	+	۰/۰۲۴	*	۲/۳۵	*	۰/۰۲۷	
کرمانشاه	-۰/۰۴۳	***	۵/۱۶	۰/۰۵۳	***	۵/۲۰	۰/۰۳۲	+	۱/۸۹	+	۰/۰۴۴	***	۵/۱۰	***	۰/۰۵۴	
خرم‌آباد	-۰/۰۴۶	**	-۳/۱۰	-۰/۰۴۳	**	-۲/۷۹	-۰/۰۴۸	**	-۳/۲۲	**	-۰/۰۴۶	**	-۳/۲۲	**	-۰/۰۴۵	
ارومیه	-۰/۰۱۲		-۰/۸۷	-۰/۰۲۲	+	-۱/۷۸	۰/۰۰۷		۰/۴۱		-۰/۰۱۶		-۱/۴۳		-۰/۰۳۳	
رشت	-۰/۰۴۳	***	۵/۲۲	۰/۰۵۰	***	۳/۵۶	۰/۰۳۲	*	۲/۳۱	*	۰/۰۴۶	***	۳/۹۴	***	۰/۰۵۶	
زاهدان	۰/۰۳۷	***	۴/۷۲	۰/۰۵۷	***	۳/۸۳	۰/۰۲۲	+	۱/۸۱	+	۰/۰۴۱	***	۴/۱۲	***	۰/۰۳۰	
یزد	۰/۰۵۵	***	۵/۵۴	۰/۰۷۸	***	۵/۵۳	۰/۰۳۲	**	۲/۶۴	**	۰/۰۴۳	***	۴/۶۷	***	۰/۰۵۲	
تبریز	-۰/۰۴۶	***	۴/۹۷	۰/۰۴۰	***	۳/۸۰	۰/۰۳۶	+	۱/۸۲	+	۰/۰۴۳	***	۴/۴۹	***	۰/۰۵۱	
شیراز	-۰/۰۷۸	***	۶/۰۳	۰/۰۸۸	***	۵/۵۰	۰/۰۴۵	***	۴/۸۳	***	۰/۰۸۲	***	۵/۹۵	***	۰/۰۸۵	
رامسر	۰/۰۳۰	***	۳/۵۴	۰/۰۳۰	**	۲/۹۰	۰/۰۱۷		۱/۰۶		۰/۰۲۱	**	۲/۷۴	**	۰/۰۴۱	
سبزوار	۰/۰۸۸	***	۶/۵۸	۰/۱۰۸	***	۶/۳۴	۰/۰۷۵	***	۴/۹۹	***	۰/۰۶۹	***	۴/۹۵	***	۰/۰۸۹	

پاییز در همه ایستگاه‌هایی که روند معنی‌دار بوده جهت آن مثبت است. حداقل مطلق سالانه در ایستگاه‌های بیرجند و بندرعباس روند منفی دارد و در ۱۱ ایستگاه روند مثبت. حداکثر افزایش ۰/۱۸۳ درجه سانتیگراد در مشهد و در مقیاس سالانه است و حداکثر کاهش به میزان ۰/۱۱۳- در بیرجند و در طول فصل زمستان است. با در نظر گرفتن نتایج جدول ۷، مشخص می‌شود، نسبت به سایر پارامترهای مورد مطالعه، روند تغییرات حداکثر مطلق دما در تعداد کمتری از ایستگاه‌ها معنی‌دار

دماهای حداکثر نیز در بندرانزلی در فصل بهار است. بر اساس نتایج جدول ۶، حداقل دمای مطلق در فصل زمستان در ۱۲ ایستگاه روند مثبت معنی‌دار است و در ایستگاه‌های بیرجند و بندرعباس این روند منفی است. در فصل بهار در ۸ ایستگاه روند مثبت معنی‌دار و در ایستگاه‌های گرگان، خرم‌آباد، و بیرجند روند منفی مشاهده می‌شود. حداقل مطلق دمای تابستان در بندرعباس، خرم‌آباد، و ارومیه روند منفی است و در ۱۳ ایستگاه روند مثبت معنی‌دار مشاهده می‌شود. در فصل

جدول ۵. نتایج آزمون من کندیال در مورد روند تغییرات متوسط حداکثرهای دمای ماهانه در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی داری ۱۰٪، * سطح معنی داری ۵٪، ** سطح معنی داری ۱٪، و *** سطح معنی داری ۰/۱٪ را نشان می دهد).

ایستگاه	متوسط حداکثر دما - سالانه			متوسط حداکثر دما - پاییز			متوسط حداکثر دما - زمستان			متوسط حداکثر دما - بهار			متوسط حداکثر دما - تابستان		
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q
اهواز	۰/۰۱۵	*	۲/۰۶	۰/۰۰۵	۰/۳۴	-۰/۰۰۴	-۰/۲۲	۰/۰۳۱	۲/۱۰	*	۰/۰۲۷	۳/۰۸	**		
اراک	-۰/۰۰۵		-۰/۵۵	۰/۰۰۳	۰/۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۱۸	-۱/۰۷		-۰/۰۱۱	-۱/۱۳			
بندرعباس	۰		۰/۰۹	۰	۰/۰۳	-۰/۰۰۸	-۰/۶۸	۰/۰۲۱	۲/۲۲	*	-۰/۰۱۸	-۲/۸۱	**		
تهران	۰/۰۱۶	*	۱/۹۹	۰/۰۱۲	۱/۰۳	۰/۰۲۰	۰/۶۷	۰/۰۱۵	۰/۹۷		۰/۰۱۳	۱/۵۹			
بم	۰/۰۲۶	**	۳/۰۴	۰/۰۲۲	۱/۷۶	-۰/۰۰۲	-۰/۲۱	۰/۰۳۷	۲/۹۹	**	۰/۰۴۲	۳/۶۱	***		
بندر انزلی	-۰/۰۲۳	*	-۲/۵۴	-۰/۰۱	-۰/۹	-۰/۰۱۲	-۰/۷۹	-۰/۰۳۸	-۳/۴۱	***	-۰/۰۲۲	-۲/۱۱	*		
بوشهر	۰/۰۱۵		۱/۵۵	۰/۰۰۶	۰/۴۸	-۰/۰۰۲	-۰/۱۴	۰/۰۴۴	۳/۰۲	**	۰/۰۱۴	۰/۹۶			
اصفهان	۰/۰۱۹	*	۲/۲۷	۰/۰۲۳	۱/۹۴	۰/۰۱۱	۰/۸۷	۰/۰۳۲	۲/۳۰	*	۰/۰۲۳	۲/۲۱	*		
مشهد	۰/۰۲۷	**	۳/۰۹	۰/۰۳۶	۲/۶۸	۰/۰۲۸	۱/۲۹	۰/۰۳۱	۲/۱۰	*	۰/۰۲۹	۳/۲۸	**		
شهرکرد	-۰/۰۱۱		-۱/۱۳	-۰/۰۰۸	-۰/۴۰	۰/۰۱۵	۰/۶۱	-۰/۰۱۷	-۱/۳۹		-۰/۰۲۷	-۱/۸۲	+		
شاهرود	-۰/۰۰۱		-۰/۱۸	-۰/۰۱۰	-۰/۷۵	-۰/۰۱۶	-۰/۷۶	۰/۰۰۶	۰/۵۸		۰/۰۱۳	۱/۵۱			
بیرجند	-۰/۰۱۵		-۱/۴۳	-۰/۰۰۵	-۰/۴۷	-۰/۰۲۷	-۱/۵۵	-۰/۰۱۵	-۱/۲۰		-۰/۰۱۵	-۱/۴۰			
گرگان	۰/۰۰۴		۰/۵۹	۰/۰۰۸	۰/۷۹	-۰/۰۰۶	-۰/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۴		۰/۰۰۵	۰/۵۲			
کرمان	۰/۰۲۴	**	۲/۶۱	۰/۰۲۳	۳/۶۳	۰/۰۱۲	۱/۰۴	۰/۰۳۲	۲/۱۷	*	۰/۰۲۲	۱/۹۷	*		
کرمانشاه	۰/۰۳۵	**	۲/۷۹	۰/۰۱۹	۱/۸۵	۰/۰۲۹	۱/۵۲	۰/۰۴۴	۲/۵۴	*	۰/۰۲۹	۳/۰۵	**		
خرم آباد	-۰/۰۲۷	**	-۲/۵۸	-۰/۰۳۵	-۲/۹۵	-۰/۰۳۲	-۱/۷۶	-۰/۰۱۹	-۱/۱۴		-۰/۰۲۷	-۲/۷۶	**		
ارومیه	-۰/۰۰۶		-۰/۴۵	-۰/۰۱۷	-۱/۱۹	۰/۰۱۴	۰/۶۴	-۰/۰۱۲	-۰/۹۵		-۰/۰۲۸	-۲/۵۲	*		
رشت	۰/۰۰۲		۰/۳۱	-۰/۰۰۳	-۰/۲۵	۰/۰۰۷	۰/۳۱	-۰/۰۰۵	-۰/۴۹		۰/۰۱۳	۱/۵۱			
زاهدان	۰/۰۱۹	*	۲/۲۵	۰/۰۲۹	۲/۷۰	۰/۰۰۱	۰/۱۱	۰/۰۲۴	۱/۹۶	+	۰/۰۱۷	۲/۴۶	*		
یزد	۰/۰۲۲	**	۳/۱۶	۰/۰۲۷	۲/۶۳	۰/۰۱۴	۰/۸۴	۰/۰۲۲	۱/۸۸	+	۰/۰۲۱	۲/۵۰	*		
تبریز	۰/۰۳۳	**	۲/۹۴	۰/۰۲۱	۱/۶۳	۰/۰۳۷	۱/۶۷	۰/۰۲۸	۲/۲۰	*	۰/۰۲۳	۳/۰۱	**		
شیراز	۰/۰۲۴	***	۳/۳۰	۰/۰۲۷	۲/۱۹	۰/۰۱۳	۰/۹۰	۰/۰۳۷	۲/۹۶	**	۰/۰۳۱	۴/۰۴	***		
رامسر	۰/۰۰۲		۰/۳۱	۰/۰۰۳	۰/۴۶	-۰/۰۰۴	-۰/۲۹	-۰/۰۰۸	-۱/۲۶		۰/۰۱۰	۱/۳۰			
سبزوار	۰/۰۲۵	**	۳/۰۹	۰/۰۳۰	۲/۵۵	۰/۰۲۴	۱/۲۴	۰/۰۲۹	۱/۲۳	*	۰/۰۱۹	۲/۵۴	*		

اقلیمی در ایستگاه‌هایی که از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار بوده‌اند در جدول ۸ آمده است.

نتایج روش خط رگرسیون تقریباً مشابه نتایج آزمون من کندیال است، هرچند در مواردی اختلاف‌هایی دیده می شود. اما در کل می توان گفت در بیشتر مناطق ایران میزان بارش سالانه تغییری نکرده است، فقط نوار شمالی کشور دارای روند منفی است. از نظر تغییر پارامترهای دمایی نیز، بیشتر مناطق کشور به سمت گرم شدن و شهرهایی مانند بیرجند، خرم‌آباد، و بندرعباس به سمت سردتر شدن پیش می روند.

بوده و در فصل زمستان فقط در گرگان و خرم‌آباد روند منفی است و در اهواز و تبریز روند مثبت است. در طی فصل بهار روند تغییرات حداکثر مطلق دما در شهرکرد و خرم‌آباد منفی است و در ۷ ایستگاه دیگر مثبت. حداکثر مطلق دما در تابستان در بندرانزلی، شهرکرد، خرم‌آباد، و بیرجند دارای روند منفی است و در شاهرود، شیراز، بم، و بندرعباس مثبت.

نتایج روش رگرسیون خطی مشابه نتایج من کندیال است، هرچند در مواردی اختلاف‌هایی دیده می شود. شیب متوسط خط رگرسیون بین زمان و متغیرهای

جدول ۶. نتایج آزمون من کندانل در مورد روند تغییرات حداقل دمای مطلق در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی داری ۰/۰۱، * سطح معنی داری ۰/۰۵، ** سطح معنی داری ۰/۰۱، و *** سطح معنی داری ۰/۰۰۱ را نشان می دهد).

ایستگاه	حداقل دمای مطلق - سالانه			حداقل دمای مطلق - زمستان			حداقل دمای مطلق - بهار			حداقل دمای مطلق - تابستان		
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q
اهواز	۰/۰۶۷	***	۳/۸۶	۰/۰۶۳	**	۳/۲۷	۰/۰۶۱	**	۳/۱۶	۰/۰۴۳	*	۲/۰۶
اراک	۰/۰۲۲		۰/۵۴	۰/۰۲۳		۰/۶۵	۰/۰۴۲		۰/۶۲		۰	-۰/۱۴
بندرعباس	-۰/۰۵۸	**	-۳/۱۰	-۰/۰۲۲		-۰/۸۶	-۰/۰۵۸	**	-۲/۷۷	-۰/۰۲۳	**	-۱/۲۲
تهران	۰/۱۲۴	***	۳/۶۸	۰/۱۰۰	**	۲/۹۰	۰/۱	**	۳/۰۳	۰/۰۵۶	*	۲/۲۰
بم	۰/۰۴۳	+	۱/۹۱	۰/۰۸۰	**	۲/۷۱	۰/۰۴۰	+	۱/۸۲	۰/۰۲۷		۱/۲۳
بندرانزلی	۰/۰۵۰	*	۲/۵۳	۰/۰۳۹	+	۱/۷۶	۰/۰۵۰	+	۲/۴۰	۰/۰۴۸	*	۲/۱۹
بوشهر	۰/۰۲۹	*	۲/۲۱	۰/۰۶۷	***	۳/۴۶	۰/۰۲۳	+	۱/۶۶	۰/۰۴۸	**	۲/۸۱
اصفهان	۰		۰/۰۹	۰/۰۳۳		۱/۴۳	۰		۰/۱۴	۰/۰۲۵		۱/۲۱
مشهد	۰/۱۸۳	***	۳/۴۱	۰/۱۷۳	***	۳/۷۸	۰/۱۸۱	***	۳/۱۱	۰/۰۲۳	**	۱/۲۳
شهرکرد	۰/۰۴۰		۰/۶۲	۰		-۰/۱۶	۰/۱۰۰	+	۱/۷۸	-۰/۰۱۴		-۰/۹۶
شاهرود	۰/۰۷۴	**	۲/۶۷	۰/۰۶۷	**	۲/۶۸	۰/۰۶۷	**	۲/۲۹	۰/۰۴۸	*	۱/۸۴
بیرجند	-۰/۰۹۱	***	-۴/۰۶	-۰/۰۰۵	***	-۰/۵۵	-۰/۱۱۳	***	-۴/۱۳	۰/۰۴۰	+	-۱/۹۲
گرگان	-۰/۰۱۷		-۰/۹۶	-۰/۰۲۹		-۱/۴۸	-۰/۰۲۱		-۱/۲۴	-۰/۰۵۰	*	-۲/۱۰
کرمان	۰/۰۵۰		۱/۵۳	۰/۰۹۲	**	۲/۸۵	۰		۰/۲۳	۰		۰/۲۴
کرمانشاه	۰/۰۶۳	***	۱/۳۱	۰/۰۶۱	*	۲/۱۵	۰/۰۵۳	*	۱/۰۹	۰		۰/۶۳
خرم آباد	-۰/۰۱۴		-۰/۶۰	-۰/۰۳۲		-۱/۴۹	-۰/۰۱۴		-۰/۶۲	-۰/۰۴۴	+	-۱/۸۳
ارومیه	۰/۰۰۶	*	۰/۴۴	-۰/۰۱۵		-۰/۴۱	۰/۰۲۶		۱/۰۴	۰		-۰/۱۳
رشت	۰/۰۴۴	***	۱/۵۸	۰/۰۵۰	+	۱/۸۸	۰/۰۵۲	+	۱/۶۴	۰/۰۵۰	*	۲/۲۹
زاهدان	۰/۰۳۰		۱/۵۰	۰/۰۵۳	+	۱/۹۴	۰/۰۲۱	+	۱/۲۳	۰		-۰/۰۹
یزد	۰/۰۷۰	**	۳/۱۰	۰/۱۱۶	***	۴/۲۰	۰/۰۵۶	***	۲/۴۱	۰/۰۲۲	*	۱/۳۰
تبریز	۰/۰۸۳	*	۲/۳۲	۰/۰۳۸	*	۰/۸۵	۰/۱۲۵	**	۲/۹۰	۰/۰۳۴	**	۱/۱۹
شیراز	۰/۰۶۷	**	۲/۹۵	۰/۱۱۱	***	۴/۷۸	۰/۰۵۰	***	۲/۶۵	۰/۱۰	***	۴/۴۹
رامسر	۰/۰۲۵		۱/۴۷	۰/۰۲۵		۱/۲۹	۰/۰۲۴		۱/۲۵	۰/۰۳۱		۱/۵۴
سیزوار	۰/۱۲۵	***	۴/۲۸	۰/۱۵۸	***	۳/۹۸	۰/۱۲۴	***	۳/۹۹	۰/۰۷۲	**	۲/۸۳

بحث و نتیجه گیری

روند تغییرات بارش در ایستگاه‌های مختلف قابل مشاهده است، اما در بیشتر ایستگاه‌ها این روند، از نظر آماری، معنی دار نیست. ترکیبی از روندهای افزایشی و کاهششی در داده‌های بارش سالانه مناطق مختلف کشور دیده می‌شود که با نتایج (Modaress et al. 2007) مشابه است. به دلیل تمرکز بارش در بیشتر مناطق کشور در طی فصل زمستان و بهار، بیشترین تغییرات فصلی در بارش‌های زمستان و بهار دیده می‌شود. بیشترین کاهش بارش به میزان ۸ میلی‌متر در سال در بندرانزلی است.

روند تغییرات بارش سالانه در دامنه شمالی البرز و دامنه‌های غربی زاگرس منفی است، در بخش‌های مرکزی ایران مثبت، در مناطق شرقی و جنوب شرقی کشور منفی، و در بخش‌های جنوبی کشور مثبت. Katiraie (2008) و (Modaress et al. 2007) نتایج مشابهی به دست داده‌اند. روند تغییرات بارش در طول فصول مختلف است و در مناطق مختلف متفاوت است. که با نتایج (Hennessy et al. 1999) همخوانی دارد. روند تغییرات دما در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که در بیشتر آن‌ها این روند مثبت است. بیشترین مقدار افزایش دما در شهرهای بزرگ،

جدول ۷. نتایج آزمون من کندانل در مورد روند تغییرات حداکثر دمای مطلق در طول دوره آماری ۱۹۵۶ - ۲۰۰۵ (در ستون sig. علامت + سطح معنی داری ۰/۰۱، * سطح معنی داری ۰/۰۵، ** سطح معنی داری ۰/۰۱ و *** سطح معنی داری ۰/۰۰۱ را نشان می دهد).

ایستگاه	حداکثر دمای مطلق - سالانه			حداکثر دمای مطلق - پاییز			حداکثر دمای مطلق - زمستان			حداکثر دمای مطلق - بهار			حداکثر دمای مطلق - تابستان		
	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q	Test Z	Sig.	Q
اهواز	۱/۴۴	.	۰/۰۳۰	۲/۱۱	*	۰/۰۳۱	۱/۸۱	+	۰/۰۳۱	۱/۳۹	.	۰/۰۱۳	۱/۴۱	.	۰
اراک	۰	.	۰	۰/۰۹۸	.	۰/۰۰۹	۰/۰۶۸	.	۰	۰/۰۸۱	.	۰	-۱/۲۵	.	-۰/۰۰۵
بندرعباس	۰/۰۳۴	*	۲/۳۴	۰	.	۰/۰۹۹	۰/۳۳	.	۰	۰/۰۲۸	+	۱/۹۱	۱/۸۸	+	۰/۰۲۵
تهران	-۰/۰۰۷	.	-۱/۰۹	۰	.	۰/۳۹	۰	.	۰	۰	.	۰/۱۷	-۱/۱۱	.	-۰/۰۰۸
بیم	۰/۰۳۲	**	۲/۷۱	۰/۰۱۵	.	۱/۴۵	۰/۱۷	.	۰	۰/۰۳۶	*	۲/۵۴	۱/۸۱	+	۰/۰۲۲
بندرانزلی	-۰/۰۲۵	+	-۱/۸۰	۰	.	۰/۰۲۵	۰/۷۵	.	۰	-۰/۰۱۰	.	-۰/۰۹۸	-۳/۴۷	.	***
بوشهر	۰	.	۰/۴۷	۰/۰۲۴	.	۱/۲۶	۰/۰۷۶	.	۰	۰/۰۰۷	.	۰/۷۵	۰/۱۸	.	۰
اصفهان	۰/۰۰۷	.	۱/۳۹	۰/۰۱۵	.	۱/۲۴	۰/۰۳	.	۰	۰/۰۱۶	.	۱/۶۰	۱/۳۲	.	۰/۰۰۹
مشهد	۰/۰۴۳	**	۲/۷۲	۰/۰۲۹	.	۱/۶۴	-۰/۰۱۲	.	-۰/۰۵۴	۰/۰۳۹	**	۲/۸۰	۱/۴۷	.	۰/۰۱۹
شهرکرد	-۰/۰۴۰	*	-۲/۳۴	-۰/۰۶۵	***	-۳/۳۶	۰/۱۷	.	۰	-۰/۰۵۰	*	-۲/۵۷	-۲/۳۴	.	*
شاهرود	۰/۰۱۴	+	۱/۷۱	۰	.	-۰/۰۲۴	-۰/۰۹۱	.	-۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	*	۲/۰۳	۱/۶۷	+	۰/۰۱۶
بیرجند	-۰/۰۲۰	+	-۱/۸۷	-۰/۰۱۴	.	-۱/۴۵	-۰/۰۳۸	.	-۱/۳۵	۰	.	-۰/۰۶۴	-۲/۴۰	.	*
گرگان	۰	.	-۰/۱۹	۰/۰۱۹	.	۱/۰۲	-۰/۰۶۳	*	-۱/۹۷	-۰/۰۱۳	.	-۰/۰۹۰	-۰/۰۶۱	.	۰
کرمان	۰/۰۱۹	*	۲/۳۴	۰/۰۱۵	.	۱/۴۴	۰/۳۴	.	۰	۰/۰۱۳	+	۱/۷۹	۱/۳۶	.	۰/۰۱۰
کرمانشاه	۰/۰۰۳	.	۰/۶۹	۰/۰۱۱	.	۰/۹۲	۰/۰۰۸	.	۰/۸۶	۰/۰۲۶	.	۱/۶۱	۰/۹۹	.	۰/۰۰۶
خرم‌آباد	-۰/۰۳۷	*	-۲/۴۹	-۰/۰۴۱	*	-۲/۳۵	-۰/۰۵۰	*	-۲/۴۳	-۰/۰۴۰	*	-۲/۴۹	-۲/۴۹	.	*
ارومیه	-۰/۰۲۹	*	-۲/۲۷	۰	.	-۰/۴۰	۰	.	-۰/۰۹	۰	.	-۰/۲۸	-۲/۳۴	.	*
رشت	۰	.	۰/۳۴	۰/۰۸۷	**	۲/۷۲	۰/۰۱۰	.	۰/۴۴	۰	.	-۰/۸۲	۰/۳۰	.	۰
زاهدان	۰	.	۱/۳۳	۰/۰۱۰	.	۱/۳۳	۰	.	۰/۱۳	۰	.	۰/۸۳	۰/۸۶	.	۰
یزد	۰	.	۰/۰۸	۰	.	۰/۷۰	۰/۳۱	.	۰	۰	.	۰/۱۰	۰/۰۹	.	۰
تبریز	-۰/۰۰۹	.	-۱/۰۹	۰/۰۱۶	.	۱/۳۰	۰/۰۴۱	+	۱/۸۲	۰/۰۰۷	.	۰/۷۲	-۰/۰۸۲	.	-۰/۰۰۶
شیراز	۰/۰۱۸	*	۲/۲۱	۰/۰۰۸	.	۱/۳۰	۰/۵۶	.	۰/۵۶	۰/۰۱۲	*	۲/۱۱	۲/۰۱	.	*
رامسر	۰/۰۲۱	.	۱/۶۲	۰/۰۳۰	.	۱/۲۹	۰/۰۱۲	.	۰/۵۰	۰	.	۰/۵۲	۰/۲۵	.	۰
سبزوار	۰	.	۰/۶۷	۰/۰۱۷	.	۰/۹۸	-۰/۰۵۷	.	-۰/۵۷	۰/۰۴۷	**	۲/۸۴	-۰/۰۵۲	.	۰

به طور کلی، روند تغییرات دما به سمت گرم شدن پیش می رود، در حالی که شهرهایی مانند بیرجند، خرم‌آباد، و بندرعباس به سمت سردتر شدن پیش می روند.

ایستگاه‌های اهواز و خرم‌آباد در همه فصول سال به سمت سردتر شدن پیش می روند. ایستگاه ارومیه در فصول پاییز و تابستان روند منفی داشت و ایستگاه‌های شهرکرد و بندرعباس در فصول تابستان و زمستان به سمت سردتر شدن پیش می روند.

با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت نشانه‌های

مثل تهران، شیراز، و مشهد، رخ داده است که در طی سال‌های اخیر به شدت از نظر جمعیتی و صنعتی رشد کرده‌اند. رابطه همبستگی مستقیم بین افزایش دما و رشد جمعیت شهری در مطالعات (Dhorde et al. (2009 به دست آمده است.

بیشترین روند تغییرات دما در سبزوار به میزان ۰/۰۵۶ درجه سانتیگراد است. بر اساس نتایج روند فصلی دمای متوسط، بیشترین تغییرات در دمای متوسط تابستان مشاهده شد و کمترین تغییرات دما در فصل زمستان.

جدول ۸. خلاصه نتایج روش رگرسیون خطی

پارامترهای هواشناسی	سالانه	پاییز زمستان	بهار تابستان	
بارش	-----	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۱۱
متوسط دمای روزانه	۰/۰۳	۰/۰۴	-----	۰/۰۳
دمای متوسط حداکثر	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۲
دمای متوسط حداقل	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۵
حداکثر مطلق	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۸
حداقل مطلق	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲
بارش	-۳/۷۴	-۱/۳۵	-۱/۴۳	-۰/۸۷
متوسط دمای روزانه	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-----	-۰/۰۳
دمای متوسط حداکثر	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳
دمای متوسط حداقل	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۳
حداکثر مطلق	-۰/۰۸	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۵
حداقل مطلق	-۰/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۴

خواهد شد، باید در جهت سازگاری با شرایط جدید در ترکیب کشت منطقه تغییراتی ایجاد کرد. همچنین، در برنامه‌ریزی‌های آینده، در بخش تخصیص آب، در رویارویی با شرایط آینده انعطاف‌پذیری بیشتری لازم است.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی مجتمع آموزش عالی تربت حیدریه، که هزینه‌های اجرای این تحقیق را تأمین نمودند، سپاسگزاریم و قدردان.

تغییر اقلیم در ایران، به‌ویژه از نظر دما، قابل مشاهده است. بنابراین، با در نظر گرفتن نقش دما در افزایش میزان تبخیر و تعرق، باید به دنبال راهکارهایی برای مدیریت بهتر منابع آب و اصلاح روش‌های بهره‌برداری آب، به‌ویژه در بخش کشاورزی، بود. برنامه‌های آینده باید به گونه‌ای باشد که تغییرات پیش رو آثار زیان‌باری در بخش آب در حوزه‌های آبخیز کشورمان به وجود نیاورد. یکی از این بخش‌ها که باید خود را با شرایط آینده تطبیق دهد و تغییراتی در این زمینه در آن صورت پذیرد بخش کشاورزی است. با توجه به اینکه بخش کشاورزی از نظر توزیع زمانی آب در آینده دچار تغییر

References

- [1] Abahussain, A.A., Abdu, A.S., Al-Zubari, W.K. and El-Deen, N.A. (2002). Desertification in the Arab region: analysis of current status and trends. *Journal of Arid Environments*, 51, 521-545.
- [2] Alizadeh, A. (2010). *Principales of applied hydrology*, 29th edition, university of Imam Reza press. 912p.
- [3] Akinremi O.O. , Ginnotes M.Mc and Cutforth H.W. (2001). Seasonal and spatial patterns of rainfall trend on the Canadian prairies. *Journal of climate*, Vol.14, 2177-2182.
- [4] Amit Dhorde, A. Dhorde and Gadgil S. (2009). Long term temperature trends at four largest cities of India during twentieth century. *Journal of India Geophysic*, 13(2), 85-97.
- [5] Brunetti, M., Buffoni, L., Maugeri, M. and Nanni, T. (2000). Trends of minimum and maximum daily temperatures in Italy from 1865 to 1996. *Theoretical and Applied Climatology*, 66, 49-60.
- [6] Burn, D.H. (1994). Hydrologic effects of climate changes in west central Canada. *Journal of hdrology*, 160, 53-70.
- [7] Chiew, F.H.S. and McMahon, T.A. (1993). Detection of trend of change in annual flow of Australian rivers. *International Journal of climatology*, 13, 643-653.
- [8] Domroes, M. and El-Tantawi, A. (2005). Recent temporal and spatial temperature changes in Egypt. *International Journal of Climatology*, 25, 51-63.
- [9] Elagib, N.A. and Abdu, S.A. (1997). Climate variability and aridity in Bahrain. *Journal of Arid environments* 36, 405-419.
- [10] Evans, J. and Geerken, R. (2004). Discrimination between climate and human-induced dry land degradation. *Journal of arid environments*, 57, 535-554.
- [11] Folland, C. K., and Coauthors (2001). *Observed climate variability and change. Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Cambridge University Press, 99-181.
- [12] Gadgil, A. and Dhorde, A. (2005). Temperature trends in twentieth century at Pune, India. *Atmospheric Environment*, 35, 6550-6556.
- [13] Ghahraman B. and Taghvaeian S. (2008). Investigation of annual rainfall trends in Iran, *Journal of Agriculture Science Technology*, 10, 93-97.
- [14] Groisman PY, Karl TR, Easterling DR, Knight RW, Jamason PF, Hennessy KJ, Suppiah S, Page C, Wibig J, Fortuniak K, Razuvaev VN, Douglas A, Forland E and Zhai P. (1999). Changes in the probability of heavy precipitation: important indicators of climatic change. In *Weather and Climate Extremes*, Kluwer Academic Publishers, 243-283.
- [15] Hameed, T., Marino, M.A., De vries, J.J. and Tracy, J.C. (1997). Method for trend detection in climatological variables. *Journal of Hydrologic Engineering*, 4, 154-160.
- [16] Hennessy K.J., Suppiah R. and Page CM. (1999). Australian rainfall changes 1910-1995. *Australian Meteorology Magazine*, 48, 1-13.
- [17] Hingane, L.S., Rupa Kumar, K. And Ramana Murty, V. Bh. (1985). Long-term trends of

- surface air temperature in India. *Journal of Climatology*, 5, 521-528.
- [18] Jiangping,Z., Zhong, Y.,Daojie,W. and Xinbao.,Z. (2002). Climate change and causes in the Yuanmou Dry-Hotvally of Yunnan,China. *Journal of Arid Environments*, 51,153-162.
- [19] Kadioglu, M. (1997). Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17, 511-520.
- [20] Kaiser, D.P. (2000). Decreasing cloudiness over China: an updated analysis examining additional variables. *Geophys. Res. Letts.*, 27, 2193-2196.
- [21] Karl, T. R., N. Nicholls, and J. Gregory. (1997). The coming climate. *Sci.. Amer.*, 276, 78–83.
- [22] Katiraie Borojerdy P.S.(2008).The analysis of precipitation variation and quantiles in Iran. -3rd IASME/WSEAS Int.conf.on energy and environment, UK.
- [23] Ke-Sheng Cheng and Hung-WelHsu. <http://rwes.dpri.kyoto.u.ac.jp>., Test and analysis of trend existence in rainfall data (26/2/2012).
- [24] L. A. Vincent,T. C. Peterson,V. R. Barros, M. B. Marino, M. Rusticucci, G. Carrasco, E. Ramirez, L. M. Alves, T. Ambrizzi, M. A. Berlato, A. M. Grimm, J. A. Marrengo, L. Molion, D. F. Moncunill, E. Rebello, Y. M. T. Anunciacao, J. Quintana, J. L. Santos, J. Baez,G. Coronel, J. Garcia,I. Trebejo,M. Bidegain, M. R. Haylock, and Karply. (2005). Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. *Journal of climate*,18.
- [25] Malcom Hayloch and Nevill Nicholls. (2000). Trends in extreme rainfall indices for an update high quality data set for Australia 1910-1998. *International journal of climatology*, 20,1533-1551.
- [26] Malmgren, , Ranatunge, H., Hayashi, Y. and Mikami, T. (2003). Precipitation trends in Sri Lanka since the 1870s and relationships to EL Nino-Southern Oscillation. *International Journal of Climatology*, 23, 1235-1252.
- [27] Modarres R. and Sarhadi A. (2009). Rainfall trends analysis of Iran in the last half of the twentieth century. *Journal of geophysical research*, 114.
- [28] Modarres R. and Vicente de Paulo Rodriguesda silva. (2007). Rainfall trends in arid and semiarid regions of Iran . *Journal of arid environments*,70, 344-355.
- [29] Pielke SR., R.A., Stohlgren, T., Schell, L., Parton, W.,Doesken, N., Redmond, K., Money, J., Mckee, T. and Kittel, T. G.F. (2002). Problems in evaluating regional and local trends in temperature: an example from eastern Colorado, USA. *International Journal of Climatology*, 22, 421-434.
- [30] Qian, W. and Lin, X. (2004). Regional trends in recent temperature indices in China. *Climate Research*, 27, 119-134.
- [31] Raziei Tayeb, Daneshkar Arasteh P.,Saghfian B. (2005). Annual rainfall trend analysis in arid and semiarid regions on central and eastern Iran. *Journal of water and wastewater* , 54,73-81.
- [32] Razuvaev VN, Douglas A, Forland E and Zhai P. (1999). Changes in the probability of heavy precipitation: important indicators of climatic change. In *Weather and Climate Extremes*, Kluwer Academic Publishers, 243–283.
- [33] Rio, S.D., Penas, A. and Fraile, R. (2005). Analysis of recent climatic variations in Castile and Leon (Spain). *Atmospheric Research*, 73, 69-85.
- [34] Rodrigues da Silva, V. P. (2004).On climate variability in northeast of Brazil. *Journal of Arid*

- Environmental, 58 , 575-596.
- [35] Runetti, M., Buffoni, L., Mauger, M. And Nani, T. (2000). Precipitation intensity trends in Northern Italy. *International Journal of Climatology* 20, 1017-1031.
- [36] Rupa Kumar, K. and Hingane, L.S. (1988). Long-term variations of surface air temperature at major industrial cities of India. *Climatic Change*, 13, 287-307.
- [37] Rusticci, and M. Barrucand. (2004). Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. *Journal of Climate*, 17, 4099-4107.
- [38] Sahai, A.K. (1998). Climate change: a case study over India. *Theoretical and Applied Climatology*, 61, 9-18.
- [39] Salinger, M.J. and Griffiths, G.M. (2001). Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology*, 21, 1437-1452.
- [40] Tomozeiu, R., Pavan, V. Cacciamani, C. and Amici, M. (2006). Observed temperature changes in Emilia-Romagna: mean values and extremes. *Climate Research*, 31, 217-225.
- [41] Wibig, J. and Glowicki, B. (2002). Trends of minimum and maximum temperature in Poland. *Climate Research*, 20, 123-133.
- [42] Yue, S. and Hashino, M. (2003). Long Term trends of annual and monthly precipitation in Japan. *Journal of the American Water Resources Association*. 39(3), 587-59.