

بررسی روند تغییرات بارندگی سالانه و فصلی در مناطق نیمه خشک استان گلستان

معصومه عیوضی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

ابوالفضل مساعدی

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

مهدی مفتاح هلقی، موسی حسام

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

مقدار بارندگی از مهم‌ترین مشخصه‌های اقلیمی هر منطقه است. این مشخصه اقلیمی از متغیرترین پارامترهای اقلیمی است که بر منابع آب یک منطقه نیز به‌طور جدی تأثیرگذار است. در مواردی ممکن است تغییرات موجود در بارندگی یک منطقه به تغییر در روند وقوع بارندگی تبدیل شده و باعث شود که بتدریج بارندگی یک منطقه در طول زمان کاهش و یا افزایش یابد. به منظور بررسی وجود روند در یک سری زمانی، روش‌های آماری پارامتری یا غیرپارامتری متعددی وجود دارد. در این تحقیق برای بررسی روند تغییرات درازمدت بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در مناطق کم باران استان گلستان از دو آزمون کمترین مربعات خطا و والد وولفوتیز استفاده شد. به این منظور تعدادی از ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح شمال استان گلستان که تا پایان سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ حداقل ۳۰ سال آمار ثبت شده بارندگی داشتند، انتخاب شدند، آنگاه با به‌کارگیری دو روش فوق وجود یا عدم وجود روند در مقادیر بارندگی این ایستگاه‌ها بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که به‌طور کلی هر سه حالت ایستا، روند مثبت و منفی در ایستگاه‌ها وجود دارد که براساس آزمون کمترین مربعات خطا در تعداد بیشتری از ایستگاه‌ها در سطح ۹۵٪ روند افزایش بارندگی به‌چشم می‌خورد. علاوه بر این در تعدادی از ایستگاه‌ها، بارندگی فصل پاییز روند افزایشی و بارندگی فصل زمستان روند کاهشی از خود نشان دادند. همچنین به استثناء ماه‌های آذر، بهمن، اسفند و خرداد که در آنها بیشتر ایستگاه‌ها روند کاهشی داشتند، در دیگر ماه‌ها در اکثر ایستگاه‌ها با وجود غیرمعنی دار بودن، روند افزایشی دیده شده است.

کلید واژه‌ها: بارندگی، روند، آزمون کمترین مربعات خطا، آزمون والد وولفوتیز، مناطق نیمه خشک، استان گلستان.

مقدمه

کره زمین در حال گرم شدن و افزایش دما است و مدل‌های اقلیمی نشانه‌های تغییرات اقلیم را در قرن اخیر نشان می‌دهند. این تغییرات نتایج منفی و مشکلات بزرگی را در پی خواهد داشت [10, 11, 12]. به طور کلی براساس مدل‌های شبیه‌سازی و سناریوهای متعدد، متوسط تراکم تبخیر آب جهان و میزان بارندگی در طی قرن بیست و یکم در عرض‌های میانی و بالایی کره زمین در زمستان افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر هم افزایش و هم کاهش را در بین عرض‌های جغرافیایی پایین انتظار خواهیم داشت. همچنین در مناطقی که افزایش متوسط بارندگی بیشتر انتظار می‌رود، تغییرات سالانه بارندگی بیشتر خواهد بود [4].

به طور متداول فرآیندهای هیدرولوژیکی به صورت فرآیندهای ایستا در نظر گرفته می‌شوند. هرچند که مدارک زیادی در مورد وجود روندها و تغییرپذیری بلندمدت وجود دارد که ممکن است به دلیل اثرات آنتروپژنیک^۱ و عوارض طبیعی سیستم‌های اقلیمی باشد [7]. بنابراین تعیین روندها در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی از اهمیت زیادی در سراسر جهان برخوردار است [3, 5, 13].

تراکاو و همکاران (۱۹۹۶) با استفاده از شبیه‌سازی الگوهای جوی نشان دادند که بارندگی سالانه بعضی از مناطق ژاپن دارای روند کاهشی و دیگر مناطق روندی دیده نشد [9].

شیرغلامی و قهرمان (۱۳۸۴) به بررسی تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران با استفاده از سه روش کمترین مربعات خطا، من-کندال^۲ و روش والد-وولفویتز^۳ پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که در ۵۹ درصد از ایستگاه‌ها تغییرات دما دارای روند مثبت و در ۴۱ درصد ایستگاه‌ها دارای روند منفی می‌باشد. همچنین آنها نتیجه گرفتند که در سال‌های آتی بیشتر مناطق کشور با افزایش دما روبرو خواهد بود [1].

عسگری و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از داده‌های روزانه بارش ۲۷ ایستگاه سینوپتیک به بررسی روند نمایه‌های بارش حدی در ایران پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در برخی از مناطق مانند هرمزگان، اصفهان و تهران روند اکثر نمایه‌ها مثبت و در برخی از مناطق مانند آذربایجان و فارس روند اکثر نمایه‌ها منفی و برخلاف آن تشخیص داده شد [2].

به دلیل تغییرات اقلیمی جهان، آنالیز و بررسی روند سری داده‌های آب و هوایی از جمله بارندگی از اهمیت زیادی برخوردار است. در استان گلستان هم اینگونه بررسی‌ها تا کنون صورت نگرفته است. بنابراین با توجه به متفاوت بودن میزان بارندگی در نقاط مختلف استان گلستان و وجود اقلیم‌های متفاوت در این استان، هدف در این تحقیق بررسی روند تغییرات درازمدت در سری‌های زمانی مقادیر بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در مناطق نیمه خشک استان گلستان می‌باشد.

¹ - anthropogenic

² - Mann Kendall

³ - Wald- Wolfowitz

مواد و روش‌ها

در طی دهه‌های گذشته آزمون‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک متعددی برای تعیین روندهای موجود در سری‌های زمانی درازمدت ارائه شده است [6, 8]. در این تحقیق به منظور بررسی روند در داده‌های بارندگی از دو آزمون کمترین مربعات خطا و والد- وولفوتیز استفاده شده است.

آزمون کمترین مربعات خطا

در روش کمترین مربعات خطا عرض از مبدأ و شیب خط رگرسیون به وسیله حداقل نمودن خطا بین دو متغیر مستقل و وابسته بدست می‌آید و سپس آماره $t = \frac{b}{S_b}$ که در آن b عرض از مبدأ خط برازش داده شده و S_b انحراف معیار داده‌ها است، تعریف می‌شود.

$$S_b^2 = \frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (X - X_i)^2} \quad (1)$$

در معادله (۱) مقدار S^2 از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2}{(n-2)} \quad (2)$$

فرضیه‌های صفر و مقابل به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$H_0 : b = 0 \quad , \quad H_1 : b \neq 0 \quad (3)$$

اگر قدرمطلق $t = \frac{b}{S_b}$ از $t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-2}$ از جدول t-student بزرگ‌تر باشد، فرض H_0 رد خواهد شد، در این صورت شیب خط اختلاف معنی‌داری با صفر خواهد داشت و از آن به عنوان روند در سری زمانی یاد می‌شود.

آزمون روش والد- وولفوتیز

آزمون ناپارامتری والد- وولفوتیز (W-W) استقلال و عدم وجود روند را در سری‌های زمانی بررسی می‌کند که این آزمون به شرح زیر است.

فرض کنید X_1, X_2, \dots, X_N سری داده‌های نمونه باشند. آزمون W-W براساس آماره R و استاندارد شده آن UR بنا شده است. R و UR به کمک رابطه‌های (۴) و (۵) محاسبه می‌شوند.

$$R = x_1 x_N + x_1 x_2 + x_2 x_3 + \dots + x_{N-1} x_N = x_1 x_N + \sum_{i=1}^{N-1} x_i x_{i+1} \quad (4)$$

$$U_R = \frac{R - \bar{R}}{\sqrt{\text{Var}(R)}} \quad (5)$$

میانگین و واریانس آماره R از روابط (۶) و (۷) محاسبه می شود.

$$\bar{R} = \frac{S_1^2 - S_2}{N - 1} \quad (6)$$

$$\text{Var}(R) = (S_2^2 - S_4)/(N - 1) - \bar{R}^2 + (S_1^4 - 4S_1^2S_3 + S_2^2 - 2S_4)/(N - 1)(N - 2) \quad (7)$$

$$S_k = \sum_{i=1}^N x_i^k \quad (8)$$

آنگاه $|U_R|$ را با $Z_{\alpha/2}$ در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه می کنند. اگر $|U_R| < Z_{\alpha/2}$ باشد داده ها مستقل فرض شده و دارای روند نیز نیستند. در غیر این صورت داده ها ناپایستا و وابسته اند.

روش تحقیق

در تحقیق حاضر روند درازمدت سری های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه مقادیر بارندگی ۸ ایستگاه که در مناطق نیمه خشک استان گلستان واقع شده اند در طول دوره آماری ۵۵-۱۳۵۴ الی ۸۶-۱۳۸۵ بررسی شد. اسامی و مشخصات این ایستگاه ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های مورد استفاده در این تحقیق

ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی					
		عرض شمالی			طول شرقی		
۱	اینچه برون	۲۴	۲۷	۳۷	۴۰	۴۳	۵۴
۲	ترشکلی	۰۲	۴۱	۳۷	۲۰	۴۹	۵۴
۳	سد گرگان	۱۷	۱۲	۳۷	۲۷	۴۴	۵۴
۴	قازانقایه	۴۹	۵۴	۳۷	۴۶	۱۴	۵۶
۵	قزاقلی	۵۲	۱۳	۳۷	۳۹	۰۱	۵۵
۶	گنبد	۴۷	۱۴	۳۷	۳۵	۱۱	۵۵
۷	مراوتپه	۳۲	۵۴	۳۷	۲۰	۵۷	۵۵
۸	هوتن	۲۴	۵۶	۳۷	۵۴	۲۸	۵۵

سپس سری های زمانی ماهانه (۱ ماهه)، فصلی (۳ ماهه) و سالانه (۱۲ ماهه) بارندگی هر ایستگاه تشکیل شد. آنگاه وضعیت روند درازمدت در مورد هر یک از پریودهای مورد بررسی (ماهانه، فصلی و سالانه) در هر ایستگاه با استفاده از دو روش کمترین مربعات خطا و والد-وولفوتیز در سطح احتمال ۵ درصد تعیین گردید.

نتایج و بحث

به منظور بررسی روند درازمدت بارندگی در سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در هر ایستگاه، از دو روش کمترین مربعات و والد- وولفوتیز استفاده شد. نتایج حاصل به ترتیب در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است. نتایج و بحث‌های مربوط به تفکیک هر سری زمانی ارائه می‌شوند.

سالانه

با توجه به جدول ۲ نتایج حاصل از روش کمترین مربعات خطا در سری زمانی درازمدت بارندگی سالانه نشان می‌دهد که از مجموع ۸ ایستگاه مورد مطالعه تنها ۳ ایستگاه اینچه‌برون (۳/۰۹۰)، قازانقایه (۵/۷۰۹) و گنبد (۲/۴۶۱) دارای روند افزایشی در سطح احتمال ۵ درصد هستند. ولی ۵ ایستگاه باقیمانده روند معنی‌داری از خود نشان نمی‌دهند. این در حالی است که روش والد- وولفوتیز (جدول ۳) نشان می‌دهد که تنها در ایستگاه قازانقایه بارندگی سالیانه دارای روند افزایشی در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد و دیگر ایستگاه‌های تحت بررسی دارای روند معنی‌داری در این سطح احتمال نمی‌باشد.

فصلی

پاییز

نتایج حاصل از روش کمترین مربعات خطا در سری‌های دراز مدت بارندگی فصل پاییز نشان می‌دهد که در این فصل تمام ایستگاه‌های تحت بررسی دارای روند افزایشی است هرچند که این روند فقط در ایستگاه قازانقایه (۴/۳۹۵) معنی‌داری می‌باشد و دیگر ایستگاه‌ها روند معنی‌داری را نشان نمی‌دهند (جدول ۲). نتایج حاصل از روش والد- وولفوتیز نشان داد که ایستگاه قزاقلی (۱/۹۶۷) و گنبد (۲/۰۳۶) روند معنی‌دار افزایشی دارند و دیگر ایستگاه‌های تحت مطالعه روند معنی‌داری را نخواهند داشت (جدول ۳).

زمستان

نتایج بدست آمده در ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از روش کمترین مربعات خطا در کل دوره آماری نشان می‌دهد که از مجموع ۸ ایستگاه مورد مطالعه، ۶ ایستگاه فاقد روند معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است. ولی ۲ ایستگاه باقیمانده روند معنی‌داری را از خود نشان دادند به طوری که در ایستگاه قازانقایه (۲/۷۸۹) روند افزایشی و در ایستگاه گنبد (۲/۰۰۸-) روند کاهشی می‌باشد (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمون والد- وولفوتیز نیز نشان داد که تنها ایستگاه قازانقایه (۳/۵۲۰) دارای روند معنی‌دار افزایشی است (جدول ۳).

بهار

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون کمترین مربعات خطا، تنها ایستگاه قازانقایه (۲/۹۸۳) روند معنی‌دار افزایشی را نشان داد و بقیه ایستگاه‌ها روند معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین آزمون والد- وولفوتیز نیز روند را تنها در ایستگاه قازانقایه نشان داد (جدول ۲ و ۳).

تابستان

نتایج حاصل از کمترین مربعات خطا نشان می‌دهد که در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه اینچه‌برون (۲/۱۲۶) و قازانقایه (۲/۴۹۷) تنها ایستگاه‌هایی هستند که روند افزایشی معنی‌داری را از خود نشان داده‌اند و ایستگاه‌های باقیمانده روند معنی‌داری را از خود نشان ندادند (جدول ۲). در روش والد- وولفوتیز تنها ایستگاه قازانقایه (۲/۵۰۰) دارای روند معنی‌دار افزایشی است (جدول ۳).

ماهان

براساس نتایج بدست آمده از بررسی روند در سری‌های درازمدت بارندگی ماهانه با استفاده از روش کمترین مربعات خطا، در ماه‌های مهر، دی، اردیبهشت، مرداد و شهریور در هیچ یک از ایستگاه‌ها روندی مشاهده نشد در حالی که در ماه آبان، ایستگاه‌های اینچه‌برون و قازانقایه، ماه اسفند، ایستگاه‌های ترشکلی و قازانقایه، ماه فروردین و آذر، ایستگاه قازانقایه، ماه تیر، ایستگاه گنبد و ماه خرداد ایستگاه‌های قازانقایه و مراوتپه دارای روند معنی‌دار افزایشی و در ماه بهمن ایستگاه مراوتپه دارای روند معنی‌دار کاهش‌ی است (جدول ۲). این در حالی است که روش والد- وولفوتیز نشان داد که تنها ایستگاه اینچه‌برون (در آبان ماه) و قازانقایه (در فروردین ماه) دارای روند معنی‌دار افزایشی در سطح ۵٪ می‌باشد و دیگر ایستگاه‌های تحت بررسی در هیچ یک از ماه‌ها روند معنی‌داری را در این سطح احتمال نشان ندادند.

اولین کنفرانس بین المللی بحران آب ۲۲-۱۲۰ اسفندماه ۱۳۸۷- دانشگاه زابل

جدول (۲): شیب خط روند درازمدت بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از آزمون کمترین مربعات خطا در دوره آماری ۸۶-۱۳۵۴ در ایستگاه‌های مناطق نیمه خشک استان گلستان

سالانه	فصلی				ماهانه												ایستگاه
	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	
۳/۰۹۰*	۲/۱۲۶*	۰/۷۱۷	۱/۰۴۷	۰/۴۵۳	۱/۲۷۱	۱/۲۴۵	۱/۰۶۷	۰/۷۴۹	-۰/۲۶۲	۱/۲۹۱	۱/۶۷۷	۰/۶۶۵	-۰/۴۱۱	۱/۳۰۷	۱/۹۵۶	۱/۲۳۶	اینچه‌برون
۱/۴۱۹	۱/۰۸۲	۰/۶۶۵	۰/۴۷۰	۱/۴۲۹	۰/۲۲۱	۱/۴۳۲۱	-۰/۰۰۹	۰/۳۷۴	-۰/۳۵۱	۱/۵۷۸	۲/۱۷۲*	-۰/۵۰۵	-۰/۶۵۷	۰/۲۶۳	۱/۶۷۷	۰/۶۸۲	ترشکلی
۰/۳۵۸	۰/۷۴۷	-۰/۲۱۵	-۰/۰۹۷	۰/۸۱۳	۰/۴۵۵	۰/۴۳۷	۰/۴۲۰	-۰/۴۴۵	-۱/۴۰۷	۰/۷۸۴	۱/۳۰۱	-۱/۴۰۲	-۰/۱۶۴	۰/۳۰۶	۰/۵۲۷	۰/۴۸۳	سدگرگان
۵/۷۰۹*	۲/۴۹۷*	۲/۹۸۳*	۲/۷۸۹*	۴/۳۹۵*	۰/۹۲۴	۱/۷۳۱	۱/۰۴۷	۲/۲۲۰*	۱/۳۰۵	۳/۴۶۹*	۲/۶۴۷*	۱/۴۳۴	۱/۰۶۵	۲/۲۹۹*	۵/۵۳۳*	۱/۹۱۵	قازانقایه
۱/۱۲۵	۰/۴۴۳	۰/۰۰۵	۰/۳۶۲	۱/۸۱۴	-۰/۴۴۹	۰/۳۴۲	۰/۹۵۱	۱/۰۰۶	-۱/۲۲۰	۰/۹۶۷	۱/۷۵۸	-۱/۲۸۷	۰/۲۷۸	۰/۰۹۷	۲/۱۲۷*	۰/۳۷۸	قزاقلی
۲/۴۶۱*	۱/۸۷۹	۰/۹۴۷	۰/۸۲۷	۱/۸۷۹	۱/۱۸۱	۰/۸۴۸	۲/۴۳۶*	۰/۹۲۵	-۰/۵۰۲	۱/۹۲۸	۱/۴۲۳	-۰/۷۶۶	۰/۵۵۹	۰/۸۱۰	۰/۸۴۶	۱/۴۶۲	گنبد
-۰/۲۸۴	-۰/۱۶۰	۰/۵۹۷	-۲/۰۰۸*	۰/۶۷۲	-۱/۳۸۳	۱/۵۵۰	-۰/۰۱۴	۲/۳۹۳*	-۰/۶۲۶	۰/۴۹۰	۰/۶۷۳	-۲/۰۱۳*	-۱/۹۵۰	-۰/۳۴۷	۰/۲۱۸	۱/۰۹۷	مراوتپه
-۰/۲۷۱	-۰/۶۲۹	۰/۱۳۱	-۰/۶۲۶	۰/۳۹۲	-۰/۵۰۹	۰/۸۰۱	-۱/۰۲۱	۱/۱۰۹	-۱/۷۹۲	۱/۴۱۶	۱/۲۴۴	-۰/۹۴۵	-۱/۴۳۴	-۰/۰۸۸	۰/۴۸۱	۰/۲۱۹	هوتن

جدول (۳): مقادیر استاندارد شده آماره UR با استفاده از آزمون والد-وولفوتیز در بررسی روند درازمدت بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در دوره آماری ۸۶-۱۳۵۴ در ایستگاه‌های مناطق نیمه خشک استان گلستان

سالانه	فصلی				ماهانه												ایستگاه
	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	
۱/۰۰۵	۰/۹۲۸	۰/۶۴۰	-۰/۸۶۰	۱/۷۸۴	۱/۱۰۴	۱/۸۹۰	۰/۳۷۷	۰/۴۷۸	۰/۴۱۰	۰/۵۴۹	-۱/۱۴۰	-۱/۰۶۹	۰/۴۰۸	-۱/۱۹۰	۲/۶۴۰*	۱/۳۷۴	اینچه‌برون
۱/۳۱۹	-۱/۷۸۷	۱/۴۹۹	۰/۹۴۶	۰/۷۵۵	-۱/۶۱۰	۰/۸۲۲	۰/۳۵۹	-۰/۶۶۰	۰/۷۲۷	۱/۲۵۴	۰/۹۹۴	-۰/۷۹۰	۱/۰۰۷	-۱/۱۸۲	۱/۱۳۳	۰/۸۰۸	ترشکلی
-۰/۲۳۶	-۰/۱۸۲	۰/۷۳۸	۰/۱۴۵	-۰/۷۱۰	-۰/۱۱۹	۰/۵۶۱	-۰/۴۹۷	-۱/۲۹۸	۰/۴۵۷	۰/۸۳۸	-۱/۲۰۳	۰/۸۱۱	۰/۵۰۳	۰/۰۵۸	-۰/۸۸۶	۱/۸۷۱	سدگرگان
۳/۹۸۷*	۲/۵۰۰*	۲/۲۹۶*	۳/۵۲۰*	۱/۹۲۳	-۰/۸۴۹	۲/۲۴۲	۱/۲۲۷	۰/۱۵۰	۱/۸۰۸	۲/۰۲۲*	۱/۱۵۱	۰/۰۹۴	۱/۴۳۸	۰/۲۷۳	۱/۳۰۳	-۰/۶۸۰	قازانقایه
۰/۵۶۷	-۰/۸۱۰	۰/۶۳۷	۰/۲۱۷	۱/۹۶۷*	-۰/۲۶۵	-۰/۰۹۳	۰/۶۲۳	۰/۴۷۳	۱/۰۰۳	۰/۳۶۹	-۱/۳۱۸	-۰/۰۰۴	۰/۶۶۵	-۰/۱۳۲	۱/۲۱۴	۰/۳۷۹	قزاقلی
۱/۳۳۳	۱/۲۰۲	۱/۷۷۳	۱/۹۴۱	۲/۰۳۶*	-۰/۰۷۶	۱/۳۱۶	۰/۰۶۷	۱/۶۲۲	۱/۱۲۵	۱/۷۰۹	۰/۴۳۲	۰/۵۳۹	۱/۰۹۳	-۰/۴۳۸	۰/۰۸۴	۰/۶۶۸	گنبد
-۰/۷۴۸	۰/۷۸۷	-۰/۳۲۸	۰/۷۷۵	-۱/۸۶۱	۰/۰۱۲	۰/۵۶۶	-۰/۳۸۰	-۱/۲۸۱	۰/۱۵۱	۰/۴۱۳	-۰/۳۱۷	۰/۴۶۱	۱/۳۹۶	-۱/۷۰۰	-۰/۷۱۹	-۱/۵۹۰	مراوتپه
۰/۱۴۲	۰/۸۴۱	۱/۳۷۲	۰/۰۲۸	۰/۴۹۵	-۰/۶۵۶	۰/۲۳۰	۲/۰۴۵	-۰/۹۵۷	۱/۴۲۷	۰/۸۳۰	-۰/۱۶۳	-۰/۰۸۹	۱/۰۶۱	-۱/۱۲۰	۰/۵۵۲	-۱/۱۰۱	هوتن

نتایج بدست آمده را می توان به صورت زیر خلاصه نمود

- روش کمترین مربعات خطا روند را در سری های درازمدت سالانه، فصلی و ماهانه در ایستگاه های بیشتری نشان داد.
- به طور کلی هر سه حالت ایستا، روند مثبت و منفی در ایستگاه ها وجود دارد که براساس آزمون کمترین مربعات خطا و آزمون والد- وولفوتز، در ایستگاه هایی که در آنها روند مشاهده می شود در اکثر آنها در سطح اطمینان ۹۵٪ روند افزایش بارندگی به چشم می خورد.
- ایستگاه قازانقایه در بیشتر سرهای زمانی درازمدت بارندگی روند معنی دار افزایشی را نشان داد.
- در مقیاس فصلی در تعدادی از ایستگاه ها، بارندگی فصل پاییز روند افزایشی و بارندگی فصل زمستان روند کاهشی از خود نشان دادند.

منابع و مراجع

۱. شیر غلامی، هادی، و قهرمان، بیژن؛ بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱، بهار ۱۳۸۴، صفحات ۹-۲۳.
۲. عسگری، احمد، رحیم زاده، فاطمه، محمدیان، نوشین و فتاحی، ابراهیم؛ تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران، فصلنامه تحقیقات منابع ایران، شماره ۳، زمستان ۱۳۸۶، صفحات ۴۲-۵۵.
3. Burn, D. H. and Elnur, M.A.H. 2002. Detection of hydrologic trends and variability. J. Hydrol. 255 (1-4), 107-122.
4. Ersoy Yildirim, Y., Turkes, M., and Tekiner, M. 2004. Tme series analysis of long term variations in stream flow data of some stream flow stations over the Gediz basin and in precipitation of the Akhisar station. Pakistan Journal of Biological Sciences 7 (1): 17-24.
5. Gan, T. Y. 1998. Hydroclimatic trends and possible climatic warming in the Canadian Prairies. Water Resour. Res. 34, 3009-3015.
6. Hirsch, R.M., Alexander, R.B., Smith, R.A., 1991. Selection of methods for the detection and estimation of trends in water quality. Water Resour. Res. 27, 803-813.
7. Jain, S., Lall, U., 2000. Magnitude and timing of annual maximum floods: trends and large-scale climatic associations for the Blacksmith Fork River, Utah. Water Resour. Res. 36 (12), 3641-3641.
8. Lettenmaier, D.P., 1976. Detection of trends in water quality data from records with dependent observations. Water Resour. Res. 12 (5), 1037-1046.
9. Terakawa, A., Watanabe, A. and Fujikane, M. 1996. Estimation of the change in precipitation over Japan due to global climate change by the weather pattern analysis. Proc. Int. Conf. Water Resour. Environ. Res., Kyoto, Japan II, 555-562.
10. Turkes, M., 2001a. Kuresel iklim degisikligi: Tarim ve su kaynaklari uzerindeki olasi etkiler. Iklim Degisikliklerinin Tarim Uzerine Etkileri Paneli, Bildiriler Kitabi, 91-128, Tarim ve Koy Isleri Bakanligi, KKGm, Ankara.
11. Turkes, M., 2001b. Kuresel iklimin korunmasi, Iklim Degisikligi Cerceve Sozlesmesi ve Turkiye. Tesisat Muhendisligi, TMMOB Makina Muhendisleri Odasi Sureli Teknik Yayin organı, Istanbul, 61: 14-29.

12. Turkes, M., 2001c. Bonn Anlasmasi ve kuresel isinmanin onlenmesindeki rolu. TMMOB Turkiye III. Enerji Sempozyumu: Kuresellesmenin Enerji Sektorunde Yapisal Degisim Programi ve Ulusal Enerji Politikalan, 5-7 Aralik 2001, Bildirler Kitabi, pp: 339-353.
13. Westmacott, J.R. and Burn, D.H. 1997. Climate change effects on the hydrologic regime within the Churchill-Nelson river basin. J. Hydrol. 202 (1-4), pp: 263-279.
14. Zhang, X.B., Harvery, K.D., Hogg, W.D. and Yuzyk T.R. 2001. Trends in Canadian streamflow. Water Resour. Res. 37 (4), pp: 987-998.