

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

معصومه عیوضی<sup>۱</sup>

masoomeh.eivazi@gmail.com

"ابوالفضل مساعدی"<sup>۲</sup>، "مهدی مفتاح هلقی"<sup>۳</sup>، "موسی حسام"<sup>۳</sup>

mosaedi@yahoo.com, meftahhalghi@gmail.com, mhesam@yahoo.com

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

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

۳. 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 غیرمعنی‌دار بودن، روند افزایشی دیده شده است.

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

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

معصومه عیوضی<sup>۱</sup>

masoomeh.eivazi@gmail.com

"ابوالفضل مساعدی"<sup>۲</sup>، "مهدی مفتاح هلقی"<sup>۳</sup>، "موسی حسام"<sup>۳</sup>

mosaedi@yahoo.com, meftahhalghi@gmail.com, mhesam@yahoo.com

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

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

۳. استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## ۱- 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 [۱۰، ۱۱، ۱۲]. 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 [۴].

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 آنتریپژنیک<sup>۱</sup> و عوارض طبیعی سیستم‌های اقلیمی باشد [۷]. بنابراین تعیین روندها در سری‌های زمانی هیدرولوژیکی از اهمیت زیادی در سراسر جهان برخوردار است [۳، ۱۴، ۵، ۱۳].

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 [۹].

شیرغلامی و قهرمان (۱۳۸۴) به بررسی تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران با استفاده از سه روش کمترین مربعات خطا، من-کندال<sup>۲</sup> و روش والد-ولفویتز<sup>۳</sup> 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 [۱].

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 [۲].

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

<sup>۱</sup> - anthropogenic

<sup>۲</sup> - Mann Kendall

<sup>۳</sup> - Wald- Wolfowitz

بررسی روند تغییرات درازمدت در سری‌های زمانی مقادیر بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در مناطق نیمه خشک استان گلستان می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

در طی دهه‌های گذشته آزمون‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک متعددی برای تعیین روندهای موجود در سری‌های زمانی درازمدت ارائه شده است [۶، ۸]. در این تحقیق به منظور بررسی روند در داده‌های بارندگی از دو آزمون کمترین مربعات خطا و والد-وولفوتیز استفاده شده است.

### ۲-۱- 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.

### ۲-۲- 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.

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

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

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

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

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

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

آنگاه  $|U_R|$  را با  $Z_{\alpha/2}$  در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه می‌کنند. اگر  $|U_R| < Z_{\alpha/2}$  باشد داده‌ها مستقل فرض شده و دارای روند نیز نیستند. در غیر این صورت داده‌ها ناپایستا و وابسته‌اند.

### ۲-۳- روش تحقیق

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

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق

ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی				ارتفاع (m)
		عرض شمالی		طول شرقی		
۱	اینچه‌برون	۲۴°	۲۷°	۴۰°	۴۳°	۱۰
۲	ترشکلی	۰۲°	۴۱°	۲۰°	۴۹°	۲۵
۳	سدگرگان	۱۷°	۱۲°	۲۷°	۴۴°	۱۲
۴	قازانقایه	۴۹°	۵۴°	۴۶°	۱۴°	۲۲۰
۵	قزاقلی	۵۲°	۱۳°	۳۹°	۰۱°	۳۰
۶	گنبد	۴۷°	۱۴°	۳۵°	۱۱°	۳۶
۷	مراوتپه	۳۲°	۵۴°	۲۰°	۵۷°	۱۹۰
۸	هوتن	۲۴°	۵۶°	۵۴°	۲۸°	۱۰۰

سپس سری‌های 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.

### ۳- 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.

#### ۳-۱- 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 سالانه دارای روند افزایشی در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد و دیگر ایستگاه‌های تحت بررسی دارای روند معنی‌داری در این سطح احتمال نمی‌باشد.

### ۳-۲-۲- فصلی

#### ۳-۲-۱- 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).

#### ۳-۲-۲- 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).

#### ۳-۲-۳- 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).

#### ۳-۲-۴- 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).

#### ۳-۳- ماهانه

بر اساس 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 اینچه برون (در آبان ماه) و قازانقایه (در فروردین ماه) دارای روند معنی دار افزایشی در سطح ۵٪ می باشد و دیگر ایستگاه های تحت بررسی در هیچ یک از ماه ها روند معنی داری را در این سطح احتمال نشان ندادند.

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  $U_R$  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 می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود

- روش کمترین مربعات خطا روند را در سری‌های درازمدت سالانه، فصلی و ماهانه در ایستگاه‌های بیشتری نشان داد.
- به طور کلی هر سه حالت ایستا، روند مثبت و منفی در ایستگاه‌ها وجود دارد که براساس آزمون کمترین مربعات خطا و آزمون والد-وولفوتز، در ایستگاه‌هایی که در آنها روند مشاهده می‌شود در اکثر آنها در سطح اطمینان ۹۵٪ روند افزایش بارندگی به چشم می‌خورد.
- ایستگاه قازانقایه در بیشتر سرهای زمانی درازمدت بارندگی روند معنی‌دار افزایشی را نشان داد.
- در مقیاس فصلی در تعدادی از ایستگاه‌ها، 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 نمایه‌های بارش‌های حدی در ایران، فصلنامه تحقیقات منابع ایران، شماره ۳، زمستان ۱۳۸۶، صفحات ۴۲-۵۵.
۳. Burn, D. H. and Elnur, M.A.H. ۲۰۰۲. Detection of hydrologic trends and variability. J. Hydrol. ۲۵۵ (۱-۴), ۱۰۷-۱۲۲.
۴. Ersoy Yildirim, Y., Turkes, M., and Tekiner, M. ۲۰۰۴. Time 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 ۷ (۱): ۱۷-۲۴.
۵. Gan, T. Y. ۱۹۹۸. Hydroclimatic trends and possible climatic warming in the Canadian Prairies. Water Resour. Res. ۳۴, ۳۰۰۹-۳۰۱۵.
۶. Hirsch, R.M., Alexander, R.B., Smith, R.A., ۱۹۹۱. Selection of methods for the detection and estimation of trends in water quality. Water Resour. Res. ۲۷, ۸۰۳-۸۱۳.
۷. Jain, S., Lall, U., ۲۰۰۰. Magnitude and timing of annual maximum floods: trends and large-scale climatic associations for the Blacksmith Fork River, Utah. Water Resour. Res. ۳۶ (۱۲), ۳۶۴۱-۳۶۴۱.
۸. Lettenmaier, D.P., ۱۹۷۶. Detection of trends in water quality data from records with dependent observations. Water Resour. Res. ۱۲ (۵), ۱۰۳۷-۱۰۴۶.
۹. Terakawa, A., Watanabe, A. and Fujikane, M. ۱۹۹۶. 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, ۵۵۵-۵۶۲.
۱۰. Turkes, M., ۲۰۰۱a. Kuresel iklim degisikligi: Tarim ve su kaynaklari uzerindeki olasi etkiler. Iklim Degisikliklerinin Tarim Uzerine Etkileri Paneli, Bildiriler Kitabi, ۹۱-۱۲۸, Tarim ve Koy Isleri Bakanligi, KKGMM, Ankara.
۱۱. Turkes, M., ۲۰۰۱b. Kuresel iklimin korunmasi, Iklim Degisikligi Cerceve Sozlesmesi ve Turkiye. Tesisat Muhendisligi, TMMOB Makina Muhendisleri Odasi Sureli Teknik Yayin organı, Istanbul, ۶۱: ۱۴-۲۹.
۱۲. Turkes, M., ۲۰۰۱c. Bonn Anlasmasi ve kuresel isinmanin onlenmesindeki rolu. TMMOB Turkiye III. Enerji Sempozyumu: Kuresellesmenin Enerji Sektorunde Yapisal Degisim Programi ve Ulusal Enerji Politikalan, ۵-۷ Aralik ۲۰۰۱, Bildiriler Kitabi, pp: ۳۳۹-۳۵۳.
۱۳. Westmacott, J.R. and Burn, D.H. ۱۹۹۷. Climate change effects on the hydrologic regime within the Churchill-Nelson river basin. J. Hydrol. ۲۰۲ (۱-۴), pp: ۲۶۳-۲۷۹.
۱۴. Zhang, X.B., Harvery, K.D., Hogg, W.D. and Yuzyk T.R. ۲۰۰۱. Trends in Canadian streamflow. Water Resour. Res. ۳۷ (۴), pp: ۹۸۷-۹۹۸.

## Investigation of annual and seasonal precipitation changes trend in hemi-arid region of Golestan Province

Masoomeh Eivazi<sup>۱</sup>

*masoomeh.eivazi@gmail.com*

Abolfazl Mosaedi<sup>۲</sup>, Mahdi Meftah Halaghi<sup>۳</sup>, Mousa Hesam<sup>۳</sup>

*mosaedi۱@yahoo.com, meftahhalghi@gmail.com, mhesam@yahoo.com*

۱: MSc student, Dept of water Eng. Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources.

۲: Associated prof, Dept of water Eng. Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources.

۳: Assistant prof, Dept of water Eng. Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources.

### Abstract

Precipitation amount is of the most important climate characteristics in each region. The mentioned climate character which shows a lot of variability among other climate parameters, affects seriously on water resources of a region. In some cases, changes in a region precipitation may convert in to the change in precipitation trend and lead to decreasing or even increasing of precipitation, gradually during the time. So, in order to investigate trend in time series, there are some parametric and non-parametric statistical methods. In the presented study, in order to study longtime monthly, seasonal and annual precipitation changes trend in semi arid regions of Golestan Province, least squares and Wald-Wolfowitz tests, have been used. So, some of rain gauge stations had been selected in north of Golestan Province with at least ۳۰ years records until the end of water years ۲۰۰۶-۲۰۰۷. Then, presence or lack of trend in precipitation amount of the stations had been studied, using above two test methods. The results show that, generally there were all three states of stationary, positive and negative, in stations. On the basis of least of square error test, the positive trend can be established in some more stations, for there more, in some stations amount of precipitation in autumn was increased while this factor was decreased in winter.

**Key words:** Precipitation, Trend, least of squares error test, Wald-Wolfowitz, Hemi arid regions, Golestan Province.