Journal of Water and Sustainable Development. September 2026
Volume 13. Issue 2 (Serial No. 40). Pages 135 to 150

نشریه آب و توسعه پایدار. شهریور ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره دوم (پیاپی ۴۰). صفحات ۱۳۵ تا ۱۵۰

Document Type: Case Study

نوع مقاله: مطالعه موردی

# Studying and Investigating the Pattern of Rainfall Changes in the Western Watersheds of Mazandaran Province and Its Impact on the Regional Climate Change Phenomenon

# مطالعه و بررسی الگوی تغییرات روند بارندگی حوضه‌های آبخیز غرب استان مازندران و تاثیر آن بر پدیده تغییر اقلیم منطقه‌ای

**A. Gholami**

Assistant Professor, Faculty of Engineering and Technology, Shomal University, Amol, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** Gholami@shomal.ac.ir

**Received** ▶ 31-03-2026
**Revised** ▶ 22-07-2026
**Accepted** ▶ 27-07-2026
**Available online** ▶ 16-09-2026

**عباس غلامی**

استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** Gholami@shomal.ac.ir

**تاریخ دریافت** ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۱۱
**تاریخ بازنگری** ◀ ۱۴۰۵/۰۴/۳۱
**تاریخ پذیرش** ◀ ۱۴۰۵/۰۵/۰۵
**تاریخ انتشار** ◀ ۱۴۰۵/۰۶/۲۵

## Abstract

Examining the pattern of precipitation changes as one of the important meteorological parameters in the sustainable management of water resources and the agricultural sector in each region is of considerable importance. In this research, in order to study the fluctuations of rainfall cycles in selected stations in the west of Mazandaran province, Mann-Kendall and Sen Slope tests were used on monthly, seasonal, and annual scales. Based on this, 10 river stations that have average of 40 years rainfall statistics and lack of years with no statistics were selected throughout the study area. The results of this study have been calculated and analyzed for each station in the form of 17 time series and a total of 170 rainfall time series for 10 selected stations. In a general summary of the study on the results of this research, it is clear that the annual, seasonal, and monthly rainfall trend of the investigated stations has high fluctuations and certain climatic anomaly. This study shows the effect of precipitation fluctuations on the hydrological cycles of this area located in the west of Mazandaran province. Considering that rainfall fluctuations are one of the important factors in regional ecology and agricultural activities, it is expected that the growth of forest plants will undergo negative regional changes, and can also affect agricultural activities and the supply of fodder to the pastures of the region. face serious challenges in times of drought. On the other hand, the possible sudden increase in seasonal rains can intensify these regional water challenges if the runoff is not controlled and the watershed management is not properly managed. Considering the issues raised, the correct management of water resources and planning in order to adapt to this change in rainfall conditions, we can expect better conditions in the agricultural and pasture areas of the region. Considering the population pressures of the last century and taking into account that this area is completely tourism-friendly, which can naturally increase the pressure on the river ecosystem, the issue of regional watershed planning is very vital and important.

**Keywords:** Rainfall Changes, Mann-Kendall Test, Sen Slope, West of Mazandaran Province.

## چکیده

بررسی الگوی تغییرات بارش یکی از متغیرهای مهم هواشناسی در مدیریت پایدار منابع آب و بخش کشاورزی هر منطقه می‌باشد که اهمیت شایان توجهی دارد. جهت مطالعه نوسانات چرخه‌های بارشی در این پژوهش از آزمون‌های من‌کندال و شیب سن در مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه در ایستگاه‌های منتخب غرب استان مازندران استفاده شده است. بر این اساس ۱۰ ایستگاه رودخانه‌ای که دارای آمار بارشی میانگین ۴۰ سال و فقدان سال‌های فاقد آمار بوده‌اند، در سرتاسر ناحیه مورد مطالعه، انتخاب شدند. نتایج این مطالعه برای هر ایستگاه به صورت ۱۷ سری زمانی و در مجموع برای ۱۰ ایستگاه منتخب بررسی شده و ۱۷۰ سری زمانی بارشی مورد محاسبه و بررسی قرار گرفته است. جمع بندی کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد روند بارشی سالانه، فصلی و ماهانه ایستگاه‌های بررسی شده نوسانات زیاد و بی‌نظمی‌های اقلیمی مشخصی دارد. این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر نوسانات روند بارش بر چرخه‌های هیدرولوژیک این ناحیه واقع در غرب استان مازندران می‌باشد. با توجه به اینکه نوسانات بارشی یکی از عوامل مهم در اکولوژی ناحیه‌ای و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد انتظار می‌رود رشد گیاهان جنگلی به خاطر این تغییرات دستخوش تحولات منفی ناحیه‌ای شود؛ همچنین این تغییرات می‌تواند فعالیت‌های کشاورزی و تأمین علوفه دام مراتع ناحیه را در مواقع خشکسالی با چالش‌های جدی روبرو سازد. از طرفی دیگر افزایش احتمالی ناگهانی بارش‌های فصلی نیز در صورت عدم مهار هرزآب‌ها و مدیریت صحیح آبخیزداری می‌تواند این چالش‌های کم آبی یا سیلاب ناحیه‌ای را تشدید نماید. با توجه به این مسائل، در صورت مدیریت صحیح منابع آبی یعنی برنامه‌ریزی به منظور سازگارشدن با این تغییر شرایط بارش، می‌توان انتظار شرایط بهتری را در حوضه‌های کشاورزی و مرتعداری ناحیه‌ای داشت. نظر به فشارهای جمعیتی سده اخیر و با توجه به اینکه این ناحیه کاملاً گردش‌گرپذیر می‌باشد، که طبعاً می‌تواند موجب تشدید فشار بر اکوسیستم رودخانه‌ای شود، موضوع برنامه‌ریزی ناحیه‌ای آبخیزداری بسیار حیاتی و مهم جلوه می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات بارندگی، آزمون من کندال، شیب سن، غرب استان مازندران.

**How to cite this article:**

Gholami, A. (2026). Studying and Investigating the Pattern of Rainfall Changes in the Western Watersheds of Mazandaran Province and Its Impact on the Regional Climate Change Phenomenon. Journal of Water and Sustainable Development, 13(2), 135-150. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i2.2603-1509

## مقدمه

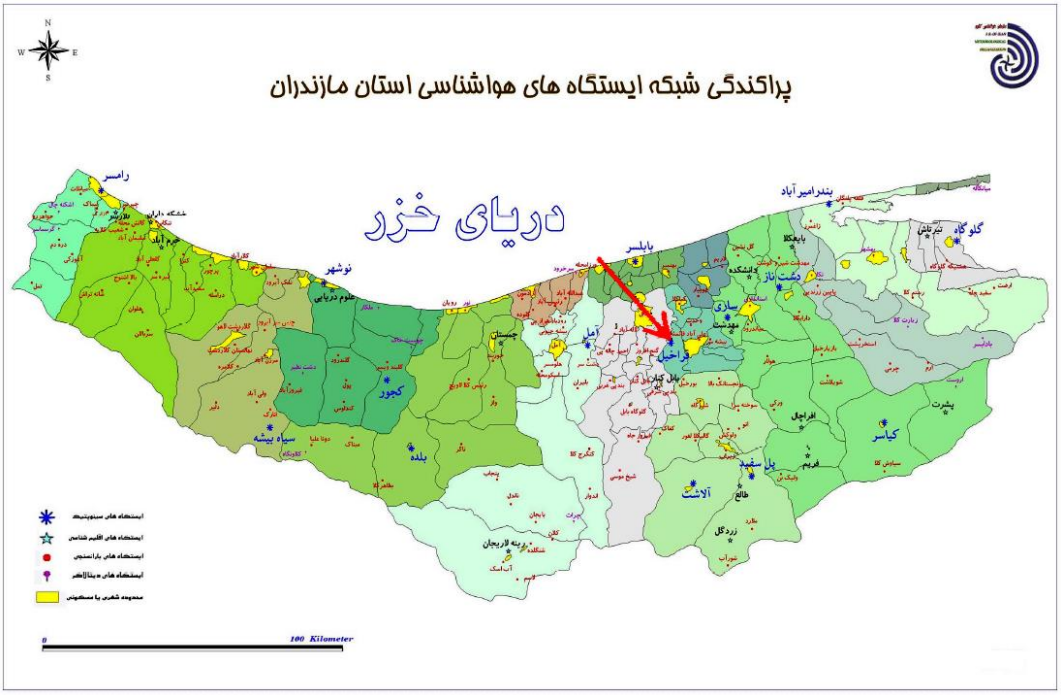
مطالعات مختلف در خصوص پدیده تغییر اقلیم در نقاط مختلف جهان نشان می‌دهد که مقدار غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو از زمان قبل از دهه صنعتی تاکنون افزایش بسیار زیادی داشته است، به طوری‌که میزان این تغییرات از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۴ میلادی در حدود ۷۰٪ رشد نشان داده است. به صورت آشکاری میزان فعالیت‌های انسانی یکی از علل اصلی گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی از سال ۱۹۷۰ تاکنون بوده است (Yang و همکاران، ۲۰۱۲). در گزارشات هیئت بین الدول تغییر اقلیم اشاره شده است که اقلیم جهانی با نرخ ۰/۲ درجه سانتی‌گراد در هر دهه گرمتر خواهد شد. حتی اگر میزان گازهای گلخانه ای در حد سال ۲۰۰۰ میلادی ثابت باقی بماند، باز هم دمای کلی زمین در حدود ۰/۱ درجه سانتیگراد در هر دهه افزایش خواهد یافت. این عوامل بیان‌کننده این است که تغییر اقلیم کنونی و آینده به عنوان موضوعی بسیار مهم در علم اقلیم‌شناسی محسوب می‌شود (Yang و همکاران، ۲۰۱۲). از طرفی دیگر بررسی تغییرات سیلاب یک تحلیل اولیه برای برنامه‌ریزی منابع آب (Adib و همکاران، ۲۰۱۲؛Ahmadianfar و همکاران، ۲۰۱۵)، طراحی‌های هیدرولوژیکی (Zhang و Singh، ۲۰۰۶) و مدیریت زیست‌محیطی (Tharme، ۲۰۰۳) است. مطالعات بررسی تغییرات سیلاب، تحلیل روند سیلاب را به عنوان یک ابزار اولیه در نظر می‌گیرد که به‌طور معمول در این زمینه تغییرات دبی اوج سیلاب بررسی می‌شود. یکی از ابزارهای معمول مورد استفاده برای تشخیص تغییرات در سری‌های زمانی اقلیمی و هیدرولوژیکی تجزیه و تحلیل روند است (Khaled وRao، ۱۹۹۸). آزمون‌های ناپارامتریک خصوصاً برای سری‌های که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند مناسب‌تر از آزمون‌های پارامتریک می‌باشد (Bihrat وMehmetic، ۲۰۰۳). دو آزمون من‌کندال[1] و شیب تخمین‌گر سن[2] جزء متداول‌ترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری‌های زمانی آب و هواشناسی به شمار می‌روند. در مطالعات هیدرولوژیکی اغلب از روش‌های ناپارامتری استفاده شده است. دلیل اصلی آن این واقعیت است که آزمون‌های ناپارامتری برای سری داده‌هائی که توزیع آماری آنها نرمال نیست و یا دارای داده‌های مفقود هستند، مناسب‌تر میباشند. این آزمون‌ها برخلاف روش‌های پارامتری به داده‌های خارج از محدوده، حساسیت زیادی نشان نمی‌دهند. روند در سری‌های زمانی آب و هواشناسی می‌تواند ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و یا تغییر اقلیم باشد. در مورد موضوع این پژوهش مطالعات متعددی توسط محققین در ایران و سایر نقاط دنیا انجام شده است که در اینجا به مواردی از این مطالعات اشاره می‌شود: Yang و همکاران (۲۰۱۲) روند دما و بارش میانگین ماهانه ۵۳ ساله در حوضه رودخانه ژانگوینان و پنج ایستگاه هواشناسی اطراف آن را با استفاده از آزمون من‌کندال بررسی کردند و روند کاهشی معنی‌دار در بارندگی سالانه و روند افزایشی دما را در فصل‌های تابستان و بهار گزارش نمودند. Martinez و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات روند متوسط دما در ایالت فلوریدای آمریکا را در دو دوره زمانی ۲۰۰۹- ۱۸۹۵ و ۲۰۰۹-۱۹۷۰ با استفاده از آزمون من‌کندال بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو دوره مورد مطالعه، دما روند صعودی را در این ایالت تجربه کرده است (Martinez و همکاران، ۲۰۱۲). از طرفی تعدادی از محققان روند تغییرت سالانه دما و بارش را در طی پنجاه سال برای منطقه لوئس پلاتیو در کشور چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در پنجاه سال گذشته میانگین سالانه درجه حرارت منطقه مورد مطالعه ۱/۱۹ درجه سانتی‌گراد افزایش و میزان بارندگی به مقدار ۲۹/۱۱ میلی‌متر در طی ۵۰ سال کاهش یافته است (Wangو همکاران، ۲۰۱۲). پژوهشگرانی دیگر روند کمینه، بیشینه و متوسط درجه حرارت را در منطقه مودنا در ایتالیا بررسی کرده و نشان دادند که درجه حرارت کمینه و بیشینه روند معنی‌داری نداشته و به ترتیب در هر دهه ۰/۱ درجه سانتیگراد افزایش یافته است (Boccolari و Malmusi، ۲۰۱۳). محققانی نیز روند تغییرات دمای فصلی و سالانه سیبری را با استفاده از آزمون من‌کندال مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که درجه حرارت فصلی و سالانه روند صعودی معنی‌دار دارد (Gocic و Trajkovic، ۲۰۱۳). رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک استان هرمزگان، میانگین‌های فصلی و سالانه دما و بارش به همراه مقادیر حدی آنها را بررسی نمودند. ایشان نتیجه گرفتند که در این منطقه افزایش دما و کاهش بارش به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر حدی دما رخ داده است. در ایران پژوهشگرانی دیگر روند دمای بیشینه و کمینه سالانه، فصلی و ماهانه را در ۱۹ ایستگاه سینوپتیک واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران در دوره آماری ۳۰ ساله با استفاده از آزمون من‌کندال مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که درجه حرارت بیشینه و کمینه سالانه به ترتیب ۰/۰۹ و ۰/۴۴۴ در دهه افزایش داشته است (Tabari و Hosseinzade، ۲۰۱۱). پژوهشگرانی نیز تغییرات درجه حرارت بیشینه را در ۳۲ ایستگاه سینوپتیک ایران در طول سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۹۶ مورد بررسی قرار دادند. نتایج، حاکی از آن است که در ماه‌ها و فصل‌های گرم سال، درجه حرارت بیشینه روند افزایشی معنی‌دار در کل کشور تجربه کرده است و به‌طورکلی در مقیاس سالانه تقریباً پنجاه درصد ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بودند (Kousari و همکاران، ۲۰۱۳) فرض اصلی بیشتر مطالعات تحلیل روند با استفاده از آزمون من‌کندال بر این است که داده‌های نمونه خودهمبستگی معنی‌داری ندارند، با این حال ممکن است برخی سری‌های هیدرولوژیکی دارای ضریب خودهمبستگی معنی‌دار باشند (Dinpashoh و همکاران، ۲۰۱۴). چنانچه یک سری دارای ضرایب خودهمبستگی مثبت باشد، احتمال اینکه آزمون من‌کندال

وجود روند را در این سری نشان دهد افزایش می‌یابد. در این صورت فرض صفر، مبنی بر عدم وجود روند، رد می‌شود. درحالی‌که حقیقت این است که فرض صفر نباید رد شود (میرعباسی و دین‌پژوه، ۱۳۸۹). خودهمبستگی در داده‌های دمای ماهانه و فصلی احتمالاً موجود است. برای داده‌های بارش کمتر مشاهده می‌شود. به هر ترتیب می‌توان بررسی نمود و اثرش را حذف کرد یا از Modified Mann-Kendall استفاده کرد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه‌های ساحلی دریای خزر بخشی از دامنه‌ها و کوهپایه‌های شمالی البرز مرکزی بوده و از دو قسمت کاملاً متمایز تشکیل گردیده است. بخش کوهستانی آن که قسمت عمده ارتفاعات البرز را شامل می‌شود در امتداد دریای خزر گسترش داشته و عرض آن در مناطق مرکزی از ۱۰۰ کیلومتر و در مناطق شرقی از ۶۰ کیلومتر تجاوز می‌کند. دیواره مرتفع و عملاً بدون بریدگی البرز در این حوضه در مجاورت پهنه گسترده آب‌های خزری یکی از شگرف‌ترین مرزهای اقلیمی جهان را به‌وجود آورده است، به صورتی‌که همبستگی بین عوامل هیدروکلیماتولوژی ایستگاه‌های مناطق شمال کشور در عبور از این دیواره، حتی در فواصل کم، ناگهان تنزل می‌نماید که در خیلی از موارد معنی‌دار است. به این اعتبار سلسله جبال البرز یك مرز انفصال اقلیمی است که نظایر آن در دنیا چندان متعدد نمی‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در حوضه مطالعاتی از ۱۴۰۰ میلی‌متر در نواحی ساحلی تا کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در دره رودخانه نمارستاق[3] متغیر است و تغییرات آن در سال شبه‌مدیترانه ای است. میانگین منطقه‌ای حداقل بارش در خرداد و تیر در حدود ۴/۵ درصد کل بارندگی سالانه این منطقه را تأمین می‌کند و حداکثر بارش که تقریباً ۱۳/۵ درصد را در بر می‌گیرد در مهر ماه حادث می‌شود. میانگین سالانه دمای متوسط روزانه در حوزه مطالعاتی از حدود ۱۶ درجه در مناطق پست ساحلی تا کمتر از ۲/۵ درجه در ارتفاعات دماوند متغیر است. اقالیم حوزه آبریز ساحلی به شدت متأثر از ارتفاع می‌باشد. رودخانه‌های این حوضه با توجه به وضع توپوگرافی شرایط متفاوتی دارند. در بخش غربی و نیز قسمت‌هائی از بخش میانی که بین رودخانه‌های چالوس و هراز قرار گرفته‌اند رودخانه‌ها طول کمی داشته و غالباً از یك یا چند دره کوچك در امتداد شمال به جنوب تشکیل شده‌اند که تعداد کمی دره‌های کوچکتر ممکن است به آنها بپیوندند. حوزه آبخیز این رودخانه ها غالباً از جنگل پوشیده شده است. در بخش مرکزی و شرقی حوضه رودخانه‌ها عموماً حوزه آبخیز وسیعی داشته و تقریباً عرض رشته کوه البرز را شامل می‌شوند. این رودخانه‌ها از غرب به شرق عبارت از چالوس، هراز، طالار، تجن می‌باشند. شکل (۱) پراکندگی شبکه ایستگاه‌های هواشناسی استان مازندران را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که محدوده این پژوهش غرب استان مازندران از محدوده شهرستان نور تا رامسر بوده است.




**شکل ۱- پراکندگی شبکه ایستگاه‌های هواشناسی استان مازندران**

## روش انجام پژوهش

آزمون ناپارامتری من‌کندال بر پایه رتبه داده‌ها در یک سری زمانی بسط و توسعه داده شده است. این روش به‌طور متداول و گسترده در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به‌کار گرفته می‌شود. از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب‌بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است. همانند سایر آزمون‌های آماری، این آزمون نیز بر مبنای مقایسه فرض صفر و یک بوده و در نهایت در مورد پذیرش یا رد فرض صفر تصمیم‌گیری می‌نمایند. فرض صفر این آزمون مبتنی بر تصادفی‌بودن و عدم وجود روند در سری داده‌هاست و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد. برای این منظور آماره آزمون Z به کمک روابط (۱) تا (۴) استخراج می‌شود.

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{var(s)}} & if\ s > 0 \\ 0 & if\ s = 0 \\ \frac{s-1}{\sqrt{var(s)}} & if\ s < 0 \end{cases} \quad (۱)$$

$$var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (۲)$$

$$s = \sum_{k=1}^{n=1} \sum_{j=k+1}^{n} sgn(x_i - x_k) \quad (۳)$$

$$sgn(x) \begin{cases} +1 & if\ (x_i - x_k) > 0 \\ 0 & if\ (x_i - x_k) = 0 \\ -1 & if\ s < (x_i - x_k) < 0 \end{cases} \quad (۴)$$

که درآن α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z آماره توزیع نرمال در سطح استاندارد می‌باشد که .باتوجه‌به دو دامنه‌بودن آزمون از α/۲ استفاده شده است. در این تحقیق آزمون من‌کندال برای سطوح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد به کار گرفته شده است که مقدار $Z_{\alpha/2}$ به ترتیب برابر ۱/۹۶ و ۲/۶۵ می‌باشد. اگر $Z \leq Z_{\alpha/2}$ باشد فرض صفر پذیرفته می‌شود. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند صعودی و در صورت منفی‌بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (رضائی یژند و جانفدا، ۱۳۹۲).

آزمون من‌کندال را ابتدا Man در ۱۹۴۵ ارائه نمود و سپس، Kendal در ۱۹۷۵ بسط و توسعه داد (Serrano و همکاران، ۱۹۹۹) و کاربرد آن توسط سازمان جهانی هواشناسی توصیه شد (Mitchell و همکاران، ۱۹۶۶). از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. از دیگر مزیت‌های این روش می‌توان به اثرپذیری ناچیز آن از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند اشاره نمود (Turgay و Ercan، ۲۰۰۵). فرض صفر این آزمون مبین تصادفی‌بودن و عدم وجود روند در سری و پذیرش فرض یک دال بر وجود روند در سری داده‌هاست.

روش برآوردگر سن مانند روش من‌کندال براساس مفهوم تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی بنا نهاده شده است. در این روش شیب بین هر جفت داده در سری زمانی محاسبه شده و میانه سری شیب‌های به دست آمده استخراج می‌گردد، سپس در مورد معنی‌داری شیب نهایی داوری می‌شود.

## نتایج و بحث

جهت دستیابی به اهداف این پژوهش در ابتدا آمار بارندگی ایستگاه‌های موجود در حوضه‌های آبخیز غرب استان مازندران از معاونت مطالعات منابع آب سازمان آب منطقه‌ای مازندران تهیه شد. در انتخاب ایستگاه‌های مورد پژوهش، پیوسته بودن آمار و عدم وجود سال‌های فاقد آمار مورد توجه قرار گرفته است. جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های انتخاب شده در رودخانه‌ی غرب حوزه آبخیز ساحلی شمال (تحت پوشش استان مازندران) را نشان می‌دهد.

**جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های انتخاب شده جهت انجام پژوهش**

| شماره ردیف | کد ایستگاه | نام رودخانه | نام ایستگاه | سال آبی شروع آمار مورد استفاده | سال آبی پایان آمار مورد استفاده | تعداد سال‌های آماری مورد بررسی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۴۰۲۱۲۰۲۸ | کاظم‌رود | عباس‌آباد تنکابن | ۱۳۴۴-۴۵ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۴۵ سال |
| ۲ | ۱۴۰۲۱۱۰۴۰ | چالوس | پل ذغال | ۱۳۳۲-۳۳ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۵۷ سال |
| ۳ | ۱۴۰۲۱۳۱۱۲ | چالکرود | چالکرود | ۱۳۴۴-۴۵ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۴۵ سال |
| ۴ | ۱۴۰۲۱۳۰۱۴ | شیرود | پل شیرود | ۱۳۴۴-۴۵ | ۱۳۷۹-۸۰ | ۳۶ سال |
| ۵ | ۱۴۰۲۱۳۰۱۸ | چشمه کیله | هرات‌بر | ۱۳۴۷-۴۸ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۴۲سال |
| ۶ | ۱۴۰۲۱۳۰۲۷ | آزادرود | دینارسرا | ۱۳۵۴-۵۵ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۳۵ سال |
| ۷ | ۱۴۰۲۱۳۰۳۳ | پلنگ آبرود | کلارآباد | ۱۳۴۴-۴۵ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۴۵ سال |
| ۸ | ۱۴۰۳۱۲۰۰۱ | کورکورسر | نوشهر | ۱۳۴۴-۴۵ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۴۵سال |
| ۹ | ۱۴۰۳۱۱۰۱۱ | وازرود | چمستان | ۱۳۵۲-۵۳ | ۱۳۸۸-۸۹ | ۳۷ سال |
| ۱۰ | ۱۴۰۳۱۳۰۱۰ | لاویج | تنگه لاویج | ۱۳۳۷-۳۸ | ۱۳۷۷-۷۸ | ۴۱ سال |

تغییرات روند نوسانات بارشی ایستگاه‌های منتخب، در چهار فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان و در مقیاس سالانه با آزمون ناپارامتری من‌کندال مورد مطالعه قرار گرفت و برای مشخص نمودن بزرگی روند نیز از آزمون سن استفاده شد. محاسبات در ۱۰ ایستگاه منتخب و برای ۱۲ ماه و ۴ فصل و همچنین در مقیاس سالانه انجام شده است که نتایج آن برای هر ایستگاه به صورت ۱۷ سری زمانی بررسی شده و در مجموع ۱۷۰ سری زمانی بارشی محاسبه شده است.

مقایسه شیب روند بارش نیز برای ماه‌های مختلف سال محاسبه شده است (جدول ۲) و نتایج آن برای مقیاس‌های فصلی و سالانه نیز در نمودارهای ذیل آمده است.

**جدول ۲- روند بارشی ماه‌های مختلف سال در ایستگاه‌های منتخب غرب استان مازندران**

| ماه | نام ایستگاه / نام رودخانه | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | عباس‌آباد تنکابن/کاظم‌رود | پل ذغال/ چالوس | چالکرود/ گانگسر | شیرود/پل شیرود | چشمه کیله/ هراتبر | آزادرود/ دینارسرا | پلنگ آبرود/ کلارآباد | نوشهر/ کورکورسر | چمستان/ وازرود | لاویج/ تنگه لاویج |
| فروردین | فاقد روند | روند نزولی* | فاقد روند | فاقد روند | روند صعودی** | روند صعودی* | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی* |
| اردیبهشت | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند صعودی** | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| خرداد | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی* |
| تیر | فاقد روند | روند صعودی* | فاقد روند | فاقد روند | روند صعودی* | فاقد روند | روند صعودی* | فاقد روند | فاقد روند | روند صعودی* |
| مرداد | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی** | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| شهریور | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی* | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| مهر | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی** | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| آبان | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی ** |
| آذر | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روندصعودی ** |
| دی | فاقد روند | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| بهمن | روند نزولی ** | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |
| اسفند | فاقد روند | روند نزولی * | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند | روند صعودی | فاقد روند | فاقد روند | فاقد روند |

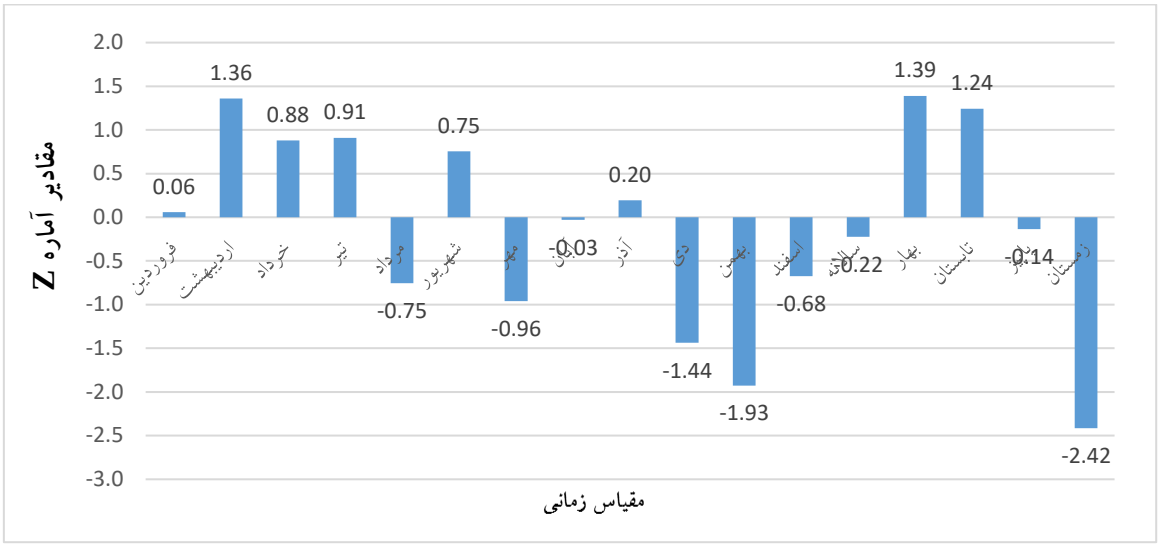
* سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ** سطح اطمینان ۹۵ درصد

با توجه به محدوده معنی‌داربودن آماره Z در آزمون من‌کندال، ایستگاه رودخانه‌ای عباس‌آباد تنکابن واقع بر روی رودخانه کاظم‌رود، فاقد روند مشخص فصلی در فصول بهار، پائیز و تابستان بوده است و تنها در فصل زمستان دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و همچنین فاقد روند مشخص در مقیاس سالانه بوده است (شکل‌های ۲ و ۳).

در مقیاس ماهانه تنها در آمار بارشی ماه بهمن در این ایستگاه روند نزولی بارش در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده می‌شود و در سایر مواقع سال روند مشخصی وجود نداشته است.

در ایستگاه پل‌ذغال چالوس که در ارتفاع ۳۵۰ متری منطقه قرار دارد و از قدیمی‌ترین ایستگاه‌های هیدرومتری غرب مازندران است و بیشترین طول آماری (۵۷ سال) را در بین ایستگاه‌های مورد بررسی دارد، نتایج تغییرات روند بارش فصلی و سالانه به صورت ذیل است: در این ایستگاه روند مشخص فصلی در فصل بهار وجود داشته است ولی در فصل تابستان فاقد روند مشخص است. در فصول پائیز و زمستان نیز روند معنی‌دار منفی در سطح اطمینان ۹۹ درصد در داده‌های بارشی این ایستگاه وجود داشته است (شکل‌های ۴ و ۵).

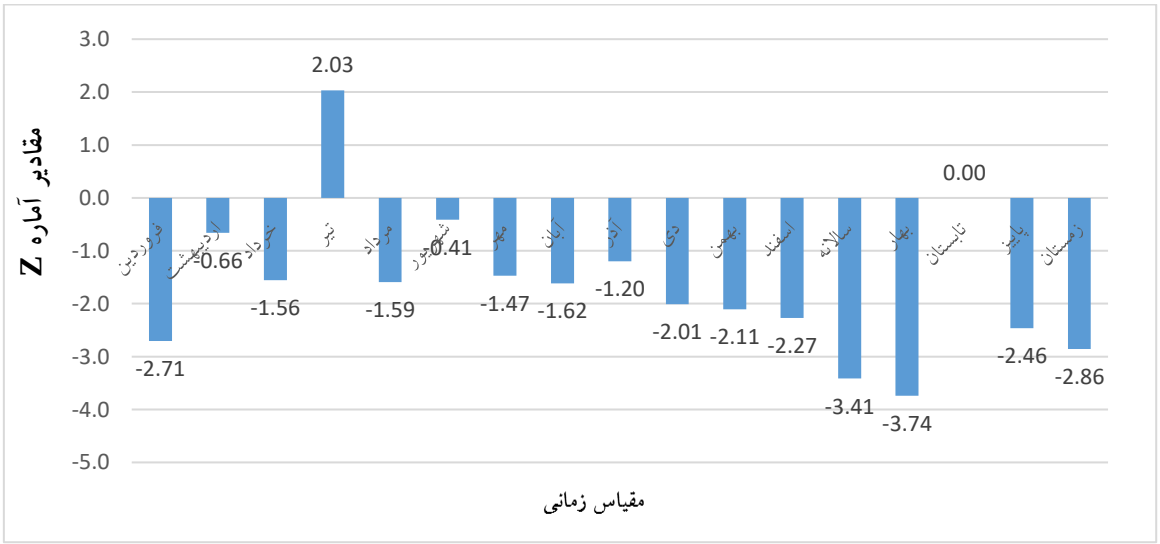
مطالعه تغییرات روند بارشی ماهانه نیز نشان‌دهنده تفاوت‌های زیادی بین ماه‌های مختلف سال بوده است. تغییرات روند بارش ماهانه با استفاده از آزمون سن برای ماه‌های فروردین، دی، بهمن و اسفند در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل‌ذغال چالوس برای حدود اطمینان ۹۹ درصد نشان‌دهنده روند منفی بارش در این ماه‌ها می‌باشد و تنها در ماه تیر دارای روند صعودی بوده و در سایر ماه‌های سال نیز روند مشخصی وجود نداشته است (جدول ۲).



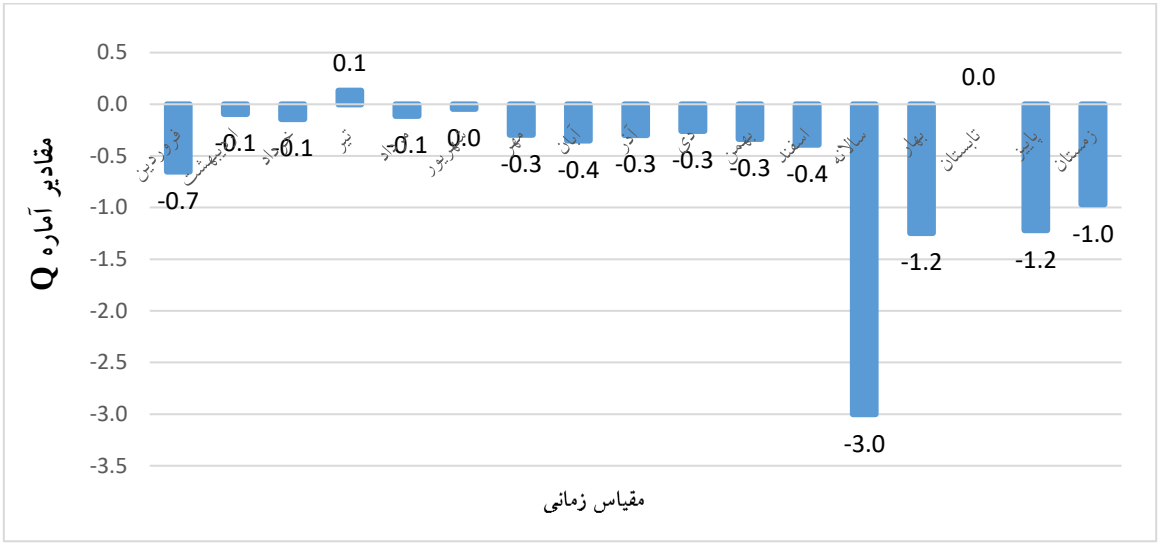

**شکل ۲- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کاظم‌رود عباس‌آباد تنکابن**




**شکل ۳- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کاظم‌رود عباس‌آباد تنکابن**



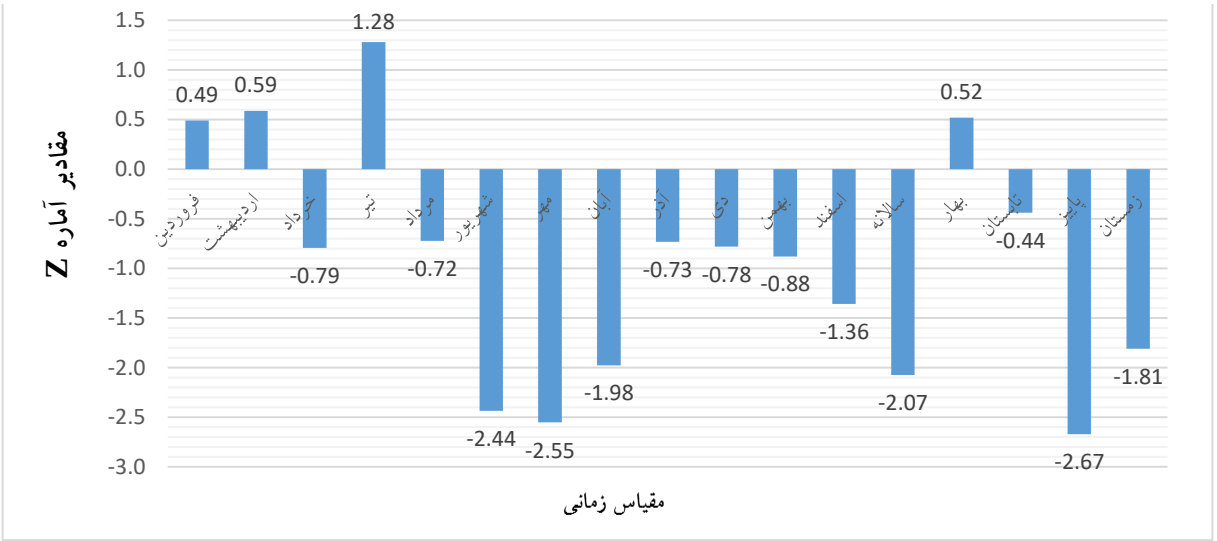

**شکل ٤- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل‌ذغال چالوس**



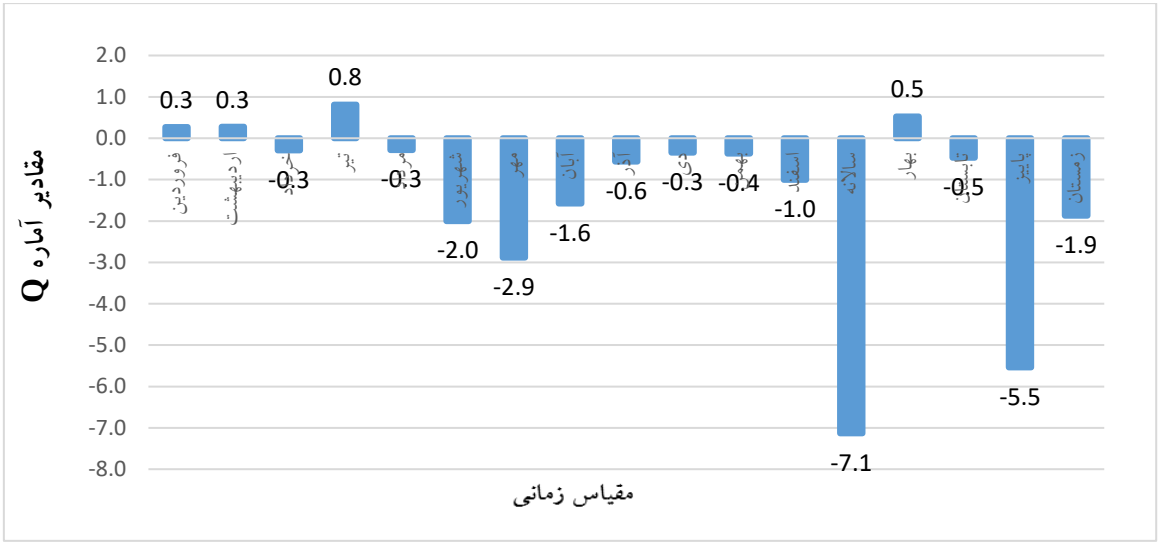

**شکل ۵- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل‌ذغال چالوس**

بررسی های صورت گرفته بر روی روند بارشی ایستگاه رودخانه‌ای چالکرود گانگسر در فصول مختلف سال نشان‌دهنده وجود روند نزولی در مقیاس سالانه و فصول پائیز و زمستان این ایستگاه در طول مدت ۴۵ سال آماری مورد بررسی بوده است. ولی در فصول بهار و تابستان روند مشخصی وجود نداشته است (شکل‌های ۶ و ۷). بررسی روند ماهانه بارش در این ایستگاه نیز نشان می‌دهد که ماه‌های شهریور و مهر دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ماه آبان نیز دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۵ درصد بوده است و در بقیه ماه‌های سال روند مشخصی در داده‌های بارشی این ایستگاه مشاهده نشد (جدول ۲).

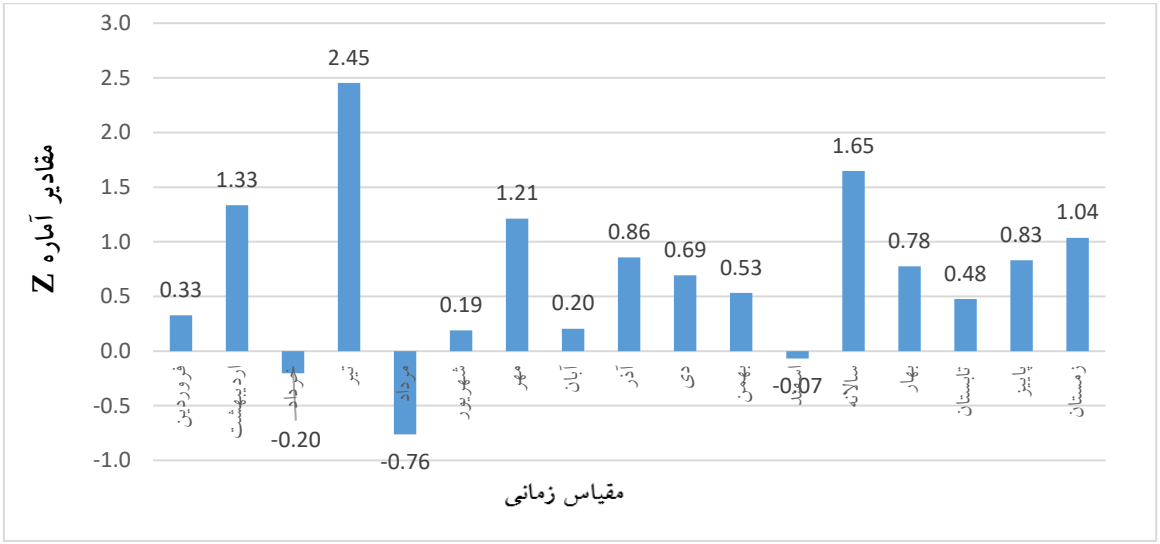
نتایج آماره z آزمون من‌کندال و آماره Q شیب سن در ایستگاه شیرود - پل شیرود که ۳۶ سال آمار دارد، نشان می‌دهد که در مقیاس سالانه روند صعودی دارد و در سایر فصول سال روند مشخصی در تغییرات بارشی این ایستگاه در طی سال‌های مطالعاتی وجود نداشته است.(شکل‌های ۸ و ۹). بررسی تغییرات روند ماهانه بارش در این ایستگاه (جدول ۲) نیز نشان می‌دهد که تنها ماه تیر دارای روند مثبت در سطح اعتماد ۹۹ درصد بوده است و در سایر ماه‌های سال روند مشخصی در تغییرات بارشی این ایستگاه وجود نداشته است که نشان‌دهنده نوعی ثبات موقتی در تغییرات بارشی این ایستگاه رودخانه‌ای بوده است.



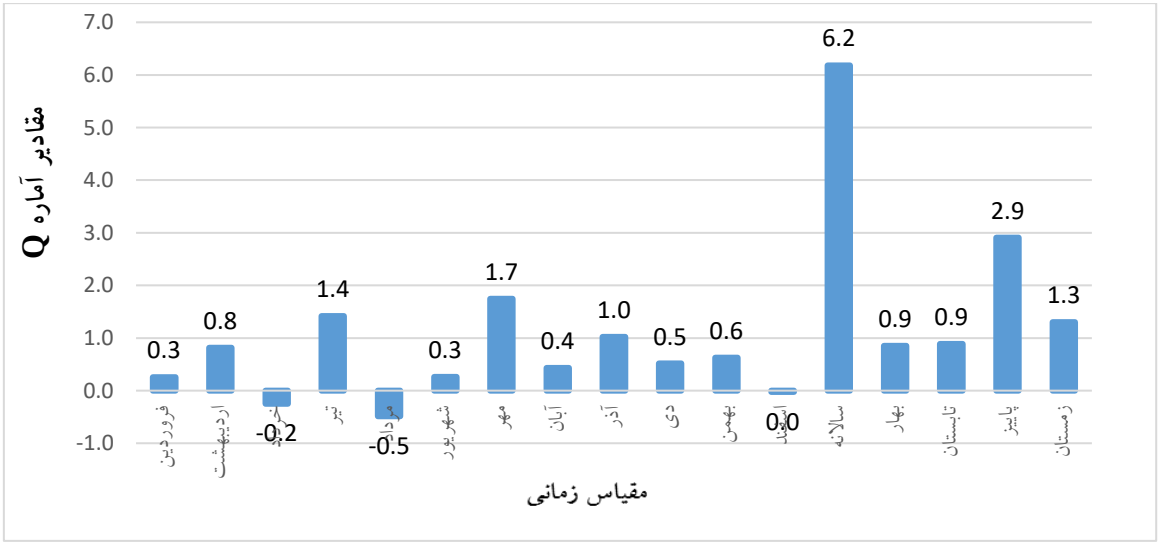

**شکل ٦- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چالکرود گانگسر**




**شکل ۷- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چالکرود گانگسر**



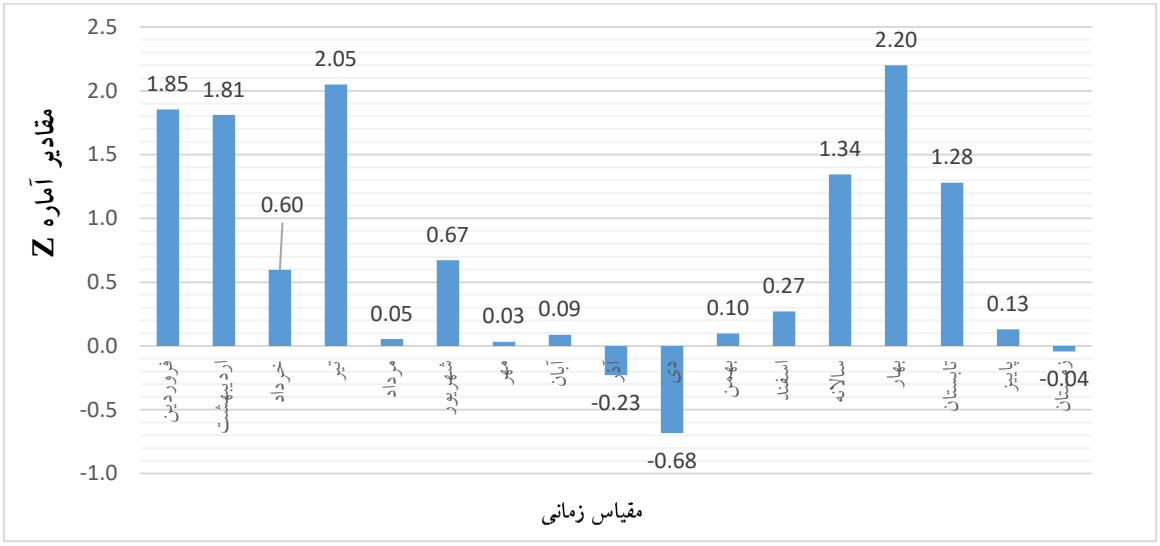

**شکل ۸- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرود- پل شیرود**



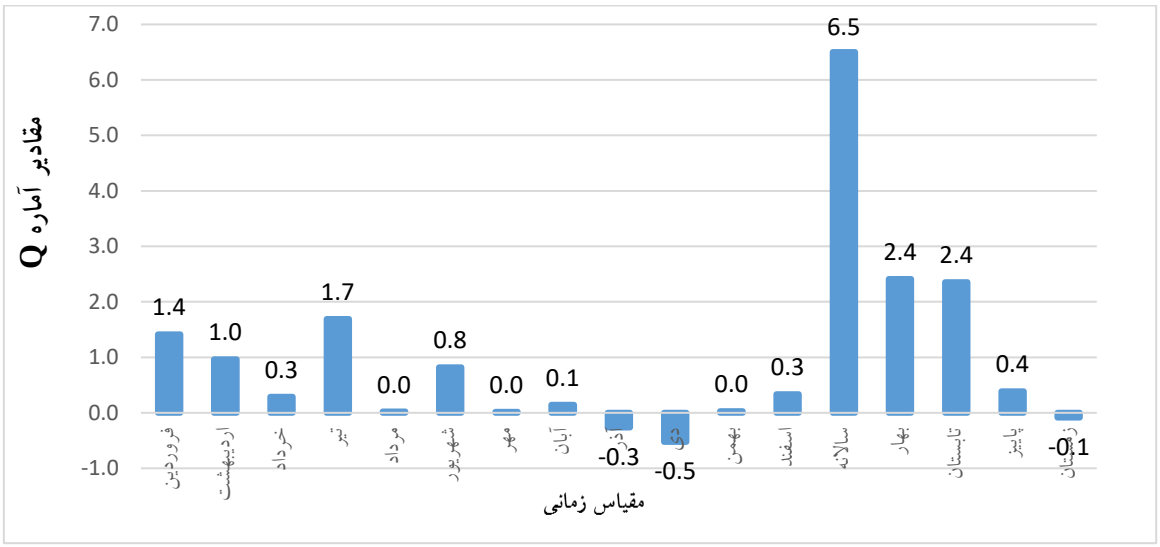

**شکل ۹- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرود- پل شیرود**

بررسی انجام شده در مورد تغییرات روند بارشی ایستگاه چشمه کیله هرات‌بر در مقیاس فصلی نشان‌دهنده آن می‌باشد که تنها فصل تابستان دارای روند صعودی در سطح اطمینان ۹۹ درصد است و سایر فصول و همچنین در مقیاس سالانه، آمار بارشی این ایستگاه فاقد روند بوده است (شکل‌های۱۰ و ۱۱). در مورد تغییرات روند بارشی ماهانه این ایستگاه نیز ماه‌های فروردین و اردیبهشت مربوط به فصل بهار دارای دارای روند مثبت صعودی در سطح اعتماد ۹۵ درصد و ماه تیر دارای روند صعودی در سطح اعتماد ۹۹ درصد می‌باشند (جدول ۲).

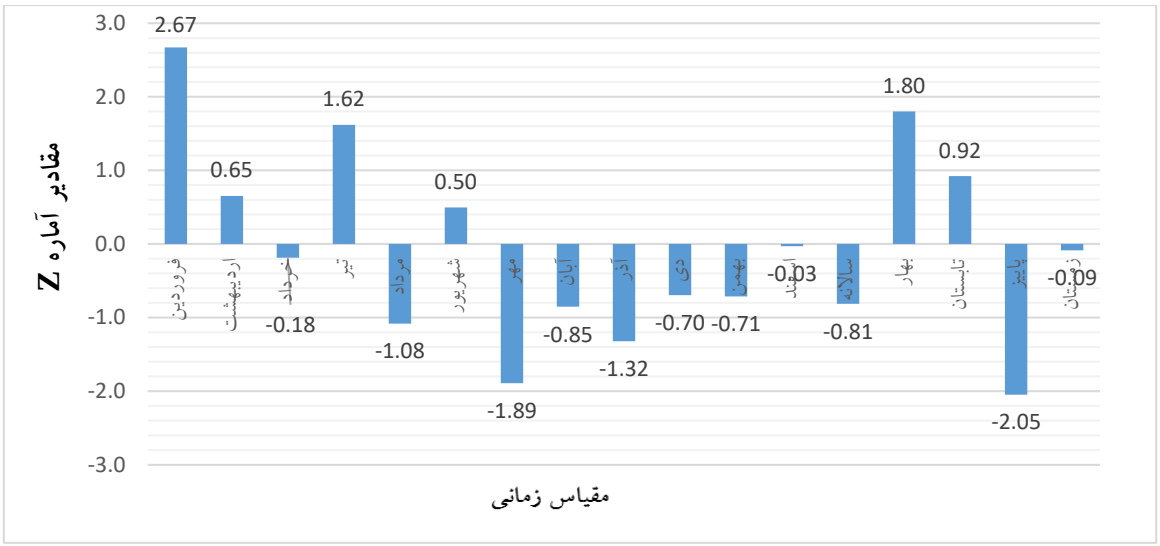
تغییرات بارشی فصلی و سالانه ایستگاه رودخانه‌ای آزادرود دینارسرا نشان‌دهنده روند بارشی بهاره صعودی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و همچنین روند پائیزه نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد در این ایستگاه بوده است و در فصول تابستان و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه روند مشخصی در داده‌های بارشی این ایستگاه در طی دوره مطالعاتی وجود نداشته است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳). در مقیاس ماهانه نیز این ایستگاه دارای روند صعودی مشخصی در ماه فروردین و روند نزولی در ماه مهر بوده است (جدول ۲).



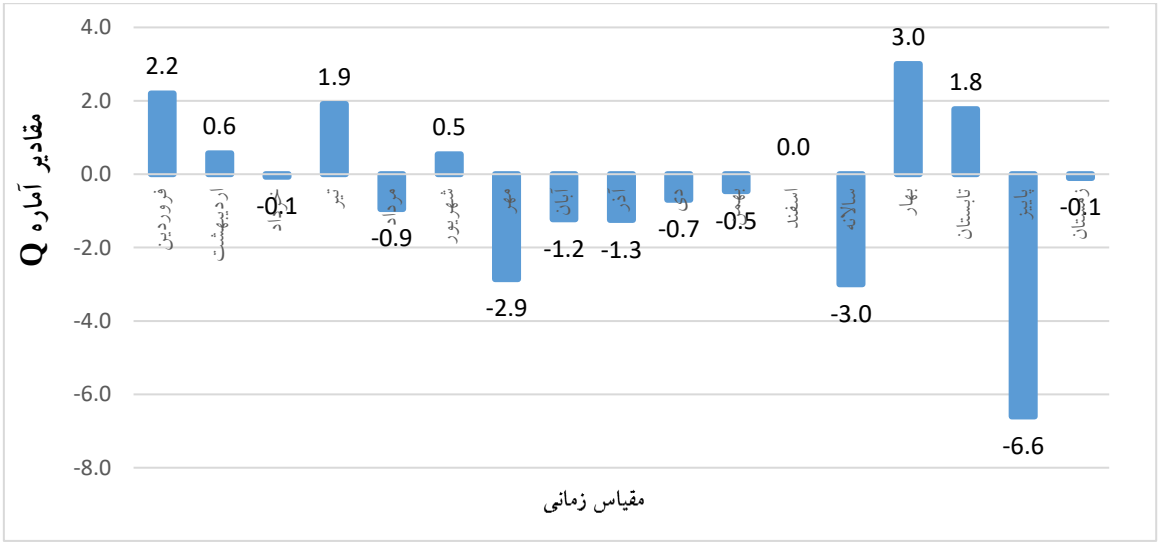

**شکل ۱۰- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چشمه کیله هرات‌بر**




**شکل ۱۱- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چشمه کیله هرات‌بر**

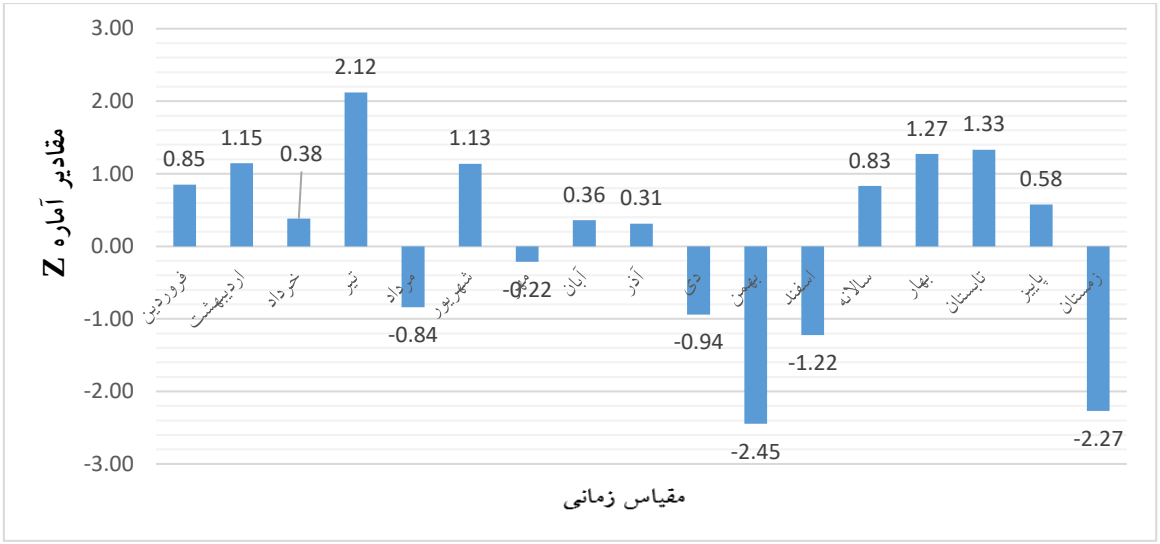



**شکل ۱۲- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه آزادرود دینارسرا**

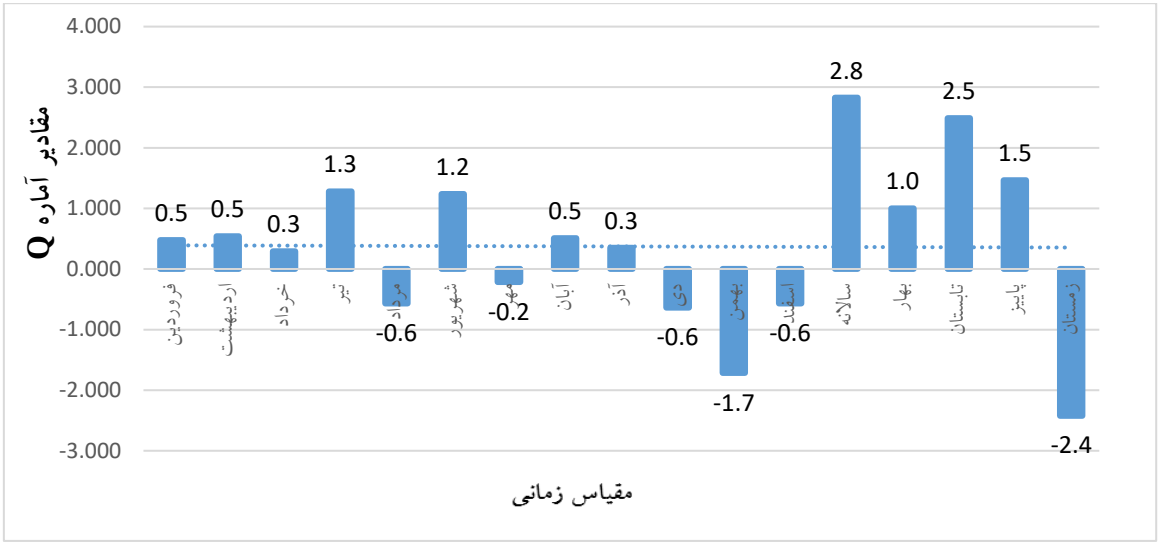



**شکل ۱۳- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه آزادرود دینارسرا**

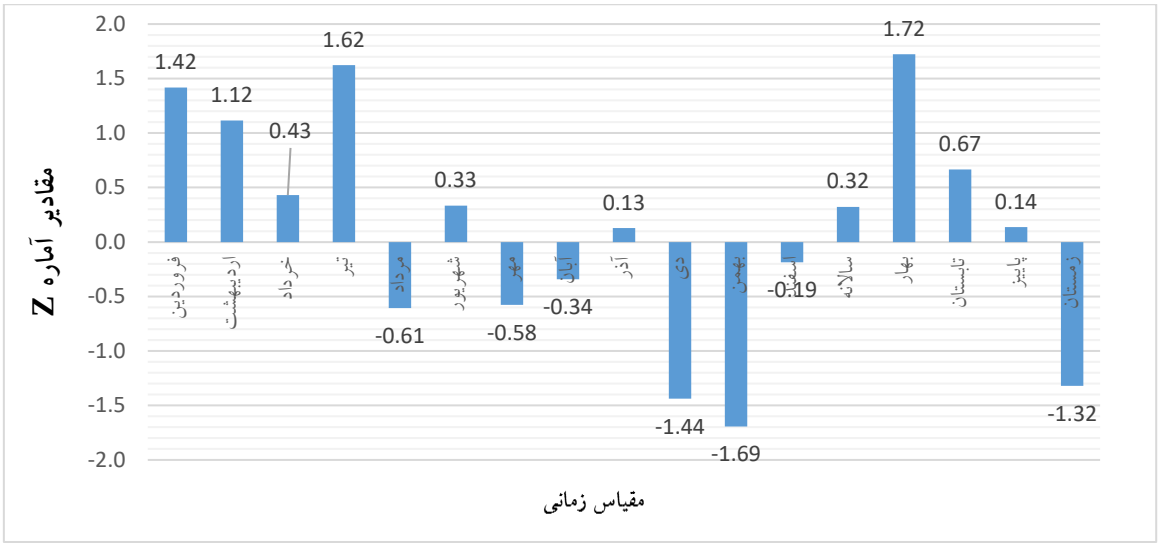
بررسی انجام شده در ایستگاه رودخانه‌ای پلنگ آبرود کلارآباد نشان می‌دهد که در مقیاس‌های فصلی و سالانه تنها فصل زمستان دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بوده است (شکل‌های ۱۴و ۱۵) و در مقیاس ماهانه نیز ماه تیر دارای روند صعودی بارشی در سطح اطمینان۹۹ درصد و ماه بهمن دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بوده است و سایر ماه‌های سال فاقد روند مشخصی بوده است (جدول ۲). نتایج آزمون من‌کندال و شیب سن ایستگاه نوشهر- کورکورسر نشان‌دهنده این موضوع است که تنها در فصل بهار روند بارشی این ایستگاه رودخانه‌ای دارای روند صعودی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بوده است و در سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه روند مشخصی مشاهده نشده است (شکل‌های ۱۶ و ۱۷).در مورد تغییرات روند بارشی ماهانه این ایستگاه نیز در هیچ یک از ماه‌های سال روند مشخصی در مقدار بارش مشاهده نشد که نشان از ثبات نسبی مقادیر بارشی ثبت شده این ایستگاه است (جدول ۲).



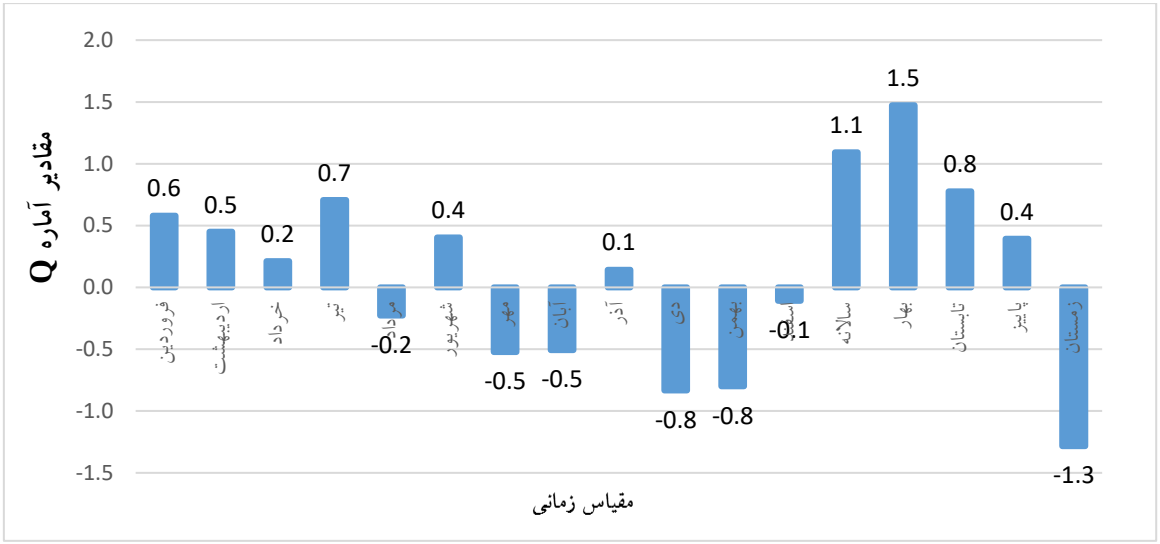

شکل ۱۴– روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پلنگ آبرود کلارآباد




شکل ۱۵– شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پلنگ آبرود کلارآباد



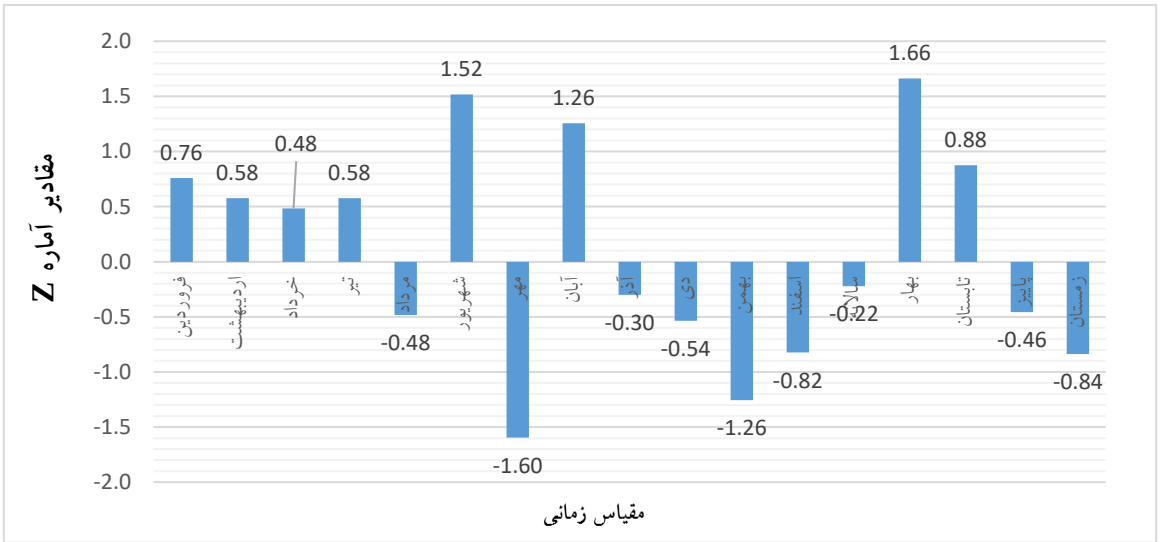

شکل ۱۶– روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه نوشهر کورکورسر



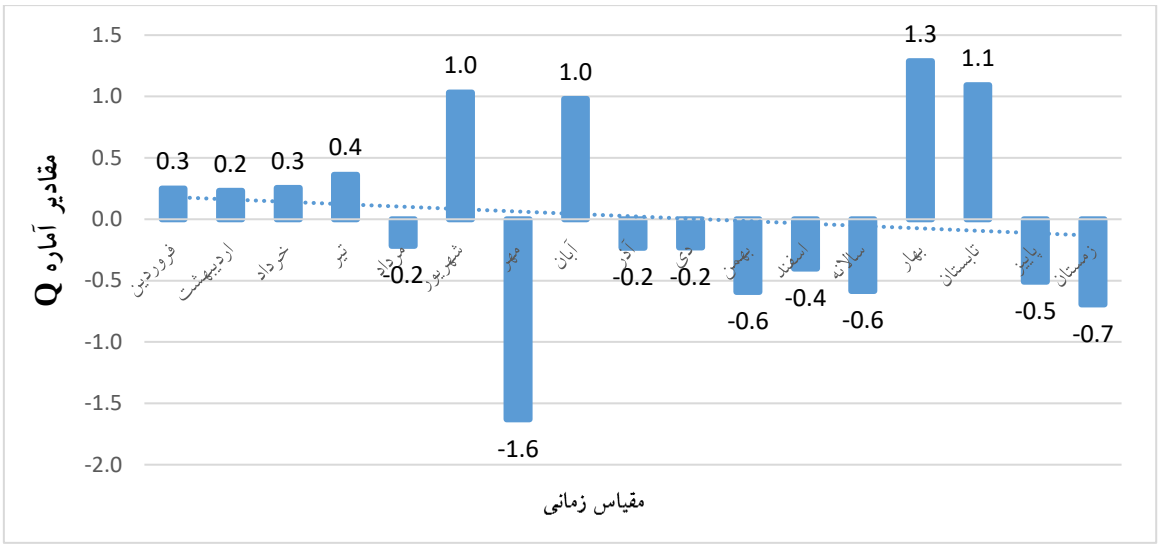

**شکل ۱۷- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه نوشهر کورکورسر**

نتایج روند بارشی دو ایستگاه دیگر مورد بررسی یعنی ایستگاه رودخانه‌ای چمستان وازرود و ایستگاه رودخانه‌ای لاویج- تنگه لاویج که در انتهائی‌ترین بخش شـــرقی محدوده مورد مطالعه قرار دارد به شرح ذیل بوده است:

در حوزه رودخانه‌ای چمســـتان وازرود نتایج بررســـی تغییرات روند بارشی سالانه و فصلی نشان‌دهنده این موضوع است که تنها فصل بهار دارای روند بارشی صعودی در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد و سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه فاقد روند می‌باشد (شکل‌های ۱۸و ۱۹). در مورد روند ماهانه این ایستگاه نیز با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شده است که ماه‌های اردیبهشت و خرداد از فصل بهار در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ماه آبان از فصل پائیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای روند نزولی بوده‌اند. همچنین ماه تیر از فصل تابستان دارای روند صعودی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ماه آذر از فصل پائیز دارای روند صعودی در سطح اعتماد ۹۵ درصد بوده است (جدول ۲).

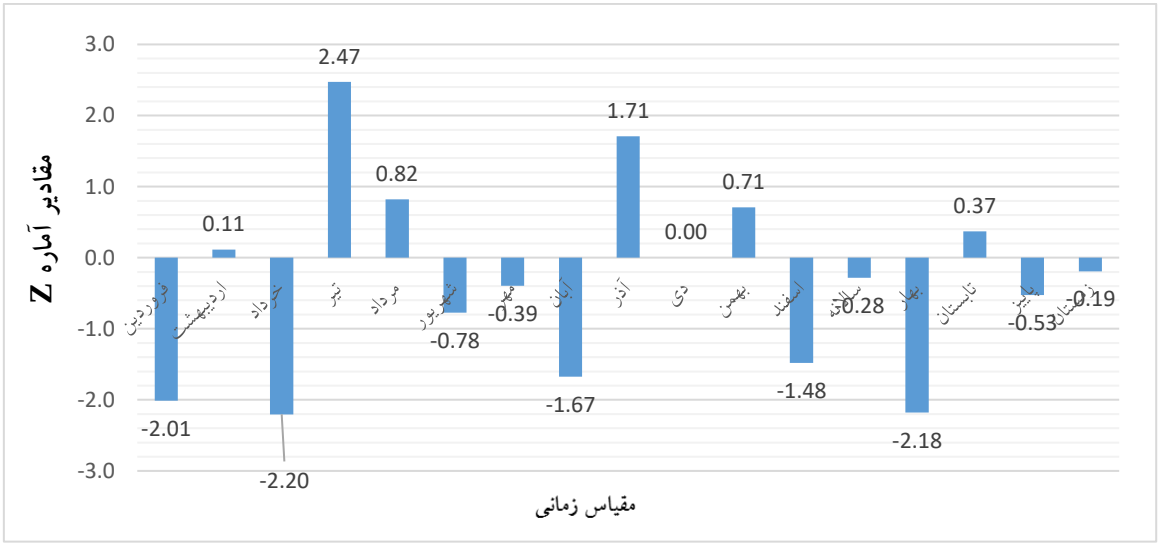



**شکل ۱۸- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چمستان وازرود**

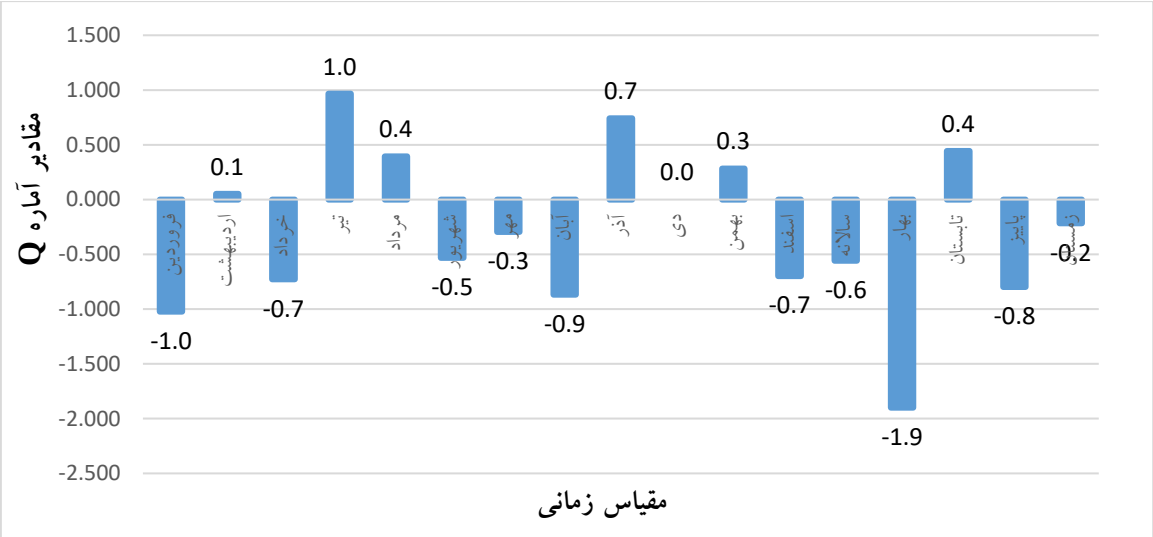



**شکل ۱۹- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه چمستان وازرود**

آخرین ایستگاه مورد بررسی روند بارشی در منتهی‌الیه شرقی محدوده مطالعاتی ایستگاه رودخانه‌ای لاویج-تنگه لاویج بوده است که نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که در مقیاس‌های فصلی و سالانه تنها فصل بهار دارای روند نزولی بوده است و سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه روندی مشاهده نشد (شکل‌های۲۰ و ۲۱). در مقیاس ماهانه نیز ماه‌های فروردین و خرداد از فصل بهار دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ماه آبان از فصل پائیز نیز دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۵ درصد بوده است. همچنین روند صعودی نیز در ماه‌های تیر از فصل تابستان در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ماه آذر از فصل پائیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده شده است (جدول ۲).




**شکل ۲۰- روند تغییرات آماره z آزمون من‌کندال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه لاویج تنگه لاویج**




**شکل ۲۱- شیب روند بارش براساس آزمون سن در محدوده دوره آماری بررسی ایستگاه لاویج تنگه لاویج**

نتایج این پژوهش، نشان‌دهنده تغییرات روند بارشی و بی‌نظمی‌های اقلیمی در آب و هوای ناحیه می‌باشد که می‌تواند ناشی از اثرات تغییرات اقلیمی آب و هوائی و انسان انگیخته در این ناحیه باشد. در ایستگاه عباس‌آباد تنکابن نوسانات بارشی تنها در فصل زمستان روند نزولی دارد که این نتایج در مقیاس ماهانه این ایستگاه نیز قابل مشاهده است که نشان‌دهنده کاهش آبی فصل زمستان در این ایستگاه رودخانه‌ای است. با توجه به چرخه‌های بارشی و نوسانات اقلیمی که بر این منطقه نیز تاثیرگذار بوده است، می‌توان به درک آشکارتری از شرایط آب و هوائی موجود در منطقه دست یافت. در ایستگاه پل ذغال چالوس که در منطقه کوهستانی شهرستان چالوس قرار دارد و دارای بیشترین طول دوره آماری مورد بررسی است، نتایج روند در سه فصل بهار، پائیز و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه دارای روند نزولی در سطح اطمینان ۹۹ درصد یعنی با احتمال بیشتری بوده است و تنها در فصل تابستان در این ایستگاه روند مشخصی وجود نداشت که این موضوع از مطالعه تغییرات روند ماهانه این ایستگاه نیز آشکارتر می‌شود و در کل نشان‌دهنده این موضوع است که روند تغییرات بارشی این ایستگاه در اکثر مواقع سال دارای روند منفی بوده که قابل مطالعه و پژوهش است. در ایستگاه چالکرود گانگسر نیز در فصول پائیز و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه دارای روند منفی با سطوح احتمال مختلف بوده است. کاهش آب‌های بارشی ماه‌های فصل پائیز و زمستان این ایستگاه می‌تواند مشکلات ناحیه‌ای ناشی از کمبود آب در این منطقه را تسریع نماید که نیاز به برنامه‌ریزی بیشتر و استفاده مفیدتر از منابع آبی را طلب می‌نماید. نتایج تغییرات روند بارشی ایستگاه شیرود – پل شیرود نیز تنها در مقیاس سالانه دارای روند صعودی بوده است و در فصول مختلف سال روند مشخصی مشاهده نشد که این نتایج با نوسانات اندکی در مطالعات روند بارشی ماهانه نیز قابل دریافت است. با توجه به اینکه بررسی روند نوسانات بارشی نیاز به مطالعه آمار طولانی مدت دارد، لذا ممکن است که همین ثبات نسبی موقتی در مقادیر بارشی این ایستگاه در آینده دچار نوساناتی شود که نیاز به آمادگی برای برنامه‌ریزی مدیریت مواقع کم‌آبی و پرآبی را طلب نماید. نتایج بررسی نوسانات بارشی ایستگاه چشمه کیله هرات‌بر در بازه زمانی ۴۲ ساله نشان‌دهنده روند افزایشی بارش فصل بهار در این ایستگاه بوده است و در سایر فصول سال، همچنین در مقیاس سالانه روند مشخصی وجود نداشت. با توجه به اینکه بارش‌های بهاره می‌تواند باعث پدیده سیل در منطقه شود، آمادگی برای مقابله با سیل و انجام امور آبخیزداری در این حوضه می‌تواند راهگشا باشد. در ایستگاه رودخانه‌ای آزادرود دینارسرا نیز از مطالعه تغییرات روند بارشی فصلی و سالانه این ایستگاه مشاهده می‌شود که فصل تابستان دارای روند صعودی، فصل پائیز دارای روند نزولی و در سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه فاقد روند مشخصی بوده است. افزایش روند تابستانه نیز درصورتی‌که این بارش‌ها به صورت رگبارهای با مدت زمان کم باشد می‌تواند باعث پدیده سیل‌خیزی ناحیه شود که نیاز به مطالعه بیشتری دارد. ایستگاه پلنگ آبرود کلارآباد نیز تنها در فصل زمستان دارای روند نزولی در سطح اعتماد ۹۹ درصد بوده است و در سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه روند مشخصی مشاهده نشد. در این ایستگاه نیز کمبود منابع آبی زمستانه ناشی از چرخه‌های بارشی ناحیه‌ای مشاهده می‌شود که نشان از اثرات تغییر اقلیم ناحیه‌ای در این منطقه می‌باشد. ایستگاه کورکورسر نوشهر نیز تنها در ماه بهار روند صعودی دارد که نتایج آن تقریباً مشابه ایستگاه آزادرود دینارسرا است؛ به‌طوری‌که افزایش روند تابستانه نیز درصورتی‌که این بارش‌ها به صورت رگبارهای با مدت زمان کم باشد، می‌تواند باعث پدیده سیل‌خیزی ناحیه شود که انجام مطالعات بیشتری را ضروری می‌سازد. همین نتایج با تغییرات اندکی برای ایستگاه چمستان وازرود نیز وجود دارد به‌طوری‌که افزایش روند

صعودی بهاره را در روند بارشی این ناحیه نیز مشاهده می‌کنیم. باتوجه‌به اینکه این منطقه کاملاً کوهستانی است روند افزایشی ماه بهار درصورتی‌که به صورت برف باشد و درصورت افزایش ریزش باران با توجه‌به اثرات تغییرات اقلیمی آتی و اثر آن بر افزایش دمای ناحیه‌ای و زیادشدن دبی تجمعی ناشی از باران و برف، می‌تواند در رخداد احتمالی سیل ناحیه تأثیرگذار باشد که آمادگی برای این رخداد را ضروری می‌سازد. نتایج روند بارشی در ایستگاه لاویج -تنگه لاویج نیز نشان‌دهنده روند کاهشی بهاره و عدم وجود روند در سایر فصول سال و همچنین در مقیاس سالانه بوده است. وضعیت کاهشی روند آب ناحیه‌ای در فصل بهار که کشاورزان منطقه نیاز به آب دارند، می‌تواند باعث تأثیرات خشکسالی ناحیه‌ای شود که این امر نیز نیاز به مدیریت صحیح منابع آبی این حوضه را ضروری می‌سازد. در یک نتیجه‌گیری کلی آشکار می‌شود که الگوی آب و هوائی موجود در منطقه نشان‌دهنده اثرات تغییرات اقلیمی و نوسانات شرایط بارشی بر حوزه مورد مطالعه است و این چرخه‌های اقلیمی می‌توانند باعث ناهنجاری‌های اقلیمی بیشتری گردد، به‌صورتی‌که در مواقعی از سال باعث ایجاد سیلاب و در مواقع دیگر موجب خشکسالی گردد و این موضوع می‌تواند بر ساختار کشاورزی و زیست محیطی منطقه تأثیر بگذارد. نتایج گرفته شده از این پژوهش در غرب استان مازندران از منطقه رامسر تا نور نشان‌دهنده تغییرات جزئی و یا عمده در وضعیت روند بارشی این حوضه می‌باشد. از بررسی ایستگاههای مناطق کوهستانی و جلگه‌ای این منطقه می‌توان به یک نتیجه‌گیری کلی از تغییرات روند بارشی این حوضه دست یافت. این تغییرات در روند بارشی نیز تأییدکننده تأثیر تغییرات اقلیمی بر شرایط بارشی این منطقه می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر نوسانات روند بارش بر چرخه‌های هیدرولوژیک این ناحیه واقع در غرب استان مازندران می‌باشد. نوسانات بارشی یکی از عوامل مهم در اکولوژی ناحیه‌ای و فعالیت‌های کشاورزی است. رشد گیاهان جنگلی و مرتعی می‌توانند به خاطر این تغییرات دستخوش تحولات ناحیه‌ای شود که می‌تواند فعالیت‌های کشاورزی و تأمین علوفه دام را در مواقع خشکسالی با چالش‌های جدی روبرو سازد. از طرف دیگر، افزایش ناگهانی آب‌های فصلی نیز در صورت عدم مهار هرزآب‌ها و مدیریت صحیح آبخیزداری می‌تواند این چالش‌های آبی ناحیه‌ای را تشدید نماید. با توجه به مسائل مطرح شده، در صورت مدیریت صحیح منابع آبی و برنامه‌ریزی به منظور سازگارشدن با این تغییر شرایط بارش می‌توان انتظار شرایط بهتری را در حوزه کشاورزی ناحیه‌ای داشت. به‌صورتی‌که در فصول پرآبی بتوان آب‌های اضافی را با روش‌های آبخیزداری ذخیره‌سازی نمود و از آن در مواقع خشکسالی استفاده کرد. نظر به فشارهای جمعیتی سده اخیر و با توجه اینکه این ناحیه کاملاً گردش‌گرپذیر می‌باشد و افزایش فشار بر اکوسیستم رودخانه‌ای، موضوع برنامه ریزی آبخیزداری در این منطقه بسیار حیاتی و مهم ستت. در صورت فقدان یک برنامه مدیریت منسجم منابع آبی و برنامه‌ریزی صحیح برای حوضه‌های کشاورزی و مرتعداری و همچنین دامداری ناحیه که از مصرف‌کنندگان آب می‌باشند، می‌توان شاهد افزایش روند خشکسالی‌ها در مواقع کم آبی بود که تأثیر بلندمدت خود را بر تولید محصولات ناحیه و خطرات احتمالی آتش‌سوزی جنگل‌ها در مواقع خشکسالی باقی خواهد گذاشت. همچنین می‌توان شاهد افزایش روند سیل و رانش زمین و خطرات طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی در مواقع پرآبی بود. با توجه به مسائل مطرح شده، راهکارهای مدیریتی آبخیزداری در این موارد می‌تواند بسیار کارآمد و مفید واقع گردد.

## منابع


رضائی‌پژند، حجت، و جانفدا، مجید. (۱۳۹۲). کاربرد رگرسیون مارس در برآورد بار معلق مطالعه موردی: حوضه‌های آبریز خراسان رضوی. تحقیقات منابع آب ایران، ۹(۳)، ۸۸-۹۳.

رحیم زاده، فاطمه، هدایت دزفولی، اکرم، و پوراصغریان، آرزو. (۱۳۹۰). ارزیابی روند و جهش نمایه‌های حدی دما و بارش در استان هرمزگان. جغرافیا و توسعه، ۹(۲۱)، ۱۱۶-۹۷. https://doi.org/10.22111/GDIJ.2011.583

میرعباسی، رسول، و دین‌پژوه، یعقوب. (۱۳۸۹). تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های شمال غرب ایران در سه دهه اخیر. آب و خاک، ۲۴(۴)، ۷۶۸-۷۵۷. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.3901

Adib, A., Ahmadeanfar, I., Salarijazi, M., Labibzadeh, M., & Vaghefi, M. (2012). Optimization of released water from the Dez dam for supply of water demands in the downstream of dam. Applied Mechanics and Materials, 147, 187-190. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.147.187

Ahmadianfar, I., Adib, A., & Salarijazi, M. (2015). Optimizing multireservoir operation: Hybrid of bat algorithm and differential evolution. J. Water Resour. Plan. Manage, 142(2), 05015010. https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000606

Bihrat, O., & Mehmetcik, B. (2003). The Power of Statistical tests for Trend Detection. Journal Turkish Engineering of Environment Science, 27, 247-25.

Boccolari, M. & Malmusi, S. (2013). Changes in temperature and precipitation extremes observed in Modena, Italy. Atmospheric Research, 122, 16-31. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.10.022.

Dinpashoh, Y., Mirabbasi, R., Jhajharia, D., Zare Abianeh, H., & Mostafaeipour, A. (2014). Effect of short term and long term persistence on identification of temporal trends. Journal of Hydrologic Engineering, 19(3), 617-625. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000819

Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. Global and Planetary Change, 100, 172-182. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.014

Khaled, H. H., & Rao, A. R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for auto correlated data. Journal of Hydrology, 204, 182-196. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X

Kousari, M.R., Ahani, H., & Hendi-Zadeh, R. (2013). Temporal and spatial trend detection of maximum air temperature in Iran during 1960–2005. Global and Planetary Change, 111, 97-110. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.08.011

Martinez, C., Maleski, J. & Miller, F. (2012). Trends in precipitation and temperature in Florida, USA. Journal of Hydrology, 453, 259-281. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.066

Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hoftneyr, W.L., Lamb, H. H., Rao, K.N., & Wallen, C.C. (1966). Climat Change, WMO Technical Not No 79, World Meteorological Organization.

Serrano, A., Mateos, V.L., & Garcia, J.A. (1999). Trend Analysis of Monthly Precipitation over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. phys. Chem. EARTH (B), 24(1-2), 85-90. https://doi.org/10.1016/S1464-1909(98)00016-1

Tabari, H., & Hosseinzadeh-Talaee, P. (2011). Analysis trends in temperature data in arid and semi-arid regions of Iran. Atmospheric Research, 79, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.07.008

Tharme, R.E. (2003). A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River research and applications, 19, 5-6. 397-441. https://doi.org/10.1002/rra.736

Turgay, P., & Ercan, K. (2006). Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological processes, 20, 2011-2026. Published online 23 December 2005 in wiley Interscienc (www.Interscience.wiley.com). https://doi.org/10.1002/hyp.5993

Wang, Q., Fan, X., Qin, Z., & Wang, M. (2012). Change trends of temperature and precipitation in the Loess Plateau Region of China, 1961–2010. Global and Planetary Change, 93, 138-147. https://doi.org/10.1016/J.GLOPLACHA.2012.05.010

Yang, X.L., Xu, L.R., Li, C.h., Hu, J. & Xia, X.H. (2012). Trends in temperature and precipitation in the Zhangweinan River basin during last 53 years. Procedia Environmental Sciences, 13, 1966-1974. http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.222

Zhang, L., & Singh, V.P. (2006). Bivariate flood frequency analysis using the copula method. J. Hydrol. Engin, 11(2), 150-164. http://dx.doi.org/10.1061

## پی‌نوشت‌ها

1- Mann-Kendall

2- Sen's Estimator

۳-رودخانه نمارستاق یکی از سرشاخه‌های اصلی رودخانه هراز می‌باشد.