

مطالعه تحلیلی روند جریان های رودخانه ای البرز شمالی در ارتباط با تغییرات اقلیمی (بررسی موردی، ایستگاههای منتخب استان مازندران)

عباس غلامی^{*۱}

*۱- استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل

ایمیل نویسنده مسئول: Gholami@shomal.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

چکیده

جریان های رودخانه به عنوان یکی از پارامترهای اصلی و تاثیر گذار در منابع آب ناحیه ای می باشد که رابطه نزدیکی با سایر عوامل اقلیمی دارد. مطالعه تغییرات دبی رودخانه در طی زمان های طولانی می تواند اثرات تغییرات احتمالی در شرایط اقلیمی یک منطقه را مشخص نماید. با توجه به این موضوع در این پژوهش پس از بررسی آمارهای دبی کلیه ایستگاههای تحت پوشش استان مازندران از نظر طول مدت آماری، یکنواختی آمار سالهای مختلف و عدم وجود سالهای فاقد آمار و همچنین پراکندگی مناسب در سطح استان از محدوده شهرستان رامسر در غرب استان تا محدوده شهرستان بهشهر در شرق استان تعداد ۷ ایستگاه رودخانه ای شامل ایستگاه ریگ چشمه در رودخانه تجن ساری، شیرگاه و کیاکلا در رودخانه تالار قائم شهر، بلده، پنجاب و کره سنگ در رودخانه هراز آمل و پل ذغال در رودخانه چالوس جهت بررسی مطالعات روند جریانات رودخانه ای انتخاب شدند. روند دبی جریانات رودخانه ای ایستگاههای منتخب فوق الذکر در چهار فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان و در مقیاسهای سالانه در کلیه ۷ ایستگاه غرب، مرکز و شرق استان با طول دوره های آماری در نظر گرفته شده برای هر ایستگاه با آزمون ناپارامتری من کندال و همچنین جهت تعیین بزرگی این روند نیز از آزمون سن مورد بررسی قرار گرفت. بدون در نظر گرفتن استثنائات نتایج این پژوهش حاکی از آن می باشد که روند رودخانه ای ایستگاه بخش شرقی و مرکزی استان در اکثر فصول سال نزولی بوده و یا در بعضی موارد فاقد روند مشخصی می باشد. در بخش غربی استان نیز از بررسی جریانات رودخانه ای انتخاب شده در یک نتیجه گیری کلی مشخص می شود که سری های فصلی و سالانه مورد بررسی فاقد روند مشخصی می باشند که نشان از ثبات موقتی وضعیت منابع آب این محدوده در طی دوره مطالعاتی بوده است ولی در سالیان آتی اگر برنامه ریزی دقیقی برای مصرف بهینه آب این منطقه نیز صورت نگیرد می تواند همین ثبات نسبی را به سمت روند منفی رودخانه سوق داده و افزایش آسیب پذیری این اکوسیستم رودخانه ای را با توجه به تغییرات اقلیمی سالیان اخیر و همینطور فشار جمعیت اطراف این رودخانه و افزایش نیاز به منابع آب مورد استفاده را تشدید نماید.

کلمات کلیدی

"روند جریان"، "آزمون من کندال"، "ایستگاههای هیدرومتری"، "شیب سن"، "استان مازندران"

۱- مقدمه

توجه به این موضوع، بررسی تغییرات دبی رودخانه ها در طول زمان می تواند تاثیر تغییرات یا عدم تغییرات در شرایط اقلیمی یک منطقه را آشکار نماید (Marianji et al, ۲۰۰۸). چرخه هیدرولوژی حوزه ای آبخیز تحت تاثیر فرایندهای اقلیمی، مشخصات توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی و فعالیت های انسانی قرار دارد. تغییرات اقلیمی و گرم شدن کره زمین اهمیت مطالعه و بررسی این عوامل را آشکارتر می نماید. یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر تغییرات اقلیمی ناحیه ای، تغییرات فرایندهای آب شناختی و جریان رودخانه ها در حوزه های آبخیز می باشد. افزایش شدت سیل و خشکسالی های سالیان اخیر به عنوان یکی از نتایج زیانبار تغییرات اقلیمی مورد توجه مدیران و کارشناسان قرار گرفته است. مطالعات متعددی در مورد روند دبی جریان رودخانه ای و خصوصیات آنها در مناطق مختلف جهان انجام شده است. از جمله این پژوهش ها می توان به تحقیقات Slack و Lins, (۲۰۰۹) (۱۹۹۹) Zhang et al (۲۰۰۸) Shaban, (۲۰۰۶) به عنوان نمونه اشاره نمود. Douglas et al. (۲۰۰۰) نیز دلایلی که به

آب در مراحل توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور نقش مهم و کلیدی ایفا می نماید زیاد شدن تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی، گسترش مراکز جمعیت شهری و روستایی، بهبود و ارتقای کیفیت زندگی مستلزم انجام سرمایه گذاریهای لازم و هماهنگ در ابعاد مختلف توسعه و بهره برداری از منابع آب است. آبهای سطحی و به خصوص بخش جریان پایه یکی از منابع آب ضروری برای تأمین نیازهای کشاورزی، شرب و صنعتی میباشد. در سالهای اخیر فشار بیش از اندازه ای بر منابع آب سطحی وارد شده و برداشتهای بیرویه ای به وقوع پیوسته است با مطالعه روند جریان پایه و کم دراکتر رودخانه های کشور مشخص می شود که این روند کاهشی بوده و در بعضی مواقع معنی دار نیز می باشد. (۲۰۱۰) Mirabbasi Najafabadi, Dinpashoh (۲۰۱۶) Torabi Podesh, Emamgholizadeh,) از طرفی دیگر جریانات رودخانه ای به عنوان یکی از پارامترهای مهم در هیدرولوژی و منابع آب در ارتباط نزدیکی با عوامل اقلیمی می باشد (Marufi and Tabari, ۲۰۰۱).

متر در قله دماوند تغییر می نماید. میانگین بارندگی در بخش غربی استان مازندران بیشتر از ۱۰۰۰ میلیمتر و در قسمت شرقی استان بیش از ۳۰۰ میلیمتری باشد. قابل ذکر است که قسمت مرطوب غربی استان ارتفاع کمی دارد، اما بارندگی زیاد در آن موجب بهینه شدن آن منطقه برای فعالیتهای کشاورزی شده است. شکل(۱): موقعیت ایستگاههای تحت پوشش استان مازندران واقع در شمال ایران را نشان می دهد.

۲-۲- روش انجام پژوهش

۲-۲-۱- حوزه های آبخیز و شبکه رودخانه های محدوده مطالعاتی

رودخانه های این حوزه با توجه به وضعیت توپوگرافی شرایط متفاوتی دارند. در قسمت غربی و نیز قسمتهای از بخش میانی که بین رودخانه های چالوس و هراز قرار گرفته اند رودخانه ها طول کمی دارند و غالباً از یک یا چند دره کوچک در امتداد شمال به جنوب تشکیل شده اند که تعداد کمی دره های کوچکتر ممکن است به آنها متصل شوند. حوزه آبخیز این رودخانه ها غالباً از جنگل پوشیده شده است. در بخش مرکزی و شرقی حوزه رودخانه ها عموماً حوزه آبخیز وسیعی دارند و تقریباً عرض رشته کوه البرز را شامل می شوند این رودخانه ها از غرب به شرق عبارت از چالوس، هراز، طالار، تاجن می باشند. در انتها الیه شرقی، حوزه رود نكاه در یک حوزه کوهستانی مرتفع از شرق به غرب جریان یافته و در نزدیکی شهر نكاه به دشت مازندران می پیوندد. علاوه بر رودخانه های کوچک و بزرگ تعدادی رودخانه نیز وجود دارد که از لحاظ موقعیت و مساحت حوزه ها حد میانه آنها بشمار می روند این رودخانه را از غرب به شرق می توان پلرود، چشمه گیله، سرد آبرود و بابل نام برد. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش در ابتدا آمار دبی ایستگاههای رودخانه های مهم و دارای آمار بیشتر در حوزه های آبخیز تحت پوشش استان مازندران از معاونت مطالعات منابع آب سازمان آب منطقه ای مازندران تهیه گردید. جدول ۱ مشخصات ایستگاههای رودخانه ای انتخاب شده به منظور این پژوهش واقع در حوزه آبخیز ساحلی شمال را نشان می دهد

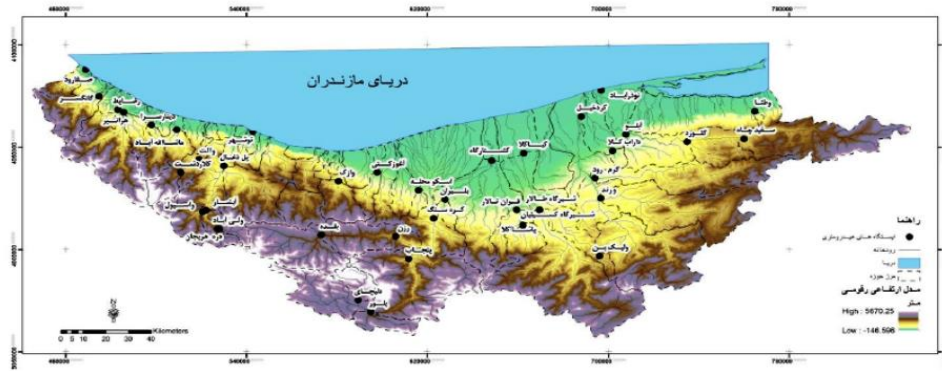
وجود روند در جریانهای ماکزیمم در ایالت متحده آمریکا اشاره نماید، را پیدا نکردند اما یک روند افزایشی را در مورد جریانهای حداقل در مناطق غربی ایالت مینه سوتا مشخص نمودند Wolock و McCabe (۲۰۰۲) بررسی روند رودخانه ای را با استفاده از مدلهای آماری انجام دادند و افزایش جریان رودخانه را به ویژه در قسمت شرقی آمریکا از سال ۱۹۷۰ گزارش نمودند. در مورد موضوع مورد بررسی در ایران نیز میتوان به پژوهشهای ذیل اشاره نمود:

(b) (۲۰۱۰) Ghermezcheshmeh et al مطالعه روند دبی سالانه و بارش سالانه در مناطق خشک ایران مرکزی با روشهای آماری من-کندال و روند را انجام دادند. این مطالعه مشخص نمود که روند دبی و بارش در این قسمت از ایران در یک نتیجه گیری کلی به طرف منفی با شیب کند می باشد و مقدار روند در دبی بالاتر از بارش بوده و زمان شروع روند نیز در ایستگاههای مختلف فرق دارد. بررسی روند و تجزیه و تحلیل تغییرات آن با روشهای من-کندال و سن در سریهای زمانی دبی رودخانه کارون در ایستگاه اهواز توسط Salarijazi (۲۰۱۱) et al انجام شده است. نتایج این پژوهش مشخص نمود که اگرچه وجود مناطق شکست در سریهای بررسی شده از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد ولی با توجه به در نظر گرفتن نقاط دارای قابلیت شکست، آشکار شد که برخلاف روند مثبت مشخص شده در سری کلی، همه سریهای جزئی دارای روند نزولی می باشند. (Nassaji Zavareh et al (۲۰۱۴) تغییرات جریان رودخانه کسلیلیان در منطقه البرز شمالی را با روش های سن، رسم نمودار و من-کندال در بازه زمانی ۱۳۳۴-۱۳۸۹ را بررسی نمودند نتایج این پژوهش مشخص نمود که روش سن روش بهینه ای برای مشخص نمودن مقدار روند آبدی در این حوزه است ولی به منظور تعیین معنی دار بودن و زمان روند روش من-کندال مناسب تر می باشد.

۲- روش انجام تحقیق

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی این پژوهش، استان مازندران در شمال ایران می باشد که با مساحتی بیش از ۲۴ هزار کیلومتر مربع در محدوده ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. اقلیم استان مازندران با توجه به قرار گرفتن در کنار دریا، کوه و جنگل به دو نوع معتدل مرطوب و کوهستانی تقسیم می شود. پوشش گیاهی این استان شامل جنگل، اراضی زراعی، مرتع می باشد ارتفاع این محدوده از ۱۷/۹- در ساحل دریای خزر تا ۵۵۹۵



شکل (۱): موقعیت ایستگاههای تحت پوشش استان مازندران واقع در شمال ایران

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای رودخانه ای انتخاب شده حوزه آبخیز ساحلی شمال

| سال تاسیس | ارتفاع | عرض | طول | مطالعاتی محدوده | درجه ایستگاه | حوزه نام زیر | نام حوزه آبریز اصلی | رودخانه | ایستگاه | کد | استان | ردیف |
|-----------|--------|----------|----------|-------------------|--------------|--------------|---------------------|----------|----------|--------|----------|------|
| ۱۳۳۳ | ۲۷۰ | ۳۶-۲۲-۳۱ | ۵۳-۱۰-۳۱ | ساری - نکاء | ۱ | تجن | تجن | تجن | ریگ چشمه | ۱۳-۰۲۵ | مازندران | ۱ |
| ۱۳۲۹ | ۲۲۰ | ۳۶-۱۷-۵۷ | ۵۲-۵۳-۱۰ | قائم شهر - جویبار | ۱ | تالار | تالار | تالار | شیرگاه | ۱۴-۰۰۱ | مازندران | ۲ |
| ۱۳۲۹ | -۵ | ۳۶-۲۳-۲۴ | ۵۲-۴۸-۴۱ | قائم شهر - جویبار | ۱ | تالار | تالار | تالار | کیاکلا | ۱۴-۰۰۷ | مازندران | ۳ |
| ۱۳۵۲ | ۸۶۰ | ۳۶-۰۵-۴۶ | ۵۲-۱۴-۴۱ | بابل - آمل | ۳ | نمارستاق | هراز | نمارستاق | پنجاب | ۱۵-۰۱۱ | مازندران | ۴ |
| ۱۳۴۹ | ۱۳۶۰ | ۳۶-۱۲-۱۸ | ۵۱-۴۹-۱۴ | نوشهر - نور | ۴ | نور | هراز | نور | بلده | ۱۵-۰۱۳ | مازندران | ۵ |
| ۱۳۴۵ | ۳۷۵ | ۳۶-۱۶-۲۵ | ۵۲-۲۲-۰۵ | بابل - آمل | ۱ | هراز | هراز | هراز | کره سنگ | ۱۵-۰۱۷ | مازندران | ۶ |
| ۱۳۲۸ | ۳۵۰ | ۳۶-۲۰-۳۸ | ۵۱-۲۰-۱۳ | رامسر - چالوس | ۱ | چالوس | چالوس | چالوس | پل ذغال | ۱۶-۰۲۱ | مازندران | ۷ |

بخش های مطالعاتی تغییر اقلیم بوده است. آزمون نا پارامتریک من کندال فرض

صفر عدم وجود روند در سریهای زمانی را مورد بررسی قرار می دهد در این راستا نقاط تغییر ناگهانی روند را هم شناسایی می نماید. اساساً روش من-کندال یک آزمون غیر پارامتری براساس رتبه بندی است. برای هر نمونه شامل n متغیر فرض صفر (H_0) آن است و نمونه ها مستقل می باشند و همبستگی به صورت یکسان توزیع شده است. علاوه بر این فرض متناوب که یک آزمون دو طرفه می باشد به این معنی می باشد که روند یکنواختی در سری زمانی وجود دارد. آزمون MK برپایه آماره S به صورت زیر محاسبه میشود:

۲-۲-۲- روش پژوهش:

آزمون من کندال در ابتدا توسط دانشمندی به نام Mann (۱۹۴۵) ارائه شد و در مرحله بعد توسط Kendall (۱۹۷۵) توسعه داده شد. از مزیت های این آزمون می توان به بهینه بودن کاربرد آن برای سریهای زمانی که دارای توزیع آماری خاصی نمی باشند اشاره نمود. علاوه بر این اثرپذیری بسیار کم این روش از مقادیر حدی که در مواردی از سریهای زمانی مشاهده می شود از دیگر سودمندیهای استفاده از این روش می باشد (حجام و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به قابلیت هائی که این آزمون در مشخص نمودن تغییرات ایجاد شده در سریهای زمانی متغیرهای اقلیمی دارا می باشد، بسیار مورد توجه پژوهشگران

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} (\text{sign}(x_i - x_j)) \quad (1)$$

۳- نتایج

در این پژوهش پس از بررسی آمارهای دبی کلیه ایستگاههای تحت پوشش استان از نظر طول مدت آماری، یکنواختی آمار سالهای مختلف و عدم وجود سالهای فاقد آمار، پراکندگی مناسب در سطح استان از محدوده شهرستان رامسر در غرب استان تا محدوده شهرستان بهشهر در شرق استان تعداد ۷ ایستگاه رودخانه ای شامل ایستگاه ریگ چشمه بر رودخانه تجن ساری، شیرگاه و کیاکلا در رودخانه تالار قائم شهر، بلده، پنجاب و کره سنگ در رودخانه هراز آمل و پل ذغال در رودخانه چالوس جهت بررسی مطالعات روند جریانات رودخانه ای انتخاب شدند. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش محدوده پوششی سطح استان مازندران به سه ناحیه غرب از رامسر تا آمل، مرکز از آمل تا قائم شهر و شرق از قائم شهر تا بهشهر تقسیم شده و روند

که در آن مقادیر X_j و X_i داده های متوالی می باشد. n طول سری زمانی است و تابع علامت نیز به ترتیب زیر محاسبه می شود:

$$\text{sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_i - x_j) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_i - x_j) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

بر اساس معادلات ذیل قابل محاسبه می باشد: S آماره $\text{Var}(S)$ و واریانس $E(S)$ میانگین

تعداد مقادیر دنباله ها است جزء دوم در فرمول فوق یک تعدیل برای دنباله یا داده های p امین مقدار و p تعداد دنباله ها برای pt که حساس است. آماره استاندارد شده آزمون Z_{MK} از رابطه زیر بدست می آید:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S = 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S = 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$E(S) = 0 \quad (3)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^n t_p(p-1)(2p+5)}{18} \quad (4)$$

تغییرات دبی رودخانه ها در این سه محدوده بر روی ایستگاههای منتخب مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. با توجه به کمبود آمار ایستگاهها، تعداد سالهای آماری و دوره های آماری استفاده شده برای مطالعات روند جریان رودخانه های این محدوده به شرح جدول (۲) استخراج شدند.

مقدار مثبت Z_{MK} روند افزایشی و مقدار منفی Z_{MK} روند کاهشی سری زمانی را نشان می دهد. همچنین برای آزمون روند افزایش یا کاهش یکنواخت در سطح معنی داری P اگر مقدار Z_{MK} بزرگتر از $Z_{1-P/2}$ باشد (که $Z_{1-P/2}$ از جداول توزیع تجمعی نرمال استاندارد بدست می آید) فرض صفر رد می شود. بدین منظور، سطح معنی دار $P=0.01$ و یا $P=0.05$ بکار می رود.

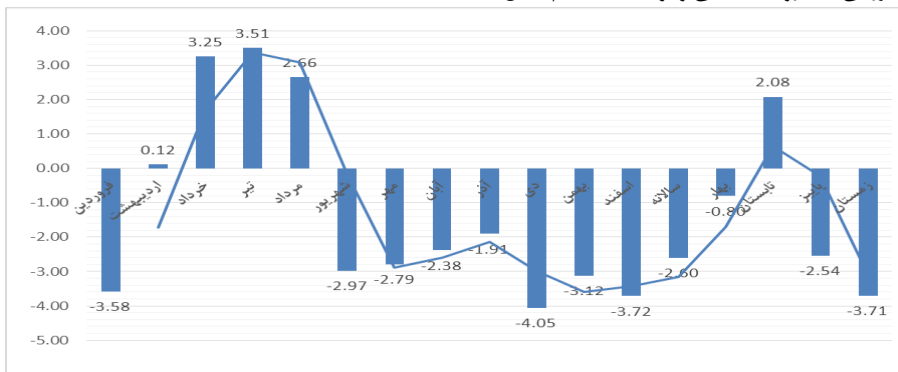
جدول (۲): تعداد و دوره های آماری استفاده شده برای مطالعات روند جریان رودخانه های در محدوده مطالعاتی

| ردیف | ایستگاه | رودخانه | بخش حوزه آبریز اصلی | حوزه نام زیر | دوره آماری مورد استفاده | تعداد سالهای آماری مورد استفاده | مطالعاتی محدوده |
|------|----------|----------|---------------------|--------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|
| ۱ | ریگ چشمه | تجن | تجن | تجن | ۱۳۴۹-۱۳۹۰ | ۴۳ | ساری - نکاء |
| ۲ | شیرگاه | تالار | تالار | تالار | ۱۳۳۶-۱۳۹۰ | ۵۵ | قائم شهر - جویبار |
| ۳ | کیاکلا | تالار | تالار | تالار | ۱۳۳۱-۱۳۹۰ | ۶۰ | قائم شهر - جویبار |
| ۴ | پنجاب | نمارستاق | هراز | نمارستاق | ۱۳۶۸-۱۳۹۰ | ۲۳ | بابل - آمل |
| ۵ | بلده | نور | هراز | نور | ۱۳۵۹-۱۳۹۰ | ۳۲ | نوشهر - نور |
| ۶ | کره سنگ | هراز | هراز | هراز | ۱۳۳۰-۱۳۹۰ | ۶۱ | بابل - آمل |
| ۷ | پل ذغال | چالوس | چالوس | چالوس | ۱۳۳۰-۱۳۹۰ | ۶۱ | رامسر - چالوس |

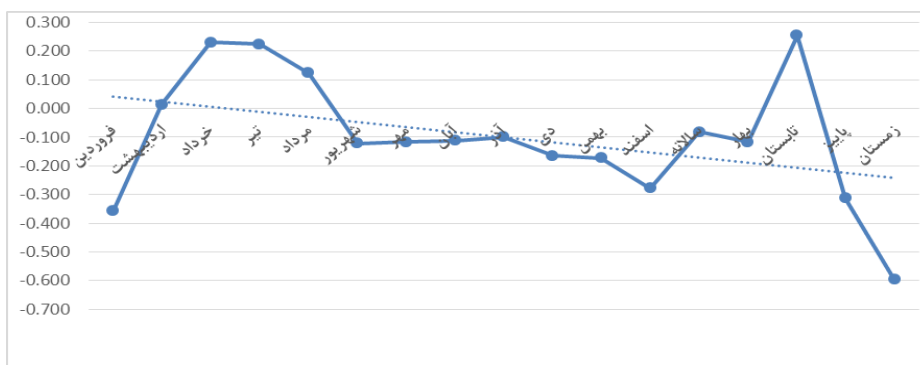
با توجه به مراحل انجام شده در این پژوهش، روند دبی جریانات رودخانه ای ایستگاههای منتخب فوق الذکر در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان و

و ۳). با توجه به اینکه در این ایستگاه برای کلیه ماهها و فصل های سال و همچنین در مقیاس سالانه این محاسبات انجام شده است که نتایج آن برای هر ایستگاه به صورت ۱۷ سری زمانی و در مجموع برای ۷ ایستگاه، منتخب بررسی شده ۱۱۹ سری زمانی محاسبه شده است که با توجه به زیاد بودن این نمودارها تنها به صورت نمونه از هر ایستگاه یک نمودار سری زمانی که مربوط به فروردین ماه می باشد آورده شده است. به عنوان نمونه شکل ۴ شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون شیب سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه ریگ چشمه تجن برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان دهنده وجود روند نزولی این ماه در طی سالهای مطالعاتی این ایستگاه رودخانه ای می باشد.

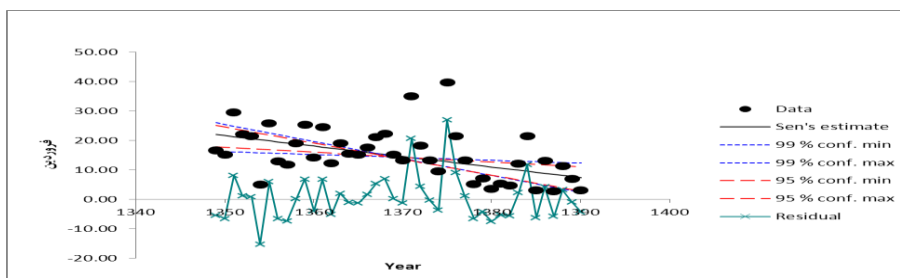
در مقیاسهای سالانه در کلیه ۷ ایستگاه غرب، مرکز و شرق استان با طول دوره های آماری ذکر شده در جدول (۲) با آزمون ناپارامتری من- کندال مورد بررسی قرار گرفت. همچنین جهت تعیین بزرگی این روند نیز از آزمون سن استفاده شد. نتایج این پژوهش از ایستگاههای منتخب از شرق به غرب استان به شرح ذیل بوده است: با توجه به شروط معنی داری آماره Z در آزمون من- کندال، ایستگاه رودخانه ای ریگ چشمه تجن ساری که در بخش شرقی استان قرار دارد، دارای روند مشخص فصلی در فصول تابستان، پائیز و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه بوده است و با توجه به حدود معنی داری آماره Q آزمون سن، جهت این روند در فصول پائیز و زمستان نزولی و در فصل تابستان با شیب ملایمی به صورت صعودی بوده است ولی در فصل بهار این ایستگاه در دوره آماری بررسی شده روند مشخصی وجود نداشته است (شکل ۲)



شکل ۲: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه ریگ چشمه تجن



شکل ۳: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه ریگ چشمه تجن

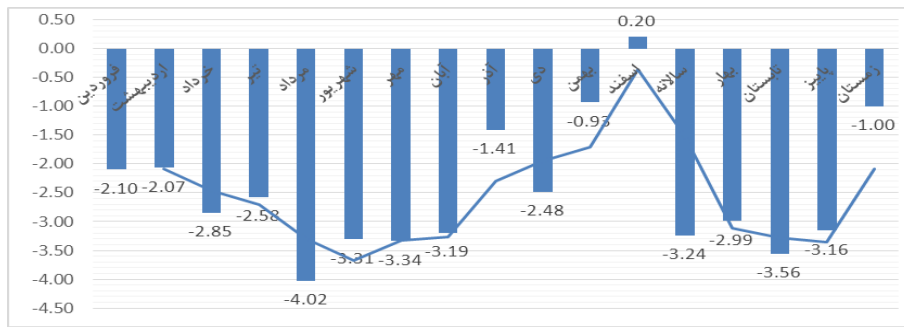


شکل ۴: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه ریگ چشمه تجن

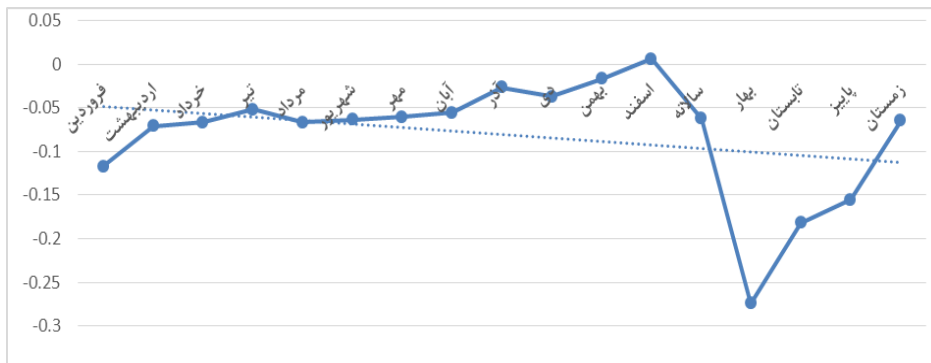
در مقیاس سالانه به صورت نزولی بوده است. ولی در فصل زمستان در این ایستگاه و در دوره آماری بررسی شده روند مشخصی وجود نداشته است (شکل ۵ و ۶). شکل ۷ نیز به عنوان نمونه شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرگاه تالار برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان

در مورد ایستگاه شیرگاه تالار که در ارتفاع ۲۲۰ متری رودخانه تالار قائم شهر قرار دارد نتایج تغییرات روند به صورت نتایج ذیل بوده است: در این ایستگاه روند مشخص فصلی در فصول بهار، تابستان، پائیز و همچنین در مقیاس سالانه وجود داشته است ولی فصل زمستان این ایستگاه در طی سالهای مورد بررسی از سال ۱۳۳۶ دارای روند مشخصی نبوده است و با توجه به حدود معنی داری آماره Q آزمون سن، جهت این روند در فصول بهار، تابستان و پائیز و

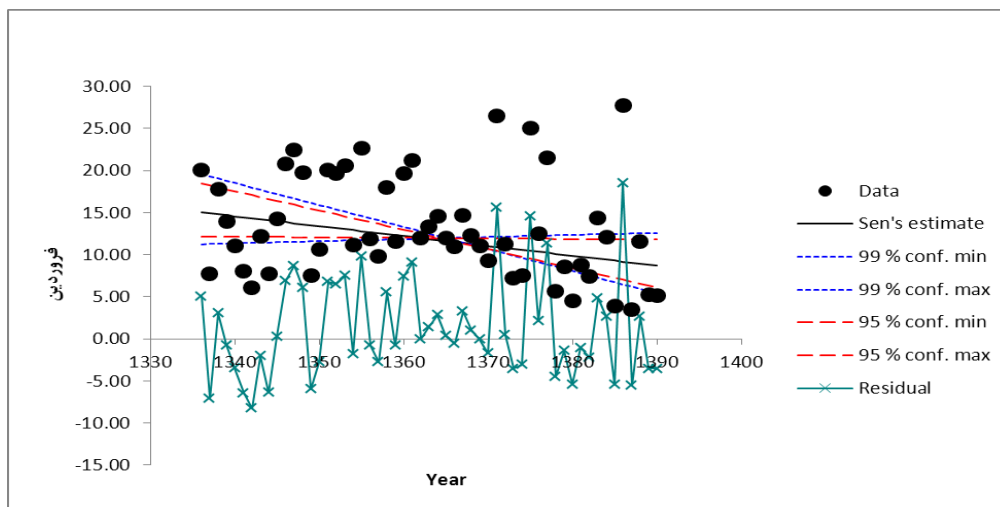
دهنده وجود روند نزولی این ماه در طی سالهای مطالعاتی این ایستگاه رودخانه ای می باشد



شکل ۵: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرگاه تالار



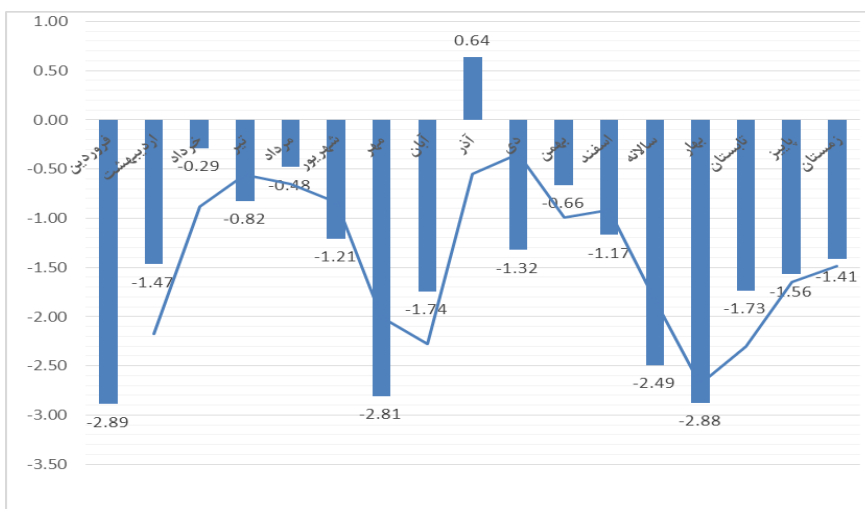
شکل ۶: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرگاه تالار



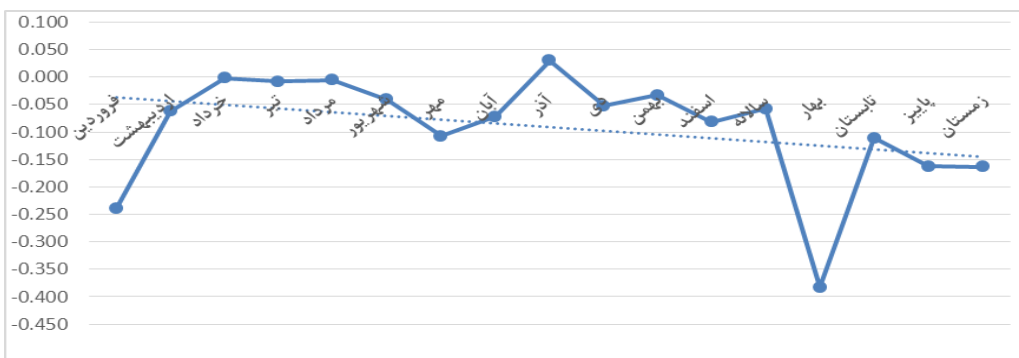
شکل ۷: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه شیرگاه تالار

بررسی شده ایستگاه کیاکلا تالار برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان دهنده وجود روند نزولی این ماه در این ایستگاه می باشد. (شکل ۱۰)

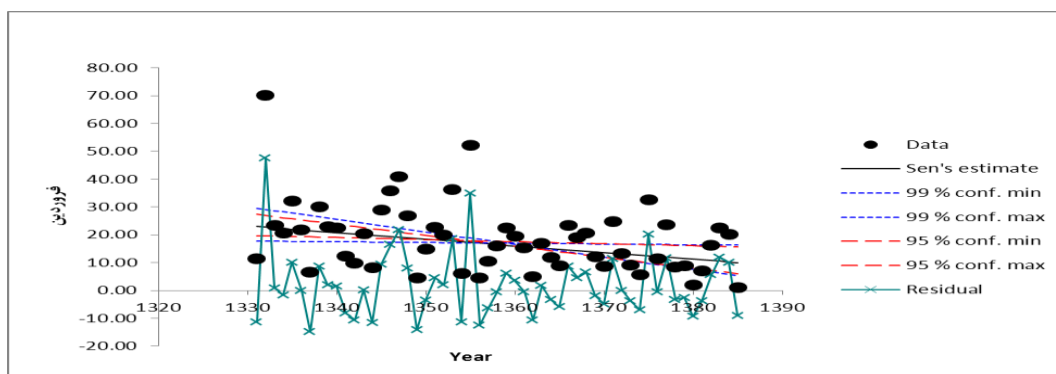
یکی دیگر از ایستگاههای مورد بررسی مناطق مرکزی این استان ، ایستگاه کیاکلا قائم شهر در ارتفاع ۵- متری (پائین تر از سطح دریاهای آزاد) می باشد. در این ایستگاه که در قسمت پائینی رودخانه تالار قرار دارد از بررسی های فصلی و سالانه دبی های ماهانه در طی سالهای مطالعاتی نتیجه گیری شد که فصول بهار و تابستان و همچنین در مقیاس سالانه دارای روند می باشد که جهت این روند نیز منفی بوده است و در فصول پائیز و زمستان فاقد روند معنی داری بوده است. (شکل ۸ و ۹). شکل ۱۰ نیز به عنوان نمونه شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری



شکل ۸: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کیاکالا تالار



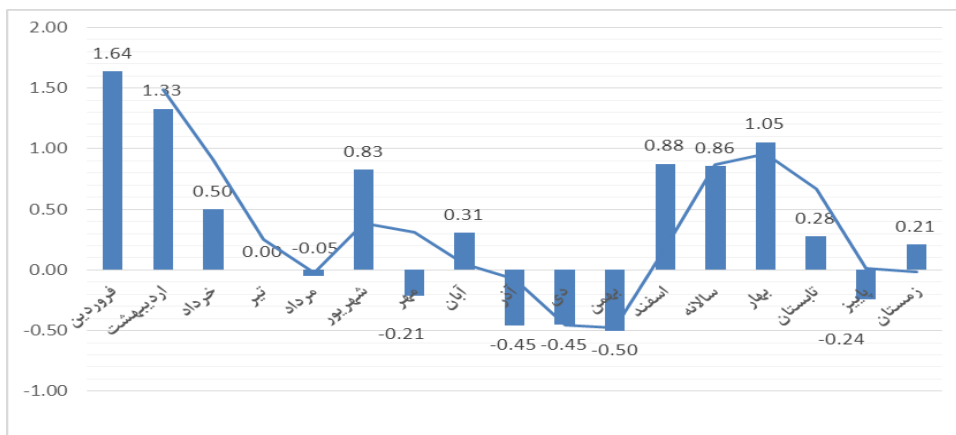
شکل ۹: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کیاکالا تالار



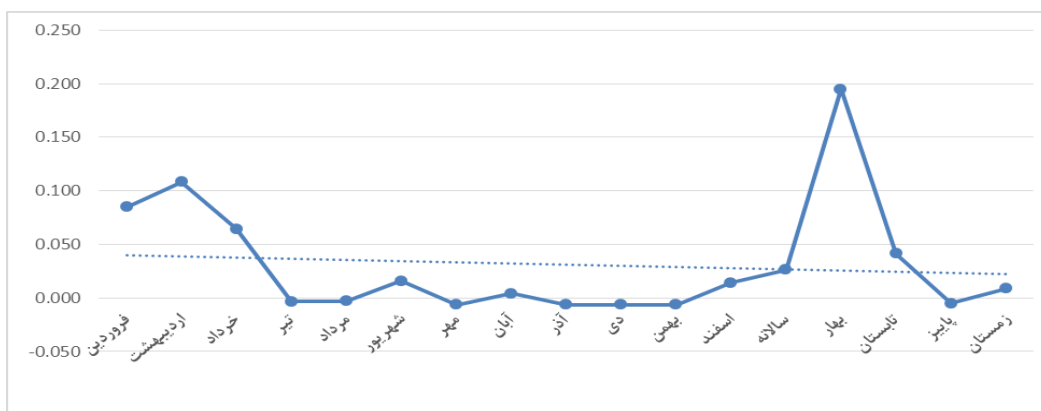
شکل ۱۰: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کیاکالا تالار

دوره آماری بررسی شده ایستگاه بلده هراز برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان دهنده عدم وجود روند مشخص این ماه در طول سالهای مورد بررسی است.

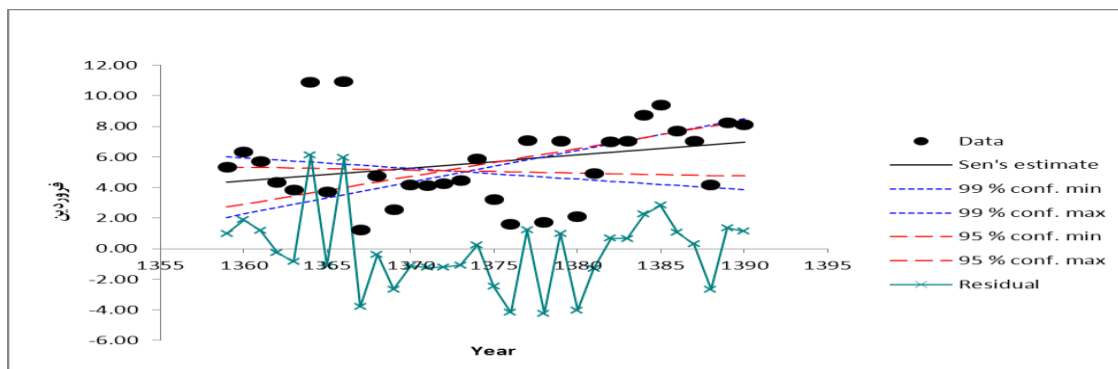
سه ایستگاه دیگر مورد بررسی بخش مرکزی استان در روی رودخانه هراز از بالادست حوزه تا قسمت منتهی به دشت این حوزه رودخانه ای می باشد در ایستگاه بلده هراز که یکی از شعبات رودخانه هراز در قسمت بالائی این حوزه می باشد با توجه به بررسیهای صورت گرفته بر روی نتایج آماری های فصلی و همچنین درمقیاس سالانه روند مشخصی را نشان نداده است که از این لحاظ قابل مطالعه می باشد (اشکال ۱۱ و ۱۲). شکل ۱۳ نیز به عنوان نمونه شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده



شکل ۱۱: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه بلده هراز



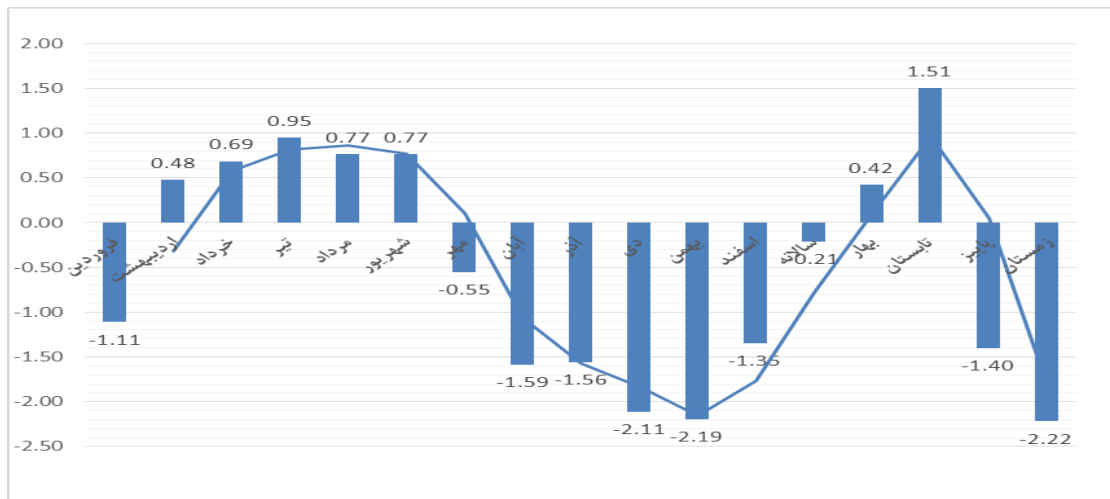
شکل ۱۲: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه بلده هراز



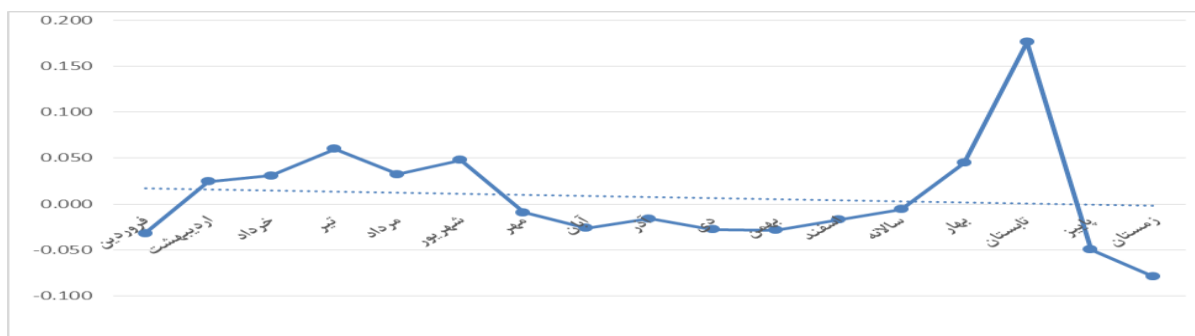
شکل ۱۳: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه بلده هراز

صورت منفی بوده است. (اشکال ۱۴ و ۱۵). شکل ۱۶ نیز به عنوان نمونه شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پنجاب هراز برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان دهنده عدم وجود روند مشخص این ماه در طول سالهای مورد بررسی است.

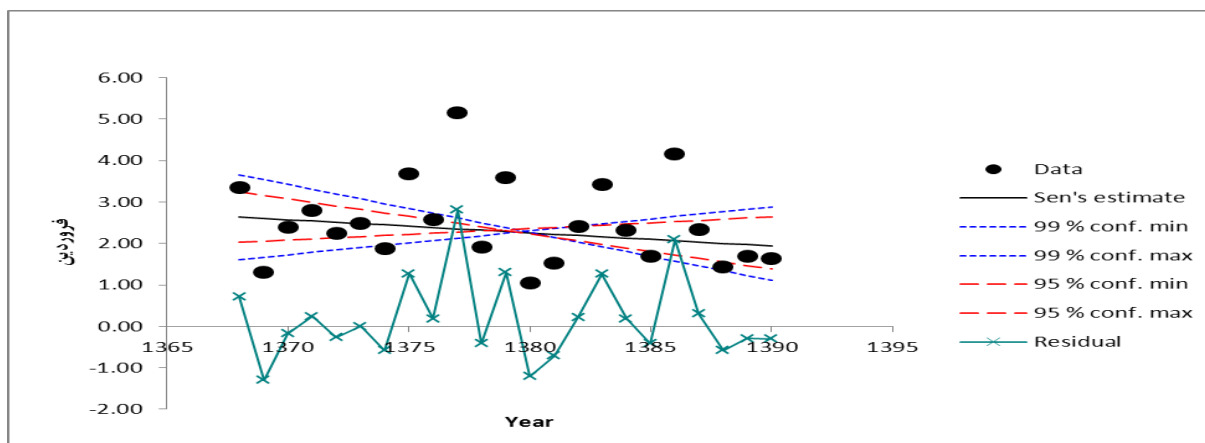
ایستگاه دوم مورد بررسی در رودخانه هراز، ایستگاه پنجاب هراز بوده است که این ایستگاه نیز در بخش کوهستانی این رودخانه قرار دارد. نتایج آماره Z این ایستگاه در مورد روند رودخانه ای نیز حاکی از آن است که در فصول بهار، تابستان، پاییز و همچنین در مقیاس سالانه داده های دبی های ماهانه و سالانه این ایستگاه فاقد روند مشخصی بوده است و تنها در فصل زمستان دارای روند می باشد که جهت این روند نیز در این فصل به



شکل ۱۴: روند تغییرات آماره z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پنجاب هراز



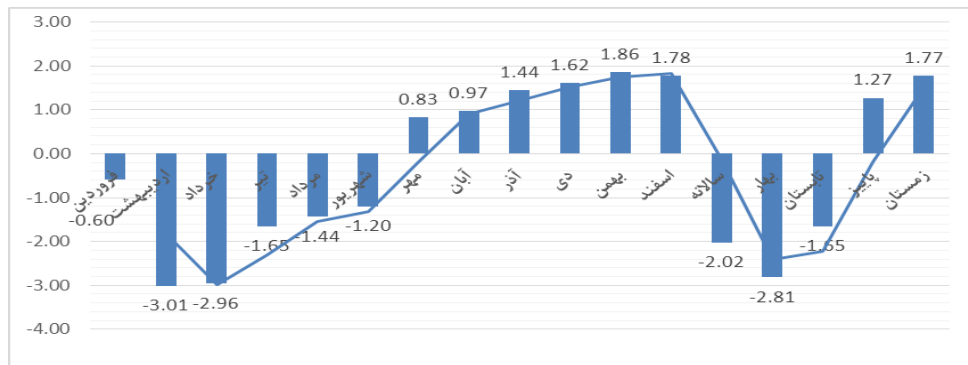
شکل ۱۵: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پنجاب هراز



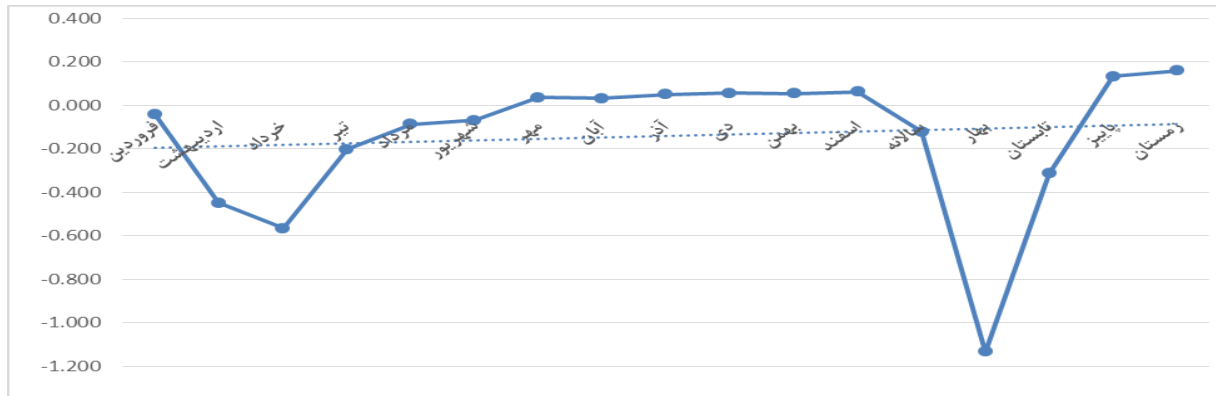
شکل ۱۶: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پنجاب هراز

مثبت بوده است ولی در فصل پائیز این ایستگاه روند مشخصی مشاهده نشده است (شکل ۱۷ و ۱۸). علاوه بر این شکل ۱۹ نیز به عنوان نمونه شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون شیب سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کره سنگ هراز برای حدود اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را نشان می دهد که نشان دهنده عدم وجود روند مشخص این ماه در طی سالهای مطالعاتی این ایستگاه رودخانه ای می باشد.

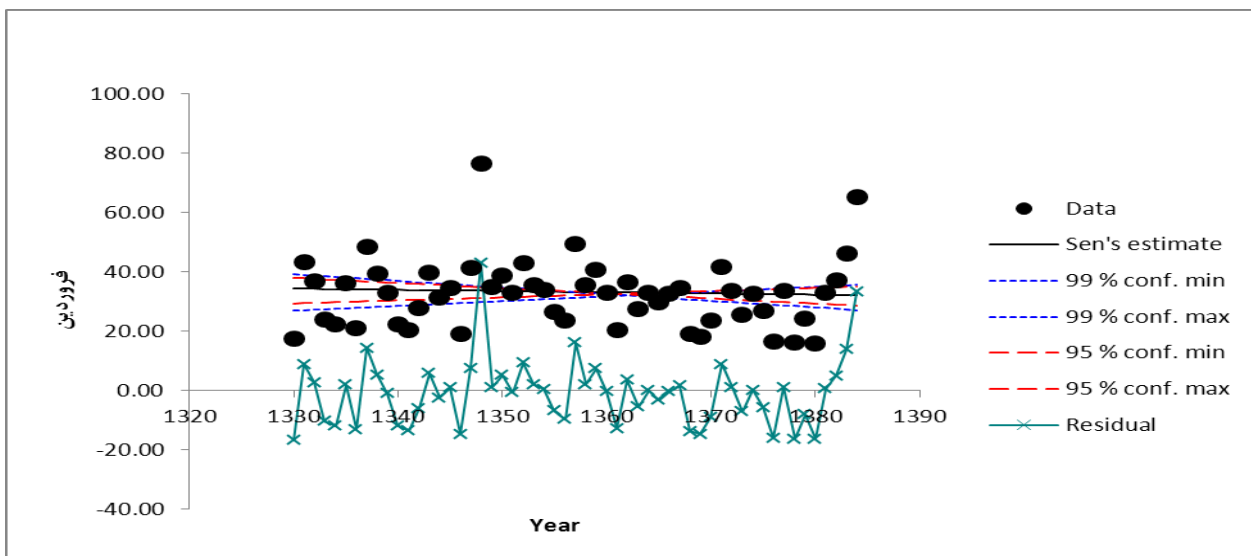
در قسمت پائینی رودخانه هراز در دهانه دشت مازندران و انتهای کوهستان البرز، ایستگاه کره سنگ هراز قرار دارد. با توجه به بررسیهای صورت گرفته بر روی تغییرات روند دبی ماهانه این ایستگاه رودخانه ای در طی سالهای مطالعاتی مشخص شد که فصول بهار، تابستان و پائیز در این قسمت دارای روند بوده است که جهت این روند به صورت منفی بوده است و در فصل زمستان نیز روند مشخصی وجود دارد که جهت این روند نیز با توجه به آزمون سن به صورت



شکل ۱۷: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کره سنگ هراز



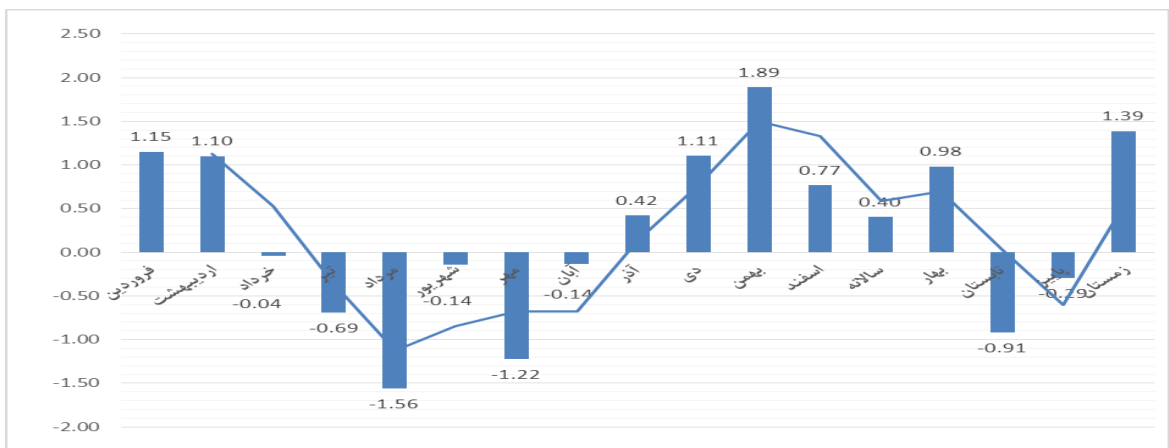
شکل ۱۸: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کره سنگ هراز



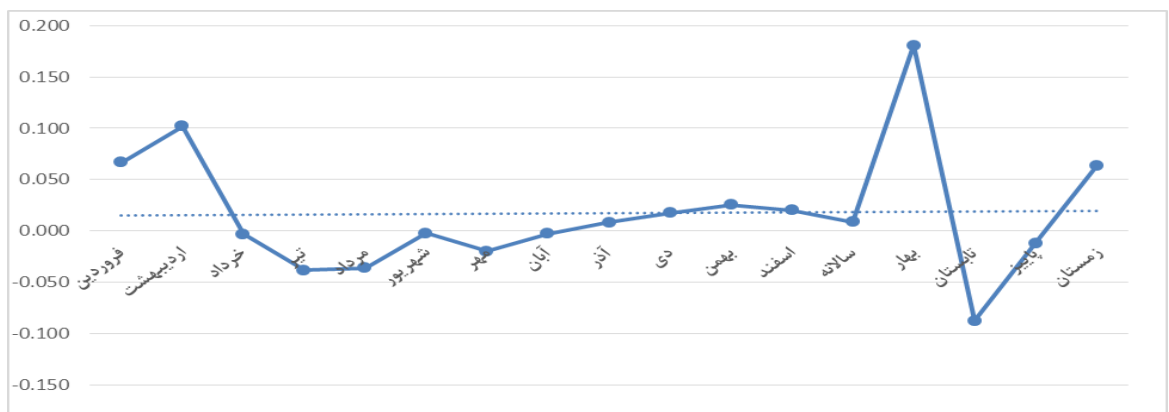
شکل ۱۹: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه کره سنگ هراز

می باشد (شکال ۲۰ و ۲۱). علاوه بر این به عنوان نمونه، نتیجه آزمون سن برای ماه فروردین این ایستگاه رودخانه ای در محدوده اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد نشان می دهد که روند مشخصی در این ماه در طی سالهای مطالعاتی وجود ندارد (شکل ۲۲).

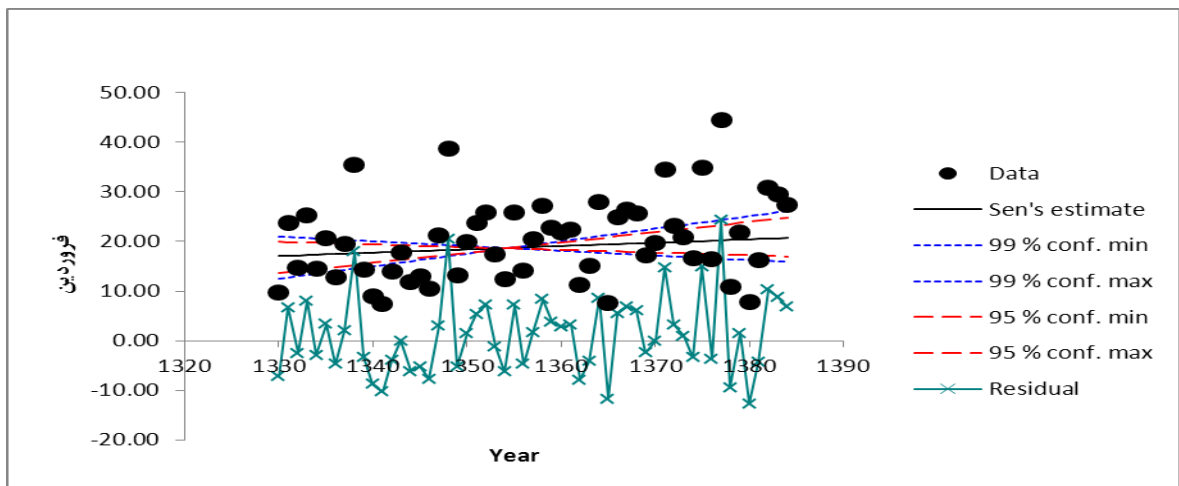
در مطالعات روند این محدوده، ایستگاه منتخب بخش غربی استان، ایستگاه پل ذغال چالوس بوده است. از مطالعات روند جریانات رودخانه ای این ایستگاه در طی سالهای مورد بررسی مشخص می شود که در هیچ یک از سری های فصلی و سالانه روند مشخصی وجود ندارد و مطالعه حدود معنی داری آماره Q این ایستگاه نیز تأیید کننده این نتیجه



شکل ۲۰: روند تغییرات آماره Z آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل ذغال چالوس



شکل ۲۱: روند تغییرات آماره Q آزمون من کندال برای ماههای مختلف سال در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل ذغال چالوس



شکل ۲۲: شیب تغییرات روند با استفاده از آزمون سن برای ماه فروردین در محدوده دوره آماری بررسی شده ایستگاه پل ذغال چالوس

۴- نتیجه گیری:

آن در سالهای اخیر مشهودتر شده است، افزایش جمعیت و فشار بر اکوسیستم این رودخانه می تواند از دلایل نوسانات روند این رودخانه باشد. در ایستگاههای مورد بررسی رودخانه تالار که شامل ایستگاه شیرگاه تالار در ارتفاع بالاتر و ایستگاه کیاکلا تالار در ارتفاع پائین تر این رودخانه بوده است نیز مطالعه روند دبی رودخانه ای حاکی از آن است که فصول سال یا فاقد روند مشخصی بوده

با توجه به بررسی های صورت گرفته بر روی نتایج این تحقیق مشخص می شود که در ایستگاه ریک چشمه بر روی رودخانه تجن واقع در شهرستان ساری تنها در فصل تابستان دارای روند صعودی بوده است و در بقیه فصل های سال و همچنین در مقیاس سالانه این ایستگاه دارای روند نزولی می باشد. استفاده آب برای کشاورزی منطقه، تغییرات اقلیمی که مخصوصا علائم

است؛ نتایج هیدرولوژیکی در حوزه رودخانه تاریم (که بزرگترین حوزه رودخانه داخلی چین می باشد) برای دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۷ نشان داده است که متوسط درجه حرارت سالانه هوا و بارش، دارای روند رو به رشدی می باشد. در حالیکه جریانات سطحی سالانه و رواناب، روندی هم کاهشی و هم افزایشی را تجربه نموده اند (Zarghami et al, ۲۰۱۱). در مطالعه و بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوزه جراحی از آزمون ناپارامتریک من کندال و پارامتری رگرسیون استفاده شده است. برای این منظور از داده های پنج ایستگاه آب سنجی طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۶۸ استفاده شده است. نتایج این پژوهش نیز مشخص نموده است که دبی سالانه در همه ایستگاه ها دارای روند کاهشی در دو دهه اخیر بوده است (امیریان و سلطانی، ۱۳۹۰). نتایج در ایستگاههای بلده، پنجاب و کره سنگ بر روی رودخانه هراز نیز به جز یک مورد در فصل زمستان مربوط به ایستگاه کره سنگ که دارای روند مثبت بوده است در بقیه سری های فصلی و سالانه ایستگاههای مورد بررسی یا دارای روند منفی بوده و یا اینکه روند مشخصی مشاهده نشده است. بدون در نظر گرفتن استثنائات، تغییرات دبی های فصلی و سالانه این حوزه نیز مانند رودخانه تالار به صورت کاهشی و یا فاقد روند مشخصی بوده که نشان از تأثیر تغییرات اقلیمی سالیان اخیر و همچنین افزایش جمعیت حواشی رودخانه و استفاده بیشتر از آب برای کشاورزی و سایر کاربرها را دارد و نیاز به یک برنامه ریزی دقیق برای مدیریت منابع آب این اکوسیستم رودخانه ای را طلب می نماید. در ایستگاه مورد بررسی غرب استان در محل پل ذغال چالوس نیز در هیچ یک از فصول و همینطور در مقیاس سالانه روند مشخصی وجود نداشت که نشان از ثبات موقتی وضعیت منابع آب این رودخانه در طی دوره مطالعاتی بوده است ولی در سالیان آتی اگر برنامه ریزی دقیقی برای مصرف بهینه آب این رودخانه صورت نگیرد می تواند همین ثبات نسبی را به سمت روند منفی رودخانه سوق داده و افزایش آسیب پذیری این اکوسیستم رودخانه ای را با توجه به تغییرات اقلیمی سالیان اخیر و همینطور فشار جمعیت اطراف این رودخانه و افزایش نیاز به منابع آب مورد استفاده را تشدید نماید.

North-eastern part of Bangladesh: an approach for understanding the impacts of climatic change. Environmental Systems Research, ۸-۲۸.

۵. Douglas, E.M., R.M. Vogel and C.N. Kroll.

۲۰۰۰. Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation. Journal of Hydrology, ۲۴۰: ۹۰-۱۰۵.

۶. Ghermezcheshmeh B., Nassaji Zavare M. and Rasooli A. ۲۰۱۰. Investigating the annual flow trend with an approach to water resources management in arid areas. Water challenge scientific conference in Qom, ۱, ۱-۸ [In Persian].

۷. Kendall, M. G., ۱۹۷۵. Rank correlation methods. Charles Griffin, London.

۸. Khaliq, M.N., T. Ouarda, P. Gachon, L. Sushama and A. St-Hilaire. ۲۰۰۹.

و یا دارای روند نزولی بوده اند که این نتیجه گیری نیز حاکی از آن است که روند تغییرات آبدی این رودخانه نیز در یک نتیجه گیری کلی به سمت کاهش شدید منابع آبی و افزایش خشکسالی حرکت می نماید که اگر برنامه ریزی دقیقی برای این بخش صورت نگیرد می تواند روند خشکسالی ها را با توجه به افزایش جمعیت حواشی این رودخانه و مصرف بیشتر آب در کشاورزی دچار اختلال نماید در این زمینه استفاده بهینه از منابع آبی، عدم هدر رفت آب به صورت تبخیر و تعرق با توجه به الگوی صحیح کشت، استفاده از روشهای نوین آبخیزداری می تواند راهگشا باشد. با توجه به اینکه مطالعه و بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر منابع هیدرولوژیکی، اساسی ترین ارزیابی قابل استفاده پیش از هر گونه برنامه ریزی جهت بهره برداری منابع آبی یک کشور می باشد، بررسی این موضوع، پیش بینی و نتایج آن مخصوصاً روی منابع آب بسیار اساسی و ضروری می باشد (Maurer, ۲۰۰۷).

(Khoshravesht et al, ۲۰۱۶) با مطالعه روند پارامترهای هیدروکلیماتولوژی در حوزه رودخانه نکا مازندران، نتیجه گیری نمودند که با کم شدن مقدار بارش در بالادست حوزه، دبی متوسط سالانه و کم آب روند نزولی بسیار زیادی پیدا می نماید. Akter et al (۲۰۱۹) روند تغییرات دبی و بارش در حوزه رودخانه سورما واقع در شمال شرق بنگلادش با استفاده از آزمون ناپارامتریک من کندال را بررسی نمودند و نتایج نشان دهنده کاهش روند تغییرات بارش و دبی برای دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۳ بوده است. Abghari et al (۲۰۱۳) روند جریانات رودخانه ای را در غرب ایران با توجه به تغییرات بارشی بارش با استفاده از آزمون های پارامتری و ناپارامتری رو اسپرمن، من کندال و همبستگی پیرسون برای سری های زمانی سالانه و فصلی در ۱۲ ایستگاه را مورد بررسی قرار دادند. آنها در این پژوهش در یک ایستگاه مطالعه شده برای دبی، روند کاهشی معنی داری را در سطح ۵ درصد پیدا نمودند که بالاترین روند کاهشی در ماه های اکتبر و نوامبر بوده است. طی یک نتیجه گیری دیگر دیگر روند داده های بارش سالانه اگرچه دارای افزایش بوده است ولی معنی دار نشده اند. از طرفی دیگر به منظور تشخیص روند متغیرهای عمده از آزمون ناپارامتریک من کندال استفاده شده

منابع

۱. امیریان، ع. و سلطانی، ف. (۱۳۹۰) بررسی اثرات تغییر اقلیم بر حوضه جراحی با استفاده از آزمون ناپارامتری من- کندال و پارامتری تحلیل رگرسیون. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۲. حجام، س.، خوشخو، ی. و شمس الدین وندی، ر. (۱۳۸۷) تحلیل روند تغییرات بارندگیهای فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان، صفحات ۱۶۸-۱۵۷.
۳. Abghari H., Tabari H. and Hosseinzadeh Talae P. ۲۰۱۳. River flow trends in the west of Iran during the past ۴۰ years: Impact of precipitation variability. Global and Planetary Change. ۱۰۱: ۵۲-۶۰.
۴. Akter S., Howladar M. F., Ahmad Z. and Chowdhury T. R. ۲۰۱۹. The rainfall and discharge trends of Surma River area in

۱۷. Nassaji Zavareh M., Khorshiddoust A. M., Rasouli A. A. and Slajegheh A. ۲۰۱۴. Assessment of discharge trend of Kasilian watershed. Iran. J. Watershed Manage. Sci., ۸(۲۴), ۱-۹ [In Persian].
۱۸. Salarijazi M., Akhoondali A. M. and Daneshkhah A. R. ۲۰۱۱. Trend testing and analysis of changes in the time series of Karun River flooding in Ahvaz station (non-parametric approach). ۶th National Congress on Civil Engineering, Semnan, Iran, ۱-۸ [In Persian].
۱۹. Shaban, A. ۲۰۰۸. Indicators and aspects of hydrological drought in Lebanon. Water Resource Research, ۲۳(۱۰): ۱۸۷۵-۱۸۹۱.
۲۰. Torabi Podeh H. and Emamgholizadeh S. ۲۰۱۶. Analysis of stream flow trend across Karkheh watershed and effect of autocorrelation coefficient on the trend of flow. Iran. Water Res. J., ۱(۱۶), ۱۴۳-۱۵۱ [In Persian]
۲۱. Zhang, Q., C.Y. Xu, S. Becker and T. Jiang. ۲۰۰۶. Sediment and runoff changes in the Yangtze Riverbasin during past ۵۰ years. Journal of Hydrology, ۳۳۱: ۵۱۱-۵۲۳.
۲۲. Zarghami M., Abdi A., Babaeian I., Hassanzadeh Y. and Kanani R. ۲۰۱۱. Impact of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran. Global and Planetary Change. ۷۸: ۱۳۷-۱۴۶.
- Identification of hydrological trends in the presence of serial and cross correlations: A review of selected methods and their application to annual flow regimes of Canadian rivers. Journal of Hydrology, ۳۶۸: ۱۱۷-۱۳۰.
۹. Khoshravesheh, M., J. Abedi-Koupai and E. Nikzad-Tehrani. ۲۰۱۶. Detection of trend in hydroclimatological variables using parametric and non-parametric tests in Neka Basin. Journal of Water and Soil Science, ۱۹(۷۴): ۱-۱۴ (in Persian).
۱۰. Lins, H.F. and J.R. Slack. ۱۹۹۹. Stream flow trends in the United States. Geophysical Research Letters, ۲۶: ۲۲۷-۲۳۰.
۱۱. Mann, H. B., ۱۹۴۵. Nonparametric tests against trend. Econometrica ۱۳, pp ۲۴۵-۲۵۹.
۱۲. Marufi, S. and H. Tabari. ۲۰۰۱. Investigation Flow Trend Maroon River Using Parametric and Nonparametric, Research Geography, ۲: ۱۲۵-۱۴۶ (In Persian).
۱۳. Maryanji, Z., S. Marufi and H. Abasi. ۲۰۰۸. Investigation Discharge Change Trend and Correlation with Climatology Parametric in Hamedan Yalfan Watershed Using test Nonparametric Mann-Kendall, the ۳th Conference Water Resource Management, Tabriz, Iran, ۱۲۷-۱۴۱ pp.
۱۴. Maurer, E.P. ۲۰۰۷. Uncertainty in hydrologic impacts of climate change in the Sierra Nevada, California, under two emissions scenario. Climatic Change, ۸۲: ۳۰۹-۳۲۵.
۱۵. McCabe, G.J. and D.M. Wolock. ۲۰۰۲. A step increase in streamflow in the conterminous United States. Geophysical Research Letters, ۲۹(۲۴): ۳۸, ۱-۳۸, ۴.
۱۶. Mirabbasi Najafabadi R. and Dinpashoh Y. ۲۰۱۰. Trend Analysis of stream flow across the north west of Iran in recent three decades. J. Water Soil, ۲۴(۴), ۷۵۷-۷۶۸ [In Persian].

Analytical Study about the Trend of North Alborz River Flows in Relation to Climate Changes (Case Study, Selected Stations of Mazandaran Province)

Abbas Gholami^۱;

^۱ Assistant Professor ,Department of Engineering, Shomal University, Amol , IRAN

Abstract

River flows are one of the main and influential parameters in the water resources of a region, which has a close relationship with other climatic factors. The study of changes in river flow over a long period of time can determine the effects of possible changes in the climatic conditions of a region. According to this issue, in this research, after examining the statistics of all the stations covered in Mazandaran province in terms of statistical duration, the uniformity of the statistics of different years and the absence of years without statistics, as well as the appropriate distribution at the level of the province from Ramsar city in the west of the province, the border of Behshahr city, in the east of the province, there are ۷ river stations were selected, including the Rig Cheshme station in the Tajan Sari river, Shirgah and Kiakola in the Talar Quamshahr river, Baldeh, Panjab and Kareh Sang in the Haraz Amol river, and the Pole Zoghal in the Chalus river for studying studies of the trends of river flows. The discharge trends of the above-mentioned selected stations in the four seasons of spring, summer, autumn and winter and in the annual scales in the total of ۷ stations in the west, center and east of the province with the length of the statistical periods considered for each station by non-parametric Mann-Kendall test was also used to determine the magnitude of this trend. Without considering the exceptions, the results of this research indicate that the river trend of the station in the eastern and central parts of the province is decreasing in most seasons of the year or in some cases, it lacks a specific trend. In the western part of the province, from the study of the selected river flows, in a general conclusion it is clear that the seasonal and annual series under investigation, lack a specific trend, which shows during the study period, the temporary stability of the water resource condition of area, but in the coming years, if there is no accurate planning for the optimal use of water, this relative stability can lead to the negative trend of the river and increase the vulnerability of river ecosystem will intensify due to Climatic changes in recent years as well as the pressure of the population around of river and increase for the need of water resources.

Introduction

Water plays an important and key role in the stages of economic, social and cultural development of the country, the increase of agricultural production and food security, the expansion of urban and rural population centers and improvement of the quality of life require making necessary and coordinated investments in various dimensions of development and exploitation. It is one of the sources of water. Surface water, especially the base stream, is one of the essential water resources to meet the needs of agriculture, drinking and industry. In recent years, excessive pressure has been placed on surface water sources and indiscriminate withdrawals have taken place. Studying the trend of low and basic flow in most of the country's rivers shows that this trend is decreasing and sometimes it is significant. On the other hand, river flows as one of the important parameters in hydrology and water resources are closely related to climatic factors. Considering this issue, the study of changes in river flow over time can reveal the impact of changes or lack of changes in the climatic conditions of a region. The hydrological cycle of the watershed is influenced by climatic processes, topographic features, soil and vegetation, and human activities. Climate changes and global warming make the importance of studying and investigating these factors more obvious. One of the most important factors affecting regional climate changes is changes in hydrological processes and river flow in watersheds. The increase in intensity of floods and droughts in recent years has been noticed by managers and experts as one of the harmful results of climate change.

Methodology

In this research, after examining the statistics of the total discharge of the stations covered by the province in terms of statistical duration, the uniformity of the statistics of different years and the absence of years without statistics, the appropriate distribution at the level of the province from the border of Ramsar city in the west of the province to the border of Behshahr city in the east of the province. \forall river stations including Rig Cheshme station on Tajan Sari River, Shirgah and Kiakola in Talar QuaemShahr River, Baladeh, Panjab and Karesang in Haraz Amol River and pole zoghal in Chalus River were selected to study the trends of river flows. To achieve the objectives of this research, the coverage of Mazandaran province is divided into three areas: west from Ramsar to Amol, center from Amol to Quaemshahr and east from Quaemshahr to Behshahr, and the trend of river flow changes in these three areas is evaluated at the selected stations and was investigated. According to the steps carried out in this research, the discharge trend of the river currents of the aforementioned selected stations in the four seasons of spring, summer, autumn and winter and in annual scales in the total of \forall stations in the west, center and east of the province with the length of the statistical periods was analyzed with the non-parametric Man-Kendall test. Also, the Sen test was used to determine the magnitude of this trend.

Conclusion

Based on the results of this research, it is clear that there is an upward trend in the Rig Cheshme station of Tajan river located in Sari city only in the summer season and in the rest of the year as well as this year. The annual scale of this station has a downward trend. The use of water for agriculture in the region, climate changes, the symptoms of which have become more obvious in recent years, the increase in population and the pressure on the ecosystem of this river can be the reasons for the fluctuations of this river. The river in the surveyed stations of the Talar river, which includes the Talar sub-station at a higher altitude and the Kiakola in Talar station at a lower altitude than this river, the investigation of the river flow trend indicates that the seasons either lack a specific trend or a downward trend and This conclusion also indicates that the process of changes in the water supply of this river, in a general summary, is moving towards a sharp decrease in water resources and an increase in droughts, which can lead to drought if there is no detailed planning for this sector. To be Due to the increase in the population of this river and more water consumption in agriculture, in this field, the optimal use of water resources, the non-waste of water in the form of evaporation and transpiration, according to the correct pattern of cultivation, the use of modern watershed management methods can be a pioneer.

Keywords

Flow Trend, Mann-Kendall Test, Hydrometric Stations, Sen Slope, Mazandaran Province