فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۳، شماره ۳، صفحه ۵۶۶-۵۵۵ (۱۳۹۵)

تحلیل روند عوامل هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضی بر منابع آب حوزه آبخیز حبله‌رود

سمیه‌سادات سیدعلی[۱]، محمد رحیمی[۲*]، جعفر دستورانی[۳] و محمد خسروشاهی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران، پست الکترونیک: m.rahimi@semnan.ac.ir
۳- استادیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران
۴- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱

چکیده

آگاهی از تغییرات، نوسانها و روند پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیک در حوزه‌های آبخیز مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌منظور مدیریت منابع آب ضروریست. رودخانه حبله‌رود ازجمله معدود رودخانه‌های دائمی استان سمنان بوده و نقش مهمی در تأمین آب دشت گرمسار دارد. در این مقاله، نقش عوامل اقلیمی و کاربری اراضی حوزه آبخیز مورد بررسی قرار گرفته است. برای این‌منظور، روند تغییرات داده‌های اقلیمی (بارندگی و دما) و دبی در ایستگاه‌های واقع در داخل و نزدیک به حوضه در گام‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال بررسی شد. برای آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر رواناب با استناد به روش پیشنهادی هلسل و هیرش، اثر عامل بارش (به‌عنوان متغیر بیرونی) و نیز اثر همبستگی زنجیره‌ای از داده‌های ارتفاع رواناب حذف و دوباره آزمون روند برای داده‌های لگاریتمی باقیمانده ارتفاع رواناب (مقادیر تعدیل شده) استفاده شد. در بخشی از این تحقیق، برای پی بردن به نقش عوامل اقلیمی در سیمای حوضه، تغییرات خط برف طی ۲۰ سال اخیر نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای بارندگی و میانگین دما در سه گام زمانی ماهانه، فصلی و سالانه و همچنین داده‌های رواناب پس از حذف اثر بارش و همبستگی زنجیره‌ای بین داده‌ها، فاقد روند معنی‌دار است. از این‌رو می‌توان گفت عوامل اقلیمی و تغییر کاربری‌ها تأثیر مهمی بر وضعیت منابع آب سطحی حوضه آبخیز نداشته است. در این راستا روش هلسل و هیرش به‌خوبی اثر بارش و تغییرات آن را حذف و اثر سایر عوامل را نشان داد و می‌توان از آن در سایر مناطق نیز استفاده کرد. همچنین خط برف حوضه، روند معنی‌داری را نشان نداد. البته آنچه ترسیم نمودار حداقل و میانگین ارتفاع خط برف حوضه نشان داد نوسانهای زیاد سالانه و نیز دوره انتخابی برای تحلیل داده‌هاست. این عوامل، می‌تواند دلیل اصلی بر معنی‌دار نبودن روند دبی جریان و ارتفاع رواناب باشد.

واژه‌های کلیدی: روند، منابع آب، خط برف، من-کندال، حبله‌رود.

مقدمه

تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت اقلیمی و افزایش دما بر توزیع بارش، رواناب و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی تأثیرگذار است، ایران نیز به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، منابع آب کافی نداشته و از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. یقینا وقوع خشکسالی‌ها، نوسانهای اقلیمی، کمبود بارش و بی‌نظمی آن، مشکلاتی را برای این سرزمین بوجود خواهد آورد. از سوی دیگر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای سبب تغییر رژیم بارش و دما و بدنبال آن، تغییرات در روند برخی از مؤلفه‌های چرخه هیدرولوژی در دهه‌های اخیر شده است (یاراحمدی، ۱۳۹۳). طبق گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC,

Archive of SID
www.SID.ir

2007) افزایش درجه حرارت و بالا رفتن میانگین دمای فصل زمستان سبب کاهش تفاوت دمایی بین زمستان و تابستان شده و پیامدهای آن مانند کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی و منابع آب قابل پیش‌بینی می‌باشد. روش‌های مختلفی برای بررسی وجود روند در سری‌های زمانی وجود دارد، معمول‌ترین روش آماری، روش من-کندال (MK) است که برای بررسی وجود روندهای معنی‌دار در سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد (Yue و همکاران، ۲۰۰۲). تحلیل روند، یکی از روش‌های مناسب به‌منظور ارزیابی شرایط هیدروکلیماتولوژیکی در حوضه‌های آبخیز است که بصورت متداول برای بررسی تغییرات یک متغیر در طول زمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحقیقات متعددی در ایران و سایر نقاط دنیا در مورد علل کاهش، افزایش یا عدم تغییر منابع آب بر اثر تغییر اقلیم یا دخالت‌های انسان و مدیریت و بهره‌وری از منابع آب از طریق تحلیل روند پارامترهای اقلیمی و هیدرومتری انجام شده است. مساح‌بوانی و مرید (۱۳۸۴)، با پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر دما، بارندگی و رواناب در حوضه رودخانه زاینده‌رود به این نتیجه دست یافتند که میزان بارندگی کاهش و دما افزایش یافته است، به‌طوری‌که میزان کاهش بارندگی ۱۰ و ۱۶ درصد و افزایش دما به میزان ۴/۶ و ۳/۲ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در سناریوهای B۲ و A۲ پیش‌بینی شده است. همچنین نتایج آنان کاهش ۵/۸ درصدی جریان و افزایش ۳ برابری ضریب تغییرات جریان را برای دوره‌های آینده نشان داد. Mirabbasi Najafabadi و Dinpashoh (۲۰۱۰)، روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های شمال‌غرب ایران را در یک دوره ۳۰ ساله با استفاده از روش من-کندال و آزمون Sen بررسی و بیان کردند که روند تغییرات رواناب منطقه شمال‌غرب ایران در ۳ دهه گذشته نزولی و در سطح اعتماد ۱۰٪ کمتر معنادار بود. دودانگه و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی روند مقادیر حدی جریان (جریان حداقل و سیل) در حوزه آبخیز سد سفیدرود با استفاده از دو آزمون ناپارامتری من-کندال و اسپیرمن به این نتیجه رسیدند که تغییرپذیری پارامترهای اقلیمی احتمالاً متأثر از تغییرات اقلیمی است. از سوی دیگر تغییر کاربری اراضی ممکن است یکی از عوامل مؤثر بر روند کاهشی جریان‌های حدی در دهه‌های گذشته باشد. بنابراین می‌توان گفت تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های بشری دلیل روند کاهشی متغیرهای هیدرولوژیک می‌باشند.

Sheikh و همکاران (۲۰۱۱)، روند متغیرهای هیدرولوژیک حوزه آبخیز اترک را با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری بررسی کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که آزمون‌های مختلف نتایج مشابهی ارائه می‌دهند. در ۷۰ درصد ایستگاه‌ها، روند مشاهده شده دبی متوسط روزانه و در ۳۰ درصد ایستگاه‌ها روند مشاهده شده دبی حداکثر لحظه‌ای در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبوده است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که رژیم آبدهی حوزه آبخیز اترک دستخوش تغییر شده و این تغییرات باعث کاهش آبدهی حوزه و افزایش شدت طغیان‌های سیلابی شده است. این تغییر رژیم هیدرولوژیکی ممکن است مرتبط با تغییر اقلیم و یا تغییر کاربری اراضی باشد. Bahremand و همکاران (۱۳۹۲) روند تغییرات بلندمدت بارندگی و دبی را در حوزه‌های آبخیز غرب دریاچه ارومیه شامل حوضه‌های باراندوزچای، نازلوچای، روضه‌چای و شهرچای تحلیل کردند. نتایج آنان نشان داد که بارش در بعضی ایستگاه‌ها بدون روند و در بعضی دیگر دارای روند کاهشی است. اما دبی در بیشتر موارد دارای روند کاهشی معنی‌داری می‌باشد. روند کاهشی بارندگی در بعضی از ایستگاه‌های منطقه و روند کاهشی دبی جریان در بیشتر ایستگاه‌ها در کل با وضعیت جهانی تغییر اقلیم در نیمکره شمالی و عرض‌های ۳۰ درجه که عمدتاً خشک‌تر شده‌اند، مطابقت دارد. Farokhnia و Morid(۲۰۱۳) ارزیابی اثر تغییرات بارش و دما را بر روند جریان رودخانه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه بررسی کردند. نتایج بدست آمده حکایت از وجود روند کاهشی دبی در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی داشت که ۹ مورد آنها معنی‌دار بود. همچنین با در نظر گرفتن روندهای موجود در بارش و دمای ایستگاه‌ها، روند کاهشی دبی در هفت ایستگاه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده کم بودن تأثیر این عوامل بر روند

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش دبی ایستگاه‌های مربوطه است.

در سال‌های اخیر، بسیاری از محققان از بین آزمون‌های ناپارامتری مختلف، به‌عنوان بهترین گزینه برای بررسی وجود روند یکنواخت داده‌ها استفاده کرده‌اند (Kahya & Partal, 2007; Kumar *et al.*, 2009 و Lettenmaier *et al.*, 1994). Matthew و همکاران (۲۰۱۱)، اثرات تغییر اقلیم بر روی منابع آب انگلستان را برای بهبود طرح‌های مدیریتی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییر اقلیم مهمترین عامل در ناپایداری منابع آب کشورشان می‌باشد، به‌طوری‌که بیش از نیمی از اثرات منفی در جنوب انگلستان متمرکز شده است. Tao و همکاران (۲۰۱۱)، مطالعه‌ای را به‌منظور بررسی اثرات اقدامات انسانی یا تغییرات اقلیمی بر روند جریان در حوزه آبخیز تاریم در طی ۵۰ سال گذشته انجام دادند. آزمون روند غیرپارامتریک من-کندال در مقیاس سالانه با افزایش روند بارندگی، رطوبت نسبی، فشار بخار و شاخص خشکسالی از سال ۱۹۸۶ را نشان داد. ارزیابی کمی در این حوزه آبخیز نشان داد که فعالیت‌های محلی بشر از سال ۱۹۹۰ منجر به کاهش حجم آب جریان اصلی رودخانه تاریم شده که این مسئله در سال ۲۰۰۰ تشدید شده است.

Zhang و همکاران (۲۰۰۱) روند تغییرات ۱۱ متغیر هیدروکلیماتولوژی را در ۲۴۳ ایستگاه هیدرومتری در حوضه‌های کانادا با طول دوره آماری ۳۰ تا ۵۰ سال پس از حذف اثر خودهمبستگی داده‌ها با آزمون من-کندال مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که میانگین سالانه جریان رودخانه‌ها در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه مناطق جنوبی کانادا دارای روند منفی معنی‌دار است. Kalayci و Kahya (۲۰۰۴) روند جریان‌های ماهانه ۲۶ حوزه در ترکیه را در یک دوره ۳۱ ساله با استفاده از آزمون من-کندال مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که بطور کلی دبی آب رودخانه‌های حوضه‌های واقع در غرب ترکیه روند کاهشی در سطح معنی‌داری ۵ درصد داشتند، در حالی‌که حوضه‌های واقع در شرق ترکیه فاقد روند معنی‌دار بودند.

با توجه به مطالب بالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در مناطق مختلف و حتی در حوزه‌های آبخیز داخل منطقه روند تغییرات پارامترهای هواشناسی و هیدرولوژیکی متفاوت است. از این‌رو باید قبل از استفاده از داده‌های سری‌های هیدرولوژیکی در تجزیه‌وتحلیل‌های آماری از وجود یا نبود روند در آنها اطمینان حاصل کرد، زیرا بطور معمول در راهبردهای کلان مدیریتی و برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب، متغیرهای هیدرولوژیکی تصادفی و ایستا در نظر گرفته می‌شوند که از یک توزیع احتمالاتی معین پیروی می‌کنند (Changnon & Kunkel, 1995 و Cunderlik& Burn, 2002). در حالی‌که روند سری‌های هیدرولوژیکی ممکن است بدلیل تغییرات در اقلیم، کاربری اراضی و مدیریت حوزه آبخیز تغییر کند (Kundzewics, 2008 و Gardner, 2009). هدف این مقاله نیز بررسی و تعیین روند عوامل هیدرواقلیمی حوضه ازجمله دما، بارش و رواناب و همچنین ارزیابی اثرات تغییرات احتمالی عامل‌های اقلیمی و اقدامات انسانی بر رواناب حوضه آبخیز حبله‌رود است.

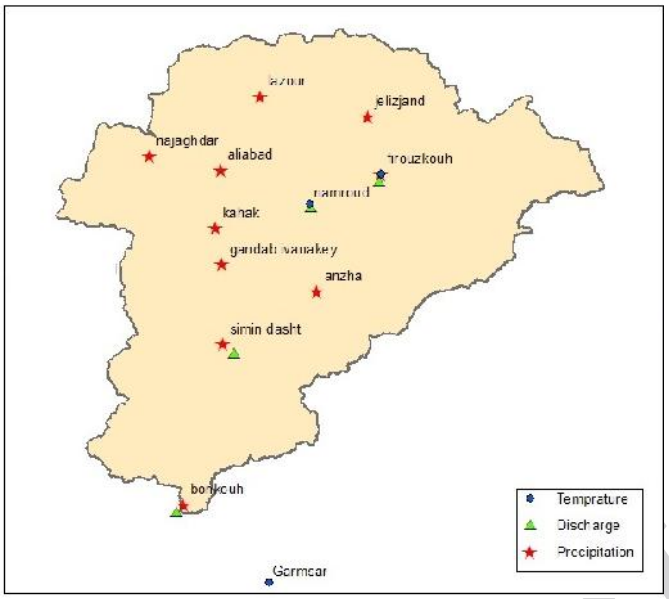
مواد و روش‌ها

خصوصیات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز حبله‌رود با طول جغرافیایی "۰۸ '۲۵ °۵۲ تا "۲۵ '۴۲ °۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی "۰۴ '۴۳ °۳۵ تا "۰۶ '۴۴ °۳۵ شمالی یکی از زیرحوضه‌های مهم حوزه آبخیز کویر نمک می‌باشد. این حوزه آبخیز که مناطقی از استان‌های تهران (شامل شهرستان‌های فیروزکوه و دماوند) و استان سمنان (شهرستان‌های سمنان و گرمسار) را شامل می‌شود، در شمال‌غربی حوزه آبخیز دشت کویر است و به زیرحوضه کویر سمنان و گرمسار تعلق دارد، مساحت آن تا ایستگاه بن‌کوه ۳۲۰۹ کیلومتر مربع می‌باشد. در میان ایستگاه‌های منتخب برای تحلیل روند بارش از داده‌های ۹ ایستگاه باران‌سنجی در داخل و ایستگاه بن‌کوه در خروجی حوضه، برای تحلیل روند دبی از سه ایستگاه هیدرومتری در داخل حوضه و ایستگاه بن‌کوه در خروجی حوضه و در نهایت برای تحلیل دما از داده‌های دو ایستگاه سینوپتیک در داخل و یک ایستگاه در خارج حوضه استفاده شده است (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی، سینوپتیک و هیدرومتری محدوده حوضه مورد مطالعه

ویژگی‌های هواشناسی و اقلیم

بر اساس مطالعات انجام شده، میانگین بارندگی ۳۰ ساله در کل حوضه ۲۷۲ mm می‌باشد. کمترین مقدار بارندگی در سال‌های آبی ۶۳-۶۲، ۷۸-۷۷ و ۸۳-۸۲ بوده که مقدار تغییرات نسبت به میانگین سالانه بارش حوضه بین ۱۲۲-۹۲ میلی‌متر و بالاترین مقدار بارندگی در سال‌های آبی ۶۴-۶۳، ۶۶-۶۵، ۷۴-۷۳ و ۸۴-۸۳ دیده شد. این رقم بین ۹۴-۸۹ میلی‌متر بالاتر از میانگین بارندگی حوضه است. اقلیم منطقه به روش دومارتن نیمه‌خشک بوده و توزیع فصلی بارندگی بصورت ۴۵٪ زمستان، ۲۹٪ بهار، ۲۲٪ پاییز و ۳٪ تابستان می‌باشد.

انتخاب دوره آماری برای پارامترها

با بررسی وضعیت داده‌های هیدروکلیماتولوژی و انتخاب ایستگاه‌های مناسب، طول دوره آماری برای داده‌های بارندگی و دبی ۳۰ سال (۸۷-۱۳۵۷) و برای دما بدلیل نبود اطلاعات آماری، ۲۰ سال (۸۷-۱۳۶۷) برای بررسی روند دما و خط برف انتخاب شد. گام زمانی در هر سه پارامتر بصورت ماهانه، فصلی و سالانه در نظر گرفته شده است.

آزمون تحلیل روند داده‌ها

داده‌های اقلیمی و منابع آب معمولاً غیرنرمال هستند، از آنجا که بارش به‌عنوان یک عنصر اقلیمی رفتار غیرخطی داشته و از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند و به‌دلیل غیرنرمال بودن سایر داده‌ها در این تحقیق از روش من-کندال استفاده شد. قدرت تشخیص این روش به اندازه آزمون‌های پارامتری است (Serrano *et al.*, 1999) و سازمان جهانی هواشناسی، برای آزمون روند داده‌ها به‌منظور تشخیص روند در سری‌های زمانی استفاده از روش مذکور را توصیه می‌کند (Mitchell *et al.*, 1996). هر چند روش‌های دیگر مانند تکنیک LOWESS، Thiel-Sen و امثال آن نیز برای روند استفاده می‌شود.

روش تحقیق

برای بررسی نحوه اثرپذیری رواناب حوضه از عوامل اقلیمی و انسانی، بصورت زیر عمل شد:

ابتدا با توجه به تعداد و تراکم مناسب ایستگاه‌های باران‌سنجی، ارتفاع متوسط بارندگی کل حوضه، از روی منحنی‌های هم‌بارش و به‌روش درون‌یابی وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) در محیط GIS بدست آمد.

به‌منظور بررسی و تشخیص بهتر نقش عوامل مورد بررسی در سطح حوضه بر رژیم تغییرات منابع آب، روند داده‌های تعدیل شده ارتفاع رواناب در کل دوره بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

گردید. برای تعدیل داده‌های رواناب اثر بارندگی به‌عنوان متغیر بیرونی مؤثر بر ارتفاع رواناب و اثر همبستگی زنجیره‌ای بین داده‌های رواناب حذف شد (Helsel & Hirsch, 1992). بدین جهت ابتدا نمودار رابطه بین ارتفاع رواناب و زمان قبل از تعدیل، ترسیم و در مرحله بعد به‌منظور کاهش پراکندگی داده‌ها، لگاریتم ارتفاع رواناب در برابر زمان رسم گردید تا تغییرات فصلی آن به‌وضوح دیده شود. از طرفی رابطه رگرسیون بین لگاریتم ارتفاع رواناب و لگاریتم بارندگی حوضه برقرار شد. از طریق رابطه بدست آمده و با جایگزینی مقادیر لگاریتم بارندگی، لگاریتم ارتفاع رواناب بدست‌آمد که نشان‌دهنده تأثیر بارش بر رواناب است. برای اطلاع از تغییرات مدیریتی، این مقادیر از مقادیر اولیه ارتفاع رواناب و همچنین مقادیر هر ماه از ماه ماقبل کسر و در نهایت آزمون روند دوباره بر روی اعداد باقیمانده انجام شد.

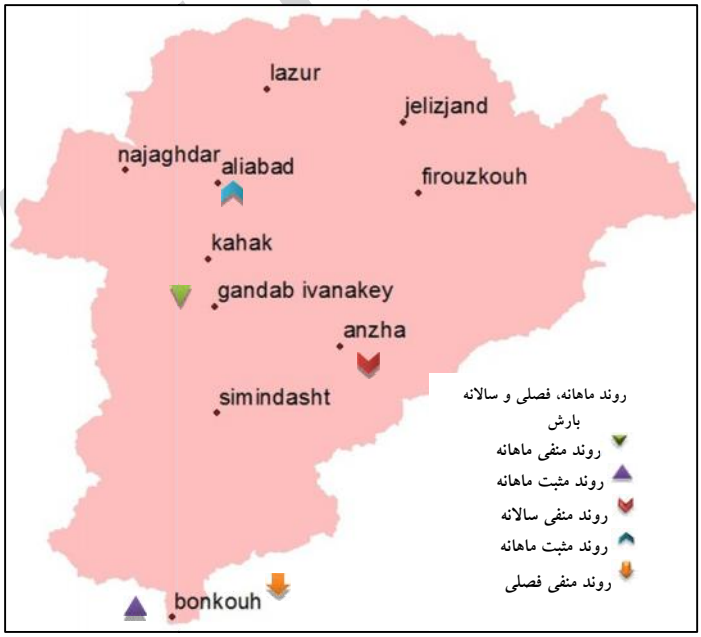
روند جابجایی خط برف و اثر آن بر سیمای حوضه

بر اساس داده‌های میانگین دمای ماهانه ایستگاه‌های درون و بیرون حوضه، معادله گرادیان دمای حوضه بدست آمد. سپس با در نظرگرفتن خط دمای صفر درجه سانتی‌گراد به‌عنوان خط برف، پیشروی و پسروی طی سال و تغییرات آن در طول دوره انتخابی بررسی شد.

نتایج

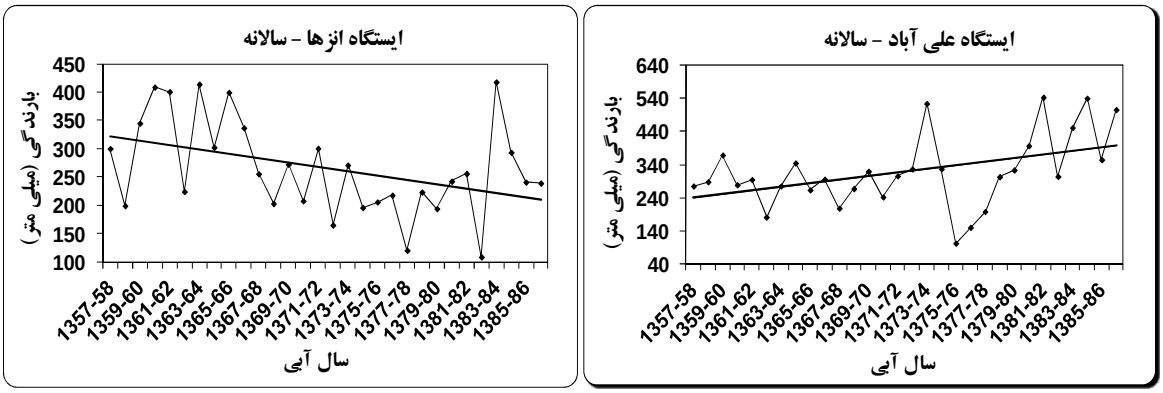
روند بارندگی

بررسی داده‌های بارندگی نشان داد که میزان بارندگی کل حوضه در سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در دوره ۳۰ ساله، از روند معنی‌داری پیروی نمی‌کند. در سری زمانی ماهانه فقط روند کاهشی ایستگاه گنداب در مهرماه و روند افزایشی ایستگاه بنکوه در شهریورماه مشاهده شد. در سری زمانی فصلی، تنها روند کاهشی بارش فصل بهار در ایستگاه بنکوه مشاهده گردید و در سری سالانه روند کاهشی ایستگاه و روند افزایشی ایستگاه علی‌آباد مشاهده شد. شکل ۲ ایستگاه‌هایی را که روند معنی‌دار (اعم از ماهانه، فصلی و سالانه) داشته‌اند با علائم مربوطه نشان می‌دهد. شکل ۳ برای نمونه، نمودار روند تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه در دو ایستگاه دارای روند (انزها و علی‌آباد) و شکل ۴ نیز حالت عدم وجود روند بارندگی را در سطح کل حوضه نشان می‌دهد.



شکل ۲- ایستگاه‌های باران‌سنجی دارای روند مثبت و منفی بارندگی در گام‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه

www.SID.ir

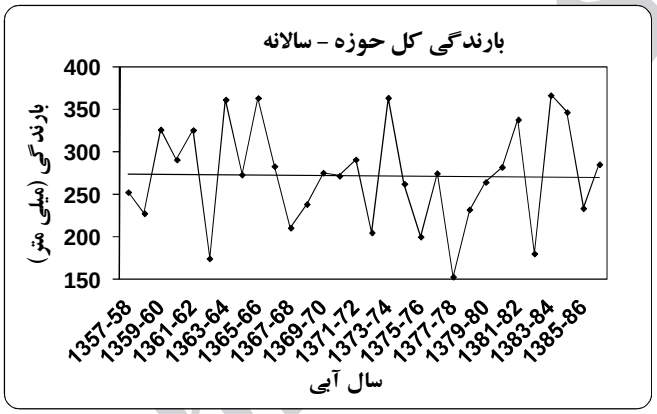


(ب) (الف)

شکل ۳- تغییرات سالانه بارندگی ایستگاه‌های دارای روند حوزه آبخیز حبله‌رود

الف- روند مثبت بارندگی سالانه در ایستگاه علی‌آباد

ب- روند منفی بارندگی سالانه در ایستگاه انزها



شکل ۴- عدم روند در بارندگی سالانه کل حوزه آبخیز حبله‌رود

روند دما

در این بخش که از داده‌های ۳ ایستگاه سینوپتک فیروزکوه و نمرود در داخل حوضه (معرف اقلیم کوهستانی) و ایستگاه گرمسار خارج از حوزه (بیانگر ناحیه دشت یا بیابانی) استفاده گردید، پارامتر دما در سری زمانی سالانه در هیچ‌یک از ایستگاه‌ها روند معنی‌داری را نشان نداد. در بررسی فصلی نیز تنها ایستگاه فیروزکوه در فصل بهار در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای روند معنی‌دار افزایشی بود. در سری زمانی ماهانه، ایستگاه فیروزکوه در ماه‌های مهر، اسفند و اردیبهشت و ایستگاه گرمسار در ماه‌های مهر و اسفند روند معنی‌دار افزایشی را نشان می‌دهد. اما در ایستگاه نمرود تنها ماه آذر روند معنی‌دار افزایشی می‌باشد (جدول ۱). به‌طوری‌که سایر ماه‌های سال در هر ۳ ایستگاه فاقد روند معنی‌دار بوده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر P برای آزمون روند داده‌های میانگین دما در گام زمانی ماهانه و فصلی

موقعیت ایستگاه‌ها نسبت به حوضه	درون حوضه		خارج حوضه
ماه / فصل	فیروزکوه	نمرود	گرمسار
مهر	۰/۰۴۱*	۰/۲۸۴	۰/۰۳۸*
آذر	۰/۵۳۸	۰/۰۳*	۰/۸۷۱
اسفند	۰/۰۴۸*	۰/۷۹۵	۰/۰۳*
اردیبهشت	۰/۰۲۵*	۰/۶۰۳	۰/۰۶۴
بهار	۰/۰۴۴*	۰/۵۸۱	۰/۰۵۶

*: روند معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵٪

روند مقادیر دبی جریان

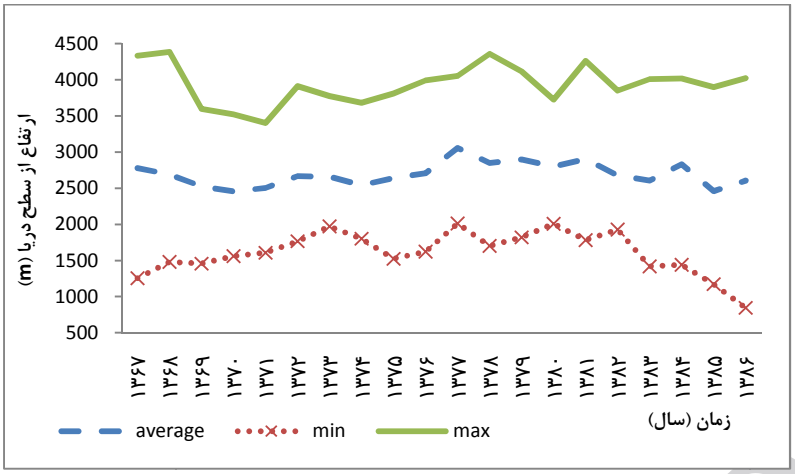
نتایج بررسی روند ماهانه، فصلی و سالانه داده‌های دبی جریان در ۴ ایستگاه هیدرومتری، نشان می‌دهد که بیشتر سری‌های جریان آب رودخانه‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف دارای روند منفی معنی‌دار هستند. در مقیاس ماهانه از کل تعداد ۴۸ مقدار p (برای ۱۲ ماه و ۴ ایستگاه)، ۲۱ مورد (و عمدتا در ماهای دوره بارش) روند نزولی معنی‌دار (در سطح ۱ درصد و ۵ درصد) و بقیه نیز روند نزولی ولی فاقد روند معنی‌دار بودند. در نتیجه هیچ موردی مبنی بر وجود روند مثبت معنی‌دار در دبی جریان ماهانه ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه مشاهده نشد. در هریک از فصول چهارگانه نه تنها هیچ‌یک از ایستگاه‌ها شاهد افزایش جریان رودخانه نبوده‌اند، بلکه بیشتر ایستگاه‌ها روند نزولی معنی‌داری را تجربه کرده‌اند. در سری سالانه روند دبی میانگین رواناب سالانه تمامی ایستگاه‌ها کاهشی ولی ایستگاه‌های سیمین‌دشت و فیروزکوه روند منفی داشته ولی معنی‌دار نبوده‌اند.

روند خط برف

از آنجاکه جابجایی خط برف در بلندمدت می‌تواند ناشی از افزایش یا کاهش دما باشد، از این‌رو بر این اساس تحلیل روند خط برف در طول دوره انجام شد. نتایج نشان داد که فقط در ماه‌های آبان تا اردیبهشت خط برف قابل تشخیص بود. به‌گونه‌ای که ریزش برف در حوضه از آبان‌ماه شروع و بتدریج تا دی‌ماه بسمت ارتفاعات پایین‌تر پیشروی می‌کند و در ماه‌های بعد بسمت ارتفاعات بالاتر پسروی کرده و در اردیبهشت‌ماه برفی در حوضه مشاهده نمی‌شود. اگرچه نتایج حاصل از تحلیل روند ماهانه، روند معنی‌دار افزایشی در ماه‌های بهمن، اسفند، فروردین و اسفند و روند منفی (اما معنی‌دار نیست) در ماه‌های آذر و دی و عدم روند در آبان را نشان می‌دهد. اما روند تغییرات خط برف که برای همین ماه‌ها و در کل دوره بررسی شد نشان داد که روند معنی‌دار در کل دوره وجود ندارد. برای درک بهتر موضوع منحنی تغییرات حداقل، میانگین و حداکثر خط برف ترسیم شد (شکل ۵). بنابراین آنچه مشخص است، خط برف بیشتر از آنکه دارای روند باشد، دارای نوسانهای زیاد است و از طرفی همین نوسانها می‌تواند نقش مهمی در معنی‌دار نشدن روند ایفا کند.

Archive of SID

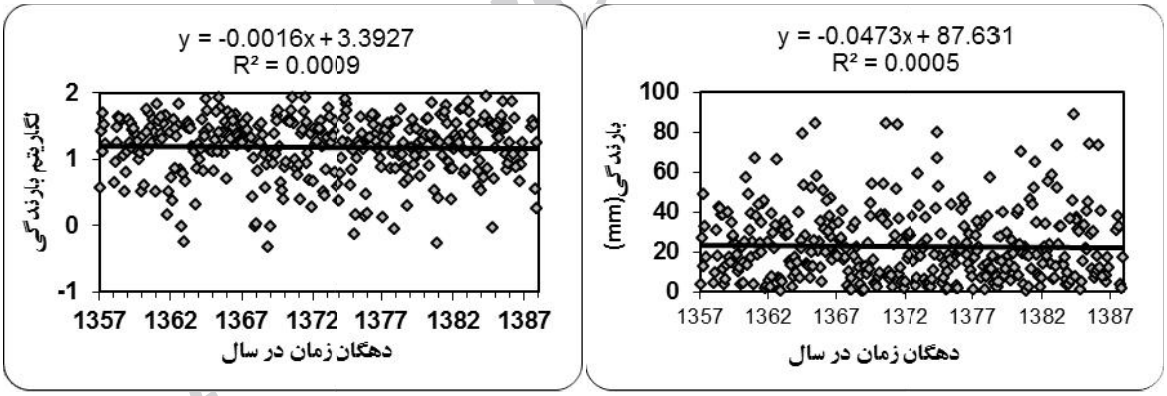
www.SID.ir



شکل ۵- نمودار تغییرات سالانه حداقل، میانگین و حداکثر خط برف در حوضه مورد مطالعه

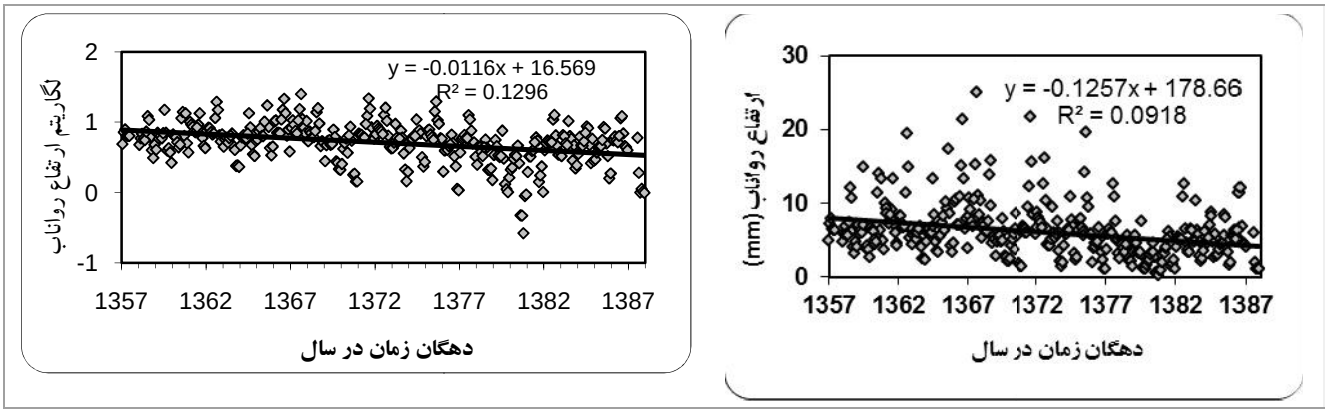
روند ارتفاع رواناب پس از حذف همبستگی زنجیره‌ای بین داده‌ها

نتایج حاصل از حذف اثر بارش از داده‌های ارتفاع رواناب و همچنین حذف اثر همبستگی زنجیره‌ای بین داده‌ها و تحلیل روند مقادیر باقیمانده با استفاده از آزمون من- کندال نشان داد که طی دوره مطالعاتی در حوضه آبخیز حبله‌رود ارتفاع رواناب از روند معنی‌داری پیروی نمی‌کند (شکل ۶ نمودار "ی"). بنابراین می‌توان گفت که تغییرات مدیریتی و اثرات مستقیم فعالیت‌های انسان که در سطح حوضه اتفاق افتاده باشد و بر رواناب تأثیر بگذارد، ملاحظه نمی‌شود.

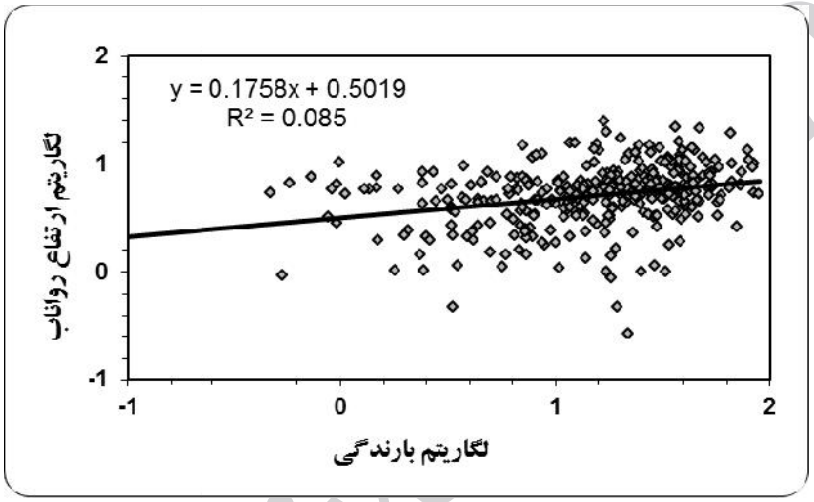


(الف) (ب)

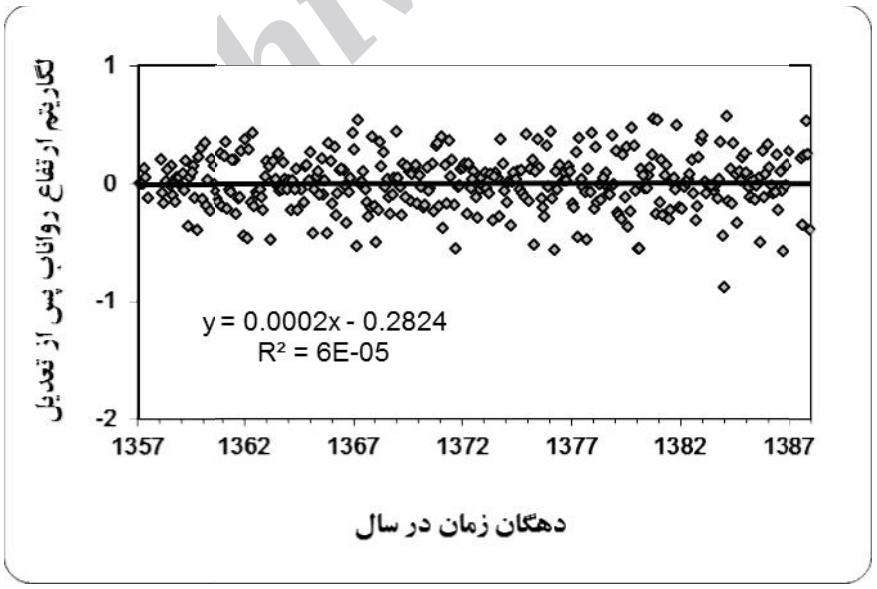
www.SID.ir



(د) (ج)



(ه)



(ی)

شکل ۶- مراحل حذف اثر بارش از ارتفاع رواناب و محاسبه باقیمانده‌ها به‌منظور اطلاع از روند تغییرات مدیریتی

www.SID.ir

الف و ج: مقادیر اولیه بارندگی و ارتفاع رواناب در برابر زمان

ب و د: مقادیر اولیه لگاریتم بارندگی و ارتفاع رواناب در برابر زمان

ه: رابطه رگرسیونی بین لگاریتم بارندگی و لگاریتم ارتفاع رواناب

ی: رابطه مقادیر ارتفاع رواناب در برابر زمان پس از تعدیل و حذف همبستگی و نمایش روند تغییرات مدیریتی

بحث

در این تحقیق و بر اساس داده‌های موجود، سری‌های آماری متغیرهای اقلیمی بارندگی و دما و متغیر هیدرولوژیکی دبی متوسط ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در حوزه آبخیز حبله‌رود به‌منظور تشخیص و آگاهی از وجود یا نبود تغییرات در پارامترهای ذکرشده و پراکنش مکانی روندهای احتمالی مورد آزمون روند قرار گرفت تا در صورت اثبات وجود روند، بتوان با پیدا کردن دلایل این تغییرات (اثرات اقلیمی یا تأثیر مستقیم انسان و مدیریتی) و دخالت دادن آن در تجزیه‌وتحلیل‌های آماری مربوط به تعیین دبی‌های طرح سازه‌های زیربنایی همانند سدها، پل‌ها، آبگذرها و دیواره‌های سیل‌گیر، احتمال شکست پروژه‌های عمرانی و برنامه‌ریزی منابع آب را کاهش داد. در مجموع، اگرچه در سال‌های اخیر صحبت از تغییر اقلیم و کاهش بارندگی و افزایش دمای جهانی در میان است. اما تغییر روند داده‌های بارندگی و دمای متوسط حوزه مورد مطالعه در دوره مورد بررسی چنین مسئله‌ای را نشان نمی‌دهد. البته ممکن است تغییراتی در نوع بارش و یا پراکندگی زمانی بارش‌ها (کمتر از ماه) رخ داده باشد ولی در مقیاس‌های سالانه، ماهانه و فصلی، این تغییرات به‌ویژه در داده‌های بارندگی و دمای میانگین مشاهده نمی‌گردد. نتایجی که با یافته‌های قربانی و سلطانی (۱۳۸۱) و حجام و شرعی‌پور (۱۳۸۲) در روند تغییرات دما در ۴۰ سال اخیر ایستگاه هواشناسی گرگان و تغییرات خط برف و تغییر نوع نزولات (حجام و شرعی‌پور، ۱۳۸۲) در حوزه آبخیز طالقان همخوانی دارد. موضوع مهم دیگر این است که در تحقیقات مشابه حتی در صورت مشاهده روند تغییرات، موضوع مدیریتی و کاربری بحث نشده است؛ اگرچه تلاش‌هایی در این زمینه انجام شده است. اما در این تحقیق روش ساده و کاربردی Helsel و Hirsch (۱۹۹۲) مورد توجه قرار گرفت و از آن در بررسی تغییرات مدیریتی سطح حوضه استفاده گردید که می‌توان در سایر مناطق به‌ویژه در مناطق دارای روند ارتفاع رواناب بهره گرفت و اثر اقلیم را بر منابع آب از اثر مدیریتی تشخیص داد.

منابع مورد استفاده

-حجام، س. و شرعی‌پور، ز.، ۱۳۸۲. ذوب برف در حوزه آبریز طالقان. پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۶: ۴۹-۶۲.

-دودانگه، ا.،سلطانی، س.، سرحدی، ع.، ۱۳۹۰. بررسی روند مقادیر حدی جریان (جریان حداقل و سیل) در حوزه آبخیز سد سفیدرود. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۸): ۲۱۵-۲۳۰.

-قربانی، م.، سلطانی، ا.،۱۳۸۱. بررسی تغییر اقلیم گرگان طی ۴۰ سال گذشته. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۴: ۳-۱۴.

-مساح بوانی، ع.، مرید، س.، ۱۳۸۴. اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده‌رود اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴: ۱۷-۲۷.

یاراحمدی، د.، ۱۳۹۳. تحلیل هیدروکلیماتولوژی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۶(۱): ۷۷-۹۲.

-Bahremand, A., Hamdami, Gh. and Saniyi, A., 2013. Long-term changes trend analysis in rainfall and discharge in west lake Urmia. Journal of Watershed Management Research, 4(8): 43-57.

- Cunderlik, J. M., and Burn, D. H., 2002. Non-stationary pooled flood frequency analysis. Journal of Hydrology, 276: 210-22

-Changnon, S. A., and Kunkel, K. E., 1995. Climte related fluctuations in Midwestern floods during 1921-1985. Journal of Water Resources, Plant. and Management, 121: 326-334.

Archive of SID

www.SID.ir

607.
-Matthew, B., Charlto, Nigel, W. and Arnell, R., 2011. Adapting to climate change impacts on water resources in England—An assessment of draft. Water Resources Management Plans, Global Environmental Change, 21: 238–248.
-Mirabbasi Njafabadi, R. and Dinpashoh, Y., 2010. Trend analysis of stream flow across the north west of Iran in the recent three decades. Journal of water and soil, 24(4): 757-768.
-Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N. and Wallen, C. C., 1966. Climate change. WMO Technical Note. World Meteorological Organization, 79p.
-Sheikh, V. B., Bahremand, A. and Mooshakhian, Y., 2011. A comparision of trends in hydrologic variables in the Atrak river basin using non parametric trend analysis tests. Journal of Water and Soil Conservation, 18(2): 1-22.
-Serrano, V. L., Mateos, V. L., and Garc a, J. A., 1999. Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921-1995. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere, 24: 2. 85-90.
-Tao, H., Gemmer, M., Bai,Y., Su, B. and Mao, W., 2011, Trends of streamflow in the Tarim River Basin during the past 50 years:Human impact or climate change?. Journal of Hydrology, 400: 1–9.
-Yue, S., Pilon, P. and Cavadias. G., 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho testes for detecting monotonic trends in hydrological series. Journal of hydrology, 259: 254-271.
-Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D. and Yuzyk, T. R., 2001. Trends in Canadian streamflow. Water Resources Research, 37: 987-998
-Gardner, L. R., 2009. Assessing the effect of climate change on mean annual runoff. Journal of Hydrology, 379: 351-359.
-Helsel, D. R. and Hirsch, R. M., 1992. Statistical Methods in Water Resources. Elsevier Science Publishing Company, New York. 525p.
-Farokhnia, A. and Morid, S., 2013. Assessment of the temperature and precipitation variations on the tend of river flows in Urmia lake watershed. Journal of Water & Wastewater, 3: 86-97.
-IPCC (Intergovermental Panel on Climate Change)., 2007. Summary for policymakers. 1-16. In: Parry, M. L., O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van der Linden and C. E. Hanson, (Eds.), Climate Change 2007, Impact, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change. Cambrifge University Press. Cambridge, UK.
-Kahya, E., and Kalayci, S., 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289:128-144.
-Kahya E., and Partal, T., 2007. Is seasonal precipitation decreasing or increasing in Turkey?. Online Journal of Earth Sciences, 1(1): 43-46.
-Kumar S., Merwade V., Kam J. and Thurner, K., 2009. Streamflow trends in Indiana: Effects of long terms persistence, precipitation and subsurface drains. Journal of Hydrology, 374(1-2): 171-183.
-Kundzewics, Z. W., 2008. Climate change impacts on the hydrologic cycle. Ecohydrol and Hydrobiol, 8: 195-203.
-Lettenmaier, D. P., Wood E. F. and Wallis, J. R., 1994. Hydro-Climatological tends in the continental United States.1948-88. Journal of Climate, 7:586-

Archive of SID

www.SID.ir

Trend Analysis of Hydroclimatological Parameters and Detection of Manageral Changes in Water Resources Conditions of Hablerood Watershed

S. S. Seyed Ali[1], M. Rahimi[2*], J. Dastorani[3] and M. Khosroshahai[4]

1-Former M.Sc Student in Combat Desertification, Faculty of Desert Study, Semnan University, Iran

2-*-Corresponding author, Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Semnan University, Iran,
Email: m.rahimi@semnan.ac.ir

3-Assistant Professor, Department of Agrometeorology, Faculty of Desert study, Semnan University, Iran

4- Associate Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received:4/14/2015 Accepted: 6/22/2015

Abstract

In this study, the impact of climatological parameters and land use on water yield of the watershed was investigated. Therefore, the trend of climatological parameters (precipitation and temperature) and stream flow discharge were studied monthly, quarterly and annually at the stations located inside and near the watershed using Mann-Kendall test. To evaluate the land use changes and its impact on run-off, the Helsel and Hirsch method was employed. In this method, the impact of precipitation (as exogenous variable) and the serial correlation of run-off data were removed, and again the trend test was implemented on the remaining logarithmic data of run-off (adjusted). In addition, the variations of snow line during the last 20 years were investigated to determine the role of climatological variation on watershed landscape. The results revealed that precipitation and mean temperature parameters over monthly, seasonal, and annual scales as well as run-off data after removing the precipitation impact and serial correlation between data had no significant trend. Therefore, it is concluded that climatological parameters and land use changes had no noticeable influence on the surface water of the watershed. Our results clearly showed that the Helsel and Hirsch method could be used in other regions since it could remove the effects of precipitation and its variation carefully. Moreover, the snow line of the study watershed showed no significant trend. According to the minimum and average snow line height, a high annual fluctuation was observed in the watershed during the study period. These factors may be the main reasons for non-significance of stream flow discharge and run-off height trends.

Keywords: Hablerood, Mann-Kendall, snow line, trend, water resources.

www.SID.ir