جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال پانزدهم، شماره ۵۲، بهار ۱۳۹۶

نوسان عناصر اقلیمی و اثرات آن بر آبدهی رودخانه جراحی

رضا برنا[۱]

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵، تاریخ تایید: ۱۳۹۶/۱/۲۰

چکیده

طی سالهای اخیر بر اثر خشکسالی‌های ایجاد شده و به تبع تغییر در مقادیر عناصر اقلیمی، میزان آبدهی رودخانه جراحی نیز تغییر کرده است. تحقیق حاضر بر روی بخشی از زیر حوضه رودخانه جراحی در جنوب استان خوزستان انجام شده است، که به بررسی تأثیر عناصر اقلیمی بر آبدهی رودخانه در منطقه می‌پردازد. بر همین اساس در این تحقیق اقدام به بررسی نوسانات عناصر اقلیمی (با تاکید بر دما و بارش) و وضعیت هیدرولوژیکی منطقه تحت آزمون ناپارامتری من- کندال و تخمینگر سن در نرم‌افزار MAKESENS شده است. به‌منظور نیل به اهداف تحقیق، نوسانات دما و بارش برای دوره آماری سی ساله (۱۳۹۲-۱۳۶۲) بررسی و مشخص شد که روند نوسانات دما در منطقه صعودی بوده و آماره من- کندال در حدود ۲/۲۱ و مقدار نمایه تخمینگر سن ۰/۳ بوده است، که هر دو در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. به‌طورکلی نوسانات بارش در منطقه روند منفی داشته که این امر نشان‌دهنده کاهش نزولات جوی در منطقه است. هر چند که این نوسانات تحت هیچکدام از روش‌های ناپارامتری بررسی شده معنی‌دار نبوده‌اند. نوسانات دبی در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه روند نزولی داشته است، که این روندها برای آزمون آماره من- کندال به‌طور متوسط در حدود ۲/۴- و برای نمایه تخمینگر سن در حدود ۱/۲۲- بوده است و در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد معنی‌دار بوده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت روند افزایشی نوسانات دما در منطقه و همچنین روند کاهشی میزان بارندگی در این دوره بر کاهش دبی رودخانه تا حدود زیادی تأثیر گذاشته است.

کلیدواژگان: رودخانه جراحی، عناصر اقلیمی، آزمون آماری ناپارامتری، آزمون تخمینگر سن، نرم‌افزار MAKESENS

---

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، Email: bornareza@yahoo.com

مقدمه

آب همواره از مهمترین عناصر حیات بوده است که در نقاط مختلف دنیا از آن به‌عنوان یک منبع مهم برای مصارف عمومی و کشاورزی استفاده می‌شود. بنابراین بررسی روند تغییرات دبی رودخانه در مدیریت منابع آب و طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی امری بسیار مهم و ضروری است. شرایط اقلیمی، توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی و بهره‌برداری بی‌رویه از آبهای زیرزمینی از یک سو، و عدم رعایت قوانین و مقرارت توزیع عادلانه آب از سوی دیگر، شماری از دشتهای کشور را با بحران کم‌آبی مواجه نموده است. از سوی دیگر، با توجه به این که تغییرات طبیعی اقلیم، پدیده‌ای است که نمی‌توان از وقوع آن جلوگیری کرد، پیدا کردن میزان و نحوه تأثیرات آن بر منابع آبی دارای اهمیت است، بنابراین می‌توان با تعیین کمیت، چگونگی و میزان تأثیرات و همچنین اتخاذ راه‌کارهای مناسب و اقدامات مدیریتی صحیح از وقوع بحران‌های ناشی از کمبود آب و حتی تخریب کیفی آن جلوگیری نمود. یکی از روش‌های متداول جهت تحلیل سری‌های زمانی عناصر اقلیمی، بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن‌ها با استفاده از آزمون های آماری می‌باشد. اصولاً وجود روند در سری‌های زمانی اقلیمی، ممکن است ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و تغییر اقلیمی در اثر فعالیتهای انسانی باشد (بروک و کارتز، ۱۹۵۳). برای بررسی رخداد تغییر اقلیم باید روند موجود در داده‌های طبیعی بوسیله آزمون‌های آماری مورد بررسی قرار گیرد. این آزمون‌ها به‌خوبی تغییراتی که در طی دوره‌های آماری مختلف مشاهده و ثبت شده‌اند را نشان خواهند داد (برایت، ۱۹۹۷). در روش‌های ناپارامتری اساس کار بر تفاوت بین داده‌های مشاهداتی است، به‌گونه‌ای که این روش‌ها، مستقل از توزیع آماری سری زمانی بوده و خصوصاً برای سری‌هایی که چولگی یا کشیدگی زیادی دارند، مناسبتر از روش‌های پارامتری هستند.

مطالعه حاضر با هدف شناخت بهتر و تحلیل روند نوسانات احتمالی عناصر اقلیمی در زیرحوضه رودخانه جراحی صورت می‌گیرد و در این راستا، اقدام به تعیین روند در نوسانات داده‌های آماری هیدرولوژیکی و هواشناسی و بررسی وجود یا عدم وجود تأثیر آن‌ها بر آبدهی رودخانه جراحی خواهد شد. گاربرتچ و همکاران[1] (۲۰۰۴) اثرات تغییر اقلیم بر بارش، جریان رودخانه‌ای و تبخیر و تعرق گیاه مرجع را در ۱۰ حوضه آبریز در آمریکا بررسی کردند. نتایج حاکی از روند افزایشی معنی‌دار در هر سه پارامتر مزبور بود. نتایج تحقیق گادگیل و دورد[2] (۲۰۰۵) در زمینه بررسی روند دمای قرن بیستم انجام شد و نشان دادند که کاهش معنی‌داری در میانگین سالانه و میانگین حداکثر سالانه در پونای هند وجود دارد. این کاهش در دما، بیشتر در طول فصل زمستان رخ داده است، در حالی که در فصل موسمی سال، دمای هوا افزایش را نشان می‌دهد. تحقیق بارتلی و پونگراز[3] (۲۰۰۷) که در زمینه بررسی و تحلیل شاخص‌های حداکثری دما و بارش در کارپتین بیسین از سال ۱۹۴۶ تا ۲۰۰۱ انجام گرفت، نشان داد که روندهای جهانی و قاره‌ای دمای نواحی مرکزی و شرق اروپا در طول نیمه دوم قرن بیستم افزایشی بوده است و این در حالی است که شدت و تعداد بارش‌ها بین سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۱ افزایش یافته بود. مطالعه‌ای که توسط تادسون[4] (۲۰۰۷) بر روی اثرات

1. Garbrecht et al
2. Gadgil& Dhorde
3. Bartholy & Pongracz
4. Thodsen

تغییر اقلیم بر جریان فصلی رودخانه‌های دانمارک طی سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ انجام گرفت، نشان داد که مقادیر دبی رودخانه‌ها از ماه دسامبر تا آگوست روند کاهشی و در ماههای سپتامبر و اکتبر روند افزایشی داشته است. جیانگ و همکاران[1] (۲۰۰۷) روند تغییرات بارندگی و دبی رودخانه را در حوضه رودخانه یانگ تسه در دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند، نتایج آن‌ها یک روند مثبت معنی‌داری را در داده‌های بارندگی فصل تابستان نشان داد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که دبی رودخانه در بیشتر ایستگاه ها در دوره آماری ۴۰ ساله به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است.

مارنگو و کامارگو[2] (۲۰۰۸) از بررسی سری‌های بلندمدت دمای حداکثر و حداقل ایستگاه‌های جنوب برزیل به این نتیجه رسیدند که روند دمای حداقل افزایش شیب داشته، اما روند دمای حداکثر دارای شیب ملایم بوده است. شهید و هازاریکا (۲۰۰۹) در مقاله‌ای تاثیر خشکسالی روی آبهای زیرزمینی را در چند ناحیه از شمالغرب کشور بنگلادش مطالعه نمودند، نتایج پژوهش نشان‌دهنده این است که کمبود آب در ۴۲ درصد نواحی ناشی از استخراج آب زیرزمینی برای آبیاری بوده است. عزیزی و روشنی(۱۳۸۷) به مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش گرافیکی من-کندال پرداختند و نشان دادند که شروع بسیاری از تغییرات به‌وجود آمده به‌صورت ناگهانی بوده است و تغییرات موجود هم به‌صورت روند و هم به‌صورت نوسان بوده است. همچنین مشخص شد که در اکثر ایستگاه‌ها دمای حداقل، روند مثبت و دمای حداکثر، روند منفی داشته است. حجام و همکاران (۱۳۸۷) به تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری پرداختند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان‌دهنده وجود روند کاهشی و معنی‌دار توسط هر دو آزمون به‌کارگرفته شده در برخی از سری‌های زمانی مورد مطالعه بود، ولی هیچ روند افزایشی و معنی‌داری به‌صورت توأم توسط دو آزمون به‌کارگرفته شده مورد تأیید قرار نگرفت. حجازی‌زاده و پروین (۱۳۸۸) در تحقیق خود به بررسی تغییرات دما و بارش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تهران و مطالعه انحراف احتمالی آن ازحالت نرمال پرداختند. ایشان به‌منظور بررسی و شناخت تغییرات سری‌های زمانی از روش آماری- گرافیکی من کندال استفاده کردند و نشان دادند که روند افزایشی معنی‌داری به‌ویژه بر متغیرهای مربوط به دما حاکم است و تغییرات معنی‌داری در سری‌های زمانی مربوط به بارش دیده نشده است. شکیبا و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی خشکسالی و تاثیر آن بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه را بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که یکی از عوامل اصلی افت سفره‌های آب زیرزمینی استفاده از منابع آب جهت مصارف کشاورزی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی است. الفتی و محمودآبادی (۱۳۸۹) در تحقیقی به ارزیابی اثرات خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی دشت کرمانشاه مبادرت نمودند و به این نتیجه رسیدند که تعداد ناهنجاریهای منفی بارش طی دوره آماری (۸۷-۷۱) بیش از ناهنجاریهای مثبت بوده و تأثیر فعالیتهای انسانی در ناهنجاریهای منابع آبهای زیرزمینی چشمگیر بوده است. لوعلیزاده (۱۳۹۰) در تحقیقی به تحلیل شدت- مدت و فراوانی خشکسالی‌های شهر اهواز به روش شاخص استاندارد شده بارش پرداخت و به این نتیجه رسید که تداوم و

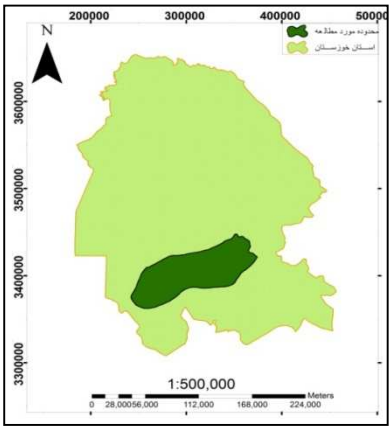
1. Jiang et al
2. Marengo & Camargo

شدت خشکسالی دهه حاضر نسبت به دهه گذشته افزایش داشته است. دانشور وثوقی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تاثیر خشکسالی بر تراز آب زیرزمینی در دو دهه اخیر را به‌صورت موردی در دشت اردبیل بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین افت تراز آب زیرزمینی متعلق به ایستگاه خلیفه‌لو شیخ بوده است که دارای شیب منفی ۱/۹۳ متر در سال می‌باشد. صیف و همکاران (۱۳۹۱) در اثری به ارزیابی تاثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی آبخوان دشت فسا با استفاده از شاخص‌های بارندگی معیار شده و منابع آب زیرزمینی و قابلیت هدایت الکتریکی معیار شده پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از شاخص‌های خشکسالی، تاثیرپذیری مستقیم کمی و کیفی آبهای زیرزمینی منطقه از خشکسالی در این دشت تایید می‌شود. یزدانی و منصوریان (۱۳۹۳) در تحقیقی اقدام به پهنه‌بندی پتانسیل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های کمی و کیفی آبخوان دشت نیشابور نمودند و به این نتیجه رسیدند که جهت کاهش سطح تراز آب زیرزمینی از شمال‌شرق به جنوب‌غرب و از جنوب به سمت مرکز و غرب است. چمن پیرا و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای به بررسی تاثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی به‌منظور مدیریت بهینه بهره‌وری در دشت الشتر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدیریت بهینه بهره‌برداری از منابع آب به خصوص در فصول بهار و تابستان اثر بسیار مهمی در جلوگیری از تخریب منابع آب زیرزمینی دارد.

مواد و روش‌ها

آمار و اطلاعات مورد پژوهش حاضر شامل این موارد هستند: آمار و داده‌های مربوط به پارامترهای هواشناسی مانند؛ تبخیر، بارش، رطوبت و دمای ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه، آمار و داده‌های مربوط به دبی رودخانه جراحی در ایستگاه‌های موجود در محدوده مورد مطالعه. این تحقیق از نوع کاربردی است که با روش توصیفی- تحلیلی انجام می شود، در این زمینه ابتدا کلیه اطلاعات هیدرولوژی و هواشناسی موردنیاز نظیر دبی رودخانه‌ها، دما، میزان بارندگی و سایر اطلاعات دیگر جمع‌آوری می‌گردد و آنالیزهای اولیه و نقشه‌های مربوط به توزیع آن‌ها در سطح حوضه در محیط نرم‌افزار Arc GIS ارائه خواهد شد. سپس به‌منظور آشکارسازی تغییرات اقلیمی از دیدگاه آماری، آزمون ناپارامتری من-کندال و آزمون تخمینگر سن به‌منظور تعیین روند و میزان آن در داده‌های موجود استفاده می‌گردد. سپس داده‌های بارندگی، دمای هوا و دبی رودخانه در ایستگاههای هواشناسی و هیدرومتری در طول دوره آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و وابستگی میزان بارندگی و تغییرات دما با دبی رودخانه بررسی می‌شود.

محدوده مورد مطالعه در جنوب استان خوزستان بخشی از زیرحوضه رودخانه جراحی است (شکل۱). محدوده مطالعاتی دربرگیرنده شهرهای رامشیر و شادگان می‌باشد.

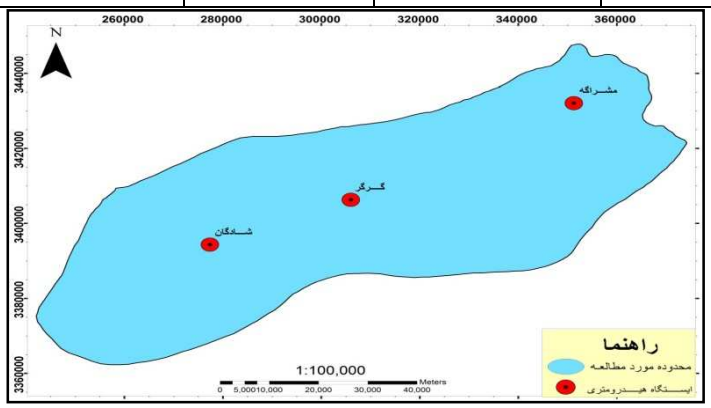


شکل۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

به‌منظور مطالعات هیدرولوژیکی در محدودهٔ موردنظر، از آمار و اطلاعات سه ایستگاه آب‌سنجی احداث شده بر روی رودخانه جراحی استفاده شده است. ایستگاه‌های موجود دارای داده‌های نسبتاً مطلوب، طول دوره آماری مناسب و محل مناسب در منطقه مورد مطالعه بوده و بررسی‌های لازم بر روی آن‌ها صورت گرفته است. در جدول ۱ مشخصات و مختصات ایستگاه‌ها و در شکل ۲ پراکنش این ایستگاه‌ها در گستره طرح نشان شده است.

جدول۱: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه.

نام ایستگاه	X(UTM)	Y(UTM)	ارتفاع مطلق (متر)
مشراگه	۳۵۱۲۵۶	۳۴۳۱۳۴۶	۳۰
گرگر	۳۰۵۰۳۸	۳۴۰۶۰۲۳	۱۷
شادگان	۲۷۵۱۴۹	۳۳۹۲۲۵۸	۶



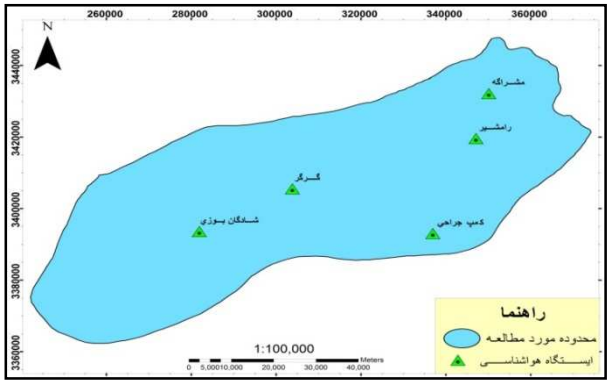
شکل۲: نقشه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه

تعداد ایستگاه‌های هواشناسی موردنیاز برای تخمین پارامترهای هواشناسی در محدوده مطالعاتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در محدوده‌ی مورد مطالعه پنج ایستگاه هواشناسی وجود دارد که شامل ایستگاه‌های مشراگه، کمپ جراحی، رامشیر، گرگر و شادگان می‌باشند، در جدول ۲ مشخصات و مختصات ایستگاه‌های مورد بررسی آورده شده و

همچنین در شکل ۳ موقعیت این ایستگاه‌ها در محدوده طرح نشان شده‌است. طول دوره آماری موردنظر در تحلیل‌های هواشناسی، اقلیمی و هیدرومتری انجام شده،۳۰ ساله بوده که از سال آبی ۱۳۶۳-۱۳۶۲ تا سال آبی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در نظر گرفته شده است.

جدول۲: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	X(UTM)	Y(UTM)	ارتفاع مطلق(متر)
مشراگه	۳۵۱۰۷۶	۳۴۳۱۳۴۷	۳۰
رامشیر	۳۴۷۰۸۵	۳۴۱۹۶۱۶	۲۰
کمپ جراحی	۳۳۶۹۱۹	۳۳۹۳۰۳۶	۳۰
گرگر	۳۰۳۷۹۹	۳۴۰۵۵۳۹	۱۷
شادگان	۲۸۱۸۷۴	۳۳۹۳۵۹۱	۶



شکل۳: پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

- **روندیابی نوسانات بارش در منطقه مورد مطالعه**

بررسی روند تغییرات بارش در منطقه مورد مطالعه، براساس آمار بلندمدت سی‌ساله پنج ایستگاه باران‌سنجی مشراگه، رامشیر، کمپ جراحی، گرگر و شادگان انجام شده است. از آنجا که بررسی روند داده‌ها تحت دو روش ناپارامتری مورد نظر (من-کندال و تخمینگر سن) بر روی داده‌های بارش سالانه و فصلی مورد بررسی قرار گرفته، لذا داده‌های مورد استفاده در این تحلیل‌ها در نرم‌افزار MAKESENS به صورت فصلی و سالیانه در نظر گرفته شده‌اند.

- **روندیابی نوسانات بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه**

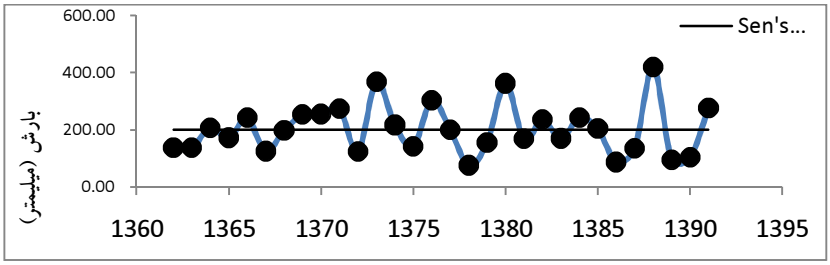
روندیابی نوسانات موجود در داده‌های بارش در ایستگاه‌های مختلف، نتایج نسبتاً متفاوتی را نشان داده است (جدول ۳). بر اساس بررسی‌های انجام شده، در هر سه ایستگاه رامشیر، گرگر و شادگان روند منفی در میزان بارش سالانه مشاهده شده است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آماره آزمون من- کندال و نمایه تخمینگر سن در بارش ایستگاه شاگان مشاهده شده و پس از آن در میزان بارش ایستگاه رامشیر و سپس ایستگاه گرگر بوده است. نکته قابل توجه در بررسی‌های صورت‌گرفته، وجود روند مثبت در نوسانات بارش سالیانه مربوط به ایستگاه کمپ جراحی بوده که نشان از افزایش

میزان بارندگی در محدوده اطراف این ایستگاه در سی‌ساله گذشته است. در اشکال ۴ تا ۸ نوسانات سالیانه بارش و همچنین وضعیت خط تخمینگر سن را در ایستگاه‌ها می‌توان دید.

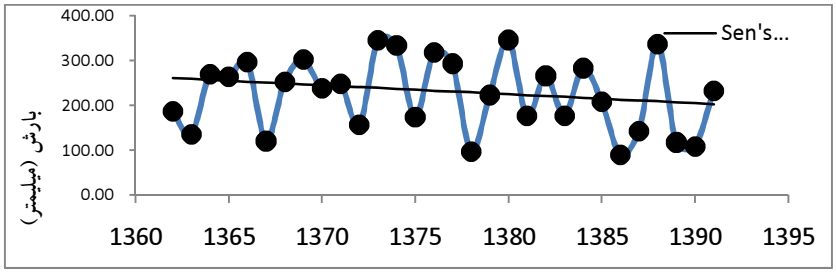
جدول۳: مقادیر آماره من-کندال (Z) و تخمینگر سن (Q) در تحلیل بارش سالانه

ایستگاه	(Q)	(Z)
مشراگه	۰/۰	۰/۰
رامشیر	-۲/۰	-۰/۹۶
کمپ جراحی	۱/۳۲	۰/۹۳
گرگر	-۱/۲۸	-۰/۹۵
شادگان	-۵/۸۳	-۱/۶۴

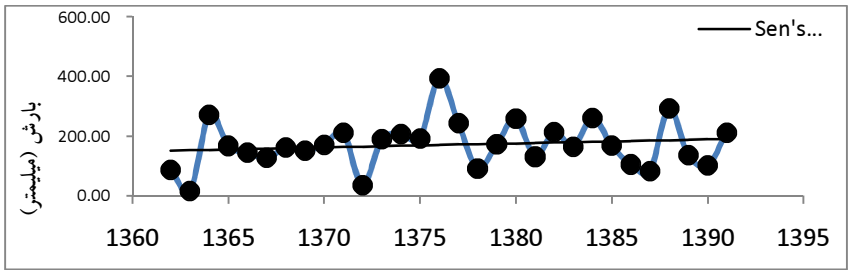
(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی ار بودن در سطح ۹۹ درصد)



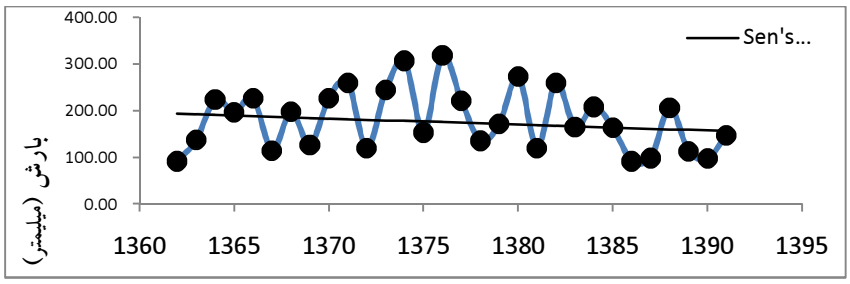
شکل٤: نوسانات بارش سالانه ایستگاه مشراگه و خط تخمینگر سن



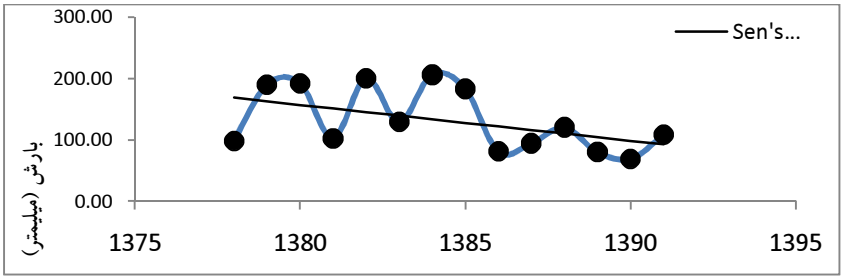
شکل٥: نوسانات بارش سالانه ایستگاه رامشیر و خط تخمینگر سن



شکل٦: نوسانات بارش سالانه ایستگاه کمپ جراحی و خط تخمینگر سن



شکل۷: نوسانات بارش سالانه ایستگاه گرگر و خط تخمینگر سن



شکل۸: نوسانات بارش سالانه ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن

- **روندیابی نوسانات بارش فصلی در منطقه مورد مطالعه**

به‌طورکلی نوسانات موجود در بارش‌های فصلی پنج ایستگاه مورد مطالعه در جهت منفی بوده که در هیچ‌یک از فصول و در هیچ‌کدام از ایستگاه‌ها این روندها معنی‌دار نیز نبوده است. نتایج حاصل از مطالعه و روندیابی نوسانات توسط آزمون آماری من- کندال و همچنین تخمینگر سن که توسط نرم‌افزار MAKESENS استخراج شده در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول٤: نتایج آزمون آماره من-کندال در تحلیل روند بارش فصلی

ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	Q	Z	Q	Z	Q	Z	Q	Z
مشراگه	-۰/۱۶	-۰/۳۴	-	-	۰/۲۵	۰/۱۸	-۰/۸۳	-۰/۷۹
رامشیر	-۰/۰۸	-۰/۱۶	-	-	-۰/۶۷	-۰/۶۶	-۰/۳۱	-۰/۴۶
کمپ جراحی	-۰/۰۲	-۰/۱۸	-	-	۰/۷۶	۰/۵۹	۰/۰۰	-۰/۰۲
گرگر	-۰/۳۸	-۱/۲۵	-	-	-۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۵۵	-۰/۵۸
شادگان	۰/۶۸	۱/۰۴	-	-	-۲/۶۸	-۰/۹۳	-۲/۵۰	-۱/۳۱

(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد)

روندیابی نوسانات دما در منطقه مورد مطالعه

همانگونه که قبلاً اشاره شد، بررسی تغییرات ماهانه دما و بررسی نوسانات بلندمدت آن در منطقه مورد مطالعه بر اساس آمار ثبت شده در ایستگاه دماسنجی شادگان انجام گرفته است. به این منظور یک دوره آماری سی‌ساله (از سال آبی ۱۳۶۳-۱۳۶۲ تا ۹۲-۱۳۹۱) در نظر گرفته شد و در ادامه به‌صورت میانگین فصلی درآورده شد و سپس روند نوسانات آن تحت هر دو روش ناپارامتری من-کندال و سن بررسی گردید.

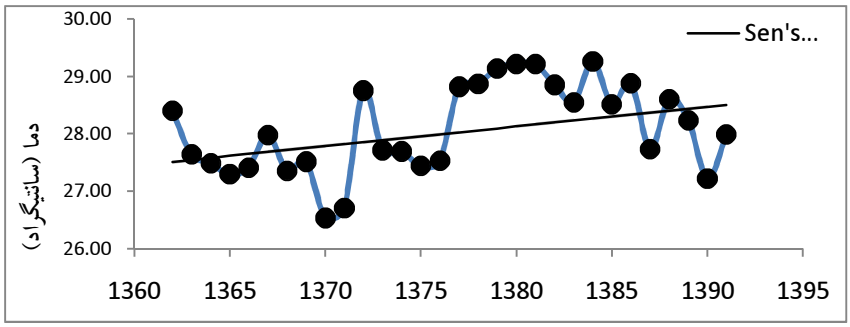
- **روندیابی نوسانات دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه**

روندیابی تغییرات دمای سالانه برای ایستگاه شادگان در دوره آماری موردنظر توسط آزمون آماره من ـ کندال و تخمینگر سن در نرم‌افزار MAKESENS انجام گردید، که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود، متوسط دمای هوا در منطقه در سی‌سال اخیر روند مثبت در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد داشته است، که نشان‌دهنده گرم‌تر شدن هوا در طی این دوره است. در شکل ۹ نیز می‌توان نوسانات دمایی در این دوره آماری و وضعیت خط تخمینگر سن که بیان‌کننده روند کلی تغییرات است را مشاهده نمود.

جدول۵: مقادیر آماره من-کندال (Z) و تخمینگر سن (Q) در تحلیل دمای سالانه

ایستگاه	(Q)	(Z)
شادگان	۰/۰۳*	۲/۲۱*

(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد)



شکل۹: نوسانات دمای سالانه ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن

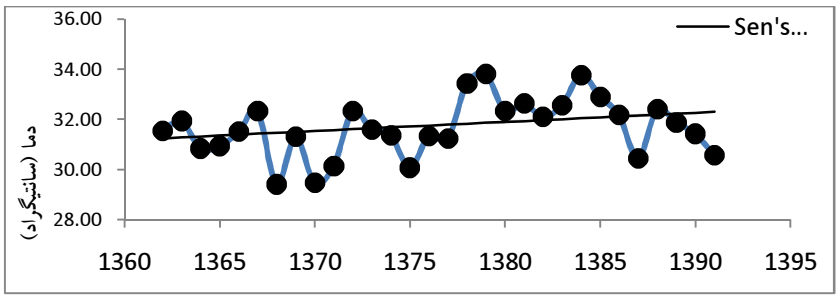
- **روندیابی نوسانات دمای فصلی در منطقه مورد مطالعه**

روندیابی نوسانات متوسط دمای فصلی در منطقه نیز تحت دو روش ناپارامتری مورد مطالعه انجام گردید که نتایج آن به شرح جدول ۶ می‌باشد. همانگونه که در این جدول می‌توان مشاهده نمود در همه فصول روند مثبت و افزایش دما در منطقه مشاهده می‌شود که در این میان فصل پاییز بیشترین تغییرات را در طی دوره مورد مطالعه داشته است، در حالی که فصل تابستان کمترین تغییرات و روند را داشته است. روند تغییرات موجود تنها برای فصل پاییز و در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد و برای سایر فصول معنی‌دار نمی‌باشد. در اشکال ۱۰ تا ۱۳ نیز می‌توان نمودار مربوط به تغییرات دمایی هر کدام از این فصول را مشاهده نمود.

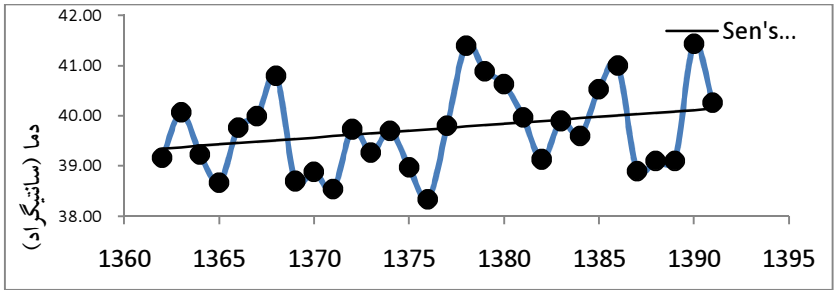
جدول ۶: مقادیر آماره من-کندال (Z) و تخمینگر سن (Q) در تحلیل دمای فصلی

ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	Q	Z	Q	Z	Q	Z	Q	Z
شادگان	۰/۰۳	۱/۴۸	۰/۰۲	۱/۳۰	۰/۰۸**	۳/۰۲**	۰/۰۳	۰/۸۷

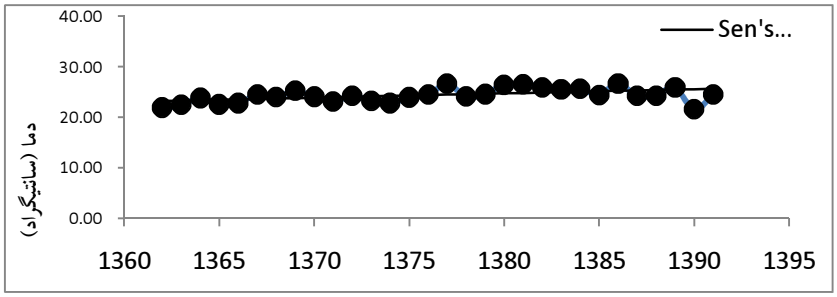
(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد)



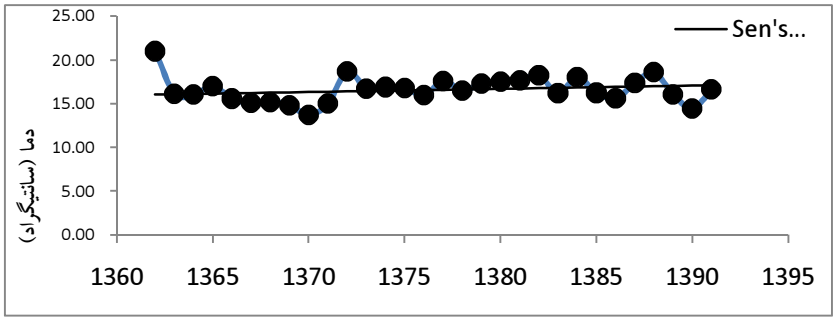
شکل ۱۰: نوسانات دمای فصل بهار ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن



شکل ۱۱: نوسانات دمای فصل تابستان ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن



شکل ۱۲: نوسانات دمای فصل پاییز ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن



شکل ۱۳: نوسانات دمای فصل زمستان ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن

روندیابی نوسانات دبی رودخانه جراحی

به منظور مطالعات هیدرولوژیکی و بررسی روندهای موجود در داده‌های دبی رودخانه جراحی در محدودهٔ موردنظر، از

آمار و اطلاعات سه ایستگاه آب‌سنجی احداث شده بر روی رودخانه جراحی استفاده شده است و با استفاده از این داده‌ها روندهای موجود در داده‌ها با استفاده از روش‌های ناپارامتری من-کندال و تخمینگر سن بررسی شده است. لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر نوسانات موجود در دبی‌های فصلی و سالیانه هر ایستگاه روندیابی شده است.

- **روندیابی تغییرات دبی سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه**

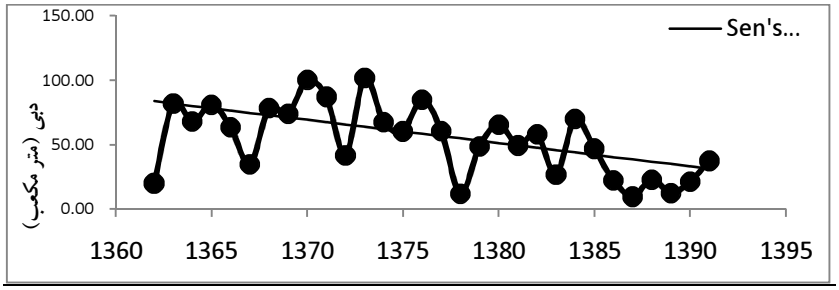
نوسانات موجود در دبی هر سه ایستگاه مورد مطالعه مقادیر روندهای نسبتاً مشابهی را تحت روش‌های مختلف ناپارامتری نشان می‌دهد که می‌توان نتایج آن را در جدول ۷ مشاهده نمود. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، دبی سالانه در هر سه ایستگاه مورد مطالعه تحت هر دو روش ناپارامتری مورد مطالعه روند کاهشی را نشان می‌دهد. در ایستگاه گرگر روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد در هر دو روش من- کندال و سن مشاهده شده است. در ایستگاه شادگان نیز روند کاهشی در هر دو روش مشاهده شده است، که در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. در ایستگاه مشراگه نیز در هر دو ایستگاه روند منفی در نوسانات مشاهده می‌شود که این روند تحت روش من- کندال معنی‌دار نبوده، در حالی که تحت روش سن این روند در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است.

براساس جدول ۷ و همچنین توضیحات فوق می‌توان گفت نوسانات اقلیمی اخیر در منطقه بر دبی رودخانه جراحی تأثیر منفی گذاشته، به‌طوری‌که باعث کاهش آبدهی رودخانه جراحی در منطقه شده است. تغییرات سالیانه دبی در سه ایستگاه مورد مطالعه و همچنین روند و شیب خط تخمینگر سن در اشکال ۱۴ تا ۱۶ قابل مشاهده است.

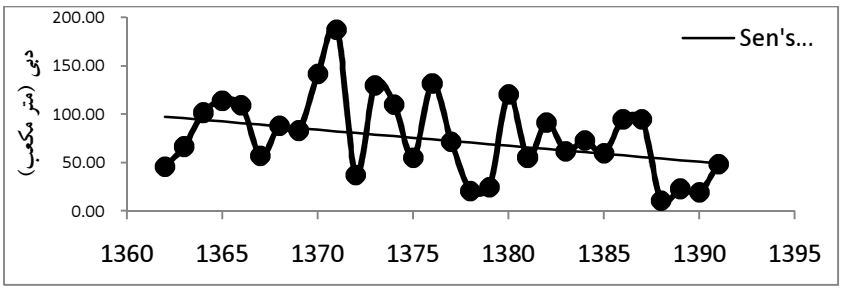
جدول۷: مقادیر آماره من-کندال (Z) و تخمینگر سن (Q) در تحلیل دبی سالانه

ایستگاه	(Q)	(Z)
گرگر	-۱/۸۰**	-۳/۱۰**
مشراگه	-۱/۶۶*	-۱/۸۷*
شادگان	-۰/۲۱*	-۲/۲۱*

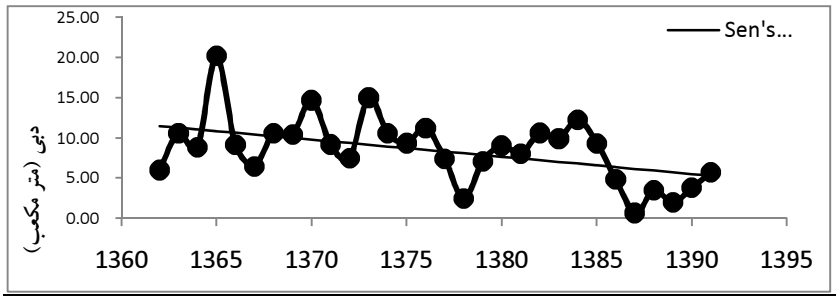
(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد)



شکل۱٤: نوسانات دبی سالانه ایستگاه گرگر و خط تخمینگر سن



شکل۱۵: نوسانات دبی سالانه ایستگاه مشراگه و خط تخمینگر سن



شکل۱۶: نوسانات دبی سالانه ایستگاه شادگان و خط تخمینگر سن

- **روندیابی تغییرات دبی فصلی در ایستگاه‌های مورد مطالعه**

روند نوسانات دبی فصلی نیز در سه ایستگاه مورد مطالعه به هر دو روش آماره من-کندال و تخمینگر سن نیز انجام شده است، که نتایج آن در جدول ۸ قابل مشاهده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود روندهای متفاوتی در فصول مختلف در دوره‌ی آماری سی ساله مورد مطالعه وجود دارد.

جدول۸: مقادیر آماره من-کندال (Z) و تخمینگر سن (Q) در تحلیل دبی فصلی

ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	Q	Z	Q	Z	Q	Z	Q	Z
مشراگه	-۲/۵۷	-۱/۸۷	۰/۴۶	۱/۵	-۰/۴۶	-۰/۷۹	-۴/۱۰*	-۲/۳۷*
گرگر	-۳/۹۲**	-۳/۷۵**	۰/۲۳	۱/۱۸	-۰/۱	-۰/۲	-۲/۴۳*	-۲/۱۸*
شادگان	-۰/۴۱**	-۲/۹۳**	۰/۰۴	۰/۸۲	-۰/۰۱	-۰/۱۴	-۰/۴۴*	-۲/۵۵*

(* معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد)

نتیجه‌گیری

شرایط اقلیمی، توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی و بهره‌برداری بی رویه از آبهای زیرزمینی از یک‌سو، و عدم رعایت قوانین و مقرارت توزیع عادلانه آب از سوی دیگر، شماری از دشتهای کشور را با بحران کم آبی مواجه نموده است. از سوی دیگر، با توجه به این که تغییرات طبیعی اقلیم، پدیده‌ای است که نمی‌توان از وقوع آن جلوگیری کرد، پیدا کردن میزان و نحوه تأثیرات آن بر منابع آبی دارای اهمیت است، بنابراین می‌توان با تعیین کمیت و چگونگی و

میزان تأثیرات و همچنین اتخاذ راه‌کارهای مناسب و اقدامات مدیریتی صحیح از وقوع بحران‌های ناشی از کمبود آب و حتی تخریب کیفی آن جلوگیری نمود.

محدوده مورد مطالعه در جنوب استان خوزستان بخشی از زیرحوضه رودخانه جراحی است، که دربرگیرنده شهرهای رامشیر و شادگان می‌باشد.

مطالعه حاضر با هدف شناخت بهتر و تحلیل روند نوسانات احتمالی عناصر اقلیمی در زیرحوضه رودخانه جراحی صورت گرفت و در این راستا اقدام به تعیین روند در نوسانات داده‌های آماری هیدرولوژیکی و هواشناسی و بررسی وجود یا عدم وجود تأثیرآن‌ها بر آبدهی رودخانه جراحی شد.

در این زمینه ابتدا کلیه اطلاعات هیدرولوژی و هواشناسی موردنیاز نظیر دبی رودخانه‌ها، دما، میزان بارندگی و سایر اطلاعات دیگر جمع‌آوری گردید و آنالیزهای اولیه و نقشه‌های مربوط به توزیع آن‌ها در سطح حوضه در محیط نرم‌افزار Arc GIS ارائه شد. سپس به‌منظور آشکارسازی تغییرات اقلیمی از دیدگاه آماری، آزمون ناپارامتری من-کندال و آزمون تخمینگر سن به‌منظور تعیین روند و میزان آن در داده‌های موجود استفاده گردید. سپس داده‌های بارندگی، دمای هوا و دبی رودخانه در ایستگاههای هواشناسی و هیدرومتری در طول دوره آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و وابستگی میزان بارندگی و تغییرات دما با دبی رودخانه بررسی شد.

با بررسی داده‌های بارش تحت دو روش ناپارامتری من-کندال و تخمینگر سن مشخص شد که متوسط بارش در منطقه در سی‌سال اخیر کاهش یافته است. البته در برخی از ایستگاه‌ها و یا در برخی از این فصول این روند افزایشی در میزان بارش مشاهده شده است، ولی به‌طورکلی میزان بارش روندی نزولی را طی کرده است، هر چند هیچکدام از این صعود یا نزول ها در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد معنی دار نبوده‌اند.

با بررسی نوسانات بلندمدت دما نیز در منطقه مشاهده شد که در نوسانات سالیانه و فصلی دما، روند مثبت و افزایش دما در منطقه وجود داشته است. روند سالیانه دما در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده و نوسانات فصلی در برخی از فصول روند مثبت و معنی‌دار داشته و در برخی از فصول این روند معنی‌دار نبوده است.

نوسانات دبی رودخانه جراحی در منطقه مورد مطالعه روندهای متفاوتی را تحت هر دو روش ناپارامتری من- کندال و سن نشان می‌دهد. نوسانات دبی سالانه در سه‌دهه اخیر روند نزولی داشته که این روندها در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد نیز معنی‌دار بوده اند. در سه فصل بهار، پاییز و زمستان تغییرات دبی روند کاهشی را پشت سر گذاشته، که در برخی از موارد معنی‌دار و در برخی از فصول و ایستگاه‌ها معنی‌دار نبوده‌اند. نکته قابل توجه در مورد دبی فصل تابستان است که در هر سه ایستگاه در جهت مثبت بوده است.

در سه دهه اخیر، از یک‌سو، روند نوسانات دما در منطقه افزایشی بوده و از سوی دیگر، میزان بارندگی نیز در این دوره روند کاهشی داشته، که این افزایش دما و کاهش میزان بارندگی هر دو با میزان آب‌های سطحی در حوضه‌ها در ارتباط بوده و یقیناً این دو عامل بر کاهش دبی رودخانه تا حدود زیادی تأثیرگذار بوده‌اند.

کتابشناسی

۱. الفتی، سعید و محمودآبادی، مهدی و صفرپور، فرشاد و احمدی، سیامک. (۱۳۸۹). ارزیابی اثرات خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت کرمانشاه). همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد، ۵ صفحه؛

۲. حجازی‌زاده، زهرا و نادر، پروین (۱۳۸۸). بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، پیش شماره پاییز و زمستان ، صص ٤۳-٥٦؛

۳. حجام، سهراب و خوشخو، یونس و شمس‌الدین وندی، رضا (۱۳۸۷). تحلیل روند تغییرات بارندگیهای فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روشهای ناپارامتری. مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ٦٤، صص ۱٥۷-۱٦۸؛

٤. چمن پیرا، غلامرضا و زهتابیان، غلامرضا و احمدی، حسن. و ملکیان، آرش (۱۳۹۳). بررسی تاثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی به منظور مدیریت بهینه بهره‌وری (مطالعه موردی: دشت الشتر). مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، شماره ٦: (۱)، صص ۱۰-۲۰؛

۵. دانشور وثوقی، فرناز و دین پژوه، یعقوب و اعلمی، محمدتقی (۱۳۹۰). تاثیر خشکسالی بر تراز آب زیرزمینی در دو دهه اخیر (مطالعه موردی: دشت اردبیل). مجله دانش آب و خاک، شماره ٤، صص۱٦٥-۱۷۹؛

٦. شکیبا، علیرضا و میرباقری، بابک و خیری، افسانه (۱۳۸۹). خشکسالی و تاثیر آن بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از شاخص **SPI**. مجله جغرافیا، شماره ، صص ۱۰۵-۱۲٤؛

۷. صیف، محبوبه و محمدزاده، حسین و مساعدی، ابوالفضل و صیاد، حامد (۱۳۹۱). ارزیابی تاثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی آبخوان دشت فسا با استفاده از شاخص‌های بارندگی معیار شده و منابع آب زیرزمینی و قابلیت هدایت الکتریکی معیار شده. مجله مهندسی آب، شماره ۵، صص ٤٥-٥۹؛

۸. عزیزی، قاسم و روشنی، محمود (۱۳۸۷). مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال. مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ٦٤، صص ٥۲-٦۱؛

۹. لو علیزاده، محسن (۱۳۹۰). تحلیل شدت- مدت و فراوانی خشکسالی‌های شهر اهواز به روش شاخص استاندارد شده بارش. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر،۱۰ صفحه؛

۱۰. یزدانی، وحید.و منصوریان، حمید (۱۳۹۳). پهنه‌بندی پتانسیل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های کمی و کیفی آبخوان دشت نیشابور. فصلنامه مهندسی آبیاری و آب، شماره ، صص ۱۱۸-۱۳۲؛

11. **Bartholy, J. Pongrcz, R. (2007), Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001, Global and Planetary Change. 57: 83–95;**
12. **Bihrat, O. Mehmetcik, B.(2003). The Power of Statistical Tests for Trend Detection.Turkish J. Eng. Env. Sci. 27: 247-251;**
13. **Brooks, C.E.P. and Carrthers, N. (1953), Handbook of Statistical Methods in Meteorology. London, H.M.S.O.: 412;**
14. **Bryant, E. (1997), climate process& change, Cambridge university press;**
15. **Gadgil, A. Dhorde, A. (2005), Temperature trends in twentieth century at Pune, India, Atmospheric Environment. 39: 6550–6556;**
16. **Garbrecht, J. Liew, M. V. Brown, GO. (2004), Trends in precipitation, streamflow and evapotranspiration in the Great Plains of the United States, J. Hydrol. Eng. 9(5): 360-367;**
17. **Jiang, T. Su. B. Hartmann, H. (2007), Temporal and spatial trends of precipitation andriver flow in the Yangtze River Basin, 1961-2000, Geomorphology. 85: 143-154;**
18. **Marengo, J. A. Camargo, C. C. (2008), Surface air Temperature Trends in Southern, Brazil for 1960- 2002. Int. J. Climatol. 28: 893- 904;**
19. **Thodsen, H. (2007), the influence of climate change on stream flow in Danish rivers, Journal of Hydrology. 333: 226-238;**
20. **Shahid, S. and Hazarika, MK. (2009), Groundwater drought in the northwestern districts of Bangladesh, Water Resours Manage, 24: 1989-2006.**