بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی سازه های آبی

بررسی روند تغییرات دبی قنوات منطقه شاهرود، با استفاده از روش من کندال پیش سفید شده بدون روند (TFPW-MK)

نگارنده : حسین تولائی

استاد راهنما :

دکتر صمد امامقلی زاده

اساتید مشاور:

دکتر حسن ترابی پوده

دکتر مهدی دلقندی

بهمن ۱۳۹۷

شماره: ۳۲۷۸/ک
تاریخ: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲

باسمه‌تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای حسین تولائی با شماره دانشجویی ۹۴۰۴۷۹۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش سازه‌های آبی تحت عنوان بررسی روند تغییرات دبی قنوات منطقه شاهرود با استفاده از روش من کندال پیش سفید شده بدون روند (TFPW-MK) که در تاریخ ۱۳۹۷/۱۱/۰۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: خوب) ☑ **مردود** ☐

نوع تحقیق: نظری ☐ **عملی** ☑

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر صمد امامقلی زاده	دانشیار	
۲- استاد مشاور اول	دکتر حسن ترابی پوده	استادیار	غایب
۳- استاد مشاور دوم	دکتر مهدی دلقندی	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر خلیل اژدری	دانشیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر زهرا گنجی نوروزی	استادیار	
۶ـ استاد ممتحن دوم	دکتر سید حسین حسینی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمد رضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

دانشکده کشاورزی

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم. این پایان نامه را تقدیم می‌کنم به بهترین همراهان زندگیم.

- باعشق و بوسه بر دستان مادرم به خاطر زحماتی که در طول زندگی همواره برای پیروزی و شادکامی من به جان خرید.

- به همسر عزیز، مهربان و صبورم که حضورشان همیشه گرمابخش روح و آرام بخش روان من بوده است.

- به فرزندان گلم (آقا هادی، حدیث خانم، آقا مهدی و فاطمه خانم) برای تمام حمایت‌ها و زحمات بی‌دریغ‌شان.

تشکر از

به مصداق «**من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق** » بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای **دکتر صمد امامقلی زاده** که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کار ساز و سازنده بارور ساختند ; تقدیر و تشکر نمایم.

(و یزکیهم و یعلمهم الکتاب و الحکمه).

تعهد نامه

اینجانب حسین تولائی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی سازه های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی روند تغییرات دبی قنوات منطقه شاهرود، با استفاده از روش من کندال پیش سفید شده بدون روند (TFPW-MK)تحت راهنمائی دکتر صمد امامقلی زاده متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج ازپایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- *کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن(مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای ، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .*
- *استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.*

چکیده

بررسی تغییرات آبدهی قنوات، به منظور مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب بسیار مهم می‌باشد. در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت موضوع، به منظور بررسی و شناخت روند تغییرات دبی قنوات شهرستان‌های شاهرود و میامی روند آنها در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از روش من کندال- پیش-سفید بدون روند(TFPW-MK) مورد بررسی قرارگرفت. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های ۹ قنات منتخب دردوره ۲۳ ساله آماری (۱۳۷۲-۱۳۹۶) در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. در این تحقیق ابتدا شیب خطی روند در داده‌های نمونه با استفاده از روش تیل سن(TSA) تخمین زده شد و سپس با استفاده از روشTFPW اثر ضریب خودهمبستگی از داده‌ها حذف گردید و سری‌های زمانی آبدهی اصطلاحاً پیش‌سفید گردید. سپس روند تغییرات دبی در سری‌های زمانی اصلی و سری‌های پیش سفید شده به روش مذکور با استفاده از آزمون من کندال (MK) مورد بررسی قرارگرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در اکثر ایستگاه‌ها (۸ قنات از ۹ قنات) روند تغییرات جریان عمدتا نزولی است و در ۲۴سال گذشته کاهش میزان دبی قنوات کاملا محسوس می‌باشد.

واژه های کلیدی: آزمون TFPW-MK، خودهمبستگی، دبی جریان، روند، شاهرود، قنات، میامی

فهرست مطالب

فصل اول کلیات ---------- ۱

۱-۱- مقدمه ---------- ۲

۱-۲- تعریف مساله ---------- ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ---------- ۵

۱-۴- اهداف ---------- ۶

۱-۵- روش تحقیق ---------- ۷

۱-۶- سازمان دهی پایان نامه ---------- ۷

فصل دوم سابقه و پیشینه تحقیق ---------- ۹

۲-۱- مقدمه ---------- ۱۰

۲-۲- پیشینه مطالعات بررسی وجود روند یکنواخت دادهها ---------- ۱۱

فصل سوم مواد و روش انجام پژوهش ---------- ۲۳

۳-۱- مقدمه ---------- ۲۴

۳-۲- منطقه مورد مطالعه ---------- ۲۴

۳-۲-۱- شهرستان شاهرود ---------- ۲۴

۳-۲-۲- شهرستان میامی ---------- ۲۵

۳-۳- شناسنامه قنوات مورد مطالعه: ---------- ۲۷

۳-۳-۱- قنات آبمرجان ---------- ۲۸

۳-۳-۲- قنات باغستان ---------- ۲۹

۳-۳-۳- قنات درخانیاب ---------- ۳۰

۳-۳-۴ قنات جاری دهملا ---------- ۳۱

۳-۳-۵ قنات اصغرآباد ---------- ۳۲

۳-۳-۶- قنات خانخودی ---------- ۳۳

۳-۳-۷- قنات دولت آباد ---------- ۳۴

۳-۳-۸- قنات ۱۲۵ خیج ---------- ۳۵

۳-۳-۹- قنات صادق خان ---------- ۳۶

۳-۴- روشهای مورد استفاده برای بررسی روند تغییرات آبدهی ---------- ۳۷

۳-۴-۱- توانایی PW در حذف اثر ضریب خود همبستگی ---------- ۳۸

۳-۴-۲- پیش سفید کردن با حذف فرآیند روند (TFPW) ---------- ۳۹

۳-۵- آزمون من کندال (MK) ---------- ۴۱

۳-۶- توسعه نرم افزار ---------- ۴۲

فصل چهارم بحث و نتایج ---------- ۴۳

۴-۱- مقدمه ---------- ۴۴

۴-۲- قنات آبمرجان ---------- ۴۴

۴-۲-۱- روند تغییرات آبدهی قنات آبمرجان در مقیاس فصلی و سالیانه----۴۴
۴-۲-۲- روند تغییرات آبدهی قنات آبمرجان در مقیاس ماهانه ----۴۶
۴-۳- قنات باغستان ----۴۷
۴-۳-۱- روند تغییرات آبدهی قنات باغستان در مقیاس فصلی و سالیانه ----۴۸
۴-۳-۲- روند تغییرات آبدهی قنات باغستان در مقیاس ماهانه ----۴۹
۴-۴- قنات درخانیاب ----۵۱
۴-۴-۱- روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در مقیاس فصلی و سالیانه ----۵۱
۴-۴-۲- روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در مقیاس ماهانه ----۵۳
۴-۵- قنات جاری دهملا----۵۴
۴-۵-۱- روند تغییرات دبی قنات جاری دهملا در مقیاس فصلی و سالانه ----۵۵
۴-۵-۲- روند تغییرات آبدهی قنات دهملا در مقیاس ماهانه ----۵۶
۴-۶- قنات اصغرآباد----۵۸
۴-۶-۱- روند تغییرات آبدهی قنات اصغرآباد در مقیاس فصلی و سالانه----۵۸
۴-۶-۲-روند تغییرات دبی قنات اصغرآباد در مقیاس ماهانه ----۶۰
۴-۷- قنات خانخودی ----۶۱
۴-۷-۱- روند تغییرات آبدهی قنات خانخودی در مقیاس فصلی و سالانه ----۶۱
۴-۷-۲- روند تغییرات دبی قنات خانخودی در مقیاس ماهانه ----۶۳
۴-۸- قنات دولت آباد----۶۵
۴-۸-۱- روند تغییرات آبدهی قنات دولت آباد در مقیاس فصلی و سالانه ----۶۵
۴-۸-۲- روند تغییرات دبی قنات دولتآباد در مقیاس ماهانه ----۶۶
۴-۹- قنات ۱۲۵ خیج ----۶۸
۴-۹-۱- روند تغییرات آبدهی قنات ۱۲۵ خیج در مقیاس فصلی و سالانه----۶۸
۴-۹-۲- روند تغییرات دبی قنات ۱۲۵ خیج در مقیاس ماهانه----۶۹
۴-۱۰- قنات صادق خان ----۷۱
۴-۱۰-۱ روند تغییرات آبدهی قنات صادق خان در مقیاس فصلی و سالانه ----۷۱
۴-۱۰-۲- روند تغییرات دبی قنات صادقخان در مقیاس ماهانه ----۷۳
فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادها ---- ۷۵
۵-۱- مقدمه ----۷۶
۵-۲- نتیجه گیری ----۷۷
۵-۳- پیشنهاد ها ----۸۰
مراجع ----۸۱

فهرست اشکال

شکل (۱-۳): موقعیت محدوده مورد مطالعه ---------- ۲۶
شکل (۲-۳): موقعیت محدوده مورد مطالعه ---------- ۲۶
شکل (۴-۱) روند تغییرات میانگین دبی سالانه قنات آب مرجان ---------- ۴۵
شکل (۴-۲) روند تغییرات دبی سالیانه قنات باغستان---------- ۴۹
شکل(۴-۳) روند تغییرات دبی سالانه قنات درخانیاب---------- ۵۳
شکل (۴-۴) روند تغییرات دبی سالانه قنات جاری دهملا ---------- ۵۶
شکل (۴-۵) روند تغییرات دبی سالانه قنات اصغرآباد ---------- ۵۹
شکل (۴-۶) روند تغییرات دبی سالانه قنات خانخودی ---------- ۶۳
شکل (۴-۷) روند تغییرات دبی سالانه قنات دولت آباد ---------- ۶۶
شکل (۴-۸) روند تغییرات دبی سالانه قنات ۱۲۵ خیج ---------- ۶۹
شکل (۴-۹) روند تغییرات دبی سالانه قنات صادق خان---------- ۷۲

فهرست جداول

جدول (۳-۳-۱) شناسنامه قنات آبمرجان----------۲۸
جدول (۳-۳-۲) شناسنامه قنات باغستان ----------۲۹
جدول (۳-۳-۳) شناسنامه قنات درخانیاب----------۳۰
جدول (۳-۳-۴) شناسنامه قنات دهملا ----------۳۱
جدول (۳-۳-۵) شناسنامه قنات اصغرآباد----------۳۲
جدول (۳-۳-۶) شناسنامه قنات خانخودی----------۳۳
جدول (۳-۳-۷) شناسنامه قنات دولت آباد----------۳۴
جدول (۳-۳-۸) شناسنامه قنات ۱۲۵ خیج ----------۳۵
جدول (۳-۳-۹) شناسنامه قنات صادق خان ----------۳۶
جدول (۴-۱) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات آبمرجان –
شهرستان میامی ----------۴۵
جدول (۴-۲) مقادیر آماره Z به روش TFPW برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات آبمرجان – شهرستان
میامی ----------۴۶
جدول (۴-۳) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالیانه قنات باغستان منطقه
خارتوران ----------۴۸
جدول (۴-۴) مقادیر اماره Z به روش TFPWبرای سری داده‌های دبی ماهانه قنات باغستان----------۵۰
جدول (۴-۵) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات درخانیاب ---۵۲
جدول(۴-۶) مقادیر اماره Z به روش TFPW برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات درخانیاب ----------۵۴
جدول (۴-۷) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات دهملا ------۵۵
جدول (۴-۸) مقادیر آماره Z به روش TFPW برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات جاری دهملا--------۵۷
جدول (۴-۹) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات اصغرآباد-
شهرستان میامی ----------۵۸
جدول (۴-۱۰) مقادیر اماره Z به روش TFPWبرای سری داده‌های دبی ماهانه قنات اصغرآباد ----------۶۰
جدول (۴-۱۱) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات خانخودی--۶۲
جدول (۴-۱۲) مقادیر اماره Z به روش TFPW برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات خانخودی ---------۶۴
جدول(۴-۱۳) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات دولت آباد --۶۵
جدول (۴-۱۴) مقادیر اماره Z به روش TFPW برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات دولت آباد ---------۶۷
جدول (۴-۱۵) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات خیج ------۶۸
جدول (۴-۱۶) مقادیر اماره Z به روش TFPWبرای سری داده‌های دبی ماهانه قنات ۱۲۵خیج ----------۷۰
جدول (۴-۱۷) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات صادق خان -
بسطام ----------۷۱
جدول (۴-۱۸) مقادیر اماره Z به روش TFPWبرای سری داده‌های دبی ماهانه قنات صادق خان---------۷۳

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

آب از دیرباز مهمترین عامل عمران و توسعه در جهان بوده است. توجه به وضعیت خاص منابع آب و توزیع ناهمگون بارندگی، خشکسالی‌های پی‌درپی، رعایت نشدن اصول مربوط به نگهداری و حفاظت منابع آب، در طول تاریخ ذهن خلاق بشر را به خود مشغول داشته، تا به شیوه‌های گوناگون در جستجوی کشف راه‌حل‌های بدیع و خلاقانه برای رفع این مسأله بوده و به فکر استفادهٔ بهینه ازفن و بهره‌برداری ازآب‌های زیرزمینی وترویج آموزش بیشتر در این زمینه باشد. استخراج آب‌های زیرزمینی به صورت قنات، به عنوان یکی از پدیده‌های شگفت‌انگیز دست ساخته انسان، توجه بسیاری از مورخان و پژوهشگران را نیز به خود جلب نموده و این سامانه‌های پایدار طبیعی و سازگار با محیط زیست، امروزه مورد توجه کشورهای پیشرفته دنیا نیز قرارگرفته، وحتی یکی ازموضوعات جذاب علمی و آموزشی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی می‌باشد. قنات، میراث ماندگار پنهان درون خاک و یکی از گنجینه‌های علمی و فرهنگی ایرانیان محسوب می‌شود. درواقع، قنات‌ها از مهمترین بناهای زاد بومی ایران و ماحصل فرهنگ و هنر ایرانی، طی نسل‌ها به وجودآمده‌اند.

پرداختن به موضوع قنات از دیدگاه امر آموزش، و همچنین برگزاری کارگاه‌های آموزشی در این زمینه نیز، علاوه بر آشکار نمودن گوشه‌های مبهم روند فناوری بومی در این سرزمین، خود می‌تواند بهانه‌ای برای پیشبرد توسعه علمی، فرهنگی واقتصادی درایران به حساب آید.

طی دهه‌های گذشته اصلاحات ارضی دهه ۱۳۴۰ مهمترین تحول نظام مدیریت روستایی و بهره برداری از منابع آب و زمین در ایران به شمار می‌آید. اصلاحات ارضی نه تنها از یک برنامه جامع و هماهنگ از پیش تدارک دیده شده برخوردار نبود، بلکه با موانع و دشواری‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای نیز درگیر بود به طوری که در عمل از اجرای یک برنامه جامع و هماهنگ جلوگیری کرد و از اثرات پردامنه-ای که می‌توانست بر توسعه جوامع روستایی داشته باشد کاست و روستاها را با مسائل و مشکلات تازه‌ای روبرو ساخت که تا به امروز حل نشده باقی مانده‌اند. یکی از این مسائل مرتبط با حذف اصلاحات ارضی

دهه ۱۳۴۰، حذف مدیریت سنتی بهره برداری از منابع آب در روستاهایی بود که تحت سیطره نظام ارباب – رعیتی قرار داشتند.

۱-۲- تعریف مساله

یافته‌های تحقیق حاکی از ضعف مدیریت روستایی و نظام خرده مالکی در زمینه مدیریت قنات‌ها و چشمه قنات‌های روستایی در مقایسه با مدیریت سنتی پیش از اصلاحات ارضی است به طوری که با حذف مدیریت سنتی حفظ و نگهداری قنات‌های روستایی هیچ گونه راهکار مشخصی برای جایگزینی آن اندیشیده نشده است. پیامد این شرایط بایر شدن قنات‌های روستایی و وضعیت ناپایدار حفظ و نگهداری سایر قنات‌ها و چشمه قنات‌ها است. رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، افزایش سطح رفاه زندگی مردم، توسعه فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و ... موجب افزایش تقاضای آب شده و بحران آب را به یکی از مهمترین چالش‌های قرن ۲۱ تبدیل نموده است و از این رو مدیریت منابع آب یکی از ضرورت‌های مدیریتی عصر حاضر محسوب می‌گردد.

وضعیت منابع آبی درحوزه عمل شهرستان‌های شاهرود و میامی شامل ۱۴ رودخانه، ۴۲ چشمه، ۱۸۰ رشته قنات، ۵۰۶ حلقه چاه عمیق و ۵۵ حلقه چاه نیمه عمیق می‌باشد. از کل منابع آبی موجود قنوات از اهمیت زیادی برخوردار هستند. بحث بحران آب و مدیریت آن اجتناب ناپذیر است. به علت قرار گرفتن منطقه در حاشیه کویر که به لحاظ جغرافیایی یکی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور می‌باشد و همچنین کاهش نزولات آسمانی، عدم استفاده از منابع آب به علت عدم تسلط بر منابع آبی، مهارنکردن آب‌های منطقه، عدم استفاده و بهره برداری بهینه از منابع آب باعث بحران در عرصه کشاورزی خواهد شد. از دیرباز در کشور ایران که دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک می‌باشد، بشر جهت استحصال آب نسبت به حفر کاریز و قنات اقدام نموده است که به نوبه خود یکی از هوشمندانه ترین راه‌های استحصال آب با توجه به شرایط محیطی می‌باشد. قنوات در طول سالیان دراز در خدمت کشاورزی

منطقه قرار گرفته است که یکی از منابع کم هزینه آبی می‌باشد. با توجه به اینکه حفرچاه‌های عمیق و نیمه عمیق بدونه برنامه ریزی باعث خشک شدن برخی از قنوات شهرستان شده است، لیکن در حال حاضر ۱۸۰ رشته قنات در سطح شهرستان دایر می‌باشد. لذا می‌طلبد مسئولین و تصمیم گیران با بررسی و برنامه ریزی‌های لازم نسبت به ارتقاع و بهره وری و افزایش بازدهی قنوات اقدام نمایند. لذا جهت برنامه ریزی و پایداری دبی قنوات و مدیریت این منابع آبی نیاز به آمار و اطلاعات از قبیل دبی، طول قنات، تعدادمیله چاه‌های آن، عمق مادر چاه و کلیه مشخصات موجود، دارد. جهت بررسی روند تغییرات دبی قنوات در منطقه مورد مطالعه نسبت به جمع آوری آمار و اطلاعات موجود اقدام گردیده است. از آنجایی که تا کنون در منطقه مورد مطالعه به بررسی روند تغییرات قنوات با استفاده از روش‌های آماری به خصوص روش ارائه شده در این رساله (روش من کندال پیش سفید شده بدون روند(TFPW-MK)) پرداخته نشده است، در تحقیق حاضر به این مهم پرداخته شده است. جهت بررسی روند تغییرات دبی قنوات، از ۱۵ قنات منطقه بازدید میدانی صورت پذیرفت که ۹ رشته از آن‌ها به عنوان قنات منتخب، مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصات همه قنوات از جمله موقعیت جغرافیایی(UTM) مظهر قنات و همچنین UTM مادر چاه‌های آن، تعداد خانوارهای مالک و جمعیت بهره بردار از قنات، تعداد سهام هر قنات، طول هر یک از قنوات و عمق مادر چاه‌های آن، تعداد میله چاه‌های موجود در قنوات و همچنین عمق میله چاه قبل از مظهر قنات، تعداد میله چاه‌های بتونی و مرمت شده، تعداد میله چاه‌های خاکی و مرمت نشده و همچنین عمق سطح آب در میله چاه آخر (مادر چاه)، سطح زیرکشت قنات به تفکیک باغ-زراعت- آیش و همچنین زمین‌های بایر آن، مدار گردش آب و محاسبه واحد آب سنجی و در نهایت اطلاعات فنی در خصوص روش‌های آبیاری که توسط کشاورزان انجام می‌شود، تاریخ آخرین مرمت (لایروبی و پالانه گذاری) قنات، مشخص کردن شیب توپوگرافی هر قنات، مشخص نمودن اینکه آیا جهت تغذیه مصنوعی قنوات در بالا دست قنات، تاسیسات آبخیزداری مانند تورکینستی یا بند خاکی احداث گردیده است یا خیر و ... از شناسنامه قنوات مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌های شاهرود و میامی اخذ و استخراج گردید. پس از آن نسبت به نتیجه گیری و اعتبار سنجی نتایج اقدام گردید و همچنین

مدل عددی برای هر یک از قنوات مورد مطالعه اجرا گردید و بررسی معنی دار بودن روند تغییرات آبدهی با استفاده از شاخص‌های آماری، مورد مطالعه قرار گرفت که در فصل بحث و نتایج به آن پرداخته شده است.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

یکی از بزرگترین مشکلات و معضلات موجود در سطح شهرستان‌های شاهرود و میامی در بخش کشاورزی، بحث بحران آب و مدیریت آن می‌باشد. آب و خاک به عنوان مهمترین منابع طبیعی و بستر فعالیت‌های اقتصادی محسوب می‌شود و محافظت و بهره برداری از این سرمایه عظیم ملی از ضروریات اجتناب ناپذیر توسعه اقتصادی به شمار می‌آید. بدون شک بهره برداری از خاک بدون استفاده بهینه از آب امکان پذیر نمی‌باشد و روند رو به رشد جمعیت و نیاز روز افزون به آب و محصولات غذایی لزوم بهره برداری صحیح از منابع آب را هر روز بیش از پیش آشکارتر می‌سازد. اهمیت این بخش زمانی بیشتر می-شود که در سطح منطقه مورد مطالعه میانگین بارش سالیانه کمتر از ۱۵۰ میلیمتر می‌باشد و به علت قرار گرفتن منطقه در حاشیه کویر که به لحاظ جغرافیایی یکی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور محسوب می‌شود و همچنین کمبود نزولات آسمانی، عدم استفاده از منابع به علت عدم تسلط بر منابع آبی، مهار نکردن آب‌های منطقه، عدم استفاده و بهره برداری بهینه از منابع آب، پراکنش نامناسب از لحاظ جغرافیایی، باعث بحران در عرصه کشاورزی شهرستان‌های شاهرود و میامی خواهد شد. لذا می‌طلبد که مسئولین و تصمیم گیران با بررسی و برنامه ریزی های لازم به مسائل مهم و کلیدی آب از نظر قیمت واقعی و تعرفه‌های مربوط به آن، افزایش بازدهی و ارتقاع بهره وری، تجدید نظر در قانون توزیع عادلانه آب، درنظر گرفتن حلقه‌های مفقوده هماهنگی و تعامل در مدیریت یک پارچه آب را مدنظر قرار دهند و به این مهم بپردازند. بحران آب و کمبود نزولات آسمانی و راندمان پایین آبیاری در عرصه کشاورزی سخن تازه‌ای نیست. با توجه به هزینه گزاف تامین آب بیشتر برای افزایش سطح زیر کشت، همچنین افت سفره های آب زیر زمینی، خشک شدن و یا کاهش دبی تعداد زیادی از قنوات، چشمه ها و رودخانه ها،

توجه به افزایش راندمان آبیاری مطالعه و پژوهش جامع و کاملی را می‌طلبد که مارا در راه رسیدن به افزایش سطح زیر کشت و در نتیجه افزایش تولید یاری دهد. منابع آبی موجود همواره یکی از مهمترین عوامل محدود کننده در کشاورزی به حساب آمده است و در شرایط موجود که خشکسالی سایه محتوم خود را بر اکثر مناطق گسترانیده است. لذا فرصت باقی مانده را باید مغتنم شمرده و همگام و همسو با بررسی و مطالعات کارشناسی، تحقیقات، برنامه ریزی، سیاست گذاری و حمایت های لازم مالی و فنی و با اختصاص دادن اعتبارات ویژه و تشکیل سازمانها و تشکلات مستقل و توانمند در عرصه آب به منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع آب موجود و پیامدهای شوم آن و از همه مهمتر بحران آب در آینده اقداماتی شایسته و اصولی را بکار گیرند تا آیندگان نیز بتوانند از این مایه حیات بهره مند گردند.

با توجه به اهمیت نقش قنوات در منطقه مطالعاتی که نقش به سزایی در تامین آب کشاورزی دارد مدیریت جامع آن و همچنین حفظ منابع آبی موجود نیازمند بررسی وضعیت آنها به لحاظ دبی از گذشته تا به امروز می باشد. با انجام این تحقیق پس از بررسی روند تغییرات دبی قنوات مشخص خواهد شد که آیا این قنوات دارای کاهش دبی می باشند یا خیر و در صورت وجود تغییرات دبی باید راه‌کارهای مدیریتی به وسیله متولیان امر صورت پذیرد.

۱-۴- اهداف

بخش عظیمی از کشور ایران دارای کشاورزی سنتی می باشد و کمبود آب حدیث همیشگی این دیار بوده است. نقش آب در کشاورزی بسیار ضروری و زندگی مردمان روستایی شدیدا به آن وابسته است. قنات یکی از مهمترین منابع آب موجود در این مناطق می باشد که متاسفانه آبدهی آن طی سالیان گذشته رو به کاهش گذاشته است، بگونه ای که بیم آن می رود سرمایه عظیم چند هزار ساله به درازای تمدن این سرزمین، که اکثر منابع موجود، فن احداث آن را به ایرانیان نسبت داده اند، نابود شود. در این رساله به منظور مطالعه علمی و تحلیل منطقی موضوع، تعداد ۹ رشته قنات از مجموعه قنوات منطقه مورد مطالعه که از تنوع مناسب سازه ای و محیطی برخوردار بودند انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از این

پژوهش بررسی و تحلیل روند تغییرات آب دهی قنوات منطقه مورد مطالعه (شهرستان‌های شاهرود و میامی) می باشد تا مشخص شود که آیا روند تغییرات آبدهی قنوات معنی دار می‌باشد یا خیر؟ روند اثر ضریب خودهمبستگی از داده ها حذف گردید و در نهایت روند تغییرات جریان با استفاده از آزمون من-کندال مورد بررسی قرار گرفت.

۱–۵– روش تحقیق

برای رسیدن به اهداف این پژوهش نیاز به جمع آوری داده‌های دبی قنوات در سطح منطقه مورد مطالعه بوده است. بدین منظور ایستگاه های مورد مطالعه شامل قنوات آبمرجان و اصغرآباد، شهرستان میامی، بخش میامی- قنوات باغستان و خانخودی شهرستان شاهرود بخش بیارجمند- قنوات درخانیاب، دولت آباد، خیج و صادق‌خان شهرستان شاهرود بخش بسطام- قنات جاری دهملا، شهرستان شاهرود بخش مرکزی، داده‌های مورد نیاز از سال‌های ۱۳۷۲ لغایت ۱۳۹۶ به طول آماری ۲۳ سال جمع آوری گردید. برای بررسی روند ایستگاه‌های مورد مطالعه، از آزمون من-کندال،MK و روش اصلاح شده پیش سفید کردن بدون روند(TFPW) که یک روش نسبتا جدید در بررسی روند تغییرات داده های بارندگی، دبی و ... می باشد، مورد استفاده قرار گرفت.

۱–۶– سازمان دهی پایان نامه

این پایان نامه شامل فصل‌های زیر می باشد:

- فصل اول: کلیات
- فصل دوم: سابقه و پیشینه تحقیق
- فصل سوم: مواد و روش انجام پژوهش
- فصل چهارم: بحث و نتایج

- فصل پنجم: نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

و در قسمت انتهای پایان نامه، منابع مورد استفاده شده آمده است.

فصل دوم

سابقه و پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه

یکی از چالش‌هایی که بشر با آن رو به رو است، مساله تغییر اقلیم و مشکلات ناشی از آن می‌باشد. اگرچه علل تغییر یا عدم تغییر وضعیت آب و هوا هنوز کاملاً شناخته نشده، بحث در مورد تغییر آب و هوا مورد توجه بسیاری از پژوهشگران است. افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای خصوصاً دی اکسیدکربن سبب تغییر رژیم بارش و دما در دهه‌های اخیر شده است(معروفی و طبری، ۱۳۹۰). جریان قنوات به عنوان یکی از پارامتر های مهم در هیدرولوژی و منابع آب در ارتباط متقابل با عناصر اقلیمی است. بنابراین تغییرات عوامل اقلیمی می‌تواند بر آبدهی قنوات موثر باشد. از این رو، بررسی تغییرات دبی این منابع آبی در طول زمان می‌تواند اثرات تغییر یا عدم تغییر در شرایط اقلیمی یک منطقه را مشخص نماید. به دلیل اهمیت موضوع در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با روند تغییرات متغیرهای مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی انجام شده است (خلیق و همکاران،۲۰۰۹ ؛کومار و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از روش‌های متداول به منظور تحلیل سری‌های زمانی داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی، بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن‌ها ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی و تغییرات اقلیمی اثر فعالیت های انسانی می‌باشد. آزمون‌های تعیین روند به دو روش پارامتریک و روش غیر پارامتریک تقسیم بندی می‌شوند. درآزمون‌های پارامتریک فرض بر این است که سری زمانی موجود تابع یک توزیع آماری(غالبا خطی) می باشند. آزمون‌های پارامتریک علاوه بر تشخیص وجود روند، قابلیت تعیین شدت آن را نیز دارد. در آزمون‌های ناپارامتریک فرض بر آن است که سری‌ها فاقد توزیع آماری مشخصی هستند. بدلیل اینکه اکثر سری‌های هیدرولوژیکی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند، لذا این آزمون‌ها در این زمینه از کاربرد بیشتری برخوردارند. آزمون من -کندال که غیرپارامتریک می‌باشد، روش آماری مناسبی برای اثبات وجود روند در سری‌های هیدرولوژیکی است(هیرسچ و همکاران،۱۹۸۲).

۲-۲- پیشینه مطالعات بررسی وجود روند یکنواخت داده‌ها

در سال‌های اخیر بسیاری از محققین از این آزمون به عنوان بهترین گزینه جهت بررسی وجود روند یکنواخت داده‌ها استفاده نموده‌اند. در این زمینه می‌توان به پژوهش‌های محققین زیر اشاره نمود:

اسمیت و ریچمن(۱۹۹۳)، اشاره کردند که آزمون‌های تعیین روند می‌توانند به دو نوع تقسیم بندی شوند که عبارتند از روش پارامتریک و روش ناپارامتریک. در آزمون‌های پارامتریک فرض بر این است که سری زمانی موجود تابع یک توزیع آماری (غالباً خطی) می‌باشند. آزمون‌های پارامتریک علاوه بر تشخیص وجود روند قابلیت تعیین شدت آن را نیز دارد. در آزمون‌های ناپارامتریک فرض بر آن است که سری‌ها فاقد توزیع آماری مشخصی هستند. بدلیل اینکه اکثر سری‌های هیدرولوژیکی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند، این آزمون‌ها در این زمینه از کاربرد بیشتری برخوردارند. آزمون من- کندال که ناپارامتریک می‌باشد، روش آماری مناسبی برای اثبات وجود روند در سری‌های هیدرولوژیکی است. در سال‌های اخیر بسیاری از محققین از این آزمون به عنوان بهترین گزینه جهت بررسی وجود روند یکنواخت داده‌ها استفاده نموده‌اند.

لتنمایر و همکاران(۱۹۹۴)، بررسی روند تغییرات رواناب رودخانه‌های ایالات متحده از نوامبر تا آوریل را مورد بررسی قرار دادند و الگوی روند و بررسی وجود روند را روی داده‌های هیدرولوژی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، رواناب رودخانه‌ها دارای روند افزایشی می‌باشند.

گان(۱۹۹۸)، روند تغییرات آب و هوایی و امکان گرم شدن آب و هوا در کانادا را مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمون من- کندال به داده‌های دما و بارش که از ۳۷ ایستگاه آب و هوایی، همراه با ۵۰ مجموعه داده جریان طبیعی و ۱۳ مجموعه از تبخیر- تعرق جمع آوری شده است. نتایج، نشان داد که قله‌های کانادا به نسبت گذشته گرم‌تر شده‌اند. داده‌های دما همبستگی بیشتری را نسبت به بارش در سراسر سایت‌ها نشان می‌دهند. هیچ ارتباطی بین میزان بارش و حداکثر دما یافت نشد. آزمون من-کندال برای مدت زمان خشکسالی، شدت و میزان دو سایت ساسکاچوان هیچ روند قابل توجهی را نشان نداد.

داگلاس و همکاران(۲۰۰۰)، سعی کردند که اثر خودهمبستگی را از آزمون من_کندال با روش پیش سفید کردن در مطالعه تشخیص روند در خصوص سیلاب‌ها و جریان‌های کم، در ایالت متحده کاهش دهند. آن‌ها دریافتند که تعداد روندهای معنی‌دار بعد از پیش سفید کردن کمتر از موارد مشاهده قبل از آن بود. این روش در تحلیل روند داده‌های دما و بارش کانادا توسط زانگ و همکاران به کار برده شد.

یو و پیلتون (۲۰۰۳)، با استفاده از آزمون من کندال (MK) و استفاده از روش من کندال- پیش سفید شده TFPW-MK روند تغییرات رودخانه‌های کانادا را برای مینیمم، ماکزیمم و متوسط دبی سالیانه بررسی کردند.

زانگ و همکاران(۲۰۰۷)، روند تغییرات ۱۱ متغیر هیدروکیلیماتولوژی در۲۴۳ ایستگاه هیدرومتری را در حوزه‌های کانادا با طول دوره آماری ۳۰ تا ۵۰ سال با آزمون من_کندال پس از حذف اثر خودهمبستگی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میانگین سالانه جریان رودخانه-ها در منطقه مورد پژوهش بخصوص مناطق جنوبی کانادا دارای روند منفی معنی‌دار است.

کایا و کلایجی(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 آن‌ها نشان داد که به طور کلی دبی آب رودخانه‌های حوزه‌های واقع در غرب ترکیه روند کاهشی در سطح معنی داری ۵ درصد داشته اند در حالی که حوزه‌های واقع در شرق ترکیه فاقد روند معنی داری بودند.

حامد و رائو (۱۹۹۸)، اثر وجود خودهمبستگی در داده‌های مورد استفاده در تحلیل روند با روش-های ناپارامتری را ارزیابی کرد و با ارائه روابط تئوری برای حذف اثر خودهمبستگی در روند داده‌های بارش و جریان نشان داد که استفاده از روش MK با حذف اثر خود همبستگی نه تنها از دقت بیشتری برخوردار است، بلکه توان آزمون نیز به قوت خود باقی می ماند.

کتیرایی و همکاران(۲۰۰۷)، تغییرات فراوانی وشدت بارش روزانه در روند بارش در ایران در ۳۸ ایستگاه طی دوره ۱۹۶۰تا ۲۰۰۱ را مورد پژوهش قرار داده‌اند که برای بررسی روند از آزمون من_کندال

و برای برآورد اندازه روند از روش خطی حداقل مربعات استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از آن نشان می‌دهد که بارش سالانه اغلب ایستگاه‌های واقع در منطقه غرب و شمال غرب دارای روند منفی و بیشتر ایستگاه-های واقع در نواحی جنوبی و مرکزی دارای روند مثبت می‌باشند.

عبقری و همکاران(۲۰۱۱)، مطالعه‌ای را بر روی گرایش و شدت تغییر دبی متوسط سالانه ۱۰ ایستگاه هیدرومتری استان مازندران در طی یک دوره زمانی ۳۶ ساله (۱۳۴۸-۱۳۸۳) با استفاده از آزمون ناپارامتری من_کندال و آزمون تخمین شیب سن (sen) انجام دادند. نتایج نشان داد از ۱۰ ایستگاه مورد مطالعه، روند تغییرات دبی پنج ایستگاه طبق آزمون من-کندال معنی‌دار است.

عباسپور و ترابی پوده (۱۳۹۵)، روند تغییرات جریان در ایستگاه‌های هیدرومتری استان آذربایجان غربی را در دو مقیاس فصلی و سالانه با استفاده از آزمون‌های آماری مورد بررسی قرار دادند. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های ۸ ایستگاه هیدرومتری منتخب در دوره ۲۰ ساله آماری (۱۳۸۹-۱۳۶۹) مورد مطالعه قرار گرفت. درهمین راستا ابتدا شیب‌خطی روند در داده‌های نمونه با استفاده از روش TSA تخمین و سپس با استفاده از روش TFPW ضریب خودهمبستگی از داده‌ها حذف و سری-های زمانی آبدهی اصطلاحاً پیش سفید گردید. سپس روند تغییرات جریان در سری‌های زمانی اصلی و سری‌های پیش سفید شده به روش مذکور با استفاده از آزمون- من کندال MK مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی روند ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس روش TFPW-MK در دو مقیاس فصلی و سالیانه ارائه گردید. نتایج نشان داد که در مقیاس سالانه یک ایستگاه دارای روند منفی معنی‌دار در سطح ۱ درصد و یک ایستگاه دارای روند منفی معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد که بیانگر وجود روند منفی و یا به عبارتی کاهش آبدهی در ایستگاه‌های مذکور است. در این بین ۶ ایستگاه دیگر بدون روند و یا فاقد روند معنی‌دار تشخیص داده شد.

کولاییان و خوش روش(۱۳۹۵)، در تحلیل روند تغییرات زمانی جریان رودخانه‌های استان مازندران با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال به ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع هیدرولوژیکی یک منطقه پرداخته و اشاره دارد که مهمترین پارامتر مورد بررسی قبل از هر گونه برنامه‌ریزی در بهره-

برداری، منابع آب می‌باشد. در این پژوهش آنالیز روند دبی جریان رودخانه با استفاده از آزمون ناپارامتری من- کندال برای حوزه آبخیز استان مازندران در دوره‌های ۳۴، ۴۴ و ۱۴ساله در سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه و همچنین دبی اوج انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه تغییر اقلیم، روی رواناب رودخانه حوزه‌های آبخیز منطقه اثر شدیدی گذاشته که باعث کاهش دبی رودخانه‌ها به ویژه در قسمت شرقی حوزه‌های آبخیز استان شده است. نتایج آنالیز روند در مقیاس ماهانه نشان داد که در اکثر ماه‌ها به ویژه فصل تابستان، عمده ایستگاه‌های هیدرومتری روند نزولی معنی‌داری را تجربه کردند. تنها در فصل زمستان برای ایستگاه‌های هیدرومتری روند مثبتی را در طول چند دهه شاهد بودیم. به نظر می‌رسد روند افزایشی در فصل زمستان به‌دلیل افزایش دما و در نتیجه ذوب شدن برف می-باشد که باعث افزایش دبی آب پایه و به تبع آن افزایش دبی رودخانه در طول زمان باشد. همچنین نتایج آنالیز روند دبی اوج نشان داد که در طول چهار دهه اخیر، دبی اوج روند مثبتی را تجربه کرده که به دلیل تغییرات در الگوی بارش می‌باشد. دستاورد این پژوهش می‌تواند در پیش‌بینی خشکسالی‌های آتی، برنامه-ریزی آبیاری و مدیریت منابع آب منطقه کمک شایانی نماید.

خلیلی و فاخری فرد(۱۳۸۸)، به تحلیل روند و ایستایی جریان رودخانه به منظور مدلسازی سری‌های زمانی هیدرولوژیکی پرداختند و با اشاره به اینکه یکی از مسائل مهم در مدلسازی سری‌های زمانی هیدرولوژیکی، بررسی وجود روند و رسیدن به یک سری زمانی ایستا می باشد به ارائه روش‌هایی پرداختند که بتواند روند و ایستایی را بررسی کرده و قبل از مدلسازی در تشخیص وجود یا عدم وجود ایستایی به ما کمک کند. هدف از این مطالعه بررسی روند و ایستایی داده‌های روزانه، ده روزه، ماهانه و سالانه دبی جریان رودخانه شهر چای ارومیه واقع در استان آذربایجان‌غربی است که در طول ۳۱ سال آماری ثبت شده است. ابتدا روند، که یکی از عوامل مهم نا ایستایی سری زمانی است با استفاده از آزمون‌های من-کندال بررسی گردید. در سری‌های سالانه جریان روند مشخصی مشاهده نگردید ولی سری‌های ماهانه دارای روند نزولی در ماه‌های مشخصی بودند.

جهانبخش اصل و ذوالفقاری(۱۳۸۱)، با بررسی الگوهای زمانی و مکانی بارش‌های روزانه داده‌های

۲۲ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی منطقه غرب ایران (شمال غرب تا جنوب غرب) طی یک دوره آماری۲۰ ساله (۱۹۷۱تا ۱۹۹۰) مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا با استفاده از روش آماری تحلیل عاملی، ماتریس بارش های روزانه ایستگاه های مذکور، ناحیه بندی گردید. آن گاه بر اساس نتایج تحلیل عاملی، پنج ناحیه بارش روزانه به نام‌های مرکزی، ناحیه شمال غربی، ناحیه جنوب غربی، ناحیه خزری (شمال شرقی) و ناحیه شرقی، مشخص گردید. سپس الگوهای سینوپتیک حاکم بر هر یک از نواحی بارش فوق بر اساس نقشه‌های سینوپتیک کوچک مقایسه‌ی اطلس‌های روسی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین، شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این بررسی، حاکی از وجود اختلافات معنی‌دار در الگوی مراکز کم ارتفاع فرود موج کوتاه، محور فرود (سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال) و مراکز کم فشار، شدت فعالیت، فراوانی وقوع و مسیر حرکت آن‌ها (سطح زمین) در بین نواحی بارش می-باشد.

معروفی و طبری(۱۳۹۰)، آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه مارون با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری. روند تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه دبی رودخانه مارون با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و سن و همچنین تحلیل پارامتری رگرسیونی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور، از داده‌های دبی رودخانه در پنج ایستگاه آب سنجی ایدنک، بهبهان، گرگر، مشراگه و شادگان طی دوره ۱۳۶۸-۱۳۸۷ استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها، دارای روند نزولی در دو دهه اخیر بوده است. برآوردها بیانگر آن است که مقادیر دبی سالانه در ایستگاه‌های بهبهان، مشراگه، گرگر، شادگان و ایدنک به ترتیب به میزان ۸۰، ۴۰،۲۱، ۱,۴ و ۰,۴ مترمکعب در هر دهه تقلیل یافته است. تحلیل سه آزمون انجام شده بر روی دبی‌های فصلی بیانگر آن است که مقادیر دبی فصل‌های بهار و زمستان، کاهش و فصل تابستان، افزایش یافته است. بیشترین تفاوت نتایج آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری در دبی فصل پاییز مشاهده گردید. به طوری که مقادیر دبی این فصل با توجه به آزمون‌های ناپارامتری، افزایش و بر اساس تحلیل پارامتری کاهش یافته است. نتایج بررسی دبی‌های ماهانه توسط آزمون‌های بکار رفته نشان داد که داده‌های دبی ماه‌های

فروردین، اردیبهشت، خرداد و اسفند در تمامی ایستگاه‌ها کاهش یافته است.

میرعباسی نجف آبادی و دین پژوه(۱۳۸۹)، روند جریان رودخانه‌های منطقه شمال غرب ایران در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با روش من_کندال با حذف اثر کلیه ضرایب خودهمبستگی معنی‌دار مورد آزمون قرار دادند. داده‌های مورد استفاده اطلاعات جریان ۱۶ ایستگاه هیدرومتری منتخب در دوره آماری ۱۳۸۳-۱۳۵۳ است. تخمین شیب خط روند جریان با روش تخمین‌گر شیب سن (Sen) انجام شده است. سطوح معنی داری ۱درصد، ۵ درصد و ۱۰درصد برای انجام آزمون روند استفاده شده است. نتایج نشان داد که جریان رودخانه‌های شمال‌غرب ایران در مقیاس سالانه در همه ایستگاه‌ها روند نزولی دارند. کمترین شیب خط روند جریان‌های سالانه متعلق به ایستگاه ونیار (۴/۴۹- مترمکعب بر ثانیه در سال) است. روند نزولی معنی‌دار در مقیاس فصلی، در تمام فصول مشاهده می‌شود که در آن شدیدترین روند متعلق به فصل بهار است. تعداد ماه‌های با روند منفی در مقیاس ماهانه بیشتر از تعداد ماه‌های با روند مثبت است. حدود نیمی از ایستگاه‌ها در شش ماهه دوم سال (مهر تا اسفند) روند منفی معنی‌دار دارند. روند تغییرات رواناب غالب رودخانه‌های منطقه شمال‌غرب ایران در حالت کلی در سه دهه گذشته نزولی و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است .

منتظری و فهیمی(۱۳۸۲)، بر روی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور پژوهش انجام دادند. نتایج حاصل از سناریوهای مختلف تغییر اقلیم نشان داد که با بالا رفتن دما، تبخیر در اکثر حوضه های رودخانه‌ای در تمام سال افزایش می‌یابد. افزایش دما در حدود تقریبا ۲ تا ۶ درجه سانتیگراد موجب ۶ تا ۱۲ درصد افزایش در تبخیر سی حوضه و بارش ۷۱- ۷۸ درصد تغییر دارد. کاهش رواناب سالانه از ۸۸- تا ۵۰+ درصد تغییرات را نشان داد.

ساری صراف و جامعی(۱۳۸۲)، ، اقدام به تجزیه و تحلیل سری زمانی بارش ماهانه ایستگاه‌های منتخب غرب کشور و پیش بینی مقادیر آتی برای شناسایی خشکسالی نموده اند. برای تعیین خشکسالی،

دو شاخص توزیع استاندارد و درصد بارش نرمال به کار گرفته شده و در نهایت معناداری تغییرات بارش در طول دوره آماری مورد مطالعه، بررسی گردید. در خاتمه خشکسالی ضعیف، خشکسالی غالب بوده و بارش ایستگاه‌های منتخب تغییرات معناداری نداشته است.

عزیزی و روشنی(۱۳۸۷)، به بررسی محاسبات و تحلیل‌ها بر روی میانگین دمای حداقل، حداکثر، بارش، رطوبت و ابرناکی پرداختند. مقطع زمانی مورد مطالعه در تحقیق آن‌ها یک دوره ۴۰ ساله است که بین سال‌های ۱۹۵۵ تا ۱۹۹۴ واقع می‌گردد و ایستگاه‌های بندرانزلی، رشت، رامسر، بابلسر و گرگان را شامل می‌شود. ابتدا سعی شده است با استفاده از روش رتبه‌ای من ـ کندال، تغییرات داده‌ها شناسایی شوند و سپس نوع و زمان آن مشخص گردد. نتایج بدست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که زمان شروع بیشتر تغییرات، ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. در اکثر ایستگاه‌ها دمای حداقل روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی نشان می‌دهد. بدین ترتیب از دامنه نوسان دما در طول دوره کاسته شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که درصد تغییر در فصل زمستان و تابستان نسبت به بهار و پاییز بیشتر است وزمان شروع تغییرات در ایستگاه‌های منطقه یکسان نیست.

رضایی بنفشه و همکاران(۱۳۹۰)، به منظور بررسی تغییر عناصر اقلیمی حوضه دریاچه ارومیه، داده‌های درجه حرارت حداکثر و حداقل و بارندگی روزانه ۴ ایستگاه در طی دورهٔ ۲۰۰۶-۱۹۸۴ مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از شش شاخص برای تجزیه و تحلیل روند تغییرات درجه حرارت و هشت شاخص جهت بررسی روند تغییرات بارش بهره گرفته شد. روند این نمایه‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات تعیین گردید و برای تشخیص معنی‌داری آنها آزمون رتبه‌ای من ـ کندال به کار رفت. نتایج نشان می‌دهد که شرایط اقلیمی در طی دورهٔ مورد مطالعه در این منطقه تغییر پیدا کرده است. بطوری که تعداد روزهای تابستانی و شب‌های گرم بطور معنی‌داری افزایش و تعداد روزهای سـرد و شب-های سرد به طور معنی‌داری کاهش یافتـه است. مجموع بارندگی سالانه، تعداد روزهای بارانـی (بیش از ۲ میلی‌متر) و تعداد روزهای بارندگی سنگین (بیشتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر)، نیز کاهش معنی‌داری داشته است. همچنین در طی دورهٔ مورد مطالعه تعداد روزهای متوالی مرطوب بطور معنی‌داری کاهش

پیدا کرده است. اما افزایش روزهای متوالی خشک معنی‌دار نبوده است.

جهانبخش اصل و همکاران(۱۳۹۰)، بررسی روند تغییرات بارندگی‌های سالانه‌ی چند ایستگاه منتخب در حوضه‌ی سفید رود با استفاده از روش ناپارامتری من – کندال پرداختند. این آزمون جزو متداول‌ترین روش‌های ناپارامتری به شمار می‌رود که جهت تحلیل روند داده‌های بارندگی در مقیاس سالانه به کار گرفته شده است. شش ایستگاه سینوپتیک واقع در حوضه‌ی سفید رود، که در بازه‌ی زمانی ۱۹۷۸ الی ۲۰۰۷ دارای آمار بودند، انتخاب و آزمون بر روی داده‌های آنها اعمال گردید. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان دهنده‌ی وجود روند معنی‌دار در بارندگی ایستگاه‌های خلخال و بیجار بوده، ولی در ایستگاه‌های رشت و زنجان هیچ روند معنی‌داری در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مشاهده نشد. در سطح اطمینان ۹۵٪ مقادیر بارندگی ایستگاه لاهیجان دارای روند صعودی و معنی‌دار بوده و این مقادیر در ایستگاه میانه دارای روند نزولی و معنی‌دار است. دستاوردهای این مطالعه می‌تواند مسؤولان را در تخصیص اعتبارات با توجه به میزان بارش‌های ایستگاه‌ها در خصوص جلوگیری از میزان آسیب‌های بخش کشاورزی، صنعتی و... یاری رساند .

زاهدی و ساری صراف(۱۳۸۶)، به منظور شناسایی تغییرات زمانی- مکانی دمای شمال غرب ایران از ۱۹ ایستگاه سینوپتیک منطقه که دارای دوره آماری کامل‌تری بوده‌اند، مورد استفاده قرار دادند. ابتدا تغییرات فضایی دمای منطقه بر اساس شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آماری مورد مطالعه قرار گرفت و با استفاده از روش میانیابی TPSS که کمترین خطای MAE را داشته، اقدام به ترسیم منحنی‌های هم دما و ضریب تغییرات گردید. سپس بر اساس روش‌های آماری به بررسی تغییرات زمانی دمای شمال غرب پرداخته شد. علاوه بر استفاده از روش پارامتری رگرسیون خطی با توجه به ماهیت غیر خطی بودن عناصر اقلیمی از روش ناپارامتری من- کندال (به عنوان روشی توزیع آزاد) بهره گرفته شده است. نتایج ماخوذه نشان می‌دهد که شمال غرب ایران در دوره آماری مورد مطالعه منطقه همگنی از لحاظ دمایی نبوده و متوسط دمای سالانه با ارتفاع رابطه معکوس و معنی‌داری داشته است. نتایج نشان

می‌دهد، دوره میانگین دمای سالیانه در بیشتر مناطق شمال غرب به تدریج افزایش یافته است. از حیث تغییرات بارشی، نواحی سردتر و مرتفع تر نظام بارشی متغیرتری را تجربه نموده‌اند. اکثر مناطق شمال غرب کشور با روند افزایشی دما مواجه بوده و این گرمایش از غرب به شرق بارزتر است. البته در نوار باریکی از غرب منطقه مورد مطالعه روند کاهشی دما به صورت معنی دار اتفاق افتاده است.

ترابی پوده و امامقلی زاده(۱۳۹۳)، روند تغییرات جریان در ایستگاه‌های هیدرومتری استان لرستان حوزه رودخانه دز در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از روش TFPW-MK مورد بررسی قرار دادند. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های ۲۵ ایستگاه هیدرومتری منتخب در دوره ۴۰ ساله آماری(۱۳۸۸-۱۳۴۸) در محدوده مورد مطالعه می باشد. در این تحقیق ابتدا شیب خطی روند در داده‌های نمونه با استفاده از روش TSA تخمین و سپس با استفاده از روش TFPW اثر ضریب خودهمبستگی از داده‌ها حذف گردید و در نهایت روند تغییرات جریان با استفاده از آزمون من کندال(MK) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در اکثر ایستگاه‌ها (۲۰ ایستگاه از ۲۵ ایستگاه)، روند تغییرات جریان عمدتا نزولی بوده و در ۴۰ سال گذشته کاهش میزان جریان در سطح ۱۰ درصد معنی دار است.

ترابی پوده و امامقلی زاده (۱۳۹۴)، روند تغییرات دبی جریان در ایستگاه‌های هیدرومتری شمال حوضه رودخانه دز در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از روش من- کندال پیش سفید شده مورد بررسی قرار دادند. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های دبی رودخانه‌های ۱۴ ایستگاه هیدرومتری در دوره ۴۰ ساله آماری (۱۹۶۹-۲۰۰۹) در محدوده مورد مطالعه می‌باشند. در این پژوهش ابتدا شیب خطی روند داده‌ها با استفاده از روش تیل- سن تخمین زده شد و سپس با استفاده از روش پیش سفید شده بدون روند اثر ضریب خود همبستگی از داده‌ها حذف گردید و در نهایت روند تغییرات جریان با استفاده از آزمون من- کندال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر آن است که در مقیاس سالانه، روند تغییرات آبدهی در بیش از ۷۰ درصد از ایستگاه‌ها نزولی بوده و در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. در مقیاس فصلی بیشترین و کمترین تغییرات منفی روند مربوط به فصل بهار و زمستان بوده است و در

سطح ۱۰ درصد روند منفی آبدهی ۱۰ ایستگاه معنی‌دار بوده است. در مقیاس ماهیانه بیشترین تغییرات منفی روند مربوط به فروردین ماه بوده است، به طوریکه در این فصل روند منفی تعداد ۸ ایستگاه در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد. کمترین تغییرات منفی روند مربوط به مهرماه و بهمن ماه می‌باشد، به طوریکه در این ماه فقط تعداد ۳ ایستگاه دارای روند منفی در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشند.

مجیدی کرایی و امامقلی زاده(۱۳۹۵)، بررسی روند تغییرات آبدهی رودخانه مارون در محل ایستگاه ایدنک به روش TFPW-MK در این تحقیق با استفاده از داده‌های ایستگاه هیدرومتری ایدنک واقع بر روی رودخانه مارون روند تغییرات جریان در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با آزمون من - کندال با استفاده از روش TFPW مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد استفاده ایستگاه هیدرومتری در دوره ۴۴ ساله آماری ۱۳۴۸-۱۳۹۲ می باشد. سطوح معنی‌داری ۱ درصد و ۵ درصد برای انجام آزمون روند استفاده شده است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از روش TFPW اثر ضریب خود همبستگی از داده‌ها حذف گردید و سپس روند تغییرات جریان با استفاده از آزمون من کندال MK مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که روند نزولی در مقیاس فصلی در سه فصل دیده می‌شود که بحرانی ترین آن‌ها فصل تابستان است در مقیاس سالانه نیز روند جریان نزولی است ولی فاقد معنی‌داری است. در مقیاس ماهانه ده ماه از سال دارای روند نزولی جریان هستند.

ترابی پوده و امامقلی زاده (۱۳۹۴)، تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های حوضه رودخانه کرخه و تاثیر ضریب خودهمبستگی بر روند تغییرات جریان، روند تغییرات جریان در ایستگاه‌های هیدرومتری قسمت مرکزی حوضه رودخانه کرخه در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از آزمون‌های آماری بررسی کردند. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های ۱۱ ایستگاه هیدرومتری منتخب در دوره ۴۰ ساله آماری (۱۳۸۸-۱۳۴۸) در محدوده مورد مطالعه می‌شود. در این پژوهش ابتدا شیب خطی روند در داده‌های نمونه با روش TSA تخمین و سپس با روش‌های TFPW، PW و VCA اثر ضریب خودهمبستگی از داده‌ها حذف و سری‌های زمانی آبدهی اصطلاحا" پیش‌سفید شد. سپس روند تغییرات جریان در سری‌های زمانی اصلی و سری‌های پیش‌سفید شده به روش‌های مذکور با استفاده از

آزمون من‌کندال(MK)بررسی شد. در نهایت توانایی روش‌های TFPW، PW و VCA در حذف ضریب خودهمبستگی بررسی شد. نتایج نشان داد که روش TFPW بهترین روش برای حذف ضریب خودهمبستگی است. بر این اساس بررسی روند ایستگاه‌های مورد مطالعه براساس روش TFPW-MK در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه ارائه شد و مشخص شد که در مقیاس سالانه در بیش از ۷۰ درصد از ایستگاه‌ها روند نزولی کاهش میزان جریان در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

نساجی زواره و خورشید دوست (۱۳۹۲)، حوزه آبخیز کسیلیان در ناحیه خزر را مورد بررسی قرار دادند. سری‌های زمانی روزانه و ماهانه آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۳۴مورد بررسی قرار دادند. سه روش تیل- سن، رسم نمودار در دستگاه محور مختصات و من- کندال به کار گرفته شد. نتایج نشان داد اگرچه روش تیل- سن روش مناسبی برای تعیین مقدار روند آبدهی می‌باشد. اما برای تعیین معنی‌داری و زمان روند روش من- کندال مناسب است. در روش من-کندال بیشترین روند کاهشی شاخص‌های کم آبی و پرآبی به ترتیب متعلق به فصول زمستان، بهار، پائیز و تابستان است. بر اساس نمودار من-کندال در اکثر شاخص‌های آبدهی سالانه و فصلی، سال‌های ۱۳۷۰ الی ۱۳۷۴ نقطه تغییر روند کاهشی یا افزایشی با روند ثابت بوده است. و همچنین بیان داشته‌اند که روش رسم نمودار در دستگاه محور مختصات به عنوان یک روش ساده و مناسب برای تعیین روند مقادیر پایینی، میانی و بالایی سری زمانی قابل استفاده است.

از بررسی مطالعات پیشین چنین استنباط می‌شود که مطالعه جامعی بر روی روند تغییرات دبی قنوات منطقه با در نظر گرفتن اثر خودهمبستگی داده‌ها انجام نشده است. در این پژوهش هدف، مطالعه و بررسی وجود یا عدم وجود روند تغییرات دبی قنوات منطقه مورد مطالعه با استفاده از آزمون‌های آماری ذکر شده می‌باشد چرا که تا کنون در منطقه مورد مطالعه تحلیل روند تغییرات جریان انجام نشده است.

فصل سوم

مواد و روش انجام پژوهش

۳-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا به منطقه مورد مطالعه پرداخته شده و سپس در ادامه روش آماری مورد استفاده برای بررسی روند تغییرات آبدهی قنوات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل شهرستان‌های شاهرود و میامی واقع در شمال شرق استان سمنان مجموعاً با مساحت ۵۱۹۴۳ کیلومتر مربع می‌باشد.

۳-۲-۱- شهرستان شاهرود

شهرستان شاهرود با مساحت ۴۳۴۰۵ کیاومترمربع و براساس آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ جمعیتی بالغ بر ۲۱۸۶۲۸ نفر بوده است. جمعیت شهری آن ۱۷۶۶۱۹ نفر و جمعیت روستایی آن ۵۶۳۲۲ نفر که وسیع‌ترین شهرستان استان سمنان می‌باشد. این شهرستان از شمال به استان گلستان و شهرستان میامی و از جنوب به استان‌های اصفهان و یزد و ازشرق به استان خراسان رضوی و از مغرب به شهرستان دامغان محدود می‌باشدکه بین مدار جغرافیایی۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۴ درجه و ۹۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع مرکز شهرستان از سطح دریا ۱۳۴۹ متر و بلندترین نقطه شهرستان، قله شاهوار در ارتفاغ ۳۹۴۵ متری از سطح دریاهای آزاد واقع شده است. اختلاف ساعت مرکز شهرستان با شهر تهران ۱۴ دقیقه است .آب و هوای شاهرود به نسبت پستی و بلندی و نزدیکی به کویر نمک و رشته کوه البرز متغیر می‌باشد. در این رابطه آب و هوای آن به دو منطقه تقسیم می گردد: قسمت مرکزی و شمالی، سرد و معتدل و قسمت جنوبی مانند دهستان‌های طرود، بیارجمند و خارتوران گرم خشک است. بخش کشاورزی شهرستان شاهرود به عنوان بزرگترین و مهم‌ترین تولید کننده محصولات کشاورزی استان سمنان با برخورداری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های جایگاه تعیین کننده‌ای در اقتصاد کشاورزی استان داشته و نقش

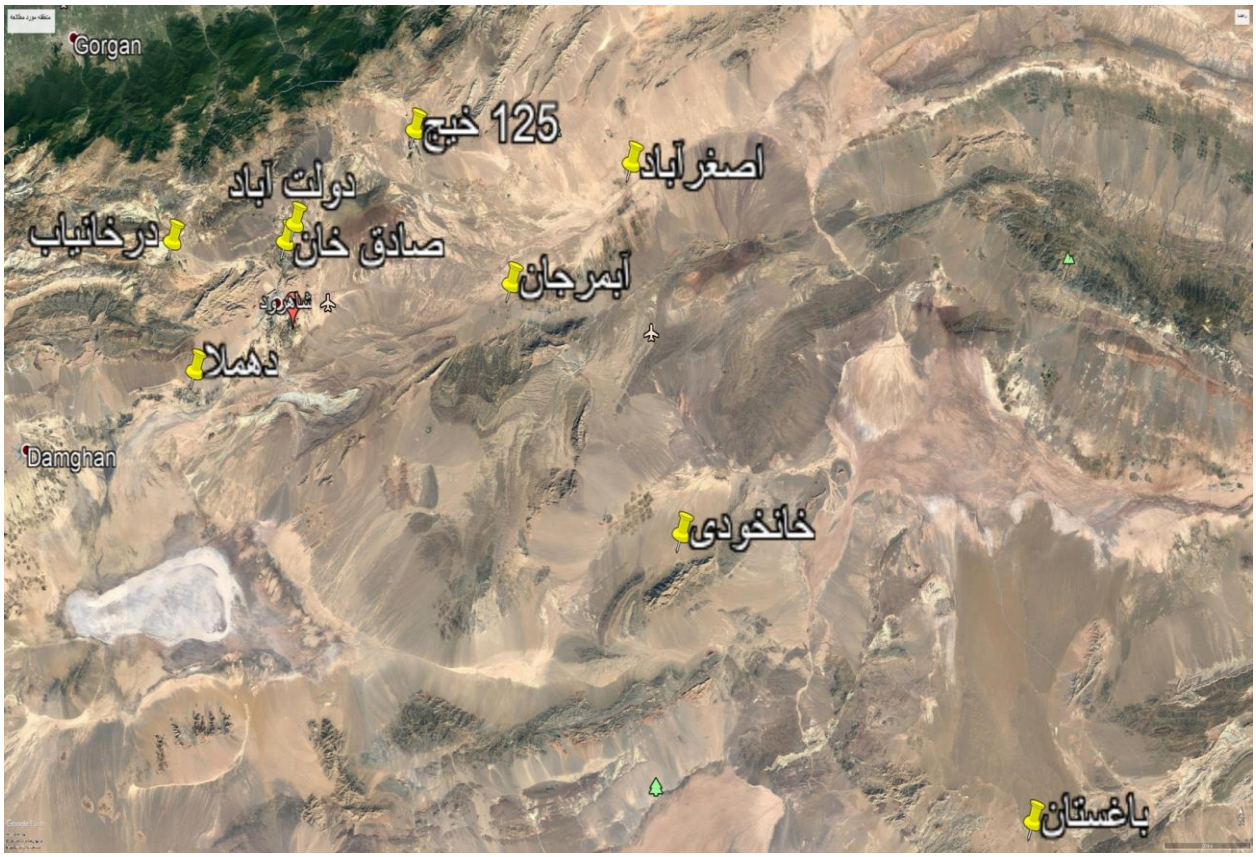
مهمی در تامین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال در استان سمنان ایفا نموده است.

در زیر بخش زراعت شهرستان در سطح زیر کشت با سهمی معادل ۲۳,۴ درصد و در تولید با سهمی معادل ۲۸ درصد در رتبه اول استان می‌باشد. همچنین در سطح زیر کشت محصولات باغی با دارا بودن سهم ۳۱ درصدی از کل سطح محصولات باغی و درتولید با سهم حدودا ۵۰ درصدی در رتبه اول استان قرار گرفته است. زیر بخش دام استان نیز بعنوان بزرگترین بخش دامداری استان از لحاظ تعداد واحد دامی و تعداد دام سبک محسوب می‌گردد. حجم نزولات آسمانی بالغ بر ۷ میلیارد مترمکعب در سال است که ۹۳٪ آن در اثر تبخیر و تعرق از دسترس خارج شده و تنها حدود ۷٪ آن معادل ۴۹۰ میلیون متر مکعب، قابلیت استحصال را پیدا می‌کند. از این میزان نیز ۸۹٪ آن یعنی چیزی حدود ۴۳۶ میلیون متر مکعب آب در بخش کشاورزی به مصرف می رسد که باتوجه به تغذیه و تخلیه سالانه منابع آبی موجود، افت ۲۵ تا ۱۰۰ سانتی متری در هر سال در منابع آبی زیر زمینی دشت‌های شهرستان ایجاد شده است. که این معضل در دشت های بسطام و کلاته‌های غربی مشهودتر است.

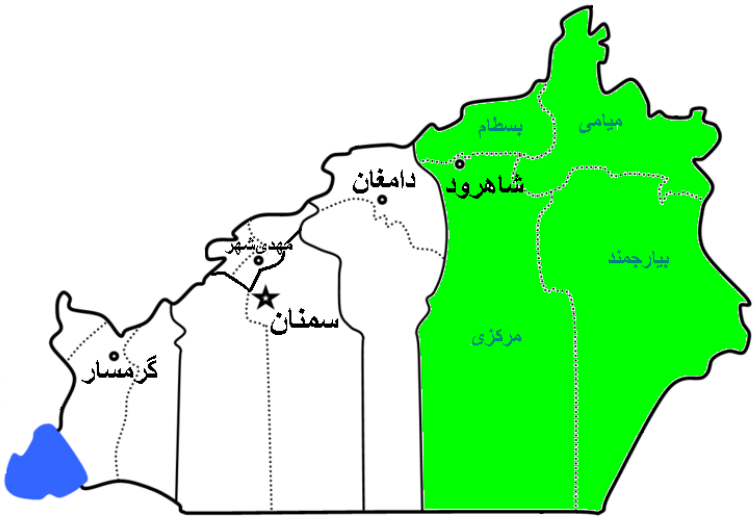
۳-۲-۲- شهرستان میامی

شهرستان میامی با وسعتی معادل ۸۵۳۸ کیلومتر مربع وجمعیتی بالغ بر ۵۸۸۲۳ نفراز ناحیه شمال به استان گلستان و از جنوب و غرب به شهرستان شاهرود و ازسمت شرق به استان خراسان رضوی و شمالی متصل می‌باشد و این شهرستان پل ارتباطی استان سمنان به استان خراسان شمالی بوده و دارای یک شهر و ۳۴ روستا با قومیت‌های متفاوت بوده که به زبان‌های ترکی و فارسی سخن می‌گویند.

در این رساله هر دو شهرستان به صورت یکپارچه و به صورت یک منطقه واحد در نظر گرفته شده است.



شکل (۱-۳): موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل (۲-۳): موقعیت محدوده مورد مطالعه

داده‌های دبی قنوات از ۹ ایستگاه در محدوده مورد مطالعه با طول آماری ۱۵ تا ۲۳ سال جمع آوری گردیده است. دلیل انتخاب این ایستگاه‌ها کامل بودن داده‌ها و پراکنش مکانی قابل قبول در سراسر منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین از ایستگاه‌های موجود در منطقه ایستگاه‌هایی انتخاب شدند که دارای روند طبیعی بوده و تقریبا هیچگونه تاسیسات آبخیز داری در جوار یا بالا دست این قنوات احداث نگردیده است.

قنوات مورد مطالعه عبارتند از:

قنات آبمرجان، قنات باغستان، قنات درخانیاب، قنات جاری دهملا، قنات اصغرآباد، قنات خانخودی، قنات دولت آباد، قنات ۱۲۵ خیج و قنات صادق خان.

۳-۳- شناسنامه قنوات مورد مطالعه:

مشخصات قنوات مورد مطالعه مانند مشخصات فنی و متغیر قنات، مشخصات مکانی قنات، نوع و میزان مصرف آب و مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات در شناسنامه هریک از قنوات به تفکیک ذکر شده است.

۳-۳-۱- قنات آبمرجان

جدول (۳-۳-۱) شناسنامه قنات آبمرجان

شناسنامه قنات

شهرستان میامی

بخش میامی

روستای جودانه – قنات آبمرجان

موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۷۲۶۲۳ Y=۴۰۳۰۷۵۹	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۷۲۶۴۳ Y=۴۰۲۶۸۴۵
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۲۰۰۰ نفر	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۲۸۸ ساعت
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات: ۲۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۸۹	تارخ احداث قنات: حدود ۸۰۰ سال
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): لایروبی	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۳,۹ درصد	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازه قنات: آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: تورکینست	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۵۰۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۲۰۰۰ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: ۱۸۰۰متر	طول خشکه کار: ۲۲۴۰ متر	عمق سطح آب در مادر چاه: ۲ متر	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۲۰۰ هکتار		غالب کشت: گندم، جو،
میزان اراضی آیش: ۲۰۰ هکتار	میزان اراضی بایر: -	گردش آب۱۲ شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی- شیاری
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر خاکی			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی:۴۰۴۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ۴ عدد	عمق مادرچاه: ۲۵متر	وضعیت مادر چاه: خراب
تعداد میله ها: ۲۱۶ میله	عمق میله چاه قبل از مظهر:۲ متر	تعداد میله های بتونی: ندارد	تعداد میله های سنگ چین: ۲۰ حلقه
تعداد میله های خاکی: ۱۹۶ حلقه	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۱۰۰ عدد		وضعیت مظهر قنات: خراب
متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۲۰۰۰متر		متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۵۰۰ متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: ندارد	استخر ذخیره آب: دارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۳-۲- قنات باغستان

جدول (۳-۳-۲) شناسنامه قنات باغستان

شناسنامه قنات شهرستان شاهرود بخش بیارجمند روستای خارتوران – قنات باغستان			
مشخصات مکانی قنات			
موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۵۳۳۳۳۹ Y=۵۶۴۵۱۵۹	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۵۳۲۴۶۹ Y=۵۶۴۴۲۲۵
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۳۴ خانوار	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۱۶ شبانه روز
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات: ۳۰ متر	آخرین زمان مرمت: -	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...):-	شیب توپوگرافی مسیر قنات: -	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازه قنات: آبرفتی
جنس آبرفت: دانه درشت	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: سد خاکی (انجام شده)	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۳۴ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۹۳ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: -	طول خشکه کار: ۵۶۰ متر	عمق سطح آب در میله آخر قنات:-	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی-شرب	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۳۰ هکتار		غالب کشت: جو،فلفل، یونجه
میزان اراضی آیش: ۱۰ هکتار	میزان اراضی بایر:۱۰ هکتار	گردش آب۱۶ شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – نهر خاکی			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی: ۲۲۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ۲ عدد	عمق مادرچاه: ۱۱متر	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۷۵ میله	عمق میله چاه قبل از مظهر:۱متر	تعداد میله های بتونی: ندارد	تعداد میله های سنگ چین: ۱۵ حلقه
تعداد میله های خاکی: ۶۰ حلقه	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۷۵ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۲۲۵۰متر		متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۸۰۰ متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: دارد	استخر ذخیره آب: دارد	نوع استخر ذخیره: سیمانی

۳-۳-۳- قنات درخانیاب

جدول (۳-۳-۳) شناسنامه قنات درخانیاب

شناسنامه قنات

شهرستان شاهرود

بخش بسطام

روستای درخانیاب – قنات درخانیاب

مشخصات مکانی قنات

موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۲۹۳۳۲۷ Y=۴۰۴۰۵۲۸	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۲۹۳۲۰۲ Y=۴۰۴۰۵۰۵
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۵ خانوار	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۲۸۸ ساعت
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات: ۴۰متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۸۷	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...):بغل بری و کول گذاری	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۵٪	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): محدود		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:سخت-آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: ندارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: -	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۱۵ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۵۰ نفر	

مشخصات فنی و متغیر قنات

طول تره کار: ۱۰	طول خشکه کار: ۱۴۰ متر	عمق سطح آب در میله آخر قنات:۱۰

مصرف آب

نوع مصرف: کشاورزی- دامداری	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۳۰ هکتار		غالب کشت: باغات، گندم
میزان اراضی آیش: ۱۰ هکتار	میزان اراضی بایر:۱۰ هکتار	گردش آب: ۱۰روز	روش آبیاری: غرقابی - شیاری
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – لوله			

مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات

طول قنات اصلی: ۱۵۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ۱ عدد	عمق مادرچاه: -	وضعیت مادر چاه: -
تعداد میله ها: -	عمق میله چاه قبل از مظهر:۲متر	تعداد میله های بتونی: ۴حلقه	تعداد میله های سنگ چین: -
تعداد میله های خاکی: ۱حلقه	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۲ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۱۵ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۱۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: ندارد	استخر ذخیره آب: دارد	نوع استخر ذخیره: سیمانی

۳-۳-۴ قنات جاری دهملا

جدول (۳-۳-۴) شناسنامه قنات دهملا

شناسنامه قنات شهرستان شاهرود بخش مرکزی روستای دهملا – قنات جاری دهملا			***مشخصات مکانی قنات***
موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۴۰S۳۰۰۵۴۷ Y=۴۰۲۵۶۸۴	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۴۰S۳۰۰۲۶۰ Y=۴۰۲۶۳۵۵
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۴۸۰ نفر	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۱۳۵چواک(۴۸۰ ساعت)
امکان دسترسی به تمام میله ها: ندارد	فواصل چاه ها از محور قنات:۱۱۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۹۳	تارخ احداث قنات: ۵۰۰ سال قبل
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): لایروبی شده است	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۰,۳٪	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:سخت(صخره ای)
جنس آبرفت: دانه درشت	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: گابیون بندی – سنگ چینی	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۱۰۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۵۰۰ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: ۳۰۰	طول خشکه کار: ۷۰۰ متر	عمق سطح آب در مادر چاه:۴	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۲۰ هکتار		غالب کشت: زردآلو، انگور، پسته
میزان اراضی آیش: ۲۰ هکتار	میزان اراضی بایر:۵۰ هکتار	گردش آب: ۲۰شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – لوله پلی اتیلن			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی: ۱۰۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ندارد	عمق مادرچاه: ۲۵	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۱۰	عمق میله چاه قبل از مظهر:۴متر	تعداد میله های بتونی: -	تعداد میله های سنگ چین: ۱۰عدد
تعداد میله های خاکی: -	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۸ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۸۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۱۰۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: ندارد	استخر ذخیره آب: ندارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۳-۵ قنات اصغرآباد

جدول (۳-۳-۵) شناسنامه قنات اصغرآباد

شناسنامه قنات

شهرستان میامی

بخش کلاته‌های شرقی

روستای اصغر آباد– قنات اصغرآباد

مشخصات مکانی قنات

موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۹۵۰۵۲ Y=۴۰۵۴۵۲۹	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۹۰۵۰۶ Y=۴۰۶۲۳۹۱
مالکیت قنات: شخصی	تعداد مالکین: یک نفر	نوع مالکیت: فردی	تعداد سهام:-
امکان دسترسی به تمام میله ها: ندارد	فواصل چاه ها از محور قنات:۳۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۸۵	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): ریزش بردار، لایروبی	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۰,۴٪	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: پخش سیلاب	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: یک خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۳ نفر	

مشخصات فنی و متغیر قنات

طول تره کار: ۵۰۰ متر	طول خشکه کار: ۹۰۰۲ متر	عمق سطح آب در مادر چاه:۰,۵ متر	

مصرف آب

نوع مصرف: کشاورزی	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۲۴۰ هکتار		غالب کشت: گندم، کلزا، یونجه، چغندرقند
میزان اراضی آیش: ۱۶۰ هکتار	میزان اراضی بایر: ندارد	گردش آب: ۱۳شبانه روز	روش آبیاری: بارانی، نشتی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: لوله پلی اتیلن			

مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات

طول قنات اصلی: ۹۵۰۲ متر	تعداد شاخه های فرعی: -	عمق مادرچاه: ۴۵ متر	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۲۹۰ حلقه	عمق میله چاه قبل از مظهر:۲متر	تعداد میله های بتونی: -	تعداد میله های سنگ چین: -
تعداد میله های خاکی: -	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۳۰ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۱۵۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۲۵۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: دارد	استخر ذخیره آب: دارد	نوع استخر ذخیره: ژئومنبران

۳-۳-۶- قنات خانخودی

جدول (۳-۳-۶) شناسنامه قنات خانخودی

شناسنامه قنات

شهرستان شاهرود

بخش بیارجمند

روستای خانخودی – قنات خانخودی

مشخصات مکانی قنات

موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۹۸۷۳۴۶ Y=۴۰۴۰۸۳۹۷	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۹۸۵۸۵۰ Y=۴۰۴۰۷۴۷۷
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۱۸۰خانوار	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۲۴۰۶ اشتاخ(فنجان)
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات:۴۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۹۲	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): لایروبی - کول گذاری	شیب توپوگرافی مسیر قنات: -	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: سد خاکی	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۱۸۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۳۰۰ نفر	

مشخصات فنی و متغیر قنات

طول تره کار: ۱۵۰۰ متر	طول خشکه کار: ۲۵۰۰ متر	عمق سطح آب در مادر چاه:۱۲ متر	

مصرف آب

نوع مصرف: کشاورزی	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۱۰ هکتار		غالب کشت: جو، گندم، فلفل، زعفران
میزان اراضی آیش: ۱۲ هکتار	میزان اراضی بایر:۱۵ هکتار	گردش آب: ۱۳ روز	روش آبیاری: غرقابی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی			

مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات

طول قنات اصلی: ۲۵۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ۵	عمق مادرچاه: ۲۵	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۶۵	عمق میله چاه قبل از مظهر:۴متر	تعداد میله های بتونی: -	تعداد میله های سنگ چین: ۳۰عدد
تعداد میله های خاکی: ۳۵	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۳۰ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۵۰۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۲۰۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: دارد	استخر ذخیره آب: ندارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۳-۷- قنات دولت آباد

جدول (۳-۳-۷) شناسنامه قنات دولت آباد

مشخصات مکانی قنات	شناسنامه قنات شهرستان شاهرود بخش بسطام روستای دولت آباد – قنات دولت آباد		
موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۰۹۶۵۰ Y=۴۰۴۰۳۰۰	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۰۳۳۲۸ Y=۴۰۳۸۳۵۸
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۲۰ نفر	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۳۸۴ ساعت
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات:۳۵ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۸۸	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): لایروبی - کول گذاری	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۳٪	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: دارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: ندارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: -	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۱۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۲۰ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: ۱۵۰۰ متر	طول خشکه کار: ۱۵۰۰ متر	عمق سطح آب در میله آخر:۲۰ متر	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی - دامداری	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۴۵ هکتار		غالب کشت: باغات۲۰ هکتار، زراعت ۲۵ هکتار
میزان اراضی آیش: ۳۰ هکتار	میزان اراضی بایر:۵۰ هکتار	گردش آب: ۱۶ شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – لوله			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی: ۳۰۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: -	عمق مادرچاه: ۷۵	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۹۰	عمق میله چاه قبل از مظهر:۲متر	تعداد میله های بتونی: ۲۰	تعداد میله های سنگ چین: ۱۰عدد
تعداد میله های خاکی: ۶۰	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۲۵ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۵۰۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۶۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: ندارد	استخر ذخیره آب: ندارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۳-۸- قنات ۱۲۵ خیج

جدول (۳-۳-۸) شناسنامه قنات ۱۲۵ خیج

مشخصات مکانی قنات	شناسنامه قنات شهرستان شاهرود بخش بسطام شهر کلاته خیج – قنات ۱۲۵		
موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۴۸۵۶۲ Y=۶۰۶۴۵۴۹	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=- Y=-
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۳۰۰ خانوار	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۱۱۲ چارک
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات:۳۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۹۳	تارخ احداث قنات: بیش از ۲۰۰سال
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): لایروبی - کول گذاری – دهانه سازی	شیب توپوگرافی مسیر قنات: -	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: دارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): وسیع		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات:آبرفتی
جنس آبرفت: دانه درشت	امکان آبخیزداری در بالا دست: دارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: سد خاکی	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۳۰۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۱۲۰۰ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: ۱۰۰۰ متر	طول خشکه کار: ۵۰۰ متر	عمق سطح آب در میله آخر:۲ متر	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی – دامداری و مرغداری	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۸۰ هکتار		غالب کشت: گندم، جو،یونجه، باغات
میزان اراضی آیش: ۴۰ هکتار	میزان اراضی بایر:- هکتار	گردش آب: ۱۴ شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی، قطره ای، شیاری
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – نهر خاکی			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی: ۱۵۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: ۵۰۰ متر	عمق مادرچاه: ۲۰متر	وضعیت مادر چاه: خراب
تعداد میله ها: ۵۰	عمق میله چاه قبل از مظهر:۳متر	تعداد میله های بتونی: -	تعداد میله های سنگ چین: -
تعداد میله های خاکی: ۵۰	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۳۰ عدد		وضعیت مظهر قنات: خراب
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۱۵۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۱۰۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: ندارد	استخر ذخیره آب: ندارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۳-۹- قنات صادق خان

جدول (۳-۳-۹) شناسنامه قنات صادق خان

شناسنامه قنات شهرستان شاهرود شهر بسطام قنات صادق خان			
مشخصات مکانی قنات			
موقعیت جغرافیایی مظهر قنات(UTM)	X=۳۱۸۹۶۳ Y=۴۰۴۰۰۴۷	موقعیت جغرافیایی مادر چاه(UTM)	X=۳۱۱۰۴۹ Y=۴۰۴۰۴۰۳
مالکیت قنات: عمومی	تعداد مالکین: ۶۰ خانوار	نوع مالکیت: خرده مالک	تعداد سهام: ۳۸۴ ساعت
امکان دسترسی به تمام میله ها: دارد	فواصل چاه ها از محور قنات: ۴۰ متر	آخرین زمان مرمت: ۱۳۸۸	تارخ احداث قنات: قدیمی
نوع مرمت(لایروبی، بغل بر و...): بغل تراشی، لایروبی	شیب توپوگرافی مسیر قنات: ۲٪	رودخانه مهم در ۵۰۰ متری قنات: ندارد	
حوزه آبریز بالادست قنات(وسیع/ محدود): محدود		نیاز به لایروبی: دارد	نوع سازند قنات: آبرفتی
جنس آبرفت: دانه ریز	امکان آبخیزداری در بالا دست: ندارد	نوع آبخیزداری پیشنهادی: -	
تعداد خانوار بهره بردار قنات: ۶۰ خانوار		تعداد جمعیت بهره بردار قنات: ۹۰ نفر	
مشخصات فنی و متغیر قنات			
طول تره کار: ۴۰۰۰ متر	طول خشکه کار: ۲۰۰۰ متر	عمق سطح آب در میله آخر:۲۰ متر	
مصرف آب			
نوع مصرف: کشاورزی – دامداری	مجموع سطح زیر کشت(هکتار):۸۰ هکتار		غالب کشت: باغات(۷۰هکتار)،گندم(۱۰هکتار)
میزان اراضی آیش: ۳۰ هکتار	میزان اراضی بایر:۲۰ هکتار	گردش آب: ۱۶ شبانه روز	روش آبیاری: غرقابی
روش انتقال آب از مظهر به محل مصرف: نهر سیمانی – نهر خاکی			
مشخصات فنی ثابت و ظاهری قنات			
طول قنات اصلی: ۶۰۰۰ متر	تعداد شاخه های فرعی: - متر	عمق مادرچاه: ۱۲۰ متر	وضعیت مادر چاه: سالم
تعداد میله ها: ۱۵۰ حلقه	عمق میله چاه قبل از مظهر:۲متر	تعداد میله های بتونی: ۵۰	تعداد میله های سنگ چین: ۳۰
تعداد میله های خاکی: ۷۰	تعداد میله های نیاز به بازسازی: ۴۰ عدد		وضعیت مظهر قنات: سالم
متراژ کلی میله هایی که نیاز به کول گذاری دارند: ۸۰۰ متر		متراژ کلی کوره هایی که نیاز به بازسازی دارند: ۱۰۰۰متر	
ابنیه در بالادست مادر چاه: ندارد	ابنیه در حاشیه قنات: دارد	استخر ذخیره آب: ندارد	نوع استخر ذخیره: -

۳-۴- روش‌های مورد استفاده برای بررسی روند تغییرات آبدهی

فرض اصلی مطالعات تحلیل روند با استفاده از آزمون MK مستقل بودن و عدم وجود خود همبستگی معنی‌دار در داده‌های نمونه می‌باشد. با این وجود ممکن است برخی سری‌های هیدرولوژیکی نظیر دبی جریان دارای ضریب خود همبستگی معنی‌دار باشند. بنابراین جهت حذف اثر خود همبستگی آزمون MK ضروری است قبل از انجام آزمون، اجزا خود همبستگی از قبیل فرآیند خود همبستگی مرتبه اول (AR(۱)) از سری داده‌ها حذف گردد. این فرآیند اصطلاحاً پیش سفید کردن نامیده می‌شود. به منظور حذف اثر ضریب خود همبستگی بر روی آزمون MK، کولکارنی و وان استورچ(۱۹۹۵)، و وان استورچ(۱۹۹۵)، یک روش پیش سفید کردن[۱] را قبل از انجام آزمون MK، ارائه کردند که به آن PW-MK می‌گویند. این روش جهت تشخیص روند توسط محققانی همچون داگلاس و همکاران(b ۲۰۰۰) و (a ۲۰۰۱) و بون و هاگ النور(۲۰۰۲)، مورد استفاده قرار گرفت. در مواردی که روند در یک سری زمانی وجود نداشت، وان استورچ(۱۹۹۵)، نشان‌داد که پیش سفید کردن اثر ضریب خود همبستگی را بر آزمون MK به طور موثر کاهش می‌دهد. داگلاس و همکاران(۲۰۰۰) نشان دادند که روش پیش سفید کردن وان استورچ می‌تواند باعث کاهش میزان روند واقعی در داده‌ها گردد. یو و همکاران(۲۰۰۲)، با استفاده از شبیه سازی نشان دادند که در صورت وجود روند و فرآیند (AR(۱)) در یک سری زمانی روش پیش سفید کردن وان استورچ بخشی از روند را حذف خواهد کرد و بنابراین ممکن است فرض صفر مبنی بر عدم وجود روند مورد قبول واقع شود و این در حالی است که روند ممکن است وجود داشته باشد. به منظور کاهش موثر در اثر ضریب همبستگی بر روی آزمون MK روش اصلاح شده پیش سفید کردن بدون روند (TFPW)، توسط یو و پیلتون (۲۰۰۲-۲۰۰۳)، ارائه گردید. حامد و رائو(۱۹۹۸) روش دیگری جهت حذف اثر ضریب خود همبستگی قبل از انجام آزمون MK با انجام اصلاح در واریانس داده‌ها ارائه کردند (MK-VCA)، مساعدی و کوهستانی(۲۰۰۹)، آب دهی برخی از رودخانه‌های استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد تغییرات در بارندگی و به خصوص کاربری اراضی موجب تغییرات آب دهی رودخانه‌ها شده است. میرعباسی و دین پژوه(۱۳۸۹) از روش MK-VCA

جهت تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های استان لرستان غرب ایران استفاده کردند. یو و همکاران(b ۲۰۰۲)، با انجام مطالعات شبیه سازی سه روش PW-MK، MK-VCA و TFPW-MK را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که روش TFPW-MK بسیار دقیق‌تر ازسایر روش‌ها می‌باشد. یو و همکاران(۲۰۰۳)، با استفاده از آزمون MK و استفاده از روش TFPW-MK روند تغییرات رودخانه‌های کانادا را برای مینیمم، ماکزیمم و متوسط دبی سالیانه بررسی کردند.

در این مطالعه روند تغییرات سری زمانی جریان ماهانه، فصلی و سالانه برای هر یک از قنوات منطقه مورد مطالعه با آزمون غیرپارامتری MK مورد بررسی قرار گرفت. همانطوری که اشاره شد، شرط لازم برای استفاده از این آزمون مستقل بودن داده‌ها و عدم وجود ضریب خودهمبستگی معنی‌دار در سری زمانی داده‌ها می‌باشد. بنابراین در این مطالعه با استفاده از روشTFPW که در ادامه توضیح داده خواهد شد، ابتدا اثر تمام ضرایب خود همبستگی معنی‌دار ازسری زمانی حذف و سپس بر روی سری مذکور آزمون MK انجام گرفت. این روش به اختصارروش TFPW-MK نامیده می‌شود.

قبل از ارائه روش TFPW در خصوص توانایی پیش سفیدکردن(PW) در حذف اثر ضریب خود همبستگی از آزمون من-کندال مطالبی ارائه می گردد.

۳-۴-۱- توانایی PW در حذف اثر ضریب خود همبستگی

یو و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو نشان‌دادند که هر گاه با استفاده از روش پیش سفید کردن وان استورچ فرآیند AR را از یک سری زمانی دارای فرآیندهای روند AR(1) حذف نماییم آنگاه بخشی از روند از سری زمانی حذف خواهد شد.

با فرض وجود یک روند خطی($T\ t= \beta.\ t$) و یک فرآیند AR(1) $A_{t= \rho_1 A_{t-1} + \varepsilon_t}$ که در آن ρ_1، ضریب خود همبستگی با تاخیر واحد و ε_t یک نویز می باشد. در یک سری زمانی خواهیم داشت:

$$X\ t = Tt + A_t \qquad (۱-۳)$$

سری‌ها با استفاده از روش وان استورچ به صورت زیر پیش سفید می‌گردد:

$$X_t' = X_t - \rho X_{t-1} \qquad (۲-۳)$$

با بازنویسی معادله (۲) خواهیم داشت:

(۳-۳)

$$X_t' = \beta t + \mathrm{At} - \rho_1[\beta(\mathrm{t}-1) + A_{t-1}] = (1-\rho_1)\beta t + \mathrm{At} - \rho_1 A_{t-1} + \rho_1\beta$$
$$= (1-\rho_1)\beta_t + \rho_1\beta$$

همانطور که دیده می شود فرآیند AR(1) دیگر به آن صورت در سری‌های پیش سفید شده وجود ندارد و پیش سفید کردن، فرآیند AR(1) را از سری‌ها حذف کرده است. به هر حال شیب سری های پیش سفید شده برابر است با $\beta' = (1-\rho_1)\beta$ که دقیقا با شیب واقعی β برابر نیست. اگر $\rho_1 > 0$ آنگاه $|\beta'| = |\beta|$ به عبارتی حذف AR(1) مثبت با استفاده از پیش سفید کردن، بخشی از روند را حذف خواهد کرد. اگر $\rho_1 < 0$ باشد آنگاه $|\beta'| > |\beta|$ به عبارتی حذف AR(1) منفی با استفاده از پیش سفید کردن، باعث افزایش شیب روند واقعی خواهد شد. بنابر این در صورت وجود روند در یک سری زمانی، پیش سفید کردن روش مناسبی جهت حذف اثر خود همبستگی سری جهت آزمون MK نخواهد بود. توجه به معادله (۱) نشان می‌دهد که اگر روند در یک سری واضح باشد و بتوان روند مذکور را با یک روند خطی تقریب زد، حذف روند نمی‌تواند بر فرآیند AR(1) موثر باشد. با توجه به مطالب مذکور یو وهمکاران (۲۰۰۲ b) روش TFPW را ارائه کردند که رئوس کلی آن در قسمت زیر ارائه خواهدشد.

۳-۴-۲- پیش سفید کردن با حذف فرآیند روند (TFPW)

روش TFPW-MK جهت شناسایی روند در یک سری زمانی دارای خود همبستگی توسط یوو همکاران(۲۰۰۰) به صورت زیر ارائه گردید.

۱- شیب روند در داده‌های نمونه، با استفاده از روش تیل- سن[1](TSA)، به صورت زیر برآورد می‌شود:

$$b= \text{Median}\left(\frac{Xj-Xi}{j-i}\right) \qquad \forall\ ۱ < j \qquad (۴-۳)$$

۲- اگر شیب تقریبا برابر صفر بود، آنگاه دیگر نیازی به ادامه انجام آنالیز روند نیست، اما اگرمقدار آن برابر با صفر نبود، آنگاه روند بصورت خطی فرض شده و داده‌های نمونه به صورت زیر نوشته و بدون روند می شوند:

$$X_t^{'} = X_t - T_t = X_t - b_t \qquad (۵-۳)$$

۳- ضریب خود همبستگی مرتبه اول سری بدون روند $X_t^{'}$ با استفاده از معادلات زیر برآورد می‌گردد:

$$E\left(X_t^{'}\right) = \frac{۱}{n}\sum_{t=۱}^{n} X_t^{'} r_k = \frac{\frac{۱}{n-k}\sum_{t=۱}^{n-k}\left[X_t^{'}-E\left(X_t^{'}\right)\right]\left[X_{t+k}-E\left(X_t^{'}\right)\right]}{\frac{۱}{n}\sum_{t=۱}^{n}\left[X_t^{'}-E\left(X_t^{'}\right)\right]^{۲}} \qquad (۶-۳)$$

,

r_k ضریب خود همبستگی مرتبه K داده‌های نمونه سری بدون $X_t^{'}$ و $E\left(X_t^{'}\right)$ میانگین داده‌های نمونه می‌باشد. پس از محاسبه ضریب خود همبستگی با مرتبه اول، خود همبستگی مرتبه اول AR(1) با استفاده از معادله زیر حذف می‌گردد.

$$Y_t' = X_t^{'} - r_۱ X_{t-۱}^{'} \qquad (۷-۳)$$

این روش پیش سفید کردن پس از حذف روند از سری‌ها، روش پیش سفید کردن بدون روند نامیده می-شود (TFPW). سری باقیمانده‌ها پس از انجام روش TFPW یک سری مستقل می باشد.

۴- روند شناخته شده T_t و سری باقیمانده‌ها Y_t' با هم ترکیب می‌گردد. بدیهی است که سری حاصل Y_t روند واقعی را حفظ کرده و اثر خود همبستگی نیز حذف شده است.

۵- آزمون MK بر روی سری ترکیبی Y_t جهت برآورد روند واقعی انجام می‌گردد.

۳-۵- آزمون من کندال (MK)

آزمون MK یکی از پر کاربردترین آزمون‌های غیرپارامتری برای تحلیل روند داده‌ها است واز این آزمون به طور گسترده در تشخیص روند در سری‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود (هلس وهمکاران۱۹۸۲). فرض H_0 مستقل بودن و یکنواختی توزیع داده‌های نمونه$\{Xi\ , i = ۲\ n \dots ,n\}$ و فرض مقابل H1 وجود یک روند یکنواخت در داده‌ها. جهت انجام این آزمون ابتدا باید آماره S را با رابطه زیر محاسبه نمود:

$$S = \sum_{i=۱}^{n-۱} \sum_{j=i+۱}^{n} sgn(xj - xi) \qquad (۸-۳)$$

که در آن X_j مقدار داده j ام، n تعداد داده‌ها و Sgn(θ) تابع علامت است که با رابطه زیر قابل محاسبه می باشد.

$$Sgn(\theta)=\begin{cases} ۱\ if\ \theta > ۰ \\ ۰\ if\ \theta = ۰ \\ -۱\ if\ \theta < ۰ \end{cases} \qquad (۹-۳)$$

من (۱۹۴۵) و کندال (۱۹۷۵) نشان دادند که برای n≧۸ آماره S دارای توزیع نرمال بوده و میانگین و واریانس آن از رابطه زیر بدست می آید.

$$Var(s)=\frac{n(n-۱)(۲\ n+۵)-\sum_{m-۱}^{n} tm(tm-۱)(۲\ t_m+۵)}{۱۸} \quad ,\quad E(s)=0 \qquad (۱۰-۳)$$

که در آن m_i تعداد داده‌های یکسان در دسته i ام می‌باشد. آماره آزمون MK یا Z با رابطه زیر محاسبه می شود. احتمال آماره Z آزمون MK را می‌توان با استفاده از توزیع تجمعی نرمال محاسبه نمود:

$$Z = \begin{cases} \frac{s-۱}{\sqrt{Var(s)}} & s > ۰ \\ ۰ & s = ۰ \\ \frac{s+۱}{\sqrt{Var(s)}} & s < ۰ \end{cases} \qquad (۱۱-۳)$$

در این رساله آماره من کندال Z برای تحلیل روند معنی دار مورد بررسی قرار گرفت که در آن برای آماره Z بزرگتر مساوی۱,۶۴(Z ≥۱,۶۴)، روند در سطح ۱۰ درصد معنی دار، برای آماره Z بزرگتر مساوی۱,۹۷ (Z ≥۱,۹۷)، رودند در سطح ۵ درصد معنی دار و برای آماره Z بزرگتر مساوی ۲,۶۴(Z ≥۲,۶۴)، روند در سطح یک درصد معنی دار در نظر گرفته شده است.

۳-۶- توسعه نرم افزار

به منظور انجام محاسبات جهت بررسی روند تغییرات آبدهی از برنامه‌ای که در محیط ویژوال بیسیک ورژن ۶,۰ توسط ترابی پوده و امامقلی زاده (۱۳) توسعه داده‌شد، استفاده گردید . این برنامه روند تغییرات پارامترهای هیدرولوژی را توسط آزمون‌های MK، PW-MK، TFPW-MK و MK-VCA مورد بررسی قرارداده و نتایج نهایی را ارائه می‌نماید. در این نرم افزار کاربر کلیه داده‌های ورودی را در نرم افزار Excel وارد می‌نماید و پس از ورود اطلاعات نرم افزار اجرا می‌گردد. داده‌های خروجی نرم افزار در همان فایل ورودی ولی در کاربرگ‌های دیگر ارائه می‌گردد.

فصل چهارم

بحث و نتایج

۴-۱- مقدمه

هدف از انجام این تحقیق بررسی روند تغییرات آبدهی قنوات در سطح شهرستان‌های شاهرود و میامی می‌باشد. بدین منظور داده‌های ۹ قنات در سطح منطقه مورد مطالعه، جمع آوری گردید که مشخصات هریک از این قنوات در شناسنامه تفکیکی قنات، در فصل ۳ آمده است. در ادامه، نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات آبدهی قنوات در سه مقیاس فصلی، ماهانه و سالیانه آمده است که به تجزیه و تحلیل آن به تفکیک پرداخته می‌شود.

۴-۲- قنات آبمرجان

این قنات که در حوزه میامی واقع شده است دارای طول ۴۰۴۰ متر می‌باشد. طول تره کار این قنات ۱۸۰۰متر و طول خشکه کار آن ۲۲۴۰ متر است. این قنات دارای ۲۱۶ میله چاه است که از این تعداد، ۱۹۶ میله چاه خاکی و تعداد۲۰ میله چاه به صورت سنگ چین می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه ریز است. تعداد ۵۰۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۲۰۰ هکتار از اراضی منطقه میامی استفاده می‌شود که غالب کشت، گندم و جو است. متوسط آبدهی سالانه قنات آبمرجان ۸ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

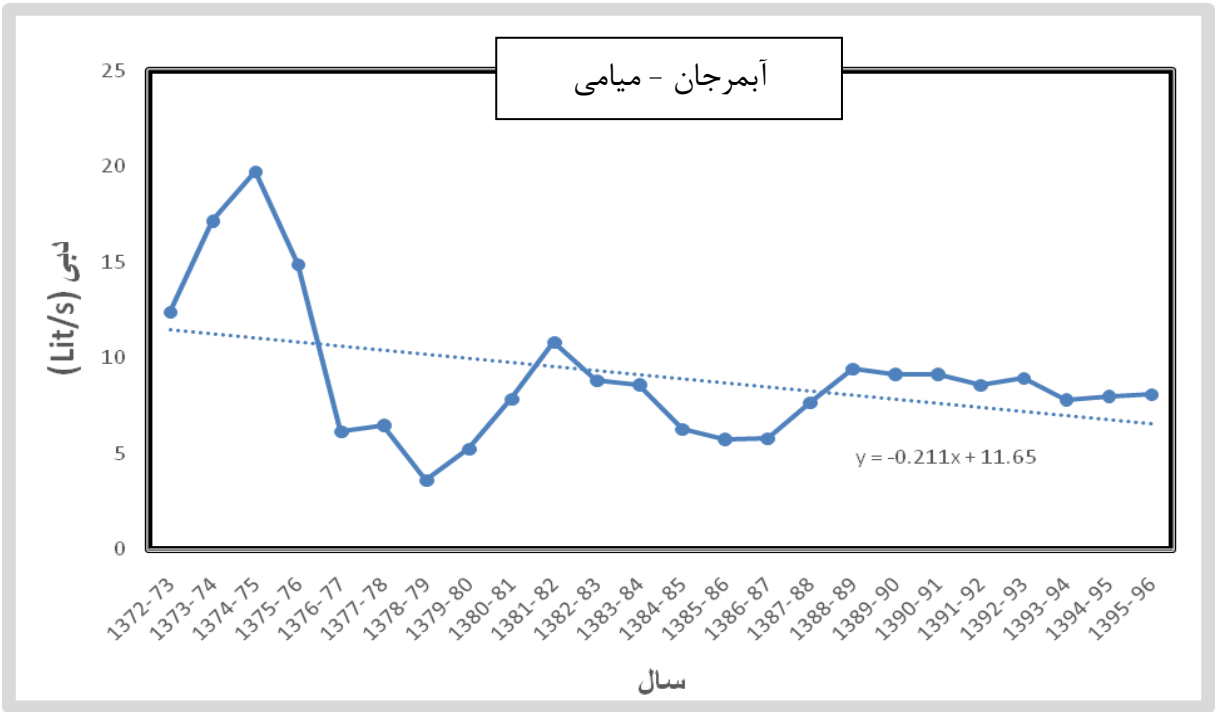
۴-۲-۱- روند تغییرات آبدهی قنات آبمرجان در مقیاس فصلی و سالیانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات آبمرجان واقع در استان سمنان، حوزه میامی در جدول (۴-۱) در مقیاس فصلی و سالیانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۲۴ سال را نشان می‌دهد.

همانطوری که نتایج این جدول نشان می‌دهد، روند تغییرات دبی قنات آبمرجان در مقیاس سالیانه با آماره، Z= -۰,۸٤ منفی و نزدیک به صفر می‌باشد که بیانگر این است که این روند فاقد معنی‌داری در سطوح تعین شده ۵ درصد و ۱۰ درصد می‌باشد. شکل (۱-۴) روند تغییرات آبدهی سالانه قنات آبمرجان را نشان می‌دهد. همچنین در مقیاس فصلی، فصل تابستان با آماره‌های Z= ۰,۸٤ دارای روند تغییرات دبی مثبت می‌باشد که این روند مثبت فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. سه فصل از سال یعنی فصل‌های پاییز، زمستان و بهار به ترتیب با آماره‌های Z = -۰,٦۸ ، Z= -۰.۳٦ و Z= -۰.۹۵ دارای روند منفی هستند که در سطوح تعیین شده فاقد معنی‌داری می‌باشند.

جدول (۴-۱) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات آبمرجان – شهرستان میامی

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
آبمرجان	-۰,۶۸	-۰,۳۶	-۰,۹۵	۰,۸۴	-۰/۸٤



شکل (۴-۱) روند تغییرات میانگین دبی سالانه قنات آب مرجان

۴-۲-۲- روند تغییرات آبدهی قنات آبمرجان در مقیاس ماهانه

روند تغییرات آبدهی ماهانه قنات آبمرجان مورد بررسی قرار گرفت که نتایج بدست آمده در جدول (۴-۲) نشان داده شده است.

جدول (۴-۲) مقادیر آماره **Z** به روش **TFPW** برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات آبمرجان – شهرستان میامی

نام قنات	آبمرجان										
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۰,۱	-۰,۸۹	-۱,۳۷	-۰,۶۸	۰,۶۳	-۰,۲۶	۰,۲۶	-۱,۶۳	-۱,۲۱	۱,۰۵	۱,۱۳	۰,۱

در مقیاس ماهانه همانطور که در جدول(۲-۴) مشاهده شد، روند تغییرات دبی درهفت ماه از سال یعنی ماه‌های مهر(۰,۱- =Z)، آبان(۰,۸۹-=Z)، آذر(۱,۳۷- =Z)، دی(۰,۶۸ =Z)، اسفند(۰,۲۶-=Z) اردیبهشت(۱,۶۳- =Z) و خرداد(۱,۲۱- =Z) منفی است که این روند تغییرات، فاقد معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱۰ در صد می‌باشد. تغییرات دبی در پنج ماه دیگر سال یعنی ماه‌های بهمن(۰,۶۳ =Z)، فروردین(۰,۲۶ =Z)، تیر(۱,۰۵ =Z)، مرداد(۱,۱۳=Z) و شهریور(۰,۱=Z) دارای روند مثبت می-باشد که این روند نیز فاقد معنی داری در سطوح ۵ درصد و ۱۰ درصد می باشد.

اطلاعات موجود در قنات آبمرجان برای یک دوره آماری ۲۴ ساله از سال ۱۳۹۶-۱۳۷۲ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. تغییرات اقلیم ناشی از گرم شدن کره زمین، عدم بارش نزولات آسمانی و همچنین برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیر زمینی در سال‌های یاد شده که توسط حفر چاه های عمیق در محدوده مورد مطالعه می‌باشد نمونه‌ای از دلایل تغییرات آبدهی قنات می‌باشد. در این منبع آبی مشاهده می‌شود که در سال زراعی ۷۵-۷۴ میزان نزولات آسمانی افزایش یافته است که با بررسی به عمل آمده متوجه شدیم که مالکین نسبت به لایروبی قنات اقدام نموده‌اند در نتیجه دبی قنات افزایش

یافته است. از این سال تا سال زراعی ۷۹-۷۸ دبی قنات مذکور روند نزولی داشته است. این روند نزولی ناشی از عدم بارش نزولات آسمانی و همچنین عدم توجه مالکین به مرمت و نگهداری قنات از قبیل لایروبی و پالانه گذاری می‌باشد.

در سال ۸۲ مجددا نسبت به لایروبی قنات اقدام می‌گردد و مشاهده می‌شود که دبی قنات نسبت به سال‌های زراعی قبل افزایش یافته است. در سال۸۹-۸۸ مالکین مجددا نسبت به لایروبی ومرمت قنات اقدام نمودند. همانطور که مشاهده شد آبدهی این قنات تا سال زراعی ۹۶-۹۵ از یک روند ثابت برخوردار می‌باشد. دلایل دیگری مانند تغییر پوشش گیاهی منطقه ، تغییر کاربری اراضی و از همه مهمتر افزایش سطح زیر کشت در منطقه مورد مطالعه نیز وجود دارد که هر کدام مستلزم پژوهش جداگانه ای است. یکی از مهمترین عواملی که به پایداری این قنات کمک می‌نماید ایجاد پروژه های آبخیز داری در بالا دست آن می‌باشد که احداث تورکینست یا بند خاکی برای مهار سیلاب‌ها و رواناب‌ها پیشنهاد می‌گردد.

۴-۳- قنات باغستان

این قنات در روستای خارتوران، بخش بیارجمند، شهرستان شاهرود واقع شده است. قنات باغستان دارای طول ۲۲۰۰ متر می‌باشد که طول خشکه کار آن ۵۶۰ متر است. این قنات دارای ۷۵ میله چاه است که از این تعداد، ۶۰ میله چاه آن خاکی و تعداد ۱۵ میله چاه به صورت سنگ چین می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه درشت است. تعداد ۳۴ خانوار از این قنات بهره برداری می-کنند. از این قنات برای آبیاری ۳۰ هکتار از اراضی خارتوران استفاده می‌شود که غالب کشت آن‌ها، جو، فلفل و یونجه می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات باغستان ۳,۵ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۳-۱- روند تغییرات آبدهی قنات باغستان در مقیاس فصلی و سالیانه

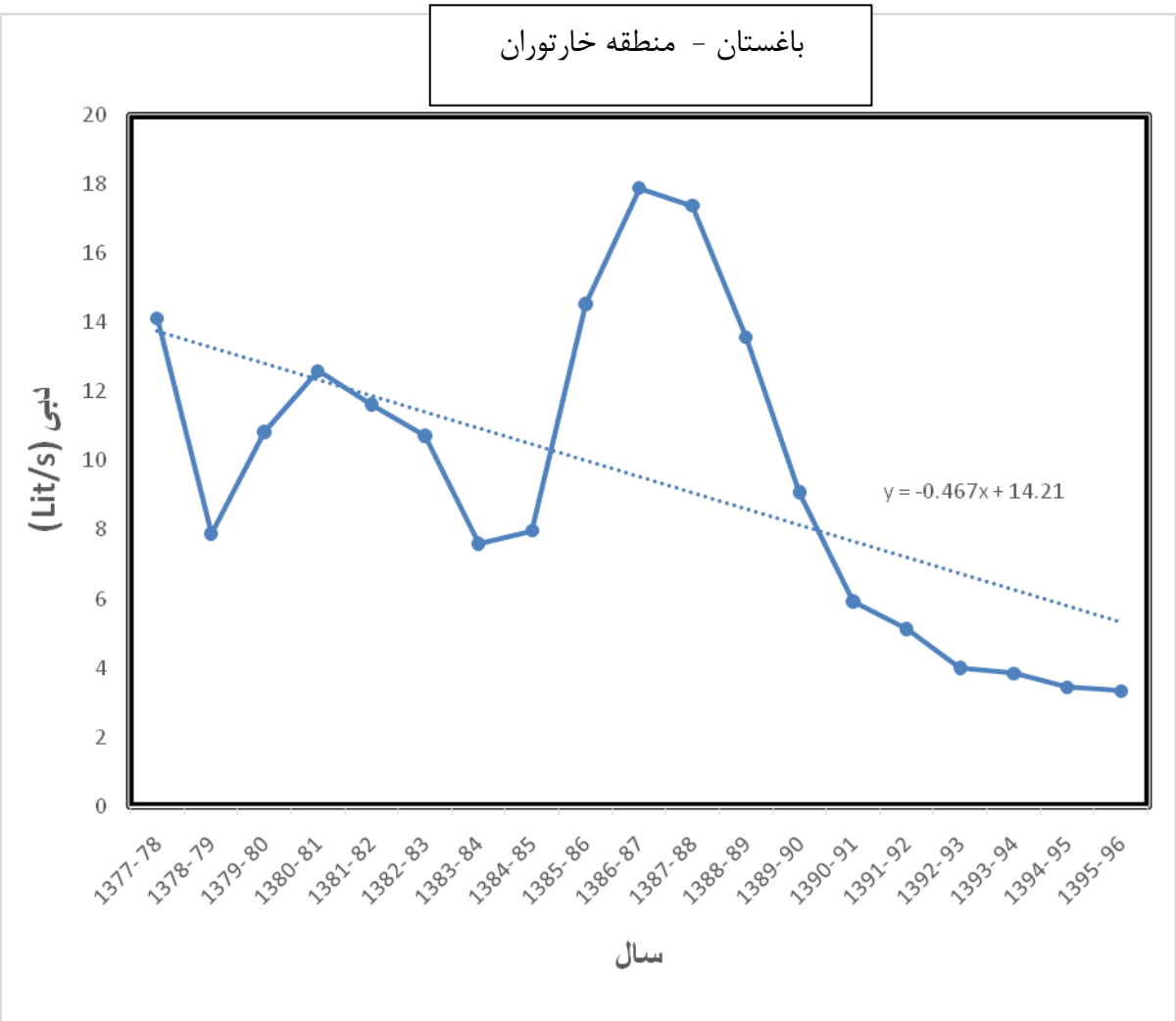
نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات باغستان شهرستان شاهرود، منطقه خارتوران در جدول (۴-۳) در مقیاس فصلی و سالیانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۱۹ سال نشان می دهد.

با توجه به مقادیر آماره Z با روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات باغستان، نتایج جدول نشان می‌دهد که اگرچه روند تغییرات دبی قنات باغستان در مقیاس سالیانه با آماره، Z= -۰,۹۸ منفی است ولی فاقد معنی داری در سطح ۵ درصد و ۱۰ درصد می‌باشد. در شکل (۲-۴) میانگین روند تغییرات دبی قنات باغستان، منطقه خارتوران نشان داده شده است.

همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول دارای روند تغییرات دبی منفی هستند که فصل پاییز با آماره، **Z= -۱,۹٦** بحرانی ترین فصل سال است و روند منفی تغییرات دبی در این فصل در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بعد از آن فصل تابستان با آماره Z= -۱,۸۹ و فصل زمستان با آماره Z = -۱,۷۴ در سطح ۱۰ درصد دارای روند منفی معنی دار است. روند تغییرات دبی قنات در فصل بهار نیز منفی است ولی همانطور که در جدول مشخص است این روند در هیچ سطحی معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول (۴-۳) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالیانه قنات باغستان منطقه خارتوران

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
باغستان- منطقه خارتوران	-۱,۹۶	-۱,۷۴	-۱,۵۹	-۱,۸۹	-۰,۸۹



شکل (۴-۲) روند تغییرات دبی سالیانه قنات باغستان

۴-۳-۲- روند تغییرات آبدهی قنات باغستان در مقیاس ماهانه

تغییرات میانگین ماهانه دبی قنات باغستان، منطقه خارتوران در جدول (۴-۴) آورده شده است. در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی آب قنات باغستان در تمام ماه‌های سال روند منفی دارد که از این بین بیشترین تغییرات منفی روند مربوط به ماه شهریور با آماره Z= -۲,۴۲ می‌باشد و بعد از آن ماه‌های تیر(Z= -۲,۳۴)، آبان(Z= -۲,۱۲)، اسفند(Z= -۲,۰۴) و فروردین(Z= -۱,۹۶) به ترتیب بحرانی ترین ماه‌های سال هستند که دارای روند منفی معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد. یعنی آماره Z من کندال آن‌ها از ۱,۹۶- کمتر است.

قنات باغستان در ماه‌های مهر با آماره Z= -۱,۸۱ و مرداد با آماره Z= -۱,۸۵ دارای روند منفی معنی دار در سطح ۱۰ درصد می‌باشد، یعنی آماره Z من کندال آن‌ها از Z= -۱,۶۴ کمتر است. در پنج ماه دیگر از سال یعنی در ماه‌های آذر(Z= -۱,۵۱)، دی(Z= -۱,۱۳)، بهمن(Z= -۱,۴۳)، اردیبهشت (Z= -۱,۳۶) و خرداد (Z= -۱,۳۶) روند تغییرات منفی می‌باشد اما این روند فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است.

جدول (۴-۴) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW**برای سری داده های دبی ماهانه قنات باغستان

نام قنات و ایستگاه	باغستان – منطقه خارتوران										
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۱,۸۱	-۲,۱۲	-۱,۵۱	-۱,۱۳	-۱,۴۳	-۲,۰۴	-۱,۹۶	-۱,۳۶	-۱,۳۶	-۲,۳۴	-۱,۸۵	-۲,۴۲

اطلاعات موجود در قنات باغستان منطقه خارتوران برای ۱۹ سال از سال ۱۳۷۷ لغایت ۱۳۹۶ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. از آنجایی که منطقه بیابانی و کویری است نتایج نشان داد که آبدهی در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی می‌باشد.

با توجه به اینکه در سال‌های یاد شده هیچگونه تعمیر و مرمت در قنات صورت نگرفته است و همانطور که در جدول مشخصات مکانی قنات ذکر گردیده است، قنات مذکور نیاز به لایروبی دارد و ۶۰ حلقه از میله چاه های آن خاکی می باشد که باید کول گذاری گردد و ۱۵ حلقه دیگر نیز نیازمند باز سازی و مرمت می باشد. همچنین ۲۲۵۰ متر کوره نیازمند باز سازی است. که تا کنون هیچگونه اقدامی صورت نگرفته است که یکی از دلایل مهم روند نزولی دبی قنات می‌باشد. در این منبع آبی مشاهده می‌شود که در سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ میزان نزولات آسمانی کاهش داشته و دبی قنات از ۱۴,۱ لیتر برثانیه در سال ۷۷ به ۷,۸۹ لیتر بر ثانیه در سال ۷۸ رسیده است که بیانگر روند نزولی دبی قنات مذکور است در سال زراعی ۸۷-۸۶ به علت ترسالی دبی قنات افزایش داشته و به ۱۷,۸۷ لیتر برثانیه رسیده است از سال ۸۶ دبی قنات روند نزولی داشته که تا سال ۹۶ این میزان به ۳,۳۳

لیتر برثانیه رسیده است. دلایل متعددی از قبیل عدم توجه مالکین به تعمیر و نگهداری قنات، تغییرات اقلیمی ناشی از گرم شدن کره زمین، تغییر پوشش گیاهی و افزایش سطح زیر کشت در منطقه مورد مطالعه وجود دارد که باعث روند نزولی آبدهی قنات باغستان گشته است.

تغذیه مصنوعی قنات با احداث بند خاکی در بالادست آن، جهت پایداری این منبع آبی پیشنهاد می-گردد. همچنین با مدیریت و برنامه ریزی جهت تخصیص اعتبار از طرف متولیان امر برای تعمیر و مرمت و لایروبی قنات باغستان ضروری به نظر می‌رسد.

۴-۴- قنات درخانیاب

این قنات در بخش بسطام حوزه جغرافیایی مجن واقع شده است. قنات درخانیاب دارای طول ۱۵۰ متر می‌باشد که طول تره کار آن ۱۰ متر و طول خشکه کار آن ۱۴۰ متر است. این قنات دارای ۵ میله چاه است که از این تعداد، ۱ میله چاه آن خاکی و تعداد ۴ میله چاه به صورت بتونی می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه ریز است. تعداد ۱۵ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۳۰ هکتار از اراضی درخانیاب استفاده می‌شود که غالب کشت آن-ها، باغات و گندم می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات درخانیاب ۲۵ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۴-۱- روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در مقیاس فصلی و سالیانه

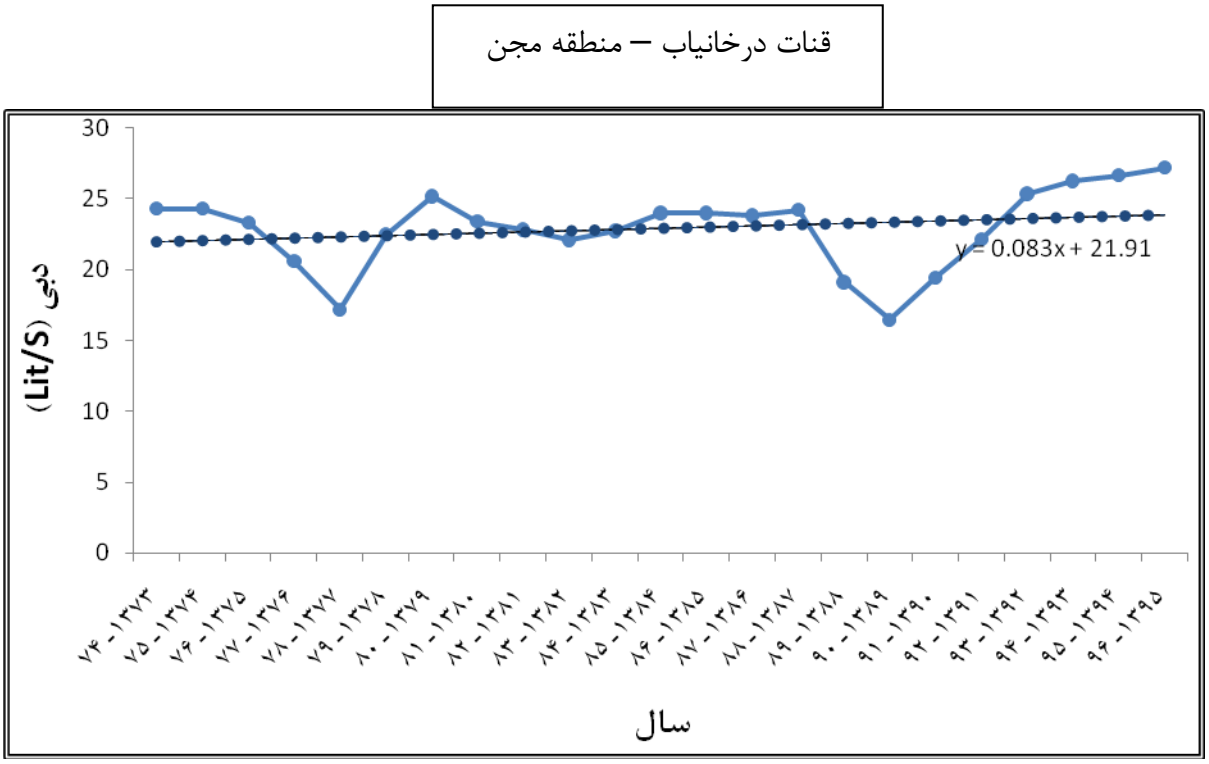
نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات درخانیاب واقع در استان سمنان، بخش بسطام، حوزه جغرافیایی مجن، در جدول (۵-۴) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۲۳ سال را نشان می دهد.

همانطور که نتایج این جدول نشان می‌دهد روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در مقیاس سالانه با آماره Z=۱,۸۶ مثبت است به طوری که روند آن دارای معنی‌داری درسطح ۱۰ درصد و صعودی می-باشد.

همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول دارای روند تغییرات دبی مثبت هستند که فصل تابستان با آماره Z= ۲,۲۸ در بهترین شرایط در بین فصل‌های سال است و روند تغییرات دبی آن مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد و سیر صعودی دارد. فصل بهار نیز بعد از تابستان با آماره Z=۱,۶۶ دارای روند مثبت معنی دار در سطح ۱۰ درصد می‌باشد. این قنات در فصل‌های پاییز و زمستان روند تغییرات دبی مثبت دارند ولی همانطور که در جدول مشخص است روند آن فاقد معنی-داری است. شکل (۳-۴) میانگین روند تغییرات دبی قنات درخانیاب را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۵) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات درخانیاب

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
درخانیاب	۰,۱۴	۰,۸۷	۱,۶۶	۲,۲۸	۱,۸۶



شکل(۴-۳) روند تغییرات دبی سالانه قنات درخانیاب

۴-۴-۲- روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در مقیاس ماهانه

میانگین تغییرات ماهانه دبی قنات درخانیاب در جدول (۴-۶) آورده شده است. در مقیاس ماهانه، میانگین روند تغییرات دبی قنات درخانیاب در ۱۰ماه از سال دارای روند تغییرات مثبت می‌باشد که در این میان بیشترین روند مثبت با آماره Z=۲,۷۳ مربوط به ماه مرداد می‌باشد که در سطح ۱ درصد دارای معنی داری است و روند آن صعودی می‌باشد. ماه تیر با آماره Z=۲,۱۷ دارای روند تغییرات دبی مثبت می‌باشد که دارای معنی‌داری در سطح ۵ درصد است. روند تغییرات دبی در ماه شهریور با آماره Z=۱,۸۳ مثبت و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است. در هفت ماه دیگر از سال که عبارتند از ماه‌های مهر، دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد میانگین روند تغییرات دبی قنات مثبت و فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد. تنها ۲ ماه از سال یعنی ماه‌های آبان(Z=- ۰,۴۷) و

آذر(Z=- ۰,۵۱) با آماره Z نزدیک به صفر، دارای روند تغییرات منفی است که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد.

جدول(۴-۶) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW** برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات درخانیاب

نام قنات و ایستگاه	درخانیاب										
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۰,۳۶	-۰,۴۷	-۰۵۱	۰,۷۶	۱,۰۷	۰,۹۸	۱,۰۷	۱,۴۶	۱,۱۵	۲,۱۷	۲,۷۳	۱,۸۳

با توجه به نتایج بررسی روند تغییرات آبدهی قنات درخانیاب در دوره آماری ۲۳ ساله (۱۳۹۶-۱۳۷۵) آبدهی قنات دارای روند نسبتا ثابتی است از آنجایی که این قنات در دامنه رشته کوه های البرز و قله شاهوار واقع شده است، لذا وضعیت رژیم بارش به ثابت بودن دبی قنات کمک نموده است. همانطور که مشاهده می‌گردد در سال‌های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۷ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ دبی قنات روند نزولی دارد و در بقیه سال‌ها تقریبا از یک دبی ثابت برخوردار است. همچنین در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ دبی قنات دارای روند صعودی بوده است که به۲۷,۱۶ لیتر برثانیه افزایش یافته است. رشته کوه های مجاور در این قنات یکی از عوامل مهم جهت تغذیه آن می‌باشد که به وضعیت پایداری قنات کمک کرده است.

۴-۵- قنات جاری دهملا

این قنات در روستای دهملا بخش مرکزی شهرستان شاهرود واقع شده است. قنات جاری دهملا دارای طول ۱۰۰۰ متر می‌باشد که طول تره کار آن ۳۰۰ متر و طول خشکه کار آن ۷۰۰ متر است. این قنات دارای ۱۰ میله چاه است که تمامی میله چاه‌ها به صورت سنگ چین می‌باشند. نوع سازه قنات سخت (صخره‌ای) و جنس آبرفت آن دانه درشت است. تعداد ۱۰۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۲۰ هکتار از اراضی دهملا استفاده می‌شود که غالب کشت

آن‌ها، باغات زرد آلو، انگور و پسته می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات جاری دهملا ۵,۵ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۵-۱- روند تغییرات دبی قنات جاری دهملا در مقیاس فصلی و سالانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات دهملا واقع در بخش مرکزی شهرستان شاهرود در جدول (۴-۷) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۱۵ سال نشان می دهد.

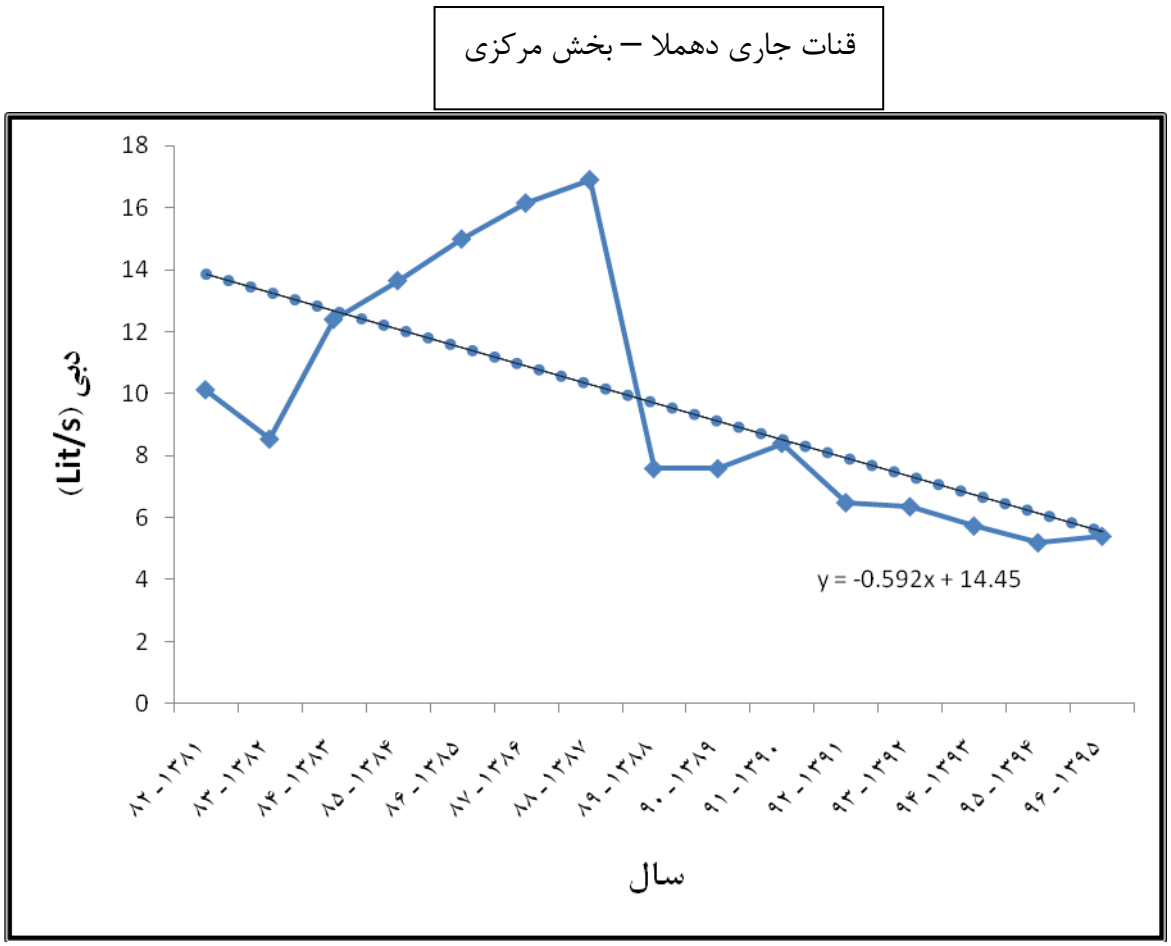
جدول (۴-۷) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات دهملا

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری دهملا	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
مقدار آماره Z	-۳,۲۸	-۲,۶۲	-۱,۷۵	-۲,۶۲	-۲,۸۴

همانطور که نتایج این جدول نشان می‌دهد، میانگین روند تغییرات دبی قنات دهملا در مقیاس سالانه در طول آماری ۱۵ سال با آماره Z=-۲,۸۴ منفی است که این روند منفی، دارای معنی‌داری در سطح ۱ درصد می باشد. در شکل (۱-۵-۴) روند تغییرات دبی قنات جاری دهملا، نشان داده شده است.

همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول دارای روند تغییرات دبی منفی هستند که بحرانی ترین فصل سال مربوط به فصل پاییز بوده بطوری که دارای آماره من کندال Z= -۳,۲۸ می باشد. که این روند منفی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. روند منفی معنی‌دار در سطح یک درصد بیانگر کاهش میزان دبی آب در ایستگاه مذکور می‌باشد. بعد از آن فصل تابستان و زمستان با آماره Z= -۲,۶۲ در سطح ۵ درصد دارای روند منفی معنی‌دار است و بیانگر این موضوع است که میانگین تغییرات دبی قنات در

این دو فصل نزولی می باشد. روند تغییرات دبی این قنات در فصل بهار نیز منفی است و دارای آماره Z= -۱,۷۵ می باشد که در سطح ۱۰ درصد معنی دار است.



شکل (۴-۴) روند تغییرات دبی سالانه قنات جاری دهملا

۴-۵-۲- روند تغییرات آبدهی قنات دهملا در مقیاس ماهانه

در مقیاس ماهانه، روند تغییرات دبی آب قنات جاری دهملا در تمام ماه‌های سال منفی است که از این بین، بحرانی ترین ماه‌های سال عبارتند از، مهر(Z= -۲,۸۴)، آبان (Z= -۳,۱۷)، آذر(Z= -۳,۳۹)، دی(Z=-۲,۷۹)، اسفند (Z= -۲,۷۳)، مرداد(Z= -۲,۷۳) و شهریور(Z= -۲,۹) که همگی دارای روند منفی معنی‌دار در سطح ۱ درصد می باشند، جدول(۴-۸). یعنی طبق فرضیات آزمون من کندال، آماره Z آن ها در محدوده ۲,۵۸- و ۲,۵۸+ قرار ندارد.

ماه‌های بهمن(Z= -۲,۴)، فروردین و تیر(Z= -۱,۹۷) دارای روند معنی دار در سطح ۵ درصد، و ماه‌های اردیبهشت و خرداد با آماره (Z= -۱,۸۶)، دارای معنی داری در سطح ۱۰ درصد می باشند. یعنی آماره Z من کندال آن ها از ۱,۶۴- کمتر می باشد.

جدول (۴-۸) مقادیر آماره **Z** به روش **TFPW** برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات جاری دهملا

نام قنات وایستگاه	دهملا											
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۲,۸۴	-۳,۱۷	-۳,۳۹	-۲,۷۹	-۲,۴	-۲,۷۳	-۱,۹۷	-۱,۸۶	-۱,۸۶	-۱,۹۷	-۲,۷۳	-۲,۹

اطلاعات موجود در خصوص آبدهی قنات دهملا برای یک دوره آماری ۱۵ ساله از سال ۱۳۸۱-۱۳۹۶ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبدهی این قنات در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی است که از جمله دلایل آن می‌توان به عدم بارش نزولات آسمانی (خشک سالی)، برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیر زمینی توسط حفر چاه‌های عمیق در سال‌های یاد شده در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ وضعیت بارش نزولات آسمانی در منطقه مورد مطالعه نسبتا خوب بوده است و به علت این ترسالی، دبی قنات افزایش یافته و به ۱۶,۹۱ لیتر برثانیه رسیده است. ولی از سال زراعی ۸۹-۸۸ تا سال زراعی ۹۶-۹۵ دبی قنات روند نزولی داشته است که این مقدار به ۵,۴۲ لیتر برثانیه تقلیل یافته است. دلایل متعددی را می‌توان برای کاهش آبدهی قنات برشمرد که برای مثال می‌توان به تغییرات پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی، افزایش سطح زیر کشت و عدم اجرای سیستم‌های آبیاری نوین (آبیاری بارانی و قطره‌ای) در منطقه مورد مطالعه به روند نزولی این قنات منجر شده است که مستلزم پژوهش جداگانه‌ای می‌باشد تا به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به روند کاهشی آبدهی قنات به خصوص در سال‌های بعد از ۱۳۸۹، ایجاد تغذیه مصنوعی قنات در بالا دست آن، که با تاسیس پروژه‌های آبخیزداری(سنگ چینی و گابیون بندی) میسر است، پیشنهاد می‌گردد تا بتوان با مهار سیلاب‌ها و رواناب‌ها به پایداری دبی قنات مذکور کمک نمود.

۴-۶- قنات اصغر آباد

این قنات در روستای اصغرآباد حوزه شهرستان میامی واقع شده است. قنات اصغرآباد دارای طول ۹۵۰۲ متر می‌باشد که طول تره کار آن ۵۰۰ متر و طول خشکه کار آن ۹۰۰۲ متر است. این قنات دارای ۲۹۰ میله چاه می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه ریز است. تنها یک خانوار از این قنات بهره برداری می‌کند. از این قنات برای آبیاری ۲۴۰ هکتار از اراضی اصغرآباد استفاده می-شود که غالب کشت آن، گندم، کلزا، یونجه و چغندر قند می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات اصغرآباد ۴۰ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۶-۱- روند تغییرات آبدهی قنات اصغر آباد در مقیاس فصلی و سالانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات اصغر آباد از توابع شهرستان میامی در جدول (۴-۹) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده‌است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۱۵ سال را نشان می دهد.

جدول (۴-۹) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات اصغرآباد-شهرستان میامی

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
اصغرآباد	-۰,۶۱	-۰,۰۶۸	-۰,۲۱	-۰,۰۵۲	-۰,۴۸

همانطور که نتایج این جدول نشان می‌دهد میانگین روند تغییرات دبی قنات اصغر آباد در مقیاس سالانه با آماره Z= -۰,۴۸ منفی است ولی روند منفی آن فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد. در شکل (۵-۴) روند تغییرات میانگین تغییرات دبی سالانه قنات اصغرآباد، نشان داده شده است.

همچنین در مقیاس فصلی، در بحرانی ترین شرایط، فصل پاییز با آماره من کندال Z= -۰,۶۱ دارای روند منفی است ولی روند آن فاقد معنی‌داری می باشد. در فصل‌های زمستان، بهار و تابستان نیز روند تغییرات دبی منفی و نزدیک به صفر است که فاقد معنی داری در سطوح ۱۰ درصد و ۵ درصد می-باشد.

شکل (۵-۴) روند تغییرات دبی سالانه قنات اصغرآباد

۴-۶-۲-روند تغییرات دبی قنات اصغرآباد در مقیاس ماهانه

در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی قنات اصغرآباد در چهار ماه از سال یعنی ماه‌های بهمن، اسفند، فروردین و شهریور دارای روند مثبت است که این روند مثبت فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد. این قنات در ۸ ماه از سال تغییرات روند منفی را تجربه می‌کند که در این بین ماه دی بحرانی ترین ماه سال با آماره من کندال ۲,۱۹- =Z دارای روند منفی معنی‌دار در سطح ۱۰درصد می‌باشد. بعد از ماه دی، اردیبهشت ماه با آماره ۱,۵۷- =Z دارای روند منفی می‌باشد که این روند منفی در مقایسه با آماره Z من کندال در سطح ۱۰ درصد (۱,۶۴- =Z) فاقد معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد می‌باشد. در شش ماه باقی مانده نیز روند تغییرات، منفی و فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است.

جدول (۴-۱۰) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW**برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات اصغرآباد

نام قنات و ایستگاه	اصغرآباد											
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۰,۸۹	-۰,۸۹	-۱,۱۷	-۲,۱۹	۰,۴۱	۱,۲۳	۰,۲۳	-۱,۵۷	-۰,۰۶	-۰,۳۴	-۰,۲۷	۰,۲۱

اطلاعات موجود در خصوص آبدهی قنات اصغرآباد برای یک دوره آماری ۱۵ ساله از سال ۱۳۹۶-۱۳۸۱ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبدهی در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی است که از جمله دلایل آن می‌توان به عدم بارش نزولات آسمانی و برداشت بی‌رویه از آب-های زیر زمینی در سال‌های اخیر که توسط حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه اشاره نمود. همانطور که مشاهده می‌شود در این منبع آبی در سال زراعی ۸۵-۸۴ نسبت به ریزش برداری و لایروبی قنات توسط مالک اقدام گردیده است در نتیجه افزایش دبی را به میزان ۵۸,۸۳ لیتر بر ثانیه به دنبال داشته است. از سال زراعی۸۵-۸۴ لغایت سال زراعی۹۶-۹۵آبدهی قنات مذکور روند نزولی داشته است که در سال زراعی۹۶-۹۵ دبی قنات به ۴۱,۲۹ لیتر بر ثانیه رسیده

است. تغییر پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی، افزایش سطح زیر کشت و کاشت گیاهانی که نیاز آبی آن‌ها بالاست مانند چغندر قند از دلایل دیگری است که به کاهش دبی قنات منجر شده است. یکی از مهمترین عواملی که به پایداری این قنات کمک می‌نماید ایجاد پروژه تغذیه مصنوعی در بالا دست قنات می‌باشد که می‌توان با احداث تاسیسات آبخیزداری نسبت به مهار رواناب‌ها اقدام نمود. در این قنات به منظور پایداری دبی قنات، احداث پروژه پخش سیلاب پیشنهاد می‌گردد.

۴-۷- قنات خانخودی

این قنات در روستای خانخودی، بخش بیارجمند، شهرستان شاهرود واقع شده است. قنات خانخودی دارای طول ۲۵۰۰ متر می‌باشد. این قنات دارای ۶۵ میله چاه است که از این تعداد، ۳۵ میله چاه آن خاکی و تعداد ۳۰ میله چاه، به صورت سنگ چین می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه ریز است. تعداد ۱۸۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۱۰ هکتار از اراضی خانخودی استفاده می‌شود که غالب کشت آن‌ها، جو، گندم، فلفل و زعفران می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات خانخودی ۲ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۷-۱- روند تغییرات آبدهی قنات خانخودی در مقیاس فصلی و سالانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات خانخودی شهرستان شاهرود بخش بیارجمند در جدول (۴-۱۱) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج جدول، تغییرات روند معنی دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۲۳ سال را نشان می دهد.

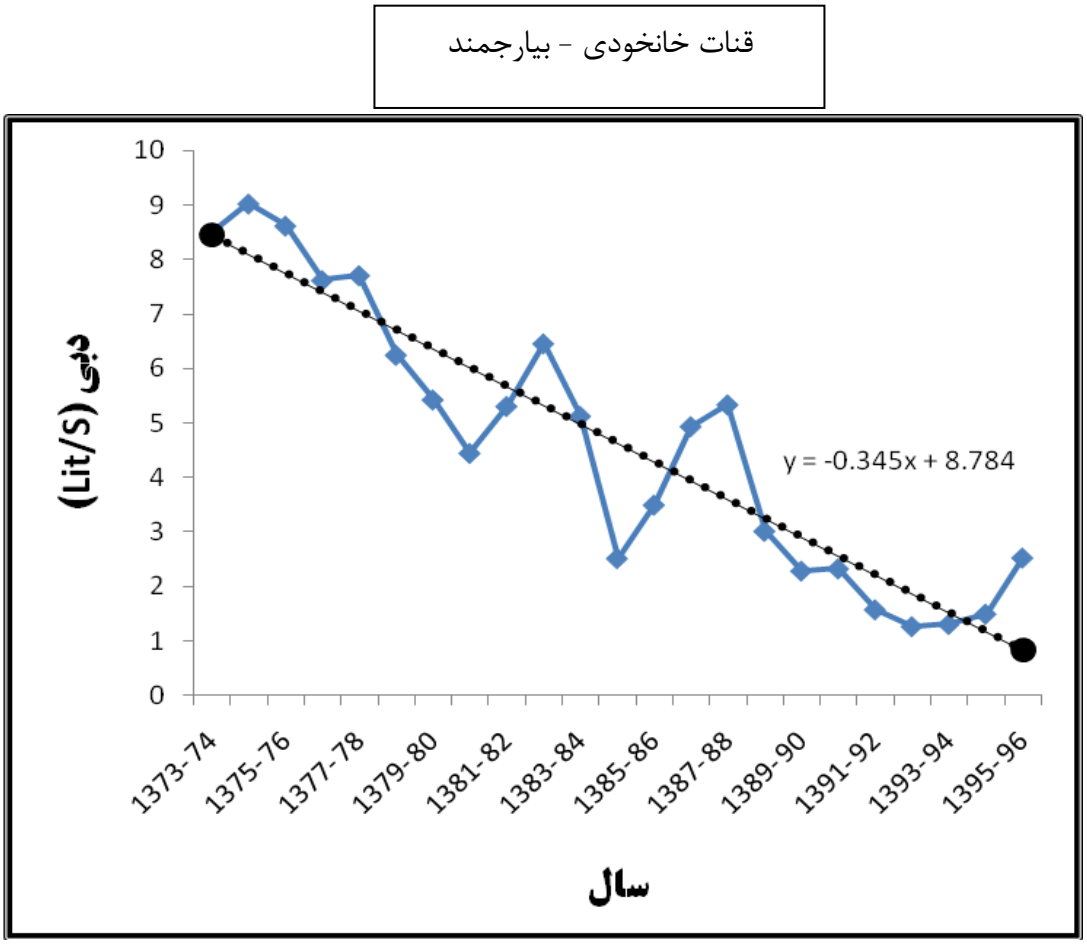
جدول (۴-۱۱) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات خانخودی

نام قنات ونام ایستگاه هیدرومتری	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
خانخودی	-۴,۸۵	-۴,۹۶	-۴,۹	-۴,۴۵	-۴,۹

همانطور که نتایج این جدول نشان می دهد میانگین روند تغییرات دبی قنات خانخودی در مقیاس سالانه با آماره Z= -۴,۹ منفی است و روند منفی آن دارای معنی‌داری در سطح یک درصد می باشد. یعنی طبق فرضیات آزمون من کندال، آماره Z آن ها خارج از محدوده ۲,۵۸- و ۲,۵۸+ قرار دارد.

شکل (۴-۶) روند میانگین تغییرات آبدهی قنات خانخودی را در طول آماری ۲۳ سال نشان می-دهید.

در مقیاس فصلی، تمامی فصول در وضعیت بحرانی قرار دارند و دارای روند تغییرات دبی منفی معنی-دار می‌باشند که فصل زمستان با آماره من کندال Z= -۴,۹۶، پاییز(Z= -۴,۸۵)، بهار(Z= -۴,۹) و تابستان(Z= -۴,۴۵) همگی دارای معنی داری در سطح یک درصد می باشند.



شکل (۴-۶) روند تغییرات دبی سالانه قنات خانخودی

۴-۷-۲- روند تغییرات دبی قنات خانخودی در مقیاس ماهانه

تغییرات میانگین ماهانه دبی قنات خانخودی، واقع در بخش بیارجمند از توابع شهرستان شاهرود مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی آب قنات خانخودی در تمام ماه‌های سال روندی منفی است و در شرایط بحرانی قرار دارند که تمامی ماه‌ها با آماره Z کوچکتر از ۲,۶۴- (Z< -۲,۶۴) دارای روند معنی‌دار در سطح ۱درصد می‌باشند.

جدول (۴-۱۲) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW** برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات خانخودی

نام قنات	خانخودی											
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۴,۷۳	-۴,۶۲	-۴,۶۸	-۴,۷۹	-۴,۷۳	-۴,۹۶	-۴,۵۱	-۴,۴۵	-۴,۸۴	-۴,۵۳	-۴,۷۹	-۴,۲۶

اطلاعات موجود در خصوص آبدهی قنات خانخودی برای یک دوره آماری ۲۳ ساله ۱۳۹۶-۱۳۷۳ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبدهی در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی شدید می‌باشد از جمله دلایل آن می‌توان به تغییرات اقلیم ناشی از گرم شدن کره زمین، عدم بارش نزولات آسمانی (خشکسالی) و همچنین برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیر زمینی در سال-های یاد شده که توسط حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه می‌باشد، اشاره نمود. همانطور که مشاهده می‌شود در این منبع آبی در سال زراعی ۷۴-۷۳ لغایت ۹۶-۹۵ روند آبدهی قنات مذکور نزولی می‌باشد که ناشی از عدم بارش نزولات آسمانی و همچنین عدم توجه مالکین به مرمت و نگهداری قنات از قبیل ریزش برداری و پالانه گذاری است. نوع سازند این قنات آبرفتی و جنس آبرفت دانه ریز است در نتیجه امکان ریزش در قنات وجود دارد که باید نسبت به لایروبی به صورت مستمر و پالانه گذاری اقدام گردد تا نسبت به حفظ دبی قنات کمک شود. تغییر پوشش گیاهی منطقه، تغییر کاربری اراضی و از همه مهمتر افزایش سطح زیر کشت درمنطقه مورد مطالعه دلایل دیگری است که هر کدام به کاهش میزان آبدهی قنات منتج گشته است.

جهت کمک به پایداری قنات خانخودی، احداث پروژه آبخیزداری در بالادست و حاشیه قنات به منظور مهار سیلاب‌ها و رواناب‌ها و همچنین اجرای بند خاکی پیشنهاد می‌گردد.

۴-۸- قنات دولت آباد

این قنات در روستای دولت آباد، بخش بسطام، واقع شده است. قنات دولت آباد دارای طول ۳۰۰۰ متر، با طول تره کار و خشکه کار آن هرکدام ۱۵۰۰ متر می‌باشد. این قنات دارای ۹۰ میله چاه است که از این تعداد، ۶۰ میله چاه آن خاکی،۲۰ میله چاه بتونی و تعداد ۱۰ میله چاه، به صورت سنگ چین می‌باشد. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه ریز است. تعداد ۱۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۴۵ هکتار از اراضی دولت آباد استفاده می‌شود که غالب کشت آن‌ها، باغات (۲۰ هکتار) و زراعت (۲۵ هکتار) می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه قنات دولت آباد ۵۵ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۸-۱- روند تغییرات آبدهی قنات دولت آباد در مقیاس فصلی و سالانه

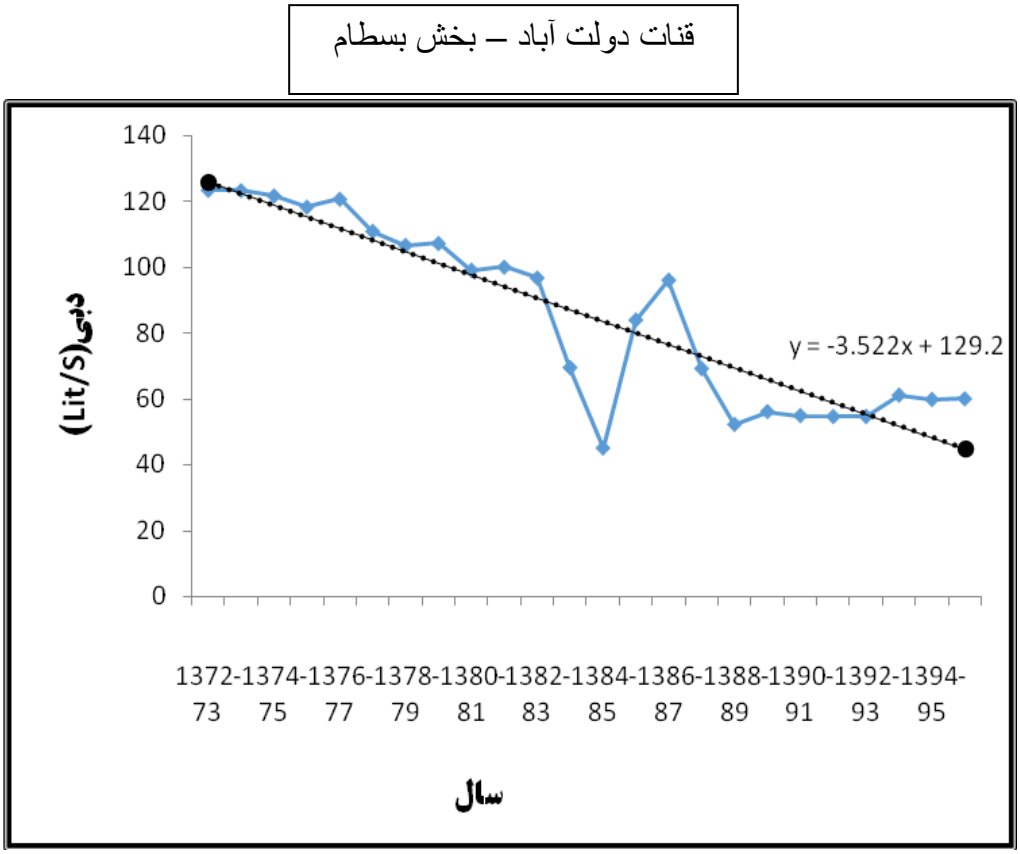
داده‌های روند تغییرات دبی در قنات دولت آباد، واقع در روستای دولت آباد از توابع شهرستان شاهرود در مقیاس فصلی و سالانه برای دوره آماری ۲۳ سال مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است. مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های تغییرات دبی فصلی و سالانه قنات دولت‌آباد در جدول (۴-۱۳) نشان داده شده است.

جدول(۴-۱۳) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات دولت آباد

نام قنات	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
دولت آباد	-۴,۸	-۴,۷۵	-۴,۷	-۴,۸۵	-۵,۰۱

همانطوری که نتایج این جدول نشان می‌دهد میانگین روند تغییرات دبی قنات دولت آباد در مقیاس سالانه با آماره Z= -۵,۰۱ منفی و دارای معنی داری در سطح ۱ درصد می‌باشد. یعنی طبق فرضیات آزمون من کندال، آماره Z آن‌ها خارج از محدوده ۲,۵۸- و ۲,۵۸+ قرار دارد. شکل (۴-۷) روند تغییرات آبدهی قنات دولت آباد را برای دوره آماری ۲۳ سال نشان می‌دهد.

همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول دارای روند تغییرات دبی منفی با آماره من کندال کوچکتر از Z= -۲,۶۴ هستند که دارای معنی داری در سطح ۱ درصد می باشند. این روند منفی بیانگر این است که روند آبدهی قنات دولت‌آباد نزولی بوده و در شرایط بحرانی قرار دارد.



شکل (۴-۷) روند تغییرات دبی سالانه قنات دولت آباد

۴-۸-۲- روند تغییرات دبی قنات دولت‌آباد در مقیاس ماهانه

تغییرات میانگین ماهانه دبی قنات دولت آباد، در جدول (۴-۱۴) آورده شده است. در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی آب قنات دولت‌آباد، در تمام ماه‌های سال روندی منفی است و در شرایط بحرانی قرار دارند که تمامی ماه‌ها با آماره Z کوچکتر از ۲,۶۴- (Z< ۲,۶۴-) دارای روند منفی معنی-دار در سطح ۱درصد می‌باشند.

جدول (۴-۱۴) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW** برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات دولت آباد

نام قنات	دولت آباد										
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-۴,۷	-۴,۲۷	-۴,۷۵	-۴,۹۶	-۴,۸۵	-۴,۶۴	-۴,۳۳	-۴,۴۸	-۴,۵۴	-۴,۷۵	-۴,۷۵	-۴,۹۱

اطلاعات موجود در خصوص آبدهی قنات دولت‌آباد برای یک دوره آماری ۲۳ ساله از سال۱۳۹۵-۱۳۷۲ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبدهی قنات دولت آباد دارای روند نزولی شدید است که از جمله دلایل آن می‌توان به تغییرات اقلیم، عدم بارش نزولات آسمانی و برداشت بی-رویه از منابع آب‌های زیر زمینی که در سال‌های یاد شده توسط حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه ایجاد شده‌اند، اشاره نمود. همانطوری که مشاهده می‌شود در این منبع آبی از سال زراعی ۷۳-۷۲ لغایت سال زراعی ۸۵-۸۴ کاهش شدید آبدهی قنات را داریم و روند آن نزولی می‌باشد که دلایل آن عدم بارش نزولات آسمانی و همچنین عدم توجه مالکین به مرمت و نگهداری قنات از قبیل لایروبی، پالانه گذاری کوره قنات و کول‌گذاری حلقه چاه های قنات می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود نوع سازند این قنات آبرفتی و جنس آن دانه‌ریز است در نتیجه امکان ریزش در قنات وجود دارد که هر چندسال یک بار باید نسبت به ریزش برداری و لایروبی اقدام گردد تا به حفظ دبی قنات کمک نماید.

در سال ۸۸-۸۷ نسبت به مرمت و لایروبی قنات توسط مالکین اقدام گردیده است. همانطوری که ملاحظه می شود در این سال دبی قنات افزایش یافته و از سال زراعی ۸۹-۸۸ مجددا روند آبدهی قنات مذکور نزولی گشته است. تغییرات پوشش گیاهی منطقه، تغییر کاربری اراضی و افزایش سطح زیر کشت بدون توجه به آمایش سرزمین در منطقه مورد مطالعه از دلایل دیگری است که هر کدام مستلزم بررسی و پژوهش جداگانه‌ای می‌باشد تا به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

احداث پروژه تغدیه مصنوعی در بالا دست قنات امکان پذیر نمی‌باشد لذا پیشنهاد می‌گردد در حاشیه قنات نسبت به این امر اقدام تا به پایداری دبی قنات دولت آباد کمک گردد.

۴-۹- قنات ۱۲۵ خیج

این قنات که در شهر کلاته خیج، بخش بسطام واقع شده است دارای طول ۱۵۰۰ متر می‌باشد. طول تره کار این قنات ۱۰۰۰ متر و طول خشکه کار آن ۵۰۰ متر است. این قنات دارای ۵۰ میله چاه است تمامی آن‌ها به صورت میله چاه خاکی می‌باشند. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه درشت است. تعداد ۳۰۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۸۰ هکتار از اراضی خیج استفاده می‌شود که غالب کشت، گندم، جو، یونجه و باغات است. متوسط آبدهی سالانه قنات ۱۲۵ خیج ۲۴ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

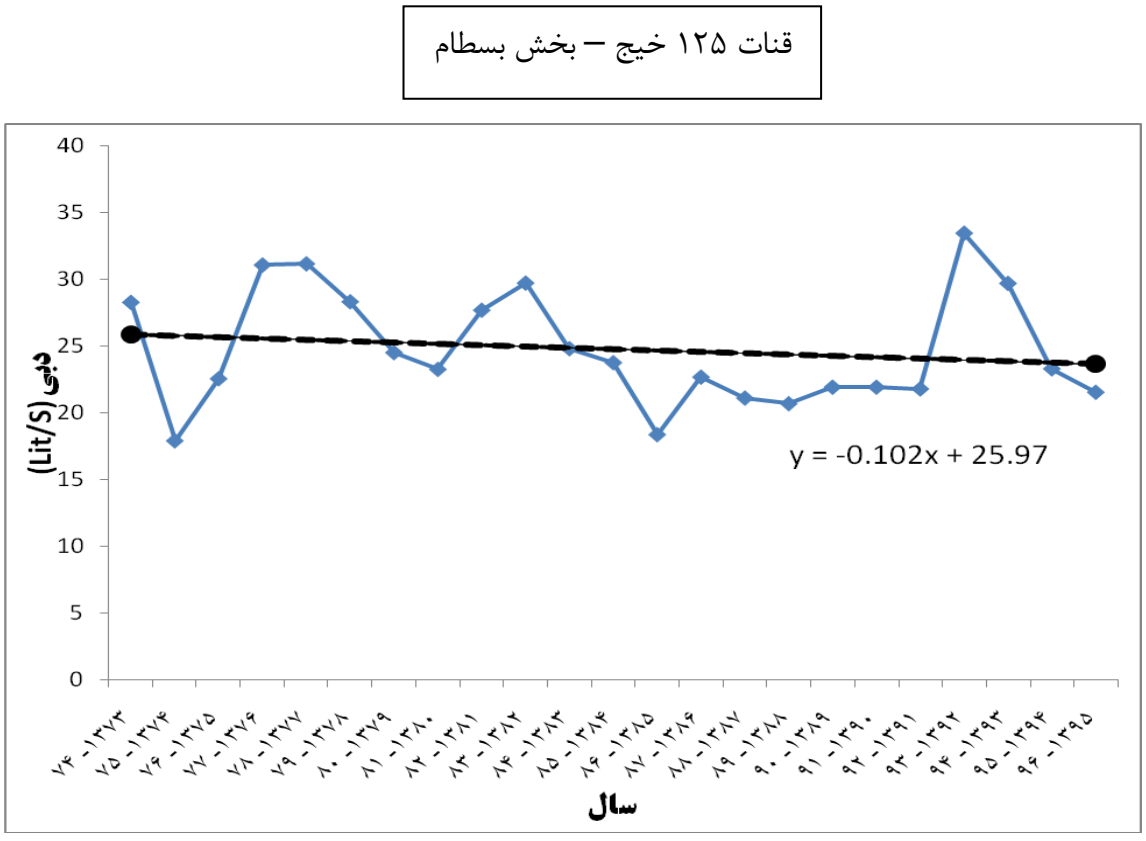
۴-۹-۱- روند تغییرات آبدهی قنات ۱۲۵ خیج در مقیاس فصلی و سالانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات ۱۲۵ خیج واقع در بخش بسطام، شهرستان شاهرود در جدول (۴-۱۵) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خود همبستگی از روشFTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این ایستگاه را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۲۳ سال را نشان می دهد.

جدول (۴-۱۵) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات خیج

نام قنات	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
۱۲۵ خیج	-۰,۰۵	-۱,۴۶	-۰,۷۳	۰,۰۵	-۱,۳۵

همانطوری که نتایج این جدول نشان می‌دهد میانگین روند تغییرات دبی قنات خیج در مقیاس سالانه با آماره ۱,۳۵- =Z منفی است ولی روند منفی آن فاقد معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد می‌باشد. یعنی آماره زد من کندال آن ها از ۱,۶۴- کمتر نمی باشد. شکل (۴-۸) روند تغییرات آبدهی قنات ۱۲۵ خیج را برای دوره آماری ۲۳ سال نشان می‌دهد. همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول به غیر از تابستان، دارای روند تغییرات دبی منفی هستند که بیشترین شیب منفی روند مربوط به فصل زمستان بوده بطوری که دارای آماره من کندال Z=-۱,۴۶ می‌باشد. با توجه به آماره من کندال می-توان گفت که روند تغییرات میانگین دبی در کلیه سطوح فاقد معنی‌داری است.



شکل (۴-۸) روند تغییرات دبی سالانه قنات ۱۲۵ خیج

۴-۹-۲- روند تغییرات دبی قنات ۱۲۵ خیج در مقیاس ماهانه

در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی آب قنات ۱۲۵ خیج در پنج ماه از سال یعنی ماه های مهر، آبان، بهمن، مرداد و شهریور دارای آماره مثبت و نزدیک به صفر می‌باشند که این روند مثبت

فاقد معنی داری در کلیه سطوح تعین شده می‌باشد. این قنات در هفت ماه از سال تغییرات روند منفی را تجربه می‌کند که در میان آن‌ها ماه دی بحرانی ترین ماه سال با آماره من کندال ۱,۲۱- =Z دارای روند منفی فاقد معنی داری در سطح ۱۰ درصد می باشد.

جدول (۴-۱۶) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW**برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات ۱۲۵خیج

نام قنات	۱۲۵ خیج											
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۰,۲۸	۰,۱۹	-۰,۶۷	-۱,۲۱	۰,۲۴	-۰,۸۴	-۰,۲۸	-۰,۵۱	-۰,۱۱	-۰,۱۴	۰,۰۱۵	۰,۳۳

بررسی روند تغییرات آبدهی قنات ۱۲۵ خیج برای یک دوره آماری ۲۳ ساله از سال ۱۳۹۶-۱۳۷۳ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد آبدهی در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی است که از جمله دلایل آن می‌توان به عدم بارش نزولات آسمانی و همچنین برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی در سال‌های یاد شده نام برد . این قنات در محدوده شمالی شهرستان شاهرود واقع است و از رشته کوه البرز به نام چهل پق سرچشمه می‌گیرد که در جوار جنگل اولنگ می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود آبدهی قنات دارای روند نزولی است ولی از آنجایی که در این منطقه بارندگی نسبتا خوب بوده است لذا روند نزولی آن شدید نیست. یکی از دلایل دیگر وجود رودخانه در ۵۰۰ متری قنات می‌باشد که به تغذیه آن کمک می‌نماید. آخرین زمان مرمت قنات جهت لایروبی و ریزش برداری در سال ۱۳۹۳ انجام گرفته است و همانطور که مشاهده می‌شود در این سال افزایش دبی قنات را به شکل معنی‌داری شاهد هستیم در نتییجه اگر مالکین به مرمت و نگهداری قنات توجه نمایند، منتج به افزایش آب دهی قنات خواهد شد.

تغییرات پوشش گیاهی درمنطقه، تغییر کاربری اراضی و از همه مهمتر افزایش سطح زیر کشت در منطقه مورد مطالعه از دلایل دیگری است که باید تاثیرات آن بر کاهش روند آبدهی قنات مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. احداث پروژه های آبخیزداری در بالادست قنات به شکل تورکینست یا

احداث بند خاکی به منظور مهار سیلاب‌ها و رواناب‌ها جهت کمک به پایداری آبدهی قنات ۱۲۵خیج پیشنهاد می‌گردد.

۴-۱۰- قنات صادق خان

این قنات که در شهرستان شاهرود، بخش بسطام واقع شده است دارای طول ۶۰۰۰ متر می‌باشد. طول تره کار این قنات ۴۰۰۰ متر و طول خشکه کار آن ۲۰۰۰ متر است. این قنات دارای ۱۵۰ میله چاه است به طوری که از این تعداد، ۷۰ میله چاه خاکی، ۵۰ میله چاه بتونی و۳۰ میله چاه به صورت سنگ چینی می‌باشند. نوع سازه قنات آبرفتی و جنس آبرفت آن دانه‌ریز است. تعداد۶۰ خانوار از این قنات بهره برداری می‌کنند. از این قنات برای آبیاری ۸۰ هکتار از اراضی صادق‌خان استفاده می‌شود که غالب کشت، باغات (۷۰هکتار) و گندم (۱۰ هکتار) است. متوسط آبدهی سالانه قنات صادق خان ۵۴ لیتر برثانیه می‌باشد. با توجه به اهمیت این قنات در منطقه، روند تغییرات آبدهی آن در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴-۱۰-۱ روند تغییرات آبدهی قنات صادق خان در مقیاس فصلی و سالانه

نتایج بررسی روند تغییرات دبی در قنات صادق خان واقع در شهر بسطام، شهرستان شاهرود در جدول (۴-۱۷) در مقیاس فصلی و سالانه نشان داده شده است. جهت حذف ضرایب خودهمبستگی از روش FTPW استفاده شده است و نتایج این جدول تغییرات روند معنی‌دار این قنات را در محدوده مورد مطالعه برای دوره آماری ۲۳ سال، نشان می دهد.

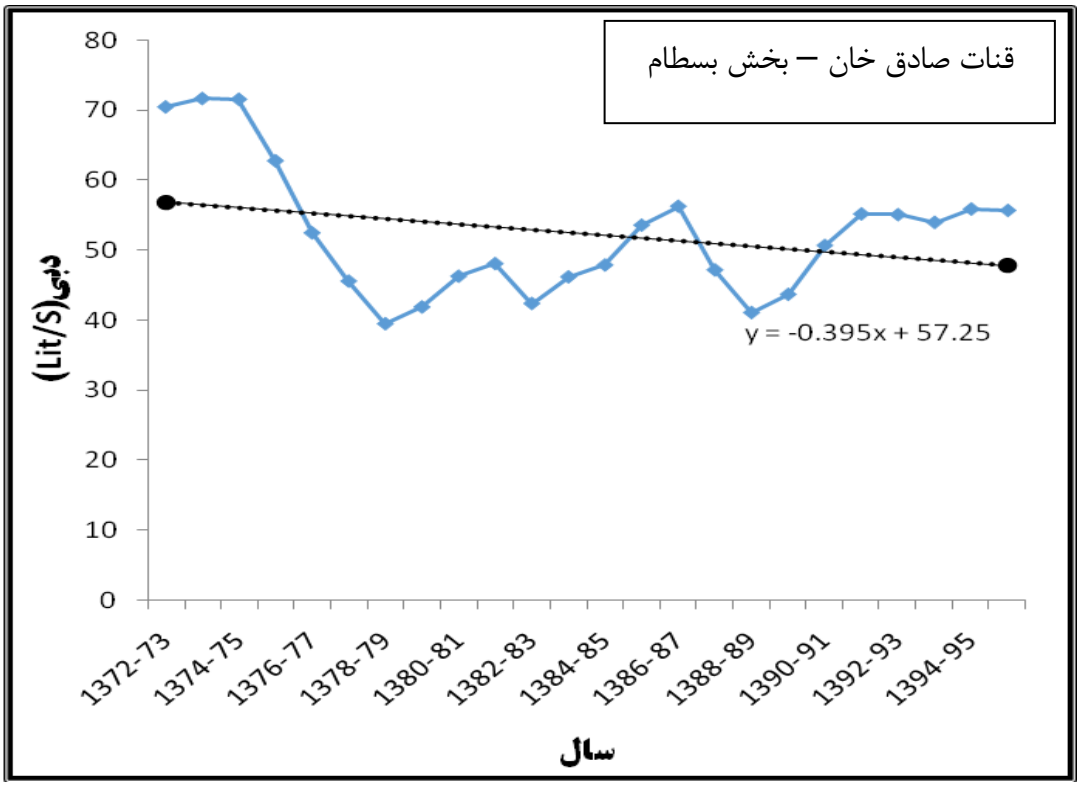
جدول (۴-۱۷) مقادیر آماره Z به روش FTPW برای سری داده‌های دبی فصلی و سالانه قنات صادق خان - بسطام

نام قنات	فصلی				سالانه
	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
صادق خان	۰,۳۴	۱,۰۵	۰,۶۳	۰,۴۷	۰,۷۹

همانطوری که نتایج این جدول نشان می‌دهد میانگین روند تغییرات دبی قنات صادق خان در مقیاس‌سالانه با آماره Z=۰,۷۹ مثبت است و روند مثبت آن فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد.

شکل (۹-۴) روند تغییرات آبدهی قنات صادق خان را برای دوره آماری ۲۳ سال، نشان می‌دهد.

همچنین در مقیاس فصلی، تمامی فصول دارای روند تغییرات دبی مثبت هستند که بیشترین روند مثبت مربوط به فصل زمستان بوده بطوری که دارای آماره من کندال Z= ۱,۰۵ می باشد. که این روند مثبت در سطوح تعیین شده فاقد معنی‌داری است.



شکل (۹-۴) روند تغییرات دبی سالانه قنات صادق خان

۴-۱۰-۲- روند تغییرات دبی قنات صادق‌خان در مقیاس ماهانه

در مقیاس ماهانه، روند تغییرات میانگین دبی آب قنات صادق خان در تمام ماه‌های سال روندی مثبت دارد که از این بین، ماه های اردیبهشت، مرداد و شهریوردارای آماره من کندال Z=۱,۰۵ می باشد که بیانگر روند تغییرات دبی مثبت است که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده می‌باشد.

جدول (۴-۱۸) مقادیر اماره **Z** به روش **TFPW**برای سری داده‌های دبی ماهانه قنات صادق خان

نام قنات	صادق خان										
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۰,۰۲	۰,۲۹	۰,۵۸	۰,۹۵	۱,۰۱	۰,۸۷	۰,۵۸	۱,۰۵	۰,۸۹	۰,۴۲	۱,۰۵	۱,۰۵

بررسی روند تغییرات آبدهی قنات صادق خان برای یک دوره آماری ۲۳ ساله از سال ۱۳۹۵-۱۳۷۲ مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت نتایج نشان داد آبدهی در محدوده مورد مطالعه دارای روند نزولی می‌باشد که می توان دلایلی از جمله عدم بارش نزولات آسمانی و برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیر زمینی در سال‌های یاد شده که توسط حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه ذکر نمود. همانطور که در این منبع آبی مشاهده می‌شود در سال زراعی ۷۳-۷۲ دبی قنات مذکور۷۰ لیتر برثانیه بوده که این میزان در سال زراعی ۷۹-۷۸ به ۴۰ لیتر بر ثانیه تقلیل یافته است. همانطوری که مشاهده می‌شود مالکین در سال ۸۸ نسبت به تعمیر و مرمت قنات از قبیل لایروبی و ریزش برداری اقدام نموده اند که شاهد افزایش دبی قنات تا سال زراعی ۹۵-۹۴ به میزان ۵۸ لیتر برثانیه هستیم. در حاشیه قنات صادق خان تاسیسات آبخیزداری وجود دارد که به پایداری دبی قنات کمک می‌نماید. چنانچه مالکین نسبت به مرمت و نگهداری قنات توجه نمایند منجر به پایداری و افزایش آبدهی قنات می‌گردد.

تغیرات پوشش گیاهی منطقه، تغییرات کاربری اراضی و افزایش سطح زیرکشت بدون توجه به آمایش سرزمین در منطقه مورد مطالعه از دلایل دیگری است که هر کدام مستلزم پژوهش جداگانه‌ای می-باشد.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادها

۵–۱– مقدمه

آب، این مائده الهی بستر محمل حیات، مقوله ای نیست که بتوان در تعریف و توصیفش مقدمه‌ای نگاشت و با موخره‌ای نیز تحدیدش کرد چرا که آب خود اصل است و کران ناپذیر؛ جوهر و گوهر حیات در بطن آن زایش و هستی یافته است. (برشان، ۱۳۸۴) اساس زندگی همه موجودات زنده، بر آب است و نقش آن در پیدایش تمدن‌های بشری بر کسی پوشیده نیست. با توجه به شرایط جغرافیایی ایران زمین و فلاتی بودن آن، ایرانیان از دیرباز با کمبود این ماده جان بخش دست به گریبان بوده و همین عامل موجب شده تا ارزش آن در نظر ایرانیان صد چندان جلوه کند. برای رفع این مشکل، پدرانمان دست به ابداعی شگفت انگیز زدند و قنات یا کاریز را که پس از گذشت قرن ها، شگفتی وکارآمدی آن مورد توجه است، ساختند. مطابق بر تئوری گوبلو، این فناوری، دارای ویژگی های استخراج معادن است و عبارت است از بهره برداری از سفره آب‌های زیرزمینی به کمک دهلیزهای زهکشی آب. نیاکان ما با احاطه‌ای که بر دانش مهندسی آب داشته‌اند، توانسته اند آب را از کوهپایه‌ها به سرزمین‌های مسطح و خشک مرکزی انتقال دهند و سبب شکل گیری شهرهای کهن در تارخ ایران زمین شوند. سازه ساده و در عین حال شگفت انگیز قنات، مدیون تلاش حفاران چیره دستی است که جوامع انسانی که فرسنگ‌ها از منابع آب جاری دور بوده‌اند را از این ماده حیات بخش سیراب کرده‌اند. قنات قصبه گناباد، قنات زارچ یزد، قنات دو طبقه اردستان و هزاران قنات دیگر در سرتاسر این سرزمین، از جمله شگفتی‌های فن قنات‌سازی است. تاکید بر بعد سخت افزاری فناوری-های وارداتی که جان دانش بومی ما را گرفتند و تشدید آن به وسیله بهره‌گیری نابجا از منابع انرژی این مرز و بوم و نهادهایی کژکارکردی که در این مسیر به وجود آمدند، باعث شدند تجربه‌های چندین هزارساله اجداد خود را در زمینه ی بهره‌برداری از این منابع خدادادی از خاطر ببریم و فراموش کنیم. آنچه باعث دوام قنات در طی هزاران سال شده، انطباق با شرایت اقلیمی کشور بوده است. آنچه با پمپاژ از چاه‌ها بیرون کشیدیم، آب نبود، بلکه شیره جان طبیعت بود تا امروز و افق پیش رو را با کالبدی بی جان برایمان ترسیم کند. با خشک شدن بسیاری از قنوات در اثر غارت آب‌های زیرزمینی،

سرمایه‌های عظیم اقتصادی، اجتماعی و تاریخی از میان رفت. از علل خشک شدن قنوات می‌توان به گسترش حفر چاه‌های عمیق بدون توجه به پتانسیل ذخایر آب کشور، حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در حریم قنوات، الگوی کشت نامناسب با شرایط منطقه، عدم نگهداری و لایروبی قنوات، تهدیدهای بیرونی و نگاه کوتاه مدت و صرفا مالی به سرمایه گذاری، اشاره کرد. با توجه به مزایای قنات نسبت به چاه عمیق از جمله طولانی‌تر بودن عمر مفید قنات، عدم وابستگی به انرژی، عدم آسیب رساندن کمی و کیفی به آب‌های زیرزمینی، ناچیز بودن هزینه نگهداری قنات و پیروی از الگوی نظام مشارکت و کار تعاونی، در سال های اخیر در زمینه حفظ و حراست از این میراث گران قدر اقدامات شایسته‌ای صورت گرفته است.

۵-۲- نتیجه گیری

با توجه به اینکه برای مدیریت منابع آبی در منطقه مورد مطالعه دانستن وضعیت آبدهی و روند تغییرات آن‌ها مهم می‌باشد، به منظور مطالعه علمی و تحلیل منطقی موضوع، تعداد ۹ رشته قنات از مجموعه قنوات منطقه مورد مطالعه، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور از ایستگاه‌های مورد مطالعه شامل قنات آبمرجان و اصغرآباد، شهرستان میامی، بخش میامی- قنوات باغستان و خانخودی شهرستان شاهرود بخش بیارجمند- درخانیاب، دولت آباد، ۱۲۵ خیج و صادق‌خان شهرستان شاهرود بخش بسطام- دهملا شهرستان شاهرود بخش مرکزی، داده‌های مورد نیاز از سال-های ۱۳۷۲ لغایت ۱۳۹۶ به طول آماری ۲۳ سال جمع آوری گردید. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات آبدهی قنوات مورد مطالعه، با استفاده از آزمون من-کندال،MK و روش اصلاح شده پیش سفید کردن بدون روند(TFPW) که یک روش نسبتا جدید در بررسی روند تغییرات داده‌ها می‌باشد، در سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالیانه برای هریک از قنوات به شرح ذیل می‌باشد:

قنات آبمرجان واقع در حوزه میامی: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه مثبت بوده و در سطوح تعیین شده فاقد معنی‌داری است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل تابستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل زمستان بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به اردیبهشت ماه می‌باشد که در سطوح تعیین شده معنی‌دار نیست.

قنات باغستان واقع در بخش بیارجمند: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه منفی بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح ۱۰ درصد می‌باشد. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل‌های پاییز و تابستان می‌باشد که به ترتیب در سطح ۵ درصد و ۱۰ درصد معنی‌دار است و کمترین تغییرات روند که فاقد معنی‌داری است مربوط به فصل بهار می‌باشد. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به شهریور ماه می‌باشد که دارای معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

قنات درخانیاب واقع در بخش بسطام: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه مثبت بوده و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می-دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل تابستان بوده که این روند در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل پاییز بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به آذر ماه می‌باشد که در سطوح تعیین شده معنی‌دار نیست.

قنات دهملا واقع در بخش مرکزی: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه منفی بوده و در سطوح تعیین شده فاقد معنی‌داری است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل تابستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل زمستان بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به اردیبهشت ماه می‌باشد که در سطوح تعیین شده معنی‌دار نیست.

قنات اصغرآباد واقع در شهرستان میامی: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه مثبت بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل زمستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل بهار بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به دی ماه می‌باشد.

قنات خانخودی واقع در بخش بیارجمند: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه منفی بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل زمستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل تابستان بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به فروردین ماه می-باشد که در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است.

قنات دولت آباد واقع در بخش بسطام: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه منفی بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل تابستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل زمستان بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به ماه تیر می‌باشد.

قنات ۱۲۵ خیج واقع در بخش بسطام: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه منفی بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل زمستان و کمترین تغییرات روند مربوط به فصل پاییز بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به دی ماه می‌باشد که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است.

قنات صادق خان واقع در بخش بسطام: در این قنات روند تغییرات آبدهی سالانه مثبت بوده که فاقد معنی‌داری در سطوح تعیین شده است. همچنین بررسی روند تغییرات دبی برای چهار فصل نشان می‌دهد که بیشترین روند تغییرات مربوط به فصل زمستان و کمترین تغییرات روند مربوط به

فصل پاییز بوده است. علاوه براین بیشترین روند کاهشی آبدهی ماهانه مربوط به اردیبهشت ماه می-باشد.

۵-۳- پیشنهاد ها

۱- توسعه و جایگزینی فعالیت های اقتصادی که وابستگی کمتری به آب دارند در محدوده تغذیه قنوات.

۲- رعایت حریم قنوات.

۳- جلوگیری از ورود آلودگی اعم از فاضلاب و پساب به قنات.

۴- آگاه سازی افکار عمومی برای اشاعه فرهنگ بهره برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی از جمله قنات.

۵- تامین و اختصاص اعتبارات و در نظر گرفتن تسهیلات ویژه برای حفر و لایروبی قنوات.

۶- حل مشکلات حفر سنتی و صنعتی کردن حفر قنات.

۷- تربیت افراد متخصص در امر حفر و نگهداری قنات

۸- تنظیم برنامه دراز مدت جهت تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و حفاظت از قنوات.

۹- تشویق پژوهش گران به احیای قنات و توسعه آن.

مراجع

۱- اژدری- خلیل، ۱۳۸۸. بررسی کنترل آب قنوات و چشمه‌های بسطام در فصول غیر زراعی. همایش شاهرود و توسعه، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۲- ترابی پوده، حسن و امامقلی زاده، صمد. (۱۳۹۳)، بررسی روند تغییرات آبدهی رودخانه های استان لرستان با استفاده از روش TFPW – MK نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره ۳۵، زمستان ۱۳۹۳، ۷۳-۹۳.

۳- ترابی پوده، امامقلی زاده(۱۳۹۴). تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های شمال حوضه رودخانه دز با استفاده از روش TFPW-MK. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۳.

۴- ترابی پوده، امامقلی زاده(۱۳۹۴). تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه‌های حوضه رودخانه کرخه و تاثیر ضریب خودهمبستگی بر روند تغییرات جرایان. مجله پژوهش آب ایران، دوره ۹، شماره ۱، ۱۴۳-۱۵۱.

۵- جهانبخش اصل، سعید، ذوالفقاری، حسن(۱۳۸۱). بررسی سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران .فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره .۶۳-۶۴، ۲۳۱-۲۴۱.

۶- جهانبخش اصل، سعید، تدینی، معصومه، نوری اوغورآباد، حبیبه (۱۳۹۰). تحلیل روند تغییرات بارش‌های سالانه حوضه‌ی سفید رود با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال. مجله جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره ۱۷، ۲۳۰-۲۴۱.

۷- خلیلی و فاخری فرد(۱۳۸۸). مقاله دانش آب و خاک، دوره ۲۰، شماره ۱، ۷۲-۶۱.

۸- رضایی بنفشه، مجید، فاطمه و طاهره جلالی (۱۳۹۰). بررسی روند دما و بارش‌های روزانه حدی در حوضه دریاچه ارومیه، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی. دوره ۱۶، شماره ۳۸، ۴۳-۷۴.

۹- زاهدی، مجید، ساری صراف، بهروز، جاوید جامعی (۱۳۸۶). تحلیل تغییرات زمانی و مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، ۱۸۳-۱۹۸.

۱۰- ساری صراف، بهروز ، جامعی، جاوید (۱۳۸۲). تحلیل و برآورد خشکسالی در غرب ایران. فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره۷۱، ۱۵۱-۱۷۳.

۱۱- عباس پور، ترابی پوده (۱۳۹۵). تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه های استان آذربایجان غربی و تاثیر ضریب خودهمبستگی بر روند تغییرات جریان. دوفصلنامه مهندسی آب، دوره: ۳، شماره: ۲.

۱۲- عبقری، هیراد و ابراهیمی، حیدر (۱۳۹۰). روند و شیب تغییرات دبی متوسط سالانه رودخانه ایستگاه‌های منتخب استان مازندران. هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری در ایران.

۱۳- عزیزی، قاسم، روشنی، محمود (۱۳۸۷). مطالعه تغیر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من کندال. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره۶۴، ۱۳-۲۸.

۱۴- کتیرایی، پری سیما و حجام، سهراب(۱۳۸۶). سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱. مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۳، شماره ۱، ۶۷-۸۳.

۱۵- کولاییان و خوش روش(۱۳۹۵). مجله مهندسی و مدیریت آبخیزداری، دوره ۹، شماره ۳، ۳۴۵-۳۳۲.

۱۶- مجیدی کرایی و امامقلی زاده(۱۳۹۵). بررسی روند تغییرات آبدهی رودخانه مارون در ایستگاه ایدنک به روش TFPW-MK. اولین کنفرانس بین المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار.

۱۷- مساعدی و کوهستانی(۱۳۸۹). تحلیل روند تغییرات دبی رودخانه های استان گلستان با استفاده از روش های پارامتری و ناپارامتری. چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم.

۱۸- معروفی، صفر، طبری، حسین (۱۳۹۰). آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه مارون با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، جلد ۲۶، شماره ۲. ۱۷۱۱۹-۱۷۱۴۱.

۱۹- منتظری، مریم، فهیمی، هدایت (۱۳۸۲). اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور، سومین کنفرانس

منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان ، ۲۹مهر- اول آبان ماه ۱۳۸۲. ۲۹۳-۲۸۸.

۲۰-میرعباسی نجف آبادی، رسول، دین پژوهی، یعقوب (۱۳۸۹). تحلیل روند تغییرات آبدهی رودخانه-های استان لرستان غرب ایران در سه دهه اخیر. مجله آب و خاک. جلد۲۴، شماره۴، ۷۵۷-۷۶۷.

۲۱- نساجی زواره و خورشید دوست(۱۳۹۲). بررسی روند آبدهی رودخانه کسیلیان، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دوره ۸، شماره ۲۴، ۸-۱.

۲۲- Douglas, E. M., Vogel, R. M. and Kroll, C. N. (2000). Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation. J. Hydrol. 240, 90–105.

۲۳- Von Storch, H. (1995). Analysis of Climate Variability, Misuses of statistical analysis in climate research (Chapter 2, pp: 11–26), Springer Berlin Heidelberg.

۲٤- Kulkarni, A., & von Storch, H.. (1995). Monte Carlo experiments on the effect of serial correlation on the Mann-Kendall-test of trends. Meteor. Z 4 NF, 82-85.

۲٥- Hirsch, R.M., Slack, J.M., & Smith, R.A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data.Water Resources Research. 18(1), 107-121.

۲٦- Lettenmaier D.P., Wood E.F., and Wallis J.R. ۱۹۹٤. Hydro-climatological trends in the continental United States, ۸۸-۱۹٤۸. Journal of Clinale, ۷: ٦۰۷-٥۸٦

۲۷- Kumar, S., Merwade Kam, V., & Thurner, K. (2009). Streamflow trends in Indiana: Effects of long termpersistence, precipitation and subsurface drains. Journal of Hydrology, 374(1-2), 171-183.

۲۸- Gan. T.Y. (1998). Hydroclimatic trends and possible climatic warming in the Canadian Prairies. Water Resource Research, 34(11), 3009–3015.

٢٩- Hamed, K.H., & Rao A. R., (1998). A modified Mann–Kendall trend test for autocorrelated data. Journal of Hydrology. 204, 182–196.

٣٠- Khaliq M.N., Ouarda T.B.M.J., and Gachon P. (2009). Identification of temporal trends in annual and seasonal low flows occurring in Canadian rivers: The effect of short- and longterm persistence. Journal of Hydrology, 369:183–197.

٣١- Smith, K. and Richman, M. B. (1993). Recent hydroclimatic fluctuations and their effects on water resources in Illinois.Climate Change 24, 249–269.

٣٢- Burn, D. H. and Hag Elnur, M. A. (2002). Detection of hydrological trends and variability. J. Hydrol. 255(1–4), 107–122.

٣٣- Lins, H. F. and Slack, J. R. (1999). Streamflow trends in the United States. Geophys. Res. Lett. 26(2), 227–230.

٣٤- Yue, S., Pilton, P. (2002). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. Hydrological Processes 16 (9), 1807–1829.

٣٥- Yue S., Pilon P., and Phinney R. (2003). Canadian Streamflow trend detection: impacts of serial and cross-correlation. J. Hydrology. Sci. 48 (1): 51–63.

٣٦- Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D. and Yuzyk, T. R. (2001). Trends in Canadian streamflow. Water Resour. Res. 37(4), 987–998.

٣٧- Zhang, X., K.D. Harvey, W.D. Hogg and T.R. Yuzyk. (2007). Trends in Canadian stream flow. Water Resource. Res. 37(4):987–998.

Abstract

The study of discharge variations of Qanats is very important for water resources management and planning. In this study, considering the importance of the subject, in order to investigate the trend changes of discharge of the Qanatsin the Shahrood and Miami regions, their trend was investigated in three monthly, seasonal and annual scales using the Trend-Free Pre-Whitening Mann-Kendall (TFPW-MK) method. The data used include the data of the 9 selected Qanats during the 23 years' period (1966-1999) in the study area. In this research, the linear trend slope was estimated in the sample data using the Theil-Sen approach (TSA). Then, using the TFPW method, the correlation coefficient of the data was eliminated and the time series of the discharge pre-whited. Then, the trend changes of discharge in the original time series and pre-white series were investigated using the Mann-Kendal test (MK). The results of this study showed that in most stations (8 Qantas from 9 Qantas), the discharge trend is mainly descending, and in the last 24 years the decrease in Qanat discharge is quite tangible.

Keywords: Autocorrelation, Flow Discharge, Miami, Qanats, Shahrood, Trend, TFPW-MK,

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Water Structures Engineering

Investigation of discharge trend of Qanats in Shahrood region with MK-TFPW method

By: Hoseain Tavallaei

Supervisor:

Dr.Samad Emamgholizadeh

Co-Supervisors:

Dr.Hasan Torabi Pudeh

Dr.Mahdi Delghandi

January 2019