



## بررسی وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب قنات اهرستان یزد و ارائه پیشنهادات آموزشی

نویسندگان: دکتر مسعود زینی\* دکتر محمد تقی قانعیان\*\* پروانه طالبی\*\*\*

سمیه شیخعلیشاهی\*\*\* مرضیه شریفی\*\*\* بهاره گودرزی\*\*\* فرین مالی\*\*\*

\* عضو هیأت علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

\*\* استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

\*\*\* کارشناس بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی یزد

### چکیده

**مقدمه:** قنات موجود در ایران سرمایه های عظیمی هستند که طی نسل های متمادی بوجود آمده و برای احداث آنها انرژی و هزینه هنگفتی صرف گردیده است، توجه، حفاظت و باز شناخت آنها باعث حفظ و بقای این سرمایه های عظیم می گردد. قنات اهرستان یکی از قنات دایر در استان یزد با قدمت طولانی و آبدی نسبتاً زیاد است. وجه تمایز این قنات نسبت به سایر قنات استان فعالیت تنها آسیاب آبی استان با آب قنات مذکور و بهبود کیفیت شیمیایی آب از مظهر به سمت پایین دست در نتیجه ورود جریان آب قنات طهره و خانی به جریان آب قنات اهرستان می باشد. هدف از این مطالعه سنجش پارامترهای فیزیکی - شیمیایی و میکروبی آب قنات اهرستان یزد و مقایسه آن با استانداردها است.

**روش بررسی:** در مطالعه توصیفی انجام شده از ۵ ایستگاه در مسیر این قنات طی ۴ مرحله، ماهیانه نمونه برداری صورت پذیرفت. نمونه ها به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی یزد جهت آنالیز منتقل گردید و آزمایشات بر اساس روش های استاندارد آب و فاضلاب صورت گرفت.

**نتایج:** میانگین مقدار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی؛ کدورت، کل جامدات معلق و محلول، EC، سختی کل، کلرور، سولفات و قلیائیت در اولین نقطه برداشت به ترتیب برابر با  $1\text{ FTU}$ ،  $7/25\text{ mg/L}$ ،  $2368/8\text{ mg/L}$ ،  $268\text{ mg/L CaCO}_3$  و  $61/25\text{ mg/L SO}_4$ ،  $391/08\text{ mg/L Cl}^-$ ،  $563/7\text{ mg/L CaCO}_3$ ،  $2378/8\text{ }\mu\text{s/cm}$  بوده است. این مقادیر برای آخرین نقطه برداشت برابر با  $4\text{ FTU}$ ،  $3/75\text{ mg/L}$ ،  $654/3\text{ mg/L}$ ،  $1278\text{ }\mu\text{s/cm}$ ،  $379/35\text{ mg/L CaCO}_3$  و  $35/5\text{ mg/L SO}_4$ ،  $189/44\text{ mg/L Cl}^-$  و  $167\text{ mg/L CaCO}_3$  بوده است.

**بحث و نتیجه گیری:** با توجه به این نتایج و مقایسه آن ها با استانداردهای مربوطه مشخص گردید که می توان از آب قنات مذکور علاوه بر کشاورزی، برای مصارف دیگر از جمله پرورش ماهی، مصرف حیوانات، آشامیدن (پس از فیلتراسیون و کلرنی)، احیاء آسیاب های آبی و ایجاد مکان های توریستی و تفریحی استفاده نمود.

### واژه های کلیدی

کیفیت آب، قنات، ویژگی های فیزیکی - شیمیایی، اهرستان، یزد

## طلوع بهداشت

فصلنامه پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال هفتم

شماره اول و دوم

بهار و تابستان ۱۳۸۷

شماره مسلسل: ۲۴-۲۳



## مقدمه

آب یکی از حیاتی ترین مواد موجود در کره خاکی است. کمبود منابع آبی به عنوان یکی از حیاتی ترین اهرم ها، زندگی انسان، گیاهان و جانوران را در بسیاری از کشورها، از جمله کشور ما مورد تهدید قرار داده است و به عنوان یکی از تنگناهای توسعه اقتصادی و کشاورزی محسوب می گردد (۱). اهمیت آب همچنین برای بهداشت و توسعه به اندازه ای است که سازمان جهانی بهداشت (WHO) مهمترین نارسایی قرن بیستم را عدم دسترسی همگان به آب آشامیدنی سالم و کافی عنوان کرده است و امروزه تأکید بر صرفه جویی و استفاده بهینه از منابع آبی است. همین موضوع اهمیت بهسازی منابع و حفاظت آن ها در برابر آلودگی های بیولوژیکی و شیمیایی را مشخص می سازد (۲۹).

کشور ایران در بخش خشک و نیمه خشک کره زمین قرار دارد و تأمین آب بخش های مختلف برای این کشور دارای اهمیت زیادی است. یکی از راه های مفید تأمین آب مورد نیاز بخش های مختلف مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک و مقابله با بحران های خشکسالی کمک به افزایش ذخایر آب زیرزمینی و جلوگیری از خشک شدن قنات است (۳). قنات را می توان نوعی زهکشی زیر زمینی دانست که آب جمع آوری شده توسط این زهکش به سطح زمین آورده می شود و به مصرف آبیاری یا شرب می رسد (۴).

استان یزد با وسعت ۱۳۱۵۷۵ کیلومتر مربع و جمعیت ۹۹۰۸۱۸ نفر در فلات مرکزی ایران قرار دارد. این استان چون در بیابان مرکزی ایران و در محدوده خشک و بیابانی دنیا واقع شده محدودیت های شدیدی در زمینه منابع آب دارد. بارش اندک همراه با تبخیر شدید، رطوبت نسبی پایین توأم با گرمای شدید و نوسانات زیاد درجه حرارت (حداکثر ۴۵+ و حداقل ۲۰- درجه سانتیگراد) از مهمترین عواملی است که استان یزد را به صورت خشکترین استان ایران جلوه داده و از نظر شرایط اقلیمی جزء نقاط گرم و خشک به شمار می رود. بارندگی در استان کم و به شدت نامنظم است. میانگین

بارش سالانه ۱۱۰ میلیمتر گزارش شده است. هیچگونه رودخانه دائمی در استان جریان ندارد و نیازهای آبی بالاجبار از منابع آب زیرزمینی تأمین می گردد. عمده ترین و بزرگترین سفره آب استان سفره آب دشت یزد- اردکان می باشد که آب مورد استفاده در کشاورزی، صنعت و شرب را تأمین می کند (۶۵). از کل مساحت استان در مجموع نزدیک به ۱۹۳۰۰۰ هکتار زمین برای فعالیت های کشاورزی اختصاص دارد که ۳۷۰۲۶ هکتار از این زمین ها از طریق قنات ها آبیاری می شوند (۷).

از مجموع ۳۰۹۸۸ رشته قنات موجود در کشور، ۳۱۳۸ رشته با تخلیه سالانه ۵۳۲ میلیون متر مکعب در استان یزد قرار دارد. با حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق، هر ساله تعدادی از این قنات ها خشک می شوند. برداشت از آب های زیرزمینی از طریق چاه ها ۶۸٪، از طریق قنات ها ۲۶/۷٪ و از طریق چشمه ها ۵/۳٪ صورت می گیرد (۷۵). طول کل قنات استان یزد حدود ۲۷۵۵ کیلومتر است. مجموع میله چاه های قنات ۸۶۱۰۰ میله و مجموع عمق مادرچاه های قنات استان حدود ۴۴۳۰۷ متر می باشد. مجموع تلفات آب در قنات یزد، حدود ۲۰۰۰ لیتر در ثانیه است که حدود ۱۷ درصد آبدهی قنات را شامل می شود و لازم است برای بهره برداری بهینه، روش های مناسب برای حفظ این آب و کاهش تلفات صورت گیرد (۸).

بنابراین ما بایستی به مسئله آبهای زیرزمینی به خصوص قنات، که در استان یزد به تعداد زیاد وجود داشته اما در حال نابودی است توجه کنیم و برای حفظ و پایداری این شاهکارهای استحصال سنتی آب تلاش نماییم. با این هدف قنات اهرستان یکی از قنات های فعال موجود در استان یزد مورد بررسی کیفی قرار گرفت. این قنات با طول کلی ۶۰ کیلومتر و آبدهی تقریباً ۳۰ لیتر در ثانیه، از صادق آباد شروع و به باغ خان منتهی می شود. توضیحات بیشتر در مورد قنات مذکور در جدول ۱ ارائه گردیده است. در حال حاضر از آب این قنات برای کشاورزی استفاده می گردد که با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش های فیزیکی- شیمیایی و



مورد مطالعه و روش یا وسیله اندازه گیری آنهادر جدول ۲ ارائه گردیده است. در نهایت با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مقادیر میانگین و انحراف معیار برای هر پارامتر محاسبه و با استانداردهای آب شرب (۱۰،۱۲،۱۱)، دیاگرام شولر و جهت کشاورزی با دیاگرام ویل کوکس تفسیر گردید (۱۳،۱۴).

طبقه بندی آب این قنات با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای شرب انسان، بر اساس دیاگرام شولر و برای آبیاری از جدول طبقه بندی دانشگاه کالیفرنیا و دیاگرام ویل کوکس صورت گرفته است. همچنین برای دآمداری از روش ارائه شده به وسیله آکادمی ملی علوم آمریکا با توجه به میزان هدایت الکتریکی، بخش منابع آب استرالیا از نظر منیزیم و دپارتمان کشاورزی غرب استرالیا بر اساس میزان باقیمانده خشک استفاده شده است (۱۵). طبقه بندی آب این قنات با توجه به نتایج آزمایشات میکروبی برای شرب، بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی صورت پذیرفته است (۱۶).

میکروبی و با رعایت برخی استانداردها و حذف عوامل آلودگی می توان استفاده بیشتری از آن نمود.

### روش بررسی

این مطالعه به روش توصیفی و مقطعی انجام گردید. در این راستا ضمن جمع آوری اطلاعات مقدماتی از قبیل موقعیت جغرافیایی، مشخصات شناسنامه ای، میزان آبدهی قنات و... با مراجعه به سازمان جهاد کشاورزی، (جدول ۱)، ویژگی های کیفی آب بررسی گردید. بدین منظور، موقعیت قنات به صورت مشاهده عینی بررسی و ۵ ایستگاه نمونه برداری در مسیر قنات مشخص گردید.

نمونه ها در طی چهار مرحله به صورت ماهیانه ( آذر تا اسفند ۱۳۸۷)، بصورت لحظه ای برداشت گردید. سپس نمونه ها در مدت زمان کمتر از دو ساعت به آزمایشگاه منتقل و تمامی پارامترها بر اساس روش های ارائه شده در کتاب روش های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب اندازه گیری شد (۹). پارامترهای

### جدول شماره ۱ - مشخصات قنات اهرستان

مشخصات قنات	
نام قنات : اهرستان	
قدمت و بنیانگذار : تقریباً هفتصد سال - ارسطو (زرتشتی)	
میزان فعلی آبدهی : در حدود ۳۰ Lit/s (بالاترین میزان آبدهی در حدود ۱۵۰ lit/s است.)	
موقعیت جغرافیایی : رودخانه ی سنبادگان در قریه خیرآباد (عیش آباد ، اهرستان) بخش مرکزی شهرستان یزد	
طول کلی قنات و مسیر آب : ۶۰ Km	کیفیت آب قنات : شیرین
طول قنات (فاصله مادر چاه تا مظهر) : ۳۵/۱۰ Km	عمق مادر چاه قنات: ۵۰ متر
طول هرنج (فاصله مظهر تا محل شرب) : ۳۰ Km	وضعیت عمومی قنات : خوب
طول تره کار ( فاصله مادر چاه تا چاه تران - خشکان) : ۵۰ متر	نوع مصرف آب قنات : کشاورزی
کیفیت خاک قریه یا مزرعه : خوب	تعداد میله های قنات : ۳۵۰ عدد
محصول تولیدی در این منطقه : انار و گندم	نوع زمین مسیر چاه های قنات : گلی و سنگی
موقعیت جغرافیایی مادر چاه قنات : دامنه و کوهستان	تعداد دستک های قنات و طول هر یک : ۲ عدد - ۵۰ متر
موقعیت طبیعی مزرعه یا روستای محل قنات : کوهستانی	نوع مالکیت و تعداد مالکین : خرده مالکی - تقریباً ۵۰۰ نفر
محل و موقعیت جغرافیایی مظهر قنات : خراشاه (اسلامیه) - دشت	مساحت زمین قابل کشت و زمین زیر کشت : ۳۰ هکتار - ۱۵ هکتار
تعداد شاخه های فرعی قنات : ۱۷ شاخه که ۵ رشته از آن دایر می باشد. ۱۰ شاخه در دامنه و ۷ شاخه در کوهستان قرار دارد.	
توضیحات تکمیلی : قرار گیری دو رودخانه تفت و آب کوهی ده بالا در مسیر قنات مذکور - استفاده از بند خاکی یا سنگی جهت تغذیه آب قنات - کول گذاری حدود ۲ هزار متر مربع از قنات طی آخرین مرمت و لایروبی در سال ۱۳۷۹ - ۱۳۷۸ و افزایش آبدهی آب قنات تا چهار برابر	



جدول شماره ۲- پارامترهای مورد آزمایش و روش یا وسیله اندازه گیری

پارامتر	روش یا وسیله اندازه گیری	توضیحات	پارامتر	روش یا وسیله اندازه گیری	توضیحات
دمای محیط و آب	دماسنج	اندازه گیری در محل	سختی کل	شیمیایی	تیتراسیون
کدورت	فتومتر	مدل DR-۲۰۰۰	سختی کلسیم	شیمیایی	تیتراسیون
کل جامدات معلق	فتومتر	مدل DR-۲۰۰۰	سختی منیزیم	شیمیایی	تیتراسیون
هدایت الکتریکی	هدایت سنج	با نشان HACH	فسفات	اسپکتروفتومتر	مدل ۲۰D
کل جامدات محلول	گراویمتری	-	سولفات	فتومتر	مدل DR-۲۰۰۰
PH	PH متر	مدل PTV ۱۰۵.C	کلرور	شیمیایی	تیتراسیون
قلیائیت	شیمیایی	تیتراسیون	اکسیژن محلول	DO متر	اندازه گیری در محل
			MPN	میکروبی	تست احتمالی و تأییدی

### نتایج

بر اساس این مطالعه، ویژگی های فیزیکی - شیمیایی و میکروبی آب قنات مذکور بررسی گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

میانگین مقدار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، کدورت، کل جامدات معلق و محلول، EC، سختی کل، کلرور، سولفات و قلیائیت در اولین نقطه برداشت به ترتیب برابر با ۱،۱FTU، ۷/۲۵mg/L،

۲۳۶۸/۸mg/L، ۲۳۷۸/۸μs/cm،

۵۶۳/۷، ۳۹۱/۰۸mg/LCL<sup>-</sup>، ۶۱/۲۵:mg/LSO<sub>۴</sub>

۲۶۸mg/LCaCO<sub>۳</sub> بوده است.

این مقادیر برای آخرین نقطه برداشت برابر است با

۳/۷۵mg/L، ۴FTU، ۱۲۷۸μs/cm، ۶۵۴/۳mg/L

۳۷۹/۳۵ mg/LCa CO<sub>۳</sub>، ۱۸۹/۴۴mg/LCL<sup>-</sup>

۳۵/۵mg/LSO<sub>۴</sub> و ۱۶۷mg/LCaCO<sub>۳</sub>

جدول شماره ۳ - میانگین و انحراف معیار مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در ایستگاه های مختلف

پارامتر	مظهر قنات	اسلامیه	گرمسیر	جاده تفت	باغ خان (یزد)
دمای آب (°C)	۱۸/۵۰±۱/۵	۱۶/۷۵±۱/۱	۱۳/۳۸±۰/۴	۱۲/۰۰±۰/۷	۱۰/۰۰±۰/۷
کدورت (FTU)	۱/۰۰±۱/۲	۰/۵۰±۰/۵	۴/۵۰±۱/۱	۶/۷۵±۱/۵	۴/۰۰±۰/۷
کل جامدات معلق (mg/L)	۷/۲۵±۱/۵	۴/۲۵±۰/۸	۶/۳۷±۲	۷/۷۵±۰/۸	۳/۷۵±۱/۵
کل جامدات محلول (mg/L)	۲۳۶۸/۸±۸۴/۳	۸۳۳/۸±۴۵/۲	۷۱۰/۸±۲۸	۶۹۷/۰±۸۴/۸	۶۵۴/۳±۷۲/۸
هدایت الکتریکی (μS/cm)	۲۳۷۸/۸±۲۰۲/۳	۱۴۸۵/۸±۷۸/۴	۱۲۸۲/۵±۵۸	۱۲۹۴/۰±۹۳/۶	۱۲۸۷/۰±۸۳
سختی کل (mg/LCaCO <sub>۳</sub> )	۵۶۳/۷۰±۸	۴۲۳/۷۵±۱۱/۳	۳۸۱/۹۸±۸/۳	۳۷۷/۲۳±۹/۲	۳۷۹/۳۵±۱۰
سختی کلسیم (mg/LCaCO <sub>۳</sub> )	۳۶۷/۳۵±۳/۸	۳۱۱/۹۵±۴/۹	۲۷۲/۲۸±۶/۱	۲۶۲/۰۳±۶/۶	۲۵۱/۵۲±۶/۹
سختی منیزیم (mg/LCaCO <sub>۳</sub> )	۱۹۶/۳۷±۵/۹	۱۱۱/۸۰±۱۵	۱۰۹/۲۰±۳/۳	۱۱۵/۲۰±۴	۱۲۷/۸۳±۵/۲
کلرور (mg/LCl <sup>-</sup> )	۳۹۱/۰۸±۴/۹	۲۰۶/۴۸±۸/۶	۱۹۱/۷۰±۴/۵	۱۹۳/۲۰±۵/۴	۱۸۹/۴۴±۴/۵
pH	۸/۱۸±۰/۶	۸/۲۳±۰/۷	۸/۱۹±۰/۷	۸/۱۶±۰/۷	۸/۰۳±۰/۹
قلیائیت (mg/LCaCO <sub>۳</sub> )	۲۶۸±۱۰/۳	۲۱۹±۸	۱۸۵±۱۲	۱۷۷±۱۱/۴	۱۶۷±۱۰/۵
سولفات (mg/LSO <sub>۴</sub> )	۶۱/۲۵±۸/۷	۳۴/۲۵±۲/۲	۳۴/۰۰±۳/۲	۳۴/۰۰±۳/۷	۳۵/۵۰±۴/۴
فسفات (mg/LPO <sub>۴</sub> -P)	۰/۰۲۲±۰/۰۲	۰/۰۰۶±۰/۰۱	۰/۰۱۴±۰/۰۱	۰/۰۲۵±۰/۰۱	۰/۰۲۶±۰/۰۱
اکسیژن محلول (mg/LO <sub>۲</sub> )	۶/۳±۰/۲	۶/۵±۰/۲۵	۶/۵±۰/۲۵	۱۰/۶±۰/۴۵	۹/۸±۰/۳
مجموع کلیفرم ها (MPN/۱۰۰ml)	۵±۳	۱۷±۵	۱۷±۵	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰
کلیفرم های مدفوعی (MPN/۱۰۰ml)	۵±۲	۶±۳	۶±۳	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰



## بحث

با توجه به بررسی به عمل آمده و نتایج بدست آمده، آب قنات اهرستان برای آشامیدن بر اساس دیاگرام شولر، جزء آبهای قابل قبول محسوب می شود. این آب برای آبیاری بر اساس جدول طبقه بندی دانشگاه کالیفرنیا، دارای درجه مشکلات کم تا متوسط و بر اساس دیاگرام ویل کوکس، در کلاس S<sup>3</sup>-C<sup>3</sup> قرار دارد و در صورت قابلیت نفوذ آب در خاک، در ردیف آب های متوسط قرار می گیرد. کیفیت آب برای دامداری از نظر میزان شوری دارای وضعیت خیلی مناسب برای انواع دام ها و مرغداری مناسب می باشد.

از دیدگاه میکروبیولوژیک، مجموعه ای از عوامل باکتریولوژیک، ویروسی و پروتوزوئری می توانند منجر به شیوع بیماری های منتقله از آب شوند. برای مثال با توجه به بررسی انجام شده در زمینه شیوع بیماری های منتقله از آب در ۱۹ کشور اروپایی طی سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ (WHO)، نتایج نشان داد که در غالب موارد بیماری شناسایی شده شامل اسهال آمیبی، آلودگی به کریپتوسپوریدیوم، حصبه، هیپاتیت A، اسهال باسیلی و ژباردیازیس بوده است (۱۷). مقایسه نتایج آزمایشات میکروبی با استانداردهای آب شرب ایران و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، بیانگر این است که آب مورد نظر در حال حاضر جهت شرب مناسب نیست. با اینحال استفاده توأم فیلتراسیون و کلرزنی می تواند کیفیت آب را تا حد استانداردهای آب شرب بهبود دهد.

در مطالعه مشابهی که توسط ملکوتیان م و کرمی. ا (سال ۱۳۸۴) انجام شد، کیفیت فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب قنات مورد استفاده شرب شهرهای کرمان و چترود بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد کیفیت آب قنات کرمان و چترود براساس طبقه بندی شولر برای آب آشامیدنی، از کیفیت خوب برخوردار می باشند. از نظر کیفیت میکروبی میزان متوسط MPN باکتری های کلیفرم در قنات های کرمان و چترود به ترتیب ۲۹/۶۶ و ۱۴۶/۷۵ در

۱۰۰ میلی لیتر گزارش شده است (۱۸). در مطالعه حاضر نیز به دلیل عدم وجود بهسازی مناسب و احتمال بروز آلودگی میکروبی آب در قنات، نتایج آزمایش های میکروبی مثبت بوده است. در مطالعه دیگری که توسط کارگرم و همکارانش (۱۳۸۴) در زمینه بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب قنات شرب العین یزد، انجام شد، پارامترهای pH، EC، سختی کل، نترات، PN، مجموع کلیفرم ها و کلیفرم های مدفوعی در نقاط مختلفی از مسیر قنات اندازه گیری شد. با توجه به نتایج این تحقیق، میانگین میزان این پارامترها به ترتیب ۷/۸۶، ۶۱۴ میکروزیمنس بر سانتیمتر، ۲۶۶/۶ میلیگرم در لیتر کربنات کلسیم، ۱۰/۷۸ میلیگرم در لیتر، ۱۱۶/۲ در ۱۰۰ میلی لیتر و ۵۴/۲ در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش شده است. در این تحقیق نیز جهت سنجش کیفی آب نمونه برداری در ۴ نقطه از مسیر قنات انجام شده که با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۹).

## پیشنهادات

با توجه به بررسی های به عمل آمده، جهت بهبود کیفیت آب قنات اهرستان و استفاده بهتر از قنات مذکور پیشنهادات زیر ارائه می گردد:

- بررسی منابع آلوده کننده قنات و رفع آنها: پیشنهاد می شود جهت جلوگیری از ورود آلوده کننده ها به آب، با گسترش شبکه های جمع آوری فاضلاب در روستاها از ورود فاضلاب های خانگی و صنعتی به آبهای زیرزمینی جلوگیری گردد، همچنین از کودهای شیمیایی و آفت کش ها در حد مجاز و با روش صحیح استفاده شده و با سرپوشیده نمودن مسیر و میله چاه های قنات از ورود زباله ها به آب جلوگیری گردد.

- بررسی و رفع مشکلات مربوط به قنات: جهت بهسازی قنات و بهبود کیفیت و کمیت آب آن، مسیر قنات باید لایروبی و کول گذاری شود تا این سازه سنتی پایدار بماند.

- تصفیه آب جهت آشامیدن: از آنجایی که از این آب در بعضی قسمت ها برای آشامیدن استفاده می شود و با



## References

۱-Mehdipour A, Baniasadi M, Ghaemmaghman S. Analyzing the influence of sandy dams on increase of Qanats watering. International Conference on Qanat, Kerman-Iran. ۲۰۰۵; ۵۳۶-۵۴۰ [Persian].

۲-Mousavi G H. «In translation» water works engineering (planning design & operation). Edward M, Motley, Guwg zhu. Tehran, Hafiz press, ۲۰۰۵. [Persian].

۳-Gudarzi A, Eslamian S, Evaluation of flood spreading system and artificial recharge basins regarding on water of Bagh-e-sorkh Qanat's, Shahreza. International Conference on Qanat, Kerman-Iran. ۲۰۰۵; ۲: ۵۱۸-۵۲۳. [Persian].

۴-Sarveqhdmoghadam A, papoli-yazdi M. «In translation». Les Qanats, une technique d'acquisition de l'eau. Henri Goblot. ۱۹۹۲ [Persian].

۵-Deputy of planning office of Yazd governor general. annual statistical data of Yazd province in ۲۰۰۶ year. Islamic republic of Iran data and information office. ۲۰۰۷. [Persian].

۶-Yazd the gem of the desert . A tourist guide and information brochure book one. A work by the office of Yazd's governor general. ۱۹۹۶; ۲۹-۳۰. [Persian].

توجه به نتایج آزمایشات میکروبی که بیانگر کم بودن آلودگی میکروبی این آب می باشد (به خصوص آب مظهر)، می توان با تصفیه (فیلتراسیون و گندزدایی) ، از آن به عنوان آب آشامیدنی بهداشتی استفاده نمود .

-ایجاد نقشه کامل از قنات: در استان تعداد زیادی قنات وجود دارد که نقشه مسیر همه آنها موجود نیست ؛ از جمله مسیر قنات اهرستان که در نقشه تهیه شده از قبل وجود نداشت. پیشنهاد می شود نقشه کاملی از مسیر قنات گردآوری شود.

-بیابان زدایی با آب این قنات: با توجه به این نکته که مساحت زمین قابل کشت اطراف این قنات ۳۰ هکتار است و تنها نصف این مساحت زیر کشت قرار گرفته است ، می توان با تغییر الگوی کشت جهت بیابان زدایی اقدام نمود و با ایجاد مناظر زیبا در طول مسیر و مظهر قنات که در کنار کوه عقاب واقع شده است، جاذبه ای برای همگان ایجاد کرد و کمبود مکان های تفریحی در استان را تا حدی جبران نمود.

-ایجاد قابلیت های گردشگری: می توان با احداث موزه یا مکان های دیدنی در اطراف قنات و انتقال وسایل آسیاب های قدیمی از کار افتاده به آنجا ، باعث جذب توریست و پیشرفت اقتصادی منطقه شد .

-استفاده از انرژی آب: در قدیم بیش از ۲۰-۱۵ آسیاب با آب این قنات فعالیت می کردند که در حال حاضر آسیاب ده نو تفت تنها آسیاب فعال مستقر بر روی آب این قنات می باشد. پیشنهاد می شود از انرژی آب که هیچ گونه آلودگی به همراه ندارد بیشتر استفاده شود و آسیاب های غیر فعال دوباره احیاء شده و همچنین آسیاب هایی با بازدهی بیشتر احداث گردند.

-استفاده از این آب برای مصارف مختلف: با توجه به استانداردهای موجود، از این آب می توان برای پرورش ماهی، مصرف حیوانات و همچنین کاشت گیاهانی که با این آب سازگارند استفاده نمود.



reclamation and reuse, Lewis Publishers, CRC press; ۲۰۰۷.

۱۴-Ghaneian M, Mesdaghinia A, Ehramposh M. Principles of wastewater reuse .۲۰۰۱;۱۰-۱۳. [Persian].

۱۵-Mahdavi M. Applied hydrology. Tehran university press.۱۹۹۹; ۲: ۴۰۱-۴۰۳. [Persian].

۱۶-Shariatpanahi M. Principles of quality & treatment of wastewater. Tehran university. ۱۹۹۶;۵۷-۶۰. [Persian].

۱۷ – Salvato Joseph A. Environmental Engineering, Johnwiley and Sons, Inc, ۲۰۰۳.

۱۸-Malakotian M, Karami A. Study of physical, chemical and bacteriological quality of qanats water for drinking water in Kerman and Chatrod cities ۲۰۰۵.toloo-e-behdasht ۲۰۰۶;۳:۲۸-۳۴. [Persian].

۱۹-Kargar MH, Ehrampoush MH, Ghaneian MT, Shiranian M. Study of chemical and microbial quality of Shorbolein qanat water, ۸th environmental health national conference, Tehran, ۲۰۰۵. [Persian].

۷- Yazd province geography. Ministry of education. Department of research and educational planning. ۲۰۰۷; ۱۹,۳۶. [Persian].

۸-Mostafaeipour A, Zeini M. Survey of Qanats in Yazd province. International Conference on Qanat, Kerman-Iran. ۲۰۰۵; ۱:۴۰۶-۴۰۹. [Persian].

۹-APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater" , Washington , d .c, ۲۰۰۵.

۱۰- Institute of standards and industrial research of Iran Tehran, Drinking water microbiological specifications. ۲۰۰۷; ۶<sup>ed</sup>: ۱۰۱۱ [Persian].

۱۱- WHO. Guidelines for drinking water quality, Surveillance and control of community supplies, World Health Organization, Geneva ۱۹۹۷.

۱۲- WHO. Water quality: Guidelines, Standards and Health. IWA publishing, ۲۰۰۱

۱۳- Rowe D, Abdel-Magid I. Handbook of wastewater



## *Investigation of Physical, Chemical and Microbial Characteristics of Ahrestan Subterranean Canal (SC) Water in Yazd District for Water Resources Conservation and Sustainable Development*

Zeini M\*(Ph.D )– Ghaneian M.T\*\*(Ph.D)-Talebi P\*\*\* (B.S)- Sharifi S\*\*\* (B.S)  
Sheikalishahi S (B.S) \*\*\*Goodarzi B\*\*\* (B.S)- Mali F \*\*\* (B.S)

\*Assistant Professor in Yazd University.

\*\*Assistant Professor in Yazd University of Medical Sciences.

\*\*\* Bachlor of Sciences in Yazd University of Medical Sciences.

### *Abstract*

Present Qanats are considered as enormous investments in Iran, which have old history and great energy and much costs have been covered for them, Attention and protection for Qanats is necessary. In this study, we investigated Ahrestan Qanats water to analyze its quality condition (physical-chemical and microbial) and compare it with standards. For this purpose, sampling was done from ۵ station along this Qanat in ۴ stages, every month. Different tests were performed on these samples and the results were set in some tables. Results in station one showed that, turbidity, TDS, TSS, electrical conductivity, total hardness, chloride, sulfate, alkalinity in Ahrestan Qanat water were ۱FTU , ۷,۲۵mg/L , ۲۳۶۸,۸mg/L, ۲۳۷۸,۸μs/cm, ۵۶۳,۷mg/LCaCO<sub>۳</sub>, ۳۹۱,۰۸mg/LCL<sup>-</sup>, ۶۱,۲۵mg/LSO<sub>۴</sub> , ۲۶۸ mg/LCaCO<sub>۳</sub> respectively. Results in the last station showed that these parameters were ۴FTU, ۳,۷۵mg/L, ۶۵۴,۳mg/L, ۱۲۷۸μs/cm , ۳۷۹,۳۵mg/LCaCO<sub>۳</sub>, ۱۸۹,۴۴mg/LCL<sup>-</sup>, ۳۵,۵mg/LSO<sub>۴</sub>, ۱۶۷mg/LCaCO<sub>۳</sub> respectively. According to the results and by comparing them with related standards we can use this water for other consumptions, for example, for fish breeding consumption by animals, drinking (after filtration and chlorination), watermills, for tourism industry as well as in agriculture.

**Key words:** Water quality, Subterranean Canal (SC), Physico-chemical characteristics, Ahrestan, Yazd