Original article

# Investigation of Drinking Water Quality in Torbat Heydariyeh with IWQIS in 2018

**Mina Ghahrchi**[1, 2]
**Behnam Sepehrnia**[3]
**Edris Bazrafshan**[1, 2]
**Tahere Jahanara**[4]
**Fateme Barjasteh Askari**[1, 2]
**Mohammad Sarmadi** [1, 2*]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran
2- Health Sciences Research Center, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, South of Tehran Health Center, Tehran, Iran
4- Student Research Committee, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran

***Corresponding author:** Mohammad Sarmadi, Health Sciences Research Center, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran

**Email:** msarmadi2@gmail.com

**Received:** 12 October 2019
**Accepted:** 02 December 2019

## ABSTRACT

**Introduction and purpose:** Assessment of water quality assessment is an appropriate measure an important step for the optimal and efficient use of drinking water resources. This study aimed to investigate of drinking water quality in Torbat Heydariyeh County using IWQIS software in 2018.

**Methods:** In the present study, 234 samples of groundwater resources were taken from different areas of the city and 20 physicochemical parameters were evaluated. Drinking water quality and rating was estimated using the Iranian Water Quality Index Software (IWQIS) and statistical analysis was performed in SPSS software (version 20).

**Results:** As evidenced by the obtained results, only about 1% of the samples were outside the standard range of drinking water quality, according to IWQIS software. Moreover, from all investigated samples, 9.2% in total soluble solids, 14.5% in magnesium, 8.6% in chlorine, 0.4% in nitrate, 42.1% in sodium, and 97% in fluoride were outside of Iran's national water standard No.1053.

**Conclusion:** The average drinking water quality index (DWQI) in Torbat Heydariyeh was obtained at 46.76 which falls within an excellent range, excluding water fluoride. Moreover, the highest number of samples outside the standard range was observed in autumn.

**Keywords:** Drinking water, IWQIS software, Torbat heydariyeh, Water quality, Water safety

► **Citation:** Ghahrchi M, Sepehrnia B, Bazrafshan E, Jahanara T, Barjasteh Askari F, Sarmadi M. Investigation of Drinking Water Quality in Torbat Heydariyeh with IWQIS in 2018. Journal of Health Research in Community. Autumn 2019;5(3): 73-82.

مقاله پژوهشی

# بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه به روش IWQIS در سال ۱۳۹۷

مینا قهرچی[۱،۲]
بهنام سپهرنیا[۳]
ادریس بذرافشان[۱،۲]
طاهره جهان آرا[۴]
فاطمه برجسته عسکری[۱،۲]
محمد سرمدی[۱،۲*]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
۲. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت جنوب تهران، تهران، ایران
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

* نویسنده مسئول: محمد سرمدی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

**Email:** msarmadi2@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۱

## چکیده

**مقدمه و هدف:** بررسی کیفیت آب گامی مهم در جهت استفاده بهینه و مناسب از منابع آب شرب می‌باشد. لذا این مطالعه با هدف بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه به روش IWQIS (Iranian Water Quality Index Software) در سال ۱۳۹۷ می‌باشد.

**روش کار:** در پژوهش حاضر ۲۳۴ نمونه از منابع آب زیرزمینی در مناطق مختلف شهرستان گرفته شد و ۲۰ پارامتر فیزیکوشیمیایی در آن‌ها بررسی گردید. بررسی کیفیت آب شرب و رتبه‌بندی کیفی آن توسط نرم‌افزار IWQIS و تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 صورت گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان دادند که از کل نمونه‌های آب آشامیدنی، تنها حدود ۱ درصد خارج از بازه استاندارد کیفیت آب آشامیدنی قرار داشتند. همچنین از مجموع نمونه‌ها، ۹/۲ درصد در کل جامدات محلول، ۱۴/۵ درصد در منیزیم، ۸/۶ درصد در کلر، ۰/۴ درصد در نیترات، ۴۲/۱ درصد در سدیم و ۹۷ درصد در فلوراید خارج از بازه استاندارد ۱۰۵۳ ایران بودند.

**نتیجه‌گیری:** متوسط شاخص کیفی آب آشامیدنی در شهرستان تربت حیدریه با میانگین ۴۶/۷۶ در محدوده عالی به‌دست آمد که بدون در نظرگرفتن فلوراید آب می‌باشد. بیشترین تعداد نمونه‌های خارج از بازه استاندارد نیز در فصل پاییز مشاهده شد.

**کلمات کلیدی:** آب آشامیدنی، شهرستان تربت حیدریه، کیفیت آب، نرم‌افزار IWQIS، کیفیت ایمنی آب

◄ **استناد:** قهرچی، مینا؛ سپهرنیا، بهنام؛ بذرافشان، ادریس؛ جهان آرا، طاهره؛ برجسته عسکری، فاطمه؛ سرمدی، محمد. بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه به روش IWQIS در سال ۱۳۹۷. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۳۹۸؛۵(۳): ۸۲-۷۳.

## مقدمه

میزان کل آب در جهان که به‌صورت چرخه هیدرولوژی در مناطق مختلف در چرخش است، مقداری ثابت می‌باشد.

عواملی نظیر رشد جمعیت و افزایش روزافزون نیازهای آبی، سهم برخورداری بشر از این منبع حیاتی را به‌طور مستمر کاهش می‌دهد؛ بنابراین حفاظت از منابع آبی و کیفیت آن از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد [۱].

معمولاً کیفیت آب با توجه به مصارف آن در واحد مربوطه مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ زیرا با توجه به نوع مصرف آب، کیفیت مطلوب مورد انتظار آن متغیر می‌باشد [۲]. اخیراً تأمین آب شرب با کیفیت مناسب با چالش مواجه است؛ زیرا دخالت بشر در طبیعت، توسعه تکنولوژی و تولید آلاینده‌های مختلف، اثراتی منفی بر کیفیت آب‌های شرب داشته است؛ به‌طوری که بسیاری از مشکلات بهداشتی کشورهای درحال توسعه، به‌طور عمده نبودن آب آشامیدنی سالم است که بدون تأمین آن جایی برای سلامت و رفاه جامعه وجود نخواهد داشت [۳]. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که مصرف آب آلوده می‌تواند سلامت انسان را به‌طور جدی تهدید نماید؛ از این رو شاخص‌ها و استانداردهایی برای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در نظر گرفته شده است [۴].

طبق تعریف سازمان استاندارد ایران، آب آشامیدنی آبی است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که مصرف آن برای آشامیدن، عارضه سوئی را در کوتاه‌مدت یا درازمدت برای انسان ایجاد نکند [۴]. علاوه‌براین، شاخص کیفی آب ابزاری است که اطلاعات پیچیده در مورد پارامترهای اساسی کنترل کیفیت آب را به یک عدد شاخص و ساده جهت درک بهتر مسئولان و مردم عادی تبدیل می‌نماید [۹-۵]. البته استفاده از یک شاخص جهت تعیین سطح کیفیت آب موضوع بسیار بحث‌برانگیزی است؛ زیرا یک عدد واحد نمی‌تواند گویای کیفیت اصلی آب باشد [۱۰].

اگرچه یک شاخص پذیرفته‌شده جهانی برای محاسبه کیفیت آب وجود ندارد؛ اما اکثر کشورها به‌منظور ایجاد و یا گسترش شاخص‌های کیفی آب از جمع داده‌های کیفی آب استفاده می‌نمایند. اکثر شاخص‌های کیفی آب براساس مقادیر استاندارد و یا حدود مورد انتظار مربوط به هر پارامتر محاسبه می‌شوند. در این شاخص‌ها به هر پارامتر با توجه به میزان تأثیری که می‌تواند بر سلامتی داشته باشد، یک فاکتور وزنی مناسب اختصاص داده می‌شود. در نهایت، کیفیت آب به‌صورت عالی تا بسیار ضعیف تفسیر می‌گردد [۱۰].

Horton در سال ۱۹۶۵ اولین شاخص کیفی آب را (که بتواند گویای چگونگی کیفیت آب باشد) ارائه نمود و پس از آن NSF (National Sanitation Foundation) در سال ۱۹۷۸ با استفاده از روش دلفی این شاخص را گسترش داد و آن را به‌صورت WQI (Water Quality Index) معرفی نمود [۱۲-۷،۱۰]. پس از آن پژوهشگرانی از جمله Dojlido و همکاران (۱۹۹۴)، Smith و همکاران (۱۹۹۰)، Stambuk-Gilianvoic (۱۹۹۹)، Wunderlin و Pesce (۲۰۰۰)، Deshpande و Sargaonkar (۲۰۰۳)، Singh (۲۰۰۸)، نصیریان (۲۰۰۷) و Kannel (۲۰۰۷) اصلاحاتی را در مورد WQI انجام دادند و همین امر سبب پیشرفت بیشتر شاخص‌های کیفی آب شد [۱۲،۱۳].

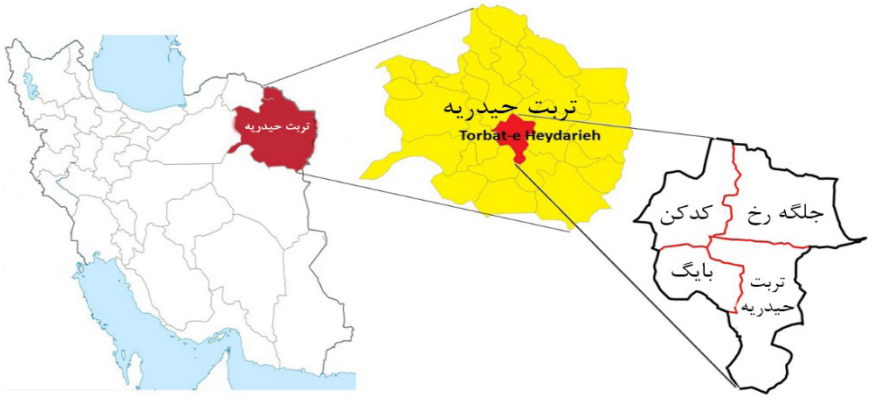
در سال ۲۰۱۲ نیز دکتر نبی‌زاده و همکاران در دانشگاه علوم پزشکی تهران نرم‌افزارهای قبلی در زمینه شاخص‌های کیفیت آب را مورد مطالعه قرار دادند و با هدف تهیه نرم‌افزاری مناسب که بیانگر کیفیت آب با تکیه بر مدل‌های کیفی و شاخص‌ها باشد، اصلاحاتی را در مورد WQI انجام دادند و در نهایت موفق شدند نرم‌افزار جدیدی را تهیه کنند. این نرم‌افزار IWQIS نام داشت. در تهیه این ابزار از تجارب به‌کاررفته در تهیه سایر نرم‌افزارهای تبیین‌گر شاخص کیفی آب استفاده گردیده است؛ بدین‌ترتیب نرم‌افزار کامل و جامعی می‌باشد [۱۴].

این نرم‌افزار با توجه به ویژگی‌های منابع آب کشور ایران و همچنین با توجه به استانداردهای مورد قبول در کشور تهیه شده و نرم‌افزاری بومی‌سازی‌شده می‌باشد که می‌تواند برای

بررسی هر نوع آب از جمله آب‌های آشامیدنی لوله‌کشی، بطری‌شده، آب معدنی، منابع تأمین آب و غیره به کار رود. مزیت اصلی این نرم‌افزار، ایرانی‌بودن آن و تکیه بر دانش بومی کشور است. علاوه‌براین، این مطالعه برای اولین بار در سطح استان خراسان رضوی با استفاده از نرم‌افزار IWQIS انجام شده است. با توجه به موارد ذکرشده، هدف از مطالعه حاضر استفاده از نرم‌افزار IWQIS برای مطالعه شاخص‌های کیفی آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه بود تا بدین‌طریق کیفیت آب شرب این منطقه با استانداردهای ملی و جهانی مقایسه و تفسیر گردد.

## روش کار

در مطالعه مقطعی حاضر به تعیین کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه در نقاط مختلف این شهرستان در سال ۱۳۹۷ پرداخته شد. نمونه‌های مورد مطالعه شامل: تمام نمونه‌های برداشت‌شده توسط شبکه‌های بهداشت و درمان تربت حیدریه و اداره آب و فاضلاب این شهرستان بودند. در مجموع، ۲۳۴ نمونه از منابع آب زیرزمینی آب شرب شهرستان تربت حیدریه توسط شبکه بهداشت و درمان و اداره آب و فاضلاب برداشت شده بود، استفاده شد. منطقه مورد نظر، شهرستان تربت حیدریه با وسعت ۶۱۷۵ کیلومتر مربع در استان خراسان رضوی در شرق ایران با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۵۹° ۱۲' ۵۸,۱۲" E و ۳۵° ۱۶' ۴۷,۴۳" N بود (شکل ۱). این منطقه نیمه‌کوهستانی با آب و هوای نیمه‌خشک از شرق با کشور افغانستان فاصله کمی دارد. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۹۵ مطابق با اطلاعات مرکز آمار ایران معادل ۳۴۳۷۳۰ نفر گزارش شده و یکی از بزرگترین شهرستان‌های استان خراسان رضوی می‌باشد. این شهرستان از چهار بخش (تربت حیدریه (مرکز شهرستان)، رشتخوار، زاوه و مه‌ولات) تشکیل شده است که بخش اصلی و مرکزی آن تربت حیدریه می‌باشد. منابع آب شهرستان تربت حیدریه غالباً منابع آب زیرزمینی است که به‌صورت چاه عمیق می‌باشد. تمامی نمونه‌های برداشت‌شده در این مطالعه از منابع آب زیرزمینی بودند که وارد شبکه آب شرب جمعیت شهرستان می‌شدند. صحت تمامی اطلاعات توسط معاونت بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه تأیید گردید و دقت آن‌ها با توجه به دستگاه اندازه‌گیری که در آزمایشگاه آب و فاضلاب موجود بود، تأیید شد. نمونه‌برداری و انجام آزمایشات مطابق با روش‌های استاندارد کتاب "روش‌های




**شکل ۱: منطقه جغرافیایی مورد مطالعه**

استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب" صورت گرفت [۱۶]. شایان ذکر است که نرم‌افزار IWQIS به‌منظور بررسی وضعیت کیفیت آب، به هر پارامتر، وزنی متناسب با استاندارد و شرایط منطقه‌ای کشور و نیز از نظر بهداشتی و تأثیر بر سلامتی می‌دهد. پس از محاسبات دقیق و کامل، به هر نمونه آب با توجه به غلظت پارامترهای موجود در آن و وزن در نظر گرفته‌شده برای هر پارامتر، عددی به‌عنوان شاخص کیفی ارائه می‌شود که یک مقدار عددی و بدون واحد می‌باشد. چنانچه شاخص کیفی کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰، ۱۰۰ تا ۲۰۰، ۲۰۰ تا ۳۰۰ و بیش از ۳۰۰ باشد؛ آب به‌ترتیب تحت عنوان عالی، خوب، ضعیف، بسیار ضعیف و نامناسب طبقه‌بندی می‌گردد.

با توجه به هدف مطالعه که بررسی کیفیت آب آشامیدنی بود، ۲۰ پارامتر از جمله پارامترهایی نظیر قلیائی‌بودن، سختی، غلظت کلسیم، منیزیم، کلرور، سولفات، نیتریت، نیترات، فلوراید، سدیم، پتاسیم، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول (TDS)، دما و pH اندازه‌گیری‌شده توسط آزمایشگاه در هر نمونه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج اعلام گردید. از طریق بررسی نتایج آزمایشات به‌دست‌آمده و مقایسه آن با استانداردهای ملی (۱۰۵۳ سازمان استاندارد ایران) و جهانی (استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (WHO: World Health Organization) و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA: Environmental Protection Agency))، دسته‌بندی کیفی نمونه‌های آب آشامیدنی با استفاده از نرم‌افزار IWQIS ارائه گردید.

برای جمع‌آوری داده‌ها از کل نمونه‌هایی که در طی سال ۱۳۹۷ برداشت شد، استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 20 استفاده شد. آمار توصیفی نظیر میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر مقادیر کیفی آب تعیین شد. جهت مقایسه تغییر ماه و فصل سال بر کیفیت آب از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

## یافته‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شهرستان تربت حیدریه در جدول ۱ گزارش شده است. با توجه به یافته‌ها می‌توان گفت که بیشتر پارامترهای کیفی آب با توجه به استاندارد ۱۰۵۳ ایران در گستره استاندارد قرار دارند. بر مبنای نتایج جدول ۱ و مقایسه با معیار جدول ۲، سختی کل آب به‌طور میانگین معادل ۱۱۹/۴۲ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم (mg/l as CaCO3) می‌باشد که از نظر استاندارد در گستره آب‌های نسبتاً سخت طبقه‌بندی می‌گردد. میزان فلوراید آب آشامیدنی در شهرستان تربت حیدریه در حد کمتر از استاندارد بوده و به‌طور متوسط معادل ۰/۱۳±۰/۲۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.

مقادیر کیفی پارامترهای کیفیت آب محاسبه‌شده توسط نرم‌افزار IWQIS با درنظرگرفتن مقادیر فلوراید و بدون درنظرگرفتن آن در جدول ۳ نشان داده شده است. چنانچه فلوراید را نیز در رتبه‌بندی کیفی آب لحاظ شود و با استفاده از نرم‌افزار IWQIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، نتایج حاکی از درصد بالایی از نمونه‌ها خواهند بود که در گستره آب‌های با کیفیت نامناسب و بسیار ضعیف قرار می‌گیرند. در این مطالعه میانگین کلی با درنظرگرفتن فلوراید معادل ۷۰۶/۳۲ گزارش شد که از نظر کیفیت آب در گروه نامناسب طبقه‌بندی می‌گردد؛ اما بدون درنظرگرفتن فلوراید، مقادیر میانگین برابر با ۴۶/۷۶ گزارش شد که در گستره آب‌های با کیفیت عالی می‌باشد. همچنین تعداد و درصد نمونه‌هایی که از حد مطلوب و مجاز استاندارد ایران خارج بوده‌اند، در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، درصد پارامترهای خارج از استاندارد کل جامدات محلول، منیزیم، کلر، نیترات، سدیم و فلوراید به‌ترتیب معادل ۹/۲، ۱۴/۵، ۸/۶، ۰/۴، ۴۲/۱ و ۹۷ بوده و سایر پارامترها در گستره مجاز و استاندارد کیفیت آب آشامیدنی قرار دارند. همچنین از نظر شاخص کیفیت آب مبنی بر نرم‌افزار IWQIS (بدون درنظرگرفتن عامل فلوراید)، به‌ترتیب ۷۰

**جدول ۱: شاخص‌های آماری پارامترهای کیفی آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه**

| پارامتر | میانگین | انحراف معیار | حداکثر | حداقل |
|---|---|---|---|---|
| pH | ۷/۶۹ | ۰/۲۴ | ۸/۷۲ | ۶/۸۳ |
| دما (سانتی‌گراد) | ۲۸/۰۳ | ۲/۴۳ | ۲۹/۸ | ۱۴/۶ |
| EC (میکرو مهموس بر سانتی‌متر) | ۱۳۱۰/۰۲ | ۵۴۴/۸۶ | ۳۵۹۰ | ۰/۱۵ |
| کدورت (نفلومتری) | ۰/۴۶ | ۱/۴۹ | ۲۲/۴ | ۰/۰۸ |
| پتاسیم (میلی‌گرم در لیتر) | ۳/۴۸ | ۵/۷۱ | ۸۵ | ۰/۵ |
| بی‌کربنات (میلی‌گرم در لیتر) | ۲۰۰/۶۶ | ۵۶/۶۲ | ۳۸۷ | ۷۰ |
| سختی کلسیمی (میلی‌گرم در لیتر) | ۴۴/۲۸ | ۲۹/۲۲ | ۲۲۵ | ۵ |
| سختی موقت (میلی‌گرم در لیتر) | ۶۱/۳۰ | ۲۵/۵۵ | ۱۹۳ | ۴ |
| سختی کل (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۱۹/۴۲ | ۵۱/۹۸ | ۳۱۱ | ۳۵ |
| سولفات (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۰۱/۴۴ | ۶۵/۱۴ | ۳۴۰ | ۵ |
| سدیم (میلی‌گرم در لیتر) | ۲۰۳/۵۹ | ۱۰۱/۸۲ | ۶۴۳ | ۵/۵ |
| فلوراید (میلی‌گرم در لیتر) | ۰/۲۳ | ۰/۱۳ | ۱/۰۱ | ۰ |
| قلیائیت کل (میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) | ۲۱۶/۶۴ | ۵۷/۷۴ | ۳۸۷ | ۷۵ |
| قلیائیت کربناتی (میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) | ۸/۴۳ | ۹/۰۳ | ۷۰ | ۰ |
| کربنات (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۷/۰۳ | ۲۱/۶۰ | ۲۴۸ | ۰ |
| کل جامدات محلول (میلی‌گرم در لیتر) | ۹۴۱/۲۹ | ۳۸۶/۶۲ | ۲۶۲۰ | ۱۶۶/۶ |
| کلسیم (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۷/۸۶ | ۱۱/۶۸ | ۹۰ | ۲ |
| کلراید (میلی‌گرم در لیتر) | ۲۱۰/۳۳ | ۱۳۹/۵۲ | ۸۵۲ | ۱۴ |
| منیزیم (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۸/۸۱ | ۱۲/۱۲ | ۹۰ | ۱/۲ |
| نیترات (میلی‌گرم در لیتر) | ۳/۵۰ | ۳/۶۶ | ۵۵ | ۰ |

**جدول ۲: محدوده استاندارد سختی آب‌های آشامیدنی براساس استاندارد ایران (۱۷)**

| محدوده (میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) | نوع آب |
|---|---|
| ۰-۷۵ | سبک |
| ۷۵-۱۵۰ | نسبتاً سخت |
| ۱۵۰-۳۰۰ | سخت |
| >۳۰۰ | بسیار سخت |

درصد از نمونه‌ها در حد عالی، ۲۹ درصد در سطح خوب و کمتر از ۱ درصد از نمونه‌ها در گروه آب‌هایی با کیفیت ضعیف، بسیار ضعیف و نامناسب گزارش شدند (شکل ۲).

بین میانگین شاخص کیفیت آب در فصول مختلف ارتباط معنی‌داری گزارش نگردید. آنالیزهای آماری اختلاف میانگین شاخص کیفی آب بین ماه‌های مختلف سال را نیز معنی‌دار نشان ندادند.

**جدول ۳: مقادیر کیفی پارامترهای شیمیایی آب آشامیدنی محاسبه‌شده توسط نرم‌افزار IWQIS**

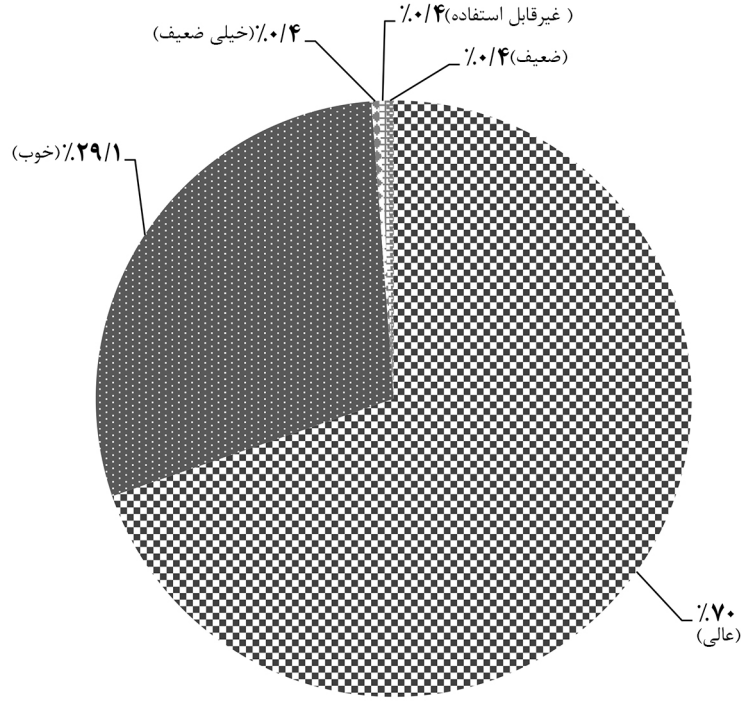
| شماره آنالیز | ویژگی | کدورت | پتاسیم | سدیم | EC | سولفات | نیترات | TDS | قلیائیت | کلراید | منیزیم | کلسیم | سختی | فلوراید | شاخص کلی کیفیت آب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| با در نظر گرفتن فلوراید | میانگین | ۵/۸۸ | ۱/۴۶ | ۷/۶۸ | ۵/۴۹ | ۲/۵۶ | ۰/۸۹ | ۶/۲۹ | ۸/۱۸ | ۳/۹۶ | ۳/۱۴ | ۰/۳۰ | ۱/۲۰ | ۶۵۹/۵۵ | ۷۰۶/۳۲ |
| | انحراف معیار | ۱۸/۷۷ | ۲/۳۸ | ۳/۸۳ | ۲/۲۸ | ۱/۶۴ | ۱/۰۴ | ۲/۵۹ | ۲/۲۱ | ۲/۶۲ | ۲/۰۲ | ۰/۲۰ | ۰/۵۲ | ۳۶۵۸/۲۳ | ۳۶۵۶/۶۰ |
| | حداقل | ۱/۰۰ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۰۰ | ۰/۱۳ | ۰/۰۰ | ۱/۱۱ | ۲/۸۱ | ۰/۲۶ | ۰/۲۰ | ۰/۰۳ | ۰/۳۵ | ۳۲/۱۸ | ۹۰/۸۸ |
| | حداکثر | ۲۸۰/۰۰ | ۳۵/۴۲ | ۲۴/۱۱ | ۱۴/۹۶ | ۸/۵۰ | ۱۵/۷۱ | ۱۷/۴۷ | ۱۴/۵۱ | ۱۵/۹۸ | ۱۵/۰۰ | ۱/۵۰ | ۳/۱۱ | ۳۲۵۰۰/۰۰ | ۳۲۵۴۰/۷۵ |
| بدون در نظر گرفتن فلوراید | میانگین | ۵/۸۸ | ۱/۴۶ | ۷/۶۸ | ۵/۴۹ | ۲/۵۶ | ۰/۸۹ | ۶/۲۹ | ۸/۱۸ | ۳/۹۶ | ۳/۱۴ | ۰/۳۰ | ۱/۲۰ | – | ۴۶/۷۶ |
| | انحراف معیار | ۱۸/۷۷ | ۲/۳۸ | ۳/۸۳ | ۲/۲۸ | ۱/۶۴ | ۱/۰۴ | ۲/۵۹ | ۲/۲۱ | ۲/۶۲ | ۲/۰۲ | ۰/۲۰ | ۰/۵۲ | – | ۲۳/۳۷ |
| | حداقل | ۱/۰۰ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۰۰ | ۰/۱۳ | ۰/۰۰ | ۱/۱۱ | ۲/۸۱ | ۰/۲۶ | ۰/۲۰ | ۰/۰۳ | ۰/۳۵ | – | ۱۸/۱۰ |
| | حداکثر | ۲۸۰/۰۰ | ۳۵/۴۲ | ۲۴/۱۱ | ۱۴/۹۶ | ۸/۵۰ | ۱۵/۷۱ | ۱۷/۴۷ | ۱۴/۵۱ | ۱۵/۹۸ | ۱۵/۰۰ | ۱/۵۰ | ۳/۱۱ | – | ۳۱۴/۳۴ |

**جدول ۴: تعداد و درصد نمونه‌های دارای غلظت بیش از حد مجاز برخی از پارامترهای شیمیایی آب آشامیدنی در شهرستان تربت حیدریه**

| پارامتر | حداکثر مطلوب | | حداکثر مجاز | | غلظت بیش از حداکثر مجاز یا نامطلوب | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | استاندارد | تعداد | درصد | استاندارد | تعداد | درصد | تعداد | درصد |
| سختی کل | ۲۰۰ | ۲۱۲ | ۹۰/۶ | ۵۰۰ | ۲۲ | ۹/۴ | | |
| TDS | ۱۰۰۰ | ۱۴۵ | ۶۲/۸ | ۱۵۰۰ | ۶۵ | ۲۸ | ۲۱ | ۹/۲ |
| منیزیم | ۳۰ | ۱۹۵ | ۸۵/۵ | – | – | – | ۳۳ | ۱۴/۵ |
| کلسیم | ۳۰۰ | ۲۳۳ | ۱۰۰ | – | – | – | ۰ | ۰ |
| سولفات | ۲۵۰ | ۲۲۳ | ۹۵/۷ | ۴۰۰ | ۱۰ | ۴/۳ | ۰ | ۰ |
| کلرور | ۲۵۰ | ۱۳۵ | ۵۷/۹ | ۴۰۰ | ۷۸ | ۳۳/۵ | ۲۰ | ۸/۶ |
| نیترات | – | – | – | ۵۰ | ۲۳۲ | ۹۹/۶ | ۱ | ۰/۴ |
| سدیم | ۲۰۰ | – | – | ۲۰۰ | ۱۳۵ | ۵۷/۹ | ۹۸ | ۴۲/۱ |
| فلوراید | – | – | – | ۰/۵-۱/۵ | ۶ | ۳ | ۲۲۷ | ۹۷ |

**جدول ۵: شاخص های آماری مربوط به شاخص کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه**

| فصل | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف از معیار | P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| **بهار** | ۱۴/۱۴ | ۹۵/۱۹ | ۴۶/۱۱ | ۱۵/۵۶ | P>۰/۰۵ |
| **تابستان** | ۲۲/۲۲ | ۷۹/۷۳ | ۴۷/۴۲ | ۱۱/۸۴ | |
| **پاییز** | ۱۰/۱۸ | ۳۱۴/۳۴ | ۴۷/۴۷ | ۴۰/۸۸ | |
| **زمستان** | ۱۱/۰۵ | ۸۳/۲۱ | ۴۶/۳۴ | ۱۵/۸۴ | |




**شکل ۳: دسته‌بندی کیفی اب اشامیدنی منابع اب شهرستان تربت حیدریه**

## بحث و نتیجه‌گیری

دسترسی به آب آشامیدنی سالم بدون شک یکی از نیازهای اساسی بشر برای دستیابی به سلامت عمومی می‌باشد [۱۵]. کیفیت مطلوب فیزیکی و شیمیایی آب از نقطه نظر مقبولیت آن برای مصرف‌کننده، حفظ سلامتی وی و نگهداری از سیستم شبکه آب ضروری می‌باشد [۱۸]. در این مطالعه با بررسی ۲۰ پارامتر فیزیکی و شیمیایی آب شرب در شهرستان تربت حیدریه مشاهده گردید که مقادیر اندازه‌گیری‌شده برای شش پارامتر TDS، منیزیم، کلرور، سولفات، سدیم، پتاسیم و فلوراید در تعدادی از نمونه‌ها خارج از محدوده مجاز اعلام‌شده در استاندارد ۱۰۵۳ ملی ایران می‌باشد. این درحالی است که در سایر مطالعات از جمله پژوهش رسولی و همکاران که در آن کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی شهرستان سوادکوه بررسی گردید، تنها پارامتری که در حدود مجاز و مطلوب قرار نداشت، فلوراید بود که همچون مطالعه حاضر در مقادیر کمتر از حد استاندارد قرار داشت [۱۹]. همچنین کرامتی و همکاران در پژوهش خود گزارش نمودند که از نظر آماری بین پارامترهای شیمیایی آب شرب شهر گناباد از جمله سختی و TDS اختلاف معناداری بر مبنای استانداردهای اعلام‌شده وجود ندارد و تنها کلراید دارای اختلاف معناداری با مقادیر استاندارد می‌باشد؛ هرچند که در اکثر منابع آب شرب زیرزمینی، مشکل بالابودن مقادیر سختی، نیترات و املاح محلول وجود دارد؛ به‌عنوان مثال، بدیعی‌نژاد و همکاران با بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب شرب زیرزمینی دشت شیراز بیان نمودند که میزان سختی، نیترات و املاح این آب‌ها بیشتر از مقدار مجاز می‌باشد [۱۸]. تجزیه سنگ‌های آهکی در این مناطق دلیل افزایش سختی و املاح آب و همچنین

شیب زمین در قسمت پایین‌دست چاه‌ها و فاضلاب‌های شهری و مسکونی، عامل افزایش غلظت نیترات گزارش شده است [۲۰]. باید خاطرنشان ساخت که منابع تأمین آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه، چاه‌ها هستند که از نظر میزان سختی و غلظت نیترات در شرایط مطلوبی قرار دارند.

بررسی کلی کیفیت آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه با استفاده از نرم‌افزار IWQIS برای پارامترهای کیفی آب به‌جز فلوراید که در مقادیر پایین‌تر از حد مجاز قرار داشت (شکل ۳)، حاکی از آن بود که با توجه به مقادیر WQI، ۷۰ درصد از نمونه‌های آب از نظر کیفیت در وضعیت عالی و ۲۹/۱ درصد در وضعیت خوب قرار دارند. سهم کیفیت‌های ضعیف، بسیار ضعیف و نامناسب از آب آشامیدنی هرکدام معادل ۰/۳ درصد بوده است که در مجموع ۰/۹ درصد می‌باشد. میانگین کلی WQI که در جدول ۳ قابل‌مشاهده است، معادل ۴۶/۷۶ می‌باشد که در محدوده عالی قرار دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت کلی آب آشامیدنی شهرستان تربت حیدریه از شرایط مناسبی برخوردار بوده و تنها در برخی از مواقع نمونه‌هایی با کیفیت پایین‌تر دریافت شده است.

از سوی دیگر، یافته‌ها نشان دادند که بین مقادیر میانگین WQI با فصل‌ها، ارتباط معناداری وجود ندارد ($P<0/05$)؛ اما تعداد محدودی از نمونه‌ها (سه عدد) که دارای کیفیت ضعیف یا نامناسب بودند، در فصل پاییز برداشت شده بودند (جدول ۵). در گزارش سپهرنیا و همکاران در ارتباط با بررسی کیفیت آب آشامیدنی شبکه‌های توزیع شهرستان ری با استفاده از نرم‌افزار IWQIS بیان نمودند که با توجه به وجود بارندگی‌ها در فصل پاییز و زمستان، کیفیت آب آشامیدنی کاهش یافته است [۲۱]. آن‌ها همچنین کشاورزی سنتی، جمعیت بالای شهر ری و برداشت آب به میزان زیاد در فصول قبل از پاییز را دلیل این کاهش کیفیت ذکر نمودند. در سایر مطالعات نیز که در کشورهای مکزیک و عراق انجام شده‌اند، به کاهش کیفیت آب آشامیدنی در فصل پاییز اشاره گردیده است [۲۲،۲۳].

با این وجود در مطالعه حاضر، بین مقادیر WQI با ماه‌ها ارتباط معناداری مشاهده نشد ($P<0/05$)؛ بنابراین وجود بارش‌ها در این شهرستان و برداشت آب در فصول پرمصرف از نظر آماری اثر معناداری بر کیفیت آب آشامیدنی آن نداشته است. این عامل را می‌توان به محافظت از منابع آب آشامیدنی این شهرستان که چاه‌ها می‌باشند و بهسازی منابع آب نسبت داد. در نهایت می‌توان گفت که کیفیت کلی آب آشامیدنی در شهرستان تربت حیدریه در حد مناسب و مجاز می‌باشد و تنها در برخی از شاخص‌های کیفیت مانند فلوراید، مشکل کمبود آن وجود دارد که با استفاده از راه‌کارهایی مانند افزودن فلوراید به آب آشامیدنی می‌توان این مشکل را نیز حل نمود. از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به بالابودن تعداد حجم نمونه از کلیه بخش‌های شهرستان، دقت بالای اندازه‌گیری شاخص‌ها و دقت بالای نرم‌افزار در محاسبه شاخص‌ها اشاره کرد. در ارتباط با محدودیت‌های این مطالعه نیز می‌توان از عدم مقایسه کیفیت آب سایر منابع آب نام برد که با توجه به اینکه تمامی منابع آب منطقه از منابع آب زیرزمینی می‌باشند، قابل‌تأمل است. در نهایت پیشنهاد می‌گردد که در سایر شهرستان‌ها و استان‌های کشور از این نرم‌افزار به‌منظور بررسی کیفیت آب سایر منابع استفاده گردد تا نقاط ضعف و قوت آن نمود بیشتری پیدا کند.

## قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت مالی کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه به دلیل تأمین هزینه این پژوهش با کد طرح SRC-96-104 و کد اخلاق IR.THUMS.REC.1395.48 تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References


1. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins-Obstetrics. Practice Bulletin No. 171: management of preterm labor. Obstet Gynecol 2016; 128(4): e155-64.
2. Berghella V, Saccone G. Fetal fibronectin testing for prevention of preterm birth in singleton pregnancies with threatened preterm labor: a systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. Am J Obstet Gynecol 2016; 215(4):431-8.
3. McCubbin K, Moore S, MacDonald R, Vaillancourt C. Medical transfer of patients in preterm labor: treatments and tocolytics. Prehosp Emerg Care 2015; 19(1):103-9.
4. Nadeau-Vallee M, Obari D, Quiniou C, Lubell WD, Olson DM, Girard S, et al. A critical role of interleukin-1 in preterm labor. Cytokine Growth Factor Rev 2016; 28:37-51.
5. Husain T, Fernando R, Segal S. Obstetric anesthesiology: a case-based approach. Cambridge: Cambridge University Press; 2019. P. 152.
6. Hawkins J, Wells C, Casey B, McIntire D, Leveno K. A randomized double-blinded placebo-controlled trial of nifedipine for acute tocolysis of preterm labor. Am J Obstet Gynecol 2019; 220(1):S59.
7. Songthamwat S, Nan CN, Songthamwat M. Effectiveness of nifedipine in threatened preterm labor: a randomized trial. Int J Womens Health 2018; 10:317-23.
8. Ali AA, Sayed AK, El Sherif L, Loutfi GO, Ahmed AM, Mohamed HB, et al. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of atosiban versus nifedipine for inhibition of preterm labor. Int J Gynecol Obstet 2019; 145(2):139-48.
9. Perveen S, Araainuddin J, Naz S. Short term tocolytic efficacy of transdermal nitrogelycerine. Med Channel 2010; 16(1):152-4.
10. Sheikh NB, Usman T, Maheshwari H. Efficacy of glyceryl trinitrite transdermal patch in the management of preterm labour. J Soc Obstet Gynaecol Pak 2018; 8(2):86-90.
11. Smith GN, Guo Y, Wen SW, Walker MC, Canadian Preterm Labor Nitroglycerin Trial Group. Secondary analysis of the use of transdermal nitroglycerin for preterm labor. Am J Obstet Gynecol 2010; 203(6):565.e1-6.
12. Mirteimoori M, Sakhavar N, Teimoori B. Glyceryl trinitrate versus magnesium sulfate in the suppression of preterm labor. Shiraz E Med J 2009; 10(2):73-8.
13. Smith GN, Walker MC, Ohlsson A, O'Brien K, Windrim R, Canadian Preterm Labor Nitroglycerin Trial Group. Randomized double-blind placebo-controlled trial of transdermal nitroglycerin for preterm labor. Am J Obstet Gynecol 2007; 196(1):37.e1-8.
14. Navathe R, Berghella V. Progesterone as a tocolytic agent for preterm labor: a systematic review. Curr Opin Obstet Gynecol 2016; 28(6):464-9.
15. World Health Organization. Drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019.
16. Keramati H, Mahvi A, Abdulnezhad L. The survey of physical and chemical quality of Gonabad drinking water in spring and summer of 2007. Horizon Med Sci 2007; 13(3):25-32 (Persian).
17. Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American Public Health Association; 2012
18. Institute of Standards and Industrial Research. Drinking water physical and chemical specifications. 5th ed. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research; 2010. P. 26.
19. Dianati Tilaki R, Rasouli Z. Reviewing the chemical quality (Nitrate, Fluoride, Hardness, Electrical Conductivity) and bacteriological assessment of drinking water in Svadkooh, Iran, during 2010-2011. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(104):51-5 (Persian).
20. Badee Nezhad A, Farzadkia M, Gholami M, Jonidi Jafari A. Chemical quality assessment of Shiraz plain's groundwater as a drinking water resource using Geographical Information System (GIS). Iran South Med J 2014; 17(3):358-67 (Persian).
21. Sepehrnia B, Nabizadeh R, Mahvi A, Naseri S. Water quality analysis of drinking water distribution systems of rey township using IWQIS software. Iran J Health Environ 2016; 9(1):103-14.
22. Rubio-Arias H, Contreras-Caraveo M, Quintana RM, Saucedo-Teran RA, Pinales-Munguia A. An overall water quality index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico. Int J Environ Res Public Health 2012; 9(5):1687-98.
23. Rabee AM, Abdul-Kareem BM, Al-Dhamin AS. Seasonal variations of some ecological parameters in Tigris River water at Baghdad Region, Iraq. J Water Resource Protect 2011; 3(4):262.