



سال یازدهم، شماره ۴۲
بهار ۱۳۹۹، صفحات ۲۷-۲۱

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر ایلخچی

احمد اصل هاشمی *

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران

Email: aaslhashemi@yahoo.com

معصومه کاظمیان

گروه بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران

چکیده

ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی بر حسب نوع و مقدار مبنای قضاوت در مورد قابل شرب بودن و تاثیرگذاری هر کدام از اجزای فوق بر بهبود کیفیت، افزایش مقبولیت و یا تهدید سلامت مصرف کننده آن می‌باشد. هدف از این بررسی پی بردن به مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شرب شهر ایلخچی و مقایسه آن با استانداردهای ملی و جهانی می‌باشد. این تحقیق در پاییز سال ۹۶ انجام گرفت که به صورت تصادفی دوازده نمونه آب از دو چاه اصلی شهر گرفته شده و غلظت پارامترهای فیزیکی-شیمیایی اندازه گیری شد. آزمایش‌های شیمیایی در دو دسته کلی آزمایشات دستگاهی و تیمتری انجام گرفته است. کلیه آزمایشات به روش مرجع استاندارد متد انجام گردید. جامدات محلول، سختی، کلسیم، منیزیم، قلیائیت، کلر، نترات، بیکربنات، سدیم، پتاسیم، EC، pH و سولفات مورد اندازه گیری شده از نظر استاندارد در محدوده مجاز و مطلوب بوده است. به طور کلی کیفیت فیزیکوشیمیایی آب شرب شهر مطابق با استانداردهای ملی بوده ولی به علت گسترش روز افزون جمعیت و نیاز بیش تر جمعیت به آب ممکن است در آینده تغییراتی در پارامترهای شیمیایی مشاهده شود. بنابراین کیفیت آب باید به طور مستمر تحت بررسی قرار گیرد.

کلید واژه: کیفیت، فیزیکی، شیمیایی، آب شرب، ایلخچی.

مقدمه

آب یکی از نعمات بزرگ پروردگار است که مشا حیات و سرآغاز زندگی موجودات زنده است. اهمیت آب در زندگی بشر به اندازه‌ای است که بیان و توجیه کامل آن به دشواری میسر می‌گردد [۱]. آب به اندازه‌ی کافی و با کیفیت مطلوب برای ادامه حیات بشر ضروری است [۲]. از آغاز تمدن بشری انسان‌ها همواره در ساحل رودخانه‌ها، کنار دریاچه‌ها یا چشمه‌های طبیعی ساکن شده‌اند. در پیشگیری بسیاری از بیماری‌ها مانند اسهال، وبا، تیفوئید، پاراتیفوئید، هیاتیت عفونی، اسهال آمیبی و باسیلی آب بهداشتی و سالم حائز اهمیت بالایی است [۳].

تا زمانی که علوم بیولوژیکی، شیمیایی و پزشکی توسعه نیافته بودند، روش‌های برای تعیین کیفیت آب و آگاهی از اثرات آن بر روی سلامت بشر ابداع نشده بود، انسان‌های اولیه تنها از طریق حواس فیزیکی نظیر بینایی، چشایی و بویایی کیفیت آب را می‌سنجیدند [۲]. اهمیت سلامت و پاک بودن آب شرب به عنوان مهم‌ترین عامل اثر گذار بر سلامت انسان شناخته شده است اصلی‌ترین مرجع تعیین کننده سلامت آب شرب در هر کشوری "استاندارد کیفیت آب شرب" می‌باشد. با توجه به این مطلب که هر کشور دارای امکانات و منابع اقتصادی، تکنولوژیکی و از همه مهم‌تر خصوصیات منابع آب مخصوص به خود می‌باشد، لزوم تهیه و تدوین استاندارد کیفیت آب شرب بصورت مجزا برای هر کشور امری ضروری می‌باشد [۱].

هدف از انجام این پروژه آزمایشگاهی پی بردن به مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر ایلخچی بوده که در نهایت با استانداردهای ملی و جهانی مقایسه می‌شود. امروزه با پیشرفت زندگی صنعتی و رشد جمعیت، مصرف آب افزایش یافته است و منابع آب موجود قابل مصرف، در معرض استفاده بیش از حد و حتی آلودگی قرار گرفته است. در کشور ما نیز مسئله کمبود آب از گذشته‌های بسیار دور وجود داشته و حتی در برخی از مناطق مانع رشد و پیشرفت کشاورزی، صنعتی و حتی اجتماعی شده است. میزان

مصرف سرانه آب در اجتماعات مختلف متفاوت است و با فرهنگ و ارتقای سطح بهداشت جوامع ارتباط مستقیم دارد. هر چه سطح و فرهنگ و بهداشت بالاتر باشد نیاز به آب و مصرف آن نیز افزایش می‌یابد. افزایش آگاهی مردم برای مصرف بهینه آب یکی از ضروریات بسیار مهم برای حل معضل کمبود این ماده حیاتی انسان است. در واقع با توسعه صنعتی و افزایش بی‌رویه در استفاده از مواد آلی مصنوعی، پیامدهای منفی جدی بر منابع آب شیرین وارد شده است. بطوریکه در هر دهه یک مشکل جدید آلودگی آب در کشورهای توسعه یافته، ذهن متخصصین را به خود مشغول می‌کند.

نظریات متعددی درباره آلودگی آب بیان شده است که از جمله تعریفی است که در کنفرانس ژنو در مارس سال ۱۹۶۱ میلادی بیان شده است: آب وقتی آلوده خوانده می‌شود که بر اثر فعالیت‌های انسانی، در ترکیب یا خواص آن بطور مستقیم یا غیر مستقیم تغییری حاصل شود، تا حدی که بر اثر این تغییرات، آب برای مصارفی که قبلاً در حالت طبیعی بکار میرفته نامطلوب گردد [۴].

آب‌های سطحی و زیرزمینی بر اثر نفوذ آلودگی ناشی از شست‌شوی سموم و آفت کش‌های کشاورزی در معرض خطر قرار دارند.

در مطالعه‌ای که بر روی رودخانه سفید رود از منجیل تا بندر کیشهر انجام گرفت، مقادیر زیادی از آفت کش‌ها تشخیص داده شد که در برخی موارد غلظت آن‌ها تا ۳۰۰ برابر حد مجاز بود [۵]. کیفیت مطلوب فیزیکی و شیمیایی آب از نقطه نظر مقبولیت آن برای مصرف کننده، حفظ سلامتی مصرف کننده و نگهداری از سیستم شبکه آب ضروری است. در برخی از مناطق، کنترل غلظت برخی آلاینده‌ها و اندازه گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی جهت تامین سلامتی مردم لازم است، که اینگونه اقدامات شامل انجام آزمایش‌های شیمیایی بر روی منابع تامین آب می‌باشند [۳].

می‌دهند که بیش‌ترین مساحت استان در محدوده حوضه آبریز دریاچه ارومیه قرار گرفته‌است. لازم به ذکر است که حوضه‌های آبخیز ارس و سفیدرود از زیرحوضه‌های خزر می‌باشند. دریاچه ارومیه و حوضه‌ی آبریز آن که بیش‌ترین سطح استان را تحت پوشش قرار می‌دهد از منابع طبیعی مشترک با استان آذربایجان غربی محسوب می‌شود. حوضه‌ی آبریز سفیدرود - قزل‌اوزن که پهنه جنوب شرقی استان را تحت پوشش قرار داده از اشتراکات طبیعی مابین استان‌های اردبیل و زنجان و این استان می‌باشد [۶].

علاوه بر این تمدن امروزی، تغییراتی را در کیفیت آب‌ها باعث گردیده است چه از طریق شهرنشینی و رشد بی‌رویه جمعیت و چه از طریق ایجاد آلودگی‌های ناشی از صنعت و استفاده از مواد شیمیایی و سموم در کشاورزی تغییراتی در کیفیت منابع آب آشامیدنی بوجود آمده است. این آب‌ها، دیگر به همان گونه که قبلاً مورد استفاده قرار گرفته است نمی‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

از طرفی امروزه نیاز به آب با کیفیت بالا بیش‌تر و بیش‌تر می‌گردد. بنابراین نه تنها حفاظت از این منابع، کاری است بسیار ضروری (بخصوص در مناطقی که به شدت آلوده شده‌اند) بلکه باید اقدامات لازم برای منابعی که هنوز دچار آلودگی نشده‌اند انجام گیرد.

در مدیریت برنامه کیفیت آب، هم به دانستن اطلاعات در زمینه کیفیت آب‌های موجود، نیاز است و هم می‌بایست روند تاثیر فعالیت بشر روی کیفیت آب و تدوین ضوابط، جهت برنامه‌ریزی برای تعیین نحوه بهره‌برداری، مورد توجه قرار گیرد. چنین شیوه‌ای فقط در سایه دانستن اطلاعات کافی در مدت زمان طولانی در زمینه کیفیت آب و استفاده از تجارب و اطلاعات گذشته از کیفیت آن‌ها برای مصارف مختلف تحقق پیدا می‌کند. بعلاوه اجرای قوانین و مقررات ایجاد شده بر پایه و اساس همین اطلاعات استوار است و در اینجا است که اندازه‌گیری کیفیت آب آشامیدنی ضرورت پیدا می‌کند.

میزان آب در نقاط مختلف کشور تفاوت فراوانی دارد. در مناطقی از کشور آب فراوان موجود بوده و برعکس در مناطق خشک و کویری دچار کمبود و مسئله تامین آب می‌باشند. از نکته نظر کیفیت، آب تغییرات متفاوتی دارد در بعضی نقاط با کیفیت شیمیایی مطلوب‌تر و در نقاط دیگر با غلظت یونی بیش‌تری مواجه می‌باشند. همچنین پراکندگی جمعیت در نقاط مختلف کشور متفاوت است و در نتیجه نیازهای آن‌ها به آب متفاوت خواهد بود [۶].

با توجه به اینکه شرایط اقلیمی بر کیفیت آب آن منطقه اثر قابل توجهی می‌گذارد شهر ایلخچی یکی از شهرستان‌های آذربایجان شرقی است که یک منطقه کوهستانی محسوب می‌شود که حدود ۴۰ درصد از سطح آن را کوهستان و ۲۸/۲ درصد را تپه ماهورها و ۳۱/۸ درصد را زمین‌های هموار (دشت‌ها و جلگه‌های میان‌کوهی) فرا گرفته‌است.

آب و هوای آذربایجان شرقی به طور کلی سرد و خشک است ولی به علت تنوع توپوگرافی، از اقلیم‌های متفاوتی برخوردار است. آذربایجان شرقی یک منطقه سردسیر و کوهستانی است و از لحاظ تقسیم‌بندی‌های اقلیمی جزو مناطق نیمه‌خشک به حساب می‌آید. میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۰ الی ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

موقعیت کوهستانی و عرض جغرافیایی استان از عوامل برودت و سرمای قسمت اعظم این منطقه است. کم ارتفاعی و اثرات ملایم‌کننده بخارهای دریای خزر در پاره‌ای از مناطق از عوامل اعتدال اقلیمی آن به‌شمار می‌آید. به علاوه این منطقه تا حدودی تحت تأثیر جریان‌های مرطوب دریای مدیترانه از سمت غرب و جنوب غربی قرار دارد و توده‌های هوای سرد سیبری نیز از شمال بر آب و هوای آن اثر می‌گذارد. با توجه به تنوع شرایط طبیعی در نواحی مختلف این استان، اختلاف دما در طول سال زیاد است.

از منابع آبی حوزه آبریز این استان از نظر تقسیمات حوضه‌های آبریز کشور، حوضه‌های آبخیز ارس، سفیدرود - قزل‌اوزن و دریاچه ارومیه پهنه استان را پوشش

$$\text{TDS}(\text{mg/lit})=(\text{A}-\text{B}).1000/\text{v}$$

A= وزن اولیه بوته (mg)

B= وزن ثانویه بوته (mg)

V= حجم نمونه (ml)

نتایج و بحث

پس از اندازه‌گیری مقادیر هر یک از پارامترهای کیفی و کمی نتایج به صورت زیر بوده است:

جدول ۱- اندازه‌گیری مقادیر هر یک از پارامترهای کیفی و کمی

پارامتر	مقدار در نمونه mg/l	حداکثر مطلوب استاندارد mg/l	حداکثر مجاز mg/l
کدورت	۱ >	۱	۵
هدایت الکتریکی	۲۸۸		
PH	۷/۹	۷-۸/۵	۹-۶/۵
نیترات	۴	۰	۵۰
سولفات	۳۴۶		۴۰۰
سختی کل بر حسب CaCO_3	۱۲۰		۵۰۰
قلیائیت کل بر حسب CaCO_3	۱۰۰	۱۲۰	
قلیائیت فنل فتالین	۰	۰	۰
TDS	۱۸۴	۵۰۰	۱۵۰۰
کلر	۳۵		۴۰۰
سدیم	۱۵		۲۰۰
پتاسیم	۳		۱۲

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور تعیین کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر ایلخچی است که در فصل پاییز ۱۳۹۶ انجام شده است. این تحقیق از نوع آزمایشگاهی بوده که در آن جامدات محلول TDS و TSS، سختی کل، کلسیم و منیزیم، قلیائیت، کلر، نیترات، بیکربنات، سدیم، پتاسیم، EC، pH و سولفات مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تعداد نمونه‌ها ۲ مورد بوده که از دو چاه برداشت شده‌اند.

این دو محل یکی در ابتدای شهر و دیگری در انتهای شهر انتخاب شده‌اند تا کل شهر را تحت پوشش قرار دهند سپس به آزمایشگاه شیمی دانشکده بهداشت و تغذیه انتقال یافته و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مورد آنالیز قرار گرفتند. آلودگی موجود در آب بر حسب میلی‌گرم در لیتر (mg/lit) اندازه‌گیری شده است. پارامترهای فیزیکی آن دسته از خصوصیات آب است که بوسیله حواس بینایی، لامسه، چشایی و یا بویایی قابل تشخیص باشد.

مواد جامد معلق، کدورت، رنگ، طعم، بو و درجه حرارت در این دسته قرار می‌گیرند. از این رو شناسایی ویژگی‌هایی که در فرآیند تصفیه آب شرب ضروری به نظر می‌رسند و بایستی با استانداردهای موجود مطابقت داشته باشند عبارتند از:

جهت اندازه‌گیری مقدار جامدات محلول، ابتدا بوته چینی و کاغذ صافی در فور داده می‌شوند تا رطوبت جذب شده از محیط تبخیر شود و بعد داخل دسیکاتور قرار داده می‌شوند تا به دور از رطوبت جو خنک شوند، سپس وزن می‌شوند که به عنوان وزن اولیه خواهد بود. ۲۵ میلی‌گرم از نمونه آب با پیپت حباب‌دار که دقت بیشتری دارد برداشت شده و از صافی عبور داده می‌شوند.

آب صاف شده در ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد حداقل به مدت یک ساعت قرار می‌گیرد تا آب بخار شود و جامدات محلول در بوته چینی باقی بماند. بعد از اینکه بوته‌ها خشک شدند وزن ثانویه بدست خواهد آمد و با قرار دادن در فرمول زیر می‌توان مقدار مواد جامد محلول را حساب کرد.

جدول ۲- اندازه گیری مقادیر هر یک از پارامترهای کیفی و کمی

پارامتر	مقدار در نمونه mg/l	حداکثر مطلوب استاندارد mg/l	حداکثر مجاز mg/l
کدورت	> ۱	۱	۵
هدایت الکتریکی	۳۸۵		
PH	۷/۹	۷-۸/۵	۹-۶/۵
نیترات	۴	۰	۵۰
سولفات	۳۴۶	۴۰۰	۴۰۰
سختی کل بر حسب CaCO ₃	۱۶۰		۵۰۰
قلیائیت کل بر حسب CaCO ₃	۱۲۰	۱۲۰	
قلیائیت فنل فتالین	۰	۰	۰
TDS	۲۴۶	۵۰۰	۱۵۰۰
کلر	۴۰		۴۰۰
سدیم	۲۰		۲۰۰
پتاسیم	۳		۱۲

نتیجه گیری

با توجه به جداول ۱ و ۲ می توان پی برد که آب شبکه سالم بوده و وضعیت قابل قبولی دارد. همچنین با توجه به این که مقدار کلر باقی مانده در حد مطلوب (۰/۶ میلی گرم در لیتر) به دست آمد این موضوع نیز در میزان کاهش الودگی آب موثر بوده و نتایج را تایید می کند [۱۰]. آزمایشات نشان می دهد که میانگین pH سالیانه چاه تامین کننده آب شرب شهر ایلخچی ۷/۲ بوده و در محدوده مجاز و حتی مطلوب بوده و مشکلی ایجاد نمی کند. حد مطلوب pH در استاندارد ملی ایران بین ۷-۸ و حداکثر مجاز آن بین ۹-۶/۵ و در استاندارد WHO کوچک تر یا مساوی ۸ ذکر شده است [۵]. TDS آب چاههایی که در گستره بیش از ۱۵۰۰ میلی-

گرم در لیتر قرار دارد از دیدگاه استاندارد شرب، غیر قابل شرب به حساب می آید [۷]. جامدات و مواد معلق در آب شهر در محدوده استاندارد است اما مقدار آن در نمونه دومی بیش تر از نمونه اولی است که با توجه به رابطه EC و مقدار یون در آب، EC نمونه دومی نیز بالاست. ضرورت حذف جامدات بیش از مقادیر استاندارد به این دلیل است که وجود این مواد در آب آشامیدنی نه تنها از نظر زیبایی به آب لطمه می زنند، بلکه به عنوان محل هایی برای جذب سطحی مواد شیمیایی و بیولوژیکی می باشند. جامدات معلق آلی ممکن است به صورت بیولوژیکی مورد تجزیه قرار گیرند و نهایتا مواد جانبی نامطلوبی را به وجود آورند. جامدات معلق فعال از نظر بیولوژیکی ممکن است شامل ارگانیسم های بیماری زا نظیر ارگانیسم هایی که در زنجیره های جلبک تولید کننده سم هستند، باشند. جامدات از طریق محافظت میکروارگانیسم ها از تماس مستقیم با مواد گندزدا مثل کلر، می تواند در آلودگی آب نقش اساسی داشته باشد و بعلاوه باعث افزایش مقدار مصرف ماده گندزدا می شود [۲]. وجود مواد معلق از نظر زیبایی به آب لطمه زده و می توانند محل های را برای جذب سطحی مواد شیمیایی و بیولوژیکی بوجود آورند [۱۰]. سختی آب شهر به طور میانگین ۱۴۰ میلی گرم در لیتر بوده که مطلوب می باشد سختی نیز در مقادیر بیش از حد، می تواند اثرات منفی متعددی چون افزایش مصرف صابون، ایجاد لکه بر روی ظروف، دیر پز شدن و بیرنگی شدن سبزیجات، ترکیدگی دیگ های بخار و... را به دنبال داشته باشد [۲]. آب سخت برای انسان مضر نیست بلکه مفید است و معمولا شکستگی استخوان های آنهایی که آب سخت می آشامند زودتر بهبودی حاصل می کند و بیماری راشیتسم کم تر در این اشخاص دیده می شود. اما مضرات آن نیز قابل چشم پوشی نیست.

مقدار کدورت اندازه گیری شده کوچک تر از یک می باشد که در محدوده حد مطلوب است و حداکثر مجاز آن

در استاندارد جهان و ایران ۵ ذکر شده است. مواد کلئیدی کدورت‌زا نیز سطوحی را برای جذب ارگانسیم‌های بیولوژیکی و یا شیمیایی مضر و یا عوامل طعم و بوی نامطبوع فراهم می‌کنند. گندزدایی آب‌های کدر به علت خواص جذبی برخی از کلئیدها و نیز با توجه به این که جامدات ممکن است سبب حفاظت از میکروارگانسیم‌ها در برابر گندزدا شوند عملی مشکل به شمار می‌رود. همچنین کدورت با جذب نور باعث جلوگیری از ورود نور به آب می‌شود، در نتیجه کدورت نیز بطور غیر مستقیم یک عامل آلودگی آب می‌باشد که در صورت وجود در آب شرب باید حذف گردد [۲]. در نمونه گرفته شده میانگین واحد رنگ ۴/۳۲ می‌باشد. آب رنگی از لحاظ زیبایی برای عموم قابل پذیرش نیست. در حقیقت اگر مصرف کننده‌ها دارای قدرت انتخاب باشند ترجیح می‌دهند از آب بدون رنگ و تمیز استفاده کنند. آبی که به مقدار زیاد دارای رنگ باشد برای مصارف نظیر شستشوی لباس، رنگرزی، تهیه کاغذ، ساخت نوشابه‌های الکلی، تولید لبنیات همراه با سایر مواد غذایی، صنایع نساجی و تولید پلاستیک مناسب نیست. از این رو رنگ آب بر مقبولیت آن هم برای مصارف خانگی و هم برای مصارف صنعتی تأثیر گذار است. در شرایطی که به طور معمول رنگ حقیقی آب به عنوان عامل غیر بهداشتی و یا نامطمئن شناخته نمی‌شود ترکیبات آلی که سبب بروز رنگ حقیقی می‌شوند ممکن است موجب افزایش نیاز کلر آب شده و نهایتاً موجب کاهش جدی اثر گذاری کلر بر آب به عنوان یک ماده گندزدا می‌شود. شاید مهم‌تر از این محصولات باشد که در اثر ترکیب این مواد با کلر به وجود می‌آیند، ترکیبات فنل (اجزای تشکیل دهنده شناخته شده محصولات ناشی از تجزیه سبزی‌ها) همراه با کلر طعم و بوی بسیار ناخوشایندی تولید می‌کنند. به علاوه برخی از ترکیبات در اسیدهای آلی طبیعی و کلر یافت می‌شوند، که یا نوعاً سرطان‌زا هستند و یا مشکوک به داشتن چنین خاصیتی اند [۱۰].

در نهایت توصیه می‌گردد به دلیل محدودیت منابع آب و با توجه به افزایش احتمال آلودگی آب‌ها به انواع آلاینده‌ها در اثر فعالیت‌های انسانی و صنعتی، وضعیت کیفی آب به صورت سیستماتیک و در دوره‌های طولانی مدت مورد نظر بوده و بررسی گردد تا در صورت بروز تغییرات اقدامات مداخله‌ای صورت گیرد، همچنین حفظ کلر باقی مانده در حد استاندارد و رفع عیوب شبکه در حفظ و ارتقاء شاخص‌های میکروبی موثر خواهد بود. از طرفی حفظ حریم چاه‌های تامین کننده آب شرب خصوصاً در چاه‌هایی که بافت مسکونی قرار دارند در طولانی شدن عمر کیفی این چاه‌ها موثر خواهد بود [۱۱]. اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی امری مهم می‌باشد که در شهر اردبیل نیز توسط صادقی و روح‌اللهی در سال ۱۳۸۶ انجام شد و در نتیجه این تحقیق مشخص شد که آب این شهر از نظر سولفات، کل سختی، فسفات، فلور با مشکل مواجه است [۱۲]. همچنین طبق مطالعه‌ای که بر روی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب زابل در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت میزان Ph تمام نمونه‌ها بالای ۸/۲ و میانگین پارامترهای هدایت الکتریکی، کل کلر باقی مانده، سختی منیزیم، سختی کل، کدورت و کل جامدات محلول به ترتیب برابر ۱۵۸۹ میکروزیمنس بر ثانیه، ۱/۶ میلی‌گرم بر لیتر، ۱۵۶/۷ میلی‌گرم بر لیتر، ۲۵۴ میلی‌گرم بر لیتر کلسیم کربنات، ۱۰/۲۷ ntu، ۸۳ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد [۱۳]. نمونه‌های آنالیز شده از نظر فیزیکی دارای رنگ، کدورت در حد طبیعی و در اندازه و محدوده‌های توصیه شده می‌باشند همچنین با توجه به استانداردهای آب آشامیدنی، نمونه‌های گرفته شده از نظر شیمیایی نیز با استانداردها مطابقت دارد.

منابع

- [۱] سایت دانشگاه علوم پزشکی گیلان: مجموعه مقالات پانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط www.gums.ac.ir.
- [۲] هوار پی مهندسی محیط زیست، چاپ دوم، ترجمه کی‌نژاد، ع.، ابراهیمی، س.، ۱۳۸۲، تبریز، سهند.

[۱۳] دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، مجموعه مقالات نهمین همایش ملی بهداشت محیط، اصفهان: دانشگاه علوم پزشکی، ۱۳۸۵.

[۳] نانبخش، ح.، ۱۳۸۲، رهنمودهای تکنولوژی برای تامین آب در اجتماعات کوچک، چاپ اول، اورمیه، شاهد.

[4] Health. discovery.Com/ diseases and cond /encychopedia /19290.

[۵] تجریشی، م.، ۱۳۸۰، نگرانی‌های کیفیت منابع آب در کشور، دومین کنفرانس آسیایی آب و فاضلاب تهران، سازمان آب.

[6] www.wikipedi. Org.

[۷] دانشگاه علوم پزشکی همدان، مجموعه مقالات دهمین همایش ملی بهداشت محیط، همدان: دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۱۳۸۶.

[۸] سایت بهداشت محیط ایران www.environmentalhealth.ir

[۹] کلایر سایر، پری مک کارتی و جن پارکین مترجم: بابائی، ع.ا.، علوی، س.ن.ع.، جعفرزاده حقیقی، ن.ا.، ۱۳۸۹، شیمی محیط زیست (انالیزهای آب و فاضلاب)، ویرایش اول، چاپ دوم.

[۱۰] امیر بیگی، ح.، ۱۳۸۳، اصول تصفیه و بهداشت آب. چاپ اول: اندیشه رفیع.

[۱۱] مجله علوم آزمایشگاهی، دوره پنجم (شماره ۱) بهار و تابستان ۱۳۹۰ www.sid.ir

[۱۲] صادقی، روح‌اللهی، ص.، ۱۳۸۶، مقاله اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی اردبیل، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، دوره هفتم، شماره اول، بهار، صفحات ۵۲ تا ۵۶.