



بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر کتاب از توابع استان مازندران (ایران)

فاطمه زهرا بابا نژاد^۱، عبدالایمان عمویی^{۲،۳،*}، فاطمه اصغر زاده^۴، حسین قلی نیا^۵

پذیرش: ۹۷/۱۱/۵

اصلاح: ۹۷/۱۰/۲۰

دریافت: ۹۷/۱۰/۳

- ۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
- ۲- مرکز تحقیقات سلامت محیط، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
- ۳- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
- ۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
- ۵- پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

* نویسنده مسئول: عبدالایمان عمویی

آدرس: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

تلفن: ۰۹۸ ۱۱ ۲۲۳۴۳۶۶

پست الکترونی: iamouei1966@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی، مبنای قضاوت در قابلیت شرب و سلامت آن است. تغییرات نامطلوب کیفیت آب شرب می‌تواند مصرف‌کنندگان را تهدید کند. در این مطالعه، کیفیت فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب شرب شهر کتاب شهرستان بابل از توابع استان مازندران موردبررسی قرار گرفت.

روش کار: بر اساس نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، ۱ درصد از منازل و خانه‌ها، به‌عنوان جامعه مورد مطالعه انتخاب شد. بنابراین، تعداد ۲۳ نمونه آب شرب از نقاط مصرف و منازل جمع‌آوری و جهت آنالیز به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده پیراپزشکی منتقل شد. جهت اندازه‌گیری پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و میکروبی از روش‌های استاندارد آب و فاضلاب (موسسه استاندارد ایران) استفاده گردید.

یافته ها: میانگین میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده به ترتیب کدورت (۵/۳۹ NTU)، (PH=۷/۴)، هدایت الکتریکی (۷۴۴ میکرو موس بر سانتیمتر)، کل جامدات محلول (۵۱۷/۲ میلی گرم در لیتر)، فلونوئید (۰/۴۸ میلی گرم در لیتر)، نیتریت (۰/۰۲۷ میلی گرم در لیتر)، آهن (۰/۷۴ میلی گرم در لیتر)، سولفات (۷۴۵ میلی گرم در لیتر)، منگنز (۰/۱۷ میلی گرم در لیتر) و کلر باقیمانده (۰/۴۳ میلی گرم در لیتر) به دست آمد. باکتری‌های هتروتروف و کلی فرم‌های رودهای گرما پای به ترتیب در ۶ درصد و ۰/۰۶ درصد از نمونه‌های آب، مثبت بوده است.

نتیجه گیری: کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر کتاب مناسب می‌باشد. مقادیر زیاد کدورت، آهن و سولفات در آب آشامیدنی شهر کتاب، طعم، رنگ، و کدورت آب آشامیدنی را سبب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب آشامیدنی، پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، میکروبی

مقدمه

منابع آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند و حدود ۸۰ درصد از مرگومیر کودکان در اثر بیماری‌های گوارشی مانند اسهال به دنبال مصرف آب آشامیدنی آلوده روی می‌دهد (۳،۴). از این منظر، خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب در تأمین بهداشت و سلامت آب مصرفی و میزان رضایتمندی مصرف‌کنندگان بسیار مهم می‌باشد. پارامترهای فیزیکی آن دسته از خصوصیات آب است که به‌وسیله حواس بینایی، لامسه، چشایی و بویایی قابل تشخیص باشد (۵). کل جامدات محلول (TDS)، هدایت الکتریکی، کدورت و درجه حرارت آب در این دسته قرار می‌گیرند (۵، ۶). از خصوصیات شیمیایی آب می‌توان به پارامترهایی نظیر pH، قلیائیت،

آب‌کره به‌طورکلی شامل تمامی آب‌هایی است که به شکل‌های مختلف در کره زمین و اتمسفر وجود دارد (۱). آب حدود ۶۵ درصد از وزن بدن جانداران را تشکیل می‌دهد و بی‌شک ترکیبی حیاتی برای تمامی موجودات زمین محسوب می‌شود (۲).

دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا مسئله‌ای مهم است. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به

فیزیکی بر مبنای سنجش PH آب با استفاده از دستگاه pH متر مدل ۶۲۰ اندازه گیری کدورت با دستگاه کدورت سنج "Hanna مدل 2100" بر اساس واحد نفلومتري (Nephelometric Turbidity Unit / NTU) انجام شد. سنجش هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول (Total Dissolved Solids / TDS) با دستگاه هدایت سنج، مدل C0150 انجام گرفت (۲۰). نمونه های جمع آوری شده در ظروف پلاستیکی مخصوص به حجم ۳ لیتر، جهت انجام آزمایش های شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید. آزمایش های دستگاهی شامل سنجش غلظت یون های نیتریت، فلوراید، آهن، سولفات و منگنز در آب با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR5000 انجام شد (۲۱). از روش آزمایش تخمیر چند لوله ای (روش کشت ۹ لوله ای) و روش HPC با استفاده از روش Pour plate به ترتیب برای سنجش باکتری های کلی فرم و باکتری های هتروتروف استفاده گردید (۱۹،۲۱). جهت تجزیه و تحلیل آماری نتایج، از شاخص های مرکزی شامل میانگین و انحراف معیار با کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده گردید.

یافته ها

در جدول ۱، میانگین میزان پارامترهای فیزیکی شامل کدورت، کل جامدات محلول (TDS) و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) نمونه های مختلف آب ارائه شده است. مطابق جدول مزبور، میانگین مقادیر کدورت، TDS و EC به ترتیب ۵/۳۹ NTU، ۵۱۷/۲ میلی گرم در لیتر و ۷۴۴ میکرو موس بر سانتی متر است. در جدول ۱، مقادیر پارامترهای شیمیایی مختلف در نمونه های آب برداشت شده نیز نشان داده شده است. طبق این جدول، میانگین مقادیر آنیون های فلوئورید، سولفات، نیتریت و کلر باقیمانده به ترتیب ۰/۴۸، ۷۴۵، ۰/۲۷ و ۰/۴۳ میلی گرم در لیتر، میزان کاتیون های آهن و منگنز به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۱۷ میلی گرم در لیتر و میانگین pH نمونه ها ۷/۴۱ به دست آمد.

در جدول ۲، مقادیر غلظت باکتری های کلی فرم روده ای گرمادوست (Termotolerant bacteria) و باکتری های هتروتروفیک در نمونه های آب آشامیدنی گرفته شده از شبکه توزیع شهر گناب ارائه شده است. بر اساس این جدول، تمامی نمونه های آب، عاری از کلی فرم های مدفوعی بودند که نشانه سلامت آب شرب منطقه مورد مطالعه می باشد. در این تحقیق، تعداد باکتری های هتروتروف برحسب CFU در کلیه نمونه های آب کمتر از میزان حد مجاز آن (۴۰۰ CFU) بوده است.

در نمودار ۱، میانگین غلظت فلوئورید، کلر، آهن و منگنز در نمونه های آب ارائه و با مقادیر استاندارد ملی آن ها مقایسه شده است. بر اساس این جدول، میزان فلوئورید، کلر، و منگنز کلیه نمونه های آب مورد مطالعه کمتر از حدود مجاز آن ها بوده و مبین سالم بودن آب ها می باشد. نتایج نمودار ۱، نشان می دهد که میانگین میزان غلظت آهن در نمونه های مختلف آب ۰/۷۴ میلی گرم در لیتر و بیشتر از حد مجاز این عنصر در آب شرب (۰/۳ میلی گرم در لیتر) است.

آنیون ها و کاتیون های شیمیایی همچون بیکرینات، کربنات، نیترات، نیتریت، سولفات، فسفات، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و منگنز اشاره کرد (۹،۸،۷). آب آشامیدنی مطلوب باید شفاف، بدون بو و مزه، پایدار (فاقد خوردگی یا رسوب گذاری)، عاری از میکروارگانیسم های بیماری زا و دیگر ترکیبات مضر باشد (۵،۱۰،۱۱). ناخالصی های فیزیکی و شیمیایی موجود در آب شرب در صورتی که بیش از حداکثر مجاز توصیه شده در استانداردها باشد، ممکن است در درازمدت موجب بروز آسیب های غیر قابل جبرانی مثل بیماری متهموگلوبینمیا، بیماری ایتای - ایتای، میناماتا و اختلالات گوارشی در انسان شوند (۱۲،۱۳).

جهت بررسی کیفیت میکروبی آب شرب از نشانگرهای میکروبی نظیر باکتری های گرما پای کلی فرم مدفوعی همچون باکتری های اشرشیاکولای استفاده می شود. این دسته از باکتری ها در دستگاه گوارش پستانداران، حیوانات و انسان زندگی کرده و درواقع از باکتری های میکروفلور روده می باشند (۱۴،۱۵). معمولاً از روش های تخمیر چند لوله ای و شمارش بشقابی برای اندازه گیری تعداد باکتری های کلی فرم استفاده می شود (۱۴،۱۶). از آزمون شمارش بشقابی، برای تعیین تعداد باکتری های هتروتروف آب نیز استفاده می شود (۱۷).

مطالعه ای حاضر جهت اندازه گیری شاخص های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شهر گناب در سال ۱۳۹۶ انجام شده است.

مواد و روش ها

گناب، یکی از شهرهای هفت گانه شهرستان بابل با مساحت ۱۲۰۰۰ هکتار است که از لحاظ مکانی در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب شهرستان بابل و در مرکز دهستان گناب شمالی از توابع مرکزی بخش گناب واقع شده است. این شهر از شمال به شهر بابل، از جنوب به شهر گلوگاه (بندی شرقی)، از غرب به شهر خشرویدی و از شرق به بخش گنج افروز شهرستان بابل محدود است. این شهر بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ دارای ۲۳۴۰ خانوار و ۷۲۷۴ نفر جمعیت می باشد. در مورد وجه تسمیه شهر گناب، نظرات گوناگونی وجود دارد. بر اساس یک عقیده غالب در مردم این منطقه، موقعیت استقرار جغرافیایی این شهر در محدوده رودخانه های سجاد رود، متالون، کلارود و بابل رود و طغیان رودخانه سجاد رود و افزایش حجم آب جاری شده از آن در این منطقه نام "گنو" (گت + او به معنای آب زیاد) را به این شهر دادند (۱۸).

این مطالعه به صورت توصیفی مقطعی در سال ۱۳۹۶ در شهر گناب انجام شد. بر اساس نمونه گیری تصادفی طبقه ای، تقریباً ۱ درصد از منازل و خانه ها، به عنوان جامعه مورد مطالعه انتخاب شد؛ بنابراین، تعداد تقریبی ۲۳ نمونه آب شرب از نقاط مصرف و منازل جمع آوری و در شرایط تأمین و حفظ زنجیره سرد، کلیه نمونه های آب در مجاورت بسته های یخ و در داخل ظروف مخصوص نگهداری قرار گرفته و جهت آنالیز به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده پیراپزشکی بابل منتقل شد. جهت اندازه گیری پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و میکروبی، از روش های استاندارد آب و فاضلاب (۱۹) استفاده گردید. قبل از کاربرد کلیه دستگاه های اندازه گیری مورد استفاده، از کالیبراسیون آن ها اطمینان حاصل شد. آزمایش های

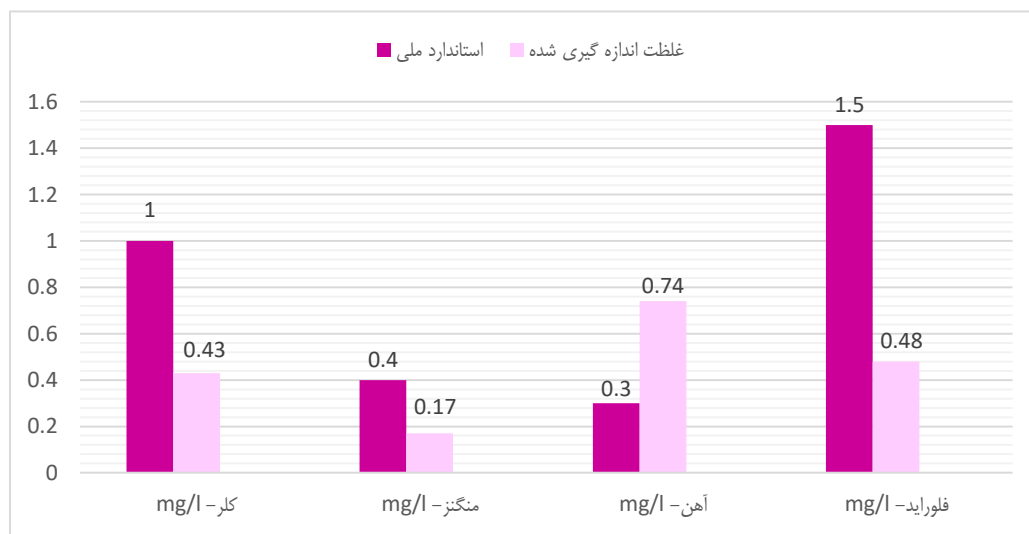
جدول ۱. میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرب شبکه توزیع شهر گتاپ و مقایسه آن با استاندارد

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین	حد مطلوب	حد مجاز	واحد اندازه گیری
کدورت	۴/۹۱	۲/۵	۶/۷	۷/۵	۴/۲	۶/۴	۴/۳۸	۵/۱	۸/۵۴	۳/۷	۵/۳۹	کمتر از ۱	حداکثر ۵	NTU
PH	۷/۶	۷/۱	۷/۴۱	۷/۶	۷/۳۶	۷/۲	۷/۳۲	۷/۱۴	۷/۲۲	۷/۸	۷/۴۱	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	-
TDS	۴۳۸	۵۳۹	۴۴۵	۶۶۷	۴۶۴	۷۰۱	۴۶۹	۵۷۰	۴۵۰	۴۲۹	۵۱۷/۲	۱۰۰۰	۱۵۰۰	Mg/l
فلوئورید	۰/۳۱	۰/۹	۰/۵۶	۰/۲۲	۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۹۸	۰/۲۵	۰/۴۸	-	۱/۵	Mg/l
نیتريت	۰/۰۰۹۹	۰/۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۷۱	۰/۰۳۶	۰/۰۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۲۷	-	۳	Mg/l
آهن	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۹	۰/۶۹	۰/۵۳	۰/۹۷	۰/۶۲	۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۵۵	۰/۷۴	۰/۳	۰/۳	Mg/l
سولفات	۷۵۰	۷۴۹	۸۰۱	۶۳۳	۷۲۸	۶۵۵	۶۸۶	۸۲۲	۷۲۸	۸۹۸	۷۴۵	۲۵۰	۴۰۰	Mg/l
منگنز	۰/۱۹	۰/۴	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱	۰/۴	Mg/l
کلر باقیمانده	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۵	۰/۵	۰/۴۸	۰/۳	۰/۴۳	۰/۸	۱	Mg/l
EC	۷۴۳	۸۰۱	۷۴۷	۷۵۰	۸۴۱	۷۵۷	۶۹۰	۷۵۰	۶۳۱	۷۳۰	۷۴۴	۱۵۰۰	۱۸۰۰	میکرو موس بر سانتیمتر

جدول ۲. میانگین پارامترهای میکروبی آب شرب شبکه توزیع شهر گتاپ و مقایسه آن با استاندارد

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	حد مجاز	واحد
FC	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	MPN
HPC	۱۷۵	۲۱۶	۸۲	۲۴۰	۲۶	۹۰	۸۴	۱۴۸	۱۹۰	۳۱۵	۸۹	۲۵۱	۲۹۰	۷۶	۱۳۰	کمتر از ۴۰۰	CFU

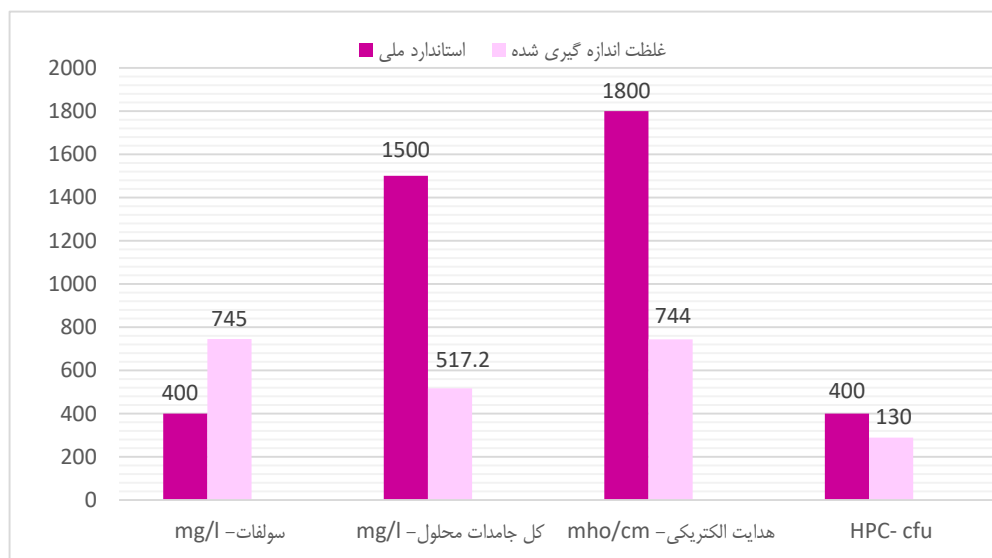
در نمودار ۱، میانگین غلظت فلوئورید، کلر، آهن و منگنز در نمونه‌های آب ارائه و با مقادیر استاندارد ملی آن‌ها مقایسه شده است. بر اساس این جدول، میزان فلوئورید، کلر، و منگنز کلیه نمونه‌های آب مورد مطالعه کمتر از حدود مجاز آن‌ها بوده و مبین سالم بودن آب‌ها می‌باشد. نتایج نمودار ۱، نشان می‌دهد که میانگین میزان غلظت آهن در نمونه‌های مختلف آب ۰/۷۴ میلی گرم در لیتر و بیشتر از حد مجاز این عنصر در آب شرب (۰/۳ میلی گرم در لیتر) است.



نمودار ۱- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی

غلظت باکتری‌های هتروتروف در نمونه‌های آب ۱۳۰ CFU بوده که از مقدار استاندارد و مجاز آن کمتر است. بر اساس نتایج این مطالعه در خصوص باکتری‌های کلی فرم مدفوعی (FC)، میزان غلظت میکروبی این باکتری‌ها برحسب MPN صفر می‌باشد که نشانه سلامت آب آشامیدنی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

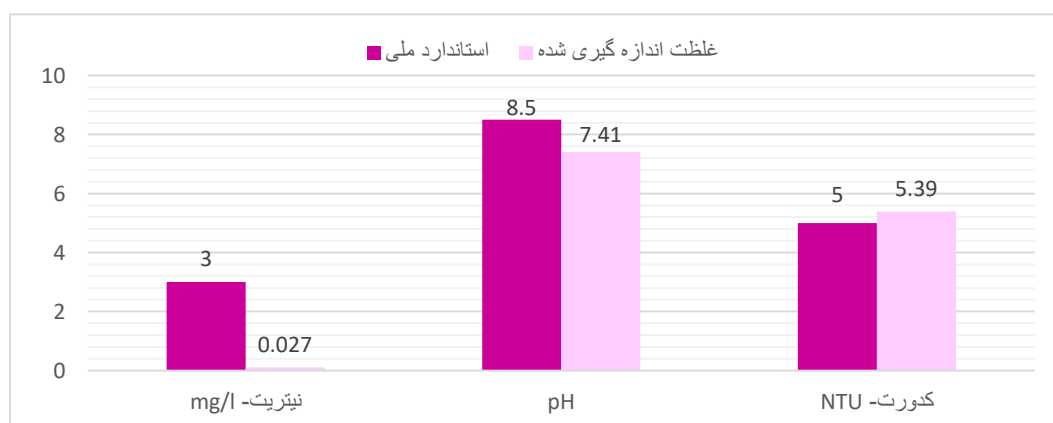
بر اساس نمودار ۲، میانگین هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول در نمونه‌های آب به ترتیب ۷۴۴ میکرو موس بر سانتی‌متر و ۵۱۷/۲ میلی‌گرم در لیتر بوده که پایین‌تر از استاندارد ملی مصوب موسسه استاندارد کشور است. مقایسه میانگین میزان سولفات نمونه‌های آب با استاندارد ملی نشانگر بالاتر بودن میزان غلظت سولفات نمونه‌های آب از استاندارد ملی می‌باشد (نمودار ۲). مطابق نمودار ۲،



نمودار ۲- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی

کمتر است. میانگین میزان کدورت آب در نمونه‌های مختلف ۵/۳۹ NTU بوده که از حد مجاز کدورت آب شرب (۵ NTU) اندکی بیشتر است (نمودار ۳). در این مطالعه، میانگین pH نمونه‌های مختلف ۷/۴۱ بوده که از حد مجاز و استاندارد ملی pH آب آشامیدنی (۵/۵ = pH) کمتر است.

در نمودار ۳، میانگین غلظت نیتریت برحسب نیتریت در نمونه‌های آب شرب ارائه و با استاندارد ملی آن مقایسه شده است. طبق این نمودار، میزان نیتریت نمونه‌های آب ۰/۰۲۷ میلی‌گرم در لیتر بوده که از میزان استاندارد ملی مصوب موسسه استاندارد کشور و رهنمود سازمان بهداشت جهانی (۳ میلی‌گرم در لیتر) بسیار



نمودار ۳- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی

نمونه‌های آب مورد مطالعه ۷/۴۱ بوده که در محدوده مجاز آب شرب قرار دارد. نتایج این مطالعه با تحقیق خندان بارانی و همکاران (۷) که در آن میانگین pH اندازه‌گیری شده در شهر زابل ۷/۲ بوده همخوانی دارد. اسیدی بودن آب در درازمدت سبب آسیب‌رسانی به تأسیسات آب‌رسانی می‌گردد (۱۰). در مطالعه عمویی و همکاران در خصوص کیفیت آب شرب مناطق روستایی شهرستان بابل، میانگین میزان pH

بحث و نتیجه گیری

یکی از پارامترهای مهم در بررسی کیفیت آب آشامیدنی هر منطقه pH آب است. بر اساس رهنمود سازمان بهداشت جهانی، محدوده مجاز pH برای مصارف شرب ۶/۵ تا ۸/۵ است (۲۲). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میانگین میزان pH

آن در بدن باعث عوارضی همچون فلوروزیس دندانی و استخوانی می‌شود (۱۰). میزان غلظت فلوراید در آب شرب شهر گناب در محدوده ۰/۱۸ تا ۰/۹۸ میلی گرم در لیتر و میانگین آن ۰/۴۸ میلی گرم در لیتر بوده که از محدوده مجاز (۰/۵ تا ۱/۵ میلی گرم در لیتر) کمتر می‌باشد (۲۲). در مطالعه یوسفی و همکاران در خصوص بررسی میزان غلظت فلوراید در منابع آب شرب مناطق روستایی استان مازندران، حداقل، حداکثر و میانگین فلوراید به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۶۱ و ۰/۳۱ میلی گرم در لیتر بوده است (۱۱).

مطابق رهنمود سازمان بهداشت جهانی، میزان مجاز نیتريت برحسب نیتريت ۳ میلی گرم در لیتر تعیین شد (۲۲). در مطالعه حاضر، میزان نیتريت آب آشامیدنی شهر گناب برحسب نیتريت در محدوده ۰/۰۰۹ و ۰/۰۸۴ میلی گرم در لیتر و میانگین آن ۰/۰۳۷ میلی گرم در لیتر به دست آمد. در مطالعه عمویی و همکاران در زمینه تعیین میزان غلظت نیتريت و نیتريت در نقاط مختلف تأسیسات آب آشامیدنی شهرستان بابل در مناطق روستایی و شهری، میانگین غلظت نیتريت برحسب نیتريت به ترتیب ۰/۰۳۵ و ۰/۰۴۵ میلی گرم در لیتر به دست آمد (۲۳).

میزان غلظت آهن و منگنز در آب شرب بر کیفیت فیزیکی شیمیایی نمونه‌های آب مؤثر می‌باشد. مقادیر بالای آهن و منگنز می‌تواند بر روی رنگ و مزه آب شرب تأثیر بگذارد. آهن و منگنز در مقادیر بالای ۰/۳ میلی گرم در لیتر باعث لکه‌دار شدن لباس هنگام شست‌وشو و افزایش رنگ آب می‌شوند (۴). بر اساس استاندارد ملی آب شرب ایران، میزان مجاز آهن و منگنز به ترتیب ۰/۱ و ۰/۵ میلی گرم در لیتر و مطابق رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، میزان مجاز آهن و منگنز آب آشامیدنی ۰/۳ میلی گرم در لیتر تعیین شد (۲۲). در مطالعه حاضر، میزان غلظت آهن و منگنز در نمونه‌های آب شرب به ترتیب در محدوده ۰/۵۹ تا ۰/۹۷ و ۰/۱ تا ۰/۴ میلی گرم در لیتر به دست آمد. میانگین غلظت آهن و منگنز موجود در نمونه‌های آب آشامیدنی به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۱۷ میلی گرم در لیتر بوده است. در مطالعه محمدی و همکاران بر روی منابع آب روستاهای شهرستان بابل، میانگین غلظت آهن و منگنز در نمونه‌های آب به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۱۱ میلی گرم در لیتر به دست آمد (۲۰).

آنیون سولفات، به‌عنوان یک ماده مغذی در آب نقش مهمی بر تأمین و ارتقای سلامت مصرف‌کنندگان دارد. مقادیر زیاد سولفات، می‌تواند برای کسانی که به مصرف این گونه آب‌ها عادت ندارند، ملین باشد. سولفات همچنین می‌تواند موجب ایجاد سختی و تولید کف در دیگ‌های بخار گردد (۱۵). حداکثر مجاز سولفات در آب شرب بر اساس استاندارد ملی آب ایران، ۴۰۰ میلی گرم در لیتر (۲۰) و بر طبق رهنمود سازمان بهداشت جهانی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر (۲۲) می‌باشد. در این مطالعه، حداقل، حداکثر و میانگین سولفات در نمونه‌های آب به ترتیب ۶۳۳، ۸۹۸ و ۷۴۵ میلی گرم در لیتر به دست آمد. در مطالعه عین الهی پیر و همکاران، محدوده میزان غلظت سولفات در نمونه‌های آب شرب منطقه سیستان ۱۰۶ تا ۱۲۴ میلی گرم در لیتر بوده است (۱۴).

وجود کلر باقیمانده در غلظت مطلوب در آب جهت مقابله با آلودگی میکروبی و حفاظت آب در برابر آلودگی‌های ثانویه ضروری است. بر اساس استاندارد ملی ایران، میزان غلظت کلر باقیمانده مطلوب در آب آشامیدنی بین ۰/۲ تا ۰/۸ میلی گرم در لیتر می‌باشد (۲۰). در این مطالعه، محدوده غلظت کلر باقیمانده در نمونه‌های آب شرب ۰/۳ تا ۰/۵۱ و میانگین کلر باقیمانده ۰/۴۳ میلی گرم در لیتر به دست آمد. در مطالعه عمویی و همکاران در خصوص کیفیت میکروبی آب روستاهای شهرستان

آب شرب روستاهای مورد مطالعه در فصول تابستان و زمستان به ترتیب ۶/۹ و ۷/۴ بوده است (۲۱).

از پارامترهای مهم و تعیین‌کننده کیفیت آب شرب، میزان هدایت الکتریکی (EC) آب است. موسسه استاندارد ملی کشور، حد مجاز هدایت الکتریکی آب شرب را ۱۸۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر تعیین نمود (۲۰). حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر گناب به ترتیب ۶۳۱ و ۸۴۱ و میانگین هدایت الکتریکی نمونه‌های اندازه‌گیری شده، ۷۴۴ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر به دست آمد. با توجه به استاندارد ملی، آب شرب گناب برحسب هدایت الکتریکی در محدوده استاندارد قرار می‌گیرد. این در حالی است که هدایت الکتریکی بیش از ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر، موجب خوردگی ساختارها و لوله‌های آهنی شبکه توزیع آب شهری می‌شود (۲۱). در تحقیق شبانکاره فرد و همکاران در شهر بوشهر، میانگین هدایت الکتریکی نمونه‌های آب شرب، ۱۱۵۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر گزارش شد (۸).

کدورت، یکی دیگر از پارامترهای کیفی آب شرب می‌باشد. از نظر زیبایی‌شناختی، مصرف‌کنندگان تمایل به مصرف آبی عاری از کدورت دارند. مواد کلوئیدی کدورت را، سطوحی را برای جذب ارگانسیم‌های بیولوژیکی، مواد شیمیایی مضر و یا عوامل ایجاد طعم و بوی نامطبوع فراهم می‌کنند. علاوه بر آن کدورت موجب حفاظت از میکروارگانسیم‌ها در برابر عامل گندزدا شده و در نتیجه موجب کاهش اثر عامل گندزدا در آب می‌شود. وجود کدورت بیش از ۱ NTU می‌تواند بازده گندزدایی را در حوض کلرزنیکاش می‌دهد (۱۰). در این مطالعه، میزان کدورت نمونه‌های آب شبکه توزیع شهر گناب برحسب NTU در محدوده ۲/۵ تا ۸/۵ و میانگین کدورت نمونه‌ها ۵/۳۹ بوده که از نظر استاندارد ملی در حد قابل قبول قرار نداشته و در درازمدت می‌تواند اثرات نامطلوبی بر کیفیت آب شرب داشته و نیز سبب استهلاک لوله‌ها و تأسیسات و کاهش راندمان عملیات گندزدایی آب شرب خواهد شد. در مطالعه سمائی و همکاران در زمینه میزان کدورت آب شرب شهر یزد، میانگین میزان کدورت آب برحسب NTU، ۰/۶۹ بوده که مطابق با استاندارد ملی آب و رهنمود سازمان بهداشت جهانی است (۹). در مطالعه محمدی و همکاران، در خصوص بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب مناطق روستایی شهرستان بابل، میانگین میزان کدورت نمونه‌های آب شرب برحسب NTU ۱/۷۲ بوده است (۲۰).

کل جامدات محلول (TDS) یکی دیگر از پارامترهای مهم در طعم و مزه آب آشامیدنی است. این پارامتر، نشان‌دهنده حضور و یا عدم حضور انواع مختلف نمک‌های معدنی و یون‌هایی نظیر کلراید، سولفات، فسفات، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن و غیره در آب می‌باشد (۶). مقادیر بالای TDS موجب ایجاد مزه و طعم و نیز خوردگی در لوله‌ها و تأسیسات آب می‌شود. تاکنون مدرکی دال بر اینکه مصرف آب با TDS بیش از ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر، موجب اثرات سوء بهداشتی گردد، ارائه نشده است (۱۲). در این مطالعه، میانگین میزان TDS نمونه‌های آب ۵۱۷/۲ و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۴۰۲ و ۷۰۱ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است. در تحقیق محمدی و همکاران در زمینه کیفیت آب مناطق روستایی شهرستان بابل، حداقل، حداکثر و میانگین میزان کل جامدات محلول در نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب ۲۳۲، ۴۶۲ و ۴۰۲ میلی گرم در لیتر بود (۲۰).

آنیون فلوراید، به‌عنوان یکی از ترکیبات مغذی مورد نیاز بدن بسیار اهمیت دارد. دریافت اندک این ماده مغذی به بدن منجر به پوسیدگی دندان و زیادی میزان جذب

بابل، کمترین میزان کلر باقیمانده آب ۰/۳۵ و بیشترین آن ۰/۶۵ میلی گرم در لیتر بوده است (۲۱).

با توجه به نظارت شرکت آب و فاضلاب شهری بر شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر گناب، در این مطالعه وجود باکتری‌های هتروتروفیک در نمونه‌های آب شرب برحسب شمارش بشقاب‌های هتروتروف، ۹۴ درصد نمونه‌ها منفی و ۶ درصد نمونه‌ها مثبت بوده است. همچنین ۰/۰۶ درصد از نمونه‌ها در آزمایش تخمیر ۹ لوله‌ای باکتری‌های کلی فرم، مثبت و بقیه منفی بوده که این امر می‌تواند به دلیل وجود شکستگی در خطوط انتقال و شبکه توزیع آب آشامیدنی و نقص در عملیات گندزدایی باشد. در مطالعه شبانکاره فرد و همکاران، کلیه نمونه‌های آب مورد مطالعه برحسب کلی فرم مدفوعی منفی و بر اساس غلظت میکروبی باکتری‌های هتروتروف CFU ۳۰۸/۱ به دست آمد (۸). در مطالعه نصرایی و همکاران، ۱۰ درصد از نمونه‌ها، آلوده به کلی فرم های مدفوعی بودند که دلیل آن ورود عفونت‌های ثانویه از محل شکستگی‌های خطوط انتقال و شبکه توزیع آب یا کاهش میزان کلر باقیمانده در آب بوده است (۱۲). در مطالعه عمویی و همکاران در خصوص وضعیت آلودگی باکتریایی روستاهای شهرستان بابل، ۱۵/۸ درصد از نمونه‌های آب به باکتری‌های کلی فرم

آلوده بودند (۲۱).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اکثر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در نمونه‌های آب مورد مطالعه از قبیل PH، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، نیتریت، منگنز و کلر باقیمانده در حد قابل قبول و مواردی همچون کدورت، آهن و سولفات بالاتر از حد مجاز و میزان فلوراید پایین‌تر از حد قابل قبول بوده است. اگرچه تعداد معدودی از نمونه‌های آب بر اساس شاخص‌های میکروبی (کلی فرم‌های گرما پای و باکتری‌های هتروتروف) دارای آلودگی میکروبی بودند، اما این مقدار مطابق استانداردهای ملی ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی، قابل قبول می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از کمیته تحقیقات دانشجویی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل که حمایت مالی این طرح (کد ۹۶۰۴۰۳۷) را بر عهده داشتند، سپاسگزاری می‌شود. همچنین از اداره آب و فاضلاب روستایی (آبفار) شهرستان بابل به واسطه مساعدت‌های فنی و لجستیکی در انجام این پروژه قدردانی می‌گردد.

References

1. Afzali A, Shahedi K. Investigation on Trend of Ground Water Quantity- Quality Variation in Amol-Babol Plain. *Journal of Watershed Management Research*. 2014; 5(10): 144-156. [In Persian]
2. Keramati H, Mahvi A, Abdolnejad L. The Survey of Physical and Chemical Quality of Gonabad Drinking Water in Spring and Summer of 1386. *Horizon of Medical Sciences. GMUHS Journal*. 2007; 13(3): 25-32. [In Persian]
3. Dindarloo K, Alipour V, Farshidfar Gh. Chemical Quality of Bandar Abbas Drinking water. *Journal of Hormozgan University of Medical Sciences*. 2006; 10(1): 57-62. [In Persian]
4. Sadeghi H, Rouhollahi S. Determination of Physical and Chemical Indexes of Ardabil Drinking Water. 2007; 7(1): 52-56. [In Persian]
5. Majdi H, Gheibi L, Soltani T. Evaluation of Physicochemical and Microbial Quality of Drinking Water of Villages in Takab Town in West Azerbaijan in 2013. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2014; 14 (8): 631-642. [In Persian]
6. Amouei AI, Sagghar S. The Characteristics of Drinking Water in the Water Coolers of Babol University of Medical Sciences (2015). *International Journal of Chemical Studies*. 2016; 4(3): 84-87.
7. Khandan Barani MA, Yazdanpanah N. Study on Physical, Chemical and Biological Qualities of Chah-Nimeh Water Reservoirs in Zabol for year 2011. *Journal of Zabol University of Medical Sciences and Health Services*. 2013; 5(2): 15-24. [In Persian]
8. Shabankareh Fard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of Physical, Chemical and Microbial Quality of Distribution Network Drinking Water in Bushehr, Iran. *Iranian South Medical Journal (ISMJ)*. 2015; 17(6): 1223-1235. [In Persian]
9. Samaei MR, Ehrampoush MH, Talebi P, Khalili M, Morovvati R. A Study of the Physical and Chemical Quality of Potable Water in Yazd. *Toloue- Behdasht*. 2007; 6(2): 50- 57. [In Persian]
10. Heidari M, Mesdaghinia AR, Miranzadeh MB, Younesian M, Naddafi K, Mahvi A. Survey on microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan and the role of rural water and wastewater company in that improvement. *Journal of Health System Studies*. 2010; 6: 889- 897. [In Persian]
11. Yousefi Z, Hanafi B. Fluoride Level in Drinking Water Supplies of Gonbad-e Qabus, 2008-2012. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2013; 23(101): 112-116. [In Persian]
12. Nasrollahi Omran A, Bai A, Karimi Kh, Hashemi M, Maghsoudlou B. Determination of Physical, Chemical and Bacteriological Parameters of Gorgan in 2010. *Medical Laboratory Journal*. 2010; 5(1): 13-17. [In Persian]
13. Raygan Shirazi A, Rezaei S, Jamshidi A, Fararouei M, Sadat A, Hashemi H. Study of Microbial and Chemical Qualities of Drinking Water in Rural Places of Central Zone of Buyer Ahmad Townership. *Journal of Health System Studies*. 2011; 8(3): 431- 437. [In Persian]
14. Einollahipeer F, Okati N, Ghaffari M. Survey of Some Water Quality Parameters in Sistan Drinking Water Resources and Compares Them With Existing Standards. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2017; 19(4): 38-49. [In Persian]
15. Jafari A, Amirhossaini H, Kamareii B, Dehestani S. Physicochemical Analysis of Drinking Water in Kohdasht City Lorestan, Iran. *Asian Journal of Applied Sciences*. 2008; 1(1): 87-92.
16. Tawati F, Risjani Y, Sasmito Djati M, Yanuwidi B, Setyo Leksono A. The Analysis of the Physical and Chemical Properties of the Water Quality in the Rainy Season in the Sumber Maron River - Kepanjen, Malang – Indonesia. *Resources and Environment*. 2018; 8(1): 1-5.
17. Lafta JG. Chemical, Physical and Biological Properties of the Kinds of Water used for Drinking in the Baghdad Province - Al Karada Area. *Chemical and Process Engineering Research*. 2015; 39: 1-4.
18. <http://www.babolcity.blogfa.com/tag>.
19. APHA (American Public Health Association), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition, 2017; American Public Health Association. Washington, D.C., p.1325.
20. Mohammadi A, Amouei AI, Tabarinia H, Faraji H. Investigating the Physicochemical Analysis of Potable Ground water Resources in Rural Areas of Babol City.

- Journal of Neyshabur University of Medical Sciences. 2014;
3(2): 61-69. [In Persian]
21. Amouei AI, Miranzadeh MB, Shahandeh Z, Taheri T, Asgharnia HA, Akbarpour S, Mokari B. A Study on the Microbial Quality of Drinking Water in Rural Areas of Mazandaran Province in North of Iran (2011). Journal of Environmental Protection. 2012; 3: 605- 609.
22. WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations. Third Edition, 2008; Incorporating First and Second Addenda. ISBN 978 92.



Evaluation of Physical, Chemical and Bacteriological characteristics of Drinking Water in Gatab Distribution Network, Mazandaran Province (Iran)

Zahra Babanejad¹, Abdoliman Amouei^{2,3,4*}, Fatemeh Asgharzadeh⁴, Hossein Gholinia⁵

Received: 24 Dec 2018

Revised: 20 Jan 2018

Accepted: 25 Jan 2018

Abstract

Background and Objective: Physical, chemical and microbial properties of drinking water are the basis for judging of the water potability and safety. Undesirable changes in drinking water quality can threaten the health of consumers. In this study, the physical, chemical and bacteriological quality of drinking water in Gatab city from Mazandaran province was studied.

Methods: Based on stratified random sampling, 1% of the consumption points and houses were selected as the statistical community. So, 15 samples of drinking water were collected from consumption points and sent to the water and wastewater chemistry lab of paramedicine faculty for analysis. Physical, chemical and microbiological parameters were measured using standard methods for water and wastewater examinations.

Results: The mean values of the measured parameters were obtained respectively turbidity (4.39 NTU), (PH = 7.41), electrical conductivity (744 $\mu\text{m}/\text{cm}$), total soluble solids (517 mg/L), fluoride (0.48 mg/l), nitrite (0.027 mg/l), iron (0.74 mg/l), sulfate (745 mg/l), manganese (0.17 mg/l) and chlorine residual (0.43 mg/l). The heterotrophic bacteria and termotolerant coliforms in 6% and 0.06 % of the water samples were positive respectively.

Conclusion: The physical, chemical and microbial quality of drinking water is suitable for the distribution network of Gatab. Increasing of the turbidity, iron and sulfate in water distribution system due to the taste, color and turbidity in the drinking water.

1. Student Research Committee, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
2. Environmental Health Research Center (EHRC), Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
3. Social Determinants of Health Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
4. Department of Environmental Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
5. Department of Biostatistics, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

* Corresponding Author:

Abdoliman Amouei

Address: Department of Environmental Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
Tel: +98 112234366

Email: iamouei1966@gmail.com

Keywords: Drinking Water, Physical, Chemical and Bacteriological Parameters

Please cite this article as: Babanejad Z, Amouei A, Asgharzadeh F, Gholinia H. Evaluation of Physical, Chemical and Bacteriological characteristics of Drinking Water in Gatab Distribution Network, Mazandaran Province (Iran). Novin Health J. 2018; 3(2):59-67.