

## مقاله پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

دوره ۱۶، فروردین ۱۳۹۶، ۱۶-۳

## بررسی کیفی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر قزوین در سال ۹۵-۱۳۹۴

مسعود پناهی فرد<sup>۱</sup>، امیرحسین محوی<sup>۲</sup>، علیرضا عسگری<sup>۳</sup>، سعید ناظمی<sup>۴</sup>، مریم مرادنیا<sup>۵</sup>

دریافت مقاله: ۹۵/۷/۳ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۵/۹/۲۴ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۵/۱۲/۷ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۹

## چکیده

**زمینه و هدف:** 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 می باشد. هدف از این مطالعه، تعیین کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر قزوین بود.

**مواد و روش ها:** این مطالعه به صورت مقطعی در سال ۹۵-۱۳۹۴ و در طی سه فصل انجام شد. در مجموع ۱۵۰ نمونه از قسمت های مختلف شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر قزوین جمع آوری گردید و پارامترهای pH، کدورت، میزان کلر باقی مانده، EC (Electrical Conductivity)، TDS (Total Dissolved Solids)، نیترات، سختی کل، قلیائیت و غلظت فلزات سرب، جیوه، کادمیوم و کروم به اندازه گیری شد. سنجش فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی و سایر پارامترهای مورد مطالعه بر اساس کتاب استاندارد متد انجام گردید. آزمون آماری ANOVA برای مقایسه مقادیر میانگین بین فصول مختلف به کار گرفته شد.

**یافته ها:** میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در طی سه فصل مطالعه شامل pH، کدورت، میزان کلر آزاد باقی مانده، EC، TDS، نیترات، سختی کل، قلیائیت و غلظت فلزات سرب و کروم به ترتیب ۷/۴۷، ۰/۲۸±۰/۰۵ (NTU)، ۰/۴۲±۰/۲۴ (میلی گرم بر لیتر)، ۶۲۳/۴۶±۴۸/۹۹ (میکروزیمنس بر سانتی متر)، ۴۹۹/۵۲±۴۹/۹۲ (میلی گرم بر لیتر)، ۴۲/۶۵±۴/۷۳ (میلی گرم بر لیتر)، ۱۴۸/۳۳±۱/۴۱ (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)، ۲۲۲/۲۳±۵/۶۷ (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)، ۰/۰۰۸±۰/۰۰۲ (میلی گرم بر لیتر)، ۰/۰۳۱±۰/۰۰۲ (میلی گرم بر لیتر) بودند. میزان جیوه و کادمیوم در کل نمونه ها بسیار ناچیز بود.

**نتیجه گیری:** مطابق نتایج به دست آمده، میانگین پارامترهای مورد مطالعه در محدوده استاندارد ملی آب آشامیدنی قرار دارد و کیفیت آب آشامیدنی قزوین برای مصرف کنندگان ایمن است.

**واژه های کلیدی:** آب آشامیدنی، منابع آب، کیفیت فیزیکی شیمیایی آب، قزوین

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- استادیار مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران

۵- نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱، پست الکترونیکی: maryam.moradnia2000@gmail.com

## مقدمه

یکی از شاخص‌های بهداشتی تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) برای ارزیابی سطح بهداشتی جامعه، دسترسی آن جامعه به آب آشامیدنی سالم است. متعاقب توسعه جوامع و رشد روزافزون جمعیت و افزایش مصرف آب، شاهد تولید حجم بالایی از فاضلاب‌هایی هستیم که حاوی آلاینده‌های متنوع زیست‌محیطی می‌باشند [۱-۲]. ورود کنترل نشده منابع آلوده‌کننده به آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث پایین آمدن کیفیت آنها می‌شود. کیفیت مطلوب فیزیکی و شیمیایی آب از نقطه نظر مقبولیت آن برای مصرف‌کننده، حفظ سلامتی مصرف‌کننده و نگهداری از سیستم شبکه آب ضروری است [۳]. منابع آب آشامیدنی می‌توانند به انواع آلاینده‌های فیزیکی و شیمیایی آلوده گردند. آلاینده‌های آب به دو صورت آلاینده‌های اولیه و ثانویه مورد بررسی قرار می‌گیرد. آلاینده‌های اولیه گروهی از آلاینده‌هایی هستند که از نظر بهداشت عمومی و سلامت مصرف‌کنندگان اهمیت دارند و آلاینده‌های ثانویه، آلاینده‌هایی هستند که اثر سوء بر کیفیت ظاهری و زیبایی‌شناختی آب دارند. برخی از این آلاینده‌ها به وسیله حواس انسان (بینایی، چشایی، لامسه و بویایی) قابل تشخیص می‌باشند. این دسته از آلاینده‌ها آلاینده‌های فیزیکی نام دارند [۱]. از جمله پارامترهای فیزیکی آب می‌توان به کدورت، مواد جامد معلق، درجه حرارت، رنگ، طعم و بو اشاره کرد. جامدات موجود در آب، از طریق محافظت میکروارگانیسم‌ها، از تماس مستقیم آنها با مواد گندزا جلوگیری می‌کند. این عامل می‌تواند نقش اساسی

در کیفیت آب داشته باشد. مواد معلق موجود در آب نیز می‌توانند محل‌هایی را برای جذب سطحی مواد شیمیایی و بیولوژیکی به وجود آورد. کدورت نیز یکی دیگر از پارامترهای فیزیکی آب است که می‌تواند سطوحی را برای جذب میکروارگانیسم‌ها، مواد شیمیایی و یا عوامل طعم و بوی نامطبوع فراهم می‌نماید [۴].

از جمله پارامترهای شیمیایی قابل توجه در آب شرب می‌توان به سختی، مواد شیمیایی، فلزات و سموم اشاره نمود. مقادیر بیش از حد این پارامترها در آب‌های شرب، می‌تواند اثرات منفی مختلفی را ایجاد نماید [۵]. فلزات سنگین از جمله سرب، جیوه، کادمیوم و کروم از مهم‌ترین آلاینده‌های شیمیایی آب به شمار می‌آیند و در صورتی که میزان آنها از حد مشخصی تجاوز کند، به دلیل خواصی از قبیل تجزیه‌پذیری ضعیف، ثبات شیمیایی و داشتن قدرت تجمع زیستی در بدن جانداران، برای موجودات و محیط زیست مضر می‌باشد [۶].

نیترات و ترکیبات آن نیز از آلاینده‌های حائز اهمیت در آب به شمار می‌آیند که به‌طور وسیعی در ساخت انواع کودهای معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. غلظت نیترات در منابع آب می‌تواند در اثر ورود رواناب‌های کشاورزی و تماس با خاک آلوده افزایش یابد. حضور مقادیر بالای ترکیبات نیترات می‌تواند خطرناک باشد [۷].

در اکثر مناطق ایران و جهان مطالعات مختلفی به منظور بررسی و تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرب انجام گرفته است [۸-۹]. Keramati و همکاران مطالعه‌ای را با هدف بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر گناباد در سال ۱۳۸۶ انجام دادند. میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه برابر با میزان

از وسعت استان را شامل می‌شود. حوزه آبریز شور وسیع‌ترین حوزه آبریز استان به شمار می‌آید و نزدیک به ۷۳٪ از دشت قزوین را شامل می‌گردد. دشت قزوین با مساحت حدود ۴۷۳۷/۷ کیلومتر مربع در استان قزوین، در ۴۹ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. حوزه آبریز دشت قزوین در محدوده شهرستان قزوین واقع شده است. این محدوده مطالعاتی با وسعت حدود ۹۵۰۲ کیلومتر مربع در شمال حوضه آبریز دریاچه نمک قرار دارد. منطقه تحت بررسی در مختصات معادل UTM  $X=334000-471000$  و  $Y=3911000-4041000$  واقع شده است [۱۵-۱۴]. در این مطالعه سعی گردید با توجه به نقشه چگونگی توزیع آب در شهر، از قسمت‌های مختلف شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر قزوین نمونه‌برداری به عمل آید. نمونه‌برداری به‌گونه‌ای انجام شد که کل مناطق شهر را به‌طور کامل تحت پوشش قرار دهد. تعداد نمونه‌ها بر اساس تقسیم‌بندی شهر از نظر تعداد منطقه انجام گردید. از کل مناطق قزوین (۳۰ محله) در هر فصل ۵۰ نمونه و مجموعاً در طی سه فصل تعداد ۱۵۰ نمونه گرفته شد.

برای جمع‌آوری و انتقال نمونه‌ها از ظروف شیشه‌ای با حجم ۱ لیتر که ۲۴ ساعت قبل با اسید نیتریک شستشو داده شدند، استفاده گردید. قبل از جمع‌آوری نمونه‌ها، بطری‌های نمونه‌برداری توسط آب منبع نمونه‌برداری شستشو داده شد و سپس از آب همان منبع پر گردید. نمونه‌ها با روش نمونه‌برداری دستی تهیه و در شرایط دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد [۱۷-۱۶] به آزمایشگاه هوای پاک‌اندیشان پیشگام انتقال داده شد. غلظت فلزات سنگین

$pH=7/56$  (میلی گرم بر لیتر)،  $EC=1840/36$  (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، (NTU)  $0/33$  کدورت،  $268/6$  سختی (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم) و  $TDS=901/65$  (میلی گرم بر لیتر) بود [۱۰]. همچنین مطالعاتی در خصوص اندازه‌گیری فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی در ایران و جهان صورت گرفته است [۱۱-۱۲]. از جمله نتایج مطالعه‌ای که در منطقه باتینای عمان انجام شد، نشان داد که غلظت فلزات سنگین از جمله سرب و کروم در منابع آب آشامیدنی این منطقه بالاتر از استاندارد مجاز آب آشامیدنی بود [۱۳].

افزایش روزافزون جمعیت و توسعه مراکز صنعتی و کشاورزی در اطراف شهر قزوین و متناسب آن دفع میزان بالایی از فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی می‌تواند بر کیفیت منابع آب این شهر تأثیر بسزایی داشته باشد [۳]. همچنین با توجه به نقش کیفیت آب، خصوصاً از نظر پارامترهای شیمیایی مهم در سلامتی انسان، این مطالعه به منظور تعیین کیفیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر قزوین انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت مقطعی در سه فصل متوالی (پاییز، زمستان و بهار) در سال ۹۵-۱۳۹۴ جهت بررسی پارامترهای کیفی فیزیکی (pH، کدورت، EC و کلر آزاد باقی‌مانده) و شیمیایی (TDS، سختی کل، قلیائیت کل، نیترات، سرب، جیوه، کادمیوم و کروم) آب آشامیدنی شهر قزوین انجام گردید. استان قزوین از دو حوزه اصلی آبریز شور و آبریز سفیدرود تشکیل شده است. حوزه آبریز سفیدرود تقریباً به‌طور کامل کوهستانی بوده و حدود ۲۷٪

حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار توصیف گردید. آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه برای مقایسه مقادیر میانگین بین فصول مختلف (در سطح معناداری ۰/۰۵) به کار گرفته شد. نتایج به دست آمده برای هریک از پارامترهای مطالعه با استانداردهای ملی ایران [۱۸] که در جدول ۱ ارائه شده است، مقایسه گردید.

نمونه‌های مورد مطالعه، توسط دستگاه IPC مدل Optima- DV 8300 (شرکت Perkinelmer آمریکا) مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری سایر پارامترهای مورد مطالعه بر اساس روش استاندارد متد آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گردید [۱۶]. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL ۲۰۱۳ و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۰ و با استفاده از آمار توصیفی مانند

جدول ۱- استانداردهای ملی آب آشامیدنی برای هریک از پارامترهای مورد مطالعه

پارامتر	pH	کدورت (NTU)	کلر باقی مانده (mg/l)	EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)	TDS (mg/l)	سختی کل (mg/l)	قلیائیت کل (mg/l)	نیترات (mg/l)	سرب (mg/l)	جیوه (mg/l)	کادمیوم (mg/l)	کروم (mg/l)
استاندارد ملی	۶/۵-۹	۵	۰/۲-۰/۸	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۵۰	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۵
مطلوب	۷-۸/۵	۱	۰/۵	-	۱۰۰۰	۲۰۰	۲۰۰	-	-	-	-	-

## نتایج

و EC در تمام ماه‌های مورد مطالعه بر طبق استانداردها در حد مطلوب بودند. میزان کلر باقی مانده نیز در تمام ماه‌های مورد مطالعه به جزء دی و فروردین در محدوده مجاز ۰/۲-۰/۸ میلی گرم در لیتر بود.

میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکی و استانداردهای ملی مرتبط با هر یک از پارامترها در جدول ۲ ارائه شده است. بر طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲، میانگین هر یک از پارامترهای فیزیکی شامل pH، کدورت

جدول ۲- نتایج آنالیز مربوط پارامترهای فیزیکی در منابع تأمین آب شرب شهر قزوین در طی سه فصل در سال ۹۵-۱۳۹۴

پارامتر	پاییز	زمستان	بهار
پارامتر	مهر	آبان	آذر
pH	۷/۳۴	۷/۵	۷/۵
کدورت (NTU)	۰/۰۵±۰/۲۸	۰/۰۵±۰/۲۸	۰/۰۸±۰/۲۹
مقدار کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)	۰/۰۴±۰/۶۱	۰/۰۳±۰/۵۱	۰/۰۴±۰/۵۲
EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)	۷۵/۷±۶۶۲/۵	۶۴±۶۰۵	۶۴/۴±۶۱۶
پارامتر	دی	بهمن	اسفند
pH	۷/۴۲	۷/۴۹	۷/۵۱
کدورت (NTU)	۰/۰۶±۰/۳۲	۰/۰۶±۰/۲۵	۰/۰۴±۰/۲۹
مقدار کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)	۰/۰۲±۰/۱۶	۰/۰۴±۰/۶۱	۰/۰۲±۰/۴۱
EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)	۷۷/۸±۶۹۸	۷۷±۶۸۹	۶۹/۳±۶۴۷
پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد
pH	۷/۴	۷/۶۷	۷/۴۶
کدورت (NTU)	۰/۰۱±۰/۳۱	۰/۰۰۷±۰/۲۵	۰/۰۴±۰/۲۸
مقدار کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)	۰/۰۱±۰/۱۴	۰/۰۳±۰/۶۱	۰/۰۲±۰/۴۳
EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)	۵۷±۵۳۲	۶۳/۶±۵۹۶	۶۴±۶۰۵

استانداردهای ملی مرتبط با هر یک از پارامترها ارائه شده است.

مطابق نتایج به دست آمده در جدول ۳، میانگین پارامترهای شیمیایی در طی ماه‌های مورد مطالعه، در محدوده مجاز استاندارد ملی بودند. با مقایسه میانگین پارامترهای مطالعه با استاندارد ملی، مشاهده گردید که سختی آب هرچند در محدوده مجاز استاندارد بود، اما در هیچ کدام از ماه‌های مورد مطالعه در محدوده مطلوب استاندارد ملی نبودند.

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مربوط به پارامترهای فیزیکی از جمله pH، کدورت و میزان کلر باقی مانده در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار نشان داد که بین مقادیر میانگین هر یک از پارامترهای ذکر شده در فصول مختلف اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). EC تنها پارامتر فیزیکی بود که مقادیر میانگین مربوط به آن در فصول مختلف پاییز-بهار و زمستان-بهار اختلاف معناداری داشتند ( $p < 0/05$ ). در جدول ۳، میانگین و انحراف معیار مربوط پارامترهای شیمیایی مورد مطالعه در طی سه فصل و

جدول ۳- نتایج آنالیز مربوط به پارامترهای شیمیایی در منابع تأمین آب شرب شهر قزوین در طی سه فصل در سال ۹۵-۱۳۹۴

پارامتر	پاییز			زمستان			بهار		
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
TDS (میلی گرم بر لیتر)	۵۴±۵۲۹	۴۴±۴۸۹	۳۹±۴۷۶	۵۷±۵۷۱	۵۲/۵±۵۲۳	۴۵±۴۹۹	۵۶±۵۵۱	۳۴±۴۳۵/۵	۳۳±۴۲۴
سختی کل (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)	۴۴±۲۲۶	۴۳±۲۲۲	۴۳±۲۲۲	۴۵±۲۲۳	۴۳±۲۲۲	۴۵±۲۲۳	۴۴±۲۲۲	۴۱±۲۱۶	۴۵±۲۲۵
قلیائیت کل (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)	۲۲±۱۴۹	۲۳±۱۵۰	۲۳±۱۴۹	۲۱±۱۴۸	۲۰±۱۴۸	۲۰±۱۴۸	۲۱±۱۴۹	۱۹±۱۴۵	۲۱±۱۴۹
نیتрат (میلی گرم بر لیتر)	۱۶/۴±۴۹/۴	۱۵/۸±۴۴	۱۵±۳۲/۵	۱۱/۱±۳۶	۱۲/۱±۴۱	۱۶/۵±۴۸	۱۰/۲±۳۹	۱۴/۳±۴۶	۱۰/۸±۳۷

ذکر شده در فصول مختلف اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مربوط به پارامترهای شیمیایی از جمله TDS، نیترات، سختی کل و قلیائیت نشان داد که بین مقادیر میانگین هر یک از پارامترهای

در جدول ۴، میانگین و انحراف معیار مربوط به فلزات سنگین در طی سه فصل و استانداردهای ملی مرتبط با هر یک از پارامترها ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج آنالیز مربوط به فلزات سنگین در منابع تأمین آب شرب شهر قزوین در سه فصل در سال ۹۵-۱۳۹۴

پارامتر	پاییز			زمستان			بهار		
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
سرب (میلی گرم بر لیتر)	±۰/۰۰۸ ۰/۰۰۶	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۵	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۵	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۵	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۶	±۰/۰۰۷ ۰/۰۰۴	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۳	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۴	±۰/۰۰۹ ۰/۰۰۴
جیوه (میلی گرم بر لیتر)	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز
کادمیوم (میلی گرم بر لیتر)	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز
کروم (میلی گرم بر لیتر)	±۰/۰۴۲ ۰/۰۰۲	±۰/۰۳۱ ۰/۰۰۱	±۰/۰۳۲ ۰/۰۰۱	±۰/۰۳۱ ۰/۰۰۱	±۰/۰۳۱ ۰/۰۰۱	±۰/۰۳۲ ۰/۰۰۱	±۰/۰۴۱ ۰/۰۰۱	±۰/۰۴۲ ۰/۰۰۱	±۰/۰۳۲ ۰/۰۰۱

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مربوط به فلزات سنگین از جمله سرب و کروم نشان داد که بین مقادیر میانگین هر یک از پارامترهای ذکر شده در فصول مختلف اختلاف معناداری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ).

میانگین پارامترهای مورد مطالعه در سه فصل به همراه حد مجاز استاندارد آنها، برای پارامترهای کدورت و میزان کلر باقی مانده در نمودار (۱)، برای پارامترهای نیترات، قلیائیت، سختی کل، TDS و EC در نمودار (۲) و برای فلزات سنگین در نمودار (۳) نشان داده شده است.

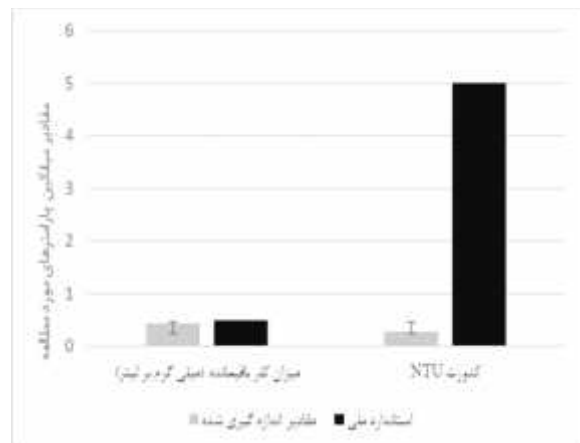
مطابق نمودارهای ارائه شده، در طی سه فصل مورد مطالعه مقادیر میانگین و انحراف معیار برای پارامترهای مورد مطالعه شامل pH، کدورت، میزان کلر

باقی مانده، EC، TDS، نیترات، سختی کل، قلیائیت و غلظت فلزات سرب و کروم به ترتیب ۷/۴۷ (NTU)،  $0.28 \pm 0.05$ ،  $0.42 \pm 0.24$  (میلی گرم بر لیتر)،  $623/46 \pm 48/99$  (میکروزیمنس بر سانتی متر)،  $499/52 \pm 49/92$  (میلی گرم بر لیتر)،  $148/33 \pm 1/41$  (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)،  $222/23 \pm 5/67$  (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)،  $0.08 \pm 0.02$  (میلی گرم بر لیتر)،  $0.31 \pm 0.02$  (میلی گرم بر لیتر) بودند که از مقایسه آنها با مقادیر استاندارد ملی نتیجه می شود که مقادیر مربوط به همه پارامترها در محدوده مجاز استاندارد ملی آب آشامیدنی قرار دارند.

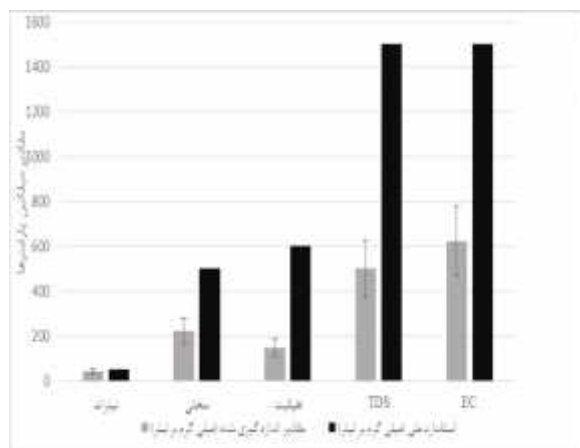
### بحث

مطابق نتایج به دست آمده از این مطالعه، کیفیت آب آشامیدنی شهر قزوین برای اکثر پارامترهای مورد مطالعه در حد مجاز استاندارد ملی بود. میزان کلر باقی مانده، در دو ماه دی و فروردین در محدوده مجاز استاندارد (۰/۸-۰/۲ میلی گرم بر لیتر) قرار نداشت. همچنین این پارامتر در هیچ کدام از ماه‌های مورد مطالعه به جزء آبان و آذر دارای استاندارد مطلوب آب آشامیدنی (۰/۵ میلی گرم بر لیتر) نبود. عواملی از قبیل آلودگی‌های ثانویه، مقادیر کدورت بالا، فرسودگی و شکستگی لوله و اتصالات شبکه آبرسانی و وجود لایه بیوفیلم در آنها می‌تواند بر میزان مصرف کلر، راندمان گندزدایی و مقدار کلر باقی مانده تأثیر بسزایی داشته باشد [۱۹].

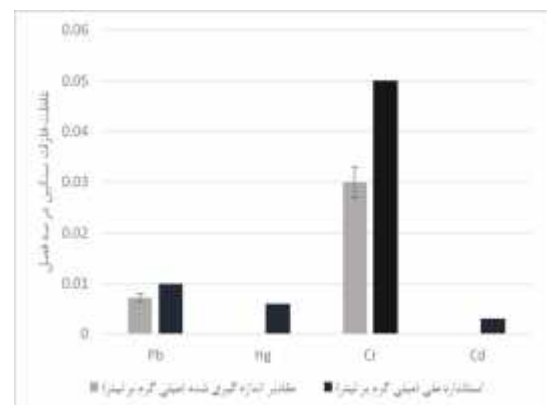
مقادیر حداقل و حداکثر کدورت به ترتیب  $0/32 \pm 0/06$  و  $0/25 \pm 0/07$  NTU به دست آمد. وجود کدورت در آب بر روی راندمان فرآیند گندزدایی آب با کلر تأثیر منفی دارد. بنابراین هر چه کدورت آب پایین تر باشد، راندمان گندزدایی بالاتر است و از طرف دیگر بالا بودن راندمان گندزدایی سبب بهبود کیفیت میکروبی آب می‌گردد [۲۰]. همچنین نتایج آنالیز واریانس یک طرفه مربوط به پارامترهای فیزیکی شامل pH، کدورت و میزان کلر باقی مانده در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار نشان داد که بین مقادیر میانگین هر یک از پارامترهای ذکر شده در فصول مختلف اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). یکی از دلایل عدم معناداری pH و کدورت در فصول مختلف، می‌تواند به دلیل استحصال آب از چاه‌های عمیق و عدم تأثیرپذیری این پارامترها با تغییر فصل باشد. همچنین در خصوص میزان کلر باقی مانده، می‌توان به



نمودار ۱- میانگین پارامترهای کدورت و میزان کلر باقی مانده در منابع آب شرب شهر قزوین در طی سه فصل در سال ۱۳۹۴-۹۵



نمودار ۲- میانگین پارامترهای نیترات، کلیاتیت، سختی کل، TDS و EC در منابع آب شرب شهر قزوین در طی سه فصل در سال ۱۳۹۴-۹۵



نمودار ۳- میانگین غلظت فلزات سنگین در باقی مانده در منابع آب شرب شهر قزوین در طی سه فصل در سال ۱۳۹۴-۹۵

تزریق مقدار مشخص کلر با استفاده از هیپوکلریناتور در نقاط مشخص و در فصول مختلف سال اشاره نمود [۲۱].

Mazloomi و همکارانش در مطالعه‌ای جهت بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی تصفیه‌خانه شهر ایلام اعلام کردند که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی از جمله pH، کدورت و میزان کلر باقی‌مانده در محدوده استاندارد WHO و ملی بود [۲۲]. همچنین نتایج گزارش‌شده توسط دیگر محققان، در راستای مطالعه حاضر است [۲۳-۲۴]. از دلایل پایین بودن مقادیر کدورت در این مطالعه و دیگر مطالعات می‌توان به عمیق بودن منابع آب و همچنین خاصیت فیلتراسیون لایه‌های خاک در منابع آب زیرزمینی اشاره کرد. همچنین بهینه بودن مقادیر کلر باقی‌مانده می‌تواند به دلیل تزریق مقادیر مناسب کلر به منابع آب، پایین بودن مقادیر کدورت و عدم تأثیرگذاری آن بر میزان مصرف کلر، سالم بودن لوله‌های آبرسانی و عدم وجود رسوبات در آنها اشاره نمود [۲۱].

حداقل و حداکثر میزان EC در طی ماه‌های مورد مطالعه به ترتیب  $604/8 \pm 64$  و  $698/3 \pm 77/8$  میکروزیمنس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه حاکی از آن بود که بین مقادیر میانگین EC در فصول پاییز-بهار و زمستان-بهار اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). از دلایل این اختلاف می‌توان به تأثیر تغییرات بارندگی در فصول مختلف در مقادیر این پارامتر اشاره نمود [۲۳].

Hayati و همکاران در خصوص بررسی کیفیت آب شرب شبکه توزیع بوشهر مطالعه‌ای انجام دادند که در آن میزان کدورت، کلر باقی‌مانده، EC و TDS به ترتیب NTU  $0/27$ ،  $0/61$  میلی‌گرم بر لیتر،  $1155/5$  میکروزیمنس بر

سانتی‌متر و  $577/7$  میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردید که به جز TDS، سایر پارامترها در محدوده استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) اعلام گردید [۲۵]. از دلایل پایین بودن مقادیر EC و TDS در مطالعه مذکور می‌توان به تأثیر مقادیر بالای آب باران (خالص) در ماه‌های پرباران اشاره کرد [۲۳].

میانگین pH نیز در تمام ماه‌های مورد مطالعه بالاتر از ۷ و در محدوده مطلوب استاندارد (۷-۸/۵) به دست آمد. همچنین حداقل و حداکثر میزان کلیاتیت شبکه آب توزیع شهری قزوین  $145 \pm 19$  و  $150 \pm 23$  میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم اندازه‌گیری شد. مطابق استاندارد WHO، کلیاتیت آب شبکه توزیع شهری قزوین پایین‌تر از حد مطلوب ( $200$  میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم) اندازه‌گیری شد. مقادیر پایین‌تر از حد مجاز کلیاتیت می‌تواند باعث خوردگی تأسیسات آبرسانی شود [۲۶]. میانگین حداقل و حداکثر سختی کل آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر قزوین به ترتیب  $221/7 \pm 43$  و  $226/03 \pm 44/4$  میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم اندازه‌گیری گردید که مطابق طبقه‌بندی آب‌های آشامیدنی جزء آب‌های سخت تلقی می‌گردد [۲۷]. آب آشامیدنی شهر قزوین از نظر سختی در محدوده استاندارد مجاز ایران ( $500$  میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم) بود که می‌توان گفت از نظر بهداشتی برای مصرف‌کنندگان ایمن است [۲۸]. همچنین مطابق نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه مربوط به پارامترهای شیمیایی از جمله TDS، سختی کل و کلیاتیت، بین مقادیر میانگین هر یک از پارامترهای ذکرشده در فصول مختلف اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). تغییرات پارامترهایی از قبیل سختی و کلیاتیت می‌تواند تحت تأثیر



استاندارد ملی و WHO قرار دارد. مطابق نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه، بین مقادیر نیترات در فصول مختلف اختلاف معناداری مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ )، که از دلایل احتمالی آن می‌توان به بالا بودن عمق منابع آب زیرزمینی و همچنین دور بودن این منابع از مناطق کشاورزی اشاره نمود [۲۹]. نتایج پژوهش Setare و همکاران در خصوص بررسی میزان نیترات چاه‌های آب آشامیدنی دشت سنقر حاکی از بالا بودن میزان نیترات بیشتر از حد استاندارد بود. میانگین میزان نیترات در بعضی از چاه‌های مورد مطالعه در فصول پرباران و کم باران به ترتیب ۸۸/۵ و ۷۱/۴ میلی‌گرم بر لیتر اعلام شد. از دلایل بالا بودن میزان نیترات، قرار گرفتن این چاه‌ها در پایین دست اراضی کشاورزی اعلام گردید [۳۱]. همچنین نتایج مطالعه Rezaie و همکاران در خصوص تعیین آلودگی‌های شیمیایی منابع آب زیرزمینی پایین دست محل دفن زباله شهر سنندج نشان داد که آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه از لحاظ پارامترهای EC، TDS، نیترات، سختی کل، قلیائیت و کدورت دارای مقادیر بالاتر از استانداردهای ملی بودند و برای مصارف آشامیدن ممنوع اعلام شد. دلایل آلودگی این منابع نشت شیرابه و همچنین تأثیر از آلاینده‌های سطحی به دلیل عمق کم آنها گزارش گردید [۳۲].

مطابق نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، غلظت فلزات سنگین موجود در منابع آب آشامیدنی قزوین نسبت به مطالعات انجام شده در نقاط دیگر کشور ایران در حد بسیار پایین تری قرار داشت. میانگین غلظت جیوه و کادمیوم در تمام ماه‌های مورد مطالعه ناچیز بود. همچنین میانگین مقادیر مربوط به سرب و کروم به ترتیب  $0.008 \pm 0.002$ ،

pH تغییر نماید. در این مطالعه تغییرات pH در فصول مختلف در محدوده ثابتی اندازه‌گیری شد و بنابراین، می‌تواند یکی از دلایل عدم معناداری تغییرات سختی و قلیائیت در فصول مختلف باشد [۲۹].

نتایج مطالعه Rahmani و همکاران در بوئین‌زهرها نشان داد که سختی آب این شهرستان از مقادیر مجاز استاندارد ملی بالاتر است [۳۰]. از دلایل بالا بودن سختی آب در این مطالعه، نوع منبع آب و وجود لایه‌های آهکی در منابع آب زیرزمینی اشاره شد. نتایج مطالعه دیگری که در خصوص بررسی کیفی منابع آب شرب گناباد در دو فصل بهار و تابستان انجام گردید نشان داد که بین مقادیر پارامترهای EC، کدورت، سختی و TDS با مقادیر استاندارد ملی و جهانی، اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت؛ اما بین مقادیر کلر و pH در فصل بهار و تابستان اختلاف معنی‌داری گزارش شد [۱۰]. نتایج مطالعه مذکور از نظر مقدار کلر باقی‌مانده در دو فصل پاییز و زمستان با مطالعه حاضر همخوانی دارد. کم شدن ناگهانی کلر در شبکه‌های آبرسانی می‌تواند به دلیل ورود آلودگی‌های میکروبی و مواد آلی و معدنی در اثر شکستگی لوله و اتصالات و یا خرابی شیرهای قطع و وصل باشد. همچنین مقادیر بالای کدورت و وجود رسوبات و لایه بیوفیلم در لوله‌های توزیع آبرسانی می‌تواند منجر به کاهش مقدار کلر باقی‌مانده در شبکه توزیع گردد [۲۱].

از مهم‌ترین آلاینده‌های شیمیایی دیگر که تأثیر مستقیم آن بر سلامتی نشان داده شده است، وجود یون‌های نیترات می‌باشد. مطابق نتایج به دست آمده از این مطالعه، حداقل و حداکثر میزان نیترات  $15 \pm 32/5$  و  $16/4$  میلی‌گرم بر لیتر بود که در محدوده مجاز

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در مقایسه با استانداردهای ملی از کیفیت مطلوبی برخوردار است. با توجه به مطلوب نبودن میزان کلر باقی‌مانده در بعضی از ماه‌های مورد مطالعه، پایش روزانه و بررسی منابع آبی که کلر زنی می‌شوند از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین از آنجایی که شهر قزوین جزو شهرهای صنعتی ایران بوده و رشد صنعت در این شهر در حال افزایش است، پایش مستمر پارامترهای مهم از جمله فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی و آب مورد استفاده در صنعت در فواصل زمانی مختلف و همچنین اطمینان از سالم بودن لوله‌های توزیع ضروری است.

#### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر خود را از پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران جهت همکاری‌ها و مشاوره‌های علمی جهت انجام آزمایش‌ها و نگارش مقاله اعلام می‌دارند

۰/۰۳۱±۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. بالا بودن مقادیر فلزات سنگین در منابع آب می‌تواند به دلیل فعالیت‌های صنعتی، تخریب صخره‌ها و فرسودگی لوله‌ها باشد. همچنین در صورتی که نمونه‌برداری در زمان‌های نامشخص به‌عنوان مثال در اول صبح انجام‌گیرد، ممکن است در گزارش مقادیر پارامترهای مطالعه از جمله مقادیر بالای سرب نقش داشته باشد که این می‌تواند از محدودیت‌های مطالعه باشد [۱۳]. نتایج آنالیز واریانس مربوط به فلزات سنگین اندازه‌گیری شده نشان داد که بین مقادیر میانگین فلزات سنگین در فصول مختلف اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) که از دلایل آن می‌توان به نوع منبع آب (زیرزمینی) و عمق بالای منابع آب و همچنین دور بودن آنها از منابع تولیدکننده فلزات سنگین اشاره کرد [۳۳].

#### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که آب آشامیدنی شهر قزوین از نظر اکثر

## References

- [1] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: recommendations: World Health Organization; 2004.
- [2] Gao P, Liu Z, Tai M, Sun DD, Ng W. Multifunctional graphene oxide-TiO<sub>2</sub> microsphere hierarchical membrane for clean water production. *Appl Catal B* 2013; 138: 17-25.
- [3] Zietz BP, Laß J, Suchenwirth R. Assessment and management of tap water lead contamination in Lower Saxony, Germany. *Int J Environ Health Res* 2007; 17(6):407-18.

- [4] Krenkel P. Water quality management Academic Press New York Pub; 2012.
- [5] Vaclavik VA, Christian EW. Water. Essentials of Food Science: Springer 2008; p. 21-31.
- [6] Rajaei G, Mansouri B, Jahantigh H, Hamidian AH. Metal concentrations in the water of Chah nimeh reservoirs in Zabol, Iran. *Bull Environ Contam toxicol* 2012; 89(3): 495-500.
- [7] Sebilo, M, Mayer B, Nicolardot B, Pinay G, and Mariotti A. Long-term fate of nitrate fertilizer in agricultural soils. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 2013; 110 (45): 18185-89.
- [8] Hussain, I, M. Arif, and J. Hussain, Fluoride contamination in drinking water in rural habitations of Central Rajasthan, India. *Environ Monit Assess* 2012; 184 (8): 5151-58.
- [9] Bain, R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *TM & IH* 2014; 19(8): 917-27.
- [10] Keramati H, Mahvi A, Abdulnezhad L. The survey of physical and chemical quality of Gonabad drinking water in spring and summer of 2008. *HMS* 2007;13(3):25-32. [Farsi]
- [11] Khodapanah, L, Sulaiman WNA, and Khodapanah N, Groundwater quality assessment for different purposes in Eshtehard District, Tehran, Iran. *Eur J Sci Res* 2009; 36(4): 543-53. [Farsi]
- [12] Varol, M. & B. en, Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey. *Environ Monit Assess* 2009; 159(1-4): 543-53.
- [13] Buschmann J, Berg M, Stengel C, Sampson ML. Arsenic and manganese contamination of drinking water resources in Cambodia: coincidence of risk areas with low relief topography. *Environ. Sci. Technol* 2007; 41(7): 2114-46
- [14] Abdullahi S, Mahmud ARB, Pradhan B, Spatial modelling of site suitability assessment for hospitals using geographical information system-based multicriteria approach at Qazvin city, Iran. *Int. J. Geogr. Inf Sci* 2014; 29(2): 164-84.
- [15] Annells R, Arthurton RS, Bazley RAB, Davies RG, Geological quadrangle map of Qazvin-Rasht (1: 250 000). Geological Survey of Iran; 1985.
- [16] American Public Health Association (APHA): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation publication. APHA, Washington D.C; 2005.
- [17] Rahnama S, Khaledian MR, Shahnazari A, Forghani A. Spatial distribution of heavy metals pollution in

- groundwater of central Guilan. in The 2nd Iranian National Conference on Applied Research in Water Resources. 2011.
- [18] Islamic Republic of Iran (ISIR), Vice Presidency for 6. Strategic Planning and Supervision: Environmental Criteria of Treated Waste Water and Return Flow Reuse. Tehran: Office of Deputy for Strategic Supervision, Ministry of Energy, Bureau of Technical Execution System Bureau of Engineering and Technical Criterias for Water and Wastewater. *Report No.: 1053 (in Persian)*. 2010.
- [19] Nkwonta O, Ochieng G. Roughing filter for water pre-treatment technology in developing countries: A review. *IJPS* 2009; 4(9): 455-63.
- [20] Zafarzadeh A, Amanidaz N, Seyedghasemi N. Relationship between Turbidity and Residual Chlorine and Microbial Quality of Drinking Water. *Med Lab* 2014; 8(3):74-81. [Farsi]
- [21] Reynolds KA, Mena KD, Gerba CP. Risk of waterborne illness via drinking water in the United States. *Reviews of environmental contamination and toxicology*: Springer; 2008. p. 117-58.
- [22] Mazloomi S, Dehghani MH, Norouzi M, Davil MF, Amarluie A, Tardast A, et al. Physical and chemical water quality of ilam water treatment plant. *World Appl Sci J* 2009;6(12):1660-4. [Farsi]
- [23] Pindi PK, Yadav PR, Kodaparthi A. Bacteriological and physico-chemical quality of main drinking water sources. *PJoES* 2013; 22(3).
- [24] Tavangar A, Naimi N, Alizade H, Tavakoli Ghochani H, Ghorbanpour R. Evaluation of water treatment systems' performance available in Bojnurd city during 2013. *nkhmj* 2014;5(5):1107-19. [Farsi]
- [25] Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. *ISMJ* 2015; 17(6): 1223-35. [Farsi]
- [26] Savari J, Jaafazadeh N, Hassani A, Shams Khoram Abadi G. Physical and chemical quality of the drinking water in Ahvaz. *sjsph* 2008; 5(4): 75-85. [Farsi]
- [27] Peavy HS, Rowe DR. Tchobanoglose. *Water Quality*. In: Ebrahimi S, Keynezhad MA. *Environmental Engineering*. 3th ed. Tehran: Sahand University of Technology Press 2007; 41:43.
- [28] Safari Gh, Vaezi F. A survey of quality characteristics of water resources supplying drinking water of Mianeh city. *Water & Wastewater* 2003; 47:53-60. [Farsi]
- [29] Ramakrishnaiah C, Sadashivaiah C, Ranganna G. Assessment of water quality index for the

- groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *J.Chemistry* 2009; 6(2): 523-30.
- [30] Rahmani Z, Gholami M, Khoshnevis Zadeh A, Rezayee Kalantari R. Investigation of Buin Zahra Drinking Water Resources Quality by Using of GWQI. *aums* 2013; 2(3): 147-55. [Farsi]
- [31] Setare P, Rezaei M, Hassani AH, Zinatyzadeh AA. Distribution of groundwater nitrate contamination in GIS environment: A case study, Sonqor plain. *J Kermanshah Univ Med Sci* 2014; 18(3). [Farsi].
- [32] Rezaie R, Mlaleki A, Safari M, Ghavami A. Assessment of chemical pollution of groundwater resources in downstream regions of Sanandaj Landfill. *SJKUMS* 2010; 15(3). [Farsi]
- [33] Begum A, Ramaiah M, Khan I, Veena K. Heavy metal pollution and chemical profile of Cauvery River water. *J. Chemistry* 2009; 6(1): 47-52.

## A Survey on Drinking Water Quality in Qazvin in 2015

M. Panahi fard<sup>1</sup>, A. H. Mahvi<sup>2</sup>, A. Asgari<sup>3</sup>, S. Nazemi<sup>4</sup>, M. Moradnia<sup>5</sup>

Received: 24/09/2016 Sent for Revision: 14/12/2016 Received Revised Manuscript: 25/02/2017 Accepted: 27/02/2017

**Background and Objective:** Physical and chemical quality of water is necessary for consumer's acceptance, health promotion, and guarding of water distribution systems. The aim of this study was to determine the physical and chemical quality of drinking water in Qazvin.

**Material and Methods:** This cross-sectional study was conducted in 2014-2015. During three seasons a total of 150 samples were collected from different points of water distribution. Then, water pH, turbidity, residual chlorine, EC (Electrical Conductivity), TDS (Total Dissolved Solis), nitrate, total hardness, alkalinity, and concentrations of Pb, Hg, Cd and Cr were measured. Heavy metals were measured by atomic absorption spectrophotometer and other parameters were analyzed based on the Standard Method book. ANOVA was used for comparing the mean values between seasons.

**Results:** The average values during three seasons were reported as the following: pH=7.47, turbidity=0.28±0.05 (NTU), residual chlorine =42±0.24 (mg/L), EC=623.46±48.99 (µS/cm), TDS = 499.52±49.92 (mg/L), nitrate =42.65±4.73 (mg/L), total hardness=148.33±1.4 (mg/L CaCO<sub>3</sub>), alkalinity=222.23±5.67 (mg/L CaCO<sub>3</sub>), and concentrations of Pb=0.008±0.0024 (mg/L), and Cr=0.031±0.002 (mg/L). The concentration of Hg and Cd were negligible in the total samples.

**Conclusion:** According to the obtained results, all the parameters were found to be within the permissible Iranian standards and the quality of Qazvin drinking water is safe for the consumers.

**Key words:** Drinking water, Water supply, Water quality, Psycho-chemical, Qazvin

**Funding:** This study was funded by Tehran Universities of Medical Sciences, Iran.

**Conflict of interest:** None declared.

**Ethical approval:** This article does not need permission from the Ethics Committee.

**How to cite this article:** Panahi fard M, Mahvi AH., Asgari A, Nazemi S, Moradnia M. A Survey on Drinking Water Quality in Qazvin in 2015. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2017; 16(1): 3-16. [Farsi]

1- MSc of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran

2- Assistant Prof. in Environmental Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- PhD Candidate of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- MSc of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran

5- MSc of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran

(Corresponding Author) Tel: (021) 88978398, Fax:(021) 88978398, Email: maryam.moradnia2000@gmail.com