

# کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس

مهندس کاووس دیندارلو<sup>۱</sup> مهندس ولی علیپور<sup>۱</sup> دکتر غلامرضا فرشیدفر<sup>۲</sup>  
<sup>۱</sup> مربی گروه بهداشت محیط<sup>۲</sup> استادیار گروه بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان

مجله پزشکی هرمزگان سال دهم شماره اول بهار ۸۵ صفحات ۶۲ - ۵۷

## چکیده

**مقدمه:** آب همواره مقادیری املاح، مواد معلق و گازهای محلول همراه خود دارد. وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان ضروری است ولی مقدار بیش از حد مجاز آنها سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد. هدف از این مطالعه، سنجش پارامترهای شیمیایی آب شرب بندرعباس و مقایسه با استانداردهای ملی است.

**روش کار:** در مطالعه توصیفی انجام شده، تعداد ۳۳ نمونه در نیمه دوم سال ۱۳۸۲ از منابع برداشت و مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایشها در دو دسته آزمایشهای تیتریمتری شامل سختی کل، کلسیم و منیزیم، قلیائیت و کلرور بر اساس روشهای استاندارد و آزمایشهای دستگاهی شامل هدایت الکتریکی (EC) و کل جامدات محلول (TDS)، کدورت، pH، فلورور، آهن، سدیم، نیتریت و نیترات انجام شده است. جهت آنالیز آماری نتایج از شاخص های مرکزی و نرم افزار Excel استفاده گردیده است.

**نتایج:** این مطالعه نشان داد که میزان فلورور، سولفات، کلرور، سدیم، سختی کل EC و TDS در منابع آب زیرزمینی از حداکثر مجاز و میزان نیتریت و کلسیم نیز از حد مطلوب فراتر است و در منابع سطحی میناب همه پارامترها به جز TDS در گستره مطلوب می‌باشند.

**نتیجه‌گیری:** کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس از دیدگاه بهداشتی مشکل آفرین نیست. لیکن به دلیل پایین‌تر بودن کیفیت آب استحصالی از منابع زیرزمینی و اختلاط آن با آبهای سطحی برخی پارامترها حد مطلوب را تأمین نمی‌نماید.

**کلیدواژه‌ها:** آب - تجزیه شیمیایی - بندرعباس

نویسنده مسئول:

مهندس کاووس دیندارلو

گروه بهداشت محیط دانشکده

بهداشت دانشگاه علوم پزشکی

هرمزگان

بندرعباس - ایران

تلفن: ۰۷۶ ۳۳۸۰۸۳

پست الکترونیکی:

kdindarloo@hums.ac.ir

دریافت مقاله: ۸۳/۱۱/۱۴ اصلاح نهایی: ۸۴/۲/۲۱ پذیرش مقاله: ۸۴/۷/۱

## مقدمه:

مهمترین پارامترهای شیمیایی شامل موارد ذیل

می‌باشند:

فلورور: مقادیر دریافت روزانه فلوراید به منطقه جغرافیایی بستگی دارد. اگر رژیم غذایی شامل ماهی و چای باشد، تماس از طریق غذا به طور خاص زیاد می‌شود. تماس با فلوراید از طریق آب آشامیدنی به درجه حرارت منطقه نیز بستگی دارد و هر چه درجه حرارت بالاتر باشد، میزان فلوراید موجود در آب بایستی کم‌تر از ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر باشد (۵،۶).

آب در طبیعت بصورت خالص یافت نمی‌گردد. بلکه همواره مقادیری املاح، مواد معلق و گازهای محلول را همراه خود دارد و این موجب می‌شود که آب در مناطق مختلف ویژگی‌های مختلف به خود بگیرد. وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان ضروری است و این در حالی است که مقدار بیش از حد مجاز آنها سلامتی انسان را به خطر خواهد انداخت. بنابراین وجود آب آشامیدنی سالم ضامن سلامتی جامعه است و اولین قدم در شناخت آب، بررسی پارامترهای آب شرب است (۴،۳،۲،۱).

در سیستم توزیع و مصرف زیاد صابون گردد و از سوی دیگر آب با سختی کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای لوله‌ها بسیار خورنده خواهد بود (۳،۵،۶).

کل جامدات محلول (TDS) و هدایت الکتریکی (ED):  
TDS پارامتر بسیار مؤثری در ایجاد طعم آب آشامیدنی است. آبی که دارای TDS کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است، از دیدگاه استاندارد شرب، آب بسیار خوبی محسوب می‌گردد. TDS بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مطلوب و در گستره ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ برای شرب مجاز است ولی آب با TDS بیشتر از ۱۵۰۰ مقبولیت شرب را ندارد (۳،۵،۶).

EC نشان دهنده قابلیت عبور جریان برق در آب می‌باشد که همان خواص TDS را دارد (۴). با توجه به اهمیت موضوع در همه کشورهای جهان، استانداردهای ملی جهت تأمین سلامت و رفاه افراد جامعه در نظر گرفته شده است (۱). در همین راستا این مطالعه به منظور بررسی پارامترهای شیمیایی منابع آب شرب شهر بندرعباس و مقایسه آن با استانداردهای ملی انجام گرفته است.

مطالعات انجام شده در این زمینه با توجه به اهمیت موضوع، سابقه دیرینه دارد. سازمان جهانی بهداشت، اولین رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی را در سالهای ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۵ منتشر نمود. و در سال ۱۹۸۸ کار تجدیدنظر رهنمودها آغاز شد تا اینکه در سال ۱۹۹۳ ویراست دوم به چاپ رسید. در سال ۲۰۰۳ نیز آخرین نسخه از تجدیدنظرهای انجام شده منتشر گردید (۵).

در کشور ما استانداردهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی نخستین بار در سال ۱۳۴۵ تهیه گردید و پس از چهار بار تجدیدنظر در یکصد و نود و پنجمین جلسه کمیته ملی استاندارد به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر گردید (۷). در نقاط مختلف کشور نیز در این زمینه مطالعاتی صورت گرفته است. در مطالعات صفری و واعظی بر روی منابع آب شهر میانه، مشخص گردید که عمده مشکل آب این منابع، سختی کل، TDS و یون بیکربنات بوده و سایر پارامترها در حد خوب تا قابل قبول بوده است (۸).

فرشاد و همکاران در مطالعاتی که جهت بررسی یون نیترات و نیتریت در واحدهای صنعتی منطقه تهران کرج در

نیترات و نیتریت: در بسیاری از منابع آب به خصوص منابع زیرزمینی افزایش مقادیر نیترات به دلیل توسعه فعالیتهای کشاورزی مشاهده شده است. به علت امکان وجود همزمان نیتریت و نیترات در آب آشامیدنی، مجموع نسبت غلظت هر کدام به مقادیر توصیه شده نباید از ۱ میلی‌گرم در لیتر تجاوز کند (۵).

کلرور: غلظتهای بالای کلرور باعث ایجاد طعم در آب شرب می‌گردد. حد آستانه طعم برای آنیوم کلرور به نوع کاتیون ترکیبی با آن بستگی دارد. آستانه برای کلرور سدیم، کلسیم و پتاسیم در گستره ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. هیچ مقدار رهنمودی مبتنی بر بهداشت برای آن پیشنهاد نشده است (۵،۶).

سولفات: وجود سولفات در آب آشامیدنی می‌تواند ایجاد طعم قابل ملاحظه نماید. نامطلوب شدن طعم آب با طبیعت کاتیون مربوطه متغیر است. حدود آستانه طعم از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای سولفات سدیم تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای سولفات کلسیم متغیر است. معمولاً این طعم در نظر گرفته می‌شود که در مقادیر زیر ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، نامطلوب شدن طعم به حداقل می‌رسد (۵،۶).

آهن: در منابع زیرزمینی ممکن است مقدار آهن به صورت فرو در غلظتهای تا چندین میلی‌گرم در لیتر وجود داشته باشد. در هنگام استخراج این منابع و تماس هوا با آب باعث اکسید شدن فرو و تبدیل آن به آهن فریک قهوه‌ای رنگ می‌گردد. آهن در مقادیر بالای ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر باعث لکه دار شدن لباس هنگام شستشو و افزایش رنگ آب می‌شود (۵،۶).

سدیم: آستانه طعم برای سدیم ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر است و چون نمی‌توان نتیجه گیری قطعی در خصوص اثرات بهداشتی سدیم نمود، هیچ مقدار رهنمودی مبتنی بر بهداشت برای آن به دست نیامده است (۵،۶).

سختی کل: مقبولیت عمومی برای سختی در جوامع مختلف فرق می‌کند. سازمان جهانی بهداشت هیچ مقدار رهنمودی مبتنی بر ایجاد عوارض بهداشتی برای سختی منظور ننموده است ولیکن آبی که دارای سختی بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، می‌تواند باعث رسوب جرم

آزمایشهای دستگاهی نیز شامل سنجش EC و TDS با دستگاه EC متر مدل CD20 با نشان Aqualytic با دقت ۰/۰۱ و ساخت کشور آلمان، کدورت، با دستگاه کدورت سنج مدل P2100 با نشان Hach ساخت امریکا با دقت ۰/۰۱ و PH، PH با دستگاه PH متر مدل ۶۵۴ با نشان Meterohm ساخت کشور سوئیس) سنجش شده است. آنیونها و کاتیونهای فلئور، آهن، سدیم، نیتريت، نیترات، کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل ۷۰۰۰ با نشان Palintest، با دقت ۰/۰۱ واحد و ساخت انگلستان سنجش شده است. جهت آنالیز آماری نتایج، از شاخصهای مرکزی و نرم افزار Excel استفاده گردیده است.

#### نتایج:

در این مطالعه جمعاً ۳۳ نمونه آب به صورت ماهیانه مورد بررسی قرار گرفت و برای هر نمونه ۱۵ پارامتر کیفی مورد سنجش قرار گرفت که پس از تعیین میانگین، در جدول ذیل ارائه گردیده است:

دو پارامتر کدورت و PH جزء شاخصهای شیمیایی آب نیست ولی به دلیل اهمیت زیاد این پارامترها، سنجش آنها نیز صورت گرفته است. آزمایش نشان داد که میانگین کدورت آب چاهها، تصفیه‌خانه و مخلوط به ترتیب معادل ۰/۵۱، ۱/۱۴ و ۱/۰۸ واحد کدورت (NTU) می‌باشد. در مورد PH، نیز مقادیر مربوط به آب چاهها، تصفیه‌خانه و مخلوط به ترتیب معادل ۷/۵۱، ۷/۷۲ و ۷/۶۶ است (جدول شماره ۱).

سال ۱۳۷۷ انجام دادند، میزان یون نیترات و نیتريت را به ترتیب ۵۱/۹۶ و ۱۶/۱۸ میلی‌گرم در لیتر گزارش دادند. (۹). بر اساس مطالعه ایماندل و همکاران در سال ۱۳۷۲ از ۷۳ حلقه آب شرب شهرکهای اقماری غرب تهران حداکثر نیترات و حداقل ۴/۴ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (۱۰). در مطالعه اجمالی روی میزان نیترات آب آشامیدنی شهر قزوین در سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۰ حدود ۳۱ درصد از جاهها میزان نیترات بالاتر از حد مجاز بوده است (۱۱).

#### روش کار:

این مطالعه توصیفی در نیمه دوم سال ۱۳۸۲ انجام شده است. جامعه مورد مطالعه منابع تأمین کننده آب بندرعباس مشتمل بر تصفیه خانه میناب (آبگیری از سد میناب) منابع زیرزمینی و آب مخلوط حاصل از دو منبع فوق بوده است. با توجه به متنوع بودن این منابع، از روش نمونه‌برداری خوشه‌ای تصادفی جهت نمونه‌گیری استفاده گردید. محل برداشت نمونه‌ها منتهی الیه خط انتقال آب منبع سطحی، انتهای خط انتقال، منابع آب زیرزمینی و نیز مخزن اختلاط آب این دو منبع بوده است. تعداد نمونه‌های برداشت شده ۱۱ نمونه از هر منبع و در مجموع ۳۳ نمونه بوده است.

آزمایشها در دو دسته کلی آزمایشهای دستگاهی و آزمایشهای تیتريمتري صورت گرفته است. آزمایشهای تیتريمتري مشتمل بر سختی موقت و دائم، کلسیم و منیزیم، قلیائیت و کلور بوده که بر اساس روشهای مندرج در مرجع استاندارد متد صورت گرفته است. بر این اساس روش سنجش سختی کل، کلسیم و منیزیم، تیتراسیون با EDTAT، قلیائیت به روش تیتراسیوم با اسید کلریدریک و یا اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال بوده است. سنجش کلور با روش یدومتری و تیترانت نیترات نقره انجام شده است (۱۲).

جدول شماره ۱- میانگین پارامترهای شیمیایی آب شرب منابع مورد استفاده در بندرعباس (۱۳۸۲) و استانداردهای مربوطه

پارامتر (mg/l)	منبع برداشت	منابع آب زیرزمینی	منابع آب سطحی تصفیه‌خانه میناب	مخلوط	استاندارد ملی	
					حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب
فلوئور		۲/۴۷	۰/۷۴	۱/۰۳	۱/۵	۱/۷
نیترات		۱/۵۲	۰/۷۰	۱/۲۱	۱۰	۴۵
نیتریت		۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱	۰/۳
سولفات		۹۳۷/۰۰	۲۱۷/۰۸	۲۶۱/۱۳	۲۰۰	۴۰۰
کلور		۸۸۸/۶۳	۱۹۶/۴۶	۳۰۴/۱۹	۲۰۰	۴۰۰
آهن		۰/۱۰۵	۰/۰۸۲	۰/۰۸۵	۰/۱	۰/۳
کلسیم		۲۳۱/۰۷	۳۷/۹۳	۷۰/۹۵	۷۵	۲۵۰
منیزیم		۴۴/۹۷	۲۳/۲۱	۲۶/۹۴	۵۰	۱۵۰
سدیم		۴۸۹/۲۰	۱۸۲/۷۵	۲۷۰/۳۰	۲۵۰	۴۰۰
سختی کل		۷۶۴/۷۵	۱۷۰/۰۰	۲۳۹/۵۰	۳۵۰	۵۰۰
TDS		۲۳۹۰/۵۰	۶۲۵/۵۰	۱۷۳/۳۳	۵۰۰	۱۵۰۰
EC <sup>+</sup>		۴۱۳۳/۶۳	۱۲۰۲/۹۳	۱۵۸۳/۷۳	۱۵۰۰	۲۰۰۰
قلیائیت		۲۷۱/۵۰	۲۰۱/۸۸	۲۰۵/۱۵	*	*

+: واحد EC، میکروموس بر سانتیمتر

\*: استاندارد تعیین نشده است.

• پارامترهایی که از حدود مجاز و یا مطلوب فراتر است با قلم متفاوت از دیگر مطالب مندرج در جدول مشخص شده است.

حداکثر مطلوب: حداکثر مقداری که عدم تأمین آن فقط کاهش کیفیت را به دنبال دارد و آب برای آشامیدن مناسب است.

حداکثر مجاز: حداکثر مقداری از غلظت املاح در آب که استمرار شرب آن سلامتی یک انسان ۷۵ کیلوگرمی با مصرف روزانه ۲/۵ لیتر را به خطر نیندازد.

### بحث و نتیجه‌گیری:

فلوئور: نتایج حاصله میزان فلوراید را در آب چاهها ۲/۴۷ میلی‌گرم در لیتر مشخص نموده است. با توجه به نوع رژیم غذایی منطقه (ماهی) و گرم بودن هوا، بسیار بالاتر از حد مجاز می‌باشد. استفاده از آب چاهها به تنهایی احتمال خطر ایجاد فلوئوروزیس دندان و اسکلتی را به همراه خواهد داشت. با توجه به اینکه ۸۰٪ آب از منابع سطحی است و تنها ۲۰٪ آب شرب بندرعباس از آب چاهها می‌باشد که به صورت مخلوط با آب تصفیه‌خانه مصرف می‌شود تا حدودی از نگرانی در رابطه با فلوئوروزیس کم شده است.

نیترات و نیتریت: بر اساس نتایج، نیتریت در چاهها بیش از حد مطلوب است و احتمالاً مهمترین علت این امر وجود زمینهای کشاورزی و به تبع آن استفاده از کودهای ازته و نشر ازت موجود در این کودها به منابع آب زیرزمینی است. البته با توجه به اینکه میزان نیتریت

در حد استاندارد مجاز است و تنها حد مطلوب را تأمین نمی‌کند و از طرف دیگر آب منابع آبهای زیرزمینی منطقه با آب سطحی سد میناب مخلوط می‌گردد، مشکلات بهداشتی ناشی از این پارامتر وجود ندارد. لیکن توصیه می‌گردد پایشهای لازم صورت گیرد تا در صورت روند روبه رشد نیتریت در منابع آب زیرزمینی، اقدامات کنترلی لازم اعمال گردد.

کلور: نتایج آزمایش بیانگر بیش از حد مجاز بودن این پارامتر است. لیکن کلور موجود در آب سد کمتر از حداکثر میزان مطلوب است. احتمال می‌رود یکی از دلایل ایجاد طعم نامطلوب در آب شرب بندرعباس آنیون کلور باشد.

سولفات: در آب چاهها، این پارامتر از حد مجاز بسیار بیشتر است ولی در آب سد، نزدیک به حداکثر مقدار مطلوب است. اگرچه حجم آب شرب استحصالی از سد بیشتر از آب چاهها است ولی به دلیل وجود مقادیر بسیار زیاد سولفات در آب چاههای مزبور، این پارامتر

سد، میزان املاح آب شرب بندرعباس به حدود ۷۷۰ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد که در گستره قابل قبول است ولی میزان مطلوب را تأمین نمی‌نماید. بدین ترتیب این پارامتر باعث غیرگوارا بودن آب شرب بندرعباس شده ولی مشکلات بهداشتی خاصی را ایجاد نمی‌نماید.

نتیجه گیری کلی: پارامترهای شیمیایی آب شرب بندرعباس از دیدگاه بهداشتی مشکل آفرین نیست لیکن به دلیل پایین تر بودن کیفیت آب استحصالی از منابع زیرزمینی و اختلاط آن با آبهای سطحی برخی پارامترها گستره مطلوب را تأمین نمی‌نماید. علیهذا پیشنهاد می‌شود در سالهای پرباران و در شرایط وجود حجم قابل اطمینان از ذخیره آب سد، آب چاهها با آب سد مخلوط نگردد. در صورتی که امکان چشم پوشی از منابع زیرزمینی وجود نداشته باشد، به لحاظ بالا بودن پارامترهایی از قبیل (TDS، سولفات، کلرور، سدیم و...) مطالعات لازم در خصوص نحوه تصفیه آنها با استفاده از روشهایی مثل (تبادل یون، اسمز معکوس و...) به عنوان یک گزینه مورد مطالعه قرار گیرد.

#### سپاسگزاری:

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان بخاطر حمایت مالی این طرح، تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

پس از اختلاط از حداکثر میزان مطلوب فراتر است. بنابراین احتمال می‌رود یکی از دلایل ایجاد طعم نامطلوب در آب شرب بندرعباس آنیون سولفات باشد.

آهن: با توجه به نتایج این کاتیون، در منابع آب شرب بندرعباس مشکل ساز نمی‌باشد.

سدیم: نتایج نشان داد در منبع آب چاهها، میزان سدیم از حد مجاز بسیار بیشتر است ولی مقدار آن در آب سد، کمتر از حداکثر مقدار مطلوب است. اگرچه حجم آب شرب استحصالی از سد حدود چهار برابر آب چاهها است ولی به دلیل وجود مقادیر بسیار زیاد سدیم در این منبع، این پارامتر پس از اختلاط از حداکثر میزان مطلوب فراتر است. بنابراین احتمال می‌رود یکی از دلایل ایجاد طعم نامطلوب در آب شرب بندرعباس، کاتیون سدیم باشد که به صورت ترکیب با آنیونهای کلرور و سولفات می‌تواند مشکل آفرین باشد.

سختی: آب با سختی بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در زمره آبهای خیلی سخت محسوب می‌گردند و با توجه به اینکه آب چاهها دارای سختی بیش از این مقدار است، لذا در طبقه آبهای خیلی سخت قرار می‌گیرد. لیکن با توجه به اختلاط آب این منبع با آب سد، آب حاصل با یک درجه بهبود تحت عنوان آب سخت اطلاق می‌شود که مشکل بهداشتی ندارد ولی برای مصارف خاص صنعتی ممکن است مشکل آفرین باشد.

TDS و EC: TDS آب چاهها به تنهایی در گستره بیش از ۱۵۰۰ قرار دارد که از دیدگاه استاندارد شرب، غیرقابل شرب به حساب می‌آید، لیکن با اختلاط با آب

## References

## منابع

1. Wachinski AM. Water quality. 3<sup>rd</sup> ed. AWWA; 2003.  
. عودی، قاسم. کیفیت آب آشامیدنی. چاپ اول. انتشارات محقق. ۱۳۷۳.
3. Kawamura S. Integrated design of water treatment facilities. 1<sup>st</sup> ed. New York: John Wiley & Sons; 1991.  
. شریعت پناهی، محمد. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۷۷.
- . نبی‌زاده نودهی، رامین. فائزی رازی، دادمهر. رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی. سازمان بهداشت جهانی. چاپ اول. تهران. انتشارات نص. ۱۳۷۵.
- . محوی، امیرحسین. جنبه های بهداشتی و زیباشناختی کیفیت آب، چاپ اول. انتشارات بال‌گستر. ۱۳۷۵.

- . ایماندل، کرامت اله و همکاران، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. کتابچه استاندارد. شماره ۱۰۵۲. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ پنجم. ۱۳۷۶.
- . صفری، غلامحسین. واعظی، فروغ. بررسی منابع کیفیت آب شرب شهرستان میانه. ششمین همایش کشوری بهداشت محیط. ساری. ۱۳۸۲.
- . فرشاد، علی‌اصغر. ایماندل، کرامت اله. محمدی، علی. بررسی میزان نیترات و نیتریت در چاههای آب واحدهای صنعتی منطقه تهران - کرج. چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط. یزد. ۱۳۸۰.
- . ایماندل، کرامت اله. فرشاد، علی اصغر. میرعبداله، لیلا. روند فزونی غلظت نیترات در آب چاههای آبخوان غرب تهران. مجله بهداشت ایران. سال بیست و سوم. شماره ۴-۱. ۱۳۷۹.
- . جمالی، حمزه علی. امام جمعه، محمدمهدی. بررسی تعیین یون نیترات در منابع آب آشامیدنی شهر قزوین. ششمین همایش کشوری بهداشت محیط. ساری. ۱۳۸۲.
12. Greenberg AE, Clesceri LS, Eaton AD. Standard method for the examination of water and wastewater. 19<sup>th</sup> ed. Washington: APHA; 1995..