

## Evaluation of Physical, Chemical and Microbial Quality of Drinking Water in Davarzan Province Villages of Sabzevar in Authomn 2010

Mohammad Ali Karrabi<sup>1</sup>, Mohsen Hasanabadi<sup>1</sup>, Ali Alinejhad<sup>1</sup>, Ramezanali Khamirchi<sup>2</sup>, Yaser Tabaraee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bsc Environmental Health engineering, Department of Health Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

<sup>2</sup> MSc, Environmental Health engineering, Deanery of the School of Health Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences

<sup>3</sup> MSc, Biostatistics, Deanery of the School of Health, Sabzevar University of Medical Sciences

Corresponding author: **Mohammad Ali Karrabi**, of Health Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

E-mail: ma\_karrabi@yahoo.com

### ABSTRACT

**Background and objective** Chemical impurities of drinking water higher than standard values can result in irreversible harms in long term. Due to the variety of drinking water aquifers and the effect of seasons on water quality, evaluation should be performed to ensure the acceptable quality of drinking water. This study was performed to evaluate the content and changes of important physical, chemical and microbial parameters of drinking water in Davarzan province of Sabzevar.

**Methods** This descriptive study was performed on 39 samples obtained from drinking water distribution taps in Davarzan province of Sabzevar in autumn 2010. Physical, chemical and microbial parameters including turbidity, PH, nitrite, sulfate, phosphate, alkalinity, total hardness, chlorine residual, total dissolved solids (TDS), chloride, sodium, potassium and microbes. Laboratory evaluation was performed based on standard measurement methods. Data were analysed using SPSS and Excel softwares.

**Results** PH of all samples ranged between 6.8 and 8.2. Chlorine residual was lower than standard in 4 out of 13 evaluated containers. Three containers had microbial and phosphate problems while one container had nonstandard chlorine, hardness, potassium, potassium, sodium, sulfate, turbidity and TDS. Nitrite and alkalinity was within standard range in all containers.

**Conclusion** Since most of the observed problems were related to chlorination, educating local water distribution workers on the process of chlorination based on containers' characteristics, time, containers' volume and chlorination frequency is necessary. The high presence of chemicals and microbial agents might be due to the existence of limestone in water aquifers.

**Keywords:** Physiochemical, microbial, drinking water

**بررسی کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب شرب روستاهای بخش داورزن شهرستان سبزوار در پاییز سال**

۱۳۹۰

(محمدعلی کرآبی<sup>۱</sup>، محسن حسن آبادی<sup>۱</sup>، علی علی نژاد<sup>۱</sup>، رضانعلی خمیرچی<sup>۲</sup>، یاسر تبرائی<sup>۳</sup>)

ma\_karrabi@yahoo.com

**مقدمه:** آب آشامیدنی باید از جنبه‌های مختلف (فیزیکی، شیمیایی، میکروبی) دارای کیفیت مطلوبی باشد. ناخالصی‌های شیمیایی بیشتر از حداکثر مجاز توصیه شده در آب شرب باشد، در دراز مدت موجب بروز ضایعات غیر قابل جبرانی برای انسان خواهد شد آب شرب بخش داورزن شهرستان سبزوار از آب هی زیرزمینی و منابع مختلف تأمین می‌شود. به دلیل متغیر بودن سفره‌های برداشت و همچنین اثر متفاوت فصول مختلف سال بر روی آب سفره‌ها، بررسی میزان و تغییرات پارامترهای مهم فیزیکی و شیمیایی و میکروبی این بخش برای اطلاع از وضع قابلیت شرب بودن آن اجتناب ناپذیر می‌کند.

**مواد و روش‌ها:** نوع مطالعه، یک مطالعه توصیفی مقطعی است در پاییز سال ۱۳۹۰ در بخش داورزن شهرستان سبزوار تعداد ۳۹ نمونه از شیرهای توزیع آب شرب برداشت و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی وضعیت (کدورت، PH، نتریت، سولفات، فسفات، قلیائیت، سختی کل، کلر باقی مانده، TDS، کلرور، سدیم، پتاسیم، میکروبی) در آزمایشگاه دانشکده بهداشت بر طبق روشهای استاندارد و داده‌ها با آزمون‌های آماری SPSS و Exlle مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها که به صورت جداول و نمودارها آورده شده است چنین برآورد گردید PH همه نمونه‌ها در دامنه (۶/۸-۸/۲) بود و از مجموع ۱۳ منبع ۴ منبع کلر باقیمانده آزاد آنها از میزان استاندارد کمتر بود. از لحاظ میکروبی و فسفات ۳ منبع مشکل داشت. از لحاظ کلرور، سختی، پتاسیم، سدیم، سولفات، کدورت و TDS ۱ منبع مشکل داشت در حالی که رنج نتریت و قلیائیت در همه منابع در دامنه استاندارد بود.

**بحث و نتیجه‌گیری:** کلاس‌های توجیهی برای آبداران روستاها برای نحوه کلر زنی به منابع، با توجه به خصوصیات و ویژگی‌های هر منبع، مقدار، زمان و تعداد دفعات کلر زنی با دقت بیشتر انجام شود. به دلیل اینکه بیشتر مشکلات موجود مربوط به بحث کلر زنی می‌باشد. علت افزایش عوامل شیمیایی و میکروبی با توجه به مطالعات اداره آب ناحیه شهرستان سبزوار مربوط به بافت زمین در منطقه بوده که به دلیل وجود سنگ‌های آهکی در منطقه است.

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

- (۱) کارشناس مهندسی بهداشت محیط و عضو کمیته تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
- (۲) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
- (۳) دانشجوی دکتری آمار زیستی، مربی، عضو هیات علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

**مقدمه:**

معتبر جهانی مانند سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان خدمات بهداشت عمومی و ... ارائه می‌گردد. استانداردها ممکن است به دو صورت ارائه گردند که عبارتند از:

۱- حداکثر مطلوب

۲- حداکثر مجاز

در این پژوهش ما برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب شرب روستاهای بخش داورزن شهرستان سبزوار را که در مسیر تردد میلیون‌ها مسافر و زائر قرار دارد و احتمالاً می‌تواند مورد توجه برخی از آن‌ها قرار گیرد برای چالش و مقایسه با استانداردهای آب آشامیدنی بررسی می‌کنیم.

**مواد و روش‌ها:**

در این جا هدف از نمونه برداری کنترل و ارزیابی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی منابع تأمین کننده آب آشامیدنی روستاهای بخش داورزن تحت پوشش آب و فاضلاب روستایی شهرستان سبزوار می‌باشد. در نمونه برداری از آب بعضی از عوامل عمومیت دارد؛ مثلاً برای انجام آزمایش‌های معمول شیمیایی و فیزیکی آب، نمونه باید در بطری شیشه‌ای یا پلاستیکی درب‌دار جمع‌آوری شود. بطری‌ها باید کاملاً تمیز باشند ولی لازم نیست استریل باشند. در مورد آزمایش میکروبی هدف ما مشخص کردن وجود یا عدم وجود کلیفرم در آب شرب روستاهای بخش داورزن است. بنابراین از جمله اقداماتی که قبل از نمونه برداری لازم است انجام گیرد آماده سازی محیط کشت احتمالی و تأییدی است. تست احتمالی میکروبی را ما با روش تخمیر ۹ لوله‌ای انجام گرفت.

محیط کشت احتمالی لاکتوزبراث است که مشخصه آن محیطی مایع و با رنگ زرد است. سپس توسط پیپت یا مزور مدرج به هر کدام از لوله‌ها ۱۰ میلی لیتر افزوده شد. درون آن‌ها لوله دورهام به صورت وارونه قرار گرفته شد. از مجموع ۹ لوله محیط کشت

آب یکی از فراوان‌ترین ترکیبات زمین است؛ که از آن به عنوان مهم‌ترین حلال شیمیایی یاد می‌شود. آب یکی از اساسی‌ترین تشکیل دهنده‌های بافت‌های بدن و یکی از پایدارترین ترکیباتی است که در طبیعت یافت می‌شود ضروری‌ترین عامل حیات و فیزیولوژی بدن نیز شناخته شده است.

آبی که برای آشامیدن به کار می‌رود در مقایسه با مصرف آب در صنعت و کشاورزی ناچیز است. ولی کیفیت آن در مقایسه با آب‌های زراعی و صنعتی باید از کیفیت بسیار خوبی مخصوصاً از نظر عاری بودن از عوامل بیماری‌زا برخوردار باشد. انسان روزانه حدود ۲ تا ۲/۵ لیتر آب می‌آشامد. این مقدار آب حداکثر یک سوم وزن هر فرد را تشکیل می‌دهد. آب آشامیدنی گاهی حالت پیشگیری در مورد بعضی ناراحتی‌ها مثل جلوگیری از پوسیدگی دندان را دارا می‌باشد. بسیار اتفاق می‌افتد به سبب فقدان بعضی از املاح آب ناچاریم آن‌ها را به صورت دستی به آن اضافه نماییم. مشخص کردن این که آب از نظر شرب دارای چه کیفیتی می‌باشد کار ساده‌ای نیست.

آب قابل شرب بایستی در مرحله اول از نظر شرب، مطبوع، شفاف، بدون رنگ و بو باشد. آب می‌تواند برحسب جنس زمین مناطقی که از آن عبور می‌کند آلوده گشته و عامل بیماری شود. اهمیت کنترل آب‌های زیرزمینی که به مصرف شرب می‌رسند بر هیچ کس پوشیده نیست. در این میان عوامل شیمیایی و میکروبی به لحاظ عدم قضاوت با حواس ظاهری از اهمیت بالایی برخوردار است. چه بسا آب شیرینی که بسیار خطرناک‌تر از آب شور باشد. اگر ناخالصی‌های شیمیایی بیشتر از حداکثر مجاز توصیه شده در آب شرب باشد، در دراز مدت موجب بروز ضایعات غیر قابل جبران برای انسان می‌گردد.

به دیگر سخن آبی را که می‌خواهیم به عنوان آشامیدن استفاده نماییم بایستی مطابق با استانداردهای موجود باشد که از طرف سازمان‌های

یک میلی لیتر و ۳ لوله دوم هر کدام ۱ میلی لیتر از نمونه را افزوده شد.

$$MPN = \frac{100 \times \text{تعداد لوله های مثبت}}{\sqrt{\text{میلی لیتر نمونه در کل لوله ها} \times \text{میلی لیتر نمونه در لوله های منفی}}}$$

به تعداد لوله های مثبت لوله های محیط کشت تأییدی یا بریلینانت گرین لاکتوز بایل برآه آماده شد.

بعد از ۴۸ ساعت در صورت ایجاد گاز و کدورت تست احتمالی مثبت تلقی شد. با توجه به لوله های مثبت از فرمول زیر جهت بدست آوردن MPN یا محتمل ترین تعداد کلیفرم استفاده شد.

**آزمایش کدورت:** کدورت سنجی با دستگاه TURB 355 IR انجام گرفت. ابتدا دستگاه را با ۳ محلول استاندارد از پیش ساخته شده توسط کارخانه با کدورت 1000NTU، 10NTU و ۲NTU درون شیشه های مخصوص داخل جعبه دستگاه نگه داری شده کالیبره شد. بین هر آزمایش درون ظرف مخصوص نمونه را با آب مقطر شست شو داده شد تا خطای کار به حداقل برسد. این آزمایش باید حداکثر طی ۲۴ ساعت از نمونه برداری انجام شود.

**آزمایش اندازه گیری کل ذرات محلول در آب (TDS):** جهت انجام آزمایش TDS یا اندازه گیری کل ذرات محلول در آب ۵۰ میلی لیتر از نمونه مشخص را از کاغذ صافی فیلتر شود، سپس بوتله ها در حمام آب گرم یا بن ماری (WATER BATH، مدل SHIMAZ) گذاشته آنها آب آنها تبخیر شود تا در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت خشک شده و تا به وزن ثابتی برسند.

$$TDS = \frac{(a - b) \times 10^6}{V}$$

(میلی گرم در لیتر)

a = وزن نهایی بوتله به میلی گرم

b = وزن ابتدایی بوتله به میلی گرم

V = حجم نمونه آب تبخیر شده به میلی لیتر

۳ لوله آن ۲ غلظتی و ۶ لوله آن تک غلظتی بودند. برای تهیه محیط ۲ غلظتی نیاز به ۲۶ گرم در لیتر لاکتوز برآه و برای تهیه محیط تک غلظتی نیاز به ۱۳ گرم در لیتر لاکتوز برآه بود. با توجه به تعداد لوله ها برای این که لاکتوز برآه به اندازه مصرف استفاده شود با تناسب بندی مشخص شد که ۱۰/۴ گرم در ۴۰۰ میلی لیتر برای ایجاد محیط ۲ غلظتی و ۴/۱ گرم در ۸۰۰ میلی لیتر برای ایجاد محیط تک غلظتی مورد نیاز است. سپس توسط پیپت یا مزور مدرج به هر کدام از لوله ها ۱۰ میلی لیتر افزوده شد؛ و درون آنها لوله دورهام به صورت وارونه قرار گرفت.

از آنجایی که مثبت شدن تست احتمالی نشانه وجود حتمی کلیفرم نیست (چرا که بعضی از باکتری های دیگر نیز لاکتوز را تخمیر کرده و ایجاد گاز می کنند) لذا بایستی محیط کشت تأییدی را نیز آماده کرد. این محیط حاوی بریلینانت گرین لاکتوز بایل برآه (BGLB) می باشد که مایع و به رنگ سبز درخشان است. برای تهیه این محیط ۴۰ گرم بریلینانت گرین لاکتوز بایل برآه را در یک لیتر آب مقطر حل شد. برای حل شدن کامل به روش قبل از حرارت استفاده شد. برای نمونه برداری میکروبی بهترین ظرف، ظرف شیشه ای سر سمباده ای می باشد. جهت نمونه برداری میکروبی نیز از این ظروف استفاده شد. سپس درون اتوکلاو گذاشته تا استریل شود بعد از سرد شدن ظروف، آنها را تا زمان استفاده درون یخچال نگهداری شد.

**آزمایش PH و کلر باقی مانده آزاد:** اولین آزمایش مورد نظر PH و کلر باقی مانده آزاد آب بود که باید در محل نمونه برداری انجام می گرفت. این عمل توسط کیت دوکاره PH سنج و کلر سنج انجام گرفت. معرف های لازم نیز به صورت قرص فنول رد و DPD موجود بودند.

**آزمایش میکروبی:** در اینجا هدف از انجام آزمایش میکروبی تعیین وجود کلیفرم در نمونه آب بود. در این آزمایش به لوله های ۲ غلظتی که شامل ۳ لوله است؛ هر کدام ۱۰ میلی لیتر و به لوله های یک غلظتی که شامل ۶ لوله است به ۳ لوله اول هر کدام

دستگاه گذاشته و میزان جذب و عبور نور را در طول موج ۶۹۰ نانومتر جهت رسم نمودار یادداشت کرده سپس نمونه‌ها را داخل دستگاه گذاشته و میزان جذب و عبور نور را یادداشت نموده تا میزان دقیق غلظت فسفات با استفاده از نمودار استاندارد بدست‌آید.

**آزمایش سدیم:** در این آزمایش غلظت‌های استاندارد ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سدیم را تهیه کرده؛ و دستگاه را در طول موج ۵۸۹ نانومتر تنظیم کردیم. هر چقدر میزان سدیم بیشتر باشد شعله زردتر می‌سوزد. همچنین بعد از هر بار آزمایش برای کاهش خطای دستگاه آن را با آب مقطر کالیبره کردیم بعد از بدست‌آمدن میزان نشر غلظت‌های استاندارد نمونه‌ها را داخل بشر ریخته و میزان نشر آن را یادداشت کرده تا در مقایسه با منحنی استاندارد میزان سدیم نمونه‌های آب بدست‌آید.

**آزمایش پتاسیم:** در این آزمایش غلظت‌های استاندارد ۱، ۳، ۵، ۱ و ۳ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم را آماده کردیم. دستگاه را روشن کرده و در طول موج ۷۶۸ نانومتر تنظیم شد. ابتدا با استفاده از آب مقطر دستگاه را کالیبره کرده؛ به طوری که نشر آن صفر و شعله به دلیل عدم وجود پتاسیم تقریباً زرد کم رنگ باشد. هرچه قدر میزان پتاسیم بیشتر باشد شعله زردتر می‌سوزد. همچنین بعد از هر بار آزمایش برای کاهش خطای دستگاه آن را با آب مقطر کالیبره کرده؛ سپس از بدست‌آمدن میزان نشر غلظت‌های استاندارد، نمونه‌ها را داخل بشر ریخته و میزان نشر آن را یادداشت کرده تا در مقایسه با منحنی استاندارد میزان پتاسیم نمونه‌های آب بدست‌آید.

**آزمایش سختی:** در این آزمایش جهت تیتراسیون یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری را برداشته و ۵۰ میلی‌لیتر از نمونه را درون آن ریخته سپس ۲ میلی‌لیتر بافر آمونیوم به نمونه اضافه افزوده برای تهیه بافر آمونیوم ۹/۱۶ گرم کلرور آمونیوم را در ۱۴۳ میلی‌لیتر آمونیاک غلیظ حل کرده و به آن ۱/۲۵ گرم

**آزمایش نیتريت:** در آزمایش نیتريت غلظت‌های استاندارد ۰/۱۰، ۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰۷ و ۰/۱۰ آماده‌شد. از محلول‌های استاندارد تهیه‌شده توسط پی پت ۲ میلی‌لیتر برداشته و درون سل مخصوص دستگاه ریخته سپس درون دستگاه اسپکتروفتومتری (SPECTRONIC 200+) قرار داده و در طول موج ۵۴۳ نانومتر میزان جذب و عبور نور را یادداشت‌شد. بعد از رسم نمودار، تک تک نمونه‌ها را مانند دستور بالا آماده‌شد. سپس میزان ۲ میلی‌لیتر از آن را در سل مخصوص درون دستگاه گذاشته و میزان جذب و عبور نور را در طول موج ۵۴۳ نانومتر یادداشت‌شد؛ تا با قراردادن نمودار میزان دقیق غلظت نیتريت بدست‌آید.

**آزمایش سولفات:** در این آزمایش غلظت‌های استاندارد ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر آماده‌شد. سپس محلول بافر A را به روش زیر تهیه‌شد. مقدار ۳۰ گرم کلرور منیزیم ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) و ۵ گرم سدیم استات ( $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ ) و یک گرم نیتريت پتاسیم ( $KNO_3$ ) و ۲۰ میلی‌لیتر اسیداستیک ۹۹٪ را در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و حجم آن را به یک لیتر رساندیم. در طول موج ۴۲۰ نانومتر تنظیم‌شد. میزان جذب نور برای آب مقطر باید صفر و عبور نور ۱۰۰ باشد. بعد از آن غلظت‌های استاندارد را درون سل گذاشته و میزان جذب و عبور نور را یادداشت‌کرده تا منحنی استاندارد سولفات رسم شود. سپس یک قاشق سرخالی کلرور باریم خشک به نمونه‌ها افزوده و میزان جذب را در نمودار قرارداده و میزان سولفات بدست‌آمد.

**آزمایش فسفات:** در این آزمایش غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر فسفات را تهیه‌کرده؛ بعد از آن که حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر آماده ۴ میلی‌لیتر محلول مولیبدات افزوده، سپس مقداری تکان‌دادن جهت اختلاط کامل ۰/۵ میلی‌لیتر کلرور استانو را اضافه کرده و مجدداً جهت اختلاط آن را به هم زده؛ به ترتیب از هر کدام ۲ میلی‌لیتر در سل مخصوص دستگاه اسپکتروفتومتری (SPECTRONIC 200+) ریخته سل را درون

فرمول زیر قراردادده تا میزان کلرور نمونه‌های آب بدست آمد.

$$\text{کلرور} = \frac{(A - B) \times N \times E \times 1000}{\text{حجم نمونه به میلی لیتر}}$$

(میلی گرم بر لیتر)

A = حجم کل نیترات نقره مصرف شده برای نمونه واقعی  
به میلی لیتر N = نرمالیت نیترات نقره (۱۴۱)

B = حجم کل نیترات نقره مصرف شده برای نمونه شاهد  
به میلی لیتر E = اکی والان گرم کلرور (۵/۳۵)

#### یافته‌ها:

با آزمایش PH مشاهده شد که آب منطقه داورزن بطور کلی در رنج PH استاندارد است. در این زمینه مشکل خاصی مشاهده نشد. با توجه به میانگین کلر باقی مانده آزاد در کلیه روستاهای بخش داورزن به تفکیک روستاها، ریوند، تاج آباد، صدخرو، کمیز از میزان ۰/۲ در لیتر کم تر بود. این امر از مشکلات قابل توجه می باشد چرا که پایین بودن میزان کلر آزاد باعث می شود که آلودگی ثانویه باعث آلودگی آب شود. در نتیجه سرایت آلودگی به مصرف کنندگان آب آشامیدنی می شود. با توجه به داده های قبلی در زمینه کلر آزاد باقی مانده در وضعیت میکروبی مشاهده می شود که در روستاهای تاج آباد، مهرآباد و کمیز آلودگی کلی فرمی مشاهده می شود. که باید مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. جدول شماره (۱)

در مورد کدورت نیز می توان گفت: وضعیت کلیه روستاهای بخش داورزن مطلوب است. کدورت آب فقط روستای مهر بیشتر از ۱ واحد NTU است؛ که بیشتر از حد مطلوب بوده و مجاز می باشد. میزان TDS یا کل جامدات محلول در آب آشامیدنی این بخش نیز در شرایط استاندارد می باشد. فقط این مورد در روستای تاج آباد از حد مطلوب بیشتر بوده و لذا مجاز می باشد. میزان نیتريت نیز در آب آشامیدنی بخش داورزن بسیار اندک است و در حد مطلوب می باشد.

بیشترین میزان سولفات در روستای تاج آباد دیده شد. اما در حد مطلوب است. چرا که از میزان ۲۵۰ میلی گرم در لیتر کم تر می باشد. میزان فسفات با

نمک منیزیم EDTA افزوده و حجم مخلوط را با آب مقطر به ۲۵۰ میلی لیتر رسانیده. در نهایت نیز ۳ یا ۴ قطره معرف اریو کروم بلاک T به نمونه اضافه کرده و عمل تیتراسیون را ظرف مدت حداکثر ۵ دقیقه انجام داده ضمن بازکردن شیر بورت جهت اضافه شدن EDTA به نمونه ارلن را تکان داده تا واکنش شیمیایی مورد نظر به خوبی انجام گیرد. ختم عمل با ظاهر شدن رنگ آبی مشخص می شود.

$$\text{سختی کل} = \frac{EDTA \times 1000 \text{ مصرفی به میلی لیتر}}{\text{حجم نمونه به میلی لیتر}}$$

(میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)

**آزمایش قلیائیت:** در این آزمایش پس از آن که بورت را توسط آب مقطر شست شو دادیم آن را از اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال پر کردیم؛ سپس ۵۰ میلی لیتر نمونه را درون ارلن ریخته و ۲ قطره اندیکاتور متیل اورانژ را به نمونه اضافه نمودیم نمونه به رنگ زرد نانجی تبدیل شد. بعد از آن شیر بورت را آهسته باز کرده و به صورت قطره قطره اسید را به نمونه افزوده در همین حین ارلن را تکان داده تا واکنش شیمیایی مورد نظر به خوبی انجام گیرد هنگامی که رنگ نمونه به نارنجی آجری یا نارنجی قرمز تبدیل شد میزان تیتراست اسید را یادداشت نموده و با قراردادن در فرمول زیر میزان قلیائیت کل نمونه آب را بدست آوردیم (۱۵).

$$\text{قلیائیت کل} = \frac{B \times N \times E \times 1000}{\text{حجم نمونه به میلی لیتر}}$$

( میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)

**آزمایش کلرور:** در این آزمایش بعد از آن که بورت را از نیترات نقره پر کرده دو ارلن ۲۵۰ میلی لیتری را آماده کرده در یکی ۱۰۰ میلی لیتر نمونه آب و در دیگری نیز ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته سپس به هر دو یک میلی لیتر اندیکاتور کرومات پتاسیم افزودیم عمل تیتراسیون را به صورت قطره ای ابتدا روی آب مقطر و سپس روی نمونه ها انجام شد. همان طور که قبلاً ذکر شد خاتمه تیتراسیون ایجاد رسوب قرمز آجری است. میزان تیتراست نیترات نقره را در

شده که هیچ یک از روستاهای بخش داورزن بیشتر از این مقدار نیست؛ و لذا در روستای تاج آباد بیش از حد مطلوب یعنی ۴۱۷ میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم است.

از میزان استاندارد کلیاتیت کل نیز گزارشی بدست نیامده است. لذا مانند سختی کل، روستای تاج آباد دارای بیشترین میزان کلیاتیت است. میزان استاندارد کلرور در آب ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر است که کلیه روستاهای بخش داورزن در رنج استاندارد می باشند و فقط روستای تاج آباد بیشتر از حد مطلوب یعنی ۳۶۲ میلی گرم در لیتر می باشد.

توجه به این که حد استاندارد آن ۰/۱ تا ۰/۲ گزارش شده است روستاهای ریوند، مقیسه و بیزه بیشتر از ۰/۲ بوده و خارج از حد استاندارد است. میزان استاندارد سدیم آب آشامیدنی بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی گرم می باشد که در این بخش مشاهده می شود. در مقیسه بیشتر از حد مطلوب یعنی ۲۳۳ میلی گرم است؛ و در تاج آباد بیشتر از حد مجاز یعنی ۴۱۳ میلی گرم به لیتر می باشد.

از استاندارد پتاسیم گزارشی مشاهده نشده است. و لیکن میزان پتاسیم روستای بیزه بیشتر از ۱ میلی گرم در لیتر است که می تواند قابل توجه باشد. میزان استاندارد سختی آب بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ قابل گزارش

جدول ۱ کیفیت فیزیکی شیمیایی آب روستاهای بخش داورزن

نام روستا	ریوند	تاج آباد	فیض آباد	حسین آباد	مهر آباد	مقیسه	شهر آباد	خسرو آباد	مهر	صدخرو	کمیز	بیزه	غنی آباد
میانگین	۰/۰۷	۰	۰/۷۳	۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۵۷	۰/۳۳	۰/۴	۰/۴	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۴	۰/۳۳
انحراف معیار	۰/۰۵۸	۰	۰/۲۵۲	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۱۱۵	۰/۱۵۳	۰/۱۷۳	۰/۲۶۵	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۲۶۵	۰/۲۸۹

### بحث و نتیجه گیری:

**PH:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن مشاهده شد که PH همه نمونه ها در دامنه (۶/۸-۸/۲) است. که بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی حداکثر مجاز PH آب های قابل شرب در دامنه (۶/۵-۸/۵) بوده که نتایج بدست آمده در هر سه ماه فصل پائیز در همین دامنه می باشد. لذا تمامی نمونه های مورد آزمایش در دامنه استاندارد می باشد.

**کلر باقی مانده آزاد:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن با توجه به میزان کلر باقی مانده طبق

استاندارد کشوری در شبکه آبرسانی که مقدار (۰/۸-۰/۲ mg/L) می باشد. از مجموع ۱۳ منبع چهار روستا به نام های ریوند - تاج آباد، صدخرو و کمیز به ترتیب دارای ۰/۰۷، ۰/۰۳، ۰، ۰/۰۷ mg/L کلر باقی مانده آزاد هستند. این میزان از نظر استاندارد کم تر بوده و در حد مطلوب نیست؛ چرا که کاهش میزان کلر باقی مانده آزاد امکان آلودگی ثانویه را افزایش می دهد. لذا با توجه به جمعیت ساکن در این روستاها باید هر چه سریع تر از سوی اداره آب و فاضلاب روستایی، مرکز بهداشت روستا، بنیاد مسکن و دهیاری اقدامات ضروری در امر کلر زنی به منابع در این روستاها صورت گیرد؛ تا از آلودگی ثانویه جلوگیری شود. در نمونه برداری از آب با توجه به

در دامنه (۲۳۰، ۱۴۴۹  $\text{mg/L}$ ) می باشد. حال آنکه مقدار TDS مجاز بر اساس استاندارد ملی (۱۰۰۰، ۵۰۰  $\text{mg/L}$ ) می باشد. یعنی روستای تاج آباد که میزان TDS آن ۱۴۴۹ می باشد بالاتر از حد مطلوب است همان طور که قبلا اشاره شد جنس زمین از عوامل موثر بر میزان جامدات محلول آب است. علت عمده آن بالا بودن جامدات محلول در این روستا شرایط توپوگرافی و بافت زمین است. بر اساس مطالعات زمین شناسی انجام شده توسط اداره آب ناحیه شهرستان سبزوار بخش جنوب شرقی دشت داورزن دارای بافت آهکی است. لذا جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر بایستی از نظرات کارشناسان اداره زمین شناسی استفاده کرد (۱۶).

**نیتريت:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن مشخص شد که میانگین نیتريت آب شرب روستاهای بخش داورزن همگی کم تر  $0.1 \text{ mg/L}$  است که قابل قبول می باشد. از علل کمبود نیتريت در آب شرب منطقه می توان به عمیق بودن چاه های استحصال آب شرب این منطقه اشاره کرد. چرا که با عمیق تر شدن چاه میزان آلودگی به نیتريت که عمدتا از فاضلاب نشات می گیرد بسیار کم می شود.

**سولفات:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن دامنه سولفات در این نمونه ها (۱۹۰، ۱۳۰  $\text{mg/L}$ ) می باشد. میزان سولفات بر اساس استاندارد کشوری در دامنه (۲۵۰، ۱۰۰  $\text{mg/L}$ ) است. میزان سولفات در روستای تاج آباد  $190 \text{ mg/L}$  می باشد که بیشتر از همه روستاها و در رنج استاندارد بوده و مطلوب است. علت ازدیاد سولفات در این روستا بافت زمین می باشد که به دلیل آهکی بودن بافت زمین مقدار سولفات در این روستا زیاد است. بنابراین جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر بایستی از نظرات کارشناسان اداره زمین شناسی استفاده نمود (۱۶).

**فسفات:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن مقدار فسفات

عدم همکاری اداره آب و فاضلاب روستایی مبنی بر نمونه برداری از چاه ها و منابع آب ما مجبور به نمونه برداری از شیرهای توزیع در روستا بودیم. پیشنهاد می شود در پژوهش های بعدی با همکاری ادارات مربوط نمونه برداری از چاه ها و منابع به طور مجزا صورت گیرد تا علت آلودگی و منبع آن مشخص شود.

**میکروبی:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن در سه روستای تاج آباد، مهرآباد و کمیز بر اساس آزمایش میکروبی و تست های احتمالی و تاییدی آلودگی کلیفرمی مشاهده شد که با توجه به میزان کلر باقی مانده آزاد در استاندارد کشوری که در دامنه (۰/۸، ۰/۲  $\text{mg/L}$ ) می باشد. علت آلودگی کلیفرمی با توجه به بررسی های به عمل آمده از این روستاها کمبود یا عدم میزان کافی کلر باقی مانده آزاد است که در روستای کمیز این مقدار کم، تاج آباد صفر و در مهرآباد در حد مجاز بوده است؛ که با رفع مشکل کلر زنی و با رعایت عواملی همچون زمان، مقدار و دفعات تزریق کلر می توان از آلودگی کلیفرمی در این روستاها جلوگیری کرد.

**کدورت:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن و با توجه به مقدار استاندارد کدورت که در دامنه (۱/۱۵، ۰/۰۹  $\text{mg/L}$ ) می باشد این نتیجه بدست آمد که میزان کدورت کلیه روستاها در رنج استاندارد بوده است. و فقط این میزان در روستای مهر غیر مجاز می باشد. علت آن بافت زمین و توپوگرافی منطقه است. بر اساس مطالعات زمین شناسی انجام شده از سوی اداره آب ناحیه شهرستان سبزوار بخش جنوب شرقی دشت داورزن دارای بافت آهکی است که عامل کدورت در این روستا می باشد. لذا جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر بایستی از نظرات کارشناسان اداره زمین شناسی استفاده کرد (۱۶).

**TDS:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن مقدار TDS



**قلیائیت:** از تعداد نمونه‌های آب مورد آزمایش مشخص شد میزان قلیائیت در این نمونه‌ها در دامنه  $(\text{mg/L}, 447, 178)$  برحسب  $\text{CaCO}_3$  می‌باشد. در غالب آب‌های نمونه‌برداری شده از روستاهای بخش داورزن میزان قلیائیت فنل فتالین نیز بوده که این امر موید قلیائیت کل معادل قلیائیت بی کربناته است.

**کلرور:** از تعداد نمونه آب‌های مورد آزمایش مشخص شد میزان کلرور در نمونه‌های اخذ شده در دامنه  $(\text{mg/L}, 362, 20)$  می‌باشد. با توجه به میزان استاندارد ارائه شده کشور  $(\text{mg/L}, 400, 250)$  در حد قابل قبول می‌باشد. علت عمده افزایش کلرور همانند سختی کل بستگی به جنس زمین دارد روستای تاج‌آباد بیشترین میزان کلرور  $(\text{mg/L}, 362)$  را دارا می‌باشد که علت ازدیاد کلرور در این روستا به مانند سختی وابسته جنس زمین در این منطقه است. جنس زمین این منطقه آهکی و شوره است. برای جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر باید از نظرات کارشناسان اداره زمین‌شناسی استفاده نمود (۱۶).

با توجه به مطالعه انجام شده برای بهبود آب شرب روستاهای بخش داورزن در ۳ ماه فصل پاییز پیشنهاد می‌شود:

۱\_ توجه ویژه به نحوه کلر زنی منابع آب شرب بشود با توجه به خصوصیات و ویژگی‌های هر منبع، مقدار کلر زنی، زمان کلر زنی و تعداد دفعات کلر زنی با دقت بیشتر انجام شود؛ زیرا بیشتر مشکلات موجود مربوط به بحث کلر زنی می‌باشد.

۲\_ توجه به خصوصیات آب هر منبع شود؛ و کلرخواهی آب محاسبه شود و در صورت لزوم آب کلر زنی مجدد گردد.

۳\_ در بعضی آزمایشات با توجه به عدم وجود عوامل صنعتی و کارخانه‌ها در منطقه علت افزایش عوامل شیمیایی و میکروبی مربوط به بافت زمین در منطقه می‌شود. این امر جزء عوامل طبیعی در آزمایشات

در این نمونه‌ها در دامنه  $(\text{mg/L}, 33, 0.5)$  برحسب  $\text{PO}_4$  بوده است. با توجه به استاندارد ملی کشور که در دامنه  $(\text{mg/L}, 2, 0.1)$  برحسب  $\text{PO}_4$  می‌باشد؛ سه روستا به نام‌های مقیسه، بیزه و ریوند که به ترتیب  $0.21$ ،  $0.22$  و  $0.33$  می‌باشد بیش از حد استاندارد بوده است؛ از علل آن می‌توان به نفوذ مواد پاک‌کننده به آب‌های زیرزمینی و کودهای شیمیایی کشاورزی اشاره کرد.

**سدیم:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن به این نتیجه دست یافتیم که میانگین سدیم آب شرب در روستاها در حد مطلوب بوده است فقط در روستای تاج‌آباد این میزان بیشتر از حد مجاز می‌باشد. از اطلاعات گذشته به این نتیجه رسیدیم که این عامل نیز بستگی به جنس زمین این منطقه دارد. زمین روی آب شرب اثر گذاشته، بنابراین جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر بایستی از نظرات کارشناسان اداره زمین‌شناسی استفاده نمود (۱۶).

**پتاسیم:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن کلیه نمونه‌های اخذ شده در دامنه  $(\text{mg/L}, 27, 1)$  بودند. از آن جا که برای پتاسیم استاندارد در منابع وجود ندارد فقط روستای بیزه میزان پتاسیم بالایی نسبت به روستاهای دیگر داشت که جای بحث و بررسی دارد.

**سختی:** از تعداد ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی بخش داورزن مشخص شد کلیه نمونه‌ها در دامنه  $(\text{mg/L}, 417, 76)$  برحسب  $\text{CaCO}_3$  می‌باشد. سختی آب این منطقه که با توجه به استاندارد کشور  $(\text{mg/L}, 500, 200)$  قابل قبول است. علت عمده افزایش سختی در بعضی از منابع آب مثل روستای تاج‌آباد به سبب جنس زمین است. این روستا بیشترین سختی کل یعنی  $417 \text{ mg/L}$  بر حسب  $\text{CaCO}_3$  دارا می‌باشد جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر در این زمینه باید از نظرات کارشناسان اداره زمین‌شناسی استفاده نمود (۱۶).

در نمونه برداری از آب با توجه به عدم همکاری اداره آب و فاضلاب روستایی مبنی بر نمونه برداری از چاه-ها و منابع آب ما مجبور به نمونه برداری از شیرهای توزیع در روستا بودیم. لذا؛ پیشنهاد می شود در پژوهش های بعدی با همکاری ادارات مربوط نمونه برداری از چاه ها و منابع به طور مجزا صورت گیرد تا علت آلودگی و منبع آن مشخص شود.

۵) پیشنهاد می شود با تشکیل کلاس های توجیهی برای آبداران روستاها کلر زنی با دقت بیشتری در این روستاها انجام گیرد.

۶) پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی و پژوهش های مشابه دانشجویان در فصول دیگر اقدام به تحقیق و پژوهش نمایند.

محسوب می شود. لذا برای جلوگیری از آن پیشنهاد می شود از کارشناسان زمین شناسی کمک گرفته شود (۱۶).

۴\_ با توجه به این این که آب شرب روستای تاج آباد در ۷ آزمایش (کلر باقی مانده آزاد، میکروبی، TDS، سولفات، سدیم، سختی) در دامنه استاندارد نبود.

که مشکل عمده آب این روستا به مسائل کلر زنی مربوط می شود پیشنهاد می گردد با توجه به جمعیت ساکن در این روستا و روستاهای دیگر هرچه سریع تر از سوی اداره آب و فاضلاب روستایی، مرکز بهداشت، بنیاد مسکن و دهیاری اقدامات ضروری در امر کلر زنی در این روستاها صورت گیرد تا از آلودگی ثانویه جلوگیری شود.

## منابع:

- (۱) شریعت پناهی حسن، اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب. ادامه ماخذ
- (۲) کرامتی حسن، محوی امیر حسین، کیان مهر مجتبی، عطاردی علیرضا، عبدل نژاد لیلا. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر گناباد در سال ۱۳۸۶، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، زاهدان ۱۳۸۷، صفحه ۶۵.
- (۳) حسینیان مرتضی. اصول تصفیه آب (تئوری-طراحی). تهران: انتشارات فنی حسینیان، چاپ چهارم-۱۳۸۷. فصل دوم.
- (۴) عارفمنش علی، دهقانی علیرضا. آب انبار شاهکار مهندسی: گذشته، حال و آینده. تهران، انتشارات یزدا، ۱۳۸۸.
- (۵) صفری غلامحسین، واعظی فروغ. بررسی کیفی منابع تأمین آب مشروب شهرستان میانه، مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط، مازندران ۱۳۸۲، صفحه ۲۱.
- (۶) امیر بیگی حسن. اصول بهداشت محیط، انتشارات اندیشه رفیع، چاپ اول، ۱۳۸۷، فصل چهارم.
- (۷) ززولی محمدعلی، بذرافشان ادريس. تکنولوژی آب و فاضلاب، جلد اول. انتشارات سماط، چاپ اول، ۱۳۸۸، بخش سوم.
- (۸) سایت موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳ و ۱۰۱۱، تجدیدنظر پنجم - سال ۱۳۸۸.
- (۹) زینتی مسعود، قانعیان محمدتقی و همکاران. بررسی وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب قنات اهرستان یزد با رویکرد حفاظت از منابع آب و توسعه پایدار، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، شهید بهشتی تهران ۱۳۸۸، صفحه ۷۷۹.
- (۱۰) بنی سعید نعیم، جعفر زاده حقیقی فرد نعمت الله. بررسی کیفیت آب در شبکه توزیع آب شرب اهواز، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، شهرکرد ۱۳۸۳، صفحه ۱۵.
- (۱۱) سهرابی علی، سلیمانی زینب. بررسی آلودگی میکروبی آب شرب شهر رابر در استان کرمان در سال ۷۸، سومین سمینار بهداشت محیط کشور، کرمان ۱۳۷۹، صفحه ۴۹۱.
- (۱۲) نشاط علی اصغر، شاه منصوری محمدرضا، ضاربان ایرج. بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شهر زابل سال ۱۳۸۴، نهمین همایش بهداشت محیط کشور، اصفهان ۱۳۸۵، صفحه ۱۳۴.
- (۱۳) اداره آب و فاضلاب روستایی شهرستان سبزوار.
- (۱۴) محوی امیرحسین، پاسبان علی، کنترل کیفی بهداشتی آب.
- (۱۵) تقوایی پور احمد، آنالیز آب (جلد اول)، دی ماه ۱۳۷۹.
- (۱۶) شرکت مهندسی مشاور سازه آب - معاونت مطالعات پایه منابع آب - شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان. گزارش مطالعات نیمه تفصیلی دشت داورزن - زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی، جلد دوم - آذر ۱۳۸۴