

## اندازه گیری شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل

هادی صادقی<sup>۱</sup>، صالح روح الهی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>نویسنده مسئول: مربی بهداشت محیط گروه بهداشت محیط آموزشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

h.sadeghi@arums.ac.ir E-mail:

<sup>۲</sup>کارشناس ارشد بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

### چکیده

**زمینه و هدف:** مردم شهر اردبیل با جمعیتی حدود ۳۴۰۳۸۶ نفر در حال حاضر از آب چاه جهت آشامیدن استفاده می نمایند . اگر میزان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی بیش از حداکثر مجاز توصیه شده باشد ممکن است در دراز مدت آسیب های غیر قابل جبرانی برای انسان ، ایجاد نماید. این مطالعه به منظور اندازه گیری شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در طول سال ۱۳۸۳ انجام شد.

**روش کار:** این مطالعه از نوع توصیفی- مقطعی بود که طی سال ۱۳۸۳ بر روی تعداد ۳۵ نمونه برداشت شده از چاه های آب آشامیدنی شهر اردبیل انجام گردید. اکثر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه های مذکور به علت اهمیت شان و محدودیت های موجود، در آزمایشگاه فرانس آب و فاضلاب مرکز بهداشت استان اردبیل آنالیز شده و نتایج حاصله در مقایسه با استاندارد ۱۰۵۳ کشوری موجود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته ها:** مطابق نتایج حاصل از آنالیز نمونه ها و مقایسه آنها با استاندارد مربوطه ، چنین برآورد گردید که سولفات ۹٪ نمونه ها، سختی کل ۴۱٪، فسفات در ۷۱٪ نمونه های آنالیز شده بیشتر از حداکثر مجاز بوده و فلوئور در ۵۷٪ نمونه های آنالیز شده کمتر از حداقل فلوئور توصیه شده می باشد.

**نتیجه گیری:** با توجه به عدم مطابقت مقادیر سولفات، فسفات، فلوئور و سختی کل تعدادی از نمونه های آزمایش شده با استانداردهای مربوطه، برنامه ریزی جهت رفع مشکلات موجود ضروری به نظر می رسد.

**واژه های کلیدی:** آب آشامیدنی، شاخص های فیزیکی و شیمیایی، اردبیل

پذیرش: ۸۵/۸/۷

دریافت: ۸۵/۱/۲۱

### مقدمه

اند.تعداد واقعی چاه ها در زمان های مختلف به دلیل فعال شدن چاه های جدید و یا از دور خارج شدن تعدادی از چاه ها متفاوت می باشد؛ منابع آلاینده احتمالی این چاه ها با توجه به موقعیت های مکانی مختلف می تواند پساب های کشاورزی ، فاضلاب چاه های جذبی موجود در سطح شهر، ترکیبات زمین شناسی، مراکز صنعتی، آلودگی رودخانه و آلودگی های سر چاهی باشد. ساختار زمین شناسی دشت اردبیل در ناحیه شهر اردبیل ، عمدتاً از رسوبات میوپلیوسن (ژیپس و نمک ) بوده و تأثیر بسیار نامطلوبی روی آب های زیر زمینی این ناحیه دارد [۲].

شهر اردبیل با جمعیتی حدود ۳۴۰۳۸۶ نفر و تراکم ۵۴/۹ نفر در هکتار، و با مساحت ۲۴۹۸/۲ کیلومتر مربع در مختصات ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده و مرکز استان اردبیل می باشد. متوسط بلند مدت (۲۵ ساله) بارندگی سالانه شهر اردبیل ۳۰۳/۷ میلی متر است [۱]. در حال حاضر آب آشامیدنی شهر اردبیل از چندین حلقه چاه فعال تامین می شود.تعدادی از این چاه ها در زمین های کشاورزی آراللو- تپراقلو و زرناس و تعدادی دیگر در حاشیه رودخانه بالخلو و تعدادی نیز به صورت پراکنده در نقاط مختلف شهر واقع شده

میناماتا و اختلالات گوارشی برای انسان باشند. لذا مطالعه ی حاضر جهت اندازه گیری شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در طول سال ۱۳۸۳ انجام گرفته است.

### روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی- مقطعی بود. به علت محدودیت های موجود و اهمیت پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه، در طول سال ۱۳۸۳ تعداد ۳۵ نمونه از منابع آب شرب شهر اردبیل برداشت و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آنها مشتمل بر کدورت، pH، هدایت الکتریکی، کربنات، بیکربنات، نیترات، نیتریت، سولفات، سختی کل، باقیمانده خشک، فسفات، کلرور و فلوئور در آزمایشگاه رفرانس آب و فاضلاب مرکز بهداشت استان اردبیل مطابق روشهای مندرج در جدول شماره ۱ آنالیز گردید. و نتایج حاصله براساس تطبیق با استاندارد شماره ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جدول ۱. روش های آنالیز شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۱۳۸۳

شاخص ها	روش آزمایش
کدورت (NTU)	دستگاه کدورت سنج
PH	دستگاه PH متر
هدایت الکتریکی	دستگاه هدایت سنج
کربنات	تیتراسیون
بی کربنات	تیتراسیون
نیترات ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD
نیتریت ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD
سولفات ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD
سختی کل	تیتراسیون
باقیمانده خشک الکتریکی	دستگاه هدایت سنج
فسفات ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD
کلرور ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD
فلوئور ۴۰۰۰	اسپکتروفتومتر - RD

### یافته ها

جدول شماره ۲ خلاصه نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۱۳۸۳ را

در فرهنگ بیشتر کشورهای این کره خاکی، جمله آب یعنی زندگی به چشم می خورد [۳]. آب فراوانترین ماده است که در طبیعت به حالت جامد، مایع و گاز موجود است، آب بهترین حلال شیمیایی بوده و بسیاری از گازها و مواد معدنی به آسانی در آن حل می شوند، از این رو آب بطور خالص در طبیعت وجود ندارد [۴].

دسترسی به منبع کافی آب از دیدگاه کیفی و کمی برای حیات انسان ضروری است. انسان های نخستین به اهمیت آب از نقطه نظر کمی واقف بودند ولی درک اهمیت کیفی آب کندتر رشد کرد. بعد از توسعه علوم بیولوژی، شیمی و پزشکی بود که روش های اندازه گیری کیفیت آب و تعیین اثرات آن بر سلامتی و رفاه انسان بوجود آمد [۵].

آبی را که می خواهیم به عنوان آب آشامیدنی استفاده نمایم بایستی مطابق با استانداردهای موجود باشد که از طرف سازمانهای معتبر جهانی مانند سازمان بهداشت جهانی، سازمان خدمات بهداشت عمومی و یا در سطح منطقه ای و کشوری ارائه می گردد [۶]. هدف اصلی بررسی های کیفی آب آشامیدنی، حفظ بهداشت عمومی و سلامت مصرف کنندگان است [۷].

آب آشامیدنی حاوی سولفات خیلی زیاد (۲۰۰ ppm) و کلرور (۱۰۰۰ ppm) یا کربنات کلسیم (۳۰۰ ppm) در اکثر مردم باعث سوء هاضمه می شود. مواد معدنی بالا می تواند باعث اسهال شدید شود [۸].

وجود آلاینده ها در آب های زیر زمینی از طریق مداخله انسانی حاصل می گردد که می توانند برای انسان و محیط زیست بسیار خطرناک باشند. لذا پایش آب های زیر زمینی و جلوگیری از آلودگی این منابع بسیار ارزشمند و حیاتی، ضروری بنظر می رسد [۹].

آب شرب شهر اردبیل نیز از منابع آب های زیر زمینی تامین می گردد. ناخالصی های فیزیکی و شیمیایی موجود در آب شرب در صورتیکه بیش از حد اکثر مجاز توصیه شده در استانداردها باشد، ممکن است در دراز مدت موجب بروز آسیب های غیرقابل جبرانی مثنیـل بیمـاری متهـمو گلوبینمیـا (methemoglobinemia)، ایتای ایتای (Itaitai)،

نشان می دهد. همانطوریکه در جدول فوق مشاهده می شود از تعداد ۳۵ نمونه آب آزمایش شده فقط مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین کل نمونه ها درج گردیده است و تعداد ۱۳ پارامتر فیزیکی و شیمیایی آب شرب شامل کدورت، pH، هدایت الکتریکی، کربنات، بیکربنات، نیترات، نیتریت، سولفات، سختی کل، باقیمانده خشک، فسفات، کلرور و فلئور آزمایش شده و در جدول مذکور نشان داده شده است.

کربنات ۹۴٪ کل نمونه های آب آنالیز شده، صفر میلی گرم در لیتر بوده و فقط در ۶ درصد بقیه یعنی ۲ نمونه از ۳۵ نمونه مقدار کربنات ۲۷ و ۱۱ میلی گرم در لیتر بوده است.

حداکثر مقدار سولفات، ۵۲۵ میلی گرم در لیتر و مربوط به چاه شماره ۳۰ بوده و ۱۲۵ میلی گرم در لیتر بیشتر از حداکثر مجاز و استاندارد می باشد و بطور کلی حدود ۹٪ نمونه ها دارای سولفات بیش از حداکثر مجاز بوده است.

سختی کل حدود ۴۱٪ نمونه ها بیش از حداکثر مجاز بوده و حداکثر سختی کل ۷۷۰ میلی گرم در لیتر و مربوط به چاه شماره ۲۹ بود که ۲۷۰ میلی گرم در لیتر بیشتر از حداکثر مجاز توصیه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بوده است.

### بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مقادیر تمام شاخص های آزمایش شده بجز شاخص های سولفات، فسفات، فلئور و سختی کل، در آب آشامیدنی شهر اردبیل مطلوب و در حد استاندارد بوده است. در تحقیق فائعیان و همکاران روی ۳۵ حلقه چاه آب شهر کرد به تعداد ۳۵ نمونه، مشخص شد که کیفیت فیزیکوشیمیایی چاه های آب شهر کرد با استاندارد ها مطابقت دارد [۱۰].

نتایج مطالعه بنی سعید و همکاران نشان داد که پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شرب اهواز از کیفیت نسبتاً مطلوبی برخوردار بوده و پارامترهای اصلی محدود کننده مصرف آب شرب این شهر سختی کل و TDS می باشند [۱۱].

جدول ۲. نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۱۳۸۳

شاخص ها	حداقل	حداکثر	میانگین	مقدار حداکثر مجاز توصیه شده در استاندارد ۱۰۵۳
کدورت (NTU)	۰/۲۱	۱/۱	۰/۰۵	۵
PH	۶/۸۲	۸/۴۱	۷/۳۸	۶/۵-۹ (حدود)
هدایت الکتریکی (μS/cm)	۳۵۰	۲۷۸۰	۱۳۶۷/۵	مینایی برای حداکثر مجاز در نظر گرفته نشده است
کربنات (mg/L)	*	۲۷	۱/۰۹	مینایی برای حداکثر مجاز در نظر گرفته نشده است
بیکربنات (mg/L)	۱۳۲	۳۷۴	۳۱۰/۲	مینایی برای حداکثر مجاز در نظر گرفته نشده است
نیترات (mg/L)	۱۵/۵	۳۶	۲۷/۹	** ۵۰
نیتریت (mg/L)	-/۰۰۲	۰/۰۶	۰/۰۲۸	** ۳
سولفات (mg/L)	۲۳	*** ۵۲۵	۲۴۵/۳	۴۰۰
سختی کل (mg/L)	۴۷	*** ۷۷۰	۴۰۶/۸	۵۰۰
باقیمانده خشک (mg/L)	۱۶۷	۱۴۰۰	۶۶۳	۱۵۰۰
فسفات (mg/L)	۰/۰۷	*** ۰/۳۶	۰/۲۳۴	۰/۲
کلرور (mg/L)	۲۵	۲۱۵	۱۳۲/۴	۴۰۰
فلئور (mg/L)	*** ۰/۳۵	۱/۰۵	۰/۵۹۸	۰/۶-۲/۴ (حدود)

\* حدود ۹۴٪ کربنات نمونه ها صفر می باشد.

\*\* در مورد نیترات و نیتریت- مجموع نسبت غلظت هر کدام به مقادیر توصیه شده نباید از یک تجاوز کند و نباید به تنهایی مورد قضاوت قرار گیرند.

\*\*\* نشانگر مقادیر پارامتر بالاتر از حداکثر مجاز می باشد.

\*\*\*\* نشانگر مقادیر فلئور پایین تر از حداقل استاندارد می باشد.

تربت حیدریه پایین تر از حداقل فلوئور توصیه شده می باشد [۱۶].

مطالعه فرشاد و همکاران نشان داد که در ۴۷/۵٪ از چاه های مورد بررسی در واحدهای صنعتی منطقه غرب تهران، نسبت مجموع مقادیر اندازه گیری شده نیترات و نیتریت به ارقام پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت بیشتر از یک بوده و لذا تعداد ۴۷ حلقه چاه آلوده محسوب می گردید [۱۷].

در تحقیق محمدیان فضلی و همکاران مشخص شد که ۱۱٪ منابع آب آشامیدنی شهر زنجان دارای نیترات و بیش از حد استاندارد بوده و مجموع نسبت نیترات و نیتریت به مقدار استاندارد آنها نیز بیش از یک است. بر اساس تحقیقی مشابه در خصوص نیترات منابع آب شهر دامغان مشخص شد هیچ چاهی دارای نیترات بیش از حد مجاز نبوده است [۱۸].

نتایج مطالعه حاضر در خصوص پارامترهای نیترات و نیتریت مبین آن است که نسبت مجموع مقادیر اندازه گیری شده نیترات و نیتریت به مقدار استاندارد آنها کمتر از یک و در حد مطلوب بوده و مقادیر هیچکدام از پارامترهای نیترات و نیتریت بالاتر از حد مجاز و استاندارد نبوده است.

### نتیجه گیری

در مجموع میتوان نتیجه گرفت که وضعیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل در زمان مطالعه به جز چهار مورد یعنی پارامترهای سولفات، سختی کل، فسفات و فلوئور، مشکل خاصی نداشت و برای آشامیدن مناسب بوده است.

### پیشنهادات

از آنجایی که مقادیر تمامی پارامترهای تعریف شده در متن استاندارد باید مطابق مقادیر توصیه شده در آن باشد، بنابراین کاهش مقادیر سولفات، سختی کل و فسفات تا حد استاندارد لازم و ضروری است. همچنین جهت کاهش پوسیدگی و عوارض دندانی و تامین فلوئور مورد نیاز بدن مناسب ترین گزینه عمل فلوئور

مطابق مطالعه انجام شده توسط کارگر و همکاران، خواص فیزیکوشیمیایی آب آشامیدنی شهر یزد مطلوب و در حد استاندارد بوده است عمده مشکل مردم در رابطه با کیفیت آب چاه ها مربوط به میزان سختی آب بوده که اگر چه در محدوده مجاز قرار داشت لیکن به دلیل افزایش مصرف صابون و ایجاد لکه های نامطلوب روی ظروف و سطوح در تماس با آب، مردم را معترض ساخته بود [۱۲].

نتایج تحقیق محوی و همکاران نشان داد که متغیرهای فیزیکوشیمیایی آب شرب مصرفی منطقه ۱۷ تهران، در مقایسه با رهنمودها و استانداردهای ملی و بین المللی در حد مطلوب بوده و مشکلی برای مصرف کنندگان ایجاد نکرده است [۱۳].

در مطالعه پور مقدس مشخص شد که بطور کلی آبهای زیر زمینی شهرستان لنجان جزء آبهای بسیار سخت محسوب می گردند [۹].

مطالعه عباسی نشان داد که برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی رودخانه زنجانرود از جمله کلرور، سولفات و یک مورد pH، بیش از مقادیر استاندارد بوده است [۱۴].

مطالعه جن کینز و همکاران روی چهار حوضچه آبریز مرتفع نیال هیمالیا نشان داد که میانگین pH در حدود ۷-۸/۵ می باشد در حالیکه در مطالعه حاضر در حدود ۶/۸-۸/۴ بود. این مطالعه همچنین نشان دادند که یون بیکربنات بیشترین آنیون آب منطقه مورد مطالعه می باشد در حالیکه در مطالعه حاضر یون سولفات بیشترین آنیون بوده و حدود ۹٪ نمونه ها دارای سولفات بیش از حد مجاز بوده است [۱۵].

در تحقیق ززولی و همکاران مشخص شد که میانگین غلظت فلوئور آب شرب شهر تربت حیدریه  $0/46 \text{ mg/L}$ ، بیشترین آن  $0/63 \text{ mg/L}$  و کمترین حد فلوئور  $0/35 \text{ mg/L}$  می باشد. در مطالعه حاضر نیز میانگین غلظت فلوئور  $0/6 \text{ mg/L}$ ، بیشترین آن  $1/05$  و کمترین حد فلوئور  $0/35 \text{ mg/L}$  بوده است. نتایج ۲ مطالعه مذکور کاملاً مشابه هم بوده و نشانگر این است که میزان فلوئور آب شرب شهر اردبیل و شهر

زنی آب آشامیدنی به میزان مطلوب و توصیه شده که برخی از پارامترهای آنها مطلق استاندارد نیست، می باشد. نیز پیشنهاد می شود با تعیین و حفظ حریم بهداشتی برای کلیه چاه های آب شرب، چاه های آبی حذف و منابع آب شرب مناسب و مطلوب جایگزین آنها گردد.

## منابع

- ۱- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اردبیل، معاونت آمار و اطلاعات، سالنامه ی آماری استان اردبیل، ۱۳۸۳، صفحات ۳۹، ۲۳، ۴.
- ۲- سلیمی رحیم، روح الهی صالح، بابایی شهروز. تأثیرات آلودگی چاههای جذبی در سطح شهر اردبیل بر روی سفره آب زیرزمینی، پروژه تحقیقاتی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اردبیل، سال ۱۳۸۱، صفحات ۲۰ تا ۳۳.
- 3- World Health Organization. Health and environment in sustainable development. World Organization / Evil Horde Generator: 1997, 97-8.
- ۴- تقوایی پور احمد. آنالیز آب، چاپ اول، جلد اول، اراک، انتشارات دانشگاه اراک، سال ۱۳۸۰، صفحات ۲۰۱.
- ۵- ترکیان ایوب. مهندسی محیط زیست، چاپ اول، جلد اول: اصفهان: انتشارات کنکاش، سال ۱۳۷۴، صفحه ۱۳.
- ۶- امیر بیگی حسن. اصول تصفیه و بهداشت آب، چاپ اول، تهران: موسسه انتشاراتی اندیشه رفیع، سال ۱۳۸۳، صفحه ۱۵.
- 7- McCabe. Survey on Community water supply system. Journal of the American Public Health Association 1990;62:67-72.
- 8- Green LW, Ottoson JM. Community Health, 7<sup>th</sup> ed. New york: Mosby, 1994:425.
- ۹- پور مقدس حسین. بررسی کیفیت آبهای زیر زمینی منطقه لنجان اصفهان، مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران، سال ۱۳۸۱، دوره اول، شماره چهارم، صفحه ۳۲.
- ۱۰- فانیان محمد تقی، سلیمی بهروز، کیانی افسانه، یزدانی معصومه. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی چاههای شهرکرد در سال ۱۳۸۲، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، سال ۱۳۸۳، صفحه ۶۱.
- ۱۱- بنی سعید نعیم، جعفرزاده حقیقی فرد نعمت اله. بررسی کیفیت آب در شبکه توزیع آب شرب اهواز، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، سال ۱۳۸۳، صفحه ۱۵.
- ۱۲- کارگر محمد حسین، شیرانیان محبوبه. بررسی کیفی آب آشامیدنی منتقله از زاینده رود و مقایسه کیفیت آن با آب چاههای آب آشامیدنی شهر یزد، چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، یزد، سال ۱۳۸۰، صفحه ۱۰۴.
- ۱۳- محوی امیر حسین، هاشمی سید عنایت، یونسیان مسعود. جنبه های بهداشتی آب شرب منطقه ۱۷ تهران. فصلنامه پایش، سال ۱۳۸۳، دوره چهارم، شماره اول، صفحه ۷.
- ۱۴- عباسی مدیر. بررسی ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی، میکروبی، هیدرولوژیکی و توان خود پالائی زنجانرود در حوزه نفوذ شهری زنجان (۱۳۸۰). پژوهش نامه دانشگاه علوم پزشکی زنجان، سال ۱۳۸۲، شماره ۱، صفحه ۱۰۵ و ۱۰۶.
- 15- Jenkins A, Sloan WT, Cosby J. Stream chemistry in the middle hills and high mountains of the Himalayas Nepal. J Hydrology 1995;166: 61-79.
- ۱۶- ززولی محمد علی، محسنی بند پی انوشیروان، عباس زاده عید محمد. بررسی میزان فلوراید آب شرب شهر تربت حیدریه و تعیین شاخص DMFT در دانش آموزان ۱۲ تا ۱۵ ساله در سال ۱۳۸۳، مجله علمی-پژوهشی مرکز تحقیقات بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی مازندران، سال ۱۳۸۳، دوره اول، شماره ۳، صفحه ۲۷.
- ۱۷- فرشاد علی اصغر، ایماندل کرامت اله. میزان نیترات و نیتریت در چاههای آب واحدهای صنعتی منطقه غرب تهران، مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران، سال ۱۳۸۱، دوره اول، شماره دوم، صفحه ۳۷.
- ۱۸- محمدیان فضلی مهران، صادقی غلامرضا. بررسی آلودگی منابع تامین آب آشامیدنی شهر زنجان طی سالهای ۸۰-۱۳۷۹، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان، سال ۱۳۸۲، شماره ۴۳، صفحه ۵۲.