مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره اول، شماره اول، پاییز ۱۳۸۷، صفحات ۱۹ تا ۲۸

بررسی میزان آرسنیک در منابع آب شرب: یک مطالعه موردی

دکتر محمد مسافری[۱]، دکتر حسن تقی پور[۱]، دکتر امیر حسام حسنی[۲]، دکتر مهدی برقعی[۳]، زهره کمالی کردآباد[۴]، ایوب قدیرزاده[۵]

نویسنده مسئول: تبریز، دانشکده بهداشت و تغذیه دانشگاه علوم پزشکی تبریز، *mmosaferi@yahoo.com*

دریافت: ۸۷/۷/۲۰ پذیرش: ۸۷/۹/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: *مطالعات انجام شده نشان داده است که آب آلوده به آرسنیک می تواند انواع متفاوتی از مشکلات سلامتی را در افراد مصرف کننده ایجاد نماید. سازمان جهانی بهداشت مقدار ۱۰ µg/L آرسنیک را به عنوان رهنمود ارائه نموده است. با توجه به برخی گزارشات در خصوص حضور آرسنیک در یکی از روستاهای شهرستان هشترود و عوارض بهداشتی مربوطه و با در نظر گرفتن اینکه تعیین این ماده در زمره پایش های روتین سازمانهای مسئول کنترل کیفی آب نیست لذا در مطالعه حاضر کلیه منابع آب شرب در شهرستان هشترود آذربایجان شرقی از نظر مقدار آرسنیک مورد آنالیز قرار گرفت.*

روش بررسی: *کلیه شهرها و روستاهای دارای سکنه (۲۰۰ روستا) شهرستان هشترود با مراجعه حضوری از نظر نحوه تامین آب شرب و وضعیت بهسازی بررسی شد و پس از تهیه نمونه آب، مقدار آرسنیک آن با استفاده از کیت سنجش آرسنیک شرکت هک تعیین مقدار گردید. بر ای اطمینان از نتایج کیت، ۲۰ نمونه آب حاوی غلظتهای مختلف آرسنیک با روش ICP نیز تعیین مقدار شد و با نتایج کیت مقایسه گردید.*

یافته ها: *آرسنیک در آب شرب ۵۰ روستا وجود داشت که در ۹ روستا مقدار آن بالاتر از استاندارد ایران یعنی ۵۰ µg/L بود. در مجموع ۱۱۰۸۷ نفر یعنی ۲۱/۹۶ ٪ از جمعیت روستائی شهرستان هشترود در زمان تحقیق در معرض مواجهه با غلظتهای مختلف آرسنیک در آب شرب بودند. همبستگی بین نتایج کیت و ICP معنی دار بود (R^2= ۰/۹۷۱۵).*

نتیجه گیری: *منطقه مورد مطالعه یک منطقه آلوده به آرسنیک با منبع ژئوژنیک بوده و لازم است آب روستاهایی که بالاتر از استاندارد ملی است در اسرع وقت توسط منبع سالم جایگزین شود. کنترل حداقل سالیانه غلظت آرسنیک در آب شرب کلیه روستاها بویژه روستاهای آلوده لازم است در دستور کار سازمان های مسئول از جمله شبکه بهداشت و درمان و شرکت آب و فاضلاب روستایی قرار گیرد. کیت مورد استفاده در تحقیق حاضر برای این منظور قابل توصیه می باشد.*

واژگان کلیدی: آرسنیک، آب آشامیدنی، شهرستان هشترود، روستا

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت و تغذیه‌ی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، همکار پژوهشی مرکز کشوری مدیریت سلامت
۲- دکترای محیط زیست، استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- استاد گروه مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
۴-کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۵-کارشناس ارشد، اداره کل زمین شناسی استان آذربایجان شرقی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

مقدمه

آرسنیک شبه فلزی است که در همه جای پوسته زمین وجود دارد و مواجهه انسانها با آرسنیک غیر آلی عمدتا از طریق مصرف آب شربی است که بصورت طبیعی با آرسنیک آلوده شده باشد (۱ و۲). امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، غلظت های بالای آرسنیک غیر آلی در آب شرب یک نگرانی بزرگ بهداشتی است (۳). در قاره آسیا مسمومیت مزمن با آرسنیک در حال تبدیل شدن به یک اپیدمی اضطراری است و بیش از ۱۰۰ میلیون نفر در معرض مواجهه با آبهای زیرزمینی با غلظت بالای آرسنیک هستند (۴). برآورد شده که فقط در کشور بنگلادش بیش از ۵۰ میلیون نفر آبی می نوشند که غلظت آرسنیک در آن بالای مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت ۱۰ µg/L می باشد که این مقدار پایه ای برای ارزیابی ریسک سرطان پوست، ریه، مثانه، کبد و احتمالا کلیه است (۵و۶). تعدادی از اثرات غیر سرطانی از قبیل جراحات پوستی، بیماریهای عروقی، دیابت ملیتوس، نوروتوکسیسیتی و سمیت کبد، سرفه مزمن و عوارض نامطلوب بارداری نیز ممکن است توسط آرسنیک ایجاد شود (۱۰ – ۷). علائم اولیه مسمومیت مواجهه مزمن با آرسنیک غیر آلی در انسانها پیگمانتاسیون می باشد و هیپرکراتوزیس معمولا به دنبال پیگمانتاسیون اولیه بوده و ممکن است بعداً به سرطان پوست تبدیل شود (۱۱ و ۱۲).

از نظر تاریخی با در نظر گرفتن ابعاد و گستره موضوع، آلودگی ناشی از آرسنیک بزرگترین بلای طبیعی بوده و از حادثه چرنوبیل در اوکراین (۱۹۸۶) و بوپال در هند (۱۹۸۴) جدی تر است(۱۳). در ایالات متحده بیش از ۲/۵ میلیون نفر در معرض غلظت بالای ۲۵ µg/L هستند (۱۴). در داخل کشور هنوز آمار مشخصی از نظر جمعیت دارای مواجهه با آرسنیک از طریق آب شرب وجود ندارد. دلیل این موضوع آن است که هنوز پایش گسترده منابع آب شرب کشور از نظر مقدار آرسنیک انجام نشده و برخی پایشها بصورت محدود و محلی بوده است که از آن جمله می توان به تحقیق انجام شده در منطقه بیجار استان کردستان اشاره نمود (۱۷ – ۱۵). با توجه به اینکه مواجهه طولانی مدت با آرسنیک از طریق آب می تواند باعث انواع اثرات سلامتی از جمله سرطانها شود (۱۸) و عوارض بهداشتی ناشی از آرسنیک که در آنها رابطه دوز- پاسخ دیده شده است شامل پرفشاری خون، دیابت ملیتوس، آترواسکلروزیس کاروتید، میکروسیرکولاسیون آسیب دیده، بیماری عروق محیطی، بیماری قلبی کرونری، بیماریهای پوستی و انواع سرطانها است (۱۹ – ۲۲) لذا لازم است به منظور پیشگیری از مواجهه یا ادامه مواجهه هموطنان با آرسنیک، منابع آب شرب بویژه در مناطق دارای پتانسیل آلودگی طبیعی، مورد پایش قرارگیرند. مطالعه حاضر در این راستا انجام شد و با توجه به آلودگی گزارش شده از روستای قوپوز در منطقه هشترود و عوارض بهداشتی مربوطه، کلیه منابع آب شرب منطقه از نظر آرسنیک مورد بررسی قرار گرفتند (۲۳).

مواد و روشها

محل انجام تحقیق

شهرستان هشترود یکی از شهرستانهای ۱۹ گانه استان آذربایجان شرقی با وسعتی معادل ۲۲۹۴/۵۹۸ کیلومتر مربع است (۴/۹۹٪ مساحت کل استان) و از این بابت رتبه دهم را به خود اختصاص داده و در بخش جنوبی استان واقع شده است. از نظر مختصات جغرافیایی این شهرستان در عرض شمالی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه الی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه و در طول شرقی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه الی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه قرار گرفته است و از سمت شمال با شهرستان بستان آباد، از شرق با شهرستان میانه، از جنوب با شهرستان چاراویماق و از غرب نیز با شهرستان مراغه هم جوار می‌باشد. این شهرستان براساس آخرین تقسیمات کشوری دارای دو بخش (مرکزی، نظر کهریزی) و دهستان (علی آباد، کوهسار باقرانقو، سلوک، نظر کهریزی و آلمالو) است. بر اساس برآوردی که مرکز آمار ایران از جمعیت این شهرستان به عمل آورده است در سال

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

۱۳۸۳، شهرستان هشترود دارای جمعیتی حدود ۶۵۵۹۱ نفر بوده که نسبت به جمعیت سال ۱۳۷۵ حدود ۹۹۵۵ نفر کاهش نشان می‌دهد. جمعیت روستایی نیز حدود ۴۷۹۵۰ نفر بوده که نسبت به سال ۱۳۷۵ حدود ۹۸۳۹ نفر کاهش نشان می‌دهد(۲۴).

روش نمونه برداری و بررسی

در تحقیق حاضر آب شرب شهرها و روستاهای دارای سکنه این شهرستان از نظر حضور آرسنیک مورد بررسی قرار گرفتند. برای جمع آوری اطلاعات منابع روستایی از نظر تاریخچه مصرف، وضعیت بهسازی منبع آب وضعیت کلرزنی منبع و سایر اطلاعات از پرسشنامه طراحی شده برای این منظور استفاده گردید. نمونه های آب نیز در بطریهای پلی اتیلنی به حجم ۱۵۰۰ mL که قبلاً با استفاده از اسید شویی و آبکشی کاملا تمیز شده بودند تهیه گردید. این نمونه ها با استفاده از Ez Kit Test Arsenic که محصول کمپانی هک (Hach) بوده و صحت و دقت آن در مطالعات قبلی تعیین شده بود از نظر مقدار آرسنیک تعیین غلظت شدند (۱۵). برای اطمینان از نتایج کیت، تعداد ۲۰ نمونه آب که مقدار آرسنیک آنها با کیت مشخص شده بود با روش Inductively Coupled Plasma (ICP) آنالیز و نتایج مربوطه با آزمون رگرسیون ساده از نظر همبستگی مقایسه گردیدند.

یافته ها

در این بخش نتایج حاصل از بخشهای مختلف تحقیق به ترتیب از نظر وضعیت بهسازی منابع آب، غلظت آرسنیک و زمین شناسی منطقه مورد اشاره واقع شده است.

وضعیت بهسازی منابع آب روستایی در شهرستان هشترود

از ۲۳۶ روستای شهرستان هشترود، ۳۶ روستا خالی از سکنه و ۲۰۰ روستا دارای سکنه است که از روستاهای دارای سکنه ۱۰۵ روستا دارای لوله کشی و ۹۵ روستا فاقد لوله کشی هستند (جدول ۱). در مجموع ۴۸٪ روستاها یعنی ۱۶۳۹۲ نفر (۳۲٪ از جمعیت) از آب لوله کشی محروم می باشند. چشمه به عنوان یک منبع آب زیرزمینی به عنوان اصلی ترین منبع آب در روستاهای شهرستان مطرح بوده اما در روستاهای اصلی بیشترین تعداد چاه وجود دارد. در ۳ مورد از روستاهای سیاری از آب رودخانه برای تامین مصارف شرب استفاده می شود. در ۱۵۷ روستای شهرستان که برابر ۷۸/۵٪ از کل روستاها است منابع آب بررسی شده است، هیچگونه تصفیه ای بر روی آب صورت نمی گیرد و کلرزنی تنها در ۴۳ روستا (۲۱/۵٪ روستاها) انجام می شود.

حضور آرسنیک در منابع آب شرب

از ۲۰۰ روستای بررسی شده و۲۲۳ آزمایش انجام شده

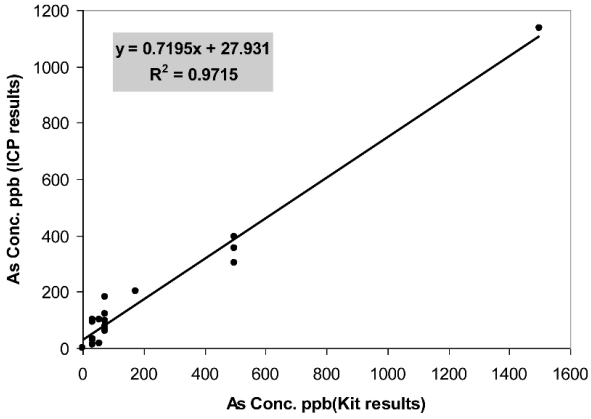
جدول۱: وضعیت دسترسی به آب لوله کشی سالم در روستاهای شهرستان هشترود

طبقه بندی روستاییها	تعداد روستا	تعداد روستاهای خالی از سکنه	تعداد روستاهای دارای سکنه	دارای لوله کشی*	فاقد لوله کشی*	جمعیت کل	جمعیت بهره مند از آب لوله کشی	جمعیت محروم از آب لوله کشی
اصلی	۷۱	-	۷۱(٪۱۰۰)	۵۴(٪۷۶)	۱۷(٪۲۴)	۳۲۸۷۹(٪۶۵/۱۵)	۲۵۰۱۲(٪۷۶)	۷۸۶۷(٪۲۴)
قمر	۵۳	۴(٪۷/۵)	۴۹(٪۹۲/۵)	۲۶(٪۵۳)	۲۳(٪۴۷)	۷۱۹۱(٪۱۴/۲۵)	۴۷۸۶(٪۶۶/۵۵)	۲۴۰۵(٪۳۳/۴۵)
سیاری	۱۱۲	۳۲(٪۲۸/۶)	۸۰(٪۷۱/۴)	۲۵(٪۳۱/۲۵)	۵۵(٪۶۸/۷۵)	۱۰۳۹۵(٪۲۰/۶)	۴۲۷۵(٪۴۱/۱۲)	۶۱۲۰(٪۵۸/۸۸)
جمع	۲۳۶	۳۶(٪۱۵/۳)	۲۰۰(٪۸۴/۷)	۱۰۵(٪۵۲/۵)	۹۵(٪۴۷/۵)	۵۰۴۶۵(٪۱۰۰)	۳۴۰۷۳(٪۶۷/۵۱)	۱۶۳۹۲(٪۳۲/۴۹)

* درصدها نسبت به روستاهای دارای سکنه است

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

توسط کیت، در آب شرب ۵۰ روستا (۲۵٪ کل روستاها) آرسنیک وجود داشت (جدول ۲). بطوریکه در ۲۴ ٪ روستاهای اصلی(دارای خانه بهداشت)، ۲۲/۵٪ روستاهای قمر و ۲۷/۵ ٪ روستاهای سیاری آرسنیک مشاهده گردید. بیشترین غلظتهای مشاهده شده (۸۰/۴ ٪ موارد) بالاتر از صفر و $\mu g/L$ ۳۵ ≥ بود. این موارد اکثراً بالاتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشت است ولی پایین تر از حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران ($۵۰ \mu g/L$) قرار دارد (۲۵). در مجموع در ۹ روستا غلظت آرسنیک معادل یا بالاتر از حداکثر مجاز استاندارد ملی بود. البته در مقایسه با رهنمود سازمان جهانی بهداشت این تعداد، ۵۰ روستا می باشد. در روستای قوپوز غلظت آرسنیک بالاتر از $\mu g/L$ ۵۰۰ و نزدیک به $\mu g/L$ ۲۰۰۰ مشاهده گردید که در مقایسه با حدود مجاز موجود بسیار بالا می باشد. روستای آغچه کندی با غلظت $\mu g/L$ ۵۰۰ ≥ − >۱۷۵ (بیش از ۳ برابر استاندارد ملی) از روستاهای آلوده دیگر است که ۳۰۷ نفر جمعیت این روستا در معرض آرسنیکوزیس مزمن می باشند. همچنین روستاهای ذوالبین، گل تپه، دوده، باباگرگر، مشک آباد قدیم، ایستگاه سراجو، قزللو نیز با غلظت آرسنیک $\mu g/L$ ۷۵ ≥ − > ۳۵ در معرض مواجهه با آرسنیک هستند(۷۴۷ نفر). آب شرب شهرهای هشترود و نظرکهریزی نیز آزمایش شد که آب شرب شهر نظرکهریزی غلظت حدود $\mu g/L$ ۳۵ را نشان داد. در جدول۳ مقایسه بین نتایج کیت با نتایج بدست آمده از روش ICP و در شکل ۱ همبستگی موجود ارائه شده است. همچنانکه مشاهده می شود هیچ نمونه ای آبی وجود ندارد که در آنها کیت عددی را گزارش کرده باشد اما ICP غلظتی را نشان ندهد و اغلب اعداد نزدیک به هم هستند(R^2= ۰/۹۷۱۵).



شکل ۱: همبستگی بین نتایج سنجش آرسنیک در آب با کیت و روشICP

پراکندگی جغرافیایی روستاهای آلوده و زمین شناسی منطقه

برای تعیین موقعیت و پراکندگی روستاهای آلوده از نظر جغرافیایی، مختصات نقاط دارای آرسنیک که با استفاده از دستگاه GPS و نقشه توپوگرافی بدست آمده بود بر روی نقشه

جدول۲: غلظت آرسنیک در آب شرب و جمعیت تحت مواجهه در روستاهای شهرستان هشترود

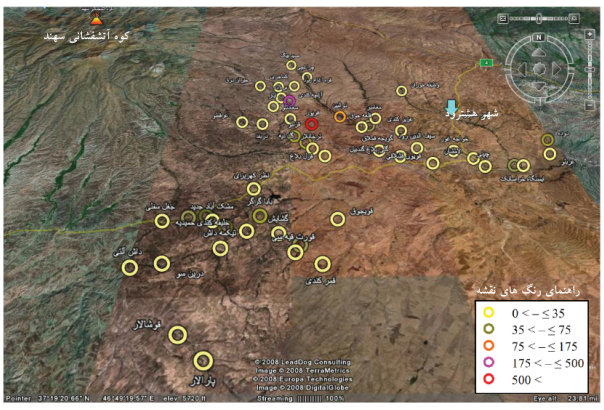
غلظت آرسنیک ($\mu g/L$)	تعداد روستا	در صد از کل روستاهای شهرستان	جمعیت افراد ساکن (نفر)	درصد از کل جمعیت روستایی
صفر	۱۵۰	۷۵	۳۹۳۷۸	۷۸/۰۴
۳۵ ≥ - > صفر	۴۱	۲۰/۵	۹۹۰۰	۱۹/۶۲
۷۵ ≥ − > ۳۵	۶	۳	۷۴۷	۱/۴۸
۱۷۵ ≥ - > ۷۵	۱	۰/۵	-	-
۵۰۰ ≥ − > ۱۷۵	۱	۰/۵	۳۰۷	۰/۶
۵۰۰ <	۱	۰/۵	۱۳۳	۰/۲۶
	۲۰۰	۱۰۰	تعداد تجمعی جمعیت دارای مواجهه= ۱۱۰۸۷	درصد تجمعی جمعیت دارای مواجهه= ۲۱/۹۶

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

جدول ۳ : مقایسه نتایج نمونه های آب آنالیز شده با کیت و روش ICP

شماره نمونه	نام روستا	غلظت اندازه گیری شده توسط کیت (µg/L)	غلظت اندازه گیری شده به روش ICP(µg/L)
۱	بره ده	۳۵	۹۹
۲	تار قلی (چاه)	۷۵ و ۳۵	۶۱
۳	آغچه کندی (لوله کشی)	۵۰۰ – > ۱۷۵	۳۵۳
۴	قوپوز(چشمه بالا)	۵۰۰	۳۹۴
۵	نظر کهریزی (چشمه شماره یک)	۷۵> – > ۳۵ و ۷۵	۱۸۱
۶	گل تپه (شیربرداشت)	۷۵	۹۷
۷	ایستگاه سراجو(چاه)	۷۵	۶۴
۸	ذوالبین(چشمه)	۱۷۵ و ۵۰۰	۳۰۳
۹	ایاز(چشمه)	۳۵ و > ۱۰	۳۱
۱۰	وظیفه خوران(چاه)	۳۵ و > ۱۰	۱۲
۱۱	قوپوز (آب لوله کشی)	۱۵۰۰	۱۱۳۶
۱۲	دوده (چاه)	۷۵	۷۵
۱۳	قیزلو(چشمه)	۷۵ و ۱۷۵	۲۰۰
۱۴	نمونه کنترل فاقد آرسنیک(آب مقطر)	صفر	صفر
۱۵	تیکمه داش (چشمه بالا)	۷۵> >۳۵	۱۸
۱۶	گشایش (چشمه)	۳۵ و ۳۵	۳۰
۱۷	باباگرگر (چشمه)	۷۵> >۳۵ و ۷۵	۱۱۹
۱۸	مشک آباد قدیم (چشمه)	۷۵ > > ۳۵	۱۰۱
۱۹	خواجه عور (چاه)	۷۵	۶۰
۲۰	مشک آباد جدید(چشمه)	۳۵	۹۲

توپوگرافی در محیط Google Earth وارد شد. بر اساس نقشه پراکندگی غلظت آرسنیک در منابع آب روستاهای شهرستان هشترود (شکل ۲) مشاهده می شود که در سطح شهرستان، روستاهای دارای آرسنیک در دو منطقه جدا از هم واقع شده اند. منطقه اول از جنوب شهر هشترود از روستای ایستگاه خراسانک شروع شده و پس از حرکت به سمت شرق و رسیدن به روستای قزل بلاغ به سمت شمال شهرستان رفته و به روستای صد بیگ ختم می شود. ۳۳ روستای دارای آرسنیک در این منطقه قرار می گیرد که آلوده ترین روستاهای شناسائی شده در طول تحقیق شامل قوپوز، آغچه کندی، ذوالبین، قزللو و گل تپه در این منطقه قرار دارد. منطقه دوم در جنوب شهرستان واقع است که ۱۷ روستا را شامل می شود. روستاهای باباگرگر، مشک آباد قدیم و مشک آباد جدید نسبت به سایر روستاهای منطقه دارای غلظتهای بیشتری از آرسنیک در آب شرب می باشند.



شکل۲– پراکندگی جغرافیایی و موقعیت روستاهای آلوده به آرسنیک در سطح شهرستان هشترود

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

بحث

دسترسی به شبکه های عمومی آب آشامیدنی یکی از شاخصهای مهم بهداشت و توسعه یافتگی می باشد. از ۲۰۰ روستای بررسی شده در مطالعه حاضر، ۹۵ روستا فاقد آب لوله کشی می باشند. این تعداد نشان دهنده وضعیت نامطلوب دسترسی به آب بهداشتی می باشد و در نتیجه ۱۶۳۹۲ نفر ساکن این روستاها از دسترسی به آب لوله کشی سالم محروم می باشند. شاخص دسترسی به شبکه عمومی آب آشامیدنی در استان آذربایجان شرقی ۹۳/۴۰ ٪ است که با توجه به این شاخص میزان دسترسی به شبکه عمومی در مناطق روستایی شهرستان هشترود ۶۷/۵ ٪ می باشد که ۲۸/۸۸ ٪ از شاخص استانی پایین تر است.

بیشتر آب شرب روستاهای این شهرستان از منابع آب زیرزمینی تامین می گردد. در ۷۰/۵ ٪ روستاها از چشمه ها جهت شرب استفاده می شود که اغلب هیچگونه تصفیه خاصی بر روی آب قبل از استفاده انجام نمی گیرد و کلرزنی تنها در ۴۳ روستا بصورت نامنظم انجام می شود. این موضوع بخصوص در فصول گرم سال و مواقع خشکسالی که احتمال بروز بیماریهای روده ای وجود دارد اهمیت پیدا می کند. انجام کلرزنی های نامناسب (دزهای بالای کلر) خود مشکل دیگری است. در دو شهر این شهرستان یعنی شهر هشترود و نظر کهریزی کلرزنی منابع آب انجام می گیرد. بر اساس اطلاعات بدست آمده انجام آزمایشهای منظم کنترل کیفی در روستاها مرسوم نبوده و برنامه منظمی جهت پایش وضعیت کیفی منابع آب شرب وجود ندارد. پایش های سالانه اغلب شامل تمام روستاها نمی شود و تمام پارامترهای کیفی از جمله فلزات سنگین مورد آزمایش قرار نمی گیرد. همانگونه که اشاره رفت آرسنیک به عنوان یک ماده شیمیایی می تواند از طریق پوسته زمین وارد منابع آب زیرزمینی شود. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر در آب شرب ۵۰ روستا آرسنیک مشاهده شد که ۹ روستا غلظت آرسنیک بالای استاندارد ملی ایران (۵۰ µg/L) را داشتند و بالاترین غلظت مربوط به روستای قوپوز با غلظتهای بالای ۵۰۰ µg/L و نزدیک به ۲۰۰۰ µg/L است که حدود ۴۰ برابر استاندارد ایران است. متأسفانه در این روستا مواجهه با غلظت های بالا به مدت زیادی صورت گرفته و عوارض بهداشتی در افراد ساکن این روستا از جمله کراتوزیس و هیپرپیگمانتاسیون مشاهده می شود(۲۳). در ٤١ روستا جمعیت قابل ملاحظه ای در معرض مواجهه با غلظتهای پائین هستند که نظارت بر آب این روستاها همانند غلظت های بالا بایستی مد نظر قرار گیرد. ۱۱۸۷ نفر از جمعیت شهرستان در معرض غلظت های بالاتر از استاندارد ملی ایران هستند و ۹۹۰۰ نفر از جمعیت شهرستان در معرض مواجهه با غلظتهای برابر ۳۵ µg/L و پایین تر از آن هستند. در مجموع ۱۱۰۸۷ نفر از جمعیت برابر با ۲۱/۹۶ ٪ از جمعیت شهرستان هشترود در معرض مواجهه با غلظتهای مختلف آرسنیک از طریق آب شرب قرار دارند. لزوم انجام پایش های فصلی در این منطقه کاملاً آشکار است. آنالیز تحقیق حاضر در دو ماه آخر تابستان صورت گرفته است. این در حالی است که احتمال نوسانات غلظت آرسنیک در فصول مختلف سال امکان دارد و در اثر بارش برف و باران، غلظتهای آرسنیک می تواند در طول زمان و حتی در فواصل کم و بسته به محل تغییرات زیادی را نشان دهد (٢٦) که تحقیقات Geen و همکاران(۲۷) در کشور بنگلادش بر روی ۶۰۰۰ چاه این مهم را نشان داد که غلظتهای آرسنیک شدیداً در طول زمان تغییر می کند و مشخص شد که چاههای موجود در یک روستا می توانند بطور گسترده ای دارای غلظتهای متفاوتی از آرسنیک باشند. در واقع غلظت آرسنیک در چاهها مرتبط با محل و عمق چاه بوده و در چاههای کم عمق تر در نواحی مشخص زمین شناسی غلظت آرسنیک بالاتر بوده است. همچنین تحقیقات نشان داده که در نواحی آلوده، آب چاههای عمیق ممکن است در ابتدا آلوده به آرسنیک نباشند اما در اثر گذشت زمان ممکن است آب آلوده لایه های بالایی، لایه های پائینی را نیز آلوده نمایند. حتی ممکن است نوسانات فصلی مربوط به غلظت آرسنیک متأثر از میزان بارش

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

و نفوذ آب از لایه های زمین باشد.

در خصوص روش اندازه گیری استفاده شده در تحقیق حاضر باید خاطر نشـان کرد که بـا در نظر گرفتـن محدودیت مالی، آزمایشـگاهی و پرسنلی در داخل کشـور امکان آنالیز آرسنیک آب کلیه روسـتاها با روشهای پیشرفته (مثلا جذب اتمی) شاید مقدور نباشـد. این در حالی است که با هزینه کمتر می توان از کیت های قابل حملی که توسط شرکتهای مختلف ارائه می شود و انجام آزمایش آنها بسیار ساده است، استفاده نمود. کیت مورد اسـتفاده در تحقیق حاضـر از نظر دقت و صحت قابلیت بالایی برای تعیین حضور آرسنیک و حدود غلظت آن را دارد. بطوریکه مقایسه نتایج حاصل از آنالیز آب روستاهای آلوده با روش ICP با نتایج حاصل از کیت نشـان داد که مقادیر اندازه گیری شده با کیت در مقایسه با اعداد حاصل از ICP دارای همخوانی خوبی است (R^2= ۰/۹۷۱۵).

زمین شناسـی آرسـنیک در نقاط مختلف دنیا مورد مطالعه قرار گرفته اسـت(۲۸). بر اساس بررسی زمین شناسی به عمل آمده در گستره حوضه آبریز سد سهند در منطقه هشترود (از نظر سن و لیتولوژی) دو سـری نهشته های رسوبی ـ آتشفشانی رسوبی و سنگ های آذرین رخنمون دارند که بترتیب از قدیم به جوان بشرح ذیل می باشند:

نهشته های رسوبی ـ آتشفشانی رسوبی میوسن

- نهشته های رسوبی میوسن؛ شامل کنگلومرا، مولاس، مارن و سیلتستون که عمدتاً در اطراف تاج سد هشترود و شرق حوضه آبریز سد و افق پایینی دیواره رودخانه ها رخنمون دارند.
- نهشـته های آتشفشانی رسوبی میوسـن؛ شامل خاکسترهای آتشفشانی و پیروکلاستیک های (آذرآواری) مجموعه آتشفشانی سـهند بوده که از نظر سنی نسبت به نهشـته های قبلی جوانتر بوده و بیشترین گستره حوضه آبریز سد را پوشش می دهند.

سنگهای آذرین پلیوسن ـ کواترنر

این سـنگ ها شـامل گنبدها و دهانه های آتشفشانی از جنس داسـیت، بازالت، آندزیت (مجموعه آتشفشـانی سهند) بوده و در بخشـهای بالا دست حوضه آبریز سد رخنمون نسبتاً وسیعی بنمایش گذاشته اند.

وجـود آرسـنیک در اکثر منابع آب منطقه نشـانگر آغشـتگی سـازندهای زمین شناسی منطقه به آرسنیک است. منابع آبی که از بستر نهشته های رسوبی (کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلت قرمز میوسن) سرچشمه می گیرند نسبت به منابع آبی که از نهشته های آذرآواری (مجموعه آتشفشـانی سـهند) خارج می شوند میزان آرسـنیک بالاتری دارند. منابع آب روستاهای دربند، کماجری، آغچه کند، قزللو و قوپوز و ... از نهشته های قرمز رنگ میوسن منشأ گرفته و منابع آب رودخانه آلمالی چای، بره ده، آیاز و...از نهشته های آذرآواری مجموعه آتشفشانی سهند منشأ گرفته اند. نتیجـه اینکه اکثر نهشـته های زمین شناسـی موجود در منطقه آغشتگی آرسـنیک بهمراه داشـته و میزان آغشتگی نهشته های قرمز رنگ میوسن نسبت به آذرآواریهای سهند بیشتر می باشد که البته نیاز به بررسی های دقیق و آنالیز خاک دارد و در اکثر موارد میزان آلودگی آرسـنیک هر دو واحد سنگی از میزان استاندارد جهانی بیشتر است. بعلت گسترش فراوان نهشته های میوسن و وجود فعالیت های ماگمایی بیشتر(بصورت فورانهای آتشفشانی، پیروکلاستیکها، آبهای گرم، توده های نفوذی و ...) و نیز وجود معادن و اندیسـهای معدنی آرسنیک در گستره استان آذربایجان شـرقی (دستجرد سیه رود، ولیلو، بسـتان آباد، آتشخسرو و ...) لازم و ضروری است که کلیه منابع آب شهرستانها و روستاهای استان از نظر وجود آرسنیک مورد بررسی قرار گیرد. طی بررسی های صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه، در اطراف روسـتای دربند معدن متروکه آرسنیک وجود دارد که نشان گر وجود رگه های آرسنیک در حوالی منطقه می باشد.

نتیجه گیری

گام اول در ارزیابی گسـتردگی و شـدت آلودگی آرسنیک در مناطق مشـکوک به آلودگی، تعیین غلظت آرسنیک در منابع آب منطقه هست. بر اساس تحقیق حاضر در شهرستان هشترود

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

به دلیل شـرایط خاص زمین شناسی، برخی از منابع آب شرب بصـورت طبیعی به آرسـنیک آلوده شـده اند. لازم اسـت در روسـتاهای شناسایی شده در تحقیق حاضر از طرف سازمانهای مسـئول از جمله شـبکه بهداشـت و درمان و شـرکت آب و فاضلاب روسـتایی توجه بیشـتری به موضوع صورت گرفته و حداقل کنترل سـالیانه آب شـرب از نظر آرسـنیک در دستور کار قرار گیرد. همچنین لازم اسـت برای روسـتاهایی که مقدار آرسـنیک در آنها بیش از استاندارد ملی است برنامه ریزی برای جایگزینی منبع آب موجود با منبع آب سالم به عمل آید. انجام تحقیقات مشابه در کلیه روستاهای کشور قابل توصیه است.

تقدیر و تشکر

تحقیق حاضر با اسـتفاده از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به انجام رسیده است که نویسندگان مقاله تشـکر و قدردانی خود را از این دانشگاه اعلام می دارند. همچنین از کمکهای ارزشمند معاونت محترم بهداشتی دانشگاه و ریاست مرکز بهداشت اسـتان جناب آقای دکتر احمد کوشا، مدیریـت محترم شـبکه بهداشـت و درمان و مرکز بهداشـت شهرسـتان هشـترود و کلیه کارشناسـان بهداشـت محیط این شهرسـتان از جمله آقایان مهندس علی زیادپور و آقای عزتی و سایر همکاران کمال سپاسگزاری را می نماییم.

منابع

1. Smedley PL, Kinniburgh DGA. Review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. Journal of applied geochemistry. 2002; 17: 517 – 568
2. World Health Organization. Environmental Health Criteria 18: Arsenic. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1981. pp. 43–102.
3. IARC. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC Press; Lyon, 2004. p. 512.
4. Chen CJ, Hsu LI, Tseng CH, Hsueh YM, Chiou HY. Emergent epidemics of arseniasis in Asia. In: Chappell WR, Abernathy CO, Calderon RL, editors. Arsenic: exposure and health effects. Amsterdam: Elsevier; 1999. pp. 113–121.
5. World Health Organization. Arsenic in drinking water. Background Document for Preparation of WHO Guidelines for Drinking Water Quality. Geneva: World Health Organization; 2003.
6. Chakraborti D, Sengupta MK, Rahman MM, et al. Groundwater arsenic contamination and its health effects in the Ganga-Meghna-Brahmaputra plain. J. Environ. Monit. 2004; 6: 74N–83N.
7. Mazumder DN, Haque R, Ghosh N, De BK, Santra A, Chakraborti D, Smith AH. Arsenic in drinking water and the prevalence of respiratory effects in West Bengal. India. Int. J. Epidemiol. 2000; 29, 1047–1052.
8. Rahman A, Vahter M, Ekstrom EC, et al. Association of arsenic exposure during pregnancy with fetal loss and infant death: a cohort study in Bangladesh. Am. J. Epidemiol. 2007; 165: 1389–1396
9. Wasserman GA, Liu X, Parvez F, et al. Water arsenic exposure and intellectual function in 6-year-old children in Araihazar, Bangladesh. Environ. Health Perspect. 2007; 115: 285–289.
10. WHO EHC 224, arsenic and arsenic compounds. Environmetal Health Criteria. Geneva: World Health Organization; 2001 p. 521.
11. NRC. Arsenic in Drinking Water, 2001 Update. Washington DC: National Acadamy Press; 2001. p. 225.
12. Yu HS, Liao WT, Chai CY. Arsenic carcinogenesis in the skin. J. Biomed. Sci. 2006; 13: 657–666
13. Smith AH, Lingas EO, Rahman M. Contamination of drinking water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. Bull. World Health Org. 2000; 78: 1093–1103.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

14. Nordstrom DK. Worldwide occurrences of arsenic in ground water. Science. 2002; 296: 2143–2145.
15. Mesdaghinia AR, Mosaferi M, Yunesian M, Nasseri S, Mahvi AH. Measurement of arsenic concentration in drinking water of a polluted area using SDDC and a field methods, accompanied with assessment of precision and accuracy of each method. Journal of Hakim. 2004; 8 (1): 44 -51.
16. Mosaferi M, Yunesian M, Dastgiri S, et al. Prevalence of skin lesions and exposure to arsenic in drinking water in Iran. Science of The Total Environment. 2008; 390: 69 -76.
17. Mosaferi M, Yunesian M, Mesdaghinia A, et al. Arsenic occurrence in drinking water of I.R of Iran: The Case of Kurdistan Province , Proceeding of Symposium on Fate of Arsenic in the Environment, Dhaka, Bangladesh 2003.
18. Smith AH, Hopenhayn-Rich C, Bates MN, et al. Cancer risks from arsenic in drinking water. Environmental Health Prospectives. 1992; 97:259-267.
19. Hughes MF. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. Toxicol Lett. 2002; 133:1-16
20. Wang C-H, Hsiao C-K, Chen C-L, et al. A review of the epidemiologic literature on the role of environmental arsenic exposure and cardiovascular diseases. Toxicology and Applied Pharmacology. 2007; 222: 315-326.
21. Kwok RK, Mendola P, Liu ZY, et al. Drinking water arsenic exposure and blood pressure in healthy women of reproductive age in Inner Mongolia, China. Toxicology and Applied Pharmacology. 2007; 222: 337–343.
22. Chen C-J, Wang S-L, Chiou J-M, et al. Arsenic and diabetes and hypertension in human populations: A review. Toxicology and Applied Pharmacology. 2007; 222: 298–304.
23. Hosseinpour Feizi MA, Mosaferi M, Dastgiri S, Zolali Sh, Pouladi N, Azarfam P. Contamination of drinking water with arsenic and its various health effects in the Village of Ghopuz. Iranian Journal of Epidemiology. 2007-2008; 3(3,4):19-24.
24. Statistic Center of Iran. East Azerbaijan Province Statistic Feature Yearbook, 2004.
25. Institute of Standard and Industrial Research. National Drinking Water Standard, 5ed. 1996
26. Rodriguez R, Ramos JA, Armienta A. Groundwater arsenic variations: the role of local geology and rainfall. Applied Geochemistry. 2004; 19(2): 245-250.
27. Geen V, Zheng Y, Versteeg R, et al. Spatial variability of arsenic in 6000 tube wells in a 25km^2 area in Bangladesh. Water Resources Research. 2003; 39:1140.
28. Smedley PL, Kinniburgh DG. A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. Journal of Applied Geochemistry. 2002; 17: 517 - 568.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]

Study of Arsenic Presence in Drinking Water Sources: A Case Study

***M. Mosaferi[1], H. Taghipour[1], A.M. Hassani[2], M. Borghei[3],Z. Kamali[4], A. Ghadirzadeh[5]**

[1]Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health And Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. Research Member of National Public Health Management Center (NPMC)

[2]Environmental Engineering Department, Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University

[3]Chemical Engineering Department, Sharif University of Technology

[4]Science and Research Branch, Islamic Azad University

[5]East Azerbaijan Geology Head Department

Recieved 11 October 2008; Accepted 8 December 2008

ABSTRACT

Background and Objectives: Conducted studies about arsenic have shown that consumption of water contaminated with arsenic can causes different adverse health effects in consumers. World Health Organization (WHO) has enacted 10µg/L arsenic in drinking water as a guideline value. Regarding some reports about arsenic presence in a village of Hashtrood county and related health effects and also considering this fact that determination of arsenic as a poisoning chemical is not included in routine monitoring of water by responsible organizations, in present study all of drinking water sources in Hashtrood county in East Azerbaijan province were studied for arsenic presence.

Materials and Methods: Water supply and its sanitation situation were studied in all of cities and residential villages (200 villages) by field visiting. Arsenic content of water samples were determined using Ez arsenic test kit, a product of Hach Company. For assurance of the kit results, 20 water samples with different concentration of arsenic were analyzed using Inductively Coupled Plasma (ICP) method and then achieved results was compared together.

Results: Arsenic was present in drinking water of 50 villages that in 9 villages its level was higher than Iranian standard (50µg/L). During the study totally 11087 persons (21.96% of rural areas population) in Hashtrood county were exposed to different levels of arsenic via drinking water. Correlation between kit and ICP results was significant ($R^2 = 0.9715$)

Conclusion: Studied region in present study is a polluted area to arsenic by geogenic sources. It is necessary to replace water source of villages with higher level than national standard with safe drinking water. Annually measurement of arsenic in drinking water of all villages spatially polluted villages should be considered by responsible organization e.g. Health Network and Rural Water and Wastewater Company. Used kit in our study is recommendable for this purpose.

Key words: Arsenic, drinking water, Hashtrood country, village

*** Corresponding author:** *mmosaferi@yahoo.com*
***Tel:** +98 411 3355952, **Fax:** +98 411 3340634*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-04]