Archive of SID

● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دورهٔ بیست‌ودوم، شمارهٔ ۵ ص ۵۵۴-۵۴۲، ۱۳۹۴

مقالهٔ پژوهشی

بررسی غلظت فلزات آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم و آهن در منابع آب شرب مرکز و جنوب دشت بردسیر در سال ۱۳۹۲

محمد ملکوتیان[1*]، زهرا دارابی‌فرد[2]، نجمه امیر ماهانی[3]، علیرضا نصیری[3]

خلاصه

مقدمه: وجود فلزات سنگین در منابع آب تهدیدی جدی برای سلامتی انسان است. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت فلزات سنگین در منابع آب شرب مرکز و جنوب دشت بردسیر و مقایسه نتایج با استانداردهای ملی و بین‌المللی انجام گردید.

روش: این تحقیق توصیفی- مقطعی در زمستان سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد. نمونه‌گیری به صورت سرشماری از همه منابع تأمین کننده آب شرب شهرها و روستاهای مرکز و جنوب دشت بردسیر (۴۶ منبع) در اواسط هر ماه انجام شد. غلظت فلزات سنگین آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم و آهن در نمونه‌ها توسط دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی اندازه‌گیری شد و در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها: بیشترین غلظت فلزات سرب، مس، کادمیوم، آهن و آرسنیک در نمونه‌های آب به ترتیب برابر با ۴، ۱۲، ۰/۸، ۱۶۰ و ۲۱۰ میکروگرم در لیتر بود. غلظت آرسنیک در ۵۰ درصد از نمونه‌ها فراتر از حد رهنمودی سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO) به دست آمد، اما غلظت سایر آلاینده‌ها پایین‌تر از حد مجاز بود.

نتیجه‌گیری: بالا بودن غلظت آرسنیک در برخی از منابع آب شرب منطقه تحت مطالعه، مسأله زیست محیطی مهمی است. دلیل اصلی بالا بودن بیش از حد استاندارد غلظت آرسنیک در برخی از منابع آب شرب می‌تواند منابع ژئوژنیک باشد. به علت خطرات آرسنیک بر سلامتی انسان، باید اقدامات مقتضی از سوی سازمان‌های مربوط صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آب شرب، فلزات، دشت بردسیر

۱- استاد، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران ۳- کارشناس ارشد شیمی آلی، پژوهشگر، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

* نویسنده مسؤول، آدرس پست الکترونیک: m.malakootian@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۴/۲۹ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۳/۹/۲۰ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده کیفیت آب از نظر قابلیت شرب می‌باشند. بر اساس برآورد سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO)، یک چهارم از بیماری‌های بشر ناشی از مواجهه طولانی مدت با آلودگی محیط زیست می‌باشد (۱). غلظت فلزات سنگین در آب را به عوامل انسان ساخت و زمین‌شناسی نسبت می‌دهند. مهم‌ترین منابع زمین‌شناسی فلزات شامل فرسایش سنگ‌ها، ته‌نشست‌های سنگ معدن و فعالیت‌های آتشفشانی می‌باشد که باعث رها شدن فلزات به پیکره‌های آبی می‌شود (۲). منابع انسان ساخت آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز شامل تخلیه پساب‌های صنعتی، فعالیت‌های شهری و کشاورزی است که محتوی آلاینده‌های آلی، شیمیایی و فلزات می‌باشند و همچنین رواناب ناشی از فعالیت‌های زمینی است (۳).

فلزات سنگین با تشکیل کمپلکس‌هایی دارای پروتئین‌های گروه‌های آمین (-NH2)، کربوکسیل (-COOH) و تیول (-SH)، باعث سمیت می‌شوند. این مولکول‌های بیولوژیکی تغییر یافته عملکرد مناسب خود را از دست داده، در نهایت منجر به تجزیه یا مرگ سلولی می‌گردند. همان گونه که فلزات سنگین با این گروه‌ها ترکیب می‌شوند، از عمل آنزیم‌های حیاتی جلوگیری و تشکیل برخی پروتئین‌های ضروری برای آنزیم را مختل می‌سازند. برخی از این فلزات سنگین سبب تولید رادیکال‌های مضر شده، در پی آن باعث اکسیداسیون مولکول‌های بیولوژیکی می‌شوند (۴). خطرات بهداشتی فلزات سنگین شامل کاهش رشد و نمو، سرطان، آسیب به اعضای بدن، آسیب به سیستم عصبی و در بسیاری موارد مرگ می‌باشد (۵). در میان فلزات سنگین، مسمومیت با سرب، مس و کادمیوم بسیار خطرناک است و منجر به سرطان ریه، پروستات، کلیه و فشار خون بالا می‌گردند و اثرات جدی بر سیستم عصبی، کلیه و خون دارند. همچنین سرب منجر به کاهش میزان بهره هوشی و تأخیر در یادگیری و رشد ذهنی- فیزیکی کودکان و بزرگسالان می‌گردد (۷، ۶).

آرسنیک یکی از خطرناک‌ترین فلزات سنگین در آب آشامیدنی و سمی و سرطان‌زا می‌باشد (۸). منشأ طبیعی اصلی فلزات یا شبه فلزاتی مانند آرسنیک در سیستم‌های آبی، فرسایش خاک‌ها و سنگ‌ها است (۹). آرسنیک در آب‌های سطحی در مناطقی که معادن سنگ آهن فلزات آهنی وجود دارد، یافت می‌شود و در بیشتر مواقع نتیجه مصرف مواد ضد آفات نباتی و حشره‌کش‌هایی که حاوی آرسنیک می‌باشد، وارد آب می‌گردد (۶). مواجهه طولانی مدت با آرسنیک باعث اختلالات تنفسی، سرطان (پوست، مثانه و کلیه)، اثرات عصبی و افزایش بیماری‌های قلبی و کبدی می‌شود (۱۰). تحقیقات متعددی غلظت‌های بسیار زیاد آرسنیک را در پیکره‌های آبی بنگلادش، هند، ویتنام، چین، نپال، آرژانتین، مکزیک، لهستان، مجارستان، ایالات متحده و ایران گزارش نموده‌اند (۱۵-۱۱).

در آسیا بیش از یک میلیون نفر در معرض آب آلوده به آرسنیک قرار دارند (۱۷، ۱۶). افزایش آلودگی آب زیرزمینی نه تنها موجب کاهش کیفیت آب، بلکه موجب تهدید سلامتی انسان و عدم تعادل اکوسیستم‌های آبی و مانع از توسعه اقتصادی و پیشرفت اجتماعی می‌گردد (۱۹، ۱۸). به لحاظ اهمیت و نقش این فلزات بر سلامتی، مطالعات زیادی (۲۴-۲۰، ۵) بر روی غلظت فلزات سنگین در محیط‌های آبی گوناگون انجام شده است. سمانی و همکاران در مطالعه خود بر روی آب‌های زیرزمینی دشت‌های زرقان، خرامه و مرودشت شهرستان شیراز گزارش کردند که غلظت‌های سرب و آرسنیک در ۷/۵ و ۲ درصد نمونه‌ها بالاتر از استاندارد بود (۲۰). مطالعه کرباسی و همکاران با هدف بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در منابع تأمین کننده آب شرب شهرستان الشتر نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنجش شده در تمام چاه‌ها کمتر از حد استاندارد می‌باشد (۲۱). در مطالعه ملکوتیان و محمدی سنجدکوه جهت بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان از نظر آلودگی به فلزات سنگین مشخص شد که

www.SID.ir

Archive of SID

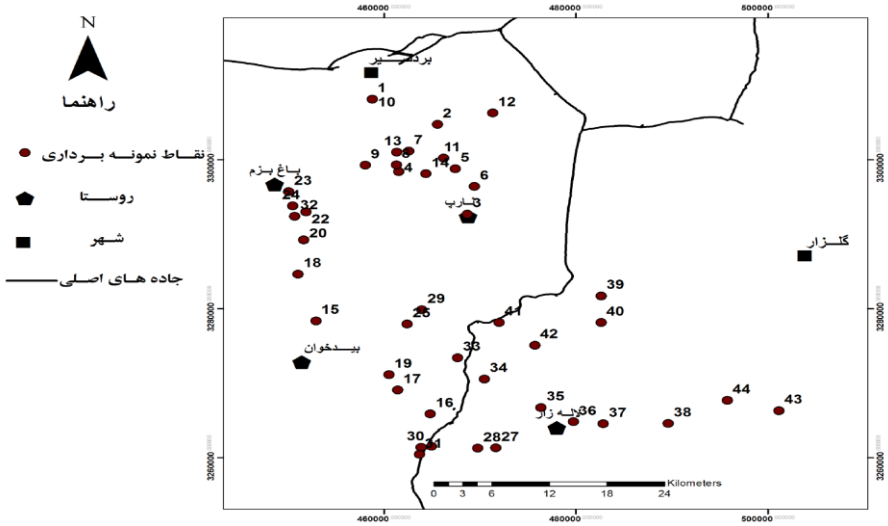
منابع مورد مطالعه از نظر فلزات سنجش شده جهت مصارف شرب و کشاورزی منابع مطمئنی هستند (۲۲). منصوری و همکاران غلظت فلزات را در چاه‌های آب دشت بیرجند مورد بررسی قرار دادند (۲۳). در بررسی صورت گرفته توسط Malassa و همکاران بر روی چاه‌های آب فلسطین مشخص گردید که از بین فلزات مورد مطالعه، غلظت سرب، کادمیوم و آلومینیوم بیش از حد استاندارد است (۵). تحقیق Alomary در شهر ایربید اردن نیز با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و آلومینیوم انجام شد (۲۴).

به دلیل اهمیت زیست محیطی و بهداشتی موضوع و مصرف زیاد کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی در مزارع کشاورزی و شاخص‌های معدنی از سرب و مس در منطقه مورد مطالعه، هدف از این تحقیق بررسی غلظت فلزات سنگین (آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم و آهن) در منابع آب شرب مرکز و جنوب دشت بردسیر و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی بود.

روش بررسی

مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر در زمستان سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان بر روی همه منابع آب شرب مرکز و جنوب دشت بردسیر انجام شد. دشت بردسیر با وسعت ۱۷۰۰ کیلومتر مربع در طول جغرافیایی ۵۶ تا ۵۷ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۰ درجه شمالی قرار گرفته است. آب و هوای آن خشک و متوسط میزان بارندگی ۱۵۰ میلی‌متر می‌باشد. بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی این ناحیه به صورت قنات، چشمه و چاه عمیق صورت می‌گیرد.

به منظور نمونه‌برداری از منابع آب، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی منطقه و راه‌های دسترسی به آن تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌گیری به صورت سرشماری از کلیه منابع تأمین کننده آب شرب شهرها و روستاهای دارای سکنه انجام گردید. موقعیت منابع آب شهرها و روستاهای مورد نظر در دشت بردسیر با دستگاه مکان‌یاب جهانی (Global positioning system یا GPS) تعیین و ثبت شد. تمام منابع مصرف شرب داشتند و در بعضی موارد علاوه بر مصارف شرب به مصرف کشاورزی نیز می‌رسیدند. شکل ۱ موقعیت نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت نقاط نمونه‌برداری

www.SID.ir

Archive of SID

در طول مدت تحقیق ۴۶ نمونه آب از منابع تأمین کننده آب شرب (۱۹ حلقه چاه، ۱۸ چشمه و ۹ قنات) در نیمه هر ماه جمع‌آوری و در مجموع (۳ × ۳ × ۴۶) نمونه برداشت گردید. روش نمونه‌برداری و نگهداری نمونه‌ها طبق توصیه‌های کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب صورت گرفت (۲۵). برای نمونه‌برداری از ظروف پلی‌اتیلن ۳۰۰ میلی‌لیتری که از قبل با اسید نیتریک اسیدپاشی و با آب مقطر دو بار تقطیر شده شستشو داده شده بود، استفاده گردید. قبل از جمع‌آوری نمونه‌ها، بطری‌های نمونه‌برداری توسط آب در مکان نمونه‌برداری شستشو داده شد و پر گردید و با افزودن اسید نیتریک و رساندن pH = ۲ تثبیت شد. نمونه‌ها پس از ثبت مشخصات در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل و سپس به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران در شهرستان کرج ارسال گردید و به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی Varian (مدل 55B ساخت استرالیا) (۲۵) مورد آزمایش قرار گرفت. جهت مقایسه غلظت فلزات سنگین در منابع آب شرب با مقدار حد مجاز آن‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) و آزمون آماری t در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

فهرست شهرها و روستاهای مرکز و جنوب دشت بردسیر، نوع و موقعیت منابع آب تحت مطالعه و نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی فلزات (آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم و آهن) بر روی نمونه‌های آب مورد نظر و همچنین اطلاعات مربوط به جمعیت مصرف کننده آب بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۲ که از دانشگاه علوم پزشکی کرمان اخذ گردیده بود، در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. *شهرها و روستاهای مرکز و جنوب دشت بردسیر، نوع منابع آب، مختصات جغرافیایی، جمعیت مصرف کننده آب شرب و غلظت فلزات اندازه‌گیری شده آرسنیک، سرب، مس، کادمیوم و آهن*

نمونه	مکان	منبع	مختصات	آرسنیک (میکروگرم در لیتر)	سرب (میکروگرم در لیتر)	مس (میکروگرم در لیتر)	کادمیوم (میکروگرم در لیتر)	آهن (میکروگرم در لیتر)	جمعیت مصرف کننده آب
				میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
۱	بردسیر	چاه	N 29° 54′ **189**″ E 56° 34′ **390**″	۲۱۰ ± ۱/۳۵	۲ ± ۰/۲۹	۴ ± ۰/۵۷	۰/۷ ± ۰/۰۹	۱۱۰ ± ۱/۵۵	۳۴۳۵۴
۲	دشتکار	چاه	N 29° 52′362″ E 56° 38′ 612″	۱۶۵ ± ۱/۱۵	۴ ± ۰/۴۸	۶ ± ۰/۷۸	۰/۶ ± ۰/۰۶	۱۰۰ ± ۱/۸۳	۳۰۵۲
۳	نارپ	چاه	N 29° 45′ 844 E 56° 40 ′569	۹۹ ± ۱/۷۹	۲ ± ۰/۲۸	۸ ± ۱/۱۵	۰/۵ ± ۰/۰۶	۶۰ ± ۱/۲۷	۲۳۶۰
٤	اردوگاه افاغنه	چاه	N 29 48 ′928″ E 56 36 ′124″	۱۲۲ ± ۱/۴۵	۳ ± ۰/۲۶	۶ ± ۱/۱۰	۰/۸ ± ۰/۰۱۲	۱۶۰ ± ۱/۶۷	۷۶۷۹

www.SID.ir

Archive of SID

۵	تلمبه شیخ ربانی	چاه	N 29° 49′150″ E 56° 39′ 765″	۹۸ ± ۱/۴۴	۲ ± ۰/۶۰	۳ ± ۰/۲۱	۰/۸ ± ۰/۰۶	۱۶۰ ± ۱/۲۷	۳۴
٦	تلمبه شهیدعتیقی	چاه	N 29° 47′ 853″ E 56° 41′024″	۳۹ ± ۰/۴۷	۲ ± ۰/۲۸	۳ ± ۰/۸۴	۰/۷ ± ۰/۰۵	۵۰ ± ۱/۳۴	۷۴
۷	ده نذری	چاه	N 29° 50′ 417″ E 56° 36′ 768″	۳۹ ± ۱/۳۷	۳ ± ۰/۵۷	۴ ± ۰/۷۵	۰/۷ ± ۰/۰۹	۵۵ ± ۱/۲۴	۹۳
۸	اسلام‌آباد	چاه	N 29° 49′ 421″ E 56° 35′ 970″	۵۳ ± ۱/۳۸	۲ ± ۰/۸۶	۴ ± ۰/۳۵	۰/۸ ± ۰/۰۷	۷۰ ± ۰/۹۸	۷۷
۹	ده ابوذر	چاه	N 29° 49′ 387″ E 56° 33′ 96″	۴۵ ± ۰/۸۰	۳ ± ۰/۸۰	۳ ± ۰/۵۷	۰/۴ ± ۰/۲۰	۶۵ ± ۰/۵۵	۴۴
۱۰	مزرعه بعثت	چاه	N 29° 54 ′189″ E 56° 34 ′390″	۱۹۰ ± ۱/۴۴	۲ ± ۰/۸۶	۴ ± ۰/۷۵	۰/۷ ± ۰/۰۹	۸۰ ± ۰/۷۵	۳۰
۱۱	ده بابک	چاه	N 29° 49 910″ E 56° 39017″	۴۰ ± ۰/۲۴	۳ ± ۰/۲۸	۴ ± ۰/۵۸	۰/۶ ± ۰/۰۵	۶۵ ± ۰/۹۸	۱۰
۱۲	بیژن‌آباد	چاه	N 29° 53 ′202″ E 56° 42′180″	۱۲۹ ± ۱/۳۳	۳ ± ۰/۶۵	۳ ± ۰/۵۷	۰/۸ ± ۰/۰۹	۱۰۰ ± ۱/۵۸	۵
۱۳	تلمبه آغل	چاه	N 29° 50′ 331″ E 56° 35′ 982″	۱۱۱ ± ۱/۳۵	۳ ± ۰/۵۷	۴ ± ۰/۴۸	۰/۴ ± ۰/۰۴	۷۷ ± ۱/۴۰	۲۱
۱٤	ده غضنفر	چاه	N 29° 48 ′774″ E 56°37′877″	۹۹ ± ۱/۳۲	۲ ± ۰/۶۶	۲ ± ۰/۶۶	۰/۷ ± ۰/۰۸	۷۵ ± ۱/۳۱	۵۵
۱۵	ده بالای بیدخوان	چشمه	N 29° 38′056″ E 56 °30′815″	۷ ± ۰/۵۷	۲ ± ۰/۸۶	۲ ± ۰/۴۴	۰/۷ ± ۰/۰۶	۵۰ ± ۱/۶۰	۸۵۴
۱٦	کنتوئیه	چشمه	N 29° 31′ 305″ E 56°38′221″	۳ ± ۰/۲۸	۱ ± ۰/۴۵	۲ ± ۰/۳۰	۰/۶ ± ۰/۰۵	۵۰ ± ۱/۲۲	۱۱۰
۱۷	مادون	چشمه	N 29^0 33′ 037″ E 56^0 36′116″	۴ ± ۰/۵۲	۲ ± ۰/۲۸	۳ ± ۰/۵۵	۰/۵ ± ۰/۱۷	۴۵ ± ۰/۵۵	۸۴
۱۸	دیشگان	چشمه	N 29° 41′ 442″ E 56° 29′645″	۱۴۵ ± ۱/۲۲	۲ ± ۰/۲۸	۳ ± ۱/۱۵	۰/۴ ± ۰/۱۱	۸۰ ± ۰/۸۰	۲۹
۱۹	مدیم علیا	چشمه	N 29° 34′ 149″ E 56° 35′ 545″	۸ ± ۰/۱۴	۲ ± ۰/۳۰	۲ ± ۰/۳۰	۰/۵ ± ۰/۰۴	۴۰ ± ۰/۴۶	۸۸
۲۰	ده گبر	قنات	N 29° 43′932″ E 56° 30′ 001″	۷ ± ۰/۵۷	۴ ± ۰/۷۷	۲ ± ۰/۳۰	۰/۶ ± ۰/۰۲	۳۸ ± ۰/۹۴	۶
۲۱	استخرویه	قنات	N 29° 43 ′955″ E 56° 30′047″	۵ ± ۱/۲۰	۳ ± ۰/۳۳	۱ ± ۰/۴۵	۰/۴ ± ۰/۱۰	۳۳ ± ۰/۸۶	۷
۲۲	بیدشهابی	چشمه	N 29° 45′ 983″ E 56° 30′ 141″	۲۹ ± ۱/۵	۲ ± ۰/۳۰	۳ ± ۰/۳۰	۰/۵ ± ۰/۰۴	۴۰ ± ۰/۶۵	۴

www.SID.ir

Archive of SID

۲۳	باغ سرخ	چشمه	N 29° 47′ 437 E 56° 29′ 006	۵±۰/۱۴	۱±۰/۴۵	۳±۰/۸۰	۰/۶±۰/۰۶	۳۸±۰/۸۶	۲۷
۲٤	چشمه شور	چشمه	N 29° 46′ 404″ E 56° 29′ 266″	۵±۱/۴۸	۱±۰/۲۰	۱±۰/۲۸	۰/۶±۰/۰۴۴	۴۸±۱/۰۰	۲۳
۲۵	کیخسروی	قنات	N 29° 37′835″ E 56° 36′708″	۱۵۵±۱/۲۱	۲±۰/۵۲	۲±۰/۲۸	۰/۵±۰/۱۰	۴۵±۱/۸۷	۱۹۶
۲٦	قلعه عسکر	چشمه	N 29° 28′959″ E56° 38′319″	۴±۰/۴۶	۱±۰/۳۰	۱±۰/۲۸	۰/۴±۰/۰۳	۴۴±۱/۵۵	۱۰۸۹
۲۷	هراران	چشمه	N 29° 28 ′849″ E 56° 42′458″	۴±۰/۳۳	۲±۰/۵۲	۵±۰/۷۵	۰/۷±۰/۰۶	۴۰±۰/۶۹	۴۹۹
۲۸	هویج	چشمه	N 29° 28′ 825″ E 56° 41′ 290″	۴±۰/۷۵	۲±۰/۸۶	۳±۱/۱۲	۰/۴±۰/۰۳	۵۰±۱/۴۷	۶۷
۲۹	اهروئیه	قنات	N 29° 38 ′875″ E 56° 37′ 651″	۶±۰/۶۰	۲±۰/۸۶	۲±۰/۷۰	۰/۶±۰/۰۳	۴۴±۰/۷۰	۳۸
۳۰	یاس چمن	چشمه	N 29° 28′358″ E 56° 37′528″	۵±۰/۱۴	۲±۰/۶۶	۲±۰/۲۵	۰/۵±۰/۰۸	۳۳±۰/۵۲	۱۱۴
۳۱	کریگوئیه	چشمه	N 29°45′ 653″ E 56° 29′ 400	۴±۰/۷۵	۴±۰/۷۵	۴±۰/۵۵	۰/۴±۰/۰۹	۱۲۰±۱/۵۸	۲۱
۳۲	چمن رنگ	قنات	N 29° 35′ 395″ E 56° 39′969″	۵۵±۱/۸۷	۳±۰/۶۰	۱۰±۰/۲۵	۰/۷±۰/۰۳	۴۷±۰/۵۲	۷۹
۳۳	خرمنده	چاه	N 29 °33′ 859″ E 56° 41′697″	۱۳±۰/۱۸	۳±۰/۵۲	۴±۰/۷۵	۰/۷±۰/۰۴	۴۸±۰/۲۸	۶۷۹
۳٤	باغابر	چشمه	N 29° 31′ 781″ E 56 °45′ 358″	۷±۰/۲۸	۲±۰/۶۶	۳±۰/۶۳	۰/۵±۰/۱۵	۵۰±۱/۴۱	۲۱۱۸
۳۵	جغدری	چشمه	N 29° 30′762″ E 56° 47′ 454″	۴±۰/۵۲	۳±۱/۱۵	۸±۱/۳۵	۰/۶±۰/۰۷	۴۳±۰/۹۲	۵۷۶
۳٦	لاله‌زار	قنات	N 29° 30′616″ E 56° 49′383″	۱۶±۱/۰۱	۳±۰/۳۹	۵±۱/۴۴	۰/۴±۰/۰۴	۵۰±۲/۱۹	۲۹۳۳
۳۷	خورموج	قنات	N 29 °30′644″ E 56° 53′576″	۵±۱/۲۰	۲±۰/۳۰	۲±۰/۲۸	۰/۴±۰/۰۲	۴۲±۰/۷۷	۱۰
۳۸	سنگ صیاد	قنات	N 29° 39′ 912″ E 56° 49′228″	۷±۰/۶۶	۳±۰/۵۰	۳±۰/۳۵	۰/۴±۰/۰۷	۴۷±۰/۸۳	۱۱
۳۹	چنارو	چشمه	N 29° 37′ 975″ E 56° 42′ 650″	۶±۱/۰۳	۳±۰/۲۵	۱۲±۰/۷۵	۰/۵±۰/۴۰	۴۵±۰/۶۵	۴
٤۰	ابخورک	چشمه	N 29° 36 ′317″ E 56° 44′ 954″	۳±۰/۸۰	۱±۰/۲۸	۴±۰/۴۵	۰/۴±۰/۸۶	۴۱±۰/۵۲	۳۴

www.SID.ir

Archive of SID

٤١	شیرینک	چاه	N 29° 31′575″ E 57° 00′ 721″	۲۰ ± ۰/۸۶	۴ ± ۰/۶۷	۳ ± ۰/۴۰	۰/۸ ± ۰/۰۵	۹۰ ± ۰/۹۲	۵۰۰
٤٢	سرزه	چشمه	N 29° 32′ 315″ E 56° 57 ′384″	۴±۰/۲۸	۲ ± ۰/۶۶	۳ ± ۰/۸۰	۰/۳ ± ۰/۱۷	۵۰ ± ۰/۶۹	۱۳۱
٤٣	چهار طاق	چاه	N 29° 30 ′462″ E 57° 07′ 965″	۷ ± ۰/۲۸	۳ ± ۰/۴۰	۴ ± ۰/۷۵	۰/۸ ± ۰/۰۵	۶۱ ± ۰/۸۳	۴۱۴
٤٤	باب شمیل	چاه	N 29° 29′ 440″ E 57° 08 ′500″	۳۲ ± ۱/۴۱	۳ ± ۰/۴۰	۴ ± ۰/۵۲	۰/۴ ± ۰/۰۳	۷۰ ± ۰/۶۳	۲۱۷
٤٥	باب بیدوئیه	قنات	N 29° 29′913″ E 57° 09′109″	۴ ± ۰/۷۵	۲ ± ۰/۳۰	۱ ± ۰/۲۰	۰/۶ ± ۰/۰۵	۶۰ ± ۱/۲۷	۱۱۷
٤٦	صاحب آباد	چاه	N 29° 37 ′138″ E 57 °12′ 819″	۳۹ ± ۰/۵۵	۴ ± ۰/۷۵	۴ ± ۰/۸۰	۰/۶ ± ۰/۰۷	۷۰ ± ۰/۷۵	۲۶۹

یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری فلزات (آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم و آهن) بر روی نمونه‌های آب مورد نظر در منابع آب شرب تحت مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات غلظت فلز سرب برابر با ۰/۷۵ ± ۰/۲۰-۴ ± ۱، مس ۰/۷۵ ± ۰/۲۰-۱۲ ± ۱، آهن ۱/۶۷ ± ۰/۵۲-۱۶۰ ± ۳۳، کادمیوم ۰/۰۸۸ ± ۰/۰۲-۰/۸ ± ۰/۴ و آرسنیک ۱/۳۵ ± ۰/۳۰-۲۱۰ ± ۳ میکروگرم در لیتر متغیر بود.

بحث

غلظت مقادیر فلزات سنگین سرب، مس، کادمیوم و آهن در تمامی منابع آب شرب کاهش معنی‌داری را نسبت به رهنمودهای WHO و حدود مجاز سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency یا USEPA) و استاندارد ملی نشان داد ($P < ۰/۰۵$). بنابراین منابع آب مورد مطالعه آلوده به فلزات سرب، مس، کادمیوم و آهن نیستند. از ۴۶ منبع آب شرب، ۲۳ مورد (۵۰/۰ درصد) دارای آلودگی به آرسنیک بالای حد رهنمود WHO و USEPA (۱۰ میکروگرم در لیتر) بودند که شامل ۲ چشمه، ۳ قنات و ۱۸ چاه می‌باشد. غلظت آرسنیک ۱۳ نمونه (۲۸/۳ درصد) فراتر از استاندارد ملی ایران (۵۰ میکروگرم در لیتر) و شامل ۲ قنات، ۱ چشمه و ۱۰ چاه بود.

بیشترین میزان آرسنیک در چاه‌های آب شرب بردسیر (۶ حلقه چاه) به میزان ۲۱۰ میکروگرم در لیتر مشاهده شد که این میزان در مقایسه با استاندارد ملی ۴/۲ برابر و در مقایسه با رهنمود WHO و USEPA در حدود ۲۱ برابر بیشتر بود. همچنین روستاهای نارپ، دیشگان، کیخسروی، دشتکار، بیژن‌آباد، چمن رنگ، اردوگاه افاغنه، ده شیخ ربانی، ده غضنفر و مزرعه بعثت نیز با غلظت ۱۶۵-۵۵ میکروگرم در لیتر، در معرض مواجهه با آرسنیک هستند. علاوه بر این، با توجه به این که شهرستان‌های بردسیر و دشتکار و روستای نارپ خود هر کدام نیز تأمین کننده آب شرب چندین روستای دیگر می‌باشند، در منطقه بردسیر ۳۴۳۵۴ نفر و در دشتکار و نارپ جمعیتی بالغ بر ۳۰۵۲ و ۲۳۶۰ نفر در مواجهه با آرسنیک قرار دارند. این منابع شرایط غیر قابل قبولی از نظر میزان آرسنیک داشتند.

نتایج مطالعه عباس‌نژاد و همکاران که بر روی ۳۶ نمونه آب زیرزمینی آکیفر رسوبی دشت بردسیر (به طور عمده آب‌های کشاورزی) انجام شد (۲۶) با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. در مطالعه عباس‌نژاد و همکاران غلظت سایر فلزات سنگین سنجش شده در حد مطلوب و میزان غلظت آرسنیک ۴۶۴/۵-۱/۳ میکروگرم در لیتر به دست آمد و میانگین آن ۱۳۴/۲ میکروگرم در لیتر و بالاتر از حد

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد بود. آنان بیان نمودند که سنگ‌های آتشفشانی پهنه ارومیه- دختر در جنوب این دشت منبعی از آرسنیک می‌باشد؛ چرا که آرسنیک در کریستال‌های سولفیدی با گوگرد جابجا می‌شود و تجزیه سولفیدها و آزاد شدن آرسنیک در آن‌ها و اختلاط آن با آب‌های هیدروترمال این ناحیه و در نهایت اختلاط با آب‌های طبیعی و تغذیه آکیفر با این آب‌ها می‌تواند دلیل غلظت بالای آرسنیک در آب باشد (۲۶).

به نظر می‌رسد علت اصلی بالا بودن میزان آرسنیک در تحقیق حاضر نیز ساختار زمین‌شناسی منطقه باشد. قابل ذکر است که تغذیه آب‌های زیرزمینی توسط رودخانه آب بخشا (که از کوه‌های جنوب منشأ می‌گیرد و دارای ترکیبات زمین‌شناسی می‌باشد) می‌تواند دلیل بالا بودن آرسنیک در منابع آب شرب باشد. مسافری و همکاران در تحقیق خود بر روی کلیه منابع آب شرب شهرستان هشترود، در آب شرب ۵۰ روستا آرسنیک مشاهده نمودند که در ۹ روستا مقدار آن بیش از حد استاندارد ایران بود (۲۷) و با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت. مطالعه Altas و همکاران در ترکیه بر روی ۶۲ نمونه آب (از چاه‌های خصوصی، منابع عمومی، چشمه، سد، رودخانه و شبکه توزیع) انجام شد و نتایج نشان داد که میزان آرسنیک در ۲۲ مورد بین ۵۰-۱۰ میکروگرم در لیتر و در ۵ مورد بیش از ۵۰ میکروگرم در لیتر بود (۲۸). نصرآبادی و بیدآبادی مطالعه‌ای را جهت تعیین میزان آرسنیک در آب زیرزمینی ۱۳ روستا در شهرستان قروه استان کردستان انجام دادند و نتایج، میزان بالای آرسنیک را در همه نمونه‌ها تأیید کرد (۹). نتایج تحقیقات Altas و همکاران (۲۸) و نصرآبادی و بیدآبادی (۹) با مطالعه حاضر در مورد فلز آرسنیک مطابقت دارد.

استفاده مکرر از کودها و سموم شیمیایی در کشاورزی، باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی می‌گردد. کودها ضمن حاصلخیزی سبب آلودگی محیط زیست نیز می‌شوند (۲۹)، بنابراین به یکی از منابع آلاینده فلزات سنگین تبدیل شده‌اند که برای انسان و محیط زیست زیانبار است (۳۰). تحقیق Jiang و همکاران بر روی ۵۲۲۰۲ چاه آب در بنگلادش گزارش کرد، غلظت فلزات در ۶۴-۶۰ درصد از آب زیرزمینی مناطق بررسی شده بیش از حد استاندارد ۱۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد که علت آن تشکیلات زمین‌شناسی و همچنین تعدادی از منابع آنتروپوژنیک (مصرف حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، مواد زاید صنعتی و مواد محافظ چوب محتوی آرسنیک) بیان شد که سبب آزاد شدن این عنصر به آب زیرزمینی می‌گردد (۳۱). از این‌رو احتمال می‌رود علاوه بر خصوصیات زمین‌شناسی، فعالیت‌های کشاورزی از دلایل تأثیرگذار بر میزان غلظت فلزات سنگین در آب زیرزمینی باشد. ملکوتیان و خاشی مطالعه‌ای را با هدف تعیین میزان آرسنیک، کادمیوم، سرب و مس در منابع آب آشامیدنی روستاهای جنوب شرقی دشت رفسنجان انجام دادند که میزان مس در کلیه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز توصیه شده توسط WHO به دست آمد و میزان آرسنیک در ۳۱/۷ درصد، سرب در ۲۵/۰ درصد و کادمیوم در ۵۸/۱ درصد از نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد بود. همچنین بیان نمودند که آلودگی به فلزات سنگین هم منشأ طبیعی (به علت وجود رگه‌های سولفیدی در منطقه) و هم منشأ انسان ساختی (به علت آلودگی کشاورزی ناشی از آفت‌کش‌ها) دارد (۳۲). نتایج مطالعه ملکوتیان و خاشی (۳۲) با تحقیق حاضر از نظر میزان غلظت مس و آرسنیک مطابقت دارد.

یافته‌های مطالعه رجایی و همکاران بر روی منابع آب دشت علی‌آباد کتول نشان داد که اگرچه میزان غلظت فلزات سنگین سنجش شده (کروم، کادمیوم، روی، سرب و آرسنیک) کمتر از استاندارد جهانی است، اما تفاوت معنی‌داری در میزان آرسنیک و روی بین فصول مشاهده شد. آنان به این نتیجه رسیدند که دلیل این امر، استفاده از سموم آفت‌کش برای محصولات کشاورزی در فصول تابستان و پاییز، نفوذ آن‌ها در خاک، شستشوی آن‌ها و ورود به آب‌های زیرزمینی می‌باشد (۶). تحقیق پیرصاحب

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران در کرمانشاه بر روی ۱۶۵ نمونه آب آشامیدنی از چاه‌ها، مخازن جمع‌آوری و شبکه توزیع بیان کرد که به استثنای مقدار آلومینیوم، آهن و منگنز در برخی از نمونه‌ها، غلظت سایر فلزات اندازه‌گیری شده کمتر از استانداردهای ملی و جهانی بود. همچنین میزان آرسنیک، آلومینیوم، کروم و کبالت در منابع آب برون شهری نسبت به منابع آب درون شهری اختلاف معنی‌داری داشت که علت آن فعالیت‌های کشاورزی مانند مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی و کودهای محتوی این عناصر گزارش شد (۳۳). غلظت فلزات سرب، مس، کادمیوم و آهن در مطالعه حاضر در مقایسه با تحقیقات رجایی و همکاران (۶) و پیرصاحب و همکاران (۳۳) پایین‌تر از حدود مجاز به دست آمد. از طرف دیگر، نتایج تحقیقات مذکور (۳۳، ۶) در مورد فلز آرسنیک با تحقیق حاضر همخوانی نداشت، اما می‌توان چنین استنباط نمود که فعالیت‌های کشاورزی نیز سبب آلودگی آب زیرزمینی به فلزات سنگین می‌شوند.

یافته‌های مطالعه رجایی و همکاران با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه‌های استان سیستان و بلوچستان حاکی از بالا بودن غلظت کروم در برخی از نمونه‌ها بود که علت آن خصوصیات زمین‌شناسی و فعالیت‌های کشاورزی عنوان شد. فلزات کادمیوم، مس و سرب کمتر از حد مجاز استاندارد ملی بود و مشکلی برای مصرف کنندگان وجود نداشت (۳۴) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بنابراین جدا از علل طبیعی و با توجه به این‌که کشاورزی در منطقه تحت مطالعه رونق فراوانی دارد، به نظر می‌رسد مصرف بی‌رویه کود و سموم شیمیایی نیز از دیگر عوامل آلودگی آب زیرزمینی در برخی از مناطق مورد مطالعه باشد. مقایسه استانداردهای ایران با رهنمودهای WHO و حدود مجاز USEPA که در جدول ۲ آمده است، نشان می‌دهد که در مورد آرسنیک، کادمیوم و سرب حدود مجاز در استانداردهای ایران به مراتب بیش از WHO و USEPA می‌باشد که تجدید نظر در میزان آن‌ها ضروری است.

جدول ۲. *رهنمودهای WHO، استانداردهای USEPA و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در ارتباط با فلزات مورد مطالعه (۳۷-۳۵)*

استانداردها / فلزات (ppm)	WHO	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	USEPA
آرسنیک	۰/۰۱۰	۰/۰۵	۰/۰۱۰
کادمیوم	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵
سرب	۰/۰۱۰	۰/۱۰	۰/۰۱۵
مس	۲/۰۰۰	۱/۳۰	۱/۳۰۰
آهن	۰/۳۰۰	۰/۳۰	۰/۳۰۰

USEPA: United States Environmental Protection Agency; WHO: World Health Organization

نتیجه‌گیری

غلظت آرسنیک در ۵۰ درصد از نمونه‌های مطالعه حاضر فراتر از حد رهنمودی WHO به دست آمد، اما غلظت مس، سرب، کادمیوم و آهن پایین‌تر از حد مجاز بود. نظر به این که جمعیتی حداقل معادل ۵۲۵۷۷ نفر در منطقه تحت مطالعه در معرض آلودگی با آرسنیک قرار دارند، توجه به این موضوع به منظور رفع آلودگی منابع آب شرب ضروری به نظر می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر زیر نظر مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و با مساعدت معاونت تحقیقات و فن‌آوری این دانشگاه انجام شد. از مسؤولین ذی‌ربط که با تصویب این طرح راه را برای انجام آن هموار نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

1. World Health Organization. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2002.
2. Muhammad S, Tahir Shah M, Khan S. Health risk assessment of heavy metals and their source apportionment in drinking water of Kohistan region, northern Pakistan. *Microchemical Journal* 2011; 98(2): 334-43.
3. Goldar B, Banerjee N. Impact of informal regulation of pollution on water quality in rivers in India. *Journal of Environmental Management* 2004; 73(2): 117-30.
4. Momodu MA, Anyakora CA. Heavy metal contamination of ground water: the surulere case study. *Research Journal Environmental and Earth Sciences* 2010; 2(1): 39-43.
5. Malassa H, Al-Qutob M, Al-Khatib M, Al-Rimawi F. Determination of different trace heavy metals in ground water of south west bank/Palestine by ICP/MS. *Journal of Environmental Protection* 2013; 4(8): 818-27.
6. Rajaei Q, Pourkhabbaz AR, Hesari Motlagh S. Assessment of heavy metals health risk of groundwater in Ali Abad Katoul plain. *J North Khorasan Univ Med Sci* 2012; 4(2): 155-62. [In Persian].
7. Kumar M, Kumar A, Singh S, Mahajan RK, Walia TPS. Uranium content measurement in drinking water samples using track etch technique. *Radiation Measurements* 2003; 36(1-6): 479-81.
8. Kaplan O, Cikcikoglu Yildirim N, Yildirim, Yildirim N, Tayhan N. Assessment of some heavy metals in drinking water samples of Tunceli, Turkey. *E-Journal of Chemistry* 2011; 8(2011): 276-80.
9. Nasrabadi T, Bidabadi NS. Evaluating the spatial distribution of quantitative risk and hazard level of arsenic exposure in groundwater, case study of Qorveh County, Kurdistan Iran. *Iranian J Environ Health Sci Eng* 2013; 10(1): 30.
10. Rakhunde R, Jasudkar D, Deshpande L, Juneja HD, Labhasetwar P. Health effects and significance of arsenic speciation in water. *International Journal of Environmental Sciences and Research* 2012; 1(4): 92-6.
11. Smedley PL, Kinniburgh DG. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* 2002; 17(5): 517-68.
12. Sofuoglu S, Lebowitz M, O'Rouke M, Robertson GL, Dellarco M. Exposure and risk estimates for Arizona drinking water. *Journal - American Water Works Association* 2003; 7(95): 67-79.
13. Jain CK, Ali I. Arsenic: occurrence, toxicity and speciation techniques. *Water Research* 2000; 34(17): 4304-12.
14. Berg M, Tran HC, Nguyen TC, Pham HV, Schertenleib R, Giger W. Arsenic contamination of groundwater and

www.SID.ir

Archive of SID

drinking water in Vietnam: a human health threat. *Environ Sci Technol* 2001; 35(13): 2621-6.

15. Smith AH, Lingas EO, Rahman M. Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bull World Health Organ* 2000; 78(9): 1093-103.
16. Mukherjee A, Bhattacharya P, Savage K, Foster A, Bundschuh J. Distribution of geogenic arsenic in hydrologic systems: controls and challenges. *J Contam Hydrol* 2008; 99(1-4): 1-7.
17. Barati AH, Maleki A, Alasvand M. Multi-trace elements level in drinking water and the prevalence of multi-chronic arsenical poisoning in residents in the west area of Iran. *Sci Total Environ* 2010; 408(7): 1523-9.
18. Gyamfi ET, Ackah M, Anim AK, Hanson JK, Kpattah L, Enti-Brown S, et al. Chemical analysis of potable water samples from selected suburbs of Accra, Ghana. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 2012; 2(2): 118-27.
19. Milovanovic M. Water quality assessment and determination of pollution sources along the Axios/Vardar River, Southeastern Europe. *Desalination* 2007; 213(1-3): 159-73.
20. Samani S, Boustani F, Hojati MH. Screen for Heavy Metals from Groundwater Samples from Industrialized Zones in Marvdasht, Kharameh and Zarghan Plains, Shiraz, Iran. *World Applied Sciences Journal* 2013; 22(3): 380-8.
21. Karbasi M, Karbasi E, Saremi A, Ghorbanizade Kharazi H. Determination of heavy metals concentration in drinking water resources of Aleshtar in 2009. *Yafteh* 2010; 12(1): 65-70. [In Persian].
22. Malakootian M, Mohammadi Senjedkoh S. Quality assessmnt of SIRJAN plain groundwater resources to evaluate their contamination to heavy metals at 2014. Journal of Torbat Heydarieh University of Medical Sciences 2014; 2(2): 31-9. [In Persian].
23. Mansouri B, Salehi J, Etebari B, Moghaddam HK. Metal concentrations in the groundwater in Birjand flood plain, Iran. *Bull Environ Contam Toxicol* 2012; 89(1): 138-42.
24. Alomary A. Determination of trace metals in drinking water in Irbid City-Northern Jordan. *Environ Monit Assess* 2013; 185(2): 1969-75.
25. Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton A, American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington, DC: American Public Health Association; 1998.
26. Abbasnejad A, Mirzaie A, Derakhshani R, Esmaeilzadeh E. Arsenic in groundwaters of the alluvial aquifer of Bardsir plain, SE Iran. *Environmental Earth Sciences* 2012; 69(8): 2549-57.
27. Mosaferi M, Taghipour H, Hassani A, Borghei M, Kamali Z, Ghadirzadeh A. Study of arsenic presence in drinking water sources: a case study. *Iran J Health Environ* 2008; 1(1): 19-28. [In Persian].
28. Altas L, Isik M, Kavurmaci M. Determination of arsenic levels in the water resources of Aksaray Province, Turkey. *J Environ Manage* 2011; 92(9): 2182-92.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Kelly JJ, Tate RL. Effects of heavy metal contamination and remediation on soil microbial communities in the vicinity of a zinc smelter. *Journal of Environmental Quality* 1998; 27(3): 609-17.
30. Rui YK, Shen JB, Zhang FS. [Application of ICP-MS to determination of heavy metal content of heavy metals in two kinds of N fertilizer]. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi* 2008; 28(10): 2425-7.
31. Jiang J, Ashekuzzaman SM, Jiang A, Sharifuzzaman SM, Chowdhury SR. Arsenic Contaminated Groundwater and Its Treatment Options in Bangladesh. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10(1): 18-46.
32. Malakootian M, Khashi Z. Heavy metals contamination of drinking water supplies in southeastern villages of Rafsanjan plain: survey of arsenic, cadmium, lead and copper. *Journal of Health in the Field* 2014; 2(1): 1-9. [In Persian].
33. Pirsaheb M, Khosravi T, Sharafi K, Babajani L, Rezaei M. Measurement of heavy metals concentration in drinking water from source to consumption site in Kermanshah - Iran. *World Applied Sciences Journal* 2013; 21(3): 416-23.
34. Rajaei Q, Jahantigh H, Mir A, Hesari Motlagh S, Hasanpour M. Evaluation of Concentration of Heavy Metals in Chahnimeh Water Reservoirs of Sistan-va-Baloochestan Province in 2010. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2012; 22(90): 105-12. [In Persian].
35. Environmental Health of Iran. Chemical specifications of drinking water [Online]. [cited 2009 Jul 27]; Available from: URL: http://www.environmentalhealth.ir/187 [In Persian].
36. United States Environmental Protection Agency. Ground water and drinking water [Online]. [cited 2009 Mar 12]; Available from: URL: http://water.epa.gov/drink/
37. World Health Organization. A compendium of drinking-water quality standards in the Eastern Mediterranean Region. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2006.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Arsenic, Copper, Lead, Cadmium, and Iron Concentration in Drinking Water Resources of Central and Southern Bardsir Plain, Iran, in 2014

Mohammad Malakootian, Ph.D.[1*], Zahra Darabi-Fard, M.Sc.[2], Najmeh Amirmahani, M.Sc.[3], Alireza Nasiri, M.Sc.[3]

1. Professor, Environmental Health Engineering Research Center, Department of Environmental Health, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

2. MSc Student in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3. Researcher, Environmental Health Engineering Research Center, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

* Corresponding author; e-mail: m.malakootian@yahoo.com

(Received: 20 July 2014 Accepted: 31 Dec. 2014)

Abstract

Background & Aims: The presence of heavy metals in water resources is a serious threat to human health. Due to the importance of this subject, this research was carried out to determine the concentration of heavy metals in drinking water resources of central and Southern Bardsir plain and compare the results with national and international standards.

Methods: The descriptive and cross-sectional study was performed in winter 2014 in the Environmental Health Engineering Research Center of Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran. A census sampling of all drinking water resources (46 resources) of cities and villages in central and Southern Bardsir plain, Iran, was performed in the middle of each month. The concentration of heavy metals (arsenic, lead, copper, cadmium, and iron) in the samples was measured using an atomic absorption spectrophotometer. Data were analyzed by means of SPSS software.

Results: The results of the study showed that the maximum concentration of the metals were Pb = 4, Cu = 12, Cd = 0.8, Fe = 160, and As = 210 µg/l. The concentration of arsenic in 50% of the ground water samples was higher than the World Health Organization (WHO) standards for drinking water. However, the concentrations of the other contaminants were lower than permissible level.

Conclusion: High concentration of arsenic in some drinking water resources in the region under study is an important environmental problem. The higher than standard concentrations of arsenic in drinking water can be of geological origin. Because of the dangerous effects of arsenic on human health, appropriate measures should be taken by the relevant agencies.

Keywords: Drinking water, Metals, Bardsir plain

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2015; 22(5): 542-554

www.SID.ir