مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
تابستان ۱۳۹۱؛۴(۲): ۱۶۲-۱۵۵

Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
Summer 2012;4(2):155-162

مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک سلامت فلزات‌سنگین منابع آب‌زیرزمینی دشت علی‌آبادکتول

قاسم رجایی[۱]، علیرضا پورخباز[۲]، سمانه حصاری مطلق[۳]*

[۱] باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان، گرگان، ایران.
[۲] استادیار گروه محیط زیست دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
* **نویسنده مسئول**: ایران، گلستان، گرگان، سید میران، خیابان فردوسی
پست الکترونیک: Ghasem.rajaei19@yahoo.com

وصول: ۱۳۹۰/۱۱/۲۰ اصلاح: ۱۳۹۱/۲/۲۳ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی محیط ناشی از فلزات سنگین اکنون مشکلی در مقیاس جهانی است. فلزات‌سنگین با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری ضعیف و داشتن قدرت تجمع‌زیستی در بدن موجودات زنده به سرعت تبدیل به آلاینده‌های سمی می‌شوند. لذا این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین و مقایسه نتایج آن با استانداردهای ملی و جهانی و همچنین ارزیابی ریسک سلامت در بیماریهای سرطانزایی و غیرسرطان‌زایی، در منطقه علی‌آبادکتول صورت گرفت.

مواد و روش‌کار: این تحقیق به روش توصیفی-مقطعی در پاییز ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹ انجام گرفت در طول مدت تحقیق تعداد ۳۶ نمونه از ۶ حلقه چاه عمیق تامین کننده آب شرب روستایی انتخاب و فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، روی، کروم و کادمیوم) بر اساس استاندارد Method 1998 به روش جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. همچنین ارزیابی ریسک سلامت انسانها با استفاده از شاخص آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) مورد سنجش قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات سنگن در فصل پاییز Zn=۰/۰۱۴۳، Pb=۰/۰۰۶۰، Cr=۰/۰۰۲۵، As=۰/۰۰۲۲، Cd=۰/۰۰ و در فصل بهار Zn=۰/۰۰۴۵، Pb=۰/۰۰۶۶، Cr=۰/۰۰۲۳، As=۰/۰۰۰۹، Cd=۰/۰۰ میلی‌گرم‌بر لیتر بدست آمد. نتایج نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین غلظت فلزات‌سنگین منطقه با استاندارد ملی و جهانی وجود ندارد. نتایج ارزیابی ریسک سلامت فلزات‌سنگین ساکنین منطقه در طول دوره، برای بیماری‌های سرطان‌زایی $۲/۳۲ \times ۱۰^{-۴}$ و برای بیماری‌های غیرسرطان‌زایی $۲/۵۳ \times ۱۰^{-۴}$ فرد بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج غلظت فلزات‌سنگین اندازه‌گیری شده و مقایسه آن با استانداردها نشان داد که خطری از لحاظ بهداشتی منطقه مورد مطالعه را تهدید نمی‌کند. اما با توجه به گسترش روز افزون جمعیت و افزایش میزان آلودگی‌ها و بیماری‌ها ممکن است در آینده تغییراتی در غلظت فلزات‌سنگین مشاهده شود. بنابراین ضروری است پایش فلزات‌سنگین بطور مستمر صورت گیرد.

واژه های کلیدی: ارزیابی ریسک، فلزات‌سنگین، آب زیرزمینی، علی‌آبادکتول

مقدمه

فرآیند توسعه کشورها، از جمله ایران، مسائل گسترده آلودگی آب را ایجاد کرده است و این آلودگی نه تنها ممکن است با تغییرات فیزیکی و بیولوژیکی همراه باشد بلکه بدلیل حل شدن فزاینده مواد سمی و نامطلوب در آب آلودگی شیمیایی نیز ممکن است ایجاد شود. آلودگی‌ها با ایجاد تغییرات مذکور کیفیت آب را تنزل می‌دهند و در مراحلی آب را برای اغلب مصارف غیرقابل استفاده می کنند. برخی از آلودگی‌ها زوال‌پذیرند و به آسانی تجزیه شده یا تقلیل داده می‌شوند مانند مواد زائد کشاورزی، ولی بعضی آلاینده‌ها زوال ناپذیرند مانند فلزات‌سنگین کادمیوم، سرب، آرسنیک و غیره. شایان ذکر است که مشکلات آلودگی کشوری نظیر ایران، همانند سایر کشورهای در حال توسعه، بواسطه رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های انسانی روز به روز افزایش می‌یابد و لزوم توجه بیشتری را می‌طلبد [۳،۲،۱].

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

مطالعات زیادی بر روی غلظت فلزات سنگین در آبهای زیرزمینی انجام شده است که از جمله می‌توان به تحقیقات کریم‌پور و شریعت، سواری و همکاران و میران‌زاده و همکاران اشاره کرد [۴،۵،۶]. نتایج تحقیق کریم‌پور و شریعت بر روی فلزات‌سنگین در شبکه آب آشامیدنی شهر همدان نشان داد که میانگین غلظت سرب، کادمیوم و کروم بیش از حد استاندارد می‌باشد [۴].

سواری و همکاران به بررسی پتانسیل نشت فلزات‌سنگین و خوردگی در شبکه توزیع آب آشامیدنی اهواز پرداختند. آنها میانگین غلظت فلزات سرب، کادمیم، روی، مس، آهن و منگنز را به ترتیب ۸/۴۸، ۰/۹۷، ۳۱۸۰، ۱۶۸، ۲۵۷ و ۳۰/۶ میکروگرم‌برلیتر در آب بدست آوردند [۵]. در تحقیقی که میران‌زاده و همکاران بر روی غلظت فلزات‌سنگین در شبکه توزیع شهر کاشان انجام دادند نشان دادند که غلظت فلزات-سنگین در آب شبکه توزیع کاشان بالاتر از حد استاندارد ملی و بین‌المللی نبوده و خطری برای مصرف‌کنندگان در بر نخواهد داشت [۶].

سازمان مواد سمی و ثبت بیماری‌های ایالات متحده بدلیل آنکه افراد در نتیجه تماس با خاک و آب آلوده آسیب بهداشتی می‌بینند. فهرستی از سایت‌های صنعتی فراوری تهیه کرده و گزارش نموده است غلظت سرب در خون کودکانی که در مناطق آلوده زندگی می‌کنند بالاتر از کودکانی است که خارج از این مناطق زندگی می‌نمایند [۷]. بنابراین آب‌های آشامیدنی آلوده یکی از منابع مورد انتظار خطر سلامتی انسان است. افزایش غلظت فلزات-سنگین و ترکیبات آنها از حداکثر غلظت مجاز در آبهای آشامیدنی اثرات مضری بر سلامتی انسان داشته و اثرات سمی، جهش‌زایی یا سرطانزایی آن به ویژگی‌های عنصر، مرتبط می‌باشد. اثرات مورد انتظار این مواد ممکن است به صورت ارزیابی خطرات بیان شود.

ارزیابی خطر سلامت در آنالیزهای کیفیت محیط زیستی شامل چهار مرحله اساسی می‌باشد. ۱- شناسایی خطر، ۲- ارزیابی و تعیین در معرض‌گذاری ۳- ارزیابی رابطه دوز واکنش ۴- توصیف ویژگی‌های خطر. در حال حاضر روش-های بررسی فقط شامل آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی نمی-باشد بلکه حداکثر غلظت مجاز و طبقه‌بندی خطرات مواد شیمیایی، حداکثر دوز و سطح مجاز نیز بررسی خواهد شد [۸].

فلزات‌سنگینی که در اینجا مورد بحث می‌باشند آرسنیک، سرب، روی، کروم و کادمیوم می‌باشند که اکثرا سرطانزا و خطرناک تشخیص داده شده‌اند و در ادامه به نحوه سمیت آنها اشاره می‌شود.

آرسنیک: آرسنیک یک عنصر سرطان‌زاست و شبه فلزی است که در همه‌جای پوسته زمین وجود دارد و مواجه انسانها با آرسنیک غیرآلی عمدتاً از طریق مصرف آب شربی است که بصورت طبیعی آلوده شده باشد. آرسنیک در آبهای سطحی و در مناطقی که معادن سنگ فلزات آهنی وجود دارد، یافت می‌شود و در بیشتر مواقع در نتیجه مصرف مواد ضد آفات نباتی، حشره‌کش‌ها که حاوی آرسنیک می‌باشند وارد آب می‌گردد [۹،۱۰].

سرب: مهمترین منابعی که سرب از آن طریق می‌تواند وارد بدن گردد عبارت است از هوای محیط، غذا و آب [۱۱]. به طور کلی تخمین زده می‌شود که ۱۰ تا ۲۰ درصد آلودگی-های سربی در اثر آب آشامیدنی می‌باشد. منبع اصلی سرب در آب مصرفی از حل شدن آن در لوله کشی‌های قدیمی ناشی می‌شود. مسمومیت با سرب در هر سنی می‌تواند اتفاق بیفتد، اما مسمومیت برای کودکان به دلیل اینکه آسیب‌پذیر هستند شایع‌تر است [۹، ۱۲،۱۳]

روی: روی یکی از فراوان‌ترین عناصر در پوسته زمین است و به مقدار جزئی در آبهای سطحی و زیرزمینی آلوده نشده یافت می‌شود. روی در نتیجه خورندگی تانک‌ها و لوله‌های از جنس آهن گالوانیزه و اتصالات برنجی وارد آبهای آشامیدنی می‌گردد. مصرف کوتاه‌مدت روی باعث عوارضی چون دل-پیچه، اسهال و تهوع است. و در طولانی مدت منجر به بیماری‌های سیستم عصبی، آسیب لوزالمعده و کاهش کلسترول مناسب می‌گردد [۹،۱۰].

کروم: کروم در نتیجه فعالیت‌هایی نظیر تهیه آلیاژهای کروم، آبکاری کروم، ترکیبات بازدارنده خوردگی، صنعت نساجی، صنعت چاپ، عکاسی، دباغی و غیره وارد محیط-زیست می‌گردد. آثار سوء کروم در انسان در کوتاه مدت باعث التهاب و سوزش دهان، بینی، ریه‌ها، و التهاب‌پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب دیدن کلیه‌ها و کبد می‌شود. طبق گزارشات سازمان بهداشت جهانی حدود ۹۸-۹۳ درصد کروم از طریق غذا و ۱/۹ تا ۷ درصد از طریق آب وارد بدن می‌گردد [۱۰].

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

کادمیوم: کادمیوم معمولاً به طور طبیعی در آبهای سطحی و زیرزمینی وجود دارد. کادمیوم از طریق فرسایش خاک و سنگ بستر، رسوبات آلوده اتمسفری ناشی از کارخانجات صنعتی، پساب مناطق آلوده و استفاده از لجن و کود در کشاورزی وارد آبها می شود. حلالیت کادمیوم در آب تحت تاثیر عواملی نظیر نوع ترکیبات و pH آب است. غلظت بیش از چند میکروگرم در لیتر کادمیوم احتمالاً ناشی از تخلیه فاضلاب آلوده به کادمیوم می‌باشد [۱۰].

تحقیق حاضر بدلیل اهمیت زیست‌محیطی و بهداشتی موضوع به بررسی غلظت فلزات سنگین منابع آب زیر زمینی منطقه علی‌آباد کتول و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی پرداخته است. همچنین ارزیابی خطر سلامت فلزات سنگین در بیماری‌های سرطانزایی و غیرسرطان‌زایی، از دیگر اهداف این تحقیق بود.

روش کار

در این پژوهش توصیفی- مقطعی، نمونه‌برداری در ماه‌های پاییز ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹ (هر ماه یک بار) از ۶ حلقه چاه تامین کننده آب شرب که در فواصل ۵ تا ۳۰ کیلومتری هم قرار دارند و کل منطقه شمال علی‌آباد کتول را پوشش می-دهد صورت گرفت و جمعاً ۳۶ نمونه آب از ایستگاه‌ها برای سنجش میزان آلودگی فلزات‌سنگین برداشت شد. حجم نمونه‌های برداشت شده ۳۰۰ میلی‌لیتر و جنس ظروف نمونه‌برداری از پلی‌اتیلن بوده است. روش نمونه‌برداری و نگه‌داری نمونه‌ها طبق توصیه‌های کتاب روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب ۱۹۹۸ صورت گرفت که بر طبق آن نمونه‌ها در ظروفی که ۲۴ ساعت قبل با اسید نیتریک اسیدپاشی شده است جمع‌آوری و سپس با اسیدنیتریک ۶۵٪ فیکس گشته است. نمونه‌ها پس از ثبت مشخصات ایستگاه‌ها در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شده است و در اولین فرصت با روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل (Thermo Model 97 GFS) مورد سنجش قرار گرفتند [۱۴]. جهت صحت‌سنجی دستگاه جذب اتمی از نمونه استاندارد و نمونه مجهول برای هر عنصر سه تکرار انجام گرفت که این دقت به طور میانگین بین ۹۰-۹۵ درصد بود. در این تحقیق برای مقایسه غلظت فلزات سنگین در ایستگاه‌ها با یکدیگر از آزمون اختلاف میانگین توکی و برای ارزیابی تاثیر فصل بر پارامترها از آزمون تی مستقل در نرم-افزار SPSS16 استفاده گردید. در پایان بعد از بعد از بدست آوردن نتایج غلظت فلزات‌سنگین، ارزیابی ریسک سلامت بر طبق آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) محاسبه شده است.

یافته‌ها

نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌های برداشتی از آب زیر زمینی در جداول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد دامنه تغییرات و میانگین غلظت آرسنیک در دو فصل بین صفر تا ۰/۰۰۷۶ و ۰/۰۰۱۶ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد، همچنین نتایج نشان داد که دامنه تغییرات و میانگین سرب در دو فصل به ترتیب بین صفر تا ۰/۰۱۰ و ۰/۰۰۶۳ و دامنه تغییرات و میانگین کروم صفر تا ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۲۴ بود. دامنه تغییرات و میانگین روی در طول دوره به ترتیب صفر تا ۰/۰۳۷ و ۰/۰۰۹۷ میلی‌گرم‌برلیتر بدست آمد.

بر اساس نتایج غلظت فلزات سنگین در فصل پاییز روی فراوان‌ترین فلز و بعد از آن به ترتیب فلزات سرب، کروم، آرسنیک و کادمیوم قرار قرار گرفتند. در فصل بهار این نسبت‌ها تغییر کرده سرب فراوان‌ترین فلز و آرسنیک و کادمیوم کمترین غلظت فلزات را به خود اختصاص داده‌اند (سرب>روی>کروم> آرسنیک> کادمیوم) (شکل ۱). نمودار درصد فراوانی فلزات سنگین در طول دوره نمونه‌برداری حاکی از آن است که روی فراوان‌ترین فلز سنگین در منطقه بوده و بعد از آن به ترتیب فلزات سرب، کروم، آرسنیک و کادمیوم قرار گرفتند (روی> سرب> کروم> آرسنیک> کادمیوم). بعد از بدست آوردن نتایج غلظت فلزات‌سنگین ارزیابی‌ریسک‌سلامت (ریسک سرطان‌زایی و غیرسرطان-زایی) فلزات‌سنگین، بر طبق آژانس حفاظت از محیط‌زیست (EPA) محاسبه شده که در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که روی خاصیت سرطان‌زایی ندارد و همچنین با توجه به غلظت فلزات سنگین موجود در آب فلز کادمیوم نیز هیچ تاثیری در ریسک سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی افراد ندارد.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۱: نتایج غلظت فلزات‌سنگین اندازه‌گیری شده در پاییز ۱۳۸۸ (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر)

ایستگاه	مهر				آبان				آذر			
	Zn	Pb	Cr	As	Zn	Pb	Cr	As	Zn	Pb	Cr	As
۱	۰/۰۱۸۶	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۷	۰/۰۱۱۸	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰
۲	۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۵۳	۰/۰۲۶۹	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۷۶
۳	۰/۰۱۵۱	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰	۰/۰۱۹۳	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳۴
۴	۰/۰۱۹۲	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰	۰/۰۲۳۶	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۳
۵	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳۷	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۴۱	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۶
۶	۰/۰۱۲۶	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۲۵۴	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۵۱
میانگین	۰/۰۱۴۷	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۸	۰/۰۲۰۱	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۳۸
استانداردملی	۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
استاندارد who	۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱
استاندارد EPA	۵	۰/۰۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۵	۰/۰۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۵	۰/۰۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵

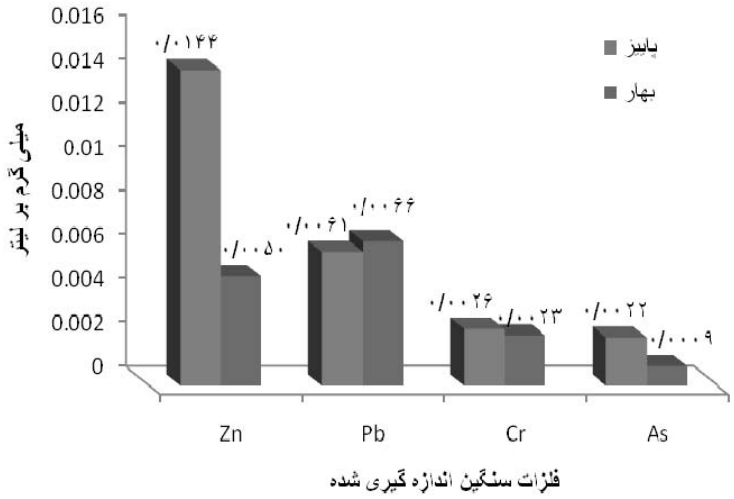
*کادمیوم در تمام ایستگاه‌ها صفر گزارش شده است

جدول ۲: نتایج غلظت فلزات‌سنگین اندازه‌گیری شده در بهار ۱۳۸۹ (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر)

ایستگاه	فروردین				اردیبهشت				خرداد			
	Zn	Pb	Cr	As	Zn	Pb	Cr	As	Zn	Pb	Cr	As
۱	۰/۰۰	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۹
۲	۰/۰۱۰۵	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰
۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۷
۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳۸
۵	۰/۰۰	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰
۶	۰/۰۰	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۸
میانگین	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۳

*کادمیوم در تمام ایستگاه‌ها صفر گزارش شده است

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]



شکل ۱: نمودار غلظت فلزات‌سنگین اندازه‌گیری شده در فصل پاییز و بهار

جدول ۳: محاسبه ریسک سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فلزات‌سنگین در منابع آب

زمان	پارامتر	C (mg/kg)	ADDd (mg/kg)	UR_{cacer} (kg – day/ mg)	$Risk_{carce}$	$UR_{noncancer}$ (kg – day/ mg)	$Risk_{noncarc}$
پاییز	روی	۰/۰۱۴۴۳	۰/۰۰۰۶۱۸	–	–	۰/۳	۱۸۵۴ × ۱۰ $^{-۷}$
	سرب	۰/۰۰۶۱۱	۰/۰۰۰۲۶۱	۰/۰۰۸۵	۲۲ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۰۰۷۸۵	۲۰ × ۱۰ $^{-۹}$
	کروم	۰/۰۰۲۶۱	۰/۰۰۰۱۱۱	۰/۱	۱۱۱ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۵	۶ × ۱۰ $^{-۷}$
	آرسنیک	۰/۰۰۲۲۸	۰/۰۰۰۰۹۷	۱/۵	۱۴۵۵ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۳	۳ × ۱۰ $^{-۷}$
	کادمیوم	۰/۰۰	-	۰/۳۸	–	۰/۰۰۰۵	–
بهار	روی	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۲۱۴	-	–	۰/۳	۶۴۲ × ۱۰ $^{-۷}$
	سرب	۰/۰۰۶۶۱	۰/۰۰۰۲۸۳	۰/۰۰۸۵	۲۴ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۰۰۷۸۵	۲۲ × ۱۰ $^{-۹}$
	کروم	۰/۰۰۲۳۵	۰/۰۰۰۱۰۰	۰/۱	۱۰۰ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۵	۵ × ۱۰ $^{-۷}$
	آرسنیک	۰/۰۰۰۹۷	۰/۰۰۰۰۴۱	۱/۵	۶۱۵ × ۱۰ $^{-۷}$	۰/۰۰۳	۱ × ۱۰ $^{-۷}$
	کادمیوم	۰/۰۰	–	۰/۳۸	–	۰/۰۰۰۵	-

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

بحث

نتایج غلظت فلزات سنگین آب زیرزمینی در فصول پاییز و بهار در جداول ۱و۲ نشان داده شده است. نتایج غلظت فلزات نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین چاه‌ها وجود ندارد. اما بر اساس نتایج حاصل از آزمون تی مستقل اختلاف معنی‌داری بین فصول در میزان آرسنیک و روی (روند کاهشی از فصل پاییز به بهار) دیده شده است ($p<۰/۰۵$). به نظر می‌رسد استفاده از سموم آفت‌کش برای محصولات کشاورزی در فصول تابستان و پاییز، نفوذ آنها در خاک، شستشوی آنها و ورود به آبهای زیرزمینی دلیل این امر باشد [۱۵].

نتایج میزان غلظت فلزات سنگین با استانداردهای آب آشامیدنی مقایسه گردید و نشان داد که غلظت فلزات-سنگین پایین‌تر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد ملی می‌باشد. بنابراین منابع آب آشامیدنی چاه‌های موجود در منطقه از نظر فلزات سنگین منابع مطمئنی هستند و به دلایل مختلف از جمله کم بودن صنایع در منطقه، ترکیبات زمین‌شناسی منطقه، عدم یا کاهش نفوذ فاضلاب‌های شهری و روستایی به منابع آب، شرایط جغرافیایی و محیط حاکم بر منطقه و غیره در معرض آلودگی به فلزات‌سنگین نیستند [۱۶]. تحقیقات گین[1] و همکاران نشان داد که غلظت‌های فلزات‌سنگین در طول زمان تغییر می‌کند و مشخص شد چاه‌های موجود در یک محل می‌تواند بطور گسترده‌ایی دارای غلظت‌های متفاوتی از فلزات باشند. در واقع غلظت فلزات‌سنگین در چاه‌ها، مرتبط با محل و عمق چاه‌ها بوده و در چاه‌های کم - عمق‌تر در نواحی مشخص زمین‌شناسی غلظت بالاتر بوده است [۱۷].

مطالعاتی که عالیقدر و همکاران و شهریاری و همکاران بر روی(۱۸)میزان غلظت فلزات‌سنگین در آب شبکه توزیع شهر اردبیل و بیرجند انجام داده‌اند نشان داده است که غلظت این فلزات در آب این شهرها فراتر از حد استاندارد نبوده است [۱۹،۱۸]. نتایج تحقیقی که ناهید و محسنی بر روی آب آشامیدنی مناطق مختلف تهران انجام دادند نشان داد که به جز سرب غلظت سایر فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در حد استاندارد بوده است [۲۰]. مطالعه محمدیان و همکاران بر روی غلظت فلزات‌سنگین در آب چاه‌های مجاور کارخانه سرب و روی زنجان نشان داده است که غلظت سرب و روی در هیچ یک از نمونه‌ها از استاندارد ملی فراتر نبوده است ولی غلظت سرب و کادمیوم به ترتیب در ۵۹ و ۵۳ درصد نمونه‌ها بیشتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی بوده است [۲۱].

باسکارداس و همکاران، در ارزیابی آلودگی آرسنیک در آبهای زیرزمینی در غرب بنگال، هند و بنگلادش اعلام کردند که از ۱۹ بخش غرب بنگال ۹ بخش، آرسنیک فراتر از استاندارد بین‌المللی ۵۰ میکروگرم بر لیتر بوده و ۵ بخش بین ۱۰ تا ۵۰ میکرو گرم بر لیتر می‌باشد [۲۲]. روبینا کوثر و ذوالفقار احمد، در مطالعه ارزیابی آلودگی فلزات‌سنگین در آبهای‌زیرزمینی صنایع کاهوتا در اسلام آباد پاکستان نشان دادند که به استثناء سلنیوم مشکلی در سایر غلظت‌های فلزات‌سنگین دیده نشده است [۲۳]. نتایج مطالعه حاضر در خصوص فلزات سنگین مبین آن است که مقدار اندازه‌گیری شده فلزات نسبت به مقدار استاندارد ملی و جهانی در حد مطلوب بوده و غلظت فلزات در هیچ یک از چاه‌ها فراتر از حد مجاز استاندارد نبوده است.

ارزیابی ریسک سلامت: بر طبق آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) برای ارزیابی ریسک سلامت تکنیک‌هایی وجود دارد که می‌توانیم تحت شرایط زیر از آنها استفاده کنیم. این ارزیابی ریسک تحت شرایط مصرف آب در هر روز، می‌تواند در تمام طول عمر انسان یا برای یک دوره مشخص محاسبه گردد.

در این تکنیک میانگین آب مصرفی برای نوشیدن حدود ۳ لیتر و میانگین وزن بدن انسان ۷۰ کیلوگرم می‌باشد. بنابراین دوز هر یک از ماده شیمیایی با توجه به مقدار آبی که شخص در هر روز استفاده می‌نماید از معادله زیر بدست می‌آید.

$$ADDd = DW * C/ BW$$

ADDd = دوزی که با آب نوشیدنی وارد بدن می‌شود

DW = میانگین حجمی آب نوشیدنی روزانه، ۳ لیتر

C = غلظت موجود در آب به میلی‌گرم بر لیتر

BW = وزن بدن، ۷۰ کیلوگرم

ارزیابی میانگین دوز روزانه به ما اجازه می‌دهد که درک جداگانه‌ایی از هر یک از آلاینده‌های آب داشته باشیم. محاسبه انجام شده آنالیز داده‌های هر یک از فلزات منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده

1 - Geen

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

شده است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که در فصل پاییز فلز روی و در بهار فلز سرب بیشترین غلظت و در هر دو فصل پاییز و بهار کادمیوم و آرسنیک کمترین غلظتی است که از طریق آب آشامیدنی وارد بدن می‌شود.

ارزیابی دوز- واکنش برای ساکنین منطقه: این مرحله از فعالیت‌ها رابطه کمیت بین ریسک و اثرات آن را آشکار می‌سازد مدل خطی پیشنهاد شده از سوی آژانس حفاظت از محیط‌زیست (EPA) برای ارزیابی ریسک با استفاده از معادله زیر بیان می‌شود.

$$Risk = ADDd * Ur$$

ADDd، دوز ماده روزانه (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)؛ واحد Ur: واحد ریسک است که به عنوان یک فاکتوری از نسبت ریسک تعیین شده می‌باشد که بستگی به غلظت یا دوز قابل دسترس دارد. واحد ریسک (Ur) بستگی به اثر (سرطان‌زایی، غیرسرطانزایی) که در این مواد دارد ارزش صحیحی را می‌پذیرد.

در جدول ۳ محاسبات ارزیابی ریسک برای هر یک از فلزات نشان داده شده است بر اساس جدول ۳ مشخص می‌شود که فلز روی خاصیت سرطان‌زایی ندارد و با توجه به غلظت فلزات در آب سرب کمترین تاثیر و آرسنیک بیشترین تاثیر را در ریسک‌سرطان‌زایی انسانها دارد. ترتیب قرار گرفتن فلزات و شدت اثرات آن‌ها بدین صورت می‌باشد آرسنیک> کروم> سرب> کادمیوم. همچنین جدول ۳ در مورد تاثیر فلزات‌سنگین بر بیماریهای غیرسرطان‌زایی نشان می‌دهد که روی بیشترین و سرب کمترین تاثیر را دارد. با استفاده از غلظت ترکیبات فلزات‌سنگین موجود در آب و ریسک خطر هر یک از آلاینده‌ها ریسک خطر کل از معادله زیر بدست می‌آید.

$$Risk_{sum} = 1- (1- Risk_1) * (1- Risk_2) * .... * (1- Risk_n)$$

$Risk_{sum}$ (ریسک مجموع)، مجموع ریسک هر یک از اثرات می‌باشد. $Risk_1$، $Risk_2$ ریسک غلظت هر یک از آلاینده‌ها به طور جداگانه می‌باشد. ارزیابی ریسک سلامت برای بیماری سرطان‌زایی در فصل پاییز $۱/۵۸ \times ۱۰^{-۴}$ و در فصل بهار $۷/۳۹ \times ۱۰^{-۵}$ بدست آمد. ارزیابی ریسک برای بیماری‌های غیرسرطان‌زایی در فصل پاییز $۱/۸۶ \times ۱۰^{-۴}$ و در فصل بهار $۶/۴۸ \times ۱۰^{-۵}$ بدست آمد.

موموت و سینزینیس در تحقیقی که بر روی ارزیابی ریسک سلامت فلزات‌سنگین منطقه روسیه میانه انجام دادند ارزیابی ریسک فلزات‌سنگین را برای بیماری‌های سرطان‌زایی $۳/۹۵ \times ۱۰^{-۳}$ و برای بیماری‌های غیرسرطان‌زایی $۰/۹۸ \times ۱۰^{-۳}$ بدست آوردند [۲۴]. ارزیابی ریسک سلامت فلزات‌سنگین برای بیماری‌های سرطان‌زایی و بیماری‌های غیرسرطان‌زایی منطقه مورد مطالعه در طول دوره تحقیق به ترتیب $۲/۳۲ \times ۱۰^{-۴}$ و $۲/۵۳ \times ۱۰^{-۴}$ فرد بدست آمد. مقایسه نتایج ارزیابی ریسک دو مطالعه نشان می‌دهد آلودگی فلزات‌سنگین منطقه علی‌آبادکتول نسبت به منطقه مورد مطالعه در روسیه کمتر است در نتیجه ارزیابی ریسک آن کمتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

گام اول در ارزیابی گستردگی و شدت آلودگی فلزات‌سنگین در منابع آب، تعیین غلظت فلزات می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر در منطقه علی‌آبادکتول، منابع آب‌زیرزمینی منطقه، منابع مطمئنی بوده و آلوده به فلزات‌سنگین نمی‌باشد و تهدیدی برای مصرف‌کنندگان به وجود نمی‌آورد. همچنین نتایج ارزیابی ریسک سلامت فلزات‌سنگین برای بیماری‌های سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی در طول دوره تحقیق به ترتیب $۲/۳۲ \times ۱۰^{-۴}$ و $۲/۵۳ \times ۱۰^{-۴}$ فرد بدست آمد. در تحقیق حاضر به دلیل محدودیت مالی امکان تحقیق بر روی پارامترهای بیشتری از فلزات‌سنگین مقدور نبود لذا پیشنهاد می‌شود به دلیل اهمیت موضوع، پایش فلزات بصورت مستمر و با تعداد پارامترهای بیشتری از فلزات‌سنگین در آبهای زیرزمینی منطقه و سایر نقاط کشور صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از شرکت آب و فاضلاب روستایی استان گلستان به خاطر همکاری در اجرایی شدن این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Samavati A, Nitrogen compounds in water, J Water and Environ 1999; 9(2): 8-13 [Persian].
2. Bagheri M, Effects of effluent irrigation systems in some physical, chemical properties and soil pollution for several crop under cultivation (Dissertation for

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

3. MSe degree of Water Resources) Faculty of Agriculture, Isfahan Industrial University, September 2000; P. 156 [Persian].
4. Abedi Kopaei J, Mashhad Landfill impact on underground water pollution, Proceedings of the 4th National Conference on Environ Health, Shahid Sadoghi Yazd Uni Med Sci 2001; P. 87-97 [Persian].
5. 26- Karimpour M, Shariat M, A study of heavy metals in drinking water network, in Hamadan city in 1994, Scientific J of Hamadan University of Med Sci and Health Servic 2000; 7(3): 44-47 [Persian].
6. Savari J, Haghighi Fard N, Hasani AH, Khoramabadi Q, The survey of corrosion potential of heavy metals and Leakage in drinking water distribution network in Ahwaz, J of Water and Wastewater 2008; 64(4): 16-24 [Persian].
7. Miranzadeh MB, Mahmoodzadeh AA, Hasanzadeh M, Bigdeli M, Concentrations of Heavy Metals in Kashan Water Distribution Network in 2010, J of Health Ardabail 2011; 2(3): 58-68 [Persian].
8. Rodenbeck SE, Crellin JR, Public Health Assessment, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Publications of Mississippi 2008; P. 96.
9. Synzynys BI, Tjantova EN, Melehova OP, Pavlova NN, Ecological risk, The manual at the rate" Ecology and safety of ability to live"under G.V, Koz'min's edition – Obninsk, IATE 2004; P. 81 (In Russian).
10. Shariat Panahi M, Principles Quality and Water and wastewater Treatment, Tehran University Press 1998; P. 137 [Persian].
11. Esmaeeli A, Pollutants on health and environmental standards, Publications of Naghshe Mehr 2001; P. 767 [Persian].
12. Jang JS, Clinicopathological and histopathological findings in experimental lead poisoning in dogs, Veterinary Resesrch 1997; 14(3): 78-87.
13. Hosseinian M, water and human health. Jeihon Publications 1983; P. 69 [Persian].
14. Ettinger SJ, Feldman EC, Text Book of Veterinary Internal Medician, 4th Ed, W.B, Saunders Company 1995; P. 72.
15. American Public Health Association, Standard method for the examination of water and wastewater. 17th edn, (Washington, DC) 1998.
16. Graves GA, Wan Y, Fike DL, Water quality characteristics of storm water from major land uses in south Florida, J of American Water Resour Associa 2004; 40(6): 1405-1419.
17. Rajaei Q, Quality study of groundwater resources in Gorganrood Case Study: Aliabad Katoul (Dissertation for MSe degree of Environmental Science) Faculty of Agriculture University of Birjand, Desember 2010. P. 110 [Persian].
18. Geen V, Zheng Y, Versteeg R, Spatial variability of arsenic in 6000 tube wells in a 25 km^2 area in Bangeladesh, Water Resou Resea 2003; 39(5): 1140-1156.
19. Aalighadr M, Hazrati S, Ghanbari M, Measurement of heavy metal`s concentration in Ardabil city`s drinking water resources during 2005, 10th Environmental health conference, Hamadan, Iran 2007 [Persian].
20. Shahriari T, Moasheri BN, Khodadadi M, Azizi M, The survey of chromium and copper concentration in Birjand city`s drinking water resources and water supply network. 13th Environ health conference, Kerman, Iran 2010 [Persian].
21. Nahid P, Moslehi P, Heavy metals concentrations on drinking water in different areas of Tehran as ppb and methods of removal them, JFST 2008; 5(1): 29-35 [Persian].
22. Mohamadian M, Noori J, Afshari N, Nasiri J, Noorani M, The survey of heavy metals concentration in water wells in neighbor of Zanjan plump and zinc factory, J of Health and Environ 2008; 1(1): 51-56 [Persian].
23. Bhaskar D, Mohammad MR, Bishwajit N, "et al", Ground water Arsenic Contamination, Its Health Effects and Approach for Mitigation in West Bengal, India and Bangladesh, Water Qual Expo Heal 2009; 1(1): 5-21.
24. Rubina K, Zulfiqar A, Determination of toxic inorganic elements pollution in groundwater of Kahuta Industrial Triangle Islamabad, Pakistan using inductively copled plasma mass spectrometry, Environ Monit Assess 2009; 157(1-4): 347-354.
25. Momot O, Synzynys B, Toxic Aluminium and Heavy Metals in Groundwater of Middle Russia: Health Risk Assessment, Environ Resea and Pub Heal 2005; 2(2): 214-218.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

Original Article

Assessment of Heavy Metals Health Risk of Groundwater in Ali Abad Katoul Plian

Rajaei Q[1], Pourkhabbaz A. R [2], Hesari Motlagh S [3]*

[1] Young Researchers Club, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Environmental Science, University of Birjand, Birjand, Iran
[3] Ms Student of Environment, Birjand University, Birjand, Iran

****Corresponding Author:*** *Ferdosi Street, Seyedmiran, Gorgan City, Golesatan Province, Iran*
Email: Ghasem.rajaei19@yahoo.com

Abstract

Background & objectives: *Heavy metal pollution of the environment on a global scale is a problem now. heavy metals due to the chemical stability, low flexibility and power of bio-*accumulate *in the body organism are quickly becoming toxic pollutants. Therefore purpose of this study survey heavy metal concentration and comparing the results with national and international standards and also health risk assessment in carcinogenicity and noncarcinogenicity took in the Ali Abad Katoul region.*

Material & Methods: *This research was performed with temporary description method in 2009 autumn and 2010 spring. During this research have been chosen about 36 samples from 6 wells that supply drinking water to rural and heavy metal (arsenic, lead, Zinc, chromium, cadmium) was measured based on method standard 1988 with atomic absorbtion. also the human health risk assessment was measured by using the criteria of the enviromental protection Agency (EPA).*

Results: *Heavy metal concentrations average in autumn Zn=0.0143, Pb=0.0060,Cr=0.0025, As=0.0022, Cd=0.00 and in spring Zn=0.0045, Pb=0.0066, Cr=0.0023, As=0.0009, Cd=0.00 mg/l was obtanied. The results showed there is not any statistically significant differences between concentrations of heavy metals in national and international standards. Results of health risk assessment of heavy metals for residents uring the period was measured, for carcinogenicity diseases 2.32 × 10-4 individual and for noncarcinogenicity diseases 2.53 ×10-4 individual.*

Conclusion: *Heavy metal results was measured and comparing them with standards showed that there is no treatment from sanitary in studied area. But with increasing population and pollution and disease It may be observed changes in the concentrations of heavy metals in future. Therefore it is essential to be continuously monitored for heavy metals.*

Keywords: *Risk Assessment, Heavy metal, Groundwater, Ali Abad Katoul.*

Submitted: *2012 Feb 9*
Revised: *2012 May 12*
Accepted: *2012 Jun 7*

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-23]