بررسی غلظت فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب) در آب آشامیدنی شهر مشهد در سال ۱۳۹۰

دکترحسین علیدادی: دانشیار و متخصص بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. alidadih@mums.ac.ir

* **رویا پیروی مینائی:** کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران (*نویسنده مسئول). peyravir1@mums.ac.ir

علی اکبر دهقان: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشجوی دکترای بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. dehghanaa1@mums.ac.ir

دکترمحمد واحدیان: استادیار و متخصص آموزش بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه آموزش بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. vahedianm@mums.ac.ir

دکتر حمیده معلم زاده حقیقی: دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. moalemzadehh1@mums.ac.ir

امین رضا امینی: دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. aminiar901@mums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: یکی از ترکیباتی که ممکن است از طرق مختلف وارد منابع آبی شوند فلزات سنگین می باشند که در صورت تجاوز از حد استاندارد می توانند باعث ایجاد مخاطراتی همچون مسمومیت ها و سرطان زایی در مصرف کنندگان شوند. این مطالعه با هدف تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم (VI) و سرب در آب آشامیدنی شهر مشهد و مقایسه آن ها با مقادیر استاندارد ملی و رهنمودهای جهانی انجام شد.

روش کار: در این مطالعه مقطعی که در بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ انجام شد از نقاط مختلف شبکه آب آشامیدنی شهری، طبق روش استاندارد نمونه برداری و نمونه ها به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی مورد آزمایش قرار گرفتند. از آنجایی که مراکز بهداشتی درمانی کل شهر را پوشش می دهند، به عنوان ایستگاه های نمونه برداری انتخاب شدند. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون های آماری One sample t- test، آنالیز واریانس یکطرفه و تی زوجی در سطح معنی داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: غلظت فلزات کروم و کادمیوم در آب از حد استاندارد ملی و بین المللی کمتر بود، تنها غلظت سرب در برخی مناطق اندکی از میزان استاندارد بالاتر و اختلاف میانگین آن در دو فصل بهار و تابستان معنی دار بود (p= ۰/۰۳) درحالی که این اختلاف برای دو فلز کروم و کادمیوم معنی دار نبود. رابطه معنی داری بین غلظت فلزات و نوع منبع آب مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه مقادیر کروم، کادمیوم در تمام و سرب در اکثر مناطق پایین تر از حد استانداردها بوده است، به نظر می رسد بافت کهنه و فرسوده لوله های آبرسانی می تواند در برخی از نقاط منجر به افزایش غلظت فلزات به ویژه سرب شود. لذا به علت خاصیت تجمعی این فلزات لازم است اقدامات مقتضی از سوی سازمان های مربوطه به عمل آید.

کلیدواژه‌ها: آب آشامیدنی، غلظت فلزات سنگین، روش اسپکتروفتومتری

مقدمه

دسترسی به آب آشامیدنی سالم یکی از شاخص‌های بهداشتی تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) WHO) و مورد توجه مسئولین ذیربط جوامع مختلف می باشد (۱). با رشد سریع جمعیت و پیشرفت جوامع علاوه برنیازهای آبی شهری و کشاورزی، نیازهای دیگری همچون صنعتی و تولید نیرو روز به روز در حال افزایش می باشد و متاسفانه از سوی دیگر آلودگی منابع آبی نیز روز به روز در حال فزونی است. امروزه علاوه بر آلودگی میکروبی، آلودگی شیمیایی نیز یکی از مسائل مهم در بحث بهداشت آب می باشد. در این میان فلزات سنگین نیز از اهمیت ویژه ای برخوردارند (۲و۳).

آلودگی منابع آبی به فلزات سنگین یکی از مشکلات محیطی جدی در چند دهه اخیر بوده است (۴و۵) که شامل منابع انسانی و طبیعی می‌شود (۶و۷). یکی از مهم ترین منابع آلوده

کننده رودخانه ها در قسمت های مختلف جهان عملیات معدن کاوی می باشد (۸و۹). فلزات سنگین نظیر نقره (Ag)، کادمیم (Cd)، قلع (Sn)، جیوه (Hg)، سرب (Pb) و همچنین فلزاتی که خاصیت الکترونگاتیویته زیادی دارند مانند مس، نیکل و کبالت میل ترکیبی شدیدی با گروه های آمین و سولفیدریل (SH) دارند. آنزیم ها به وسیله این فلزات متلاشی شده و قدرت آنزیمی خود را از دست می دهند. به علاوه فلزات در عمل سوخت و ساز بدن وارد شده و عمل متابولیزم را مختل می‌نمایند. در میان فلزات سنگین، مسمومیت با سرب، مس، کادمیوم (سرطان ریه، پروستات و کلیه) و روی بسیار خطرناک است و اثرات جدی بر سیستم عصبی، کلیه و خون دارند و همچنین منجر به فشار خون بالا نیز می شوند. سرب منجر به کاهش میزان بهره هوشی و تاخیر در یادگیری و رشد ذهنی فیزیکی کودکان و بزرگسالان می‌شود (۱۲-۱۰). به لحاظ اهمیت و نقش این فلزات بر سلامتی، مطالعات مختلفی در شهرهای مختلف بر محیط های آبی گوناگون انجام شده است. به عنوان مثال مطالعه انجام شده در تهران که غلظت مس و سرب را در نمونه های آب آشامیدنی تعیین کردند نشان داد که میزان مس در حد مطلوب، اما غلظت سرب اندکی از حد استاندارد بالاتر بود (۱). در پژوهش رجایی بر آب های زیرزمینی دشت علی آباد کتول که فلزات کروم، کادمیوم، روی، سرب و آرسنیک اندازه گیری شد، نتایج بیانگر این بود که رابطه آماری معنی داری بین غلظت فلزات اندازه گیری شده و استاندارد ملی و بین المللی وجود ندارد (۱۰). شهر مشهد دارای کارخانه ها و کارگاه های مختلف صنعتی در اطراف خود می باشد و از آنجایی که تمامی شهر مجهز به شبکه جمع آوری فاضلاب نبوده، این امر می تواند احتمال ورود ترکیبات مضر از جمله فلزات سنگین به منابع آبی را افزایش دهد.

با توجه به اهمیتی که فلزات سمی در منابع آبی دارند، هدف از انجام این مطالعه اندازه گیری و تعیین غلظت فلزات سمی کادمیوم، کروم (VI) و سرب در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر مشهد و مقایسه آن ها با مقادیر استاندارد ملی و رهنمودهای جهانی بود.

روش کار

در این مطالعه مقطعی که در بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ صورت پذیرفت به منظور اطمینان از پوشش شهر برای نمونه برداری مراکز بهداشتی درمانی تحت پوشش مرکز بهداشت شهر مشهد که تمامی شهر مشهد را شامل می شود، به عنوان ایستگاه نمونه برداری انتخاب شدند. از آنجایی که در مشهد در فصل بهار بارندگی بیشتری رخ می دهد، در این مطالعه بهار را به عنوان فصل پر بارش و تابستان را به علت عدم بارندگی یا بارندگی ناچیز و همچنین اوج مصرف آب ساکنین و زائران ورودی به شهر، به عنوان فصل کم آبی (کم بارش) انتخاب شدند و در آنالیز داده ها مقایسه بین میانگین غلظت فلزات سنگین در این دو فصل مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری ها به صورت ماهیانه و در یکی از ۱۰ روز پایانی ماه مورد نظر صورت گرفت. بنابراین کل نمونه ها در ۶ مرحله جمع آوری شدند. تعداد نقاط مورد نمونه برداری در هر مرحله ۳۰ ایستگاه و از هر ایستگاه (شیر آب) در مرحله اول ۳ نمونه (جهت کسب نتایجی با اطمینان بیشتر) و در مراحل بعدی یک نمونه برداشت شد. در نهایت پس از ۶ مرحله نمونه برداری (فصول بهار و تابستان) تعداد ۱۸۰ نمونه برداشت شد. با توجه به معیارهای ورود (انجام شدن نمونه برداری و انتقال به آزمایشگاه طبق روش استاندارد) و خروج مطالعه (خروج نمونه های مخدوش شده بر اثر شکستگی و یا سایر عوامل) به علت خطای انسانی ۱۲ درصد نمونه ها از مطالعه خارج گردید و تعداد ۱۵۸ نمونه مورد پایش قرار گرفت. روش نمونه برداری و نگهداری نمونه ها بر اساس روش های استاندارد صورت گرفت (۱۳). نمونه ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی VARIAN مدلAA240FS با کوره اتمایزر GTA120، دانشکده بهداشت مشهد توسط یک نفر مورد آزمایش قرار گرفت و تعیین غلظت شد. به منظور بررسی ارتباط بین غلظت فلزات و pH، میزان این پارامتر هنگام نمونه برداری نیز اندازه

گیری شد. بعد از آن داده ها با استفاده از نرم افزار آماری spss و با توجه به نرمال بودن داده ها، با آزمون های One sample t- test، همبستگی، آنالیز واریانس یکطرفه و تی زوجی در سطح معنی داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند؛ نتایج به دست آمده با استانداردهای ملی و بین‌المللی رهنمود WHO و استاندارد EPA (Environmental Protection Agency) مقایسه گردید.

یافته‌ها

میانگین غلظت و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب موجود در نمونه‌های آنالیز شده در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول فوق، تمامی نمونه ها در هر ۶ ماه دارای میانگین غلظت پایین تر از رهنمود WHO و حداکثر مجاز ایران برای کادمیوم ۳ و کروم ۵۰ میکروگرم بر لیتر و همچنین پایین تر از حداکثرسطح غلظت و حداکثر سطح غلظت هدف استاندارد EPA که برای کادمیوم ۵ و برای کروم

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار عناصر اندازه گیری شده

ماه	فلز سنگین	تعداد نمونه	انحراف معیار ± میانگین (میکروگرم بر لیتر)
فروردین	کادمیوم	۳۱	۱/۱۰±۰/۸۲
	کروم	۳۱	۱۲/۶± ۱/۶
	سرب	۳۱	۹/۸± ۸/۶
اردیبهشت	کادمیوم	۵۵	۱/۰± ۱/۰۲
	کروم	۵۵	۱۰/۵± ۱/۲
	سرب	۵۵	۱۰/۶± ۷/۱۹
خرداد	کادمیوم	۲۶	۱/۰± ۱/۳۱
	کروم	۲۶	۱۰/۵± ۱/۴۹
	سرب	۲۶	۱۱/۴± ۵/۵۱
تیر	کادمیوم	۲۱	۱± ۰/۸۲
	کروم	۲۱	۱۶± ۲/۲۶
	سرب	۲۱	۱۴/۱± ۱/۱۱
مرداد	کادمیوم	۱۰	۰/۹± ۰/۵۷
	کروم	۱۰	۷/۱۰± ۵/۶۴
	سرب	۱۰	۱۳/۹± ۱/۳۲
شهریور	کادمیوم	۱۵	۱/۱± ۰/۶۵
	کروم	۱۵	۶/۴± ۴/۹۸
	سرب	۱۵	۱۴/۲± ۱/۱۸
کل نمونه ها ۱۵۸			

۱۰۰ میکروگرم بر لیتر بیان شده است، بودند. در مورد فلز سرب غلظت آن تنها در ماه فروردین از حد استانداردهای مذکور کمتر است ولی در سایر ماه ها از رهنمود WHO و حداکثر مجاز ایران (۱۰ میکرو گرم بر لیتر) و از حداکثر سطح غلظت هدف استاندارد EPA (میکرو گرم بر لیتر) بیشتر است ولی از حداکثر سطح غلظت EPA (۱۵ میکرو گرم بر لیتر)کمتر است. لازم به ذکر است که با وجود اختلاف اندک میانگین غلظت سرب در هر یک از ماه های بهار و تابستان با استاندارد، این اختلاف معنی دار نبود.

اختلاف میانگین منفی سرب و کروم در جدول ۲ نشان دهنده این است که میانگین غلظت این دو فلز در فصل تابستان بیشتر از بهار بوده است.با توجه به مقادیر p تنها اختلاف میانگین بین میزان سرب در فصل بهار و تابستان معنی دار بود (p= ۰/۰۳). آنالیز داده ها برای یافتن ارتباط بین نوع آب (زیرزمینی، سطحی و مخلوطی از سطحی و زیرزمینی) و غلظت فلزات سنگین نشان داد که رابطه آماری معنی دار بین این پارامترها برقرار نبود. میانگین pH در فصل بهار با نوع آب از رابطه معنی داری برخوردار بود (p< ۰/۰۰۱) (جدول ۳).

بحث و نتیجه گیری

همان طور که بیان گردید بین فلزات اندازه گیری شده تنها غلظت سرب مقداری از حد استاندارد ایران و WHOبالاتر بود و در مرز استاندارد EPA قرار داشت که احتمالاً به علت غلظت سرب در مناطقی بوده است که از سیستم آبرسانی قدیمی و فرسوده برخوردار بوده اند، در نتیجه امکان نشت عناصر سازنده لوله که سرب یکی از آن هاست، به داخل آب بسیار محتمل می‌باشد. و نیز میزان آن در فصل تابستان بیشتر بود که با توجه به اینکه در فصل تابستان میزان جریان آب کمتری در شبکه آبرسانی جریان دارد ولی میزان پتانسیل نشت سرب از لوله ثابت است، بنابراین در ازای حجم کمتر آب غلظت بالاتری حاصل می شود. البته فلز کروم نیز وضعیت مشابه با سرب دارد زیرا در تابستان اندکی افزایش داشته است، در حالی که فلز کادمیوم قدری کاهش در

جدول ۲- مقایسه میانگین فلزات سنگین اندازه گیری شده در فصول بهار و تابستان

گروه		تعداد	انحراف معیار± میانگین (میکروگرم بر لیتر)	نتیجه آزمون	
کادمیوم	بهار	۱۹	۱/۱± ۱/۰۸	P=۰/۶۳	t=۰/۴۸۷
	تابستان	۱۹	۱± ۰/۵۲		
	اختلاف میانگین		۰/۱ ±۱/۱۸		
کروم	بهار	۱۹	۱۱/۵۰± ۱۰/۳۷	P= ۰/۷۳	t=−۰/۴۴
	تابستان	۱۹	۱۲/۱± ۱۷/۱۱		
	اختلاف میانگین		−۱/۵±۱۸/۵۲		
سرب	بهار	۱۹	۹/۳± ۳/۹۸	P= ۰/۰۳	t=−۲ /۳
	تابستان	۱۹	۱۴/۶± ۹/۳۸		
	اختلاف میانگین		−۵/۳۰± ۹/۶۷		

تابستان را نشان داده است. در مورد غلظت فلز کروم در منابع آبی طی مطالعات مختلف ثابت شده است که بسته به غلظت کروم در بافت خاک منطقه و میزان نشت آن دارد؛ همان طور که در مطالعات زمین شناسی چشمه های استان کردستان این مسئله اثبات گردید. مطالعه ای که توسط سواری با عنوان بررسی پتانسیل نشت فلزات سنگین و خوردگی در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اهواز در سال ۱۳۸۶ انجام شد، میانگین غلظت شش مرحله فلزات سرب، کادمیم، روی، مس، آهن و منگنز را به ترتیب ۸/۴۸، ۰/۹۷، ۳۱۸۰، ۱۶۸، ۲۵۷ و ۳۰/۶ میکروگرم بر لیتر در آب مصرفی بود و بیانگر این مطلب بود که شبکه های آب شهری اهواز، دارای پتانسیل خوردگی و نشت این فلزات به درون آب آشامیدنی هستند (۱۴). نتایج مطالعه حاضر در مورد سرب با مطالعه کریم پور که درسال ۱۳۷۹ درشبکه آب آشامیدنی شهر همدان انجام شد تنها از لحاظ بالا بودن از حد استاندارد ایران همخوانی دارد چرا که در آن مطالعه میانگین (انحراف معیار) غلظت سرب، کادمیوم، کروم به ترتیب ۰/۵۱۴ (۰/۲۸۱)، ۰/۱۱۸ (۰/۱۶۹)، ۰/۱۰۷ (۰/۱۰۵) میلی گرم در لیتر بوده است (۱۵) که در مقایسه با اندکی تجاوز غلظت سرب از استاندارد در این مطالعه خیلی بالاتر از حد استاندارد بوده است. از طرفی دیگر نتایج این مطالعه در مورد فلز سرب با مطالعه ای که در زنجان توسط نوری و همکاران بر روی آب چاه های مجاور کارخانه سرب و روی زنجان در سال ۱۳۸۷ صورت گرفته بود همخوانی دارد چرا که غلظت سرب در این مطالعه نیز بالاتر ازحد استاندارد (۵۰ میکروگرم بر لیتر) بوده است. البته در مطالعه نوری از استاندارد ۱۳۷۶ ایران استفاده شده بود در حالی که با در نظر گرفتن استاندارد جدید علاوه بر اینکه سرب و کادمیوم به ترتیب در ۵۹ و ۵۳ درصد نمونه ها بالاتر از حد رهنمودی WHO بوده ، بلکه دارای غلظتی بالاتر از حد استاندارد ملی وEPA نیز بوده است (۱۶). با وجود متفاوت بودن محل اخذ نمونه ها در این دو مطالعه (چاه و شیر آب) می توان این طور استنباط کرد که فلز سرب علاوه بر پتانسیل نشت دارای قابلیت انتقال زیادی از طریق بافت خاک نیز می باشد.

در پژوهشی که قائمی و همکارانش در مورد آب آشامیدنی تهران در سال ۱۳۸۳ انجام دادند نشان دادند که غلظت سرب بالاتر از حد استاندارد مطلوب (صفر) ایران ۱۳۷۹ بود (۱). در مطالعه رجایی و همکارانش که در سال ۱۳۹۰ بر روی آب چاه های شرب دشت علی آباد کتول انجام شد، رابطه آماری معنی داری بین غلظت فلزات اندازه گیری شده و استاندارد ملی و بین المللی مشاهده نکردند. این مطالعه در فصل بهار و پاییز صورت گرفت و میانگین غلظت های سرب و کادمیوم و کروم فصل بهار آن پایین تر از مقادیر به دست آمده در این مطالعه می باشد که با توجه به اینکه مطالعه رجایی بر روی چاه های شرب منطقه روستایی بود این اختلاف طبیعی به نظر می رسد (۱۰).

میران زاده و همکارانش با مطالعه بر شبکه آب آشامیدنی کاشان در سال ۱۳۸۹ نشان دادند که

جدول۳- ارتباط بین نوع آب و غلظت فلزات سنگین و pH اندازه گیری شده

پارامتر	نوع آب	تعداد	انحراف معیار± میانگین (میکروگرم بر لیتر)	نتیجه آزمون	
میانگین غلظت	زیرزمینی	۲۲	۱/۲± ۱/۰۷	P=۰/۲۴۸	F=۱/۴۹
کادمیوم بهار	سطحی	۲۶	۰/۸± ۰/۵۴		
	مخلوط	۷	۰/۸± ۰/۲۳		
	کل	۵۵	۱ ±۰/۷۹		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۹	۰/۹± ۰/۴	P=۰/۰۶۲	F=۳/۱۸
کادمیوم تابستان	سطحی	۱۳	۱/۲± ۰/۵۷		
	مخلوط	۳	۰/۴± ۰/۰۲۵		
	کل	۲۵	۱± ۰/۵۲		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۲۲	۱۲/۹± ۱۲/۰۳	P=۰/۲۳	F=۱/۵
کروم بهار	سطحی	۲۶	۹/۱± ۱۲/۱		
	مخلوط	۷	۵± ۲/۵		
	کل	۵۵	۱۰/۱± ۱۱/۴۹		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۹	۸± ۴/۷	P=۰/۲۶۱	F=۱/۴۲
کروم تابستان	سطحی	۱۳	۱۶/۴± ۱۹/۶۸		
	مخلوط	۳	۳/۲± ۱/۲۲		
	کل	۲۵	۱۱/۸±۱۵ /۰۸		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۲۲	۹/۲± ۴/۷	P=۰/۴۲	F=۰/۸۷
سرب بهار	سطحی	۲۶	۱۰/۹۰± ۵/۲۷		
	مخلوط	۷	۹/۴۰± ۱/۶۹		
	کل	۵۵	۱۰/۰± ۴/۷		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۹	۱۲/۲±۶/۱۶	P=۰/۶۶	F=۰/۴۱
سرب تابستان	سطحی	۱۳	۱۵/۸± ۱۲/۳۳		
	مخلوط	۳	۱۲/۳± ۳/۸۴		
	کل	۲۵	۱۴/۱± ۹/۶۶		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۲۲	۷/۸۰± ۰/۰۸	P<۰/۰۰۱	F=۱۲/۹۱
pH بهار	سطحی	۲۶	۷/۸۰± ۰/۱۸		
	مخلوط	۷	۸/۱± ۰/۰۱۹		
	کل	۵۵	۷/۹± ۰/۱۶		
میانگین غلظت	زیرزمینی	۹	۸/۴± ۰/۲	P=۰/۱۵	F=۲/۰۳۵
pH تابستان	سطحی	۱۳	۸/۱± ۰/۵		
	مخلوط	۳	۸± ۰/۲		
	کل	۲۵	۸/۲± ۰/۴۱		

غلظت فلزات پایین تر از استانداردها می باشد و خطری برای سلامتی مصرف کنندگان ندارد (۱۷). در مطالعه میلر و همکارانش که بر آب و سبزی و خاک حوضه آبریز ریوپولکومویا بولیویا در سال ۲۰۰۳ انجام شد، تنها یک قسمت از این منطقه غلظت بالاتر از استاندارد سرب و کادمیوم را دارا بود (۸). در پژوهشی که توسط کاوکار در سال ۲۰۰۹ با عنوان ارزیابی ریسک دریافت فلزات سنگین از طریق آب بر سلامت انسان انجام گرفت از ۱۰۰ نمونه گرفته شده فلزات کروم، مس، منگنز، نیکل، و روی در ۵۰ ٪ از نمونه ها شناسایی شد. غلظت نیکل و آرسنیک در بیش از ۲۰ ٪ و ۵۸ ٪ از نمونه ها، مطابق با استانداردهای مربوطه به دست آمد (۱۸). همچنین در مطالعه ای که توسط تاماسی در سال ۲۰۰۴ با عنوان بررسی غلظت فلزات سنگین آب های آشامیدنی کوه آمیاتا انجام شد، آنالیز نمونه های جمع آوری شده نشان داد که به طور کلی غلظت عناصر بسیار پایین تر از حد مجاز بوده است (۱۹) که غلظت کادمیوم و کروم در مطالعه کنونی نیز از وضعیت مشابه با این مطالعه برخوردار بود. در بررسی آلودگی فلزات خطرناک در سیستم های آبیاری و آب آشامیدنی در مجاورت منطقه زغال سنگ معدن در شمال غربی بنگلادش که توسط بویان و همکارانش در سال ۲۰۱۰ انجام شد نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که بیش از ۵۰ درصد آب‌های زیر زمینی آلوده بودند (۲۰).

در مطالعه برگ و همکارانش که در سال ۲۰۰۷

به بررسی آلودگی منابع آب در دشت های دلتای مکانگ پرداختند، آنالیز نمونه ها نشان داد که میزان آرسنیک در۳۷ درصد چاه ها از رهنمود WHO بالاتر بوده است (۱۱). در بررسی میزان فلزات سنگین در آب های ساحلی استان بوشهر در سال ۱۳۷۹، که توسط امیدی انجام شد، میزان شش فلز سنگین شامل روی، مس، نیکل، کادمیم، سرب و آهن، اندازه گیری گردید و میانگین سالانه به دست آمده برای فلزات فوق به ترتیب برابر با: ۸۳/۹، ۲۱/۹۵، ۱۷/۹۶، ۲۶/۳۴، ۳/۲۵ و ۱۱۳/۸۲ میکروگرم در لیتر بوده است، که در کلیه فصول میزان دو فلز سرب، مس، روی، آهن، نیکل و کادمیم در دو فصل بهار و تابستان از حد مجاز بالاتر بوده است. از طرفی مقایسه ضرایب همبستگی میان نوسانات غلظت این فلزات با فاکتورهای شوری، pH، اکسیژن محلول و درجه حرارت نشان داد که درجه حرارت و اکسیژن نسبت به سایر عوامل، در این تغییرات غلظتی موثرتر بوده اند (۲۱). در مطالعه کنونی نیز به بررسی ارتباط غلظت فلزات و pH پرداخته شد، که ارتباط معکوس بین این دو پارامتر امری طبیعی است چون هر چه pH پایین تر باشد فلزات بیشتری حل می شوند و در اندازه گیری غلظت کمتری حاصل می شود.

با توجه به نتایج می توان این طور گفت که در حال حاضر آب آشامیدنی مشهد از نظر غلظت فلزات کادمیوم و کروم از کیفیت خوبی برخوردار است ولی در مورد سرب باید اقدامات لازم از قبیل تعویض لوله های فرسوده شبکه، استفاده از لوله های فاقد سرب و... به عمل آید. البته بنا بر اهمیتی که این فلزات دارند و با توجه به گسترش روزافزون جمعیت و صنایع و آلودگی بیشتر لازم است تا پایش مستمر آن ها در آب و سایر مواد مصرفی انسان شامل سبزیجات و آبزیان طبق فواصل زمانی استاندارد صورت گیرد، ضمن اینکه سایر فلزات نیز اندازه گیری شوند. با توجه به نتایج به طور کلی صرف نظر از نوع فلز، نوع آب مخلوط سطحی و زیرزمینی از تعادل غلظتی مناسبی برخوردار است. پیشنهاد می شود در بعضی منابع که بنابر بافت خاک منطقه دارای غلظت بالاتری از این فلزات هستند در صورت امکان از اختلاط با آبی با غلظت کمتر استفاده شود تا بدین ترتیب دوز دریافتی توسط مصرف کنندگان و از تجمع آن در زنجیره غذایی و اکوسیستم جلوگیری به عمل آید. در این مطالعه محققین نتوانستند به مطالعه زمین شناسی منابع تامین آب آشامیدنی بپردازند، امید است در پژوهش های بعدی توسط سایر محققین این امر لحاظ شود.

محدودیت ها: در صورتی که شبکه آب شهری مشهد از الگوی ثابت توزیع برخوردار بود، با امکان حذف نقاط با تغذیه مشترک این پژوهش با هزینه و زمان کمتری انجام می شد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد ۸۹۷۸۹ است. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از گروه مهندسی بهداشت محیط و حرفه ای مرکز بهداشت استان خراسان رضوی - به ویژه مهندس یوسف علی پزشک و خانم نادیا کیا دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط که در جمع آوری نمونه ها کمک شایانی کردند، اعلام می دارند.

منابع

1. Ghaemi P, Rostami Hozouri S, Ghaemi A. Determination of lead & copper in drinking waters in Tehran. JEnviron Stu. 2005;(36):27-32.

2. Rabani M, Ashtiani A, Sharif A. The measurement of heavy metal (Ni.Pb.Hg) pollution in sediments of the Persian Gulf/operational area Assaluyeh. JExp Pro. 2008;53-8.

3. Shahriari A. Measurement of Heavy Metals (Cd,Cr,Pb,Ni) in the edible tissue of Persian Gulf 's fish (Frenzy and Red snapper). JGUMS .2005;7(2):65-70.

4. Lesmana SO, Febriana N, Soetaredjo FE, Sunarso J, Ismadji S. Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater. Bioch Eng J. 2009;44(1):19-41.

5. Zhao X, Höll WH, Yun G. Elimination of cadmium trace contaminations from drinking water. IWA. 2002;36(4):851-8.
6. Khan S, Cao Q, Zheng YM, Huang YZ, Zhu YG. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. Environ Pollut. 2008;152(3):686-92.
7. Cheng S, Grosse W, Karrenbrock F, Thoennessen M. Efficiency of constructed wetlands in decontamination of water polluted by heavy metals. Ecol. Eng. 2002;18(3):317-25.
8. Miller JR, Hudson-Edwards KA, Lechler PJ, Preston D, Macklin MG. Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Río Pilcomayo basin, Bolivia. Scie.Tot.Env. 2004;32،(2-3):189-209.
9. Özmen H, KülahcI F, ÇukurovalI A, Dogru M. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (ElazIg, Turkey). Chemosphere. 2004;55(3):401-8.
10. Rajaei Q, Pourkhabbaz A, Motlagh SH. Assessment of Heavy Metals Health Risk of Groundwater in Ali Abad Katoul Plian. NKhMJ. 2012;4(2):155-62.
11. Buschmann J ,Berg M, Stengel C, Winkel L, Sampson ML, Trang PTK, et al. Contamination of drinking water resources in the Mekong delta floodplains: Arsenic and other trace metals pose serious health risks to population. Environ. Int. .2008;34(6):756-64.
12. Kumar M, Kumar A, Singh S, Mahajan RK, Walia TPS. Uranium content measurement in drinking water samples using track etch technique. Rad Measur. 2003;36(1-6):479-81 .
13. APHA A, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater.21st ed. Washington DC, USA: American Public Health Association 2005.
14. Savari G, Hagigifard NJ, Hasani AH, Khorramabadi GS. Survey of Heavy Metals leaching potential and corrosion in drinking water net work of Ahvaz. WWJ. 2007;18(4):16-24.
15. Karimpour M, SHariat M. Assessment of heavy metals of drinking water network in Hamadan, 2000. SJHUMS. 2000; 3:44-7.
16. Mohammadian M, Nouri J, N A, .J A, Nourani M. Investigation of Heavy Metals Concentrations in the Water Wells Close to Zanjan Zinc and Lead Smelting Plant. Iran J Health Environ. 2008;1:51-6.
17. Miranzadeh MB, Mahmoodzadeh AA, Hasanzadeh M, Bigdeli M. Concentrations of Heavy Metals in Kashan Water Distribution Network in 2010. A Hea J. 2010;2(3):58-68.
18. Kavcar P, Sofuoglu A, Sofuoglu SC. A health risk assessment for exposure to trace metals via drinking water ingestion pathway. Int J Hyg Environ Hea. 2009; 212(2): 216-27
19. Tamasi G, Cini R. Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy). Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena. Sci Tot Environ. 2004;327(1-3):41-51.
20. Bhuiyan MAH, Islam MA, Dampare SB, Parvez L, Suzuki S. Evaluation of hazardous metal pollution in irrigation and drinking water systems in the vicinity of a coal mine area of northwestern Bangladesh. J Haz Mat.2010;179(1-3): 1065-77.
21. Omidi s. Assessment of heavy metals in coastal waters of Bushehr Province. IrJFS. 2000; 9(3):35-48.

Survey of heavy metals concentration in Mashhad drinking water in 2011

Hossein Alidadi, PhD. Associate Professor of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. alidadih@mums.ac.ir
***Roya Peiravi,** MSc. Department of Environment Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran (*Corresponding author). peyravir1@mums.ac.ir
Ali Akbar Dehghan, MSc.PhD Student of Environment Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. dehghanaa1@mums.ac.ir
Mohammad Vahedian, PhD.Instructor of Health Education, Department of Public Health and Management, School of Health, Health Sciences Research Center Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. vahedianm@mums.ac.ir
Hamideh Moalemzade Haghighi, Pharm D. School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. moalemzadehh1@mums.ac.ir
AminReza Amini, MSc student of Biostatistics, Department of Biostatistics and Epidemioligy, School of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. aminiar901@mums.ac.ir

Abstract

Background: Heavy metals are one of the compounds that can enter the water sources through different ways. Consumption of heavy metals in amounts that exceed standard levels is associate with risks such as toxicity and carcinogenesis and development of disease..This study was carried out to determine heavy metals concentration (Cr,Cd &Pb) in Mashhad drinking water and its comparison with national and international standards.
Methods: This cross study was done in spring and summer 2011, samples were collected from different points of urban drinking water network according to the standard methods, and tested by atomic absorption spectrophotometeric method. Health centers were selected as sampling stations because they cover the entire city.Data were analysed by SPSS and One-way ANOVA, Paired t- test and One sample t- test on the significant level $p<0.05$.
Results: Cadmium (Cd) and Chrome (Cr) concentrations did not exceed national and international standards, only Lead (Pb) concentration was slightly higher than standard level in some areas and its mean difference in spring and summer was significant ($p=0.03$), while this difference was not significant for Cr and Cd. There was no significant correlation between the metals concentrations and water sources.
Conclusions: It seems the old water pipes can lead to an increase in metals concentrations particularly Pb in some areas of the city since that Cr&Cd concentrations in whole and Pb concentration in major areas were lower than the standard. There for, due to cumulative effects of these metals, it is necessary to conduct needful measures by responsible agencies.

Keywords: Drinking water, Heavy metals concentration, Spectrophotometeric method