دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال بیست و دوم، شماره ۶، صفحه ۴۱۴ - ۴۰۲ (بهمن و اسفند ۱۳۹۸)

Iran South Med J 2020; 22(6): 402-414

بررسی تأثیر دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بر غلظت فلزات آب آشامیدنی شهر اهواز

محمد ولایت‌زاده (MSc)[1*]، خوشناز پاینده (PhD)[2]

[1] گروه ایمنی صنعتی، دانشکده فنی و مهندسی، مؤسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران
[2] گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

(دریافت مقاله: ۹۸/۵/۱- پذیرش مقاله: ۹۸/۷/۲۳)

چکیده

زمینه: برخی فلزات در واکنش‌های زیستی و سوخت و ساز بدن انسان نقش مهمی دارند که کمبود این عناصر و غلظت‌های بالای آن‌ها سبب بیماری و مسمومیت می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی غلظت فلزات آب ورودی و خروجی تصفیه آب خانگی در سال ۱۳۹۷ در شهر اهواز انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع توصیفی ـ مقطعی بود. نمونه‌برداری آب از منازل مسکونی ۴ منطقه مختلف شهر اهواز انجام شد و در نهایت ۲۴ نمونه آب ورودی و ۲۴ نمونه آب خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام شد. سنجش فلزات به روش طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی و ترکیب آن با طیف سنجی جرمی انجام شد. جهت تعیین فلزات مورد مطالعه از دستگاه ICP-OES مدل Varian 710-ES ساخت کشور آمریکا استفاده گردید.

یافته‌ها: بالاترین میزان فلز مربوط به کلسیم (۱۴۶/۳۹ میلی‌گرم در لیتر) و پایین‌ترین مقدار مربوط به کبالت (۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر) بود. الگوی غلظت فلزات در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب به صورت زیر به دست آمد: کلسیم > سدیم > منیزیم > پتاسیم > آهن > روی > مس > منگنز > کروم = کبالت. مقادیر فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی، آهن، منگنز، مس، کبالت و کروم در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب کمتر از مقادیر به دست آمده در آب ورودی بود.

نتیجه‌گیری: غلظت فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی، آهن، منگنز، مس، کبالت و کروم در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران، سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بود. با توجه به نتایج، دستگاه‌های تصفیه آب خانگی سبب کاهش فلزات سنگین می‌شوند.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، دستگاه تصفیه آب خانگی، اهواز، آب آشامیدنی

* اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

Email: mv.5908@gmail.com
***ORCID: 0000-0002-8981-4646**

مقدمه

در میان بسیاری از آلاینده‌های موجود در محیط زیست، فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌ها برای موجودات زنده هستند که به علت پایداری و تجمع زیستی در زنجیره غذایی اهمیت بالایی دارند (۳-۱). ورود فلزات سنگین به منابع آب از طرق مختلف و افزایش غلظت آن‌ها، باعث ایجاد مخاطراتی از قبیل مسمویت و سرطان زایی در بدن موجودات زنده می‌شود (۴). فلزات سنگین برای بدن انسان بسیار مضر هستند چون هیچ مکانیسم دفعی مؤثری در بدن ندارند (۵). این عناصر به‌طور غیرمستقیم با مصرف گیاهانی که در خاک‌های آلوده رشد می‌کنند و به طور مستقیم از طریق استنشاق و مصرف آب آلوده بر سلامتی تأثیر می‌گذارند (۶).

تأثیرات زیانبار فلزات سنگین بر سلامتی انسان از جهات مختلف به اثبات رسیده است و مواجهه با این دسته از آلاینده‌ها موجب مسمومیت‌های حاد و مزمن و همچنین بیماری‌های مختلف از جمله اختلالات عصبی، برهم خوردن تعادل هورمون‌ها، اختلالات تنفسی و قلبی، کاهش حافظه، انواع سرطان و سرانجام مرگ می‌شود (۷). این آلاینده‌ها با بروز خطرات بهداشتی مانند کاهش رشد کودکان، بیماری‌های کلیوی، سرطان و سایر آثار نامطلوب، بیشترین تأثیر را در سلامت شهروندان دارند (۸). فلزات سنگین پس از ورود به بدن انسان دیگر از بدن دفع نشده، بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌گردند که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود (۹ و ۱۰). همچنین در معرض قرارگیری فلزات سنگین تهدیدهای جدی مانند نارسایی کلیه، کبد، بیماری‌های قلبی و عروقی و حتی مرگ را نیز به دنبال خواهد داشت (۱۱ و ۱۲).

عمده‌ترین تأثیر فلزات سنگین مربوط به بروز اختلالات عصبی و تخریب سیستم ایمنی است (۱۵-۱۳).

فلزات سنگین به صورت طبیعی در مواد مادری خاک وجود دارند، اما منابع اصلی انسانی فلزات در خاک و محیط زیست، معدن کاوی و ذوب فلزات، فعالیت‌های کشاورزی، لجن فاضلاب، احتراق سوخت‌های فسیلی، کارخانه‌ها و صنایع فلزدار، دفع زباله، استفاده و دفع مواد فلزی و الکتریکی، تولید برق، صنایع تولید مواد شیمیایی می‌باشد (۱۶ و ۱۷). قرار داشتن بسیاری از صنایع بزرگ شهرها و کشورها در کنار رودخانه‌ها و منابع آب شهری از جمله معادن، کارخانجات ذوب فلزات، عکاسی، صنایع روکشکاری، آب نقره، صنعت چاپ و رنگ‌سازی به دلیل نیاز فراوان این صنایع به آب موجب آلودگی منابع آبی می‌گردد و از منابع غیرصنعتی آب‌های آلوده حاصل از آبزی‌پروری، کاربرد کودهای شیمیایی در مزارع کشاورزی، مواد سمی جامد و مایع برای مبارزه با حشرات می‌باشد (۱۸ و ۱۹). صنایع مختلفی از قبیل معادن فلزی تا کامپیوتر و الکترونیک، کارخانجات تولید کود شیمیایی، رنگرزی، نساجی، تولید سلاح و نیروگاه‌های حرارتی، صنایع نفت و پتروشیمی، صنایع فولاد و لوله‌سازی، بیمارستان‌ها و کشتارگاه‌های دام و طیور در ایجاد آلودگی‌های فلزات سنگین نقش دارند (۲۰).

فلزات سنگین از راه‌های مختلف وارد محیط زیست می‌شوند. این آلاینده‌ها به هوا، خاک و در نهایت اکوسیستم‌های آبی وارد می‌شوند. ورود فلزات سنگین به آب‌ها نتیجه دو منشاء فعالیت‌های انسانی و فرآیندهای طبیعی در محیط زیست می‌باشد (۲۱). آلودگی آب با فلزات سنگین از آلاینده‌های جدی محیط زیست به شمار می‌روند که به طرق مختلف و متعدد با منشاء طبیعی و انسانی به محیط زیست وارد می‌شوند و

از فراوانی بالایی در محیط‌های طبیعی برخوردار بوده است (۲۲ و ۲۳).

در تحقیقی گزارش شد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر اردبیل کارآیی بسیار بالایی در حذف پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دارند و با توجه به اینکه اغلب پارامترهای آب شهری زیر حد استاندارد آب آشامیدنی ایران قرار دارد، استفاده از این دستگاه‌ها الزامی نمی‌باشد، زیرا اکثر غلظت پارامترها را تا زیر حد استاندارد کاهش می‌دهند و به نوعی باعث کاهش طعم آب و کاهش غلظت فلوراید به زیر حد استاندارد می‌شوند (۲۴). همچنین دستگاه‌های تصفیه‌کن آب خانگی منجر به کاهش شوری و املاح و بهبود طعم آب و کاهش جزیی اسیدیته آب و اسیدی شدن آن می‌شود (۲۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از این دستگاه‌های تصفیه آب نه تنها موجب ارتقاء سلامت و بهداشت و کاهش بیماری‌ها نمی گردد، بلکه امکان افزایش برخی بیماری‌ها در اثر مصرف بلند مدت آب این دستگاه‌ها نیز وجود دارد (۲۶).

با افزایش میزان مواد محلول آب‌ها و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی و ورود آلاینده‌ها به منابع آب مصرفی و آشامیدنی، استفاده از سیستم‌های تصفیه آب خانگی در سال‌های اخیر رواج بسیار زیادی در جوامع شهری و روستایی ایران یافته است. نیاز روزانه آب شهری در اهواز از طریق آب رودخانه کارون تأمین می‌شود که پس از انتقال آب رودخانه به تصفیه‌خانه‌های آب شهر اهواز آب با روش‌های انعقاد و ته‌نشینی، فیلتراسیون و کلرزنی تصفیه و وارد شبکه توزیع می‌گردد (۲۷ و ۲۸).

استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی برای ارتقای سطح سلامتی خانواده و افزایش کیفیت آب آشامیدنی در بیشتر کشورهای پیشرفته با استقبال خوبی از طرف مردم مواجه شده است. در سال‌های اخیر در ایران نیز مردم با این سیستم‌ها و مزایای آن آشنا شده‌اند و دستگاه‌های تصفیه آب جایگاه خود را در منازل شهروندان پیدا کرده‌اند. در حال حاضر در کشور ایران در مناطق مختلف از جمله استان‌های سمنان، خراسان شمالی، خوزستان، مرکزی، اصفهان، اردبیل، بوشهر، هرمزگان، مازندران، ایلام، تهران و آذربایجان شرقی استفاده از دستگاه تصفیه آب خانگی رایج می‌باشد و بسیاری از مردم به دلیل پایین بودن کیفیت میکروبی و شیمیایی یا شور بودن آب از این دستگاه‌ها استفاده می‌کنند (۲۹ و ۳۰).

کارایی سیستم‌های تصفیه آب خانگی در از بین بردن آلاینده‌ها متفاوت است. یون‌های بزرگ با کارایی بیشتری نسبت به یون‌های کوچک حذف می‌شوند و یون‌های دو ظرفیتی با کارآیی بیشتری نسبت به یون‌های تک ظرفیتی از بین می‌روند. کارایی این نوع سیستم‌ها به غشای مورد استفاده، ترکیبات شیمیایی آب، سن دستگاه‌ها بستگی دارد (۳۱ و ۳۲). در سیستم‌های تصفیه آب خانگی اکثر املاح موجود در آب حذف می‌شوند و از غشاء عبور نمی‌کنند و با عملکرد مناسب، آب تصفیه شده حاوی غلظت املاح کمتری است (۳۳ و ۳۴).

شهر اهواز مرکز استان خوزستان یکی از کلان شهرهای مهم کشور ایران است که در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. اهمیت این شهر به دلیل تمرکز بالای جمعیت و دسترسی مناسب به سایر مراکز جمعیتی در منطقه جلگه‌ای و کوهستانی خوزستان و تمرکز سفره‌های نفت در محدوده این شهر می‌باشد (۳۵).

با توجه به اهمیت موضوع آب آشامیدنی و تحقیقات متعدد در زمینه بررسی کارایی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب

در شهرهای مختلف ایران، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بر غلظت فلزات آب آشامیدنی شهر اهواز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش توصیفی ـ مقطعی به منظور بررسی غلظت فلزات آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در سال ۱۳۹۷ در شهر اهواز انجام شد.

نمونه‌برداری آب از منازل مسکونی ۴ منطقه مختلف شهر اهواز (منطقه ۱: محدوده تصفیه خانه کوت عبداله، منطقه ۲: محدوده تصفیه خانه گلستان، منطقه ۳: محدوده تصفیه خانه کیان آباد، منطقه ۴: محدوده تصفیه خانه ملی راه) انجام شد و در نهایت ۲۴ نمونه آب ورودی و ۲۴ نمونه آب خروجی مورد آزمایش قرار گرفت. به طور کلی از هر منطقه ۶ منزل مسکونی به صورت تصادفی انتخاب شد. قبل از نمونه‌برداری آب، بطری‌های نمونه‌برداری شیشه‌ای به وسیله اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شدند. در هنگام نمونه‌برداری بطری‌ها با آب مقطر شستشو شدند و سپس با آب محل نمونه‌برداری نیز شستشو داده شدند و بعد از آن ۲۵۰ میلی‌لیتر در هر ظرف نمونه آب برداشت شد (۳۶). سیستم‌های تصفیه آب خانگی مورد استفاده در منازل، اسمز معکوس سه مرحله‌ای تا شش مرحله‌ای بود که این مراحل به ترتیب شامل پیش فیلترهای الیافی پلی پروپیلنی ۵ میکرونی، کربن فعال، میکروفیلتر ۱ میکرونی، اسمز معکوس، کربن فعال نهایی و در بعضی موارد، رزین‌های تبادل یونی و فیلترهای افزاینده مواد معدنی بود. نمونه‌برداری از نزدیک‌ترین شیر آب به سیستم تصفیه (شیر آب سینک ظرفشویی) و شیر آب خروجی دستگاه تصفیه انجام شد (۳۰).

سنجش فلزات به روش طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی (ICP) و ترکیب آن با طیف سنجی جرمی (ICP-MS) انجام شد. جهت تعیین فلزات مورد مطالعه از دستگاه ICP-OES مدل Varian 710-ES ساخت کشور آمریکا استفاده گردید. این روش دارای حساسیت، حد تشخیص و مزاحمت‌های طیفی و شیمیایی کمتری نسبت به سایر روش‌های نشری است. برای قرائت دقیق مقادیر عناصر با دستگاه ابتدا مقدار سه غلظت مختلف از محلول استاندارد هر عنصر تهیه و این محلول استاندارد با دستگاه قرائت شد. با استفاده از میزان جذب هر یک از محلول‌های استاندارد در غلظت‌های مختلف، برای هر فلز به طور جداگانه منحنی کالیبراسیون رسم شد و سپس غلظت دقیق هر عنصر در نمونه‌ها با قرار دادن در معادله درجه اول منحنی کالیبراسیون تهیه شده، محاسبه گردید. محدوده غلظت هر منحنی به گونه‌ای انتخاب شد که در برگیرنده غلظت‌های مختلف موجود در نمونه‌ها باشد (۳۷).

در این تحقیق آزمایش‌ها به صورت تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۲۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای مقایسه میانگین فلزات بین مناطق مختلف با سطح اطمینان ۹۵ درصد (P=۰/۰۵) از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین عناصر بین آب ورودی و خروجی از آزمون تی (t) و برای مقایسه میانگین فلزات با استانداردهای مختلف از آزمون دانکن (Duncan) استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف بررسی شدند. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel ویرایش ۲۰۰۷ استفاده گردید.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار فلزات در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی چهار منطقه در شهر اهواز

در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی، آهن، منگنز، مس، کبالت و کروم در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کمتر از مقادیر به‌دست آمده در آب ورودی بود. بالاترین میزان مربوط به فلز سدیم (۱۴۶/۳۹ میلی‌گرم در لیتر) و پایین‌ترین مقدار مربوط به کبالت (۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر) بود. میانگین میزان کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، آهن، منگنز و مس در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بین مناطق چهارگانه مورد مطالعه شهر اهواز اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، اما درمورد میزان آهن، کبالت و کروم بین مناطق اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین میزان کلسیم و پتاسیم به ترتیب در منطقه ۳ و ۱ به‌دست آمد. بالاترین میزان سدیم، پتاسیم و روی در منطقه ۴ مشاهده شد و بالاترین میزان آهن، منگنز و مس در منطقه ۱ بود. پایین‌ترین میزان سدیم و روی در منطقه ۱ و پایین‌ترین میزان منیزیم و مس در منطقه ۲ و پایین‌ترین میزان آهن و منگنز در منطقه ۴ به‌دست آمد. میزان کبالت و کروم در بین مناطق چهارگانه مورد مطالعه در شهر اهواز تفاوت چشمگیری نداشت و در دامنه ۰/۰۰۴–۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر بودند (جدول ۱).

جدول ۱) میانگین و انحراف معیار (Mean±SD) غلظت فلزات (میلی‌گرم در لیتر) در آب آشامیدنی ورودی و خروجی تصفیه آب خانگی ۴ منطقه شهر اهواز، ۱۳۹۷

فلزات	Mean	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ۴	
	SD	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
کلسیم	میانگین	۱۴۳/۶۵	۱۲/۸۷	۱۴۴/۸۵	۲۱/۷۳	۱۴۶/۱۴	۳۴/۷۷	۱۴۴/۵۲	۳۳/۸۵
	انحراف معیار	۲۳/۵۹	۱/۲۵	۲۱/۶۴	۱/۶۵	۲۵/۴۸	۱/۷۷	۲۲/۹۵	۲/۰۶
پتاسیم	میانگین	۳/۹۲	۱/۶۳	۴/۵۱	۲/۴۱	۴/۸۸	۲/۴۶	۴/۰۹	۲/۴۰
	انحراف معیار	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۰۵
منیزیم	میانگین	۲۶/۴۹	۴/۵۳	۲۶/۱۷	۲/۶۱	۲۶/۶۲	۷/۵۱	۲۶/۷۲	۷/۶۳
	انحراف معیار	۱/۱۲	۰/۲۴	۱/۳۲	۰/۰۳	۱/۶۹	۰/۵۵	۲/۰۲	۰/۴۵
سدیم	میانگین	۱۳۹/۳۵	۲۰/۴۷	۱۴۱/۱۱	۲۸/۹۶	۱۴۵/۸۲	۶۱/۶۲	۱۴۶/۳۹	۶۳/۴۲
	انحراف معیار	۱۸/۳۲	۱/۲۵	۲۰/۲۵	۱/۶۷	۲۷/۸۷	۲/۹۶	۲۴/۵۴	۳/۶۹
روی	میانگین	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۱۴	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۳۶	۰/۱۵
	انحراف معیار	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
آهن	میانگین	۰/۱۱۵	۰/۰۶۵	۰/۱۱۲	۰/۰۴۶	۰/۱۰۵	۰/۰۵۱	۰/۱۰۱	۰/۰۴۲
	انحراف معیار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
منگنز	میانگین	۰/۰۵۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۷
	انحراف معیار	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۳
مس	میانگین	۰/۰۹۵	۰/۰۳۵	۰/۰۶۷	۰/۰۲۲	۰/۰۷۸	۰/۰۲۵	۰/۰۸۶	۰/۰۲۹
	انحراف معیار	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱
کبالت	میانگین	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
کروم	میانگین	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

ورودی و خروجی: منظور آب ورودی و خروجی به دستگاه تصفیه آب خانگی می‌باشد.

در این پژوهش غلظت فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی، آهن، منگنز، مس، کبالت و کروم در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کمتر از حداکثر حد مجاز استاندارد ملی ایران (ISIRI)،

سازمان بهداشت جهانی (WHO) و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) بود. مقایسه میانگین غلظت فلزات در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی با حداکثر آستانه مجاز استانداردهای ملی و بین‌المللی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲) مقایسه غلظت فلزات (میلی‌گرم در لیتر) در آب آشامیدنی ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر اهواز با حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی

فلزات (میلی‌گرم بر لیتر)	میانگین آب ورودی	میانگین آب خروجی	استاندارد ملی ایران (ISIRI)	سازمان بهداشت جهانی (WHO)	حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)	سطح معنی‌دار (P=۰/۰۵)
کلسیم	۱۴۴/۷۹	۲۵/۸۰	۲۵۰	۲۰۰	۲۰۰	P<۰/۰۵
پتاسیم	۴/۳۵	۲/۲۲	–	۱۲	–	P<۰/۰۵
منیزیم	۲۶/۵۰	۵/۵۷	۳۰	۱۵۰	۱۵۰	P<۰/۰۵
سدیم	۱۴۳/۱۶	۴۳/۶۱	۲۰۰	–	–	P<۰/۰۵
روی	۰/۳۰	۰/۱۳	۱۵	۱۵	۵	P<۰/۰۵
آهن	۰/۱۰۸	۰/۰۵۱	۰/۳	۱	۰/۳	P<۰/۰۵
منگنز	۰/۰۴۲	۰/۰۱۰	۰/۴	۰/۵	–	P<۰/۰۵
مس	۰/۰۸۱	۰/۰۲۷	۱	۱/۵	–	P<۰/۰۵
کبالت	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	–	P<۰/۰۵
کروم	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۵	۰/۵	۰/۰۵۵	P<۰/۰۵

درصد حذف فلزات در جدول ۳ ارائه شده است. بازده حذف فلزات نشان دهنده میزان حذف فلزات در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی می‌باشد. میانگین میزان فلزات در آب ورودی با آب خروجی اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، فقط در میزان روی، کبالت و کروم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). غلظت فلزات مورد مطالعه در آب خروجی کمتر از آب ورودی بود. الگوی غلظت فلزات در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب به صورت زیر به دست آمد: کلسیم > سدیم > منیزیم > پتاسیم > آهن > روی > مس > منگنز > کروم = کبالت. (جدول ۳).

جدول ۳) مقدار بازده حذف فلزات و مقایسه آماری میانگین فلزات (میلی‌گرم در لیتر) آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر اهواز ۱۳۹۷

فلزات (میلی‌گرم بر لیتر)	میانگین آب ورودی	میانگین آب خروجی	بازده حذف (درصد)	سطح معنی‌دار (p=0.05)	p-Value
کلسیم	۱۴۴/۷۹±۲۴/۳۵^{a}	۲۵/۸۰±۱/۷۶^{b}	۱۷/۸۱	(P<۰/۰۵)	۰/۰۲۴
پتاسیم	۴/۳۵±۰/۰۷^{a}	۲/۲۲±۰/۰۶^{b}	۵۱/۰۳	(P<۰/۰۵)	۰/۰۱۳
منیزیم	۲۶/۵۰±۱/۰۴^{a}	۵/۵۷±۰/۱۱^{b}	۲۱/۰۱	(P<۰/۰۵)	۰/۰۳۶
سدیم	۱۴۳/۱۶±۲۹/۷۶^{a}	۴۳/۶۱±۲/۸۹^{b}	۳۰/۴۶	(P<۰/۰۵)	۰/۰۱۲
روی	۰/۳۰±۰/۰۰۴^{a}	۰/۱۳±۰/۰۰۲^{a}	۴۳/۳۳	(P<۰/۰۵)	۰/۰۱۵
آهن	۰/۱۰۸±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۵۱±۰/۰۰۳^{b}	۴۷/۲۲	(P<۰/۰۵)	۰/۰۲۲
منگنز	۰/۰۴۲±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۱۰±۰/۰۰۱^{b}	۲۳/۸۰	(P<۰/۰۵)	۰/۰۴۱
مس	۰/۰۸۱±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲^{b}	۳۳/۳۳	(P<۰/۰۵)	۰/۰۱۱
کبالت	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۱^{a}	۶۶/۶۶	(P<۰/۰۵)	۰/۰۱۶
کروم	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱^{a}	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۱^{a}	۶۶/۶۶	(P<۰/۰۵)	۰/۰۴۲

حروف غیرهمنام (a و b) در هر ردیف اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

بحث

غلظت فلزات مورد مطالعه در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب کمتر از آب ورودی بود. با توجه به اینکه مقادیر فلزات در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب کاهش یافته است، بنابراین به نظر می‌رسد که روش اسمز معکوس و استفاده از این نوع غشاها در حذف فلزات از نمونه‌ها کاربرد بسیار خوبی دارد. دلیل عمده اختلاف مناطق مختلف این است که طول مسیر سیستم توزیع آبرسانی شهری، می‌تواند در این امر مؤثر باشد. زمان نمونه‌گیری نیز در این امر دخالت دارد و چنانچه نمونه‌ها در ساعات اولیه صبح برداشته شده باشند حاوی فلزات بیشتری خواهند بود (۳۸).

به طور کلی بیشتر تحقیقات انجام شده درمورد دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در خصوص پارامترهای شیمیایی، میکروبی و عناصر ضروری بوده است و کارایی حذف فلزات سنگین کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مقادیر کبالت و کروم بسیار ناچیز بود و کمتر از حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی به دست آمد. آثار سوء کروم در انسان در کوتاه مدت التهاب و سوزش دهان، بینی، ریه‌ها و التهاب پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب دیدن کلیه‌ها و کبد می‌باشد. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی حدود ۹۳ تا ۹۸ درصد کروم از طریق غذا و ۱/۹ تا ۷ درصد از راه آب وارد بدن می‌شود (۳۸). مقادیر بالای عنصر کبالت ممکن است باعث صدمه زدن به قلب و سیستم عصبی شود (۳۹).

مقادیر عناصر روی و مس در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نیز کمتر از حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی بود. روی یکی از فراوان‌ترین عناصر در پوسته زمین است که در مقادیر کم عنصری لازم برای بدن می‌باشد. مصرف کوتاه مدت 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. استاندارد ثانویه روی برای آب آشامیدنی ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر است که میزان بیش از این مقدار باعث ایجاد رنگی گچی و مزه بدی در آب می‌گردد. مس عنصری ضروری برای سوخت وساز ارگانیزم‌های زنده می‌باشد، اما با این وجود مقادیر زیاد آن باعث ایجاد مسمومیت می‌گردد. ورود مس به بدن می‌تواند از طریق تنفس کردن، غذا خوردن، آشامیدن یا حتی تماس با آب و خاک و یا موادی که حاوی مس می‌باشد انجام گیرد. کودکان زیر یک سال نسبت به مس حساس‌تر هستند (۳۸ و ۴۰). مس به عنوان عنصر ضروری در ساختمان اریتروسیت‌ها و پروتئین سروپلاسمین پلاسمای خون وجود دارد. متالوتیونین یک پروتئین ذخیره‌ای حاوی ترکیبات فلز مس است. تعدادی از آنزیم‌ها مانند سیتوکروم اکسیداز، آسکوربیک اسیداکسیداز و اوریکاز حاوی مس می‌باشند. از آنجا که مس به مقدار زیادی در غذا وجود دارد، بنابراین بعید است که کمبود آن در انسان دیده می‌شود، اما در اطفال که به‌طور منحصر بفرد از شیر مادر استفاده می‌کنند ممکن است کمبود مس دیده شود. مس یک فاکتور سودمند در آهن درمانی اطفال مبتلا به کم خونی غذایی است. جذب زیاد مس در انسان باعث خوردگی شدید مخاطی، آسیب گسترده مویرگی، تغییرات نکروزی کبدی و کلیوی، دستگاه گوارشی و سیستم عصبی مرکزی می‌شود (۴۱ و ۴۲).

آهن و منگنز نیز در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نیز کمتر از حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی بود. آهن یک عنصر ضروری در تغذیه انسان است. این عنصر در تعدادی از پروتئین‌های مهم بیولوژیک از قبیل هموگلوبین و سیتوکرم‌ها و همچنین

در بسیاری از آنزیم‌های اکسید ـ احیایی وجود دارد. حداقل نیاز روزانه آهن ۷ تا ۱۴ میلی‌گرم بسته به سن و جنس تخمین زده می‌شود. زنان باردار ممکن است نیاز به بیش از ۱۵ میلی‌گرم در روز داشته باشند. متوسط نیاز روزانه ۱۰ میلی‌گرم در نظر گرفته می‌شود (۴۳). فلز منگنز به مقدار بسیار کم در بدن انسان یافت می‌شود. منگنز در پایه‌ریزی بافت همبند چربی و کلسترول، استخوان‌ها، عوامل لختگی خون و پروتئین نقش دارد. این ماده همچنین برای عملکرد طبیعی مغز مفید است (۴۴). اثرات منگنز تا حدی شبیه به بیماری پارکینسون است، زیرا اثرات این بیماری تا زمان از دست رفتن تعداد زیادی از سلول‌های مغز به تأخیر می‌افتد (سلول‌هایی که دوپامین تولید می‌کنند)، به همین جهت افرادی که در معرض آلودگی منگنز قرار دارند احتمال ظهور پارکینسون در آنان در مراحل زودتری نسبت به افراد عادی ظاهر می‌شود. اثرات سمی منگنز از طریق تنفسی از قرن نوزدهم شناخته شده است، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان، منگنز را در گروه عناصر سرطان‌زا طبقه‌بندی نکرده‌اند (۴۵).

میزان کلسیم در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کمتر از حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی بود و در بین فلزات سنگین مورد مطالعه بیشترین مقدار را داشت. کلسیم در غالب آب‌های طبیعی یافت می‌شود و میزان آن بستگی به گونه سنگی دارد که از آن گذر می‌نماید. در ضمن، حداکثر مقدار قابل قبول کلسیم بر حسب ۷۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (۴۱ و ۴۳).

عنصر منیزیم بعد از عناصر کلسیم و سدیم بیشترین مقادیر را در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی داشت و مقادیر این عنصر کمتر از حد مجاز استانداردهای ملی و جهانی بود. منیزیم یکی از عناصر معمول آب می‌باشد که باعث تشکیل نمک‌های قابل حل در آب می‌گردد. مقدار منیزیم در استاندارد جهانی برای آب شرب حدود ۳۰ میلی‌گرم در لیتر ذکر شده است (۴۶ و ۴۷).

سدیم بعد از کلسیم بیشترین مقدار را در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی داشت. پتاسیم از نظر کمیت چهارمین عنصر موجود در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی به دست آمد. بر اساس طبقه‌بندی کیفی آب شولر، چنانچه میزان سدیم آب کمتر از ۱۱۵ میلی‌گرم در لیتر باشد، جهت مصرف شرب و آشامیدن مناسب و قابل قبول می‌باشد که با نتایج این تحقیق برای آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی هم‌خوانی دارد. میانگین میزان سدیم، کلر و فلوئور در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر بجنورد به ترتیب ۴۵/۶۱ و ۱۵/۲۸، ۱۶۶/۴۶ و ۳۵/۴۶، ۰/۸۷ و ۰/۲۷ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است که نشان دهنده کاهش مقادیر عناصر بود (۴۸) و با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

در یک مطالعه بر روی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی شهر اهواز گزارش شده که پارامترهای اسیدیه و هدایت الکتریکی در حد مطلوب از آب حذف شدند، اما مقادیر فاکتورهایی نظیر فلوراید، نیترات، سختی کل و کلراید در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نسبت به آب ورودی کاهش یافتند (۲۷). در تحقیق دیگری در شهر اراک مقادیر منیزیم، کلسیم، سولفات، نیترات و بی‌کربنات در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کاهش داشته است (۲۶). بررسی بر روی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی شهر اردبیل نشان داد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کارایی بسیار بالایی در حذف پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب (سدیم، کلسیم،

منیزیم، پتاسیم، کلراید، سولفات، نیترات، نیتریت و فلوراید) دارند و معمولاً پارامترهای آب شهری زیر حد استاندارد آب آشامیدنی ایران می باشد (۲۴). دهقان‌زاده و همکاران، نیز نشان دادند که فلزات سنگین سرب و مس موجود در آب لوله‌کشی منازل به وسیله دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کاهش می‌یابند (۴۹). نتایج مطالعات بیان شده با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. همچنین می‌توان چنین استنباط کرد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی می‌توانند به خوبی و در حد مطلوب پارامترهای شیمیایی و فلزات سنگین را در آب خروجی نسبت به آب ورودی کاهش دهند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی غلظت فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیم، سدیم، روی، آهن، منگنز، مس، کبالت و کروم در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران، سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بود. با توجه به نتایج دستگاه‌های تصفیه آب خانگی تأثیر چشمگیری بر کاهش فلزات دارند. مطالعات مختلف نشان داده که استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نه تنها موجب ارتقاء سلامت و بهداشت و کاهش بیماری‌ها نمی‌گردد، بلکه امکان افزایش برخی بیماری‌ها در اثر مصرف بلند مدت آب این دستگاه‌ها نیز وجود دارد. عناصر فلزی در ترکیب مواد غذایی به دو گروه فلزات ضروری (کروم، کبالت، روی، مس، منگنز، آهن) و غیرضروری (سرب، کادمیوم و جیوه) طبقه‌بندی می‌شوند (۵۰). حضور فلزات غیرضروری، حتی در مقادیر کم، منجر به اختلالات متابولیک یا بیماری می‌شوند (۵۱ و ۵۲) و حذف املاح مفید از آب همچون کلسیم، منیزیم، فلوراید، کربنات، بی‌کربنات ممکن است موجب بیماری در انسان گردد. درست است که این مواد به مقدار زیادی کاهش می‌یابند، اما بیشتر دستگاه‌های جدید در مرحله پنجم بعد از تصفیه نهایی برخی از این املاح محلول مثل فلوراید را به آب تصفیه شده اضافه می‌کنند. عدم توجه به تعویض به موقع فیلترها در شرایط عدم حضور کلر باعث تجمع مواد روی فیلترها و رشد باکتری و حتی ایجاد طعم و بوی خاص می‌گردد (۲۷-۲۵). **هم**چنین کنترل و پایش مداوم کیفیت آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی توسط سازمان‌های ذیربط و ارائه آموزش‌های لازم به متصدیان دستگاه‌ها در خصوص بهداشت و کیفیت آب و شست وشوی مداوم غشاها نیز لازم و ضروری به نظر می‌رسد (۳۷).

توصیه می‌گردد که از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی صرفاً برای مناطقی که آب آن‌ها شور یا لب شور می‌باشد، مورد استفاده قرار گیرند (۲۶).

سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز شهرکرد (معتمد سازمان محیط‌زیست) جناب آقای احمدی و همکاران ایشان و کارشناسان اجرایی آزمایشگاه بابت حمایت و همکاری‌های بی‌دریغ جهت سنجش و آنالیز فلزات سنگین اعلام می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Nyarko B, Dampare S, Serfor-Armah Y, et al. Bio Monitoring in the Forest Zone of Ghana: the Primary Results Obtained Using Neutron Activation Analysis and Lichens. *Int J Environ Pollut* 2008; 32(4): 467-76.

2.Ebrahimpour M, Pourkhabbaz A, Baramaki R, et al. Bioaccumulation of Heavy Metals in Freshwater Fish Species, Anzali, Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2011; 87(4): 386-92.
3.Rozic PZ, Dolenec T, Bazdaric B, et al. Element Levels in Cultured and Wild Sea Bass (Dicentrarchus labrax) and Gilthead Sea Bream (Sparus aurata) from the Adriatic Sea and Potential Risk Assessment. Environ Geochem Health 2014; 36(1): 19-39.
4.Canli M, Atli G. The Relationships Between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species. Environ Pollut 2003; 121(1): 129-36.
5.Ghosh AK, Bhatt MA, Agrawal HP. Effect of Longterm Application of Treated Sewage Water on Heavy Metal Accumulation in Vegetables Grown in Northern India. Environ Monit Assess 2012; 184(2): 1025-36.
6.Apostoae L, Iancu OG. Heavy Metal Pollution in the Soils of Iaşi City and the Suburban Areas (Romania). Studia Univ Babes Bolyai Geol 2009; (Special Issue 16): 142-6.
7.Pathak AK, Yadav S, Kumar P, et al. Source Apportionment and Spatial-Temporal Variation in the Metal Content of Surface Dust Collected from an Industrial Area Adjoining Dehli, India. Sci Total Environ 2013; 443: 662-72.
8.Saeedi M, Li LY, Salmanzadeh M. Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Pollution and Ecological Risk Assessment in Street Dust of Tehran. J Hazard Mater 2012; 227-228: 9-17.
9.Naji A, Ismail A, Kamrani E, et al. Correlation of MT Levels in Livers and Gills with Heavy Metals in Wild Tilapia (Oreochromis Mossambicus) from the Klang River, Malaysia. Bull Environ contam toxicol 2014; 92(6): 674-9.
10.World Health Organization. Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations. 3th ed. Geneva: WHO, 2004, 1-550.
11.Al-Busaidi M, Yesudhason P, Al-Mughairi S, et al. Toxic Metals in Commercial Marine Fish in Oman with Reference to National and International Standards. Chemosphere 2011; 85(1): 67-73.
12.Rahman MS, Molla AH, Saha N, et al. Study on Heavy Metals Levels and Its Risk Assessment in Some Edible Fishes From Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. Food Chem 2012; 134(4): 1847-54.
13.Mendil D, Uluozlu OD, Hasdemir E, et al. Determination of Trace Metal Levels in Seven Fish Species in Lakes in Tokat, Turkey. Food Chem 2005; 90(1-2): 175-9.
14.Mishra KP. Lead Exposure and its Impact on Immune System: A Review. Toxicol in Vitro 2009; 23(6): 969-72.
15.Johnson FO, Atchison WD. The Role of Environmental Mercury, Lead and Pesticide Exposure in Development of Amyotrophic Lateral Sclerosis. Neurotoxicology 2009; 30(5): 761-5.
16.Madrid L, Diaz-Barrientos E, Madrid F. Distribution of Heavy Metal Contents of Urban Soils in Parks of Seville. Chemosphere 2002; 49(10): 1301-8.
17.Al-Khashman OA. Heavy Metal Distribution in Dust, Street Dust and Soils from the Work Place in Karak Industrial Estate, Jordan. Atmos Environ 2004; 38(39): 6803-12.
18.Shabankareh fard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of Physical, Chemical and Microbial Quality of Distribution Network Drinking Water in Bushehr, Iran. Iran South Med J 2015; 17(6): 1223-35. (Persian)
19.Eaton A, Clesceri L, Rice W. Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water. 21th ed. Washington Dc: American Public Health Association, 2005.
20.World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. Incorporating the First and Second Addenda,Volume 1 Recommendations, 3th ed. Geneva: WHO, 2008.
21.Harguinteguy CA, Cirelli AF, Pignata ML. Heavy Metal Accumulation in Leaves of Aquatic Plant Stuckenia Filiformis and Its Relationship with Sediment and Water in the

Suquia River (Argentina). Microchem J 2014; 114: 111-8.
22.Van Keer I, Bronders J, Verhack J, et al. Limitations in the Use of Compound-Specific Sstable Isotope Analysis to Understand the Behaviour of a Complex BTEX Groundwater Contamination Near Brussels (Belgium). Environ Earth Sci 2012; 66(2): 457-70.
23.Vrhovnik P, Arrebola JP, Serafimovski T, et al. Potentially Toxic Contamination of Sediments, Water and Two Animal Species in Lake Kalimanci, FYR Macedonia: Relevance to Human Health. Environ Pollut 2013; 180: 92-100.
24.Sadigh A, Nasehi F, Fataei E, et al. Investigating the Efficiency of Home Water Treatment Systems to Reduce or Eliminate Water Quality Parameters in the City of Ardabil in 1392. J Health 2015; 6(4): 458-69. (Persian)
25.Miranzadeh MB, Rabbani D. Chemical Quality Evaluation for the Inlet and Outlet Water Taken from of the Desalination Plants Utilized in Kashan During 2008. J Kashan Univ Med Sci 2010; 14(2): 120-5. (Persian)
26.Rajaei MS, Salemi Z, Karimi B, et al. Effect of Household Water Treatment Systems on the Physical and Chemical Quality of Water in 2011-2012. J Arak Univ Med Sci 2013; 16(3): 26-36. (Persian)
27.Bayatzadeh M, Mohammadi Rouzbahani M, Zekavati R. Evaluation of the Efficiency of Domestic Water Treatment Systems in Ahwaz, 2013. J Water Sci Eng 2014; 4(9): 51-62. (Persian)
28.Nourmoradi H, Karami N, Karami S, et al. Investigation on the Effect of Household Water Treatment Plants on the Drinking Water Quality of Ilam City. J Environ Health Eng 2017; 5(1): 57-64. (Persian)
29.Pourjamali R, Khalili Sadrabad E, Hashemi SA, et al. Evaluation of Point-of-Use Drinking Water Treatment Systems Efficiency in Reducing or Removing Physicochemical Parameters and Heavy Metals. J Environ Health and Sustainable Dev 2019; 4(1): 717-26.
30.Ebrahimi SM, Dehghanzadeh Reihani R, Shiri Z, et al. Bacteriological Quality of Water Produced by Household Water Treatment Devices. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(130): 8-18. (Persian)
31.Shih MC. An Overview of Arsenic Removal by Pressure-DrivenMembrane Processes. Desalination 2005; 172(1): 85-97.
32.Slotnick MJ, Meliker JR, Nriagu JO. Effects of Time and Point-of-Use Devices on Arsenic Levels in Southeastern Michigan Drinking Water, USA. Sci Total Environ 2006; 369(1-3): 42-50.
33.Clifford D, Subramonian S, Sorg TJ. Water-Treatment Processes. 3. Removing Dissolved Inorganic Contaminants from Water. Environ Sci Technol 1986; 20(11): 1072-80.
34.Nitzsche KS, Lan VM, Trang PT, et al. Arsenic Removal from Drinking Water by a Household Sand Filter in Vietnam-Effect of Filter Usage Practices on Arsenic Removal Efficiency and Microbiological Water Quality. Sci Total Environ 2015; 502: 526-36.
35.Karimian B, Landi A, Hojati S, et al. Physicochemical and Mineralogical Characteristics of Dust Particles Deposited in Ahvaz City. Iran J Soil Water Res 2016; 47(1): 159-73. (Persian)
36.American Public Health Association. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. Washington DC: American Public Health Association, 1998.
37.Sakan SM, Dordevic DS, Manojlovic DD, et al. Assessment of Heavy Metal Pollutants Accumulation in the Tisza River Sediments. J Environ Manage 2009; 90(11): 3382-90.
38.Nahid P, Moslehi P. Heavy Metals Concentrations on Drinking Water in Different Aeras of Tehran as ppb and Methods of Remal Them. J Food Sci Technol 2008; 5(16): 29-35. (Persian)
39.Asghari Saraskanrood S, Doolatshahi Z, Pour Ahmad M. The Effect of Heavy Metals on Khorramabad Water Quality Obtained Using Standards (National, World Health

Organization and EPA). Hydrogeomorphology 2017; 3(9): 21-41. (Persian)
40.Berlin M. Handbook of the Toxicology of Metals. In: Nordberg G, Fowler B, Nordberg M, editors. 4th ed. London: Elsevier, 1985, 376-405.
41.World Health Organization. Trace Elements in Human Nutrition and Health. Geneva: WHO, 1996, 1-361.
42.Massaro E. Handbook of Human Toxicology. Boca Raton: CRC Press, 1997.
43.Schumann K. Safety Asoects of Iron in Food. Ann Nutr Metab 2001; 45(3): 91-101.
44.Lall SP, Halver JE. Fish Nutrition. 2nd ed. New York: Academic Press, 1989, 219-257.
45.Askary Sary A, Velayatzadeh M. Heavy metals in aquatics. 1st ed. Ahvaz: Islamic Azad University Ahvaz Publication, 2014, 380. (Persian)
46.Ozden O. Seasonal Differences in the Trace Metal and Macrominerals in Shrimp (Parapenaus longirostris) from Marmara Sea. Environ Monit Assess 2010; 162(1-4): 191-9.
47.Javaheri Baboli M, Velayatzadeh M. Determination of Heavy Metals and Trace Elements in the Muscles of Marine Shrimp, Fenneropenaeus Merguiensis from Persian Gulf, Iran. J Anim Plant Sci 2013; 23(3): 786-91.
48.Tavangar A, Naimi N, Alizade H, et al. Evaluation of Water Treatment Systems' Performance Available in Bojnurd Ciry During 2013. J North Khorasan Uni Med Sci 2014; 5(5): 1107-19. (Persian)
49.Dehghanzadeh R, Talebzadeh N, Taghipour H, et al. Evaluation Impact of Point of Use (POU) Household Water Treatment Devices (HWTDs) Application on Tap Water Quality and Determine the Removal Efficiency of THMs and HAAs. Desalin Water Treat 2018; 105: 62-72.
50.Arfaeinia H, Ranjbar Vakil Abadi D, Seifi M, et al. Study of Concentrations and Risk Assessment of Heavy Metals Resulting From the Consumption of Agriculture Product in Different Farms of Dayyer City, Bushehr. Iran South Med J 2016; 19(5): 839-54. (Persian)
51.Haghshenas A, Hatami-manesh M, Mirzaei M, et al. Measurement and Evaluation of Ecological Risk of Heavy Metals in Surface Sediments of Pars Special Economic Energy Zone. Iran South Med J 2017; 20(5): 448-69. (Persian)
52.Keshmiri S, Pordel S, Raeesi A, et al. Environmental Pollution Caused by Gas and Petrochemical Industries and Its Effects on the Health of Residents of Assaluyeh Region, Irani-an Energy Capital: A Review Study. Iran South Med J 2018; 21(2): 162-85. (Persian)

Original Article

Effect of Household Water Treatment on the Concentration of Heavy Metals of Drinking Water in Ahvaz City

M. Velayatzadeh (MSc)[1*], Kh. Payandeh (PhD)[2]

[1] Department of Industrial Safety, School of Engineering, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran

[2] Department of Soil Science, School of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran

(Received 23 Jul, 2019 Accepted 15 Oct, 2019)

Abstract

Background: Some metals play an important role in biological reactions and metabolism of human body. Low and high concentrations of these elements can cause diseases and poisoning. This study was carried out in order to investigate the concentration of metals in inlet and outlet water of households in Ahvaz city, Iran in 2018.

Materials and Methods: This was a cross-sectional descriptive study. Water samples were taken from four different residential areas of Ahvaz city and finally 24 samples of inlet water and 24 samples of outlet water were tested. Experiments were performed with three replications. Heavy metals were measured by inductively coupled plasma spectroscopy and combined with mass spectrometry. In order to determine the amount of the mentioned heavy metals, ICP-OES (Varian 710-ES) was used .

Results: The highest concentration belonged to calcium (146.39 mg/L) and the lowest concentration belonged to cobalt (0.001 mg/L). The concentration pattern of heavy metals in the inlet and outlet water of the purification devices was as follows: calcium> sodium> magnesium> potassium> iron> zinc> manganese> chromium= cobalt. The values of calcium, potassium, magnesium, zinc, iron,manganese, copper, cobalt and chromium in the water outlet water were less than the obtained values in the input water.

Conclusion: Concentrations of heavy metals calcium, potassium, magnesium, sodium, zinc, iron, manganese, copper, cobalt and chromium in the inlet and outlet of domestic water purifiers were lower than the national standard of Iran, the World Health Organization and the US Environmental Protection Agency. According to the results, home water purifiers reduce heavy metals.

Keywords: Heavy metals, Household water treatment, Ahvaz City, Drinking water

©Iran South Med J.All right sreserved

Cite this article as: Velayatzadeh M, Payandeh Kh. Effect of Household Water Treatment on the Concentration of Heavy Metals of Drinking Water in Ahvaz City.Iran South Med J 2020; 22(6): 402-414

Copyright © 2020 Velayatzadeh, et al This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[*]*Address for correspondence:* Young researchers and Elite Club, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran
Email: mv.5908@gmail.com
*ORCID: 0000-0002-8981-4646