

## Evaluation of Heavy Metals Pollution (Copper, Lead, Zinc, Cadmium, Iron and Manganese) in Drinking Water Resources of Nurabad, Lorestan in 2013

Tabandeh L<sup>1</sup>, Dargahi A<sup>2</sup>, Mohammadi M<sup>3</sup>, Azizi A<sup>4</sup>, Shams Khorramabadi Gh\*<sup>1</sup>

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Lorestan University of Medical Sciences, Khorram Abad, Iran.

2. PhD Student in Environmental Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

3. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

4. Social Medicine Specialist, Assistant Professor of Social Medicine, Faculty of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

\* *Corresponding author.* Tel: +989188336782 Fax: +986633412309 E-mail: drshamsgh@gmail.com

Received: 14 Dec, 2015 Accepted: 16 Feb, 2016

### ABSTRACT

**Background & objective:** Healthy water may be contaminated by some pollutants including heavy metals while passing from supply resources to consuming points. Therefore, the aim of the study was to evaluate contamination of Nurabad water resources to heavy metals (copper, lead, zinc, cadmium, iron, and manganese) in 2013.

**Methods:** In this cross-sectional study, water samples were collected from 7 wells and 2 storage tanks supplying Nurabad drinking water for 6 months (from autumn to winter). Heavy metals such as copper, lead, zinc, cadmium, iron, and manganese were quantified using atomic absorption spectroscopy and electrical conductivity; sulfate, chloride and total dissolved solids were measured in accordance with standard methods. Data were analyzed by SPSS 19.

**Results:** Results indicated that the concentration of studied metals in water sources was lower than the national and World Health Organization standards. Concentrations of some metals were higher than the standard levels in the water supply system. Moreover, the results showed that the concentrations of studied heavy metals were higher in winter than the autumn.

**Conclusion:** Generally, the concentration of studied heavy metals in water resources of Nurabad city was lower than the national and World Health Organization standards and there is no health risk for water consumers. However, due to presence of high concentration of these metals in water distribution network, the heavy metals concentration in drinking water of this region should be monitored regularly by authorized organizations.

**Keywords:** Heavy Metals; Drinking Water Resources; Chemical Pollution; Nurabad Lorestan.

# ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان نورآباد لرستان

لیلا تابنده<sup>۱</sup>، عبدالله درگاهی<sup>۲</sup>، میترا محمدی<sup>۳</sup>، علی عزیزی<sup>۴</sup>، قدرت اله شمس خرم آبادی<sup>۱\*</sup>

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران ۲. دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران ۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران ۴. گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران  
\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۸۳۳۶۷۸۲ فکس: ۰۶۶۳۳۴۱۲۳۰۹ ایمیل: drshamsgh@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** رشد صنعتی و توسعه اقتصادی منجر به ورود روز افزون انواع مختلف ترکیبات شیمیایی خطرناک از جمله فلزات سنگین به محیط زیست و منابع آبی گشته است. لذا هدف از این تحقیق ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین (مس، سرب، روی) در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان نورآباد لرستان در سال ۱۳۹۲ بود.

**روش کار:** این مطالعه توصیفی مقطعی از پاییز تا زمستان سال ۱۳۹۲ بر روی ۷ حلقه چاه منابع تأمین آب شرب و ۲ مخزن تأمین آب شهرستان نورآباد صورت پذیرفت. فلزات سنگین مس، سرب و روی توسط دستگاه جذب اتمی و پارامترهای هدایت الکتریکی، سولفات، کلراید و کل جامدات محلول مطابق روش استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده ها با کمک نرم افزار SPSS-19 انجام شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که غلظت فلزات مس، روی و سرب در منابع تأمین آب پایین تر از مقادیر استانداردهای ملی و سازمان بهداشت جهانی بوده است. غلظت سرب در مخزن آب شماره ۲ بیش از مقادیر مجاز استاندارد بود. غلظت فلزات مورد بررسی در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز بدست آمد.

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه موید این است که در زمان مطالعه منابع آب شرب شهرستان نورآباد جهت تامین آب آشامیدنی از لحاظ فلزات اندازه گیری شده منبع مطمئنی است. پیشنهاد میگردد که سنجش فلزات سنگین به ویژه سرب به طور متوالی در منطقه انجام شود.

**واژه های کلیدی:** مس، سرب، روی، منابع آب شرب، نورآباد

دریافت: ۹۴/۹/۲۳ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۷

## مقدمه

آلودگی محیط زیست به آلاینده های خطرناکی همچون فلزات سنگین متعاقب گسترش شهرنشینی و توسعه صنعت، به صورت یک معضل جهانی بروز نموده است (۱). در دهه های اخیر منابع تامین کننده آب آشامیدنی جوامع بشری نیز از این مشکل مصون نمانده و در معرض انواع آلاینده های زیست محیطی از جمله مواد سمی و فلزات سنگین قرار دارند (۲). منظور از آلودگی محیط زیست ورود مواد خارجی به آب، خاک و هوا به میزانی

است که سبب تغییر کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن شده بطوری که برای انسان، گیاه و سایر موجودات زنده زیان آور باشد (۳). فلزات سنگین سبب متلاشی شدن آنزیم ها و از بین رفتن قدرت آنزیمی آنها می شود. همچنین سبب اختلال در مکانیسم سوخت و ساز بدن شده و عمل متابولیسم را مختل می نمایند. پایداری بالای این فلزات در آب باعث ایجاد خطرات عمده در محیط زیست و سلامت انسان می شود (۴). در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن در بافت هایی مانند

مقادیر بالای مس در محیط زیست سبب بروز بیماری‌هایی از قبیل تغییر در استخوان، کم‌خونی، افزایش کلسترول و در موارد حاد منجر به مرگ می‌شود (۱۰). حفظ کیفیت منابع تامین کننده آب جوامع از نظر غلظت فلزات سنگین و پایش آنها از لحاظ حضور احتمالی آلودگی به دلیل اثر آنها بر سلامت انسان از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. لذا مطالعه حاضر به منظور سنجش میزان عناصر سنگین سرب، روی و مس در منابع تأمین کننده آب آشامیدنی شهرستان نور آباد از توابع استان لرستان در سال ۱۳۹۲ انجام گردید.

### روش کار

این پژوهش بصورت توصیفی-مقطعی و به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، روی و مس در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان نورآباد از توابع استان لرستان انجام شد. به همین منظور تعداد ۷ حلقه چاه در فصول پاییز و زمستان از نظر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفتند. مشخصات جغرافیایی منابع تأمین آب شهرستان نورآباد در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی منابع تامین آب شرب شهرستان نورآباد

Z	Y	X	منابع آب
۱۸۰۷	S0227210۳۹	۳۷۷۷۲۹۴	۱
۱۸۱۰	39S0227636	۳۷۷۷۲۸۸	۲
۱۸۰۹	39S0228107	۳۷۷۷۲۸۸	۳
۱۸۳۰	39S0228488	۳۷۷۷۴۱۰	۴
۱۸۲۸	39S0228902	۳۷۷۷۴۹۱	۵
۱۸۱۷	39S0229671	۳۷۷۷۳۰۴	۶
۱۸۱۳	39S0230324	۳۷۷۶۸۶۵	۷
۱۸۳۸	38S0774303	۳۷۷۵۶۱۱	مخزن ۱
۱۸۷۵	38S0775334	۳۷۷۲۶۴۸	مخزن ۲

نمونه گیری از منابع به صورت مرکب و به روش خوشه ای تصادفی انجام گرفت. به بیان دیگر، از هر منبع آب تعداد ۳ نمونه به صورت ترکیبی برداشت

چربی، عضلات، استخوانها و مفاصل رسوب می نمایند و در بروز بیماریها و عوارض متعددی در بدن ایفای نقش میکنند (۵). فلزات سنگینی که در این مطالعه مورد بحث هستند شامل سرب، روی و مس می باشند. برخی از فلزات سنگین از جمله روی و مس در زمره عناصر ضروری برای بدن بوده بطوری که مقدار معینی از آنها جهت فعالیت های فیزیولوژیکی و متابولیسم بدن جانداران ضروری تشخیص داده شده اند. در صورتی که برخی دیگر مانند سرب غیرضروری بوده و خطرات بسیاری را متوجه سلامتی انسان و محیط پیرامون خود می نمایند. با این وجود تجاوز غلظت هر یک از این فلزات در محیط از یک حد مشخص، آسیب های جدی در بر خواهد داشت (۶). سرب فلزی سمی بوده که مضرات آن بر روی سلامت فرد بستگی به میزان در معرض قرار گرفتن آلودگی دارد. اثرات شناخته شده سرب بر روی بدن از تغییرات بیوشیمیایی تا تأثیر بر روی سیستم عصبی و حتی مرگ متغیر می باشد. کند شدن واکنش آنزیمی و حتی متوقف شدن واکنش های فیزیولوژی ضروری بدن به سرب نسبت داده شده است. سرب همچنین از طریق تجمع در استخوان ها وارد سیستم گردش خون نیز می گردد و از این طریق سبب کاهش میزان بهره هوشی و رشد ذهنی در کودکان و تاخیر در یادگیری در بزرگسالان می شود (۷،۸). حضور غلظت های بالای روی در پروستات، استخوان، عضله و کبد گزارش شده است. روی در غلظت های پایین عنصری حیاتی برای تمامی ارگانسیم های زنده است. بعضی از عوارض نامطلوب آن در کوتاه مدت شامل مسمومیت، تب، استفراغ و اسهال و در دراز مدت سبب بروز بیماری های سیستم عصبی، کاهش کلسترول و آسیب لوزالمعده می شود (۹). حضور مس در محیط زیست ناشی از فعالیت صنایعی مانند استخراج معادن، تولید فلزات و کودهای فسفاته است.

دستگاه Mettler Toledo ساخت کشور سوئد مورد اندازه گیری قرار گرفت. اندازه گیری فلزات سنگین (روی، مس و سرب) با استفاده از روش استاندارد و دستگاه جذب اتمی مدل spectroscopy varian 220 قرائت گردید. قرائت برای اندازه گیری هر فلز سنگین ۳ بار انجام گرفت. جهت صحت سنجی دستگاه از نمونه استاندارد و نمونه مجهول برای هر عنصر در سه تکرار استفاده شد که این دقت به طور میانگین بین ۹۵-۹۰ درصد بود. همچنین مقادیر حاصل از پارامترهای مورد مطالعه با استانداردهای ملی ایران و سازمان جهانی بهداشت مقایسه گردیدند. تجزیه تحلیل داده ها با کمک SPSS-20 انجام شد.

#### یافته‌ها

نتایج حاصل از مطالعه حاضر در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. جدول ۳ نتایج آنالیز میانگین و انحراف معیار فلزات سنگین مس، سرب و روی در دو فصل پاییز و زمستان در منابع آب شهر نورآباد را نشان می‌دهد. براساس آزمون کولموگروف اسمیرونوف متغیرهای مس، سرب و روی منابع تأمین آب در فصل زمستان دارای توزیع نرمال بوده است. بر اساس آزمون‌های تی مستقل متغیرهای کلسیم و کلراید منابع تأمین آب در دو فصل پاییز و زمستان تفاوت معناداری داشت ( $p < 0.05$ ) و بین متغیرهای سولفات، روی و سرب در دو فصل (پاییز و زمستان) تفاوت معناداری وجود نداشت. براساس آزمون کولموگروف اسمیرونوف متغیرهای مس و سرب (در فصل پاییز) دارای توزیع نرمال بود و سایر متغیرها دارای توزیع نرمال نبود. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین متغیرهای آهن در فصل پاییز و زمستان در محدوده استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی نبود و بقیه متغیرها در محدوده استانداردهای ملی و بهداشت جهانی بودند ( $p < 0.05$ ).

گردید. جهت اطمینان از نتایج آزمایش، تمامی آزمایشات با سه بار تکرار انجام شد و نتایج بصورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش گردید.

آب منطقه تحت پوشش توسط دو مخزن ذخیره آب که با شماره های ۱ و ۲ کدگذاری شده بود توزیع می‌گردید به طوری که ۲/۳ و ۱/۳ مشترکین بترتیب تحت پوشش مخزن ۱ و ۲ بودند. لذا منطقه تحت پوشش با توجه به توزیع مخازن ذخیره آب به دو طبقه تقسیم بندی گردید. درون هر طبقه نیز تعدادی نقطه وجود داشت و این نقاط به عنوان سرخوشه (بلوک شهری) در نظر گرفته شد و در این سرخوشه‌ها نیز چند خوشه به صورت تصادفی انتخاب گردید. به طوری که در طبقه یک، ۳ سرخوشه و در هر سرخوشه ۸ خوشه به صورت تصادفی و با فواصل مشخص انتخاب گردید.

در طبقه دوم نیز ۳ سرخوشه انتخاب شد و در هر سرخوشه ۴ خوشه به صورت تصادفی و با فواصل مشخص انتخاب گردید و جمعاً در طبقه دو، ۱۲ نمونه برداشت شد. در نهایت حجم نمونه نهایی با توجه به جمعیت تحت پوشش هر طبقه و سرخوشه‌های بین آنها تعداد ۳۶ نمونه از شبکه توزیع شهری و ۷ نمونه از چاه‌ها (منابع آب) با شرایط ترکیبی بود.

نمونه های برداشت شده در ظروف پلی اتیلن با حجم ۰/۵ لیتر ذخیره گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. لازم به ذکر است تمامی مراحل برداشت نمونه، ذخیره سازی، انتقال و انجام آزمایشات مطابق دستورالعمل استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد (۱۱). پارامترهای pH و دما در محل نمونه برداری سنجش شد. pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل HANNA, pH211 مورد اندازه گیری قرار گرفت. مقادیر سختی کلسیم، کلراید و سولفات در آزمایشگاه و با استفاده از کتاب استاندارد متد سنجش شدند (۱۱). مقادیر کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی نیز با استفاده از

مذکور بود. فلزات سنگین گروه مهمی از آلاینده‌ها هستند که فرایندهای طبیعی تجزیه‌پذیر قادر به حذف یا کاهش آنها از محیط زیست نمی‌باشد. این عناصر از راه‌های مختلف مانند فاضلاب‌های شهری، فعالیت‌های کشاورزی و ته‌نشست اتمسفری وارد محیط‌های آبی می‌شوند (۱۲). فلزات سنگین در نتیجه حضور عوامل طبیعی و نیز مصنوعی وارد سیستم آبی می‌شوند. فلزات سنگین انتخاب شده در تحقیق حاضر جزو عناصر نادری هستند که با توجه به نقش زیست‌محیطی بسیار مهمی که دارند انتخاب شدند. سرب از مهمترین محصولات جانبی خوردگی و جزو استانداردهای اولیه محسوب می‌شوند. سرب بر اساس گزارش سازمان بین‌المللی پژوهش بر روی سرطان، در گروه BB2 (امکان سرطان‌زایی برای انسان) و کادمیوم بر اساس پیشنهاد EPA در گروه AA2 (احتمال سرطان‌زایی برای انسان) طبقه‌بندی شده‌اند (۱۳)، لذا وجود آنها با هر غلظتی در آب آشامیدنی شهرها از یک طرف بیانگر خوردن آب و از طرف دیگر مؤید وجود ترکیبات سرب در مواد اولیه لوله‌های گالوانیزه و شیرآلات برنجی به کار رفته در شبکه‌های داخلی منازل شهر مورد بررسی می‌باشند (۱۴). میانگین عددی مقادیر غلظت سرب بر حسب میلی‌گرم در لیتر در فصل پاییز و زمستان در منابع تأمین آب (۰/۰۰۹ و ۰/۰۰۱)، نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ (۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۶) و نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲ (۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۷) بود. نتایج نشان داد که غلظت سرب در شبکه توزیع آب شهری نسبت به منابع آب در فصل پاییز و زمستان افزایش یافت. یکی از دلایل افزایش غلظت سرب در شبکه توزیع ممکن است به دلیل وجود لوله‌های PVC محتوی سرب باشد که یون‌های سرب آنها می‌تواند با یون‌های کلسیم آب آشامیدنی مبادله شود. لوله‌های سربی تنها منبع سرب در آب نیستند. زیرا در لحیم‌کاری لوله‌های مسی نیز معمولاً از سرب استفاده می‌شود و در

براساس آزمون‌های تی مستقل بین متغیرهای کل جامدات محلول، هدایت الکتریکی، کلراید، سولفات و مس در دو فصل (پاییز و زمستان) تفاوت معناداری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). بین متغیرهای روی، سرب و pH در نقاط مختلف تحت پوشش مخزن ۱ (در دو فصل پاییز و زمستان) تفاوت معناداری ملاحظه نگردید.

میانگین و انحراف معیار فلزات سنگین مس، سرب و روی را در نقاط تحت پوشش مخزن ۲ شهرستان نورآباد به تفکیک در فصل پاییز و زمستان در جدول ۳ ارائه شده است. براساس آزمون کولموگروف اسمیرونوف متغیرهای سرب (فصل پاییز) و روی (پاییز و زمستان) دارای توزیع نرمال بوده و براساس آزمون کولموگروف اسمیرونوف دیگر متغیرها دارای توزیع نرمال نبودند.

نتایج نشان داد که براساس آزمون تی مستقل بین متغیرهای مس، سولفات و کلراید در دو فصل (پاییز و زمستان) تفاوت معناداری وجود نداشت، اما براساس آزمون تی مستقل بین pH، کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی در دو فصل (پاییز و زمستان) تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). بین متغیرهای روی و سرب در دو فصل (پاییز و زمستان) تفاوت معناداری وجود نداشت.

### بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات سنگین در کلیه چاه‌های آب شرب شهرستان نورآباد در ۷ حلقه چاه تأمین‌کننده آب شرب پایین‌تر از حد استاندارد ملی ایران و سازمان جهانی بهداشت (WHO) است و هیچ اختلاف معنی‌داری بین سه مرحله نمونه‌برداری مشاهده نشد. از نتایج حاصله چنین برمیآید چاه‌های مذکور آلوده به فلزات سنگین نمی‌باشند. با این وجود میزان سرب در نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ در فصول پاییز ( $0.521 \pm 0.412$ ) و زمستان ( $0.501 \pm 0.307$ ) بالاتر از استاندارد‌های

مغایرت دارد (۲۰). با توجه به بررسی به عمل آمده در این تحقیق، آلودگی شیمیایی و آلودگی محیطی در منابع آب شهرستان مورد بررسی مشاهده نگردید ولی ممکن است یکی از دلایل افزایش غلظت سرب در شبکه توزیع نسبت به منابع آب، وجود مواد اولیه در لوله‌های گالوانیزه و شیرآلات برنجی باشد.

میانگین مقدار عددی غلظت مس در فصل پاییز و زمستان در منابع تأمین آب (۰/۰۱۶ و ۰/۰۲۷) در نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ (۰/۱۱۹ و ۰/۱۵۵) و در نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲ (۰/۱۴۱ و ۰/۱۰۷) میلی گرم در لیتر بود. یافته‌ها نشان داد میانگین عددی غلظت مس در شبکه توزیع آب آشامیدنی در دو فصل پاییز و زمستان افزایش یافت. با توجه به اینکه در کشور ما کاربرد لوله‌های مسی در شبکه توزیع و لوله کشی منازل بر خلاف کشور آمریکا متداول نیست، لذا تنها منبع مس در شهرهای مطالعه شده شیرآلات و اتصالات برنجی است (۲۱) و وجود آن در نمونه‌های این مطالعه می‌تواند به دلیل خورنده بودن آب و نشن این فلز در آب از طریق خورده شدن جدار داخلی شیرآلات برنجی باشد.

فلز روی در بدن انسان، در غلظت بالا در پروستات، استخوان، عضله و کبد پیدا شده است. نیمه عمر روی باقیمانده در بدن انسان، یک سال است. روی عنصری حیاتی برای تمامی ارگانسیم‌های زنده است. بعضی از عوارض نامطلوب آن عبارتند از مسمومیت، تب، تهوع، استفراغ و اسهال متعاقب مصرف نوشیدنی‌های اسیدی یا غذاهایی که در ظروف گالوانیزه تهیه و نگهداری می‌شوند (۲۲). میانگین مقدار عددی روی در فصل پاییز و زمستان در منابع تأمین آب آشامیدنی به ترتیب (۰/۰۳۱ و ۰/۰۳۶)، در نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ (۰/۵۲۱ و ۰/۵۰۱) و نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲ (۰/۶۴ و ۰/۸۷) میلی گرم در لیتر بود. با

نتیجه می‌تواند روی کیفیت آب‌هایی که با این لوله‌ها در تماس باشند، اثر داشته باشد (۱۵). در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر مورد بررسی از لوله‌های PVC استفاده شده بود. آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که در منابع تأمین آب و شبکه توزیع شهری در فصل پاییز و زمستان غلظت سرب در حد مطلوب استاندارد ملی و بهداشت جهانی است. در مطالعه فینی زاده و همکاران با هدف تعیین میزان غلظت عناصر سنگین سرب و روی در منابع تأمین آب آشامیدنی در روستاهای شهرستان بندرعباس تعداد ۲۵ منبع تأمین کننده اصلی آب شرب مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که میانگین غلظت فلزات روی و سرب بترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر است که این مقادیر در محدوده استاندارد بودند (۱۶). نتایج مطالعه ما نیز به استثنای غلظت سرب در مخزن شماره ۱ در راستای نتایج حاصله از مطالعه فوق قرار دارد. در یک مطالعه مشابه توسط محمدیان و همکاران جهت بررسی میزان فلزات سنگین آب چاه‌های شهرستان زنجان، غلظت سرب در هیچ یک از نمونه‌ها فراتر از مقدار مجاز تعیین شده توسط استانداردها گزارش نگردید (۱۷). حضور فلزات سنگین در منابع آب علاوه بر تأثیر آلودگی‌های محیطی به جنس خاک منطقه نیز بستگی دارد اما فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی بیش از سایر موارد در این امر سهیم است (۱۸). در پژوهش بابایی و همکاران بر روی رودخانه گاماسیاب استان همدان با هدف سنجش غلظت فلزات سنگین روی، مس، سرب و آهن مشخص شد که مس دارای افزایش قابل توجهی بوده است که احتمالاً به دلیل ورود و نشن پسابهای کشاورزی و شهری است (۱۹). مطالعه Vukovic و همکاران با هدف تعیین توزیع و تجمع فلزات سنگین روی منابع تأمین کننده آب شرب غلظت فلزات سنگین مانند مس و روی بالاتر از حد مجاز استانداردهای جهانی بود که با نتایج حاضر تا حدودی

توجه به اینکه روی جزو آلاینده‌ها و استانداردهای ثانویه آب محسوب می‌شود، بیشترین تأثیر آن روی جنبه‌های زیباشناسی آب است (۲۳). نتایج نشان داد غلظت این فلز روی در منابع آب در فصل پاییز و زمستان نسبت به شبکه توزیع خیلی کمتر بود ولی به علت خورنده بودن آنها و همچنین ممکن است به دلیل وجود روی در روکش لوله‌های گالوانیزه و همچنین به دلیل اتصالات و شیرآلات برنجی به کار رفته در شبکه داخلی منازل، فلز روی به درون آب نشت نموده باشد. همچنین یافته‌ها نشان داد که غلظت روی در منابع تأمین آب و نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ و ۲ در فصل پاییز و زمستان در حد مطلوب استاندارد ملی و استاندارد بهداشت جهانی است.

میانگین مقدار عددی غلظت آهن در فصل پاییز و زمستان در منابع تأمین آب به ترتیب (۰/۱۰۹ و ۰/۱۰۸)، نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱ (۰/۲۸۰ و ۰/۴۴۶) و نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲ (۰/۰۹۱ و ۰/۹) میلی‌گرم در لیتر بود.

در این تحقیق نتایج موید این واقعیت بود که منابع تأمین کننده آب شهر نورآباد جهت تأمین آب آشامیدنی منبع مطمئنی هستند. بالا بودن غلظت سرب در مخزن شماره یک استفاده از آن را به منظور تأمین آب شرب شهری با محدودیت مواجه ساخته است. بنابراین پایش مستمر مخزن مورد نظر از لحاظ حضور سرب و نیز شناسایی منابع ایجاد کننده غلظت بالای سرب در منابع آبی ضروری می‌نماید. بطور کلی غلظت فلزات سنگین مورد بررسی در منابع تأمین آب شهرستان نورآباد زیر حد استاندارد ملی و سازمان جهانی بهداشت بوده و مشکلی برای مصرف‌کنندگان آب وجود نداشت.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی شماره ۱۸۳۰ بوده که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی لرستان انجام شده است.

جدول ۲. نتایج پارامترهای شیمیایی مورد بررسی در منابع تأمین کننده آب شهر نورآباد

استاندارد	انحراف معیار ± میانگین						محل نمونه برداری	نام متغیر
	منبع تأمین آب (۷ حلقه چاه)		نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱		نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲			
	پاییز	زمستان	پاییز	زمستان	پاییز	زمستان		
WHO	ملی							
۵۰۰	۱۵۰۰	۱۶۰۴/۰۸±۲۰۲/۹	۱۷۲۵/۲۹±۱۰۰/۱	۱۱۹۹/۳۴±۱۳۴/۴	۵۳۰/۸۷±۳۷/۸	۹۴۰/۹۵±۵۶/۶	۳۴۴/۲۳±۲۲/۴	جامدات محلول (mg/l)
-	۲۰۰۰	۴/۸۲±۰/۶۱۱	۳/۴۸±۰/۸۲۱	۱۶۲۲/۴۳±۱۶۸/۵	۵۸۴/۷۶±۶۳/۱۲	۱۵۶۸/۲۳±۹۲/۵۹	۵۳۷/۸۷±۳۵/۰۳	هدایت الکتریکی (μmoh/cm)
۲۵۰	۶۰۰	۱۷۹/۳۶±۱۷/۳۲	۱۷۱/۵۷±۱۲/۳۴	۴۹/۴۱±۱۳/۳۷	۵۶/۱۹±۱۷/۴۷	۴۸/۴۷±۱۰/۸۷	۴۶/۶۲±۱۰/۳۶	سولفات (mg/l)
۲۰۰	۲۵۰	۲۰۸/۹۳±۱۵/۶۲	۱۷۵/۷۱±۲۰/۲۳	۱۸۰/۱۶±۱۴/۴۲	۱۷۷/۹۲±۳۰/۰۶	۱۸۲/۰۹±۲۸/۳۳	۱۶۰/۶±۴۱/۶۲	سختی کلسیم (mg/lCaCO <sub>3</sub> )
۲۵۰	۴۰۰	۴۸/۷۸±۱۱/۷۷	۵۴/۴±۸/۳	۱۰/۵۳±۳/۴۸	۱۴/۸۴±۵/۶۵	۸/۴۶±۲/۲۳	۱۱/۵۷±۳/۵۳	کلراید (mg/l)
۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۷/۳۴±۰/۱۲	۷/۱±۰/۰۸	۷/۳۱±۰/۱۷۷	۷/۱۴±۰/۱۵	۷/۲۸±۰/۰۹	۶/۸۳±۰/۰۲۲	PH

جدول ۳. میانگین غلظت فلزات سنگین در منابع تأمین آب شهرستان نورآباد

استاندارد	انحراف معیار ± میانگین بر حسب mg/l						محل نمونه برداری	نام فلز سنگین
	منبع تأمین آب (۷ حلقه چاه)		نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۱		نقاط تحت پوشش مخزن شماره ۲			
	پاییز	زمستان	پاییز	زمستان	پاییز	زمستان		
WHO	ملی							
۲	۲	۰/۱۰۷±۰/۰۱۴	۰/۱۴۱±۰/۰۸۴	۰/۱۵۵±۰/۳۱۱	۰/۱۱۹±۰/۰۷۹	۰/۰۲۷۶±۰/۰۲۳۲	۰/۰۱۶۴±۰/۰۰۹۱	مس
۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۷۵±۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۶۴±۰/۰۰۵	۰/۵۰۱±۰/۳۰۷	۰/۵۲۱±۰/۴۱۲	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۶۹	۰/۰۰۰۹۸±۰/۰۰۰۵	سرب
۳	۳	۰/۸۷۹±۰/۲۸۴	۰/۶۴۱±۰/۵۶۲	۰/۰۰۶±۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۶±۰/۰۰۰۳	۰/۰۳۶±۰/۰۲۴۲	۰/۰۳۱±۰/۰۱۹۶	روی



## References

- 1- Hou D, He J, Lu C, Ren L, Fan Q, Wang J, et al. Distribution characteristics and potential ecological risk assessment of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) in water and sediments from Lake Dalinouer, China: *Ecotoxicology and environmental safety*. 2013;93:135-144.
- 2- Karbasi M, Karbasi E, Saremi A, Ghorbani zadeh Kharazi H. Determination of heavy metals concentration in drinking water resources of Aleshtar in 2009: *J Lorestan Univ Med Sci*. 2010; 12(1): 65-70.
- 3- Hani A, Zamani Noori A. Distribution of heavy metals Cadmium, Lead, Manganese, Zinc and Nickel in the industrial city of Saveh: *Iranian Journal of Environmental Geology*. 2010; 10(4): 99-108.
- 4- Rajaei Q, Pourkhabbaz A, Motlagh SH. Assessment of Heavy Metals Health Risk of Groundwater in Ali Abad Katoul Plian: *NKhmJ*. 2012; 4(2):155-162.
- 5- Mor S, Ravindra K, Dahiya R.P. and Chandra A. Leachate Characterization and Assessment of Groundwater Pollution Near Municipal Solid Waste Landfill Site: *Environmental Monitoring and Assessment*. 2006; 118: 435-456.
- 6- Gopalakrishnan S, Thilagam H, Raja PV. Comparison of heavy metal toxicity in life stages (spermiotoxicity, egg toxicity, embryotoxicity and larval toxicity) of *Hydroideselegans*: *Chemosphere*. 2008; 71(3): 515-528.
- 7- 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):756-764.
- 8- 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.
- 9- Basma Yaqi .Concentration of heavy metals in the 364 water wells Batynay region of Oman: *Water research*. 2007; 36: 1343-1348.
- 10- Mukherjee A, Sengupta MK, Hossain MA, Ahamed S, Das B, Nayak B, et al. Arsenic contamination in groundwater: a global perspective with emphasis on the Asian scenario: *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2006; 24(2):142-163.
- 11- American Public Health Association, American Water Work Association and water environment federation. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*, 21th Edition, New York. 2003
- 12- Mucha AP, Vasconcelos MT, Bordalo AA. Macro-benthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics: *Environ Pollut*. 2003; 121(2): 169-180.
- 13- 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;53-58.
- 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- Kosar R, Ahmad Z. Determination of toxic inorganic elements pollution in groundwater of Kahuta Industrial Triangle Islamabad. Pakistan using inductively coupled plasma mass spectrometry: *Environ Moni Assess*. 2009; 157(1-4): 347-354.
- 16- Ahmadzadeh Fini A, Razmand N, Zamani A. Evaluation of heavy metal concentrations (Zn, Cd, Pb) in drinking water wells in the rural areas of Bandar Abbas, Iran: *journal of Hormozgan university of medical science*. 2014; 18(3): 239-245.
- 17- Mohammadian M, Nouri J, Afshari N, Nassiri J, Nourani M. Investigation of Heavy Metals Concentrations in the Water Wells Close to Zanzan Zinc and Lead Smelting Plant: *Health and Environmental*. 2008; 1: 51-56.
- 18- Zhang X, Pehkonen SO, Kocherginsky N, Ellis GA. Copper corrosion in mildly alkaline water with the disinfectant monochloramine: *Corrosion Science*. 2002; 44: 2507-2528.
- 19- Babai H, Khodaparast H, Mirzajani A, Nickseresht K. Investigation on environmental pollution of heavy metals in Gamasiab river. First Conference on applied research in water resource of Iran; Jul 18-19, 2010; Kermanshah University of Technology, Kermanshah, Iran.
- 20- Vukovic Z, Radenkovic M, Stankovic SJ, Vukovic D. Distribution and accumulation of heavy metals in the water and sediments of the River Sava: *J Serbian Chem Soc*. 2011; 76(5):795-803.

- 21- Kannel PR, Lee S, Lee Y. Assessment of spatial-temporal patterns of surface and ground water qualities and factors influencing management strategy of groundwater system in an urban river corridor of Nepal: *Journal of Environmental Management*. 2008; 86:595-604.
- 22- 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): 216-227.
- 23- Saeedi M, Karbasi AA, Bidhendi GR, Mehrdadi N. The effect of human activities on the accumulation of heavy metals in river water Tajan in pronince Mazandaran: *J of Environ Studies*. 2006; 32(40): 41-50.