مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران

دوره اول، شماره اول، پاییز ۱۳۸۷، صفحات ۵۱ تا ۵۶

بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان

مهران محمدیان[۱]، دکتر جعفر نوری[۲]، ناصر افشاری[۳]، جلیل نصیری[۳]، معصومه نورانی[۴]

نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط *nourijafar@gmail.com*

دریافت: ۸۷/۸/۱ پذیرش: ۸۷/۹/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: *آلودگی های زیست محیطی مؤثر بر سلامت انسان یکی از نگرانی های مهم در رابطه با فعالیت صنایع فراوری فلزات سنگین می باشد. این آلودگی ها شامل خاک، آب های سطحی و زیرزمینی و رسوبات می باشند. این بررسی با هدف تعیین غلظت فلزات سرب، روی و کادمیم در منابع آب مجاور کارخانه ی سرب و روی زنجان انجام شده است.*

روش بررسی: *در این مطالعه توصیفی ـ مقطعی، در زمستان ۱۳۸۶ از ۱۷ حلقه چاه آب آشامیدنی، نمونه برداری و نمونه ها به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی مورد آزمایش قرار گرفتند. موقعیت چاه ها نیز توسط دستگاه مکان یاب جهانی تعیین شد. کلیه چاه ها در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتری کارخانه انتخاب شدند و همبستگی بین غلظت هر فلز با فاصله از کارخانه نیز مطالعه شد.*

یافته ها: *داده های تحقیق با معیارهای ملی و بین المللی مقایسه گردید و نشان داد که غلظت سرب در هیچ نمونه ای بالاتر از استاندارد ملی نیست اما سرب و کادمیم به ترتیب در ۵۹ و ۵۳ درصد نمونه ها فراتر از حد رهنمودی سازمان جهانی بهداشت بودند. غلظت روی در کلیه نمونه ها پایین تر از حد معیارها بود.*

نتیجه گیری: *به دلیل اهمیت بهداشتی فلزات سنگین ضروری است مطالعات جامع تری از جمله تعیین غلظت فلزات در محیط های فیزیکی و بیولوژیکی انجام و بر راه های جذب فلزات توسط انسان تأکید شود. همچنین مطالعه ای برای تعیین میزان بروز و شیوع بیماری های مرتبط با فلزات سنگین در منطقه مهم به نظر می رسد.*

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، آلودگی زیست محیطی، آب آشامیدنی، کارخانه سرب و روی.

۱- دانشجوی دکترای بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت زنجان
۲- استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- کارشناس بهداشت محیط مرکز بهداشت استان زنجان
۴- مربی دانشگاه علوم پزشکی زنجان، گروه بهداشت عمومی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]

مقدمه

آلودگی‌های زیست محیطی مؤثر بر سلامت انسان یکی از نگرانی های عمده در رابطه با فعالیت صنایع فراوری فلزات سنگین می باشد و از جمله جدی ترین این نگرانی‌ها آلودگی خاک و آب است. آلودگی خاک، آب های سطحی و رسوبات رودخانه ها در مناطق مختلفی از کشورها پس از فعالیت این صنایع مشاهده شده است. آلودگی آب های زیرزمینی نیز به دلیل نفوذ آب های سطحی و مهاجرت فلزات از طریق خاک میسر می باشد(۱،۲،۳،۴،۵،۶). سازمان مواد سمی و ثبت بیماری های ایالات متحده بدلیل آنکه افراد در نتیجه تماس با خاک سطحی آسیب بهداشتی می بینند، فهرستی از سایت های صنعتی فراوری فلزات 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 می نمایند (۷). چنین نتیجه ای در رابطه با کودکان تایلندی نیز بدست آمده است(۱). موارد فوق در حالی است که مسمومیت با سرب و کادمیم بسیار خطرناک بوده و شامل آسیب به سیستم عصبی، کلیه و خون می‌باشد و در رابطه با سرب مسائلی چون کاهش بهره هوشی و سطح یادگیری کودکان را موجب می شود (۸). کارخانه سرب و روی زنجان که در۱۲ کیلومتری شهر زنجان در قسمت شرقی این شهر واقع شده است، بدلیل آنکه بر روی آبخوان تأمین کننده آب شرب منطقه قرار گرفته و از طرفی در مجاورت مناطق روستایی و کشاورزی است، فعالیت آن مورد توجه بوده و به عنوان یک منبع انسانی بالقوه آلودگی زیست محیطی مطرح است. این کارخانه فعالیت خود را نزدیک به دو دهه پیش آغاز کرده است و در حال حاضر با ظرفیت ۵۵۰۰۰ تن در سال شمش سرب، ۳۰۰۰۰ تن در سال شمش روی و ۱۰۰۰۰ تن در سال سولفات روی مشغول بکار است و خروجی های آن بصورت گاز، جامد و مایع به محیط منتشر می گردند (۹).

تحقیق حاضر بدلیل اهمیت زیست محیطی و بهداشتی موضوع، به بررسی غلظت فلزات سنگین در منابع آب، بویژه منابع نزدیک کارخانه سرب و روی پرداخته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش توصیفی ـ مقطعی در زمستان ۱۳۸۶ تعداد ۱۷ نمونه آب از ۱۷ حلقه چاه تأمین کننده آب شرب که روی آبخوان زنجان حفر شده و تا فاصله ۱۰ کیلومتری از کارخانه سرب و روی قرار داشتند، برداشت شد. حجم نمونه ها هزار و پانصد میلی لیتر، جنس ظروف نمونه برداری از پلی اتیلن بود و روش نمونه برداری و نگهداری آنها طبق توصیه های کتاب روش های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب چاپ بیستم صورت گرفت (۱۰). در زمان نمونه برداری موقعیت چاه ها به کمک دستگاه مکان یاب جهانی (GPS) تعیین و ثبت شد. نمونه ها در ظروف اسیدی شده جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل و در اولین فرصت با روش اسپکتروفوتومتری جذب اتمی مورد آزمایش قرار گرفتند (۱۰). سپس داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مورد تحلیل قرار گرفت و اطلاعات حاصله با معیارهای کیفیت آب آشامیدنی در سطح ملی و فرا ملی مقایسه شد و از آزمون های آماری اسپیرمن جهت تحلیل نتایج استفاده گردید.

نتایج

در پژوهش حاضر تعداد ۱۷ حلقه چاه آب تا فاصله ۱۰ کیلومتر مورد مطالعه قرار گرفت. حداکثر فاصله این چاه ها ۷۵۰۰ متر به مرکزیت شرکت سرب و روی بود. موقعیت این چاه ها و غلظت این فلزات در نمونه های حاصله در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

معیارهایی که اطلاعات حاصله از آزمایش ها بر اساس آن ها مورد ارزیابی بهداشتی و کیفی قرار گرفت شامل استانداردهای آب آشامیدنی ایران، رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی سازمان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]

جدول ۱: مشخصات مکانی چاه ها و غلظت فلزات سنگین در نمونه های مجاور کارخانه سرب و روی

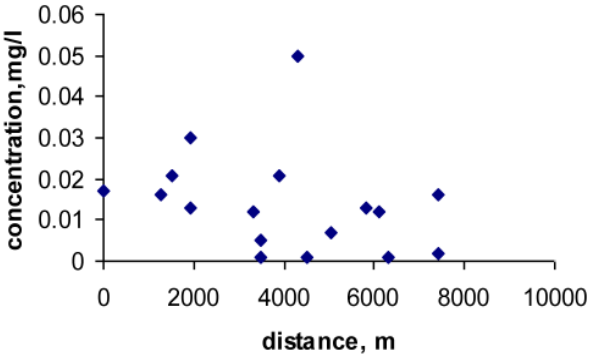
شماره چاه	موقعیت جغرافیایی (UTM)		فاصله از کارخانه	غلظت سرب	غلظت روی	غلظت کادمیم
	Y	X	m	mg/L	mg/L	mg/L
۱	۴۰۵۲۴۶۰	۲۹۳۴۷۰	۷۴۰۰	۰/۰۱۶	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴
۲	۴۰۵۵۴۲۷	۲۹۰۱۹۹	۱۹۴۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۱	۰/۰۰۵
۳	۴۰۵۴۹۴۴	۲۹۰۷۰۸	۳۵۰۰	۰/۰۰۰۵	۰/۱۶۰	۰/۰۰۲
۴	۴۰۵۴۶۸۷	۲۹۱۴۶۷	۳۳۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۵۸	۰/۰۰۳
۵	۴۰۵۴۱۴۴	۲۹۱۴۵۱	۵۰۳۶	۰/۰۰۷	۰/۰۶۲	۰/۰۰۵
۷	۴۰۵۴۲۴۱	۲۹۲۰۰۶	۳۹۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۶۰	۰/۰۰۶
۸	۴۰۵۳۶۰۷	۲۹۲۸۶۴	۴۳۰۰	۰/۰۵۰	۰/۰۵۸	۰/۰۰۲
۹	۴۰۵۵۱۲۷	۲۸۹۴۷۴	۱۲۶۵	۰/۰۱۶	۰/۰۲۷	۰/۰۰۹
۱۰	۴۰۵۴۶۷۱	۲۸۹۸۹۱	۱۹۳۷	۰/۰۳۰	۰/۰۲۷	۰/۰۳۰
۱۱	۴۰۵۴۱۸۰	۲۹۰۵۳۳	۳۵۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰۳
۱۲	۴۰۵۳۴۷۳	۲۹۱۰۷۲	۴۵۰۰	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲
۱۳	۴۰۵۳۰۰۵	۲۹۴۰۰۷	۶۳۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷	۰/۰۰۳
۱۵	۴۰۵۳۶۱۷	۲۹۳۷۱۶	۵۸۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۶
۱۶	۴۰۵۲۱۵۱	۲۹۴۸۴۷	۷۴۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳
۱۷	۴۰۵۲۹۶۰	۲۹۱۸۵۳	۶۱۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۳۸	۰/۰۰۳
۱۸	۴۰۵۶۳۴۸	۲۸۹۶۷۰	۱۵۳۵	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸
شرکت سرب و روی	۴۰۵۶۰۶۵	۲۸۹۶۹۸	۰	۰/۰۱۷	۰/۲۸۵	۰/۰۰۷
	حداکثر		۷۴۰۰	۰/۰۵۰	۰/۲۸۵	۰/۰۳۰
	حداقل		۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲
	میانگین		۳۹۸۳/۴	۰/۰۱۳۹	۰/۰۵۸۵	۰/۰۰۵۹
	انحراف معیار		۲۱۲۱/۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۶۷۲	۰/۰۰۶۶

جهانی بهداشت و استانداردهای اولیه سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده بودند که در جدول شماره ۲ مقادیر آنها ارایه شده است (۸،۱۱ و۱۲). از آنجا که احتمال می رفت فاصله چاه ها از مرکز فعالیت صنعتی بر میزان غلظت فلزات سنگین تأثیر داشته باشد لذا ارتباط بین فاصله چاه ها با غلظت فلزات سنگین نیز بررسی شد که نتایج آن ها در شکل های شماره ۱ تا ۳ ارایه شده است. علاوه بر این پس از آزمون های آماری نتایج حاصله ارتباط بین غلظت فلزات سنگین با یکدیگر در نمونه ها بررسی و مورد بحث و نتیجه گیری قرار گرفت.

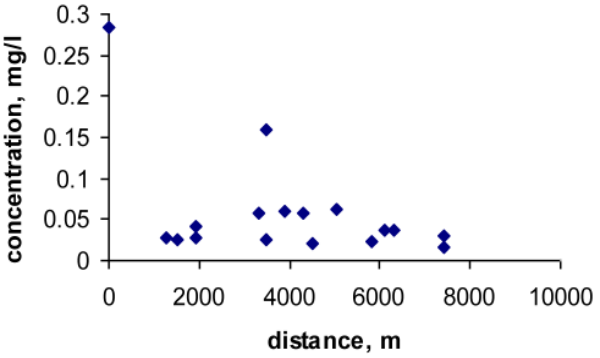
جدول ۲: معیارهای مهم جهت ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی از نظر فلزات سنگین

	استاندارد ملی ایران سال ۱۹۹۷	رهنمود سازمان جهانی بهداشت سال ۲۰۰۳	استاندارد اولیه آژانس حفاظت محیط زیست امریکا سال ۲۰۰۳
سرب	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱۵
روی	۳	۳	-
کادمیم	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵

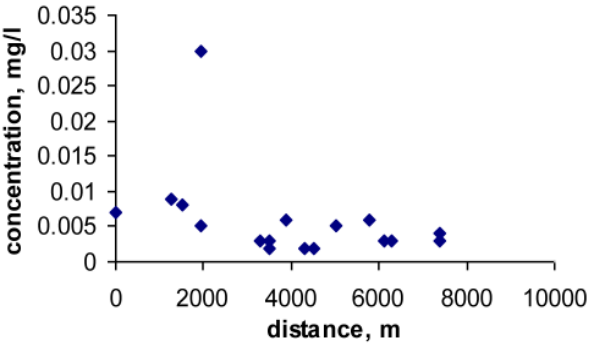
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]



شکل ۱: رابطه بین غلظت فلز سرب با فاصله چاه از کارخانه



شکل ۲: رابطه بین غلظت فلز روی با فاصله چاه از کارخانه



شکل ۳: رابطه بین غلظت فلز کادمیم با فاصله چاه از کارخانه

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت سرب در هیچ نمونه ای فراتر از حد استاندارد ملی نیست حال آنکه غلظت آن در مقایسه با رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت در ۵۹ درصد موارد (۱۰ حلقه چاه) بیشتر است. در همین رابطه اگر مبنای مقایسه استاندارد اولیه سازمان حفاظت محیط زیست امریکا باشد، ۲۹ درصد موارد (تعداد ۵ حلقه چاه) شرایط کیفی غیرقابل قبول از نظر سرب دارند. در رابطه با فلز روی در هیچ موردی از نمونه ها غلظت آن از حدود استاندارد ایران یا رهنمودی سازمان جهانی بهداشت فراتر نبود. در زمینه فلز کادمیم، ۳۵ درصد موارد (۶ نمونه) بالاتر از حد استاندارد ملی ایران و استاندارد اولیه امریکا و ۵۳ درصد موارد (۹ نمونه) فراتر از مقدار رهنمودی سازمان بهداشت جهانی بودند. مطابق جدول شماره ۱ میانگین غلظت سرب در حومه کارخانه سرب و روی کمتر از میزان استاندارد ملی ایران و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا و بیشتر از مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت بود. این در حالی است که میانگین غلظت کادمیم در چاه های حومه کارخانه به لحاظ هر سه معیار متجاوز از شرایط بهداشتی بودند.

همبستگی بین غلظت فلزات سرب، روی و کادمیم در آب آشامیدنی چاه ها بررسی آماری شد و هیچ همبستگی بین غلظت سرب با روی، سرب با کادمیم و نهایتاً روی با کادمیم در سطح معنی داری وجود نداشت. همچنین ارتباط میان فاصله چاه ها با غلظت هر یک از فلزات بررسی گردید و به لحاظ آماری همبستگی بین غلظت روی و کادمیم در آب و فاصله چاه ها از کارخانه ملاحظه نشد. در مقابل آزمون نشان داد که بین غلظت سرب و فاصله چاه ها از کارخانه همبستگی معنی داری در سطح کمتر از ۰/۰۵ و بصورت منفی وجود دارد، بدین معنی که با افزایش فاصله چاه ها از کارخانه، غلظت سرب آب کاهش می یابد(شکل های شماره ۱ تا ۳). نتایج فوق در حالی بدست آمد که مطالعات گروه تحقیق دانشگاه علوم پزشکی تهران نشان دادند که در سال ۱۳۷۵ الی ۱۳۷۶ فلزات سرب و کادمیم در آب های زیرزمینی منطقه کارخانه به لحاظ دستگاهی غیرقابل شناسایی بودند یعنی غلظت های مربوطه بسیار پایین بوده است، و حتی نتایج آزمایش های چاه های آب آشامیدنی کارخانه سرب و روی نیز در سال ۱۳۷۷ مقدار غلظت سرب و کادمیم را صفر میلی گرم در لیتر گزارش نموده اند (۱۳). پس از آن در سال ۱۳۷۹-۱۳۷۸ عباسی و همکاران در تحقیقی که روی منابع آب حومه کارخانه سرب و روی تا شعاع ۲ کیلومتر انجام دادند، نشان دادند که غلظت سرب و کادمیم

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]

تقریبـاً در همه موارد غیرقابل شناسـایی بوده و تنها در یکی از چاه های شرب شـهر زنجان میانگین غلظت سرب ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر گزارش شـد (۱۳). از مقایسه نتایج مطالعات پیشین با نتایج پژوهش حاضر بر می آید که پس از گذشـت یک دهه غلظت فلزات سـنگین سـرب و روی و کادمیـم رو به افزایش گذاشـته اسـت. باید خاطر نشـان کرد که هر دو فلز ذکر شده دارای خاصیت تجمع پذیری بوده و از اینرو از اهمیت بهداشتی برخوردار می باشـد (۸). در زمینه مطالعـه خاک منطقه نیز می توان به گزارش گلچین در سال ۱۳۷۹ اشاره نمود که خاک های اطراف کارخانه سـرب و روی را به لحاظ غلظت فلز سـرب و کادمیم فراتر از حد استاندارد ذکر می کند (۱٤).

نتیجه گیری

از آنجا که جابجایی و شسـته شـدن فلزات توسط آب و نفوذ آنهـا به لایه های زیرزمینی در طول زمان اجتناب ناپذیر اسـت لـذا می تـوان احتمال داد که پس از گذشـت یک دهه، غلظت فلزات سـرب و کادمیم در آب زیرزمینی رو به فزونی گذاشـته باشـد. گزارش سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده در سـال ۲۰۰۷ نیز از منطقه پالمرتون (پنسیلوانیا) که محل فعالیت کارخانـه ذوب روی بود و پس از چند دهه فعالیت آن، غلظت سـرب، روی و کادمیم در آب های زیرزمینی منطقه بشدت بالا رفته بود، تأییدی بر نتایج پژوهش حاضر می باشد (٦).

منابع

1. Kachenko AG, Singh B. Heavy metals contamination in vegetables grown in urban and metal smelter contaminated sites in Australia. Water, Air and Soil Pollution. 2006; 169(1-4):101-123.
2. Paijitprapapon A. Environmental and public health effects due to contamination from mining industries in Thailand. Seminar on Environmental and Public Health Risks due to Contamination of Soils, Crops, Surface and Groundwater from Urban, Industrial and Natural Sources in South-East Asia, 2002; December 10-12, Hanoi, Viet Nam.
3. Maskall J, Whitehead K, Thornton I. Heavy metal migration in soil and rocks at historical smelting sites. Environmental Geochemistry and Health. 1995; 17(3):127-138.
4. ATSDR. Public Health Assessment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2008. Available from: http://atsdr.cdc.gov/HAC/pha/zinc/nzc_p1.html.
5. Gardner D. Techniques used in the reclamation of the Palmerton zinc smelter site. 2008. Available from: http://horticulture.cfans.umn.edu/vd/h5015/99fpapers/gardner.htm.
6. Charli R. Compost/Biosolids application to revegetate defoliated areas. Innovative Technology Case Study. US Environmental Protection Agency. 2007.
7. Rodenbeck SE, Crellin JR. Public Health Assessment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2008. Available from: http://atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/zinc/nzc_p3.html.
8. WHO. Guidelines for drinking water quality, 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2003.
9. Mohammadi H., Eslami A. quantity and quality of special wastes in Zanjan province. Research report. Zanjan Department of the Environment; 2007: 2-3.
10. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation; 1998.
11. ISIRI. Specifications for Drinking Water. 4th ed. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1997.
12. EPA. National Primary Drinking Water Standards. US. Environmental Protection Agency. 2003. Available from: http://www.epa.gov/safewater.
13. Abbasi M., Mohammadi H., Peyda M. Heavy Metal Contamination of Surface-water and Groundwater of Vicinity Region of Zanjan Zinc and Lead Smelting Plant. Research report. Zanjan Department of the Environment. 2000.
14. Golchin A., Heavy Metal Contamination Sources of Soils and Agriculture Products in Zanjan Province. Research report. Zanjan Management and Planning Organization. 2005.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]

Investigation of Heavy Metals Concentrations in the Water Wells Close to Zanjan Zinc and Lead Smelting Plant

[1]M. Mohammadian,*[2]J. Nouri, [3]N. Afshari, [3]J. Nassiri, [4]M. Nourani

[1]PhD student of the Department of Environmental Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran and the Academic Staff in Zanjan University of Medical sciences.
[2]Department of Environmental Health, Tehran University of Medical Sciences
[3]Zanjan Health Center, Environmental Health Expert, Zanjan, Iran
[4]Department of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

Received 22 October 2008; Accepted 7 December 2008

ABSTRACT

Background and Objectives: Heavy metals processing industry has always been a major cause of concern which affects soils, surface waters, ground waters and river sediments contaminations. Thus, the Zanjan Zinc and Lead Smelting Plant has been considered as a potential source of contamination.

Mterials and Methods: This cross-sectional study has been conducted in February 2008 in the site region .The concentrations of Lead, Zinc and Cadmium have been assessed. The samples have been taken from 17 wells and atomic absorption spectrophotometeric method has been used to assess the samples. In order to find out and locate the exact situation of the wells under study, Global Positioning System instrument has been used. The correlation between the concentration of each metal and the distance of studied well from the plant has been assessed too.

Results: The findings of this study showed that lead and cadmium concentrations were 53% and 59% respectively out of the guideline values of World Health Organization.

Conclusion: The concentration of Zinc was lower than both national and international values in all samples. As the heavy metal concentration is very important for human health status, the other fields of study like heavy metal air pollution effects and related diseases and conditions should be studied and assessed.

Key words: Heavy metals, environmental pollution, drinking water, zinc and lead smelting.

Corresponding Author :nourijafar@gmail.com***
Tel: *+98 21 20105110,* ***Fax:*** *+98 21 88950188*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-04]