Journal of Research in Environmental Health
Volume 10, Issue 4, Winter 2025

Non-carcinogenic Risk Assessment of Heavy Metals in Drinking Water in Hamadan Province

Fatemeh Sahraei
Msc, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
Alireza Rahmani
Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
Zahra Aghababaei
Msc Student, Department of Biostatistic, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
Samira Khamutian
Ph.D, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
Hamid Reza Soheil Arezoomand
* Ph.D Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
(Corresponding Author)
soheilarezoomand@gmail.com

Received: 2024/07/25
Accepted: 2024/12/20
Doi:10.22038/jreh.2025.25719

Abstract

Background and Purpose: Contamination of drinking water sources with heavy metals poses significant environmental and public health concerns. This study aimed to assess the non-carcinogenic risk associated with exposure to heavy metals, including chromium (Cr), lead (Pb), mercury (Hg), and zinc (Zn), in the drinking water of Hamadan Province.

Materials and Methods: This descriptive-analytical study was conducted across nine cities in Hamadan Province. Data on heavy metal concentrations in drinking water were obtained from the Vice-Chancellor of Health at Hamadan University of Medical Sciences. Non-carcinogenic risk was evaluated for two age groups using risk assessment indicators provided by the United States Environmental Protection Agency (US EPA).

Results: The mercury hazard index (HI) exceeded that of other metals. The oral hazard quotient (HQoral) was generally higher than the dermal hazard quotient (HQdermal). Overall, the total risk for children (0.35) was higher than for adults (0.1466).

Conclusion: The total non-carcinogenic risk index for all metals in both age groups remained below 1, indicating no significant non-carcinogenic threat to the exposed population.

Keywords: Risk Assessment, Drinking Water, Heavy Metals, Hamadan

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy of this licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Citation: Sahraei F, Rahmani A, Aghababaei Z, Khamutian S, Soheil Arezoomand HR. Non-carcinogenic Risk Assessment of Heavy Metals in Drinking Water in Hamadan Province. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2025; 10(4):86-93.

ارزیابی ریسک غیرسرطانی فلزات سنگین (کروم، سرب، جیوه و روی) در آب آشامیدنی استان همدان

فاطمه صحرائی
کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
علیرضا رحمانی
استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
زهرا آقابابائی
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
سمیرا خاموطیان
دکترای تخصصی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
حمیدرضا سهیل‌آرزومند
* دانشجوی دکترای تخصصی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. . (نویسنده مسئول)
soheilarezoomand@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰
نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی منابع آب به فلزات سنگین باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی جدی می‌گردد. بنابراین ارزیابی خطر ناشی از مواجهه با فلزات سنگین به‌دلیل اثرات نامطلوب ناشی از ورود این فلزات به بدن حائز اهمیت می‌باشد. از این‌رو مطالعه‌ی حاضر با هدف ارزیابی ریسک غیرسرطانی فلزات سنگین (کروم، سرب، جیوه و روی) در آب آشامیدنی استان همدان انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه‌ی حاضر یک مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی است که در سطح ۹ شهرستان استان همدان در سال ۱۳۹۹ صورت گرفت. داده‌های مربوط به غلظت فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی استان همدان از معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان جمع‌آوری شد و در نهایت ارزیابی ریسک غیرسرطانی برای دو گروه سنی با کمک شاخص‌های آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا انجام پذیرفت.

یافته‌ها: نسبت خطر کل (HI) برای فلز جیوه بیشتر از سایر فلزات بود. هم‌چنین به‌طور کلی مقدار نسبت خطر از طریق بلع (HQoral) بیشتر از مقدار نسبت خطر از طریق پوستی (HQdermal) به‌دست آمد. به‌طور کلی نسب خطر کل برای گروه سنی کودکان (۰/۳۵) بیشتر از بزرگسالان (۰/۱۴۶۶) بود.

نتیجه‌گیری: میزان شاخص خطر کل برای تمامی گروه‌های سنی و تمامی فلزات کمتر از یک می‌باشد. بنابراین از لحاظ بروز اثرات غیرسرطان‌زایی جمعیت مورد مواجهه را خطری تهدید نمی‌کند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی ریسک، آب آشامیدنی، فلزات سنگین، همدان

استناد: صحرائی ف، رحمانی ع، آقابابائی ز، خاموطیان س، سهیل‌آرزومند ح.ر. ارزیابی ریسک غیرسرطانی فلزات سنگین (کروم، سرب، جیوه و روی) در آب آشامیدنی استان همدان. *فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۴۰۳؛۱۰(۴): ۸۶-۹۳.

مقدمه

طی فرآیند توسعه در کشورها، ازجمله ایران، مسائل وسیع و گسترده‌ی آلودگی آب ایجاد شده است. این آلودگی علاوه بر ایجاد تغییرات بیولوژیکی و فیزیکی، به‌دلایلی مانند حل‌شدن روزافزون مواد سمی و نامطلوب در آب باعث ایجاد آلودگی شیمیایی آب نیز می‌گردد (۱). در این بین، آلودگی منابع آب به فلزات سنگین باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی جدی می‌گردد (۲). فلزات سنگین یکی از قدیمی‌ترین و با اهمیت‌ترین آلاینده‌های سمی و پرخطر محیط زیستی شناخته می‌شوند که به‌دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند سرطان‌زایی، سمیت، جهش‌زا و غیرقابل تجزیه‌بودن از اهمیت بالایی برخوردار هستند (۳).

اثرات بلندمدت مواجهه با سموم موجود در آب آشامیدنی نگرانی‌های زیادی را از لحاظ بهداشت عمومی ایجاد کرده است (۴). طی تحقیقات صورت‌گرفته، بالای ۹۰ درصد از سرطان‌ها به علت عوامل محیطی خارجی ایجاد که باعث تاثیر بر روی DNA به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم می شوند (۵). آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان و آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا برخی فلزات سنگین مانند کادمیوم، آرسنیک، جیوه، کروم و سرب را به‌عنوان عوامل سرطان‌زای قطعی طبقه‌بندی کرده است (۶).

انسان از طرق مختلفی مانند آب‌وهوا می‌تواند با فلزات سنگین مواجهه داشته باشد. هم‌چنین مواجهه و دریافت فلزات سنگین از طریق آب آشامیدنی بالاترین تهدید و خطر را برای سلامتی انسان به‌وجود می‌آورد (۶). فلز کروم از طریق فعالیت‌هایی مانند آب‌کاری کروم، صنعت نساجی، عکاسی، صنعت چاپ، دباغی و غیره وارد محیط زیست می‌شود. از آثار مخرب کروم بر روی انسان در کوتاه مدت می‌توان به التهاب و سوزش دهان، بینی، ریه ها، آسیب به کلیه‌ها و کبد اشاره نمود. مطابق با گزارشات سازمان جهانی بهداشت، ۱/۹ تا ۷ درصد کروم از طریق آب به بدن وارد می‌شود (۱).

از مهم‌ترین منابعی که سرب از طریق آن‌ها می‌تواند وارد بدن شود به هوای محیط، آب و غذا می‌توان اشاره کرد. به‌طور کلی ۱۰ تا ۲۰ درصد آلودگی‌های سربی از طریق آب آشامیدنی است. منبع اصلی سرب در آب مصرفی از طریق حل شدن آن در لوله‌کشی‌های قدیمی ناشی می‌شود. مسمومیت با سرب در تمامی گروه‌های سنی می‌تواند ایجاد شود ولی مسمومیت با سرب در کودکان شایع‌تر است (۱). از عوارض مصرف فلز روی در کوتاه‌مدت می‌توان به مشکلات گوارشی، اسهال، دل‌پیچه و تهوع اشاره کرد. هم‌چنین این فلز در بلندمدت منجر به آسیب به لوزالمعده و کاهش کلسترول می‌شود (۷). جیوه نیز فلز سنگینی است که سمیت بسیار بالایی دارد. این فلز پایدار و بدون تغییرپذیری زیستی است (۸). بنابراین ارزیابی خطر ناشی از مواجهه با فلزات سنگین به‌دلیل اثرات نامطلوب ناشی از ورود این فلزات به بدن حائز اهمیت می‌باشد (۷).

پژوهش‌های مختلفی به‌منظور ارزیابی ریسک فلزات سنگین صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که توسط آقایانی و همکاران در سال ۱۴۰۲ انجام پذیرفت، چنین نتیجه‌گیری شد که بر اساس ریسک بهداشتی محاسبه‌شده خطری سلامت مصرف‌کنندگان را در مورد فلزات سنگین در آب شرب مراغه تهدید نمی‌کند (۹). هم‌چنین در مطالعه‌ی دیگری که توسط ترویجی و همکاران در سال ۱۴۰۱ صورت گرفت، چنین نتیجه‌گیری شد که غلظت فلزات سنگین در آب آشامیدنی منطقه‌ی مورد مطالعه بسیار کمتر از استانداردهای ملی بوده و ریسک بهداشتی ناشی از آن‌ها ناچیز بود (۱۰).

ارزیابی خطر فرایندی است که جهت برآورد احتمال ایجاد اثرات مضر برای سلامتی به واسطه‌ی مواجهه با آلاینده‌های شیمیایی محیطی در زمان حال یا آینده انجام می‌شود. طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO[1])، ارزیابی خطر با هدفی چون محاسبه خطر موجود برای یک ارگانیسم، جمعیت یا سیستم انجام می‌پذیرد (۴).

تحقیقاتی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین انجام می شوند از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشند. دیدگاه اول بهداشت عمومی و سلامت است که هدف انجام این مطالعات جلوگیری از مبتلا شدن به بیماری‌های مختلف که ناشی از مصرف مواد غذایی یا آب آلوده‌شده توسط فلزات سنگین است، می‌باشد. هم‌چنین حفظ توازن در

[1] World Health Organization

اکوسیستم آبی و پیشگیری از زوال زیستی آن به‌دلیل تاثیرات نامطلوب این آلاینده‌ها معرف دیدگاه دوم می باشد (۱۱). بنابراین مطالعه‌ی حاضر به بررسی ارزیابی خطر سلامت فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی استان همدان در سال ۱۳۹۹ پرداخته است.

روش‌کار

استان همدان با مساحتی معادل ۱۹۴۹۳ کیلومترمربع، جمعیتی معادل ۱۷۵۸۲۶۸ نفر، دارای ۹ شهرستان (اسدآباد، بهار، تویسرکان، رزن، کبودرآهنگ، فامنین، ملایر، نهاوند، همدان) می‌باشد که در غرب کشور ایران قرار گرفته است (۱۲, ۱۳). استان همدان از سمت جنوب به استان لرستان، از سمت شمال به استان‌های قزوین و زنجان، از سمت شرق به استان مرکزی و از سمت غرب به استان‌های کرمانشاه و کردستان متصل می‌شود (۱۳). این استان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه‌ی طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد **(شکل ۱)** (۱۳). آب‌وهوای این منطقه معمولا خشک و نیمه‌خشک است، زمستان‌های طولانی و سرد و تابستان‌های معتدل دارد. میانگین بارندگی سالیانه در این استان حدود ۳۶۰/۳ میلی متر می‌باشد (۱۲).

مطالعه‌ی حاضر یک مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی است که در سطح ۹ شهرستان استان همدان صورت گرفته است. بازه‌ی زمانی مطالعه از ابتدای فروردین ماه تا انتهای اسفند ماه ۱۳۹۹ می‌باشد. داده‌های مربوط به غلظت فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی استان همدان از معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان جمع‌آوری شده است.

جهت سنجش غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب، نمونه‌ها در بطری‌های پلی‌اتیلن جمع‌آوری، برچسب‌گذاری و بلافاصله از طریق فیلتر غشایی ۰/۴۵ میکرومتر فیلتر شدند. سپس در کم‌ترین زمان ممکن و با حفظ زنجیره‌ی سرد به آزمایشگاه مرجع منتقل شدند. نمونه‌ها تا زمان اندازه‌گیری در یخچال و در دمای ۴ درجه‌ی سانتیگراد نگهداری شدند (۱۴). PH نمونه‌ها توسط نیتریک‌اسید تثبیت شد. تجزیه‌وتحلیل نمونه‌ها توسط ولتاموگرام (Metrohm، سوییس) صورت گرفت (۱۵).

پس از دریافت نتایج، ارزیابی ریسک احتمال ابتلا به بیماری‌های غیرسرطانی (شاخص خطر) ناشی از نوشیدن و تماس پوستی ناشی از مصرف آب آشامیدنی برای دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان انجام گرفت. کلیه‌ی محاسبات ارزیابی میزان ریسک از طریق فرمول‌نویسی در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ انجام گرفته است.

در این مطالعه ارزیابی ریسک غیرسرطان‌زایی فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی مطابق با معیارهای آژانس حفاظت محیط زیست اندازه‌گیری شده است (۱۶). ارزیابی ریسک غیرسرطانی که ناشی از مواجهه با فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی از طریق مصرف آب، تماس پوستی با آن و ریسک غیرسرطان‌زایی کل می‌باشد به‌ترتیب مطابق با روابط ۳-۱ تعیین شد (۷).

$$HQ_{oral} = \frac{CDI_{oral}}{RFD_{oral}}$$ رابطه (۱)

$$HQ_{dermal} = \frac{CDI_{dermal}}{RFD_{dermal}}$$ رابطه (۲)

$$HI = HQ_{oral} + HQ_{dermal}$$ رابطه (۳)

در روابط بالا HQ_{oral}[1]، نسب خطر غیرسرطان‌زایی برای فلز مورد نظر از طریق بلع، HQ_{dermal}[2]، نسب خطر غیرسرطان‌زایی برای فلز مورد نظر از مسیر پوست و HI[3] نشان‌دهنده‌ی نسبت غیرسرطان‌زایی کل می‌باشد. CDI[4] میانگین دوز روزانه هر فلز است که واحد آن میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز می‌باشد. RFD[5] نیز دوز مرجع فلزات سنگین با واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز است (۷).

یافته‌ها

جدول ۱ نتایج مربوط به ارزیابی ریسک غیرسرطانی ناشی از فلزات سنگین در آب آشامیدنی استان همدان برای گروه سنی بزرگسال را نشان می‌دهد. با استفاده از روابط ۳-۱ مقدار نسبت خطر از طریق بلع (HQ_{oral})، تماس پوستی (HQ_{dermal}) و نسبت خطر کل (HI) برای گروه سنی بزرگسالان برای هر فلز محاسبه شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول۱، مشاهده می‌شود نسبت خطر کل برای فلز جیوه (۰/۱۰۲۵) بیشتر از سایر فلزات

[1] Oral Hazard Qoutient
[2] Dermal Hazard Qoutient
[3] Hazard Index
[4] Chronic Daily Intake
[5] Refrence Dose

می‌باشد. هم‌چنین به‌طور کلی مقدار نسبت خطر از طریق بلع بیشتر از مقدار نسبت خطر از طریق پوستی بوده است.

نتایج مربوط به ارزیابی ریسک غیرسرطانی ناشی از فلزات سنگین در آب آشامیدنی استان همدان برای گروه سنی کودکان در **جدول ۲** نشان داده شده است. نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد در کودکان نیز همانند بزرگسالان مقدار نسبت خطر برای فلز جیوه (۰/۲۴۲۲) نسبت به سایر فلزات بیشتر است. با توجه به جدول ۲ به‌طور کلی در گروه سنی کودکان نیز مقدار نسبت خطر از طریق بلع بیشتر است.

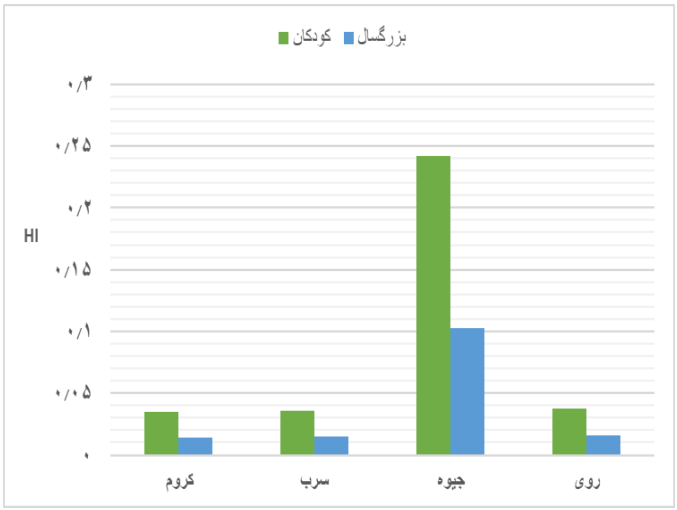
در **نمودار ۱** مقدار نسبت خطر کل برای هر فلز برای دو گروه سنی بزرگسال و کودکان نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، مقدار HI تمامی فلزات برای گروه سنی کودکان بیشتر از بزرگسالان است.

جدول ۱. نسبت خطر غیرسرطان‌زایی فلزات مورد مطالعه در آب آشامیدنی استان همدان برای گروه سنی بزرگسالان در سال ۱۳۹۹

فلزات سنگین	HQ oral	HQ dermal	HI
کروم	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۴۱	۰/۰۱۳۸
سرب	۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۴۹
جیوه	۰/۰۹۷۴	۰/۰۰۵۱	۰/۱۰۲۵
روی	۰/۰۱۳۳	۰/۰۰۲۱	۰/۰۱۵۴
تمامی فلزات	۰/۱۳۳۵	۰/۰۱۳۱	۰/۱۴۶۶

جدول۲. نسبت خطر غیرسرطان‌زایی فلزات مورد مطالعه در آب آشامیدنی استان همدان برای گروه سنی کودکان در سال ۱۳۹۹

فلزات سنگین	HQ oral	HQ dermal	HI
کروم	۰/۰۲۲۷	۰/۰۱۲۰	۰/۰۳۴۷
سرب	۰/۰۳۰۵	۰/۰۰۵۴	۰/۰۳۵۹
جیوه	۰/۲۲۷۲	۰/۰۱۴۹	۰/۲۴۲۲
روی	۰/۰۳۱۱	۰/۰۰۶۲	۰/۰۳۷۲
تمامی فلزات	۰/۳۱۱۵	۰/۰۳۸۵	۰/۳۵



نمودار ۱. شاخص خطر کل فلزات مورد مطالعه در آب آشامیدنی استان همدان برای دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان

بحث

ارزیابی ریسک غیرسرطانی برای عناصر سنگین مورد مطالعه (کروم، سرب، جیوه و روی) با استفاده از روابط ۱- ۳ انجام شد. مطابق نتایج ارائه‌شده در جداول ۱ و ۲ شاخص خطر کل (HI) برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان برای فلز جیوه بیشتر از سایر فلزات می‌باشد. علت این امر کمتربودن دوز مرجع (RFD) جیوه نسبت به سایر فلزات است (۱۷). علیدادی و همکاران به تعیین شاخص‌های ارزیابی ریسک سرطان‌زایی عناصر سنگین در منابع آب شهر تربت‌جام پرداختند. نتایج حاصل از مطالعه‌ی آنان نیز نشان داد که بیشترین نسبت خطر غیرسرطان‌زایی مربوط به فلز جیوه بوده است که با نتایج مطالعه‌ی حاضر هم‌خوانی دارد (۱۷). با توجه به نتایج مربوط به محاسبات ارزیابی ریسک غیرسرطانی، به‌طور کلی مقدار نسبت خطر غیرسرطانی از طریق بلع (HQ_{oral}) بیشتر از مواجهه‌ی پوستی است. علت این امر، بالاتربودن دوز دریافت روزانه هر فلز به ازای واحد وزن بدن از طریق مسیر بلع نسبت به مواجهه‌ی پوستی می‌باشد (۷). نتایج حاصل از مطالعه‌ی اردستانی و همکاران در رابطه با ارزیابی ریسک فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی دشت ورامین نیز نشان داد که مقدار نسبت خطر غیرسرطانی از طریق بلع نسبت به مواجهه پوستی بیشتر می‌باشد (۷). هم‌چنین در مطالعه‌ی سلیم و همکاران که به بررسی ارزیابی ریسک فلزات سنگین در آب آشامیدنی شهر اسیوط در مصر پرداختند نیز نسبت

خطر غیرسرطانی از طریق مسیر بلع بیشتر از سایر مسیرها بوده است (۱۸). نتایج حاصل از هر دو مطالعه با مطالعه‌ی حاضر هم‌خوانی دارد. با توجه به مقایسه‌ی نتایج حاصل ارزیابی ریسک غیرسرطانی برای دو گروه سنی بزرگسال و کودک، به‌طور کلی مقدار شاخص خطر (HI) برای گروه سنی کودکان بیشتر از بزرگسالان مشاهده گردیده است. دلیل این امر، کمتربودن وزن کودکان نسبت به بزرگسالان و به تبع آن آسیب‌پذیرتر بودن آنان می‌باشد. در نتیجه کودکان در مقایسه با بزرگسالان برای غلظت یکسان آلاینده بیشتر در معرض خطر قرار دارند. شهریاری و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی ارزیابی ریسک فلزات سنگین در شبکه‌ی توزیع آب شهر زابل پرداختند. نتایج حاصل از مطالعه‌ی آنان نشان داد که ریسک غیرسرطان‌زایی کل در کودکان در مقایسه با بزرگسالان بیشتر بوده است (۴). زمانی‌که نسبت خطر (HQ) و شاخص خطر کل (HI) از یک بیشتر شود احتمال بروز اثرات غیرسرطان‌زایی وجود دارد و چنانچه مقدار آن از یک کمتر شود جمعیت مورد مواجهه را خطری تهدید نمی‌کند (۷). در مطالعه‌ی حاضر نسبت خطر از طریق بلع (HQ_{oral}) و هم‌چنین مقدار نسبت خطر از طریق پوست (HQ_{dermal}) و شاخص کل خطر (HI) برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان برای تمامی فلزات کمتر از یک می‌باشد. مطالعه‌ای که توسط لیو و همکاران در استان جیانگ‌سو چین صورت گرفت نشان داد که به‌طور کلی مقدار شاخص خطر (HI) برای فلزات مورد مطالعه آنان کمتر از یک بوده است (۱۹). هم‌چنین نتایج حاصل از مطالعه‌ای که توسط بلو و همکاران با هدف ارزیابی ریسک سلامت سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی ناشی از فلزات سنگین در ایالت کانو در نیجریه انجام گرفت نیز نشان داد که شاخص خطر کل زیر حد آستانه USEPA[1] بوده است (۲۰). نتایج حاصل از مطالعه‌ی آنان با مطالعه‌ی حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

مطالعه‌ی حاضر با هدف ارزیابی ریسک غیرسرطانی فلزات سنگین در دو گروه سنی کودک و بزرگسال در آب آشامیدنی استان همدان صورت گرفته است و عناصر سنگینی مانند کروم، سرب، جیوه و روی مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه میزان شاخص خطر کل برای تمامی گروه‌های سنی و تمامی فلزات کمتر از یک می‌باشد. بنابراین از لحاظ بروز اثرات غیرسرطان‌زایی جمعیت مورد مواجهه را خطری تهدید نمی‌کند. در میان فلزات مورد مطالعه، بیشترین شاخص خطر کل مربوط به فلز جیوه می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود به‌دلیل اهمیت بالای موضوع، پایش فلزات سنگین به‌صورت مستمر و با تعداد پارامترهای بیشتری از فلزات سنگین در آب آشامیدنی استان همدان و هم‌چنین مناطق مختلف کشور صورت گیرد.

تشکر و قدردانی: این مطالعه دارای کداخلاق با شناسه IR.UMSHA.REC.1400.710 از دانشگاه علوم پزشکی همدان می‌باشد. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان که در ارائه‌ی اطلاعات نهایت همکاری را داشته است اعلام می‌دارند.

تعارض منافع: نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع با یکدیگر ندارند.

حمایت مالی: این پژوهش حمایت مالی نداشته است.

ملاحظات اخلاقی: نویسندگان این مقاله تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. هم‌چنین هر گونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

سهم نویسندگان: تمام نویسندگان به‌طور یکسان در اجرا و انجام تحقیق مشارکت داشته‌اند و پژوهش حاضر را مطالعه و تأیید نمودند.

[1] United States Environmental Protection Agency

References

1. Rajaei Q, Pourkhabbaz A, HESARI MS. Assessment of heavy metals health risk of groundwater in Ali Abad Katoul Plian. 2012 (In Persian). https://doi.org/10.29252/jnkums.4.2.155
2. Demir V, Dere T, Ergin S, Cakır Y, Celik F. Determination and health risk assessment of heavy metals in drinking water of Tunceli, Turkey. Water resources. 2015;42:508-16. https://doi.org/10.1134/S0097807815040041
3. Khodabande S. Accumulation of heavy metals in sediments and fish in Caspian Sea. Journal of Water & Wastewater(In Persian). 2000;29:19-42.
4. Shahriyari J, Rezaei MR, Kamani H, SAYADI AMH. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of heavy metals in drinking tap water in Zabol city, Iran. 2020(In Persian).
5. Kamari Z, Alipour V, Dindarloo K, Fazlzadeh M, Ghanbarnejad A, Ghaffari HR. Assessing the Risk of Carcinogenesis Caused by Exposure to Heavy Metals Through the Consumption of Drinking Water (A Case Study of Bandar Abbas Drinking Water). Journal of Preventive Medicine. 2022;9 (1):90-101(In Persian).
6. Mishra S, Dwivedi SP, Singh R. A review on epigenetic effect of heavy metal carcinogens on human health. The open nutraceuticals journal. 2010;3 (1). https://doi.org/10.2174/1876396001003010018 8
7. Movafaghi Ardestani M, Pardakhti A. Cancer and Non-Cancer Risk Assessment of Heavy Metals in Ground Gater Resources of Varamin Plain. Journal of Environmental Studies. 2022;46 (3):463-79(In Persian).
8. Sadeghi Rad M, Amini G, Shadparvar A, Arshad U, Jooshideh H, Afraz A. Determination of Heavy Metals (Zn, Cu, Cd, Pb, Hg) caviar and muscle tissue in Persian sturgeon (Acipenser persicus) and Stellate sturgeon (Acipenser stellatus) in Southern Caspian Sea. 2002(In Persian).
9. Aghayani E, Shekoohiyan S, Behnami A, Abdolahnejad A, Pourakbar M, Haghnazar H, et al. Health risk assessment due to the presence of heavy metals in drinking water resources of Maragheh city. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16 (1):31-52(In Persian).
10. Tarviji H, Shekoohiyan S, Moussavi G, Heidari M. Health risk assessment of heavy metals in water consumed by families living in some villages of Mazandaran. 2022(In Persian).
11. Scheuhammer A. The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review. Environmental Pollution. 1987;46 (4):263-95. https://doi.org/10.1016/0269-7491(87)90173-4 PMid:15092724
12. Halimi L, Bagheri N, Hoseini B, Hashtarkhani S, Goshayeshi L, Kiani B. Spatial analysis of colorectal cancer incidence in Hamadan Province, Iran: a retrospective cross-sectional study. Applied Spatial Analysis and Policy. 2020;13:293-303(In Persian). https://doi.org/10.1007/s12061-019-09303-9
13. Tohidloo S, Azami M, Ahadnejad Reveshty M. Analysis of Regional Strategies for Agricultural Development in Hamedan Province. Agricultural Extension and Education Research. 2017;9 (4):47-58(In Persian).
14. Vidosavljevic M, Puntaric D, Gvozdic V, Vidosavljevic D, Juric D, Begovic L. Assessment of arsenic in hair of the inhabitants of East Croatia-Relationship to arsenic concentrations in drinking water. Water. 2022;14 (10):1558. https://doi.org/10.3390/w14101558
15. Abadi M, Zamani A, Parizanganeh A, Khosravi Y, Badiee H. Heavy metals and arsenic content in water along the southern Caspian coasts in Iran. Environmental Science and Pollution Research. 2018;25:23725-35(In Persian). https://doi.org/10.1007/s11356-018-2455-7 PMid:29876847

16. Means B. Risk-assessment guidance for superfund. Volume 1. Human health evaluation manual. Part A. Interim report (Final). Environmental Protection Agency, Washington, DC (USA). Office of Solid Waste …; 1989.
17. Aalidadi H, Karimi Z, Dehghan A, Mohammadi H, Paydar M. Determining the indicators of carcinogenic risk assessment of heavy elements in the water resources of the Torbat-e Jam city in 2022. Journal of Research in Environmental Health. 2024;9 (4):417-27(In Persian).
18. Seleem EM, Mostafa A, Mokhtar M, Salman SA. Risk assessment of heavy metals in drinking water on the human health, Assiut City, and its environs, Egypt. Arabian Journal of Geosciences. 2021;14:1-11. https://doi.org/10.1007/s12517-021-06784-2
19. Liu N, Ni T, Xia J, Dai M, He C, Lu G. Non-carcinogenic risks induced by metals in drinking source water of Jiangsu Province, China. Environmental monitoring and assessment. 2011;177:449-56. https://doi.org/10.1007/s10661-010-1646-6 PMid:20706795
20. Bello S, Nasiru R, Garba N, Adeyemo D. Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment of heavy metals exposure from Shanono and Bagwai artisanal gold mines, Kano state, Nigeria. Scientific African. 2019;6:e00197. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00197