DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876 Published by Vesnu Publications

ارزیابی ریسک سلامتی آرسنیک در منابع آب آشامیدنی و آبیاری و برنج منطقه میداوود در استان خوزستان

مرضیه کلاه‌کج[1]، صدیقه بطالبلوئی[2]، حکیمه امانی‌پور[2]، سروش مدبری[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: آلودگی منابع آب به فلزات سنگین و ورود به چرخه زیستی می‌تواند اثرات مخرب زیست‌محیطی را به دنبال داشته باشد. آرسنیک در آب آشامیدنی از جمله عناصری است که غلظت بالای آن پیامدهای نابهنجاری را برای سلامتی بدن به دنبال دارد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین ریسک سلامتی آرسنیک در منابع آب شرب، آبیاری و برنج منطقه میداوود در استان خوزستان صورت گرفت.

روش‌ها: از چاه‌های آب شرب، آبیاری و همچنین، از دانه‌های برنج موجود در مزارع منطقه نیز نمونه‌برداری به عمل آمد. پس از آماده‌سازی نمونه، سنجش غلظت آرسنیک با دستگاه (ICP-MS یا Inductively coupled plasma mass spectrometry) انجام شد.

یافته‌ها: میانگین کل غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب شرب، آبیاری و برنج منطقه میداوود به ترتیب ۸، ۱۲/۷۵ (میلی‌گرم بر لیتر) و ۰/۰۷۹ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد. جذب روزانه مزمن (CDI یا Chronic daily intake) آرسنیک از طریق مصرف آب و برنج، برای گروه کودکان و زنان و مردان محاسبه گردید که کمتر از حد قابل تحمل دریافت روزانه FAO (Food and Agriculture Organization) بود. همچنین، نتایج سهم خطر در هر سه گروه (۱ >) به دست آمد که در محدوده نگران کننده و غیر ایمن است.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، سهم خطر (۱ >) برای ساکنان منطقه به ویژه گروه کودکان به جهت آشامیدن آب و مصرف برنج در محدوده نگران کننده و غیر ایمن قرار دارد. توجه به این نکته که آب شرب و آبیاری مزارع منطقه میداوود از چاه تأمین می‌شود و تغییرات دبی و سطح ایستابی چاه بر میزان غلظت آرسنیک اثرگذار است، کنترل منابع آب در این منطقه ضرورت دارد.

واژه‌های کلیدی: آرسنیک، آب، برنج، ریسک سلامتی

ارجاع: کلاه‌کج مرضیه، بطالبلوئی صدیقه، امانی‌پور حکیمه، مدبری سروش. **ارزیابی ریسک سلامتی آرسنیک در منابع آب آشامیدنی و آبیاری و برنج منطقه میداوود در استان خوزستان.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۳): ۲۹۶-۲۹۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۴/۱۴ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۲/۳۱

مقدمه

در سال‌های اخیر، آلودگی منابع آبی به فلزات (شبه‌فلزات) سنگین از جمله آرسنیک مورد توجه پژوهشگران محیط زیست قرار گرفته است. وجود فلزات سنگین در منابع آب می‌تواند ناشی از فرایندهای طبیعی (فرسایش خاک) یا ناشی از فعالیت‌های انسانی (تخلیه فاضلاب شهری، صنعتی و یا کشاورزی) باشد (۱). آلودگی منابع آب شرب و کشاورزی به فلزات سنگین باعث کاهش کیفیت آن می‌گردد (۲). خاصیت انباشت‌گری این فلزات در گیاهان و قابلیت تحرک آن‌ها در آب، ورود آن‌ها را به زنجیره غذایی و در نهایت، بدن انسان ساده‌تر می‌کند (۴، ۳). مطالعاتی بر آب‌های آلوده به آرسنیک در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله آرژانتین، بنگلادش، هند، مکزیک، تایلند و تایوان وجود دارد. غلظت آرسنیک در آب‌های زیرزمینی این مناطق از ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر گزارش شده است (۶-۴). همچنین، در مناطقی از ایران استان‌های کردستان، خراسان و زنجان نیز آلودگی خاک و آب به آرسنیک با منشأ زمین‌زاد، گزارش شده است (۸، ۷). غلظت آرسنیک در خاک برخی از این مناطق به بیشتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در آب برخی از چشمه‌ها این مقدار به بیش از ۱۰۰۰ میکروگرم بر لیتر می‌رسد، گزارش شده است (۹). آب‌های زیرزمینی در برخی مناطق به مقدار زیادی جهت آشامیدن، پخت و پز و آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی آلوده به آرسنیک جهت آبیاری مزارع کشاورزی، باعث افزایش غلظت این آلاینده در خاک شده و انتقال آن به بخش‌های مختلف گیاه را افزایش می‌دهد که در نتیجه در برخی موارد منجر به مختل شدن رشد طبیعی گیاه و یا تمرکز بالای آرسنیک در گیاه می‌شود (۱۱، ۱۰). هدایتی‌فر و همکاران بر اساس مطالعات انجام شده بر روی برنج شالیزارهای خرم‌آباد، میزان کادمیوم در برنج را بالاتر از حد استاندارد (۰/۱۱۵ میکروگرم بر کیلوگرم)گزارش کردند (۱۲). برخی از فلزات سنگین مانند کادمیوم، کروم، منگنز، سرب، آرسنیک و نیکل در غلظت بالا می‌توانند برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده خطرناک باشد (۱۳). آرسنیک می‌تواند از راه‌های مختلف تماس پوستی، تنفس و بلع وارد بدن انسان گردد، اما مهم‌ترین منبع ورود آن مصرف آب آلوده می‌باشد. ورود آرسنیک به بدن در درازمدت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۳- استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: صدیقه بطالبلویی
Email: sblooie@gmail.com

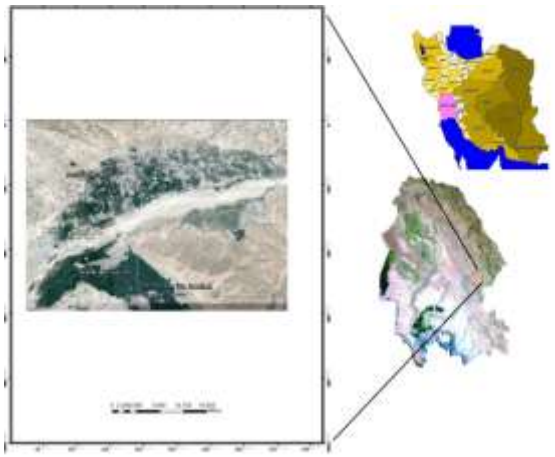
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876]

می‌تواند باعث بروز سرطان مثانه، کبد، کلیه و ضایعات پوستی گردد (۱۵، ۱۴). یکی از فاکتورهای بسیار مؤثر در بروز بیماری پای سیاه، مصرف آب آلوده به آرسنیک می‌باشد. سطح قابل قبول استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO یا World Health Organization) برای حداکثر غلظت آرسنیک در آب آشامیدنی سالم ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتراست (۱۷، ۱۶).

ارزیابی ریسک سلامتی فرایندی است که جهت برآورد طبیعت و احتمال ایجاد اثرات مضر سلامتی به واسطه مواجهه با آلاینده‌های شیمیایی محیطی برای یک ارگانیسم، سیستم یا جمعیت به کار می‌رود (۱۸). گزارش‌های موجود در منطقه میداوود، حضور آرسنیک در منطقه را به اثبات رسانده است. بنابراین، این منطقه برای مطالعه ارزیابی ریسک غیر سرطانی در منابع آب و برنج، بررسی شد.

روش‌ها

منطقه میداوود در بخش شمال شرقی شهرستان رامهرمز واقع شده و از توابع شهرستان باغملک می‌باشد. این منطقه در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و سایت‌های نمونه‌برداری

جهت انجام پژوهش، ۲ نمونه آب از چاه شرب موجود در منطقه و ۱۰ نمونه آب از چاه آبیاری و همچنین، نمونه دانه برنج از ۱۰ مزرعه منطقه میداوود جمع‌آوری گردید. برای تعیین غلظت آرسنیک نمونه‌های آب از صافی whatman ۴۲ عبور داده شد. سپس، برای رساندن به pH اسیدی (< ۲)، از اسید نیتریک استفاده گردید. همچنین، برای نمونه‌های برنج بعد از جمع‌آوری و انتقال نمونه‌های برنج به آزمایشگاه ابتدا نمونه‌های برنج توسط آب مقطر شسته و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در آون خشک گردید. میزان ۰/۵ گرم از نمونه‌های آسیاب شده برنج به بالن هضم منتقل و ۴ سی‌سی اسید سولفوریک غلیظ به بالن اضافه و ۳ الی ۵ دقیقه مایع جوشانده شد. به مقدار ۱۶/۵ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید به بالن اضافه شد تا محلول شفاف گردد. برای به دست آوردن مایع شفاف و یک دست به مدت یک دقیقه دیگر، به محلول حرارت داده شد. نمونه هضم شده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس، با کاغذ whatman فیلتر شد. اندازه‌گیری غلظت آرسنیک با دستگاه اسپکترومتر جرمی، مدل پلاسمای القایی (ICP-MS یا Inductively coupled plasma mass spectrometry) انجام گرفت.

جهت تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) استفاده شد. نرمال بودن داده‌های حاصل از پژوهش بر اساس آزمون Kolmogorov-Smirnov مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای حداکثر غلظت آرسنیک در آب آشامیدنی سالم ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و برای برنج ۰/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. نتایج قرائت شده برای میانگین غلظت آرسنیک در نمونه آب شرب و آبیاری به ترتیب ۸ و ۱۲/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر و نمونه دانه برنج ۰/۰۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که در مقایسه با استاندارد جهانی، غلظت آرسنیک در آب شرب کمتر از حد استاندارد و ۷۰ درصد نمونه‌های آب آبیاری و ۳۰ درصد نمونه‌های دانه برنج دارای غلظت بالاتر از حد استاندارد داشت. میزان غلظت دریافتی آرسنیک و سهم خطر از طریق مصرف آب و برنج به طور جداگانه برای گروه‌های کودکان، زنان و مردان محاسبه گردید (جدول ۱).

بحث

میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PDTI یا Public end-user driven technological innovation): برای محاسبه ریسک بیماری‌زایی مقطعی لازم است که میزان دوز در معرض قرارگیری برای افراد محاسبه گردد. بر اساس رژیم کل پیشنهاد شده به وسیله (WHO/FAO) World Health Organization/Food and Agriculture Organization، ۰/۰۰۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است. جهت تعیین میزان مواجهه مقطعی و توصیف خطرات از روش آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (US EPA یا United States environmental protection agency) استفاده شد (۱۹).

جدول ۱: غلظت آرسنیک دریافتی از طریق مصرف آب و برنج و محاسبه سهم خطر (سه گروه کودکان، زنان و مردان)

رده سنی	(Kg)	$(ml/day)_{Water}$	$(g/day)_{Rice}$	$PDTI_{Water}$	$PDTI_{Rice}$	$Total_{PDTI}$	THQ
کودکان	۲۵	۵۵۰	۷۵	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۴۰	۱/۳۳
زنان	۶۵	۱۷۰۰	۱۱۰	۰/۰۰۰۲۰	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۳۳	۱/۱۰
مردان	۷۶	۲۲۰۰	۱۱۰	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۳۴	۱/۱۳

PDTI: Public end-user driven technological innovation; THQ: Target hazard quotient

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876]

با استفاده از ایمنی رژیم مصرفی، مصرف روزانه آرسنیک از طریق برنج بر مبنای مصرف روزانه برنج هر فرد ایرانی (با در نظر گرفتن مصرف ۱۱۰ گرم برنج در روز و برای کودکان ۷۵ گرم) محاسبه گردید (۲۰).

میزان مواجهه از طریق آشامیدن آب و مصرف برنج از معادله ۱ قابل محاسبه می‌باشد:

$$CDI = C \times DI / BW$$ معادله ۱

CDI یا Chronic daily intake: جذب روزانه مزمن (ml/kg-d)، C: غلظت آلاینده (mg/kg)، DI: متوسط مصرفی روزانه (L/d) و BW: وزن بدن (kg) می‌باشد (برای برنج واحدها بر مبنای وزن خشک محاسبه می‌شود).

سهم خطر (HQ یا Hazard quotient): THQ (Target hazard quotient) در واقع نسبت بین میزان در معرض قرارگیری فلزات سنگین و دوز مرجع آن‌ها می‌باشد که برای بیان اثرات غیر سمی به کار می‌رود. اگر میزان این نرخ کمتر از یک باشد، نشانگر این است که هیچ گونه خطر قابل مشاهده‌ای وجود ندارد، اما اگر این نسبت برابر و یا بزرگتر از یک باشد، خطراتی برای سلامتی مصرف کنندگان را در پی خواهد داشت (یعنی میزان فلز مورد نظر از میزان مجاز فراتر رفته است). THQ بر اساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد و RfD (Reference dose) برای As، ۰/۰۰۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد (۲۰، ۱۹).

$$HQ = CDI/RfD$$ معادله ۲

نتایج به دست آمده از جدول ۱، غلظت دریافتی روزانه آرسنیک برای گروه کودکان، زنان و مردان به ترتیب ۰/۰۰۰۴، ۰/۰۰۰۳۳ و ۰/۰۰۰۳۴ (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز) می‌باشد که کمتر از حد قابل تحمل دریافت روزانه (TDI یا Tolerable **daily** intake) پیشنهاد شده FAO/WHO می‌باشد. مطالعه Halder و همکاران در رابطه با غلظت آرسنیک دریافتی از طریق برنج و قارچ خوراکی، آسیب‌پذیرترین گروه‌ها به دلیل حجم غذای بیشتر در جوانان و در افراد مسن وزن پایین، گروه‌های سنی ۳۰-۱۸ و ۶۵-۵۱ سال را گزارش دادند که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد (۲۱). مجلسی و همکاران با بررسی خطر غیر سرطان‌زایی آرسنیک آب‌های زیرزمینی منطقه هشتبندی میناب، ایمن بودن را برای منطقه گزارش دادند (۲۲) و بر خلاف نتایج به دست آمده سهم خطر (جدول ۱) برای منطقه مورد مطالعه، وضعیت غیر ایمن و نگران کننده (THQ > ۱) برآورد شد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی بر اساس نتایج پژوهش حاضر، رعایت نکات ایمنی به جهت مصرف اندازه آب و برنج و همچنین، در معرض بیش از حد قرار گرفتن آب برای جلوگیری از بیماری‌های ناشی از تماس پوستی آرسنیک توصیه می‌شود. همچنین، توجه به این نکته که آب شرب منطقه میداوود از چاه تأمین می‌شود و تغییرات دبی و سطح ایستابی چاه بر میزان غلظت آرسنیک اثرگذار است، موجب در معرض بیش از حد قرار گرفتن آرسنیک می‌شود، پس نیازمند بررسی دقیق‌تر و پایش بیشتر است.

پیشنهادها: با نصب کنترهای مخصوص بر روی چاه آب آشامیدنی و چاه‌های آبیاری کشاورزی برای کنترل میزان دبی خروجی و همچنین، جلوگیری از افت سطح ایستابی برکیفیت آب نظارت داشت. همچنین، با قرار دادن سیستم‌های تصفیه کننده آب بر روی لوله‌کشی‌های خانگی می‌توان از ورود آرسنیک به بدن جلوگیری کرد

تشکر و قدردانی

مقاله حاصل، استخراج شده از پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی مصوب دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر با کد ۹۳۳۱۱۰۱ است. همچنین، از همکاری سازمان آب و برق اهواز تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Mebrahtu G, Zerabruk S. Concentration and health implication of heavy metals in drinking water from urban areas of Tigray region, Northern Ethiopia. Momona Ethiopian Journal of Science 2011; 3(1): 105-21.
2. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of Leuciscus cephalus from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere 2006; 63(9): 1451-8.
3. Babel S, Kurniawan TA. Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: A review. J Hazard Mater 2003; 97(1-3): 219-43.
4. Bhattacharya P, Samal AC, Majumdar J, Santra SC. Accumulation of arsenic and its distribution in rice plant (Oryza sativa L.) in Gangetic West Bengal, India. Paddy and Water Environment 2010; 8(1): 63-70.
5. Del Razo LM, Arellano MA, Cebrian ME. The oxidation states of arsenic in well-water from a chronic arsenicism area of northern Mexico. Environ Pollut 1990; 64(2): 143-53.
6. Chen LG, Feng HL. Water source quality safety evaluation based on health risk assessment. J Hydraul Eng 2008; 39: 235-9.
7. Pirsaheb M, Khamoutyan R, Mohammadi H. Study of arsenic groundwater sources in Iran. Proceedings of the 16th National Congress of Environmental Health; 2013 Oct. 1-3; Tabriz, Iran. [In Persian].
8. Barati AH, Maleki A, Alasvand M. Multi-trace elements level in drinking water and the prevalence of multi-chronic arsenical poisoning in residents in the west area of Iran. Sci Total Environ 2010; 408(7): 1523-9.
9. Zandsalimi S, Karimi N, Kohandel A. Arsenic in soil, vegetation and water of a contaminated region. Int J Environ Sci Technol 2011; 8(2): 331-8.
10. Meharg AA, Rahman MM. Arsenic contamination of Bangladesh paddy field soils: Implications for rice contribution to arsenic consumption. Environ Sci Technol 2003; 37(2): 229-34.
11. Chowdhury TR, Basu GK, Mandal BK, Biswas BK, Samanta G, Chowdhury UK, et al. Arsenic poisoning in the Ganges delta.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876]

Nature 1999; 401(6753): 545-6.
12. Hedayatifar R, Falahi E, Birjandi M. Determination of Cadmium and Lead levels in high consumed rice (Oryza Sativa L.) cultivated in Lorestan province and its comparison with national standards. Yafteh 2011; 12(4): 15-22. [In Persian].
13. Cox PA. Elements of Earth. Trans. Moore F, Zaeeri K. Shiraz, Iran: Shiraz University Press; 2003.
14. Abdul KS, Jayasinghe SS, Chandana EP, Jayasumana C, De Silva PM. Arsenic and human health effects: A review. Environ Toxicol Pharmacol 2015; 40(3): 828-46.
15. Singh N, Kumar D, Sahu AP. Arsenic in the environment: Effects on human health and possible prevention. J Environ Biol 2007; 28(2 Suppl): 359-65.
16. Arsenic. In: World Health Organization, Editor. Environmental health criteria. Geneva, Switzerland: WHO; 1998.
17. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland: WHO; 2006.
18. Karyab H. Excess cancer risk assessment poly aromatic hydrocarbons in drinking water in Tehran [PhD Thesis]. Tehran, Iran: Tehran University of Medical Sciences; 2011. [In Persian].
19. U.S.Environmental Protection Agency. Estimated per capita water ingestion and body weight in the United States-an update. Washington, DC: EPA; 2017.
20. World Health Organization. Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Proceedings of the 72nd Food and Agriculture Organization; 2010 Feb 16-25; Rome, Italy.
21. Halder D, Biswas A, Slejkovec Z, Chatterjee D, Nriagu J, Jacks G, et al. Arsenic species in raw and cooked rice: Implications for human health in rural Bengal. Sci Total Environ 2014; 497-498: 200-8.
22. Majlessi M, Fakhri Y, Sarkhosh M. Concentration analysis and non-carcinogenic risk assessment from arsenic exposure in Hasht-Bandi of Minab with spatial distribution model (surface kriging map). Journal of Health in the Field 2014; 2(3): 32-41. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876]

DOI: *10.22122/jhsr.v13i3.2876* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research Received: 04.07.2016

Vol. 13, No. 3, Autumn 2017 Accepted: 21.05.2017

Health Risk Assessment of Exposure to Arsenic in Drinking Water, Irrigation Water, and Rice from Meydavood in Khoozestan Province, Iran

Marzieh Kolahkaj[1], Sedigheh Battaleb-Looie[2], Hakimeh Amanipoor[2], Soroush Modabberi[3]

Original Article

Abstract

Background: The pollution of water with heavy metals and their entering the biochemical cycle can lead to environmental degradation. Arsenic in drinking water is one of the elements whose high concentrations have adverse regulatory consequences for the health of the body. Therefore, this study was conducted to determine the health risk of arsenic in drinking water, irrigation water, and rice in Meydavood District in Khuzestan Province, Iran.

Methods: Samples were collected from drinking water wells, agriculture, and rice grains cultivated in the area. After preparations, the samples were analyzed for arsenic using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Findings: The results showed the mean concentration of arsenic in the drinking water, the water used for irrigation, and in the rice of Meydavood District to be 8, 12.75 mg/l, and 0.079 mg/l, respectively. Chronic daily intake (CDI) of arsenic through water and rice, for children, women, and men were calculated and were lower than the Food and Agriculture Organization (FAO) standards. However, target hazard quotient (THQ) values in the 3 groups were higher than 1, which suggests that people are exposed to significant health risks.

Conclusion: In general, the THQ (>1) for residents, especially for children, due to the drinking of water and consumption of rice, falls within unsafe limits. Considering the effects that the flow variations and the length of time water stays in the well have on the concentration of arsenic, it is important to monitor water levels and discharge rates.

Keywords: Arsenic, Water, Rice, Health risk

Citation: Kolahkaj M, Battaleb-Looie S, Amanipoor H, Modabberi S. **Health Risk Assessment of Exposure to Arsenic in Drinking Water, Irrigation Water, and Rice from Meydavood in Khoozestan Province, Iran.** J Health Syst Res 2017; 13(3): 292-6.

1- MSc Student, Department of Environment, School of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran
2- Assistant Professor, Department of Environment, School of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Science and Technology, Khorramshahr, Iran
3- Assistant Professor, Department of Geology, School of Earth Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sedigheh Battaleb-Looie, Email: sblooie@gmail.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i3.2876]