ORIGINAL ARTICLE

Evaluation of Concentration of Heavy Metals in Chahnimeh Water Reservoirs of Sistan-va-Baloochestan Province in 2010

Qasem Rajaei[1],
Hamid Jahantigh[2],
Atefeh Mir[1],
Samaneh Hesari Motlagh[3],
Mehdi Hasanpour[1]

[1] Department of Environment, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
[2] Department of Geology, Faculty of Sciences, Azad University of Zahedan, Zahedan, Iran
[3] MSc Students of Environment, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran

(Received March 04, 2012; Accepted March 04, 2012)

Abstract

Background and purpose: For environmental protection, public health, and pollution control, we must have precise information about the extent of pollutants, especially, heavy metals in water environments. Having high stability, heavy metals can produce danger in living organisms. Therefore, the present research was conducted to assess the Concentration of heavy metals and compare the findings with national and international standards.

Materials and methods: The present research which was conducted in Spring 2010 is based on descriptive periodic method. During the research, a number of 48 samples from 16 stations (7 Chahnimeh Stations 1, 5 Chahnimeh Stations 2, 4 Chahnimeh Stations 3) were gathered and Concentration of heavy metals (iron, copper, lead, Boron, nickel, vanadium, cadmium, selenium, chrome, arsenic, and mercury) was measured by ICP-OES.

Results: The findings resulted from the analysis of samples and their comparison with standard levels showed that the average Concentration of chrome in Chahnimeh No. 1 is beyond the national and World Health Organization. (WHO) standard level and average Concentration of cadmium, nickel, and lead in Chahnimeh No. 1, and cadmium and lead in Chahnimehs Nos. 2 and 3 are beyond World Health Organization, (WHO) standard level.

Conclusion: In the recent years, numerous researches have shown that different polluting materials like metal elements are transferred to waters through different natural and artificial (human activity) ways which biological control can prove to be a desirable and satisfactory method for measuring the level of heavy metals and their biological accessibility. As such, planning for constant control of water reservoirs seems to be necessary.

Key words: pollution, chahnimeh, heavy metal, sistan-va-baloochestan

J Mazand Univ Med Sci 2012; 22(90): 105-112 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم شماره ۹۰ تیر سال ۱۳۹۱ (۱۱۲-۱۰۵)

بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه های استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۸۹

قاسم رجایی[۱]
حمید جهانتیغ[۲]
عاطفه میر[۱]
سمانه حصاری مطلق[۳]
مهدی حسن پور[۱]

چکیده

سابقه و هدف: برای حفظ محیط زیست، بهداشت عمومی و کنترل آلودگی باید اطلاع دقیقی از میزان آلاینده‌ها به‌خصوص فلزات سنگین در محیط‌های آبی داشته باشیم. فلزات سنگین پایداری بالایی داشته و توانایی ایجاد خطر در موجودات زنده را دارند. لذا این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین و مقایسه نتایج آن با استانداردهای ملی و جهانی صورت گرفت.

مواد و روش ها: این تحقیق به روش توصیفی مقطعی در بهار ۱۳۸۹ انجام شد. در طول مدت تحقیق، تعداد ۴۸ نمونه از ۱۶ ایستگاه (۷ ایستگاه چاه نیمه۱، ۵ ایستگاه چاه نیمه۲ و ۴ ایستگاه چاه نیمه۳) برداشت و غلظت فلزات سنگین (آهن، مس، سرب، بر، نیکل، وانادیوم، کادمیوم، سلنیوم، کروم، آرسنیک و جیوه) با دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها و مقایسه آن‌ها با استانداردها نشان داد که میانگین غلظت کروم در چاه نیمه شماره ۱ فراتر از استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی (WHO) و میانگین غلظت کادمیوم، نیکل، سرب در چاه نیمه شماره ۱ و کادمیوم، سرب در چاه نیمه شماره ۲ و۳ فراتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود.

استنتاج: در سال‌های اخیر تحقیقات متعدد نشان داده است مواد آلوده‌کننده مختلف مانند عناصر فلزی از راه‌های گوناگون طبیعی و مصنوعی (فعالیت‌های انسانی) به سوی آب‌ها منتقل گردیده که پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آن‌ها باشد. لذا برنامه‌ریزی جهت پایش مستمر منابع آب ضروری به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، چاه نیمه، فلزات سنگین، سیستان و بلوچستان

مقدمه

گام اول در ارزیابی گستردگی و شدت آلودگی فلزات سنگین در مناطق مشکوک به آلودگی، تعیین غلظت فلزات می‌باشد. از این رو برای حفظ محیط زیست، کنترل آلودگی و بهداشت عمومی باید اطلاع دقیقی از میزان آلودگی‌ها به‌خصوص فلزات سنگین و پراکنش آن‌ها در محیط‌های آبی داشته باشیم. فلزات

مولف مسئول: قاسم رجائی- گلستان: گرگان، سید میران، خ فردوسی، ک دانش سوم، پ ۲۶۳ E-mail: Ghasem.rajaei19@yahoo.com
۱. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲. گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد زاهدان
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۹۱/۲/۲۷ تاریخ تصویب: ۹۱/۴/۴

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

سنگین به طور طبیعی در سطوح مختلف زمین و آب‌ها وجود دارند، اگر میزان این فلزات بیش از میزان طبیعی شود با توجه به ثبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری ضعیف و داشتن قدرت تجمع زیستی در بدن موجودات زنده تبدیل به آلاینده‌های مضر می‌شوند. به طوری که امروزه فلزات سنگین جزء مهم‌ترین آلاینده منابع آبی کره زمین به‌شمار می آیند(۱). فلزات سنگین شامل دو دسته عناصر ضروری و غیرضروری می‌باشند که در بوم سم شناسی قابل توجه‌اند، از این‌رو این عناصر پایداری بالایی داشته و توانایی ایجاد تهدید برای موجودات زنده را دارند(۲). در اکوسیستم‌های آبی، آلودگی آب توسط فلزاتسنگین یک نوع عمده از آلاینده‌هاست که سبب استرس در جوامع حیاتی می‌شود(۳). این عناصر کمتر از یک درصد وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهند و مقدار آن‌ها آن‌قدر ناچیز است که با وجود این‌که در گذشته محققان قادر به اثبات وجود آن‌ها در بدن بوده، اما روش‌های تجزیه‌ای دقیقی برای تعیین کمی چنین عناصری وجود نداشته است. وجود غلظت پایین برخی از این عناصر در بدن، در ساختمان مولکول‌های حیاتی شامل هموگلوبین، هموسیانین و غیره و همچنین به‌عنوان کوآنزیم در اکثر واکنش‌های حیاتی بدن ضروری است. با این وجود در صورتی که در یک محیط به هر دلیل، میزان غلظت فلزاتسنگین از حد معینی بالاتر برود ایجاد آلودگی نموده و سبب تهدید برای موجودات زنده می‌گردد(۴). مطالعات زیادی در مورد آلودگی آب‌ها به فلزاتسنگین انجام شده است که از جمله می‌توان به روبیناکوثر و ذوالفقار احمد، ناهید و همکاران و رحمانی و همکاران اشاره کرد(۵، ۶ و ۷). روبیناکوثر و ذوالفقار احمد، به مطالعه ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی صنایع کاهوتا اسلام آباد پاکستان پرداختند. نتایج نشان داد آلودگی هایی همچون سلنیوم در آب‌های منطقه وجود دارد(۵).

ناهید و همکاران در بررسی عناصر فلزی سنگین در آب‌های آشامیدنی مناطق مختلف تهران به این نتیجه رسیدند که میزان غلظت سرب در چند نقطه، بالاتر از حد استاندارد سازمان حفاظت از محیط زیست می‌باشد(۶). رحمانی و همکاران در بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت بهار همدان بیان کردند که در وضعیت فعلی خطری از جانب فلزات سنگین متوجه آب زیرزمینی دشت نمی‌باشد(۷).

منبع آب سطحی دشت سیستان منحصر به رودخانه هیرمند است که عمده حوضه آب‌ریز آن با مساحتی بالغ بر ۲۷۰۰۰۰ کیلومترمربع در خاک کشور افغانستان واقع شده است. به منظور انتقال مازاد جریان از فصل پرآب به فصل کم آب و یا به عبارتی ذخیره مازاد رودخانه سیستان سه مخزن (دریاچه) ذخیره موسوم به مخازن ۱ و ۲ و ۳ چاه نیمه خارج از مسیر رودخانه به یکدیگر متصل شده و آب‌گیری می‌شوند.

مخازن فعلی چاه‌نیمه‌ها دارای ظرفیت کلی معادل ۶۳۴ میلیون مترمکعب و ظرفیت مفید ۳۱۸ میلیون متر مکعب می‌باشد. عوامل مختلفی چون سطح نسبتاً بزرگی مخازن چاه‌نیمه، تغییرات و نوسانات بالای آوردهای رود سیستان، تبخیر بسیار شدید در سطح منطقه و همچنین مسئله رسوب‌گذاری در محوطه مدخل ورودی کانال آب‌گیر به مخازن چاه‌نیمه و ته نشست رسوبات در محدوده مقابل کانال آبگیر در چاه نیمه شماره ۱ معضلاتی را فراهم آورده که پیامدهای آن کارایی سیستم مخازن را با توجه به موجودی آب کنونی منطقه جهت مصارف شرب دچار مشکل و دغدغه نموده است. با توجه به این‌که احتمال گسترش آلودگی در اثر توسعه فعالیت‌های کشاورزی در محدوده شبکه آبیاری و زهکشی و فاضلاب‌های منابع انسانی در اثر توسعه نسبی روستاها به چاه نیمه‌ها وجود دارد و با توجه به این‌که آب این چاه نیمه‌ها در کنار فعالیت‌های کشاورزی، برای شرب ساکنین منطقه نیز استفاده می‌شود که در صورت بالا بودن غلظت این عناصر تهدیدی برای مصرف‌کنندگان آب ایجاد می‌کند، بنابراین پایش غلظت فلزات سنگین در آب چاه نیمه‌ها

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

امری ضروری به نظر می‌رسد. لذا این تحقیق با هدف پایش غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه‌های استان سیستان و بلوچستان و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از سطح آب چاه نیمه‌ها در بهار ۱۳۸۹ و بر اساس استاندارد متد ۱۹۹۸ انجام گرفت. در طول مدت تحقیق جمعاً حدود ۴۸ نمونه از ۱۶ ایستگاه، ۷ ایستگاه چاه نیمه۱، ۵ ایستگاه چاه نیمه۲ و۴ ایستگاه در چاه نیمه۳ (هر یک با ۳ تکرار که کل مناطق چاه نیمه‌ها را پوشش داده‌اند) برداشت شد. برای جمع‌آوری و انتقال نمونه‌ها از قوطی‌های تفلونی (۳۰۰ سی‌سی) که ۲۴ ساعت قبل با اسید نیتریک اسید پاشی شده است استفاده گردید. قبل از جمع‌آوری نمونه‌ها ابتدا بطری‌های نمونه‌برداری دو بار توسط آب منطقه نمونه‌برداری شستشو داده شده و سپس از آب همان منطقه پر گشته است، سپس بطری‌ها با اسیدنیتریک ۶۵ درصد به pH=۲ جهت جلوگیری از هرگونه آلودگی تا زمان آزمایش فیکس شده است(۸). نمونه‌های برداشت شده پس از ثبت آدرس ایستگاه نمونه‌برداری شده بلافاصله در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شد. سپس در آزمایشگاه غلظت فلزات آهن، مس، سرب، بر، نیکل، وانادیوم، کادمیوم، سلنیوم، کروم، آرسنیک و جیوه با دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری گردید. جهت صحت‌سنجی دستگاه از نمونه استاندارد و نمونه مجهول برای هر عنصر در سه تکرار انجام گرفت که این دقت به طور میانگین بین ۹۰-۹۵ درصد بود. برای تعیین ضریب همبستگی فلزات سنگین از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج فلزات سنگین نمونه‌برداری شده از آب چاه نیمه‌های ۱، ۲ و ۳ به علاوه پارامترهای آماری (میانگین، مینیمم، ماگزیمم، انحراف معیار و ضریب تغییرات) در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- غلظت فلزات‌سنگین در ایستگاه‌های چاه‌نیمه ۱، ۲ و ۳ (برحسب میکروگرم بر لیتر)

مکان	ایستگاه	As	B	Cr	V	Se	Cd	Ni	Pb	Cu	Fe
چاه نیمه۱	۱	۱۷±۲/۶	۹۴/۶±۱۲/۳	۵۴/۴±۵/۹	۳/۴±۱	۶/۶±۰/۶	۱۱/۸±۲/۲	۲۵/۲±۲/۲	۴۸/۴±۳/۳	۲۳/۹±۲/۴	۱۲۳/۱+۸/۴
	۲	۱/۸±۰/۹	۴۳/۵±۵/۴	۴۹/۷±۴/۹	۱/۳±۰/۷	۴/۳±۰/۹	۴/۷±۰/۹	۱۳/۳±۱/۲	۵۲/۷±۴/۸	۵/۴±۰/۷	۱۶۴/۶±۱۳/۷
	۳	۴/۹±۱/۲	۳۴/۱±۳/۲	۸۰/۳±۸/۳	۲/۴±۰/۶	۱۳/۲±۱/۸	۱۷/۷±۲/۴	۱۷/۶±۱/۵	۱۱/۲±۱/۱	۱۷/۱±۱/۸	۳۴۲/۷±۱۲/۲
	۴	۶/۸±۱/۴	۱۲۰/۸±۶/۷	۳۹/۳±۴/۶	۰/۳±۰/۴	۷/۷±۰/۶	۲/۷±۰/۸	۲۹/۲±۲/۷	۱۷/۴±۲/۱	۲۴±۳	۲۹۱±۱۱/۸
	۵	۳/۶±۱/۲	۸۸/۸±۶/۷	۸۷/۱±۶/۲	۴/۶±۱/۳	۱۱/۲±۰/۸	۲۵/۲±۴/۱	۲۲/۱±۰/۷	۳۰/۸±۳	۵۵/۷±۴	۴۲۲/۲±۹/۷
	۶	۱۲/۴±۴	۲۸/۱±۳/۶	۵۹/۶±۴/۹	۱۳/۱±۲/۲	۱۷±۰/۹	۳/۷±۰/۶	۱۹/۳±۱/۹	۲۹/۸±۲/۸	۰/۴±۰/۴	۴۶۹/۶±۷/۵
	۷	۲۰/۲±۱/۹	۱۷/۵±۱/۷	۶۶/۳±۴	۰/۵±۰/۲	۳/۸±۰/۷	۸/۵±۱/۱	۳۶/۲±۲/۸	۱۳/۵±۰/۹	۳۱/۱±۲/۸	۳۷۱/۵±۱۱/۹
	میانگین کل	۹/۵±۷/۲	۶۱/۱±۴۰/۱	۶۲/۴±۱۷/۲	۳/۷±۴/۴	۹/۱±۴/۹	۱۰/۶±۸/۳	۲۳/۳±۷/۸	۲۹/۱±۱۶/۶	۲۲/۵±۱۸/۲	۳۱۲/۱±۱۲۸/۶
	مینیمم	۰/۷	۱۵/۹	۳۵/۳	۰	۳	۱/۹	۱۱/۹	۹/۹	۰	۱۱۴/۷
	ماکزیمم	۲۲/۴	۱۲۵/۳	۹۲/۱	۱۵/۲	۱۷/۹	۲۹/۳	۳۹/۱	۵۷/۷	۵۹/۲	۴۷۶/۳
	ضریب تغییرات	۰/۹۶	۰/۵۸	۰/۲۷	۱	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۳۶	۰/۵۲	۰/۸۶	۰/۴۲
چاه‌نیمه۲	۱	۴/۷±۰/۶	۳۶/۹±۳/۵	۳/۶±۰/۶	۲/۶±۰/۷	۱/۷±۰/۵	۲/۳±۰/۶	۷/۹±۰/۹	۲۴/۴±۲/۶	۲۶/۷±۳/۱	۴۱۱/۳±۱۰/۶
	۲	۱۱/۶±۱/۸	۲۵/۱±۲/۸	۳۶/۸±۵/۷	۹/۲±۱/۱	۲/۹±۰/۲	۳/۴±۰/۶	۱۵/۴±۲/۲	۱۳/۱±۲/۱	۸۵/۷±۷/۵	۱۸۴/۴±۶/۹
	۳	۶/۷±۱/۴	۴۶/۵±۴/۶	۱۲/۸±۲/۵	۱/۲±۰/۳	۶/۵±۰/۶	۹/۶±۱/۹	۳/۵±۰/۵	۵/۶±۰/۸	۴۰/۳±۳/۵	۵۲۵/۲±۱۲/۳
	۴	۵/۴±۰/۶	۱۰۰±۸/۳	۲۴/۴±۳/۱	۵/۸±۰/۶	۱/۸±۰/۳	۱۱/۷±۲/۹	۵/۴±۰/۸	۱۹/۵±۰/۹	۶۳±۴/۷	۲۲۸/۷±۱۴/۱
	۵	۳/۶±۰/۷	۶۱/۵±۴/۴	۱۷/۸±۱/۴	۰/۳±۰/۳	۴/۶±۰/۶	۱۶/۶±۲/۴	۱۱/۶±۱/۷	۸/۳±۱/۵	۱۹/۹±۲/۲	۳۴۲/۴±۱۳/۶
	میانگین کل	۶/۴±۳/۲	۵۴±۲۹	۱۹/۱±۱۲/۷	۳/۸±۳/۷	۳/۵±۲/۱	۸/۷±۶/۲	۸/۸±۴/۸	۱۴/۲±۷/۹	۴۷/۱±۲۷/۲	۳۳۸/۴±۱۳۸
	مینیمم	۳	۲۲/۳	۳/۱	۰	۱/۲	۱/۷	۳/۱	۴/۷	۱۸/۱	۱۷۷/۲
	ماکزیمم	۱۳/۲	۱۰۹/۱	۴۲/۷	۱۰/۳	۷/۱	۱۹/۱	۱۷/۷	۲۶/۹	۹۲/۸	۵۳۹/۱
	ضریب تغییرات	۰/۵۰	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۹۷	۰/۵۹	۰/۷۱	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۴۱
چاه‌نیمه۳	۱	۱/۷±۰/۲	۹۶/۷±۷/۹	۲۶/۶±۲/۱	۳/۷±۰/۴	۱/۵±۰/۵	۱/۹±۰/۴	۳±۰/۳	۱۳/۳±۱/۴	۱۹/۱±۱/۹	۳۹۲/۷±۱۲/۲
	۲	۴/۴±۰/۳	۵۸/۸±۵/۴	۲۳/۸±۲/۶	۲/۵±۰/۵	۲/۳±۰/۳	۶/۴±۰/۷	۵/۷±۰/۶	۵/۹±۱/۵	۶۱/۵±۳/۱	۱۰۱/۹±۶/۵
	۳	۲/۸±۰/۱	۷۸/۸±۴/۲	۸/۲±۰/۳	۱/۷±۰/۷	۲±۰/۱	۹/۷±۰/۶	۷/۸±۰/۴	۷/۸±۰/۷	۷۷/۳±۴/۷	۳۶۵/۹±۱۰/۳
	۴	۰/۵±۰/۰۷	۹/۴±۱/۲	۳۰/۵±۳/۲	۲/۱±۰/۵	۴/۱±۰/۵	۳/۹±۰/۱	۱/۳±۰/۳	۱۴/۶±۲/۴	۲۷/۳±۲/۴	۱۷۵/۵±۷/۱
	میانگین کل	۲/۴±۱/۷	۶۰/۹±۳۷/۹	۲۲/۳±۹/۸	۲/۵±۰/۸	۲/۵±۱/۱	۵/۵±۳/۴	۴/۵±۲/۹	۱۰/۴±۴/۴	۴۶/۳±۲۷/۸	۲۵۹±۱۴۲/۶
	مینیمم	۰/۴۷	۸/۱	۷/۸	۱	۱	۱/۵	۱	۴/۴	۱۷/۶	۹۴/۸
	ماکزیمم	۴/۷	۱۰۴/۶	۳۳/۲	۴	۴/۷	۱۰/۴	۸/۳	۱۶/۸	۸۲/۲	۴۰۵/۵
	ضریب تغییرات	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۴۴	۰/۳۶	۰/۴۶	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۴۲	۰/۶۰	۰/۵۵
	استاندارد ایران	۵۰	–	۵۰	–	–	۵۰	–	۵۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰
	استاندارد (WHO)	۱۰	۳۰۰	۵۰	–	۱۰	۳	۲۰	۱۰	–	–

** جیوه در تمام ایستگاه‌ها صفر گزارش شده است

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

بحث

وجود فلزات سنگین در دنیای صنعتی امروزه به یک معضل تبدیل شده است که از راه‌های مختلف در حال وارد شدن به بدن انسان می‌باشد. فلزات سنگین در بدن موجودات زنده دو نقش اساسی بر عهده دارند که یکی از آن‌ها شرکت در ساختمان مولکول‌های حیاتی است و دیگری نقش کوانزیمی است که با اتصال به آنزیم‌های مختلف به عنوان فعال‌کننده آنزیم در تسریع واکنش‌ها عمل می‌کند. از این رو وجود برخی فلزات در موجودات زنده به مقدار مشخص و مطلوب ضروری است و در صورت تغییر در میزان آن‌ها، واکنش‌های طبیعی بدن کند یا مختل شده و سبب ایجاد پاسخ‌های نامطلوب در بدن موجودات زنده می‌گردد(۹). تغییر در میزان فلزات در اکوسیستم‌های مختلف، تحت تأثیر عوامل متفاوتی صورت می‌گیرد. فلزات سنگین ممکن است در اثر عوامل طبیعی مانند فرسایش خاک، سیلاب یا توسط عوامل مصنوعی از جمله فعالیت‌های انسانی نظیر، ورود فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی وارد سیستم آبی شوند. فلزات سنگین انتخاب شده در تحقیق جزء عناصر نادری هستند که با توجه به نقش زیست محیطی بسیار مهمی که دارند انتخاب شده‌اند(۱۰)، بر این اساس غلظت فلزات سنگین در چاه نیمه‌ها به‌صورت زیر می‌باشد.

غلظت فلزات سنگین در چاه نیم‌ها

نتایج نشان داده است میانگین غلظت آرسنیک و سلنیوم در چاه نیمه ۱ به ترتیب ۹/۵ و ۹/۱، در چاه نیمه ۲، ۶/۴ و ۳/۵ و چاه نیمه ۳، ۲/۴ و ۲/۵ میکروگرم برلیتر می‌باشد که پایین‌تر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد ملی است. مطالعه اورهان گندوز و همکاران، در ارزیابی آلودگی آرسنیک دشت سیما و ترکیه و تاثیر آن بر سلامتی انسان ها میانگین غلظت آرسنیک را ۹۹/۱ و ماکزیمم آن ۵۶۱/۵ میکروگرم بر لیتر به‌دست آوردند که بسیار بیشتر از میزان غلظت آرسنیک در چاه نیمه‌ها می‌باشد(۱۱). مسافری و همکاران در تحقیق خود بر میزان آرسنیک منابع آب هشترود نشان دادند که آرسنیک در آب شرب ۵۰ روستا وجود دارد که در ۹ روستا مقدار آن بالاتر از استاندارد ملی ایران یعنی ۵۰ میکروگرم بر لیتر بوده است(۱۲). در تحقیق حاضر غلظت آرسنیک زیر حد مجاز استاندارد بدست آمده و مشکلی برای مصرف کنندگان به وجود نمی‌آورد. نتایج جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که میانگین غلظت کروم در چاه نیمه ۱، ۶۲/۱ میکروگرم بر لیتر می‌باشد که کمی فراتر از استاندارد ملی است. کروم عنصری است سمی و سمیت آن به اشکال شیمیایی آن بستگی دارد، به طوری که کروم شش ظرفیتی سمی تر از کروم سه ظرفیتی می باشد. فاکتورهای زیستی و غیرزیستی که سبب افزایش کروم شش ظرفیتی می‌شود می‌تواند باعث افزایش سمیت این عنصر در آب گردند. احتمال می‌رود علاوه بر خصوصیات زمین‌شناسی یکی از دلایل بالاتر بودن غلظت کروم در آب چاه نیمه شماره ۱، فعالیت‌های کشاورزی اطراف چاه نیمه باشد. میانگین غلظت کروم در چاه نیمه ۲ و ۳، ۱۹/۱ و ۲۲/۳ میکروگرم بر لیتر به‌دست آمد که زیر حد استاندارد است و مشکلی برای مصرف‌کنندگان به وجود نمی‌آورد. استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی حداکثر میزان قابل قبول کروم موجود در آب آشامیدنی را ۵۰ میکروگرم بر لیتر اعلام نموده است. نتایج کادمیوم نشان داده است که میانگین غلظت کادمیوم در چاه نیمه ۱، ۱۰/۶ و در چاه نیمه ۲ و ۳، ۸/۷ و ۵/۵ میکروگرم بر لیتر می‌باشد که پایین‌تر از استاندارد ملی اما فراتر از استاندارد بهداشت جهانی است. مصرف کادمیوم در بخش فعالیت‌های کشاورزی (سموم شیمیایی و یا کودهای فسفاته) یک منبع ورودی کادمیوم به محیط زیست تلقی می‌شود از این‌رو احتمال می‌رود علاوه بر خصوصیات زمین‌شناسی، فعالیت‌های انسانی (فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌های انسانی) یکی از دلایل تأثیرگذار بر میزان غلظت کادمیوم

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

باشـد(۱۳). میـزان تهدیـد کـادمیوم و ذخیـره آن در بـدن انسان با کمبود روی افزایش مـی‌یابـد. کـادمیوم بـر روی مؤثر بوده و می‌تواند بـر مقـدار روی مـورد نیـاز تـداخل نموده و از واکنش‌های آنزیمی جلـوگیری کنـد(۱۴). بـر اساس نتایج جدول شـماره ۱ میـانگین غلظـت سـرب در چـاه نیمـه ۱، ۲۹/۱ و در چـاه نیمـه ۲ و ۳، ۱۴/۲ و ۱۰/۴ میکروگرم بر لیتر به‌دست آمد که زیر حد استاندارد ملی اما فراتر از استاندارد سـازمان بهداشـت جهـانی (WHO) می‌باشد. عواملی همچـون روانـاب‌هـای سـطحی پـارک اطراف چاه نیمه، فرسایش طبیعی پوسته زمـین و اسـتفاده از کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی منطقه مـی‌توانـد در میزان غلظت فلز سرب چاه نیمه‌هـا تأثیرگـذار باشـد. در تحقیقی که نـاظمی و خـسروی بـر روی فلـزات سـنگین منطقه شهنما شاهرود انجام دادند میانگین غلظـت فلـزات سنگین سـرب، کـادمیوم، کـروم و آرسـنیک در آب بـه ترتیب ۷۵۵۰، ۴۸۵۰، ۷۸۰ و ۱۲۸۳۰ میکروگـرم بـر لیتـر بود(۱۵). کـه در تحقیـق حاضـر میـانگین ایـن فلـزات بـه ترتیب ۱۷/۸۹، ۸/۲۷، ۳۴/۵۷ و ۶/۱۰ میکروگرم بـر لیتـر به‌دست آمد. نتایج دو مطالعه نـشان مـی‌دهـد کـه مقـدار فلزات سنگین در آب چاه نیمه‌ها نسبت به منطقـه شـهنما شاهرود بسیار کمتـر مـی‌باشـد. نتـایج تحقیـق سـعیدی و همکاران در ارزیابی میزان غلظت فلزات سنگین در آب رودخانـه تجـن مازنـدران نـشان داد کـه غلظـت فلـزات کـادمیوم و سـرب بیـشتر از اسـتاندارد سـازمان بهداشـت جهانی بود آن‌ها همچنین غلظت فلزات کـادمیوم، مـس، نیکـل، سـرب و آهـن را بـه ترتیـب ۴۱/۱، ۱۶/۱، ۱۸/۷، ۳۶/۲ و ۹۰۲/۱ میکروگرم بر لیتر به‌دست آوردند کـه بـه استثناء آهن، غلظـت سـایر فلـزات تفـاوت محـسوسی بـا میانگین غلظت فلزات چاه نیمه‌ها ندارد(۱۶).

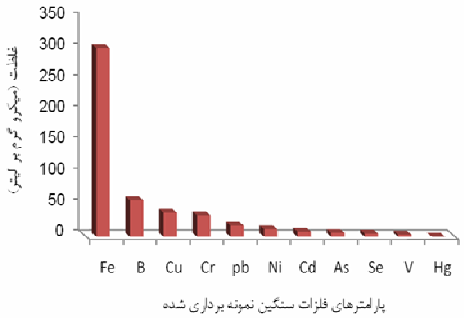
نتایج غلظت نیکل در چاه نیمه ۱ نشان می‌دهد کـه دامنـه تغییـرات نیکـل بـین ۳۹/۱ – ۱۱/۹ و میـانگین ۲۳/۳ میکروگرم بر لیتر می‌باشد که پایین‌تـر از اسـتاندارد ملـی امـا فراتـر از اسـتاندارد سـازمان بهداشـت جهـانی اسـت. میانگین نیکل در چاه‌نیمـه ۲ و ۳، ۸/۸ و ۴/۵ میکروگـرم بر لیتر به‌دست آمد که زیر حد مجاز استاندارد می‌باشـد. غلظـت‌هـای نیکـل در محـیط زیـست بـه علـت مـصرف سـوخت‌هـای فـسیلی ناشـی از نیروگـاه‌هـا، معـادن، پالایشگاه‌هـا، سـوزاندن مـواد زائـد و پـساب بیمارسـتانی است(۱۴). با توجه به این‌کـه در منطقـه پارامترهـای فـوق وجود ندارد بنابراین احتمال می‌رود غلظت نیکل موجود در آب مربوط به ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقـه باشـد. نیکل یکی از فلزات سنگین بوده که در محیط‌های آبـی بیشترین تحـرک و انتقـال را دارد. ترکیبـات محلـول در آب نظیر کلرید نیکل، سولفات نیکل و نیتـرات نیکـل از ترکیبات قابل بررسی از لحاظ بهداشتی می‌باشـد(۱۷). در تحقیقی که وحیـد دسـتجردی و همکـاران بـر روی آب تالاب گاوخونی انجام دادند میـانگین غلظـت نیکـل ۴۸۰ میکروگرم بر لیتر به‌دست آمد که بسیار بیشتر از میانگین غلظت این فلز در چاه نیمه‌ها می‌باشد(۱۸).

نتایج میانگین غلظت مـس و آهـن در چـاه نیمـه ۱، ۲۲/۵ و ۳۱۲/۱ ؛ در چاه نیمه ۲، ۴۷/۱ و ۳۳۸/۴ و در چاه نیمه ۳، ۴۶/۳ و ۲۵۹ میکروگرم بر لیتر) به‌دست آمد کـه زیر حد مجاز است و مشکلی برای مصرف‌کنندگان آب به وجود نمی‌آورد. نتایج تحقیـق عالیقـدری و همکـاران بر روی غلظت فلـزات سـنگین در منـابع آب آشـامیدنی اردبیل مشخص کرد که غلظت فلز آهن در تمام نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد و غلظـت مـس در مـرز اسـتاندارد ملـی قـرار دارد(۱۹). در مطالعـه حاضـر نیـز غلظـت ایـن فلزات زیر حد استاندارد ملی به‌دست آمده است. به‌طـور کلی نتایج میانگین فراوانی غلظت فلـزات سـنگین نـشان می‌دهد که آهن و مس در چاه نیمه ۱، ۲ و آهـن، بـر در چاه نیمه ۳ بیشترین میزان غلظـت و جیـوه و وانـادیوم در چـاه نیمـه ۱، جیـوه و سـلنیوم در چـاه نیمـه ۲، جیـوه، وانادیوم و سلنیوم در چاه نیمه ۳، کمترین میـزان غلظـت فلزات را تشکیل مـی‌دهنـد. ترتیـب قـرار گـرفتن فلـزات سنگین در چاه نیمه به‌صورت زیر می‌باشد.

(چـــــــــــــاه نیمـــــــــــــه ۱؛ Fe >B>Cr>Pb>Ni>Cu>Cd>As>Se>V>Hg ؛ چاه-

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

نیمه ۲، Fe>B>Cu>Cr>Pb>Ni>Cd>As>V>Se>Hg ؛ چاه نیمه ۳؛ Fe>B>Cu>Cr>Pb>Cd>Ni>V,Se>As>Hg). نمودار میانگین غلظت فراوانی فلزات سنگین در چاه نیمه‌ها در (شکل شماره ۱) نشان داده شده است. نمودار نشان می‌دهد که آهن و بر بیشترین میزان غلظت فلزات و جیوه و وانادیوم کمترین میزان غلظت فلزات در چاه نیمه‌ها را تشکیل می‌دهند.



شکل شماره ۱:نمودار میانگین غلظت فلزات سنگین در چاه نیمه ها

ضریب همبستگی پارامترهای اندازه گیری شده

آزمون همبستگی پیرسون بر روی داده‌های حاصل از میانگین ۳ تکرار در ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام شد. بر اساس جدول شماره ۲ همبستگی مثبت و معنی‌داری بین آرسنیک و نیکل (p <۰/۰۱ و r= ۰/۷۲۱)، کروم و سلنیوم (p <۰/۰۱ و r= ۰/۶۸۳) و کروم و نیکل (p <۰/۰۱ و r= ۰/۶۹۱) وجود دارد. همچنین بین غلظت کادمیوم با سایر فلزات (به استثناء آرسنیک و وانادیوم و بین کروم با اکثر فلزات (به استثناء مس و آهن) همبستگی نسبتاً بالایی مشاهده گردید. به‌طور کلی جدول همبستگی نشان می دهد که بین فلزات سنگین آهن و مس با فلزات سنگین آرسنیک، کروم و نیکل همبستگی منفی وجود دارد (جدول شماره ۲).در پایان نتیجه می‌گیریم امروزه با خشکسالی‌های شدید و کاهش میزان بارندگی از یک طرف و افزایش جمعیت و فعالیت‌های انسانی از طرفی دیگر کیفیت آب‌ها دستخوش تغییراتی شده است منابع آب چاه نیمه‌های استان سیستان و بلوچستان با توجه به این‌که در منطقه‌ای خشک قرار دارند از این قاعده مستثنی نمی‌باشند. نتایج غلظت فلزات سنگین در آب چاه نیمه‌ها نشان داده است که به استثناء کروم در چاه نیمه شماره ۱، تمام غلظت‌های فلزات سنگین زیر حد مجاز استاندارد ملی به‌دست آمده و مشکلی برای مصرف کنندگان آب وجود ندارد. اما با این وجود به دلیل بهداشت عمومی و بالاتر بودن برخی از فلزات نظیر نیکل، کادمیوم و سرب از استاندارد جهانی، پیشنهاد می‌شود پایش‌های مستمر و منظم بر روی غلظت فلزات سنگین منطقه از طرف سازمان‌های مسئول صورت گیرد.

جدول شماره ۲: ضرایب همبستگی محاسبه شده در ماتریس عناصر با استفاده از روش پیرسون

پارامتر	As	B	Cr	V	Se	Cd	Ni	pb	Cu	Fe
As	۱									
B	-۰/۱۹۰	۱								
Cr	۰/۳۶۲	۰/۱۷۷	۱							
V	۰/۲۷۳	-۰/۱۴۷	۰/۲۲۶	۱						
Se	۰/۱۷۰	۰/۰۸۶	**۰/۶۸۳	۰/۴۴۲	۱					
Cd	-۰/۰۴۲	۰/۳۹۴	۰/۴۷۷	-۰/۱۵۷	۰/۳۴۹	۱				
Ni	۰/۷۲۱ **	۰/۲۲۹	۰/۶۹۱**	۰/۰۱۵	۰/۳۹۷	۰/۲۰۶	۱			
Pb	۰/۱۷۴	۰/۱۶۹	۰/۴۰۴	۰/۱۸۷	۰/۲۲۷	۰/۰۰۹	۰/۳۲۹			
Cu	-۰/۰۳۰	۰/۱۶۰	-۰/۲۶۲	۰/۰۷۲	۰/۴۳۹-	۰/۱۶۳	-۰/۲۱۰	- ۰/۴۱۹	۱	
Fe	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳۵	-۰/۱۵۳	۰/۰۵۷	۰/۲۱۰	۰/۰۲۳	-۰/۰۴۵	۰/۱۶۹	-۰/۲۱۴	۱

* ارتباط معنی داری در سطح ۵ درصد

** ارتباط معنی داری در سطح ۱ درصد

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

سپاسگزاری

ایـن مقالـه حاصـل کـاره تحقیقـاتی دانـشجویی می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان مقاله از تمـامی کـسانی که در به ثمر رسیدن این تحقیق یاری رسـاندند تقـدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

References

1. Enbaee A, Keykhosro A, Vatandost J. effects of different concentrations of toxic metals zinc and copper in the liver and gill tissue of common carp (Cyprinus carpio). 12th Conference on Iran Environmental Health. Shahid Beheshti Medical Sciences 2009; p. 2630-2636.
2. Storelli MM, Storelli AD, ddobbo R, Marano C, Bruno R, Marcotrigiano GO. Trace elements in loggerhead turtles (Caretta caretta) From Tne eastern Mediteran sea: over view and Evaluation. Environ Pollut 2005; 135(1): 163-170.
3. Baldatoni D, Alfani A, Tommasi PD. Assessment of macro and microelement accumulation capability of two aquatic plants. Environ Pollut 2004; 130(2): 149-156.
4. Jalali B, Meshki M. Fish toxicity of heavy metals in water and its importance in public health. Tehran: Publication of Manbook 2006. p. 140 (Persian).
5. Rubina K, Zulfiqar A. Determination of toxic inorganic elements pollution in groundwater of Kahuta Industrial Triangle Islamabad, Pakistan using inductively copled plasma mass spectrometry. Environ Moni Assess 2009; 157(1-4): 347-354.
6. Nahid P, Mosleh Abadi P. Investigation and analysis of heavy metal elements in drinking water in different areas of Tehran and methods for their removal. J of Food Sci and Tec 2008; 5(1): 29-35 (Persian).
7. Rahmani A, Shokohi R. The survey of underground water quality in Bahar-Hamedan plain. 10th Environmental Health National Conference. Hamedan Med Sci 2007; p. 46-56 (Persian).
8. American Public Health Association, Standard method for the examination of water and wastewater. 17th ed. (Washington, DC): 1998.
9. Khorasani NA, Shaygan JA, Karimi N. The survey of Concentrations in heavy metals (zinc, copper, iron, chromium and lead) in surface sediments off the coast of Bandar Abbas. Iranian J of Natural Resou 2006; 58(4): 861-869 (Persian).
10. Botkin D, Edvard K. Understanding of the environment (planet earth live). Vhabzadh translation. Publications Nature and Wildlife Museum of Iran. 2003; p. 53 (Persian).
11. Orhan G, Celalettin S, Altug H. Arsenic pollution in the ground water of simav plain,Turkey. Its impact on water qality and human health. Water Air Soil Pollut 2010; 205(4): 43-62.
12. Mosaferi M, Taghipour H, Hasani A, Barghei M, Kamali Z, Ghadirzadeh A. Evaluation of arsenic in drinking water sources. J of Health and Environ. Iranian J of Environ Health Sci 2008: 1(1): 19-28 (Persian).
13. Bandani Q, Shokrzadeh M, Rostami HS, Yelghi S, Saeedi S, Babai M. Research and Comparison of Heavy Metals levels in Sediment, Water and High-Consumed Fish of Southern margin of Caspian Sea in

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

Gulestan Province. Department of Environmental Protection in Golestan Province. 2008. p. 174 (Persian).

14. Esmaeeli A. Pollution health and environmental standards. Publications of Naghshe Mehr; 2002. p. 737 (Persian).
15. Nazemi S, Khosravi A. A study of heavy metals in soil, water and vegetables. J of Sci and Heal 2011; 5(4): 27-31 (Persian).
16. 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 (Persian).
17. Shahriari A. Measured values of heavy metals cadmium, chromium, lead and nickel in edible tissues of fisheries Sorkho and Shoorideh Persian Gulf in 2003. J of Gorgan Med Sci 2005; 7(2): 65-67 (Persian).
18. Vahid Dastjerdi M, Shabanzadeh S, Saniee A, Rozegar R. An investigation and comparsion on heavy metal concentration in water, soil and plant in Gavkhoni Talab in the years of 2002 to 2005. 12th Conference on Iranian Environmental Health. Shahid Beheshti Medical Sciences. 2009; p. 2370-2379 (Persian).
19. Alighadr M, Hazrati S, Qanbari M. Measurement of Heavy metals concentration in drinking water sources in Ardebil City. 10th Environmental Health National Conference. Hamedan Medical Sciences. 2007; p. 16- 24 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]