کومش- جلد ۲۵، شماره ۶ (پیاپی ۹۸)، آذر و دی ۱۴۰۲

بررسی تاثیر محل دفن زباله شهرستان جویبار بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین منابع آب‌های زیرزمینی

یوسف دادبان شهامت [۱](Ph.D)، زهره مقیسه [۲*](Ph.D)، غلامرضا جمالی اترگله [۳](M.Sc)، مینا قهرچی [۴](M.Sc)

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

۳- گروه مهندسی محیط زیست- آب وفاضلاب، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی تربت جام، تربت جام، ایران

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۹۷۱۱۸۴۵ zmoqise@yahoo.com

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

هدف: آلوده شدن آب‌های زیرزمینی تأثیرات عمده‌ای بر سلامت انسان‌ها، فعالیت صنایع، کشاورزی و محیط زیست دارد. مطالعه حاضر با هدف تعیین غلظت فلزات سرب، کادمیوم، آرسنیک، کروم و نیکل در آب‌های زیرزمینی اطراف محل دفن شهرستان جویبار و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود جهت مصارف شرب انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، نمونه‌برداری از ۴ حلقه چاه در طی سه ماه متوالی به تعداد ۱۲ نمونه انجام شد. غلظت عناصر سنگین با استفاده از تکنیک جذب اتمی با کوره گرافیتی (GFAA) بر اساس روش‌های استاندارد آب و فاضلاب اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، پارامترهای سختی، دما، pH و کل جامدات محلول (TDS) با دستگاه‌های پرتابل نیز مورد سنجش قرار گرفت.

یافته‌ها: بررسی‌ها نشان داد که میانگین غلظت نیکل، سرب، کروم و کادمیوم در آب چاه‌ها به ترتیب ۰/۰۴۲۵، ۰/۰۰۷۱، ۰/۰۲۶۸ و ۰/۰۱۱۷ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در هیچ نمونه‌ای آرسنیک مشاهده نشده است. میانگین دما، سختی، pH و TDS در محدوده به ترتیب ۲۱-۲۰ ℃، ۶۶/۳۳-۱۰۸/۱۳۶ mg/L، ۷/۳-۷/۳۶ و ۲۵/۳۳-۵۶۶/۷۱۲ mg/L سنجش شد. علاوه بر این، ضریب همبستگی نشان داد که رابطه همبستگی مثبتی بین فلزات نیکل، کروم، سرب، کادمیوم و پارامترهای دما، سختی، pH و TDS و همچنین با یک‌دیگر در سطح اطمینان α=۰/۰۱ وجود داشت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج آب چاه‌های موجود از لحاظ مقدار فلزات آرسنیک، سرب، کروم و pH و سختی منابع قابل قبولی جهت مصارف شرب هستند اما مقدار فلزات کادمیوم و نیکل و TDS از حد استاندارد بالاتر است.

واژه‌های کلیدی: فلز سنگین، منابع آبی، شهر جویبار، شیرابه، استاندارد

مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع مهم تأمین آب برای میلیون‌ها نفر در جهان بوده و آلوده شدن آن‌ها تأثیرات عمده‌ای بر سلامت انسان‌ها، فعالیت صنایع، کشاورزی و محیط زیست دارد. متأسفانه به دلیل غیر قابل رؤیت بودن آب‌های زیرزمینی، بسیاری از مردم در مورد اهمیت آن‌ها و آثار زیان‌بار آلودگی محیط بر آن‌ها آگاهی کافی ندارند [۱]. برخلاف آب‌های سطحی، آلودگی منابع و سفره‌های آب زیرزمینی، عمدتاً غیرقابل بازگشت هستند، چرا که نوسازی آب در اعماق زمین در مقایسه با آب‌های سطحی، بسیار کند است [۲]. از میان آلاینده‌های مختلف، فلزات سنگین به دلیل پایداری محیطی، بازیافت بیوژئوشیمیایی، پدیده جذب - واجذبی، پتانسیل اکسایش- کاهش، ته‌نشست، انحلال‌پذیری و خطرات بوم شناختی مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته‌اند [۳]. با این وجود بعضی از آن‌ها به عنوان مواد مغذی برای زنده ماندن عمل می‌کنند و در غلظت‌های بیش‌تر می‌توانند منجر به مسمومیت شدید شوند. بیش‌تر شکل‌های سمی این فلزات در گونه‌های یونی آن‌ها، شرایط اکسیداسیون پایدار آن‌ها است مانند Pb^{+2}، Hg^{+2}، As^{+3} و Cd^{+2} که آن‌ها با مولکول‌های زیستی بدن برای تشکیل ترکیبات پایدار، واکنش می‌کنند [۴-۶].

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

با گسترش شهرنشینی و توسعه صنعت، آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. مقادیر بالای فلزات سنگین در آب بر سلامت انسان تأثیر سوء داشته و منجر به غیر قابل مصرف شدن آب می‌شود [۷]. دفن زباله‌های جامد شهری بدون کنترل شیرابه و گازهای حاصل از آن، منبع اصلی آلودگی‌های محیطی هستند که منابع آب آشامیدنی اطراف محل دفن را آلوده کرده و از بین می‌برند [۸]. میزان این آلودگی به ترکیب و کمیت شیرابه، زمان بهره‌برداری از محل دفن و فاصله آن از منابع آبی، پوشش گیاهی و خاک بستگی دارد [۹،۱۰]. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که تجمع عناصر سنگین در منابع آب اثرات مخربی را به همراه داشته است. آلودگی خاک و آب به فلزات کاتیونی سمی ضمن کاهش عملکرد و کیفیت محصول، پایداری تولید کشاورزی و سلامت افراد جامعه را با خطر مواجه می‌کند [۱۱]. سلیمان‌نژاد و همکارانش (۱۳۹۵) غلظت فلزات سنگین مانند روی، آرسنیک و مس در خاک محل دفن شهرستان قائمشهر بالاتر از مقدارهای استاندارد گزارش کردند [۱۲]. همچنین نتایج مشابهی توسط سید عصری و همکارش (۱۳۹۸) در خاک محل دفن زباله شهرستان تنکابن گزارش شد [۱۳]. خانلری و همکاران (۱۳۹۱) مطالعه‌ای در محل دفن زباله همدان بر روی آب‌های زیرزمینی انجام دادند و تاثیر شرایط هیدرولوژی و زمین شناختی محل دفن در پراکندگی آلودگی را گزارش دادند [۱۴]. علاوه بر این، مطالعه‌ای در زمینه تاثیر شیرابه بر روی سلامت و بهداشت انسان انجام شد و مشکلات بهداشتی از جمله استفراغ، اسهال، شکم درد، هپاتیت و اسهال خونی بر روی افراد ساکن در مجاورت محل دفن را گزارش کردند [۱۵].

شهرستان جویبار یکی از شهرستان‌های مرکزی استان مازندران است. این شهرستان شهرت و مهارت ویژه‌ای در بازیافت مواد زائد در استان مازندران پیدا کردند. ضایعات از شهرهای مختلف استان و حتی از استان‌های هم‌جوار نظیر: گلستان، سمنان و گیلان جمع‌آوری و به این شهر منتقل می‌شود و پس از جداسازی و اعمال پروسه‌های پردازش به کارخانه‌های بازیافت در سراسر کشور انتقال داده می‌شود [۱۶]. وجود چنین اماکنی علاوه بر ایجاد مشکلات بهداشتی و زیست محیطی برای شهروندان، موجب ایجاد مناظر زشت در معابر عمومی، ورودی‌ها و کلیه‌ی نقاط شهر می‌شوند. از طرفی ساکنین اطراف محل‌های دفن از اثرات بهداشتی ناشی از آب‌های آلوده به شیرابه اطلاعی ندارند. با توجه به این‌که فلزات سنگین ازجمله سرب، کادمیوم، آرسنیک و کروم جز فلزات سمی و و غیرضروری برای بافت‌های انسان هستند و دارای ویژگی‌های تجمع‌پذیری و سرطان‌زایی هستند، لذا آلودگی آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در زمین‌های کشاورزی شهرستان جویبار، می‌تواند منجر به انتقال و تجمع فلزات سنگین از طریق محصولات کشاورزی به انسان گردد. بنابراین بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی اطراف جایگاه محل دفن موضوعی مهم و اساسی به نظر می‌رسد. لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی غلظت فلزات سنگین آب‌های زیرزمینی در بالا دست و پایین دست محل دفن شهرستان جویبار و مقایسه با استانداردهای معتبر از جمله استاندارد ملی ایران، رهنمود سازمان جهانی بهداشت (WHO) و حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) [۱۷،۱۸] و کمک در شناسایی منبع آلوده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شناسه مصوب اخلاق. این تحقیق در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گلستان با شناسه IR.GOUMS.REC.1397.080به تصویب رسیده است.

محدوده مورد مطالعه . شهرستان جویبار از شمال به دریای خزر، از جنوب به شهرستان قائمشهر، از شرق به شهرستان ساری و از غرب به شهرستان بابلسر محدود می‌شود. بر اساس واحد آمار مرکز بهداشت شهرستان، جمعیت آن حدوداً ۸۵۰۰۰ نفر می‌باشد. مختصات جغرافیایی آن ۴۷،۵۲ تا ۵۸،۵۹،۵۲ طول شرقی از نصف النهار مبدا و ۳۳،۳۶ تا ۴۷،۳۶ عرض شمالی است.

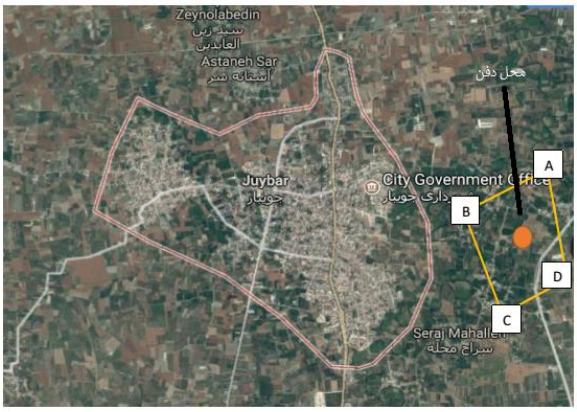
محل دفن زباله شهری جویبار در جنوب شرقی شهر و در زمینی به مساحت ۵۰ هکتار واقع شده و از سال ۱۳۶۵ به عنوان تنها محل دفن زباله‌های تولیدی فعالیت خود را آغاز کرده است. در حال حاضر روزانه بیش از ۷۵ تن زباله در شهر جویبار تولید می‌شود. در این محل زباله‌های تولید شده شهرهای جویبار، لاریم، کوهی خیل و همچنین شهرک صنعتی جویبار دفن می‌شود. عکس منطقه با تعیین جانمایی محل دفن و چاه‌ها در شکل ۱ قابل مشاهده است.

اندازه‌گیری پارامترهای pH، سختی، فلزات سنگین و دما

پارامترهایی که در این مطالعه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت شامل pH، شاخص TDS، سختی، غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، سرب و آرسنیک بود. مقدار pH آب با استفاده از دستگاه pH سنج اندازه‌گیری شد. مقدار TDS و سختی آب بر اساس روش استاندارد بر حسب میلی‌گرم بر لیتر مورد سنجش قرار گرفت. همچنین فلزات سنگین کادمیوم، آرسنیک، سرب و نیکل هم با استفاده از دستگاه جذب اتمی و

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

بر اساس استانداردهای رایج آب و فاضلاب [۱۹] مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.



شکل ۱. قرار گیری محل دفن زباله و چاه های مورد نظر شهرستان جویبار

روش اجرای طرح. در ابتدا تعیین موقعیت، عمق و مشخصات چاه‌های آب کشاورزی و آب شرب عمیق در اطراف محل دفن انجام شد. سپس تعیین فاصله از محل دفن، جهت عمومی شیب زمین و جهت حرکت آب‌های زیرزمینی مشخص گردید. با توجه به مسیر جریان آب‌های زیرزمینی نقاط برداشت یا چاه‌ها در بالا و پایین محل دفن انتخاب شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در محدوده منطقه مورد مطالعه شامل چهار ایستگاه به نام‌های A، B، C و D بودند دو ایستگاه A و B در بالادست محل دفن، به ترتیب با فاصله ۳۰۰۰ و ۲۷۵۰ متر و دو ایستگاه C و D که در پایین‌دست محل دفن قرار داشتند و فاصله آن‌ها تا محل دفن زباله به ترتیب ۲۵۶۰ و ۴۱۰۰ متر بود. از نظر طول و عرض جغرافیایی ایستگاه A در طول ۳۶/۶۵۰۶۱ و عرض ۵۲/۹۲۱۸، ایستگاه B در طول ۳۶/۶۵۰۶۸ و عرض ۵۲/۹۳۰۵، ایستگاه C در طول ۳۶/۶۵۵۲۹ و عرض ۵۲/۹۲۸۰ و ایستگاه D در طول ۳۶/۶۵۴۴۷ و عرض جغرافیایی ۵۲/۹۱۹۶ قرار دارند. در این تحقیق به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در منابع آب‌های زیرزمینی محل دفن زباله شهرستان جویبار، نمونه‌برداری از ۴ حلقه چاه در حال بهره‌برداری شامل ۲ حلقه در بالادست و ۲ حلقه در پایین‌دست محل دفن زباله انجام و چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق منطقه مورد نظر به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. نمونه‌برداری در فصل تابستان سال ۱۳۹۵ (در ۳ ماه متوالی و در هر ماه یک نمونه) انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران منتقل شده و پس از انجام آماده‌سازی، در نهایت کیفیت شیمیایی نمونه‌ها بر اساس اهداف تعیین شده در آزمایشگاه دانشگاه علوم تحقیقات تهران مشخص گردید. پس از تهیه محلول استاندارد خاص هر یک از پارامترهای فیزیکوشیمیایی دما، سختی، pH و TDS و همچنین غلظت عناصر فلزات سنگین نیکل، آرسنیک، کادمیوم و سرب، با استفاده از تکنیک جذب اتمی با کوره گرافیتی مدل AA۹۹۰ سنجش شد. برای قرائت نمونه‌ها، در ابتدا محلول استاندارد را برای هر یک از فلزات تهیه شد. جهت آماده‌سازی نمونه‌های آب، نمونه‌ها را از صافی عبور داده و سپس به دستگاه تزریق شد. میزان بازیابی برای فلزات کادمیوم، سرب، کروم و آرسنیک به ترتیب ۹۶ درصد، ۹۷درصد، ۹۸درصد و ۹۳ درصد تعیین شد.

نتایج

بررسی غلظت فلزات سنگین. در این مطالعه مقدار فلزات سنگین شامل آرسنیک، نیکل، کروم، سرب و کادمیوم در منابع آب‌های زیرزمینی اطراف محل دفن زباله شهرستان جویبار مورد سنجش قرار گرفتند که نتایج این آنالیزها در جدول ۱ ارائه شده است.

همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، در بین فلزات سنگین مورد بررسی بیش‌ترین غلظت مربوط به نیکل می‌باشد. میانگین غلظت نیکل در چاه A (۰/۰۳۳۶ mg/L) نسبت به چاه‌های B، C و D کم‌تر بود. همچنین میانگین غلظت نیکل در چاه D (۰/۰۵۱۳ mg/L) بیش‌ترین بود. میانگین غلظت نیکل در تمام ماه‌های مورد بررسی یکسان برابر با mg/L ۰/۰۴ مشاهده شد. سپس فلز کروم با مقدار mg/L ۰/۰۲ بیش‌ترین غلظت را در تمامی چاه‌های مورد بررسی داشت. در حالی که کم‌ترین میزان فلز سنگین مربوط به آرسنیک با مقدار صفر میلی‌گرم در لیتر در تمامی چاه‌ها و بعد از آن سرب با میانگین مقدار ۰/۰۰۳۷ میلی‌گرم در لیتر در ماه اردیبهشت و mg/L ۰/۰۰۴ در چاه A بوده است. میانگین غلظت کروم در تمام چاه‌ها یکسان و حدود mg/L ۰/۰۲ و در ماه اردیبهشت (۰/۰۴ mg/L) بیش‌تر از ماه‌های فروردین و خرداد سنجش شد. سرب در چاه B بیش‌تر از C و D با میانگین غلظت mg/L ۰/۰۰۹ و در ماه خرداد با میانگین غلظت mg/L ۰/۰۱ بیش‌تر از ماه‌های مورد بررسی مشاهده شد. همچنین در تمام چاه‌های مورد بررسی، میانگین غلظت کادمیوم یکسان و در ماه خرداد کم‌ترین سنجش شد. لازم به ذکر است که آرسنیک در هیچ نمونه مشاهده نشده است.

علاوه بر این، در جدول ۲ میانگین کل غلظت فلزات آرسنیک، نیکل، کروم، سرب و کادمیوم با استانداردهای ایران، سازمان جهانی بهداشت و سازمان محیط زیست آمریکا مقایسه شده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در کل نمونه‌های آب چاه و فصول فلز کادمیوم با میانگین

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

غلظت mg/L ۰/۰۰۲±۰/۰۱۱۷ از حداکثر مجاز استانداردهای ملی ایران، سازمان جهانی بهداشت و سازمان محیط زیست آمریکا بیش‌تر بود. همچنین فلز نیکل با میانگین غلظت mg/L ۰/۰۱±۰/۰۴۲۵ بیش‌تر از حداکثر مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت بود. در سایر فلزات از جمله آرسنیک، کروم و سرب، میانگین کل غلظت در تمام نمونه‌های آب چاه‌ها و فصول کم‌تر از استانداردهای مورد بررسی مشاهده شد.

بررسی دما، سختی، pH و TDS. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای دما، سختی، pH و TDS در چاه‌های بالادست و پایین‌دست در سه ماه فروردین، اردیبهشت و خرداد به شرح جدول ۳ می‌باشد.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، دما در ۳ ماه مورد بررسی تقریباً یکسان بود. دما در ماه فروردین با اختلاف نیم درجه سانتی‌گراد (۲۰/۵ درجه سانتی‌گراد) بیش‌تر از ماه‌های اردیبهشت و خرداد (۲۰ درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد. همچنین در بررسی دما در بین چاه‌های مورد بررسی مشاهده شد که میانگین دما در چاه B بیش‌ترین مقدار با ۲۱ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین دما در چاه D با میانگین ۱۹/۶۶ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین دما در چاه‌های A و C برابر با ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد.

علاوه بر دما میانگین مقدار pH نیز در آب چاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در طی ماه‌ها و چاه‌های مورد بررسی، میانگین pH در رنج ۷/۳۶–۷/۳ مشاهده شد. مقدار pH آب چاه‌های زیرزمینی نمونه‌برداری شده در رنج معمول بود. در بررسی انجام شده، میانگین سختی در ماه فروردین برابر با mg/L ۱۳۵/۲۵ اندازه‌گیری شد. میانگین سختی در ماه فروردین بیش‌تر از ماه‌های اردیبهشت و خرداد می‌باشد. همچنین مقدار سختی در آب چاه‌های A، B، C و D به ترتیب mg/L ۱۱۸/۳۳، ۱۳۶/۳۳، ۱۲۲/۶۶ و ۱۰۸/۶۶ را نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار مربوط به چاه B می‌باشد. علاوه بر این، بر طبق جدول ۳ میانگین مقدار TDS در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد به ترتیب برابر با mg/L ۵۶۶/۲۵، ۶۵۲/۲۵ و ۶۹۳ اندازه‌گیری شد. همانطور مشاهده می‌شود بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین غلظت TDS در ماه‌های خرداد و فروردین و در بین چاه‌های مورد بررسی، چاه B با مقدار mg/L ۷۱۲/۳۳ بیش‌ترین میانگین را نشان داد. با این حال پارمترهای کیفی pH و سختی در محدوده استاندارد آب زیرزمینی برای آشامیدن برابر با ۶/۵–۸/۵ و mg/L ۱۵۰ می‌باشد [۲۰]. اما نتایج مقدار TDS در جدول ۳ نشان می‌دهد که مقدار آن در آب چاه‌ها و زمان نمونه‌برداری بالاتر از مقدار استاندارد تعیین شده (۵۰۰mg/L) می‌باشد [۲۱].

آزمون همبستگی پیرسون برای میانگین فلزات سنگین و پارامترهای کیفی در آب چاه‌های مورد بررسی. ضریب همبستگی محاسبه شده بین فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکوشیمیایی در چاه‌های بالادست و پایین‌دست در جدول ۴ مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۴ نشان می‌دهد رابطه همبستگی مثبتی بین فلزات نیکل، کروم، سرب، کادمیوم و پارامترهای دما، سختی، pH و TDS و همچنین با یک‌دیگر در سطح اطمینان α=۰/۰۱ وجود دارد. با توجه به جدول ۴، فلزات نیکل، سرب، کادمیوم با پارامتر pH رابطه همبستگی مثبت دارد. بنابراین مقدار pH در میانگین غلظت باقی‌مانده فلزات مورد بررسی به‌جز کروم تاثیر بسزایی دارد. همچنین در جدول ۴، فلز کروم با میانگین دما، سختی و مقدار TDS همبستگی مثبت نشان داده است اما با سایر فلزات و pH ارتباط همبستگی منفی وجود دارد. بنابراین پارامترهای فیزیکوشیمیایی به‌جز pH در مقدار باقی‌مانده کروم تاثیر مثبتی دارند و فلز سرب، کادمیوم و نیکل در میزان باقی‌مانده کروم تاثیری ندارد. با این حال، همانطور در جدول ۴ مشاهده می‌گردد فلز کادمیوم، سرب و نیکل در غلظت باقی‌مانده دیگر فلزات تاثیر مثبت دارد. اما در ارتباط با فلز آرسنیک ارتباطی بین غلظت باقی‌مانده این فلز و پارامترهای مانند فلزات مورد بررسی و مقدار دما، pH، TDS و سختی وجود ندارد. علاوه بر ارتباط همبستگی بین فلزات با پارامترهای فیزیکوشیمیایی، در جدول ۴ بین پارامترهای دما، سختی و مقدار TDS به‌جز pH ارتباط همبستگی مثبت وجود دارد. پارامتر pH با هیچ یک از پارامترهای فیزیکوشیمیایی رابطه همبستگی مثبت ندارد. همانطور مشاهده می‌شود مقدار دما در انحلال یون‌های سختی یا مقدار املاح می‌تواند تاثیر بسزایی داشته باشد.

جدول ۱. بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه های مورد بررسی اطراف محل دفن در طی ماه های مختلف

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

فلز سنگین	ماه	چاه A	چاه B	چاه C	چاه D	میانگین کل	انحراف معیار
آرسنیک (mg/L)	فروردین	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	*n.d
	اردیبهشت	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	خرداد	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	میانگین	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	انحراف معیار	۰	۰	۰	۰		
نیکل(mg/L)	فروردین	۰/۰۳۴	۰/۰۵۷	۰/۰۲۹	۰/۰۵۲	۰/۰۴۳	۰/۰۱۱۸
	اردیبهشت	۰/۰۴۵	۰/۰۵۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹	۰/۰۴۰۵	۰/۰۱۰۸
	خرداد	۰/۰۳۳	۰/۰۱۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴۱۵	۰/۰۲۱
	میانگین	۰/۰۳۳۶	۰/۰۴۲۳	۰/۰۴۲۶	۰/۰۵۱۳		
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۲۰۷۴	۰/۰۱۹۳۲	۰/۰۰۰۹۴		
کروم(mg/L) کروم(mg/L)	فروردین	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۲۴	۰/۰۲	۰/۰۰۳۷
	اردیبهشت	۰/۰۵۱	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳۱	۰/۰۴۵۵	۰/۰۰۱
	خرداد	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴۳
	میانگین	۰/۰۲۸۶	۰/۰۲۹۶	۰/۰۲۳۳	۰/۰۲۵۶		
	انحراف معیار	۰/۰۱۶۴	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۱۷	۰/۰۰۳۸۵		
سرب(mg/L)	فروردین	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۰۵
	اردیبهشت	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۳
	خرداد	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۰۴۱
	میانگین	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۷۸		
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۳۰	۰/۰۰۰۸۵		
کادمیوم(mg/L)	فروردین	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷۸	۰/۰۰۳۳
	اردیبهشت	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵۸	۰/۰۰۴
	خرداد	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۳
	میانگین	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱		
	انحراف معیار	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶۸		

*not detectable

جدول ۲. بررسی غلظت فلزات سنگین در آب چاه ها با استانداردها

فلز مورد نظر	میانگین	انحراف معیار	استاندارد۱۰۵۳ ایران (mg/L)	WHO (mg/L) (حداکثر مجاز)	EPA (mg/L) (حداکثر مجاز)
آرسنیک	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
نیکل	۰/۰۴۲۵	۰/۰۱۵۵	۰/۰۷	۰/۰۲	–
کروم	۰/۰۲۶۸	۰/۰۱۵۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱
سرب	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۵
کادمیوم	۰/۰۱۱۷	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵

** ارتباط همبستگی در سطح اطمینان ۰/۰۱

جدول۳. میانگین و انحراف معیار کلی پارامترهای دما، سختی، pH و TDS در آب چاه های مورد بررسی در طی سه ماه نمونه برداری

پارامترشیمیایی	ماه	چاه A	چاه B	چاه C	چاه D	میانگین	انحراف معیار
دما	فروردین	۲۱	۲۱	۲۱	۱۹	۲۰/۵	۰/۸۶۶
	اردیبهشت	۲۰	۲۱	۲۰	۱۹	۲۰	۰/۷۰۷
	خرداد	۱۹	۲۱	۱۹	۲۱	۲۰	۱
	میانگین	۲۰	۲۱	۲۰	۱۹/۶۶		
	انحراف معیار	۰/۸۲	۰	۰/۸۲	۰/۹۴		
pH	فروردین	۷/۳	۷/۴	۷/۴	۷/۳	۷/۳۵	۰/۰۵
	اردیبهشت	۷/۲	۷/۳	۷/۳	۷/۵	۷/۳۲۵	۰/۱۰۹
	خرداد	۷/۴	۷/۲	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۰/۰۷۰۷

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

	میانگین	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۷/۳۶		
	انحراف معیار	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۹		
سختی (mg/L)	فروردین	۱۳۷	۱۵۶	۱۳۶	۱۱۲	۱۳۵/۲۵	۱۵/۶۱
	اردیبهشت	۱۱۰	۱۲۸	۱۱۷	۱۱۰	۱۱۶/۲۵	۷/۳۶۱
	خرداد	۱۰۸	۱۲۵	۱۱۵	۱۰۴	۱۱۳	۷/۹۶۸
	میانگین	۱۱۸/۳۳	۱۳۶/۳۳	۱۲۲/۶۶	۱۰۸/۶۶		
	انحراف معیار	۱۳/۲۲	۱۳/۹۶	۹/۴۶	۳/۴۰		
TDS (mg/L)	فروردین	۵۵۹	۶۳۸	۵۵۸	۵۱۰	۵۶۶/۲۵	۴۵/۹۱۵
	اردیبهشت	۶۴۹	۷۲۹	۶۵۱	۵۸۰	۶۵۲/۲۵	۵۲/۷۳۲
	خرداد	۶۵۸	۷۷۰	۶۵۱	۷۰۰	۶۹۳	۴۸/۷۴۹
	میانگین	۶۲۲	۷۱۲/۳۳	۶۲۰	۵۹۶/۶۶		
	انحراف معیار	۴۴/۷۰	۵۵/۱۶	۴۳/۸۴	۷۸/۴۶		

جدول۴. همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین مورد مطالعه و پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب

متغیر	As	Ni	Cr	Pb	Cd	pH	دما	سختی	TDS
As	۱								
Ni	-۰/۹۱**	۱							
Cr	۰/۶۳**	۰/۵۷**	۱						
Pb	-۰/۱۰۵**	-۰/۳۳**	-۰/۷۰۸**	۱					
Cd	-۰/۶۵**	-۰/۲۸۲**	-۰/۰۴۵**	۰/۴۴**	۱				
pH	-۰/۱۴**	-۰/۶۳**	-۰/۵۵**	۰/۸۹	۱**	۱			
دما	۰/۳۹**	۰/۷۶**	۰/۳۴	-۰/۲۲۴**	-۰/۶۶۷**	-۰/۲۰۲**	۱		
سختی	۰/۰۱**	۰	۰/۰۱**	-۰/۲۸**	-۰/۰۹۸**	-۰/۰۴۹**	۰/۰۷۸**	۱	
TDS	۰/۴۱**	۰/۳۰**	۰/۶۴**	-۰/۹۶**	-۰/۲۴**	-۰/۸۳**	۰/۶۶**	-۰/۷۵**	۱

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان فلزات سنگین در منابع آب‌های زیرزمینی محل دفن زباله شهرستان جویبار انجام شده است. در این مطالعه غلظت چهار فلز آرسنیک، نیکل، کروم و کادمیوم و پارامترهایی مانند pH، TDS و سختی مورد بررسی قرار گرفته است. در حقیقت این فلزات به عنوان فلزات سنگین ناخواسته در آب آشامیدنی مشخص می‌شوند و می‌توانند به داخل سیستم آبی نفوذ یابند [۱۵].

در منطقه مورد بررسی، میانگین غلظت نیکل نسبت به سایر فلزات بیش‌ترین غلظت باقی‌مانده را داشت. میانگین کل غلظت نیکل (۰/۰۴۲۵ ±۰/۰۱۵۵ mg/L) موجود در آب چاه‌ها در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بیش‌تر مشاهده شد. در مطالعه ماگدا و همکاران [۲۲] نیز مقدار متوسط نیکل در آب چاه‌های مورد مطالعه برابر با ۰/۰۵۷ میلی‌گرم در لیتر بود که بالاتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بود. نتایج مطالعه ماگدا با این مطالعه مطابقت داشت. اما در مطالعه جیوورک و همکاران مقدار نیکل در آب‌های نمونه‌گیری شده پایین‌تر از حد مجاز بود [۲۳] در مطالعه مدبر و همکاران مقدار متوسط نیکل در چاه‌های پایین‌دست محل دفن، برابر ۰/۰۱۹ mg/L بود که پایین‌تر از حد مجاز استاندارد ملی (۰/۰۰۷ mg/L) و سازمان جهانی بهداشت می‌باشد [۲۴]. نتایج مطالعات مذکور کم‌تر از نیکل مورد برررسی در مطالعه ما شناسایی شد.

همچنین میانگین کل غلظت کادمیوم (۰/۰۱۱۷±۰/۰۰۲۷ mg/L) در آب چاه‌ها در تمام ماه‌ها از حداکثر مجاز استانداردها (جدول ۲) بیش‌تر بود. مطابق با یافته‌های مطالعه حاضر، در مطالعه نوری و همکاران [۲۵] و اوپالوا و همکاران [۲۶] میزان کادمیوم از میزان استاندارد آب قابل شرب سازمان بهداشت جهانی بالاتر بوده است. همچنین بر خلاف مطالعه حاضر، در مطالعه ملکوتیان و همکاران [۲۷]، فروزان و همکاران [۲۸]، رجایی و همکاران [۲۹]، دیسکوویتزچی و همکارانش [۳۰] و آکر و همکاران [۳۱] مقدار کادمیوم در چاه‌های مورد بررسی در مطابق استانداردهای مذکور بوده است.

سایر فلزات مورد مطالعه شامل کروم، سرب و آرسنیک از استانداردهای مورد نظر کم‌تر بودند. بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد که در نمونه‌های اخذ شده در چهار حلقه چاه و در سه ماه متوالی، مقدار آرسنیک صفر بوده است. از جمله مهم‌ترین

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

منابع ایجاد آلودگی آب‌های زیرزمینی به آرسنیک استفاده از آفت‌کش‌های حاوی آرسنیک هستند که با توجه به عدم وجود منابع آرسنیک در محل تجمع زباله در شهر جویبار، مقدار آرسنیک در نمونه‌های مورد بررسی، صفر بوده است. این در حالی است که در مطالعه ملکوتیان نشان داده شد که میزان آرسنیک در ۳۱ درصد از نمونه‌های گرفته شده از آب آشامیدنی روستاهای جنوب شرقی دشت رفسنجان بالاتر از حد استاندارد بوده است به‌طوری‌که ۱۰/۴ درصد از جمعیت آن منطقه در معرض غلظت بالاتر از حد مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی خود قرار داشتند [۲۷]. همچنین در مطالعه رجایی [۲۹] نیز میزان آرسنیک مورد بررسی کم‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی بوده است که با یافته‌های مطالعه حاضر همسو می‌باشد. اما در مطالعه هو [۳۲]، جوهانا بوچمن [۳۳] و داس [۳۴] میزان آرسنیک به طور قابل توجهی از میزان استاندارد بالاتر بوده است. یا در مطالعه بوچمن و همکاران میزان آرسنیک در سه منطقه غرب، شرق و مرکزی کشور کامبوج به ترتیب برابر ۹، ۲۳۳ و ۳ میکروگرم بر لیتر بود که بسیار بالاتر از میزان استاندارد آن بوده است [۳۳]. همچنین در مطالعه داس و همکاران در هند نشان داده شد که میزان غلظت آرسنیک در لوله چاه بسیار بالاتر از حد استاندارد و بالاتر از ۱۰۰۰ میکروگرم بر لیتر بود [۲۴]. در بررسی انجام شده بر روی میزان فلزات سنگین خاک محل دفن شهر تنکابن، فلز آرسنیک و کادمیوم با میزان آلودگی زیاد گزارش کردند [۱۳]. مطالعات مذکور دارای نتایج معکوسی با مطالعه انجام شده می‌باشد. در مطالعه حاضر میانگین غلظت کروم در تمامی چاه‌های مورد بررسی mg/L ۰/۰۲۶۸±۰/۰۱۵۱ بوده است که از حد مجاز استانداردهای موجود در جدول ۲ کم‌تر است. در مطالعات مشابهی که توسط رجایی و همکاران [۲۹] و دیسکوویتزچی [۳۰] انجام شد نیز غلظت کروم کم‌تر از حد استاندارد و نزدیک به یافته‌های مطالعه ما بوده است. اما در مطالعه مدبر و همکاران [۲۴] مقدار متوسط کروم در چاه‌های پایین‌دست برابر با ۰/۰۶۷ و بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی بود. همچنین مطالعه هو و همکاران [۳۲] مقدار کروم بیش‌تر از حد استاندارد قابل شرب تعیین شده توسط سازمان جهانی بهداشت بوده است. همچنین میانگین غلظت سرب در تمامی چاه‌های مورد بررسی ۰/۰۰۷ میلی‌گرم در لیتر بوده است که میزان استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران برای مصارف شرب کم‌تر می‌باشد. بررسی نتایج مطالعه نوری و همکاران [۲۵] و هو و همکاران [۳۲] نشان می‌دهد که بر خلاف مطالعه حاضر، مقدار سرب بیش‌تر از حد استاندارد بوده است. اما در مطالعه فروزان و همکاران [۲۸] مقدار سرب از مقدار استاندارد کم‌تر بوده است که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد.

در این مطالعه تفاوت غلظت در نوع فلزات سنگین موجود در منابع آب چاه‌ها مشاهده شد که می‌توان به ترکیب زباله محل دفن، احتمال تخلیه فاضلاب‌های صنعتی یا کشاورزی در اطراف چاه و یا محل دفن، انتشار این آلاینده‌ها در سطح زمین و نفوذ آن‌ها توسط بارندگی‌های زیاد و سطح بالای آب زیرزمینی در این منطقه اشاره کرد [۱۴،۳۵،۳۶]. مطالعات نشان دادند که شیب هیدرولیکی و شرایط زمین شناختی در منطقه می‌تواند در میزان آلودگی فلزات سنگین در منابع آب چاه‌ها تاثیر داشته باشد [۳۵] با این حال در این مطالعه با توجه به جدول ۴ تفاوت در میانگین غلظت فلزات سنگین مورد بررسی و پارامترهای کیفی آب (TDS، سختی و pH) چاه‌های بالادست و پایین‌دست مشاهده نشد بنابراین از لحاظ مشخصات زمین‌شناسی و شیب در منطقه مورد مطالعه یکسان می‌باشد. در جدول ۳ مقدار TDS نمونه‌های آب چاه کمی بیش‌تر از استاندارد آب آشامیدنی مشخص شد. بالا بودن نتایج TDS می‌تواند به دلیل تاثیر شیرابه تولیدی در محل دفن و یا در مطالعه‌ای گزارش کردند به دلیل کاهش بارندگی یا تغییرات اقلیم و برداشت‌های بی‌رویه از آب زیرزمینی باشد [۲۱]. همانطور قبلاً اشاره شد، مطالعه حاضر نشان داد از لحاظ آماری پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد بررسی مانند مقدار TDS آب می‌تواند در باقی‌مانده فلز کروم موثر باشد اما در سایر فلزات مانند سرب، کادمیوم و نیکل تاثیری ندارد. اما مقدار pH با باقی‌مانده تمام فلزات مورد بررسی به‌جز کروم ارتباط همبستگی موثری مشاهده شد. اما در مطالعه آقاولی و همکاران در سال ۱۳۹۵ نشان دادند که همبستگی مثبتی بین سرب و آرسنیک با پارمترهای فیزیکوشیمیایی آب وجود ندارد [۳۷] در حالی که در دیگر مطالعه انجام شده بر روی رسوبات، رابطه همبستگی مثبتی بین فلزات آرسنیک، نیکل و کروم با پارامترهای فیزیکوشیمیایی وجود داشت [۳۸].

ارتباط همبستگی بین فلزات احتمالاً ناشی از منشا یکسان آن‌ها (فلزات سنگین ناشی از شیرابه) در نمونه‌های آب مورد بررسی است. با این حال عدم ارتباط همبستگی بین فلز کروم با سایر فلزات ممکن است به دلیل تاثیر عوامل فیزیکوشیمیایی در مقدار کروم باقی‌مانده باشد [۳۷]. به دلیل این‌که روند تغییرات غلظت کروم مشابه و توزیع نرمال بود بنابراین منشا وجود باقی‌مانده فلز کروم با سایر فلزات موجود در نمونه‌های آب چاه فرقی نمی‌کند.

یکی از منشاهای انسانی یا غیرطبیعی وجود فلزات سنگین می‌تواند محل دفن پسماند باشد که باید بر اساس

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

اصول مهندسی و بهداشتی مدیریت شود. یکی از نگرانی‌های محل دفن، دفن پسماند بدون لایه میانی است که منجر به نفوذ شیرابه تولیدی از پسماند می‌شود. شیرابه تولیدی منبع مهم فلزات سنگین در محل دفن و آب زیرزمینی اطراف آن است [۱۵]. همچنین بر اساس آزمایشات انجام گرفته در شیرابه، مقدار pH می‌تواند در میزان تحرک فلزات سنگین موجود در شیرابه موثر باشد. در صورتی که pH شیرابه محل دفن خنثی باشد، بنابراین فلزات سنگین شیرابه دارای تحرک کمی است. از طرفی در مطالعه نشان دادند که مقدار pH پایین شیرابه باعث نفوذپذیری بالای نیکل در بین فلزاتی مانند سرب، کادمیوم، کروم و آرسنیک شده است [۳۹،۴۰] بنابراین غلظت بالای نیکل در آب زیرزمینی مشاهده شد. بالا بودن غلظت کادمیوم در آب زیرزمینی نیز می‌تواند به علت بالا بودن غلظت این فلز در شیرابه باشد. متقابلاً با غلظت کم کروم موجود در آب چاه‌های مورد بررسی در این مطالعه می‌توان نیز به کم بودن غلظت کروم در شیرابه اشاره کرد. در واقع غلظت فلزات سنگین موجود در آب زیرزمینی می‌تواند تحت تاثیر غلظت فلزات در شیرابه باشد [۱۵]. علاوه بر غلظت فلزات سنگین موجود در شیرابه، مقادیر بالای مواد قابل تجزیه بیولوژیکی محل دفن در غلظت فلزات آب زیرزمینی نقش دارد. تجزیه بیولوژیکی نیاز به اکسیدکننده زیاد مانند اکسیژن در طبقه آبده دارد. اما وجود فلزات سنگین باعث می‌شود تا شرایط تهویه را مختل کند و همراه با ذرات در منافذ طبقه آبده جذب شود [۱۵]. لذا با توجه به یافته‌های این مطالعه و سایر مطالعات انجام شده در ایران و سایر کشورهای جهان، پایش مستمر و اقدامات مربوطه از طرف سازمان‌های مربوطه اعم از مراکز بهداشت و شرکت آب و فاضلاب مبنی بر وجود باقی‌مانده‌های فلزات سنگین در منابع آب سطحی و آب زیرزمینی به‌ویژه در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالایی را دارند ضروری است.

در این مطالعه، میانگین غلظت فلزات سنگین در منابع آبی اطراف محل دفن منطقه مور بررسی به شرح ذیل می‌باشد: نیکل> کروم> کادمیوم> سرب> آرسنیک. فلز آرسنیک در هیچ نمونه‌ای مشاهده نشد. همچنین نتایج حاضر نشان داد که آب چاه‌های موجود از لحاظ مقدار فلزات آرسنیک، سرب، کروم و pH و سختی منابع قابل قبولی جهت مصارف شرب هستند اما مقدار فلزات کادمیوم و نیکل و TDS از حد استاندارد بالاتر شده است. بنابراین محل دفن در کیفیت املاح یا TDS آب چاه‌های مورد بررسی جهت مصارف شرب تاثیرات غیرقابل قبول بهداشتی و زیست محیطی را می‌گذارد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم دسترسی کافی به منابع آبی اطراف محل دفن بهداشتی زباله اشاره کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد تهران کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

مشارکت و نقش نویسندگان

یوسف دادبان شهامت: ایده و طراحی مطالعه و تجزیه و تحلیل داده‌ها– زهره مقیسه: تجزیه و تحلیل داده‌ها و نگارش مقاله– غلامرضا جمالی اترگه: جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر نتایج و تجزیه و تحلیل داده‌ها– مینا قهرچی: بازبینی نتایج و مقاله. همه نویسندگان نتایج را بررسی نموده و نسخه نهایی مقاله را تایید نمودند.

منابع

[1] Davis A, Kempton JH, Nicholson A, Yare B. Groundwater transport of arsenic and chromium at a historical tannery, Woburn, Massachusetts, USA. J Appl Geochem 1994; 9: 569-582. https://doi.org/10.1016/0883-2927(94)90019-1

[2] Panahpoor E, Afyuni M, Homaee M, Hoodaji M. Cd, Cr and Co motion in soil treated with sewage sludge and salts of the metals and their uptake by vegetable crops: A case study in east Isfahan. J Water Wastewater 2008; 67: 9-17.

[3] Das P, Samantaray S, Rout G. Studies on cadmium toxicity in plants: a review. Environ Pollut 1997; 98: 29-36. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(97)00110-3 PMid:15093342

[4] Duruibe JO, Ogwuegbu M, Egwurugwu J. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. Int J Phys Sci 2007; 2: 112-118.

[5] Evanko CR, Dzombak DA. Remediation of metals-contaminated soils and groundwater: Ground-water remediation technologies analysis center Pittsburg, USA. Technol Evaluat Rep 1997; 1-40.

[6] Kříbek B, Majer V, Veselovský F, Nyambe I. Discrimination of lithogenic and anthropogenic sources of metals and sulphur in soils of the central-northern part of the Zambian Copperbelt Mining District: a topsoil vs. subsurface soil concept. J Geochem Explor 2010; 104: 69-86. https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2009.12.005

[7] Buragohain M, Bhuyan B, Sarma HP. Seasonal variations of lead, arsenic, cadmium and aluminium contamination of groundwater in Dhemaji district, Assam, India. Environ Monit Assess 2010; 170: 345-351. https://doi.org/10.1007/s10661-009-1237-6 PMid:19908151

[8] Najafi SH, Valipoor S, Zarei A, Yousefi M, Baghal AF, Mohammadi A, et al. Assessment of groundwater quality around municipal solid waste landfill by using Water Quality Index for groundwater resources and multivariate statistical technique: a case study of the landfill site, Qaem Shahr City, Iran. Environ Geochem Health 2019; 1305-1319. https://doi.org/10.1007/s10653-019-00417-0 PMid:31564015

[9] Bhalla G, Swamee P, Kumar A, Bansal A. Assessment of groundwater quality near municipal solid waste landfill by an Aggregate Index Method. Int J Environ Sci 2012; 2: 1492-1503. https://doi.org/10.6088/ijes.00202030034

[10] Alslaibi TM, Abustan I, Mogheir YK, Afifi S. Quantification of leachate discharged to groundwater using the water balance method and the hydrologic evaluation of landfill performance (HELP) model. Waste Manag Res 2013; 31: 50-59.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

villages of Rafsanjan plain: Survey of arsenic, cadmium, lead and copper. J Health Field 2014; 2.
[28] Forouzan S, Khalil Bani Habib E, Rahimi Rad A, Motamedian N, Mohammadi, Mohammadi D, et al. Study of heavy metals, nitrite, nitrate and microbial properties of mineral waters in markets of west azerbaijan. Nat Cong Food Technol Iran Mashhad 2008. (Persian)
[29] Rajai G, Jahantigh H, Mir A, Motlagh S. Assessment of heavy metals concentration in water well of sistan and baluchestan in 1385. J Maz Univ Med 2006; 22: 105-112.
[30] Dsikowitzky L, Mengesha M, Dadebo E, de Carvalho CEV, Sindern S. Assessment of heavy metals in water samples and tissues of edible fish species from Awassa and Koka Rift Valley Lakes, Ethiopia. Environ Monit Assess 2013; 185: 3117-3131.
https://doi.org/10.1007/s10661-012-2777-8
PMid:22821322
[31] Acker LA, McMahan JR, Gawel JE, editors. The effect of heavy metal pollution in aquatic environments on metallothionein production in Mytilus sp. Proceedings of the 2005 Puget Sound Georgia Basin Research Conference; 2005.
[32] Ho HH, Swennen R, Cappuyns V, Vassilieva E, Neyens G, Rajabali M, et al. Assessment on pollution by heavy metals and arsenic based on surficial and core sediments in the Cam River Mouth, Haiphong Province, Vietnam. Soil Sediment Contam 2013; 22: 415-432.
https://doi.org/10.1080/15320383.2013.733445
[33] Buschmann J, Berg M, Stengel C, Sampson ML. Arsenic and manganese contamination of drinking water resources in Cambodia: coincidence of risk areas with low relief topography. Environ Sci Technol 2007; 41: 2146-2152.
https://doi.org/10.1021/es062056k
PMid:17438755
[34] Das B, Rahman MM, Nayak B, Pal A, Chowdhury UK, Mukherjee SC, et al. Groundwater arsenic contamination, its health effects and approach for mitigation in West Bengal, India and Bangladesh. Water Qual Expo Health 2009; 1: 5-21.
https://doi.org/10.1007/s12403-008-0002-3
[35] Valinejhad F, Hassani AM, Sayadi M. Investigation of Heavy Metals (Cd, Cr, Ni, Pb, Zn) in Islamshahr Groundwater Resources and their Regional Distribution Pattern in GIS. J Env Sci Tech 2016; 18: 187-199.
[36] Joshani kheybari M, Rahmani A, Nazari H, Moeinian Kh. Occurrence and fate of emerging pollutants of 17beta - estradiol and testosterone in hospital wastewater and effluent: The effect of activated sludge and chlorination processes. Koomesh 2021; 23: 482-488. (Persian).
https://doi.org/10.52547/koomesh.23.4.482
[37] Aghavali N, NezhadAli M, Qomi M. Assessment of heavy metals (Pb, Cd and Cu) concentrations in groundwater resources of Shahrab and its surrounding villages in Ardestan city during May and June 2015. J Health Field 2017; 4: 1-8.
[38] Rostami S, Qeshlaghi A. Contamination and speciation of heavy metals in the sediments of Siahroud River (Qaimshahr region, Mazandaran province). Res strat Sedimentol 2015; 32: 73-90.
[39] Xiaoli Ch, Shimaoka T, Xianyan C, Qiang G, Youcai Z. Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: Implications in risk assessment and reclamation. J Hazard Mater 2007; 144; 485-491.
https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.10.056
PMid:17118532
[40] Heidariyeh A, Ghobakhloo S, Abdolshahi A, Monjazeb Marvdashti L, Zeinali MK, Ashhad S. Concentration of nitrate, nitrite and fluoride in drinking water and bottled water in Semnan city. Koomesh 2019; 21: 381-386. (Persian)
https://doi.org/10.1177/0734242X12465462
PMid:23148014
[11] Hajabbasi M, Soleimani M. Bioaccumulation of nickel and lead by Bermuda grass (Cynodon dactylon) and tall fescue (Festuca arundinacea) from two contaminated soils. Casp J Environ Sci 2009; 7: 59-70.
[12] Soleimannejad Z, Abdolzadeh A, Sadeghipour HM. Heavy metal concentrations in idustrial area soils and landfill site, Ghaemshahr, Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26: 196-201 (Persian)
[13] Asri SF, Tavana A. Monitoring toxic and nontoxic metals contamination of soil in landfill of tonekabon in Iran. J Environ Sci 2020; 4: 2082-2092. (Persian)
[14] Khanlari GH, Taleb Bidokhti A, Momeni A, Ahmadi R. The effect of Hamadan landfill leachates on underground water. J Engin Geol Soc Iran 2013; 5: 81-92. (Persian)
[15] Boateng TK, Opoku F, Akoto O. Heavy metal contamination assessment of groundwater quality: a case study of Oti landfill site, Kumasi. Appl Water Sci 2019; 9: 33.
https://doi.org/10.1007/s13201-019-0915-y
[16] Zazouli MA, Mojdeh A, Mojdeh R, Hazrati M. Investigating the method of recycling solid waste materials in recycling and converting waste materials workshops in Joibar city and providing a solution. The fifth national waste management conference. 2011. (Persian)
[17] Asghari Saraskanroud S, Dolatshahi Z, Pourahmad M. Investigating the effect of Atasir Sangin on the quality of extracted water in Khorram Abad using standards (National, World Health Organization and EPA). Hydrogeomorphology 2015; 9: 21-41. (Persian)
[18] Ahmadizadeh Fini A, Razmand N, Zamani A. Investigating the concentration of heavy elements (cadmium, lead and zinc) in drinking water sources in the villages of Bandar Abbas city. Hormozgan Med J 2013; 18: 239-245 (Persian)
[19] APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th edition. Am Public Health Assoc NY 2017.
[20] Hassanzadeh R, Abbasnejad A, Hamzeh MA. Assessment of groundwater pollution in the area of Kerman city. Ecology 2011; 36: 101-110. (Persian)
[21] Malkootian M, Mohammadi Sanjadkoh S. Qualitative investigation of underground water resources of Sirjan Plain in terms of heavy metal contamination in 2013. Sci Quart Torbat Heydarieh Univ Med Sci 2013; 2: 31-39. (Persian)
[22] Abd El-Salam M, Abu-Zuid G. Impact of landfill leachate on the groundwater quality: A case study in Egypt. J Adv Res 2015; 6: 579-586.
https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.02.003
PMid:26199748 PMCid:PMC4506963
[23] Gworek B, Dmuchowski W, Koda E, Marecka M, Baczewska AH, Bragoszewska P, et al. Impact of the Municipal Solid Waste Łubna Landfill on Environmental Pollution by Heavy Metals. Water 2016; 8.
https://doi.org/10.3390/w8100470
[24] Modabber B, Alighadri M, Rahmani K. Assessment of groundwater quality around of municipal solid waste transfer station in ardabil. J Environ Health Sci Eng 2018; 5: 276-284.
https://doi.org/10.29252/jehe.5.3.277
[25] Mohammadian M, Nouri J, Afshari N, Nassiri J, Nourani M. Investigation of heavy metals concentrations in the water wells close to Zanjan zinc and lead smelting plant. IJHE 2008; 1: 51-56.
[26] Opaluwa O, Aremu M, LOGBO L, Imagaji J, EOdiba I. Assessment of heavy metals in water, fish and sediments from UKE stream, Nasarawa State, Nigeria. Curr World Environ 2012; 7: 213.
https://doi.org/10.12944/CWE.7.2.04
[27] Malakootian M, Khashi Z. Heavy metals contamination of drinking water supplies in Southeastern

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]

Koomesh -Volume 25, Issue 6 November and December 2023, 631-639

The effect of Juybar landfill on physicochemical parameters and heavy metals in groundwater resources

Yousef Dadban Shahamat (Ph.D)[1], Zohreh Moghiseh (Ph.D)[*2], Gholamreza Jamali Atergale (M.Sc)[3], Mina Ghahrchi (M.Sc)[4]

1- Environmental Health Research Center, Associate of Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

2 – Dept. of Environmental Health Engineering, Shoushtar Faculty of Medical Sciences, Shoushtar, Iran

3- Depat. of Environmental Engineering - Water and Wastewater, Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran

4- Dept. of Environmental Health Engineering, Torbat Jam Faculty of Medical Sciences, Torbat Jam, Iran

* Corresponding author. +098 9119711845 zmoqise@yahoo.com

Received: 9 May 2023; Accepted: 13 Jan 2024

Introduction: Groundwater contamination has major effects on human health, industrial activity, agriculture, and the environment. The present study determined the concentration of lead, cadmium, arsenic, chromium, and nickel metals in the groundwater around the landfill in Juybar City and compared them with the drinking water standards.

Materials and Methods: In this descriptive-analytical study, 12 samples were sampled from four wells for three consecutive months. The concentration of heavy elements was measured using the graphite furnace atomic absorption technique (GFAA) based on standard water and wastewater methods. Also, the hardness, temperature, pH, and total dissolved solids (TDS) parameters were measured with portable devices.

Results: Investigations showed that the average concentration of nickel, lead, chromium, and cadmium in well water was 0.0425, 0.0071, 0.0268, and 0.0117 mg/l, respectively. The average concentration of arsenic was not observed in any sample. The average temperature, hardness, pH, and TDS were measured in the range of 20-21°C, 108.66-136.33 mg/L, 7.3-7.36, and 566.25-712.33 mg/L. Also, the correlation coefficient showed a positive correlation between the metals nickel, chromium, lead, and cadmium and the parameters of temperature, hardness, pH, and TDS, as well as with each other at a confidence level of 0.01.

Conclusion: The amount of arsenic, lead, chromium, pH, and hardness are acceptable in the investigated wells for drinking purposes, but the amount of cadmium, nickel, and TDS is higher than the standard.

Keywords: Heavy Metal, Water Resources, *Juybar City*, Water Pollutants, Standard

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-26]