Archive of SID

مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

پاییز ۹۴، شماره ۱۷

بررسی تاثیر احتمالی عناصر سنگین پساب صنایع غیر فلزی بر آب زیرزمینی به روش آماری در دشت یزد – اردکان

هادی زارعی محمود آبادی

استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۹

hadyzarei@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق به منظور ارزیابی کیفیت شیمیایی و تاثیر احتمالی پساب بر آب زیرزمینی نمونه برداری از پساب خروجی ۵ کارخانه کاشی و سرامیک و ۵ چاه بهره برداری نزدیک به محل خروجی پساب این صنایع صورت گرفت. غلظت عناصر کروم، کادمیوم، آهن، سرب و روی اندازه گیری شد و تجزیه و تحلیل‌های آماری به روش آنالیز واریانس داده ها، آزمون (T-test)، همبستگی و تحلیل عاملی انجام شد. غلظت عناصر سنگین در پسابّ کارخانه ها در مقایسه با آب زیرزمینی بیشتر می باشد. غلظت کادمیوم در چاه شماره ۱ و عنصر سرب در تمام چاه ها بیش از حد استاندارد می باشند که می تواند موجب آلودگی آب زیر زمینی شود. همبستگی قابل قبولی بین عناصر موجود در آب زیرزمینی وجود دارد، در صورتی که چنین همبستگی در پساب مشاهده نمی شود. تحلیل عاملی نیز نشان می دهد که سه متغیر اصلی، آهن، سرب و روی هستند.

کلمات کلیدی: *فلزات سنگین، پساب، آلودگی، آب زیرزمینی ، کاشی و سرامیک، یزد-اردکان*

مقدمه

کشور ایران جزء مناطق خشک جهان است و از دیرباز با مشکل کمبود منابع آب روبه‌رو بوده است. یکی از مناطقی که با کمبود شدید منابع مناسب آب روبرو است استان یزد می‌باشد. در محدوده شهرها، بخصوص در شهرهای حوزه دشت یزد - اردکان و به ویژه مرکز استان، یعنی شهرستان یزد، به دلیل فقدان شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر، گسترش صنایع و مراکز فاضلاب زا، کیفیت آب نیز کاهش‌یافته است. این موضوع در مناطق کویری چون استان یزد با توجه به شرایط اقلیمی خاص و عدم وجود منابع آب سطحی و رودخانه دائمی و وابستگی صددرصدی به آبخوان‌ها، اهمیت دوچندان می‌یابد (زارعی محمودآبادی و همکاران۱۳۹۰). در سالهای اخیر تصفیه و بازیافت فاضلابهای دفعی و همچنین تأثیرات سوء تخلیه آنها در محیط های باز در ایران و جهان مورد توجه قرار گرفته است. از جمله در مورد فلزات سنگین موجود در پسابهای صنعتی که از تهدید کننده‌های جدی محیط زیست محسوب می‌گردند (Chi and Jiu., 2006; Bouma, 2003; Behbahaninia et al., 2010 و رضائی و همکاران، ۱۳۸۹). بعضی از ترکیبات سمی همانند آرسنیک، سیانید و کروم ممکن است در آبهای زیرزمینی در غلظت‌هایی یافت شوند که این آبها را جهت مصارف آشامیدن و آبیاری نامطلوب نمایند (Kouping et al.,2007; Shotyk et al., 2010; Simon et al., 2010). سمیت فلزات سنگین در موجودات زنده، ناشی از تمایل شدید این فلزات به واکنش با گوگرد و مختل کردن فعالیت آنزیم های حیاتی است. علاوه بر سمیت این فلزات، خاصیت تجمع‌پذیری آنها در موجودات زنده، اهمیت بهداشتی آنها را بیشتر نموده است (Brar et al., 2015 ;Divya et al., 2011 و شمس خرم آبادی و همکاران، ۱۳۸۹). علی رغم اهمیت این موضوع، مطالعات اندکی در زمینه آلودگی منابع آب زیرزمینی به فلزات سنگین ناشی از فعالیت صنایع به طور اختصاصی صورت پذیرفته است. در میان مطالعات انجام شده می توان به تحقیق (شهبازی و مهرجو، ۱۳۹۲) در زمینه آلودگی آبهای زیرزمینی کارخانه سرب و روی زنجان اشاره نمود که در این مطالعه ۲۰ نمونه آب از ۱۰ حلقه چاه موجود در مسیر آبهای زیرزمینی در فاصله‌ی کمتر از یک کیلومتری کارخانه، در دو فصل بهار و تابستان جهت سنجش فلزات سنگین برداشت شد. بر اساس نتایج این تحقیق، موردی از نظر وجود فلزات سنگین در چاه‌های شرب محدوده مطالعاتی که عمده آنها در منطقه سایان و دیزج قرار دارند، مشاهده نگردید، اما از ۱۰ حلقه چاه نمونه‌گیری شده در داخل و خارج کارخانه، در برخی از چاه‌ها آثار نشت سرب در آبهای زیرزمینی مشاهده‌گردید (شهبازی و مهرجو، ۱۳۹۲).

با توجه به استفاده از مواد معدنی به عنوان ماده اولیه در تهیه سرامیک، فاضلاب حاصل حاوی مقادیر زیادی املاح و مواد معدنی و فلزات سنگین می‌باشد. رس ماده اصلی در تهیه کاشی و سرامیک است که به عنوان ماده خام در کارخانجات سرامیک استفاده می‌شود. استفاده از کانی‌هایی چون کائولن و فلدسپات در صنایع سیلیکاتی از جمله صنایع رسی چون کاشی و سرامیک و مخلوط شدن آنها در فرآیند تولید با افزودنی‌های معدنی و فلزی چون کروم و کادمیوم و برم در مرحله لعاب باعث می‌شود که بخش اعظم پساب حاصل از فرآیند صنعتی مایع گچ مانندی حاوی مقادیر زیادی فلزات از جمله فلزات سنگین سرب، برم، زیرکونیوم و آهن باشد (Victor et al., 2013; Aljaradin et al., 2012; Luczkiewicz, 2006).

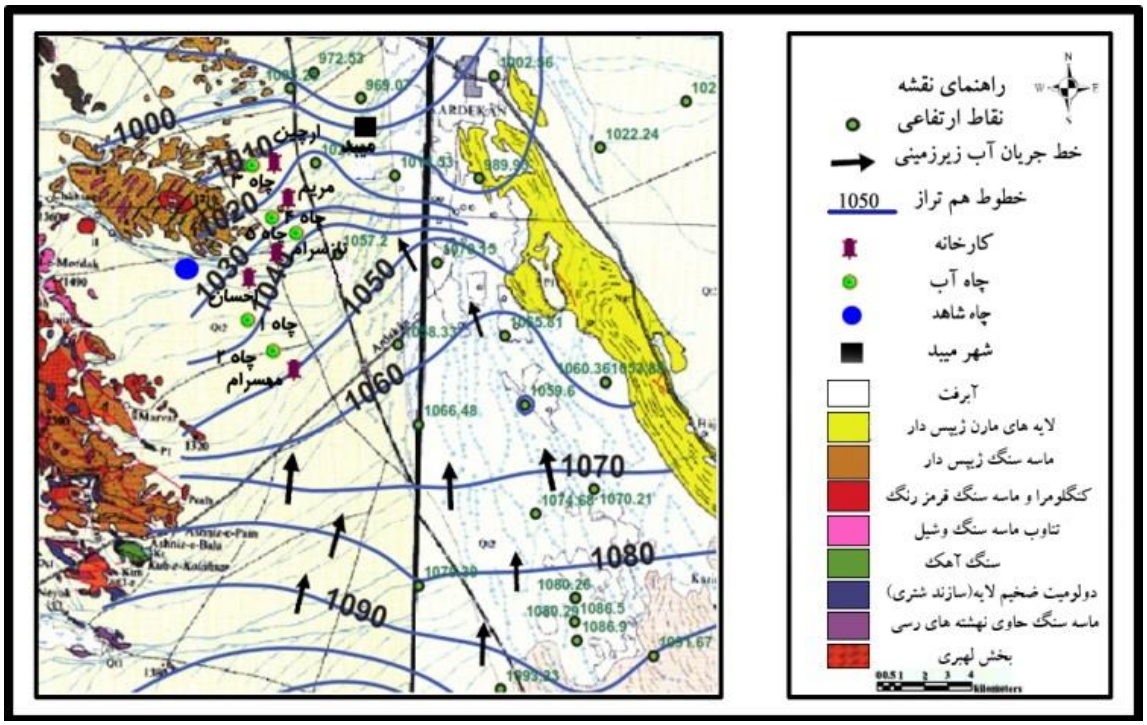
در این تحقیق با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی بخشهای صنعت، کشاورزی و خانگی و کمبود آن در مناطق خشک و همچنین افزایش روز افزون واحدهای صنعتی در این مناطق و بویژه منطقه مورد مطالعه (دشت یزد – اردکان)، اقدام به بررسی اثر تخلیه پساب صنایع کاشی– سرامیک در غلظت فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی منطقه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

موقعیت محدوده مطالعاتی

استان یزد با مساحتی در حدود ۱۳۱۵۵۱ کیلومتر مربع در قسمت مرکزی فلات ایران قرار دارد. این استان در ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و از ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است و در برگیرنده نامناسب‌ترین عوامل طبیعی غالب بر فلات مرکزی ایران است. حوزه یزد – اردکان با مساحت کل، ۱۲۶۰۷ کیلومتر مربع و با در اختیار داشتن حدود ۱۰ درصد از کل مساحت استان یزد، بزرگترین حوزه آبی در استان یزد است و در حدود ۸۶/۲ درصد از کل جمعیت استان و ۹۹/۴ درصد از فعالیت های صنعتی در این حوزه متمرکز شده است (وزارت نیرو، ۱۳۸۲) که در این تحقیق بعنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شده است. همچنین اصلی‌ترین و قابل اعتمادترین سفره آبدار قابل شرب استان در این محدوده قرار دارد. جهت جریان آب زیرزمینی از جنوب به سمت شمال است و عمق تا سطح ایستابی بین ۸۰ تا ۹۰ متر می‌باشد که به سمت شمال کاهش یافته و به ۵۰ متر نیز می‌رسد. این سفره آبدار آبرفتی است و مجموع املاح محلول بین ۸۴۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است که در مجموع از کیفیت نسبتاً خوبی برخوردار است. در (شکل ۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه، ایستگاههای نمونه برداری و جهت جریان آب زیرزمینی نشان داده شده است.



شکل ۱. محل نمونه برداری از چاه‌ها و کارخانه‌ها و نقشه سطح ایستابی منطقه مورد مطالعه

مواد و روشها

در این تحقیق، پس از گردآوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعات سازمانی اقدام به تعیین و شناسایی محدوده مطالعاتی و ایستگاه‌های نمونه برداری از محل خروجی پساب صنایع و چاه‌های آب واقع در منطقه گردید. از بین بیش از ۴۰ واحد فعال در زمینه کاشی و سرامیک، پنج کارخانه مهم و مطرح کاشی و سرامیک (کارخانه های کاشی و سرامیک احسان، ارچین، مریم، مهسرام و نازسرام) در محدوده مذکور جهت نمونه‌برداری انتخاب گردید.

در این مطالعه، نقاط نمونه‌برداری شامل دو دسته بوده که دسته اول از فاضلاب صنایع منتخب و دسته دوم از ۵ حلقه چاه آب موجود در محدوده مطالعاتی فوق الذکر می‌باشند. نمونه‌برداری به طور ماهیانه (ماهی یک بار) از فروردین تا شهریور سال ۱۳۸۷ به مدت ۶ ماه انجام گرفت. جهت تثبیت نمونه فلزات سنگین (کروم،کادمیوم، سرب، روی و آهن)، هر بطری حاوی نمونه را با ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک تثبیت نموده تا pH آن به زیر ۲ برسد. جهت انجام آزمایش‌ها از روش‌های موجود در کتاب استاندارد متد۲۰۱۰ (WHO, 2010) استفاده شد. در نهایت با محاسبه بار آلودگی هر یک از صنایع، شاخص های مورد بررسی با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور در زمینه‌ی تخلیه به چاه جاذب و استاندارد آب شرب، مورد مقایسه قرار گرفتند. جهت تجزیه و تحلیل یافته ها از نرم افزارهای تخصصی شاملPhreeqc ، SPSS 14، مینی تب 14، Excel 2007 و Auto CAD 2007 و آزمونT-test و همبستگی پیرسون استفاده گردید. آزمون مقایسه T-test زوجی و یا نمونه‌های وابسته بر مبنای توزیع T یک آزمون پارامتری می‌باشد که در آن به بررسی میانگین یک جامعه در دو حالت پرداخته می‌شود(محمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Sukhdev, 2012; Vinod et al., 2012; Glenn and Sia, 2008). در شکل (۱)، موقعیت نقاط نمونه برداری از چاه‌ها و پساب کارخانه‌های انتخابی و نقشه سطح ایستابی در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

بحث و بررسی

یافته‌های این تحقیق شامل بررسی روند تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری شده در نمونه‌ی پساب کارخانه‌ها و چاه‌های آب طی ۶ ماه نمونه برداری با استفاده از روش‌های آماری، مقایسه نتایج با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران می‌باشد، که در ادامه به آنها اشاره شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای آماری

به منظور شناخت بهتری از وضعیت شیمیایی آب زیرزمینی و پساب آب کارخانه‌ها و ارتباط هیدرولیکی بین آنها از پارامترهای آماری استفاده شده است (جدول ۱ و ۲). با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌گردد که کمترین و بیشترین دامنه تغییرات آب زیرزمینی به ترتیب مربوط به کادمیوم و آهن می‌باشد. کادمیم با مقدار ۰/۹۷ کمترین چولگی و کروم با مقدار ۲/۳۶ بیشرین چولگی را دارند و از نظر انحراف معیار آهن بیشترین و کادمیم کمترین مقدار را دارند. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌گردد که کمترین و بیشترین دامنه تغییرات به ترتیب متعلق به عنصر آهن با مقدار ۴/۷۷ و عنصر کادمیوم با مقدار۰/۱۶ است. آهن کمترین چولگی و کادمیوم بیشترین چولگی را در پساب‌ها دارند. کمترین مقدار انحراف معیار در پساب کارخانه‌ها مربوط به کادمیم و بیشترین مقدار متعلق به آهن می‌باشد. با توجه به تفاوت قابل توجه پارامترهای آماری آب زیرزمینی و پساب (جدول ۱ و ۲) مشاهده می‌گردد که پساب نمی‌تواند تاثیر قابل توجهی روی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی داشته باشد. برای اثبات توضیحات فوق ترکیب شیمیایی یک نمونه آب زیرزمینی که خارج از محدوده صنعتی ولی خیلی نزدیک به چاه‌های بهره‌برداری می‌باشد به عنوان شاهد (شکل۱) در نظر گرفته شده است که در بخش کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به آن اشاره شده است.

جدول ۱. پارامترهای آماری نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

	Cr	Cd	Fe	Pb	Zn
تعداد	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
میانه	۰/۰۸۵۹	۰/۰۴۷۳	۲/۲۹۵۴	۰/۴۹۴۶	۱/۶۴۲۷
انحراف معیار	۰/۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۲۶۶	۰/۰۸۳	۰/۱۹۸
دامنه تغییرات	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۸۹	۰/۳۲	۰/۶۴
مینیمم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸
ماکزیمم	۰/۲	۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۳۲	۰/۷۳
کشیدگی	۹/۸۱	۰/۰۳۵	۱/۵۷	۳/۷۵	-۰/۱۰۴
واریانس	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۷۱	۰/۰۰۷	۰/۰۳۹
چولگی	۲/۶۳	۰/۹۷۴	۱/۶۲۹	۲/۱۵۳	۱/۰۴

جدول۲. پارامترهای آماری پساب کارخانه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه

	Cr	Cd	Fe	Pb	Zn
تعداد	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
میانه	۰/۰۸۵۹	۰/۰۴۷۳	۲/۲۹۵۴	۰/۴۹۴۶	۱/۶۴۲۷
انحراف معیار	۰/۰۸	۰/۰۳۴	۱/۳۸	۰/۳۷	۱/۱۴
دامنه تغییرات	۰/۴۱	۰/۱۶	۴/۶۶	۱/۵۵	۳/۹۰
مینیمم	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۱
ماکسیمم	۰/۴۳	۰/۱۷	۴/۷۸	۱/۵۶	۴/۰۱
کشیدگی	۱۱/۱۴	۳/۸۹	-۰/۹۹	۰/۶۳	-۰/۶۶
واریانس	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۱/۹۱	۰/۱۳۹	۱/۳۰۴
چولگی	۳/۰۵	۱/۵۵	۰/۱۰۲	۰/۷۳۶	۰/۵۶۳

غلظت فلزات سنگین در پساب کارخانه‌های کاشی و سرامیک

با توجه به نمونه برداری‌ها و آزمایشات انجام شده، نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین در پساب کارخانجات به تفکیک و به شرح زیر تحلیل و بیان می شود: فلز کادمیوم: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌های مربوط به کادمیوم موجود در پساب کارخانه‌های مختلف، کمترین میزان این عنصر مربوط به کارخانه مهسرام با ۰،۰۲۷۲ mg/lit و بیشترین مقدار مربوط به کارخانه ناز سرام با ۰،۰۶۷۸mg/lit می‌باشد. حد استاندارد این شاخص با توجه به استاندارد سازمان محیط زیست ، ۰،۱mg/lit می‌باشد.از مقایسه میزان کادمیوم اندازه گیری شده با مقدار استاندارد چنین نتیجه‌گیری می‌شود که میانگین کادمیوم در پساب همه کارخانه‌ها کمتر از حد استاندارد می‌باشد. بر اساس نتایج آزمون T ، سطح معنی داری کارخانه‌های ارچین، مریم، مهسرام و نازسرام از ۰،۰۵ کمتر است، بنابراین تفاوت معنی داری بین میزان کادمیوم موجود در پساب کارخانجات و عدد

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد ۰,۱ وجود دارد. اما در مورد کارخانه کاشی احسان، با سطح معنی داری برابر با ۰,۰۹۶ ، تفاوت معنی داری بین کادمیوم موجود در پساب این کارخانه و عدد استاندارد ۰,۱ وجود ندارد. فلز کروم: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده-های مربوط به کروم کارخانه‌های مورد مطالعه، کمترین میزان کروم متعلق به کارخانه ارچین با ۰,۰۴۴۷ mg/lit و بیشترین مقدار مربوط به کارخانه نازسرام با ۰,۱۶۷۳ mg/lit می‌باشد. حد استاندارد این شاخص ۱ mg/lit می‌باشد. بنابراین، میانگین کروم در پساب همه کارخانه‌ها کمتر از استاندارد می‌باشد. بر اساس نتایج آزمون T سطح معنی داری تمامی کارخانه‌ها از ۰,۰۵ کمتر است و حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان کروم موجود در پساب و عدد استاندارد می‌باشد.

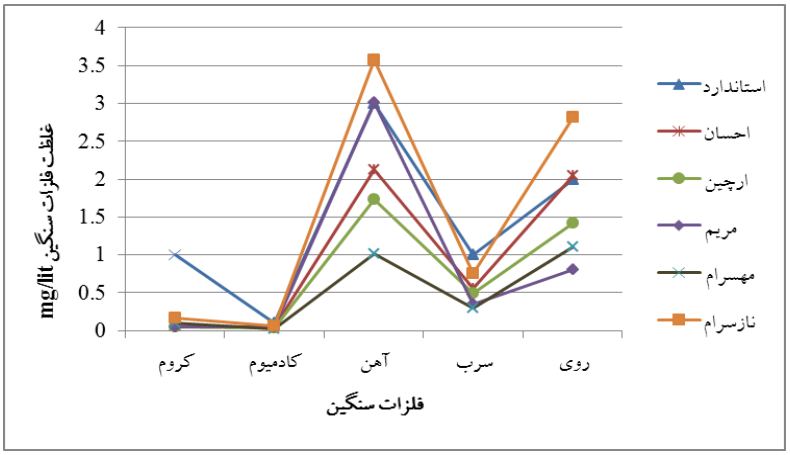
فلزآهن: بر اساس نتایج میانگین و انحراف معیار داده‌ها، کمترین میزان مربوط به کارخانه مهسرام (با ۱,۰۸۳ mg/lit) و بیشترین مقدار مربوط به کاخانه نازسرام به میزان ۳,۵۷۵mg/lit می‌باشد. حد استاندارد این شاخص ۳ mg/lit می‌باشد. از مقایسه غلظت آهن موجود در پساب کارخانجات و مقدار میانگین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که میانگین آهن پساب کارخانه‌های احسان، ارچین و مهسرام از حد استاندارد کمترند و در کارخانه‌های مریم و نازسرام بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. با توجه به مقادیر آزمون T سطح معنی داری در کارخانه‌های ارچین و مهسرام کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی داری بین میزان آهن موجود در پساب و عدد استاندارد ۳ می‌باشد. در مورد کارخانه‌های احسان، مریم و نازسرام سطح معنی داری از ۰,۰۵ بیشتر است، لذا تفاوت معنی داری بین کادمیوم کارخانه و عدد استاندارد وجود ندارد.

فلز سرب: بر اساس نتایج میانگین و انحراف معیار داده‌های مربوط به سرب موجود در پساب کارخانه‌های مختلف، کمترین میزان مربوط به کارخانه مهسرام با مقدار ۰,۳۰۰۵ mg/lit و بیشترین مقدار مربوط به کاخانه نازسرام با مقدار ۰,۷۶۱۲mg/lit می‌باشد. حد استاندارد این فلز ۱ mg/lit می‌باشد. بنابراین میانگین سرب پساب در تمام کارخانه‌های مورد مطالعه از مقدار استاندارد کمتر است. با توجه به مقادیر آزمونT، سطح معنی داری در کارخانه نازسرام بیشتر از ۰,۰۵ است که حاکی از عدم وجود تفاوت معنی دار بین میزان سرب موجود در پساب و عدد استاندارد می‌باشد. در مورد کارخانه‌های احسان، ارچین، مریم و مهسرام سطح معنی‌داری از ۰,۰۵ کمتر است، لذا تفاوت معنی داری بین میزان سرب موجود در پساب کارخانه و عدد استاندارد وجود دارد.

فلز روی: بر اساس نتایج میانگین و انحراف معیار داده‌ها، کمترین میزان روی در پساب مربوط به کارخانه کاشی مریم به مقدار ۰,۸۰۳۳mg/lit و بیشترین مقدار مربوط به کارخانه کاشی نازسرام (۲,۸۲۲۵ mg/lit) می‌باشد. حد استاندارد در این شاخص ۲ mg/lit می‌باشد. از مقایسه میزان فلز روی اندازه‌گیری شده با مقدار استاندارد چنین نتیجه‌گیری می‌شود که میانگین روی موجود در پساب کارخانه‌های ارچین، مریم و مهسرام ،کمتر از حد استاندارد و در کارخانه‌های احسان و نازسرام بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. با توجه به مقادیر آزمونT، سطح معنی داری در کارخانه‌های مریم و مهسرام کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان آهن موجود در پساب و عدد استاندارد ۲ می-باشد. در مورد دیگر کارخانه ها، سطح معنی‌داری از ۰,۰۵ بیشتر است، لذا تفاوت معنی‌داری بین میزان روی موجود در پساب کارخانه‌ها و عدد استاندارد وجود ندارد. در (جدول ۳)، نتایج بدست آمده از نمونه برداری پساب کارخانجات انتخابی موجود در محدوده مطالعاتی و غلظت فلزات موجود در پساب این کارخانجات در مقایسه با مقدار استاندارد آنها بیان و نمودار مربوط به آن در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول۳. مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب کارخانه‌های مورد مطالعه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران

کارخانه / پارامتر	استاندارد	احسان	ارچین	مریم	مهسرام	نازسرام
کروم	۱	۰,۰۶۵	۰,۰۴۴	۰,۰۴۷	۰,۱	۰,۱۶
کادمیوم	۰,۱	۰,۰۴۹	۰,۰۴۱	۰,۰۵	۰,۰۲	۰,۰۶۷
آهن	۳	۲,۱۳	۱,۷۳	۳,۰۱	۱,۰۱	۳,۵۷
سرب	۱	۰,۵۶	۰,۴۹	۰,۳۵	۰,۳	۰,۷۶
روی	۲	۲,۰۵	۱,۴۲	۰,۸	۱,۱۱	۲,۸۲



شکل ۲. مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب کارخانه‌های مورد مطالعه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب محدوده مطالعاتی

در این قسمت با توجه به مطالعات انجام شده، روند تغییرات ایجاد شده در غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در چاه‌های آب منطقه به شرح زیر تحلیل می‌گردند.

فلز کادمیوم: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌های مربوط به کادمیوم در چاه‌های مختلف، بیشترین میانگین مربوط به چاه شماره دو با ۰,۰۰۴mg/lit و کمترین میانگین مربوط به چاه شماره یک و چهار با ۰,۰۰۱mg/lit کادمیوم می‌باشد. حد استاندارد این فلز ۰,۰۳mg/lit می‌باشد. بنابراین با مقایسه‌ی آنها می‌توان گفت که میانگین کادمیوم در تمامی چاه‌ها، کمتر از حد استاندارد می‌باشد. با توجه به مقادیرآزمون T، سطح معنی‌داری در تمام چاه‌ها کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان کادمیوم موجود در چاه‌ها و عدد استاندارد ۰,۰۲ می‌باشد.

فلز کروم: نتایج حاصل از برآورد میانگین و انحراف معیار داده ها مربوط به کروم در چاه‌های مختلف نشان می‌دهد، که بیشترین میانگین مربوط به چاه شماره ۱ با mg/lit ۰,۰۵۳ و کمترین میانگین مربوط به چاه شماره ۳ با mg/lit ۰,۰۲۷۳ می‌باشد. حد استاندارد این فلز در چاه‌های آب mg/lit ۰,۰۵ می‌باشد. بنابراین میانگین کروم فقط در چاه شماره ۱ بیشتر از حد استاندارد است. با توجه به مقادیرآزمون T، سطح معنی داری در چاه شماره ۳ کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان کروم موجود در چاه و عدد استاندارد می باشد. در بقیه چاه‌ها سطح معنی داری بیشتر از ۰,۰۵ است، لذا تفاوت معنی داری مشاهده نمی‌شود.

فلز آهن: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌های آهن در چاههای مختلف، بیشترین میانگین مربوط به چاه شماره سه با mg/lit ۰,۵۸۳۷ و کمترین میانگین مربوط به چاه شماره ۲ با mg/lit ۰,۱۴۵۷ فلز آهن می‌باشد. حد استاندارد این فلز mg/lit ۱ می‌باشد. با مقایسه مقدار آهن موجود در چاه‌های مختلف چنین ارزیابی می‌شود که میانگین آهن در تمامی چاه‌ها کمتر از حد استاندارد می‌باشد.

با توجه به مقادیر آزمون T، سطح معنی داری در چاه شماره سه بیشتر از ۰,۰۵ است که نشانگر عدم وجود تفاوت معنی دار بین میزان آهن موجود در چاه و حد استاندارد می‌باشد. در بقیه چاه‌ها سطح معنی داری کمتر از ۰,۰۵ است و تفاوت معنی دار وجود دارد.

فلز سرب: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌ها مربوط به سرب در چاه-های مختلف، بیشترین میانگین غلظت سرب در چاه شماره ۳ با mg/lit ۰,۱۹۷۸ و کمترین مقدار سرب مربوط به چاه شماره ۵ با mg/lit ۰,۰۰۸۱ می‌باشد. حد استاندارد این فلز در چاه‌های آب معادل mg/lit ۰,۰۰۵ می باشد. بنابراین، میانگین سرب در تمام چاه‌ها بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. با توجه به مقادیرآزمون T، سطح معنی داری در چاه های شماره ۱، ۲ و۳ کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان سرب موجود در چاه‌ها و عدد استاندارد می‌باشد. در چاه شماره ۵ و۴ سطح معنی داری بیشتر از ۰,۰۵ است و تفاوت معنی داری بین میزان سرب موجود در چاه‌ها و عدد استاندارد وجود ندارد.

فلز روی: با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌های مربوط به روی در چاه‌های مختلف، بیشترین میانگین فلز روی مربوط به چاه شماره ۳ با mg/lit ۰,۶۲۱۷و کمترین میانگین مربوط به چاه شماره ۲ با mg/lit ۰,۱۵۸۳ می‌باشد. حد استاندارد برای این فلز mg/lit ۱۵ می‌باشد. بنابراین میانگین روی در تمامی چاه-ها کمتر از حد استاندارد می‌باشد. با توجه به مقادیرآزمون T، سطح معنی داری در تمام چاه‌ها کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین میزان روی موجود در چاه‌ها و عدد استاندارد می‌باشد.

جدول (۴)، نتایج حاصل از نمونه برداری چاه‌های آب تحت تأثیر کارخانجات کاشی و سرامیک انتخابی را در منطقه مطالعاتی، بیان و (شکل۳) نمودار مربوط به این نتایج را نشان می‌دهد.

داده‌های بدست آمده از آزمون T نشان می‌دهد که غلظت عناصر در آب چاه‌ها زیر مقدار تعیین شده استاندارد محیط زیست می‌باشد. این داده‌ها همچنین نشان می‌دهند که اکثر نمونه‌های پساب زیر مقدار استاندارد می‌باشد.

جدول ۴. متوسط غلظت فلزات سنگین در آب چاه‌ها و مقایسه آن با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران

چاه / پارامتر	استاندارد	چاه ۱	چاه ۲	چاه ۳	چاه ۴	چاه ۵
کروم	۰,۰۵	۰,۰۵۳	۰,۰۴۲	۰,۰۲۷	۰,۰۳۸	۰,۰۳۲
کادمیوم	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۳
آهن	۱	۰,۱۶	۰,۱۴	۰,۵۸	۰,۱۸	۰,۲
سرب	۰,۰۰۵	۰,۰۱۱	۰,۰۱۳	۰,۱۹	۰,۰۰۵	۰,۰۰۸
روی	۱۵	۰,۲	۰,۱۵	۰,۶۲	۰,۱۴	۰,۲۷

ضریب همبستگی پیرسون

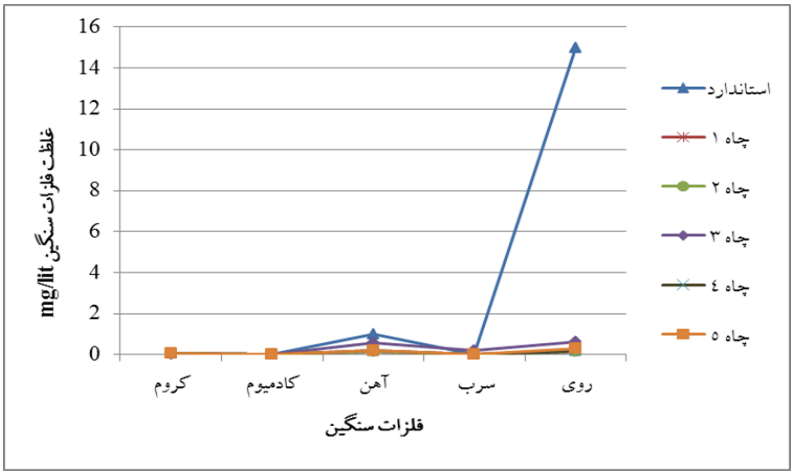
به منظور بررسی رابطه تغییرات بین پارامترهای مختلف (عناصر سنگین) از ضرائب همبستگی استفاده شده است. اگر ضریب همبستگی (r) بزرگتر از ۰,۰۷ باشد، پارامترها دارای همبستگی بسیار قوی می باشند و ضریب همبستگی متوسط و کم به ترتیب بین ۰,۰۵ تا ۰,۰۷ و کمتر از ۰,۰۳ می باشد.

با توجه به جدول ۵ همبستگی بسیار مناسبی بین غلظت آهن در آب چاه های موجود در منطقه وجود دارد که نشان دهنده‌ی تاثیر لیتولوژی سفره‌ی آبدار می‌باشد. از طرف دیگر باتوجه به (جدول ۵) مشاهده می‌شود که همبستگی قابل قبولی بین غلظت آهن در آب چاه‌ها و پساب کارخانه‌ها مشاهده نمی‌شود و این عدم همبستگی در آب کارخانه‌ها نیز مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان استنباط

www.SID.ir

Archive of SID

کرد که پساب کارخانه‌ها تاثیر چندانی روی افزایش غلظت آهن سفره‌ی آبدار ندارد. باتوجه به آزمون T.Test که در قبل به آن اشاره شده است تفاوت معنی داری بین آهن و سایر عناصر وجود ندارد که ضریب همبستگی(جدول ۵) نیز موید این موضوع است.



شکل۳. مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب کارخانه‌های مورد مطالعه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران

جدول۵ ماتریس ضریب همبستگی پیرسون نمونه‌های آب زیرزمینی و پساب کارخانه‌ها

			کارخانجات سرامیک سازی					چاه ها				
			Cr	Cd	Fe	Pb	Zn	Cr	Cd	Fe	Pb	Zn
کارخانجات سرامیک سازی	Cr	همبستگی	۱									
		معنی داری										
	Cd	همبستگی	۰/۹۷۲	۱								
		معنی داری	۰/۰۰٦									
	Fe	همبستگی	۰/۸۷۰	۰/۷۳۱	۱							
		معنی داری	۰/۰۵۵	۰/۱٦۱								
	Pb	همبستگی	۰/۹۹۷	۰/۹۷٦	۰/۸۵٤	۱						
		معنی داری	۰/۰۰۰	۰/۰۰٤	۰/۰٦٦							
	Zn	همبستگی	۰/۹۹۰	۰/۹۹٤	۰/۷۹۳	۰/۹۹۳	۱					
		معنی داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۰۹	۰/۰۰۱						
چاه ها	Cr	همبستگی	۰/۹۱٤	۰/۹٦۷	۰/٦۲٦	۰/۹۰۵	۰/۹٤٦	۱				
		معنی داری	۰/۰۳۰	۰/۰۰۷	۰/۲۵۹	۰/۰۳٤	۰/۰۱۵					
	Cd	همبستگی	۰/۹٦۳	۰/۹۳۱	۰/۸۵۰	۰/۹٤۱	۰/۹٤۱	۰/۹۲۸	۱			
		معنی داری	۰/۰۰۹	۰/۰۲۱	۰/۰٦۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۳				
	Fe	همبستگی	۰/۹۷٤	۰/۹۹۸	۰/۷٤۲	۰/۹۸۲	۰/۹۹٦	۰/۹۵۱	۰/۹۱۹	۱		
		معنی داری	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۱۵۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۲۸			
	Pb	همبستگی	۰/۹۳۷	۰/۹٦۰	۰/۷۱۸	۰/۹۲۲	۰/۹٤۷	۰/۹۸۲	۰/۹۷٤	۰/۹٤۳	۱	
		معنی داری	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	۰/۱۷۲	۰/۰۲٦	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱٦		
	Zn	همبستگی	۰/۹۰٤	۰/۹۵۰	۰/٦۳۸	۰/۸۸۹	۰/۹۲۷	۰/۹۹۱	۰/۹٤۵	۰/۹۳۰	۰/۹۹٤	۱
		معنی داری	۰/۰۳۵	۰/۰۱۳	۰/۲٤۷	۰/۰٤٤	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۲۲	۰/۰۰۱	

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل عاملی

تحلیل عاملی یکی از روش‌های آماری است که دارای سه مرحله تهیه ماتریس همبستگی بر اساس ضریب همبستگی پیرسون از تمام متغییرها، استخراج عامل-ها و تفسیر نتایج می‌باشد (Guler et al., 2002). جدول تحلیل عاملی (جدول ۶) نشان می‌دهد که عامل کنترل کننده‌ی غلظت املاح سفره‌ی آبدار منطقه مورد مطالعه لیتولوژی می‌باشد که متشکل از رسوبات آبرفتی است. انحلال کانی‌های تشکیل دهنده‌ی رسوبات آبرفتی منجر به آزاد شدن عناصر سنگین می‌گردد که از بین این عناصر، غلظت آهن، مس و روی نسبت به بقیه قابل توجه می‌باشند. با توجه به توضیحات فوق متغیرهای تحلیل عاملی آب زیرزمینی آهن، سرب و روی هستند و از طرف دیگر این سه عنصر در پساب نیز دارای بیشترین غلظت هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به تفاوت قابل توجه غلظت این عناصر در آب زیرزمینی و کارخانه ها، پساب کارخانه‌ها نسبت به لیتولوژی نقش کمتری در آلودگی آب زیرزمینی دارد.

در (جدول ۷) نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب ارایه شده است. برای اثبات انحلال کانی‌ها، شاخص اشباع با استفاده از نرم افزار Phreeqc محاسبه شده است. همان طور که از (جدول ۸) مشاهده می شود آب زیرزمینی نسبت به کانی ها تحت اشباع می باشد که نشان دهنده‌ی فرایند انحلال است.

مقایسه غلظت عناصر سنگین در آب چاه‌ها و کارخانه‌ها

غلظت عناصر آهن، روی و مس در چاه‌های مختلف در ماه‌های متفاوت نوسان زیادی نشان نمی‌دهد(شکل‌های ۴، ۵، ۶). علاوه بر این، غلظت عناصر در چاه‌ها تفاوت خیلی زیادی ندارند ولی از جنوب به شمال تقریبا روند افزایشی را نشان می‌دهند. مقایسه غلظت آب چاه‌ها با پساب کارخانه نشان می‌دهد که غلظت عناصر آهن، روی و مس در پساب کارخانه‌ها چندین برابر غلظت همین عناصر در چاه‌ها می‌باشد.

جدول۶. نتایج تحلیل عاملی نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

متغیرها	Component
	۱
Fe	۰/۹۷۵
Cr	-۰/۸۲۹
Cd	۰/۶۰۷
Pb	۰/۹۴۷
Zn	۰/۹۶۹
درصد واریانس	۷۶/۰۴

جدول۷. نتایج آنالیز فیزیکو - شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

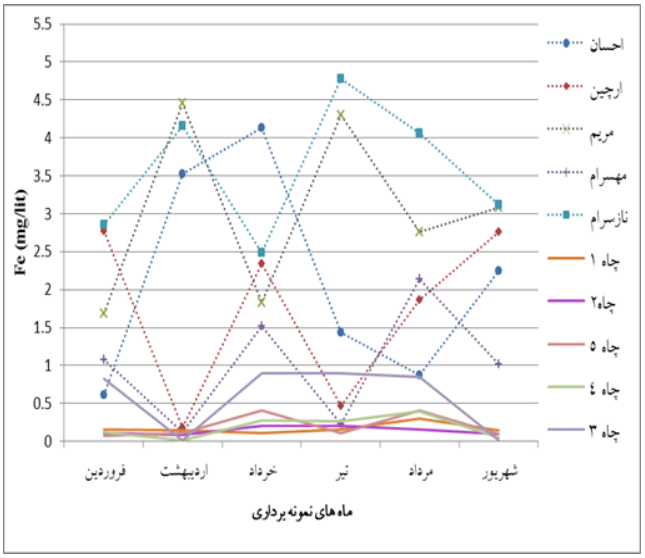
ایستگاه‌ها	TDS (Mg/Lit)	EC (µmos/cm)	pH	Meq/Lit						
				Ca	Ma	Na	K	HCO3	SO4	Cl
چاه ۲	۱۰۱۴	۱۵۸۱	۷/۸۴	۳/۷	۲/۱۸	۱۰/۵۹	۰/۰۱	۳/۵۵	۵/۰۳	۶/۷۷
چاه ۳	۱۱۲۵	۱۷۵۵	۷/۶۹	۳/۱۲	۲/۴	۱۲/۲	۰/۰۱	۲/۹۳	۶/۷۷	۷/۵
چاه شاهد	۸۶۴	۱۳۵۱	۷/۷۹	۱/۸	۲/۴	۹/۵	۰/۰۱	۰/۰۰	۲/۱۵	۵/۵

جدول۸. شاخص اشباع نمونه های آب سفره آبدار منطقه مورد مطالعه

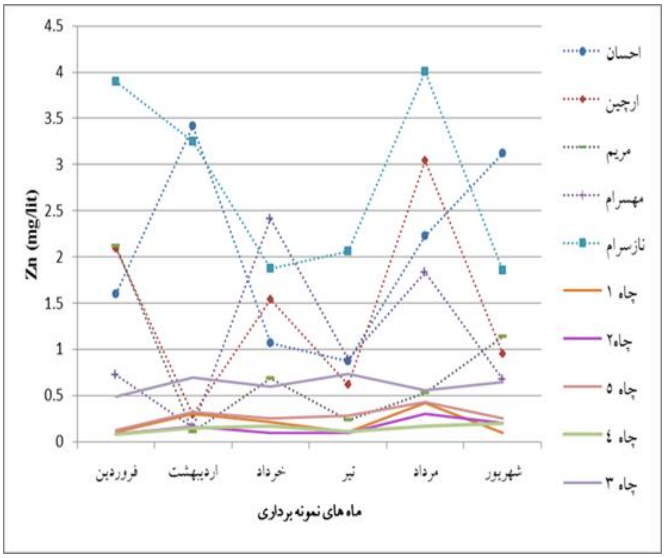
ایستگاه ها	Si calcite	Si dolomite	Si gypsum	Si halite
چاه ۲	-۰/۱۶	-۰/۱۴	-۰/۸۷	-۵/۶۲
چاه ۳	-۰/۰۱	-۰/۲۰	-۰/۷۴	-۵/۴۳
چاه شاهد	-۰/۳۷	-۰/۵۲	-۱/۴۵	-۵/۹۵

www.SID.ir

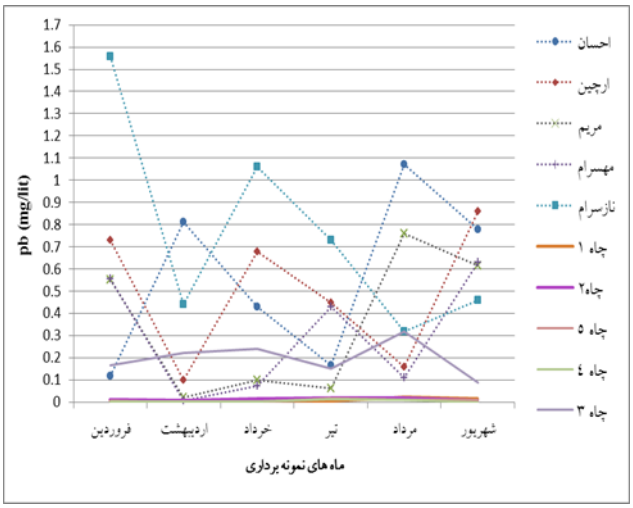
Archive of SID



شکل ۴. تغییرات غلظت عنصر آهن در چاه‌ها و کارخانه ها در ماه‌های مختلف



شکل۵ تغییرات غلظت عنصر روی در چاه‌ها و کارخانه ها در ماه‌های مختلف



شکل ۶. تغییرات غلظت عنصر مس در چاه‌ها و کارخانجات در ماه‌های مختلف

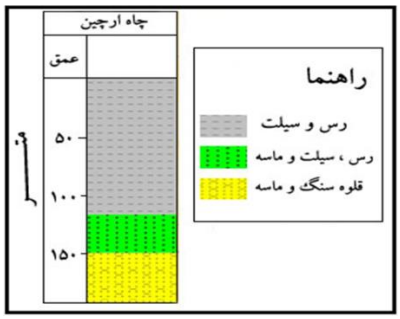
تشابه حداکثر غلظت عناصر در چاه‌ها و پساب کارخانه‌ها

افزایش حداکثر غلظت عناصر در پساب کارخانه‌ها بعد از یک وقفه یک ماهه در آب چاه‌ها مشاهده می‌شود ولی این افزایش غلظت بیشتر برای عناصر کروم و کادمیوم محسوس می‌باشد چون غلظت این دو عنصر نسبت به بقیه عناصر در آب زیرزمینی بسیار کمتر می‌باشد، شاهد کمترین تغییری که در غلظت این دو عنصر صورت گیرد بیشتر محسوس می‌باشد. همانطور که اشاره شد عمق تا سطح ایستابی در چاه‌های موجود در منطقه بین ۸۰ تا ۹۰ متر است و بخش غیر اشباع عمدتاً رسی است (شکل۷)، احتمال نفوذ پساب به سفره آبدار کم می‌باشد، ولی چون تغذیه مداومی وجود دارد در دراز مدت می‌تواند کیفیت آب زیرزمینی را به صورت محدودی تحت تاثیر قرار دهد.

مقایسه کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی چاه شماره ۲ و ۳

در (جدول ۷) نتایج آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی در جنوبی‌ترین و شمالی-ترین منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مجموع املاح محلول و دیگر پارامترهای شیمیایی از چاه شماره ۲ در جنوب به سمت چاه شماره ۳ در شمال و در جهت جریان (شکل۱) روند افزایشی را نشان می‌دهد.

همانطور که در (جدول ۷) نشان داده شده است ترکیب شیمیایی چاه‌های موجود در منطقه صنعتی با چاه شاهد (شکل۱) که در مجاورت منطقه صنعتی قرار گرفته تفاوت خیلی زیادی ندارد که نشان دهنده تاثیر بیشتر لیتولوژی بر کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی و عدم تاثیر قابل توجه پساب بر کیفیت آب زیرزمینی چاه‌های موجود در محدوده صنعتی می‌باشد.



شکل ۷. لوگ لیتولوژیکی چاه ارچین

نتیجه گیری و پیشنهادات

بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب در پساب تمام کارخانه ها در حد استاندارد سازمان محیط زیست ایران می باشد. فلز آهن در پساب کارخانه‌های مریم و نازسرام بیش از حد استاندارد است، در حالی که در پساب سه کارخانه دیگر احسان، ارچین و مهسرام مقدار آن در حد استاندارد است. میانگین فلز روی نیز در پساب کارخانه‌های احسان و نازسرام بیش از حد استاندارد مشاهده شده است، ولی در پساب کارخانه‌های ارچین، مریم و مهسرام در حد استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران می باشد. از بین فلزات سنگین، تفاوت معنی داری بین غلظت عنصر کروم، با مقداراستاندارد در تمام پساب کارخانه ها مشاهده می‌شود. از بین فلزات سنگین میانگین غلظت عناصر کادمیوم، آهن و روی در تمام آب چاه‌ها در حد استاندارد می باشد و تنها میانگین غلظت عنصر کروم در آب چاه شماره یک بیشتر از حد استاندارد است. میانگین غلظت عنصر سرب در تمامی آب چاه‌ها بیشتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد و تفاوت معنی داری بین غلظت عناصر کادمیوم و روی با عدد استاندارد وجود دارد. همبستگی بسیار مناسبی بین غلظت آهن در آب

www.SID.ir

Archive of SID

چاه‌های موجود در منطقه وجود دارد که نشان دهنده‌ی تاثیر لیتولوژی سفره‌ی آبدار روی افزایش غلظت آهن در نمونه های آب می‌باشد. با توجه به ضریب همبستگی و تفاوت قابل توجه پارامترهای آماری آب زیرزمینی و پساب مشاهده می‌گردد که پساب نسبت به لیتولوژی تاثیر کمتری بر روی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دارد. تحلیل عاملی (جدول ۴) نیز نشان می‌دهد که عامل کنترل کننده‌ی غلظت املاح سفره‌ی آبدار منطقه مورد مطالعه عمدتا لیتولوژی می‌باشد. شاخص اشباع نمونه های آب چاه‌ها نیز نشان می‌دهد که آب زیرزمینی نسبت به کانی ها تحت اشباع می باشد که نشان دهنده‌ی فرایند انحلال است. بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی از جنوب به شمال در جهت جریان نیز نشان می‌دهد که تغییر جزئی در کیفیت شیمیایی ناشی از لیتولوژی می‌باشد و پساب در آن نقش کمتری دارد.کیفیت شیمیایی آب چاه شاهد که در مجاورت منطقه صنعتی قرار دارد با کیفیت شیمیایی آب چاه‌های محدوده صنعتی تفاوت خیلی زیادی ندارد که نشان دهنده تاثیر بیشتر لیتولوژی بر کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی و عدم تاثیر قابل توجه پساب بر کیفیت آب زیرزمینی محدوده صنعتی می‌باشد. از طرف دیگر، عمق تا سطح ایستابی در منطقه بین ۸۰ تا ۹۰ متر است و احتمال نفوذ پساب به سفره آبدار کم می‌باشد، ولی چون تغذیه مداومی وجود دارد، در دراز مدت می‌تواند کیفیت آب زیرزمینی را به صورت محدودی تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین، پیشنهاد می شود با پیشگیری از تخلیه‌ی پساب کارخانجات کاشی و سرامیک موجود در منطقه مطالعاتی و یا تصفیه فاضلاب تولیدی آنها قبل از تخلیه به چاه‌های جاذب و حذف فلزات سنگین موجود در پساب می‌توان از تحمیل بار آلودگی به منابع آب زیرزمینی محدود و ارزشمند منطقه و درنتیجه آلوده شدن احتمالی آن جلوگیری کرد.

منابع

رضائی. ر.، ملکی. ا.، صفری. م.، و قوامی. ع.، ۱۳۸۹، ارزیابی آلودگی شیمیایی منابع آب زیرزمینی مناطق پائین دست محل دفن زباله شهر سنندج، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، دوره ۱۵، ص ۸۹-۹۸.

زارعی محمودآبادی.، ه. میرحسینی. ا.، و منوری. م.، ۱۳۹۰، بررسی و پیش‌بینی نقش صنایع در آلودگی آبخوان‌های زیرزمینی با استفاده از مدل مفهومی (مطالعه موردی: دشت یزد - اردکان)، مجله پژوهش آب ایران، شماره۸، ص۶۱-۷۰.

شمس خرم آبادی. ق.، درویشی چشمه سلطانی. ر.، و جرفی. س.، ۱۳۸۹، جذب سطحی کادمیوم توسط لجن مازاد فرایند لجن فعال فاضلاب شهری، مجله علمی – پژوهشی آب و فاضلاب، شماره ۱ ، ص ۶۲ -۵۷.

شهبازی. ا.، و مهرجو. ف.، ۱۳۹۲، منابع آلودگی زیرزمینی و روش های احیا، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۵، ص ۱۳-۲۱.

محمدی. ه.، کلانتری. ن.، و پهلوانی زاده. س.، ۱۳۹۳، بررسی تأثیر ساخت سد جره بر کیفیت آب رودخانه زرد با استفاده از روش‌های آماری و هیدروشیمیایی، دومین همایش ملی بحران آب، دانشگاه شهرکرد.

وزارت نیرو.، ۱۳۸۲، طرح شبکه بهینه سنجش منابع آب کشور، گزارش حوزه آبریزسیاه کوه.

Aljaradin. M., Kenneth. M. P., 2012, Environmental impact of municipal solid waste landfills in semi-arid climates-case study –Jordan, Waste Management Journal, Vol: 5, p: 28-39.

Behbahaniania. A., Mirbaghari. S. A., Nouri. J., 2010, Effect of sludge from waste water treatment plants on heavy metals transport to soil and groundwater, Iranian Journal Environ Health Science Engineering, Vol: 7, p:401-406.

Brar. M. S., Malhi. S. S., Singh. A. P., Arora. C. L., 2015, Swage water irrigation effect on some potentially toxic trace element in soil in northwestern India, Canada Journal Soil Sciences, Vol: 2, p: 189-142.

Bouma. J., 2003, Irrigation with reclaimed municipal wastewater-A guidance manual. Agricultural Water Management, Vol: 12, p:255-256.

Chi. M. L., Jiu . J., 2006, Heavy metal trace element distribution in groundwater in natural slopes and highly urbanized spaces in Mid-Level areas, Hong Kong Water Research, Vol: 40, p: 753-767.

Divya. R. T., Sunil. B., Latha . C., 2011, Physico-Chemical analysis of well water at Elloor industrial area- seasonal study Current world Environment, Vol: 6, p: 259-264.

Glenn. L., Sia. S., 2008, Assessing the effect of a dump site to groundwater quality in Payatas, Philippines, American Journal of Environmental Sciences 4 (4), p: 262-266.

Guler, C., Thyne, G, D., McCray, J, E., Turner, A, K., 2002. Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data. Hydrogeology journal 10, p: 455-474.

Kouping. C., Jiu. J. J., Jianmin., H., Runqiu. Huang., 2007, Multivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in coastal area in Shenzhen, China, Environmental Pollution, Vol: 147, p: 771-780.

Lueezkiewicz. A ., 2006, Soil and groundwater contamination as a result of sewage sludge land application, Polish Journal of Environment, Vol: 15, No: 6, p: 869-876.

Shotyk. W., Krachler. M., Werner. A. H., Hillier. S., Zheng . J., 2010, Trace elements in recent groundwater of an artesian flow system J. Environmental Monitoring, Vol: 12, p: 208-217.

Simon. M., Diez. M., Gonzalez. V., 2010, Use of liming in the remediation of soils polluted by sulphide oxidation, Hazardous Material Journal, Vol: 180, p: 241-246.

Sukhdev. K., 2012, Application of statistical analysis in assessment of seasonal and temporal variations in groundwater quality, Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, V: 1, p: 07-11.

Victor. N. B., Jagadeeswara. P. R., 2013, Impact of municipal solid waste on groundwater in environs of greater Visakhapatnam municipal corporation area, international journal of engineering science, Vol: 2, p: 28-32.

Vinod. J., Satish. D., Sapana. G., 2012, Physico-Chemical Parameters assessment of groundwater in different sites of Bhilai city Chhattisgarh. Rasayan Journal Chem, Vol: 5, p:506-509.

WHO, 2010, International Standards for Drinking Water, 3rd Ed. Geneva.

www.SID.ir