Archive of SID

بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان از نظر آلودگی به فلزات سنگین در سال ۱۳۹۳

محمد ملکوتیان [*۱] - سمیه محمدی سنجدکوه [۲]

۱- استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.
* **نویسنده مسئول:** استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.
آدرس:کرمان، ابتدای بزرگراه هفت باغ، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، گروه بهداشت محیطدانشکده بهداشت،کدپستی: ۷۶۱۶۹۱۳۵۵۵
تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۰۵۰۷۴ **نمابر:** ۰۳۴۱-۳۲۰۵۱۰۵
پست الکترونیکی: m.malakootian@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی محیط به فلزات سنگین بدلیل داشتن ثبات شیمیایی و قدرت تجمع پذیری در بدن موجودات زنده، مشکلی بهداشتی در مقیاس جهانی است.مقادیر بالای این فلزات باعث افزایش مرگ و میر، اختلالات مرفولوژیکی، کاهش رشد و اثرات ژنتیکی در انسان می شود. این تحقیق جهت بررسی غلظت فلزات سنگین منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان و مقایسه نتایج با استانداردهای موجود صورت گرفت.

روش: این مطالعه توصیفی مقطعی در بازه زمانی فروردین تا خرداد ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد. از ۴۰ حلقه چاه عمیق در اواسط هر ماه نمونه برداری شد. پارامترهای EC، TDS، PH و دما در محل نمونه برداری اندازه‌گیری شدند. فلزات سنگین با استفاده از دستگاهICP اندازه‌گیری شدند. روش نمونه‌برداری، نگهداری نمونه‌ها و انجام آزمایشات طبق توصیه‌های کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب وفاضلاب صورت گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایجمیانگین غلظت روی، کروم و کادمیوم نمونه‌ها به ترتیب از ۰/۸، ۱ و ۰/۵ میکروگرم بر لیتر تجاوز نکرد. میانگین غلظت سرب و مس به ترتیب ۲/۸۴۲ µg/l و ۲۶/۷۴۳ µg/l بود. میانگین هدایت الکتریکی (EC)، ۶۸۲۰/۵۷۵µs/cm بدست آمد. میانگین غلظت کل جامدات محلول (TDS)، ۳۸۹۱/۵۷mg/lبود. میانگینPH نمونه‌های برداشت شده ۷/۵و میانگین دما ^{o}C ۲۱/۹۵ بدست آمد.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌ها منابع مورد مطالعه از نظر فلزات مورد نظر و PH جهت مصارف شرب و کشاورزی منابع مطمئنی هستند و بدلایلی از جمله ترکیبات زمین شناسی، کم بودن صنایع منطقه، کاهش و یا عدم نفوذ فاضلاب‌های بهداشتی و صنعتی به منابع آب، شرایط جغرافیایی و ... در معرض آلودگی نیستند. اما خشکسالی‌های اخیر، کاهش بارندگی و برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به بالا رفتن EC و TDS از مقادیر استاندارد ملی ایران و استانداردهای USEPA، FAO و رهنمودهای WHO منجر شده است.

کلید واژه‌ها: فلزات سنگین، دشت سیرجان، منابع آب زیرزمینی.

فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه ،دوره ی دوم، شماره۲ ، تابستان ۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فلزات سنگین با توجه به داشتن خصوصیاتی از جمله ثبات شیمیایی، تجزیه پذیری ضعیف و قدرت تجمع پذیری در بدن موجودات زنده، یکی از معضلات جدی سلامتی در دنیای صنعتی امروزه به حساب می آیند(۱-۳). منشا آلودگی آب به فلزات سنگین دو طریق طبیعی (هوازدگی و فرسایش سنگ‌ها) وانسان ساخت(معدن کاری، فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی) است که می تواند کیفیت آب برای مصارف آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی را تنزل دهد (۴-۷).

فلزات سنگین به طور طبیعی در سطوح مختلف زمین و آب‌ها وجود دارند. انسان به طور دائم و موقت در معرض ۳۵ فلز قرار دارد که در این میان ۲۳ فلز از نوع فلز سنگین هستند(۵). برخی فلزات سنگین (منگنز، آهن، کبالت، مس، روی، کروم، وانادیوم، سلنیوم و مولیبدن) در بدن موجودات زنده علاوه بر شرکت در ساختمان مولکول‌های حیاتی نقش کوآنزیمی در واکنش‌های مختلف نیز بر عهده دارند(۶,۵,۳). فلزاتی مانند سرب، کادمیوم، جیوه، نقره، آلومینیوم، باریم و آرسنیک در هر غلظتی هر چند ناچیز، زیان آور بوده و در دراز مدت اثرات نامطلوبی بدنبال خواهند داشت(۸,۶).اختلالات عصبی، انواع سرطان، اختلالات تنفسی، قلبی – عروقی، آسیب به کبد، کلیه‌ها و مغز، بر هم خوردن تعادل هورمون‌ها، سقط جنین، التهاب مفاصل، پوکی استخوان و در موارد حاد، مرگ از نتایج و اثرات ورود فلزات سنگین به بدن می باشد (۶,۵, ۸-۱۰).

کادمیوم در کنار جیوه و سرب یکی از سه فلز سنگین بسیار سمی بوده و برای هیچ عملکرد بیولوژیکی در بدن انسان ضروری شناخته نشده است(۵, ۷). این فلز با داشتن خصوصیات شیمیایی مشابه روی (که یک ریز مغذی ضروری برای گیاهان و حیوانات است) می تواند جایگزین روی شده و باعث اختلال در فرآیندهای بیولوژیکی شود. مهمترین استفاده آن در باتری‌های نیکل/کادمیوم می باشد. همچنین به عنوان یک ناخالصی در محصولاتی از قبیل کودهای فسفاته و دترجنت‌ها، محصولات پالایش نفت خام و محصول جانبی در پالایش روی و گاهی سرب وجود دارد(۷). جذب از طریق مواد غذایی و استعمال دخانیات (تنباکو) اصلی ترین راه ورود آن به بدن است. این فلز آنزیم‌های بدنرا تحت تاثیر قرار داده و تهدید اصلی آن برای سلامتی انسان، تجمع در کلیه و ایجاد نارسایی کلیوی می باشد(۷). کروم از عناصر اصلی در سوخت و ساز کربو هیدراتها و چربی‌ها به حساب می آید به طوریکه عدم مصرف کافی کروم به افزایش خطر ابتلا به انواع دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلال در سیستم دفاعی بدن منجر می شود(۵). این فلز سنگین در دوحالت ۳+ و ۶+ وجود دارد که حالت ۶+ آن برای انسان سرطانزا معرفی شده است (۱۱,۷). از راه‌های آلودگی محیط به کروم، آزادسازی از فرآیندهای آبکاری فلزات، دفع نامناسب زائدات حاوی کروم، ترکیبات بازدارنده خوردگی، صنایع چاپ، نساجی، عکاسی و دباغی را می توان نام برد. در معرض قرارگیری طولانی مدت با کروم با التهابات پوستی آلرژیک مرتبط است (۹,۷). سرب بعد از آهن، مس، آلومینیوم و روی پنجمین فلز مورد استفاده در جهان است (۷). این عنصر می تواند صدمات جبران ناپذیری به مغز، سیستم اعصاب، سلول‌های قرمز خون و کلیه‌ها وارد کند(۱۲,۷). عدم جذب کافی روی و کلسیم در بدن جذب سرب را تشدید می کند (۶).

سومین فلز مورد استفاده درجهان مس است. این فلز یکی از ریز مغذی‌های ضروری در رشد گیاهان و حیوانات می باشد. در انسان به تولید هموگلوبین خون کمک می کند و در گیاهان در تولید مثل، مقاومت در برابربیماری‌ها و تنظیم آب نقش دارد(۷). اما همین فلز ضروری در دوز بالا ناراحتی‌هایی از جمله کم خونی، ناراحتی‌های کبدی و کلیوی، گوارشی و عصبی را بدنبال خواهد داشت (۷,۶).

فلز روی به طور طبیعی حدود ۷۰mg/kg در خاک وجود دارد اما فعالیت‌های صنعتی از قبیل استخراج معادن، پردازش فولاد و احتراق غلظت آن را افزایش می دهد(۷). این فلز تشکیل دهنده بیش از ۳۰۰ آنزیم است و به عنوان یک فلز ضروری برای انسان که کمبود آن به کم خونی، نقص مادرزادی و درموارد شدید به مرگ می انجامد مطرح است(۷,۵). آگاهی در مورد سمیت روی در انسان کم است اما مهمترین اطلاعات گزارش شده حاکی از تداخل آن با متابولیسم مس در بدن می باشد (۱۴,۱۳).

رجائی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ در ایران غلظت فلزات سنگین آب چاه نیمه‌های سیستان و بلوچستان و منابع آب زیرزمینی دشت علی آباد کتول را مورد بررسی قرار دادند(۹,۳).

شبکه توزیع شهر کاشان از نظر میزان غلظت فلزات سنگین توسط میران زاده و همکارانش در سال ۱۳۹۰ در ایران مورد بررسی قرار گرفت (۶).

مطالعه فلکدهی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ در ایران آلودگی آب رودخانه زیلکی رود گیلان به فلزات سنگین را مورد بررسی قرار داد(۱۵). باسکار و همکارانش در سال ۲۰۱۰ در هند غلظت فلزات سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی ۷ منطقه را مورد

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی قرار دادند(۴). آب چاه های گمانه سه منطقه از ایالت Kebbi در نیجریه توسط الینگ و همکارانش در سال ۲۰۱۱ از نظر غلظت فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت(۱۶).

در مطالعه ای در اتیوپی میزان فلزات سنگین در آب، رسوبات و همچنین دو گونه ماهی در رودخانه UKE توسط اوپالوا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار گرفت(۱۷). دیسکوویتزچی و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در نیجریه غلظت فلزات سنگین در آب و سه گونه ماهی در رودخانه Awassa و Koka را بررسی کردند(۱۸). در مطالعه دیگری در اتیوپی مبراتو و همکارانش در سال ۲۰۱۱ آب آشامیدنی ۱۶ منطقه پرجمعیت در ایالت Tigray را از نظر فلزات سنگین مورد ارزیابی قرار دادند(۱۹).

در پژوهش های دیگر از جمله توسط نوری و همکارانش در سال ۱۳۸۷ در ایران غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان و توسط کرباسی و همکارانش در سال ۱۳۸۹ در ایران غلظت فلزات سنگین در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان الشتر بررسی شد (۱۲,۵).

ازجمله مطالعات انجام شده در زمینه اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در مواد غذایی می توان به مطالعات ملکوتیان و همکارانش در ایران اشاره کرد. ملکوتیان و همکارانش در سال ۱۳۹۲میزان فلزات سمی سرب، کادمیوم و آلومینیوم و بازدارنده‌های کلسیم و روی را در شیر خشک و غذای کودک عرضه شده در ایران، در سال ۱۳۹۰ میزان سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در برنج‌های هندی وارداتی ایران، در سال ۱۳۹۱ میزان سرب در آبنبات، شکلات و آدامس عرضه شده در کرمان و در سال ۱۳۹۰ میزان سرب، کروم، نیکل و مس در چای سیاه مصرفی تهران را مورد بررسی قرار دادند(۲۰-۲۳).

تحقیق حاضر بدلیل اهمیت زیست محیطی و بهداشتی موضوع، به بررسی غلظت فلزات سنگین منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان و مقایسه آن با استاندارد ملی ایران و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، سازمان خوارو بار کشاورزی و رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت پرداخته است.

روش مطالعه

مطالعه حاضر توصیفی مقطعی است که در آن در بازه زمانی فروردین تا خرداد ماه ۱۳۹۳سنجش غلظت فلزات سنگین (کادمیوم،کروم، روی، مس و سرب) منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان مورد بررسی قرار گرفت. این دشت ۳۹۸۲ کیلومتر مربع وسعت داشته و عمده تغذیه آن مربوط به حوزه‌ها و مسیل‌های شرق و شمالشرق می باشد.دشت سیرجان بدلیل واقع شدن در حاشیه کویر دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد و خشک می باشد. میانگین بارندگی در سیرجان ۱۷۷/۲ میلیمتر بوده که در سال‌های اخیر بدلیل خشکسالی به این حد نرسیده است. بارندگی سال آبی ۹۰-۹۱ ایستگاه سیرجان ۸۱/۳ میلیمتر بوده است.سه رودخانه مهم تنگوئیه، حسین آباد و اسطور تغذیه کننده دشت سیرجان هستند و از ارتفاعاتی که از شمال شرق به شمال غرب کشیده شده اند منشا می گیرند.سطح آب زیرزمینی در جای جای دشت متفاوت و تابع شرایط بهره برداری از آبخوان و توپوگرافی و خصوصیات فیزیکی خاک از حداکثر ۱۴۰ متر تا کمتر از ۲۰ متر متغیر می باشد. ۴۰ حلقه چاه عمیق در نقاط مختلف دشت و به صورتیکه جهات مختلف آن پوشش داده شود انتخاب شدند (شکل ۱).

از هر چاه در اواسط هر ماه بهار ۱۳۹۳ نمونه برداری انجام شد (در مجموع ۱۲۰ نمونه). حجم نمونه‌های برداشت شده ۳۰۰ میلی لیتر و جنس ظروف نمونه برداری از پلی اتیلن بوده است. مختصات جغرافیایی UTM[1] نقاط نمونه برداری توسط دستگاه GPS مدل GARMINمشخص شد. پارامترهای EC، PHو دما در محل نمونه برداری بوسیله دستگاه‌های هدایت سنج و PH متر ساخت شرکت WTWاندازه گیری شدند. اندازه گیری فلزات سنگین با استفاده از دستگاه ICP[2] مدل OES انجام شد. روش نمونه برداری، نگهداری نمونه‌ها و انجام آزمایشات طبق توصیه‌های کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب ویرایش ۲۲ سال ۲۰۱۲ صورت گرفت.در نهایت نتایج بدست آمده بااستفاده از نرم افزار آماری SPSSو EXCEL مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها

مختصات نقاط نمونه برداری، غلظت فلزات کادمیوم، کروم، روی، مس و سرب و پارامترهای کیفیEC، TDS، PH و دما به صورت مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین همراه با انحراف معیار در جدول ۱ نشان داده شده است.

[1] Universal Transverse Mercator
[2] Inductivity Coupled Plasma

www.SID.ir

Archive of SID

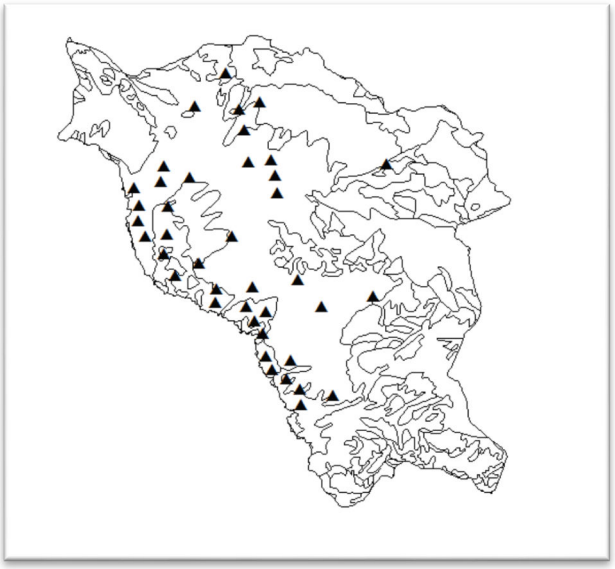
جدول ۱ : میانگین غلظت فلزات سنگین و پارامترهای کیفی اندازه گیری شده

شماره	مشخصات ایستگاه ها X	مشخصات ایستگاه ها Y	غلظت فلزات سنگین اندازه گیری شده (µg/L) Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	EC(µs/cm)	TDS(mg/L)	PH	دما(^{0}c)
۱	۳۵۱۰۱۲	۳۲۷۶۹۸۱	<UDL*	<UDL	۰/۶±۲۰/۰۵	<UDL	<UDL	۳±۲۰۶۰۰	۲±۱۲۵۸۵	۰/۲±۷/۵	۰/۲±۱۹
۲	۳۵۸۵۳۸	۳۲۶۰۰۶۷	<UDL	<UDL	۴±۵۲/۱	۰/۷±۹/۵۶	<UDL	۲±۱۷۰۴۰	۱±۸۹۸۸	۰/۱±۷/۱	۰/۱±۲۱
۳	۳۵۸۶۴۹	۳۲۸۲۶۴۲	<UDL	<UDL	۳/۸±۴۶/۵	<UDL	<UDL	۲±۶۸۹۰	۱±۳۹۶۷	۰/۲±۷/۶	۰/۱±۲۶
۴	۳۵۹۷۳۰	۳۲۷۲۱۶۷	<UDL	<UDL	۲±۳۲/۰۵	<UDL	<UDL	۲±۱۲۶۴	۲±۷۳۲	۰/۱±۷/۶	۰/۲±۲۶
۵	۳۶۷۵۴۰	۳۲۵۷۶۹۹	<UDL	<UDL	۱±۲۱	۰/۳±۸/۱۱	<UDL	۳±۱۶۴۳	۱±۹۲۵	۰/۲±۸	۰/۱±۲۴
۶	۳۷۹۱۵۵	۳۲۹۲۰۱۷	<UDL	<UDL	۱/۹±۳۲	<UDL	<UDL	۳±۲۲۹۰	۱±۱۳۹۸	۰/۱±۷/۲	۰/۱±۲۵
۷	۳۸۰۲۲۵	۳۲۸۳۶۲۶	<UDL	<UDL	۱/۲±۱۶/۵۲	<UDL	<UDL	۱±۱۲۳۱	۲±۶۵۱	۰/۲±۷/۳	۰/۱±۱۹
۸	۳۸۷۲۵۰	۳۲۸۰۰۵۰	<UDL	<UDL	۱±۱۷/۲	<UDL	<UDL	۲±۱۱۷۰	۲±۶۶۰	۰/۱±۷/۷	۰/۲±۲۳
۹	۳۷۴۴۶۲	۳۳۰۶۲۹۱	<UDL	<UDL	۰/۶±۱۴/۳	۰/۲±۸/۰۶	<UDL	۲±۲۴۳۰	۲±۱۴۸۲	۰/۱±۷	۰/۲±۲۲
۱۰	۳۷۸۰۳۴	۳۲۹۷۰۲۷	<UDL	<UDL	۱/۳±۲۶/۵۳	<UDL	<UDL	۱±۲۲۰۵	۱±۱۳۰۶	۰/۲±۷/۵	۰/۱±۲۰
۱۱	۳۶۶۴۵۲	۳۲۹۸۰۱۴	<UDL	<UDL	۰/۹±۲۳/۶۳	۰/۵±۸/۴۲	<UDL	۳±۲۳۷۵	۱±۱۳۰۴	۰/۳±۸/۱	۰/۱±۱۹
۱۲	۳۸۳۱۰۳	۳۲۹۸۹۰۷	<UDL	<UDL	۰/۸±۲۱/۸۹	<UDL	<UDL	۳±۲۳۲۵	۱±۱۳۷۷	۰/۲±۷/۳	۰/۲±۲۱
۱۳	۳۸۷۷۱۶	۳۲۷۵۷۹۱	<UDL	<UDL	۰/۹±۲۴/۷۸	<UDL	<UDL	۲±۱۲۰۸	۲±۷۱۸	۰/۱±۷/۲	۰/۱±۲۲
۱۴	۳۶۵۲۹۱	۳۲۷۹۷۳۱	<UDL	<UDL	۱/۵±۲۸/۳	۰/۲±۸/۱۲	<UDL	۱±۲۳۵۲	۲±۱۴۳۵	۰/۳±۷/۹	۰/۲±۱۹
۱۵	۳۵۷۸۷۷	۳۲۷۸۵۳۰	<UDL	<UDL	۱/۸±۲۹/۵۴	۱±۹/۷۱	<UDL	۲±۱۵۲۳۰	۱±۹۵۲۵	۰/۲±۷/۹	۰/۲±۲۵
۱۶	۳۵۲۰۲۸	۳۲۶۸۶۳۷	<UDL	<UDL	۰/۷±۱۹/۳۵	<UDL	<UDL	۲±۲۱۴۵۰	۲±۱۳۵۰۳	۰/۱±۷	۰/۳±۲۴
۱۷	۳۵۹۴۲۰	۳۲۶۵۱۷۷	<UDL	<UDL	۰/۸±۱۷/۴۱	<UDL	<UDL	۲±۱۸۲۶۰	۲±۱۱۶۰۲	۰/۱±۶/۹	۰/۲±۲۳
۱۸	۳۵۳۸۴۷	۳۲۶۴۶۶۸	<UDL	<UDL	۰/۵±۱۹/۰۲	<UDL	<UDL	۳±۱۶۷۵۰	۱±۹۷۵۵	۰/۲±۷/۱	۰/۱±۲۱
۱۹	۳۶۱۵۶۸	۳۲۵۴۳۸۵	<UDL	<UDL	۲/۶±۳۶/۴	<UDL	<UDL	۳±۷۵۱۰	۱±۴۱۰۲	۰/۲±۷/۵	۰/۲±۲۲
۲۰	۳۷۱۹۹۱	۳۲۵۰۹۹۸	<UDL	<UDL	۱/۷±۲۸/۳	<UDL	<UDL	۲±۱۹۳۰	۲±۳۲۶۰	۰/۱±۷/۳	۰/۱±۲۲
۲۱	۳۸۱۲۱۴	۳۲۵۱۷۱۰	<UDL	<UDL	۱±۲۲/۸۹	<UDL	<UDL	۲ ±۲۰۱۵	۱±۱۱۹۳	۰/۲±۸/۲	۰/۱±۲۵
۲۲	۳۷۱۸۳۰	۳۲۴۷۷۱۹	<UDL	<UDL	۱±۱۹/۷۹	۰/۹±۹/۶۱	<UDL	۳±۲۹۴۵	۱±۱۶۳۱	۰/۲±۷/۲	۰/۲±۲۰
۲۳	۳۵۲۱۲۵	۳۲۷۲۴۱۲	<UDL	<UDL	۰/۶±۲۰/۴۵	<UDL	<UDL	۲±۱۹۵۳۰	۱±۱۱۵۸۵	۰/۱±۷/۱	۰/۲±۲۱
۲۴	۳۸۴۸۲۸	۳۲۴۵۳۳۳	<UDL	<UDL	۱±۲۵/۳	۰/۴±۸/۷۹	<UDL	۱±۱۰۱۵	۱±۵۹۱	۰/۱±۷/۴	۰/۱±۲۲
۲۵	۳۷۹۷۷۸	۳۲۴۶۶۹۰	<UDL	<UDL	۳/۵±۴۵/۳۷	<UDL	<UDL	۲±۸۳۹۰	۱±۴۹۷۰	۰/۲±۷/۸	۰/۱±۲۳
۲۶	۳۸۱۸۳۲	۳۲۴۲۹۲۰	<UDL	<UDL	۱/۷±۳۲/۱۵	۰/۶±۹/۱۴	<UDL	۲±۸۴۳۰	۲±۴۹۱۱	۰/۱±۷/۳	۰/۲±۲۱
۲۷	۳۸۶۲۱۹	۳۲۸۴۱۲۹	<UDL	<UDL	۰/۸±۱۶/۲۵	<UDL	<UDL	۲±۱۰۲۰	۱±۶۱۳	۰/۲±۷/۴	۰/۱±۲۱
۲۸	۳۸۴۱۰۹	۳۲۳۹۶۵۲	<UDL	<UDL	۰/۵±۱۴/۳۹	<UDL	<UDL	۱±۷۱۸۰	۱±۳۷۳۶	۰/۲±۷/۳	۰/۲±۲۰
۲۹	۳۸۴۸۳۷	۳۲۳۳۸۸۱	<UDL	<UDL	۱/۳±۲۶/۵۳	<UDL	<UDL	۲±۱۱۶۰	۲±۶۷۵	۰/۲±۷/۹	۰/۱±۱۹
۳۰	۳۸۶۲۸۹	۳۲۳۰۳۰۱	<UDL	<UDL	۱/۳±۲۷/۴	۰/۳±۸/۶۵	<UDL	۲±۱۲۳۰	۱±۶۶۵	۰/۳±۷/۶	۰/۲±۲۳
۳۱	۳۹۱۱۲۰	۳۲۳۲۷۲۸	<UDL	<UDL	۰/۷±۱۹/۳۹	۰/۴±۸/۳۹	<UDL	۱±۱۳۴۰	۲±۷۹۳	۰/۲±۸/۱	۰/۱±۲۴
۳۲	۳۹۰۱۷۱	۳۲۲۸۰۲۲	<UDL	<UDL	۱/۶±۲۸/۲۴	<UDL	<UDL	۲±۱۲۳۰	۱±۶۷۵	۰/۱±۷/۹	۰/۱±۲۳
۳۳	۳۹۳۵۹۷	۳۲۲۵۳۶۴	<UDL	<UDL	۱/۸±۲۶/۳۸	۰/۲±۸/۲۳	<UDL	۱±۵۶۴۰	۲±۳۲۸۳	۰/۲±۷/۵	۰/۲±۲۲
۳۴	۳۹۳۸۳۸	۳۲۲۱۳۰۱	<UDL	<UDL	۲/۵±۳۸/۱	<UDL	<UDL	۲±۵۸۶۰	۱±۳۳۲۳	۰/۱±۷/۵	۰/۲±۲۴
۳۵	۳۹۲۹۰۰	۳۲۵۳۴۰۰	<UDL	<UDL	۲±۳۴/۶۵	<UDL	<UDL	۲±۱۱۴۸	۱±۶۶۹	۰/۲±۷/۸	۰/۲±۲۱
۳۶	۳۹۹۰۴۵	۳۲۴۶۵۳۰	<UDL	<UDL	۱/۸±۲۹/۸۴	۰/۵±۸/۹۱	<UDL	۲±۴۷۹۰	۱±۲۶۲۶	۰/۲±۸	۰/۱±۱۹
۳۷	۳۷۶۰۰۰	۳۲۶۴۶۰۰	<UDL	<UDL	۲/۹±۳۶/۴۹	<UDL	<UDL	۱±۱۰۵۵	۱±۶۰۵	۰/۱±۷/۷	۰/۱±۲۰
۳۸	۴۰۲۱۰۰	۳۲۲۳۹۰۰	<UDL	<UDL	۲/۹±۴۱/۰۸	<UDL	<UDL	۲±۴۷۶۰	۱±۲۵۳۲	۰/۱±۷/۳	۰/۱±۲۳
۳۹	۴۱۲۳۹۸	۳۲۴۹۲۶۷	<UDL	<UDL	۰/۴±۱۹/۴۶	<UDL	<UDL	۳±۲۰۶۰۰	۲±۱۲۳۳۷	۰/۱±۷/۲	۰/۲±۲۲
۴۰	۴۱۵۷۷۱	۳۲۸۳۰۰۱	<UDL	<UDL	۱/۳±۱۸/۷۳	<UDL	<UDL	۳±۱۷۰۴۰	۱±۱۰۳۰۵	۰/۱±۷/۳	۰/۲±۲۱
		میانگین (دشت)	<UDL	<UDL	۲۶/۷۴۳	۲/۸۴۲	<UDL	۶۸۲۰/۵۷۵	۳۸۹۱/۵۷	۷/۵	۲۱/۹۵
		مینیمم (دشت)	<UDL	<UDL	۱۴/۳	<UDL	<UDL	۱۰۱۵	۵۹۱	۶/۹	۱۹
		ماکزیمم (دشت)	<UDL	<UDL	۵۲/۱۰	۹/۷۱	<UDL	۲۲۶۵۸	۱۳۵۰۳	۸/۲	۲۶
		انحراف معیار (دشت)	<UDL	<UDL	۹/۱۷۲	۴/۱۶۲	<UDL	۶۲۹۰/۴۴۷	۴۱۹۰/۶۴	۰/۳۴۵	۲/۰۱۷

* UDL : Under Detection Limit (Cd Detection Limit : 0.5 µg/L , Cu Detection Limit : 1.5 µg/L , Cr Detection Limit : 1 µg/L , Zn Detection Limit : 0.8 µg/L , Pb Detection Limit : 8 µg/L)

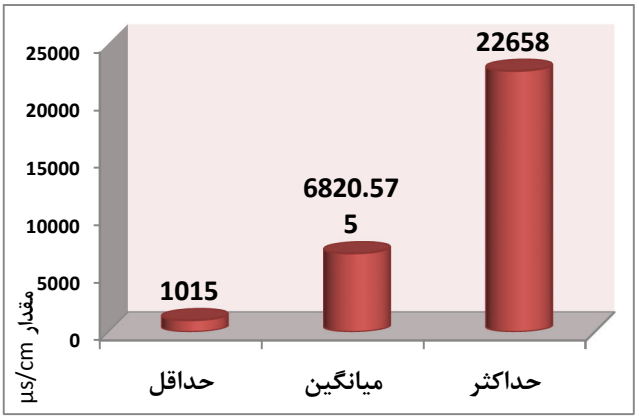
www.SID.ir

Archive of SID



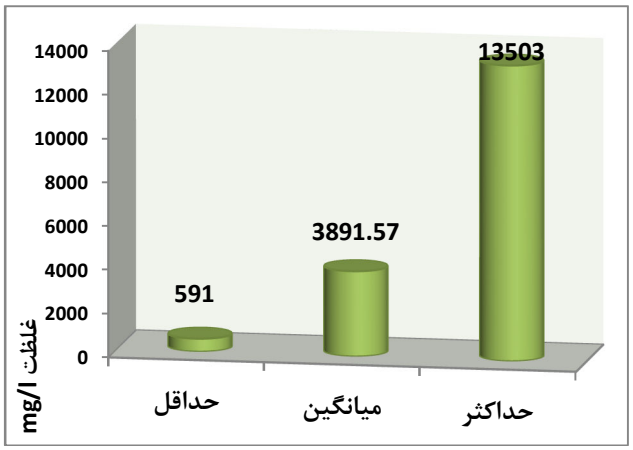
شکل ۱ : محدوده منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری

غلظت روی، کروم و کادمیوم در تمام نمونه‌های مورد بررسی کمتر از حد تشخیص دستگاه یعنی به ترتیب کمتر از ۰/۸، کمتر از ۱ و کمتر از ۰/۵ میکروگرم بر لیتر بود. غلظتسرب نیز در ۶۷/۵ درصد از نمونه‌هاکمتر از ۸ میکروگرم بر لیتر و در ۳۲/۵ درصد باقیمانده حداکثر مقدار آن ۹/۷۱میکروگرمبرلیتر و میانگین آن ۲/۸۴۲ میکروگرم بر لیتر گزارش شد. حداکثر و حداقل غلظت فلزمسدر نمونه‌ها به ترتیب ۵۲/۱۰ و ۱۴/۳میکروگرم بر لیتر بدست آمد و میانگین آن در نمونه‌ها ۲۶/۷۴۳ گرم بر لیتر گزارش شد. هدایت الکتریکی (EC) بامیانگین ۶۸۲۰/۵۷۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر دارای محدوده بین ۱۰۱۵ تا ۲۲۶۵۸ میکرو زیمنس بر سانتیمتر بود (شکل ۲).



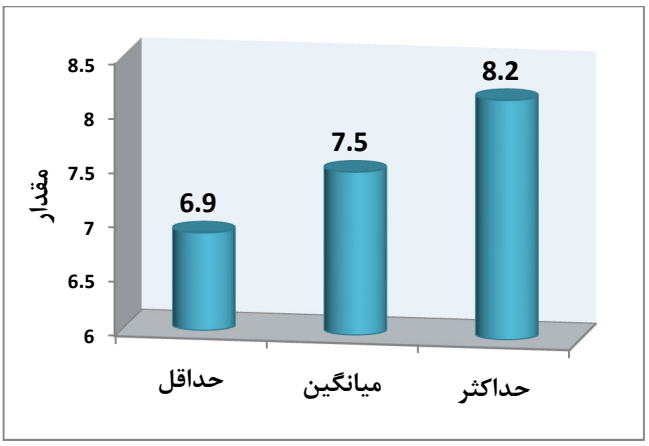
شکل ۲ : محدوده هدایت الکتریکی در منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

میانگین غلظت کل جامدات محلول(TDS)،۳۸۹۱/۵۷ میلیگرم بر لیتر و محدوده آن بین ۵۹۱ تا ۱۳۵۰۳ میلیگرم بر لیتر بدست آمد (شکل ۳).



شکل ۳: محدوده غلظت TDS در منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

PH نمونه‌های برداشت شده بین ۶/۹ تا ۸/۲ متغیر بوده و دارای میانگین ۷/۵ بود (شکل شماره۴).



شکل ۴ : محدوده PH در منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

محدوده دمای نمونه‌ها بین ۱۹ تا ۲۶ درجه سانتیگراد و میانگین دما ۲۱/۹۵ درجه سانتیگراد بدست آمد.

بحث

طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا USEPA[1] و استاندارد ۱۰۵۳ ایران، حداکثر مجاز غلظت کادمیوم در آب آشامیدنی به ترتیب ۵ و ۳ میکروگرم بر لیتر تعیین شده است. رهنمود سازمان جهانی بهداشتWHO[2] نیز در مورد این عنصر ۳ میکروگرم بر لیتر می باشد(۱۹). غلظت کادمیوم در منطقه مورد بررسی کمتر از ۰/۵ میکرو گرم بر لیتر و کمتر از مقادیر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا،

[1] United States Environmental Protection Agency
[2] World Health Organization

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد ملی ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت می باشد.

در خصوص مصارف آبیاری نیز غلظت کادمیوم در نمونه ها کمتر از استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی FAO[1] و استاندارد ۱۰۵۳ ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت که برابر با ۱۰ میکروگرم بر لیتر تعیین شده است می باشد(۲۴).

در مورد عنصر کروم سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و استاندارد ۱۰۵۳ ایران، حداکثر مجاز غلظت آن را در آب آشامیدنی به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ میکروگرم بر لیتر تعیین نموده است. مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت نیز ۵۰ میکروگرم بر لیتر می باشد(۱۹). غلظت این عنصر در منطقه مورد مطالعه کمتر از ۱ میکروگرم بر لیتر و کمتر از مقادیر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، استاندارد ملی ایران و رهنمود سازمان جهانی بهداشت می باشد. سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران حداکثر غلظت مجاز عنصر کروم جهت مصارف آبیاری را ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر تعیین نموده است و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت نیز ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر می باشد(۲۴). بنابراین منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان با میانگین غلظت کمتر از ۱ میکروگرم بر لیتر کروم، منابع مطمئن و قابل قبولی جهت مصارف کشاورزی به حساب می آیند.

میانگین غلظت روی در نمونه ها کمتر از ۰/۸ میکروگرم بر لیتر می باشد که کمتر از حداکثر غلظت مجاز این عنصر در آب آشامیدنی طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر) واستاندارد ۱۰۵۳ ایران (۳۰۰۰ میکروگرم بر لیتر)می باشد(۱۹).

میانگین غلظت روی در مقایسه با استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت جهت مصارف آبیاری (۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر)، کمتر از مقادیر استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ملی ایران، رهنمود سازمان جهانی بهداشت و قابل قبول می باشد(۲۴).

حداکثر غلظت مجاز عنصر مس در آب آشامیدنی طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ۱۳۰۰ میکروگرم بر لیتر و بر اساس استاندارد ۱۰۵۳ ایران و رهنمود سازمان جهانی بهداشت ۲۰۰۰ میکرو گرم بر لیتر می باشد(۱۹). منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه با میانگین ۲۶/۷۴۳ میکروگرم بر لیتر مس، منابع قابل قبولی از نظر این عنصر می باشند.

میانگین غلظت مس نیز در منطقه مور د مطالعه جهت مصرف آبیاری کمتر از مقادیر استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت (۲۰۰ میکروگرم بر لیتر) می باشد(۲۴).

در مورد فلز سرب نیز سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا حداکثر غلظت مجاز آن را در آب آشامیدنی ۱۵ میکروگرم بر لیتر تعیین نموده است. طبق استاندارد ۱۰۵۳ ایران و رهنمود سازمان جهانی بهداشت حداکثر غلظت مجاز آن ۱۰ میکروگرم بر لیتر می باشد(۱۹).جهت مصارف آبیاری، استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت در مورد فلز سرب ۵۰۰۰ میکرو گرم بر لیتر می باشد(۲۴). میانگین غلظت سرب در منطقه مورد مطالعه برابر ۲/۸۴۲ میکروگرم بر لیتر و پایین تر از مقادیر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، استاندارد ملی ایران، استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و رهنمود سازمان جهانی بهداشت جهت مصارف شرب و آبیاری می باشد.

منطقه مورد مطالعه با میانگین PH برابر با ۷/۵ طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۸/۵-۶/۵) و همچنین استاندارد ۱۰۵۳ ایران (۹-۶/۵) جهت مصارف آشامیدنی قابل قبول می باشد(۱۹). حدود این پارامتر در آب آبیاری طبق استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ۱۰۵۳ ایران و مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت به ترتیب ۸-۶/۵ ، ۸/۵-۶ و ۹-۶ می باشد که بر طبق آن PH منابع آب زیرزمینی منطقه مورد نظر در محدوده استانداردهای تعین شده قرار می گیرد(۲۴).

میانگین هدایت الکتریکی (EC) در منطقه مورد مطالعه ۶۸۲۰/۵۷۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشد که بیشتر از مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت در آب آشامیدنی (۲۵۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر) و آب آبیاری (۲۲۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر) می باشد(۲۴,۱۹).

حداکثر مجاز کل جامدات محلول در آب آشامیدنی طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد(۱۹). رهنمود سازمان جهانی بهداشت و استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی جهت مصارف آبیاری ۴۵۰ میلی گرم بر لیتر می باشد(۲۵, ۲۶). کل جامدات محلول منطقه مورد مطالعه با میانگین ۳۸۹۱/۵۷میلی گرم بر لیتر بیشتر

[1] Food and Agriculture Agency

www.SID.ir

Archive of SID

از مقادیر استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، استاندارد ملی ایران، استاندارد سازمان خوار و بار و کشاورزی و رهنمود سازمان جهانی بهداشت می باشد. بالا بودن میانگین هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول را می توان به خشکسالی‌های اخیر، کاهش بارندگی و برداشت‌های رویه از منابع آب زیرزمینی بدلیل افزایش جمعیت نسبت داد.

آزمون همبستگی پیرسون بر روی نتایج اندازه گیری‌ها انجام شد و هیچگونه ارتباطی بین غلظت فلزات سنگین با یکدیگر و همچنین بین غلظت فلزات سنگین با پارامترهای کیفی هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول و PH در سطح معنی داری وجود نداشت.

مطالعه باسکار و همکارانش در سال ۲۰۱۰در هند با هدف ارزیابی غلظت فلزات سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی ۷ منطقه نشان داد در آب‌های سطحی مورد بررسی در تمام نمونه‌ها به جز دو منطقه که آهن بالایی داشتند غلظت فلزات کادمیوم، روی و مس ناچیز و طبق استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی برای آبیاری مناسب بود. آب‌های زیرزمینی مورد بررسی نیز طبق رهنمودسازمان جهانی بهداشت ، استاندارد سازمان خواروبار و کشاورزی و استاندارد ملی ایران در حد مطلوب بودند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد(۴). نتایج مطالعه الینگ و همکارانش در سال ۲۰۱۱ در نیجریه با هدف بررسی آب آشامیدنی چاه های گمانه در سه منطقه از ایالت Kebbi نشان داد که غلظت فلزات سرب و مس بیشتر از رهنمودسازمان جهانی بهداشتو غلظت کلسیم، منیزیم و روی کمتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشتبود. در حالیکه در مطالعه حاضر غلظت فلزات سرب، مس و روی کمتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشتجهت مصارف آشامینی بدست آمد. فلز آهن در برخی مناطق کمتر و در برخی بیش از رهنمود سازمان جهانی بهداشتبود(۱۶). مطالعه اوپالوا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در نیجریه با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در آب، رسوبات و دو گونه ماهی در رودخانه UKE این نتایج را به دنبال داشت که غلظت فلزات سرب، روی، مس، آهن، منیزیم و کادمیوم در آب و رسوبات رودخانه بیش از حدود توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت و سازمان غذا و دارو FDA [1] می باشد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. غلظت فلزات مورد بررسی در دو گونه ماهی مورد نظر کمتر از حدود تعیین شده توسط سازمان جهانی بهداشتو سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا بدست آمد(۱۷). نتایج تحقیق دیسکوویتزچی و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در اتیوپی نشان داد که غلظت فلزات کادمیوم، جیوه، کروم، سرب، سلنیوم و آرسنیک در آب رودخانه‌های Awassa و Koka کمتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشت می باشد. در تحقیق حاضر نیز غلظت فلزات کادمیوم، کروم و سرب از رهنمود سازمان جهانی بهداشت تجاوز نکرد(۱۸). در مطالعه دیگری توسط مبراتو و همکارانش در سال ۲۰۱۱ در اتیوپی نتایج بررسی آب آشامیدنی ۱۶ منطقه پرجمعیت در ایالت Tigray نشان داد که غلظت منیزیم و مس کمتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشت بود. در تحقیق حاضر در مورد فلز مس نیز این نتیجه حاصل شد. غلظت فلزات آرسنیک، کادمیوم، کروم، آهن، نیکل و سرب از مقدار رهنمودی سازمان جهانی بهداشت تجاوز کرد(۱۹).

در مطالعه فلکدهی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ در ایران با هدف بررسی آلودگی آب رودخانه زیلکی رود در استان گیلان نتایج نشان داد که مقدار جیوه بسیاربیشتر از حداکثر مجاز استاندارد ملی بود که دلیل آن، استفاده از کودها و سموم کشاورزی عنوان شد. در مقابل کادمیوم و آرسنیک با حداکثر غلظت به ترتیب ۵۶/. و ۹/۲۶ میکروگرم بر لیتر بسیار کمتر از حداکثر مجاز بود. در تحقیق حاضر نیز حداکثر غلظت کادمیوم کمتر از ۵/. میکروگرم بر لیتر و کمتر از حداکثر مجاز بدست آمد(۱۵).

مطالعه رجائی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ در ایران با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه‌های استان سیستان و بلوچستان، حاکی از بالا بودن غلظت کروم در برخی نمونه‌ها بود که علت آن خصوصیات زمین شناسی و فعالیت‌های کشاورزی عنوان شد. فلزات کادمیوم، مس و سرب مانند نتایج حقیق حاضر کمتر از حد مجاز استاندارد ملی بوده و مشکلی برای مصرف کنندگان وجود نداشت(۳).

در مطالعه دیگری که توسط رجائی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ در ایران با هدف ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی دشت علی آباد کتول انجام شد این نتیجه حاصل شد که غلظت فلزات سنگین کادمیم، کروم، سرب و روی پایین تر از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی بوده و منابع آب منطقهاز این نظر منابع مطمئنی هستند. تحقیق حاضر نیز این نتیجه را در پی داشت (۹).

در مطالعه ای که توسط میران زاده و همکارانش در سال ۱۳۹۰ در ایران با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در شبکه

[1] Food and Drug A

www.SID.ir

Archive of SID

توزیع آب شهر کاشان انجام گرفت میانگین غلظت فلزات کروم، مس، روی، سرب و کادمیوم به ترتیب ۳/۶۶، ۷۶/۵، ۱۶۷/۸، ۲/۸۷ و ۴۵/. میکروگرم بر لیتر گزارش شد. در مقایسه با تحقیق حاضر میانگین غلظت مس و روی در شبکه توزیع شهر کاشان بیشتر از میانگین غلظت این دو عنصر در منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان می باشد. اما در عین حال میانگین غلظت‌های بدست آمده بالاتر از حد استانداردها نبوده و برای مصرف کنندگان خطری نخواهد داشت(۶).

در مطالعه ای که توسط نوری و همکارانش در سال ۱۳۸۷ در ایران با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان انجام گرفت این نتیجه حاصل شد که غلظت سرب در هیچ نمونه ای بالاتر از استاندارد ملی نبوده اما غلظت سرب و کادمیوم به ترتیب در ۵۹٪ و ۵۳٪ نمونه ها بالاتر از رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت بود. همچنین غلظت روی در تمامی نمونه‌ها کمتر از حد معیاربود. جابجایی و شسته شدن فلزات توسط آب و ورود اجتناب ناپذیر آن‌ها به لایه‌های آب زیرمینی دلیل افزایش غلظت سرب و کادمیوم در آب زیرمینی عنوان شد(۱۲).

در مطالعه ای که توسط کرباسی و همکارانش در سال ۱۳۸۹ در ایران با هدف بررسی میزان غلظت فلزاتسنگین در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان الشتر

انجام گرفت نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلزات کروم، سرب، روی و کادمیوم (به ترتیب برابر ۱۰ ، ۷۸/۸ ، صفر و صفر میکروگرم بر لیتر) کمتر از حد استاندارد بود که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد(۵).

از جمله دلایل پایین بودن غلظت فلزات سنگین در منابع آب، در مطالعات ذکر شده و مطالعه حاضر را می توان ترکیبات زمین شناسی، کم بودن صنایع در منطقه، کاهش و یا عدم نفوذ فاضلاب‌های بهداشتی و صنعتی به منابع آب، شرایط جغرافیایی و غیره نام برد.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می دهد که غلظت فلزات کادمیوم، کروم، روی، مس و سرب و پارامتر PHدر منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان بالاتر از استاندارد ملی، استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت جهت مصارف شرب و استاندارد ملی ایران، استاندارد سازمان خوار و بار و کشاورزی و مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت جهت مصارف کشاورزی نبوده و در حد قابل قبول قرار دارند. اما خشکسالی‌های اخیر، کاهش بارندگی و برداشت‌های بی رویه از منابع آب زیرزمینی به بالا رفتن هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول منابع آب زیرزمینی از مقادیر استانداردهای یاد شده منجر شده است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان و در قالب طرح‌های مصوب مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

References

1.Assubaie FN. Assessment of the levels of some heavy metals in water in Alahsa Oasis farms, Saudi Arabia, with analysis by atomic absorption spectrophotometry. Arabian Journal of Chemistry. 2011.

2.Khan S, Farooq R, Shahbaz S, Khan MA, Sadique M. Health risk assessment of heavy metals for population via consumption of vegetables. World Appl Sci J. 2009;6(12):1602-6.

3.Rajai G, Jahantigh H, Mir A, Motlagh SH, Hasanpoor M. Assessment of Heavy Metals Concentration in Water Well of Sistan and Baluchestan in 1385. Majaleh daneshgahe Olum Pezeshki Mazandaran. 2012;22(90):105-12.

4.Bhaskar CV, Kumar K, Nagendrappa G. Assessment of heavy metals in water samples of certain locations situated around Tumkur, Karnataka, India. Journal of Chemistry. 2010;7(2):349-52.

5.Karbasi M, Karbasi E, Sarami A, Kharrazi HG. Assessment of Heavy Metals Values in Drinking Water Sources of Alashtar in 2009. Majaleh Daneshgahe Olum Pezeshki Lorestan. 2010;12(1):65-70.

6.Miranzadeh M, Mahmoodzadeh A, Hasanzadeh M, Bigdeli M. Assessment of Heavy Metals Concentration in Water Contribution Network of Kashan in 2010. Majaleh Behdast va Salamat Ardebil. 2011;2(3):56-66.

7.Okieimen FE. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. ISRN Ecology. 2011;2011:1-20.

www.SID.ir

Archive of SID

8.Kalantari N, Sajadi Z, Makundi M, Keshvarzi M. Chemical properties of soil and groundwater in Asalooie alluvial plain with emphasis on heavy metals. Faslnameh Zaminshenasi Karbordi. 2011;7(4):333-42.

9.Rajai G, Poorkhabaz A, Motlagh SH. Assessment of Heavy Metals Health Risk of Groundwater in Ali Abad Katoul Plian. Majaleh daneshgahe Olum Pezeshki Khorasan Shomali. 2012;4(2):155-62.

10. Shekarzadeh M, Rokni M, Galestin. Assessmentof Heavy Mental (Crum,Cadmium, Lead) Concentration in Irrigation Water and TAROM Rice in Central Cities of Mazandaran. Majaleh daneshgahe Olum Pezeshki Mazandaran. 2012;22(98):234-42.

11.Nazemi S, Asgari A, Raei M. Survey the Amount of Heavy Metals in Cultural Vegetables in Suburbs of Shahroud. Majaleh Salamat va Mohit. 2010;3(2):195-202.

12.Nuri J, Mohammadian M, Afshari N, Nasiri J, Nurani M. Investigation of Heavy Metals Concentrations in the Water Wells Close to Zanjan Zinc and Lead Smelting PlantMajaleh Salamat va Mohit. 2008;1(1):51-6.

13. Bigdeli M, Seilsepour M. Investigation of metals accumulation in some vegetables irrigated with waste water in Shahre Rey-Iran and toxicological implications. American–Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science. 2008;4(1):86-92.

14.Plum LM, Rink L, Haase H. The essential toxin: impact of zinc on human health. International journal of environmental research and public health. 2010;7(4):1342-65.

15. Falakdehi OU, Golparvar G, Safdel H, Lashtnashai M. Pollution Assessmeno of Zilakirood River, Gilan. Majaleh Pajohesh Ab Iran. 2012;6(10):197-202.

16.Elinge C, Itodo A, Peni I, Birnin-Yauri U, Mbongo A. Assessment of heavy metals concentrations in bore-hole waters in Aliero community of Kebbi State. Advances in Applied Science Research. 2011;2(4):279-282.

17.Opaluwa O, Aremu M, Ogbo L, Odiba I, Ekpo E. Assessment of Heavy Metals in Water, Fish and Sediments from UKE Stream, Nasarawa State, Nigeria. Current World Environment. 2012;7(2):213-20.

18.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. Environmental monitoring and assessment. 2013;185(4):3117-31.

19.Mebrahtu G, Zerabruk S. Concentration and Health Implication of Heavy Metals in Drinking Water from Urban Areas of Tigray Region, Northern Ethiopia. Momona Ethiopian Journal of Science. 2011;3(1):105-21.

20.Malakootian M, Golpayegani A. Determination of Pb, Cd, Al, Zn and Ca in infant formula and baby foods in Iran and estimation of daily infant intake of these metals. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2013;8(3):251-9.

21.Malakootian m, Mesreghani M, Pazhoo MD. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu Consentrations in Tehran Consumed Black Tea: A Short Reaport. Journal of Rafsanjan University of Medical Science. 2011;10(2):138-43.

22.Malakootian M, Moghadam MN, JannatiA, MazandaranyMP. Determination of Lead Levels in Candy, Chocolate and Chewing Gum Existent in Kerman in 2009 and Compare it's by FDA Standard: A Short Reaport. Journal of Rafsanjan University of Medical Science. 2012;11(2):179-84.

23.Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH, Pajouh MD. Determination of Pb,Cd,Cr and Ni concentration in Imported Indian Rice to Iran. Iranian Journal of Health & Environment. 2011;4(1):77-84.

24.Bichi M, Bello U, No P. Heavy Metal Pollution in Surface and Ground Waters Used for Irrigation along River Tatsawarki in the Kano, Nigeria.IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). 2013;3(8):1-9.

25.Ayers R, Westcot D. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985:174.

26.Organization WH. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group[meeting held in Geneva from 18 to 23 November 1987]. 1989.

www.SID.ir

Archive of SID

Quality Assessment of SIRJAN Plain Groundwater Resources to Evaluate Their Contamination to Heavy Metals at 2014

Malakootian M [1]*, MohammadiSenjedkooh S [2]

1- Professor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.
2-Msc student in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.
***Corresponding Author:** Malakootian M, Professor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.*
***Email:** m.malakootian@yahoo.com **Tel:** +98 341 320 5074*

Abstract

Background and Aims: Heavy metals pollution is a worldwide problem due to the chemical stability and accumulation properties in living things. High levels of these metals increased mortality, morphological abnormalities, growth retardation and genetic effects in humans. This study investigated the concentration of heavy metals in SIRJAN plain groundwater resources and compared the results with current standards.

Materials and Methods: This cross-sectional study was performed in Environmental Health Engineering Research Center of Kerman University of Medical Science from April to June 2014.Samples were collected from 40 deep wells, in the middle of each month. EC, TDS, pH and temperature were measured at the sampling site. Heavy metals were measured using ICP. Sampling, sample storage and laboratory tests were done according to Standard Methods for Water and Wastewater Examinations.

Results: According to results, the mean concentration of Zinc, Chromium and Cadmium in samples were not exceeded 0.8, 1 and 0.5µg/l, respectively. The average concentrations of Pb and Cu were 2.842 and 26.743 µg/l, respectively. Average amount of electrical conductivity (EC) was 6820.575µs/cm. Mean concentration of total dissolved solids (TDS) was 3891.57mg/l. pH mean was 7.5 and mean of temperature was 21.95^{O}C.

Conclusion: The results show that studied resources are reliable for drinking and agricultural purposes in terms of Cadmium, Chromium, Copper, Zinc, Lead and pH. In addition, these resources are not exposed to pollution due to the various reasons such as geological compositions, limited industries in the region, reduction or absence of municipal and industrial sewage infiltration into water supplies and the geographical conditions. But the recent drought, reduced rainfall and indiscriminate withdrawal of ground water resources, has led to TDS and EC exceed national, USEPA and FAO standards and WHO guidelines for drinking and agricultural purposes.

Keywords: heavy metals, SIRJAN plain, groundwater resources.

www.SID.ir