

# بررسی میزان آرسنیک، سرب و کادمیوم در منابع آب زیرزمینی شهرستان‌های فردوس و طبس

نسرین آقاوی<sup>۱</sup>، معصومه نژادعلی<sup>۲</sup> و مهناز قمی<sup>۳</sup>

۱- دانشکده داروسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم دارویی تهران.

۲- استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.

۳- گروه آموزشی شیمی دارویی دانشکده شیمی دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم دارویی تهران.

## چکیده

مصرف آب آلوده به فلزات سنگین می‌تواند عوارض بهداشتی را در افراد ایجاد نماید. مقدار استاندارد در آب آشامیدنی ایران برای آرسنیک و سرب ۱۰ میکروگرم بر لیتر و برای کادمیوم ۳ میکروگرم بر لیتر تعیین شده است. با توجه به مشخص شدن آلودگی آرسنیک در بعضی نقاط کشور لازم است مطالعه منابع آبی که مصارف آشامیدن دارند در کلیه مناطق کشور حداقل یکبار صورت گیرد. هدف از این مطالعه تعیین میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در منابع آب زیرزمینی منطقه فردوس و طبس است. از تعداد ۴ چاه موجود در شهرستان فردوس، ۵ چاه و ۳ چشمه در شهرستان طبس و اطراف آن که مصرف آشامیدنی داشتند بصورت استاندارد نمونه برداری شد. متغیرهای فیزیکوشیمیایی (EC, Eh, pH) در محل با دستگاه pH متر پورتابل اندازه‌گیری شدند. مقدار آرسنیک، سرب و کادمیوم با دستگاه ICP-MS تعیین شد. مقدار سرب و کادمیوم همه نمونه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد آب آشامیدنی کشور است و آلودگی این دو فلز در آبهای این مناطق وجود ندارد، اما مقدار آرسنیک در یک ناحیه فردوس و دو منطقه طبس بالاتر از حد مجاز ۱۰ میکروگرم بر لیتر است. بیشترین همبستگی مثبت آرسنیک با pH و Eh دیده شد. با توجه به عوارض زیاد آلودگی آرسنیک در آب آشامیدنی و گسترش روزافزون استفاده از آب زیرزمینی به عنوان منابع آب آشامیدنی در کشور، لازم است آب آشامیدنی مناطقی که بالاتر از استاندارد است در اسرع وقت توسط منابع سالم جایگزین شوند و کنترل دوره‌ای غلظت آرسنیک در آب آشامیدنی مناطق مسکونی در دستور کار سازمان‌های مسئول قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آرسنیک، آب زیرزمینی، آلودگی، فردوس، طبس.

## مقدمه

غلظت پایین بر فعالیت جانداران دارای اهمیت ویژه‌ای است (Salaheddin et al, 2011). در این بررسی سه فلز که سمیت بیشتری نسبت به سایر فلزات دارند انتخاب شدند که عبارتند از: آرسنیک، سرب و کادمیوم. وارد شدن بیش از اندازه این فلزات به بدن باعث ایجاد عوارض و صدمات بسیاری از جمله اختلالات عصبی، گوارشی، استخوانی، اختلال در عمل آنزیمها، کلیه‌ها، بیضه‌ها، مراکز خون‌ساز و عقب ماندگی ذهنی، سرطان‌ها و غیره خواهد شد (Heikkinen et al, 2002 & Joseph et al, 2000). بر پایه استاندارد ملی ۱۰۵۳ ایران برای آب آشامیدنی مقادیر مجاز فلزات آرسنیک، سرب و کادمیوم به ترتیب ۱۰، ۱۰ و ۳ میکروگرم بر لیتر است. آرسنیک به خودی خود یک فلز سنگین نیست و بر اساس سمیت آن به فهرست فلزات سنگین اضافه شده است (Rosado et al, 2007). منبع اصلی

آبهای زیرزمینی یکی از منابع مهم تأمین آب شیرین برای میلیون‌ها انسان در جهان است که آلوده شدن آنها تأثیرات عمده‌ای بر سلامت انسانها، فعالیت صنایع، کشاورزی و محیط زیست دارد (Jousma et al, 1987). امروزه اهمیت آب شیرین و تأثیر زیاد آن بر نحوه و میزان پیشرفت جوامع در زمینه‌های صنعتی و کشاورزی بر هیچ کس پوشیده نیست و با توجه به جمعیت رو به افزایش جهان به خصوص در کشورهایی که با محدودیت منابع آب مواجه هستند، بررسی و کنترل کمیت و کیفیت منابع آب به خصوص منابع آب زیرزمینی به عنوان بخشی از منبع تأمین آب شیرین می‌تواند این جوامع را در رویارویی با بحران آب که در آینده‌ای نه چندان دور گریبان‌گیر بشر خواهد بود یاری نماید. آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین به دلیل غیر قابل جذب بودن و داشتن اثرات فیزیولوژیکی در

دریافت آرسنیک توسط انسان، آشامیدن آب دارای آرسنیک است. در بیشتر مناطقی که آرسنیک یک مشکل جدی در آب زیرزمینی است فرایند متحرک سازی سبب آزاد شدن این عنصر از رسوبات و سنگ در شرایط طبیعی و ورود آن به محیط می‌شود. فعالیت‌های انسان مانند معدنکاری، سوزاندن سوخت‌های فسیلی و آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و کارخانه‌های شیشه‌سازی نیز نقش مهمی در افزایش آرسنیک آبهای زیرزمینی دارند. (مرادیان و رزم آرا، ۱۳۹۳). آرسنیک به علت اثرات بد بر سلامتی انسان اهمیت بالایی دارد. ضعف عمومی در عضلات، آرسینوکوزیس، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشای مخاطی چشم، بینی و حنجره، ضایعات پوستی، مشکلات باروری، اختلالات روانی و عصبی و بیماری‌های قلبی از عوارض مواجهه با آرسنیک است (Rosado et al, 2007). مغز مهمترین عضو مورد هدف آرسنیک است. که بروز سرطان پوست در اثر مواجهه مزمن با آرسنیک تأیید شده است (Steinmaus, 2009). سرب به طور معمول از کانی رایج گالن بدست می‌آید. این کانی در ذخایر گرمایی یافت می‌شود. امروزه تترائیل سرب و ترکیبات وابسته به آن به عنوان ماده افزودنی به بنزین اضافه شده که این سرب از طریق دود خروجی اتومبیل‌ها وارد اتمسفر شده و در نهایت از طریق دانه‌های باران وارد منابع آبی می‌شود. آبیاری مزارع با آبهای آلوده به ترکیبات سرب دار و مواد دفع آفات نباتی سرب‌دار موجب جذب این ترکیبات در محصولات کشاورزی می‌گردد. سرب از طریق دستگاه گوارش، سیستم تنفسی و پوست جذب می‌شود (حاجی نجفی و همکاران، ۱۳۸۹). کم خونی اولین نشانه آلودگی به سرب است و از دیگر آثار آن تغییر در نرخ زاد و ولد، تغییر بر میزان رشد، اثر بر مغز، تأثیر بر هموگلوبین، اثر بر کلیه‌ها، کوتاه شدن دوران بارداری، سقط‌های غیراختیاری، ناتوانی در یادگیری است (Ardekani et al, 2009). با افزایش سرب از دست دادن جهت یابی، اغماء و مرگ حاصل می‌شود. سرب از طریق جایگزینی آهن باعث کم خونی و از طریق جمع شدن در استخوان‌ها باعث کم شدن کلسیم در بدن می‌شود (طالبی و همکاران، ۱۳۹۴). مهم‌ترین اثر سرب اختلال در نمو عصبی کودکان می‌باشد. (ملکووتیان و خاشی ۱۳۹۳). آژانس حفاظت از محیط زیست در آمریکا در حال تلاش جهت پایین آوردن میزان سرب تا ۵ میکروگرم بر لیتر است

و در مورد فلزات دیگر نیز استانداردها بسیار سختگیرانه و در حد میکروگرم می‌باشد (صادقی و همکاران ۱۳۹۳). کادمیوم در محیط بسیار پایدار است (ملکووتیان و خاشی ۱۳۹۳). کادمیوم سبب آسیب به کلیه، کبد و طحال می‌شود. تمرکز بیش از حد کادمیوم در بدن موجب ناراحتی‌هایی همچون سستی استخوان، برونشیت، تخریب کلیه، افزایش فشار خون و بیماری تصلب شرایین می‌شود. (Ardekani et al, 2015 & Malakootian, 2014). وجود میکروگلوبولین در ادرار از نشانه‌های مشخص مسمومیت با کادمیوم است (حاجی نجفی و همکاران ۱۳۸۹). ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته و میزان بارندگی در آن یک سوم متوسط جهانی است. در نتیجه با افزایش جمعیت و نیاز به منابع آب آشامیدنی و کشاورزی استفاده از منابع آب زیرزمینی به شدت در حال افزایش است. آب آشامیدنی معمولاً به طور محلی تأمین شده و به ژئوشیمی محلی وابسته است. مشکلاتی به دلیل وجود آلودگی آرسنیک در آب آشامیدنی از نقاط خاصی در آرژانتین، شیلی، تایوان، هند و بنگلادش گزارش شده است (Kar et al, 2010 & McArthur et al, 2004). این عوارض در مناطقی از استان‌های آذربایجان شرقی و کردستان نیز گزارش شده است. بنابراین با توجه به این‌که آب‌های زیرزمینی تنها منبع تأمین‌کننده آب جهت مصارف شرب، صنعت و کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می‌باشد، حفاظت کمی و کیفی این منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از اینرو به دلیل اهمیت زیست محیطی و بهداشتی در تحقیق حاضر غلظت فلزات سنگین در آب‌های منطقه طبس و فردوس بررسی شده است.

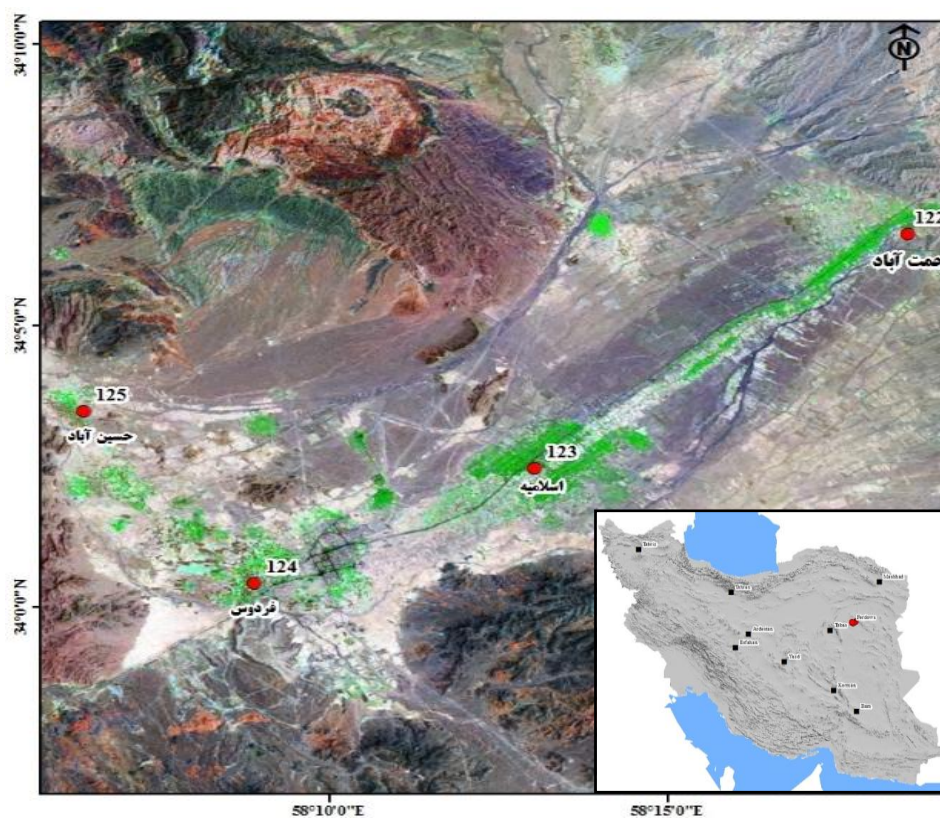
#### روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه شهرستان‌های طبس و فردوس در استان خراسان جنوبی می‌باشد. شرایط آب و هوایی منطقه گرم و خشک بوده و قسمت عمده آب برای مصارف آشامیدنی از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شوند. از چاه‌های آشامیدنی و کشاورزی شهرستان فردوس و روستاهای اطراف آن تعداد ۴ نمونه و از چاه‌ها و چشمه‌های شهرستان طبس و محدوده‌های اطراف به ترتیب ۵ و ۳ نمونه بررسی شد. موقعیت منطقه و چاه‌های نمونه‌گیری شده در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

## روش نمونه برداری

مقادیر فلزات سنگین با استفاده از روش ICP-MS مدل HP 4500 آزمایشگاه شرکت زرآما اندازه‌گیری شدند. نمونه بعدی در ظرف دیگر بدون اسیدی کردن جهت تجزیه شیمیایی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی به روش تیتراسیون به آزمایشگاه ارسال شدند. در این مطالعه تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و ضریب همبستگی پیرسون انجام شد.

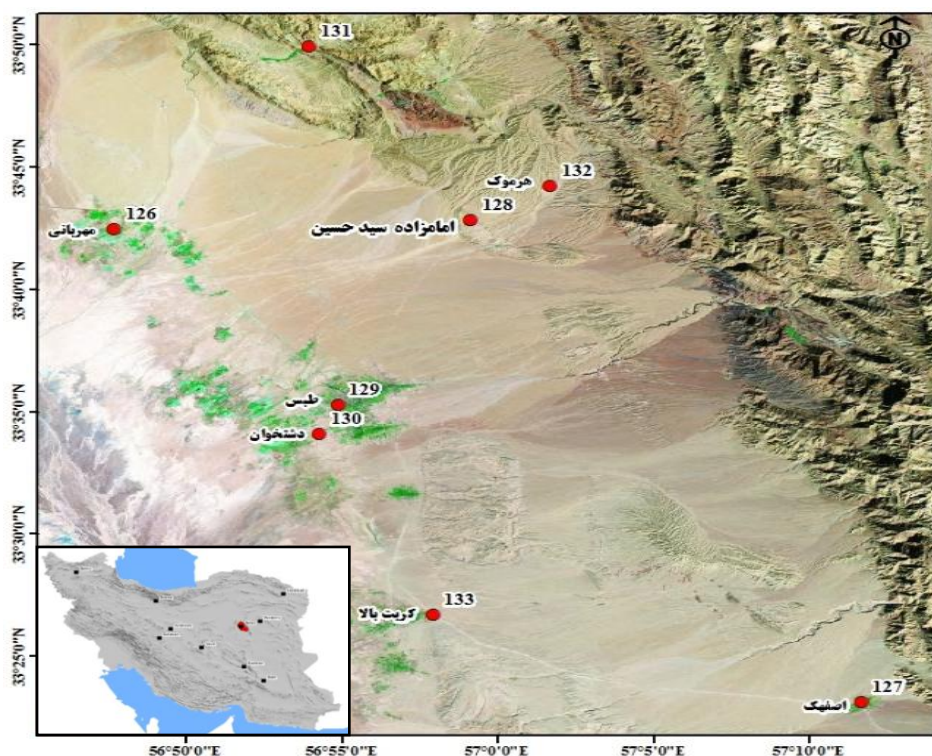
نمونه‌ها به روش استاندارد برداشت شده و متغیرهای EC, pH, Eh با استفاده از pH متر پورتابل مدل HQ40D شرکت HACH آلمان در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها پس از فیلتر کردن با استفاده از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرومتر در ظرف پلی اتیلن ۲۵۰ سی‌سی ریخته شده و با استفاده از اسید نیتریک رقیق به pH زیر ۲ رسانده شد تا تشکیل کمپلکس ندهد و از رسوب احتمالی فلزات سنگین جلوگیری شود (Phan et al, 2016 & Bondu et al, 2017).



## بحث و نتایج

کادمیوم کمتر از ۰/۱ میکروگرم و برای سرب کمتر از ۱ میکروگرم تعیین شد. در نمونه شماره ۱۲۴ مربوط به چاه جنوب شرق شهرستان فردوس مقدار آرسنیک با ۱۵ میکروگرم بر لیتر بالاتر از حد مجاز استاندارد است و در مورد استفاده از آن باید احتیاط شود.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های صورت گرفته بر روی نمونه‌های برداشت شده منطقه فردوس در جدول ۱ نشان داده شده است. PH نمونه‌ها در بازه ۷/۷-۷/۳ تغییر نموده و طبیعت خنثی تا مقدار کمی قلیایی دارند و همه در حد مجاز برای آب آشامیدنی استاندارد کشور هستند (۶/۵-۹) که در جدول ۱ مشاهده می‌شود. مقدار کادمیوم و سرب همه نمونه‌ها زیر حد مجاز استاندارد قرار دارند. غلظت



شکل ۲ - موقعیت محل نمونه برداری در منطقه طبس

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی آب نمونه‌های منطقه فردوس

Pb	Cd	As	Mg	Na	K	Ca	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Eh	pH	نمونه از چاه
μg/L			mg/L									Mv	
<۱	<۰/۱	<۰/۵	۳۶	۲۳۴/۲	۳/۰۲	۶۰	۲۳۰	<۱۰	۱۵۱	۱۶۹	-۱۶	۷/۷	۱۲۲
<۱	<۰/۱	۲	۱۴۲	۷۵۵/۷	۵/۸۴	۳۳۶	۱۹۰	<۱۰	۱۰۵۶	۹۸۷	۵/۳	۷/۳	۱۲۳
<۱	<۰/۱	۱۵	۱۱۸	۱۹۳۱	۲۷/۳۱	۴۶۹	۲۱۰	<۱۰	۱۷۶۱	۲۱۷۶	-۱۵	۷/۷	۱۲۴
<۱	<۰/۱	۴	۲۷۸	۲۴۴۴	۱۱/۴	۵۲۸	۱۹۵	<۱۰	۴۳	۳۱۹۴	-۷/۲	۷/۶	۱۲۵

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب نمونه‌های منطقه طبس

Pb	Cd	As	Mg	Na	K	Ca	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Eh	pH	EC	منبع	نمونه
μg/L			mg/L									Mv	mS/Cm		
<۱	<۰/۱	۱۵/۹	۲۱۰/۹۸	۱۹۰۴/۹۴	۸/۲۹	۳۶۹/۰۹	۲۶۵/۴۲۵	<۱۰	۱۶۹۸/۷	۲۷۵۹/۷	۶۴۵/۱	۷/۹۳	۸/۷۷۵	چاه	۱۲۶
<۱	<۰/۱	۸/۱	۷۰/۹۷	۲۸۵/۰۲	۴/۳۴	۱۲۰/۹۹	۲۱۱/۳۹۳	<۱۰	۳۲۹/۵۹	۴۳۲/۳۱	-۳۹	۶/۱۶	۱/۹۹۱	چاه	۱۲۷
<۱	۰/۳	۸/۱	۶۴/۴۶	۱۱۷۰/۱۲	۷/۶۳	۱۳۶/۹۸	۱۸۰/۹۳	<۱۰	۵۴۰/۲۹	۴۰۵/۹۴	۲۲/۲	۷/۱۶	۴/۵۲۳	چاه	۱۲۸
<۱	<۰/۱	۴/۱	۶۹/۳۶	۳۸۰/۲	۴/۰۱	۱۳۳/۵۸	۱۶۹/۹۶۵	<۱۰	۸۱۰/۹۳	۱۴۰۵/۴	۴۱/۳	۶/۵	۲/۰۹	چاه	۱۲۹
<۱	<۰/۱	۱۲/۶	۹۰/۵۵	۱۱۶۴/۲۲	۹/۷۹	۱۴۲/۴۳	۱۸۴/۳۸۴	<۱۰	۵۷۹/۵	۸۹۸/۱۵	۷۰/۹	۶/۷۱	۴/۹۶۴	چاه	۱۳۰
<۱	<۰/۱	۸/۲	۱۹/۰۷	۳۷۷/۲۹	۲/۲	۴۹/۲۹	۱۶۹/۸۶۵	<۱۰	۶۸۰/۸۲	۴۱۲/۶۵	۱۲۳/۲	۸/۶۶	۱/۸۹۹	چشمه	۱۳۱
<۱	۰/۱۲	۶/۲	۴۵/۹۲	۷۵۱/۰۸	۶/۳	۱۰۷/۵۴	۱۷۰/۵۳۷	<۱۰	۱۲۵	۷۰/۷۱	-۲۹	۵/۸۵	۳/۱۳۳	چشمه	۱۳۲
<۱	<۰/۱	۴/۸	۲۲/۹۲	۷۲/۹۷	۲/۹۲	۴۸/۲۴	۱۶۷/۲۶	<۱۰	۵۲۵/۳	۱۶۰/۱/۴	-۱/۳	۶/۲۵	۰/۶۳۴	چشمه	۱۳۳

در منطقه طبس (جدول ۲) pH نمونه‌ها در بازه ۸/۶۶ - ۵/۸۵ تغییر می‌کند و طبیعت اسیدی تا قلیایی دارند و در سه نمونه ۱۳۲، ۱۳۳ و ۱۲۷ خارج از حد مجاز برای آب آشامیدنی استاندارد کشور هستند (۶/۵-۹). مقدار سرب و کادمیوم همه نمونه‌ها زیر حد مجاز استاندارد آب آشامیدنی کشور قرار دارد. غلظت تمام نمونه‌ها کمتر از ۰/۱ میکروگرم برای کادمیوم و ۱ میکروگرم برای سرب است. مقدار آرسنیک در نمونه‌های چاه‌های روستاهای دشتخوان و مهربانی بالاتر از حد مجاز بوده و به ترتیب برابر ۱۲/۶ و ۱۵/۹ میکروگرم بر لیتر است که مقادیر خیلی بالایی نیستند ولی لازم است آب‌های آن مناطق مورد بررسی مجدد قرار گیرند. همبستگی بالایی بین آرسنیک و مقادیر pH و Eh دیده می‌شود. این به دلیل حساسیت بالای تحرک پذیری آرسنیک به شرایط اکسیداسیون-احیایی آب است (جدول ۳). تجزیه شیمیایی آب چاه‌ها و چشمه‌ها در طبس و فردوس، نشان می‌دهد غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های برداشت شده هر دو منطقه کمتر از حد مجاز استاندارد آب آشامیدنی کشور است. مقدار کادمیوم و سرب به ترتیب کمتر از ۰/۱ میکروگرم و ۱ میکروگرم است. به عبارتی آلودگی در آب‌های این مناطق از نظر سرب و کادمیوم وجود ندارد. بین فیزیکوشیمیایی آب همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده

نشد. بنابراین به نظر می‌رسد این متغیرها نقش چندانی در فلزات سنگین کادمیوم و سرب با متغیرهای اصلی تغییر میانگین غلظت تجمع یافته عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های مورد مطالعه ندارند. در منطقه طبس تعدادی از نمونه‌ها اسیدی بوده و قابلیت آشامیدن ندارد. در مطالعه حاضر مشابه برخی از تحقیقات، فلزات سنگین با مقادیر بالاتر از حد استاندارد آب آشامیدنی در برخی نمونه‌ها مشاهده شده است. ملکوتیان و خاشی در سال ۱۳۹۳ نشان دادند که میزان آرسنیک، سرب و کادمیوم در جنوب شرقی دشت رفسنجان بالاتر از حد استاندارد بوده و ۱۰/۴ درصد از جمعیت منطقه در معرض مواجهه با آرسنیک، ۶/۶۶ درصد در معرض سرب و ۴۶/۷ درصد در معرض کادمیوم بالاتر از حد قرار دارند (ملکوتیان و خاشی ۱۳۹۳). اگرچه در هیچ یک از نمونه‌های تحقیق حاضر، آلودگی سرب و کادمیوم مشاهده نشد اما در ۲ نمونه منطقه طبس و یک نمونه فردوس مقدار آرسنیک بیش از حد مجاز استاندارد کشور بود. این امر می‌تواند ناشی از هوازدگی سنگهای منطقه باشد. ضریب همبستگی بین فلزات آرسنیک و متغیرهای اصلی فیزیکوشیمیایی آب نشان می‌دهد که بین آنها همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده می‌شود (Guo et al, 2008).

جدول ۳- همبستگی بین فلزات سنگین مورد مطالعه و متغیر فیزیکوشیمیایی آب منطقه طبس

Cd	As	Mg	Na	K	Ca	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Eh	pH	EC	
												۱	EC
											۱	۰/۲۶	pH
										۱	۰/۶۰	۰/۳۰	Eh
									۱	۰/۶۰	۰/۲۱	۰/۰۷	Cl
								۱	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۷۹	۰/۳۶	SO <sub>4</sub>
							۱	-۰/۲۵	۰/۴۱	۰/۰۵	-۰/۲۵	-۰/۵۸	CO <sub>3</sub>
						۱	-۰/۵۸	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۳۰	۰/۰۷	۰/۷۶	HCO <sub>3</sub>
					۱	۰/۸۱	-۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۹۳	Ca
				۱	۰/۸۶	۰/۷۹	-۰/۴۱	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۹۳	K
			۱	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۶۲	-۰/۵۸	۰/۴۳	-۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۴۳	۰/۹۵	Na
		۱	۰/۵۷	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۸۸	-۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۰۵	۰/۷۶	Mg
	۱	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۵	-۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۱۲	۰/۸۰	۰/۶۲	۰/۵۹	As
۱	-۰/۱۶	-۰/۲۳	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۲	-۰/۲۲	-۰/۴۵	-۰/۷۳	-۰/۷۱	-۰/۱۷	۰/۲۶	Cd

بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که متغیرهای اصلی فیزیکوشیمیایی آب نقش مؤثری در تغییر میانگین غلظت تجمع یافته عناصر مورد مطالعه‌ها در نمونه‌ها دارند که ناشی از تأثیر زمین‌شناسی منطقه است (Rabbani et al, 2016 & Ramkumar et al, 2013 & Olmez et al, 1994) در این مطالعه آرسنیک همبستگی مثبت و نسبتاً بالایی با منیزیم و کلسیم دارد و نشان می‌دهد که کمپلکس‌های آنها در تمرکز و حمل آرسنیک نقش دارد.

همچنین همبستگی بالایی بین آرسنیک و مقادیر pH و Eh مشاهده شد که بیانگر حساسیت بالای تحرک پذیری آرسنیک به شرایط اکسیداسیون-احیایی آب است. آب‌هایی که قدرت یونی بالایی دارند مانع از تشکیل رسوب توسط آرسنیک می‌شود. غلظت فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی به عوامل متعددی وابسته است که از جمله می‌توان به نوع و میزان سموم مصرفی کشاورزی، شرایط اقلیمی منطقه، سطح سفره‌های زیرزمینی، زمین‌شناسی و (Heikkinen, 2002 & emiroglu, 2011 & Dinka, 2016) توسعه زمین‌های کشاورزی، عملکرد شدید فرایند فرسایش و تخریب و بار آلودگی فیزیکی و شیمیایی اشاره نمود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳).

بیشتر آب شرب روستاهای شهرستان‌های فردوس و طبس از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. هر چند در این بررسی آلودگی کادمیم و سرب در این مناطق مشاهده نشد و آلودگی به آرسنیک نیز در سه ناحیه کمی بیشتر از حد مجاز بود، اما این نکته مهم باید توجه شود که در اغلب روستاهای منطقه هیچگونه تصفیه خاصی بر روی آب قبل از استفاده انجام نمی‌گیرد و کلر زنی نیز در تعدادی از روستاها بصورت نامنظم انجام می‌گیرد، لذا باید کنترل دوره ای آب این منطقه مورد توجه قرار گیرد.

### نتیجه گیری

جمعیت منطقه فردوس و طبس در معرض مواجهه با غلظت‌های مختلف آرسنیک از طریق آب شرب قرار دارند لذا لزوم انجام پایش‌های فصلی در این منطقه کاملاً مشهود است. آلودگی به سرب و کادمیم در آب این منطقه وجود ندارد. پیشنهاد می‌شود جهت تعیین منبع دقیق آلودگی آرسنیک در آب‌های زیرزمینی آزمایشات بر روی خاک این

منطقه انجام شود در این تحقیق از آب لوله‌کشی شهرستان‌های فردوس و طبس نمونه‌برداری نشده است ولی با توجه به آلودگی منابع آب زیرزمینی منطقه و توجه به اینکه منبع اصلی دریافت آرسنیک توسط انسان، آشامیدن آب دارای آرسنیک است لازم است آب لوله‌کشی منطقه نیز پایش شود. اگرچه بر اساس بررسی‌های انجام شده در آب منطقه از لحاظ میزان سرب و کادمیم مشکلی مشاهده نشد، و به نظر میرسد غیر از موارد خاص، از جمله آلودگی انسانی و یا شرایط خاص زمین‌شناسی، مشکل آلودگی کادمیم و سرب در منابع آب کشور وجود نداشته باشد. اما لازم است از طرف سازمان‌های مسئول توجه بیشتری به آب روستاهای منطقه صورت گیرد و حداقل کنترل دوره‌ای آن در دستور کار قرار گیرد.

### منابع

- حاج نجفی، غ.، جعفری، م.، الماسیان، م.، هوشیار، م.، (۱۳۸۹)، " بررسی اثرات زیست محیطی فلزات سنگین منطقه سیاه جنگل - سرکهنو"، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست، سال چهارم، شماره ۱۱، ص ۱-۱۰.
- صادقی، ش.، ساقی، م.، صمدی، م.، یحیی پور، ز.، (۱۳۹۳)، "اندازه‌گیری و پایش فلزات سنگین در رودخانه دره مرادبیک همدان"، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست، سال هشتم، شماره ۲۹، ص ۸-۱.
- طالبی، ن.، حق نظر، ش.، بازوبندی، م.، (۱۳۹۴)، "مطالعه آلودگی‌ها زیست محیطی و ژئوشیمی معدن سرب و روی لاریخانی جنوب سیاهکل"، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست، سال نهم، شماره ۳۰، ص ۷۱-۸۷.
- مرادیان، ع.، رزم آرا، م.، (۱۳۹۳)، " بررسی میزان پراکندگی و نقش متغیرهای ژئوشیمیایی در انحلال و تحرک آرسنیک در منابع آب دشت سفید رود" فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست، سال هشتم، شماره ۲۹، ص ۲۵-۹.
- ملکوتیان، م.، خاشی، ز.، (۱۳۹۳)، "بررسی غلظت فلزات سنگین آرسنیک، کادمیم، سرب، مس در منابع آب آشامیدنی روستاهای جنوب شرقی دشت رفسنجان"، فصلنامه بهداشت در عرصه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بهداشت، دوره ۲، شماره ۱، ص ۹-۱.

other trace elements in groundwater and human urine in Ha Nam province, the Northern Vietnam: contamination characteristics and risk assessment", *Environ Geochem Health*, 39, pp517-529.

**-Rabbani, U., Mahar, G., Siddique, A., Fatmi, Z., (2016),** "Risk assessment for arsenic-contaminated groundwater along River Indus in Pakistan. *Environ Geochem Health*, 39, pp179-190.

**-Ramkumar, T., Venkatramanan, S., Anithamary I., Sayed Ibrahim S.M., (2013),** "Evaluation of hydrogeochemical parameters and quality assessment of the groundwater in Kottur blocks, Tiruvarur district, Tamilnadu, India". *Arab J Geosci*, 6, pp101-108.

**-Rosado, J.L., Ronquillo, D., Kordas, K., Rojas, O., Alatorre J., Lopez P., (2007),** "Arsenic exposure and cognitive performance in Mexican schoolchildren". *Environmental health perspectives*, 115(9), pp1371-75.

**-Sappa, G., Ergul, S., Ferranti, F., (2014),** "Geochemical modeling and multivariate statistical evaluation of trace elements in arsenic contaminated groundwater systems of Viterbo Area, (Central Italy). *Sappa et al. Springer Plus*, 237, pp1-19.

**-Smith, A.H., Steinmaus, C.M.,(2009),** "Health effects of arsenic and chromium in drinking water: recent human findings", *Annual review of public health*, 30, pp107-22.

**-Alsuhaime, A.O., AlMohaimeidi, K.M., Momani KA., (2016),** "Preliminary assessment for physicochemical quality parameters of groundwater in Oqdis Area, Saudi Arabia". *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.251.11p.

**-Ardekani, S., Maanijou, M., Asadi, H., (2015),** "Investigation of Pb, Cd, Cu and Mg Concentrations in Groundwater Resources of Razan Plain". *Scientific Journal of Hamadan University of Medical Science*, 4, pp319-328.

**-Bondu, R., Cloutier, V., Rosa, E., Benzaazoua M., (2017),** "Mobility and speciation of geogenic arsenic in bedrock groundwater from the Canadian Shield in western Quebec, Canada". *Science of the Total Environment*, 574, pp509-519.

**-Demiroglu, M., Orgun, Y., Yaltrak, C., (2011),** "Hydrogeology and hydrogeochemistry of Gu'nyu'zu' semi-arid basin (Eskisehir, Central Anatolia)". *Environ Earth Sci*, 64, pp1433-1443.

**-Dinka MO., ( 2016),** " Quality Composition and Irrigation Suitability of Various Surface Water and Groundwater Sources at Matahara Plain. *Water Resources*, 43, pp677-689.

**-Guo, H., Yang, S., Tang, X., Li, Y., Shen, Z., (2008),** "Groundwater geochemistry and its implications for arsenic mobilization in shallow aquifers of the Hetao Basin, Inner Mongolia", *Science of The Total Environment*, 393, pp131-144.

**-Heikkinen, P.M., Korkka-Niemi, K., Lahti M., Salonen, V.P, 2002),** "Groundwater and surface water contamination in the area of the Hitura nickel mine, Western Finland. *Environmental Geology*, 42, pp313-329.

**-Joseph, A., (2000),** " Salvato, *Environmental Engineering and Sanitation* ".John Wileyand Sons, TD145.11. S24.

**-Jousma, G., Bear, J., Haines, Y.Y., Walter, F., (1987),** " Groundwater contamination: Use of models in decision- making" *Kluwer AcademicPublisher*, p. 178.

**-Kar, S., Maity, J.P., Jean, J.S., Liu, C.C., Nath, B., Yang, H.J., (2010),** " Arsenic-enriched aquifers: occurrences and mobilizationof arsenic in groundwater of Ganges Delta Plain, Barasat, WestBengal, India". *Appl Geochem*, 25, 1805-1814.

**-Malakootian M., Khashi Z., (2014),** " Heavy metals contamination of drinking water supplies in southeastern villages of Rafsanjan plain: survey of arsenic, cadmium, lead and copper". *Journal of Health in the Field*, 1, pp1-9.

**-McArthur, J.M., Banerjee, D.M., Hudson-Edwards, K.A., Mishra R., Purohit R., Ravenscroft P., Cronin A., Howarth R.J., Chatterjee A., Talukder, R., Lowry D., Houghton S., Chadha DK.,(2004),** "Natural organic matter in sedimentary basins and its relation toarsenic in anoxic groundwater: the example of West Bengal andits worldwide implications". *Appl Geochem*, 19, pp1255-1293.

**-Olmez, I., Beal, J.W., Villaume, JF. , (1994),** "A new approach to understanding multiple source groundwater contamination factor analysis and chemical mass balances". *Pergamon*, 28, pp1095-1101.

**-Phan, L.H., Nguyen, H.T., Tran C.V., Nguyen H.M., Nguyen T.H., Tu M.B.,(2017),** " Arsenic and

# Study of As, Pb and Cd presence in drinking water of groundwater sources of Ferdows and Tabas area

Nasrin Aghavali<sup>1</sup>, Masoumeh Nezhadali<sup>2</sup>, Mahnaz Qomi<sup>3</sup>

1- Faculty of Pharmacy, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran.

2- Department of Biology, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr.

3- Faculty of Pharmaceutical Chemistry, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University. Tehran.

## Abstract

Consumption of water contaminated with heavy metals can result adverse health effects in people. Standard value of drinking water was determined 10, 10 and 3µg/L for As, Pb and Cd in Iran. According to the determination of arsenic contamination in some parts of the country, Study of drinking water resources must be done in all regions of the country at once. The present study aimed to determine the amount of arsenic, cadmium and lead in groundwater resources of Ferdows and Tabas area.

A total of 4 wells of the city and the villages around Ferdows city and 5 wells and 3 mineral spring in Tabas city and its surroundings for supplying drinking water were sampled by standard method. Physicochemical parameters (EC, Eh, pH) were measured using a portable pH meter at the location. The heavy metals amount were determined by ICP-MS instrument. In studied samples, Cadmium and lead concentrations were less than limits of drinking water standards in the country and these metals pollutants do not exist in the waters of these areas, but arsenic concentrations exceeded from allowed level (10 µg/L) in two districts of Tabas and one area of Ferdows. The highest positive correlation of arsenic was found with pH and Eh. Due to high complication of arsenic contamination in drinking water and increasing use of groundwater as a source of drinking water in the country, it is necessary, in areas where arsenic contamination is higher than standard limit to replace by healthy sources as soon as possible and the periodic control should be on the agenda of responsible organizations for concentrations of arsenic in drinking water for residential areas.

**Keywords:** Arsenic, groundwater, Contamination, Ferdows, Tabas.