Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار

تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

بررسی تغییرات غلظت عناصر سنگین در آب‌های زیرزمینی دشت سفیددشت- فرادنبه[1]

رحیم علیمحمدی

استادیار واحد تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری

Nafchi38@gmail.com

چکیده

پروژه تغذیه مصنوعی سفید دشت- فرادنبه، به منظورتقویت و بهره‌برداری پایدار از آب‌های زیرزمینی منطقه اجراء شده است. در این پروژه رواناب‌های سطحی منطقه و شهر بروجن، پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهر و شهرک صنعتی بروجن، آب خروجی تعدادی چشمه وقنات که از قدیم‌الایام وارد رودخانه بروجن و در نهایت به رودخانه کارون اضافه می شدند، توسط سازه‌هایی همچون بند انحرافی، سیفون معکوس وکانال خاکی انتقال آب وارد استخرهای تغذیه کننده پروژه تغذیه مصنوعی به منظور تقویت آبخوان منطقه می شوند. این مقاله به منظوربررسی روند تغییرات غلظت عناصر سنگین (آرسنیک، آلومینیم، کروم، کادمیم، سرب، روی، مس و آهن) ناشی از تغذیه آب‌های زیرزمینی توسط روانابهای ورودی به آبخوان منطقه، بمدت ۳ سال اجراء شد. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌ها نشان داد غلظت آرسنیک اندازه‌گیری شده در رواناب ورودی به پروژه تغذیه مصنوعی از حداکثر مجاز آن برای شرب یعنی 0.05 میلی‌گرم در لیتر بیشتر بود ولی در آبهای زیرزمینی منطقه حدود صفر بود. غلظت آلومینیوم در نمونه‌های اندازه گیری شده از رواناب‌های ورودی تا ۹/۰۱ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد، اما در نمونه‌های اخذ شده از آبخوان منطقه، غلظت آن از حد مجاز پایین‌تر بود. غلظت عناصر سنگین در آبهای زیرزمینی دشت از حد مجاز آنها کمتر می‌باشند.

کلمات کلیدی: *پروژه تغذیه مصنوعی سفید دشت- فرادنبه، غلظت عناصر سنگین، آب‌های زیرزمینی، آبخوان*

[1] این مقاله بر گرفته از طرح تحقیقاتی بررسی تأثیر تغذیه مصنوعی دشت سفید دشت- فرادنبه بر کیفیت و کمیت آبخوان منطقه به شماره ۰۱-۰۵۰۰۴۲۴۰۰۰ – ۸۲ می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اهتمام به مدیریت عرضه آب و غفلت از مدیریت تقاضا و مصرف آب باعث بروز چالش‌های جدی در جوامع مختلف از جمله آلودگی منابع آبی شده است. نتیجه رشد فزاینده تقاضای آب، تولید مقادیر متنابهی پساب در بخش‌های مختلف تولیدی و فعالیت‌های انسانی در بخش‌های کشاورزی، صنعت – معدن و خانگی است، که در نهایت پساب‌های تولید شده همراه با روانابهای سطحی توسط آبراهه‌ها، رودخانه ها به مکان‌ها و حوضه‌های دیگر منتقل می شوند. پروژه تغذیه مصنوعی سفیددشت- فرادنبه درصدی از رواناب های حاصله شامل: پساب خروجی فاضلاب خانگی شهر بروجن به همراه قسمتی از پساب شهرک صنعتی بروجن و روانابهای سطحی ناشی از بارش ها، خروجی قناتها، چشمه های بالادست و پساب ناشی از فعالیت های مختلف در حوضه آبریز رودخانه بروجن را در فصول غیر زراعی به کانال خاکی و استخرهای تغذیه کننده هدایت می نماید. وجود کارخانجات صنعتی (موکت، اطاق خودرو، الیاف و گونی، روغن نباتی و ...) و گارگاه‌های شیمیایی متعدد در سطح شهر نگرانی‌هایی را برای بهره‌برداران و استفاده کنندگان آب‌های زیرزمینی منطقه ایجاد نموده است.

تنها آبهای سطحی نیستند که در معرض آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های اجتماعی و صنعتی انسان قرار گرفته‌اند بلکه انتقال پساب‌ها در زمین نیز می‌توانند آبهای زیرزمینی را به شدت آلوده سازند، در بعضی مناطق، آلودگی‌های حاصل از تخلیه فاضلاب در زمین باعث افزایش غلظت فلزات سنگین می شود (دانائیان۱۳۷۹). اخذ ۲۰ نمونه آب در دو فصل کم آبی و پر آبی از آبهای زیرزمینی شهر اردبیل به منظور تعیین غلظت عناصر سنگین (کادمیوم، مس، سرب، کروم، نیکل، آهن، منگنز و روی) تأیید نمود که تنها غلظت مس، کروم و کادمیوم در حد مرز استاندارد و غلظت بقیه عناصر از حد استاندارد کمتر است (عالیقدر و همکاران ۱۳۸۶). غلظت عناصر سنگین (آرسنیک و کادمیوم) در آب شرب شهر یزد را مورد تحزیه و تحلیل قرار داده شد که غلظت این عناصر از حد مجاز آن‌ها (۱۰ و ۵ میکروگرم بر لیتر) کمتر بود (سلمانی و همکاران ۱۳۸۸). ارزیابی آلودگی آبهای زیرزمینی محدوده شهر کرمان نشان داد که غلظت عناصر سرب، کروم و منگنز در محدوده شهر به دلیل آلودگی های انسانی و کادمیوم به دلیل وجود سازندهای زمین شناسی خاص موجود در منطقه از حد مجاز بیشتر مشاهده شد (حسن زاده و همکاران ۱۳۸۹). به منظور بررسی غلظت عناصر سنگین در آبهای زیرزمینی دشت انار، کرمان، تعداد۲۱ نمونه آب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که غلظت کادمیوم در مجاورت معادن مس در حد بحرانی و غلظت سرب و آرسنیک به دلیل وجود تشکیلات خاص زمین و کانی شناسی منطقه از حد مجاز بیشتر بودند (دهقانی و عباس نژاد ۱۳۸۹). یکی از اهداف پروژه‌های تغذیه مصنوعی کنترل کیفی آب آبخوان است که معمولاً بستگی به منابع تغذیه کننده، یعنی آبهای ورودی به پروژه دارد. چنانچه آب ورودی دارای کیفیت بهتری باشد نتیجه آن بهبود کیفیت آب‌های زیرزمینی در منطقه خواهد شد. اما چنانچه برعکس باشد از کیفیت آنها کاسته می شود. نوع آلاینده‌های وارد شده مستقیماً به فعالیت‌های صورت گرفته شده و نوع کاربری‌ها در ارتباط است. پارامترهای مختلفی همانند (فاصله منابع آلوده کننده نسبت به منابع آب زیرزمینی، افت تراز سطح آب زیرزمینی، زمان حرکت، شرایط مرزهای جریان و ظرفیت لایه‌های آبدار برای جذب و کاهش آلودگی‌ها) علاوه بر موارد فوق‌الذکر در میزان آلودگی منابع آب زیرزمینی نقش دارند. که معمولاً این موارد در زمین به خصوصیات آبخوان نظیر هدایت هیدرولیکی، گرادیان هیدرولیکی، خلل و فرج زمین، ضخامت لایه غیر اشباع و اشباع در آبخوان، شدت و مدت زمان تغذیه و نوع کانی‌ها بستگی دارد (استاندارد صنعت آب و آبفا ۱۳۹۰). در منطقه عسلویه با اخذ ۱۱ نمونه از آب زیرزمینی و ۷ نمونه از خاک نتیجه شد که غلظت عناصر بر و آهن در آبهای زیرزمینی و سرب، منیزیم و نیکل در خاک‌های منطقه از حد مجاز (استاندارد WHO) بیشتر است (کلانتری و همکاران ۱۳۹۰). میزان عناصر سنگین (روی، مس، نقره و سرب) در آبهای زیرزمینی منطقه معدنی حافظ (ترود- استان سمنان) از حد مجاز استاندارد WHO کمتر بوده ولیکن به دلیل تشکیلات خاص زمین شناسی منطقه و فرسایش سنگ‌های غنی از کادمیوم، غلظت این عنصر بیشتر از حد مجاز آن مشاهده شد (محمودی نیک و همکاران ۱۳۹۰). بیشترین مقدار سرب در ریشه گیاه سیر ذخیره می شود. سیر می تواند از طریق فرآیند تثبیت ریشه‌ای، میزان زیادی از سرب (۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) را در ریشه خود جای دهد. و ریشه توانایی زیادی در خصوص عدم انتقال عناصر سنگین به پیاز خود را دارد و گیاه مناسبی به منظور گیاه پالایی می باشد (موسوی و همکاران ۱۳۹۱). در منطقه صنعتی بناب، زنجان- ایران تأیید شد که در بین عناصر سنگین تنها غلظت سرب و روی به دلیل فعالیت‌های صنعتی در منطقه از حد مجاز بیشتر می باشند (زمانی و همکاران ۲۰۱۲).

رواناب های حاصله خصوصاً رواناب شهر بروجن، پساب تصفیه خانه فاضلاب خانگی بروجن و شهرک صنعتی بروجن همراه با آب خروجی چند دهانه چشمه و قنات توسط پروژه تغذیه مصنوعی سفیددشت فرادنبه به حوضچه های تغذیه کننده وارد و پس از نفوذ

www.SID.ir

Archive of SID

به داخل آبخوان و پیمودن فاصله چند ۱۰ متری به آبهای زیرزمینی منطقه می پیوندند که همواره مخاطراتی را برای بهره برداران ایجاد نموده است.

.

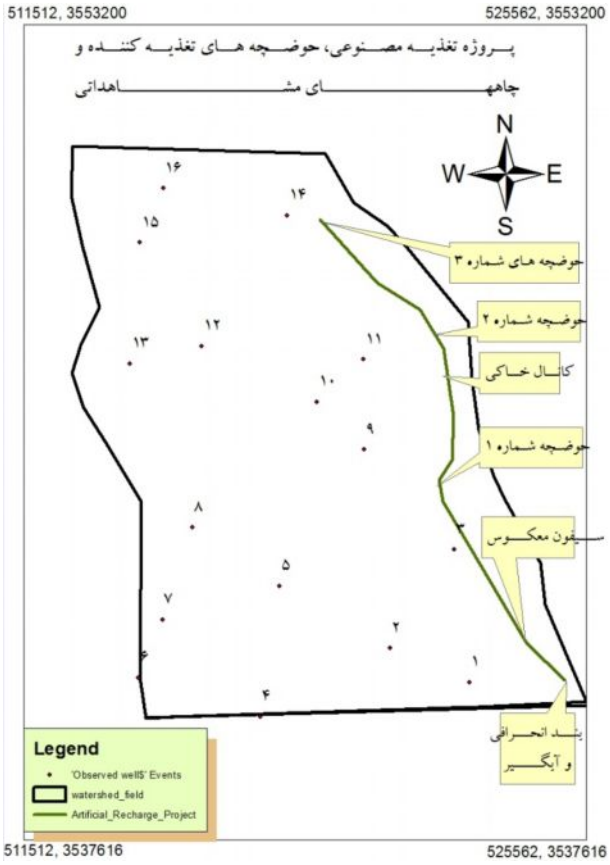
مواد و روشها

مقاله حاضر بر گرفته از طرح تحقیقاتی است که در تاریخ ۸۲/۳/۱ به مدت ۳ سال در حد فاصل بروجن و سفید دشت، شهرستان بروجن، استان چهارمحال و بختیاری بر روی پروژه تغذیه مصنوعی دشت سفید دشت- فرادنبه (واقع در عرض‌های '۰:°۳۲ تا '۱۵: °۳۲ شمالی و '۰۵: °۵۱ تا '۲۵: °۵۱ طول شرقی) اجرا گردید. استان چهارمحال و بختیاری بدلیل مرتفع بودن و قرار گرفتن در مسیر حرکت جبهه‌های هوای گرم و مرطوب مدیترانه‌ای، دارای شرایط آب و هوایی خاصی می‌باشد. این استان سرمنشاء تغذیه دو رودخانه مهم کشور یعنی کارون و زاینده رود است. منطقه مورد مطالعه در حوضه آبریز رودخانه کارون قرار دارد. بدلیل پراکنش نامناسب بارندگی، توپوگرافی خاص استان، دشت‌های استان همواره با مشکل کمبود آب مواجه هستند. وجود ایستگاه سینوپتیک بروجن در مجاورت پروژه تغذیه مضنوعی و آمار موجود، متوسط رطوبت نسبی سالانه ۳۸ درصدمی‌باشد. اقلیم منطقه با توجه به تقسیم بندی دومارتن و آمبرژه جزء اقلیم‌های نیمه خشک و سرد است. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۰/۶ درجه سانتیگراد، میانگین بارش سالیانه ۲۴۳ میلی‌متر، حداقل دمای مطلق ۲۴/۶- درجه سانتیگراد، حداکثر دما ۳۴/۶ درجه سانتیگراد و تبخیر سالیانه ۲۰۸۷ میلی‌متراست. رسوبات آبرفتی این دشت شامل بادرفت‌ها، واریزه‌ها و پادگان‌های آبرفتی می‌باشد که تحت تأثیر فرایندهای فیزیکی، شیمایی و مکانیکی تولید شده و در مناطق پست حوضه انباشته شده‌اند. ضخامت آبرفت از ۲۵ لغایت ۱۱۰ متر متغیر است. قدیمی‌ترین سازندهای زمین شناسی مربوط به کرتاسه (دوران دوم زمین شناسی) و جدیدترین آنها آبرفت‌ها، بادرفت‌ها واریزها و تراس‌های آبرفتی می‌باشد. سنگ ته نشینه‌های آبرفتی در قسمت‌های مختلف دشت ممکن است از آهک‌های کرتاسه، کنگلومرای بختیاری و یا رسوبات قدیمی و رسی دوران چهارم باشد.

در هر فصل ۱۹ نمونه آب از ۱۶ حلقه چاه انتخاب شده و سه محل سطحی (ازجریان ورودی به پروژه تغذیه مصنوعی، پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهر بروجن و جریان رودخانه قبل از تصفیه خانه) یک نمونه آب و به مدت ۳ سال مطابق روش ذیل اخذ گردیده است (شکل شماره ۱). متداول‌ترین روش نمونه برداری از آب زیرزمینی در یک آبخوان ساده، برداشت نمونه آب از یک چاه در حال پمپاژ و مدتی بعد از شروع پمپاژ است (به خاطر ثابت شدن اسیدیته، هدایت الکتریکی و دمای آب چاه). تجزیه این نمونه معرف کیفیت متوسط آب در ناحیه اطراف آن چاه در عمقی است که لوله‌های مشبک نصب شده‌اند. همچنین ازجریان ورودی به پروژه تغذیه مصنوعی، خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهر بروجن و جریان رودخانه قبل از تصفیه خانه، در صورت وجود جریان، یک نمونه جهت ارسال به آزمایشگاه و تجزیه کامل عناصر شیمیایی اخذ شده است. همچنین جهت تعیین غلظت عناصر سنگین یک نمونه به آزمایشگاه بخش خصوصی (شرکت سبز آزمای اصفهان) ارسال شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): موقعیت پروژه تغذیه مصنوعی دشت سفید دشت- فرادنبه و محل‌های نمونه برداری جهت تعیین کیفیت آب آبخوان

- نحوه تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده (مطابق با روش تحقیق پیش بینی شده در شناسنامه طرح)، نتایج اندازه‌گیری‌ها و یا آزمایشات بر روی کیفیت آب در جداولی تنظیم گردیده است و سپس با دو نگرش مختلف، یکی بررسی تغییرات سطح ایستابی آبهای زیرزمینی در منطقه و دیگری تغییرات کیفی آبهای زیرزمینی با توجه به استانداردهای FAO برای آبیاری و WHO برای شرب تجزیه و تحلیل انجام گرفته است.
- کلیه داده‌ها اعم از نقشه‌های توپوگرافی، نقشه مسیر پروژه تغذیه مصنوعی و کلیه آمار کمی و کیفی به نرم افزار GIS 10Arcداده شد که ضمن ایجاد لایه‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.
- جهت بررسی و تجزیه و تحلیل کمی رفتار سفره آب زیرزمینی از نرم افزارSurfer(جهت درون یابی و اینترپولاسیون) و نرم افزار MODFLOW (جهت تجزیه و تحلیل تغییرات سطح آب زیرزمینی) مورد استفاده قرار گرفته است.

نتایج

هیدروگراف‌های ترسیم شده برای سال‌های مختلف اجرای طرح نیز گویای آنست که از ابتدای پاییز با کاهش برداشت آب و خاموش شدن چاه‌های کشاورزی ، سطح آب زیرزمینی افزایش یافته و این افزایش تا اواخر فروردین ماه ادامه داشته است در این زمان با شروع بکار مجدد الکتروپمپ‌ها و قطع رواناب‌های سطحی، منحنی روند نزولی را تا اواخر تابستان طی نموده است.

کیفیت آب

بطور کلی کیفیت آبهای زیرزمینی به کیفیت منابع آبی که به داخل زمین نفوذ می‌کنند، میزان بارش، لایه سطحی زمین و تشکیلات زمین شناسی منطقه بستگی دارد (کاواراکاوی و کالوراچکی ۲۰۰۶). اطلاعات در مورد کیفیت آبهای زیرزمینی به مدیریت پایدار و استفاده بهینه از این منابع کمک می‌کند. بابیکر (۲۰۰۷) کیفیت آب آبخوان به دلیل ورود پساب تصفیه خانه

www.SID.ir

Archive of SID

بروجن به داخل پروژه تغذیه مصنوعی، همواره مخاطراتی را برای مردم منطقه بهمراه داشته است. در این ارتباط پارامترهای عناصر سنگین شامل آرسنیک، آلومینیم، کروم، کادمیم، سرب، روی، مس و آهن بصورت فصلی بمدت سه سال جهت آنالیز کیفی آب آبخوان در منطقه اندازه‌گیری گردید (موقعیت محل‌های نمونه برداری در شکل (۲۲) ارائه شده است). پس از تجزیه و تحلیل صورت گرفته شده، از شاخص‌های ذیل برای کیفیت آب آبیاری و آب مورد نیاز شرب استفاده شده است (آنالیز انجام شده با استفاده از Arc GIS و تعدادکلاس‌ها با توجه به کلاس‌های استانداردهای استفاده شده می‌باشند).

عناصر سنگین

آرسنیک(As): غلظت آرسنیک اندازه‌گیری شده در پساب خروجی از تصفیه خانه بروجن و جریان رواناب رودخانه بروجن قبل از تصفیه خانه فاضلاب بروجن و ورودی به پروژه تغذیه مصنوعی طی سال‌های مختلف اجرای طرح اندازه گیری شد. مقدار این عنصر خطرناک از حداکثر مجاز آن برای شرب یعنی 0.05 میلی‌گرم در لیتر بیشتر می‌باشد ولی در آبهای زیرزمینی مشاهده نگردید.

آلومینیوم(Al): حداکثر مجاز مقدار آلومینیوم ۰/۲ میلی گرم در لیتر می‌باشد که در کلیه اندازه گیری‌های انجام شده از سه محل فوق الذکر مقدار آلومینیوم بیشتر می‌باشد. حتی میزان آن تا ۹/۰۱ میلی‌گرم در لیتر نیز اندازه‌گیری شده است، اما در آبهای زیرزمینی غلظت آن از حد مجاز چایین‌تر می باشد.

کروم(Cr): مقدار مجاز کروم ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر است که در هیچکدام از نمونه‌ها مقدار کروم مشاهده نشده است.

کادمیوم(Cd): حداکثر مقدار مجاز کادمیم ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر است که مقادیر اندازه‌گیری شده در جریان‌های سطحی فوق الذکر بیشتر از حد مجاز می‌باشد. غلظت این عنصرتنها در یک مورد از آبهای زیرزمینی اندازه‌گیری شد که غلظت آن در آبهای زیرزمینی صفر بود.

سرب(Pb): حداکثر مقدار مجاز غلظت سرب در آب شرب برابر ۰/۵میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که خوشبختانه غلظت سرب در نمونه‌های اندازه‌گیری شده از حد مجاز آن کمتر بوده است.

منگنز(Mn): غلظت حداکثر مجاز منگنز ۰/۵ میلی گرم در لیتر می‌باشد که در کلیه نمونه‌های اندازه‌گیری شده مقدار آن از حد مجاز کمتر می‌باشد.

آهن، روی و مس (Fe,Cu,Zn): مقدار مجاز غلظت روی ۳ میلی گرم در لیتر، مس ۱ میلی گرم در لیتر و آهن ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، مقادیر اندازه‌گیری شده همگی کمتر از مقدار مجاز می‌باشند.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به رشد جمعیت، افزایش مصرف آب، کاهش میزان بارش، به ویژه تبدیل درصدی از بارش برف به باران، پراکنش نامناسب بارندگی و توسعه فعالیت‌های مختلف در منطقه از جمله مسائلی می‌باشند که توازن بین عرضه و تقاضای آب در آبخوان را برهم زده و چالش‌های جدی را در این رابطه ایجاد می‌نمایند. وجود منابع آب زیر زمینی محدود و فقدان منابع آب سطحی پایدار در منطقه، استحصال آب از طریق چاه را امری اجتناب ناپذیر ساخته است. در سالیان اخیر رقابت در استحصال آب و عدم جایگزینی آن از طرق طبیعی، خسارات جبران ناپذیری را به منابع آب زیرزمینی منطقه وارد کرده و سطح آب زیر زمینی را تنزل داده است. میزان حجم رواناب ورودی به پروژه تغذیه مصنوعی طی سه سال اجرای طرح بترتیب ۶/۱۳، ۵/۳ و ۷/۳ میلیون مترمکعب در فصول سرد سال (اواسط پائیز لغایت اوایل بهار) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر سنگین شامل آرسنیک، آلومینیم، کروم، کادمیم، سرب، روی، مس و آهن در سه محل (خروجی تصفیه خانه فاضلاب بروجن، رواناب رودخانه بروجن در بالاتر از تصفیه خانه فاضلاب بروجن و ورودی پروژه تغذیه مصنوعی) طی سال‌های اجرای طرح اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر آرسنیک، کادمیوم و آلومینیم در کلیه نمونه‌های اندازه گیری شده از حد مجاز آنها بیشتر بود. یک مورد از آبهای زیرزمینی نیز مورد آنالیز عناصر سنگین قرار گرفت که نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌ها نشان داد منابع زیرزمینی فاقد عناصر سنگین خطرناک می‌باشند.

منابع

۱- حسن‌زاده ر.، عباس‌نژاد ا. و حمزه م. ع. ۱۳۸۹. ارزیابی آلودگی آبهای زیرزمینی محدودهٔ شهر کرمان. محیط شناسی۳۶ (۵۶): ۱۰۱- ۱۱۰.

۲- دهقانی م. و عباس نژاد ا. ۱۳۸۹. آلودگی سفرهٔ آب زیرزمینی دشت انار به نیترات، سرب، ارسنیک و کادمیوم. مجله محیط شناسی، ۳۶(۵۶): ۸۷- ۱۰۰.

۳- سلمانی م. ج.، ملک م.، وکیلی ک. و متوسلیان م. ۱۳۸۸. تعیین مقدار آرسنیک و کادمیوم در آب مصرفی شهر یزد با روش بهینه شده جذب اتمی کوره گرافیتی، فصلنامه پژوهشی دانشکده بهداشت یزد، ۸(۱ و ۲): ۵۴- ۶۲.

۴- عالیقدر م.، حضرتی ص. و قنبری م. ۱۳۸۶. اندازهگیریغلظتفلزاتسنگیندرمنابعآبآشامیدنیشهراردبیلدرسال ۸۴- ۸۵ . دهمین همایش ملی بهداشت محیط، همدان ۸ – ۱۰ آبان، ۴ ص.

۵- کلانتری ن.، سجادی ز.، مکوندی م. و کشاورز م. ۱۳۹۰. خصوصیات شیمیایی خاک و آب زیرزمینی دشت آبرفتی عسلویه، با تأکید بر آلودگی فلزات سنگین. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، ۷(۴): ۳۴۳- ۳۳۳.

۶- محمودی نیک م.، فردوست ف.، موسیوند ف. و جعفری ه. ۱۳۹۰. ارزیابی آلودگی آبهای زیرزمینی منطقه معدنی چشمه حافظ به فلزات و عناصر سنگین، مجموعه مقالات سی امین گردهمائی- علوم زمین، ۷ ص.

۷- موسوی م.، باقی زاده ا.، آقایاری ف.، افضلی د. و محمدی ن. ۱۳۹۱. بررسی تجمع سرب در قسمت های مختلف گیاه سیر و واکنش گیاه به اکسیداتیو سرب. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸(۲): ۱۱۱- ۱۱۸.

۸- Zamani, A. A. &Yaftian, M. R.andParizanganeh, A. 2012. Multivariate statistical assessment of heavy metal pollution sources of groundwater around a lead and zinc plant. Journal of Environmental Health Sciences & Engineering, 9(29): 1- 10

www.SID.ir