علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره۲، پاییز ۱۳۹۵

بررسی میزان فلزات سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل، سرب، روی) در منابع آب زیرزمینی شهرستان اسلامشهر و تهیه نقشه پراکنش آن در محیط GIS

فاطمه ولی نژاد [۱]

امیر حسام حسنی [۲*]

ahhassani@ srbiau.ac.ir

مجتبی صیادی [۳]

تاریخ دریافت:۹۰/۰۶/۰۵ **تاریخ پذیرش:۹۰/۰۸/۲۲**

چکیده

زمینه و هدف: امروزه آلودگی آب‌های زیرزمینی به فلزات سنگین، در اثر فعالیتهای صنعتی در حال افزایش است. موضوع این پژوهش ارزیابی فلزات سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل، سرب، روی)در آبهای زیرمینی و نحوه پراکنش آنها در منطقه ای با تراکم بالای فعالیت صنعتی است.در این مطالعه بر اساس غلظت فلزات سنگین نقشه های پراکنش در شهرستان اسلامشهر که در جنوب شرقی تهران قرار گرفته است تهیه و مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: در حال حاضر آبهای زیرزمینی تنها منبع تامین کننده آب مصرفی در مناطق شهری و روستایی این شهرستان می باشد.به این منظور ۹۲ نمونه از ۲۳ حلقه چاه در حال بهره برداری در چهار فصل برداشت شد.روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله ای برای اندازه گیری میزان غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب استفاده شد و از نرم افزار ARC GIS برای تهیه نقشه پراکنش استفاده شد.

نتیجه گیری: نتایج نشان دادند که غلظت کروم و روی پایین تر از حد مجاز آب آشامیدنی بود در صورتی که غلظت کادمیوم در ۸/۷ درصد نمونه‌های زمستان بالاتر از حد مجاز آب آشامیدنی ایران بود، غلظت نیکل در فصل زمستان در ۸/۷ درصد از نمونه ها بالاتر از حد مجاز آب آشامیدنی بود و غلظت سرب در فصل تابستان در ۴۷/۸ درصد از نمونه ها و در فصل زمستان در ۴/۳۵ درصد از نمونه ها بالاتر از حد مجاز آب آشامیدنی بود. وجود تراکم بالای صنایع، زمینهای وسیع کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی و آفت کشهای حاوی فلزات سنگین، وجود مسیرهای اصلی و فرعی پر تردد و ازهمه مهمتر وجود شیب هیدرولیکی از شمال غربی به جنوب شرقی در این منطقه، باعث بالا بودن آلودگی در قسمت جنوبی اسلامشهر شده است.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، آلودگی آبهای زیرزمینی، توزیع، فعالیت های صنعتی، فعالیت های کشاورزی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست و انرژی، تهران، ایران.

۲*- (مسوول مکاتبات): دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۳- رئیس گروه تحقیقات شرکت آبفار استان تهران، تهران، ایران.

Investigation of Heavy Metals (Cd, Cr, Ni, Pb, Zn) in Islamshahr Groundwater Resources and their Regional Distribution Pattern in GIS

Fatemeh Valinejhad [1]
Amir Hessam Hassani[2]*
ahhassani@ srbiau.ac.ir
Mojtaba Sayadi [3]

Abstract

Background and Objective: Nowadays, pollution of groundwater by heavy metals is encreasing. Heavy metals are one of the most widespread cause of pollution in water and the presence of increasing levels of these metals in the environment is causing serious concern in public opinion owing to their toxicity.

This study aims to assess the concentration and distribution pattern of heavy metals (Cadmium, Chrome, Nickel, Lead and Zink) in groundwater of an industrialized region in Eslamshahr which located in the southeastern of Tehran

Method: Presently, groundwater is the predominant source of drinking water in this town. For this purpose, 92 samples were taken from 23 wells in 4 seasons.The concentration of heavy metals in the samples was measured by flame atomic absorption spectrophotometry. ARC GIS software was applied for preparing the distribution patterns.

Results: The results showed that chrome and zinc concentrations were lower than the permissible level in the drinking water. However, the concentration of cadmium in 8.7% of samples taken in winter were higher than the permissible level determined in drinking water standard of Iran. Nickel concentration in winter was 8.7% higher than the permissible level. Lead concentration of samples in 47.8% and 4.35% of samples taken in summer and winter were higher than the permissible level, respectively. The high level of water pollution in southern part of Eslamshahr is attributed to the large number of industries, big farm lands, application of chemical fertilizers and the pesticides containing heavy metals, busy main and secondary roads , and most importantly, the hydraulic slope from northwest to southeast of this region.

Keywords: Heavy metals, Groundwater pollution, Distribution, Industrial activities, Farm activities.

1- MSc. Student of Environmental Engineering, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor of Environment and Energy Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University,Tehran, Iran. *(Corresponding Author)*
3- In Charge of Research Group of ABFAR Tehran and Assistant Professor of Azad University.

مقدمه

در بسیاری از جوامع کوچک و روستایی آب‌های زیرزمینی تنها منبع آب آشامیدنی است اما این آب‌ها تحت تاثیر فرایند طبیعی، در حین رد شدن از روی صخره‌ها و سنگ‌ها، مواد معدنی متفاوتی را در خود حل می کنند و همراه خود جابجا می کنند اما منابع آب‌های زیرزمینی بیش‌تر تحت تاثیر فرایندهای حاصل از فعالیت بشر هستند. فلزات سنگین از طریق دفن زایدات شهری، صنایع، حمل و نقل، فعالیت‌های کشاورزی و کاربرد آفت کش‌ها و کودهای شیمیایی در محیط انتشار یافته و اثرات نامطلوبی بر آن می گذارد. به دلیل داشتن ویژگی‌هایی نظیر تجمع پذیری در بافت‌ها، تجزیه‌ناپذیری، مقاومت به فعل و انفعالات بیولوژیکی و ... با راه‌یابی به زنجیره غذایی موجودات زنده و در نهایت انسان را تحت تاثیر عوارض سمیت، سرطان‌زایی و اثرات ژنتیکی کوتاه و بلند مدت قرار می‌دهند، به همین دلیل موضوع فلزات سنگین در اکثر جوامع مورد توجه قرار گرفته است چند تحقیق انجام شده در این زمینه به شرح زیر است:

- در سال ۱۳۸۷ توسط گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران از ۱۷ حلقه چاه آب آشامیدنی در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتری کارخانه سرب و روی در زنجان نمونه برداری و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی از نظر Zn, Cd , Pb مورد اندازه گیری قرار گرفت غلظت سرب در هیچ نمونه ای بالاتر از استاندارد ملی نبود اما سرب و کادمیوم به ترتیب در ۵۹ و ۵۳ درصد نمونه ها فراتر از حد رهنمودی سازمان بهداشت جهانی بودند و غلظت روی در کلیه نمونه ها پایین تر از حد معیارها بود (۱).
- در سال ۱۳۸۶ توسط خانم شیرین فروزان، بررسی میزان فلزات سنگین آب‌های معدنی موجود در دو مارک A و B در بازار استان آذربایجان غربی مورد مطالعه قرار گرفت. ۱۰ نمونه از این دو مارک توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی از نظر Cd وPb ، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت که در نمونه مارک A میانگین سرب ۰/۰۰۵ppm و کادمیوم ۰/۰۰۱ppm و نمونه مارک B میانگین سرب ۰/۰۰۵۴ppm و کادمیوم ۰/۰۰۱ppm بود (۲).
- درسال ۱۳۸۵ توسط آقای محسن قنبری کارشناس شرکت آب و فاضلاب اردبیل، در شهر اردبیل از ده منبع (چاهها و مخازن ذخیره)، در دو فصل (کم آبی و پرآبی) ۲۰ نمونه از نظر Fe , Mn , Zn , Pb , Ni , Cu , Cr , Cd مورد آزمایش (به روش استاندارد متد) قرار گرفت در تمام نمونه ها غلظت فلزات آهن، منگنز، روی، سرب، نیکل کمتر از حد استاندارد سازمان‌های ذیربط و غلظت مس، کروم، کادمیوم در مرز استاندارد قرار داشتند با وجود متغیرهای احتمالی آلوده کننده منابع آب زیرزمینی اردبیل به فلزات سنگین، در حال حاضر منابع آب آشامیدنی شهر اردبیل در معرض آلودگی به فلزات سنگین نیستند (۳).
- درسال ۱۳۸۳ توسط گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران در مناطق شوش دانیال و اندیمشک در مساحت ۱۱۰۰Km^2 تعداد ۱۶۸ نمونه از آب چاه از ۴۲ حلقه جمع آوری شد و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی از نظر (Cu , Zn , Ni , Cd) مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

Cu, Zn, Ni دارای غلظت‌های پایین تر از EPA MCLG استاندارد ثانویه EPA MCL, EPA بود اما مقدار Cd در ۴/۸ درصد از نمونه‌ها بالاتر از استاندارد EPA MCL بود.

محدوده ی لایه‌ها سطح زمین، کشاورزی بی رویه، فعالیت‌های صنایع در جنوب و مسیرجریان آب زیرزمینی باعث آلودگی بیش‌تر در بخش جنوبی نسبت به شمالی بوده است (۴).

- در سال ۲۰۱۰ در منطقه ایتاگ بلو، ایالت اندو، نیجریه از چاه‌های دستی و رودخانه انا ۱۰ نمونه آب برداشت شد و از نظر فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت، فلزات روی ، کروم، سرب، مس، نیکل، آهن از روش تجزیه‌ای استاندارد مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند که میزان این فلزات در چاه‌ها به شرح زیر است :

جدول۱- نتیجه آنالیز نمونه ها در نیجریه (۵)

Table 1- Analysis of Nigeria samples

فلز	روی	کروم	سرب	مس	نیکل	آهن	کادمیوم
رنج mg/Lit	۰/۷-۵/۵	ND-۰/۲	ND-۰/۲	ND-۰/۲	ND	۰/۱-۰/۴	ND

در هیچ کدام از نمونه های آب چاه کادمیوم و نیکل دیده نشد (۵).

- در سال ۲۰۰۹ از نواحی لاگوس، نیجریه حدود ۴۹ نمونه آب چاه برداشت شد و از طریق دستگاه اسپکتوفتومتری جذب اتمی میزان فلزات آلومینیوم، و کادمیوم و سرب مورد اندازه گیری قرار گرفت.

طبق WHO میزان MCL برای آلومینیوم ۰/ ۲ و کادمیوم ۰/ ۰۰۳ و سرب ۰/ ۰۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. هیچ کدام از نمونه‌ها حاوی AL در غلظت بیش‌تر از MCL نبودند اما در ۹۳/۸۸ درصد از نمونه های آنالیز شده آلومینیوم یافت شد.

بیش‌تر از ۳۸ درصد از نمونه ها کادمیوم داشتند و در ۳۲/۶۵ درصد از آن نمونه‌ها دارای کادمیوم با غلظت بیش‌تر از MCL بودند.

تقریبا ۶۰ درصد از نمونه‌ها دارای سطح قابل تشخیصی از سرب بودند در حالی‌که ۳۶/۷۳ درصد از نمونه‌ها دارای سرب بیش‌تر از MCL بودند

در کل ۹۷/۹۶ درصد از همه نمونه‌های آنالیز شده حاوی یک یا بیش‌تر از سه فلز سنگین مورد مطالعه با غلظت‌های متفاوت بودند (۶).

- در سال ۲۰۰۶ در شهر صنعتی سادات در مصر ۱۰ نمونه خاک و ۱۸ نمونه آب زیرزمینی برداشت شد و توسط دستگاه ICP MS غلظت سرب، کروم، مس، کادمیوم، زیرکونیوم و وانادیوم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت غلظت این فلزات در آب‌های زیرزمینی به شرح زیر است:

جدول۲- نتیجه آنالیز نمونه ها در مصر(۷)

Table 2- Analysis of Egypt samples

فلز	کروم	سرب	مس	کادمیوم	زیرکونیوم	وانادیوم
رنج pbb	۰/۱۰-۲/۶۳	۰/۱۱-۴۱/۳۲	۰/۱۴-۵/۷۶	۰/۰۳-۲۱/۷	۱۱/۴-۱۳۴	۰/۰۸-۵/۰۸

سطح سرب و زیرکونیوم از حد آستانه تنظیم شده توسط رهنمودهای بهداشتیWHOبرای آبهای آشامیدنی در چاه‌های آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه متجاوز بود (۷).

در صنعت آبکاری کادمیوم، کروم، نیکل، روی، در صنعت آلیاژ سازی کروم، سرب، نیکل و روی، در صنعت تولید رنگ کروم، نیکل، سرب و در صنعت باتری کادمیوم، نیکل، سرب، روی اجزائ اصلی را تشکیل می دهند (۸). این صنایع به وفور در منطقه مورد مطالعه دیده می شوند. با استانداردهایی که برای خروجی پساب‌های صنعتی در نظر گرفته می‌شود، می‌توان تا حدودی از ورود این آلاینده‌ها به منابع آب جلوگیری کرد. هدف از انجام این تحقیق:

۱- تعیین مدل کیفی فلزات سنگین.

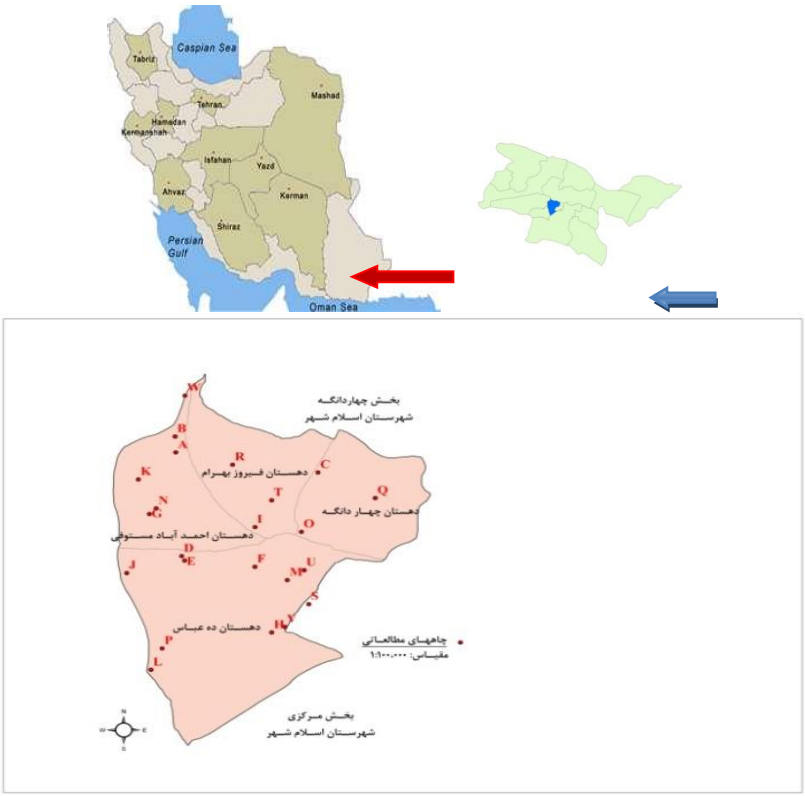
۲- شناخت منشا در جا (طبیعی) فلزات سنگین.

۳- شناخت منشا نابرجا (صنعتی، کشاورزی، خانگی) فلزات سنگین.

۴- انتخاب بهینه نقاط جهت تامین کمی (حفر چاه‌های جدید) برمبنای شرایط مناسب کیفی (عدم وجود فلزات سنگین).

روش بررسی

شهرستان اسلامشهر با مساحت تقریبیkm^2 ۲۰۵ در محدوده‌ای به طول ´۱۰ :°۵۱ تا ´۲۲ :°۵۱ شرقی و عرض ´۲۹ :°۳۵ تا ´۳۹ :°۳۵ شمالی در محدوده مرکزی استان تهران قرار دارد (۹). شهرستان اسلامشهر به ارتفاع ۱۱۶۵ متر از سطح دریا بروی آبرفت‌های سیلابی یا مخروط افکنه سیلابهای جاری شده از دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. این شهرستان از شمال به قسمت‌هایی از شهرستان ری و تهران، از شرق به شهرستان ری، از جنوب به قسمت‌هایی از اراضی شهرستان ری و رباط کریم و از غرب به شهرستان شهریار محدود می‌گردد و از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای بیابانی با دوران بارندگی نا مشخص می باشد (۱۰). شکل ۱ موقعیت چاه‌های نمونه برداری شده را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت چاه‌های نمونه برداری شده منطقه اسلامشهر

Figure 1- Location of sampelling wells of Islamshahr

نقاط نمونه‌برداری بر اساس شیب زمین، پراکندگی صنایع و زمین‌های کشاورزی انتخاب شده اند به گونه‌ای که کل شهرستان اسلامشهر را پوشش داده است. چاه‌های نمونه برداری شده از نوع عمیق بودند. نمونه‌ها از خروجی چاه برداشت شدند و ارتفاع خاصی از سطح آب مد نظر نبوده است. به طور کلی ۹۲ نمونه از ۲۳ چاه در ماههای مرداد، آبان و بهمن در سال ۸۸ و در ماه اردیبهشت در سال ۸۹ برداشت شد. ظروف نمونه‌برداری از جنس پلی پروپیلن ۱ لیتری بوده که قبل از نمونه‌برداری با اسید، دترجنت، آب، اسید و نهایتا آب مقطر، به ترتیب شسته شدند. نمونه‌ها با استفاده از اسید نیتریک غلیظ در محل نمونه‌برداری به $pH < ۲$ رسانده شد تا از کاهش فلزات، رشد قارچ و باکتری و جذب سطحی دیواره‌های ظرف جلوگیری شود. نمونه‌ها در یخچال با درجه حرارت $۴^{\circ}C$- برای جلوگیری از تبخیر نگهداری شدند. . بعد از عمل هضم و تثبیت، توسط دستگاه جذب اتمی طیف نورسنج (Spectrophotometery) مقدار غلظت فلزات سنگین تعیین شد.

دستگاه استفاده شده از نوع Atomic Absorption Spectrophotometer مدل Varian 200 بود. جهت تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از این تحقیق، موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری شده توسط دستگاه GPS در سیستم UTM اندازه گیری و در محیط Arc GIS ثبت شد. با پیوند (Link) نقاط نمونه برداری به نتایج آنالیز مربوط به آن‌ها نقشه های هم غلظت در محیط این نرم افزار تهیه شد.

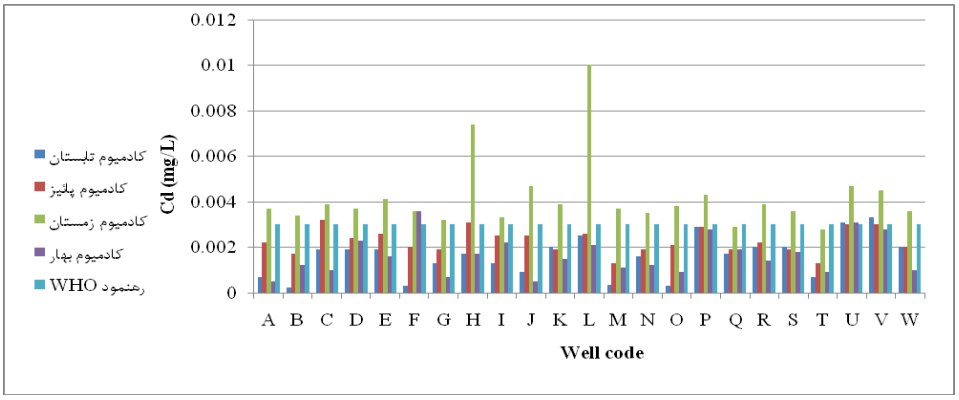
یافته ها

یافته های حاصل از آنالیز نمونه های آب برداشت شده از ۲۳ چاه آب موجود در منطقه در سال‌های ۸۹ - ۱۳۸۸ در جدول شماره ۳ و نمودارهای مقایسه ای غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برداشت شده با استاندارد سازمان بهداشت جهانی(WHO) برای مصارف شرب در شکل‌های ۲ الی ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۳- غلظت فلزات سنگین در آب‌های زیرزمینی منطقه اسلامشهر در فصول مختلف

Table 3- Concentration of heavy metals in the groundwater of Islamshahr in various seasons

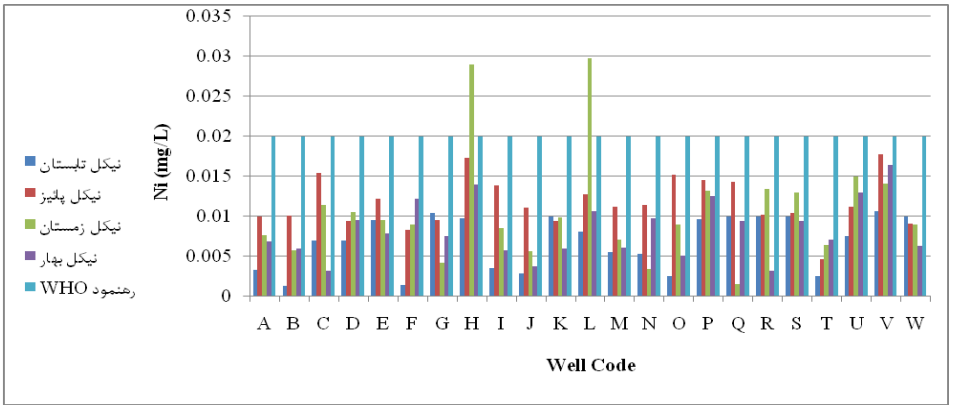
شماره نمونه		Cd (mg/L)				Cr (mg/L)				Ni (mg/L)				Pb (mg/L)				Zn (mg/L)			
		تابستان ۸۸	پائیز ۸۸	زمستان ۸۸	بهار ۸۹	تابستان ۸۸	پائیز ۸۸	زمستان ۸۸	بهار ۸۹	تابستان ۸۸	پائیز ۸۸	زمستان ۸۸	بهار ۸۹	تابستان ۸۸	پائیز ۸۸	زمستان ۸۸	بهار ۸۹	تابستان ۸۸	پائیز ۸۸	زمستان ۸۸	بهار ۸۹
۱		۰/۰۰۷	۰/۰۲۲	۰/۰۳۷	۰/۰۰۵	۰/۰۹	۰/۰۲۶	۰/۰۸۳	۰/۰۶۹	۰/۰۳۳	۰/۰۱	۰/۰۷۷	۰/۰۶۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۹	۰/۱۱۹۵	۰/۲۶۸۴
۲		۰/۰۰۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۴۱	۰/۰۸۵	۰/۰۶۸	۰/۰۰۱۳	۰/۰۱۰۱	۰/۰۵۸	۰/۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۳	۰/۲۲۰۹	۰/۱۸۹	۰/۱۲۱۹
۳		۰/۰۰۱۹	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۱	۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۷	۰/۱۵۵	۰/۱۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۶۳	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۲۱	۰/۸۵۰۷	۰/۶۶۲۲	۰/۶۳۹۴	۰/۷۶۱
۴		۰/۰۰۱۹	۰/۰۲۴	۰/۰۳۷	۰/۰۲۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۹۵	۰/۰۶۲	۰/۰۷	۰/۰۹۴	۰/۱۰۶	۰/۰۹۶	۰/۰۶۱	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۵۸۳	۰/۱۵۶۱	۰/۱۱۳۶	۰/۰۹۶۶
۵		۰/۰۰۱۹	۰/۰۲۶	۰/۰۴۱	۰/۰۱۶	۰/۰۷۵	۰/۱۲۵	۰/۱۰۴	۰/۰۹۸	۰/۰۹۶	۰/۱۲۲	۰/۰۵۶	۰/۰۷۹	۰/۰۶۱	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۶۰۳	۰/۱۶۱۹	۰/۲۲۳۱	۰/۱۵۲۶
۶		۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷	۰/۱۱۵	۰/۰۸۵	۰/۰۱۴	۰/۰۸۳	۰/۰۰۹	۰/۱۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۲۱	۰/۲۵۴۴	۰/۱۱۹۹	۰/۲۸۳۱
۷		۰/۰۰۱۳	۰/۰۱۹	۰/۰۳۲	۰/۰۰۷	۰/۰۵۸	۰/۰۴۵	۰/۰۹۴	۰/۰۹۲	۰/۱۰۴	۰/۰۹۶	۰/۰۴۲	۰/۰۷۵	۰/۱۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۷۲	۰/۰۷	۰/۴۶۲۷	۰/۴۰۹۴	۰/۰۳۴۷	۰/۳۶۹۱
۸		۰/۰۰۱۷	۰/۰۳۱	۰/۰۷۴	۰/۰۱۷	۰/۰۶	۰/۰۱۳	۰/۱۰۶	۰/۰۴۲	۰/۰۹۸	۰/۱۷۳	۰/۰۲۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۷۲	۰/۰۳۳	۰/۰۲۱	۰/۰۳۲۶۲	۰/۰۶۱۱۸	۰/۲۷۶۸
۹		۰/۰۰۱۳	۰/۰۲۵	۰/۰۳۳	۰/۰۲۲	۰/۰۳۸	۰	۰/۰۷	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰/۱۳۹	۰/۰۸۵	۰/۰۵۸	۰/۰۵۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۱۶	۰/۰۸۵۷	۰/۴۷۵۸	۰/۰۵۵۷۲	۰/۶۱۴۳
۱۰		۰/۰۰۰۹	۰/۰۲۵	۰/۰۴۷	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۲۲	۰/۰۶۹	۰/۱۲۲	۰/۰۲۹	۰/۱۱۱	۰/۰۵۷	۰/۰۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۰۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۱۹۲۳	۰/۱۶۵۵	۰/۱۸۱۳	۰/۱۳۴۶
۱۱		۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۹	۰/۰۳۹	۰/۰۱۵	۰/۰۶۴	۰/۰۰۲	۰/۰۵۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۹۴	۰/۰۹۹	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۲۵	۰/۰۵۷	۰/۱۵۲۲	۰/۰۳۷۸۵	۰/۱۹۰۲
۱۲		۰/۰۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۷۸	۰/۰۰۹	۰/۰۸۲	۰/۰۷۲	۰/۰۸۱	۰/۱۲۸	۰/۰۳۹۸	۰/۱۰۷	۰/۰۷۱	۰/۰۸	۰/۰۴۸	۰/۰۲۱	۰/۱۳۷۶	۰/۱۶۲۱	۰/۰۴۴۹۶	۰/۳۹۰۶
۱۳		۰/۰۰۰۳۴	۰/۰۱۳	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	۰/۰۷	۰/۰۳۷	۰/۰۴۸	۰/۰۴۱	۰/۰۵۶	۰/۱۱۲	۰/۰۷۱	۰/۰۶۱	۰	۰/۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۲۹	۰/۰۵۶۹	۰/۰۲۲۰۶	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۸۵
۱۴		۰/۰۰۱۶	۰/۰۱۹	۰/۰۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۲۶۸	۰/۰۴۲	۰/۱۲۱	۰/۰۸	۰/۰۵۳	۰/۱۱۴	۰/۰۳۴	۰/۰۹۸	۰/۰۶۹	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۳۶۹۸	۰/۰۳۷۲۲	۰/۰۳۶۷۷	۰/۰۳۶۷۷
۱۵		۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵	۰	۰/۱۵	۰/۰۳۶	۰/۰۲۵	۰/۱۵۲	۰/۰۹	۰/۰۵۱	۰/۰۶۵	۰/۰۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۳	۰/۱۷۷	۰/۱۶۹۸	۰/۵۹۹۱
۱۶		۰/۰۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۴۳	۰/۰۲۸	۰/۰۷۹	۰/۰۳۷	۰/۰۶۵	۰/۰۲۷	۰/۰۹۷	۰/۱۴۶	۰/۱۳۲	۰/۱۲۶	۰/۰۷۳	۰/۱۸	۰/۰۳۶	۰/۰۳	۰/۱۳۴۱	۰/۱۶۱۱	۰/۲۰۲۱	۰/۵۱۳۱
۱۷		۰/۰۰۱۷۱	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۲۹	۰/۰۱۹	۰/۰۳۲	۰	۰/۰۳۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰/۱۴۳	۰/۰۱۶	۰/۰۹۴	۰/۰۲۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۲۴	۰/۲۱۷۳	۰/۳۳۴۸	۰/۳۷۳۱
۱۸		۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۲	۰/۰۳۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰/۰۹۲	۰/۰۴۳	۰/۰۳۹	۰/۰۱	۰/۱۰۲	۰/۱۳۴۶	۰/۰۳۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۰۳۵	۰/۱۰۲۱	۰/۰۲۹۷۳	۰/۱۰۵
۱۹		۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۹	۰/۰۳۶	۰/۰۱۸	۰/۰۸	۰/۰۴۶	۰/۰۸۱	۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۱۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۹۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۲۲	۰/۱۴۸	۰/۲۰۶۱۲	۰/۲۰۳۸	۰/۱۵۷۹
۲۰		۰/۰۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۶	۰/۰۴۷	۰/۰۶۴	۰/۰۱۳	۰	۰/۰۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳	۰/۰۶	۰/۰۹۵۵	۰/۱۶۸	۰/۰۷۵۶
۲۱		۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۴۷	۰/۰۳۱	۰/۰۶۶	۰/۰۳۷	۰/۰۴۸	۰/۰۳۹	۰/۰۷۵	۰/۱۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۷۶	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۲۷	۰/۱۴۸۸	۰/۱۵۸۹	۰/۱۴۲۹	۰/۱۴۱۸
۲۲		۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۳	۰/۰۴۵	۰/۰۲۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۰۷	۰/۱۷۸	۰/۱۴۱	۰/۱۶۵	۰/۱۳۴	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۱۵۳۶	۰/۱۱۲۵	۰/۴۰۰۱	۰/۱۳۲۸
۲۳		۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۷	۰	۰/۰۵۶	۰/۰۴۹	۰/۰۱	۰/۰۹۱	۰/۰۰۹	۰/۰۶۳	۰/۰۸۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۱۶	۰/۰۵	۰/۲۶۱۲	۰/۱۳۴۱۷	۰/۰۶۹۵۹



شکل ۲-مقایسه غلظت کادمیوم در آبهای زیرمینی اسلامشهر با رهنمود WHO

Figure 2- Comparison of cadmium concentration in groundwater of Islamshaher with WHO guidance

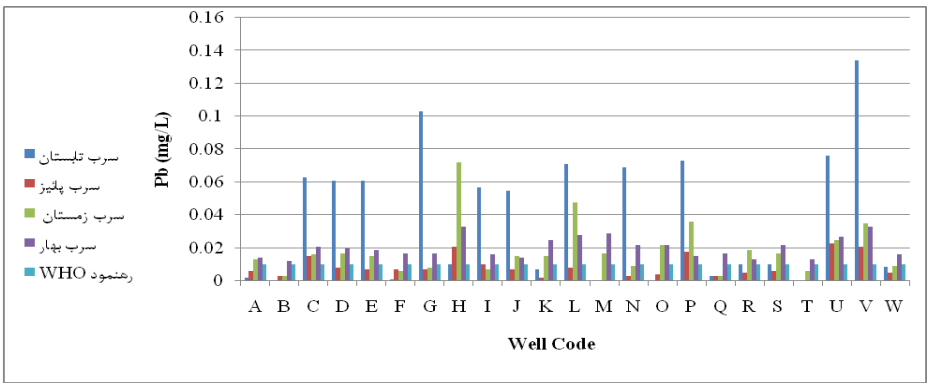
نمودار شکل ۲ نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم در فصل زمستان تقریبا در همه موارد بالاتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی(WHO) برای مصارف شرب می‌باشد اما در فصول دیگرسال به ندرت این آلودگی بیش از حد مجاز دیده می‌شود.



شکل ۳- مقایسه غلظت نیکل در آب‌های زیرمینی اسلامشهر با رهنمود WHO

Figure 3- Comparison of nickel concentration in groundwater of Islamshaher with WHO guidance

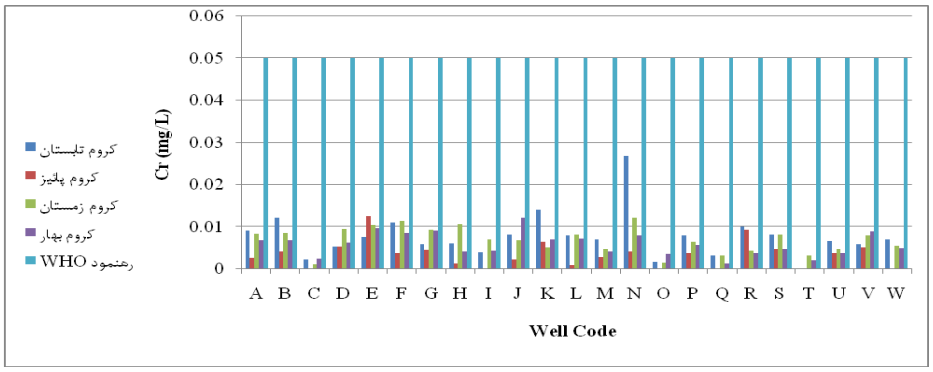
نمودار شکل ۳ نشان می‌دهد که فقط در دو چاه و فقط در فصل زمستان مقدار نیکل بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای مصارف شرب می‌باشد و این دو چاه در جنوبی ترین منطقه اسلامشهر قرار گرفته‌اند.



شکل ۴- مقایسه غلظت سرب در آب‌های زیرمینی اسلامشهر با رهنمود WHO

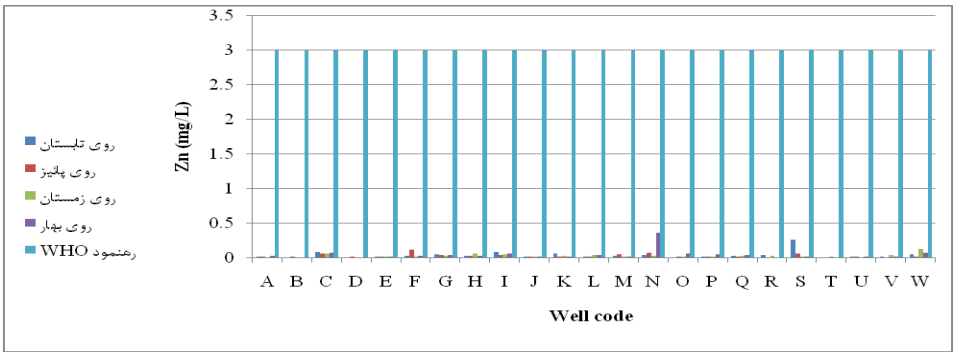
Figure 4- Comparison of lead concentration in groundwater of Islamshaher with WHO guidance

شکل ۴ نمایانگر این موضوع است که مقدار سرب در فصل بهار در همه چاه‌ها بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای مصارف شرب می‌باشد اما مقدار غلظت سرب در فصل تابستان تقریبا در نصف نمونه‌ها ۵-۶ برابر حد استاندارد می‌باشد و کم‌ترین آلودگی مربوط به فصل پائیز می‌باشد.



شکل ۵- مقایسه غلظت کروم در آب‌های زیرمینی اسلامشهر با رهنمود WHO

Figure 5- Comparison of chromium concentration in groundwater of Islamshaher with WHO guidance

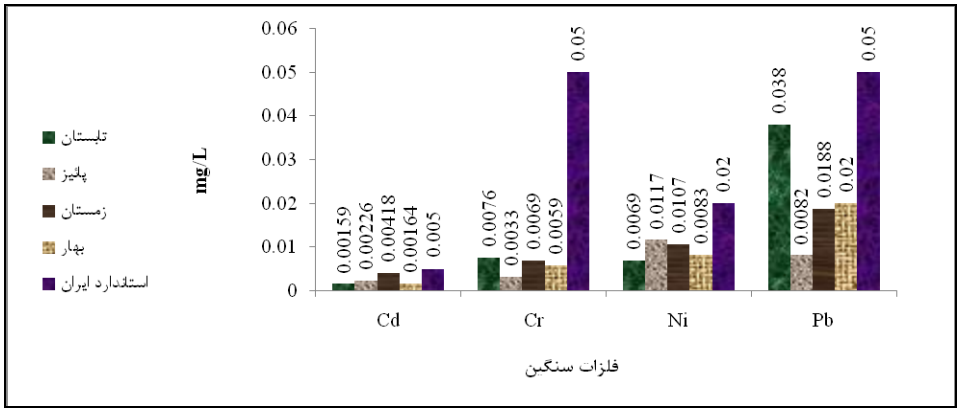


شکل ۶- مقایسه غلظت روی در آب‌های زیرمینی اسلامشهر با رهنمود WHO

Figure 6- Comparison of zinc concentration in groundwater of Islamshaher with WHO guidance

با توجه به نمودارهای شماره ۵ و ۶ مقدار غلظت کروم و روی بر اساس این نمودار، میانگین غلظت فلزات سنگین مورد پایین‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)برای مصارف شرب بودند.

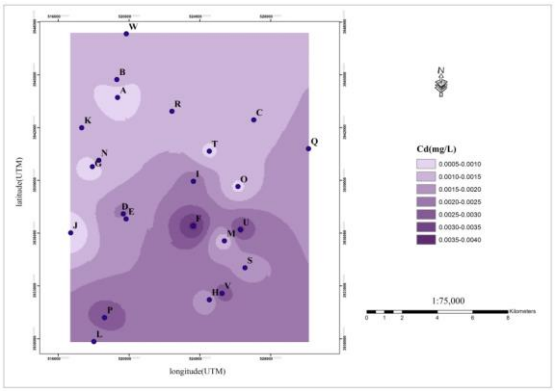
میانگین غلظت فلزات سنگین در ۹۲ نمونه از آب‌های زیرمینی موجود در شهرستان اسلامشهر در مقایسه با استاندارد ایران در شکل شماره ۷ ارائه گردیده است. بررسی در آبه‌ای زیرزمینی منطقه به شرح زیر می‌باشد: کادمیوم: ۰/۰۰۱۵۹-۰/۰۰۴۱۸mg/L، کروم: ۰/۰۰۷۶-۰/۰۰۳۳ mg/L، نیکل: ۰/۰۱۱۷-۰/۰۰۶۹ mg/L، سرب: ۰/۰۳۸-۰/۰۰۸۲ mg/L، روی: ۰/۰۴۵-۰/۰۳۳mg/L.



شکل ۷- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در آب‌های زیرزمینی اسلامشهر با استاندارد ایران

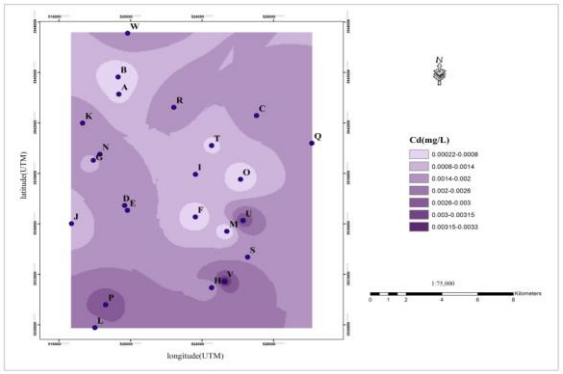
Figure 7- Comparison of the average concentration of heavy metal in groundwater of Islamshaher with Iran standard

کادمیوم: کادمیوم از طریق منابع کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و باطله‌های معدنی وارد محیط می شود.در۹۱/۳ درصد از چاه‌ها در فصل زمستان دارای کادمیوم بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (۰/۰۰۳ mg/L) بودند اما تعداد کمی از تحقیقات انجام شده غلظت کادمیوم بیش‌تر از حد استاندارد و یا مرز آن قرار دارد. نقشه هم غلظت کادمیوم در فصل زمستان در اشکال ۸-۱۱ نشان داده شده است. در فاصله چاه H تا چاه L بیش‌ترین غلظت کادمیوم دیده می شود که در جنوبی‌ترین منطقه این شهرستان قرار گرفته است. در منطقه مورد مطالعه فعالیت‌های صنعتی گسترده و زمین‌های وسیع کشاورزی وجود دارند که می‌توانند از عوامل نفوذ کادمیوم به آب‌های زیرزمینی باشند و در نهایت به علت وجود شیب هیدرولیکی از شمال غربی به جنوب شرقی در منطقه مورد مطالعه باعث افزایش این فلز در آب‌های زیر زمینی منطقه جنوبی شده است.



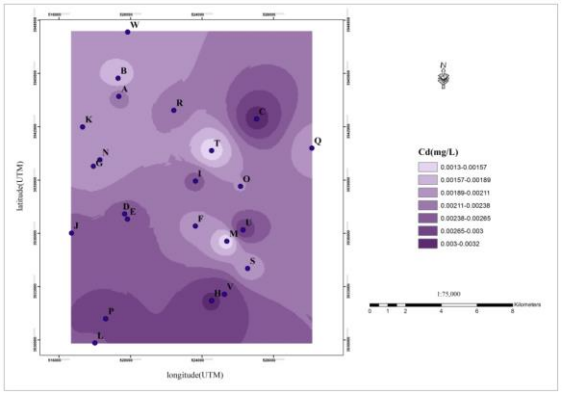
شکل ۸-پراکنش کادمیوم چاه‌های اسلامشهر در فصل بهار

Figure 8- Distribution of cadmium in groundwater of Islamshahr in spring



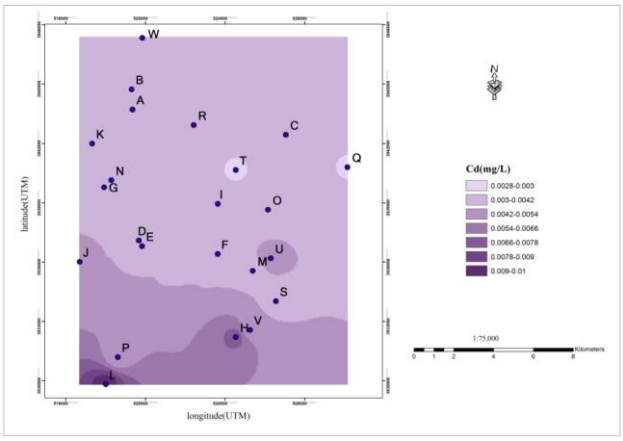
شکل ۹-پراکنش کادمیوم چاه‌های اسلامشهر در فصل تابستان

Figure 9- Distribution of cadmium in groundwater of Islamshahr in summer



شکل ۱۰- پراکنش کادمیوم چاه‌های اسلامشهر در فصل پائیز

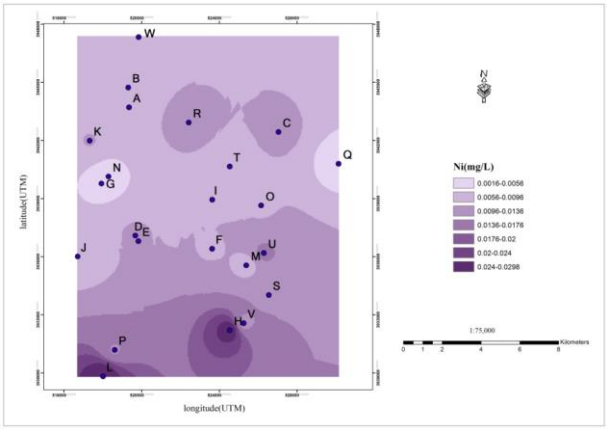
Figure 10- Distribution of cadmium in groundwater of Islamshahr in autumn



شکل ۱۱-پراکنش کادمیوم چاههای اسلامشهر در فصل زمستان

Figure 11. Distribution of cadmium in groundwater of Islamshahr in winter

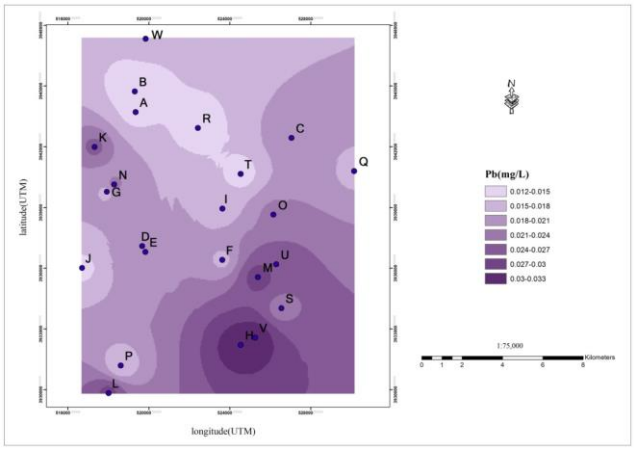
نیکل: این فلز از طریق زایدات و پساب‌های صنعتی وارد محیط می‌شود نقشه هم غلظت این فلز در فصل زمستان (شکل ۱۲) نشان می‌دهد که فقط ۲ نمونه دارای کروم بالاتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (۰/۰۲mg/L) می‌باشند. این ۲ نمونه مربوط به چاه‌هایی می‌باشند که در جنوبی ترین منطقه مورد مطالعه می‌باشند. در دیگر تحقیقاتی که در ایران و خارج از ایران انجام شده است مقدار این فلز ناچیز و یا پایین‌تر از حد استانداردها قرار داشته است.



شکل ۱۲-پراکنش نیکل چاه‌های اسلامشهر در فصل زمستان

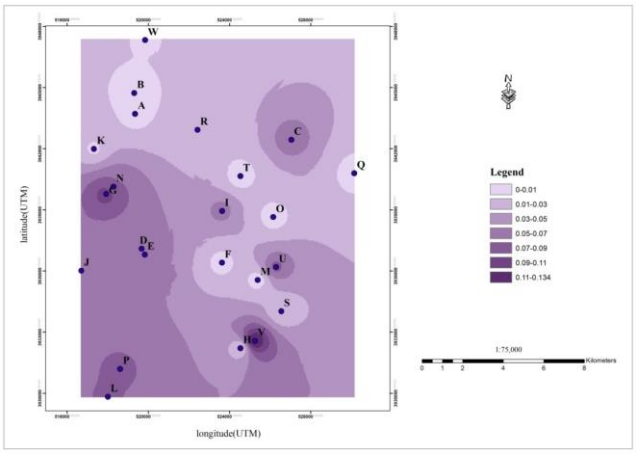
Figure 12- Distribution of nickel in groundwater of Islamshahr in winter

سرب: منابع ورود این فلز به محیط، فاضلابهای صنایع، آلکیل‌های سرب ناشی از بنزین و مهم‌ترین منبع ورود این فلز به آب، از طریق لوله های سربی و لحیم سربی اتصالات مربوط به آن می باشد. نقشه هم غلظت این فلز در چهار فصل در شکل‌های ۱۳ الی ۱۶ آمده است. از ۹۲ نمونه برداشت شده، ۵۸ نمونه دارای سرب بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (۰/۰۱ mg/L) بودند. در تحقیقات انجام شده غلظت سرب در اکثر موارد پایین‌تر از حد استاندارد بوده است. با توجه به پراکنش موجود در نقشه، در فصل تابستان بیش‌ترین آلودگی در منطقه جنوب، جنوب غربی و غرب این شهرستان می‌باشد و در کل منطقه این آلودگی‌ها به صورت نقطه‌ای پراکنده هستند که می‌تواند مربوط به صنایعی باشد که به‌طور غیر مجاز فعالیت می‌کنند و پساب‌های صنعتی خود را در محیط رها می‌کنند. در فصل پاییز و زمستان بیش‌ترین آلودگی مربوط به ربع جنوبی منطقه مورد مطالعه می‌باشد و در فصل بهار آلودگی در منطقه جنوب و جنوب شرقی تمرکز یافته است که می‌تواند به علت وجود شیب هیدرولیکی از سمت شمال غربی به جنوب شرقی و حرکت آب‌های زیرزمینی منطقه باشد.



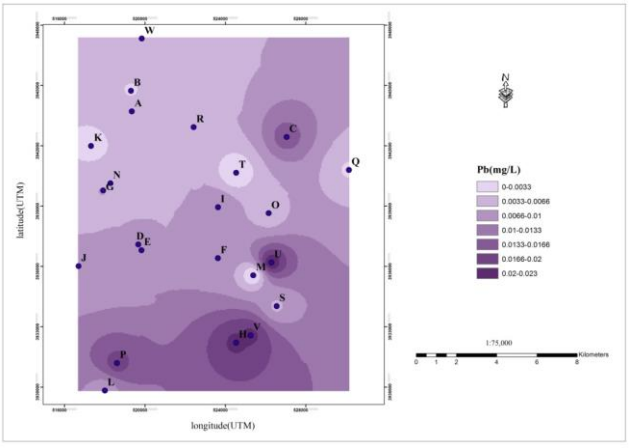
شکل ۱۳- پراکنش سرب چاه‌های اسلامشهر در فصل بهار

Figure 13- Distribution of lead in groundwater of Islamshahr in spring



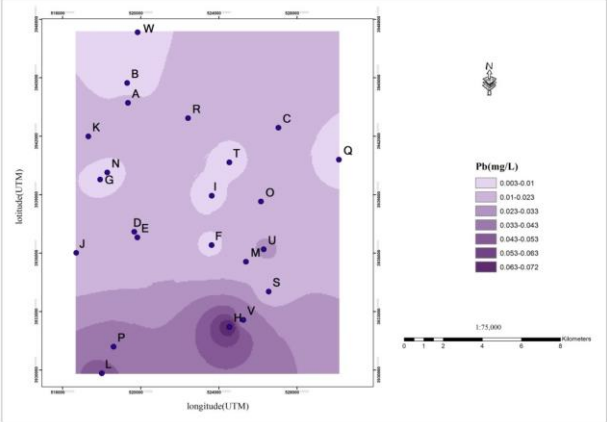
شکل ۱۴- پراکنش سرب چاه‌های اسلامشهر در فصل تابستان

Figure 14- Distribution of lead in groundwater of Islamshahr in summer



شکل ۱۵- پراکنش سرب چاه‌های اسلامشهر در فصل پائیز

Figure 15- Distribution of lead in groundwater of Islamshahr in autumn



شکل۱۶- پراکنش سرب چاه‌های اسلامشهر در فصل زمستان

Figure 16- Distribution of lead in groundwater of Islamshahr in winter

کروم و روی : در هیچکدام از نمونه ها مقدار غلظت کروم و روی از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (mg/L ۰/۰۵ ، mg/L ۳ به ترتیب) متجاوز نبوده است.در تحقیقات انجام شده مقدار کروم و روی در اکثر موارد پایین‌تر از حد استاندارد بوده است فقط در نیجریه مقدار روی در بعضی از موارد به دو برابر استاندارد جهانی رسیده است.

بحث و نتیجه گیری

در کل در منطقه مورد مطالعه غلظت کروم و روی بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (mg/L ۰/۰۵ ، mg/L۳ به ترتیب) نبود در صورتی که غلظت کادمیوم، نیکل و سرب در اکثر آب‌های زیرزمینی ربع جنوبی منطقه بیش‌تر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) جهت مصارف شرب (mg/L ۰/۰۰۳ ،mg/L ۰/۰۲ ،mg/L ۰/۰۱ به ترتیب) بوده است. استفاده از آفت کش‌ها و سموم حاوی فلزات سنگین در زمین‌های کشاورزی، وجود تراکم صنایع، وجود مسیرهای اصلی و فرعی پر تردد، باعث انتشار این فلزات سنگین در سطح زمین شده و در نتیجه توسط باران و آب‌های سطحی شسته و به منابع آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. در منطقه مورد مطالعه شیب هیدرولیکی از جهت شمال غربی به جنوب و جنوب شرقی می‌باشد در نتیجه آلودگی‌های موجود در منابع آب را شسته و در جنوب منطقه متمرکز کرده است. به علاوه چون ضخامت آبرفت در مناطق شمالی افزایش یافته آبدهی سفره هم افزایش یافته در نتیجه غلظت آلاینده‌ها کاهش پیدا می‌کند و همین موضوع باعث شده است منابع آبی موجود در قسمت شمالی از کیفیت بالاتری برخوردار باشد.

منابع

۱- نوری، جعفر و همکاران، «بررسی غلظت فلزات سنگین در چاههای آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان» ، مجله سلامت و محیط فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، پائیز ۱۳۸۷، دوره اول، شماره اول.

۲- فروزان-شیرین، خلیل بنی حبیب-ابراهیم، رحیمی راد-امیر، معتمدیان-نوشین، محمدی-دانش، یگانه-سامال، «بررسی وجود فلزات سنگین، مقادیر نیتریت و نیترات و ویژگیهای میکربی آبهای معدنی موجود در بازار استان آذربایجان غربی» ،هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مهر ۱۳۸۷- مشهد مقدس-ایران.

۳- عالیقدر-مرتضی، حضرتی-صادق، قنبری-محسن، «اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۸۵-۸۴» ،دهمین همایش ملی بهداشت محیط، آبان ۱۳۸۶-همدان-ایران.

4- Nouri J. ،Mahvi ،A.H. ،Babaei ، A.A.،Jahed ،G.R. ،Ahmadpour ،E. ،2006.Investigation of heavy metals in groundwater.Pakistan journal of biological sciences ،Vol. 9(3) ،pp.377-384.

5- Adefemi، S.O. ،Awokunmi ،E.E. ،2010 .determination of physico-chemical parameters and heavy metals in water samples from Itaogbolu area of Ondo-State، Nigeria. African journal of environmental science and technology ،Vol.4 (3) ،pp.145-148.

6- Momodu ،M.A. ،Anyakora ،C.A.،2010 .Heavy metals contamination of groundwater:the surulere case study. Research journal environmental earth science ،Vol.2(1) ،pp.39-43.

7- Nassef ،M. ،Hannigan ،R. ،El sayed ،K.L. ،Tahawy ،M.S.EL. ،2006 .Determination of some heavy metals in the invironment of sadat industrial city ،see information in:www.physicsegypt.org/epc06/epc621.pdf.

۸- یغمائیان ،کامیار ،«بررسی حذف فلزات سنگین(آرسنیک، کادمیوم، کبالت، کروم، آهن، نقره، نیکل، سرب، وانادیوم) ازپسابهای صنعتی توسط جلبکها» ،پایان نامه دکترا بهداشت محیط ،دانشگاه علوم پزشکی تهران ،دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی.

۹- دفتر آمار و اطلاعات استانداری تهران ،سالنامه آماری استان تهران در سال ۱۳۸۵، ۱۳۸۵.

۱۰- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان تهران ،سیمای اقتصادی اجتماعی شهرستان اسلامشهر در سال ۱۳۸۳ ، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان تهران، ۱۳۸۵.