

هیدروژئومورفولوژی، شماره ۹، زمستان ۱۳۹۵، صص ۴۱-۲۱

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱

بررسی تأثیر عناصر سنگین بر کیفیت آب‌های
استحصالی شهر خرم‌آباد با استفاده از
استانداردهای (ملی، سازمان بهداشت جهانی و EPA)

صیاد اصغری سراسکانرود^{۱*}

زینب دولتشاهی^۲

مهدی پوراحمد^۳

چکیده

محدوده‌ی مطالعاتی این تحقیق شهر خرم‌آباد واقع در غرب ایران مرکز استان لرستان می‌باشد؛ در این تحقیق برای تعیین کیفیت آب شرب منطقه‌ی مورد مطالعه از اطلاعات ۲۳ حلقه چاه و چشمه در رابطه با عناصر سنگین شامل (کروم، روی، باریم، کبالت، آلومینیوم، سرب، کادمیوم، نیکل) در طی سه سال (۱۳۹۰-۱۳۹۲) استفاده گردید. برای تعیین میزان حداقل و حداکثر غلظت عناصر در بین چاه‌ها و چشمه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید. سپس در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) روش دون‌یابی نقشه‌ی هر یک از عناصر سنگین موجود در هر یک از منابع تأمین‌کننده‌ی آب شرب تهیه و تولید شدند و به مقایسه‌ی مقدار هر عنصر و پارامتر با مقادیر بیان‌شده توسط سازمان ملی ایران، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان محیط‌زیست آمریکا (EPA) پرداخته شد که میزان آلودگی هر منبع آب مشخص شود. با توجه به اطلاعات و داده‌های موجود میزان بیشترین و کمترین مقدار عناصر و آلاینده‌های سنگین در هر یک از منابع آبی مورد مطالعه مش

۱- دانشیار جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)

Email:s.asghari@uma.ac.ir:

۲- کارشناسی ارشد رشته‌ی جغرافیای پزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳- کارشناسی ارشد رشته سنجش از دور و GIS، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

غلظت عنصر کروم، روی، کبالت، سرب، کادمیوم و نیکل پایین‌تر از حد استانداردهای ملی، سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد (EPA) امریکاست، اما در چشمه‌ی مطهری میزان فلز سنگین کروم بالاتر از حد استاندارد (WHO) می‌باشد. میانگین غلظت عنصر باریم در منابع پایین‌تر از حد استاندارد ملی و در تمامی منابع بالاتر از حد استاندارد (WHO) و استاندارد (EPA) بوده است. غلظت عنصر آلومینیوم پایین‌تر از حد استاندارد ملی و بالاتر از حد استاندارد (EPA) می‌باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS)، استانداردهای آب آشامیدنی

مقدمه

کیفیت آب آشامیدنی یک نگرانی مشترک برای مردم در سراسر جهان است. انسان می‌تواند روزها یا حتی هفته‌ها بدون غذا زنده بماند، اما تنها حدود ۴ روز بدون آب زنده بماند (میهاثلا^۱، ۲۰۰۷). اکثر جمعیت روستایی در ایران وابسته به منابع آب‌های زیرزمینی برای مقاصد شرب می‌باشند (تقی‌پور^۲، ۲۰۱۲). همگام با رشد صنعتی و اقتصادی و تولید انواع مختلف ترکیبات و مواد شیمیایی و غیره که بشر برای رفاه و آسایش خود با استفاده از منابع طبیعی به دست آورده و در این راستا به طور ناخواسته موادی چون انواع فلزات سنگین را طبیعت وارد می‌کند. آلودگی با فلزات سنگین باعث آسیب به سیستم عصبی و کلیه‌ها و باعث اختلال در سوخت و ساز بدن می‌شود (میهاثلا، ۲۰۰۷). در بسیاری از نقاط جهان غلظت فلزات سنگین در آب آشامیدنی بالاتر از حد استاندارد و دستورالعمل‌های بین‌المللی می‌باشد (فرنادز^۳، ۲۰۱۳). به همین دلیل بررسی و ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی که به

1- Mihaela

2- Taghipuor

1- Fernadez

طور مستقیم و بدون تصفیه مورد مصرف شرب قرار می‌گیرد و در معرض آلودگی به فلزات سنگین هستند بسیار ضروری به نظر می‌رسد (یوسفی فلکدهی، ۱۳۸۹). ویژگی عناصر سنگین مورد بررسی در این تحقیق مورد نظر قرار گرفته است.

کادمیوم: کادمیوم باعث تهوع، استفراغ، اسهال و انقباض عضلات، اختلال حواس و تشنج و شوک است (ناهید و همکاران، ۱۳۸۷). کروم: آثار سوء کروم در انسان در کوتاه‌مدت باعث التهاب و سوزش دهان و بینی و ریه‌ها، التهاب پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب دیدن کلیه‌ها و کبد می‌شود (رجایی و همکاران، ۱۳۹۱). سرب: آثار سرب بر روی بدن از تغییرات بیوشیمیایی که در مقادیر کم آلودگی تا تأثیر بر روی سیستم عصبی و حتی مرگ در غلظت‌های بالا می‌باشد (رجائی و همکاران، ۱۳۹۱). روی: روی باعث عوارضی چون دل‌پیچه، اسهال و تهوع است. منجر به بیماری‌های سیستم عصبی، آسیب لوزالمعده و کاهش کلسترول مناسب می‌گردد (رجائی و همکاران، ۱۳۹۱). باریم: مقادیر بالای آن ممکن است باعث صدمه زدن به قلب و سیستم عصبی شود (کمره‌ئی و همکاران، ۱۳۸۸).

پالوپی و همکاران (۱۹۹۵)^۱، در بررسی کیفیت آب رودخانه‌های مجاور جاکاراتا اندونیزی با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) بیان داشتند که در فصول بارانی سطح فلزات سنگین کمتر از استانداردهای اندونیزی است. در محدوده‌ی فقیر و خیلی فقیر قرار دارد. میهائلا- کریستینا و همکاران^۲ (۲۰۰۷) ، مطالعه‌ای در مورد آلودگی آب با فلزات سنگین در رومانی انجام دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که آلودگی با فلزات سنگین باعث آسیب به سیستم عصبی و کلیه‌ها، اختلال در سوخت و ساز بدن می‌شود. صانعی و همکاران^۳ (۲۰۰۹)، به بررسی تعیین فلزات سنگین در

1- Palupi
2- Mihaela
3- Sanayei

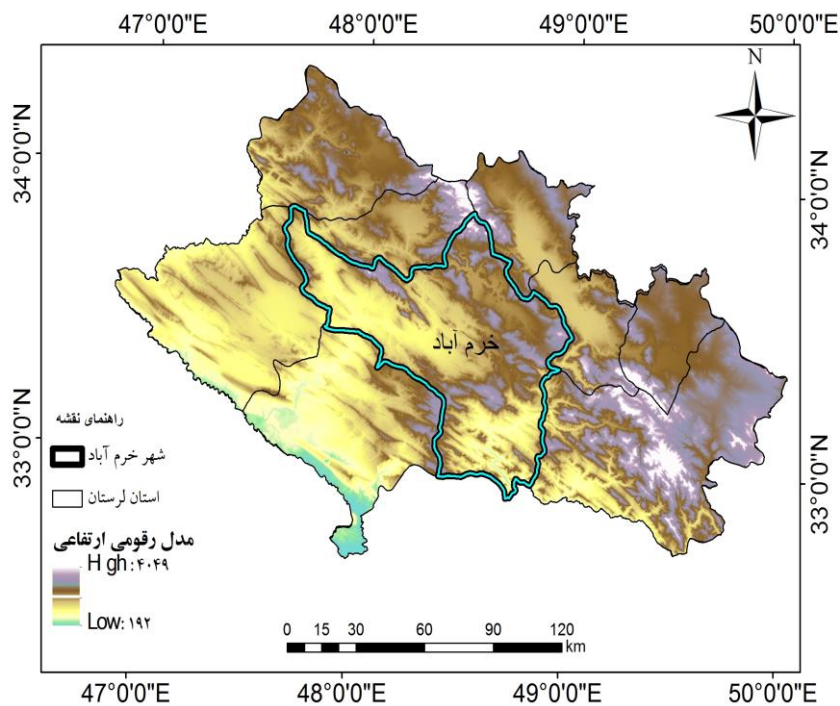
رودخانه‌ی زاینده‌رود ایران پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که رودخانه‌ی زاینده‌رود یکی از آلوده‌ترین سایت در این منطقه است. در این مطالعه غلظت عناصر (کادمیوم، مس، منگنز، نیکل، سرب، روی) به صورت فصلی و طی ماه اکتبر ۲۰۰۴ تا سپتامبر ۲۰۰۵ اندازه‌گیری شد. عامل این آلودگی به فعالیت‌های صنعتی در منطقه یا رواناب‌های شهری در این منطقه نسبت داده شد. تقی‌پور و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی میزان خوردگی و پوسته پوسته شدن سیستم لوله‌کشی توزیع آب داخلی تبریز، پرداختند. در این مطالعه نشان داده‌اند که آب خوردنده باعث نفوذ فلزات سنگین به شبکه‌ی آب آشامیدنی شود و در نتیجه سلامت عمومی را به خطر می‌اندازد. فرناز و همکاران^۱ (۲۰۱۳)، به بررسی آلودگی فلزات سنگین در آب آشامیدنی و تأثیراتی که بر روی سلامتی انسان می‌گذارند، پرداختند.

مواد و روش

منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مطالعاتی این تحقیق شهر خرم‌آباد واقع در غرب ایران و مرکز استان لرستان می‌باشد. این محدوده‌ی مطالعاتی بین طول‌های $47^{\circ}55'$ تا $48^{\circ}50'$ شرقی و عرض‌های $32^{\circ}40'$ تا $34^{\circ}20'$ شمالی واقع شده است. محدوده‌ی مطالعاتی خرم‌آباد یکی از محدوده‌های مطالعاتی حوضه‌ی آبریز کرخه بوده و با وسعت $2501/4$ کیلومترمربع در شرق حوضه واقع شده است (مشاوران سنگاب زاگرس، ۱۳۹۲).

1- Fernadez



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

سنجش و اندازه‌گیری این آلاینده‌ها (فلزات سنگین) توسط سازمان آب و فاضلاب شهری شهرستان خرم‌آباد اندازه‌گیری شده این اطلاعات براساس میکروگرم بر لیتر اندازه‌گیری شده است با توجه به اینکه چاه‌های تأمین‌کننده‌ی آب شرب در سال‌های مختلف تأسیس شده‌اند، بنابراین آمار ثبت شده آنها از نظر طول دوره‌ی آماری یکنواخت نیست. در حالی که برای استفاده‌ی آماری لازم است سری‌های آماری دارای طول یکسانی باشند. بدین منظور تعداد چاه‌هایی که بین این سال‌ها مشترک بود استخراج گردید که تعداد ۲۳ چاه انتخاب گردید که مشخصات چاه‌های منتخب در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) مشخصات چاه‌های منتخب

کد	اسم چاه	کد	اسم چاه
۱	پشته‌ی حسین‌آباد	۱۳	چاه ارم
۲	چ ش (۳) دره گرم	۱۴	چاه حکمت
۳	چ ش (۱) دره گرم	۱۵	چ ش (۲) گلدشت
۴	چ ش (۲) دره گرم	۱۶	چ ش (۳) گلدشت
۵	چ ش (۴) دره گرم	۱۷	چشمه‌ی مطهری
۶	میدان تیر	۱۸	چ ش (۱) گلدشت
۷	چ ش (۲) فلک الدین	۱۹	چ جلب سیاحان
۸	چ ش (۱) فلک الدین	۲۰	چ ش (۵) دره گرم
۹	چاه اتکا	۲۱	چ جهاد کشاورزی
۱۰	چاه گرداب	۲۲	چ پشت بازار
۱۱	چشمه‌ی گلستان (سپاه)	۲۳	چ شورا
۱۲	چشمه‌ی گلستان (دانشگاه)	-	-

برای تعیین میزان حداقل و حداکثر غلظت عناصر در بین چاه‌ها و چشمه‌های تأمین‌کننده‌ی آب شرب شهرستان خرم‌آباد از نمودارهای که به وسیله‌ی نرم‌افزار EXCEL تولید شده‌اند، استفاده گردید. سپس در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) از طریق روش‌های درون‌یابی جبری یا قطعی، روش‌های درون‌یابی زمین‌آماری، روش IDW، روش کریجینگ، روش اسپلاین (قهرودی تالی، ۱۳۸۴، بوث باب ۱، ۲۰۰۰ و وستون^۱، ۱۹۹۸). به تهیه و تولید نقشه‌ی هر یک از پارامترها و عناصر شیمیایی موجود در هر یک از چاه‌ها و چشمه‌های تأمین‌کننده‌ی آب شرب پرداخته، سپس به مقایسه مقدار هر عنصر و پارامتر با مقادیر، بیان شده توسط

1- Bob, Booth

2- Watson

سازمان ملی ایران، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) پرداخته شد که میزان آلودگی هر منبع مشخص شود (جدول ۲).

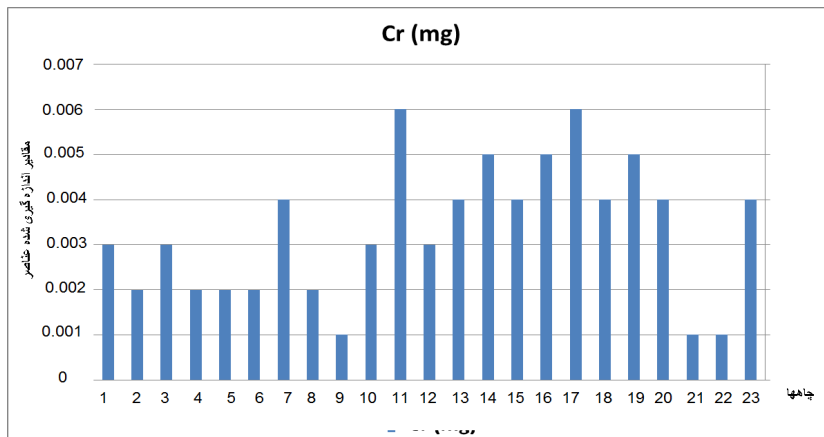
جدول (۲) استانداردهای عناصر سنگین

استاندارد ملی	استاندارد WHO	استاندارد EPA	
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵۵	Cr (mg/l)
۰/۰۷	-	-	Mo(mg/l)
۱	۱/۷	-	Cu (mg/l)
۱۵	۳	۵	Zn (mg)
۰/۷	۰/۰۱	۰/۰۱	Ba (mg/l)
۰/۰۵	۰/۰۱	-	Co (mg/l)
۰/۲	-	-	Al (mg/l)
۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۳	Pb (mg/l)
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۵	Cd (mg/l)
۰/۰۷	۰/۰۲	-	Ni (mg/l)

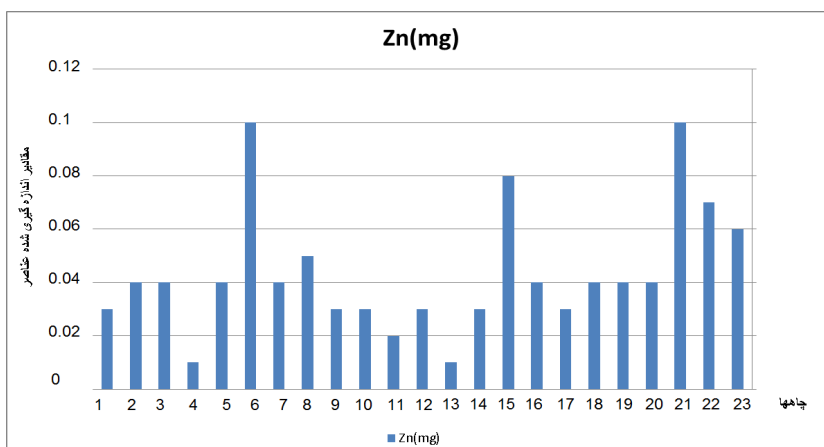
بحث و نتایج

بیشترین میانگین غلظت فلز کروم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چشمه‌ی مطهری و چشمه‌ی گلستان (سپاه) می‌باشد. میزان عنصر کروم ۰/۰۰۶ میلی‌گرم در لیتر بوده است و کمترین میزان غلظت آن مربوط به چاه اتکا، چاه پشت بازار و چاه جهاد کشاورزی که میزان آن ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. با توجه به شکل (۳) بیشترین میانگین غلظت فلز روی در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه میدان تیر و چاه جهاد کشاورزی که مقدار فلز روی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. کمترین میزان غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۲) گلدشت و چاه ارم میزان آن ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. بیشترین

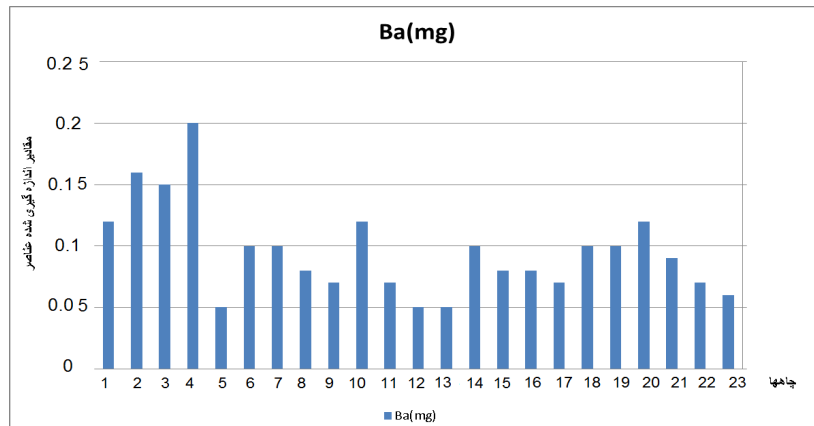
میانگین غلظت فلز باریم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۲) دره‌گرم می‌باشد که میزان آن $0/2$ میلی‌گرم در لیتر بوده است. کمترین میزان غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۴) دره‌گرم، چشمه‌ی گلستان (دانشگاه) و چاه ارم که مقدار آن $0/05$ میلی‌گرم در لیتر بوده است. با توجه به شکل (۵) بیشترین میانگین غلظت فلز کبالت در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چشمه گلستان (سپاه) مقدار آن $0/004$ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. کمترین غلظت این فلز مربوط به چاه شماره (۴) دره‌گرم می‌باشد که مقدار آن $0/0009$ میلی‌گرم در لیتر بوده است. با توجه به شکل (۶) بیشترین میانگین غلظت فلز آلومینیوم در بین چشمه‌ها و چاه‌ها مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۱) دره‌گرم است میزان غلظت فلز فوق $0/09$ میلی‌گرم در لیتر است. کمترین غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۱) گلدشت بوده میزان آن $0/01$ میلی‌گرم در لیتر است. با توجه به شکل (۷) بیشترین میانگین غلظت فلز سرب در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۱) دره‌گرم و میزان آن $0/01$ میلی‌گرم در لیتر بوده است. کمترین مقدار غلظت این فلز مربوط به چاه پشت بازار مقدار آن $0/0006$ میلی‌گرم در لیتر است. بیشترین میانگین غلظت فلز کادمیوم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۲) گلدشت و چشمه مطهری می‌باشد. بیشترین مقدار غلظت عنصر کادمیوم $0/0003$ میلی‌گرم در لیتر بوده و کمترین مقدار آن مربوط به چاه پشت بازار بوده مقدار آن $0/00003$ میلی‌گرم در لیتر است. با توجه به شکل (۹) بیشترین میانگین غلظت فلز نیکل در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۳) دره‌گرم است که مقدار غلظت فلز نیکل $0/005$ میلی‌گرم در لیتر است و کمترین مقدار آن مربوط به چاه جهاد کشاورزی و میزان آن $0/0001$ میلی‌گرم در لیتر است.



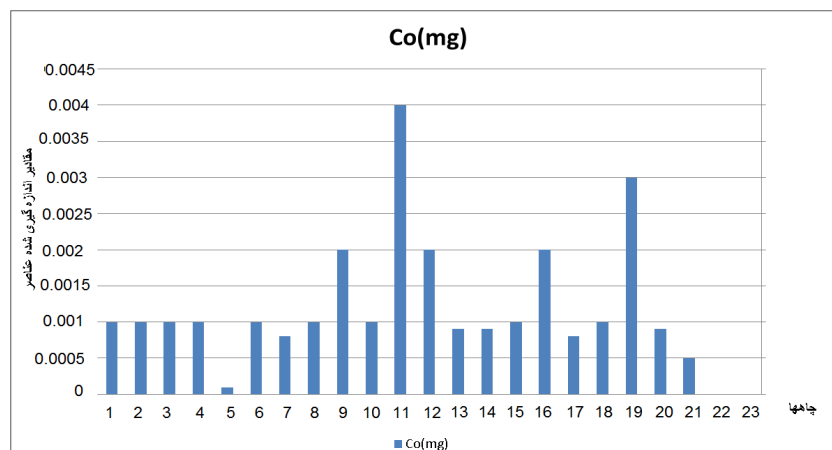
شکل (۲) نمودار تغییرات فلز کروم در منابع آبی



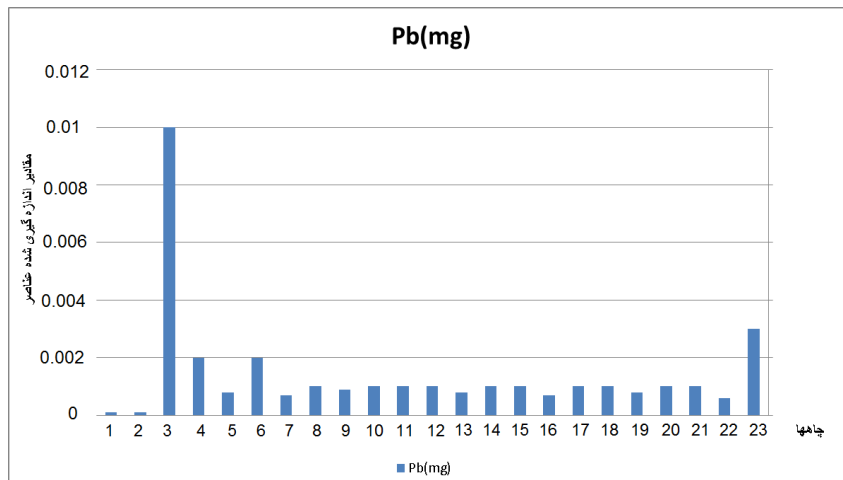
شکل (۳) نمودار تغییرات فلز روی در منابع آبی



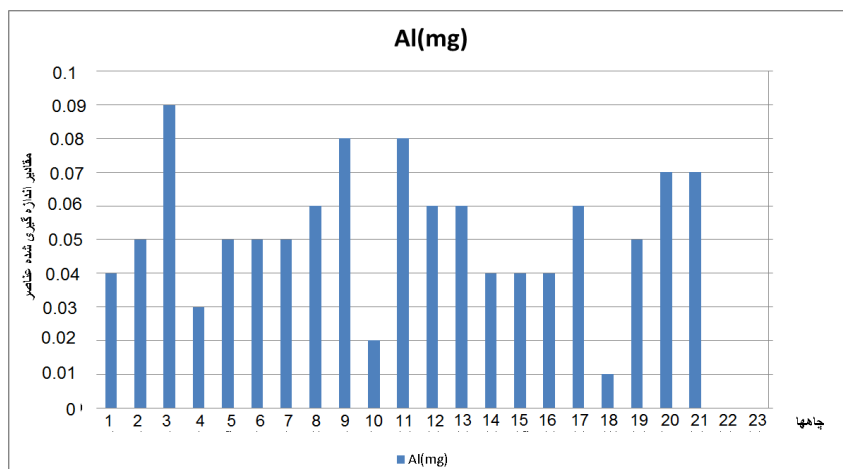
شکل (۴) نمودار تغییرات فلز باریوم در منابع آبی



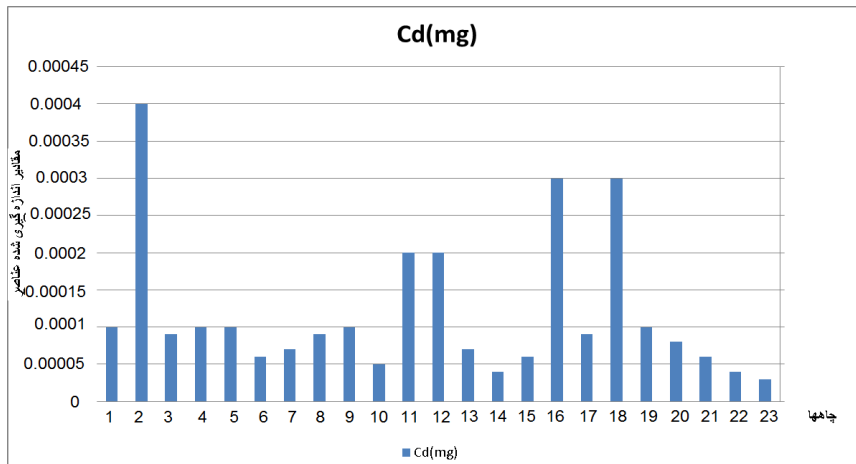
شکل (۵) تغییرات فلز کبالت در منابع آبی



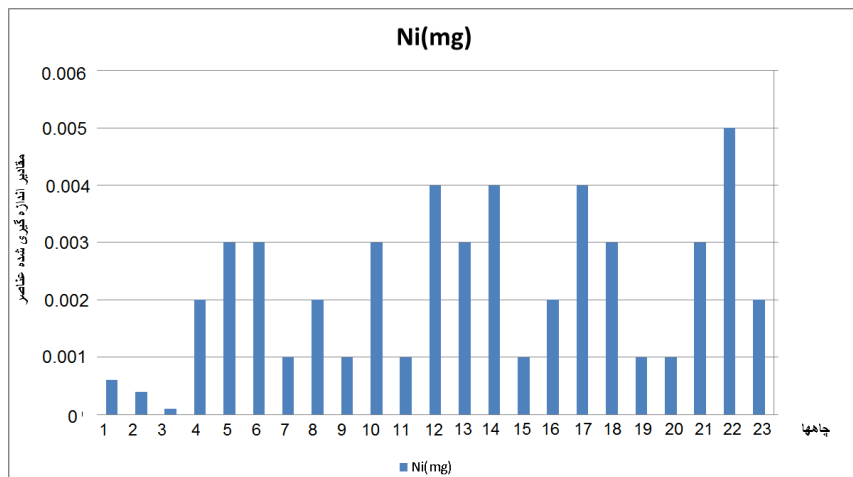
شکل (۶) نمودار تغییرات فلز سرب در منابع آبی



شکل (۷) نمودار تغییرات آلومینیوم در منابع آبی



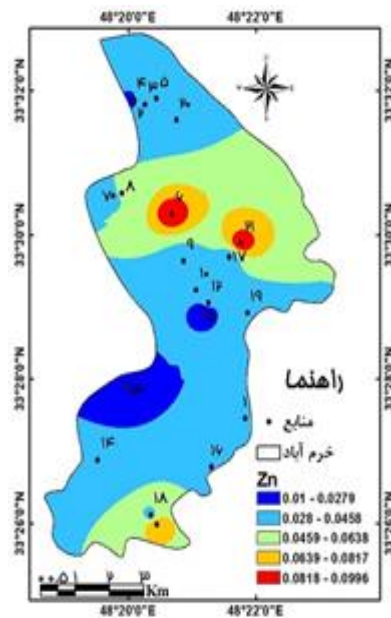
شکل (۸) نمودار تغییرات فلز کادمیوم در منابع آبی



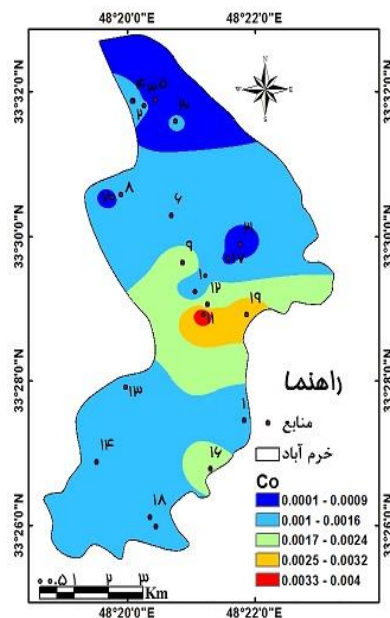
شکل (۹) نمودار تغییرات فلز نیکل در منابع آبی

با توجه به نقشه‌های تهیه شده برای هر فلز سنگین در این مطالعه به مقایسه‌ی مقدار هر عنصر و پارامتر با مقادیر بیان شده توسط سازمان ملی ایران، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) پرداخته شد.

نتایج نشان می‌دهد میانگین غلظت فلز کروم در تمامی چاه‌ها و چشمه‌های مورد مطالعه‌ی (شکل ۱۰) پایین‌تر از حد استاندارد (جدول ۲) می‌باشد و در چشمه مطهری مقدار این فلز بالاتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی است.



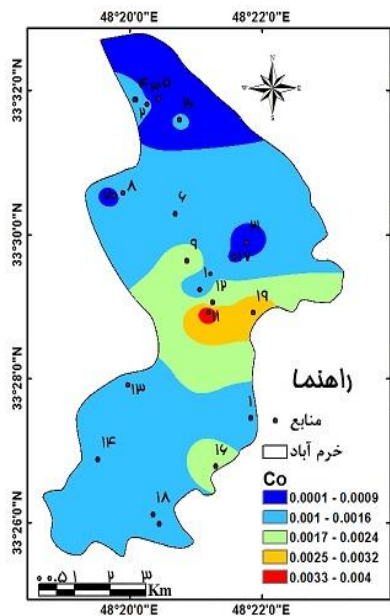
شکل (۱۱) تغییرات میزان روی



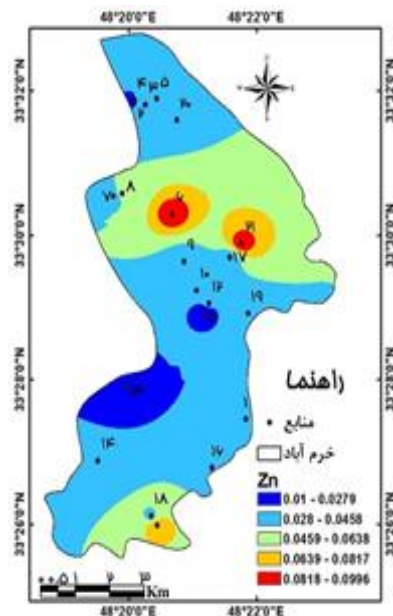
شکل (۱۰) تغییرات میزان کروم

میانگین غلظت عنصر روی (شکل ۱۱) در تمامی چاه‌ها و چشمه‌های (جدول ۱)، پایین‌تر از حد استاندارد ملی، استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) می‌باشد. غلظت عنصر باریم در تمامی چاه‌ها و چشمه‌های (شکل ۱۲)، پایین‌تر از حد استاندارد ملی (جدول ۲)

بوده و در کلیه پیکره‌های آبی بالاتر از حد استاندارد (WHO)، استاندارد (EPA)، (جدول ۲) می‌باشد. با توجه به (شکل ۱۳) میانگین غلظت عنصر کبالت (شکل ۱۸)، در تمام منابع آبی مورد مطالعه (جدول ۱)، پایین‌تر از استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی (WHO) (جدول ۲) می‌باشد.

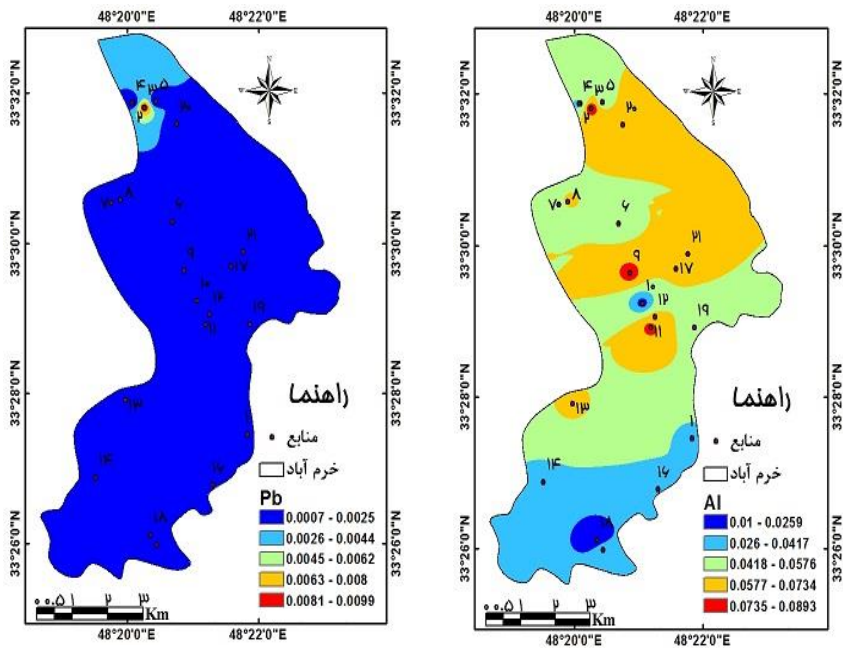


شکل (۱۳) تغییرات میزان کبالت



شکل (۱۲) تغییرات میزان باریم

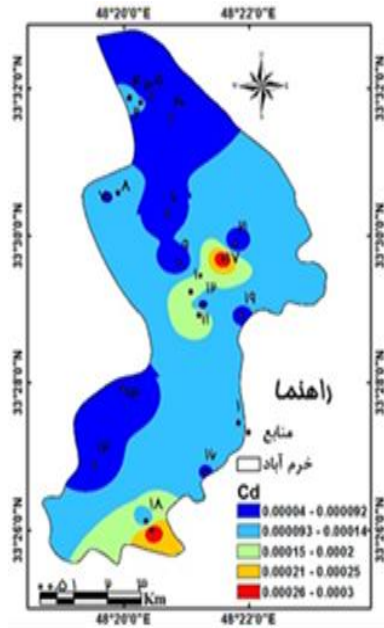
میانگین غلظت عنصر آلومینیوم (شکل ۱۴) در همه منابع آبی مورد مطالعه (جدول ۱)، پایین‌تر از حد استاندارد ملی و بالاتر از حد استاندارد (EPA) (جدول ۲) بوده است. طبق نتایج نشان داده شده، میانگین غلظت عنصر سرب (شکل ۱۹)، در کلیه چاه‌ها و چشمه‌های مورد مطالعه (جدول ۱)، پایین‌تر از حد استاندارد ملی، استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) است.



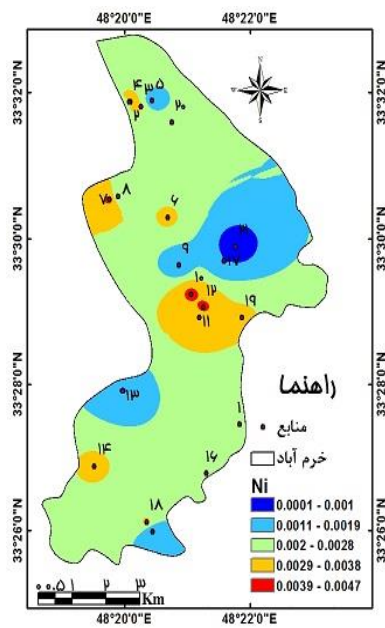
شکل (۱۵) تغییرات میزان سرب

شکل (۱۴) تغییرات میزان آلومینیوم

میانگین غلظت عنصر کادمیوم (شکل ۱۶) در کلیه منابع آبی مورد مطالعه‌ی (جدول ۱) پایین‌تر از حد استاندارد ملی، استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) می‌باشد. غلظت عنصر نیکل (شکل ۱۷)، در کلیه چاه‌ها و چشمه‌های مورد مطالعه‌ی (جدول ۱) پایین‌تر از حد استانداردها می‌باشد.



شکل (۱۷) تغییرات میزان نیکل



شکل (۱۶) تغییرات میزان کادمیوم

نتیجه گیری

نتایج بررسی نشان می‌دهد که بیشترین میانگین غلظت فلز کروم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چشمه مطهری و چشمه گلستان (سپاه) می‌باشد. کمترین میزان غلظت آن مربوط به چاه اتکا، چاه پشت بازار و چاه جهاد کشاورزی بوده است. آثار سوء کروم در انسان در کوتاه مدت باعث التهاب و سوزش دهان و بینی و ریه‌ها، التهاب پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب دیدن کلیه‌ها و کبد می‌شود. بیشترین میانگین غلظت فلز روی در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه میدان تیر و چاه جهاد کشاورزی که مقدار فلز روی بوده است. کمترین میزان غلظت این فلز مربوط به چاه شماره ۱ (۲) گلدشت و چاه ارم میزان آن بوده است. مصرف کوتاه مدت روی باعث عوارضی چون دل پیچه، اسهال

و تهوع است و در طولانی مدت منجر به بیماری‌های سیستم عصبی، آسیب لوزالمعده و کاهش کلسترول مناسب می‌گردد. بیشترین میانگین غلظت فلز باریم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۲) دره‌گرم و کمترین میزان غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۴) دره‌گرم، چشمه گلستان (دانشگاه) و چاه ارم بوده است. مقادیر بالای آن ممکن است باعث صدمه زدن به قلب و سیستم عصبی شود. بیشترین میانگین غلظت فلز کبالت در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چشمه‌ی گلستان (سپاه) بوده است. کمترین غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۴) دره‌گرم بوده است. بیشترین میانگین غلظت فلز آلومینیوم در بین چشمه‌ها و چاه‌ها مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۱) دره‌گرم است. کمترین غلظت این فلز مربوط به چاه شماره‌ی (۱) گلدشت و بیشترین میانگین غلظت فلز سرب در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۱) دره‌گرم است. کمترین مقدار غلظت این فلز مربوط به چاه پشت بازار بوده است. آثار سرب بر روی بدن به میزان قرار گرفتن در معرض آلودگی بستگی دارد و به طور کلی اثرات شناخته شده سرب بر روی بدن از تغییرات بیوشیمیایی که در مقادیر کم آلودگی تا تأثیر بر روی سیستم عصبی و حتی مرگ در غلظت‌های بالا می‌باشد. بیشترین میانگین غلظت فلز کادمیوم در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۲) گلدشت و چشمه مطهری می‌باشد. بیشترین مقدار غلظت عنصر کادمیوم بوده و کمترین مقدار آن مربوط به چاه پشت بازار بوده است. آثار کوتاه مدت مصرف کادمیوم، تهوع، استفراغ، اسهال و انقباض عضلات، اختلال حواس و تشنج و شوک است و آثار طولانی مدت مصرف کادمیوم صدمه دیدن کلیه‌ها و کبد و استخوان و خون می‌باشد. بیشترین میانگین غلظت فلز نیکل در بین چشمه‌ها و چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره‌ی (۳) دره‌گرم و کمترین مقدار آن مربوط به چاه جهاد

کشاورزی بوده است. غلظت تمامی عناصر سنگین در کلیه منابع آبی مورد مطالعه پایین تر از حد استانداردها می باشد اما غلظت فلز باریم بالاتر از حد استاندارد (WHO) و استاندارد (EPA) می باشد، غلظت بالای باریم باعث صدمه زدن به قلب و سیستم عصبی می شود. مطالعات متعددی در زمینه بررسی توزیع فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی انجام شده بود. این تحقیقات نشان می دهد که غلظت های بالای عناصر عمدتاً محدود به آب های زیرزمینی می باشد. مطالعه ای توسط جان سی روی مخازن آب آشامیدنی کانادا برای تعیین مقدار فلزات سنگین کادمیوم، کبالت، نیکل و... انجام داده است. این نمونه ها شامل مقادیر جزئی از کادمیوم، کبالت، کروم، نیکل، سرب و روی بوده اند که در حین انتقال و توزیع آن تغییر معنی دار مشاهده نشد. در این بررسی کیفیت مخازن و آب آشامیدنی کانادا رضایت بخش توصیف گردید و در بیشینه سطح قابل قبول گزارش شده است. تحقیقات گین و همکاران نشان داد که غلظت های فلزات سنگین در طول زمان تغییر می کند و مشخص شد چاه های موجود در یک محل می تواند به طور گسترده ای دارای غلظت متفاوتی از فلزات باشند. در واقع غلظت فلزات سنگین در چاه های مرتبط با محل و عمق چاه ها بوده و در چاه های کم عمق تر در نواحی مشخص زمین شناسی غلظت بالاتر بوده است. در مطالعه ای که رجایی و همکاران در مورد ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین منابع آب زیرزمینی دشت علی آباد کتول انجام دادند به این نتیجه رسیدند که اختلاف آماری معنی داری بین غلظت فلزات سنگین منطقه با استاندارد ملی و جهانی وجود ندارد و از مقایسه آن با استانداردها نشان داد که خطری از لحاظ بهداشتی منطقه ای مورد مطالعه را تهدید نمی کند. این مطالعه با هدف بررسی پراکنش فضایی عناصر انجام شده و هدف بررسی علت آلودگی و یا منشأ آلودگی فلزات نبوده است برای بررسی علل و عوامل آلودگی نیاز به مطالعه جامع تری در شبکه ی توزیع آب شهرستان خرم آباد می باشد اما با تحقیقاتی که انجام شد فقط مقادیر سه فلز سنگین باریم، کروم و آلومینیوم بالاتر از حد

استانداردهای ذکر شده بوده است که به اختصار علل هر یک را ذکر می‌کنیم علت بالا بودن عنصر باریم دفع زباله‌ها در اطراف منابع و برخی از مقادیر باریم محلول شده در آب به خاطر فرایندهای صنعتی بوده است. استفاده از نمک‌های آلومینیوم به عنوان منعقدکننده‌ها در تصفیه آب ممکن است باعث افزایش غلظت این فلز سنگین در منابع تأمین‌کننده‌ی آب شرب شهرستان شده است. علت بالا بودن عنصر کروم در چشمه‌ی مطهری منشأ زمین‌شناسی دارد.

منابع

- رجایی، قاسم؛ جهان‌تیغ، حمید؛ عاطفه میر، حصارى مطلق، سمانه و مهدی حسین‌پور (۱۳۹۱)، بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه‌های استان سیستان بلوچستان در سال ۱۳۸۹، مجله‌ی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲، شماره‌ی ۹۰، صص ۱۶۲-۱۵۵.
- قهرودی تالی، منیژه و محمدرضا ثروتی (۱۳۸۴)؛ کاربرد **Metadata (GIS)** در مدیریت یکپارچه‌ی نواحی ساحلی، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ۵، صص ۸۳-۷۰.
- کمره‌ئی، بهرام، میرحسینی، سیدحامد؛ جعفری، علی؛ عسگری، قربان؛ بیرجندی مهدی؛ و زینب رستمی (۱۳۸۸)، اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (ارسنیک، باریم، کادمیوم، سرب، جیوه، کروم) در منابع آب رودخانه‌ای شهر بروجرد در سال ۸۸-۱۳۸۷، مجله‌ی یافته، ۱۲، شماره‌ی ۴، صص ۵۱-۴۵.
- ناهید، پروین و پروین مصلحی مصلح‌آبادی (۱۳۸۳)، بررسی و آنالیز عناصر فلزی سنگین در آب‌های آشامیدنی مناطق مختلف تهران در سطح **ppb** و روش حذف آنها، نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه علم و صنعت ایران، صص ۲۹-۳۵.
- یوسفی فلکدهی، عذرا؛ صافدل، حسین و غلامرضا گلپور (۱۳۸۹)، ارزیابی آلودگی سموم فلزات سنگین در آب چاه‌های گیلان، سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌ی آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
- Fernández-Luqueño, F., López-Valdez, F., Gamero-Melo, P., Luna-Suárez, S., Aguilera-González, E.N., Martínez, A., Socorro, M.d., Guillermo, G., Hernández-Martínez, G., Herrera-Mendoza, R., Antonio, M., Garza, Á., Pérez-Velázquez, I.R., (2013), **Heavy metal Pollution in Drinking Water - a Global Risk for Human Health**, African Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 7(7), PP. 567-584.

- Martin, S., Griswold, W., (2009), **104 Word Hall**, Manhattan Ks 66506, Kansas state university, Issue 15: PP. 532-785.
- Meragner, J.C., Subramanian, K.S., Chalifoux, C., (1981), **Survey for Cadmium, Cobalt, Chromium, Copper, Nickel, Lead, Zinc, Calcium and Magnesium in Canadian Drinking Water Supplies**, J. Assoc of Anal. Chem, 64 (I), PP. 44-54.
- Palupi, K., Sumengen, S., Inswiasri, S., Agustina, L., Nunik, S.A., Sunarya, W., Quraisyn. A., (1995), **River Water Quality Study in the Vicinity of Jakarta**, Water Science and Technology, 31(9), PP. 17-25.
- Sanayei, Y., Norli, I., Talebi, S.M., (2009), **Determination of Heavy Metals in Zayandeh Rood River, Isfahan-Iran**, World Applied Sciences Journal, 6 (9), PP.1209-1214.
- Taghipour, H., Shakerkhatibi, M., Pourakbar, M., Belvasi, M., (2012), **Corrosion and Scaling Potential in Drinking Water Distribution System of Tabriz Northwestern Iran**, Health Promotion Perspectives, Vol. 2, No. 1: PP. 103-111.
- Watson, D.F., PHilip, G.M., (1985), **A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation**, Geoprocessing, No. 2: PP. 315-327.