

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران

همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)



ارزیابی غلظت فلزات سنگین در آب رودخانه زیارت در محدوده شهر گرگان، استان گلستان

زهره ابراهیمی^{۱*}، گیتی فرقانی^۲، عبدالرضا کابلی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه صنعتی شاهرود،

zohre_abraimi2003@yahoo.com,

۲- استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، forghani@shahroodut.ac.ir

۳- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان، kaboli1355@gmail.com

چکیده

محدوده مورد مطالعه شامل رودخانه زیارت یکی از سرشاخه‌های حوضه آبریز قره‌سو واقع در استان گلستان است. در این پژوهش غلظت فلزات آهن، مس، آلومینیم، کروم و سرب در ۱۱ نمونه آب رودخانه زیارت در محدوده شهر گرگان ارزیابی شد. روند تغییرات غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد مطالعه به صورت $Fe > Al > Cr > Cu > Pb$ است. نتایج این مطالعه نشان داد در نمونه‌های آب رودخانه زیارت غلظت آهن و آلومینیم تحت تأثیر فعالیت‌های انسانزاد بیش از استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب می‌باشد. محاسبه شاخص فلزی نشان داد تمام ایستگاه‌ها بجز ۸ و ۱۱ آلوده‌اند. بیشترین غلظت تمام فلزات در ایستگاه ۹ (مرکز شهر) مشاهده می‌شود و این ایستگاه بالاترین شاخص آلودگی به فلزات را دارد، در نتیجه آلوده‌ترین ایستگاه می‌باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، رودخانه زیارت، گرگان، آلودگی، طیف سنجی جذب اتمی

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران

همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)



مقدمه

رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب شیرین می‌باشند و حدود 2000 Km^3 آب را در سراسر جهان در خود جای داده‌اند (Oki and Kanae, 2006). اکثر تمدن‌های بشری به علت نیاز انسان به آب در کنار رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند، بنابراین رودخانه‌ها از زیر سیستم‌های محیط شهری محسوب می‌شوند. بر طبق پیش‌بینی سازمان ملل متحد رشد جمعیت در مناطق شهری در سراسر جهان تا سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد. این امر با اثرات زیست محیطی منفی همراه است (poletto et al., 2009) که از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش بار آلودگی رودخانه‌ها به فلزات سنگین اشاره کرد. فلزات سنگین کروم، مس، جیوه، کادمیم و شبه فلزات سلنیم و آرسنیک از مهم‌ترین آلاینده‌های پایدار آب رودخانه در مناطق شهری هستند. برخی از این فلزات (سلنیم و مس) ضروری و حیاتی هستند در حالی که برخی دیگر (کادمیم، جیوه، کروم، سرب) ممکن است حتی در غلظت‌های پایین سمناکی شدیدی ایجاد کنند (Akbulut and Emir Akbulut, 2010). غلظت فلزات سنگین در آب می‌تواند تحت تأثیر برخی پارامترهای شیمیایی از جمله pH، قدرت یونی، قلیائیت و حضور لیگاندهای آلی و آنیون‌های غیر آلی و دیگر یون‌های فلزی تغییر یابد (Brown et al., 2005).

رودخانه زیارت به طول ۴۲ کیلومتر از سرشاخه‌های حوضه آبرگیر قره‌سو می‌باشد و تأمین‌کننده ۲۰٪ آب شرب گرگان است. بخشی از مسیر رودخانه زیارت از منطقه شهری می‌گذرد، و فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی به آب رودخانه تخلیه می‌شوند. در نتیجه ارزیابی شدت آلودگی آب این رودخانه به فلزات سنگین حائز اهمیت است.

منطقه مورد مطالعه

رودخانه زیارت، در بخش شرقی رشته کوه البرز و شرق مازندران واقع شده و از ارتفاعات شمالی سلسله جبال البرز شامل ارتفاعات بالاچال، زرشک‌کوه، سفیداب و نهارخوران در جنوب گرگان سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه از دو شاخه اصلی تول‌بنه و آبشار با جهت جنوبی- شمالی به فاصله یک کیلومتری جنوب غربی روستای زیارت تشکیل شده است. مهم‌ترین واحدهای زمین‌شناسی رخنمون یافته در حوضه زیارت

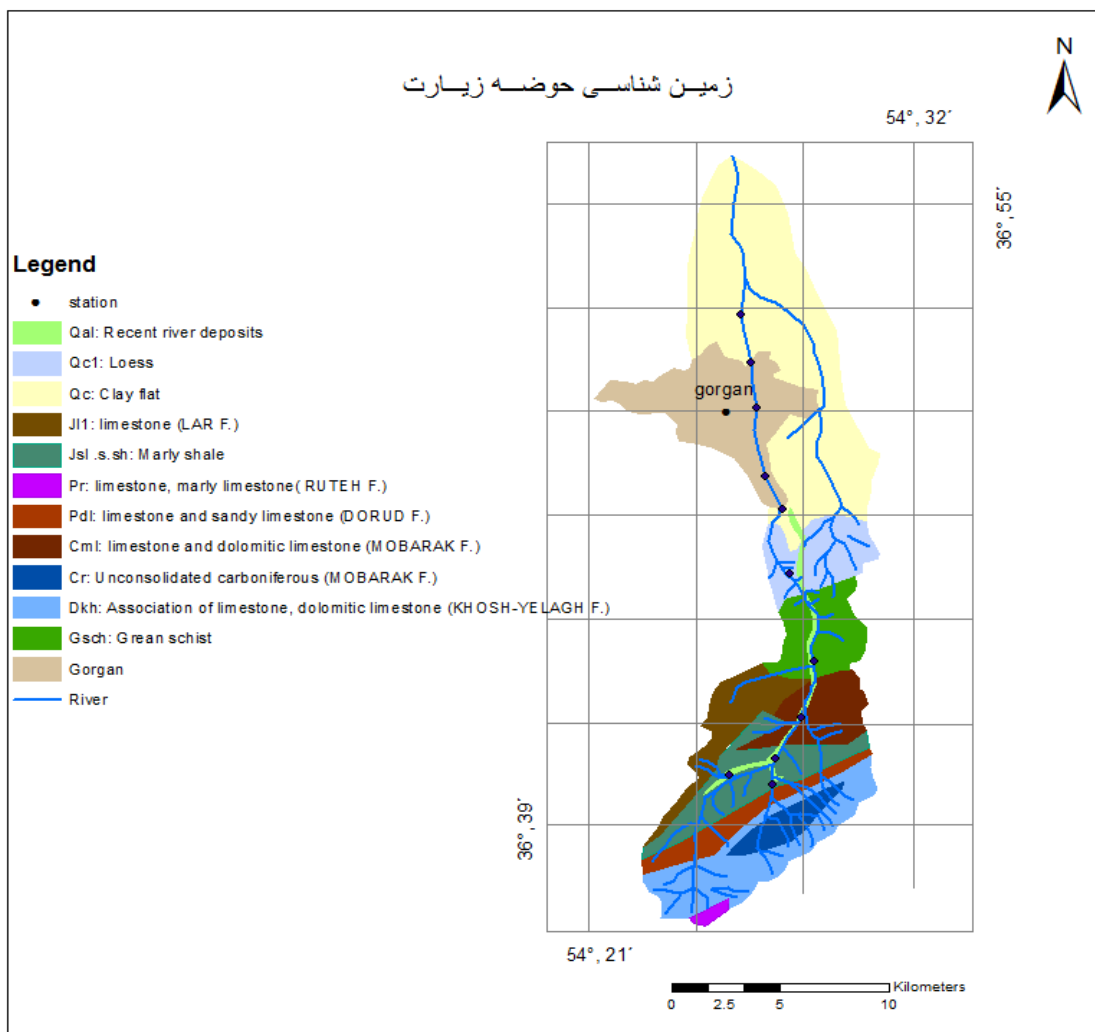
همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)

ارزبلان محیط زیست گلستان

شامل واحدهای سنگ شناسی شیست گرگان (اردویسین)، شیل خاکستری تیره (دونین)، آهک و آهک دولومیتی ضخیم تا توده‌ای خاکستری (کربونیفر زیرین)، آهک‌های ناپیوسته (کربونیفر)، سنگ آهک انکولیتی (پرمین زیرین)، آهک متوسط تا توده‌ای با میان لایه مارن (پرمین فوقانی)، ماسه سنگ خاکستری و شیل (زوراسیک زیرین)، لس‌ها و کفه‌های رسی کوتاه‌تر می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه زمین شناسی حوضه آبریز رودخانه زیارت

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



همدان: دانشکده شهید مفتاح (۹ آبان ۱۳۹۲)

مواد و روش‌ها

پس از بررسی نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گرگان و بازدید از منطقه، منابع تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه تعیین شد و ۱۱ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب گردید (جدول ۱). برای نمونه‌برداری، از بطری‌های پلی‌اتیلنی ۱۰۰۰CC استفاده شد. ظروف نمونه-برداری در ابتدا با استفاده از اسید نیتریک رقیق و سپس با آب مقطر شسته شد. نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان منتقل شدند. به منظور جلوگیری از تغییر در غلظت فلزات سنگین، هر نمونه با صافی ۰/۴۵ میکرون فیلتر شد و سپس pH آن توسط اسید نیتریک به کمتر از ۲ رسید. غلظت فلزات سنگین کروم، سرب، مس و نیز غلظت عناصر آلومینیم، آهن و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی (AAS) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	محل نمونه‌برداری	Y	X
S ₁	آبشار زیارت	۴۰۶۲۰۰۸	۲۷۳۴۸۶
S ₂	تول بنه	۴۰۶۲۴۴۹	۲۷۱۴۵۴
S ₃	آبگیر زیارت (قبل روستا)	۴۰۶۳۲۴۳	۲۷۳۵۸۴
S ₄	داخل روستا (بعد از چشمه آبگرم)	۴۰۶۵۲۶۱	۲۷۴۸۲۰
S ₅	سرخ چشمه (انتهای روستا)	۴۰۶۷۹۶۴	۲۷۵۴۱۵
S ₆	نهارخوران	۴۰۷۲۱۷۱	۲۷۴۲۴۳
S ₇	پل سید مسعود (ابتدای شهر)	۴۰۷۵۲۸۹	۲۷۳۹۱۵
S ₈	قلعه حسن	۴۰۷۶۸۸۵	۲۷۳۱۱۳
S ₉	پل استاندارد (مرکز شهر)	۴۰۸۰۱۴۷	۲۷۲۷۱۲
S ₁₀	دانشگاه آزاد (انتهای گرگان)	۴۰۸۲۳۵۳	۲۷۲۴۹۰
S ₁₁	قبل روستای کماسی (انتهای رودخانه)	۴۰۸۴۶۵۰	۲۷۲۰۰۶

آنالیز فلزات سنگین

در جدول ۲ غلظت عناصر مورد مطالعه در مقایسه با استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب ایران ارائه شده است.

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)

جدول ۲- غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب رودخانه زیارت

Fe (mg/l)	Al (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Cr (mg/l)	ایستگاه
۰/۵۰۵۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۸۲	S ₁
۴/۷۶۴۰	۰/۷۸۳۰	۰/۰۱۶۵	۰	۰/۰۰۸۰	S ₂
۴/۱۷۶۰	۱/۰۷۷۰	۰/۰۱۲۰	۰	۰/۰۰۶۳	S ₃
۱/۳۹۶۰	۰/۲۰۸۰	۰/۰۰۶۴	۰	۰/۰۰۷۴	S ₄
۲/۶۷۸۰	۰/۵۲۲۰	۰/۰۰۴۰	۰	۰/۰۰۸۷	S ₅
۰/۶۲۵۰	۰	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۴۳	S ₆
۰/۲۸۸۰	۰	۰/۰۰۱۷	۰	۰/۰۰۴۷	S ₇
۰/۲۱۶۰	۰	۰/۰۰۱۴	۰	۰/۰۰۵۵	S ₈
۸/۲۷۸۰	۳/۸۱۳۰	۰/۰۱۷۷	۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۱۶	S ₉
۰/۷۱۰۰	۰	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۷۷	S ₁₀
۰/۱۹۱۰	۰	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۵۱	S ₁₁
۰/۳۰	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب

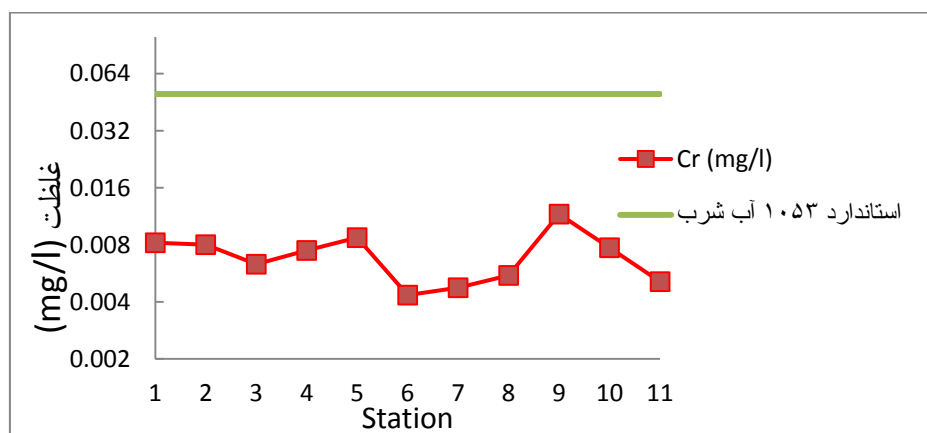
۱- کروم

به طور کلی کروم انحلال پذیری پایینی دارد و در شرایط قلیایی جذب کانی های رسی و مواد آلی می شود (Bradl, 2005). غلظت کروم در نمونه های مورد مطالعه بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۰۴ میلی گرم بر لیتر متغیر است. سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) و استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب حد مجاز کروم در آب آشامیدنی را ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته است، در نتیجه تمام نمونه های آب رودخانه از نظر غلظت کروم برای آشامیدن مناسب می باشند. کروم در pH های پایین (کمتر از ۲) به شکل محلول در آب (Cr^{3+}) حضور دارد. با توجه به محدوده pH آب رودخانه زیارت (۷/۸۸-۷/۲۰) غلظت پایین کروم توجیه می شود.

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



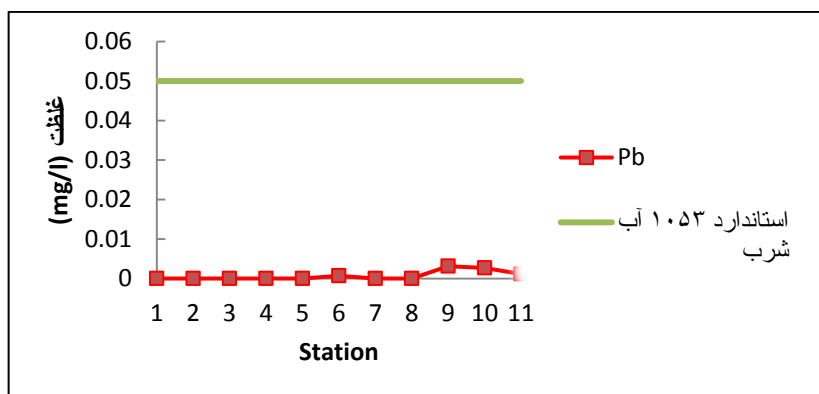
همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)



شکل ۳- روند تغییرات غلظت کروم در طول رودخانه زیارت

۲- سرب

غلظت سرب در نمونه‌های آب رودخانه زیارت بین از کمتر از حد آشکارسازی دستگاه تا 0.003 میلی گرم بر لیتر متغیر است (شکل ۴). بر طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) حداکثر غلظت مجاز سرب در آب آشامیدنی 0.1 میلی گرم بر لیتر است. استاندارد 1053 آب شرب نیز حد مجاز سرب را 0.05 میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته است. بر این اساس در تمامی نمونه‌های آب رودخانه غلظت سرب کمتر از حد مجاز آن در آب آشامیدنی بوده و تمامی نمونه‌های آب از نظر غلظت سرب برای آشامیدن مناسب هستند. سرب در pHهای قلیایی ($9/5 - 8$) به شکل محلول در آب حضور دارد. با توجه به محدوده pH آب رودخانه زیارت غلظت پایین سرب توجیه می‌شود.



شکل ۴- روند تغییرات غلظت سرب در طول رودخانه زیارت

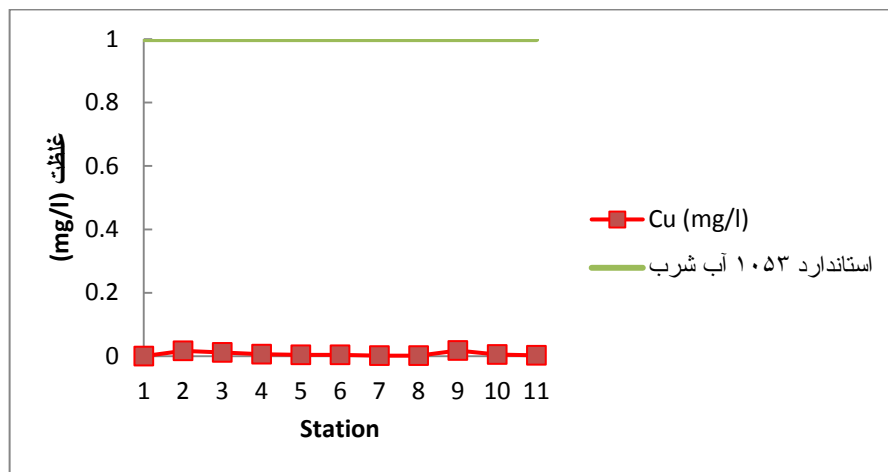
همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)

۳- مس

غلظت مس در نمونه‌های آب رودخانه زیارت بین ۰ تا ۰/۱۷ میلی گرم بر لیتر متغیر است (شکل ۵). بر طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) حداکثر غلظت مجاز مس در آب آشامیدنی ۲ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب نیز حد مجاز مس را ۱ میلی گرم بر لیتر گزارش کرده است. بر این اساس در تمامی نمونه‌های آب رودخانه غلظت مس کمتر از حد مجاز آن در آب آشامیدنی بوده و تمامی نمونه‌های آب از نظر غلظت مس برای آشامیدن مناسب هستند.



شکل ۵- روند تغییرات غلظت مس در طول رودخانه زیارت

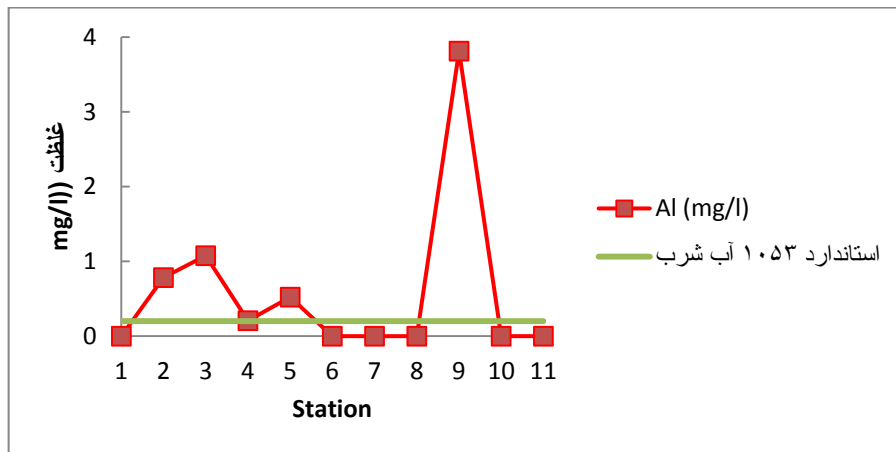
۴- آلومینیم

غلظت آلومینیم در نمونه‌های مورد مطالعه از زیر حد آشکارسازی دستگاه تا ۳/۸۱ میلی گرم بر لیتر متغیر است (شکل ۶). بر طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) و استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب حداکثر غلظت مجاز آلومینیم در آب آشامیدنی ۰/۲ میلی گرم بر لیتر است. بر این اساس در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۵ و ۹ غلظت آلومینیم از حد مجاز آن در آب آشامیدنی بیشتر شده و این نمونه‌های آب از نظر غلظت آلومینیم برای آشامیدن مناسب نیستند. بالاترین غلظت آلومینیم در ایستگاه شماره ۹ (مرکز شهر) تحت تأثیر رواناب‌های شهری مشاهده شده است.

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



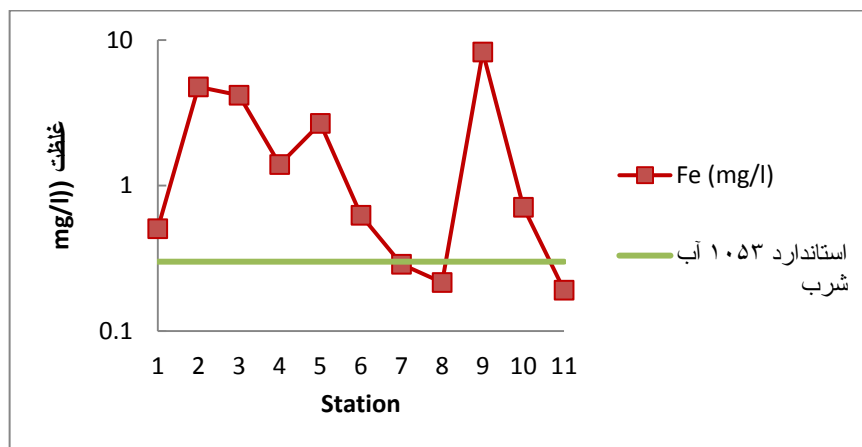
همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)



شکل ۶- روند تغییرات غلظت آلومینیم در طول رودخانه زیارت

۵- آهن

غلظت آهن در نمونه‌های آب رودخانه زیارت بین ۰/۱۹ تا ۸/۲۷ میلی گرم بر لیتر متغیر است (شکل ۷). بر طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) و استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب حداکثر غلظت مجاز آهن در آب آشامیدنی ۰/۳ میلی گرم بر لیتر است. بر این اساس در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۹ و ۱۰ غلظت آهن از حد مجاز آن در آب آشامیدنی بیشتر شده و این نمونه‌های آب از نظر غلظت آهن برای آشامیدن مناسب نیستند. بالاترین غلظت آهن در ایستگاه شماره ۹ (مرکز شهر) تحت تأثیر رواناب‌های شهری مشاهده شده است.



شکل ۷- روند تغییرات غلظت آهن در طول رودخانه زیارت

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران



همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)

شاخص فلزی

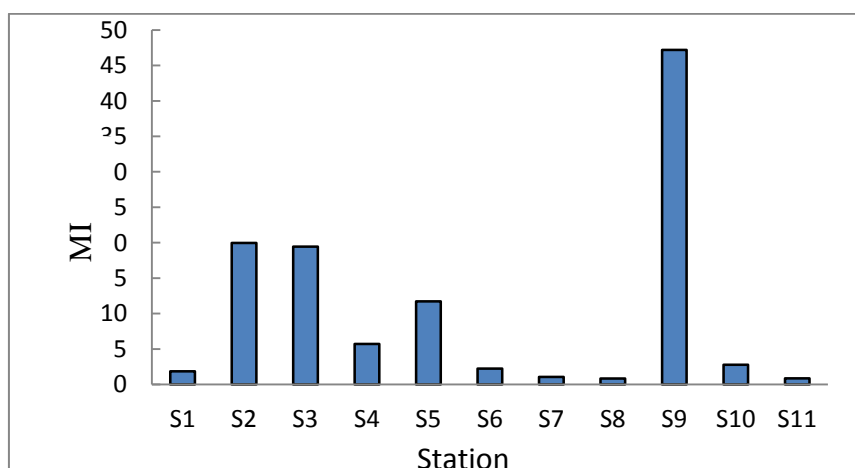
در ارزیابی آلودگی آب رودخانه زیارت به فلزات سنگین از شاخص فلزی استفاده شد. شاخص فلزی از طریق رابطه زیر محاسبه می شود (Su et al., 2011).

$$MI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ci}{co} \right)$$

که در آن MI شاخص فلزی، Ci غلظت اندازه گیری شده عنصر نام و CO غلظت مجاز آن بر طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) می باشد. اگر این شاخص بیشتر از یک باشد نمونه نسبت به عنصر مورد نظر آلوده و در غیر این صورت غیر آلوده است. شکل ۱۰ شاخص فلزی نمونه های آب رودخانه زیارت را نشان می دهد. در این مطالعه شاخص فلزی برای فلزات آهن، آلومینیم، مس، سرب و کروم در جدول ۴ محاسبه شده است. بر اساس شاخص فلزی تمام ایستگاه ها بجز ۸ و ۱۱ آلوده اند. حداکثر مقدار شاخص فلزی در ایستگاه ۹ مشاهده شده است.

جدول ۴- محاسبه شاخص فلزی در طول رودخانه زیارت

Station	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
MI	۱/۸۴	۱۹/۹۶	۱۹/۴۳	۵/۷۱	۱۱/۷۱	۲/۲۳	۱/۰۵	۰/۸۳	۴۷/۲۰	۲/۷۸	۰/۸۵



شکل ۱۰- تغییرات شاخص فلزی در طول رودخانه زیارت

نتیجه گیری

در این مطالعه مشخص شد آب رودخانه زیارت دارای بار آلودگی فلزی است. غلظت آلومینیم و آهن در برخی ایستگاه ها تحت

همایش ملی پژوهش های محیط زیست ایران

همدان: دانشکده شهید مفتح (۹ آبان ۱۳۹۲)



تأثیر فعالیت‌های انسان‌زاد از حد مجاز تجاوز یافته است. آلوده‌ترین ایستگاه در مرکز شهر (ایستگاه ۹) تحت تأثیر رواناب‌های شهری واقع است.

References:

1. Akbulut, A., Akbulut Emir, N. (2010). "The study of heavy metal pollution and accumulation in water, sediment, and fish tissue in Kızılırmak River Basin in Turkey". Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 167, pp. 521–526.
3. Bradl, H. B. (2005). "Heavy metals in the Environment. Interface science and technology". Series Editor: A. Hubberd, Vol. 6. Elsevier, 269 p.
4. Brown, S., Sprenger, M., Maxemchuk, A., Compton, A. (2005). "Ecosystem function in alluvial tailings after biosolids and lime addition". Journal Environmental. Quality, Vol. 34, pp. 139–148.
7. Oki, T., Kanae, S. (2006). "Global hydrological cycles and world water resources". Journal Science, Vol. 313, pp. 1068–1072.
8. Poletto, C., Bortoluzzi, E.C., Charlesworth, S.M., Merten, G.H., 2009. "Urban sediment particle size and pollutants in southern". Journal Soils Sediments, Vol. 9, pp. 317–327.
10. Su, Sh., Li, D., Zhang, Q., Xiao, R., Huang, F., Wu, J. (2011). "Temporal trend and source apportionment of water pollution in different functional zones of Qiantang River, China". Water research, Vol. 45, pp. 1781–1795.
12. World Health Organization. (2004). "Guidelines for Drinking Water Quality, Geneva, vol 1, 3rd edn.