

بررسی غلظت روی و سرب در آب رودخانه حبله رود (از سرشاخه نمرود تا دلیچای)، استان سمنان

فریده حیدرپور^{۱*}، بهناز دهرآزما^۲، حبیب الله قاسمی^۳

۱- عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد زیست محیطی، دانشگاه شاهرود

۲- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه شاهرود

۳- عضو هیأت علمی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شاهرود

f.heydarpour@yahoo.com

چکیده

رودخانه حبله رود به عنوان یک منبع مهم آب سطحی در استان سمنان مطرح می‌باشد. این رودخانه نقش مهمی در تأمین آب کشاورزی و آب شرب شهر گرمسار و آرادان دارد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی غلظت روی و سرب در آب رودخانه حبله رود از سرشاخه نمرود تا دلیچای و بررسی تأثیر عوامل زمین‌زاد و بشرزاد بر روند توزیع آنها می‌باشد. جهت انجام این بررسی، تعداد ۱۷ نمونه آب در پایان فصل خشک از رودخانه برداشت گردید. نتایج نشان می‌دهند که PH آب رودخانه در محدوده قلیایی (۸/۱۴ تا ۸/۷۸) می‌باشد. مقادیر EC از بالادست به سمت پایین دست حوضه افزایش می‌یابد. غلظت فلز سرب در حدود ۵۰٪ از ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز آب آشامیدنی (WHO 2011) می‌باشد. غلظت روی در کلیه ایستگاه‌ها پایین تر از حد مجاز استاندارد آب آشامیدنی (WHO 2011) می‌باشد. در نحوه توزیع غلظت عنصر روی و سرب، هر دو عامل زمین‌زاد و بشرزاد مؤثر می‌باشند.

کلمات کلیدی: رودخانه، روی، سرب، حبله رود.

۱- مقدمه

توزیع فلزات سنگین در آب معمولاً به شکل گونه‌های محلول در آب، کلئوئید و به حالت تعلیق می‌باشد. با این حال بر خلاف آلاینده‌های آلی، فلزات سنگین توسط فرایندهای طبیعی تجزیه نمی‌شوند، بلکه آنها معمولاً در رسوبات توسط ارگانسیم‌ها یا دیگر ترکیبات غنی می‌شوند. در اغلب موارد بیش از ۹۹٪ فلزات ورودی به رودخانه در رسوبات ذخیره می‌شوند. فلزات موجود در رسوب، می‌توانند به دلیل تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب، وارد آب شده و در دسترس موجودات زیستی قرار گیرند. فلزات سنگین معمولاً دارای سمیت قابل توجهی برای موجودات آبرزی می‌باشند و به طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق زنجیره غذایی بر سلامت انسان اثر می‌گذارند. فلزات سنگین به عنوان مهمترین ترکیبات پساب‌های صنعتی، نقش اساسی در تخریب و نابودی اکوسیستم‌های آبی و آبریان را دارند. دخالت‌های انسان در افزایش غلظت این فلزات به صورت‌های مختلف از جمله تولید فاضلاب‌های شهری، کشاورزی، صنعتی، مصرف سوخت‌های فسیلی، اکتشاف و استخراج معادن و غیره می‌باشد (Parra A et al., 2000).

تحقیقات بسیاری در ایران و جهان درباره ارزیابی غلظت فلزات سنگین در آب و رسوبات رودخانه صورت پذیرفته است. خزایی و همکاران در سال ۱۳۹۰ آلودگی آب رودخانه زرچوب رشت به فلزات سنگین را بررسی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در حال حاضر میزان زیادی از فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی وارد رودخانه زرچوب می‌گردد. این امر موجب آلوده شدن آب این رودخانه به فلزات (سرب، روی، مس و کادمیوم) و خاک‌های کشاورزی اطراف آن گردیده است (خزایی س. و همکاران، ۱۳۹۰).

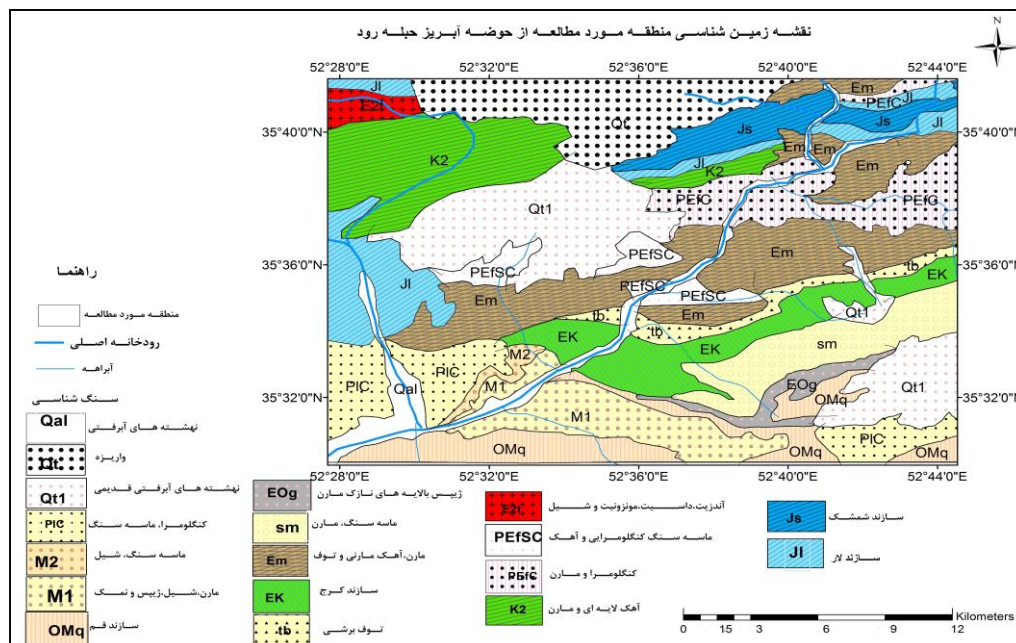
غلظت فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، جیوه، مس، روی، سرب و آرسنیک) در آب رودخانه یانگ تسه در چین توسط بی و همکاران در سال ۲۰۱۱ مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل حاصل از همبستگی و آنالیز PCA نشان داد که فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی، کروم و مس) به طور عمده از پردازش فلزات، آبکاری صنایع، فاضلاب صنعتی و فاضلاب خانگی منشأ گرفته‌اند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین آرسنیک و نیتروژن در این رودخانه نیز مشاهده گردید. بنابراین بهبود محیط زیست آبزیان؛ بهبود شرایط هیدرولوژیکی، کاهش تخلیه فاضلاب‌های داخلی و صنعتی، امری مفید در منطقه شمرده شد. به طور خلاصه در این تحقیق کنترل کمیّت و غلظت آلاینده‌های ورودی و کاهش بار آلودگی رودخانه به عنوان مؤثرترین اقدامات برای کنترل کیفیت آب رودخانه‌ها پیشنهاد شد (Yi Y et al., 2011).

افزایش بی‌رویه میزان غلظت فلزات سنگین در رودخانه می‌تواند یکی از نشانه‌های آلودگی بشرزاد باشد. افزایش مستمر در آلودگی فلزات سنگین رودخانه باعث افزایش نگرانی در توانایی ورود فلزات به بدن موجودات زنده گردیده و تراکم و توزیع موجودات آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. رسوبات رودخانه و باتلاق‌های مجاور رودخانه‌ها به عنوان مخازنی برای ذخیره فلزات سنگین محسوب می‌شوند. بینینگ و بایرد در سال ۲۰۰۱، غلظت کروم، مس، سرب، روی، تیتانیوم، منگنز، استرانسیوم و قلع در آب مصب و قسمتی از رودخانه Swartkops در آفریقای جنوبی را مطالعه و ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین غلظت در مناطقی بود که فاضلاب‌های مسکونی و صنعتی وارد رودخانه می‌شد. مقایسه این نتایج با نتایج مطالعه ۲۰ سال قبل همان رودخانه نشان داد که اکوسیستم رودخانه در حال تخریب شدن است (Binning, K, and Baird D., 2001).

با توجه به ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ها، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی غلظت فلزات سنگین روی و سرب در آب رودخانه جله‌رود (سرشاخه نمرود تا دلیچای) در استان سمنان و همچنین بررسی تأثیر عوامل زمین‌زاد و بشرزاد بر روند تغییرات آنها در مسیر رودخانه صورت پذیرفت.

۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

رودخانه جله‌رود به عنوان یک منبع مهم آب سطحی در منطقه شرق استان تهران و غرب استان سمنان مطرح می‌باشد. این رودخانه را سه سرشاخه اصلی نمرود، دلیچای و گورسفید تغذیه می‌کنند. منطقه مورد مطالعه بخشی از رودخانه جله‌رود از سرشاخه نمرود تا دلیچای می‌باشد که با طول تقریبی ۲۷ کیلومتر، در بین طول جغرافیایی $30^{\circ} 15' 52''$ تا $30^{\circ} 40' 52''$ شمالی و عرض جغرافیایی $34^{\circ} 31' 35''$ تا $35^{\circ} 11' 39''$ شرقی قرار دارد. حجم متوسط سالیانه جله‌رود حدود ۲۳۰ تا ۲۷۰ میلیون متر مکعب است. پرآب‌ترین ماه، اردیبهشت ماه و ماههای مرداد، شهریور و مهر به عنوان کم‌آب‌ترین ماههای سال در منطقه می‌باشند. حوضه آبریز جله‌رود در اراضی البرز مرکزی جنوبی قرار دارد و مشخصات اصلی زون زمین‌ساختی و تکتونیکی البرز در آن مشاهده می‌شود. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است. حد فاصل فیروزکوه-سیمین‌دشت در ساحل چپ رودخانه رسوبات آبرفتی مربوط به پلیستوسن و توف و مارنهای توفدار، گچ و آهک با سن ائوسن میانی و فوقانی وجود دارد. همچنین در بخش‌هایی از مسیر رودخانه در مجاورت ماسه‌سنگهای قرمز فجن، توف‌های سبز رنگ سازند کرج، سازند قرمز فوقانی و سازند قم قرار می‌گیرد و در ساحل سمت راست این محدوده، سازند شمشک و سازند فجن، رسوبات پلیستوسن و آبرفت‌های کوارترنری وجود دارد (باطبی، ف. و منصوریان، ۱۳۸۱).



شکل ۱ - نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه و رودخانه حبله رود (از سرشاخه نمرود تا سرشاخه دلپچای)

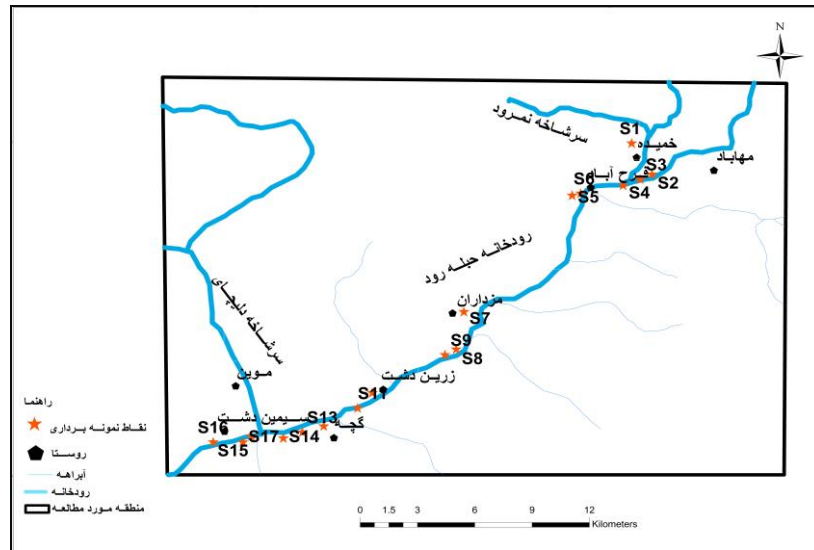
۳- مواد و روشها

پس از بازدیدهای صحرائی از منطقه و همچنین با در نظر گرفتن محل روستاها، شهرها و مناطق کشاورزی، و شاخه های فرعی ورودی به رودخانه و تغییر لیتولوژی کنار رودخانه، ایستگاه های نمونه برداری تعیین و نمونه برداری از آب صورت گرفت. نمونه برداری از آب رودخانه حبله رود در ۱۷ ایستگاه در پایان فصل خشک انجام شد (شکل ۲ و جدول ۱). در هر ایستگاه از سه جناح راست، میانه و چپ، آب برداشت گردیده و با هم مخلوط و به عنوان نمونه شاخص آب یک ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت.

برای کاهش خطا در نمونه برداری نکات زیر رعایت شد:

- از ظروف پلی اتیلنی بدون هر گونه استفاده قبلی جهت نمونه برداری استفاده گردید.
- نمونه برداری آب از عمق ۱۵-۲۰ سانتی متر زیر سطح آب صورت گرفت.

برخی پارامترها چون pH، توسط pH متر و EC توسط EC متر در محل اندازه گیری شد. برای اندازه گیری غلظت فلزات سنگین بعد از نمونه برداری آب، نمونه ها را فیلتر کرده و با اسید نیتریک به pH حدود ۳ رسانده شدند و جهت اندازه گیری غلظت فلزات سنگین به سازمان حفاظت محیط زیست سمنان ارسال شدند.



شکل ۲- محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی رودخانه حبله‌رود (از سرشاخه نمرود تا دلپچای)

جدول ۱- محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی رودخانه حبله‌رود (از سرشاخه نمرود تا دلپچای)

ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)
1	سرشاخه نمرود	E 52 40 76	N 35 39 11
2	حبله رود قبل از تلاقی با نمرود	E 52 40 72	N 35 39 02
3	تلاقی حبله رود و نمرود و بالادست روستای خمیده	E 52 40 67	N 35 39 01
4	پایین دست روستای خمیده و بالای روستای فرح آباد	E 52 40 28	N 35 38 78
5	پایین دست روستای فرح آباد	E 52 39 17	N 35 38 14
6	بالادست روستای مژداران	E 52 37 46	N 35 35 45
7	روستای مژداران	E 52 35 98	N 35 34 21
8	پایین دست روستای مژداران	E 52 35 40	N 35 33 48
9	بالادست روستای زرین دشت	E 52 35 21	N 35 32 98
10	روستای زرین دشت	E 52 32 78	N 35 31 90
11	پایین دست روستای زرین دشت	E 52 32 25	N 35 31 67
12	بالادست روستای گچه	E 52 31 42	N 35 31 41
13	روستای گچه	E 52 31 01	N 35 31 31
14	بالادست روستای سیمین دشت	E 52 30 18	N 35 31 19
15	روستای سیمین دشت و تلاقی دلپچای به حبله‌رود	E 52 30 15	N 35 31 14
16	پایین دست روستای سیمین دشت	E 52 30 13	N 35 31 13
17	سرشاخه دلپچای	E 52 29 70	N 35 31 34

۴- جمع‌بندی و بحث

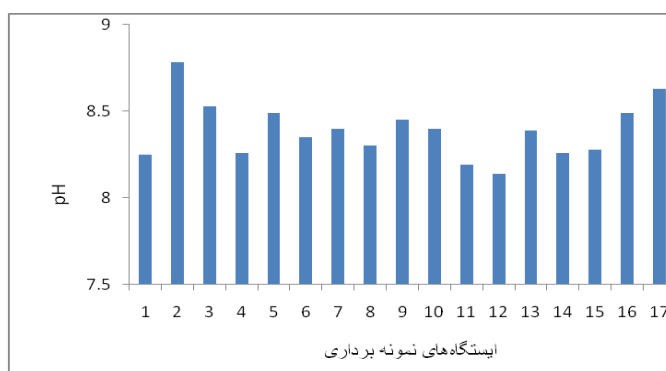
نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین و برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- مقادیر pH، EC و غلظت فلزات روی و سرب در نمونه‌های آب

ایستگاه	pH	EC(μ S/cm)	Zn(ppb)	Pb(ppb)
1	8.25	503	2.6	20
2	8.78	771	12.9	2
3	8.53	685	2.1	0
4	8.26	515	3.7	30
5	8.49	539	23	20
6	8.35	556	27	30
7	8.4	550	32	10
8	8.3	566	8.4	2
9	8.45	585	8.2	20
10	8.4	579	19.8	0
11	8.19	649	38.4	20
12	8.14	771	2.3	0
13	8.39	794	3.6	20
14	8.26	905	20.1	10
15	8.28	836	2.6	20
16	8.49	939	3.1	30
17	8.63	633	5.3	10
استاندارد آب آشامیدنی (WHO 2011)	6.5-8.5		3000	10

۴-۱- بررسی تغییرات pH

این پارامتر عامل مهمی در کیفیت شیمیایی آب‌ها از نظر مصارف شرب و کشاورزی است. دامنه pH قابل قبول برای آب شرب بر اساس استاندارد مجاز (WHO, 2011) بین ۶/۵ تا ۸/۵ است (WHO, 2011). PH آب رودخانه در تمام طول مسیر در محدوده بین ۸/۱۴ تا ۸/۷۸ قرار گرفته است (شکل ۳). دلیل قلیایی بودن آب منطقه را می‌توان تاثیر واحدهای رسوبی آهکی در منطقه دانست. همچنین تفاوت زیادی بین مقادیر PH ایستگاه‌ها وجود ندارد، بجز ایستگاه شماره دو که از آب رودخانه حله‌رود قبل از تلاقی با نمرود است. افزایش pH در این ایستگاه تاکیدی بر تأثیر سازندهای بازی و آهکی مانند سازند لار و شمشک بر pH آب رودخانه است.

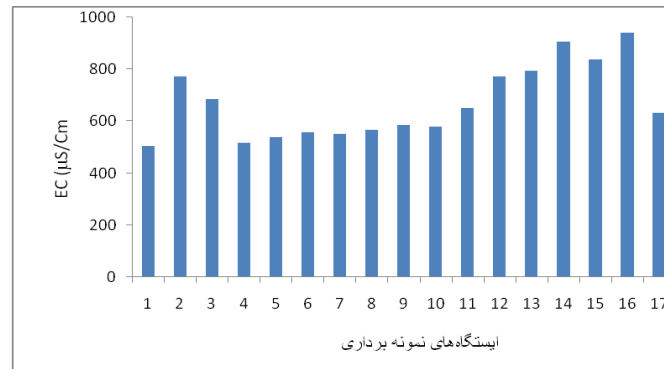


شکل ۳- تغییرات pH در آب رودخانه حله‌رود

۴-۲- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی

مقادیر این پارامتر به میزان یون‌ها، نوع یون‌ها و دما بستگی دارد (صداقت م، ۱۳۹۰). بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به نمونه آب در ایستگاه ۱۶ می‌باشد (شکل ۴). دلیل احتمالی افزایش EC در این ایستگاه، ورود فاضلاب روستای سیمین‌دشت و وجود سازند تبخیری قم می‌باشد. شایان ذکر است که دلچای با EC معادل ۶۳۳ میکروموس بر سانتی‌متر تا حدی نقش رقیق‌سازی

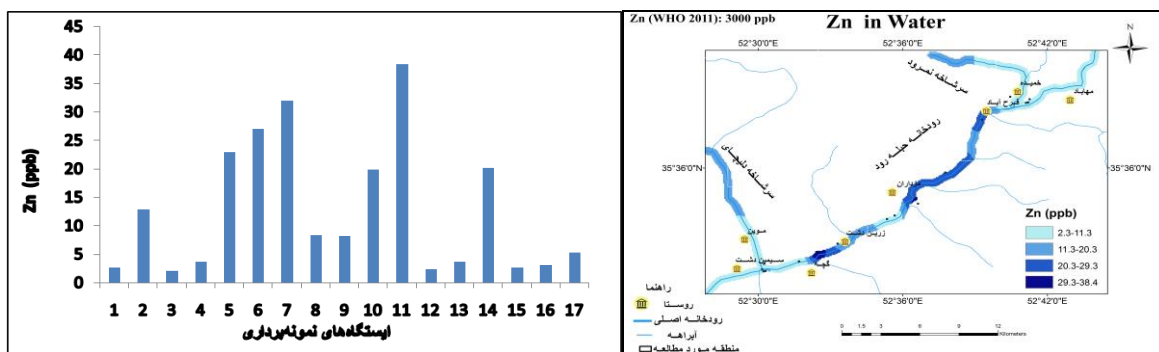
آب رودخانه را بر عهده داشته است. سیر صعودی نمودار EC از ایستگاه شماره ۱۰ تا ۱۶ به دلیل عبور از تشکیلات با شوری بالا مانند سازند قم می باشد. همچنین کمترین مقدار EC مربوط به ایستگاه شماره ۱ یعنی سرشاخه نمرود می باشد.



شکل ۴ - تغییرات EC در آب رودخانه جله رود

۴-۳- بررسی تغییرات فلز روی

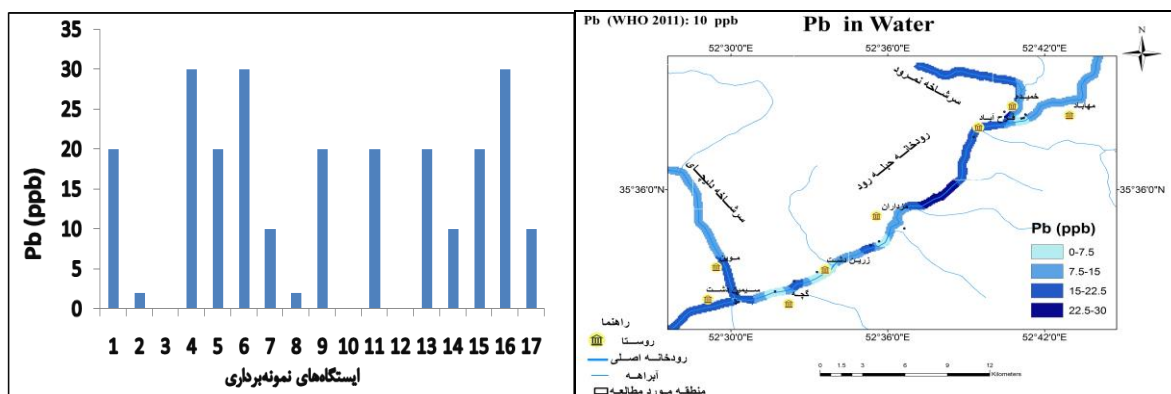
روی عنصری است که تقریباً ۰.۴٪ گرم در کیلوگرم از پوسته زمین را تشکیل می دهد. روی از عناصر ضروری بدن محسوب می شود و کمبود آن باعث به تأخیر افتادن رشد و کم خونی می شود (عودی ق.، ۱۳۷۳). از جمله منابع روی فاضلاب شهری، کود شیمیایی و پساب معادن می باشد (Kabata- Pendias, A. and Mukhrtee A. B., 2007). در محدوده pH معادل ۸/۷۸ - ۸/۱۴ عنصر روی در آب بصورت Zn^{+2} یا $Zn(OH)^+$ می باشد (Takeno N., 2005). غلظت Zn در کلیه ایستگاه های پایین تر از حد مجاز استاندارد، ۳۰۰۰ ppb (WHO 2011) می باشد (شکل ۵). حداکثر مقدار روی مربوط به ایستگاه شماره ۱۱، پایین دست روستای زرین دشت به علت ورود فاضلاب روستایی و کودهای کشاورزی استفاده شده در باغات این منطقه به رودخانه می باشد. کمترین مقدار روی در ایستگاه شماره ۳ می باشد. این امر را می توان به دلیل تأثیر زمین شناسی منطقه و حضور سازند فجن از جنس آهک و کنگلومرا دانست. همچنین نقش کرنات ها در جذب روی و رقیق سازی غلظت روی توسط سرشاخه نمرود را می توان از علل کاهش غلظت این عنصر در ایستگاه ۳ (رودخانه پس از تلاقی با سرشاخه نمرود) برشمرد. بنابراین هر دو عامل زمین زاد و بشر زاد بر نحوه توزیع و غلظت روی در منطقه مورد مطالعه تأثیر گذار می باشند.



شکل ۵ - تغییرات غلظت روی در آب رودخانه جله رود

۴-۴- بررسی تغییرات فلز سرب

سرب یکی از عناصر اصلی پوسته زمین و غلظت آن در پوسته زمین ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. سرب در باطری سازی، ترکیبات الکیل سرب در بنزین، لیمیم، رنگدانه، آب بندی کردن و ساخت غلاف سیم کاربرد دارد. معدن اصلی سرب بصورت گالن (سولفید سرب) است. غلظت این عنصر در بدن موجوداتی که در جاده های پر ترافیک زندگی می کنند بسیار بالاست (عودی ق، ۱۳۷۳). سرب به کانیهای رسی، اکسیدهای آهن و منگنز و مواد آلی متصل می شود. همچنین کربنات ها و فسفات ها قابلیت حرکت سرب را کاهش می دهند و باعث کاهش سرب در آب های سطحی و زیرزمینی می شوند (Hem J., 1980). غلظت سرب در ۵۰ درصد نمونه های آب رودخانه بالاتر از حد مجاز استاندارد ۱۰ ppb (WHO 2011) می باشد (شکل ۶).



شکل ۶- تغییرات غلظت سرب در رودخانه جله رود

در محدوده pH معادل ۸/۱۴-۸/۷۸ سرب در آب بصورت $Pb(OH)^+$ دیده می شود (Takeno N., 2005). تغییرات سرب روند خاصی را نشان نمی دهد. بیشترین مقدار سرب در ایستگاه های ۱۶ و ۶ و ۴ که متأثر از منابع بشرزاد از جمله کودهای کشاورزی، سرب وسایل نقلیه و راه آهن می باشد، دیده می شود. کمترین مقدار این عنصر در ایستگاه های ۳ و ۱۰ و ۱۲ دیده می شود. چون سازندهای زمین شناسی متأثر بر این ایستگاه ها کربناته می باشند. بنابراین میل ترکیبی بالای عنصر سرب با گونه های کربناته می تواند عامل کاهش میزان سرب در آب و ته نشینی آن در رسوب باشد.

۵- نتیجه گیری

به طور کلی pH آب رودخانه در محدود قلیایی قرار می گیرد. این امر باعث کاهش انحلال پذیری فلزات سرب و روی در آب رودخانه گردیده است. آب رودخانه در منطقه مورد مطالعه به روی آلوده نمی باشد. در ۵۰٪ ایستگاه ها آب رودخانه به سرب آلوده می باشد. مقادیر EC یک روند افزایشی از بالادست رودخانه (سرشاخه نمرود) به سمت پایین دست (سرشاخه دلیچای) را نشان می دهد. دو عامل زمین زاد و بشرزاد روند تغییرات غلظت روی و سرب در مسیر رودخانه را کنترل می کنند.

قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از حمایت‌های مالی و همکاری‌های بی‌دریغ سازمان حفاظت محیط زیست سمنان و دانشگاه شاهرود در جهت پیشبرد اهداف پژوهشی این تحقیق، قدردانی و تشکر نمایند.

منابع

- باطبی ف. و منصوریان ا.، (۱۳۸۱). "پایش کیفی رودخانه جله‌رود. گزارش آب و فاضلاب"، استان سمنان، ص ۱۱۹.
- خزایی س.، خالدیان م. و فرقانی ا.، (۱۳۹۰)، "بررسی آلودگی فلزات سنگین (سرب، روی، مس و کادمیوم) در روخانه زرچوب رشت و تأثیر آن بر خاکهای اطراف"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران.
- صداقت، م.، (۱۳۹۰). "زمین و منابع آب"، انتشارات دانشگاه پیام‌نور.
- عودی، ق. (۱۳۷۳). کیفیت آب آشامیدنی. انتشارات محقق.
- Bining, k. and Baird, D. (2001). "Survey of heavy metal in the sediments of the Swartkops River Estuar". j. Water SA, Vol. 27, No.4, pp. 461-466.
- Hem, J. (1985). "Stady and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water". U.S Geological Survey Water – Supply Paper 2254. pp.272
- Kabata– Pendias, A. Mukherjee, A. B. (2007). " Trace Elements from Soil to Human". Pp.561.
- Parra, A. and Forja, j. and Delvaiis, T. and Saenz, I. and Riba, I. (2000). "Early Cantamination by Heavy Metals of the Guadalquivir Estuary After Aznalcollar Mining Spill(SW Spain)". Marine Pollution. Bulletin. Vol.40, No.12, pp. 1115-1123.
- Reimann, C. and Caritat. P. (1998). "Chemical elements in the environment" Fact sheets for the geochemist and environmental scientist.Springer-Verlag.Berlin.pp.398.
- Takeo, N. (2005). "Atlas of Eh- pH diagram.National Institute of Advanced Institutrial Science Technology Research Center For Deep Geological Enviroments". Geological Survey of Japan Open File Report. No. 419.
- WHO (2011). "Guideline for Drinkig-Water Quality"، World Health Organization.4rd ed. pp. 564.
- Yi, Y. and Yang, Z. and Zhang, S. (2011). "Ecological risk assessment of heavy metal in sediment and human health risk of assessment of heavy metals in finishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin". Enviomental. Pollution.Vol. 159, pp. 2575-2585.