فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست

سال دهم، شماره ۳۵، تابستان ۹۵

ژئوشیمی زیست محیطی رودخانهٔ زرجوب واقع در شهرستان رشت (استان گیلان)

زهرا بهاری چهارده[۱]، شهروز حق نظر[۲]

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۲- استادیار گروه زمین شناسی دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

چکیده

رودخانهٔ زرجوب در شمال ایران، استان گیلان و در محدودهٔ شهرستان رشت واقع شده است. در طی مطالعه، در ۵ نقطه از آب ورسوب رودخانهٔ زرجوب نمونه برداری شد. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی بر روی رسوب و آب رودخانهٔ زرجوب مشخص گردید که هیچ آلودگی زیست محیطی در رسوب رودخانه وجود نداشته اما آنالیز آب رودخانه نشان می دهد که عناصر کادمیم، کبالت، جیوه، منگنز، نیکل و روی در تمام نمونه های آب به خصوص در منطقهٔ شهر صنعتی رشت و پل گلسار به طرف پیربازار بیشتر از استاندارد WHO و استاندارد آب ایران است. روند تغییرات غلظت این عناصر، تحت تأثیر ورود فاضلابهای شهری خانگی و صنعتی بوده. غلظت این عناصر در طول مسیر رودخانه (قبل، داخل و بعد از شهر رشت) دارای تغییرات نامنظم است. مقدار BOD آب رودخانه به جز یک ایستگاه در همهٔ ایستگاه ها از استاندارد ایران بیشتر است که علت آن ورود فاضلاب صنعتی و خانگی و بیمارستانی در طول مسیر رودخانه می باشد. مقدار COD در تمام ایستگاه ها بیشتر از استاندارد آب ایران است که در منطقهٔ گلسار به پیربازار تقریباً ۳۰ برابر استاندارد است و این نشانهٔ آلودگی بسیار شدید آب رودخانه است. فلزات سنگین موجود در آب های آزاد وارد بدن ماهیان و سایر آبزیان می گردد و در بدن آنها تجمع می کند و همچنین تجمع عناصر سنگین در بافت گیاهان که سرانجام وارد زنجیرهٔ غذایی می شود می تواند علت گسترش سرطان گوارش و بیماری های غدد درون ریز در استان گیلان باشد.

واژگان کلیدی: رودخانه زرجوب، آلودگی، ژئوشیمیایی، زیست محیطی.

مقدمه

رودخانه ها شریان های پویایی و حیات یک سرزمین هستند و از نظر کشاورزی، شرب و صنعت بسیار مهم هستند. اصولاً رودخانه ها در شرایط و اوضاع طبیعی توان عظیمی در خودپالایی دارند و انسان ها با تخلیهٔ آلوده کننده های ناشی از فعالیت های مختلف، این نیروی عظیم را می توانند کند یا متوقف کنند. تمام این تغییرات تعادل سیستم را به هم می زند که به علت افزایش میزان بار آلودگی آب ها می باشد (ایستگاه تحقیقاتی محیط زیست بندرانزلی، ۱۳۶۸).

در حال حاضر آلودگی آب و خاک و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن، یکی از دغدغه های اصلی بشر است. آلودگی های ناشی از یونهای فلزات سنگین از مهم ترین و خطرناک ترین آلوده سازهای محیط زیست می باشد که در صورت عدم حذف آن ها ضمن ورود به آبهای سطحی و زیرزمینی موجب تشکیل کمپلکس های سمی و خطرناک بالقوه ای را برای انسان و اکوسیستم ایجاد می نمایند.

وجود آلاینده های مختلف ناشی از فعالیت های انسانی و صنعتی اثرات نامطلوب را بر گونه های جانوری و گیاهی مصرف کننده بر جای می گذارد (خالدیان، رضایی، قره شیخ بیات، ملک نیا، ۱۳۹۳).

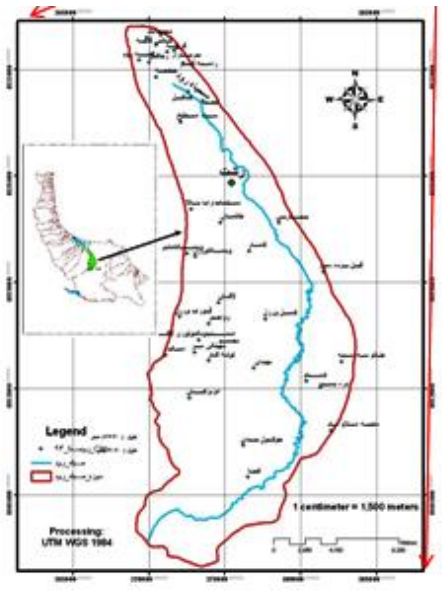
استان گیلان در شمال کشور به دلیل بارش خوب نسبت به سایر مناطق کشور دارای منابع آبی مناسبی است. عوامل اقلیمی و شرایط منطقه موجب جاری شدن رودخانه های متعددی در این بخش از کشور می باشد. مطالعهٔ کیفی آب همانند بررسی های کمی آب نه فقط از اهمیت ویژه ای برخوردار است بلکه در پاره ای موارد نظر به نوع بهره برداری و مصرف، اعتبار خاصی را به خود اختصاص می دهد. بنابراین برای ایجاد امکانات مطمئن بهره برداری از منابع آبی لزوماً می باید قبل از رویارویی با هرگونه معضلی کیفیت شیمیایی و چگونگی تحولات آن از پیش مورد بررسی قرار گیرد. عدم اطلاع از کیفیت آبها نیز می تواند جهت درست استفاده از آن، را در انواع مصارف اعم از کشاورزی و شرب با مشکلات عدیده ای مواجه نماید. چه شرایط نامطلوب آب نیز خود از عوامل محدودکننده ای است که به نوبهٔ خود قابلیت هرگونه مصرف را از آب می تواند سلب نماید.

رودخانه زرجوب در مختصات طول شرقی '۳۰ °۴۹ تا '۴۵ °۴۹ و عرض جغرافیایی °۳۷ تا '۱۵ °۳۷ شمالی قرار گرفته است.

این رودخانه با طول سرشاخهٔ اصلی تا محل الحاق به گوهررود، ۴۱ کیلومتر است. شهر رشت نیز که این رودخانه از آن عبور می کند در فاصلهٔ ۳۳۰ کیلومتری شمال غربی تهران واقع است. (شکل ۱)

رودخانهٔ زرجوب از کوههای کم ارتفاع هزارمرز، نیزه سر، چکلوبندان و کچا در فاصلهٔ ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان رشت با حداکثر ارتفاع ۸۱۰ متر از سطح دریای آزاد سرچشمه می گیرد. این رودخانه پس از عبور از روستاهای کچا، چکلوبندان، بهدان، کشل ورزل، گیل پره سر و بیجارپس از حاشیهٔ شرقی رشت، مسیری به طول ۸ کیلومتر را در شهر رشت می پیماید (قدرتی، صبح زاهدی، داداشی، ۱۳۸۶).

رودخانهٔ زرجوب پس از پذیرش بار آلودگی ناشی از فعالیتهای صنعتی و کشاورزی و شهری و با دریافت فاضلابهای مختلف در مسیر عبور از اطراف شهر رشت بی نهایت آلوده می شودو در محل کُماکُل باتلاقی رودخانهٔ گوهررود، رودخانهٔ پیربازار را تشکیل می دهد. آلودگی این رودخانه ها وارد تالاب انزلی و دریای خزر می شود (رفیعی، ۱۳۸۴).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

(ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گیلان، ۱۳۹۴)

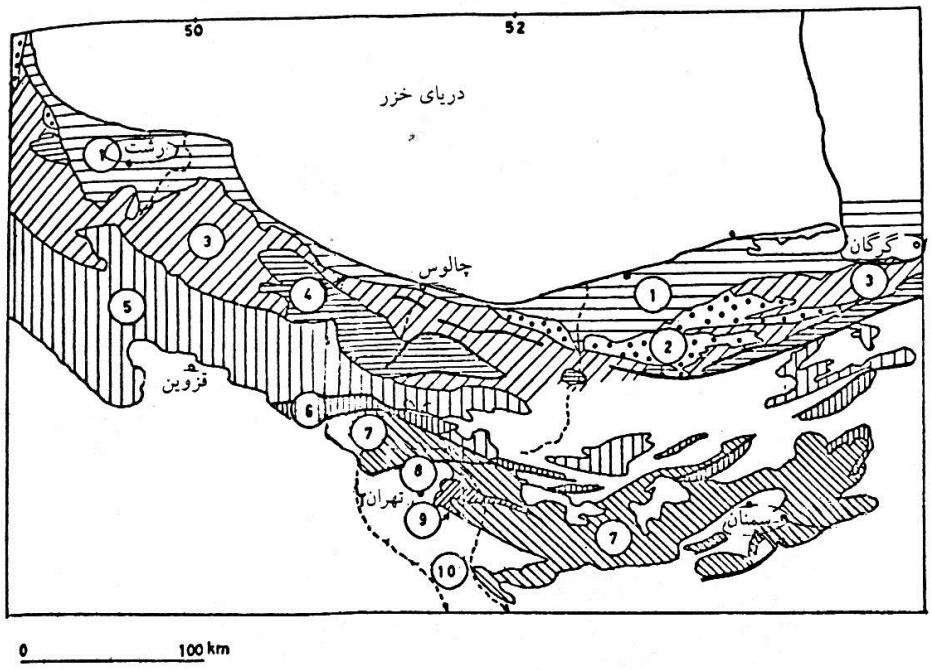
بنابراین با توجه به مصرف محصولات کشاورزی در حاشیهٔ رودخانهٔ پیربازار و ماهی و پرندگان موجود در تالاب انزلی و استفادهٔ مردم از دریای خزر، بررسی کیفیت آب و رسوب رودخانهٔ زرجوب از نظر عناصر سنگین ضرورت دارد. در تحقیق حاضر خصوصیات ژئوشیمیایی آب و رسوب رودخانهٔ زرجوب به روش ICP مورد بررسی و تحقیق قرار می گیرد.

زمین شناسی عمومی

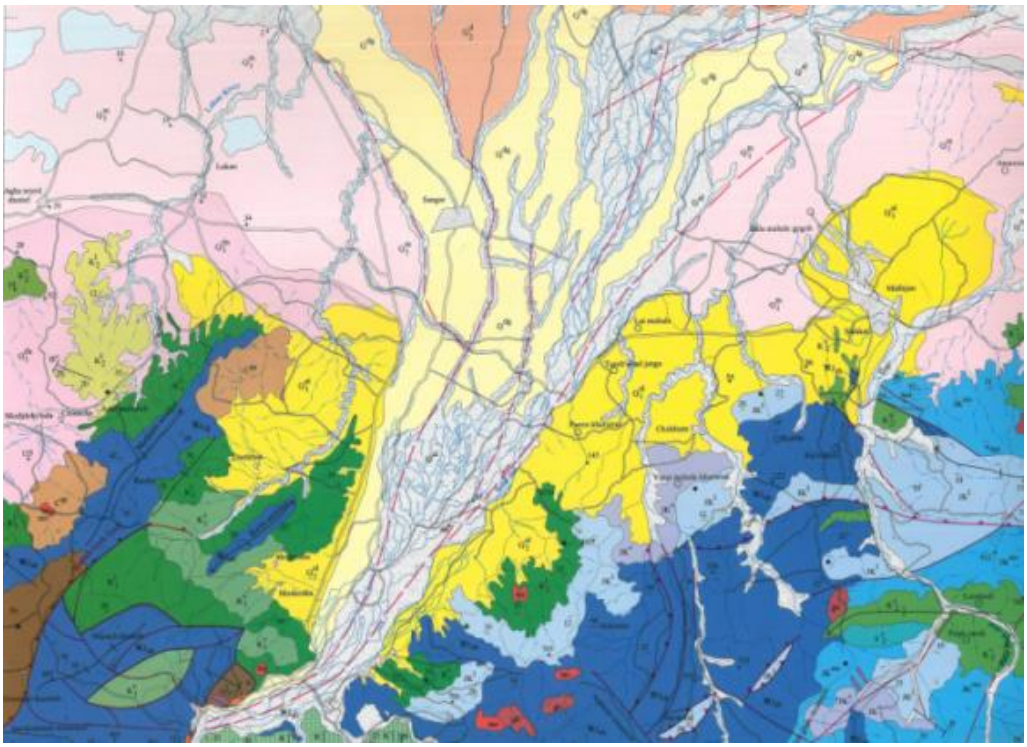
منطقهٔ مورد مطالعه در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ رشت در استان گیلان واقع شده و جزو زون گرگان- رشت در البرز محسوب می شود. البرز رشته کوهی است در شمال ایران که طول تقریبی آن ۱۰۰۰ کیلومتر و پهنای آن از ۵۰ تا بیش از ۱۰۰ کیلومتر در تغییر است. کوههای البرز از گرگان شروع شده و به شکل کمانی در جنوب دریای خزر به آستارا ختم می شود. زون گرگان- رشت شامل مناطقی است که حاشیهٔ دریای خزر را در سواحل ایران محدود کرده و در شمال گسل البرز قرار دارد. بخش اعظم آن به وسیلهٔ رسوبات عهد حاضر (رودخانه ای، دلتایی، ساحلی) پوشیده شده است. مرز شرقی آن زون هزارمسجد، کپهٔ داغ نیز به وسیلهٔ لایه های ضخیمی از لس پوشیده شده است.

در تقسیم بندی (افتخارنژاد، ۱۳۵۹) قسمت اعظم زون مزبور به نام منطقهٔ فرونشست دریای خزر ذکر شده است (درویش زاده، ۱۳۸۰)

.این منطقه در تقسیم بندی (آنگالن، ۱۹٦۸) در بخش دشت ساحلی خزر واقع شده است. (شکل ۲) بر طبق نقشهٔ ۱/۱۰۰۰۰۰ رشت، واحدهای زمین شناسی از سر منشاء رودخانهٔ زرجوب تا محدودهٔ شهرستان رشت شامل واحدهای k_2^L و k_1^L و k_1^V و Q_1^{da} و Q_1^m و Q_1^{al} و TRj_{sh} بوده که به ترتیب از قدیم به جدید به قرار ذیل است. (شکل ۳)



شکل (۲): موقعیت منطقه در واحدهای ساختمانی البرز مرکزی از (آنگالن، ۱۹٦۸)



شکل(۳): نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰رشت

(خباز نیا و همکاران، ۱۳۸٤)

واحد k_1^L در نواحی شرقی و غربی سفیدرود و شمال شرقی بیجار و کوه نیزه سر در شمال غربی امامزاده هاشم، سنگهای آهکهای بیومیکریتی خاکستری تیره، ضخیم لایه سنگ آهنکهای سیلتی همراه با سیلتستون، و واحد ماسه سنگی رخنمون دارد.

واحد k_2^L نهشته های این واحد سنگهای آهکی میکرواسپاریتی به رنگ خاکستری روشن همراه با لایه هایی از سنگ آهک سیلتی سبز تا خاکستری و سیلتستونهای خاکستری رنگ هستند که در جنوب غربی شهر صنعتی رشت و اطراف روستای عزیزکیان برونزد دارند.

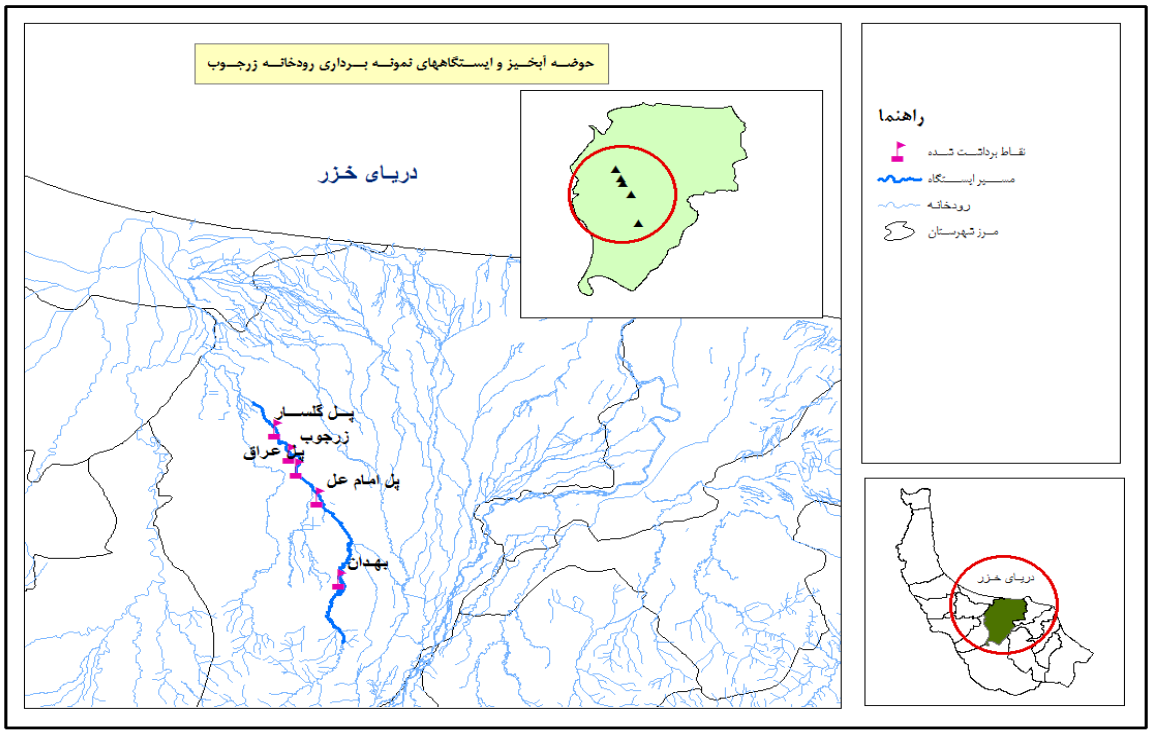
در منطقهٔ مورد مطالعه نهشته های آبرفتی در بستر رودخانه ها و پیرامون آن شامل واحدهای Q_1^{dl} و Q_1^{ml} و Q_1^{al} قرار دارند (خبازنیا، ۱۳۸۲).

روش انجام پژوهش

در راستای این تحقیق پس از جمع آوری اطلاعات، نقشه ها، گزارش ها، رساله ها، عکس های هوایی و ماهواره ای و بررسی اطلاعات زمین شناسی صورت گرفت.

سپس نمونه برداری آب و رسوب از ۵ ایستگاه هیدرومتری در طول رودخانهٔ زرجوب انجام شد. انتخاب محل نمونه برداری بر اساس حضور منابع آلاینده، توزیع آنها، امکانات و تجهیزات موجود و سهولت دسترسی به محل جهت نمونه برداری صورت گرفت.

در زمان نمونه برداری مختصات نقاط نمونه برداری با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) تعیین شد. ایستگاه های موردنظر به ترتیب عبارتند از: بهدان (زیر پل جادهٔ شهر صنعتی)، پل امام علی در میدان گیل، پل عراق، پل زرجوب، پل گلسار به پیربازار. (شکل ٤)



شکل٤- ایستگاه های نمونه برداری شده

رودخانهٔ زرجوب

جدول (۱): نتایج حاصل از آنالیز نمونه های
رسوب رودخانهٔ زرجوب

	پل گلسار (به طرف پیربازار)	زیر پل زرجوب	زیر پل عراق	زیر پل امام علی (میدان گیل)	بهدان
Ag (ppb)	۲.۱٤٦	۲.٦٥	۲.٤٦۹	۲.۲۹۲	۲.۱۲۲
As (ppb)	۰.۷۲۸	۰.۹٥	٤.۱٤۳	٤.۲۰٤	۰.۹۷۹
Cd (ppb)	۰.٥۳٤	۰.۲٦۹	۰.۳٥٦	۰.۳۲۱	۱۳.۸٦۳
Co (ppb)	۱.۳۷۳	۱.۰۲	۱.۳۲۱	۰.۹۹۹	۰.۸۸۸
Cr (ppb)	۰.٦۱٤	۰.۸۰۹	۰.٥۹٤	۰.٥۳۸	٤.٥۹۳
Cu (ppb)	۱.۸٦۹	۱.۸۹٦	۱.۳۰۲	٤.۰۰۷	۱.٦٥۱
Fe (ppb)	۸٤.٥٦	۸۲.۲٤۲	۹٦.۸۲۲	۷٤.٤٥٤	۳٤۳.۹٦٦
Hg (ppb)	۱.٦٥۲	۱.۳٦٦	۱.٤۳٦	۱.٦۳۸	۱.٤۲٦
Mn (ppb)	٥۱.٦٥٦	٥۱.٤۲٦	۷۱.۸٦۷	٤٦.٤۹۹	۱۹٥.٦۹٥
Ni (ppb)	۳.٤٥۲	۳.۷٥۹	۳.٥٥۲	۳.۲۰٤	٥.٥۸۸
Pb (ppb)	۰.٤۱۳	۰.۳٦۳	۰.٥٤	۰.۱٥۷	٤.۸۹۱
Se (ppb)	٤.۹۲٤	٤.۷۹۱	٥.۲۳۸	٤.۹۷۲	۱.٦۰۱
Sn (ppb)	۱.۷۸٥	۱.٥٦۲	۱.٦۰٤	۱.٤۹۳	۰.۷۸۳
Zn (ppb)	٥.٥٥۷	٦.۲۰۱	۸.۱۹۷	٥.٤۷۱	۱۷.۱٤۲
PH (mg/l)	۷.٤٥	۷.٥۱	۷.٤۲	۷.۷۷	۷.۷۱
COD (mg/l)	۸۸	٦٦	٤٦	۱٤	٦
BOD (mg/l)	۳۷	۲۳	۱٤	٦.۸	۲.۲

به منظور مطالعات ژئوشیمیایی تعداد ۵ نمونه رسوب از ۵ ایستگاه به روش (ICP-OES) مورد تجزیه عنصری قرار گرفتند، که نتایج حاصله در جدول (۱) نشان داده شده است.

1. United State Environmental Protection Agency
2. Canadaian Council of Ministers of the Environment
3. National Oceanic and Atmospheric Administration
4. Highest Alert Level
5. Lowest Alert Level
6. Canadian Interim Marine Sediment Quality
7. Probable Effects Level
8. Effects Range Low
9. Effects Range Medium

همچنین به منظور مطالعات ژئوشیمیایی تعداد ۵ نمونه آب از ۵ ایستگاه به روش (ICP- OES) مورد تجزیه عنصری قرار گرفتند، که نتایج حاصله در جدول (۲) نشان داده شده است.

ژئوشیمی زیست محیطی

به منظور مطالعه ژئوشیمیایی، نتایج حاصله از داده های ژئوشیمیایی رسوب رودخانهٔ زرجوب با مقادیر مرجع جهانی جدول (۳) مقایسه شده اند. همچنین نتایج حاصله از داده های شیمیایی آب رودخانهٔ زرجوب با استانداردهای WHO و استانداردهای آبهای شرب و آبهای سطحی و زیر سطحی ایران مقایسه شده اند. (جدول ٤)

جدول (۲): نتایج حاصل از آنالیز نمونه های آب رودخانهٔ زرجوب به روش (ICP- OES)

	زیر پل گلسار (به طرف پیربازار)	زیر پل زرجوب	زیر پل عراق	زیر پل امام علی (میدان گیل)	بهمدان
Al (mg/l)	۷٤.۱٦٦	۷۳.۹۳۲	۷۲.۲٤۲	۷۳.۰٦۹	٦۷.۲٤
As (mg/l)	۰.۰٥٥	۰.۰٥٥	۰.۰٤۳	۰.۰٤۲	۰.۰۱۳
Ca (mg/l)	٤۷۹.۲۰۲	٤۷۸.۸۷۷	٤٦٥.۱۳٤	٤٦۲.۸۷٤	٤٥۸.۱۹۷
Cd (mg/l)	۰.۰۰٦	۰.۰۰٦	۰.۰۰۷	۰.۰۰۷	۰
Co (mg/l)	۰.۲۱۳	۰.۲۱۱	۰.۱۹	۰.۲۱۷	۰.۱۸۷
Cr (mg/l)	۰.۹٤۱	۰.۹۳٤	۰.۷۹	۰.۸۸٥	۰.٦٦۹
Cu (mg/l)	۱.۲۱۹	۱.٦۸۸	۰.٦٦۸	۰.٤٦۸	۰.۲۳۹
Fe (mg/l)	۳۲۱.۸٦۹	۳۳۸.٤۹۸	۳۳۰.۲٦۷	۳۲۸.۱۲۳	۳۳٥.۲۸۲
Hg (mg/l)	۰.۲٦۳	۰.۲۳۷	۰.۲۳۷	۰.۲۳۹	۰.۰۲۹
Li (mg/l)	۰.۲۲٥	۰.۲٤۷	۰.۲۳۷	۰.۲۱٥	۰.۱۱۱
Mo (mg/l)	۰.۰٤۲	۰.۰٤۲	۰.۰۳۷	۰.۰۳٥	۰.۰۰۱
Ni (mg/l)	۰.٤۰٤	۰.٤۰۱	۰.۳٥۲	۰.٤۱	۰.۳۰۱
P (mg/l)	٦.۰۱٦	٥.۹۰۸	۳.۹٦٦	۳.٦۱٥	٥.٥٥٦
Pb (mg/l)	۰.۰۷۷	۰.۰۷۸	۰.۰۸۹	۰.۰۹۹	۰.۰۷
Sb (mg/l)	۰.۰۲۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	−۰.۰۱	−۰.۰۱٤
Sn (mg/l)	۰.۱٤۳	۰.۱٤۲	۰.۱۱۳	۰.۰۲	۰.۰۰٥
Sr (mg/l)	۱.۱۲۱	۱.۳۳٤	۰.۸۳	۰.٦۳٥	۰.٦۰٤
Tl (mg/l)	۰.۰۷٤	۰.۰۷۳	۰.۰٦٥	۰.۰۷۳	۰.۰۰۲
Zn (mg/l)	۱.٤۱۳	۱.۳۹۷	۰.٦۲٦	۰.٦٥۹	۰.٥۰۷

جدول (۳): استانداردهای جهانی رسوب

	USEPA [1],۱۹۹۹ (mg/l), 1979		استاندارد محیط زیست کانادا CCME, (۱۹۹۹[2]) (mg/l)		کیفیت رسوب آمریکا NOAA[3] (mg/l) (۱۹۹۵)		میانگین غلظت جهانی GLOBAL (mg/l)	Cox (mg/l) 1995	
	HAL[4]	LAL[5]	ISQGs[6]	PEL[7]	ERL[8]	ERM[9]		عادی	آلوده
Al (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
As (mg/l)	ع	ع	۷.۲۴	۴۱.۶	۸.۲	۷۰	ع	۱-۱۰	۲۰۰
Ca (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Cd (mg/l)	۹.۶	۰.۰۰۴	۰.۷	۴.۲	۲.۱	۶.۹	۴	۰.۳۵	۱۰۰۰
Co (mg/l)	۸	۸	ع	ع	۵۰	۵۰	۱۳	۸	ع
Cr (mg/l)	۱۰	۱۰	۱۸.۷	۱۰۸	۸۱	۳۷۰	۷۱	ع	ع
Cu (mg/l)	۲۷۰	۲	۱۸.۷	۱۰۸	۳۴	۲۷۰	۳۲	۳۰	ع
Fe (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Hg (mg/l)	ع	ع	۰.۱۳	۰.۷	۰.۱۵	۰.۱۷	ع	۰.۰۱-۰.۵ (ج ز ز)	۰.۵-۵۰ (ج ز ز)
Li (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Mo (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Ni (mg/l)	۵۰	۳	۱۵.۹	۴۲.۸	۲۰.۹	۵۱.۶	ع	۵۰	ع
P (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Pb (mg/l)	۲۱۸	۲	۳۰.۲	۱۱۲	۴۷	۲۲۰	۱۶	۲-۲۰۰ (ج ز ز)	۱-۳۰
Sb (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Sn (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Sr (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Tl (mg/l)	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
Zn (mg/l)	ع	ع	۱۲۴	۲۷۱	۱۵۰	۴۱۰	۱۲۷	۳۰-۱۰۰۰	ع

طبق آنالیزهای به دست آمده غلظت کادمیم، کبالت، جیوه، منگنز، نیکل و روی در رودخانهٔ زرجوب (جدول ۳) از استاندارد جهانی و ایران بیشتر است. آب منبع اصلی ورود بسیاری از فلزات سنگین به گیاه می باشد. انسان و حیوانات که مصرف کنندهٔ گیاهان هستند، از طریق خوردن گیاه این فلزات وارد بدن آنها شده و در کوتاه مدت و گاهی درازمدت باعث ایجاد بیماریها در انسان و حیوانات می شود.

در نتیجه، بررسی عوامل ایجادکنندهٔ افزایش غیرعادی این فلزات در آب رودخانهٔ زرجوب، می تواند کمک در یافتن راهکارهایی برای کنترل افزایش این آلاینده ها در آن باشد (خزایی کوهپر، ۱۳۹۰).در جدول (۳) استانداردهای جهانی رسوب نشان داده شده است.

در جدول (٤) داده های شیمیایی آبها بر طبق استاندارد WHO و استاندارد ایران نشان داده شده است.

جدول (٤): داده های شیمیایی آبها بر طبق استاندارد WHO[1] و استاندارد ایران

	WHO (ppb)	استاندارد آبهای سطحی و زیر زمینی ایران (ppb)	استاندارد آب شرب ایران (ppb)	Cox 1995	
				عادی (ppb)	آلوده (ppb)
Ag (ppb)	–	–	10	–	–
As (ppb)	10	–	–	1-10	10-1000
Cd (ppb)	5	10	3	1<ppb	1-10
Co (ppb)	–	50	–	0.2	–
Cr (ppb)	100	100	50	–	–
Cu (ppb)	–	200	–	1-10(ppm)	–
Fe (ppb)	–	5000	–	–	–
Hg (ppb)	1	-	1	0.02-0.1	–
Mn (ppb)	–	10	–	–	–
Ni (ppb)	–	200	–	1	–
Pb (ppb)	10	–	10	20-100	–
Se (ppb)	–	20	10	0.02-1	–
Sn (ppb)	–	–	–	–	–
Zn (ppb)	2	200	300	10	–
PH (mg/l)	–	6.5-8.5	6.5-8.5	–	–
COD(mg/l)	–	–	70	–	–
BOD(mg/l)	–	–	3	–	–

کادمیم ($_{48}$Cd)

غلظت کادمیم در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) بسیار بیشتر از ایستگاه های دیگر است. این منطقه ورودی فاضلاب کارخانه های شهر صنعتی رشت می باشد که هیچکدام دارای دستگاه تصفیهٔ فاضلاب نمی باشند و کل فاضلاب تولید شده در کارخانه ها مستقیم وارد رودخانهٔ زرجوب می شود.

کبالت ($_{27}$Co)

غلظت کبالت در ایستگاه شمارهٔ ۳ (زیر پل عراق) و ایستگاه شمارهٔ ۵ (زیر پل گسار به طرف پیربازار) بیشتر از ایستگاه های دیگر است. در ایستگاه شمارهٔ ۳ فاضلاب بیمارستان موجود د منطقه و همچنین فاضلاب خانه های محل، مستقیم وارد رودخانهٔ زرجوب می شود. همچنین ایستگاه شمارهٔ ۵ به دلیل افزایش کبالت در آن قسمت می تواند ورود تمام فاضلابهای خانه ها و بیمارستان ها و کارگاه ها باشد.

جیوه ($_{80}$Hg)

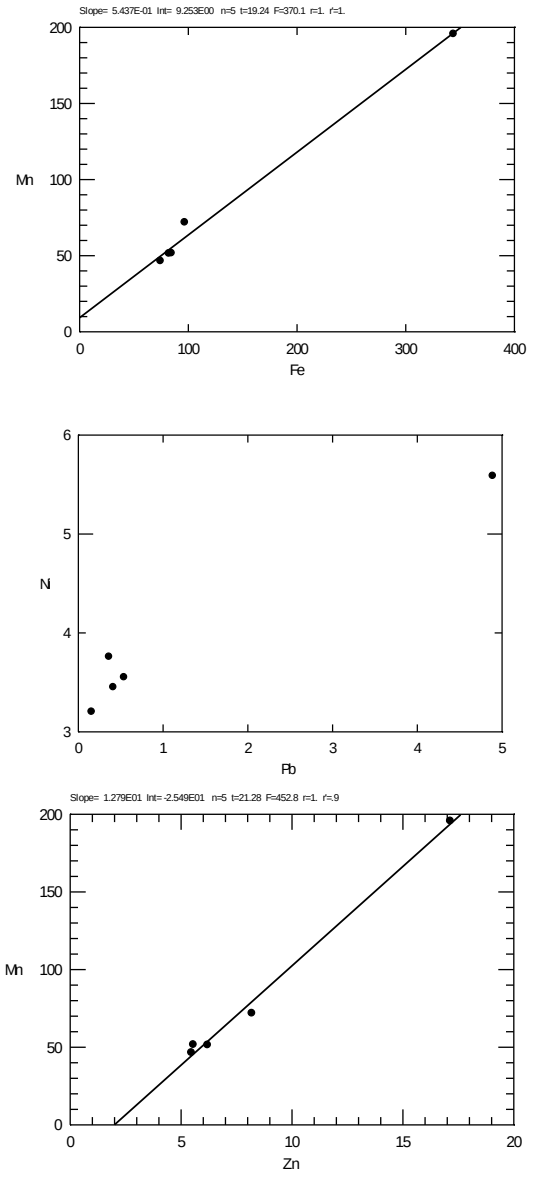
غلظت جیوه در تمام ایستگاه ها از استانداردهای جهانی و ایران بیشتر است. بیشترین غلظت جیوه در ایستگاه شمارهٔ ۵ وجود دارد. جیوه و ترکیبات آن یکی از مهمترین منابع آلودگی است و کاربردهای زیادی در صنعت و کشاورزی و صنایع شیمیایی دارد (روح الهی، شیرخانلو، ۱۳۸۸).

به علت محدود بودن منابع طبیعی جیوه، عمدتاً ورود جیوه به محیط زیست از راه های متعددی صورت می گیرد که مربوط به استفادهٔ بشر از این عنصر است. از آن جمله به دورریزی مواد شیمیایی مصرف شده در آزمایشگاه ها، باتری ها، دماسنج ها، قارچ کش ها، ملغمهٔ به کار رفته در پر کردن دندان ها یا محصولات دارویی نام برد.

منگنز ($_{25}$Mn)

غلظت منگنز در تمام ایستگاه ها از استاندارد ایران خیلی بیشتر است. بیشترین غلظت منگنز در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) ورودی فاضلاب کارخانه های شهر صنعتی رشت می باشد. منگنز به مقدار زیاد به عنوان یکی از اجزاء سازندهٔ فولاد به کار برده می شود (Cox, 2003). وجود کارخانهٔ فولادسازی در شهر صنعتی می تواند دلیل افزایش زیاد این فلز در آب رودخانهٔ زرجوب باشد.

در شکل (۵) دیاگرام، همبستگی منگنز با عناصر سرب، روی و آهن به خوبی مشخص است. همان طور که ملاحظه می شود یک همبستگی خطی مثبت جالب توجه بین عناصر موردنظر با منگنز مشاهده می شود.



شکل ۵- دیاگرام های همبستگی منگنز با آهن، سرب و روی

نیکل ($_{28}$Ni)

غلظت نیکل در تمام ایستگاه ها نسبت به استاندارد Cox بیشتر است. ولی در ایستگاه ۱ (بهدان) بیشتر از ایستگاه های دیگر است، که ورودی فاضلاب کارخانه های

شهر صنعتی می باشد و علتش می تواند تولید باتری های نیکل- کادمیم و یا دورریزی ترکیبات نیکل و آلیاژهای آن باشد.

روی ($_{28}$Zn)

غلظت روی در تمام ایستگاه ها از استاندارد WHO (۱۹۹۲) بیشتر است. ولی در ایستگاه شمارهٔ ۱ و ایستگاه شمارهٔ ۳ این مقدار از ایستگاه های دیگر بیشتر است. دلیل افزایش روی در ایستگاه شمارهٔ ۱ می تواند به علت کاربرد این عنصر در کارخانه های رنگ سازی و لاستیک سازی و لوله سازی باشد. همچنین در ایستگاه شمارهٔ ۳ که ورودی فاضلاب بیمارستانی و خانگی است مقدار غلظت این فلز زیاد است.

در بررسی که شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان توسط خالدیان (۱۳۹۳) انجام داد غلظت عنصر روی در ۳۰ ایستگاه نمونه برداری شده دارای غلظت حداقل ppb ۱/۳ و حداکثر ppb ٦/۸ بود. روند تغییرات نشان دهندهٔ افزایش این فلز در نزدیکی شهر صنعتی و نیز مناطق مسکونی است. در این پژوهش غلظت روی در آب رودخانهٔ زرجوب از نظر حداقل و حداکثر بیشتر می باشد.

همچنین در مطالعهٔ خالدیان (۱۳۹۳) حداقل غلظت کادمیم در آب رودخانهٔ زرجوب ppb ۰ و حداکثر آن ppb ۰/۳ بود. در پژوهش بینای مطلق (۱۳۹۳) غلظت کادمیم ppb ۲/۵ و طبق مطالعهٔ شیرین فکر ذوالپیرانی (۱۳۹۳) غلظت کادمیم ppb ۸/۵ می باشد. در این پژوهش مقدار حداقل کادمیم ppb ۰/۲٦۹ و حداکثر ppb ۱۳/۸٦۳ در ایستگاه شمارهٔ ۱ می باشد که تأثیر فاضلاب آلودهٔ کارخانه های شهر صنعتی بر روی آب رودخانهٔ زرجوب می باشد.

حداکثر مجاز غلظت کادمیم برای حیات آبزیان ppb ۰/۰٦، آبیاری ppb ۵ و آبهای سطحی ppb ۱۰ می باشد.

نتیجه می گیریم که آب رودخانهٔ زرجوب در ایستگاه های موردنظر برای حیات آبزیان به هیچ وجه مناسب نیست. چون مقدار غلظت کادمیم در تمام ایستگاه ها از حد مجاز برای حیات آبزیان بیشتر است و در ایستگاه شمارهٔ ۱ حتی برای آبیاری هم مناسب نیست.

شمارهٔ نمونه	واحد	PH
۱	mg/l	۷/۷۱
۲	mg/l	۷/۷۷
۳	mg/l	۷/٤۲
٤	mg/l	۷/۵۷
۵	mg/l	۷/٤۵

PH:

مقادیر PH نمونه های آب بین ۷/٤۲ تا ۷/۷۷ متغیر است .نمونه های آب PH بالای ۷ دارند که نشان دهندهٔ ماهیت خنثی تا کمی قلیایی این نمونه ها است. (جدول ۵)

جدول (۵): روند تغییرات PH نمونه های آب رودخانهٔ زرجوب- آذر ۱۳۹٤

شمارهٔ نمونه	واحد	BOD
۱	mg/l	۲/۲
۲	mg/l	٦/۷
۳	mg/l	۱٤
٤	mg/l	۲۳
۵	mg/l	۳۷

BOD:

مقادیر BOD نمونه های آب در جدول نشان داده شده است نتایج آزمایش داده ها با آب شرب ایران موردمقایسه قرار گرفت. (جدول٦)

جدول (٦): نتایج مقادیر BOD نمونه های آب رودخانهٔ زرجوب- آذر ۱۳۹٤

مقدار BOD در استاندارد آب شرب ایران ppb ۳ می باشد که در تمام ایستگاه ها جز ایستگاه شمارهٔ ۱ مقدار از استاندارد بیشتر است و بالا بودن این شاخص نشان دهندهٔ سهولت تعفن پذیری نمونهٔ آبها می باشد. هر چه غلظت BOD زیاد باشد، اکسیژن کمتری در آب وجود دارد و نشان دهندهٔ مصرف اکسیژن در آب توسط باکتری ها می باشد. هر چه وارد شهر می شویم تأثیر فاضلاب های خانگی در آب رودخانه باعث افزایش BOD آن می شود.

COD:

مقادیر COD نمونه های آب در جدول نشان داده شده است. نتایج آزمایش داده ها با استاندارد آب شرب ایران مورد مقایسه قرار گرفت. (جدول ۷)

جدول (۷): نتایج آنالیز مقادیر COD نمونه های آب رودخانهٔ زرجوب- آذر ۱۳۹٤

شمارهٔ نمونه	واحد	BOD
۱	mg/l	٦/۰
۲	mg/l	۱٤
۳	mg/l	٤٦
٤	mg/l	٦٦
۵	mg/l	۸۸

مقدار COD در استاندارد آب شرب ایران ppb ۳ می باشد که در تمام ایستگاه ها مقدار از استاندارد بیشتر است. رودخانه در مسیر خود در داخل شهر با ورود فاضلاب های خانگی و بیمارستانی و کارگاه های داخل شهر به شدت آلوده می شود. هر چه به پایان مسیر رودخانه در شهر یعنی ایستگاه شمارهٔ ۵ (زیر پل گلسار به طرف پیربازار) می رسیم این آلودگی شدت بیشتر پیدا می کند. با توجه به اینکه در ایستگاه شمارهٔ ۵ منطقهٔ کشاورزی شروع می شود و کشاورزان از آب برای آبیاری باغات و همچنین برای شستن محصولات استفاده می کنند انتقال میکروب به گیاه بسیار بالا می باشد و در نتیجه گیاهان باعث انتقال میکروب های زیادی به انسانها می شوند.

فلزات سنگین مانند روی، نیکل و کادمیم اثرات زیان آوری بر متابولیسم انسانها دارند. تجمع فلزات سنگین باعث آسیب به سیستم اعصاب مرکزی، ریه و کلیه ها و کبد و غدد درون ریز و استخوان ها می شود. آلودگی رودخانهٔ زرجوب باعث نگرانی شدیدی در جامعه شده است. با آزمایش های دقیق و منظم از ایستگاه های مختلف باید هرچه سریع تر از آلودگی رودخانه کاسته و از آلودگی بیشتر آن جلوگیری کنیم (Darshan et al., 2014).

نتیجه گیری

به منظور مطالعات ژئوشیمیایی تاثیرات زیست محیطی عوامل انسانی و صنعتی بر روی آب و رسوب رودخانه تعداد ۵ نمونه رسوب و ۵ نمونه آب از ایستگاه های بهدان در شهر صنعتی رشت، پل امام علی (میدان گیل)، پل عراق، پل زرجوب و پل گلسار به پیربازار برداشت گردید. مطالعات بر روی ژئوشیمیایی رسوب نشان داد که هیچ گونه انحراف معیار از میانگین استاندارد زیست محیطی جهانی وجود ندارد.

اما داده های ژئوشیمیایی بر روی آب نشان می دهد که غلظت کادمیم، کبالت، جیوه، منگنز، نیکل و روی در مقایسه با غلظت استانداردها بیشتر است.

غلظت کادمیم در منطقهٔ بهدان (شهر صنعتی رشت) بسیار بیشتر از استاندارد آبهای سطحی ایران و استاندارد (جهانی) است که علت آن ورود فاضلاب کارخانه های شیمیایی شهر صنعتی رشت به رودخانه می باشد که دارای دستگاه تصفیه خانه نیستند.

غلظت کبالت نسبت به استاندارد (جهانی) در تمام ایستگاه ها بیشتر است، ولی در ایستگاه شمارهٔ ۳ (زیر پل عراق) و ایستگاه شمارهٔ ۵ (زیر پل گلسار به طرف پیربازار) نسبت به ایستگاه های دیگر بیشتر است. در ایستگاه شمارهٔ ۳ فاضلاب خانگی مستقیم وارد آب رودخانه می شود و همچنین بیمارستانی که در این منطقه وجود دارد با وارد کردن فاضلاب بیمارستان و مواد شیمیایی آزمایشگاه و اتاق عمل و رادیولوژی به این آلودگی اضافه می کند. ایستگاه شمارهٔ ۵ آخرین قسمت رودخانهٔ زرجوب در خروجی شهر رشت می باشد که میزان غلظت کبالت در این منطقه به بالاترین حد می رسد.

غلظت جیوه در تمام ایستگاه ها به استاندارد WHO و استاندارد آب ایران و استاندارد (جهانی) بیشتر است. بیشترین غلظت جیوه در ایستگاه شمارهٔ ۵ است که می تواند به علت دورریزی مواد شیمیایی مصرف شده در آزمایشگاه ها، بیمارستانها و کارگاههای طول مسیر رودخانه باشد.

غلظت منگنز در تمام ایستگاه ها نسبت به استاندارد آبهای سطحی ایران خیلی بیشتر است. بیشترین غلظت منگنز در ایستگاه بهدان است. وجود کارخانهٔ فولادسازی در شهر صنعتی که از اجزاء سازندهٔ آن منگنز است می تواند دلیل افزایش زیاد این فلز در آب رودخانهٔ زرجوب باشد.

غلظت نیکل در تمام ایستگاه ها نسبت به استاندارد (Cox, 1995) بیشتر است و غلظت آن در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) که ورودی فاضلاب کارخانه های شهر صنعتی است از مناطق دیگر بیشتر است. دلیل آن تولید باتری های نیکل- کادمیم و یا دورریزی ترکیبات نیکل و آلیاژهای آن است.

غلظت روی در تمام ایستگاه ها از استاندارد WHO بیشتر است ولی غلظت آن در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) و ایستگاه شمارهٔ ۳ (پل عراق) بیشتر از ایستگاه های دیگر است. در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) افزایش غلظت روی در رودخانه به علت کاربرد این عنصر در کارخانه های رنگ سازی و لاستیک سازی و لوله سازی شهر صنعتی است. در ایستگاه شمارهٔ ۳ (پل عراق) ورود مقدار زیادی از فاضلاب های خانگی و بیمارستانی باعث افزایش روی در آب رودخانه شده است.

مقدار BOD نمونه های آب در مقایسه با استاندارد آب شرب ایران، جز در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان) در تمام ایستگاه ها بیشتر از استاندارد است. چون ورود فاضلابها به رودخانه ها باعث مصرف اکسیژن در آن شده است.

مقدار COD نمونه های آب در مقایسه با استاندارد آب شرب ایران، در تمام ایستگاه ها بیشتر از استاندارد است و بالاترین حد آلودگی در ایستگاه شمارهٔ ۵ (پل گلسار به پیربازار) است، که علت آن ورود حجم بالای فاضلابهای خانگی شهر به آن منطقه است.

PH آب رودخانه از ۷/۴۲ تا ۷/۷۷ متغیر است.

مطالعات داده های ژئوشیمیایی فعلی با میانگین سالهای گذشته نشان دهندهٔ افزایش غلظت روی در نزدیکی شهر صنعتی و مناطق مسکونی است. بر اساس این پژوهش، غلظت روی در آب رودخانهٔ زرجوب از نظر حداقل و حداکثر بیشتر از میانگین سالهای گذشته است. غلظت کادمیم در ایستگاه شمارهٔ ۱ (بهدان، شهر صنعتی) از میانگین سالهای گذشته بیشتر است. علت افزایش کادمیم تحت تاثیر فاضلاب آلودهٔ کارخانه های شهر صنعتی می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده و مقایسه با یافته های محققین سالهای گذشته به این نتیجه می رسیم که رودخانه خودپالائی خود را کاملاً از دست داده است و تاثیرات ژئوشیمی زیست محیطی انسانی و صنعتی بر روی آب رودخانهٔ زرجوب باعث بوجود آمدن مشکلات زیادی شده است که پایش و مراقبت دائمی مستلزم نجات این اکوسیستم آبی است (Noorhosseini et al., 2014).

منابع

- ایستگاه تحقیقاتی محیط زیست بندرانزلی، (۱۳٦۸).
- خالدیان، م.، معتمد، م.، رضایی، م.، قره شیخ بیات، م.، ملک نیا، ب.، (۱۳۹۳)، "تاثیر غلظت عناصر سنگین منابع مختلف آب آبیاری بر آلودگی خاک شالیزاری"، مجلهٔ پژوهش های حفاظت آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد بیست و یکم، شمارهٔ چهاردهم، ص ۲۷۵- ۲۸۵.
- قدرتی، ع.، صبح زاهدی، ش.، داداشی، م.، (۱۳۸٦)، "بررسی آلودگی صنایع در رودخانهٔ زرجوب شهرستان رشت، استان گیلان"، نشریهٔ دانشکدهٔ منابع طبیعی، جلد ۱، ص ۲۱۳- ۲۲٤.
- رفیعی، ن.، (۱۳۸٤)، "بررسی زیست محیطی رودخانهٔ زرجوب"، ادارهٔ کل حفاظت محیط زیست گیلان.
- درویش زاده، ع.، (۱۳۸۰)، "زمین شناسی ایران"، موسسهٔ انتشارات امیرکبیر.
- خبازنیا، آ.، (۱۳۸۲)، "نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ رشت"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- خزایی کوهپر، س.، (۱۳۹۰)، "بررسی آلودگی فلزات سنگین زرجوب رشت و تاثیر آن برخی از خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه ذرت".
- روح الهی، ا.، شیرخانلو، ح.، (۱۳۸۸)، "اثرات سمی جیوه، وانادیم و کادمیم بر محیط زیست"، دومین سمپوزیم بین المللی مهندسی محیط زیست.
- Cox, P.A., (2003), "Elements on Earth", Shiraz university puplishing, 414 p.
- Darshan M.Sunita, S., Jayita, T., Raj, K., Amarject, K., Shashi, N., (2014), "Heavy Metal Pollution of the Yamuna River", International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 10: 856- 863.

- Noorhosseini, S., Ashoori, D., Alishiri, R., (2014), "The viewpoint of river's marginal citizens about the environment", International Journal of Current life Science, 12: 13068- 13070.

Environmental Geochemistry of Zarjoob River in Rasht City (Guilan Province)

Zahra Bahari Chahardeh[1]
Shahrooz Haghnazar[2]
1. Master Graduated of Environmental Geology, Islamic Azad University, Lahijan Branch
2. Assistant Professor of Geology Group, Science Faculty

Abstract

Zarjoob River is located in north of Iran, Guilan province, Rasht city limits. During the study, the water and sediments of Zarjoob River were sampled in 5 places. According to geochemical studies on sediment and water of Zarjoob River it was found that there is no environmental contamination in river's sediment but the analysis of river's water shows that the existence of elements of Cadmium, Cobalt, Mercury, Manganese, Nickel and Zinc in all samples of water specially in Rasht industrial city region and Golsar Bridge to Pirbazar are more than WHO standard and water standard of Iran.

These elements' concentration changes process is affected by the arrival of urban- domestic and industrial wastewater. The concentration of these elements along the river (before, inside, and after Rasht city) has irregular changes. The amount of BOD of river's water in all stations except in one of them is more than the standard in Iran and it is due to the arrival of industrial, domestic and hospital wastewater along the river.

The amount of COD in all stations is more than the water standard of Iran which is approximately 30 times more than the standards in Golsar region to Pirbazar and this indicates very severe water contamination in river. Heavy metals existed in international water enter the body of fish and other aquatic animals and they are accumulated in their body. Also the accumulation of heavy metals in plants' tissue finally enters food chain which could be the reason of developing gastrointestinal cancer and endocrine diseases in Guilan province.

Keywords: Zarjoob River, contamination, geochemically, environmental