

## بررسی سرب، روی و نیکل رودخانه های حوزه آب ریز تالاب انزلی (مورد مطالعاتی رودخانه گوهررود)

آریامن قویدل<sup>\*۱</sup>

[aryamenghavidel@yahoo.com](mailto:aryamenghavidel@yahoo.com)

فرامرز معطر<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۴

### چکیده

فلزات سنگین از عوامل مهم آلودگی منابع آبی به شمار می رود. ورود فلزات به آب های طبیعی معمولاً از محل های تخلیه فاضلاب های شهری، کشاورزی و صنعتی صورت می گیرد. با توجه به اهمیت خطرات احتمالی بهداشتی فلزات سنگین و همچنین اهمیت اکوسیستم های آبی به ویژه رودخانه ها ، این تحقیق با هدف سنجش و اندازه گیری مقدار فلزات سرب، روی و نیکل در رودخانه گوهررود شهرستان رشت انجام گرفته است. برای اندازه گیری و سنجش مقدار این عناصر از پنج ایستگاه در نقاط مختلف رودخانه گوهررود در طی ۹ مرحله نمونه برداری انجام گرفت. نمونه ها بعد از انجام مراحل آزمایشگاهی و آماده سازی برای تعیین مقدار عناصر فلزی توسط دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه سازمان حفاظت محیط زیست کشور مورد سنجش قرار گرفت. یافته ها بیانگر آن است که مقدار میانگین عناصر سرب ، روی و نیکل برای کل رودخانه به ترتیب عبارت است از:  $38 \pm 30$  ،  $119 \pm 156$  و  $31 \pm 15$  میکرو گرم بر لیتر و حداکثر مقدار این عناصر عبارت است از: سرب ۱۶۸ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه ۳ ، روی ۵۱۳ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه ۴ و نیکل ۶۰ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه شماره ۴. آزمون آنالیز واریانس نشان می دهد که بین میانگین مقادیر بدست آمده سرب در ایستگاه ها اختلاف معنی دار وجود ندارد ( $F= 1.307$  ,  $Siglevel= 0.284$ ) ولی بین میانگین مقادیر به دست آمده عناصر روی ، نیکل در ایستگاه ها اختلاف معنی دار وجود دارد ( $F= 8.781$  ,  $Siglevel= 0.0000$ ) ; ( $F= 6.930$  ,  $Siglevel= 0.0000$ ). این تحقیق نشان می دهد که در مقایسه بین ایستگاه ها، عناصر اندازه گیری شده در ایستگاه های داخل شهر دارای مقادیر بیشتری بوده است. با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست در مورد مقدار مجاز عناصر فلزی برای زندگی آب زیان در آب های سطحی، مقادیر میانگین و حداکثر اندازه گیری شده بالاتر از استانداردهای یاد شده است. از آن جا که این رودخانه یکی از مجاری تغذیه کننده تالاب انزلی می باشد، امکان بروز خطر بهداشتی بزرگ نمایی زیستی عناصر سنگین در بدن ماهیان و در نهایت انسان وجود دارد.

**واژه های کلیدی:** فلزات سنگین، آلودگی آب، تالاب انزلی، رودخانه گوهررود.

۱- عضو هیات علمی پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی\* (مسئول مکاتبات).

۲- دکتری شیمی هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران.

## مقدمه

فلزات سنگین در نتیجه عمل هوازدگی سنگ ها و خاک ها، فعالیت های آتش فشانی و انسانی به اکوسیستم های آبی راه می یابند (۱). خاصیت سمی تعدادی از ترکیبات معدنی خصوصا عناصر سنگین فلزی سال ها شناخته شده است. سمی ترین این مواد در محیط زیست شامل مواد حاوی سرب، جیوه، کادمیوم و نیکل می باشد. این فلزات در بدن موجودات زنده جمع شده و به مدت زمان طولانی باقی مانده و به عنوان مجموع سم عمل می نمایند (۲). فلزات سمی در مقادیر کم برای انسان ها و دیگر موجودات مضر هستند. فلزاتی که در سیستم بدنی انسان ها تجمع پیدا می کند (مانند سرب و آرسنیک) مشخصا خطرناک می باشد. این فلزات به وسیله زنجیره غذایی تغلیظ شده و از این طریق خطر مهمی برای ارگانیسم های موجود در سطح بالای زنجیره غذایی به شمار می رود. به طور کلی فلزات سمی در اکثر آب های طبیعی کم است. اگر چه منابع طبیعی برای کلیه فلزات سمی موجود است، ولی غلظت زیاد در آب معمولا به عملیات استخراج صنعتی، معدنی و کشاورزی مربوط می شود (۳).

## عناصر سنگین مورد بررسی

سرب از نظر ترتیب سی و ششمین عنصر فراوان در پوسته زمین با مقدار ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم است (۴). تولید کلی سرب در جهان حدود ۴۳ میلیون تن در سال است. تقریبا ده در صد سرب تولید شده در جهان به شکل افزودنی های بنزین نظیر تترا اتیل سرب می باشد و تا حدی در اتمسفر رها می شود (۵). انتشار سرب در جو از طریق منابع طبیعی ۱۹ هزار تن و از طریق منابع انسانی ۴۴۹ هزار تن در سال است (۵). میزان سرب در آب دریاچه ها و رودخانه های دنیا به طور طبیعی در گستره ۱۰-۱ میکرو گرم در لیتر تعیین شده است. میزان سربی که به طور معمول در خاک وجود دارد بین ۲۰-۸ میلی گرم در کیلوگرم در خاک های بکر و بیش از ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم در خاک مناطق مزروعی می باشد (۶). سرب یکی از عمده فلزاتی است که بیشترین آسیب ها را بر سلامتی

انسان دارد. علایم مسمومیت با سرب در افراد بالغ در مقادیر بیش از ۸۰ میکرو گرم در ۱۰۰ گرم خون بارز می شود (۶). روی یک عنصر فراوان در پوسته زمین با مقدار تقریبی ۰/۰۴ گرم به کیلوگرم می باشد. روی در طبیعت بیشتر به صورت سولفید روی یافت می شود. کربنات ها، اکسیدها و سولفیدهای روی بسیار کم محلول هستند، از این رو روی در آب های طبیعی چندان زیاد نیست. همچنین جذب روی توسط ته نشست ها نیز مقدار روی محلول در محلول های آبی را کاهش می دهد (۶). انتشار روی در جو از طریق منابع طبیعی ۴ هزار تن و از طریق منابع انسانی ۳/۴ هزار تن در سال است (۵). به طور طبیعی خاک ها محتوی ۳۰۰-۱ میلی گرم روی در کیلوگرم می باشد. روی عنصری ضروری برای انجام فعل و انفعالات بیولوژیکی در انسان و حیوان می باشد و در عملکرد بسیاری از سیستم های آنزیمی نقش تعیین کننده دارد. در بسیاری از موارد روی غیر سمی تلقی می شود و لیکن سمیت مزمن در خصوص روی وجود دارد و به علایمی چون سردرد، حالت تهوع، از دست رفتن آب بدن، درد در ناحیه شکم و سرگیجه منجر می شود (۶).

نیکل از نظر ترتیب بیست و سومین عنصر فراوان در پوسته زمین به شمار می رود (۴). نیکل در استیل و سایر آلیاژها، آب کاری، باتری ها و نیز به عنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار می گیرد (۵). سوخت های فسیلی معمولا غنی از نیکل هستند و احتراق نفت و زغال منجر به وارد شدن مقدار زیادی از این فلز از هوا به دریا می گردد، اما بخش عمده نیکل وارد شده به دریا ناشی از رودخانه ها است. انتشار نیکل در جو از طریق منابع طبیعی ۲۶ هزار تن و از طریق منابع انسانی ۴۷ هزار تن در سال است (۵).

رودخانه گوهررود در حوزه آب ریز تالاب انزلی، یکی از رودخانه هایی است که در نهایت بار آلودگی آن به این تالاب وارد می گردد. رودخانه گوهررود پس از دریافت فاضلاب شهری، پساب صنعتی و هرز آب های سطحی در محل کماکل پیربازار به رودخانه زرجوب ملحق می گردد (۷). این رودخانه

به محیط زیست منطقه وارد می نمایند. قابل ذکر است واحدهای صنعتی مستقر در منطقه یا فاقد سیستم تصفیه پساب صنعتی بوده یا در صورت دارا بودن سیستم تصفیه پساب، سیستم موجود عمدتاً از کارایی لازم جهت کاهش بار آلودگی و رساندن آلاینده های موجود به حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست برخوردار نمی باشد).

### ۳- پساب کشاورزی

با توجه به وسعت اراضی کشاورزی زیر کشت در منطقه و استفاده از کودهای کشاورزی و همچنین سموم شیمیایی، قسمتی از کودهای مورد استفاده یا به درون زمین نفوذ نموده یا این که توسط پساب های کشاورزی حاصل از آبیاری توسط آب رودخانه، کانال ها و یا به وسیله بارندگی به رودخانه راه می یابد. بقایای این مواد دارای مقادیر اثبات شده فلزی بوده و بنابر این در افزایش عناصر فلزی در آبهای سطحی تاثیر گذار می باشد(۲).

### ۴- زباله های تخلیه شده به رودخانه

برخی از ساکنان حاشیه رودخانه، زباله های خود را در حاشیه یا داخل رودخانه تخلیه نموده و باعث افزایش آلودگی می شوند. تخلیه زباله به حاشیه رودخانه و انباشت آن باعث به وجود آمدن شیرابه زباله که حاوی مواد بسیار سمی بوده می گردد. مواد سمی موجود در شیرابه پس از ورود به رودخانه و منابع آبی اثرات مخرب، زیانبار و جبران ناپذیری به محیط آبی وارد می نماید.

### روش تحقیق

برای اندازه گیری و سنجش فلزات سنگین سرب، روی و نیکل در آب رودخانه گوهروود، از ۵ ایستگاه طی ۹ مرحله در بهار، تابستان و پاییز نمونه برداری انجام گرفت (هر ماه یک مرحله نمونه برداری انجام گرفت). محل نمونه برداری شامل ایستگاه های شماره ۲ و ۱ در بالادست رودخانه قبل از ورود رودخانه به شهر (محل ایستگاه ها قبل از تخلیه فاضلاب های شهری رشت، پساب های صنعتی واقع در ناحیه لاکان و رشت و همچنین پساب های کشاورزی حاصل از اراضی

بعد از اتصال به رودخانه زرجوب، تشکیل رودخانه پیربازار را داده و در نهایت به تالاب بین المللی انزلی می ریزد(۸). گوهروود در قسمت بالا دست رود لاکان نامیده می شود و در مسیر داخل شهر رشت به رود مدیریه معروف است(۹).

تخلیه بدون کنترل پساب ها و فاضلاب های مختلف به رودخانه، باعث آلودگی زیاد گوهروود گشته و زیان های جبران ناپذیری به آن وارد ساخته است. از بین رفتن آب زیان که سالیان نه چندان دور در این رودخانه زیست می کردند، نشان از آلودگی زیاد گوهروود است. صدمات وارد شده به این رودخانه تنها به رودخانه محدود نشده، بلکه آلاینده های موجود در رودخانه بعد از پیوستن گوهروود به رودخانه زرجوب و پذیرا شدن آلاینده های دیگر در مسیر رودخانه پیربازار، وارد تالاب انزلی شده و در سالیان اخیر یکی از عواملی بوده که صدمات زیادی به محیط زیست منطقه وارد نموده است.

این مطالعه با هدف سنجش مقدار سرب، روی و نیکل رودخانه گوهروود انجام گرفته است.

### منابع عمده آلاینده رودخانه گوهروود:

#### ۱- فاضلاب شهری

فاضلاب شهری حاصل از نیمه غربی رشت که عمدتاً شامل فاضلاب های خانگی و درمانی می باشد، به صورت گسترده به گوهروود تخلیه شده، همچنین فاضلاب بافت روستایی منطقه نیز به رودخانه وارد می گردد. در فاضلاب ها مقادیر متنابهی از موارد مورد استفاده در زندگی روزمره انسان، مانند هیدروکربورها، چربی و روغن و پاک کننده های مصنوعی موجود است. ترکیبات فاضلاب شهری شامل مقدار زیادی آب و مقدار اندکی مواد جامد می باشد. مواد جامد موجود در فاضلاب شهری شامل مقداری از عناصر سنگین مختلف می باشد(۱۰)

#### ۲- پساب صنعتی

در مسیر رودخانه چند واحد صنعتی مستقر بوده که با تخلیه پساب حاصل از فرآیند تولید به رودخانه باعث تشدید آلودگی رودخانه می شود. به ویژه این که برخی از این کارخانجات با تخلیه مواد شیمیایی، صدمات جبران ناپذیری را

مقدار میانگین سرب در کل رودخانه به میزان  $30 \pm 38$  میکرو گرم بر لیتر بوده و محدوده غلظت این عنصر بین ۱۶۸-۵ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه های شماره ۳ و ۲ بوده است.

مقدار میانگین روی در کل رودخانه به میزان  $119 \pm 156$  میکرو گرم بر لیتر و محدوده غلظت این عنصر بین ۵۱۳-۹ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه های شماره ۴ و ۲ بوده است. مقدار میانگین نیکل در کل رودخانه به میزان  $15 \pm 31$  میکرو گرم بر لیتر بوده و محدوده غلظت آن بین ۶۰-۱۱ میکرو گرم بر لیتر در ایستگاه های شماره ۴ و ۲ بوده است.

آزمون تحلیل واریانس نشان می دهد که بین متوسط مقادیر به دست آمده سرب در ۵ ایستگاه اختلاف معنی دار وجود ندارد ( $F=1.307$ ,  $Siglevel=0.284$ ) ولی بین متوسط مقادیر به دست آمده از ۵ ایستگاه برای روی و نیکل اختلاف معنی دار مشاهده شده است ( $F=6.930$ ,  $Siglevel=0.0000$ ); ( $F=8.781$ ,  $Siglevel=0.0000$ ) مقدار میانگین عناصر فلزی به تفکیک ایستگاه های نمونه برداری شده در جدول ۱ آورده شده است. نمودار های ۱ تا ۴ مقایسه بین میانگین سرب، روی و نیکل اندازه گیری شده در ۵ ایستگاه را نشان می دهد.

کشاورزی واقع در منطقه بوده است)، ایستگاه های شماره ۳ و ۴ داخل شهر و ایستگاه شماره ۵ پس از خروج رودخانه از شهر و در نزدیکی محل پیوستن رودخانه گوهررود به رودخانه زرچوب بوده است.

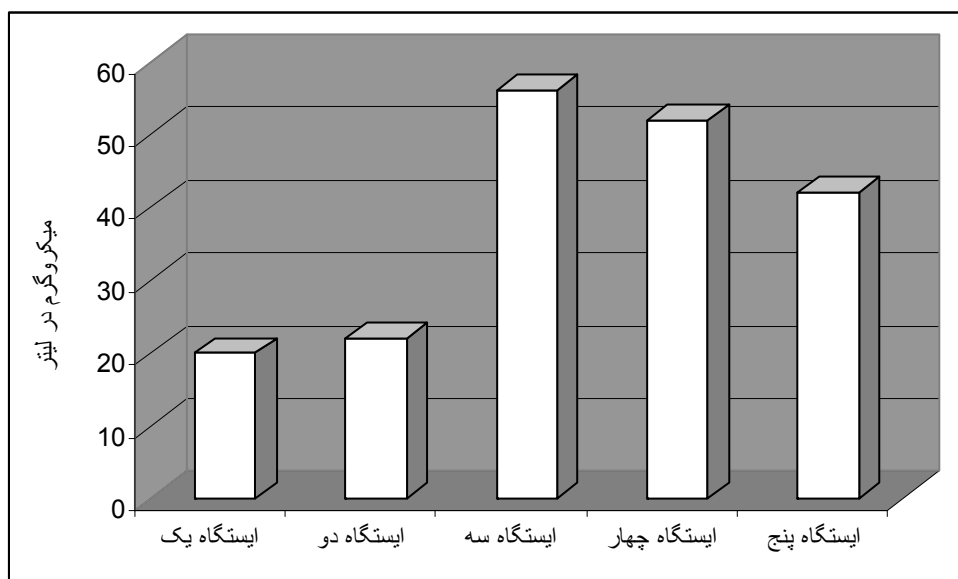
برای نمونه برداری از آب رودخانه گوهررود از ظرف های پلی اتیلنی استفاده شد. نمونه برداری در مسیر رودخانه و در محلی انجام گرفت که آب جریان داشته است. بعد از داخل نمودن ظرف های نمونه برداری در آب، نمونه ها از فاصله ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری سطح آب رودخانه برداشت گردید. بعد از انجام مراحل آماده سازی نمونه ها برای اندازه گیری عناصر (تثبیت فلزات سنگین با اضافه نمودن اسید نیتریک، به حجم رساندن نمونه ها و عبور از صافی)، که بر اساس روش پیشنهاد شده در کتاب استاندارد متد (۱۱) بوده، نمونه ها در آزمایشگاه سازمان حفاظت محیط زیست کشور به وسیله دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت. بعد از سنجش عناصر مورد نظر و به دست آوردن مقدار فلزات سنگین سرب، روی و نیکل در ایستگاه های ۵ گانه، از آزمون تحلیل واریانس به منظور مقایسه بین میانگین غلظت عناصر در ایستگاه ها استفاده شد.

#### یافته ها

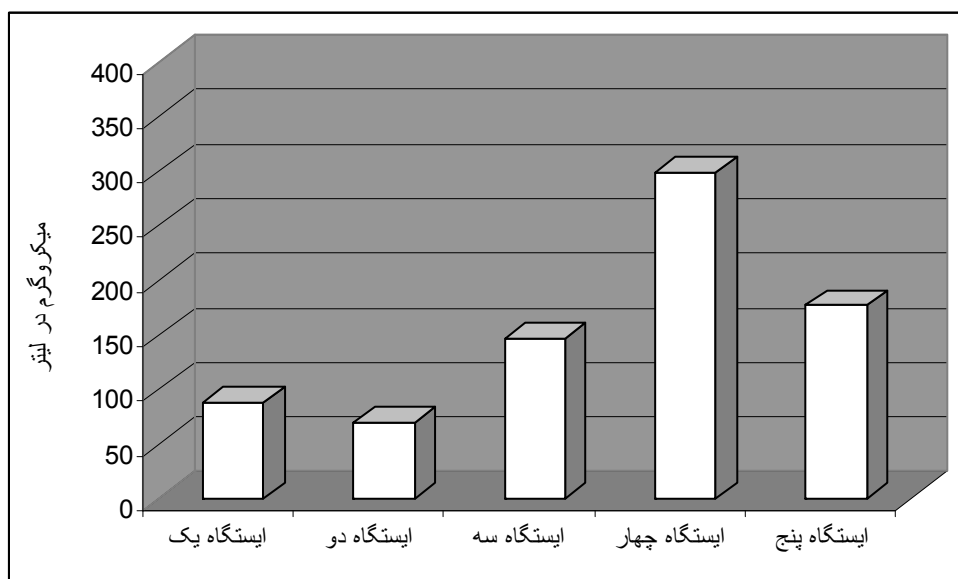
نتایج حاصل از آزمایش های به عمل آمده به شرح زیر می باشد (نتایج به صورت میانگین در کل رودخانه، حداکثر و حداقل مقدار هر عنصر با توجه به ۹ مرحله نمونه برداری از ۵ ایستگاه ذکر گردیده است) :

جدول ۱- مقدار میانگین عناصر فلزی در فصول مختلف در ایستگاه های مورد بررسی (برحسب میکروگرم بر لیتر)

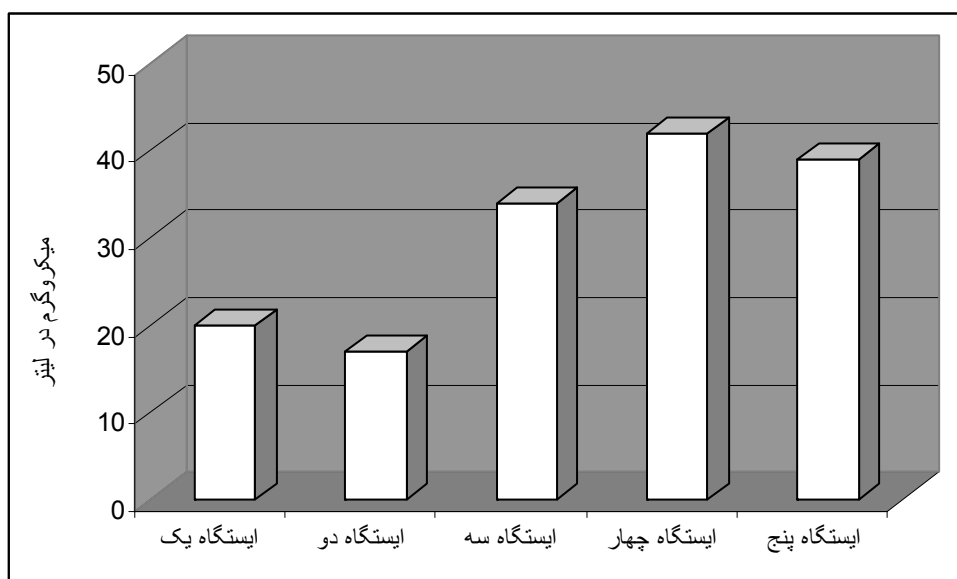
ایستگاه ۵ (پایین دست رودخانه)	ایستگاه ۴ (داخل شهر)	ایستگاه ۳ (داخل شهر)	ایستگاه ۲ (بالادست رودخانه)	ایستگاه ۱ (بالادست رودخانه)	ایستگاه عنصر
۴۲	۵۲	۵۶	۲۲	۲۰	سرب (Pb)
۱۷۷	۲۹۹	۱۴۷	۷۰	۸۹	روی (Zn)
۳۹	۴۲	۳۴	۱۷	۲۰	نیکل (Ni)



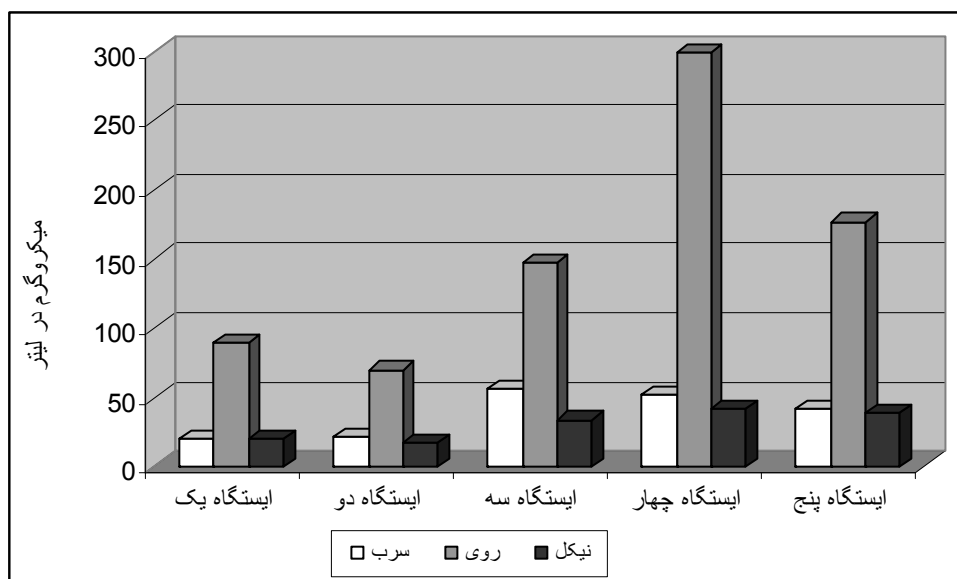
نمودار ۱- مقایسه بین مقدار میانگین سرب در ۵ ایستگاه



نمودار ۲- مقایسه بین مقدار میانگین روی در ۵ ایستگاه



نمودار ۳- مقایسه بین مقدار میانگین نیکل در ۵ ایستگاه



نمودار ۴- مقدار میانگین عناصر سرب، روی و نیکل در ایستگاههای ۵ گانه

### بحث و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان دهنده این است که غلظت عناصر سرب، روی و نیکل در ایستگاه های ۴،۳ و ۵ سطح بالاتری نسبت به دو ایستگاه شماره ۱ و ۲ داشته است. بالا بودن سطح فلز سرب در ایستگاه های شماره ۳،۴ و ۵ به ویژه در ایستگاه شماره ۳ را می توان به تخلیه فاضلاب ها و پساب های منابع آلاینده مانند ورود بدون کنترل فاضلاب های شهری بخش غربی شهر رشت که در حجم زیاد به رودخانه گوهررود

تخلیه شده، مرتبط دانست. بالا بودن غلظت عناصر روی و نیکل نیز در ایستگاه های داخل شهر و پایین دست رودخانه را می توان به دلیل ورود پساب های صنعتی و فاضلاب های شهری در مسیر رودخانه مرتبط دانست. متأسفانه بدلیل آلودگی بیش از حد رودخانه گوهررود این رودخانه که زمانی نه چندان دور محل زندگی آبزیان بویژه ماهی سفید بوده، هم اکنون هیچ گونه آب زی قادر به زندگی در این رودخانه نیست و رودخانه عاری از هر گونه

مشخص می شود که مقدار سرب، روی و نیکل در مقایسه با استاندارد کشور کانادا نیز حد بالاتری دارد.

عناصر فلزی مورد مطالعه و بررسی می تواند به همراه عناصر فلزی موجود در رودخانه زرجوب از طریق رودخانه پیربازار وارد تالاب بین المللی انزلی شده و محل زندگی آب زیان و موجودات منطقه را آلوده نماید و برای موجودات زیان آور باشد. وجود بیش از حد مجاز فلزات سنگین مورد بررسی در منابع آبی مورد مطالعه می تواند باعث مرگ و میر به خصوص در ماهی ها شده و با توجه به خاصیت بزرگ نمایی زیستی که در مورد عناصر سنگین وجود داشته، بالا بودن مقدار عناصر فلزی در آب می تواند باعث بروز خطر بهداشتی بزرگ نمایی زیستی در بدن آب زیان و حتی در نهایت انسان گردد.

موجود زنده ای می باشد. به دلیل این که رودخانه گوهررود بعد از پیوستن به رودخانه زرجوب رشت و تشکیل رودخانه پیربازار در نهایت وارد بخش شرقی تالاب بین المللی انزلی در جنوب دریا می شود، بررسی غلظت فلزات سنگین و مقایسه آن ها با مقدار مجاز این عناصر در آب های سطحی و محل زیست آب زیان نشان می دهد که مقدار میانگین عناصر سرب، روی و نیکل در مقایسه با استانداردهای ارایه شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست در مورد حداکثر مواد شیمیایی مجاز در آب های پذیرنده، سطح بالاتری دارد. به ویژه سطح عنصر روی مقدار بسیار بالاتری نسبت به سطح استاندارد برای محل زندگی آب زیان دارد. مطابق جدول ۲ در مقایسه میانگین مقادیر به دست آمده فلزات سنگین با استاندارد که کشور کانادا (۴) برای حفاظت از زیستگاه های آبی منتشر کرده،

جدول ۲- مقایسه میانگین عناصر فلزی با استاندارد کشور کانادا (برای حفاظت از زیستگاه های آبی) و حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست برای آب شیرین و آب دریا

نام ماده	میانگین در کل رودخانه (میلی گرم بر لیتر)	حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست		استاندارد کشور کانادا (میکرو گرم بر لیتر)
		آب شیرین	آب دریا	
سرب	$38 \pm 30$	۲۰	۳۰	۷
روی	$156 \pm 119$	۱۰	۳	۳۰
نیکل	$31 \pm 15$	۲۰	۲۰	۲۵

#### منابع

۱. خاتمی، ه. ۱۳۸۶. خودپالایی رودخانه. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست
۲. دبیری، م. ۱۳۷۵. آلودگی محیط زیست. نشر اتحاد
۳. ترکیان، ا. ۱۳۷۴. مهندسی محیط زیست، جلد اول. انتشارات کنکاش
4. Moore, James. W. 1991. Inorganic contaminants of surface water. springer-valag new york, Inc
۵. کلارک، آر.بی. ۱۳۸۰. آلودگی دریا. ترجمه ساداتی پور، م.ت. شریعتی فیض آبادی، ف. انتشارات معراج قلم
۶. اسدی، م.، فائزی رازی، د.، نبی زاده، ر.، وجدانی، م. مدیریت مواد زائد خطرناک. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست
۷. وزارت نیرو. شرکت مهندسی مشاور سفیدرود گیلان. گزارش مطالعات مقدماتی هیدرولوژیکی رودخانه های گوهررود و سیاهرود

۸. رضانی گورابی، ب. بررسی منابع آلوده کننده اکوسیستم رودخانه های شهر رشت . سازمان برنامه و بودجه استان گیلان
۹. گروه پژوهشگران ایران . ۱۳۷۴ . کتاب گیلان . جلد اول
۱۰. عباسپور، م. ۱۳۷۱. مهندسی محیط زیست. انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی
11. Greenberg, Arnold. E. 1992. Standard method for the examination of water and wastewater . American public Health Association