Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هشتم، شماره ۴، زمستان ۸۵

بررسی غلظت کادمیم ، روی ، مس ، آهن و نیکل در رودخانه خشک شیراز و برخی محصولات کشاورزی مجاور

فرشید کفیل زاده
(عهده دار مکاتبات)
محمد کارگر
الهام کدیور
گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

تاریخ دریافت: ۸٤/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش:۸۵/٤/۱۶

چکیده

رودخانه خشک که از داخل شهر شیراز عبور نموده و به دریاچه مهارلو منتهی می شود یک رودخانه فصلی بوده و به طور دائم مورد هجوم انواع فاضلاب های خانگی ، تجاری ، صنعتی و کشاورزی قرار می گیرد . در این تحقیق، به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه از نظر آلودگی به فلزات سنگین کادمیم ، روی ، مس ، آهن و نیکل، ۶ ایستگاه انتخاب، و در اردیبهشت سال ۱۳۸۴ از آب آن‌ها نمونه برداری شد. همچنین از برخی محصولات کشاورزی اطراف رودخانه نمونه برداری و میزان فلزات سنگین در آن‌ها اندازه گیری شد. اختلاف میانگین غلظت هر فلز سنگین، در نمونه های آب با حداکثر مجاز آن جهت مقاصد آشامیدن ، آب های سطحی ، آبیاری وحیات آبزیان به وسیله آزمونt-student (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) مقایسه شد. نتایج نشان داد که، ایستگاه ۱(پل معالی آباد) فاقد فلزات سنیگن فوق بوده و آب آن، جهت هر گونه استفاده‌ای کاملاً مناسب است . آب ایستگاه های ۲ (پل نمازی) ، ۳ (پل پارکینگ) ، ۴ (پل سلمان) و ۵ (پل شریف آباد) به منظور استفاده های آشامیدن ، آبیاری و حیات آبزیان مناسب نیستند ولی از نظر آبهای سطحی مناسب است. آب ایستگاه ۶ (انتهای خرچول) برای آشامیدن و حیات آبزیان غیرقابل استفاده ولی، از نظر آبهای سطحی و آبیاری مناسب است. در مورد محصولات کشاورزی ، برخی ازآن‌ها دارای فلزات سنگین بوده ولی فقط میزان مس در کلیه گیاهان و آهن در یک مورد به صورت معنی دار از حداکثر مجاز بیشتر است.

واژه های کلیدی: **آلودگی** ، **فلزات سنگین** ، **رودخانه خشک شیراز**

مقدمه

رودخانه خشک که در مسیر عمومی شمال غربی به جنوب شرقی جریان دارد، از داخل شهر شیراز عبور نموده و به دریاچه مهارلو منتهی می شود . مساحت حوزه آبریز آن در حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع و از کوه های شول و کلستان با ارتفاع ۲۹۹۰ متر از سطح دریا سرچشمه می گیرد . طول رودخانه تقریباً ۴۵ کیلومتر و همان گونه که از نامش پیداست فصلی است، یعنی، در فصول بارندگی، آبدار و در تابستان و مواقع غیر بارندگی کم آب و یا کاملاً خشک است . این رودخانه، به طور دائم، مورد هجوم انواع فاضلاب های خانگی ، تجاری ، صنعتی و کشاورزی قرار می گیرد (۱) .

بررسی های انجام شده بر روی محصولات کشاورزی رودخانه خشک شیراز نشان داد که، مقدار فلزاتی نظیر منگنز ، آرسنیک و کرم ۶ ظرفیتی در محصولات مختلف آبیاری شده توسط پساب های جاری در مسیر رودخانه ، بالا است (۲) .

تحقیقات بر روی رودخانه زرجوب در استان گیلان نشان داد که، به دلیل ورود فاضلاب های صنعتی ، شهری و کشاورزی منطقه رشت و به دلیل عدم تجزیه طبی‌عی عناصر فلزی ، آلودگی فلزات سنگین در این رودخانه بسیار افزایش یافته و به حد بحرانی رسیده است (۳) .

اندازه گیری جیوه ، کادمیم و سرب در آب ، رسوب و ماهیان رودخانه های کارون و دز نشان داد که میزان جیوه بین ۳۰۰-۱۱ در ایستگاه های مختلف تغییر کرده

www.SID.ir

Archive of SID

است (۴) .

اندازه گیری آلاینده های مختلف شیمیایی در آب و رسوبات رودخانه کر در استان فارس در سال های گذشته بیان گر نقش اصلی صنایع در آلوده سازی رودخانه است(۵) .

مطالعات به عمل آمده در حوادث خلیج کیوشو در ژاپن (۱۹۷۰) و جاکارتا در اندونزی (۱۹۸۶) نشان داد که، علت اصلی مرگ و میر بیش از ۲ هزار نفر در ژاپن و ۲۰ کودک روستایی اندونزیایی، مصرف ماهی های آلوده به جیوه حاصل از تخلیه فاضلاب صنایع به دریا بوده است (۶) .

بررسی های انجام شده در مخازن و منابع آب آشامیدنی در پایین دست مناطق استخراج معدن در ایتالیا، حاکی از وجود مقادیر بسیار زیادی کادمیم ، سرب و مس در شاخه های مختلف رودخانه های منطقه بر اثر ورود زهکش معدن است. علاوه بر آن، در رسوب رودخانه ها نیز مقادیر بالایی از فلزات فوق مشاهده شده است (۷).

مطالعاتی که در آمریکا بر رودخانه می سی سی پی در مورد روند گسترش آلودگی و ردیابی به فلزات سنگین در جانداران انجام گرفت، نشان داد که، غلظت آلودگی به کادمیم، در جانداران بالا دست رودخانه، حداقل ۷ نانوگرم بر گرم و در جانداران پائین دست رودخانه، حداقل ۱۵۰ نانوگرم بر گرم وزن خشک جاندار بوده است(۸) .

بررسی های انجام شده در مناطق آلوده لوئیزیانای جنوبی در ایالات متحده آمریکا بر روی تغییرات محیطی روی ، مس ، نیکل ، آهن ، سرب ، کرم ، آلومینیم ، کادمیم و نقره مشخص کرد که، میزان فلزات فوق در رسوبات سطحی رودخانه های منطقه، بیش از مقادیر همین عناصر در رسوبات عمیق است. این بررسی ها نشان داد که فاضلاب های شهری بیشترین تاثیر را در افزایش بار فلزات تخلیه شده در محیط دارند(۹) .

منابع اصلی فلزات سنگین معمولاً پساب های صنعتی حاصل از کارخانجات تولیدی ، آب فلزکاری و معادن می باشد . سایر منابع این فلزات در آب های سطحی ، فاضلاب های شهری و همچنین، آب های حاصل از شست و شوی جاده ها است(۱۰) .

در این تحقیق، فلزات سنگین کادمیم ، روی ، مس ، آهن و نیکل در ایستگاه های مختلف رودخانه خشک شیراز اندازه‌گیری، و با مقادیر حداکثر مجاز برای آب های سطحی ، مصارف آبیاری ، آشامیدن و حیات آبزیان مقایسه می شوند. همچنین، فلزات فوق در برخی محصولات کشاورزی مجاور رودخانه بررسی و ردیابی شدند .

مواد و روش ها

با توجه به اینکه نقاط بالا دست رودخانه تحت تاثیر منابع آلاینده کمتری نسبت به نقاط پائین دست قرار دارند ، ایستگاه‌های مورد بررسی پل معالی آباد ، پل نمازی ، پل پارکینگ، پل سلمان، پل شریف آباد (جدید) و انتهای خرچول انتخاب شدند . شکل شماره ۱ موقعیت ماهواره ای ایستگاه ها را نشان می دهد .

ظرف نمونه برداری آب، از جنس پلی اتیلن بوده که در ابتدا با استفاده از پودر شوینده شسته شده، و به مدت معینی در ظرف اسید شویی که حاوی اسید نیتریک ۵٪ بود نگهداری شد تا آلاینده های احتمالی شسته شوند . سپس، به وسیله آب سه بار تقطیر (بدون یون) آبکشی و بعد خشک و درب آن بسته شد . نمونه برداری آب رودخانه در اردیبهشت سال ۱۳۸۴ انجام شد .

محصولات کشاورزی از مزارع روستای قصرابونصر جمع آوری شدند . این نمونه ها در فصل کشت سبزیجات (بهار سال ۱۳۸۴) یعنی مصادف با زمانی که در رودخانه فاضلاب بیشتری جاری است ، برداشت شدند .

نمونه های گیاه در کیسه های پلی اتیلن جمع آوری و سپس، به آزمایشگاه منتقل و با آب سه بار تقطیر کاملاً شستشو داده شدند تا آلاینده های احتمالی موجود در آب و خاک که در تماس با گیاه بودند از بین بروند . سپس، نمونه ها (در درجه حرارت اتاق) خشک شدند . نمونه های خشک، آسیاب و کاملاً خرد شده و از الک، با قطر منافذ حدوداً ۰/۵ mm عبور داده شدند . پس از آسیاب نمودن گیاه ، نمونه های گیاهی در ظروف شیشه

www.SID.ir

Archive of SID

ای تمیز قرار داده شد و دوباره به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۶۵ سانتی گراد خشک شدند .

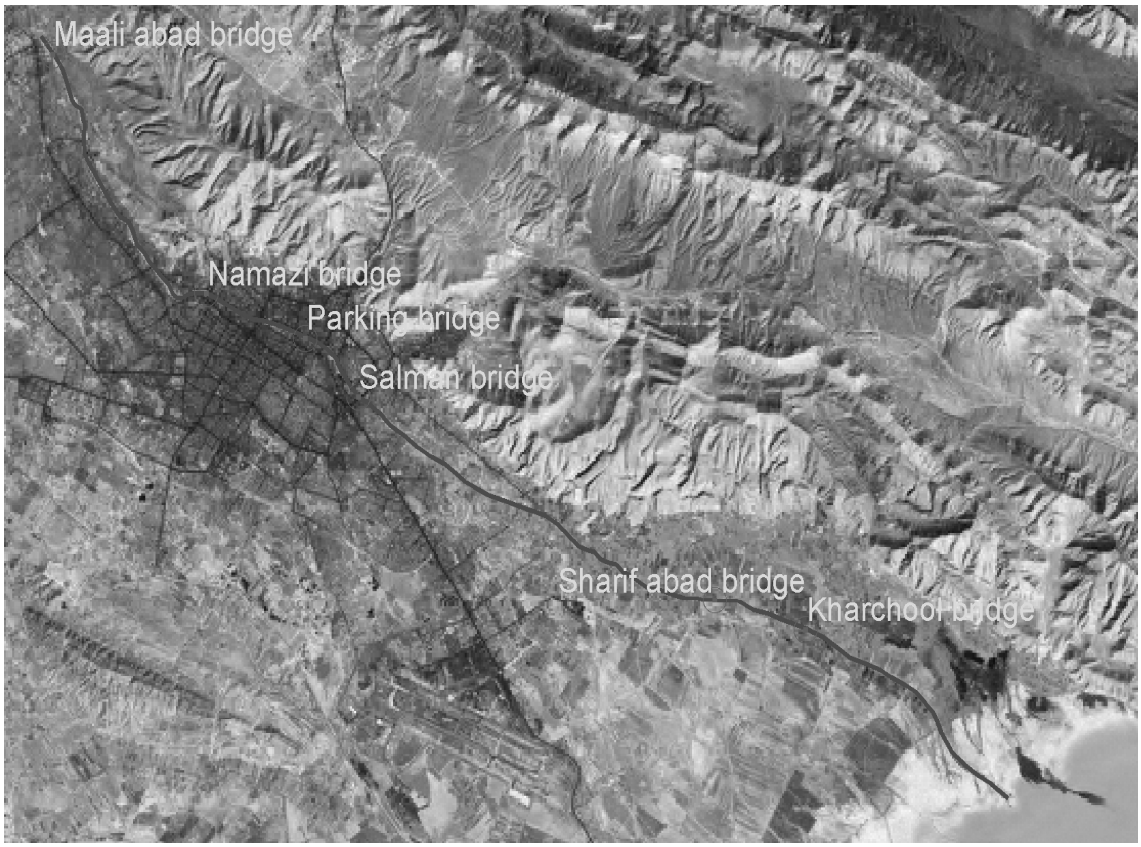
به منظور هضم نمونه های آب ، ۵۰ میلی لیتر از آن‌ها را برداشته و ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن ها اضافه شد و در زیر هود، حرارت داده شد تا حجم به حدود ۵۰ میلی لیتر رسید . سپس، چنانچه نمونه حاوی رسوبات بود آن را صاف کرده و محلول زیر صافی به حجم ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد (۱۱) .

برای هضم نمونه گیاهی، ۲ گرم از نمونه های خشک آسیاب شده در بالن ته گرد قرار داده شد وبه ترتیب ۴ میلی لیتر اسید پرکلریک غلیظ ، ۲ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن‌ها اضافه شد. محلول فوق، زیر هود و بر روی هیتر با احتیاط جوشانده شد تا حجم آن کم شود. در گام بعدی، به آن ۲۰ میلی لیتر آب اضافه شد تا رسوبات حل شوند و دوباره حرارت داده شد تا، حجم کم شود . سپس محلول را صاف کرده و حجم آن به ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد(۱۱) .

برای اندازه گیری کلیه عناصر موجود در این تحقیق، از روش جذب اتمی شعله ای استفاده شد . برای دست یابی به حساسیت مورد نیاز در این اندازه گیری ها، از شعله استیلن – هوا استفاده شد . آنالیز کلیه فلزات سنگین در آب و گیاهان توسط روش افزایش استاندارد انجام شد . به کارگیری این روش، احتمال مزاحمت ماتریکس نمونه را به حداقل می رساند . اندازه گیری ها سه مرتبه تکرار و میانگین و انحراف معیار در اندازه گیری ها محاسبه شدند. سپس، میانگین غلظت هر فلز سنگین در نمونه های آب و گیاه ، با حداکثر مجاز آن برای مقاصد مختلف به وسیله آزمون t-student (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) مقایسه شد (۱۱) .

نتایج

نتایج اندازه گیری فلزات سنگین نمونه های آب ایستگاه های مختلف رودخانه خشک به همراه شاخص های آماری مربوطه در جداول شماره ۱ تا ۵ نشان داده شده است .



شکل ۱- موقعیت ماهواره ای ایستگاه های نمونه برداری شده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میزان کادمیم در نمونه های آب ایستگاههای مختلف رودخانه خشک

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین غلظت کادمیم ($mg\ L^{-1}$)	انحراف معیار ($mg\ L^{-1}$)	تعداد اندازه گیری	t_1 *	t_2 *	t_3 *	t_4 *
۱	پل معالی آباد	-	-	۳	-	-	-	-
۲	پل نمازی	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۳	۲/۶	۲/۳	۲/۶	۲/۹
۳	پل پارکینگ	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۳	۸/۷	۶/۹	۸/۷	۱۰/۴
۴	پل سلمان	-	-	۳	-	-	-	-
۵	پل شریف آباد(جدید)	-	-	۳	-	-	-	-
۶	انتهای خرچول	-	-	۳	-	-	-	-

*t1 ، t2 ، t3 ، t4 به ترتیب عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین غلظت کادمیم با حداکثر مجاز جهت مقاصد آشامیدن ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۰۵)، آبهای سطحی ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۱)، آبیاری ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۰۵) و حیات آبزیان ($mg\ L^{-1}$ ۵- ۱۰ ×۶) می باشند .

جدول ۲- میزان روی در نمونه های آب ایستگاههای مختلف رودخانه خشک

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین غلظت روی ($mg\ L^{-1}$)	انحراف معیار ($mg\ L^{-1}$)	تعداد اندازه گیری	t_1 *	t_2 *	t_3 *	t_4 *
۱	پل معالی آباد	-	-	۳	-	-	-	-
۲	پل نمازی	۰/۷۷	۰/۰۵	۳	-۱۴۶/۵	-۱۴۶/۵	-۱۴۶/۵	۲۵/۶
۳	پل پارکینگ	۰/۱۱	۰/۰۱	۳	-۸۴۷	-۸۴۷	-۸۴۷	۱۳/۹
۴	پل سلمان	۰/۴۵	۰/۰۲	۳	-۳۹۴	-۳۹۴	-۳۹۴	۳۶/۴
۵	پل شریف آباد(جدید)	۰/۳۹	۰/۰۴	۳	-۱۹۹/۶	-۱۹۹/۶	-۱۹۹/۶	۱۵/۶
۶	انتهای خرچول	۰/۰۴	۰/۰۱	۳	۸۵۹/۱	۸۵۹/۱	۸۵۹/۱	۱/۷

*t1 ، t2 ، t3 ، t4 به ترتیب عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین غلظت روی با حداکثر مجاز جهت مقاصد آشامیدن ($mg\ L^{-1}$ ۵)، آبهای سطحی ($mg\ L^{-1}$ ۵)، آبیاری ($mg\ L^{-1}$ ۵) و حیات آبزیان ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۳) می باشند .

جدول ۳- میزان مس در نمونه های آب ایستگاههای مختلف رودخانه خشک

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین غلظت مس ($mg\ L^{-1}$)	انحراف معیار ($mg\ L^{-1}$)	تعداد اندازه گیری	t_1 *	t_2 *	t_3 *	t_4 *
۱	پل معالی آباد	-	-	۳	-	-	-	-
۲	پل نمازی	۰/۴۸	۰/۰۱	۳	-۹۰/۱	-۹۰/۱	۴۸/۵	۸۲/۵
۳	پل پارکینگ	۰/۱۶	۰/۰۳	۳	-۴۸/۵	-۴۸/۵	-۲/۳	۹/۰
۴	پل سلمان	۰/۵۴	۰/۰۱	۳	-۷۹/۷	-۷۹/۷	۵۸/۹	۶۲/۸
۵	پل شریف آباد(جدید)	۰/۱۵	۰/۰۱	۳	-۱۴۷/۲	-۱۴۷/۲	-۸/۷	۲۵/۳
۶	انتهای خرچول	۰/۱۱	۰/۰۱	۳	-۱۵۴/۲	-۱۵۴/۲	-۱۵/۶	۱۸/۴

*t1 ، t2 ، t3 ، t4 به ترتیب عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین غلظت مس با حداکثر مجاز جهت مقاصد آشامیدن ($mg\ L^{-1}$ ۱)، آبهای سطحی ($mg\ L^{-1}$ ۱)، آبیاری ($mg\ L^{-1}$ ۰/۲) و حیات آبزیان ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۰۴) می باشند .

جدول ۴- میزان آهن در نمونه های آب ایستگاههای مختلف رودخانه خشک

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین غلظت اهن ($mg\ L^{-1}$)	انحراف معیار ($mg\ L^{-1}$)	تعداد اندازه گیری	t_1 *
۱	پل معالی آباد	-	-	۳	-
۲	پل نمازی	۱/۳۵	۰/۴۵	۳	۴/۰
۳	پل پارکینگ	۰/۰۶	۰/۰۱	۳	-۴۱/۶
۴	پل سلمان	۹/۷۸	۰/۳۰	۳	۵۴/۰۷
۵	پل شریف آباد(جدید)	۵/۰۰	۰/۳۸	۳	۲۱/۴
۶	انتهای خرچول	۰/۸۱	۰/۰۹	۳	۹/۸

*t1 ، t2 ، t3 ، t4 به ترتیب عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین غلظت آهن با حداکثر مجاز جهت مقاصد آشامیدن ($mg\ L^{-1}$ ۰/۰۳) استاندارد خاصی برای مقاصد آب های سطحی ، آبیاری و حیات آبزیان گزارش نشده است

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میزان نیکل در نمونه های آب ایستگاههای مختلف رودخانه خشک

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین غلظت کادمیم ($mg\ L^{-1}$)	انحراف معیار ($mg\ L^{-1}$)	تعداد اندازه گیری	t_1 *	t_3 *	t_4 *
۱	پل معالی آباد	-	-	۳	-	-	-
۲	پل نمازی	۰/۸۰	۰/۱۷	۳	۷/۱	۳/۱	۶/۶
۳	پل پارکینگ	۰/۴۷	۰/۰۸	۳	۸/۰	-۰/۷	۶/۹
۴	پل سلمان	۱/۳۶	۰/۱۸	۳	۱۲/۱	۸/۳	۱۱/۶
۵	پل شریف آباد(جدید)	۰/۴۷	۰/۰۸	۳	۸/۰	-۰/۷	۶/۹
۶	انتهای خرچول	-	-	۳	-	-	-

*t4 ، t3 ، t2 ، t1 به ترتیب عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین غلظت کادمیم با حداکثر مجاز جهت مقاصد آشامیدن ($0/1\ mg\ L^{-1}$) ، آبیاری ($0/5\ mg\ L^{-1}$) و حیات آبزیان ($0/15\ mg\ L^{-1}$) می باشند .

با توجه به جداول فوق میانگین غلظت کادمیم در ایستگاه پل نمازی ۰/۰۵ و در ایستگاه پل پارکینگ ۰/۰۳ میلی گرم بر لیتر است. ایستگاه های دیگر، فاقد کادمیم بودند . حداکثر میزان روی در ایستگاه پل نمازی (mgL^{-1} ۰/۷۷) و حداقل آن در ایستگاه انتهای خرچول (mgL^{-1} ۰/۰۴ [1]) به دست آمد . میانگین مس در ایستگاه پل نمازی (mgL^{-1} ۰/۴۸)است که، بیشترین مقدار را نسبت به سایر ایستگاه ها نشان می دهد . کمترین میزان مس، در ایستگاه انتهای خرچول (mgL^{-1} ۰/۱۱) است.

حداکثر میزان آهن در ایستگاه پل سلمان (mgL^{-1} ۹/۷۸) و حداقل آن در ایستگاه پل پارکینگ (mgL^{-1} ۰/۰۶)به دست آمد . بیشترین میزان نیکل در ایستگاه پل سلمان (mgL^{-1} ۱/۳۶) است. در ایستگاه انتهای خرچول میزان نیکل در حد صفر بود . همچنین، کلیه فلزات سنگین در ایستگاه پل معالی آباد در حد صفر تشخیص داده شدند .

نتایج اندازه گیری فلزات سنگین در برخی محصولات کشاورزی (تره ، نعناع ، کاهو و برگ کلم) اطراف رودخانه خشک به همراه شاخص های آماری در جدول شماره ۶ آمده است . با توجه به آن، میانگین کادمیم در برگ کلم ($mgkg^{-1}$ ۰/۸۹) و بقیه گیاهان فاقد کادمیم بودند . حداکثر میزان روی در برگ کلم ($mgkg^{-1}$ ۷۳/۲۲) ، حداکثر میزان مس و آهن در تره ($mgkg^{-1}$ ۳۶/۶۱ و $mgkg^{-1}$ ۵۰۸/۴۸) و حداکثر میزان نیکل در کاهو ($mgkg^{-1}$ ۵/۵۸) به دست آمد .

بحث و تفسیر نتایج

با توجه به جدول شماره ۱، فقط ایستگاه پل نمازی و پل پارکینگ دارای کادمیم هستند و اختلاف آن‌ها با حداکثر مجاز جهت آشامیدن ، آبهای سطحی ، آبیاری و حیات آبزیان معنی دار نیست .

با توجه به جدول شماره۲، مقدار روی در کلیه ایستگاه ها به صورت معنی داری (در سطح ۹۵ درصد) از حداکثر مجاز روی برای آب آشامیدنی ، آبیاری و آب های سطحی کمتر است .در حالیکه، میزان روی برای حیات آبزیان در تمام ایستگاه ها به جز انتهای خرچول به صورت معنی داری، بالاتر از مقدار مجاز است.

جدول شماره ۳ نشان می دهد هرچند مقدار مس در آب ایستگاه های مختلف از حد مجاز آشامیدن و آب های سطحی کمتر است لیکن، میزان آن در ایستگاه های پل نمازی ، پل سلمان و پل شریف آباد به صورت معنی داری از حد مجاز آبیاری بیشتر است . همچنین، در تمام ایستگاه ها میزان مس به مراتب بیش از حد مجاز برای حیات آبزیان بوده و اختلاف معنی دار است .

نتایج جدول شماره ۴، حاکی از بالا بودن میزان آهن رودخانه از حد مجاز آشامیدن در کلیه ایستگاه ها (به جز پل معالی آباد) و اختلاف معنی دار است .

جدول شماره ۵ نشان می دهد که، میزان نیکل در ایستگاه های پل نمازی ، پل پارکینگ ، پل سلمان و پل شریف آباد بصورت معنی داری از حداکثر مجاز برای آشامیدن و حیات آبزیان بالاتر است .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- میزان فلزات سنگین در برخی محصولات کشاورزی اطراف رودخانه خشک

نام محصولات کشاورزی	تره			نعناع			کاهو			برگ کلم		
نام فلز	میانگین ($mgkg^{-1}$)	انحراف معیار ($mgkg^{-1}$)	t_1 *	میانگین ($mgkg^{-1}$)	انحراف معیار ($mgkg^{-1}$)	t_1 *	میانگین ($mgkg^{-1}$)	انحراف معیار ($mgkg^{-1}$)	t_1 *	میانگین ($mgkg^{-1}$)	انحراف معیار ($mgkg^{-1}$)	t_1 *
کادمیم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۸۹	۰/۰۹	-۲۹/۱
روی	۲۱/۵۱	۱/۳۲	-۴۹۶/۶	۴۳/۴۶	۲/۰۷	-۲۹۸/۳	۴۹/۷۵	۲/۲۰	-۲۷۵/۸	۷۳/۲۲	۵/۱۴	۱۱۰/۱ -
مس	۳۶/۶۸	۲/۴	۱۲	۳۵/۸	۳/۰۷	۸/۸	۲۵/۱۱	۲/۲۲	۴/۰	۲۴/۰۲	۲/۱۰	۳/۳
آهن	/۴۸ ۵۰۸	۴۶/۲۹	۱۳/۴	۱۲۹/۵	۷/۱	۵	۲۸۵/۲۷	۱۹/۵۱	۱۲	۹۴/۲۱	۲/۰	۴۸/۳
نیکل	۱/۷۱	۰/۱۹	-۳۰/۰	۳/۸۶	۰/۴۹	-۵/۶	۵/۵۸	۰/۴۵	۲/۲	۱/۲۰	۰/۰۱	۶۵۸/۲ -

* t1 عدد آماری t-Student برای اختلاف میانگین میزان کادمیم با حداکثر مجاز ($۲/۴ mgkg^{-1}$)، روی با حداکثر مجاز ($۴۰۰ mgkg^{-1}$) ، مس با حداکثر مجاز ($۲۰ mgkg^{-1}$) ، آهن با حداکثر مجاز ($۴۰۰ mgkg^{-1}$) و نیکل با حداکثر مجاز ($۵ mgkg^{-1}$) می باشد .

همچنین، آب ایستگاه های پل نمازی و پل سلمان، از حداکثر مجاز برای آبیاری بالاتر و اختلاف معنی دار است.

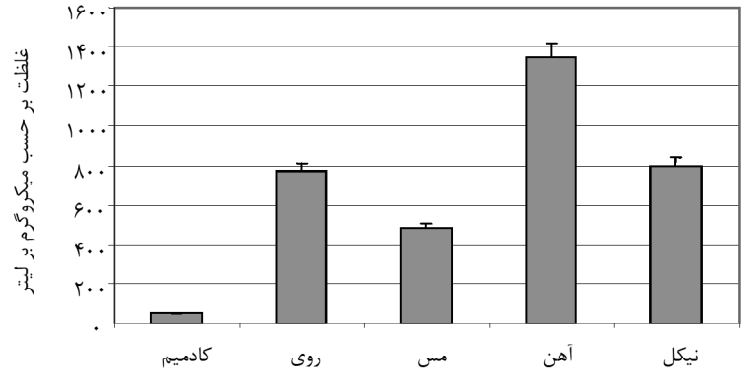
با توجه به جدول شماره ۶، تنها در یک نمونه گیـــــاهی (برگ کلم) کادمیم تشخیص داده شد که، میزان آن از حداکثر مجاز پائین تربود . تمام گیاهان مورد آزمایش، حاوی روی در حد طبیعی هستند. بر عکس، در کلیه گیاهان مورد آزمایش مقدار مس، به صورت معنی داری، از حداکثر مجاز بیشتر است . اگر چه تمام گیاهان آزمایش شده حاوی آهن بودند، ولیکن، تنها میزان آهن در گیاه تره ازحداکثر مجاز بالاتر و اختلاف معنی دار است. همچنین، در هر ۴ گیاه مورد آزمایش نیکل مشاهده شد ولی، فقط در در گیاه کاهو، بیشتر از حداکثر مجاز بوده که آن هم معنی دار نیست .

می توان نتیجه گرفت که، در ایستگاه شماره ۱ (پل معالی آباد) هیچ گونه فلز سنگینی وجود ندارد و آب آن، به منظور آشامیدن، آب های سطحی ، آبیاری و حیات آبزیان کاملاً قابل استفاده است. آب ایستگاه های ۲ (پل نمازی)، ۳(پل پارکینگ) ، ۴(پل سلمان) ۵ و (پل شریف آباد) برای استفاده های شرب ، آبیاری و حیات آبزیان مناسب نیستند، ولی، از نظر آب‌های سطحی مناسب هستند (نمودارهای ۱ ، ۲ ، ۳ ، و۴) .آب ایستگاه ۶ (انتهای خرچول) به منظور آشامیدن و حیات آبزیان غیرقابل استفاده است ولی، از نظر آب های سطحی و آبیاری مناسب است (نمودار ۵) .

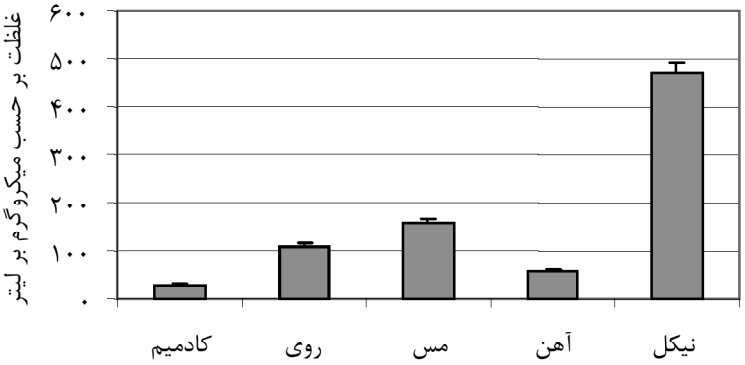
به طور کلی، منشا فلزات سنگین در رودخانه خشک شیراز، فاضلاب های صنعتی، زباله شهری، زباله فلزی کارگاه ها و تعمیر گاه های حاشیه آن است. مشاهده کارگاه های درب و پنجره سازی ، تراشکاری و تعمیرات اتومبیل و ده ها فعالیت صنعتی دیگر که قسمتی از فرآیند تولید یا تعمیرات است، موجب تولید زباله فلزی می شود. نزدیکی رودخانه به منابع آلاینده، عدم کنترل و نظارت و همچنین، انجام اقدامات خلاف از جمله حمل قطعات و بریده های نازک انواع فلزات به ویژه آهن از کارگاه ها و تخلیه آن، در حواشی جاده کفترک و برم دلک توسط صاحبان این کارگاه ها، از عوامل دیگر آلودگی‌های فلزی در آب رودخانه و اراضی کشاورزی است. تعدادی بیمارستان و درمانگاه، نیز مستقیماً با رودخانه خشک در ارتباط بوده و به عنوان یکی از مهمترین منابع آلوده سازی آن عمل می نمایند . همچنین، چند گرمابه فاضلاب خود را از طریق کانال به رودخانه خشک تخلیه نموده و بقیه نیز، فاضلاب خود را از طریق تانکر به قسمت های مختلف رودخانه حمل و اقدام به تخلیه فاضلاب دربستر آن می نمایند .

www.SID.ir

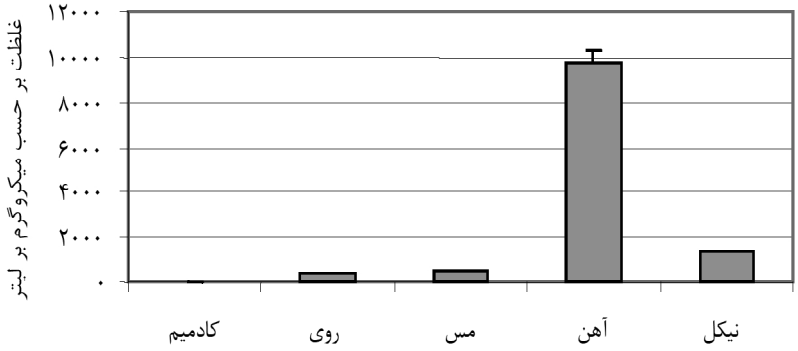
Archive of SID



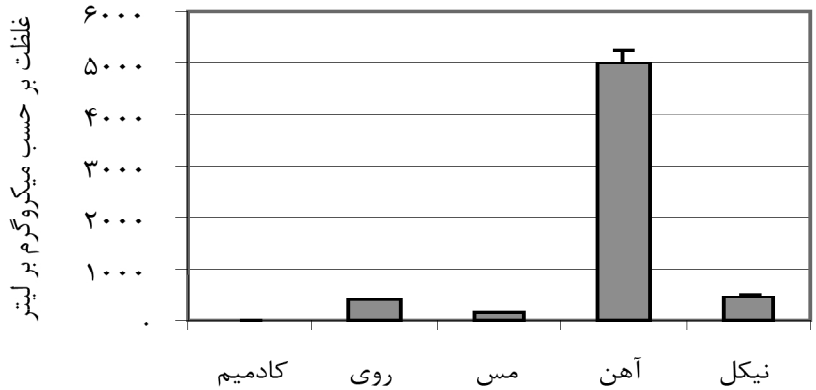
نمودار۱- میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پل نمازی



نمودار۲- میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پل پارکینگ



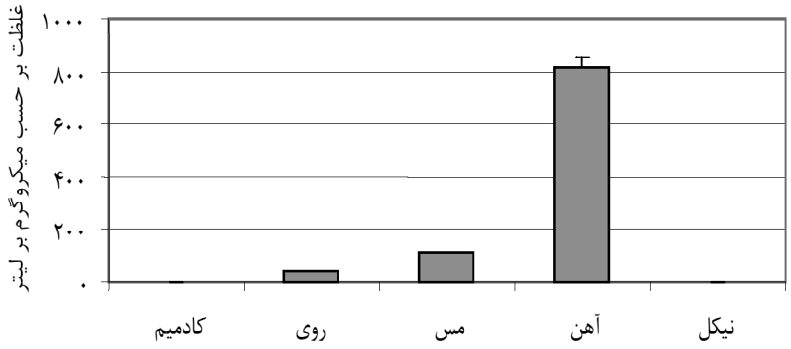
نمودار۳- میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پل سلمان



نمودار۴- میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پل شریف آباد

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۵- میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه انتهای خرچول

متاسفانه، بخش اعظم این فاضلاب ها پس از کاهش آب از طریق نفوذ و تبخیر و تزریق به جریان آب رودخانه، به عنوان کود در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد . با توجه به نوع محصولات کشاورزی در مجاورت رودخانه که عمدتاً صیفی جات و سبزیجات و در برخی مناطق غلات است ، مصرف فاضلاب ها، به عنوان کود، تاثیرات ناگواری را از نظر آلوده نمودن محصولات مورد نظر از خود به جای خواهد گذاشت .

پیشنهادها

۱- کنترل واحدهای صنعتی آلوده کننده در شهر شیراز که این واحدها، بایستی هرچه سریعتر مجهز به تصفیه خانه فاضلاب شوند . همچنین مواد زائد جامد آن دسته از واحدها که خطرناک هستند، بایستی در محل های مناسب و به روش بهداشتی دفن شوند .

۲- جابجایی محل دفن زباله شهر ، رعایت کلیه موازین دفن بهداشتی ، جداسازی زباله ها ، اجرای طرح کمپوست ، کنترل شدید در جلوگیری از ریخت و پاش زباله، مخصوصاً در حاشیه رودخانه خشک و بهبود وسایل جمع آوری زباله و چاره جویی اساسی برای کنترل شیرآبه زباله .

۳- تشکیل کمیته حفاظت رودخانه و نظارت بر پاکسازی آن و ممانعت نمودن افراد و سازمان ها از ریختن زباله و تخلیه فاضلاب به رودخانه .

۴- اجرای طرح پایین انداختن سطح آب جنوب شهر شیراز .

۵- تا زمانی که تخلیه فاضلاب منابع صنعتی ، خدماتی و نظایر آن ها، به داخل رودخانه خشک ادامه دارد، به هیچ وجه نبایستی از آب این رودخانه برای مصارف شرب ، آبیاری و حیات آبزیان استفاده شود و مرجعی هم بایستی جلوی این اقدام غیر بهداشتی را بگیرد.

منابع

۱- بنانی ، ک . (۱۳۷۵) . آلودگی آب و خاک در حوزه آبریز دریاچه مهارلو . طرح تحقیقاتی . اداره کل حفاظت محیط زیست استان فارس .

۲- جعفر زاده حقیقی ، ن . (۱۳۶۹) . ردیابی برخی فلزات سنگین در آب ، خاک و محصولات کشاورزی مجاور رودخانه فصلی شیراز . سمینار آب و فاضلاب اهواز ، دانشگاه علوم پزشکی تهران ، مرکز بهداشت خوزستان .

۳- بینای مطلق ، پ . (۱۳۵۹) . بررسی رودخانه زرچوب به فلزات سنگین و تعیین منابع آلودگی . پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران .

۴- لاهیجان زاده ، ا .ر.(۱۳۷۶) . اندازه گیری و تعیین میزان فلزات سنگین جیوه ، کادمیم ، سرب در آب و ماهیان رودخانه های کارون و دز . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه گچساران .

www.SID.ir

Archive of SID

۵- کریمی ، ی . (۱۳۷۳) . مطالعه حوزه آبریز رودخانه های کر و سیوند . طرح تحقیقاتی . اداره کل حفاظت محیط زیست استان فارس .

6- Minamata. (1986). Disease strikes in Jakarta. Association Water Pollution Control News Letter. No .23, pp.171-185.

7- Rauret, G. (1998). Determination and specification of copper and lead in sediments of Mediterranean river (River Tenes, Catalonia, Spain) .Water. Res . Vol . 22, No.449, pp.83-96.

8- Duker Schein , J.I.(1999) . Cadmium and mercury in emergent Majflies from the upper Mississippi River. Arch. Environ. Contam . Toxicol . Vol . 23, No.109, pp.723-738.

9-Ramelow, R.(1992) . The identification of point sources of heavy metals in industrially impacted water way by periphyton and surface sediment monitoring. Water Air and Soil Pollution. Vol. 65, No. 157, pp.527-641.

10-Stanley, E.(1999). Environmental chemistry. 7th edition. Lewis Publishers, Washington D.C.

11-Radojevec, M., and Baskin, V.N. (1999). Practical environmental analysis. Royal Society of Chemistry, Cornwall UK.

www.SID.ir