Archive of SID

بررسی و تعیین مخاطرات بهداشتی فلز سنگین کروم در فاضلاب نهر فیروز آباد تهران به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست (*EFMEA*)

سیدعلی جوزی*[1]؛ حسن کبیری‌فرد[2]؛ سمیه شکوری[1] و اکبر احمدی‌مجد[3]

۱- دانشکده علوم وفنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۳- اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی میزان فلز سنگین کروم در نهر فیروز آباد تهران به انجام رسید. بدین منظور با تعیین ۵ ایستگاه اندازه‌گیری در مسیر نهر در موعدهای زمانی بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۸٦ کار نمونه‌برداری از آب به انجام رسید. آنالیز نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی مدل Spect AA-220 ساخت کارخانه Varian استرالیا صورت گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان فلز کروم سنجیده شده در ایستگاه‌های سوم، چهارم و پنجم به ترتیب با مقادیر میانگین ۰/۵۰۳، ۱/۲۹ و ۲/٦۲ میلی‌گرم بر لیتر بالاتر از حد مجاز کروم تعیین شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست (۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) در فاضلاب خروجی می‌باشد. به منظور برآورد میزان مخاطرات زیست محیطی کروم بر محیط زیست منطقه تحت تاثیر از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست استفاده شد. در این مطالعه میزان مخاطرات زیست محیطی این فلز در پنج ایستگاه براساس نمره اولویت ریسک یا RPN (Risk Priority Number) به ترتیب به صورت ذیل برآورد گردید: RPN ایستگاه اول = ۴، RPN ایستگاه دوم = ۱۰، RPN ایستگاه سوم = ۳۰، RPN ایستگاه چهارم = ۲۰۰ و RPN ایستگاه پنجم = ٤۵۰ به دلیل آبیاری اراضی کشاورزی بخصوص مزارع سبزی کاری و صیفی کاری در جنوب تهران توسط آب این نهر، غلظت بیش از حد کروم سبب افزایش مقدار قابل توجه جذب فلز سنگین فوق‌الذکر در گیاهان شده و پیامد آن ورود هر چه بیشتر این فلز به زنجیره غذایی و عوارض سوء آن بر انسان خواهد بود.

Investigation and Determination of Health Risks of Chrome Heavy Metal in the Wastewater of Firooz Abad River of Tehran, Using the Method of Analyzing Fracture States and Its Effects on the Environment (*EFMEA*)

Jozi*[1], S.A.; Kabiri Fard[2], H.; Shakouri[1], S. & Ahmadi Majd[3], A.

1. Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University
2. Faculty of Chemistry North Tehran Branch, Islamic Azad University
3. Department of the inrironment head office of Tehran Prorince

Abstract

This study was conducted with the goal of investigating the amount of heavy metal in Firouz Abad river of Tehran. For this purpose, sampling from water was conducted by determining 5 measurement stations in the river path in the spring, summer and autumn of 2007. Analysis of samples was performed using atomic absorption method. The results of this study showed that the levels of chrome metal measured in the third, fourth and fifth stations with the averages of 0.503mg/l, 1.29mg/l and 2.62mg/l, respectively are above the allowed level of chrome in the run-off determined by Deparment of the Environment (0.5mg/l). In order to estimate the level of environmental risks of chrome in the of the affected area, the Environmental Failure Modes and Effects Analysis and its effects on environment was used. For this purpose, a table was first designed based on each station in which chrome concentration was graded within the scores span of 1 to 50 from the respects of risks severity and possible consequences. Then, Risk Priority Number (RPN) was calculated for each

* مسئول مکاتبات Sajozi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

station from the product of risks severity in possible consequence. In the stations in which the level of chrome heavy metal was above the standard level, some measures were suggested for minimizing RPN. In this study, the level of environmental risks of this metal was estimated in 5 stations based on RPN as follows:
RPN of first station = 2 < RPN of second station = 10 < RPN of thied station = 30 < RPN of forth station = 200 < RPN of fifth station = 450
Due to irrigation of agricultural lands by this river especially vegetable farming and growing summer crops in south of Tehran, the excess concentration of chrome has increased significant absorption of the heavy metal in plants which its consequence is the entrance of this metal to food chain and its bad effects on human.

Keywords: Risk Priority Number, Heavy Metals, Chrome, Environmental Failure Modes and Effects Analysis

واژگان کلیدی:
نمره اولویت ریسک، فلزات سنگین، کروم، روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش جمعیت شهر تهران و بالا رفتن سرانه مصرف آب از یک سو انتقال مقادیر قابل توجهی آب از منابع اطراف به داخل شهر و تبدیل آن به فاضلاب شده و از طرف دیگر به علت محدود بودن قابلیت جذب زمین، ضمن آلودگی آب‌های زیر زمینی باعث بالا امدن آن نیز گردیده است. در نواحی وسیعی از شهر به علت غیر قابل نفوذ بودن زمین، چاه‌های جذبی کاربردی ندارد و فاضلاب به مجاری قنوات قدیمی و یا حتی به انهار و جوی‌های جاری در خیابان‌های شهر تخلیه می‌شوند. وجود عوامل میکروبی و شیمیایی در فاضلاب خام موجب می‌شود در صورت استفاده، مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی ایجاد شود. از میان مخاطرات بهداشتی ناشی از عنصر کروم می‌توان به قابلیت سرطان‌زایی آن اشاره کرد. همچنین دردهای شکمی، حالت تهوع و استفراغ، اسهال خونی و ضایعا کلیوی از عوارض مسمومیت با این فلز می‌باشد. از دیگر سوی وجود فلزات سنگین از جمله کروم باعث کاهش تنوع و تراکم پوشش گیاهی در خاک‌های آلوده می‌شود (میرغفاری، ۱۳۸۴). که این امر خود زمینه‌ساز افزایش شدید نرخ فرسایش‌های آبی و بادی در آن منطقه می‌گردد (عرفان‌منش و افیونی، ۱۳۸۱). از صدمات زیستی محیطی دیگر افزایش کروم، اثرات آن بر اکوسیسم‌هایی آبی است. ورود فلزات سنگین در آب (از جمله کروم) می‌تواند سبب سمیت اکوسیستم شده و یا تغییر شرایط زیست محیطی گونه‌های مختلف دریایی را از بین ببرد (سیوا پرومال و همکاران، ۲۰۰۶).

هدف از این مطالعه ابتدا تعیین آلودگی یا عدم آلودگی فاضلاب جاری در نهر فیروزآباد به فلز کروم و سپس بررسی اثرات زیست محیطی و مخاطرات بهداشتی ناشی از آن به روز EFMEA می‌باشد.

مواد و روش‌ها

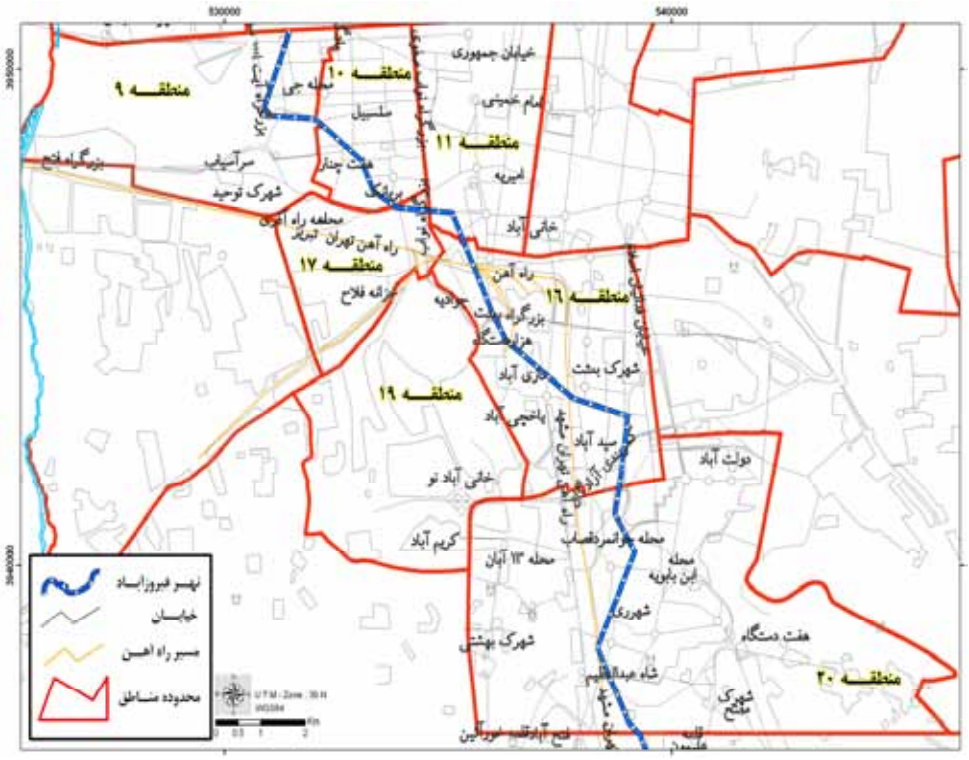
با توجه به آنکه بخشی از مسیر نهر جهت حفظ بهداشت عمومی و کاهش ریسک زیست محیطی سر پوشیده است، امکان دسترسی راحت به کانال ممکن نیست، لذا جهت نمونه‌برداری از نهر فیروزآباد تلاش شد که ایستگاه‌ها در مناطقی پیش‌بینی شوند که اولاً با خروجی فاضلاب‌های مراکز صنعتی بزرگ و شهرک‌های مسکونی حاشیه نهر فاصله معقولی داشته باشند تا خطای مطالعه به حداقل رسید. ثانیاً سعی گردید نقاط نمونه‌برداری پس از محل ورود به سر شاخه‌های اصلی داخل کانال باشد تا میزان اثرگذاری آنها بر بار آلودگی تحت کنترل باشد. با در نظر گرفتن این اصول اولیه تعداد پنج نقطه به عنوان نقاط نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. در ماه‌های فروردین، تیر و مهر ۱۳۸۶ کار نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها به انجام رسید. شکل ۲ موقعیت جغرافیایی این نقاط را نمایش می‌دهد و در جدول (۱) مختصات جغرافیایی ایستگاه با استفاده از دستگاه GPS در واحد UTM ارائه شده است:

جدول ۱- مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری از شهر فیروزآباد تهران

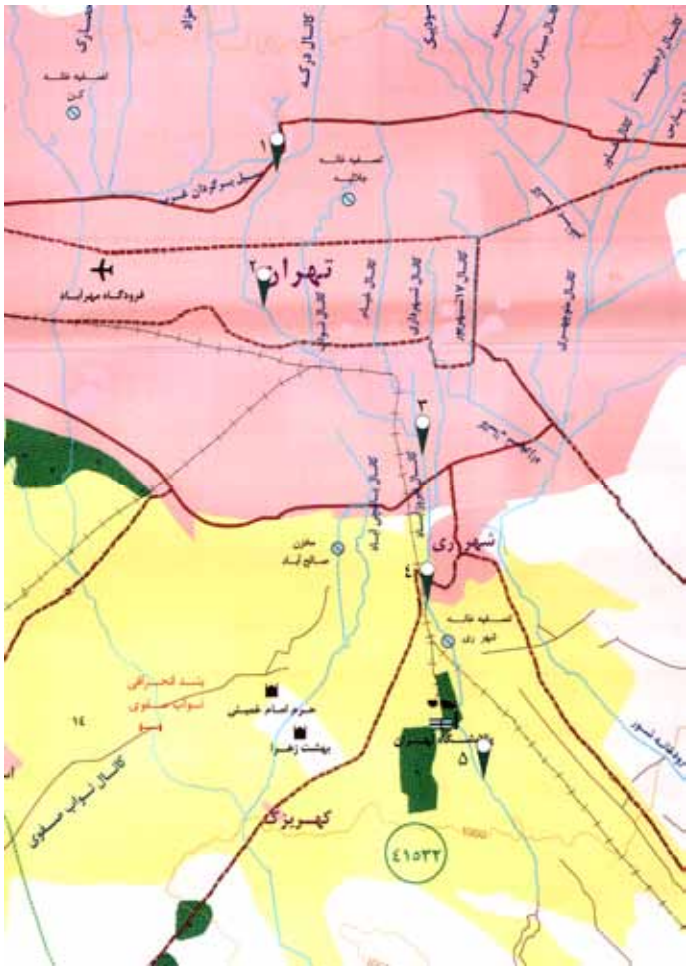
شماره ایستگاه	موقعیت	مختصات UTM	
		Northing	Easting
۱	خیابان شهرآرا	۳۹۶۱۰۵۹	۵۳۱۵۰۶
۲	خیابان نهر فیروزآبادی- پشت پادگان جی	۳۹۴۸۷۷۰	۵۳۲۰۳۶
۳	خیابان کبریت سازی-جوانمردقصاب	۳۹۴۴۸۴۱	۵۳۸۲۲۷
۴	کانال فیروزآباد- دولت آباد	۳۹۴۰۷۸۱	۵۳۸۹۴۹
۵	روستای اسماعیل آباد	۳۹۴۰۷۸۱	۵۳۵۴۳۹

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- محدوده نهر فیروزآباد تهران (محدوده مورد بررسی فیروزآباد و تهران واقع در منطقه عمومی غرب و جنوب تهران است شکل (۱)



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری از شهر فیروزآباد تهران

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه شماره ۱ خیابان شهرآرا

این ایستگاه به عنوان مبدا و سرچشمه کانال در نظر گرفته شد که پس از جدا شدن از کانال درکه در بافت مسکونی جاری می‌شود. در این منطقه درصد بالایی از سیال جاری در کانال مربوط به فاضلاب خانگی است.

ایستگاه شماره ۲ خیابان نهر فیروزآبادی پشت پادگان جی

در این بخش روی کانال پوشیده است و قسمت اعظم آن از زیر منازل مسکونی می‌گذرد و بافت فشرده ای در منطقه حاکم است. با این که مرکز صنعتی بزرگ یا کارخانه مشخصی در محل وجود ندارد ولی مراکز نیمه صنعتی وجود دارندکه بدون مجوز فاضلاب خود را بطور غیر قانونی در نهر فیروزآباد رها می‌کنند. لذا می‌توان این ایستگاه را از نظر کارگاههای کوچک نیمه صنعتی مد نظر قرارداد و اثرات آن را بر کانال مورد بررسی قرار داد.

ایستگاه شماره ۳ خیابان کبریت‌سازی، جوانمرد قصاب

در این محل منازل مسکونی به صورت مجتمع‌های انبوه‌سازی دیده می‌شود. از طرفی وجود چند کارخانه و کارگاههای متوسط و بزرگ ریخته‌گری و آبکاری که فاضلاب خود را مستقیماً وارد نهر می‌سازند از دلایل انتخاب این ایستگاه به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری بود. ضمن آن که اکثر کانال‌های فرعی منتهی به نهر فیروزآباد نیز تا قبل از این محدوده به نهر پیوسته و سبب افزایش بار آلودگی آن می‌شوند.

ایستگاه شماره ٤ کانال فیروزآباد، دولت‌آباد

در این منطقه به دلیل رو باز شدن کانال علاوه بر میزان آلودگی‌های یاد شده در ایستگاه‌های قبل منبع جدیدی به عنوان آلاینده اضافه می‌گردد که آن لجن‌کش‌ها و وسایل نقلیه‌ای است که فاضلاب سپتیک تانک‌ها و مواد زائد جامد صنعتی را همراه با شیرابه‌های آن به کانال تخلیه می‌کنند. انتخاب این محل به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری میزان مؤثر بودن این فرایند را بر پارامترهای مورد اندازه‌گیری آشکار می‌سازد.

ایستگاه شماره ٥ روستای اسماعیل‌آباد

این منطقه و سایر روستاهای هم جوارآن به عنوان محدوده انتهایی نهر قبل از ورود به رود شور شناخته می‌شود. در این محل از آب نهر جهت آبیاری اراضی کشاورزی بخصوص زمین‌های سبزیکاری بهره گرفته می‌شود که می‌تواند دلیل مناسبی جهت انتخاب این محل برای نمونه‌برداری تلقی شود. ضمن آنکه منطقه فوق‌الذکر پس از پالایشگاه تهران قرار دارد که با مقایسه نتایج حاصل از این ایستگاه و ایستگاه قبلی می‌توان تا حدودی نسبت به اثرگذاری پالایشگاه تهران بر بارآلودگی هم اظهار نظر نمود.

پس از تعیین ایستگاه‌ها از ظرف پلی اتیلن درب‌دار دو لیتری جهت نمونه‌برداری استفاده شد، که قبل از نمونه برداری به دقت شستشو داده شد. جهت تثبیت نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد، pH نمونه به کمک اسید نیتریک غلیظ به حدود ۲ رسانده شد. سپس میزان pH و نیز دمای محیط آبی توسط pH متر متروم اندازه‌گیری گردید. پس از اسیدی کردن، نمونه بلافاصله به آزمایشگاه حمل و در یخچال و دمای چهار در جه سانتی‌گراد نگهداری گردید تا از تغییرات حجم جلوگیری گردد.

نمونه‌های رسوبی جمع‌آوری شده در آزمایشگاه به کمک دستگاه Freez dryer خشک گردید و پس از هموژن کردن ذرات از الک ۶۳ میکرون گذرانده شد. پس عمل هضم ۰/۵ گرم از نمونه به ترتیب توسط ۱۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ، ۷ میلی‌لیتر اسید فلوئوروید ریک و ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط ۱ به ۳ اسید کلرید ریک و اسید نیتریک صورت پذیرفت و در نهایت در بالن ۵۰ میلی‌لیتر به حجم رسیده و در قوطی‌های پلاستیکی آماده انجام آنالیز شد.

www.SID.ir

Archive of SID

آنالیز نمونه‌ها به روش جذب اتمی شعله (FAAS) توسط دستگاه SPECTAA-220 ساخت VARIAN استرالیا صورت گرفت. همه تنظیمات دستگاه از روی manual varian انجام پذیرفت. از آنجا که غلظت فلزات در بعضی نمونه‌های آب و فاضلاب خیلی ناچیز و کم به دست آمد، ضروری بود تا میزان آنها در حجم مشخصی از نمونه افزایش داده شود تا بهتر بتوان آن را تعیین مقدار نمود. جهت تغلیظ نمونه‌های آب از روش تبخیر استفاده گردید. در این رابطه نمونه‌ها تا ۱۰ برابر غلیظ شد و غلظت‌های به دست آمده پس از اندازه‌گیری بر عدد ۱۰ تقسیم گردید. برای اندازه‌گیری غلظت کروم ابتدا اتما یزر یا تزریق آب مقطر حاوی اسید نیتریک شسته و دستگاه صفر می‌گردد سپس، نمونه تزریق و جذب آن ثبت شد در ادامه مقدار جذب قرائت شده را وارد منحنی استاندارد کرده و غلظت نهایی محاسبه گردید.

نتایج

ایستگاه شماره ۱

در این ایستگاه میزان کروم اندازه‌گیری شده از حد مجاز سازمان حفاظت محیط زیست (جدول ۸) کمتر است (۰/۵). این امر بیانگر آن است که فاضلاب‌های خانگی بطور عمومی نقش چندانی در افزایش میزان غلظت این فلز در مسیر نهر ندارند در طول ماه‌های اندازه‌گیری نیز تفاوت چشمگیری مشاهده نشد که بتوان نوع فصل را در غلظت عنصر اندازه‌گیری شده مؤثر دانست.

جدول ۲- پارامترهای متغیر نهر فیروزآباد تهران

پارامتر اندازه‌گیری شده	فروردین	تیر	مهر
کروم (mg/l)	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۲
دما (°c)	۱۸	۲۵	۲۰
pH	۷/۲۰	۷/۵۰	۶/۷۳

ایستگاه شماره ۲

در این ایستگاه هم میزان غلظت کروم در سه ماه مورد نظر کمتر از حد مجاز بود. مقادیر تعیین شده این فلز در فصول اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۳- نتایج اندازه‌گیری ایستگاه ۲ نهر فیروزآباد تهران

پارامتر اندازه‌گیری شده	فروردین	تیر	مهر
کروم (mg/l)	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۲۰
دما (°c)	۱۸/۲۰	۲۵/۳۰	۲۰/۲۰
pH	۷/۲۲	۷/۵۵	۷/۴۱

ایستگاه شماره ۳

در این ایستگاه فلز کروم جز در فروردین ماه و دو ماه دیگر از حد مجاز فراتر رفته است. دلیل این امر وجود کارخانجات بزرگ (نظیر ایران پویا، سامان، روغن نباتی قو، شرکت جنرال و...) است. همچنین مراکز آبکاری و

www.SID.ir

Archive of SID

ریخته‌گری با حجم تولید بالا (نظیر آبکاری هاشمی، آبکاری فارس و...) در این نتایج بی‌تأثیر نمی‌باشد. این صنایع هم از طریق فاضلاب صنعتی با بار آلودگی بالا و هم محصولات جانبی فرایند تولیدی آنها می‌توانند به عنوان ضایعات خطرناک واقع شوند (نظیر حلال‌های روغن و رنگ، ضایعات جلاکاری، و...) این گونه مراکز فاضلاب خود را با انشعاباتی به نهر تخلیه می‌کنند. از دیگر سو آلودگی می‌تواند بطور غیر مستقیم از کانال‌های فرعی که تا قبل از رسیدن به این ایستگاه نهر فیروزآباد می‌گردند، به نهر تحمیل گردند زیرا این کانال‌های فرعی نظیر کانال‌های شهرداری و کانال زهتابی به‌عنوان کشند فاضلاب عمل کرده و دارای غلظت قابل توجهی از فلزات سنگین می‌باشند.

جدول ۴- نتایج اندازه‌گیری ایستگاه ۳ نهر فیروزآباد تهران

پارامتر اندازه‌گیری شده	فروردین	تیر	مهر
کروم (mg/l)	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۵۱
دما (°c)	۱۸/۷۰	۲۶/۰۰	۲۰/۸۰
pH	۷/۰۶	۷/۳۷	۷/۴۹

ایستگاه شماره ٤

در این ایستگاه روند صعودی غلظت عنصر حفظ شده است، دلیل این امر می‌تواند وابسته به لجن‌کش‌هایی باشد که فاضلاب‌های شهرک‌های اطراف را همراه با شیرابه‌های آنها را به داخل تخلیه می‌کنند. (در این منطقه نهر رویاز است) و همچنین به‌علت پایین بودن سطح آگاهی و فرهنگ مردم منطقه ضایعات جامد خود را که اکثراً در آنها فلز بکار رفته است در محل اطراف نهرها رها می‌کنند، در میان ماه‌ها اندازه‌گیری، در فروردین ماه غلظت کروم در حداکثر میزان خود نسبت به دو ماه تیر و مهر می‌باشد که دلیل این امر محتملاً به افزایش حجم آب کانال مربوط می‌باشد که سبب جمع شدن بیشتر فلزات سنگین با مواد معلق و کلوئیدی آب دارد. همچنین سرباز بودن کانال، بارش باران مواد معلق موجود در هوا و نیز آلودگی‌های خاک بزرگراه و محیط اطراف را شسته و به کانال منتقل می‌کند.

جدول ۵- نتایج اندازه‌گیری ایستگاه ۳ نهر فیروزآباد تهران

پارامتر اندازه‌گیری شده	فروردین	تیر	مهر
کروم (mg/l)	۱/۳۳	۱/۲۵	۱/۲۵
دما (°c)	۱۹/۱۰	۲۶/۵۰	۲۱/۳۰
pH	۷/۸۰	۷/۹۲	۷/۶۰

ایستگاه شماره ٥

در این ایستگاه میزان غلظت عناصر بالاتر از حد استاندارد سازمان حفاظت زیست که در جدول (۸) ذکر شده است، می‌باشد (مجموعه قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۶). این ایستگاه نمونه‌برداری بعد از پالایشگاه تهران واقع شده است و به علت نشت قسمتی از فاضلاب پالایشگاه علیرغم تمهیدات اندیشیده شده به داخل کانال، میزان غلظت کروم از رشد تصاعدی برخوردار شده است از دیگر سوی به علت وجود یک پارکینگ ماشین‌های فرسوده و از رده خارج در نزدیکی محل نمونه‌برداری و نیز نزدیکی نسبی بازار آهن که رواناب‌های سطحی آنها توسط جوی‌های باریک محلی در انتها به کانال می‌ریزد، غلظت این عنصربه طور قابل توجهی افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- نتایج اندازه‌گیری ایستگاه ۴ نهر فیروزآباد تهران

پارامتر اندازه‌گیری شده	فروردین	تیر	مهر
کروم (mg/l)	۲/۱۰	۳/۱۴	۲/۱۰
دما (°c)	۱۹/۹	۲۶/۹	۲۱/۵
pH	۷/۸۰	۷/۹۲	۷/۶۰

جهت بررسی میزان غلظت عنصر به عنوان متغیر کمی در سطوح مختلف ایستگاهها به عنوان متغیرهای کیفی از دو آزمون آماری ANOVA و Tukey استفاده گردیده است. در آزمون ANOVA چون میزان sig جدول که مطابق P-value بوده، برابر تمامی ایستگاهها صفر است پس تفاوت معنی‌داری میان غلظت کروم و شماره ایستگاهها وجود دارد که برای بررسی دقیق‌تر و جزئی‌تر از آزمون Tukey کمک گرفته شد. در آزمون Tukey وجود اختلاف معنی‌دار میان ایستگاهها یا عدم وجود اختلاف معنی دار بررسی شد. براساس داده‌های جدول Comparisons میزان sig جدول می‌توان بیان داشت که برای عنصر کروم میان ایستگاه‌های ۳ و ۲ و ۱ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی در ایستگاه‌های ۵ و ۴ در میزان غلظت کروم اختلاف معنی‌داری با ایستگاه‌های دیگر وجود دارد.

در هنگام نمونه‌برداری دو عامل pH و دما به عنوان نماینده پارامترهای فیزیکوشیمیایی منطقه اندازه‌گیری شد. بدین منظور جهت بررسی اثرگذاری هر کدام از این دو عامل بر غلظت فلز سنگین مورد نظر از نرم‌افزار Spss و سنجش میزان رگراسیون استفاده شد.

در تعیین رگراسیون عنصر سنگین مورد مطالعه نسبت به پارامتر pH با توجه میزان R از جدول pH و Model summary محیط با عنصر کروم همبستگی نشان می‌دهد که مقدار آن براساس جدول R=٪۶۸/۹ است. بر اساس جدول ANOVA برای عنصر مذکور میزان Sig=۰/۰۰۴<۰/۰۵ می‌باشد. در این بررسی رابطه معنی‌داری بین غلظت کروم و pH وجود داشت که این رابطه براساس داده‌های جدول Coefficients خطی و معکوس و به صورت زیر می‌باشد:

$$Y[Cr] = -۲۰/۹۷۳ + ۲/۹۰۹(pH)$$

در تعیین رگراسیون عنصر سنگین مورد مطالعه نسبت به پارامتر دما با توجه به میزان R از روی جدول Model summary، دمای محیط آبی با کروم همبستگی نشان داد که مقدار آن براساس جدول R=٪۲۸/۶ است ولی چون براساس جدول ANOVA برای عنصر مذکور میزان Sig=۰/۳۰۱>۰/۰۵ پیش‌بینی شد، پس رابطه معنی‌داری بین غلظت کروم و دمای محیط پیش‌بینی نمی‌شود.

برای تعیین عامل اثرگذارتر از داده‌های جدول Coefficients و مقادیر Beta استفاده شد. در این حالت ضریب رگراسیونی استاندارد شده (standardized coefficients) متغییر pH از تغییر دما بیشتر است، این نتیجه کلی حاصل می‌شود که غلظت کروم همبستگی بیشتری با pH دارد و دما عامل اثر گذار ضعیف‌تری است.

برای تعیین میزان ریسک زیست محیطی هر ایستگاه به کمک روش EFMEA لازم است نرخ اولویت ریسک تعیین گردد تا به کمک آن راجع به چگونگی و سرعت عملکرد و اصلاح ریسک‌ها تصمیم‌گیری شود. نمره اولویت‌پذیری با ضرب درجه شدت در درجه پیامد به دست می‌آید. در این بین باید توجه داشت که اعداد رتبه‌بندی شده برای شدت و پیامد مطابق جداول پیشنهادی یک مفهوم کیفی بوده و یک مقدار عددی و کمی نمی‌باشد (رضازاده، ۱۳۸۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- کاربرگ EFMEA

شماره ایستگاه	شدت	پیامد	نرخ اولویت ریسک (RPN)	اقدام پیشنهادی
۱	۲	۱	۲	فعالیت خاصی مد نظر نیست
۲	۵	۲	۱۰	نصب سیستم اندازه‌گیری وهشدار آن لاین در صورت عبور ازحد مجاز
۳	۶	۵	۳۰	بررسی بدنه کانال در جهت جلوگیری از نشت فاضلاب
۴	۸	۲۵	۲۰۰	پوشاندن روی کانال
۵	۹	۵۰	۴۵۰	پخش پیام‌های هشدار در خصوص آبیاری و کودهی با استفاده از کانال

بحث و نتیجه‌گیری

از بررسی نتایج جداول ۳ تا ۷ نتیجه می‌شود که آلودگی نهر فیروزآباد به فلز سنگین کروم قطعی است و در هر سه فصل نمونه‌برداری به ترتیب با حرکت از ایستگاه اول به سمت ایستگاه پنجم مقدار غلظت کروم سیر صعودی داشته و در ایستگاه‌های ۳ و ۴ و ۵ مقادیر اندازه‌گیری شده با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست که در جدول (۸) ذکر شده، اختلاف فاحشی دارد. بیشترین میزان غلظت کروم گزارش شده برابر با ۳/۱۴mg/l مربوط به تیر ماه و در ایستگاه پنجم می‌باشد و کمترین میزان آن هم برابر با ۰/۰۱mg/l مربوط به تیر ماه و در ایستگاه اول می‌باشد.

جدول ۸- استاندارد خروجی فاضلاب‌ها (مجموعه قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۶)

شماره	مواد آلوده‌کننده		تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	مصارف آبیاری و کشاورزی (mg/l)
۱	نقره	Ag	۱/۰	۰/۱	۰/۱۰
۲	آلومینیوم	Al	۰/۵	۵/۰	۵/۰
۳	آرسنیک	As	۰/۱	۰/۱	۰/۱۰
۴	بر	B	۲/۰	۱/۰	۱/۰
۵	باریم	Ba	۵/۰	۱/۰	۱/۰۰
۶	بریلیوم	Be	۰/۱	۱/۰	۰/۵۰
۷	کلسیم	Ca	۷۵/۰	_	_
۸	کادمیوم	Cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	کلر آزاد	Cl	۱/۰	۱/۰	۰/۲۰
۱۰	کلراید	Cl^-	۶۰۰ (تبصره ۱)	۶۰۰ (تبصره ۲)	۶۰۰/۰۰
۱۱	فرمآلدئید	CH_2O	۱/۰	۱/۰	۱/۰۰
۱۲	فنل	C_6H_5OH	۱/۰	ناچیز	۱/۰۰
۱۳	سیانور	CN	۰/۵	۰/۱	۰/۱۰
۱۴	کبالت	Co	۱/۰	۱/۰	۰/۰۵
۱۵	کروم6	Cr(6)	۰/۵	۱/۰	۱/۰۰
۱۶	کروم3	Cr(3)	۲/۰	۲/۰	۲/۰۰
۱۷	مس	Cu	۱/۰	۱/۰	۰/۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

از میان عوامل مختلف اثرگذار بر بار آلودگی نهر، فاضلاب‌های شهری و صنعتی بیشترین سهم را دارا می‌باشند به خصوص مراکز صنعتی و نیمه صنعتی مجازو غیر مجاز در مناطق مرکزی و حاشیه‌ای شهر تهران که به دلیل نداشتن سیستم‌های تصفیه فاضلاب، موجب افزایش بار آلودگی نهر می‌گردند. همچنین اضافه شدن کانال‌های فرعی که حاوی فاضلاب‌های مناطق مختلف تهران می‌باشد، سبب می‌شود که به غلظت کروم پیوسته اضافه گردد. از سوی دیگر عدم اطلاع‌رسانی صحیح و پایین بودن سطح آگاهی مردم بخصوص در مناطقی که نهر رویاز می‌باشد، باعث گردیده که ریسک زیست محیطی نهر بالا رفته و آن را بصورت یک معضل بدل نماید. بخصوص که آلودگی نهر تنها به فلزات سنگین محدود نبوده و آلودگی به سایر عوامل شیمیایی و میکروبی نیز برای آن متصور می‌باشد. در واقع می‌توان گفت نهر فیروزآباد که حدود ۱۳۰ کیلومتر مربع از حوضه آبریز غرب و جنوب غربی شهر تهران را پوشش می‌دهد یکی از پر مسئله‌ترین و آلوده‌ترین کانال‌های تهران است. در راستای تقلیل آثار منفی این نهر راهکارهای ذیل پیشنهاد می‌گردد:

۱- ایجاد ساختارهای قانونی برای کنترل منابع آب‌های سطحی، به ویژه در نهر فیروزآباد؛

۲- ایجاد ابزارهای تشویقی اقتصادی به منظور مشارکت بخش خصوصی در طرح‌های کاهش آلودگی نهر؛

۳- تدوین مقررات رعایت حریم مسیل‌ها و آب‌های سطحی؛

۴- تدوین و اعطای مجوز جهت چگونگی دفع فاضلاب قبل از احداث واحدهای مسکونی و طرح‌های صنعتی؛

۵- برقراری سیستم اخذ مالیات آلودگی؛

۶- اعطای تسهیلات جهت انشعاب واحدهای مسکونی به طرح فاضلاب تهران؛

۷- اعمال فشار بیشتر سازمان حفاظت محیط زیست بر واحدهای صنعتی، خدماتی، معدنی جهت احداث و بهره‌برداری از سیستم تصفیه فاضلاب مناسب، بررسی‌ها نشان می‌دهد متولیان بخش‌های صنعتی، خدماتی، معدنی، و... اجرای پروژه‌های تصفیه فاضلاب را مقرون به صرفه ندانسته و اعتقادی به آن ندارد زیرا هدایت فاضلاب تصفیه شده را به نهری که دارای بار آلودگی شدید است منطقی ندانسته و از نظر ایشان امری نامعقول می‌شود. لذا، ترجیح می‌دهند فاضلاب را به شکل خام به نهر هدایت نمایند؛

۸- شناسایی اتصال‌های غیر مجاز مجاری فاضلاب واحدهای مختلف هدایت‌کننده فاضلاب خام شهری و صنعتی به نهر فیروزآباد و صدور اخطاریه‌های قانونی؛

۹- پلمپ پمپ‌های مستقر در مسیر نهر که بوسیله آن کشاورزان مزارع خود را آبیاری می‌نمایند؛

۱۰- فرهنگ‌سازی و آگاهی دادن عامه مردم در زمینه آلوده نساختن آب‌های سطحی؛

۱۱- به منظور پیشگیری از عواقب سوء مصرف فاضلاب مسیل‌ها از جمله نهر فیروزآباد جهت آبیاری کشاورزی اجرای پروژه‌های لاگون‌های هوادهی و برکه‌های تثبیت بهترین شیوه و کم هزینه‌ترین روش از نظر نگهداری و سادگی در عملیات می‌باشد؛

۱۲- آموزش مدیریت مصرف برای کاهش میزان فاضلاب تولیدی از واحدهای صنعتی؛

۱۳- انتقال صنایع کوچک به شهرهای صنعتی مجاور و ایجاد تصفیه خانه مشترک؛

۱۴- الزام بیمارستان‌های واقع در منطقه به ایجاد سیستم پیش تصفیه و تفکیک پسماند و

۱۵- تشویق کشاورزان روستاهای اطراف به جایگزین نمودن محصولات سبزی و صیفی کاری با محصولات مقاوم‌تر نظیر پنبه.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

انصاری، شینا و سرمدی، مصطفی. ۱۳۸۶. سیمای محیط زیست شهر تهران. موسسه انتشارات نقشینه. تهران، ایران.
رضازاده، حجت. ۱۳۸۴. مهندسی ایمنی سیستم و ارزیابی ریسک. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران، ایران.
سهیلی، محمد. ۱۳۷۳. تأثیر پساب در انباشتگی و اشتغال عناصر سنگین در خاک‌های منطقه جنوب تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، خاک‌شناسی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران.
مجموعه قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۷۶. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران، ایران.

APHA. 1980. Standard methods for the examination of water and waste water. New York, USA.
Rothery, E. 1988. Analitical method for graphic tube atomizers. Varian, Australia.

www.SID.ir