ارزیابی و تعیین مقادیر فلزات سنگین روی، نیکل و کادمیوم و تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در آب رودخانه شاطره (جنوب غرب تهران)

راضیه خانپور زارنجی[1]، لیدا سلیمی[2]* و مریم قانع[3]

۱ و ۲-گروه محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳- گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

تاریخ دریافت: ۹۳ /۵/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۰/۱۲

چکیده

رودخانه‌ها از منابع آب شیرین بسیار مهم بوده و کاربردهای گسترده‌ای دارند. فلزات سنگین از عوامل مهم آلودگی منابع آبی به شمار می‌روند که سبب ورود آلاینده‌ها به رودخانه‌ها سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی در آن‌ها می‌شود. از این رو شناخت این فلزات و شناخت پارامترها و روند تغییرات آنها امری ضروری است. این تحقیق با هدف تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (دما، pH، اکسیژن محلول، EC) و سنجش فلزات روی، نیکل و کادمیوم در رودخانه شاطره (که آب آن در آبیاری مزارع کشاورزی استفاده می‌شود) واقع در جنوب غربی تهران انجام گرفته است. نمونه برداری در اواخر اسفند ۱۳۹۲ در ۳ ایستگاه (قبل از پل شاطره، منطقه صنعتی و منطقه کشاورزی) با ۳ بار تکرار انجام شد. میانگین دمای آب رودخانه ۸/۲۵ درجه سانتی‌گراد، میانگین اکسیژن محلول ۸/۳ میلی‌گرم در لیتر، میزان pH در محدوده ۸/۰۲ و میانگین مقدار EC ۴۹۳/۳۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بود. میزان فلزهای سنگین در نمونه‌های آب، پس از هضم شیمیایی توسط دستگاه جذب اتمی شعله‌ای سنجیده شد و میانگین مقدار فلزات سنگین روی، نیکل و کادمیوم به ترتیب برابر ۰/۴۲۰۶، ۳۸/۱۳۵، ۳۹/۱۸۰ میکرو گرم بر لیتر به دست آمد. نتایج آنالیز واریانس نشانگر آن است که میانگین فلزات روی، نیکل و کادمیوم در ایستگاه‌های بررسی شده دارای تفاوت معنی‌داری با هم هستند ($P<0/05$). براساس استاندارد WHO، پارامترهای اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر در حد قابل قبولی هستند. غلظت فلز روی در هر ۳ ایستگاه در حد استاندارد WHO بود در حالیکه مقدار فلز سنگین نیکل و کادمیوم در هر ۳ ایستگاه بیش از حد مجاز استاندارد بوده است.

واژگان کلیدی: پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، روی، نیکل، کادمیوم، رودخانه شاطره.

* نگارنده پاسخگو: l_salimi@iau-tnb.ac.ir

مقدمه

در سه دهه اخیر به دنبال رشد اقتصادی سریع و استفاده بیشتر از محیط زیست توجه و نگرانی نسبت به مسائل زیست محیطی نیز به شدت افزایش یافته است، نیاز انسان به آب باعث شده تا اکثر تمدن‌های بشری در کنار رودخانه‌ها شکل بگیرند. انسان‌های اولیه با زندگی در کنار رودخانه‌ها به طور فطری و تجربی آموختند که جهت استفاده بهینه از این منبع خدادادی می‌بایست رودخانه‌ها را دوست داشت و حتی در برخی از فرهنگ‌های کهن آب و رودخانه به عنوان موجودی مقدس و حیات بخش مورد ستایش و احترام بوده است (صادقی و روح اللهی،۱۳۸۶).

عملیات کارخانه‌ها، استخراج معادن، صنایع، ذوب فلزات، باطری سازی، آبکاری، کاغذسازی، رنگرزی، چرم سازی و عکاسی و تولید تجهیزات الکتریکی و احتراق سوخت‌های فسیلی از عواملی هستند که باعث ورود فلزات سنگین به خاک و آب می‌گردد (Ahmed & Malik, 2012; Wei *et al*., 2009). ورود پساب شهری، صنعتی و کشاورزی و تخلیه غیر اصولی زباله به محیط از دیگر راه‌های آلوده شدن محیط توسط انسان است (Prabu, 2009; Kane *et al*., 2012).

تحقیقات انجام یافته در ایران و جهان در باره روند تغییرات فیزیکی و شیمیایی نشان داده است که بیشتر رودخانه‌های ایران و جهان دارای خاصیت بازی کمی می‌باشد. عظیمی در سال ۱۳۸۵ در رودخانه جاجرود، کاظمی در سال ۱۳۸۲ در رودخانه طالقان، همچین تحقیقات کاظم‌زاده (۱۳۸۱) بر روی رودخانه هراز نشان دادند که آب این رودخانه‌ها علی رغم وجود فعالیت‌های انسانی و همچنین فاضلاب روستاهای اطراف، از نظر میزان اکسیژن محلول از میزان نسبتاً مطلوبی برخوردار بودند.

بررسی‌های انجام شده در آب‌های داخلی آمریکا نشان می‌دهد که آب‌های با قابلیت هدایت الکتریکی ۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر دارای ارزش مختلط شیلاتی می‌باشند و خارج از این حدود نشانگر مناسب نبودن آن‌ها برای گروه‌های خاصی از ماهیان و بی مهرگان می‌باشد (Quinn & Hickey,1990).

مطالعه بر روی ۹ فلز سنگین در آب رودخانه Warri در نیجریه که پذیرنده پساب‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب شهری است، نشان داد که غلظت فلزات Mn،Ni، Cr و Cd در آب این رودخانه بیشتر از مقادیر استاندارد اعلام شده برای آب‌های سطحی بوده و آب این رودخانه برای سلامت و بهداشت عمومی مضر تشخیص داده شد (Wogu & Okaka, 2011).

روی برای انجام فعل و انفعالات بیولوژیکی در انسان و حیوان ضروری می‌باشد و در عملکرد بسیاری از سیستم‌های آنزیمی نقش تعیین کننده دارد. در بسیاری از موارد روی غیر سمی تلقی می‌شود و لیکن سمیت مزمن روی منجر به علایمی چون سردرد، حالت تهوع، از دست رفتن آب بدن، درد در ناحیه شکم و سرگیجه می‌شود (اسدی و همکاران، ۱۳۸۱).

نیکل در آلیاژها، آب کاری، باتری‌ها و نیز به عنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار می‌گیرد سوخت‌های فسیلی معمولاً غنی از نیکل هستند و احتراق نفت و زغال منجر به وارد شدن مقدار زیادی از این فلز از هوا به آب‌ها می‌گردد، انتشار نیکل در جو از طریق منابع طبیعی ۲۶ هزار تن و از طریق منابع انسانی ۴۷ هزار تن در سال است (کلارک، ۱۹۸۶).

کادمیوم فلزی نرم، چکش‌خوار و انعطاف‌پذیر به رنگ سفید مایل به آبی، به شدت سمی است و از طریق فعالیت‌های بشر وارد محیط زیست می‌شود. از ویژگی آن سمیت و پایداری بالا است که در طبیعت تجزیه نمی‌شود بدین ترتیب، در محیط منتشر شده و در چرخه باقی می‌ماند (Quin *et al*.,1990; Wogn & Okaka, 2011).

منطقه‌ای که رودخانه شاطره در آن قرار دارد، از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای بیابانی با دوران بارندگی نامشخص می‌باشد. در فصول سرد سال متأثر از سیستم‌های سرد شمالی و شمال غربی و جنوب

غربی سرد و خشک است. همچنین همجوار بودن با کویر نیز سبب می‌شود تا در تابستان با دمای گرم و خشک شرقی و جنوب شرقی مواجه شود، رودخانه شاطره به دلیل مقدار کم بارندگی و تبخیر زیاد و برداشت آب در جنوب غرب تهران جزء رودخانه‌های فصلی معروف است (لطفی طلب،۱۳۹۲).

با توجه به اهمیت وجود فلزهای سنگین در اکوسیستم‌های آبی، هدف اصلی از این پژوهش، بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (دما، هدایت الکتریکی، میزان اکسیژن محلول و pH) و همچنین بررسی میزان فلزات سنگین Ni, Cd و Zn در رودخانه شاطره و مقایسه این مقادیر به دست آمده با استانداردهای جهانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری در اواخر اسفند ۱۳۹۲ از رودخانه شاطره واقع در جنوب غربی تهران در ۳ ایستگاه (قبل از پل شاطره، منطقه صنعتی و منطقه کشاورزی) با ۳ بار تکرار انجام شد (جدول ۱ و شکل ۱). از آب این رودخانه در آبیاری مزارع کشاورزی استفاده می‌شود.

جدول۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های انتخاب شده

ایستگاه	E طول شرقی	N عرض شمالی
۱	۵۱° ،۲۸′ ،۹۵/۱ ″	۳۵° ،۵۸′ ،۹۵/۶ ″
۲	۵۱° ،۲۹′ ،۹۴/۵ ″	۳۵° ،۵۶′ ،۷۰/۱ ″
۳	۵۱° ،۳۱′ ،۹۰/۴ ″	۳۵° ،۵۴′ ،۴۹/۶ ″

شکل۱- خط مشکی مسیر رودخانه شاطره و نقاط تیره نشان دهنده ایستگاه‌های نمونه برداری است

برای اندازه‌گیری دما، از دماسنج جیوه‌ای با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد. نمونه‌برداری از آب مطابق استاندارد از ظروف پلی اتیلن (HDPE) High-Density Polyethyene استفاده شد. ظروف نمونه برداری در عمق ۲۰ سانتی‌متری آب وارد شده و ۳ نمونه آب به اندازه یک لیتر برداشته و به آزمایشگاه منتقل شدند. پارامترهای pH توسط دستگاه pH متردیجیتال (مدل Inolab120) و اکسیژن محلول به وسیله DO متر دیجیتال (مدل Jenway9500) و هدایت الکتریکی توسط دستگاه EC سنج دیجیتال (مدل Hana214) تعیین گردید.

سنجش فلزهای سنگین

برای اندازه گیری عناصرسنگین ابتدا نمونه‌ها به روش هضم اسیدی آماده شدند، و پس از عبور از کاغذ واتمن ۴۲، pH آن‌ها توسط اسید نیتریک ۱۰ درصد در حد ۲ تنظیم و تا زمان آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و با دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (مدل WFX-130) برای تعیین مقادیر فلزات Ni ،Zn و Cd تزریق شدند.

آنالیزهای آماری

جهت آنالیز آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۰ استفاده شد. ابتدا میانگین به دست آمده و برای بررسی وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین ایستگاه‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA One Way و از نرم‌افزار Excel 2013 برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

نتایج نمونه‌برداری از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در سه ایستگاه رودخانه شاطره واقع در جنوب غربی تهران در جدول‌های (۲، ۳ و ۴) نمایش داده شده است.

جدول۲- پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه اول (قبل از پل شاطره) در اسفند ۱۳۹۲

ایستگاه اول	دما (°C)	اکسیژن محلول DO (mg / L)	pH	EC(µ s/cm)
میانگین	۸/۲±۰	۸/۹±۰	۸/۰۲۳±۰/۰۰۵	۳۳۶/۶۶۷±۵/۷۷۳
کمترین	۸/۲	۸/۹	۸/۰۲	۳۳۰
بیشترین	۸/۲	۸/۹	۸/۰۳	۳۴۰

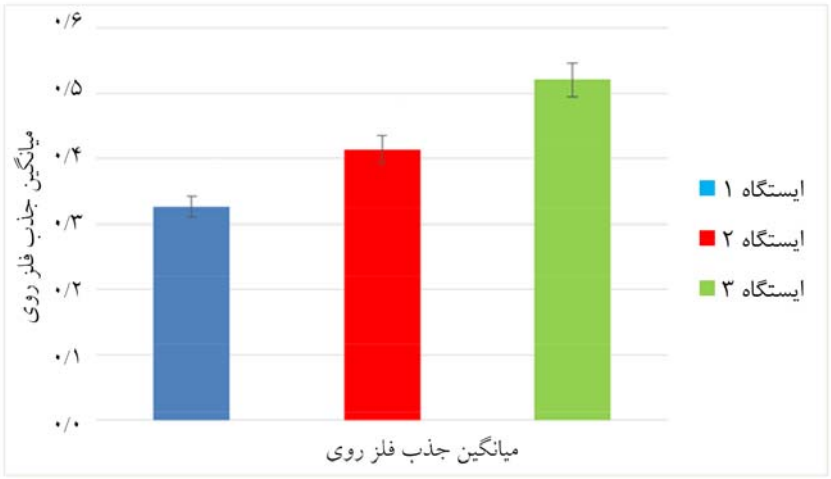
جدول۳- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه دوم (منطقه صنعتی در رودخانه شاطره) در اسفند ۱۳۹۲

ایستگاه دوم	دما (°C)	اکسیژن محلولDO (mg / L)	pH	EC(µ s/cm)
میانگین	۸/۳±۰	۸/۱±۰	۸/۰۶±۰/۰۱۱	۵۵۶/۶۶±۵/۷۷۳
کمترین	۸/۳	۸/۱	۸/۰۶	۵۵۰
بیشترین	۸/۳	۸/۱	۸/۰۸	۵۶۰

جدول۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه دوم (منطقه کشاورزی در رودخانه شاطره) در اسفند ۱۳۹۲

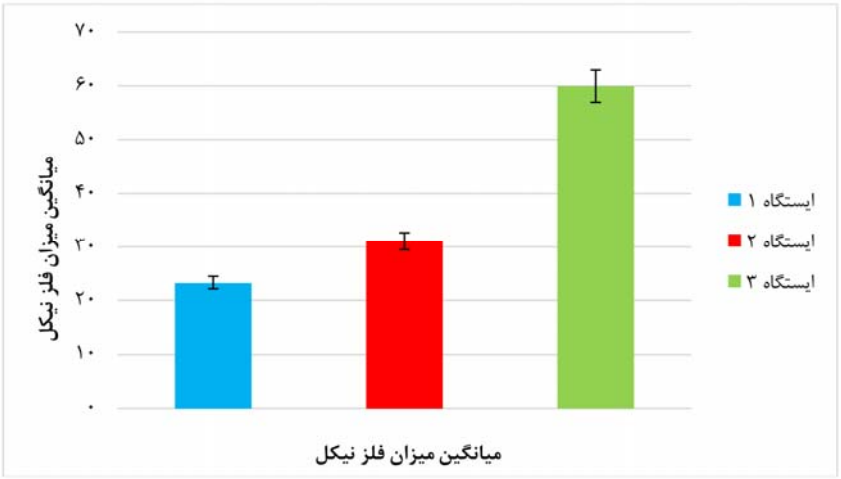
ایستگاه سوم	دما (°C)	اکسیژن محلول DO (mg / L)	pH	EC(µ s/cm)
میانگین	۸/۳±۰	۷/۶±۰	۸/۰۱±۰/۰۱	۵۸۶/۶۶±۱۵/۲۷
کمترین	۸/۳	۷/۶	۸/۰۰	۵۷۰
بیشترین	۸/۳	۷/۶	۸/۰۲	۶۰۰

در شکل (۱) میانگین فلز روی در سه ایستگاه بررسی شده نمایش داده شده است.



شکل۱- میانگین میزان فلز روی (بر حسب ppm) در سه ایستگاه بررسی شده در رودخانه شاطره در اسفند ۱۳۹۲

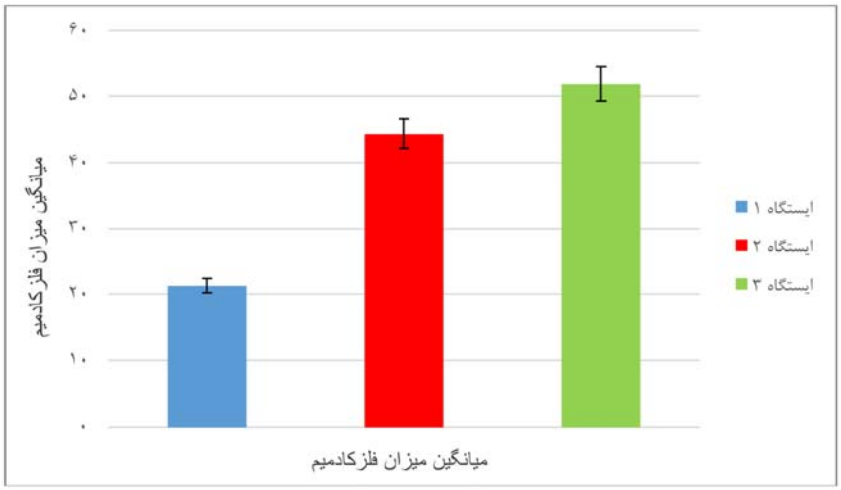
نتایج نشان داد که، بین میانگین روی در ایستگاه اول با ایستگاه دوم و ایستگاه اول با ایستگاه سوم و همچنین ایستگاه دوم با ایستگاه سوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). شکل (۲) میانگین فلز سنگین نیکل در آب سه منطقه بررسی شده را ارائه کرده است.



شکل۲- میانگین میزان فلز نیکل (بر حسب ppm) در سه ایستگاه بررسی شده در رودخانه شاطره در اسفند ۱۳۹۲

آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد که، بین میانگین نیکل در ایستگاه اول با ایستگاه دوم تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (P≥۰/۰۵)، لیکن بین میانگین نیکل در ایستگاه اول با ایستگاه سوم و همچنین ایستگاه دوم با ایستگاه سوم تفاوت معنی‌داری به دست آمد (P<۰/۰۵). شکل (۳) نشان دهنده‌ی میانگین فلز کادمیوم در رودخانه شاطره در سه ایستگاه بررسی شده می‌باشد.

بر اساس نتایج، میانگین کادمیوم در ایستگاه اول با ایستگاه دوم و سوم تفاوت معنی‌داری به دست آمد (P<۰/۰۵). ولی بین میانگین کادمیوم در ایستگاه دوم با ایستگاه سوم تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (P≥۰/۰۵).



شکل۳- میانگین میزان فلز کادمیوم (بر حسب ppm) در سه ایستگاه بررسی شده در رودخانه شاطره در اسفند ۱۳۹۲

بحث و نتیجه‌گیری

دمای آب از مهم‌ترین متغیرهای فیزیکی است که بر روی ساختار جمعیتی بی‌مهرگان کفزی تأثیر می‌گذارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دمای آب رودخانه شاطره در هر ۳ ایستگاه در حدود ۸ تا ۸/۳ درجه سانتی‌گراد بوده است. سطح اکسیژن محلول آب (DO) به عنوان یک فاکتور شیمیایی مهم مرتبط با شرایط زندگی جانداران آبزی و تعیین میزان آلودگی اهمیت پیدا می‌کند. این شاخص تحت تأثیر عواملی مانند قابلیت محلول شدن گاز اکسیژن در آب، فشار جزئی گاز اکسیژن در هوا، دما و درجه خلوص آب قرار می‌گیرد، از طرفی با کاهش دما و افزایش بارندگی و افزایش جریان آب، میزان اکسیژن محلول افزایش می‌یابد. به طور کلی افزایش و کاهش اکسیژن محلول در آب می‌تواند تحت تأثیر اغتشاش و تلاطم جریان آب به واسطه افزایش جریان باد، بارش‌های فصلی، کاهش تبخیر آب، افزایش ظرفیت انحلال اکسیژن در آب با کاهش دما، ... قرار گیرد (اقبالی شمس آباد، ۱۳۸۹). در پژوهش حاضر، میانگین DO به دست آمده در ایستگاه سوم رودخانه (منطقه کشاورزی) در مقایسه با ایستگاه اول و دوم کاهش نشان می‌دهد (جدول‌های ۱، ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که به دلیل ورود بار قابل توجهی از مواد مغذی به رودخانه بر اثر فعالیت‌های دامپروری، مرغداری، فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب مناطق مسکونی میزان اکسیژن محلول کاهش پیدا کرده است. تحقیق اعرابی در سال ۱۳۷۲ بر روی رودخانه جاجرود نتیجه مشابه با تحقیق حاضر داشته و کاهش میزان اکسیژن محلول در آب رودخانه در منطقه بررسی شده را در نتیجه ورود فاضلاب روستاهای اطراف دانسته است. همچنین pH رودخانه شاطره با میانگین ۸/۰۲ همانند بیشتر رودخانه‌های ایران و جهان دارای خاصیت بازی کمی می‌باشد. دامنه تغییرات pH در ایستگاه نخست، دوم و سوم یکنواخت بود و میانگین pH آب رودخانه شاطره با مقایسه استاندارد جهانی (WHO) در حد مجاز ۸/۵-۶/۵ می‌باشد. در تحقیق حاضر، میانگین EC در ایستگاه نخست رودخانه شاطره ۳۳۶/۶۶ میکروزیمنس بر سانتی متر بود ولی در ایستگاه دوم و سوم به ترتیب به میانگین ۵۵۶/۶۶ و ۵۸۶/۶۶ میکروزیمنس بر سانتی متر افزایش یافت (جدول ۲). میزان هدایت الکتریکی (EC) که در آن غلظت اجزاء یونی آب سنجیده می‌شود و همچنین به شدت به زمین شناسی منطقه وابسته است و سپس در نتیجه افزایش فعالیت‌های کشاورزی و ورود پساب کشاورزی و فاضلاب‌های شهری میزان آن افزایش پیدا می‌کند (Shieh & Yang, 2000).

براساس استاندارد WHO برای آب‌های شیرین که قابلیت کشاورزی دارند هدایت الکتریکی در حدود ۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد. به نظر می‌رسد که میزان EC در ایستگاه اول در مقایسه با استانداردهای WHO برای آب‌های شیرین که قابلیت کشاورزی دارند، در حد مناسبی است ولی ایستگاه‌های دوم و سوم طبق استاندارد WHO برای آب‌های شیرین که قابلیت کشاورزی دارند بالاتر بوده و نشان دهنده‌ی آلودگی احتمالی منطقه به آلاینده صنعتی و کشاورزی می‌باشد (جدول ۵).

جدول۵- مقایسه مقادیر فیزیکی و شیمیایی مورد اندازه‌گیری شده با WHO

	دما (°C)	DO (mg / L)	pH	Ec (µs/cm)
WHO	۷-۱۰ °C	>۶	۶/۵-۸/۵	µs/cm۵۰۰
میانگین (ایستگاه ۱) قبل از پل رودخانه شاطره	۸/۲	۸/۹	۸/۰۲	۳۳۶/۶۶
میانگین (ایستگاه ۲) منطقه صنعتی در رودخانه شاطره	۸/۳	۸/۱	۸/۰۶	۵۵۶/۶۶
میانگین (ایستگاه ۳) منطقه کشاورزی در رودخانه شاطره	۸/۳	۷/۶	۸/۰۱	۵۸۶/۶۶

با توجه به نتایج به دست آمده در شکل‌های (۱، ۲ و ۳)، به نظر می‌رسد بالا بودن میزان دو فلز Cd و Ni در ایستگاه‌های اول و دوم و سوم، می‌تواند در نتیجه ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی، فاضلاب‌های شهری، مرغداری و دامپروری به داخل رودخانه باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین غلظت فلز Zn در ایستگاه‌های بررسی شده در رودخانه شاطره کمتر از استاندارد WHO می‌باشد (جدول ۶).

میانگین غلظت فلز Ni و Cd همان گونه که در شکل (۲ و ۳) و جدول شماره (۶) قابل مشاهده است از حد استاندارد WHO بیشتر می‌باشد. این مطلب می‌تواند نشان دهنده تأثیر ورود جریان فاضلاب (که حاوی فاضلاب تصفیه نشده شهر، پساب‌های صنعتی و کشاورزی) به رودخانه باشد.

در تحقیقی مشابه غلظت سرب، روی و نیکل در رودخانه‌های حوزه آب‌ریز تالاب انزلی در ۵ ایستگاه (مورد مطالعاتی رودخانه گوهررود) توسط قویدل و معطر در بهار سال ۱۳۹۳ سنجیده شد و نتایج نشان داد که غلظت فلزها در ایستگاه‌های داخل شهر بیشتر بوده است و با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، میزان آلاینده‌ها از ایستگاه اول تا ایستگاه سوم در داخل رودخانه شاطره روندی افزایشی داشت و با ورود پساب‌های کشاورزی و صنعتی به رودخانه میزان فلزهای نیکل و کادمیوم افزایش یافته و از حد استاندارد WHO برای آب‌های شیرین تجاوز کرده است.

مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، جلیلی و خاکپور در رودخانه‌مند در بوشهر نشان دادند که میزان سرب، روی و کادمیوم در ۵ ایستگاه در طول رودخانه از ایستگاه اول به ترتیب از ۲۰/۵، ۲۷/۸ و ۴۴/۰ به میانگین غلظت ۳۲/۲، ۳۷/۱۴ و ۷۳/۱۴ ppm در ایستگاه پنجم مطابق فرضیات نشر آلودگی افزایش داشته است (جلیلی و خاکپور، ۱۳۸۵).

جدول۶- میزان استاندارد فلزات سنگین در آب‌های شیرین برحسب ppm (WHO, 1984)

فلزات سنگین	مقدار استاندارد	ایستگاه اول (قبل از پل شاطره) تحقیق حاضر	ایستگاه دوم (بخش صنعتی) تحقیق حاضر	ایستگاه سوم (بخش کشاورزی) تحقیق حاضر
روی	۵	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۵۲
نیکل	۰/۰۱	۲۳/۳۳	۳۱/۱۳	۵۹/۹۴
کادمیوم	۰/۱۴۴	۲۱/۲۹	۴۴/۳۸	۵۱/۸۷

یافته‌های تحقیق حاضر بر روی سه ایستگاه مطالعه شده در رودخانه شاطره نشان می‌دهد که پارامترهای مهم pH, DO و دما در حد استاندارد جهانی WHO برای آب‌های شیرین می‌باشد و تنها میزان EC در ایستگاه دوم و سوم و مقدار فلزات کادمیوم و نیکل در ایستگاه اول و دوم و سوم بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی است. با توجه به اینکه افزایش بیش از حد مجاز فلزهای سنگین پیامدهای زیست محیطی شدیدی به دنبال دارد، برای کاهش و کنترل غلظت فلزها اقدامات عاجل مدیریت زیست محیطی بایستی صورت گیرد.

منابع

اسدی، م.۱۳۸۱. مدیریت مواد زائد خطرناک. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ایران.

اقبالی شمس آباد، پ. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات پارامترهای فیزیکی و آلودگی‌های شیمیایی رودخانه سفید رود و تحلیل عوامل مؤثر بر آن با استفاده از GPS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. تهران.

اعرابی، د. ۱۳۷۲. بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهیان سرد آبی پروری زیست گاه‌های طبیعی آبزیان (منطقه جاجرود)، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشگاه تهران.

جلیلی، م. و خاکپور، آ. ۱۳۸۵. اندازه‌گیری فلزات سنگین، سرب، روی و کادمیوم در رودخانه‌مند در بوشهر. اولین همایش تخصصی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

صادقی، ه. و روح اللهی، ص. ۱۳۸۶. اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی دانشگاه آزاد علوم پزشکی اردبیل، ۷(۱): ۵۶-۵۲.

عظیمی، ر. ۱۳۸۵. بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود بر اساس شاخص هیلسنهوف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشگاه تربیت مدرس. ایران.

قویدل، ا. و معطر، ف. ۱۳۹۳. بررسی سرب، روی و نیکل رودخانه‌های حوزه آب ریز تالاب انزلی (مورد مطالعاتی رودخانه گوهررود). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۶(۱):۹۶ - ۸۹.

کاظمی، ر. ۱۳۸۲. مطالعه هیدروبیولوژی و اکولوژیک فون کفزیان رودخانه طالقان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

کاظم زاده خواجویی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل آلا در رودخانه هراز. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس. ایران.

کلارک، آر. بی.۱۹۸۶. آلودگی دریا. ترجمه ساداتی پور، م.ت. و شریعتی فیض آبادی، ف. ۱۳۸۰. انتشارات معراج قلم. ایران.

لطفی طلب، ح.۱۳۹۲. موقعیت مکانی و کالبدی اسلامشهر. پورتال سازمانی و اطلاع رسانی جمهوری اسلامی ایران وزارت کشور استانداری تهران فرمانداری اسلامشهر، قابل دسترسی در: www. moi.ir.

Ahmed, M. & Malik, A. 2012 . Bioaccumulation of heavy metals by zinc resistant bacteria isolated from agricultural soils irrigated with waste water. *Bacteriology Journal*, 2: 12-21.

Kane, S., Lazo, P. & Vlora, A. 2012 . Assessment of heavy metals in some dumps of copper mining and plants in Mirdita Area, Albania. Proceeding of the 5th international Scientific Conference on Water, Climate and Environment, ohrid, Macedonia.

Prabu, P.C. 2009. Impact of heavy metal contamination of Akaki River of Ethiopia on soil and metal toxicity on cultivated

Tang, M. 2009. Isolation and characterization of the heavy metal resistant bacteria CCNWRS33-2 isolated from root nodule of *Lespedeza cuneata* in gold mine tailings in China. *Hazardous Materials*, 15: 50–56.

Wogu, M. D. & Okaka C. E. 2011. Pollution studies on Nigerian rivers: heavy metals in surface water f Warri River, Delta State. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES),* 3: 7- 12.

WHO.1984.Guidelines for drinking water quality. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

vegetable crops. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9: 18-27.

Quinn, J. M. & Hickey, C.W. 1990. Characterization and classification of benthic invertebrate communities in New Zealand rivers in relation to environment factors. *New Zealand Journal of marine and fresh water*, 24: 387-407.

Shieh, S.H. & Yang, P.S. 2000. Community structure and functional organization of aquatic insects in an agricultural mountain stream of Taiwan: 1985-1986 and 1995-1996. *Zoological Studies*, 39: 191-202.

Wei, G., Fan, L., Zhu, W., Fu, Y., Yu, J. &