Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال شانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
Volume 16, No. 1, Spring 2020 (IR-WRR)
۲۲۹-۲۳۹

ارزیابی خطر بوم‌شناسی نشانگر مولکولی تخلیه فاضلاب (LASs) در رودخانه عباس‌آباد همدان

فائزه جعفری[۱] و نسرین حسن‌زاده[۲*]

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی آلکیل بنزن سولفانات‌های خطی (LASs) به عنوان نشانگرهای مولکولی برای ردیابی ورود آلودگی‌های فاضلاب شهری در رودخانه عباس‌آباد همدان انجام گرفت. نمونه‌برداری در بهار ۱۳۹۸ از نمونه آب رودخانه عباس‌آباد در ۱۷ ایستگاه انجام شد. پارامترهایی همچون دمای آب، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات محلول (TDS)، اکسیژن محلول (DO) و پتانسیل ریداکس (ORP) در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و آماده‌سازی نمونه‌ها، غلظت LAS با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج nm ۶۵۰ قرائت و با استفاده از منحنی کالیبراسیون و طول موج جذب شده، غلظت LAS محاسبه شد. ارزیابی ریسک اکولوژیک با محاسبه شاخص RQ انجام شد. نتایج، دامنه غلظت LAS را بین mg/L ۲/۶۵-۰/۱۱ و با میانگین mg/L ۱/۲۵ نشان داد. ورود فاضلاب‌های تصفیه‌نشده کاربری‌های اطراف به داخل رودخانه عباس‌آباد، علت اصلی غلظت زیاد LAS شناخته شد. نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک، ریسک زیاد را در حوضه مورد مطالعه نشان داد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین LAS و فاکتورهای کیفیت آب، رابطه مثبت بین LAS با شوری، TDS، EC و دما را نشان داد. نتایج مقایسه غلظت LAS بر اساس استاندارد ایران جهت تخلیه به چاه جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری نشان داد در ۱۴ ایستگاه غلظت LAS بیشتر از حد مجاز مصرف برای کشاورزی، آبیاری و تخلیه به چاه جاذب است و در ۴ ایستگاه بیشتر از حد مجاز تخلیه شوینده‌ها به منابع آب سطحی است. غلظت LAS در ۱۵ ایستگاه بیشتر از حد مجاز شوینده‌ها در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد ایران و WHO بود. این مطالعه سودمندی بررسی LASs را به عنوان شاخصی قدرتمند برای ردیابی غیرمستقیم تخلیه فاضلاب شهری را نشان داد.

کلمات کلیدی: آلکیل بنزن سولفانات خطی (LAS)، سورفاکتانت، شاخص RQ، رودخانه عباس‌آباد، همدان.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۹/۲۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۲/۲۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۹ امکانپذیر است.

Ecological Risk Assessment of Molecular Marker of Sewage Discharge (LASs) in the Abbas Abad Rivers in Hamadan

F. Jafari[1] and N. Hassanzadeh[2]*

Abstract

This study aimed to investigate the linear alkylbenzene sulphonates (LASs) as molecular markers to detect contaminants associated with municipal wastewater in Abbasabad River. Sampling was done in 17 stations from Abbasabad River in spring 2019. Parameters such as water temperature, acidity (pH), electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), dissolved oxygen (DO) and redox potential (ORP) were measured at the sampling site. After transferring the samples to the laboratory and preparing the samples, the LAS concentration was read using a spectrophotometer at 650 nm and the LAS concentration was calculated using the calibration curve and absorbed wavelength. Ecological risk assessment was performed by calculating the RQ index. The results showed LAS concentration ranged from 0.11 to 2.65 mg/L with a mean of 1.25 mg/L. The entry of untreated wastewater into the Abbasabad River was the main cause of the high concentration of LAS. An ecological risk assessment results showed high risk in the studied basin. The results of the Spearman correlation test between LAS and water quality factors showed a positive relationship between LAS with salinity, TDS, EC and temperature. Comparison of LAS concentration according to Iranian standard for discharge to groundwater resources and agricultural and irrigation purposes showed that LAS concentration in 14 stations was higher than permitted for agricultural, irrigation and discharge into wells and at four stations above the permitted level of discharges to surface water sources. The concentration of LAS at 15 stations was above the permissible level of detergents in drinking water according to the Iranian and WHO standards. This study demonstrated the usefulness of investigating LASs as powerful indicators for tracking contaminants associated with urban wastewater discharge.

Keywords: Linear Alkyl Benzene Sulfanate (LAS), Surfactant, RQ Index, Abbasabad River, Hamadan.

Received: December 16, 2019
Accepted: March 14, 2020

1- M.Sc. Graduate of Environmental Pollution, Department of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran. Email: nasrinhassanzadeh@gmail.com
*- Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب در جهت پایداری کیفی و کمی منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور می‌باشد. آب‌های سطحی از مهم‌ترین منابع آبی هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. بنابراین آگاهی از کیفیت آب یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی، توسعه و حفاظت منابع آب به ویژه در کشورهای در حال توسعه که داده‌های کافی وجود ندارد، محسوب می‌گردد. آب‌های سطحی در مقایسه با آب‌های زیرزمینی به جهت دسترسی آسان برای دفع پساب‌ها و فاضلاب‌ها در معرض آلودگی و آسیب‌پذیری بیشتری قرار دارند (Soltani et al., 2019). امروزه آلودگی آب‌های سطحی از طریق ورود فاضلاب‌ها، در بسیاری از نقاط جهان به ابعاد مهم خود رسیده است (Minareci and Cakir, 2018) . یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های فاضلاب که امروزه در بسیاری از منابع آبی جهان بسیار مورد توجه بوده و سبب نگرانی شده است دترجنت‌ها[1] یا همان شوینده‌ها هستند (Scott and Jones, 2000; Alkhadher et al., 2015; Uc-Peraza and Delgado-Blas, 2015; Akkan, 2017). شوینده‌ها گروهی از مواد شیمیایی هستند که دارای خاصیت پاک‌کنندگی هستند (Pérez-López et al., 2018). یکی از مهم‌ترین ترکیبات شوینده‌ها، سورفاکتانت‌ها[2] هستند. سورفاکتانت‌ها مسئول قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها هستند و به چهار گروه آنیونی، کاتیونی، غیریونی و آمفوتریک تقسیم می‌شوند (Hajian Nejad et al., 2012; Bratovcic et al., 2018; Jones-Costa et al., 2018; Pérez-López et al., 2018). آن‌ها به طور گسترده در مواد شوینده خانگی، محصولات مراقبت شخصی، صنایعی مانند نساجی، رنگ، پلیمر، فرمولاسیون آفت‌کش‌ها، مواد شیمیایی، کود و سموم کشاورزی، داروسازی، معدن‌کاری، استخراج نفت، کاغذسازی و بسیاری از کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Mungray and Kumar, 2009; HERA, 2013; Bergé et al., 2018; Bratovcic et al., 2018).

آلکیل بنزن سولفونات‌های خطی[3] (LASs) یک سورفکتانت آنیونی رایج و پرمصرف هستند که به دلیل بهبود تجزیه‌پذیری، مقرون به صرفه بودن و خواص پاک‌کنندگی و کف‌کنندگی خوب به طور قابل توجهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در غلظت‌های قابل توجه در فاضلاب‌های خانگی و صنعتی حضور دارند (HERA, 2013; Alkhadher et al., 2015; Bergé et al., 2018; Balcıoğlu, 2019). آن‌ها اغلب به عنوان شاخص‌های فعالیت‌های انسانی و به طور گسترده به عنوان نشانگرهای مولکولی تخلیه فاضلاب مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Wang et al., 2012; Rinawati and Takada, 2013; Magam et al., 2016; Jones-Costa et al., 2018; Riyahhi Bakhtiari et al., 2018). LASs به سرعت در شرایط هوازی (نیمه عمر در رودخانه‌ها حدود ۳ ساعت) تخریب می‌شوند، در حالی که ممکن است در شرایط بی‌هوازی تا سال‌ها باقی بمانند (HERA, 2013; Magam et al., 2016).

غلظت‌های زیاد شوینده‌ها در منابع آبی سبب ایجاد مشکلاتی نظیر کاهش کشش سطحی آب (Akkan, 2017; Hamadan municipality information database, 2017) تغییر در طعم و بوی آب (Balcıoğlu, 2019)، ایجاد کف در سطح آب، تداخل در فرآیندهای تصفیه آب، کاهش مقدار اکسیژن محلول در آب، کوتاه شدن روند پیری دریاچه‌ها به دلیل محتوای فسفات (Minareci and Cakir, 2018; Samaei et al., 2018)، و کیفیت نامناسب آب برای زیستمندان ساکن در آب و آسیب به گیاهان و جانوران آبی می‌شود (Samaei et al., 2018; Zhou et al., 2018; Balcıoğlu, 2019). LASs تجاری از بیش از ۲۰ مؤلفه جداگانه تشکیل شده‌اند. این مؤلفه‌ها می‌توانند اثر آنتاگونیستی یا سینرژیسمی با هم داشته باشند و سمیت مواد شوینده را در محیط آبی افزایش یا کاهش دهند (HERA, 2013; Uc-Peraza and Delgado-Blas, 2015).

مطالعات بسیاری آلودگی‌های مرتبط با تخلیه فاضلاب را با استفاده از LASs به عنوان نشانگر مولکولی تخلیه فاضلاب به اثبات رسانده‌اند (Wang et al., 2012; Rinawati and Takada, 2013; Alkhadher et al., 2015; Magam et al., 2016; Riyahhi Bakhtiari et al., 2018). این مطالعات سودمندی بررسی LASs را به عنوان شاخص‌های مناسب برای ردیابی تخلیه و یا ورود فاضلاب شهری اثبات کرده است. به عنوان مثال مطالعات Riyahi Bakhtiari et al. (2018) در رسوبات سطحی تالاب بین المللی انزلی نشان داد تالاب انزلی در معرض ورود فاضلاب خام یا فاضلاب با تصفیه کم قرار دارد. در مطالعه Wang et al. (2012) نتایج بررسی LABs در نمونه‌های رسوب دریاچه Chaohu، ورودی مهمی را از فاضلاب خانگی نشان داده است که بیانگر تخلیه مقدار قابل‌توجهی از فاضلاب شهری از طریق رواناب رودخانه‌ای به دریاچه Chaohu بوده است. Balcıoğlu (2019) در مطالعات خود در نمونه آب سطحی ۴ جزیره در استانبول نشان داد در یک جزیره غلظت LAS بیشتر از حد مجاز است که محقق دلیل این امر را جمعیت و گردشگری بیشتر در این جزیره نسبت به سایر جزایر عنوان کرده است. به طور مشابه نتیجه مطالعه Magam et al. (2015) و Alkhadher et al. (2015) نیز ورود فاضلاب اولیه و ثانویه را به مناطق مورد مطالعه نشان داده است.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اهمیت این موضوع، در این مطالعه به بررسی غلظت LAS به عنوان نشانگر مولکولی تخلیه فاضلاب و ارزیابی ریسک اکولوژیک آن در رودخانه مهم عباس‌آباد که یکی از منابع مهم تأمین آب شرب استان همدان است، پرداخته شده است. این رودخانه از نظر تأمین آب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری و از نظر زیبایی‌شناختی در منطقه مهم و توریستی گنجنامه دارای اهمیت فراوان است. متأسفانه این رودخانه ارزشمند به دلیل تخلیه فاضلاب واحدهای خدماتی و پذیرایی محور گنجنامه و عباس‌آباد، دچار آلودگی میکروبی شده و در سال‌های اخیر مورد توجه مسئولان شهری قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

همدان منطقه‌ای کوهستانی است و کوه الوند با ارتفاعی در حدود ۳ هزار و ۳۱۲ متر از مهم‌ترین ارتفاعات آن به حساب می‌آید. رودخانه عباس‌آباد به طول ۱۸ کیلومتر از دامنه‌های کوه فخرآباد در ۱۲ کیلومتری جنوب غربی همدان سرچشمه می‌گیرد و در جهت جنوبی شمالی ادامه مسیر می‌دهد و پس از آبیاری باغ‌های روستای‌عباس‌آباد همدان در اراضی‌گراچقا به رودخانه خاکو می‌ریزد. رودخانه عباس‌آباد به دلیل آن که دارای حوضه‌ی آبریز کوهستانی و با شیبی تند است، دارای جریانی سریع است. این رودخانه به دلیل داشتن حوضه‌ای برفی، دارای رژیمی دائمی است (Vanaei et al., 2018).

۲-۲- روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در فصل بهار (خرداد) ۱۳۹۸ از رودخانه عباس‌آباد، در ۱۷ ایستگاه با در نظرگرفتن فاصله، کاربری‌های اطراف و تعیین مراکز احتمالی ورود آلاینده انجام شد (شکل ۱). جهت نمونه‌برداری از ظروف نمونه‌برداری از جنس پلی اتیلن و به حجم ۱ لیتر که قبل از نمونه‌برداری با آب مقطر نیز شستشو داده شده بودند، استفاده شد. در هر نقطه، نمونه‌برداری از ستون آب و با ۲ تکرار و در فواصل مناسب انجام شد. به منظور اندازه‌گیری آلکیل بنزن سولفانات‌های خطی (LAS)، ۱ قطره هیدروکلریک اسید (HCL) جهت جلوگیری از تجزیه احتمالی LAS در ماتریس آب، به نمونه‌ها اضافه و پس از قرار دادن نمونه‌ها در یخدان سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شد.

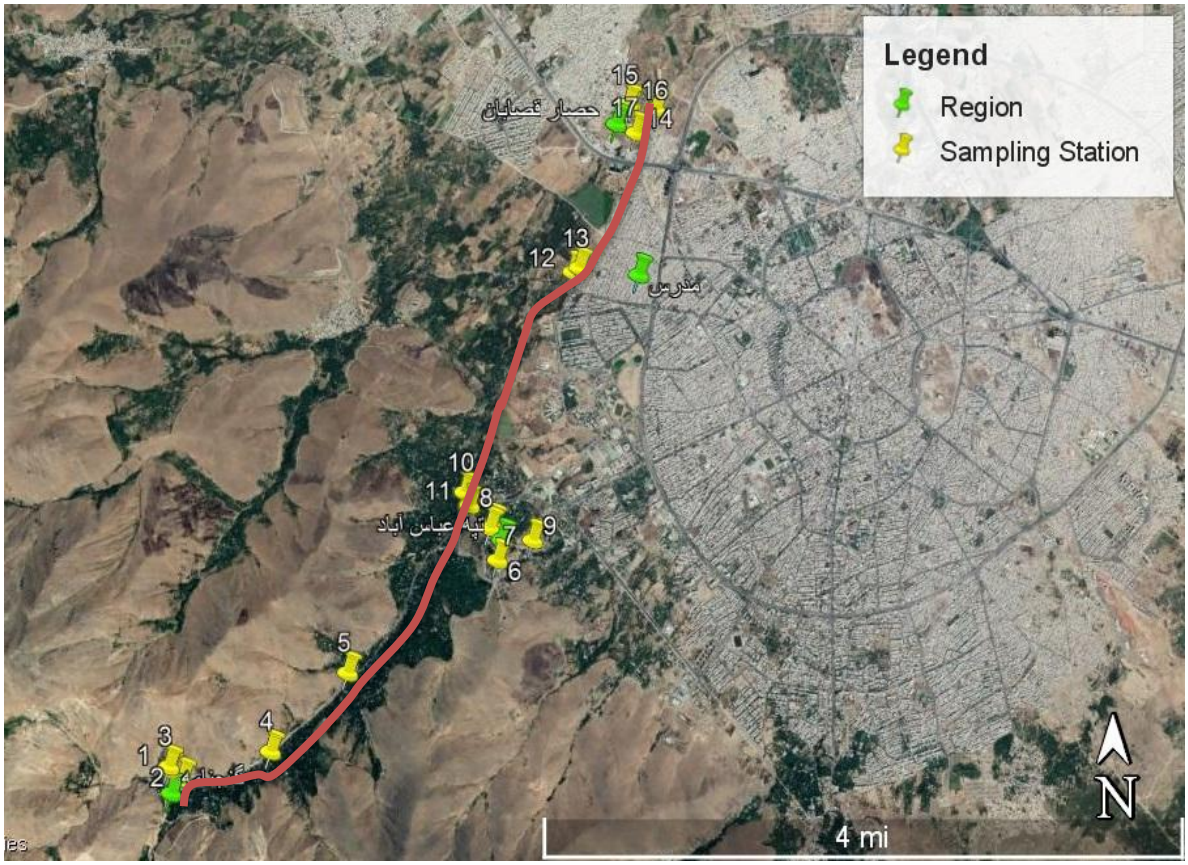

Fig. 1- Map of study stations and sampling points in Abbasabad River

شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های مطالعاتی و نقاط نمونه‌برداری در رودخانه عباس‌آباد همدان

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهایی همچون دمای آب، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی[۴](EC)، کل جامدات محلول [۵](TDS)، اکسیژن محلول [۶](DO) و پتانسیل ریداکس [۷](ORP) با استفاده از اکسیژن متر قلمی مدل EZDO 7031 و مولتی متر قلمی مدل EZDO 8200 در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد.

۲-۳- روش آنالیز و پژوهش

در این مطالعه از روش جدید، ساده و بهینه شده متیلن بلو جهت اندازه‌گیری میزان LAS استفاده شـــد. روش پیشنهادی تنها نیازمند mL ۵ از نمونه و mL ۴ حلال استخراج‌کننده (کلروفرم) است (Jurado et al., 2006). بدین منظور ابتـــدا با محلول‌سازی در بازه mg/L ۲/۵-۰، منحنی کالیبراسیون رسم گردید. پس از ساخت عامل متیلن بلو (mM ۱۳/۳)، محلول بافر سدیم تترابورات mM ۵۰ و شناساگر فنول فتالئین، مقدار mL ۵ از هر نمونه به داخل لوله شیشه‌ای تزریق شد و از طریق اضافه کردن مقدار µL ۲۰۰ تترابورات سدیم (mM ۵۰) محلول قلیایی و به pH=۱۰/۵ رسید، در ادامه µL ۱۰۰ متیلن بلو اضافه شد و پس از اضافه کردن µL ۴ کلروفرم به مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد و ۵ دقیقه نمونه به حال خود رها شد. پس از تشکیل دو فاز، فاز آلی (قسمت پایینی لوله شیشه‌ای) جدا و درون لوله‌ی آزمایش mL ۱۰ ریخته شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-3600) در طول موج ۶۵۰ نانومتر قرائت و با استفاده از منحنی کالیبراسیون و طول موج جذب شده، غلظت LAS محاسبه شد.

۳- ارزیابی ریسک اکولوژیک

ارزیابی ریسک اکولوژیک با محاسبه شاخص RQ[۸] برای آلاینده مورد نظر انجام می‌شود. RQ با تقسیم حداکثر غلظت ماده آلاینده (MC)[۹] بر غلظت‌های بدون اثر پیش بینی شده آلاینده (PNEC)[۱۰] بر اساس رابطه (۱) و (۲) محاسبه می‌شود:

$$RQ=MC/PNEC \quad (۱)$$

$$PNEC=(EC_{50} \text{ or } LC_{50})/AF \quad (۲)$$

که در آن EC_{50}[۱۱] (غلظت مؤثر، کاهش یک فرآیند بیولوژیکی به میزان ۵۰ درصد) و LC_{50}[۱۲] (غلظت کشنده، کشتن ۵۰ درصد از موجودات زنده) و AF فاکتور[۱۳] ارزیابی استاندارد که جهت مطالعات کوتاه مدت و در آب‌های شیرین ۱۰۰۰ در نظر گرفته می‌شود. بر اساس مطالعات سم‌شناسی که در ارتباط با LAS در محیط‌های آبی انجام شده است مقدار PNEC ، ۰/۲۷ برآورد گردیده است که در این مطالعه نیز از این عدد جهت محاسبات استفاده می‌شود. متعاقبا ارزیابی ریسک در ارگانیسم‌های آبزی به سه گروه طبقه‌بندی می‌شود: کم‌خطر (RQ<۰/۱)، خطر متوسط (۰/۱< RQ< ۱) و خطر بالا (RQ ≤۱) (Sharma et al., 2019).

۴- محاسبات آماری

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 و Excel2016 انجام شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-wilk) استفاده شد. نتایج آزمون، نرمال بودن داده‌های LAS را نشان داد (Sig =۰/۴). با توجه به عدم نرمال بودن برخی از فاکتورهای کیفیت آب، از آزمون همبستگی اسپیرمن به منظور بررسی همبستگی بین LAS و فاکتورهای کیفی آب استفاده شد.

۵- یافته‌ها

جدول ۱ آمار توصیفی LAS اندازه‌گیری شده و فاکتورهای کیفیت آب شامل کمینه، بیشینه، میانگین، انحراف معیار و انحراف از میانگین را نشان می‌دهد. شکل ۲ غلظت LAS اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج، غلظت LAS اندازه‌گیری شده را در دامنه mg/L ۲/۶۵- ۰/۱۱ نشان داد.

Table 1- Descriptive statistics of LAS and water quality factors in Abbasabad River water sample in Hamadan

جدول ۱- آمار توصیفی LAS و فاکتورهای کیفیت آب در نمونه آب رودخانه عباس‌آباد در همدان

	Unit	Mean	Minimum	Maximum	Std. Error of Mean	Std. Deviation
LAS	mg/L	1.25	0.11	2.65	0.17	0.71
Salt	mg/L	71.11	26.60	368.00	19.43	80.12
TDS	mg/L	93.79	34.90	485.00	25.62	105.62
EC	µs/cm	142.36	52.40	735.00	38.81	160.02
ORP	MV	-12.44	-37.00	-0.30	2.05	8.46
pH	-	6.97	6.35	7.50	0.07	0.27
T	°C	14.71	11.70	17.80	0.45	1.84
DO	%	45.32	26.50	51.20	1.37	5.66

www.SID.ir

Archive of SID

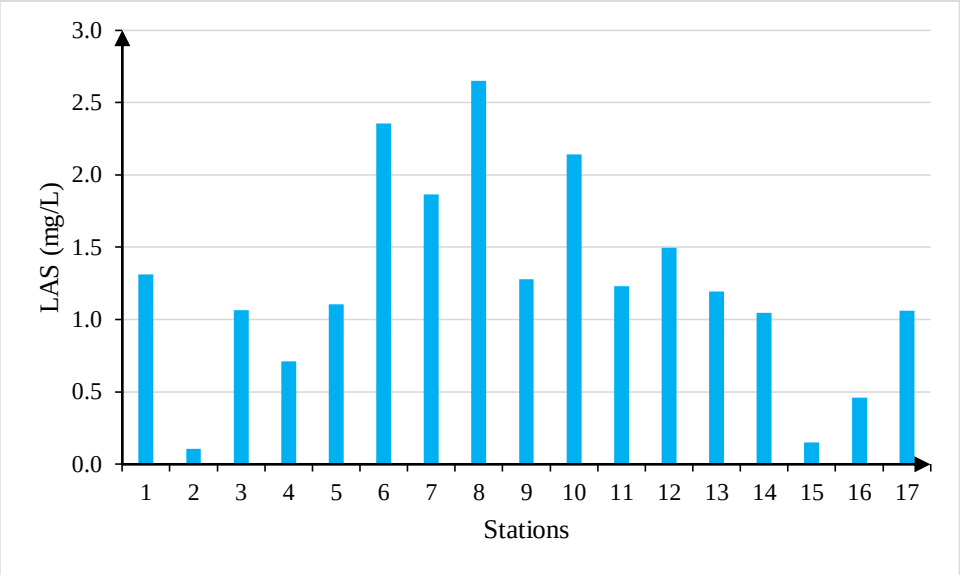

Fig. 2- LAS concentration at the studied stations in Abbasabad River water sample

شکل ۲- غلظت LAS در ایستگاه‌های مورد مطالعه در نمونه آب رودخانه عباس‌آباد

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین LAS و فاکتورهای کیفی آب در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بین LAS با شوری، TDS و EC رابطه مثبت در سطح معنی‌داری ۹۵٪ و بین LAS با دما رابطه مثبت در سطح معنی‌داری ۹۹٪ وجود دارد.

جدول ۳ نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک LAS را در نمونه‌های آب رودخانه عباس‌آباد نشان می‌دهد. شکل ۳ نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک LAS و طبقه‌بندی ریسک را در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

۶- بحث

از مجموع ۱۷ ایستگاه مورد مطالعه، ترکیب LAS در تمامی ایستگاه‌ها مشاهده شد. نتایج ایـن مطالعه دامنه غلظت LAS را در محدوده ۰/۱۱–۲/۶۵ mg/L و با میانگین ۱/۰۶ mg/L نشان داد. عوامل اصلی غلظت زیاد LAS در رودخانه عباس‌آباد، جمعیت زیاد گردشگر و بازدیدکننده در منطقه گنجنامه و عباس‌آباد، کاربری خدماتی، رفاهی، فرهنگی، دولتی و کشاورزی از جمله وجود رستوران‌ها، سفره‌خانه‌ها، کافی‌شاپ‌ها، تله کابین، اردوگاه، موزه، باغ و ویلاهای اقامتی زیاد در مسیر رودخانه‌های عباس‌آباد، سکونت عشایر، شستشوی ماشین در طول رودخانه، عدم وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب و ورود مستقیم و یا نشت فاضلاب کاربری‌های ذکر شده در طول مسیر رودخانه می‌باشد. به طور کلی کیفیت آب‌های سطحی مرتبط با انواع کاربری‌ها و پوشش زمین در حوزه آبخیز است و این امر منجر به مطالعات بسیاری در زمینه رابطه کاربری‌ها و کیفیت آب شده است (Karimi et al., 2018).

Table 2- Spearman correlation test results between LAS and water quality factors in Abbasabad River water sample in Hamadan

جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین LAS و فاکتورهای کیفیت آب در نمونه آب رودخانه عباس‌آباد در همدان

	LAS	Salt	TDS	EC	ORP	pH	T	DO
LAS	1.000							
Salt	.601*	1.000						
TDS	.554*	.996**	1.000					
EC	.554*	.996**	1.000**	1.000				
ORP	-.246	.086	.109	.109	1.000			
pH	-.115	-.231	-.228	-.228	.522*	1.000		
T	.697**	.318	.291	.291	-.367	-.140	1.000	
DO	-.404	-.511*	-.497*	-.497*	-.181	-.104	-.395	1.000

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3- Results Ecological Risk Assessment of LAS in Abbasabad River Water Sample in Hamadan
جدول ۳- نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک LAS در نمونه آب رودخانه عباس آباد در همدان

Station	RQ	Risk status	Station	RQ	Risk status
1	4.85	High	10	7.93	High
2	0.39	Moderate	11	4.56	High
3	3.94	High	12	5.54	High
4	2.63	High	13	4.43	High
5	4.09	High	14	3.87	High
6	8.72	High	15	0.56	Moderate
7	6.91	High	16	1.70	High
8	9.81	High	17	3.93	High
9	4.74	High			

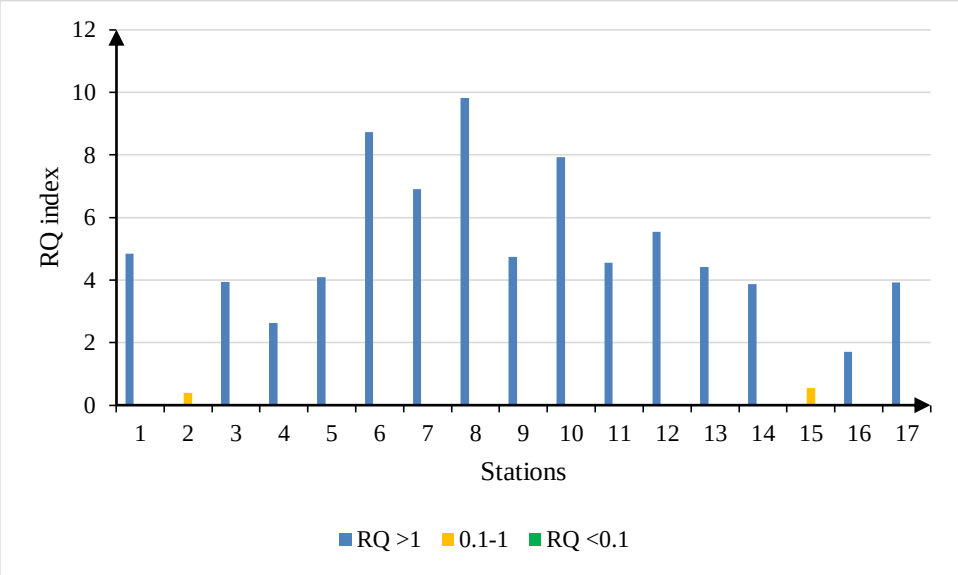

Fig. 3- Results of Ecological Risk Assessment and Risk Classification of LAS
شکل ۳- نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک و طبقه بندی خطرLAS

در مسیر رودخانه عباس‌آباد به دلیل ناهمواری‌ها و کوهستانی بودن و هم‌چنین سنگی بودن بستر، شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری وجود ندارد و کاربری‌های خدماتی ملزم شده‌اند فاضلاب خود را در سپتیک تانک‌ها جمع‌آوری کنند. اما این سپتیک تانک‌ها به طور کامل فاضلاب را تصفیه نمی‌کنند و در روزهای بارانی به دلیل حجم کم این مخازن، امکان سرریز فاضلاب به رودخانه وجود دارد و باید تخلیه آن‌ها در زمان مناسب صورت گیرد. هم‌چنین تمام واحدهای مجموعه عباس‌آباد و گنجنامه از جمله اماکن تفریحی و رستوران‌ها مجهز به سپتیک تانک نیستند و در ساعاتی از شب فاضلاب خود را به داخل رودخانه رهاسازی می‌کنند. فاضلاب سرویس‌های بهداشتی گنجنامه و عباس‌آباد نیز وارد سپتیک تانک‌ها می‌شود و از طریق تانکر فاضلاب تخلیه می‌شود ولی در روزهایی که حجم گردشگر زیاد است به خصوص روزهای آخر هفته، حجم سپتیک تانک‌ها کافی نیست و سرریز تانکرها وارد رودخانه‌ها می‌شود و بارندگی نیز نشت فاضلاب به بیرون را تشدید می‌بخشد. متأسفانه ظرفیت زیاد گردشگر در منطقه تفریحی و توریستی گنجنامه و عباس‌آباد پیش‌بینی نشده است و ورود فاضلاب و شیرابه‌های زباله به یک معضل اساسی در این منطقه طبیعی تبدیل شده است (Nafe et al., 2011; Hamadan municipality information database, 2017). به عنوان مثال غلظت LAS در ایستگاه شماره ۱ (۱/۳۱ mg/L) که بعد از سرویس بهداشتی عمومی و رستوران و سفره‌خانه برداشت شده نسبت به غلظت LAS در ایستگاه ۳ (۰/۴۶ mg/L) که قبل از رستوران و سرویس بهداشتی برداشت شده، بسیار بیشتر است. این مقایسه نشان‌دهنده ورود و یا نشت فاضلاب از کاربری‌های ذکر شده است. مقایسه غلظت LAS در

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه ۲ که از کنار کاربری باغ برداشت شده با غلظت LAS در ایستگاه ۴ که بعد از باغ رستوران و از داخل اردوگاه برداشت شده نیز نشان‌دهنده افزایش قابل توجه غلظت LAS در ایستگاه ۴ است. با توجه به این که فاصله این دو ایستگاه زیاد نیست، می‌توان نقش کاربری رستوران و اردوگاه را در افزایش غلظت LAS تأیید کرد. ایستگاه‌های ۴ و ۵ نیز بعد از رستوران برداشت شده است و غلظت بالای LAS را نشان می‌دهند. ایستگاه ۱۱ که در انتهای جاده گنجنامه است غلظت کمتری را نشان داده است. دلیل این امر این است که در طول رودخانه عباس‌آباد به علت شیب‌دار بودن رودخانه، حجم آب زیاد رودخانه و پیچ و خم داشتن رودخانه و وجود پل سرعت حرکت و تلاطم آب بیشتر شده و با هوادهی بیشتر آب، امکان تجزیه زیستی LAS و خودپالایی رودخانه بیشتر شده است. Vanai et al. (2018) نیز در مطالعات خود عنوان کرده رودخانه عباس‌آباد به علت شیب تند و کوهستانی بودن از نظر هوادهی در وضعیت مناسبی قرار دارد و با رسیدن به انتهای رودخانه و کاهش شیب آن از مقدار اکسیژن محلول آن کاسته می‌شود. ایستگاه ۱۲ و ۱۳ در طول رودخانه عباس‌آباد و بعد از منطقه مسکونی مدرس برداشت شده و غلظت بالایی از LAS را نشان داده است. وجود کاربری خدماتی، کشاورزی و مسکونی و ورود فاضلاب به رودخانه از عوامل اصلی غلظت بالای LAS در این ایستگاه‌ها است.

ایستگاه‌های ۶، ۷و ۸ از منطقه تفریحی تپه عباس‌آباد برداشت شده است. عوامل موثر ذکر شده در غلظت زیاد LAS در منطقه گنجنامه، برای ایستگاه‌های تپه عباس‌آباد نیز مشابه است. ایستگاه ۹ از آب خروجی از تصفیه‌خانه عباس‌آباد برداشت شده و در بین کل ایستگاه‌های مطالعاتی بیشترین غلظت LAS را نشان داده است. قابل ذکر است که در زمان نمونه‌برداری این تصفیه‌خانه آب غیرفعال بود و به دلیل آلودگی میکروبی رودخانه عباس‌آباد، تصفیه آب انجام نمی‌شد. ایستگاه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶و ۱۷ در طول رودخانه عباس‌آباد و از منطقه مسکونی حصارقصابان برداشت شده است. رودخانه عباس‌آباد پس از گذشتن از محله‌های چرم‌سازی، منوچهری و حصار مطهری وارد منطقه حصارقصابان می‌شود و به دلیل عدم وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب کامل در مناطق مسکونی نام برده شده، ورود فاضلاب به رودخانه‌ها اجتناب‌ناپذیر است و غلظت بالای LAS در ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده شده است. ایستگاه ۱۵ از ورودی کانال فاضلاب به رودخانه و از آب مخلوط با فاضلاب برداشت شده و غلظت بیشتری نسبت به سایر ایستگاه‌های حصارقصابان نشان داده است. مشاهدات میدانی و پرس و جو از افراد محلی نیز ورود فاضلاب به رودخانه را تأیید کرده است. علیرغم آگاهی مردم محلی از ورود فاضلاب به رودخانه، آب رودخانه عباس‌آباد به مصارف سبزی‌کاری و کشاورزی می‌رسد که این امر می‌تواند مخاطراتی را برای سلامت انسان و میکروارگانیسم‌های خاک ایجاد کند. از طرف دیگر پساب‌های کشاورزی در اثر بارندگی‌ها وارد رودخانه‌ها می‌شود که به علت مصرف کودها، آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی حاوی سورفاکتانت، در افزایش غلظت LAS در آب تأثیرگذار است (Ivanković and Hrenović, 2010; Oyoroko and Ogamba, 2017; Ríos et al., 2018; Tripathy et al., 2018). به طور مشابه Alkhadher et al. (2015) نیز تخلیه و انتشار آلاینده‌های فاضلاب را، در نتیجه فعالیت‌های انسانی مانند توسعه صنعتی، شهرنشینی، گردشگری و غیره اعلام کرده‌اند. Balcıoğlu (2019) نیز افزایش جمعیت تابستانی جزایر، گردشگران و افزایش فعالیت‌های نظافت را عامل اصلی تأثیرگذار در غلظت بالای LAS در نمونه آب سطحی جزایر پرنس استانبول اعلام کرده است.

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین LAS و فاکتورهای کیفیت آب نشان داد بین LAS با شوری، TDS و EC رابطه مثبت در سطح معنی‌داری ٪۹۵ و بین LAS با دما رابطه مثبت در سطح معنی‌داری ٪۹۹ وجود دارد. همچنین بین شوری، TDS و EC با یکدیگر رابطه مثبت در سطح معنی‌داری ٪۹۹، بین شوری، TDS و EC با DO رابطه منفی در سطح معنی‌داری ٪۹۵، بین ORP با pH رابطه منفی در سطح معنی‌داری ٪۹۵ وجود داشت. در مطالعه Soleimani Roudi et al. (2015) رابطه خطی منفی بین LAS و دما وجود داشته که با نتایج این مطالعه همخوانی ندارد. یک علت برای این ناسازگاری این است که در مطالعه سلیمانی رودی نمونه‌برداری در آستانه نوروز که مقدار مصرف شوینده‌ها برای امور نظافت زیاد بوده، انجام گرفته است و این امر در افزایش غلظت LAS در فصل زمستان تأثیرگذاشته است. دلیل دیگر این است که رودخانه عباس‌آباد یک مکان تفریحی با حجم زیاد گردشگر و بازدیدکننده در استان همدان است و این احتمال وجود دارد که با افزایش جمعیت و گردشگر در طول روز مقدار ورود آلاینده به رودخانه توسط انسان‌ها و کاربری‌های خدماتی نسبت به اول صبح که دمای آب پایین‌تر و جمعیت محدود است، افزایش یافته است.

به طور مشابه نتایج مطالعه Khayadani et al. (2008) و Hajian Nejad et al. (2012) و Ebrahimi et al. (2010) نیز رابطه مثبت بین LAS و EC را نشان داده است. هدایت الکتریکی در آب تحت تأثیر وجود مواد جامد محلول و دما قرار دارد و با هر دو آن‌ها رابطه مستقیم دارد. نشت سیستم‌های فاضلاب به داخل منابع آب سطحی به دلیل وجود کلرید، فسفات و نیترات سبب بالارفتن مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی آب می‌شود. تغییرات مهم در هدایت می‌تواند نشانگر این باشد که یک تخلیه یا منبع آلودگی دیگری وارد جریان شده است (USEPA, 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

ORP یا پتانسیل ریداکس توان اکسیدکنندگی آلاینده‌های موجود در آب را نشان می‌دهد (Yavar et al., 2018). در آب‌های طبیعی عواملی مانند pH، دما، شوری، غلظت اکسیژن محلول و اکسیدکننده‌های حلال مانند ازن روی سطح ORP تأثیر می‌گذارد (Liu et al., 2009; Yavar et al., 2018). مطالعات نشان داده است با افزایش PH، ORP کاهش می‌یابد که با یافته‌های این پژوهش هم‌خوانی دارد (James et al., 2004). TDS کل مواد جامد محلول در آب را مشخص می‌کند و به صورت قسمت در میلیون ارائه می‌شود. اندازه‌گیری و کنترل TDS آب برای بخش‌های بهداشت و صنعت بسیار مهم است. مطالعات مختلف وجود رابطه مثبت معنادار بین TDS و EC را به اثبات رسانده‌اند که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (Mashhadi Mousavi et al., 2016).

نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک در ۱۵ ایستگاه ریسک زیاد و در ۲ ایستگاه ریسک متوسط را نشان داد. این نتایج وضعیت وخیم رودخانه عباس‌آباد را از نظر اکولوژیکی نشان می‌دهد. وجود ریسک اکولوژیک بالا در اکثر مناطق مورد مطالعه، سلامت اکوسیستم آبی و آبزیان ساکن در آن به ویژه ماهی‌ها، پلانکتون‌ها، موجودات کفزی، بی‌مهرگان، پرندگان بومی و مهاجر و دام‌های روستایی را در معرض خطر قرار می‌دهد. از طرف دیگر واکنش LAS با سایر آلاینده‌ها موجود در منابع آبی می‌تواند سبب تشدید سمیت شود و دسترسی زیستی به مواد شیمیایی جهش‌زا را افزایش دهد (Jensen, 1999; HERA, 2013; Uc-Peraza and Delgado-Blas, 2015; Yang et al., 2017). به طور مشابه در مطالعات Sakai et al. (2017) نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک LAS نشان داد، غلظت LAS در ۶ زیرحوضه بیشتر از سطح ریسک اکولوژیک قرار دارد که ۳ زیرحوضه در وضعیت نگران‌کننده و ۳ زیرحوضه به عنوان مناطق حساس و مستعد خطر شناخته شدند. در مطالعه Delgado-Blas and Uc-Peraza (2015) نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک در یک گونه کرم چندتار دریایی (Capitella sp. C) با استفاده از سه شوینده حاوی LAS، آن‌ها را با ریسک زیاد نشان داد. در مطالعات Hoshyari et al. (2019) نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک LAS در آب سد درودزن فارس نشان داد به جز یک ایستگاه که دارای ریسک متوسط است در سایر ایستگاه‌ها به دلیل منابع آلوده‌کننده محدود و غلظت کم LAS، ریسک اکولوژیک کم است.

طبق استاندارد سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایران، استاندارد تخلیه شوینده‌ها به آب‌های سطحی، ۱/۵ mg/l و به آب‌های زیرزمینی و برای مصرف کشاورزی ۰/۵mg/l است. شرکت آب و فاضلاب تهران در سال ۱۳۸۵، حداکثر غلظت مجاز شوینده‌ها در آب آشامیدنی را ۰/۲mg/l تعیین نموده است (Soleimani Roudi et al., 2015). سازمان WHO نیز حداکثر غلظت مجاز شوینده‌ها در آب آشامیدنی را ۰/۲ mg/L تعیین کرده است (Ebrahimi et al., 2010; Hoshyari et al., 2019).

نتایج بررسی غلظت LAS بر اساس استاندارد ایران جهت تخلیه به چاه جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری (۰/۵ mg/L) نشان داد در ۱۴ ایستگاه غلظت LAS بیشتر از حد مجاز مصرف برای کشاورزی، آبیاری و تخلیه به چاه جاذب است و در ۴ ایستگاه بیشتر از حد مجاز تخلیه شوینده‌ها به منابع آب سطحی (۱/۵ mg/L) است. غلظت LAS تنها در ۲ ایستگاه پایین‌تر از حد مجاز شوینده‌ها در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد ایران و WHO است و در سایر ایستگاه‌ها، غلظت LAS بیشتر از حد مجاز شوینده‌ها در آب آشامیدنی (۰/۲ mg/L) است. هم‌چنین میانگین LAS در کل حوضه‌ی مورد مطالعه (۱/۲۵ mg/L) بیشتر از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست ایران، جهت مصارف کشاورزی و آبیاری و آشامیدن است.

به طور مشابه نتایج مطالعه Ebrahimi et al. (2010) نیز نشان داده است پساب خروجی از برکه‌های تثبیت فاضلاب شهر یزد، از نظر تخلیه به منابع آب سطحی و مصارف کشاورزی و آبیاری بیشتر از حد مجاز است. در مطالعه‌ی Babaei and Khodaparast (2010) در نمونه آب رودخانه سفیدرود گیلان، میانگین غلظت LAS ۰/۰۳ mg/L پایین‌تر از حد مجاز اعلام شده توسط ایران و WHO بوده است. در مطالعه Pirsaheb et al. (2013) نیز میانگین سالیانه غلظت LAS از حد مجاز تخلیه به منابع آب سطحی کمتر بوده اما از نظر مصارف کشاورزی و آبیاری غلظت LAS در ۳ ماه زمستان بیشتر از حد مجاز بوده است.

۷- خلاصه و نتیجه‌گیری

آلودگی اکوسیستم‌های آبی به دلیل پیامد تخلیه فاضلاب تصفیه نشده منشأ شهری و صنعتی به مناطق ساحلی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با سرعت نگران‌کننده‌ای در حال افزایش است. مواد شوینده یکی از رایج‌ترین آلاینده‌های موجود در فاضلاب هستند که سبب ایجاد مسمومیت برای موجودات آبزی در آب‌های دریافت‌کننده، کاهش اکسیژن محلول در آب و افزایش روند یوتریفیکاسیون می‌شوند. LASs به دلیل وقوع گسترده آن‌ها در محیط آبی به عنوان نشانگرهای مولکولی فاضلاب پیشنهاد شده‌اند. در این مطالعه LASs به عنوان نشانگر مولکولی تخلیه فاضلاب در رودخانه عباس‌آباد همدان مورد بررسی قرار گرفتند و مهم‌ترین نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این مطالعه غلظت زیاد LAS را در نتیجه ورود فاضلاب‌های تصفیه‌نشده کاربری‌های اطراف به داخل رودخانه عباس‌آباد نشان داد. نتایج ارزیابی ریسک اکولوژیک نشان داد رودخانه عباس‌آباد از نظر اکولوژیکی در وضعیت نامناسبی قرار دارد و در معرض ریسک اکولوژیک زیاد قرار دارد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین LAS و فاکتورهای کیفیت آب، رابطه مثبت بین LAS با شوری، TDS، EC و دما را نشان داد. هم‌چنین میانگین LAS در کل حوضه‌ی مورد مطالعه (۱/۲۵ mg/L) بیشتر از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست ایران، جهت مصارف کشاورزی، آبیاری و آشامیدن بود. این مطالعه سودمندی بررسی LASs را به عنوان شاخص‌های قدرتمند برای ردیابی آلوگی‌های مرتبط با فاضلاب شهری را نشان داد.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به این نکات اشاره کرد که در برخی نقاط از جمله در منطقه تفریحی عباس‌آباد به دلیل شیب زیاد رودخانه و عبور آن از مکان‌های غیر قابل دسترس، امکان نمونه‌برداری از بخشی از رودخانه وجود نداشت. از طرف دیگر نمونه‌برداری هم‌زمان از نمونه‌های آب و رسوب می‌توانست نتایج دقیق‌تری را در اختیار ما قرار دهد که به علت مشقت برداشت نمونه‌های رسوب به دلیل شیب زیاد و کوهستانی بودن منطقه و نداشتن ابزار و امکانات کافی و همچنین هزینه زیاد آزمایشگاهی امکان این امر فراهم نشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد رودخانه عباس‌آباد در معرض آلودگی زیاد در نتیجه ورود فاضلاب‌های شهری تصفیه نشده و یا با تصفیه ناکافی قرار دارد که سلامت و کیفیت آب این رودخانه را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به این که منطقه گنجنامه و عباس‌آباد یک منطقه طبیعی و گردشگری است و با توجه به اهمیت رودخانه عباس‌آباد در تامین منابع آب شرب، کشاورزی و آبیاری، لازم است اقدامات کنترلی در جهت حفاظت و پاکسازی این رودخانه ارزشمند بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. این مطالعه یک مطالعه مقطعی و کوتاه مدت بوده و پیشنهاد می‌گردد جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر مطالعات فصلی و بلندمدت در خصوص ارزیابی غلظت و ریسک اکولوژیک و سلامت LAS در منابع آب سطحی استان همدان صورت گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1- Detergents
2- Surfactants
3- Linear alkyl Benzene Solphonates
4- Electrical Conductivity
5- Total Dissolved Solids
6- Dissolved Oxygen
7- Oxidation Reduction Potential
8- Risk Quotient
9- Maximum Measured Concentration
10- Predicted No Effect Concentration
11- Effective Concentration
12-Lethal Concentration
13-Sandard Assessment Factor

۸- مراجع

Akkan T (2017) An assessment of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) pollution in Harsit Stream, Giresun, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 26(5):3217-3221

Alkhadher SAA, Zakaria MP, Yusoff FM, Kannan N, Suratman S, Keshavarzifard M, Magam SM, Masood N, Vaezzadeh V, Sani MSA (2015) Baseline distribution and sources of linear alkyl benzenes (LABs) in surface sediments from Brunei Bay, Brunei. Marine Pollution Bulletin 101(1):397-403

Babaei H, Khodaparast S (2010) Determination of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) detergent pollution concentration in water of Sefidrood River in Gilan province. Journal of Aquatic Sciences 1(3):35-45 (In Persian)

Balcıoğlu EB (2019) Seasonal changes of LAS, phosphate, and chlorophyll-a concentrations in coastal surface water of the Prince Islands, Marmara Sea. Marine Pollution Bulletin 138:230-234

Bergé A, Wiest L, Baudot R, Giroud B,Vulliet E (2018) Occurrence of multi-class surfactants in urban wastewater: contribution of a healthcare facility to the pollution transported into the sewerage system. Environmental Science and Pollution Research 25(10):9219-9229

Bratovcic A, Nazdrajic S, Odobasic A, Sestan I (2018) The influence of type of surfactant on physicochemical properties of liquid soap. International Journal of Materials and Chemistry 8(2):31-37

Ebrahimi A, Ehrampoosh M, Samaie M, Ghelmani S, Talebi P, Dehghan M, Honardoost A, Shahsavani E (2010) Removal efficiency of linear alkyl benzene sulfonate (las) in Yazd stabilization pond. Journal of Water and Wastewater 21(4):38-43 (In Persian)

Hajian Nejad M, Godarzi B, Taheri E,Vahid Dastjerdi M (2012) Investigation of linear alkyl benzene sulphonate (LAS) concentration in Zayanderood River and wells in skirt of Zayanderood in 2007. Journal of Health System Research 7(6):1-9 (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Liu X, Wang J, Zhang D, Li Y (2009) Grey relational analysis on the relation between marine environmental factors and oxidation-reduction potential. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 27(3):583

Magam SM, Zakaria MP, Halimoon N, Aris AZ, Kannan N, Masood N, Mustafa S, Alkhadher S, Keshavarzifard M,Vaezzadeh V (2016) Evaluation of distribution and sources of sewage molecular marker (LABs) in selected rivers and estuaries of peninsular Malaysia. Environmental Science and Pollution Research 23(6):5693-5704

Mashhadi Mousavi SK, Yadollahi H, Marvian Mashhhad A (2016) Design and manufacture of TDS measurement and control system for water purification in reverse osmosis by PID fuzzy logic controller with the ability to compensate effects of temperature on measurement Turkish. Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences 24(4):2589-2608

Minareci O, Cakir M (2018) The study of surface water quality in Buyuk Menderes River (Turkey): determination of anionic detergent, phosphate, boron and some heavy metal contents applied. Ecology and Environmental Research 16(4):5287-5298

Mungray AK, Kumar P (2009) Fate of linear alkylbenzene sulfonates in the environment: A review. International Biodeterioration & Biodegradation 63(8):981-987

Nafe M, Hashemi M, Ghaderi F, Reyahi Khoram M (2011) Assessment of variation of Abbasabad River water quality in Hamadan city. In: First National Conference on Health, Environment and Sustainable Development, Islamic Azad University of Bandar Abbas, 1-8 (In Persian)

Oyoroko E, Ogamba EN (2017) Effects of detergent containing linear alkyl benzene sulphonate on behavioural response of Heterobranchus bidorsalis, Clarias gariepinus and Heteroclarias. Biotechnological Research 3(3):59-64

Pérez-López M, Arreola-Ortiz A, Zamora PM (2018) Evaluation of detergent removal in artificial wetlands (biofilters). Ecological Engineering 122:135-142

Pirsaheb M, Khamutian R , Dargahi A (2013) Efficiency of activated sludge process (extended aeration) in removal of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) from municipal wastewater, case study: Wastewater treatment of Paveh City. Journal of Health 4(3):249-259

Rinawati T, Takada H (2013) Molecular marker of sewage contamination: distribution of linear alkyl benzenes (LABs) in Jakarta River. Prosiding

Hamadan Municipality Information Database (2017) Abbasabad River was exited from Hamadan water supply cycle due to microbial contamination, Hamadan. (In Persian)

HERA (2013) LAS: linear alkylbenzene sulphonate. In: Human and Environment Risk Assessment on Ingredients of Household Cleaning Products (CAS No. 68411-30-3), Human and Environmental Risk Assessment, Belgium, 101p

Hoshyari E, Hasanzadeh N,Charkhestani A (2019) Ecological and health risk assessment of linear alkylbenzene sulfonates in Doroodzan dam (Fars). Iranian Journal of Health and Environment 12(1):129-140 (In Persian)

Ivanković T, Hrenović J (2010) Surfactants in the environment. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology 61(1):95-110

James CN, Copeland RC, Lytle DA (2004) Relationships between oxidation-reduction potential, oxidant, and pH in drinking water. In: WQTC Conference, American Water Work Associaation, San Antonio, Texa 1-13

Jensen J (1999) Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment. Science of the Total Environment 226(2-3):93-111

Jones-Costa M, Franco-Belussi L, Vidal FAP, Gongora NP, Castanho LM, Dos Santos Carvalho C, Silva-Zacarin ECM, Abdalla FC, Duarte ICS, De Oliveira C (2018) Cardiac biomarkers as sensitive tools to evaluate the impact of xenobiotics on amphibians: The effects of anionic surfactant linear alkylbenzene sulfonate (LAS). Ecotoxicology and Environmental Safety 151:184-190

Jurado E, Fernández-Serrano M, Nunez-Olea J, Luzon G, Lechuga M (2006) Simplified spectrophotometric method using methylene blue for determining anionic surfactants: applications to the study of primary biodegradation in aerobic screening tests. Chemosphere 65(2):278-285

Karimi S, Jabbarian Amiri B, Malekian A (2018) Modeling the impact of watershed physical attributes on surface water quality and uncertainty assessment using the monte carlo simulation approach. Iran-Water Resources Research 14(3):257-262 (In Persian)

Khayadani M, Pour Moghadas H, Goudarzi B,Vahid Dastjerdi M (2008) Investigation of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) concentration in Zayandehrood area (from Aseman Cham to Ziar Bridge), its peripheral wells and south Isfahan wastewater treatment plant. In: 11th National Conference on Environmental Health, 7-9 october, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, 1-7 (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Soltani Sh, Ghohroudi M, Sadoogh SH (2019) Evaluation of the surface water quality using statistical multi-variate techniques, case study: Aras watershed. Iran-Water Resources Research 15(2):319-328 (In Persian)

Tripathy DB, Mishra A, Clark J, Farmer T (2018) Synthesis, chemistry, physicochemical properties and industrial applications of amino acid surfactants: A review. Comptes Rendus Chimie 21(2):112-13

Uc-Peraza R, Delgado-Blas V (2015) Acute toxicity and risk assessment of three commercial detergents using the polychaete Capitella sp. C from Chetumal Bay, Quintana Roo, Mexico. International Aquatic Research 7(4):251-261

USEPA (2012) Water: monitoring & assessment, conductivity. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Vanaei A, Marofi S, Azari A (2018) Self-purification of interval mountainous Abbasabad River of Hamedan. Journal of Environmental Studies 43(4):727-742 (In Persian)

Wang JZ, Zhang K, Liang B (2012) Tracing urban sewage pollution in Chaohu Lake (China) using linear alkylbenzenes (LABs) as a molecular marker. Science of the Total Environment 414:356-363

Yang YY, Toor GS, Wilson PC, Williams CF (2017) Micropollutants in groundwater from septic systems: transformations, transport mechanisms, and human health risk assessment. Water Research 123:258-267

Yavar M, Rezaei Tavabe K, Taghav L (2018) Investigation of different levels of water oxidation reduction potential (ORP) on physicochemical parameters of water, blood biochemical indices and cortisol hormone of the Common Carp (Cyprinus Carpio). Journal of Fesheries 70(4):396-406 (In Persian)

Zhou J, Wu Z, Yu D, Pang Y, Cai H, Liu Y (2018) Toxicity of linear alkylbenzene sulfonate to aquatic plant Potamogeton perfoliatus L. Environmental Science and Pollution Research 25(32):32303-32311

Semirata FMIPA Universitas Lampung 1(1):345-350

Ríos F, Fernández-Arteaga A, Lechuga M, Fernández-Serrano M (2018) Ecotoxicological characterization of surfactants and mixtures of them, In: Toxicity and Biodegradation Testing. Methods in Pharmacology and Toxicology 311-330

Riyahhi Bakhtiari AR, Javedankherad I, Mohammadi J, Taghizadeh R (2018) Distribution of linear alkylbenzenes as a domestic sewage molecular marker in surface sediments of international Anzali Wetland in the southwest of the Caspian Sea, Iran. Environmental Science and Pollution Research 25(21):20920-20929

Sakai N, Shirasaka J, Matsui Y, Ramli MR, Yoshida K, Mohd MA,Yoneda M (2017) Occurrence, fate and environmental risk of linear alkylbenzene sulfonate in the Langat and Selangor River basins, Malaysia. Chemosphere 172:234-241

Samaei MR, Nozari M, Ansari Shiri M, Mokhtari M, Ghasemi A, Rezaei Javanmardi R (2018) Treatment of linear alkyl benzene sulfonate in an intermittent cycle extended aeration system. Journal of Health Sciences & Surveillance System 5(2):44-50

Scott MJ, Jones MN (2000) The biodegradation of surfactants in the environment. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes 1508(1-2):235-251

Sharma BM, Bečanová J, Scheringer M, Sharma A, Bharat GK, Whitehead PG, Klánová J, Nizzetto L (2019) Health and ecological risk assessment of emerging contaminants (pharmaceuticals, personal care products, and artificial sweeteners) in surface and groundwater (drinking water) in the Ganges River basin, India. Science of the Total Environment 646:1459-1467

Soleimani Roudi A, Nasrollahzade Saravi H, Afraei MA,Younesipour H (2015) Spatial and temporal concentration of anionic surfactant of water in the southern Caspian Sea. Journal of Oceanography 6(22):107-114

www.SID.ir