بررسی میزان آلاینده‌های آلی و معدنی در رودخانه لنگرود

شهناز رستمی حضوری* پونه قائمی**

(دریافت ۸۲/۱/۲۰ پذیرش ۸۲/۸/۸)

چکیده

در این تحقیق، با توجه به استفاده روزافزون آب رودخانه لنگرود جهت مصارف صنعتی و کشاورزی، میزان آلودگی این رودخانه مورد بررسی کمی قرار گرفته است. بدین منظور از شش ایستگاه مختلف در مسیر رودخانه در چهار فصل سال نمونه‌برداری صورت گرفت و غلظت آلاینده‌های آلی مانند آفت‌کش‌ها و PAHs با سیستم HPLC و غلظت عناصر فلزی با روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد و هم‌چنین پارامترهای شیمیایی و فیزیکی (BOD، COD، فسفات، نیترات، نیتریت، سختی، شوری، دما و pH) نیز مورد آنالیز کمی قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، رنج غلظت ترکیبات PAHs در فصول مختلف در طول مسیر رودخانه برابر با (۲۰/۰۸-۰/۰۰۵ µg/L) بوده که بالاتر از حد مطلوب استاندارد آن (۰/۰۵-۰/۰۰۲µg/L) می‌باشد. آفت‌کش‌ها در برابر دما و نور به ویژه تابش مستقیم اشعه خورشید ناپایدار می‌باشند در نتیجه غلظت آن‌ها در محیط کم شده و در حد تشخیص سیستم HPLC نبوده و نتایجی از آن حاصل نگردید. هم‌چنین میانگین غلظت (۰/۱۵۱)Fe، (۰/۰۰٤)Cu، (۰/۱۵٤)Mn، (۰/۰۰۸)Zn، (۰/۰۷۸)Al، (۰/۰۰۰)Cd، (٦/۹٤۷)K، (۰/۱۵۱)Ba، (۱/۱۲۵)Sr، (۲۰۰/۰۰۰)Na، (۳٦٦/۰۰۰)Cl⁻، (۰/۹۷۳)NO_3^-، (۰/٤۲۰)NO_2^- و (۰/٤۱۸)PO_4^{3-} میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در فصل تابستان به علت تبخیر شدید و کاهش بارندگی، حجم آب رودخانه کم شده و در نتیجه آب دریا می‌تواند به رودخانه نفوذ کرده و سبب افزایش شوری و املاح گردد. هم‌چنین مقادیر بیش از حد مجاز (۱/۱-۲٤mg/L) BOD و (۱٤۳/۵-۵mg/L)COD نشان‌دهنده میزان آلودگی آب ناشی از تخلیه فاضلاب‌های خانگی و صنایع غذایی و کشتارگاه‌هاست.

واژه‌های کلیدی : رودخانه لنگرود، PAHs، عناصر فلزی، آلودگی، بیماری.

Measurement of the Organic and Inorganic Pollutants in Langroud River

Rostami, Sh. and Ghaemi, P.
Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Due to increasing water withdrawal from Langroud river for industrial and agricultural purposes, the rate of its pollution has been investigated. Samples have been collected from 6 different stations during the four seasons of year and concentration of organic pollutants such as PAHs and pesticides have been measured using an HPLC system. Concentration of metallic elements have also been measured using A.A.S. Physical and chemical parameters such as BOD, COD, Phosphate, Nitrate, Nirtite, Total. hardness, Salinity, Temperature. and pH have been quantitatively analyzed. The measured levels of pollutant concentration during four seasons have been compared.

Concentration of PAHs was in the range 0.005-20.28µg/L that exceeds from recommended standard level of 0.002-0.05µg/L. Pesticide is decomposed when exposed to high temperature, or direct sunlight, therefore pesticides concentrations were below HPLC detection limit, and were not substantial. The mean concentrations (mg/L) for eleme::ts and ions were found to be: Fe (0.150), Cu(0.004), Mn(0.154), Zn(0.008), Al(0.078), Cd(0.000), K(6.947), Ba(0.151), Sr(1.125), Na(200.00), Cl^-(366.00), NO_3^-(0.973), No_2^-(0.420), PO_4^{3-}(0.418). The observed high concentration of salinity and minerals found during summer time in the river is due to the decreased rate of rainfall as well as seawater intrusion.

The high levels of BOD (1.1-2mg/L) and COD (5-143.5mg/L) shows that the water is potentially polluted due to high discharge rate of domestic and industrial wastewater.

* کارشناس ارشد آلودگی دریا، کارشناس سازمان انرژی اتمی

** کارشناس ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، کارشناس سازمان انرژی اتمی

مقدمه

رشد و توسعه جوامع شهری، مشکلات بی‌شمار و مختص خود را به دنبال دارد که عمده‌ترین آن‌ها آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی ناشی از تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری بوده که روش صحیح کنترل آن را در پی خواهد داشت. بنابراین ورود مواد آلی و معدنی موجب اثرات مخرب زیست‌محیطی و اقتصادی می‌گردد.

آلودگی آب‌های طبیعی به وسیله مواد آلی، ذرات معلق معدنی، فلزات، مواد اکسید کننده، سموم آفت‌کش و مواد رادیو اکتیو از خطرناک‌ترین و مضرترین اشکال آلودگی می‌باشد [۷].

از مهم‌ترین ترکیبات آلی مضر در محیط زیست، ترکیبات PAHs (ئیدروکربورهای پلی سیکلیک آرومایک) می‌باشند. این ترکیبات به علت پتانسیل بالای سرطان‌زایی، ایجاد جهش‌های ژنتیکی و نقص عضو در انسان‌ها و سایر موجودات زنده از اهمیت ویژه‌ای در مطالعات زیست‌محیطی برخوردارند. ترکیبات پایرن (Pyrene) و بنزو a پایرن (Benzo (a) Pyrene) از خاصیت سرطان‌زایی بالایی برخوردار بوده و عمدتاً از سوختن سوخت‌های فسیلی حاصل می‌گردند [۸]. حجم عمده‌ای از ترکیبات PAHs که وارد آب رودخانه‌ها و دریاها می‌شوند ناشی از پیرولیز ترکیبات آلی به خصوص سوخت‌های فسیلی است. PAHs قابلیت انحلال کمی در آب داشته و فشار بخار نسبتاً پائینی دارند. این ترکیبات غیر قطبی و چربی دوست بوده و در قسمت‌های اصلی و بافت‌های چرب در ماهیان تجمع می‌یابند و از طریق مصرف این آبزیان می‌توانند به انسان منتقل شوند [۸ و ۹].

آفت‌کش‌ها مواد شیمیایی هستند که برای کنترل ارگانیزم‌های مختلف مانند حشرات، علف‌های هرز، قارچ‌ها و جوندگان استفاده می‌شوند. از بزرگ‌ترین گروه آفت‌کش‌ها، ترکیبات ارگانو فسفره (OP) می‌باشد. تخریب OP در محیط زیست خیلی سریع بوده و پایداری آن‌ها کم می‌باشد. تعدادی از این ترکیبات (کاربریل، بوتاکلر، کلرپریفوس، بنومیل و دیازینون) در کشاورزی شمال ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند، عمل زه‌کشی می‌تواند آفت‌کش‌ها را از مزارع به رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و اکوسیستم‌های دریایی وارد نماید، تجمع آن‌ها در آبُ سطحی می‌تواند برای ذخائر آب خانگی و ارگانیزم‌های آبی مضر باشد [۱۰].

برخی از فلزات مانند روی، مس، آهن، منگنز از ریز مغذی‌های ضروری بوده ولی عناصری مانند سرب، کادمیم، جیوه، حتی در مقادیر کم نیز مورد نیاز موجودات زنده نمی‌باشند. این فلزات و ترکیبات آن‌ها معمولاً سمی بوده و از طریق فاضلاب‌های صنعتی و شهری وارد آب می‌شوند.

حداکثر غلظت مجاز عنصر مس در آب رودخانه ۱میلی‌گرم می‌باشد که مقادیر زیادتر آن در کبد ذخیره شده و هم‌چنین در pH پایین برای ماهی‌ها ایجاد سمیت می‌کند، آهن نیز سمیت بالایی داشته و در صورتی که غلظت آن بیش از (۰/۳(mg/L گردد در آب سطحی و آشامیدنی موجب بیماری سیدروزیس شده و ریسک سرطان ریه را افزایش می‌دهد. آهن، منگنز، آلومینیوم در آب‌های سطحی معمول از ۰/۰۱ تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر وجود دارند، مواد آلی می‌توانند با این فلزات تشکیل کمپلکس داده و غلظت بالاتر از حد مجاز را به وجود آورند. منگنز و روی نیز موجب برخی بیماری‌های پوستی و چشمی می‌گردند. منگنز هم‌چنین می‌تواند در لوله‌هایی با آلیاژ مس واکنش‌های خوردگی را ایجاد نماید [۱۱، ۱۲].

مواد مغذی مانند فسفات‌ها، نیترات‌ها که از طریق فاضلاب شهری، کودهای شیمیایی، پساب‌های صنعتی و مواد پاک کننده وارد محیط‌های آبی می‌شوند نقش اساسی در تولید اولیه در بدنه آب را داشته و کمبود آن‌ها تولید را کاهش و افزایش بیش از حد آن می‌تواند موجب پدیده

یوتریفیکاسیون (مغذی شدن) و رشد بیش از حد گیاهان آبی و فیتوپلانکتون‌ها و نابودی اکوسیستم آبی گردد [۱۲].

منطقه مورد مطالعه

رودخانه لنگرود یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان گیلان با طول ۵۰ کیلومتر، دارای آب دائمی و در حوضه دریای خزر بوده و از کوه‌های جنوبی شهرستان لاهیجان سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهرستان لاهیجان و پذیرش فاضلاب‌های شهری و صنعتی (کارگاه‌ها و تعمیرگاه‌ها) در محل پل خشی، از طریق قسمت شمال شهر و در امتداد جاده با طی مسیری حدود ۲۰ کیلومتر ضمن مشروب ساختن چند روستا به بخش جنوب غربی شهر لنگرود وارد شده و در نهایت در محل چمخاله همراه با آب رودخانه شلمانرود به دریای خزر تخلیه می‌گردد [۱ و ۳]. لازم به ذکر است که این رودخانه سالانه بیش از دو میلیون مترمکعب فاضلاب از هر یک از این شهرها دریافت می‌کند [٤]. این رودخانه با میانگین دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در فصل‌های پاییز و زمستان بر حسب شرایط جوی دارای دبی متوسط سالانه ٦/٩٧(m^3/sec) می‌باشد که نسبتاً بالا بوده و موجب رقیق‌سازی آلاینده‌ها در آب می‌شود [٥].

ماهیانی مانند سفید، کپور، کولی در این رودخانه تخم‌ریزی می‌کنند. ورود آلاینده‌ها در کیفیت آب و زندگی آبزیان تأثیر بسزایی داشته و موجب بیماری‌ها و گاهی مرگ آبزیان می‌شوند. هم‌چنین عدم اجرای موازین زیست‌محیطی و وجود کارخانجات متعدد مانند کارخانجات کلوچه‌سازی، پودر استخوان، چای‌خشک‌کنی، برنجکوبی و کشتارگاه‌ها و عدم رعایت دفع صحیح ضایعات و آلاینده‌ها و فاضلاب‌های صنعتی و شهری این دو شهر را در معرض تهدید جدی قرار داده است [٤].

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، به منظور بررسی وضعیت آلودگی آب رودخانه لنگرود و مقایسه فصلی آن، پس از بازدید از منطقه و انتخاب نقاط نمونه‌برداری، نمونه‌گیری در چهار فصل تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۷۹ و بهار ۱۳۸۰، در ٦ ایستگاه به ترتیب ذیل انجام گردید (نقشه ۱):

ایستگاه شماره ۱: روستای مای بوشه، ورودی رودخانه به شهر لاهیجان

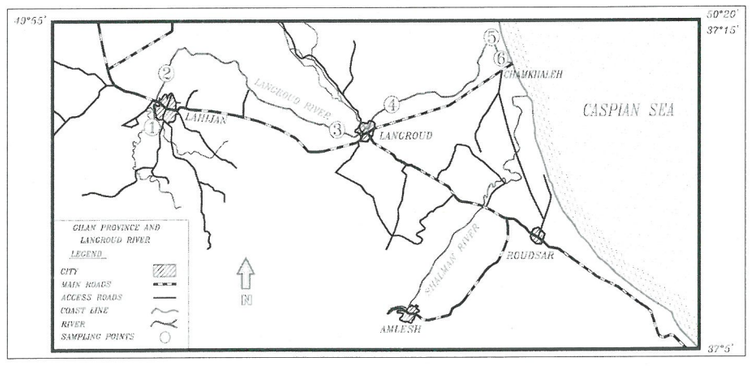
ایستگاه شماره ۲: پل خشتی، خروجی رودخانه از شهر لاهیجان

ایستگاه شماره ۳: آسید قاسم، ورودی رودخانه به شهر لنگرود

ایستگاه شماره ٤: ماموندان، خروجی رودخانه از شهر لنگرود

ایستگاه شماره ٥: پل چمخاله

ایستگاه شماره ٦: مصب رودخانه (محل تلاقی رودخانه‌های لنگرود و شلمانزود با دریای خزر)



نقشه ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول مسیر رودخانه لنگرود

برای اندازه‌گیری ترکیبات PAHs و آفت‌کش‌ها، نمونه‌های آب در ظروف شیشه‌ای تیره به حجم ۲/٥ لیتری جمع‌آوری شده و بعد از صاف کردن با حلال دی کلرومتان استخراج شدند. سنجش PAHs و آفت‌کش‌ها در نمونه‌های استخراج شده توسط دستگاه HPLC مدل Waters(milford, MA, U.S.S) انجام شده و غلظت این ترکیبات در نمونه‌ها توسط مقایسه با غلظت ترکیبات استاندارد تزریق شده به دستگاه و زمان بازداری پیک‌های به دست آمده و با در نظر گرفتن حجم نمونه‌های استخراج شده محاسبه گردید [۱٦-۱۳].

جهت انجام آنالیز عناصر فلزی، نمونه‌های آب پس از جمع‌آوری در ظروف پلی‌اتیلنی با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف شده و سپس با اسید نیتریک تا pH کمتر از ۲ اسیدی شدند، این عمل برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها و جذب عناصر بر دیواره ظرف و پیوند فلزات با ذرات کلوئیدی انجام می‌شود. سپس برای اندازه‌گیری غلظت عناصر مورد نظر، ابتدا ۱۲۰۰ میلی‌لیتر از هر نمونه را درون بشر ریخته و در روی هیتر قرار داده که با حرارت ملایم حدود ̊C (۸۰-۷۰) به آرامی تبخیر شده به طوری که حجم آن‌ها به ۳۰ میلی‌لیتر برسد تا توسط سیستم شعله دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی مدل (GBC-902) مورد سنجش قرار گیرند.

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نیز با استفاده از روش‌های کتاب استاندارد متد ASTM تعیین مقدار گردیدند [۲۰-۱۷].

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده و مقایسه آن‌ها با استانداردهای بین‌المللی در جدول ۱ ارائه گردیده است [۱۱، ۱۲، ۲۱، ۲۲ و ۲۳].

رنج غلظت ترکیبات PAH در فصول مختلف در طول مسیر رودخانه برابر با (۲۰/۰۸-۰/۰۰٥) میکروگرم در لیتر بوده که بالاتر از حد مطلوب استاندارد آن (۰/۰٥-۰/۰۰۲) میکروگرم در لیتر می‌باشد، که می‌تواند به علت سوخت بیومس (سوختن جنگل‌ها، چمنزارها و ...)، سنتز توسط گیاهان و میکروارگانیزم‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها) که به مرور زمان وارد آب رودخانه می‌شوند، هم‌چنین احتراق سوخت‌های فسیلی مانند اتومبیل‌ها، تولید آسفالت، فاضلاب کارخانجات، سوزاندن مواد زائد باشد.

هم‌چنین غلظت این ترکیبات در فصول زمستان و بهار با افزایش بارندگی و دبی آب رودخانه کاهش یافته است (شکل ۱).

میزان غلظت آفت‌کش‌های کاربارِیل، بوتاکلر، کلرپریفوس، بنومیل و دیازینون به علت تجزیه و ناپایداری در حد تشخیص با سیستم HPLC نبوده و نتایجی از آن‌ها حاصل نگردید، زیرا شرایط طبیعی، رطوبت و نور نقش مهمی در تبدیل آفت‌کش‌های ارگانو فسفره دارند. این ترکیبات با هیدرولیز و اکسیداسیون در آب‌ها تخریب می‌شوند هم‌چنین تخریب میکروبی می‌تواند به از بین رفتن سریع آن‌ها کمک نماید، به طور نمونه دیازینون که یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین سموم در مناطق کشت برنج در شمال می‌باشد دارای نیمه عمر حدود ۲ تا ٦ هفته است.

هم‌چنین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رنج غلظت منگنز در چهار فصل، ۰/٤٤۲-۰/۰۰۷ میلی‌گرم در لیتر بوده که در دو فصل تابستان و پاییز بالاتر از حد استاندارد آن در آب‌های سطحی، ۰/۰٥ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که با توجه به عدم وجود صنایع مولد فاضلاب‌های حاوی منگنز در این منطقه می‌توان این افزایش را به علت تشکیل کمپلکس مواد آلی موجود در فاضلاب‌های خانگی با این عنصر دانست.

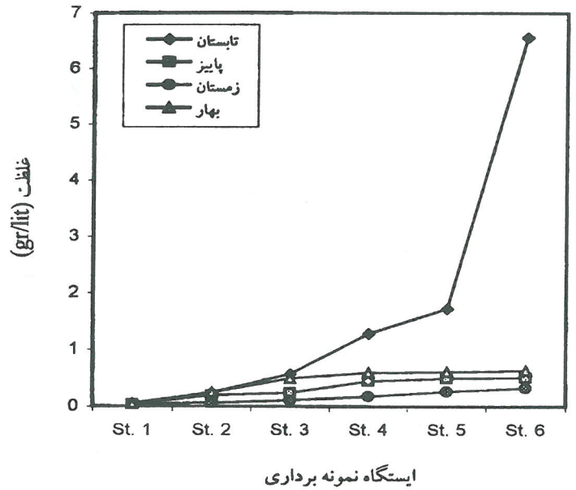
غلظت عناصر Ba، Sr، Na، K و Cl و سختی کل در فصل تابستان در ایستگاه‌های ٥ و ٦ بسیار بالا می‌باشد به طوری که میزان نمک و سختی کل در این قسمت از رودخانه ۲ تا ۱۰ برابر حد معمول آن در آب‌های سطحی است، زیرا در این فصل به علت کاهش بارندگی، حجم آب رودخانه کم شده و در نتیجه آب دریا می‌تواند به رودخانه نفوذ کرده و سبب افزایش شوری و املاح گردد (شکل ۲ و ۳). مهم‌ترین مشکل ایجاد شده آبیاری زمین‌های کشاورزی به خصوص مزارع برنج در این منطقه با این گونه آب‌ها می‌باشد زیرا با شور شدن خاک ملکول‌های آب در خاک جذب یون‌های نمک شده و در این شرایط هر چند رطوبت خاک کافی باشد گیاه در اثر کم آبی صدمه دیده و رشد آن متوقف می‌شود و نیز افزایش برخی یون‌های محلول در خاک و بهم خوردن تعادل بین آن‌ها ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت نماید

جدول ۱- مقادیر پارامترهای شیمیایی و فیزیکی در فصول مختلف در آب رودخانه لنگرود.

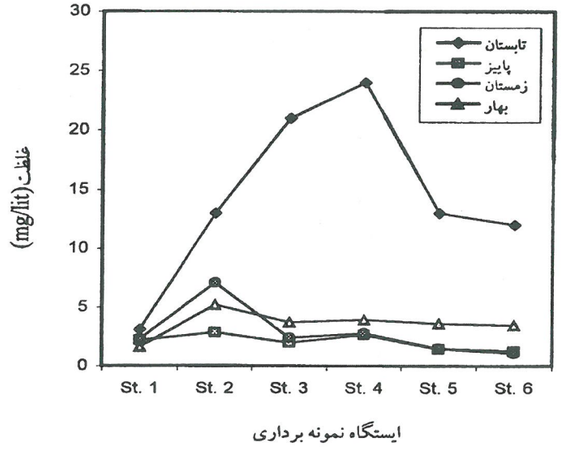
پارامتر (mg/lit)	بهار			زمستان			تابستان			پاییز			تخلیه آبهای سطحی	مصارف کشاورزی و آبیاری
	Min.	Max.	Mean(SD)	Min.	Max.	Mean(SD)	Min.	Max.	Mean(SD)	Min.	Max.	Mean(SD)		
Fe	۰/۰۳۸	۰/۰۰۹۷	۰/۰۷۰(۰/۰۲۰)	۰/۱۵۰	۰/۲۶۰	۰/۲۱۰(۰/۰۴۰)	۰/۰۶۰	۰/۱۵۳	۰/۱۱۸(۰/۰۳۷)	۰/۱۲۰	۰/۲۴۰	۰/۲۰۰(۰/۰۴۰)	۰/۳	۳
Cu	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵(۰/۰۰۱)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳(۰/۰۰۱)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴(۰/۰۰۱)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴(۰/۰۰۲)	۱	۰/۲
Mn	۰/۱۱۱	۰/۴۴۲	۰/۲۴۰(۰/۱۲۰)	۰/۰۰۷	۰/۰۲۰	۰/۰۱۳(۰/۰۰۶)	۰/۲۶	۰/۴۳۰	۰/۳۷۰(۰/۱۲۰)	۰/۱۱	۰/۱۶۰	۰/۱۰۴(۰/۰۴۰)	۰/۰۵	۲۰-۲
Zn	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷(۰/۰۰۴)	۰/۰۰۶	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸(۰/۰۰۱)	۰/۰۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸(۰/۰۰۳)	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰(۰/۰۰۲)		۲
Al	۰/۰۳۰	۰/۰۶۰	۰/۰۴۳(۰/۰۱۴)	۰/۰۰۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴۳(۰/۰۳۰)	۰/۰۵۰	۰/۰۹۰	۰/۰۷۰(۰/۰۱۵)	۰/۰۳۰	۰/۰۸۰	۰/۰۵۶(۰/۰۰۲)	۱	۵
Ba	۰/۰۵۴	۰/۰۹۵	۰/۰۸۵(۰/۰۱۶)	۰/۱۳۴	۰/۴۵۰	۰/۲۸۰(۰/۱۱۲)	۰/۱۰۰	۰/۱۷۲	۰/۱۴۲۰(۰/۰۳۰)	۰/۰۶۵	۰/۱۳۰	۰/۰۹۰(۰/۰۲۰)		۱
Sr	۰/۱۶۴	۱/۴۶	۰/۹۰(۰/۴۲)	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۳۷(۰/۱۹)	۰/۱۷	۶/۲۰	۲/۴۰(۲/۴۶)	۰/۲۲	۱/۳۱	۰/۸۳(۰/۴۶)	۶۰۰	
K	۲/۲	۳/۱۰	۲/۷۷(۰/۲۸)	۱/۲۴	۲/۱۴	۲/۱۰(۰/۵۲)	۲/۱۰	۵۳/۰۰	۱۴/۰۰(۱۹/۴۰)	۱/۳۴	۷/۱۰	۳/۵۲(۲/۰۰)		
Na	۱۲	۱۷۹	۱۲۶(۹۳/۳۰)	۷	۸۷	۴۱/۷۰(۳۱/۲۰)	۱۳	۲۱۵۰	۵۴۱(۸۱۵)	۱۱	۱۴۶	۹۰(۵۲)		
Cl	۲۵	۳۴۷	۲۴۰(۱۲۹)	۲۰	۱۷۷	۹۰(۶۲)	۳۰	۳۶۱۶	۹۵۴(۱۳۵۰)	۲۳	۲۸۳	۱۷۹(۱۰۵)	۲۵۰>	
NO_3^-	۰/۳۰۴	۰/۴۹	۰/۳۸(۰/۰۷۰)	۰/۹۶	۳/۰۸۰	۱/۹۰۰(۰/۰۷۶)	۰/۲۰۰	۰/۴۱۰	۰/۲۶۱(۰/۰۴۷)	۰/۱۹۵۰	۱/۸۵۰	۱/۲۰۰(۰/۰۴۷)		
NO_2^-	۰/۰۵۶	۰/۴۰۰	۰/۲۱۰(۰/۱۲۶)	۰/۰۴۰	۰/۰۶۰	۰/۰۵۰(۰/۰۰۷)	۰/۰۰۳	۲/۳۴	۱/۳۰(۰/۰۹۲)	۰/۱۹۶	۰/۴۰	۰/۱۲۰(۰/۰۷)		
PO_4^{3-}	۰/۰۸۵	۰/۷۷۰	۰/۳۴۰(۰/۲۱)	۰/۰۷۴	۰/۲۳۶	۰/۱۶۵(۰/۰۶)	۰/۲۹۰	۱/۵۱۰	۱/۰۵۰(۰/۴۶)	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۲۲(۰/۱۳)		
T.Hardness	۹۰	۳۰۸	۲۱۵(۸۱)	۷/۵۰	۲۴۸	۱۶۹(۶۲/۵)	۱۷۰	۲۵۲۰	۷۸۰(۵۸۶)	۱۲۴	۴۴۰	۲۷۹(۱۲۳)	۳۰۰-۵۰۰	
Salinity(‰)[0]	۰/۰۴۵	۰/۰۶۳	۰/۰۴۴(۰/۰۲۴)	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲	۰/۰۱۶(۰/۰۱۱)	۰/۰۴۵	۶/۰۶	۱/۰۷۴(۲/۴۴)	۰/۰۴۱	۰/۰۵۱	۰/۰۳۲(۰/۰۱۹)		
BOD	۱/۶۴	۵/۲۰	۳/۶۰(۱/۱۵)	۱/۱۰	۷/۱۰	۲/۹(۲/۱۸)	۳/۱	۲۴	۱۴/۳۵(۷/۴)	۲/۱۰	۲/۸۸	۲/۳۰(۰/۳۳)	۳>	۱۰۰
COD	۵	۲۹/۰۴	۱۸/۲(۸/۳۷)	۸	۲۴	۱۵/۱۰(۵/۴۴)	۸/۳۰	۱۴۳/۵۰	۶۲/۳۵(۶۰)	۲۱/۸۰	۳۷/۸۰	۲۱/۸۰(۹/۳۷)		۲۰۰
PAH(µg/lit)	۰/۰۰۷	۵/۸۰	۳/۵۴(۲)	۰/۰۰۵	۴/۳۴	۱/۸۱(۲/۹)	۰/۱۰	۲۰/۲۸	۱۲/۸۸(۷/۹)	۱۴/۶۵	۱۶	۱۵/۲(۰/۴۵)	۰/۰۰۲-۰/۰۰۵	
t(°C)	۱۹/۵۰	۲۷	۲۵/۲(۴/۸۰)	۷	۸/۵	۷/۵۰(۰/۷۰)	۲۹	۳۰	۲۹/۷۵(۰/۴۴)	۱۴	۱۶	۱۵/۲(۰/۴۵)	۳۰>	
pH	۷/۲	۷/۷۵	۷/۵۰(۰/۲۲)	۷/۱۰	۷/۵۰	۷/۳۸(۰/۱۵)	۷/۱۵	۸/۴	۸/۱(۰/۳۲)	۷/۱۵	۷/۶۰	۷/۴۰(۰/۳۰)	۶-۸/۵	۶-۸/۵

شکل ۱- غلظت ترکیبات PAHs در آب رودخانه لنگرود(میکروگرم در لیتر)

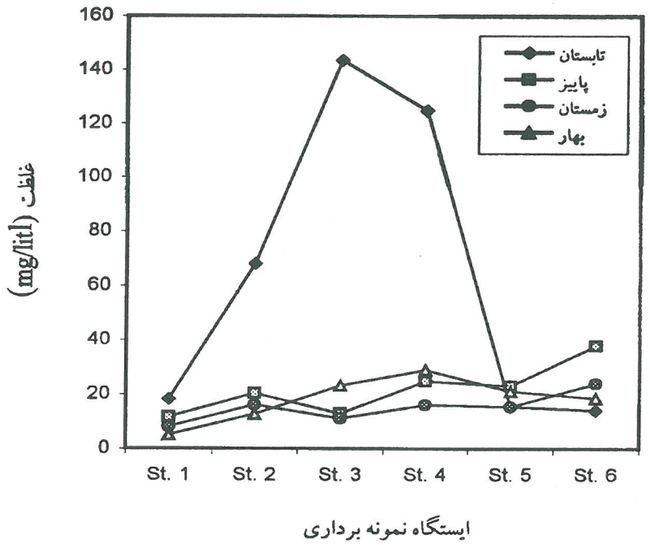
شکل ۲- میزان سختی کل در آب رودخانه لنگرود (میلی‌گرم در لیتر)



شکل ۳- میزان شوری در آب رودخانه لنگرود (گرم در لیتر)



شکل ٤- غلظت **BOD** در آب رودخانه لنگرود(میلی‌گرم در لیتر)



شکل ٥- میزان **COD** در آب رودخانه لنگرود(میلی‌گرم در لیتر)

[٦]. غلظت سایر عناصر و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در حد مجاز بوده و حداقل غلظت ترکیبات آلی و معدنی در ایستگاه ۱(ورودی رودخانه به شهر لاهیجان) مشاهده می‌شود.

رنج غلظت BOD و COD در طی یکسال به ترتیب ۲٤-۱/۱ و ۱٤۳/٥-٥ میلی‌گرم در لیتر بوده که نشانگر میزان آلودگی ناشی از ورود فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی و صنعتی به آب این رودخانه است زیرا پساب‌ها و فاضلاب‌های شهرهای لاهیجان و لنگرود بدون تصفیه وارد رودخانه لنگرود می‌شوند. لازم به ذکر است در ایستگاه‌های ٥ و ٦ به دلیل فاصله از مناطق مسکونی- صنعتی، بالا بودن حجم آب و تصفیه طبیعی آب، مقدار این پارامترها کاهش یافته است زیرا در چرخه آب طبیعی، مواد آلی و معدنی توسط فرایندهای شیمیایی، بیوشیمیایی و فیزیکی دائماً تخریب یا جداسازی می‌شوند و در طی این فرایندها این مواد به ترکیبات ساده‌تر معدنی تبدیل شده که مجدداً در زنجیره غذایی وارد می‌شوند (شکل‌های ٤ و ٥).

از آنجایی که در مسیر جاری شدن رودخانه به سمت شهر و عبور از شهر، پساب‌های خانگی و کشاورزی موجب افزایش غلظت ترکیبات و پارامترهای فوق می‌گردد و استفاده از این آب‌ها در مزارع، موجب پایین آمدن کیفیت خاک‌های کشاورزی شده و سلامت مصرف کنندگان محصولات کشاورزی حاصل از این نوع آبیاری در معرض خطر جدی قرار می‌گیرد و در نتیجه انواع بیماری‌های مختلف در جامعه گسترش می‌یابد و با توجه به این که آلودگی آب و رسوبات این رودخانه اثرات نامطلوبی در ذخائر ماهیان خاویاری می‌گذارد در نتیجه ضروری است با اجرای طرح‌های فاضلاب، جلوگیری از تخلیه زوائد کشتارگاه‌ها به منابع آب، جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای حیوانی، شیمیایی و سموم دفع آفات در کشاورزی، آموزش عمومی، ارتقاء سطح فرهنگ و بهداشت جامعه، آلودگی‌های وارده به آن کنترل و کاهش یابد و اقدامات حفاظتی شدیدی در این زمینه بعمل آید.

منابع و مراجع

۱- جعفری، ع.، (۱۳۷٦). *"رودها و رودنامه ایران"*، گیتاشناسی، جلد دوم.

۲- افشین، ی.، (۱۳۷٤). *"رودخانه‌های ایران"*، شرکت مهندسین مشار جاماب، وزارت نیرو.

۳- شرکت مهندسین مشاور جاماب، (۱۳٦٥). *"شناسنامه آب شهرهای استان گیلان"*، وزارت نیرو، طرح جامع آب کشور

٤- اداره کل محیط زیست استان گیلان، (۱۳۷۸). *"وضعیت محیط زیست استان گیلان"*.

٥- شرکت تماب، وزارت نیرو، (۱۳۷۹).

٦- علیزاده، ا.، (۱۳٦٦). *"زه‌کشی اراضی"*.

7- Sudhakar, G., Jyothi, B. and Venkateswarluv, (1991). *"Metal Pollution and its Impact on Algea in Flowing Water in India"*, Arch. Environ. Contam. Toxicol., Vol.21, pp: 556-566.

8- Gianguzza, A., Pelizzetti, E., Sammartano, S., (1997). *"An Environmental Analytical Chemistry Approach"*, Marine Chemistry.

9- Stahl, W. and Eisenbrand, G., (1998). *"HPLC in Food Analysis"*, TP, 372.5, H68.

10- Pingali, Prabhu, L., Roger, Picrre A., (1995). *"Impact of Pesticides on Farmer Health and the Rice Environment"*, IRRI.

11- Schnoor, Jerald. L., (1993). *"University of Laow"*, Aquatic Poliltion, pp: 352-354.

12- American Society for Testing and Materials, Sponsored by ASTM Committee D-19 on Water, (1969). *"Manual on Water"*, 3th. Ed

13- Black, J.J. Dymerski, P.P. and Zapisek, W.F., (1997). *"Routine L.C. Method for Assessing Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Pollution in Fresh Water Environments"*, Bull. Environ. Toxicology, Vol. 22, 278-284.

14- Obana, Hirotoko, Hori, Shinjiro and Kashimoto, Tkashi, (1981). *"Determination of PAH in Marines Samples by HPLC"*, Bull. Environ. Contamin. Toxicology, Vol.26, 613-620.

15- Dicorcia, Antonio, Marhceti, Marcello, (1992). *"Method Development for Monitoring Pesticidedes in Environmental Waters: Liquid-Solid Extraction followed by Liquid Chromatography"*, Environmental Science and Technology, Vol.26,66-74.

16- Nicholson, G.J., Theodor Poulos, T., and Fabris, G.J. (1994). *"Hydrocarbons Pesticides, PCB and PAH in Port Phillips Bay (Victoria) Sand Flathead"*, Marine Pollution Bulletin, Vol 28, No.2, 115-120.

17- APHA, AWWA, WPCF, (1981). *"Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water"*, 16th. Ed.

18- ASTM Standards, (1999). Section 11, Water and Environmental Technology.

19- Keith, Lawrence H., (1992). *"Sampling and Analysis Methods"*, Compilation of E.P.A.

20- Vazques, G.F. Enciso, G. and Morales, J.W., (1999). *"Metal Ions in Water and Sediments of the Pomatasta Lagoon, Mexico"*, Environment International, Vol. 25. No.5, pp: 599-604.

21- Menzie, Charles, A., Potochi, Bonnie. B. and Santodonato, J., (1992). *"Exposure to Carcinogenic PAH in the Environment"*, Environ. Science Technoloy, Vol.26, 1278-1284.

22- Schneider, w., (1998). *"Water Analysis"*, pp: 552-554.

23- National Technical Advisory Committee to F.W.P.A on Water Quality Criteria, U.S. Dept. Interior, June 30, 1987, Wash. DC.