



بررسی اثرات شیرابه حاصل از پسماند شهری بر آلودگی آب رودخانه کچا و سیاهرود گیلان

شعله قطب رزمجو^۱، امیر حسین چرخابی^۲ و علیرضا نوروزی^۳

چکیده

از مشکلات بهداشتی عمده در مکانهای دفن زباله در شمال کشور، تولید شیرابه و نفوذ آن به منابع آب، خاک و رسوب رودخانه‌ها است. مطابق آمار، میزان تولید زباله شهری در شمال کشور از مرز ۲ میلیون تن در سال می‌گذرد. تراکم بالای جمعیتی، بارش باران نسبتاً زیاد و بالا بودن سطح آب زیرزمینی در استانهای شمالی، لزوم شناسایی علمی و مکانی محل دفن زباله را امری بسیار اجتناب ناپذیر کرده است. بنابراین، مطالعه بررسی تأثیرات شیرابه بر کیفیت آبهای سطحی در رودخانه کچا در حوزه خزری هدف این مطالعه موردی قرار گرفت. رودخانه کچا در حوزه سیاهرود از زیر حوزه‌های شرقی تالاب انزلی قرار گرفته و محل انباشت هزاران تن زباله شهری گیلان شرقی شده است. پس از بررسی‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی و کاربری، چهار ایستگاه نمونه‌برداری به نحوی انتخاب گردیدند که یک ایستگاه (اول) به عنوان شاهد در بالا دست و دو ایستگاه دیگر (۳ و ۴) در پائین دست برای بررسی اثرات خودپالاندگی رودخانه سیاهرود در تحلیل‌ها عمل نمایند. نمونه‌برداری آب در چهار فصل متوالی انجام شد. دما، کدورت، جامدات محلول کل، اسیدیته، کربن آلی کل، COD، ازت کل و آمونیاک به عنوان شاخص کیفیت مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در مقایسه با مقادیر استاندارد، آب رودخانه در محل ورود شیرابه در ایستگاه دوم از نظر کدورت و جامدات کل تا چندین برابر بالاتر از حد مجاز بوده و دچار آلودگی شده است. همچنین بار آلی محلول در محل ورود شیرابه در

^۱ مربی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز sghotbrazmjou@yahoo.com

^۲ استادیار و عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

^۳ کارشناس ارشد خاکشناسی



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



ایستگاه دوم حدود ۴۸ برابر ایستگاه شاهد است. داده‌ها نشان دادند که اثرات آلودگی شیرابه زباله تا محل ایستگاه‌های ۳ و ۴ تا بیست کیلومتری از شاهد سرایت کرده است. به هر حال، خود پالایندگی رودخانه سیاهرود هنوز تا حد زیادی توان خود را حفظ کرده اما قابل پیش بینی است که به زودی رودخانه اثر خودپالایندگی خود را از دست خواهد داد و اکولوژی آن به سختی آسیب‌های برگشت ناپذیری خواهد دید.

کلید واژه: پسماند شهری، شیرابه زباله، کیفیت شیمیایی-فیزیکی آب، رودخانه کچا، حوزه سیاهرود، تالاب انزل

مقدمه

مدیریت موجود جمع آوری پسماند در شهرها باعث تداخل زباله‌های خانگی با بسیاری از مواد زائد شیمیایی و مواد جامد خطرناک صنایع و بیمارستانها شده و موجب گردیده که مشکلات جمع‌آوری و دفع زباله دو چندان شود. وجود ۴۸۰۰۰ نوع مواد زائد شیمیایی در زباله‌های شهری و تایید سرطان‌زایی ۵۰۰ نوع از این مواد، بر این ادعا می‌افزاید که تنوع مواد متشکله زباله، خود تنوع مشکلات زیست محیطی خاصی را در بر دارد و باید اثرات این نوع مدیریت بر محیط زیست با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد [۷]. سوابق تاریخی گویای این است که حدود ۸۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش، انسان زباله‌های خود را خارج و دور از محل سکونت خویش جمع‌آوری و دفع می‌کرده است.

طبق شواهد موجود، علت اصلی توجه به این امر، اشاعه بیماری، هجوم حیوانات وحشی به اماکن مسکونی و تعفن حاصل از تلنبار زباله در محیط مسکونی بوده است. بازتاب آلودگی و بیماریهای حاصل از زباله موجب شدند که علم بهداشت زباله و مدیریت مواد زائد جامد بیش از پیش مورد توجه متخصصان و سیاستمداران جامعه در قرن حاضر قرار گیرد. هلاکت ۳۸۰/۰۰۰ نفر که از سال ۱۸۳۱ تا ۱۸۷۰ به علت شیوع وبا در انگلستان اتفاق افتاد، منجر به ساخت نخستین دستگاه زباله سوز در سال ۱۸۷۶ گردید [۸]. از مشکلات بهداشتی عمده در مکانهای دفن زباله، تولید شیرابه و نفوذ آن به منابع آب و خاک است. شیرابه مایعی



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸

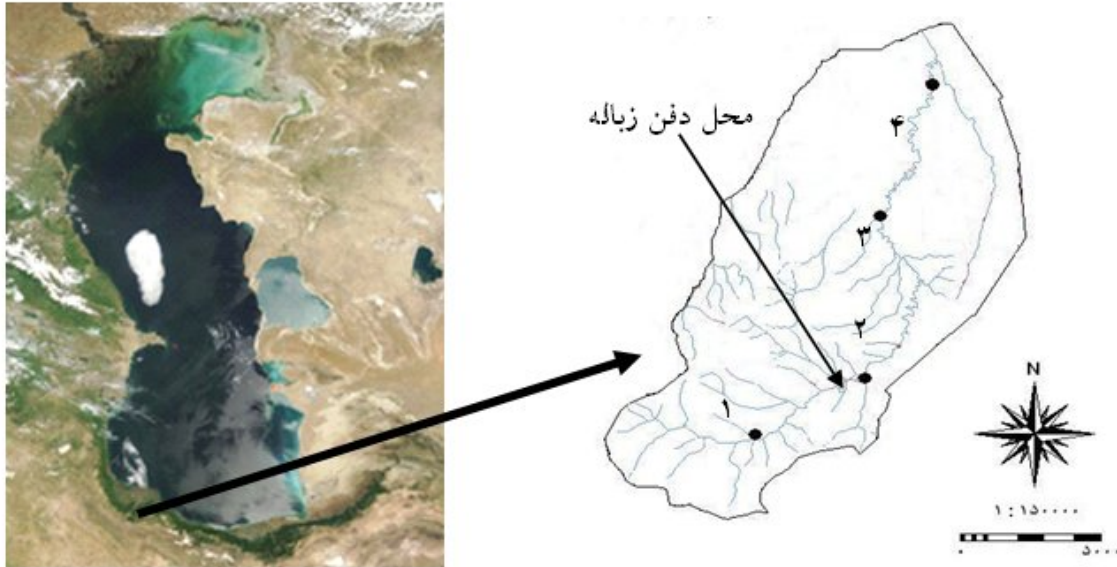


است بد بو، به رنگ قهوه‌ای تیره که شامل غلظت زیاد مواد آلی و معدنی بوده که به صورت محلول یا معلق اند و غلظت بالایی از آلودگی شیمیایی و میکروبی را دارا می باشد [۵].

درون یک مکان دفن زباله یا لندفیل، کمپلکس پیچیده‌ای از جریانهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی رخ می‌دهند. از دستاوردهای این جریانات، دگرگونی و تغییر پسماند می‌باشد. شیرابه بر اثر نزولات جوی، چشمه سارها و رطوبت خود زباله و یا رطوبت حاصل از تخمیر تولید می‌گردد. شیرابه تولیدی در قشرهای مختلف زباله جریان می‌یابد و مواد سمی و آلوده را با خود به آبهای سطحی و یا زیرزمینی منتقل می‌کند [۶]. فاکتورهای زیادی بر تولیدات و ترکیبات شیرابه مؤثرند. یک فاکتور اصلی، آب و هوای محل دفن زباله است. در مناطقی مرطوب با تبخیر کم و بارندگی بالا، آب بیشتری وارد لندفیل شده و شیرابه بیشتری نیز تولید می‌شود. با توجه به مطالب بالا بررسی تأثیرات شیرابه در استانهای شمالی کشور که متأسفانه محل دفع زباله در اکثر شهرهای این منطقه در داخل جنگلهاست و رودخانه‌ها را از سرچشمه دچار آلودگی می‌نماید، امری لازم و ضروری است.

مواد و روشها

رودخانه کچا که زیر حوضه رودخانه سیاهرود در شرق حوضه آبخیز تالاب انزلی است، در منطقه ۳۹ از سیستم تصویر UTM واقع شده و مختصات حداقل و حداکثر طول آن به ترتیب ۴۱۰۰۱۰۵ و ۴۱۲۲۲۶۹ و مختصات حداقل و حداکثر عرض جغرافیایی آن ۳۶۸۸۰۶ و ۳۸۴۳۲۶ می‌باشد. از نظر زمین شناسی این حوزه دارای واحدهای سنگی آتشفشانی بازی، مارن استون، سیلت استون، سنگ آهک و رسوبات ساحلی و دریایی می‌باشد. به منظور مطالعه اثر شیرابه بر اکولوژی رودخانه کچا، در بالادست و پایین دست محل ورود شیرابه به شبکه آبراه‌های سیاهرود، پس از بررسی‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی و کاربری، چهار ایستگاه نمونه‌برداری به نحوی انتخاب گردیدند که یک ایستگاه (اول) به عنوان شاهد در بالا دست و دو ایستگاه دیگر (۳ و ۴) در پائین دست برای بررسی اثرات خودپالایندگی رودخانه سیاهرود پس از ورود شیرابه در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گیرد. لازم به ذکر است که ایستگاه اول جهت انتقال آب آشامیدنی به روستاهای اطراف انتخاب گردیده بود لذا، آزمایشات آب و فاضلاب روستائی نیز انتخاب ایستگاه اول را به عنوان شاهد مورد تأیید قرار می دهند.



شکل ۱. محل دفن زباله شهر رشت و حومه در شاخه فرعی کچا در حوزه آبخیز سیاهرود در حوزه خزری.

در چهار فصل متوالی با روش استاندارد اقدام به نمونه برداری از آب رودخانه کچا و سیاهرود شد. دما، کدورت، جامدات محلول کل، اسیدیته و کربن آلی کل به عنوان شاخص کیفیت مورد اندازه گیری قرار گرفتند. نمونه های آب در طی چهار فصل متوالی برداشت شدند تا بتوان تغییرات زمانی اثرات شیرابه را تحلیل نمود. نمونه های آب با بطری های پلاستیکی با اسید شده جمع آوری شدند. برای تعیین مقدار غلظت کل مواد محلول در آب (TDS)، اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی آب (EC_w) از دستگاه پرتابل مدل HANA در محل نمونه برداری استفاده شد. ازت آمونیاکی و ازت کل نمونه های آب به روش کج‌لدال (۱۹۸۹) مورد اندازه گیری قرار گرفت. همچنین دما نیز در محل نمونه برداری با دماسنج ثبت گردید. میزان کربن آلی کل (TOC) نمونه های آب با روش استاندارد وان هال (۱۹۶۳) تعیین گردید. برای تجزیه داده ها از آمار توصیفی و آنالیز خوشه ای در نرم افزار آماری SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



میانگین و انحراف معیار پارامترها در هر فصل نمونه برداری محاسبه و در جدول ۱ آمده است. متوسط غلظت هر یک از پارامترها در هر ایستگاه محاسبه و با مقدار استاندارد مقایسه شدند (شکل ۲). متوسط دمای آب رودخانه کچا در ایستگاه دوم ۱۵/۷ درجه سانتیگراد بوده (شکل ۲- الف) که بین ۸ تا ۲۷/۵ درجه سانتیگراد در فصول مختلف در حال نوسان بود. چنانچه داده ها نشان می دهد، افزایش کم درجه حرارت در ایستگاه ۲ در اثر فعالیت های میکروبی در شیرابه در ایستگاه ۴ به حالت عادی برگشته است. بهر حال حداکثر دمای آب جاری طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۳۸۰) باید کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد؛ لذا بر این اساس با توجه به حداکثر ۲۷/۵ درجه سانتیگراد در فصل تابستان از نظر حرارتی، ایستگاه ها در حدود قابل قبول هستند. همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که بین میانگین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری مشاهده نشده است. به نظر می رسد از عواملی که افزایش حرارت آب را در طول رودخانه باعث شده است، افزایش بار آلی رودخانه کچا توسط شیرابه حاصل از دفع زباله و سپس واکنش های انرژی زای تجزیه آنها توسط میکروارگانیسم ها در محل ورود شیرابه در ایستگاه دوم است.

جدول ۱. آماره های پارامترهای فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب رودخانه سیاهرود در ۴ فصل متوالی.

| فصل | آماره | pH | TOC | TDS | دما | کدورت | TN | COD | NH ₄ ⁺ |
|---------|--------------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------------------------------|
| | | | | | | | | | |
| بهار | میانگین | ۷.۹۷ | ۱۶.۰۹ | ۱۰۴۰ | ۱۴.۳۸ | ۸.۳۱ | ۹.۰۳ | ۲۹.۰۰ | ۳.۷۲ |
| | انحراف معیار | ۰.۴۲ | ۱۶.۵۸ | ۱۳۷۱.۶ | ۰.۷۵ | ۱۴.۹۲ | ۷.۴۵ | ۳۶.۹۶ | ۴.۵۱ |
| تابستان | میانگین | ۸.۰۰ | ۱۹.۹۴ | ۱۶۲۸ | ۲۶.۹۳ | ۷.۳۷ | ۸.۰۸ | ۵۲.۶۰ | ۴.۴۸ |
| | انحراف معیار | ۰.۵۰ | ۳۷.۸۰ | ۲۲۸۵.۶ | ۰.۴۳ | ۴.۸۱ | ۷.۳۹ | ۵۲.۹۸ | ۴.۷۵ |
| پاییز | میانگین | ۷.۹۲ | ۱۳.۶۱ | ۱۳۹۷ | ۱۲.۵۵ | ۷.۳۸ | ۸.۲۵ | ۲۹.۰۰ | ۵.۲۵ |
| | انحراف معیار | ۰.۵۳ | ۲۱.۲۷ | ۲۱۱۲.۴ | ۱.۴۶ | ۹.۵۵ | ۷.۸۴ | ۴۴.۶۹ | ۵.۴۳ |



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



| ۳.۶۹ | ۲۱.۸۰ | ۶.۸۸ | ۷.۳۵ | ۸.۰۰ | ۹۵۸ | ۱۰.۲۱ | ۷.۹۲ | میانگین | زمستان |
|------|-------|------|------|-------|--------|-------|------|--------------|--------|
| | | | | | | | | انحراف معیار | |
| ۴.۳۸ | ۲۸.۱۷ | ۷.۰۸ | ۷.۱۵ | ۰.۴۱ | ۱۴۶۳.۶ | ۱۵.۸۶ | ۰.۵۳ | | |
| ۴.۲۹ | ۳۳.۱۰ | ۸.۰۶ | ۹.۲۰ | ۱۵.۴۶ | ۱۲۵۶ | ۱۴.۹۶ | ۷.۹۵ | میانگین کل | |

میانگین کدورت سالیانه در رودخانه کچا $19/0$ NTU بوده و میانگین ایستگاه‌ها $9/2$ و دامنه آنها $2/3$ NTU تا $25/9$ NTU در نوسان بود (شکل ۲-ب و جدول ۱). میزان کدورت آب در رودخانه کچا با توجه به شکل (۲-ب) در مقایسه با میزان استانداردهای بین‌المللی که توسط سازمان بهداشت جهانی در راهنمای ۱۹۸۳ استانداردهای بین‌المللی ۱۹۷۱ که حداکثر مقدار قابل قبول برای کدورت را 5 NTU اعلام کرده است، بالاتر بوده ولی در مقایسه با حداکثر غلظت مجاز برای کدورت که 25 اعلام شده است، کمتر می‌باشد [۶]. در این ارتباط در فصول مختلف نیز شاهد تغییرات بسیاری در میزان درجه کدورت آب رودخانه می‌باشیم. بطور کل بالاترین مقدار کدورت در فصل بهار به میزان $25/9$ NTU در ایستگاه دوم در محل ورود شیرابه بوده است که از حد مجاز استاندارد فراتر است. بارش‌های بهاری در شاخه کچا به دلیل شستشوی مواد مختلف و سرازیر کردن آنها به رودخانه ممکن است در این افزایش دخیل باشد. همچنین نتایج تجزیه واریانس صورت گرفته بر روی داده‌ها نشان می‌دهد که بین ایستگاه (ا) و (ب) همچنین بین ایستگاه ۲ و ۴ تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشته اما ایستگاه ۳ با دیگر ایستگاهها تفاوت معنی‌داری ندارد. متوسط جامدات محلول کل در آب رودخانه کچا 1256 میلی‌گرم در لیتر بوده و با توجه به شکل (۲-ج) مقادیر اندازه‌گیری شده بین $159/6$ میلی‌گرم در لیتر تا $5032/8$ میلی‌گرم در لیتر نوسان داشت. با مقایسه مقادیر بدست آمده در ایستگاه‌های مختلف با میزان استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۳۸۰) برای آب‌های جاری که 750 میلی‌گرم در لیتر است، مشاهده می‌شود که در ایستگاه دوم یعنی در محل ورود شیرابه در فصل تابستان، املاح محلول بیشتر از 5 برابر حد استاندارد است. این امر را می‌توان به ورود بار آلی ناشی از شیرابه زباله به رودخانه نسبت داد. همچنین نتایج تجزیه واریانس صورت گرفته بر روی داده‌ها نشان می‌دهد که بین ایستگاه ۲ با تمام ایستگاهها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



متوسط اسیددیته رودخانه کچا در مطالعه حاضر ۸ بوده و مقادیر اندازه‌گیری شده بین ۷/۳۴ تا ۸/۵۲ در حال نوسان می‌باشند شکل (۲-و). با مقایسه بین میزان تغییرات در ایستگاه‌های مختلف با مقدار استاندارد اعلام شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۸۰ (۹-۶/۵)، ملاحظه می‌شود که در تمامی ایستگاه‌ها با توجه به اینکه این تغییرات در محدوده تغییرات مجاز بوده، لذا رودخانه از نظر اسیددیته دچار مشکل اساسی نیست. اما به هر حال افزایش شیرابه باعث افزایش محسوسی در قلیائیت در محل ورود آن گردیده و این موضوع می‌تواند در ارتباط با وجود نمک طعام در زباله‌ها باشد که امری طبیعی برای زباله شهری است. لذا، بیشترین نگرانی در این زمینه مربوط به ایستگاه ۲ یا محل ورود شیرابه می‌باشد. تجزیه واریانس صورت گرفته بر روی داده‌ها نشان داد که بین ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشته و محل ورود، اثر معنی‌داری بر تغییر فاکتور داشته است.

متوسط میزان کربن آلی در مطالعه حاضر با توجه به شکل (۲-ج) ۱۴/۹۵ میلی‌گرم در لیتر بوده و مقادیر آن بین ۱/۰۵ تا ۷۶/۶۳ میلی‌گرم در لیتر نوسان دارد. به واسطه اینکه هیچگونه استانداردی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست و سایر موسسات زیست محیطی بین‌المللی برای غلظت کربن آلی تعیین نشده است، لذا هیچگونه اظهار نظر قطعی در این مورد نمی‌توان نمود. همچنین نتایج تجزیه واریانس صورت گرفته بر روی داده‌ها نشان می‌دهد که تنها ایستگاه ۲ با سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارد.

متوسط ازت کل در آب رودخانه کچا (شکل ۲-ه) در محل ورود شیرابه یا ایستگاه دوم ۱۸/۶ mg/l بوده در حالیکه در ایستگاه شاهد مقدار آن ۱/۶ mg/l است. اما، مقدار ازت کل در ایستگاه‌های ۳ و ۴ (ایستگاه‌های ۵ km و ۱۰ km در پائین در دست) به ترتیب ۴/۶ و ۷/۲ mg/l است. لذا، مقدار ازت کل آب نسبت به ایستگاه شاهد ۱۱/۶ برابر افزایش یافته ولی این مقدار پس از رسیدن به ایستگاه ۳ و ۴ به ترتیب به ۲/۹ و ۴/۵ برابر شاهد رسیده است. بنابراین، خود پالایندگی رودخانه تا حد زیادی مواد ازته اضافه شده به رودخانه را پالایش کرده است



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



متوسط اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در آب رودخانه کچا ۳۳/۱ میلی گرم در لیتر بوده است و مقادیر اندازه گیری شده بین ۵/۶ میلی گرم در لیتر تا ۱۳۲ میلی گرم در لیتر در حال نوسان است. نتایج تجزیه واریانس صورت گرفته بر روی داده ها نشان می دهد که بین ایستگاه ۲ با تمام ایستگاهها تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. بین ۳ ایستگاه دیگر تفاوت معنی داری مشاهده نشد. استاندارد در نظر گرفته شده بر اساس حداقل مورد نیاز و میزان لازم برای تصفیه آب در کشور آلمان برای COD در رودخانه ها به ترتیب ۲۰ و ۳۰ میلی گرم در لیتر می باشد. همچنین در ارتباط با حیات آبریان شامل کپور و آزاد ماهیان در کشور آلمان میزان ۲۰ میلی گرم در لیتر تعیین شده است. به این ترتیب بر اساس حداقل مورد نیاز کشور آلمان در ایستگاه ۲ دچار آلودگی شدید می باشیم. همچنین، شواهد محلی دال بر تلفات شدید ماهی ها و آبریان در محل ورود شیرابه به سیاهرود بوده و خصوصا این حالت در ابتدای زمانهای سیلابی که موجب شستوی رودخانه کچا و سرازیر شدن مقادیر زیادی شیرابه به رودخانه سیاهرود میگردد توسط افراد محلی گزارش شده است [۳].

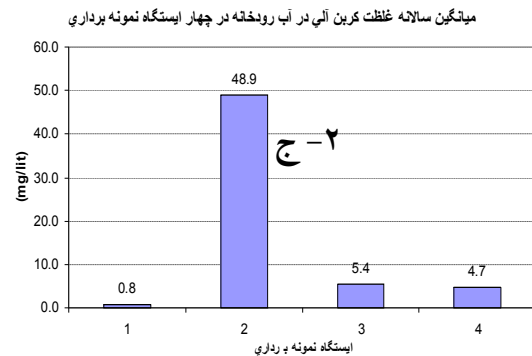
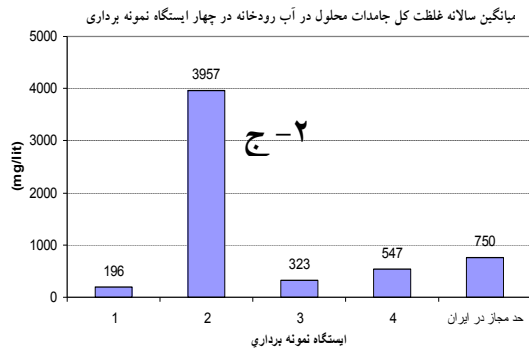
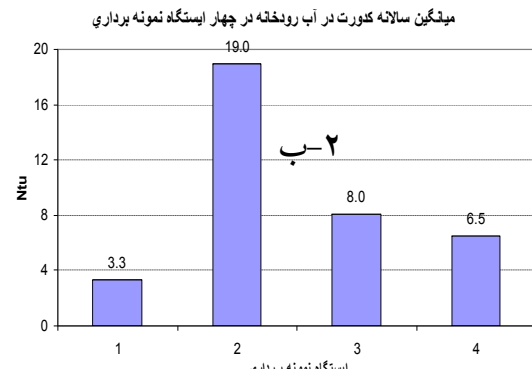
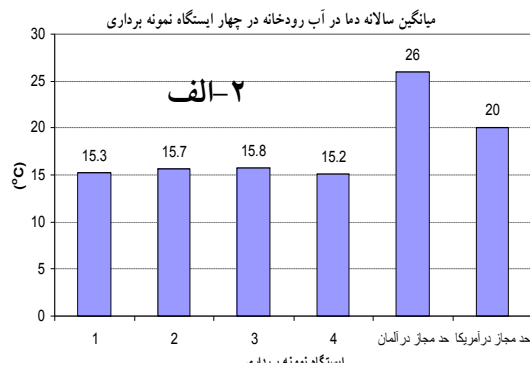
اما نکته مهم اینجاست که به دلیل افزایش فعالیت های میکروبی برای کاهش بار آلی اضافه شده به رودخانه در ایستگاه ۲، مقدار آمونیاک در رودخانه سیاهرود افزایش چشمگیری را نشان می دهد. علت این موضوع کاهش شدید اکسیژن محلول آب است که کاهش آن باعث ایجاد شرایط غیر هوازی در رودخانه شده و چنانچه در شکل (۲-ی) نشان داده شده است، مقدار آن در ایستگاه دوم به ۱۱/۲ mg/l رسیده که نسبت به ایستگاه شاهد ۲۰/۴ برابر شده است. اما، مقدار متوسط آمونیاک در ایستگاه های ۳ و ۴ در پائین دست ایستگاه ۲ به ترتیب ۲/۰ و ۳/۵ mg/l شده است. لذا، مقدار آمونیاک آب در ایستگاه ۳ نسبت به ایستگاه شاهد تقریباً ۴ برابر ولی در ایستگاه ۴ باز افزایش نسبی داشته و ۶/۴ برابر شاهد شده است. مقدار حداکثر مجاز آمونیاک آب های جاری در ایران برابر ۰/۲ mg/l تعیین شده و از این جهت حتی ایستگاه شاهد ۲/۸ برابر حد مجاز آمونیاک محلول دارد. بنابر این در مورد این حد مجاز باید با کمی تردید کرد و شاید حد مجاز آلمان که ۱ mg/l است با شرایط شمال کشور ما همخوانی بیشتری داشته و معقول تر به نظر برسد. در این صورت، نه تنها ایستگاه شاهد از نظر آمونیاک محلول آلودگی نداشته بلکه خود پالایندگی رودخانه باعث شده افزایش ۲۰ برابری آمونیاک در ایستگاه دوم نسبت به ایستگاه شاهد به ۲ برابر شاهد در ایستگاه ۳ کاهش یابد که در اینجا نیز

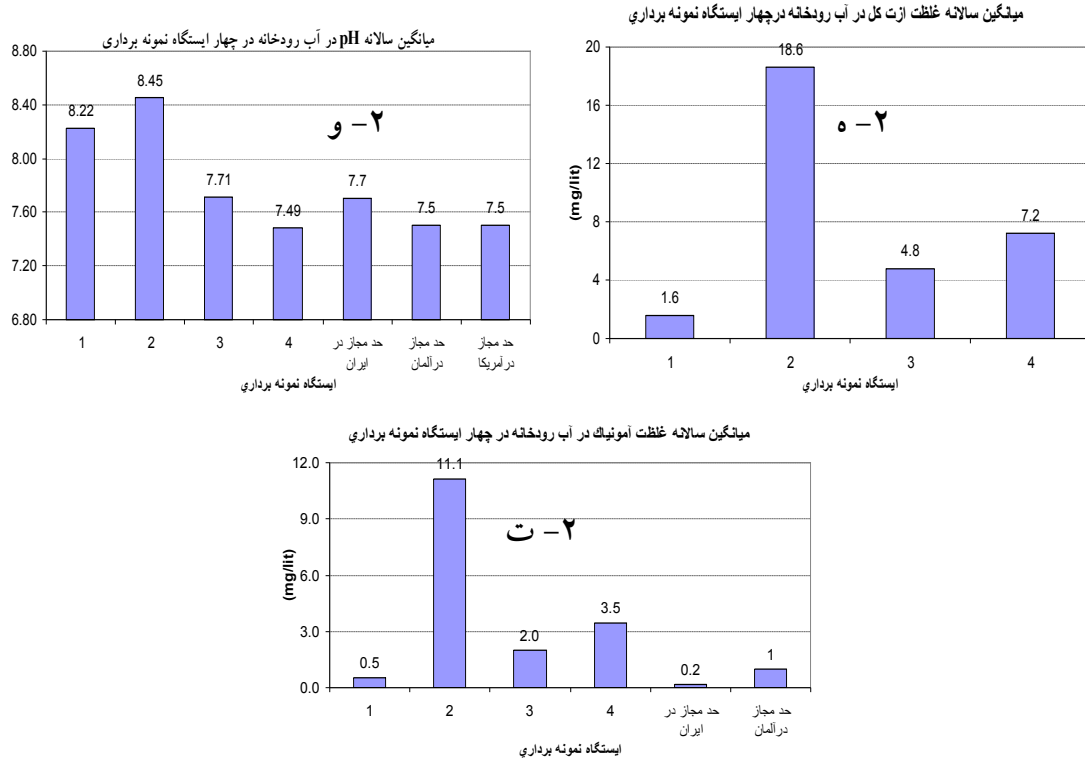


همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



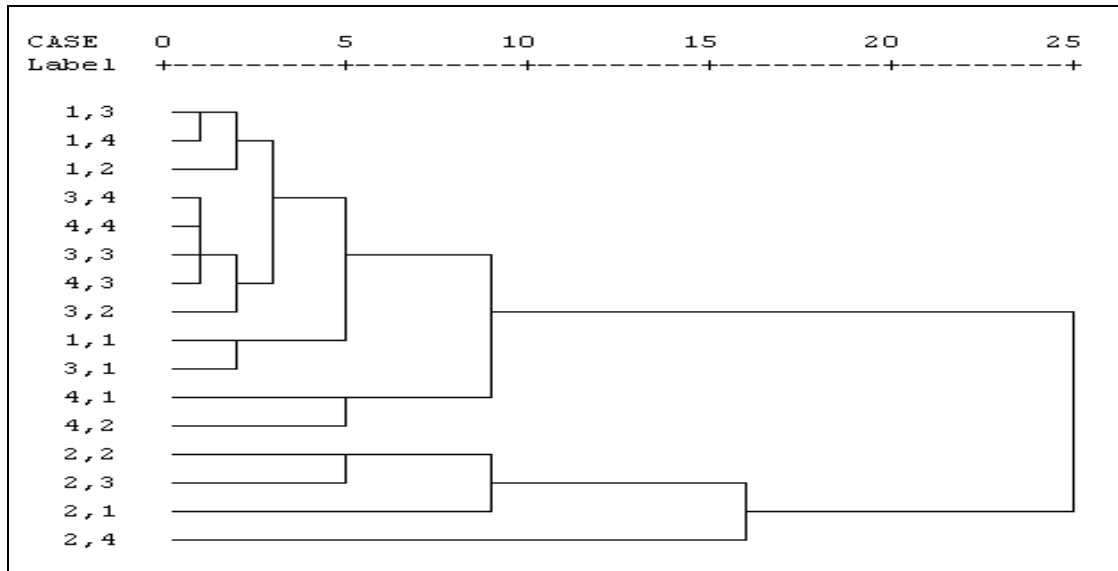
باید اذعان کرد رودخانه تا حد زیادی نقش خود پالاینده خود را به خوبی ایفاء کرده است و اکسیژن گیری مناسبی صورت گرفته است.





شکل ۲. میانگین سالانه پارامترهای مورد اندازه گیری در ایستگاه های مختلف و مقایسته با استانداردها.

آنالیز خوشه ای ایستگاهها در فصول مختلف سال (شکل ۳) نشان می دهد که اگر سطح تشابه ۶۰ درصد (حدود درجه ۱۵) را به عنوان تمایز جهت برش تشابه بگیریم، میانگین فاکتورهای اندازه گیری شده مختلف در محل ورود شیرابه (ایستگاه دوم) جز در فصل زمستان به تنهایی در یک مجموعه قرار گرفته و سه ایستگاه دیگر در یک مجموعه قرار می گیرند. این امر نشان می دهد که ایستگاه دوم با سه ایستگاه دیگر متفاوت بوده و در فازی جداگانه قرار می گیرد. همچنین ایستگاه دوم در فصل زمستان شاخه ای جداگانه را تشکیل می دهد که نشان از تشدید آلودگی در این فصل می باشد. لازم به توضیح است که اعداد سمت راست در شکل ۳ فصول و اعداد سمت چپ ایستگاهها را نشان می دهند. به عنوان مثال ۲.۳ ایستگاه دوم در فصل پاییز را نشان می دهد.



شکل ۳. دندروگرام خوشه‌ای ایستگاه‌ها بر اساس فصول مختلف سال. ستون اول در محور X نشان دهنده ایستگاه و ستون دوم در محور Y فصل را نشان می‌دهد. محور Y درجه تشابه خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه نموداری و آماری داده‌های کیفیت آب، می‌توان نتیجه گرفت که ورود شیرابه زباله به رودخانه کچا سبب آلودگی شدید آب رودخانه شده است. این آلودگی تا محل ایستگاه‌های ۳ و ۴ نیز تا حدودی سرایت کرده است اما خوشبختانه خود پالایندگی رودخانه تا حد زیادی توان کاهش اثرات ورود این آلاینده‌ها را داشته است. هرچند به راحتی قابل پیش بینی است که با وجود ادامه دفن هزاران تن زباله در سال در این محل و سرایت شیرابه‌های آلوده، به زودی رودخانه اثر خودپالایندگی خود را از دست خواهد داد و در صورت ادامه وضع موجود، این زمان چندان دور نخواهد بود. لازم به ذکر است که آلودگی‌های حاصله به رودخانه سیاهرود که اکولوژی آن به سختی آسیب دیده است و خود از رودخانه‌های بسیار آلوده منطقه محسوب می‌گردد وارد شده و سپس به شرق تالاب انزلی راه یافته و این اکوسیستم آبی را نیز در معرض خطر نابودی قرار داده است.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



منابع

۱. منوری، مسعود. بارگذاری محل‌های دفن پسماندها بر اکوسیستم های سواحل جنوبی در یای خزر، مجله علوم طبیعی ۳: ۱۳۸۳، ۴۷-۳۸.
۲. فرزانه، گیتا. بررسی اثرات زیست محیطی دفن ماد زاید جامد منطقه غرب استان گلستان، فصلنامه علمی محیط زیست (۴۲): ۱۳۸۴، ۶۵-۵۹.
۳. چرخابی، ا. بررسی و پژوهش منابع آلاینده خاک و آب در حوضه‌های آبخیز کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۳۸۴.
۴. قطب رزمجو، شعله. بررسی تأثیر شیرابه حاصل از محل دفن زباله شاخه فرعی رودخانه کچا در حوزه آبخیز سیاهرود گیلان بر کیفیت آب و رسوبات، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات اهواز، ۱۳۸۵.
۵. Monroe, M., Landfill Leachate Treatment, Journal of Water, Air and Soil Pollution. ۱۵۰, ۲۰۰۳. pp: ۱۰۵- ۱۲۲.
۶. Reinhart, R, Caroline, J.,. Analysis of Florida MSW Landfill Leachate Quality, University of Center Florida: Civil and Environmental Engineering Department. ۱۹۹۸. Report ۹۷-۳.
۷. عباسپور، مجید. مهندسی محیط زیست، جلد اول، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۴.
۸. عمرانی، قاسمعلی. مواد زائد جامد، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی. ۱۳۷۴.