Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره پنج، مرداد ماه ۹۹

ارزیابی آلودگی ناشی از کارگاه های پرورش ماهی قزل آلا (مطالعه موردی: رودخانه هراز)

میترا توکل [۱] *
mitra_tavakol@yahoo.com
منصوره شایقی [۲]
سید مسعود منوری [۳]
عبدالرضا کرباسی [٤]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۵ تاریخ پذیرش:۹۷/۶/۲۷

چکیده

زمینه وهدف :گسترش آبزی پروری و لزوم توسعه همگام آن با معیارهای زیست محیطی نیاز به مطالعه آثار نامطلوب احتمالی این صنعت را آشکار می‌سازد. از جمله این آثار ورود فاضلاب های تصفیه نشده ناشی از مزارع پرورش ماهی به آب رودخانه می باشد که می‌تواند موجب آثار زیست محیطی زیانباری در اکوسیستم های آبی پذیرنده باشد. بر این اساس، تحقیق پیش رو با هدف ارزیابی آلودگی ناشی از کارگاه های پرورش ماهی قزل آلا بر کیفیت آب رودخانه هراز واقع در شمال ایران انجام گرفت.

روش بررسی : برای این منظور، نمونه برداری ۲۴ پارامتر فیزیکی و شیمیایی آب در ۱۵ ایستگاه بر اساس متدهای استاندارد طی یکسال انجام گردید. نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، هیدرولوژی، خاکشناسی و کاربری اراضی منطقه و راههای دسترسی محدوده مورد مطالعه تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین منابع آلاینده شامل استخرهای پرورش ماهی، اراضی کشاورزی، استقرار مراکز مسکونی ، صنایع موجود و آبگرم های معدنی شناسایی شدند.

یافته ها : نتایج حاصل حاکی از آن است که ، غلظت BOD، NO_3^- و PO_4^- در ایستگاه های ۷ و ۱۰ بسیار زیاد می باشد. دلیل این امر را می توان در قرار گرفتن چندین مزرعه پرورش ماهی کنار هم جستجو کرد. مضافا به اینکه، غلظت DO در ایستگاه های مذکور کاهش قابل ملاحظه ای داشته است که می تواند به دلیل افزایش مصرف اکسیژن آب در این ایستگاه ها به علت تعدد استخرهای پرورش ماهی باشد.

۱- دکتری، گروه علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.*(مسوول مکاتبات)
۲- استاد تمام، گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳- استادیار، گروه علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴- دانشیار،گروه مهندسی محیط زیست،دانشکده محیط زیست،دانشگاه تهران،تهران،ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث ونتیجه گیری : به طور کلی یافته های تحقیق تاییدی بر تاثیر قابل تامل استخرهای پرورش ماهی بر کیفیت منابع آب سـطحی در محدوده مطالعاتی است. این امر لزوم اتخاذ تدابیر مدیریتی لازم جهت کنترل آلاینده های ناشی از این صنعت در قالب دسـتورالعمل هـا و ضوابط زیست محیطی را مشخص می نماید.

واژه های کلیدی: کیفیت آب، کارگاه پرورش ماهی، رودخانه هراز، ارزیابی.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.5, July, 2020

Assessment of Pollution from Trout Farms
(Case Study: Haraz River)

Mitra Tavakol[1 *]
mitra_tavakol@yahoo.com
Mansoureh Shayeghi[2]
Seyed Masoud Monavari[3]
Abdolreza Karbasi[4]

Admission Date:September 18, 2018 Date Received: April 24, 2016

Abstract

Background and Objective: Development of aquaculture and the necessity to comply with environmental standards reveal the need to study the potential adverse effects of this industry. One of the most devastating effects of aquaculture would be water pollution caused by the discharge of untreated effluent from fish farms into the host aquatic ecosystems. Accordingly, the present study was performed to assess the contamination caused by trout farms on water quality of Haraz River in northern Iran.

Method: For this purpose, a total number of 24 physical and chemical water quality parameters were sampled from 15 stations over a one-year period based on the standard methods**.** The maps of Topography, Geology, Hydrology, Soil, Land use, and access roads of the study area were prepared and studied. Furthermore, the pollutant sources, including fish farming pools, agricultural fields, residential areas, industries, and hot water mineral springs, located within the boundaries of the study area were also identified.

Findings: The results showed that concentration of BOD, NO_3^-, and PO_4 at the stations 7 and 10 was very high. The reason for this can be proximity of several fish farms close to each other. . Moreover, the concentration of DO in the mentioned stations showed a substantial decline that may be due to increased consumption of oxygen due to proximity of multiple fish farms in these stations.

Discussion and Conclusion: Overall, the results confirm the considerable impact of fish farms on the quality of surface water resources in the study area. This highlights the need to take the necessary management measues to control pollutants from the industry in the from of environmental guidelines and regulations.

Key words: Water Quality, Trout Farm, Haraz River, Assessment.

1- Ph.D., Department of Environmental Science, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran *(Corresponding Author)
2- Full Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- Associate Professor, Department of Environmental Engineering, School of Environment, Tehran University, Tehran, Iran

www.SID.ir

مقدمه

آب های سطحی پتانسیل زیادی برای آلوده شدن دارند. این آب ها از دیرباز به لحاظ سهولت در برداشت، مورد استفاده جوامع بشری بمنظور تامین آب شرب، صنعتی و کشاورزی، مورد استفاده بوده است. پساب تولیدی از مراکز مسکونی، صنعتی و کشاورزی به آب های سطحی راه یافته و و باعث آلودگی آب های سطحی شده اند. در نتیجه شرایط اکولوژیکی زیستگاههای آبزیان با خطرات جدی مواجهه شده است (۱،۲،۳،۴). یکی از استفاده های مرسوم از منابع آب، پرورش آبزیان می باشد. احداث کارگاه های پرورش ماهیان سردابی در کنار رودخانه ها به صورت امری رایج درآمده است. فاضلاب این کارگاه ها مستقیما وارد رودخانه ها شده و موجب بروز آثار سوء و زیانباری از جمله به هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازگانهای آبی می گردند (۵،۶،۷،۸،۹).

گسترش آبزی پروری و لزوم توسعه همگام آن با معیارهای زیست محیطی نیاز به مطالعه آثار نامطلوب احتمالی آبزی پروری را آشکار می‌سازد. از جمله این آثار ورود فاضلاب های تصفیه نشده به آب رودخانه و در نتیجه آلودگی میکروبی محیط های آبی و بیماریهای انگلی آبزیان می باشد. (۱۰،۱۱،۱۲،۱۳). امروزه فعالیت‌های آبزی‌پروری به عنوان یکی از منابع مهم تامین غذا در دنیا از رشد قابل ملاحظه ای برخوردار شده اند. به موازات این توسعه، مانند هر صنعت دیگر، عوارض زیست محیطی ناشی از آن طی مطالعات و تحقیقات مختلف مورد موشکافی واقع شده اند. Pine و Boyd در سال ۲۰۱۱ (۱۴) تاثیر استخرهای پرورش ماهی را در شور شدن منابع آب سطحی در منطقه Blackland Prairie مورد بررسی قرار دادند. آن ها ضمن تایید اثرات زیانبار ناشی از این صنعت در محیط های آبی گزارش کردند که محتویات کلراید در اطراف این مناطق از mg/L ۲۳۰ تجاوز نموده است.

Saremiو همکاران (۱۵) تاثیر پساب ناشی از آبزی پروری را بر پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز مورد مطالعه قرار دادند طبق گزارش آن ها، احداث مزارع پرورش ماهی با ظرفیت بالا می تواند تاثیرات آشکاری بر حوضه آبریز هراز داشته باشد علی-الخصوص در کاهش اکسیژن محلول و افزایش غلظت مواد مغزی و BOD. در مطالعه دیگری بر روی رودخانه هراز توسط Bandpei و Yousefi در سال ۲۰۱۳، (۱۶)وضعیت پارامترهای فیزیکی آب در طول رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج آن ها، تفاوت معناداری بین میزان کل فسفات در بالادست و پایین دست مزارع پرورش ماهی مشاهده شد. Ruiz-Zarzuela و همکاران (۱۷) اثرات ناشی از فعالیت‌های مزارع پرورش ماهی را بر کیفیت آب دوازده رودخانه در شمال شرق اسپانیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها حاکی از کاهش قابل ملاحظه pH و اکسیژن محلول و همچنین افزایش شدید COD، آمونیوم، فسفات ها و پارامترهای میکروبی در پایین دست مزارع پرورش ماهی بود. Varedi و همکاران (۱۸)تاثیر پساب ناشی از مزارع پرورش قزل الای رنگین کمان را بر کیفیت آب رودخانه هراز مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند مقادیر $PO4^{-3}$, TP, NO_2, NH_4^+, TDS, EC از مزرعه ای به مزرعه دیگر به طور قابل ملاحظه ای افزایش داشته اند. Mahboobi Soofiani و همکاران (۱۹) در بررسی اثرات پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا بر کیفیت آب رودخانه زاینده رود هیچ یک از پارامترهای کیفی آب را فراتر از حد مجاز ندیدند. با این حال، طبق نتایج آن ها، پارامترهای BOD، COD و TSS در اطراف مزارع افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته اند.

در حال حاضر علی رغم کمبود آب آشامیدنی، در اغلب شهرهای کوچک و بزرگ ایران، هیچگونه استاندارد مشخصی جهت ایجاد کارگاه های تکثیرو پرورش ماهیان سردابی بر روی رودخانه های جاری با آب دائم که از شاهرگ های حیاتی جامعه به شمار می روند صورت نمی گیرد. این کنترل که باید از جهت میزان ترکیبات آلاینده در خروجی کارگاه ها و امکان شرایط پالایش آن ها از یک سو و رعایت فاصله مطمئن با کارگاه بعدی جهت فرصت خودپالایی رودخانه انجام گیرد، در حال حاضر رعایت نمی شود. با توجه به سیاست کشور مبنی بر افزایش تولید ماهیان پرورشی، بدون هر گونه مطالعه ای اقدام به ایجاد کارگاه های تکثیر و پرورش ماهیان سردابی بر روی رودخانه هایی نظیر هراز می گردد که در طراحی و ساخت آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

دقت لازم نسبت به رعایت فواصل با کارگاه های بالا دست یا پایین دست و همچنین امکان پالایش آب خروجی قبل از ورود به مسیر رودخانه نشده است. بدیهی است در فاصله زمانی نه چندان زیاد به علت نیاز به منابع آبی جدیدآشامیدنی، آلودگی آن ها از معضلات جدی خواهد بود (۸). طبق گزارش فائو در سال ۲۰۰۴، فعالیت های آبزی پروری در کنار رودخانه هراز بیش از یک سوم مصارف ماهی مصرف شده در منطقه را تامین می کند (۱۶).

موارد یاد شده ضرورت سنجش آلاینده های ناشی از این صنعت را به وضوح بیان می کند. در این راستا، تحقیق پیش رو با هدف ارزیابی آلودگی ناشی از کارگاه های پرورش ماهی قزل آلا در رودخانه هراز به انجام رسید. گفتنی است که رودخانه هراز از سه جهت دارای اهمیت است. نخست اینکه به عنوان یک رودخانه دائمی از قلب شهر آمل گذشته و از نظر منظر شهری امتیاز خاصی به این شهر می بخشد، دوم اینکه به لحاظ وجود دو مرکز شهری(آمل،گزنک) و چهل مرکز روستایی دارای جمعیت در حوضه آبریز (۲۰) آن و اراضی کشاورزی گسترده و واحدهای تولیدی و صنعتی آلاینده در پیرامون آن و ورود پساب ها و زه آب های ناشی از این مراکز و همچنین پساب آب‌های گرم معدنی در معرض آلودگی قرار دارد. سوم اینکه رودخانه هراز در پایین دست در آینده نزدیک، جهت تامین آب شرب شهر آمل از طریق سد انحرافی، از اهمیت اجتماعی خاصی برخوردار می باشد. بنابراین به لحاظ اهمیت رودخانه هراز به عنوان یکی از مهم ترین منابع تامین آب آشامیدنی و کشاورزی منطقه، ارتقا و حفظ سطح کیفی آب، هدف اصلی این مطالعه و به تبع آن مدیریت این منبع غیرقابل جایگزین، می باشد. همینطور محدود و آسیب پذیربودن این منبع آبی از یک سو و هزینه های بالای تصفیه آب از سوی دیگر و واقع شدن منطقه در اقلیم نیمه مرطوب، نگه داری و حفظ آب از آلودگی ها و منابع آلاینده از منشاء را الزامی می نماید.

محدوده مطالعاتی

رودخانه هراز یکی از رودخانه های مهم حوزه آبریز دریای خزر بوده و پرآب ترین رودخانه غرب مازندران و یکی از ۳ رودخانه پرآب شمال کشور محسوب می شود (۲۱). طول رودخانه هراز ۱۸۵ کیلومتر بوده (۲۱) و حوزه آبخیز رودخانه هراز با مساحتی حدود ۵۱۰۰ کیلومتر مربع در بخش شمالی سلسله جبال البرز، ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است (۲۲).

این رودخانه در طی مسیر خود از لار تا سرخرود، آب چندین رود فرعی را دریافت می کند که مهم ترین آن ها رود نمارستاق با دبی ۳ متر مکعب در ثانیه و رود نور با دبی ۳/۵ متر مکعب در ثانیه می باشد. آبدهی متوسط رودخانه هراز، ۹۴۰ میلیون متر مکعب و فصل زمستان با متوسط آبدهی ۱۳۲ میلیون متر مکعب می باشد. (۲۲) طول رودخانه در مسیر درازترین شاخه (لار)، ۱۴۸ کیلومتر است. شیب کف رودخانه در دشت حدود ۱ درصد، حد وسط دشت و شهر آمل، حدود ۷-۸ درصد و در بالا دست آمل حدود ۱۲-۱۳ درصد می باشد (۲۳).

روش بررسی

برای انجام نمونه برداری ابتدا نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، هیدرولوژی، خاکشناسی و کاربری اراضی منطقه و راههای دسترسی محدوده مورد مطالعه تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب ایستگاه های نمونه برداری با توجه به شرایط طبیعی و امکان دسترسی به رودخانه و همچنین در نظر داشتن عوارض طبیعی و انسانی، از جمله شاخه های فرعی رودخانه، تغییر ساختارهای زمین شناسی و منابع آلاینده شامل استخرهای پرورش ماهی، اراضی کشاورزی، استقرار مراکز مسکونی ، صنایع موجود و آبگرم های معدنی انجام شد. بطور کلی پنج معیار دخیل در انتخاب ایستگاه ها عبارت بودند از: ۱) قبل از محل اتصال جریان های فرعی به رودخانه و بعد از آن در جائی که آب کاملاً مخلوط شده است یعنی خروجی و ورودی استخرهای پرورش ماهی، ۲) محل انفصال یک جریان فرعی از رودخانه (قبل و بعد از انفصال)، ۳) محل هائی که تغییر مشخصی در زمین شناسی یا خاک منطقه رخ می دهد، ۴) قبل و بعد از تخلیه منابع آلاینده نقطه ای (جائی که آلاینده با آب

www.SID.ir

مخلوط شده و حالت یکسانی بوجود آمده است، انتخاب می-شود)، و ۵) بالادست و پایین دست منابع آلاینده غیرنقطه ای.

پس از مشخص شدن ایستگاه های نمونه برداری موقعیت و مختصات این نقاط از طریق موقعیت یاب جهانی(GPS)[1] روی نقشه مشخص شد. موقعیت ایستگاه ها در شکل ۱ نشان داده شده است. تعیین اولویتها در انتخاب پارامترهای مورد بررسی، بر اساس تعدادی از عوامل مانند سرعت ایجاد خطر ناشی از یک آلاینده ، نگرانی و توجه خاص عموم نسبت به آلاینده ای خاص، قابلیت کنترل منابع آلاینده موجود و پتانسیل آلودگی آن ها و نوع استفاده از آب بوده است. در بررسی‌های زیست‌محیطی به منظور دستیابی به وسعت و حدود تغییرات آلودگی، پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب رودخانه در ۱۵ ایستگاه تعیین گردید. تعداد ۱۲ نمونه از هر ایستگاه برداشت شد و نمونه برداری طی یک دوره یکساله از شهریورماه (سپتامبر) ۱۳۹۲ تا شهریورماه (سپتامبر) سال ۱۳۹۳ انجام شد.

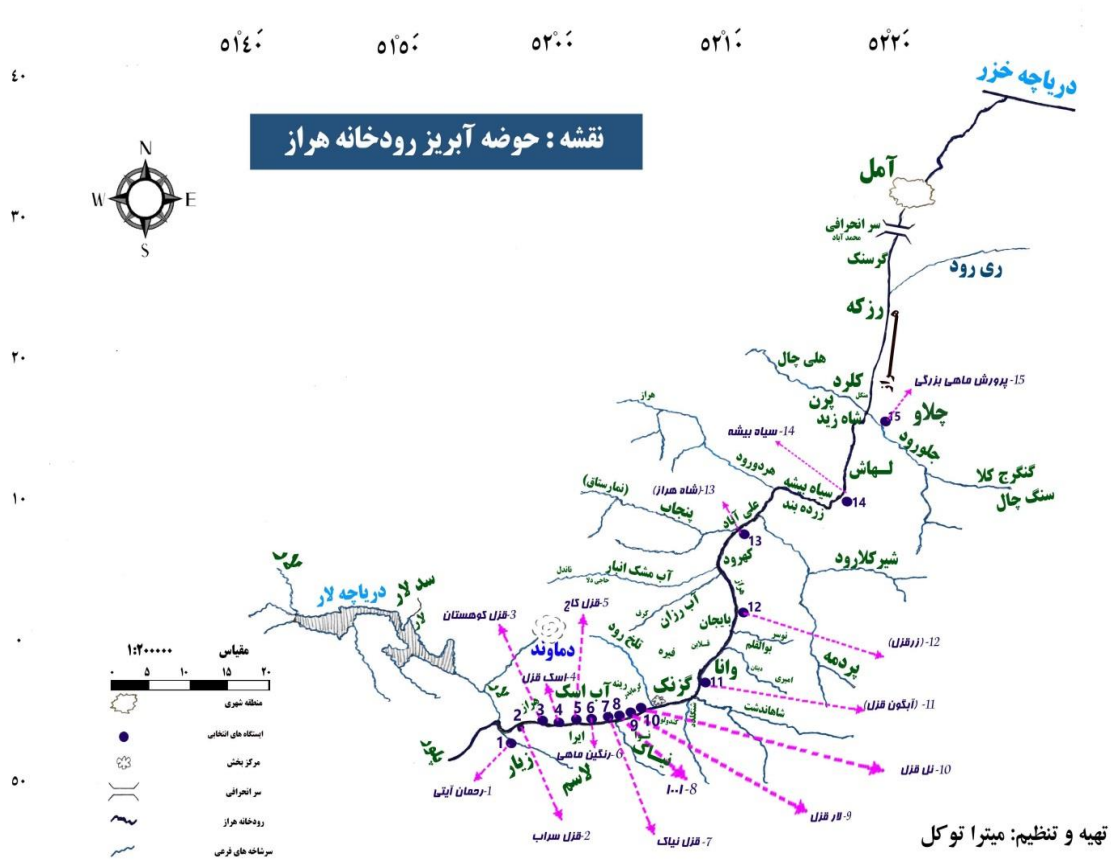
نمونه برداری از طریق بطری های شیشه ای انجام گرفت. ظروف نمونه برداری ابتدا با دترجنت و آب معمولی و سپس با اسید نیتریک و بعد با آب مقطر شستشو داده شدند. قبل از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه کارهای مقدماتی از قبیل تثبیت کردن نمونه ها با مواد شیمیایی مورد نیاز، تعیین درجه حرارت آب و هوا، تهیه بر چسب (شامل مشخصات ایستگاه، زمان نمونه‌برداری، وضعیت جوی) انجام گردید. نمونه ها پس از آماده سازی لازم در شرایط مناسب دمایی و در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل و تا قبل از انجام آزمایش در یخچال نگه داری شدند.

نمونه برداری و آنالیز برای ۲۵ پارامتر فیزیکی و شیمیایی شامل: دما(.Temp)، اسیدیته(pH)، باقیمانده خشک(TDS)، کدورت(.Turb)، اکسیژن محلول(DO)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی(BOD)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)، هدایت الکتریکی(EC)، کل کلیفرم(.TColi)، کلیفرم مدفوعی(FColi)نیترات(NO_3^-)، فسفات(PO_4^{3-})، آمونیاک(NH_3)، و فلزات سنگینی چون کادمیم(Cd) وسرب(Pb)، به صورت ماهیانه وبرای سموم نباتی دیازینون(Diazinon)، فنیتروتیون(Fenitrothion) و دی کلرووس(Dichlorovous)،اتیون(Ethion)،دی متوات (Demethoat) ،پروفنوفوس (Profenofos) ومالاتیون (Malathion)به صورت فصلی در دو فصل گرم سم پاشی(بهار و تابستان) انجام گرفت. آنالیز نمونه ها بر اساس دستور العمل ذکرشده در استاندارد متد(۲۰۰۵)انجام گردید. (۲۴)روشها و دستگاه های مورد استفاده جهت آنالیز نمونه ها به شرح جدول ۱ می باشد.

1 - Geographic position system

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- ایستگاه های سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز

Figure 1. water quality mentoring stations in Haraz River

جدول ۱- روش ها و دستگاه های مورد استفاده جهت آنالیز پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز

Table 1. measurement methods and devices used in the present research

ردیف	پارامترها	کلمات اختصاری	واحد اندازه گیری	استاندارد آزمایشگاهی	روش یا دستگاه آزمایشگاهی مورد استفاده
۱	Electrical conductivity	EC	$S\ cm^{-1}\mu$	Standard method	Sension156 Hach
۲	Dissolved oxygen	DO	mgL^{-1}	Standard method	Sension156 Hach
۳	Turbidity	Turb.	NTU	Standard method	Sension156 Hach
۴	pH	pH	pH unit	Standard method	Sension156 Hach
۵	Temperature	Temp.	°c	Standard method	Sension156 Hach
۶	Nitrate nitrogen	No_3^-	mgL^{-1}	Nitrate with Test	Spectrophotometric
۷	Ammonical nitrogen	NH_3	mgL^{-1}	Ammoniym with vario power pach	Spectrophotometric
۸	Phosphate	PO_4^{3-}	mgL^{-1}	Phosphate orth LR with Tube Test	Spectrophotometric
۹	Chemical oxygen demand	COD	mgL^{-1}	COD Total with Vario Tube	Dichromate reflex method
۱۰	Biochemical oxygen demand	BOD	mgL^{-1}	روش دستگاهی	Winkler azide method

www.SID.ir

۱۱	Total coliform	TColi.	MPN/100ml	سیستم ۹ لوله ای	Multiple tube method
۱۲	Feacal coliform	FColi.	MPN/100ml	سیستم ۹ لوله ای	Multiple tube method
۱۳	Total dissolved solids	TDS	mgL^{-1}	Standard method	Sension156 Hach
۱۴	Total suspended solids	TSS	mgL^{-1}	Standard method	Sension156 Hach
۱۵	Color	Color	پلاتینmg/L	Standard method	Colorimeter
۱۶	Cadmium	Cd	mgL^{-1}	روش تبخیر سرد	Atomic Absorption
۱۷	Lead	Pb	mgL^{-1}	روش تبخیر سرد	Atomic Absorption
۱۸	Malathion	Malathion	mgL^{-1}	دتکتورUV	HPLC
۱۹	Profenofos	Profenofos	mgL^{-1}	دتکتورUV	HPLC
۲۰	Demethoat	Demethoat	mgL^{-1}	دتکتورUV	HPLC
۲۱	Ethion	Ethion	mgL^{-1}	دتکتورUV	HPLC
۲۲	Dichlorovous	Dichlorovous	mgL^{-1}	UVدتکتور	HPLC
۲۳	Fenitrothion	Fenitrothion	mgL^{-1}	UVدتکتور	HPLC
۲۴	Diazinon	Diazinon	mgL^{-1}	UVدتکتور	HPLC

تعدادی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی با استفاده از دستگاه-های پرتابل (قابل حمل) درمحل اندازه گیری گردید. آزمـایش-های انجام یافته در محل نمونه برداری شامل پارامترهـای دمـا، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، کل جامـدات محلـول و pH توسط دستگاه پرتابل Sension156 Hach و کدورت توسـط دستگاه Horriba بوده. نتایج حاصل از اندازه گیری صـحرایی در فرم های مخصوص ثبت می گردید. اطلاعات ثبـت شـده در فرم های مذکور شامل اطلاعات مربوط به روز نمونـه بـرداری از جمله تاریخ و ساعت نمونه بردرای، وضعیت جوی، نـوع منبـع و کد ایستگاه مورد پایش، نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای فوق، و توضیحات مربوط به نمونـه هـای آب تهیـه شـده بـرای ارسال به آزمایشگاه جهـت انـدازه گیـری سـایر پارامترهـا بـود. آزمایشات مربوط به پارامترهای نیترات، آمونیاک، فسـفات،EC، TDS، TSS ،BOD، COD ، رنـگ ،کـل کلیفـرم هـا و کلیفرم‌های مـدفوعی در آزمایشـگاه اداره کـل سـازمان محـیط زیست استان مازنـدران وآزمایشـگاه پاکزیسـت البـرز کاسـپین (آزمایشگاه معتمد سازمان حفاظت محـیط زیسـت کشـور) بـه انجام رسید. آزمایش های اندازه گیری مقـادیر فلـزات سـنگین کادمیوم و سرب در آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علـوم پزشکی تهران از طریق دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید. برای تثبیت نمونه ها در محل نمونـه بـرداری از محلـول اسـید نیتریک استفاده شد. آزمایش های مربوط به اندازه گیری سموم نباتی دیازینون، فنیتروتیون، دی کلروووس، اتیـون، دی متـوات، پروفنوفوس و مالاتیون با همـاهنگی انجـام شـده در آزمایشـگاه حشره شناسی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران از طریق دسـتگاه گـاز کروماتوگرافی و HPTLC انجـام گرفـت. برای تثبیت نمونه ها در محل نمونه بـرداری از ۵۰ سـی سـی محلول دی کلرومتان استفاده گردید.

قبل از انجام تجزیه های آماری ، ابتدا داده های حاصل از ارزیابی پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از شاخص کلمگروف – اسمیروف (K-S) از نظر نرمال و تناسب داده ها مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس یک تست برازش نرمال بودن به روش های پارامتری انجام گردید. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده، برای بررسی تفاوت بین ایستگاه ها از نظر تغییرات میزان پارامترهای مختلف از آنالیز واریانس ANOVA استفاده گردید. برای مقایسه میانگین پارامترهای با F معنی دار در بین

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه ها (چند گانه) از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.تمامی محاسبات آماری و ریاضی از طریق نرم افزارهای Excell 2007، و SPSS 16 انجام گردید.

یافته ها

در این تحقیق با انتخاب فاکتورهای مؤثر از جمله موقعیت نقاط نمونه برداری، پارامترهای کیفی آلودگی آب، دوره های نمونه برداری، روش های آزمایشگاهی و آنالیز داده ها، سعی گردید تا نتایج حاصل نشان دهنده وضعیت کیفی رودخانه هراز در حوزه مورد مطالعه و منابع آلاینده آن باشد. توصیف آماری (شاخص های مرکزی و شاخصهای پراکندگی) نتایج حاصل از نمونه برداری و اندازه گیری مقادیر متغیرهای کیفی آب رودخانه هراز در مورد پارامتر های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و سموم در طول یکسال نمونه برداری در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است. همانطور که در جدول قابل مشاهده است، بیشترین میزان DO برابر ml/litr ۹/۱ و کمترین میزان برابر ۳/۵ بوده است. برای BOD بیشترین مقدار اندازه گیری شده mg/lit ۱۵۰ بوده است. همینطور سایر پارامترها از جمله نیترات بیشترین مقدار اندازه گیری شده mg/lit ۸/۱ و کمتری مقدار mg/lit۰/۰۴ بوده و مقدار اندازه گیری شده برای فسفات، mg/lit ۳/۷ بیشترین و mg/lit ۰/۰۱ کمترین مقدار بوده است.

جدول۲- مشخصات آماری متغیرهای کیفی آب(فیزیکوشیمیایی و میکروبی)

Table 2. statistical specification of the water quality parameters (physiochemical variables)

پارامتر	واحد اندازه گیری	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
DO	mgL-1	۳/۵۰	۹/۱۰	۶/۲۳	۱/۰۹
Temp	c°	۴/۰۰	۲۵/۰۰	۱۱/۳۳	۵/۳۶
pH	pH unit	۶/۶۰	۸/۵۰	۷/۶۹	۰/۴۵
BOD	mgL-1	۱/۰۰	۱۵۰/۰۰	۲۵/۴۲	۳۶/۲۵
Turbidity	NTU	۷/۰۰	۱۴۹۰/۰۰	۳۱۰/۲۲	۴۲۴/۰۵
Nitrate	mgL-1	۰/۰۴	۸/۱۰	۲/۴۲	۲/۰۸
PHosphate	mgL-1	۰/۰۱	۳/۷۰	۰/۷۳	۰/۹۱
Coliforms	MPN/100ml	۱۱۰/۰۰	۱۰۰۰/۰۰	۳۱۲/۴۷	۲۳۶/۶۸
TDS	mgL-1	۱۱۰/۰۰	۱۴۱۰/۰۰	۴۹۳/۹۴	۳۳۴/۵۰
EC	μ S cm-1	۲۰۰/۰۰	۱۳۲۰/۰۰	۶۰۲/۲۶	۲۳۴/۱۳
TSS	mgL-1	۲۵/۰۰	۱۸۹۰/۰۰	۵۶۲/۵۳	۵۰۲/۴۰
COD	mgL-1	۲/۰۰	۵۹۲/۰۰	۷۹/۱۳	۱۴۳/۲۳
NH_3	mgL-1	۰/۰۱	۰/۶۶	۰/۱۲	۰/۱۳
Color	color unit	۵/۰۰	۵۰/۰۰	۲۱/۹۱	۱۳/۲۲
Pb	mgL-1	۰/۰۱	۰/۷۰	۰/۲۱	۰/۱۹
Cd	mgL-1	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۲
T.coli	MPN/100ml	۲۴۰۰/۰۰	۲۴۰۰/۰۰	۲۴۰۰/۰۰	۰/۰۰

www.SID.ir

جدول ۳- مشخصات آماری متغیرهای کیفی آب (سموم)

Table 3. statistical specification of the water quality parameters (toxins)

پارامتر	واحد اندازه گیری	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
Diazinon	mgL-1	۱/۳۵	۳/۲۱	۲/۴۱	۰/۷۰
Fenitrothion	mgL-1	۰/۴۴	۰/۹۱	۰/۶۷	۰/۱۸
dichlorovous	mgL-1	۰/۷۵	۲/۱۱	۱/۶۱	۰/۵۱
Ethion	mgL-1	۰/۴۲	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۱۱
Demthoat	mgL-1	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۱
Profenofos	mgL-1	۰/۳۵	۰/۶۲	۰/۴۸	۰/۰۹
Malathion	mgL-1	۰/۹۰	۲/۵۰	۱/۵۲	۰/۷۲

آنالیز کیفی آب بر حسب ماه های مختلف

بررسی مشخصات آماری متغیرهای کیفی آب بر حسب ماه های مختلف نشان می دهد در مهرماه بیشترین میزان pH برابر با ۸/۵ در ایستگاه شماره ۱۴ و ۱۵ منطقه سیاه بیشه و چلاو بود و کمترین میزان BOD برابر با ۱ mg/lit مربوط به ایستگاه های ۲ و۳ بود که نشانه پاکیزگی آب رودخانه می باشد. بیشترین میزان سرب در این ماه برابر با ۰/۷ mg /litدر ایستگاه های ۸و ۱۰ و ۱۱و ۱۲و ۱۳و ۱۴ بود. دلیل این امر استفاده بیش از اندازه ازکودهای شیمیایی حاوی فلزات سنگین جهت تغذیه ماهیان می باشد. کمترین میزان کادمیوم برابر با ۰/۰۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۳، ۴، ۵ بود. دلیل آن را می-توان مربوط دانست به جریان تند آب رودخانه در منطقه کوهستانی که منجر به رفع آلودگی آب می گردد. در آبان ماه، کمترین میزان BOD برابر با ۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲و ۳و ۴ بود. شدت جریان آب رودخانه (دبی بالای رودخانه) در منطقه کوهستانی وسرمای هوا (دمای آب ۶ درجه سانتی گراد) منجر به رفع آلودگی در منطقه گردید. کمترین میزان کلی فرم در این ماه ۱۱۰ MPN در ایستگاه شماره ۸ در منطقه نوا بود (گرمابدر). این امر نیز به دلیل جریان تند آب رودخانه و رفع آلودگی آب و همچنین سرمای هوا می باشد. گفتنی است تراکم کمترجمعیت انسانی (به دلیل کوهستانی بودن وسرمای هوا)و در نتیجه تولید کمتر فاضلاب انسانی در این امر بی تاثیر نبوده است. کمترین میزان Cd در این ماه ۰/۰۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۲، ۳، ۴، ۵ گزارش شد. در آذرماه، کمترین میزان BOD برابر بود با ۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ . غلظت کم BOD در این ماه را می توان برودت هوا و همینطور کوهستانی بودن منطقه دانست که منجر به رفع آلودگی در منطقه گردید. کمترین میزان فسفات دراین ماه ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۳و ۴ بود. سرمای هوا و کوهستانی بودن منطقه دو عامل کاهش غلظت فسفات در منطقه می باشند. کمترین مقدار کلی فرم در این ماه برابر ۱۱۰ MPN در ایستگاه های ۴ و ۵ بود. کمترین میزان COD در ماه آذر ۲ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲و ۴ بود. دلیل آنرا می توان در سرما و کوهستانی بودن منطقه جستجو کرد. کمترین مقدار NH_3 در این ماه برابر بود با ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه شماره ۱۵ . سرمای هوا دلیل رفع آلودگی در منطقه است. در این ماه کمترین مقدار سرب ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۲، ۳، ۴ گزارش شد. کمترین مقدار کادمیوم در این ماه ۰/۰۰۱ mg/lit بود که در ایستگاه های ۱و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ اندازه گیری شده بود. در دی ماه، بیشترین میزان کدورت برابر بود با ۱۴۹۰ ntu که در ایستگاه شماره ۱۴ به ثبت رسید. دلیل بالا بودن کدورت در این ایستگاه مربوط است به تعدد کارگاه های شن و ماسه در منطقه. کمترین میزان کلی فرم در این ماه معادل با ۱۱۰ MPN در ایستگاه های ۲، ۳ و ۴ باندازه گیری شد . بیشترین میزان TDS در این ماه برابر بود با ۱۴۱۰ mg/lit در ایستگاه شماره ۱۴ به دلیل تعداد زیاد کارگاه های شن و ماسه در این منطقه. بیشترین واحد رنگ در این ماه برابر بود با ۵۰ واحد که

www.SID.ir

Archive of SID

در ایستگاه شماره ۱۰ به ثبت رسید. دلیل آن به استفاده بیش از حد از قارچ کش در استخرهای پرورش ماهی مربوط می‌شود. در این ماه کمترین میزان سرب معادل ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲، ۴ اندازه گیری شد. کمترین میزان کادمیم ۰/۰۰۱ mg/lit بود که در ایستگاه های ۱، ۴، ۵، ۶ به ثبت رسید. کمترین میزان دما در بهمن ماه برابر بود با ۴ درجه سانتی گراد که در ایستگاه های شماره ۱، ۳و ۴ واقع در منطقه برفگیر اسک و پلور ثبت شد. کمترین میزان نیترات در این ماه برابر بود با۰/۰۴ mg/lit که در ایستگاه شماره ۲ اندازه گیری شد. دلیل آن را می توان به سرمای هوا و جریان تند رودخانه نسبت داد. کمترین میزان کلی فرم، سرب و کادمیم در این ماه به ترتیب برابر یود با ۱۱۰ میلی گرم بر لیتر، ۰/۰۱ mg/lit و ۰/۰۰۱ mg/lit. در آخرین ماه سال، کمترین میزان کدورت برابر با ۷ ntu در ایستگاه های ۲، ۳ و ۴ واقع درمنطقه اسک و پلور گزارش شد. دلیل آنرا می توان در شدت جریان و کاهش آلودگی آب در این منطقه دانست. در ماه اسفند، کمترین میزان کلی فرم، سرب و کادمیوم به ترتیب برابر با ۱۱۰ MPN ، ۰/۰۱ mg/lit ، و ۰/۰۰۱ mg/lit گزارش شد. در فروردین ماه، کمترین میزان کادمیم برابر با ۰/۰۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲ و ۳ گزارش شد. در اردیبهشت ماه، به دلیل آب شدن برف‌ها و کم شدن مواد معلق در آب، کمترین میزان کدورت معادل ۷ ntu در ایستگاه های ۳ و ۴ واقع در منطقه اسک اندازه گیری شد. کمترین میزان TSS در این ماه ۲۵ mg/lit بود که در ایستگاه شماره ۱ به ثبت رسید. دلیل کم بودن میزان ذرات معلق را می توان به آب شدن برف ها در سرچشمه و زلالی آب نسبت داد. کمترین میزان Pb در این ماه برابر با ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۳، ۴، ۵ و کمترین میزان Cd برابر با ۰/۰۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲ اندازه گیری شد. بیشترین میزان نیترات مربوط به ماه خرداد برابر بود با ۸/۱۰ mg/lit که در ایستگاه شماره ۹ واقع در منطقه گرمابدر به ثبت رسید. علت آن به قرار گیری چندین مزرعه پرورش ماهی کنار هم در این منطقه مربوط است. کمترین میزان TDS در این ماه برابر بود با ۱۱۰ mg/lit که در ایستگاه های ۳ و ۴ واقع در مناطق بالادست اندازه گیری شد. علت آن به بالا بودن نرخ بارش و کاهش آلودگی در منطقه قابل انتساب است. کمترین میزان سرب و کادمیم در این ماه به ترتیب برابر بود با ۰/۰۱ mg/lit و ۰/۰۰۱ mg/lit. در تیر ماه، بیشترین میزان کلی فرم برابر بود با ۱۰۰۰ MPN که در ایستگاه های ۱۴ و ۱۵ اندازه گیری شد. به دلیل آن مربوط می شود به تخلیه فاضلاب انسانی در آب رودخانه و نزدیکی به شهر، تراکم جمعیت انسانی در نزدیکی رودخانه، و همینطورجمعیت کارگری که درحاشیه رودخانه مشغول سد سازی می باشند. کمترین میزان سرب ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲ ، ۳ و ۴ و کمترین میزان کادمیوم ۰/۰۰۱ mg/lit در ایستگاه ۱ و ۲ اندازه گیری شدند. بیشترین میزان کادمیوم مربوط به این ماه برابر بود با ۰/۰۹ mg/lit که در ایستگاه ۱۲ به ثبت رسید. دلیل آن به استفاده زیاد از کود شیمیایی حاوی فلزسنگین در استخرها به عنوان غذای ماهی قابل انتساب است. بیشترین میزان دما در مرداد ماه و در ایستگاه ۱۰ به ثبت رسید که برابر بود با ۲۵ درجه سانتی گراد. دمای بالای این ایستگاه به گرمای هوا در فصل تابستان مربوط می شود. کمترین میزان pH در این ماه برابر بود با ۶/۶۰ که در ایستگاه ۱۰ به ثبت رسید. دلیل آنرا می توان در ورود املاح اسیدی از چند مزرعه و بالا بودن آلودگی در این ماه جستجو کرد. بیشترین میزان BOD در این ماه و در ایستگاه ۱۰ گزارش شد که برابر بود با ۱۵۰ mg/lit . قرارگیری چند مزرعه پرورش ماهی کنار هم باعث بالا رفتن BOD در این منطقه گردیده است. مضافا به اینکه دمای هوا نیزسرعت واکنش ها را افزایش داده است. بیشترین میزان فسفات در این ماه به میزان ۳/۷ mg/lit در ایستگاه ۱۰ اندازه گیری شد که علت آن کنار هم قرار گرفتن چند استخر پرورش ماهی در این ایستگاه و افزایش املاح و مواد غذایی داخل استخرها می باشد. بیشترین میزان TSS در این ماه و در ایستگاه ۱۴ گزارش شد که برابر بود با ۱۸۹۰ mg/lit . از جمله دلایل مسبب آن، املاح زیاد و نزدیکی به کارگاه های شن و ماسه و افزایش فعالیت استفاده از شن و ماسه در این ماه می باشد. بیشترین میزان COD نیز در این ماه در ایستگاه ۱۴ به

www.SID.ir

ثبت رسید که معادل ۵۹۲ mg/lit می باشد. دلیل آن مربوط است به نزدیکی به چند کارگاه شن و ماسه. بیشترین میزان NH_3 در این ماه برابر بود با ۰/۶۶ که در ایستگاه شماره ۱۳ به ثبت رسید. دلیل این امر را می توان در مجاورت با استخرهای پرورش ماهی و فضولات و مواد دفعی ماهیان دانست. کمترین میزان سرب در این ماه برابر با ۰/۰۱ mg/lit در ایستگاه های ۱، ۲، ۳ و ۴ اندازه گیری شد. همچنین، کمترین میزان کادمیوم در این ماه برابر بود با ۰/۰۰۱ mg/lit که از ایستگاه های ۱،۲ و۳ گزارش شد. بیشترین میزان کادمیم نیز در این ماه برابر بود با ۰/۰۹ mg/litکه در ایستگاه ۷ و ۹ به ثبت رسید. علت آنرا می توان در گرمای هوا و بالا رفتن میزان مصرف کودهای شیمیایی به عنوان غذای ماهیان دانست.

کمترین میزان DO در ماه شهریور در ایستگاه های ۱۳ و ۱۴ معادل با ۳/۵۰ mg/lit گزارش شد. بی او دی فاضلاب انسانی در محل کارگاه های شن و ماسه و افزایش مواد دفعی استخرهای پرورش ماهی (عمدتا حاوی مواد آلی) به درون رودخانه از جمله عمده ترین دلیل افت اکسیژن محلول در این ایستگاه می باشد. کمترین میزان pH در این ماه در ایستگاه ۱۰ معادل ۶/۶ بوده که دلیل آن ورود املاح فراوان در این ایستگاه است، که محل تلاقی چندین استخر پرورش ماهی می-باشد. بیشترین میزان کلی فرم در این ماه برابر ۱۰۰۰ MPN در ایستگاه های ۱۲ و ۱۵ گزارش شد. دلیل آن را می توان در تخلیه فاضلاب انسانی بیشتر در این ماه به داخل رودخانه و نزدیکی به شهر و حتی تخلیه زباله جستجو کرد. بیشترین میزان EC در این ماه و در ایستگاه ۱۵ معادل ۱۳۲۰ mg/lit به ثبت رسیده است. تخلیه فاضلاب انسانی و مواد دفعی حاصل از استخرهای پرورش ماهی به درون رودخانه از جمله مهم ترین دلیل مسبب افزایش غلظت این پارامتر عنوان می شود کمترین میزان سرب در این ماه برابر با ۰/۰۱ mg/lit می باشد که در ایستگاه های۱ ،۲،۳و ۴ به ثبت رسید. کمترین میزان کادمیوم در این ماه برابر با ۰/۰۰۱ mg/lit می باشد که از ایستگاه های ۱، ۴ و ۵ گزارش شده است.

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده ها

برای داده های بدست آمده تمامی پارامترها در ۱۵ ایستگاه نمونه برداری در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی به صورت جداگانه برای دوره های نمونه برداری به عنوان تکرار و ایستگاه‌های نمونه برداری به عنوان تیمار، با استفاده از نرم افزار SPSSتجزیه واریانس صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس برای پارامترهایی که در ایستگاه ها و در دوره های زمانی مختلف اندازه گیری شده بودند، نشان داد، اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها و دوره های نمونه برداری شده وجود دارد. بنابراین به منظور اطمینان از ارزیابی صحیح روند تغییرات پارامترهای اندازه گیری شده در ایستگاه ها،آزمون دانکن در سطح ۵٪ اجرا گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- آزمون آنالیز واریانس و مقایسه میانگین پارامترها در ماه های مختلف نمونه برداری

Table 4. ANOVA test results for comparison of mean value of water quality parameters in different months of sampling

ANOVA						
پارامترها		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار فیشر	مقدار معناداری
DO	Between Groups	۱۲۳/۰۶	۱۱	۱۱/۱۸	۲۰/۹۴	۰/۰۰
	Within Groups	۸۹/۷۴	۱۶۸	۰/۵۳		
	Total	۲۱۲/۸۱	۱۷۹			
Temp	Between Groups	۳۸۵۵/۱۱	۱۱	۳۵۰/۴۶	۴۵/۲۲	۰/۰۰
	Within Groups	۱۳۰۱/۸۰	۱۶۸	۷/۷۴		
	Total	۵۱۵۶/۹۱	۱۷۹			
pH	Between Groups	۳۱/۲۷	۱۱	۲/۸۴	۹۰/۲۷	۰/۰۰
	Within Groups	۵/۲۹	۱۶۸	۰/۰۳		
	Total	۳۶/۵۶	۱۷۹			
BOD	Between Groups	۱۲۷۳۴۰/۵۹	۱۱	۱۱۵۷۶/۴۱	۱۸/۰۲	۰/۰۰
	Within Groups	۱۰۷۸۷۷/۴۶	۱۶۸	۶۴۲/۱۲		
	Total	۲۳۵۲۱۸/۰۶	۱۷۹			
Turbidity	Between Groups	۱۵۷۲۴۱۰/۸۶	۱۱	۱۴۲۹۴۶/۴۴	۰/۷۸	۰/۶۵
	Within Groups	۳۰۶۱۶۲۹۶/۸۰	۱۶۸	۱۸۲۲۳۹/۸۶		
	Total	۳۲۱۸۸۷۰۷/۶۶	۱۷۹			
nitrate	Between Groups	۱۴۹/۱۶	۱۱	۱۳/۵۶	۳/۶۲	۰/۰۰
	Within Groups	۶۲۸/۵۱	۱۶۸	۳/۷۴		
	Total	۷۷۷/۶۸	۱۷۹			
phosphate	Between Groups	۶۵/۶۸	۱۱	۵/۹۷	۱۱/۹۷	۰/۰۰
	Within Groups	۸۳/۸۰	۱۶۸	۰/۴۹		
	Total	۱۴۹/۴۹	۱۷۹			
Coliforms	Between Groups	۲۷۰۲۰۰۴/۸۶	۱۱	۲۴۵۶۳۶/۸۰	۵/۶۳	۰/۰۰
	Within Groups	۷۳۲۵۷۷۰/۰۰	۱۶۸	۴۳۶۰۵/۷۷		
	Total	۱۰۰۲۷۷۷۴/۸۶	۱۷۹			
TDS	Between Groups	۲۸۱۲۱۷۹/۱۷	۱۱	۲۵۵۶۵۲/۶۵	۲/۴۹	۰/۰۰
	Within Groups	۱۷۲۱۷۰۰۴/۲۶	۱۶۸	۱۰۲۴۸۲/۱۶		
	Total	۲۰۰۲۹۱۸۳/۴۴	۱۷۹			
EC	Between Groups	۱۷۲۲۵۳۴/۵۳	۱۱	۱۵۶۵۹۴/۰۴	۳/۲۵	۰/۰۰
	Within Groups	۸۰۹۰۱۹۲/۶۶	۱۶۸	۴۸۱۵۵/۹۰		

www.SID.ir

	Total	۹۸۱۲۷۲۷/۲۰	۱۷۹			
TSS	Between Groups	۶۳۳۳۶۷۴/۹۹	۱۱	۵۷۵۷۸۸/۶۳	۲/۴۹	۰/۰۰
	Within Groups	۳۸۸۴۷۴۳۹/۷۳	۱۶۸	۲۳۱۲۳۴/۷۶		
	Total	۴۵۱۸۱۱۱۴/۷۲	۱۷۹			
COD	Between Groups	۱۹۱۴۵۹۳/۰۶	۱۱	۱۷۴۰۵۳/۹۱	۱۶/۶۳	۰/۰۰
	Within Groups	۱۷۵۷۶۷۹/۷۳	۱۶۸	۱۰۴۶۲/۳۷		
	Total	۳۶۷۲۲۷۲/۸۰	۱۷۹			
NH_3	Between Groups	۰/۳۳	۸	۰/۰۴	۳/۱۲	۰/۰۰
	Within Groups	۰/۶۷	۵۰	۰/۰۱		
	Total	۱/۰۱	۵۸			
Color	Between Groups	۵۳۰۶/۴۴	۱۱	۴۸۲/۴۰	۳/۱۱	۰/۰۰
	Within Groups	۲۶۰۱۲/۱۳	۱۶۸	۱۵۴/۸۳		
	Total	۳۱۳۱۸/۵۷	۱۷۹			
Pb	Between Groups	۰/۶۵	۱۱	۰/۰۵	۱/۶۸	۰/۰۸
	Within Groups	۵/۹۰	۱۶۸	۰/۰۳		
	Total	۶/۵۵	۱۷۹			
Cd	Between Groups	۰/۰۲	۱۱	۰/۰۰	۴/۴۱	۰/۰۰
	Within Groups	۰/۰۷	۱۶۱	۰/۰۰		
	Total	۰/۰۹	۱۷۲			

با توجه به مقدار معناداری آزمون آنالیز واریانس مشخص شد که تنها در میزان پارامتر کدورت و هم چنین سرب تفاوت معنادار در ماه های مختلف وجود ندارد ($p\text{-value}\geq 0.05$) و در نتیجه نیازی به استفاده از آزمون تعقیبی دانکن برای مقایسه ی دو به دوی پارامتر کدورت و سرب در ماه های مختلف دیده نمیشود. برای مابقی پارامترهای نمونه گیری شده در ماه های مختلف تفاوت معنادار ($p\text{-value}\leq 0.05$)گزارش شد. در ادامه، با استفاده از آزمون تعقیبی دانکن به مقایسه ی دوبه دوی موجود از نظر پارامترهای نمونه گیری شده پرداخته می شود. کمترین میزان DO در ماه شهریور گزارش شد که دلیل آن به مصرف زیاد اکسیژن در نتیجه افزایش سوخت و ساز در استخرهای پرورش ماهی مربوط می شود. بیشترین میزان DO در ماه های دی ، بهمن و اسفند به دلیل سرمای هوا و رفع آلودگی اتفاق افتاد. با توجه به آزمون دانکن مشخص شد که در مقایسه ی دو به دوی میزان پارامتر دما در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪ تفاوت معنادار وجود دارد. کمترین میزان دما، در ماه‌های بهمن، آذر، اسفند، آبان، فروردین و دی به دلیل سرمای هوا رخ داد. بیشترین میزان دما مربوط به ماه های شهریور، تیر و مرداد به دلیل گرما و تابستان بوده است. در مقایسه ی دو به دوی میزان pH ، تفاوت معنادار در سطح ۹۵٪ در ماه های مختلف گزارش شد. کمترین میزان pH مربوط است به ماه های مرداد و شهریور که در آن به دلیل ورود املاح و مواد غذایی از استخرهای پرورش ماهی آب رودخانه به حالت اسیدی نزدیکتر شد. بیشترین میزان pH در ماه های آذر، آبان و مهر بود چراکه در سرما آب بیشتر به حالت قلیایی نزدیک می شود. در مقایسه ی دو به دوی پارامتر BOD، اختلاف معناداری در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪ مشاهده شد. کمترین میزان BOD در ماه های آذر، آبان، اسفند، فروردین، بهمن، مهر، اردیبهشت، دی و خرداد اندازه گیری شد که نشان دهنده کاهش آلودگی و کاهش اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی در این

www.SID.ir

Archive of SID

زمان در استخرهای پرورش ماهی می باشد. بیشترین میزان BOD در ماه های مرداد و شهریور اندازه گیری شد. علت آن گرمای هوا و استفاده بیشتر از مواد غذایی و همچنین سوخت و ساز بیشتر در استخرهای پرورش ماهی می باشد.

جدول ۵- آزمون تعقیبی (دانکن) جهت مقایسه پارامترها در ایستگاه های مختلف

Table 5. ANOVA and post hoc (Duncan) test results for comparison of the measurement parameters at different stations

پارامترها		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار فیشر	معناداری
DO	Between Groups	۶۶/۳۲	۱۴	۴/۷۳	۵/۳۳	۰/۰۰
	Within Groups	۱۴۶/۴۸	۱۶۵	۰/۸۸		
	Total	۲۱۲/۸۱	۱۷۹			
Temp	Between Groups	۹۹۶/۴۳	۱۴	۷۱/۱۷	۲/۸۲	۰/۰۰
	Within Groups	۴۱۶۰/۴۷	۱۶۵	۲۵/۲۱		
	Total	۵۱۵۶/۹۱	۱۷۹			
pH	Between Groups	۰/۰۹	۱۴	۰/۰۰	۰/۰۳	۱/۰۰
	Within Groups	۳۶/۴۷	۱۶۵	۰/۲۲		
	Total	۳۶/۵۶	۱۷۹			
BOD	Between Groups	۴۶۷۱۶/۴۷	۱۴	۳۳۳۶/۸۹	۲/۹۲	۰/۰۰
	Within Groups	۱۸۸۵۰۱/۵۸	۱۶۵	۱۱۴۲/۴۳		
	Total	۲۳۵۲۱۸/۰۶	۱۷۹			
Turbidity	Between Groups	۲۶۳۹۱۵۱۹/۹۱	۱۴	۱۸۸۵۱۰۸/۵۶	۵۳/۶۵	۰/۰۰
	Within Groups	۵۷۹۷۱۸۷/۷۵	۱۶۵	۳۵۱۳۴/۴۷		
	Total	۳۲۱۸۸۷۰۷/۶۶	۱۷۹			
Nitrate	Between Groups	۵۴۸/۱۵	۱۴	۳۹/۱۵	۲۸/۱۴	۰/۰۰
	Within Groups	۲۲۹/۵۲	۱۶۵	۱/۳۹		
	Total	۷۷۷/۶۸	۱۷۹			
PHosphate	Between Groups	۵۱/۸۱	۱۴	۳/۷۰	۶/۲۵	۰/۰۰
	Within Groups	۹۷/۶۷	۱۶۵	۰/۵۹		
	Total	۱۴۹/۴۹	۱۷۹			
Coliforms	Between Groups	۵۴۳۹۰۱۴/۴۴	۱۴	۳۸۸۵۰۱/۰۳	۱۳/۹۶	۰/۰۰
	Within Groups	۴۵۸۸۶۷۰/۴۱	۱۶۵	۲۷۸۱۰/۶۶		
	Total	۱۰۰۲۷۷۷۴/۸۶	۱۷۹			
TDS	Between Groups	۱۳۸۱۳۹۹۲/۷۷	۱۴	۹۸۶۷۱۳/۷۷	۲۶/۱۹	۰/۰۰
	Within Groups	۶۲۱۵۱۹۰/۶۶	۱۶۵	۳۷۶۶۷/۸۲		
	Total	۲۰۰۲۹۱۸۳/۴۴	۱۷۹			
EC	Between Groups	۶۶۱۵۱۷۹/۸۶	۱۴	۴۷۲۵۱۲/۸۴	۲۴/۳۸	۰/۰۰

www.SID.ir

	Within Groups	۳۱۹۷۵۴۷/۳۳	۱۶۵	۱۹۳۷۹/۰۷		
	Total	۹۸۱۲۷۲۷/۲۰	۱۷۹			
TSS	Between Groups	۳۲۷۲۸۴۷۸/۴۷	۱۴	۲۳۳۷۷۴۸/۴۶	۳۰/۹۷	۰/۰۰
	Within Groups	۱۲۴۵۲۶۳۶/۲۵	۱۶۵	۷۵۴۷۰/۵۲		
	Total	۴۵۱۸۱۱۱۴/۷۲	۱۷۹			
COD	Between Groups	۵۴۶۶۹۷/۶۳	۱۴	۳۹۰۴۹/۸۳	۲/۰۶	۰/۰۱
	Within Groups	۳۱۲۵۵۷۵/۱۶	۱۶۵	۱۸۹۴۲/۸۸		
	Total	۳۶۷۲۲۷۲/۸۰	۱۷۹			
NH_3	Between Groups	۰/۳۶	۸	۰/۰۴	۳/۵۶	۰/۰۰
	Within Groups	۰/۶۴	۵۰	۰/۰۱		
	Total	۱/۰۱	۵۸			
Color	Between Groups	۲۱۵۶۲/۴۱	۱۴	۱۵۴۰/۱۷	۲۶/۰۴	۰/۰۰
	Within Groups	۹۷۵۶/۱۶	۱۶۵	۵۹/۱۲		
	Total	۳۱۳۱۸/۵۷	۱۷۹			
Pb	Between Groups	۴/۶۴	۱۴	۰/۳۳	۲۸/۶۰	۰/۰۰
	Within Groups	۱/۹۱	۱۶۵	۰/۰۱		
	Total	۶/۵۵	۱۷۹			
Cd	Between Groups	۰/۰۴	۱۴	۰/۰۰	۱۱/۶۰	۰/۰۰
	Within Groups	۰/۰۴	۱۵۸	۰/۰۰		
	Total	۰/۰۹	۱۷۲			

باتوجه به آزمون دانکن جدول۵ مشخص شد که میزان پارامتر نیترات در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪ تفاوت معناداری دارد. کمترین میزان نیترات در ماه های آذر، آبان، مهر، اسفند، تیر، فروردین، بهمن و مرداد اندازه گیری شد که ناشی از پساب خروجی از استخرهای پرورش ماهی بود. بیشترین میزان نیترات در ماه خردادثبت شد که مربوط به مصرف مواد غذایی و فضولات ناشی از استخرهای پرورش ماهی بود. نتایج آزمون دانکن در مقایسه ی پارامتر فسفات نشان می دهد که غلظت عامل در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪ تفاوت معناداری دارد. بیشترین میزان فسفات در ماه های شهریور و مرداد به افزایش مصرف مواد غذایی در استخرهای پرورش ماهی و سوخت و ساز زیاد در ماه های گرم سال مربوط بود. کمترین میزان فسفات در ماه های آذر، آبان، مهر، اسفند، بهمن، دی، فروردین، اردیبهشت به علت سرما گزارش شد. مقایسه ی دو به دوی پارامتر کلیفرم نیز حکایت داشت از یک اختلاف معنادار در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪. بیشترین میزان کلیفرم در ماه های خرداد، تیر، مرداد و شهریور بود که علت آن را می توان در افزایش میزان جمعیت انسانی در ماه های گرم سال جستجو کرد. کمترین میزان کلی فرم در ماه های بهمن، دی، اسفند، آبان، اردیبهشت، آذر، مهر، و فروردین به علت سرما و کاهش جمعیت در زمان سرما در منطقه رخ داد. آزمون دانکن نشان داد که بین پارامتر TDSماه های مختلف در سطح ۹۵٪ تفاوت معنادار وجود دارد. بیشترین میزان TDS مربوط به در ماه های اردیبهشت، تیر، مرداد، شهریور، بهمن، دی، فروردین واسفند به علت افزایش املاح آب ناشی از پساب استخرهای پرورش ماهی بود. کمترین میزان TDS در ماه های آبان، خرداد، آذر، مهر، اردیبهشت، تیر، مرداد، شهریور به علت سرما و کم شدن املاح آب رخ داد. تفاوت میزان EC در ماه های مختلف در سطح ۹۵٪ معنادار بود. کمترین میزان EC در ماه های آذر، خرداد، اردیبهشت، آبان، اسفند، فروردین و بهمن به علت کاهش املاح

www.SID.ir

Archive of SID

آب در سرما اتفاق افتاد. بیشترین میزان EC در ماه های تیر، مهر، دی، مرداد، شهریور به علت افزایش املاح ناشی از استخرهای پرورش ماهی ثبت شد.

نتایج مقایسه ی داده ها به روش دانکن نشان داد که بین میزان TSS در ماه های مختلف سال در سطح احتمال ۹۵٪ تفاوت معناداری وجود دارد. TSSبه دست آمده از کارگاه های پرورش ماهی و کارگاه های شن و ماسه، در ماه های شهریور، تیر، خرداد و مرداد بیشترین مقدار را داشت و در ماه های آذر، مهر، آبان، بهمن، اسفند، دی، اردیبهشت، فروردین، شهریور، تیر و خرداد به علت سرما و کاهش میزان آلودگی مقدار این پارامتر کمتر بود.

تفاوت بین میزان COD در ماه های مختلف سال نیز در سطح احتمال ۹۵٪ معنادار بود. بیشترین میزان COD به دست آمده، مربوط به ماه مرداد بود. دلیل بالا بودن مقدار این پارامتر در این ماه از سال را می توان گرما و افزایش اکسیژن ناشی از مصرف مواد شیمیایی در استخرهای پرورش ماهی و مناطق صنعتی دانست. در ماه‌های آذر، مهر، آبان، بهمن، اسفند، دی، فروردین، اردیبهشت و خرداد نیز به علت سرما و کاهش مصرف مواد شیمیایی، میزان COD ثبت شده کمتر بود.

بین میزان رنگ در ماه های مختلف سال در سطح احتمال ۹۵٪ تفاوت معناداری وجود داشت. در ماه های مرداد، اردیبهشت، اسفند، فروردین، بهمن، دی و خرداد از مواد رنگی مانند قارچ کش مالاشیت گرین استفاده می شد به همین دلیل میزان رنگ در این ماه ها از سال بیشترین مقدار خود را دارا بود. کمترین میزان رنگ نیز به دلیل عدم استفاده از مواد رنگی در مهر، آذر، تیر، شهریور، آبان، مرداد، اردیبهشت و اسفند، در این ماه ها وجود داشت.

بین میزان پارامتر Pb نیز در ماه های مختلف سال در سطح ۹۵٪ تفاوت معناداری داشت. به علت استفاده از کودهای شیمیایی حاوی فلز سنگین جهت تغذیه ماهیان، میزان Pbدر ماه های بهمن، خرداد، مرداد، اسفند، دی، تیر، آذر، شهریور، آبان و مهر بیشتر بود. کمترین میزان Pbنیز در ماه های اردیبهشت، فروردین، بهمن، خرداد، مرداد، اسفند، دی، تیر و آذر به دست آمد که به دلیل کاهش مصرف کودهای شیمیایی، سرما و رفع آلودگی بوده است.مقایسه ی دو به دوی میزان Cdدر ماه های مختلف نیز نشان داد که تفاوت بین این متغیرها در سطح احتمال ۹۵٪ معنادار بوده است.بیشترین میزان Cd در ماه های شهریور، تیر، مرداد بودکه به استفاده از کودهای شیمیایی حاوی فلزات سنگین جهت تغذیه ماهیان مربوط می شد و کمترین میزان این پارامتر در ماه های خرداد، فروردین، اردیبهشت، اسفند، آذر، آبان، دی، مهر، بهمن به دست آمد.

روند تغییرات پارامترهای نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، آمونیاک و اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی در ایستگاه های مورد مطالعه درشکل ۴ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می گردد روند تغییرات BOD در ایستگاه های ۷ و ۱۰ به صورت صعودی بوده است. بالا بودن میزان این پارامتر در این ایستگاه ها به دلیل قرار گرفتن چندین مزرعه پرورش ماهی در مجاورت هم(سه مزرعه پرورش ماهی کنار هم در ایستگاه ۷، دو مزرعه پرورش ماهی کنار هم در ایستگاه ۹ و سه مزرعه پرورش ماهی کنار هم در ایستگاه ۱۰) می باشد. قرار گیری مزرعه های پرورش ماهی کنار هم، باعث تغییرات میزان پارامتر NO_3 نیز در این ایستگاه ها شده است که این نتیجه با نتایج تحقیق حسینی و همکارانش(25) در تناقض می باشد. نتایج مطالعه ی حسینی و همکارانش برروی استخر پرورش ماهی قزل آلا نشان دادکه بین میزان نیترات به دست آمده از ایستگاه های مطالعاتی اختلاف معناداری وجود ندارد. آنها در مطالعه ی خود تاثیر پساب کارگاه های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه ریجاب در استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. گرچه منطقه مورد مطالعه در این تحقیق از نظر فیزیکی با منطقه ریجاب در استان کرمانشاه متفاوت است ولی شرایط فیزیکی و شیمیایی دو رودخانه تفاوت چندانی باهم ندارند.

www.SID.ir

میزان پارامتر PO^{-}_{4} نیز در ایستگاه ۷ و ایستگاه ۱۰ افزایش داشت. افزایش PO^{-}_{4} در این ایستگاه ها نیز به دلیل کنار هم قرار داشتن استخرهای ماهی در این مکان ها بود. اما میزان پارامتر DO در ایستگاه های ۷ و ۱۰ نشان داد که مقدار اکسیژن محلول در آب به علت تعدد استخرهای پرورش ماهی و افزایش مصرف اکسیژن آب در این ایستگاه ها کاهش یافت. مطالعه ارجمندی و همکارانش (۲۶)نیز نتایج به دست آمده از این مطالعه را تایید می کنند. آنها در مطالعه ی خود تغییر پارامترهایی نظیر نیترات، BOD،و موادمعلق را از جمله اثرات-زیست محیطی ناشی ازآبزی پروری دانستند. وطن دوست و همکارانش (۲۷) نیز ضمن تایید اثرات زیانبار ناشی از استخرهای پرورش ماهی، اقداماتی همچون بهبود کیفیت مدیریت استخرها، چرخش پساب ها قبل از ورود به محیط طبیعی، استفاده از فیلترهای طبیعی برای کنترل و کاهش شدت آلودگی پساب ها را از جمله عوامل موثر در کنترل آثار زیانبار این صنایع اعلام کردند. در طرح انجام شده توسط بابایی و همکاران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در سال۱۳۹۰(۲۸) بر روی پساب های خروجی آب های مزارع سرد آبی انفرادی نیز مشخص گردید که پساب خروجی مزارع پرورش ماهی نقش بسزایی در افزایش میزان مواد مغذی، مواد معلق جامد، COD,BOD۵داشته و بین مقادیر این پارامترها با میزان غذا و تراکم ماهی ارتباط مستقیم وجود دارد (۲۸). در تحقیق انجام شده توسط Rayو همکارانش (۲۹) درخلیج چساپیک (Chesapeake) نیز تاثیر یک مزرعه پرورش میگو بر کیفیت منابع آب بالا دست و پایین دست بررسی شد. آن ها نتایجی مشابه با تحقیق پیش رو ارائه دادند و اعلام کردند که مزرعه پرورش میگو سبب افزایش قابل ملاحظه در مقادیر نیتروژن غیرآلی منابع آبی پذیرنده در پایین دست می گردد.

بر اساس شکل ۲، تغییرات BOD در ماه های گرم سال (تابستان) بسیار بالابوده است و در مرداد و شهریور به اوج خود رسیده است. بالا بودن میزان BOD در این ماه ها به علت افزایش تولید در استخرهای پرورش ماهی، افزایش مصرف مواد غذایی جهت تغذیه ماهیان، افزایش خروجی از استخرها شامل مواد دفعی ماهیان و افزایش آلودگی استخرهامی باشد. گرم بودن هوا نیز یکی از علل افزایش BOD در این زمان ها بوده است. چرا که گرم شدن هوا به افزایش سوخت و ساز کمک می‌کند و در نتیجه باعث مصرف بیشتر اکسیژن بیولوژیکی می-گردد.

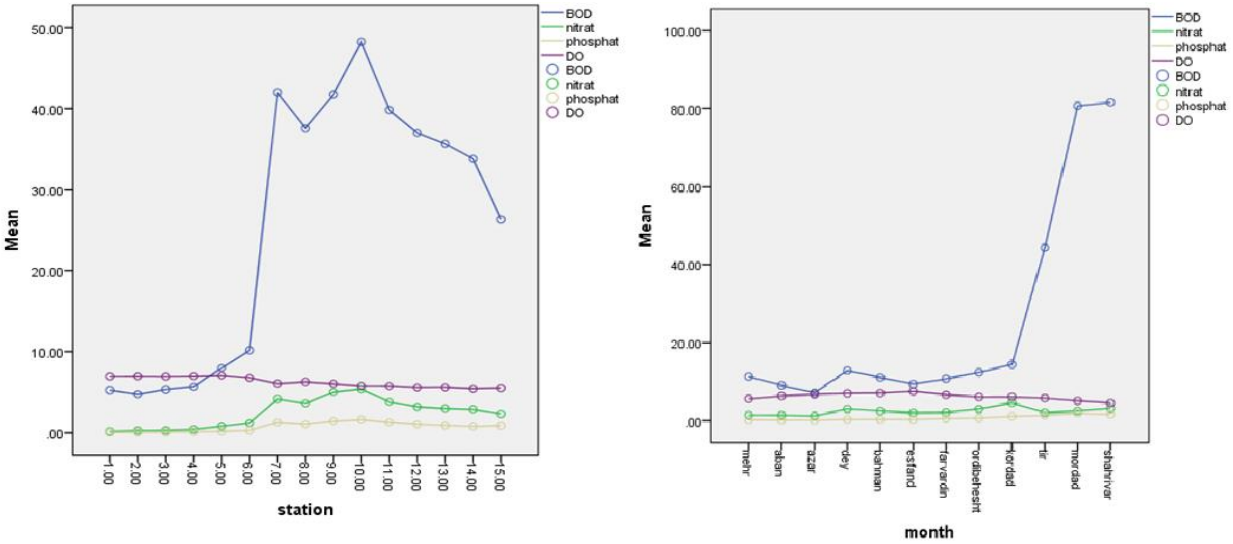
مقدار نیترات نیز در ماه خرداد به علت افزایش مصرف مواد غذایی جهت تغذیه ماهیان، افزایش تولید و خروجی استخرها (مواد دفعی ماهیان) بیشترین مقدار خود را داراست.

غذای ماهیان و تولید استخرها در ماه های گرم سال بیشتر است به همین دلیل میزان تغییرات پارامتر PO_4^- نیز در این ماهها بیشتر می باشد. اما بالعکس مقدار DO در ماه های گرم سال (مرداد و شهریور) کمتر بوده است. علت کاهش DOدر این زمان ها، افزایش مصرف اکسیژن محلول در استخرهای پرورش ماهی است که ناشی از افزایش تولید در ماه های گرم در استخرها و افزایش سوخت و ساز در این ماهها می باشد.

در تحقیقی که در شمال غربی لهستان انجام گرفت بیشترین مقدار افزایش در مواد آلی و مواد غذایی رودخانه در زمان تخلیه پساب استخرهای پرورش ماهی گزارش شد. در این زمان،میزان BOD_5از 8.9 به $18.3\ mgO_2/dm^3$ افزایش داشت .(۳۰) Farmaki و همکارانش (۳۱) نیز بر تاثیر آبزی پروری در افزایش فسفر و نیترات منابع آبی پذیرنده تاکید داشتند. León-Muñoz و همکارانش (۳۲) نیز تاثیر همزمان احداث استخرهای پرورش ماهی قزل آلا و تغییرات کاربری اراضی را بر کیفیت آب و رسوبات در دریاچه Rupanco در شیلی مورد بررسی قرار دادند و نتایج مشابهی را ارائه نمودند. نتایج مطالعه León-Muñoz و همکارانش نشان دادکه ترکیبات نیتروژنی هم در آب و هم در رسوبات دریاچه افزایش قابل ملاحظه ای داشتند. آنها این تغییرات را نتیجه تبدیل اراضی پیرامونی دریاچه به چراگاهها، زمینهای زراعی و استخرهای پرورش ماهی عنوان کردند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- روند تغییرات پارامترهای نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، آمونیاک و اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی در ایستگاه های مورد مطالعه و در ماه های مختلف

Figure 2. Changing trend of nitrate, phosphate, DO, ammonium, and BOD over the various stations and different months in Haraz River (mg/lit)

بحث ونتیجه گیری

مشکل آلودگی رودخانه ها به عنوان یکی ازمهم ترین منابع آبی در دسترس بشر، همواره به عنوان یکی از سرفصل های مهم تحقیقاتی و مطالعاتی در زمینهء ابداع و کاربرد روشهایی به منظور شناخت و کنترل آلودگی ها قرار داشته است. برای اعمال تکنیکها و روشهای موثر و در واقع مدیریتی صحیح به منظور مبارزه با این مشکل، شناخت واقعیت مسئله و استفاده از مدلها و مسیرهایی که حتی الامکان به این واقعیت نزدیک تر بوده ومطابقت بیشتری با آن داشته باشند، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

بررسی روند تغییرات پارامترهایی نظیر نیترات ،فسفات ،آمونیاک واکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی در ایستگاه های مورد مطالعه نشان می دهد این پارامترها در ایستگاه های مجاور استخرهای پرورش ماهی افزایشی فراتر از حد مجاز داشته اند. طبق گزارشات، غلظت BOD، NO_3^- و PO_4^- در ایستگاه های ۷ و ۱۰ بسیار زیاد می باشد. دلیل این امر را می توان در قرار گرفتن چندین مزرعه پرورش ماهی کنار هم جستجو کرد. مضافا به اینکه، غلظت DO در ایستگاه های مذکور کاهش قابل ملاحظه ای داشته است که علت آن افزایش مصرف اکسیژن آب در این ایستگاه ها به علت تعدد استخرهای پرورش ماهی می باشد. به طور کلی یافته های تحقیق تاییدی بر تاثیر قابل تامل استخرهای پرورش ماهی بر کیفیت منابع آب سطحی است. این امر لزوم اتخاذ تدابیر زیست محیطی لازم جهت کنترل آلاینده های ناشی از این صنعت در قالب دستورالعمل ها و ضوابط زیست محیطی را مشخص می نماید. کل جامدات معلق در آب، تقاضا برای اکسیژن بیولوژیک و بقایای داروها و مواد شیمیایی سه جزء آلوده‌کننده پساب مزارع پرورش ماهی محسوب می گردند که می توانند از منابعی همچون موادغذایی مصرف نشده، مدفوع، ادرار و بقایای مواد و داروها مثل قارچ کش ها(مالاشیت گرین) و آنتی بیوتیک ها باشند. پیشنهاد می گردد اقدامات مدیریتی مناسب جهت کنترل ورود این سه جز آلاینده به منابع آبی پذیرنده مورد توجه ویژه قرار بگیرد. در این راستا ضرورت دارد سازمان‌ها یا موسسات صادرکننده مجوز تاسیس استخرهای پرورش، قبل از اقدام به صدور، پیامدهای زیست محیطی آن را در نظر گرفته و صدور مجوز را مشروط به رعایت کلیه الزامات زیست محیطی مربوطه بدانند تا با آبزی پروریهای صحیح و اصولی شاهد عوارض زیست محیطی ناشی از آن درآینده نباشیم.

www.SID.ir

تشکر و قدردانی

بدینوسیله بر خود واجب می دانم از اداره کل محیط زیست استان مازندران وهمینطور آزمایشگاه معتمد سازمان محیط زیست آمل که همواره در نمونه برداری و آنالیز نمونه ها ،یار و یاور اینجانب بوده اند، نهایت تشکر وقدر دانی را داشته باشم.

Reference

1. Rabassó, M., Hernández, J. M., 2015. Bioeconomic analysis of the environmental impact of a marine fish farm. Journal of Environmental Management, Volume 158, Pages 24-35
2. Kalantzi, I., Shimmield, T.M., Pergantis, S.A., Papageorgiou, N., Black, K.D., Karakassis, I., 2013. Heavy metals, trace elements and sediment geochemistry at four Mediterranean fish farms. Science of The Total Environment, Volume 444, Pages 128-137
3. Authman, M.M.N., Abbas, W.T., Gaafar, A.Y., 2012. Metals concentrations in Nile tilapia Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) from illegal fish farm in Al-Minufiya Province, Egypt, and their effects on some tissues structures. Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 84, Pages 163-172
4. Martinez-Garcia, E., Sanchez-Jerez, P., Aguado-Giménez, F., Ávila, P., Guerrero, A., Sánchez-Lizaso, J. L., Fernandez-Gonzalez, V., González, N., Ignasi Gairin, J., Carballeira, C., García-García, B., Carreras, J., Carlos Macías, J., Carballeira, A., Collado, C., 2013. A meta-analysis approach to the effects of fish farming on soft bottom polychaeta assemblages in temperate regions. Marine Pollution Bulletin, Volume 69, Issues 1–2, Pages 165-171.
5. Herath, S.S., Satoh, S., 2015.15 - Environmental impact of phosphorus and nitrogen from aquaculture. Feed and Feeding Practices in Aquaculture, 2015, Pages 369-386.
6. Jiang, Zh., Liao, Y., Liu, J., Shou, L., Chen, Q., Yan, X., Zhu, G., Zeng, J., 2013. Effects of fish farming on phytoplankton community under the thermal stress caused by a power plant in a eutrophic, semi-enclosed bay: Induce toxic dinoflagellate (Prorocentrum minimum) blooms in cold seasons. Marine Pollution Bulletin, Volume 76, Issues 1–2, Pages 315-324
7. Dos Santos Rosa, R., Carolina Fornero Aguiar, A., Gonçalves Boëchat, I., Gücker, B., 2013. Impacts of fish farm pollution on ecosystem structure and function of tropical headwater streams. Environmental Pollution, Volume 174, Pages 204-213
8. Esmaili sari, A., Fundamentals of water quality management in aquaculture.Tehran. Iranian Fisheries Research Institute.2000. (In Persian)
9. Cartier, L.E., Carpenter, K.E., 2014. The influence of pearl oyster farming on reef fish abundance and diversity in Ahe, French Polynesia. Marine Pollution Bulletin, Volume 78, Issues 1–2, Pages 43-50
10. Thi Anh, P., Kroeze, C., Bush, S.R., Mol, A.P.J., 2010. Water pollution by intensive brackish shrimp farming in south-east Vietnam: Causes and options for control. Agricultural Water Management, Volume 97, Issue 6, Pages 872-882.
11. Jan, R.-Q., Kao Sh,-J., Dai Ch,-F., Ho Ch,-T., 2014. Assessment of the

www.SID.ir

Archive of SID

effects of cage fish-farming on damselfish-associated food chains using stable-isotope analyses. Marine Pollution Bulletin, Volume 86, Issues 1–2, Pages 111-121

12. Harnisz, M., Korzeniewska, E., Gołaś, I., 2015.The impact of a freshwater fish farm on the community of tetracycline-resistant bacteria and the structure of tetracycline resistance genes in river water. Chemosphere, Volume 128, Pages 134-141
13. Iranian Fisheries Company. Haraz River Hydrology Report, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, 2005, page 75. (In Persian)
14. Pine, H.J., Boyd, C.E., 2011. Stream Salinization by Inland Brackish-Water Aquaculture. Journal: North American Journal of AquacultureVolume 73, Issue 2, April 2011, pages 107-113.
15. Saremi, A., Saremi, K., Saremi, A., Sadeghi, M., Sedghi, H., 2013. The effect of aquaculture effluents on water quality parameters of Haraz River. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 12(2), 445-453.
16. Mohseni-Bandpei, A., Yousefi, Z., 2013. Status of Water Quality Parameters along Haraz River. International Journal of Environmental Research, 7 (4), 1029-1038
17. Ruiz-Zarzuela, I1., Halaihel, N., Balcázar, JL., Ortega, C., Vendrell, D., Pérez, T., Alonso, JL., de Blas, I.,2009. Effect of fish farming on the water quality of rivers in northeast Spain. Water Sci Technol. 2009; 60(3):663-71. Doi: 10.2166/wst.2009.435.
18. Varedi, S.E., Nasrollahzadeh, H.S., Farabi, S.M.V., Vahedi, F., 2009. Characterization and Impact of Rainbow Trout Farm Effluent on Water Quality of Haraz River. 8th International River Engineering Conference, Ahwaz, Iran.
19. Mahboobi Soofiani, N., Hatami, R., Hemami, M. R., Ebrahimi, E., 2012. Effects of Trout Farm Effluent on Water Quality and the Macrobenthic Invertebrate Community of the Zayandeh-Roud River, Iran. North American Journal of Aquaculture. 74:2, 132-141.
20. Statistical Center of Iran. General Population and Housing Census, Detailed results of Amol city. Iran Statistics Center Publications,2007. (In Persian)
21. Afshin Nezhad, Y., Iranian rivers. Volume 2, Ministry of Energy Publications- Jamab Consulting Engineers Company,1994. (persian)
22. Roshan Tabari, M .,1996. Haraz River Hydrology and Hydrobiology, Iranian Fisheries Scientific Journal. Volume ۲, Pages 28-45. (In Persian)
23. Moghadas, D. Determination of the amount of lead and cadmium elements in water, suspended sediments, bed sediments, fish and benthic of Haraz river. Master Thesis. Environment College. Tarbiat Modares University, 1999. (In Persian)
24. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). 21th edn, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.
25. Hoseini, S.H., Sajadi, M.M.,Kamrani, E.,Soori nezhad, I.,Ranjbar, H.2013.

www.SID.ir

The effect of rainbow trout farms on the physicochemical parameters of Rijab river water, Kermanshah province. Aquatic Ecology Magazine, Volume 2(4), Pages 29-39. (In Persian)

26. Arjmandi, A., Karbasi, A .R., Mogoii, R.2007. Investigating the environmental effects of aquaculture in Iran. Journal of Environmental Science and Technology. Ninth period, Number 2. , Pages 19-28. (In Persian)
27. Vatandost, S., Bozorgnia, A. Assessing the environmental effects of the Development of aquaculture workshops on the country's water resources. 4th Geological and Environmental Conference. Islamic Azad University, Islamshahr Branch. 2008. Islamshahr.Iran. (In Persian)
28. Babaii, H., 2011. Investigating the effluents of individual water farms. Fisheries Research Institute. Approved project code number: 88050-12-73-4. Running unit: Indoor Aquaculture Research Institute, Bandar Anzali. Operation place: Hamedan province. The year begins: 2009. Hamedan. Iran. (In Persian)
29. Ray, N.E., J. Li, Kangas, P.C., Terlizzi D.E., 2015. Water quality upstream and downstream of a commercial oyster aquaculture facility in Chesapeake Bay, USA .Aquacultural Engineering, Volume 68, Pages 35-42
30. Raczyńska, M., Machula, S., Choiński, A., Sobkowiak, L., 2012. Influence of the fish pond aquaculture effluent discharge on abiotic environmental factors of selected rivers in Northwest Poland. Acta Ecologica Sinica, Volume 32, Issue 3, June 2012, Pages 160-164
31. Farmaki, E.G., Thomaidis, N.S., Pasias, I.N., Baulard, C., Papaharisis, L., Efstathiou, C.E., 2015. Environmental impact of intensive aquaculture: Investigation on the accumulation of metals and nutrients in marine sediments of Greece. Science of The Total Environment, Volumes 485–486, Pages 554-562.
32. León-Muñoz, J., Echeverría, C., Marcé, R., Riss, W., Sherman, B., Luis Iriarte, J., 2013. The combined impact of land use change and aquaculture on sediment and water quality in oligotrophic Lake Rupanco (North Patagonia, Chile, 40.8°S) .Journal of Environmental Management, Volume 128, Pages 283-291.

www.SID.ir