بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد هشتم، شماره اول، بهار ۱۳۹۸
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2019.14072.1410

بررسی و مقایسه پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب روخانه روئین شهرستان اسفراین در دو فصل تابستان و زمستان

جواد شریفی[۱]، *سیدعلی‌اکبر هدایتی[۲]، سید عباس حسینی[۳] و فاطمه رضایی پیرزمان[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی، گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استاد گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]کارشناس‌ارشد آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، اداره کل حفاظت و محیط زیست خراسان شمالی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۲

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر پساب مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا بر شاخص‌های کیفی آب رودخانه رویین شهرستان اسفراین در استان خراسان شمالی صورت گرفت. نمونه‌گیری در دو فصل گرم و سرد از ماه تیر تا اسفند سال ۱۳۹۵ با اندازه‌گیری برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، PH، EC، BOD_5، TDS، NO_3، PO_4 و NH_4 و همچنین بار میکروبی کل انجام شد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشاهده شد پارامترهای NH_4، BOD_5، PO_4 و بارباکتریایی پس از رسیدن به میزان حداکثر خود در بعد از ایستگاه دوم، روند کاهشی داشته که با توجه به نمودار رسم شده انتظار رفت با افزایش فاصله از ایستگاه چهارم میزان آن‌ها به مقدار اولیه خود برسد. NO_3 و PH نیز تاحدودی همین وضعیت را داشتند با این تفاوت که حداکثر مقدار آن‌ها در ایستگاه دوم بود و پس از آن کاهش یافته و میزان اولیه خود نزدیک شدند. TDS و EC روند تغییرات آن افزایشی بود و تغییرات نیز تابع دمای محیط بود به‌طوری‌که در تابستان افزایش و در زمستان کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: استان خراسان شمالی، اسفراین، رویین، پساب خروجی مزرعه پرورش ماهی رویین

مقدمه

آب‌های سطحی پتانسیل زیادی برای آلوده شدن دارند. این آب‌ها از دیرباز به‌طور جدی از سوی جوامع بشری و مراکز صنعتی مورد تهدید بوده‌اند که نتیجه آن فاضلابی است که از صنایع تولیدی و غیر تولیدی ایجاد شده و باعث به مخاطره انداختن شرایط اکولوژیک زیستگاه‌های آبزیان می‌شود. یکی از استفاده‌های مرسوم از منابع آب، پرورش آبزیان می‌باشد. احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی در کنار رودخانه‌ها در ایران و دیگر کشورها به‌صورت امر رایج درآمده است. فاضلاب این کارگاه‌ها مستقیماً وارد رودخانه‌ها شده و مسلماً آثار سوئی را به دنبال خواهد داشت و موجبات به هم خوردن تعادل طبیعی

*مسئول مکاتبه: hedayati@gau.ac.ir

بوم سازگان‌های آبی خواهد شد. متاسفانه در حال حاضر علی‌رغم کمبود آب آشامیدنی، در اغلب شهرهای کوچک و بزرگ ایران، هیچ‌گونه استاندارد مشخصی جهت ایجاد کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی بر روی رودخانه‌های جاری با آب دائم که از شاهرگ‌های حیاتی جامعه به‌شمار می‌روند صورت نمی‌گیرد. این کنترل که باید از جهت میزان ترکیبات آلاینده در خروجی کارگاه‌ها و امکان شرایط پالایش آن‌ها از یکسو و رعایت فاصله مطمئن با کارگاه بعدی جهت فرصت خود پالایی رودخانه انجام گیرد، در حال حاضر رعایت نمی‌شود و با توجه به سیاست کشور مبنی‌بر افزایش تولید ماهیان پرورشی بدون هرگونه مطالعه‌ای اقدام به ایجاد کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی بر روی رودخانه‌های کشور می‌گردد که در طراحی و ساخت آن‌ها دقت لازم نسبت به رعایت فواصل با کارگاه‌های بالا دست یا پایین دست و همچنین امکان پالایش آب خروجی قبل از ورود به مسیر رودخانه نشده است. بدیهی است به‌دلیل قرار گرفتن کشور در منطقه خشک و کمبود منابع آبی و نیاز به منابع آب آشامیدنی جدید، آلودگی منابع آبی از مهمترین معضلات پیش روی کشور خواهد بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر تحت عنوان بررسی تغییرات شاخص‌های کیفی آب رودخانه رویین شهرستان اسفراین در معرض آلودگی‌های خروجی مزرعه پرورش ماهی سردابی، طی دو دوره نمونه‌برداری آب رودخانه در فصل تابستان و زمستان سال ۱۳۹۵ انجام شد. روستای روئین در موقعیت ۳۷ درجه و ۱۲/۲۲۹ دقیقه شمالی و ۵۷ درجه و ۲۹/۱۹۹ دقیقه شرقی در شمال شهرستان اسفراین جنوبی‌ترین شهرستان استان خراسان شمالی واقع شده است. این روستا دارای یک مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا به ظرفیت اسمی ۵۰ تن و تولید سالیانه ۸۰ تن در شرقی ترین قسمت روستا می‌باشد. منبع تأمین آب مزرعه چشمه‌ای می‌باشد که در بالادست مزرعه و فاصله حدود ۵۰ متری آن واقع شده که دبی آن بین ۵۰ تا ۷۵ لیتر در ثانیه در فصول مختلف متغیر است.

نمونه‌برداری آب در دو مرحله انجام شد. مرحله اول در اواسط مرداد ۹۵ و مرحله دوم در دی ماه ۹۵ صورت گرفت. نمونه‌برداری در ایستگاه‌های اول و دوم با ۲ تکرار و در ایستگاه‌های سوم و چهارم با ۳ تکرار انجام شد. با توجه به انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه دمای آب هر ایستگاه در محل توسط دما سنج دیجیتال اندازه‌گیری و بر روی بطری نمونه‌ها درج شد. نمونه‌ها توسط بطری‌های ۱/۵ لیتری پلاستیکی در باکس حاوی یخ قرار داده شد و در کوتاه‌ترین زمان ممکن در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند.

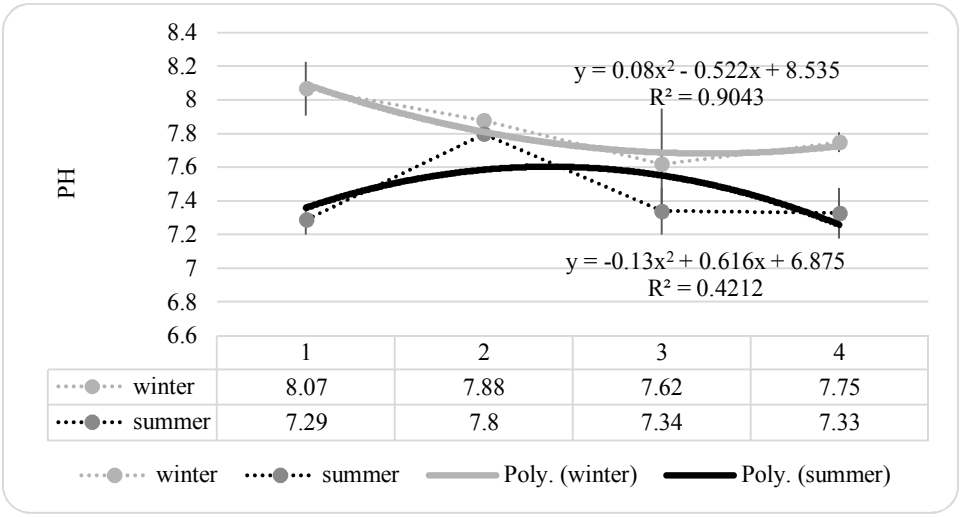
پس از حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه، آزمایشات فوراً و در همان روز به روش‌های زیر انجام شد. پارامترهای مواد جامد محلول به‌وسیله دستگاه مولتی متر متراهم ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری چهار فاکتور نیترات، فسفات، آمونیوم و تقاضای زیستی اکسیژن موردنیاز (BOD_5) به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گردید (موسوی، ۲۰۱۰).

جهت تجزیه و تحلیل آماری کل داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار SPSS آنالیز گردید. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف و به‌منظور بررسی و مقایسه پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب روخانه روئین اسفراین از واریانس یک طرفه (One-way

ANOVA) استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۵ درصد بررسی گردید.

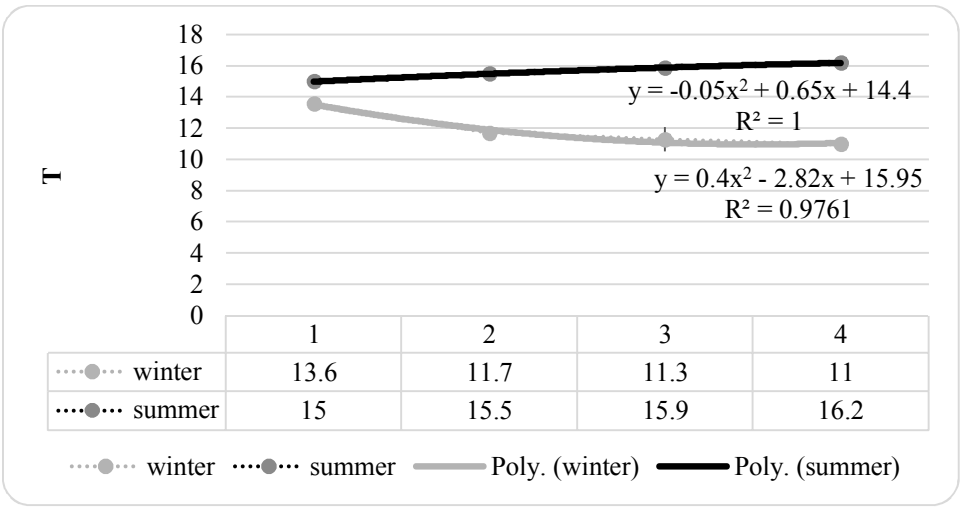
نتایج

بررسی روند تغییرات PH در ایستگاه‌ها بیانگر این است که در هر دو فصل تابستان و زمستان ابتدا مقدار آن در خروجی مزرعه افزایش و سپس با افزایش فاصله از خروجی استخر میزان آن به تدریج کاهش می‌یابد. شیب کاهش PH در تابستان نسبت به زمستان بیشتر بوده به طوری‌که میزان آن در ایستگاه چهارم در فصل تابستان بسیار نزدیک به ورودی مزرعه می‌باشد ولی به‌طور کامل به آن نرسیده است (شکل ۱).



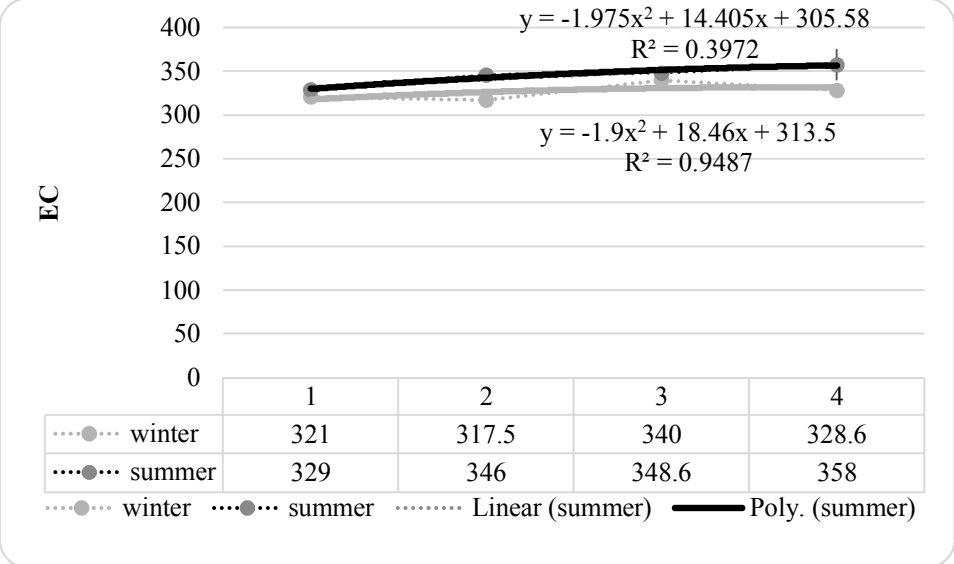
شکل ۱: نمودار تغییرات PH در فصل زمستان و تابستان

میزان دمای آب به‌طور مستقیم متأثر از دمای محیط می‌باشد به طوری‌که دمای وردی استخر در تابستان ۱۵ درجه سانتی‌گراد و در زمستان ۱۳/٦ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و میزان آن در ایستگاه‌های بعدی متأثر از دمای محیط در تابستان روند افزایش تدریجی و در زمستان روند کاهش تدریجی خواهد داشت. ضمن این‌که شیب تغییرات دما در زمستان نسبت به تابستان بیشتر می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار تغییرات دما در فصل زمستان و تابستان

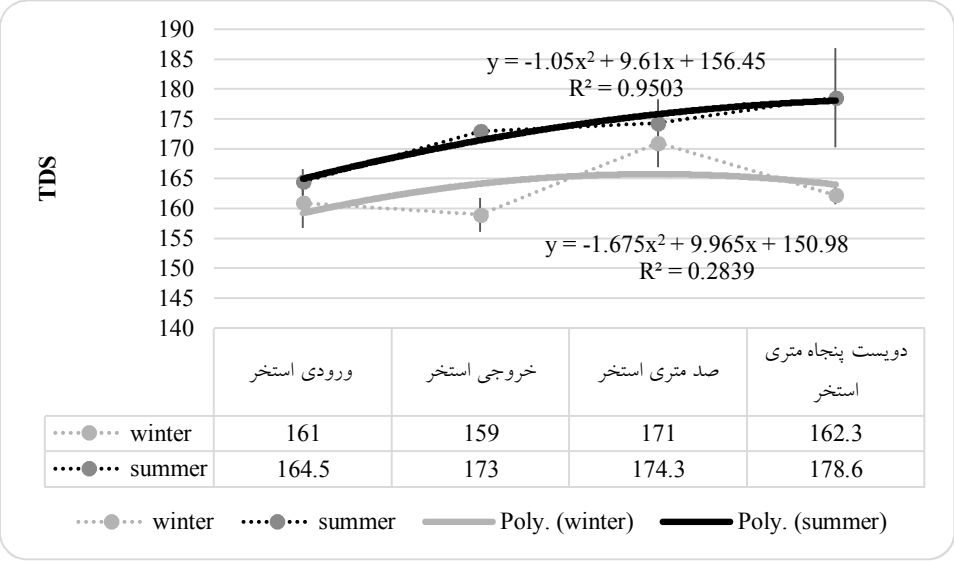
EC آب در فصل تابستان از ایستگاه اول تا چهارم به‌صورت تدریجی افزایش می‌یابد ولی این تغییرات در فصل زمستان کمی متفاوت بوده به گونه‌ای که میزان آن پس از خروجی مزرعه به‌طور معنی‌دار افزایش و سپس در ایستگاه چهارم کاهش می‌یابد به‌طوری‌که میزان EC در ایستگاه چهارم بسیار نزدیک به ایستگاه اول شده است (شکل ۳).



	1	2	3	4
winter	321	317.5	340	328.6
summer	329	346	348.6	358

شکل ۳: نمودار تغییرات EC در فصل زمستان و تابستان

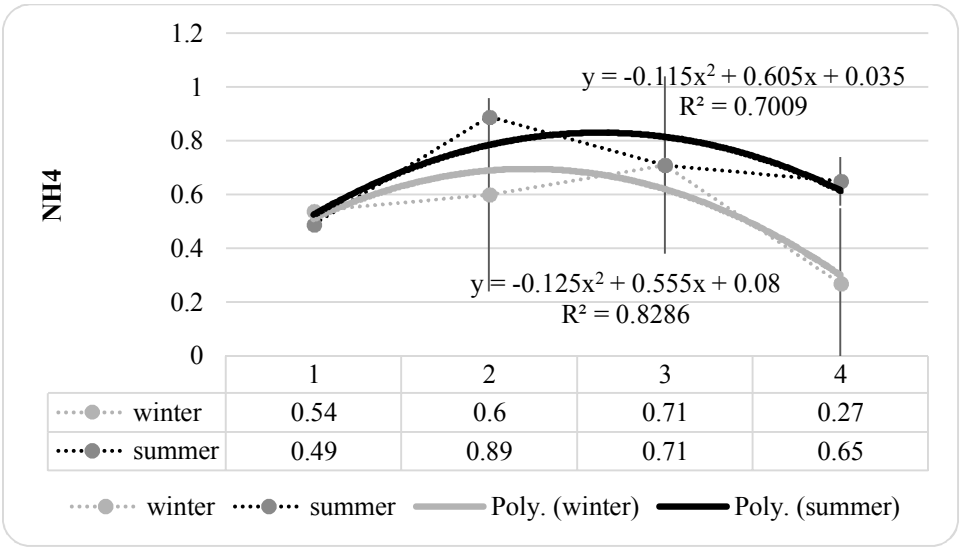
TDS در فصول مختلف تغییرات متفاوتی را از خود نشان می‌دهد به گونه‌ای که این تغییرات در فصل تابستان از ایستگاه اول تا چهارم به‌صورت تدریجی و افزایش است ولی در زمستان پس از کاهش جزئی در خروجی استخر در ایستگاه سوم به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس در ایستگاه سوم کاهش می‌یابد به نحوی که میزان آن تا حد بسیار زیادی به ورودی استخر نزدیک می‌شود (شکل ٤).



	ورودی استخر	خروجی استخر	صد متری استخر	دویست پنجاه متری استخر
winter	161	159	171	162.3
summer	164.5	173	174.3	178.6

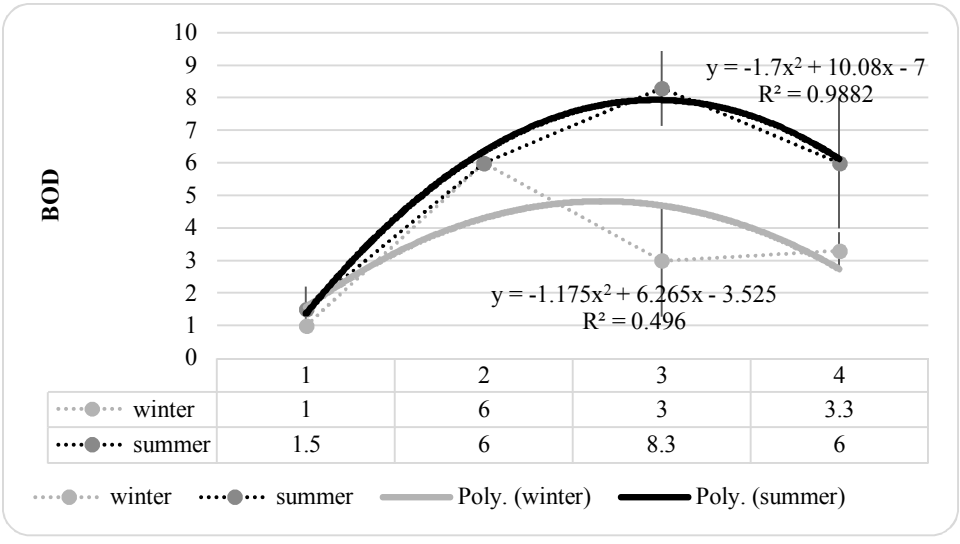
شکل ٤ نمودار تغییرات TDS در فصل زمستان و تابستان

تغییر آمونیاک در طول زمان از یک مدل درجه دوم تبعیت کرده به‌عبارت دیگر ابتدا افزایش یـــافته و با گذشت زمان کاهش می‌یابد. بیشترین میزان آمونیاک در تابســتان در قســمت خروجــی و در زمســتان در ایســتگاه ســوم و کمتــرین میــزان آن در تابســتان در ایستگاه اول (ورودی) و در زمستان در ایستگاه چهارم مشاهده شد. نکته قابل تجه اینکــه میــزان آمونیــاک در فصل زمستان در ایستگاه چهارم نصف مقـدار ورودی شده ولی در تابستان بیشــتر از میــزان وردوی مزرعــه شده است (شکل ۵).



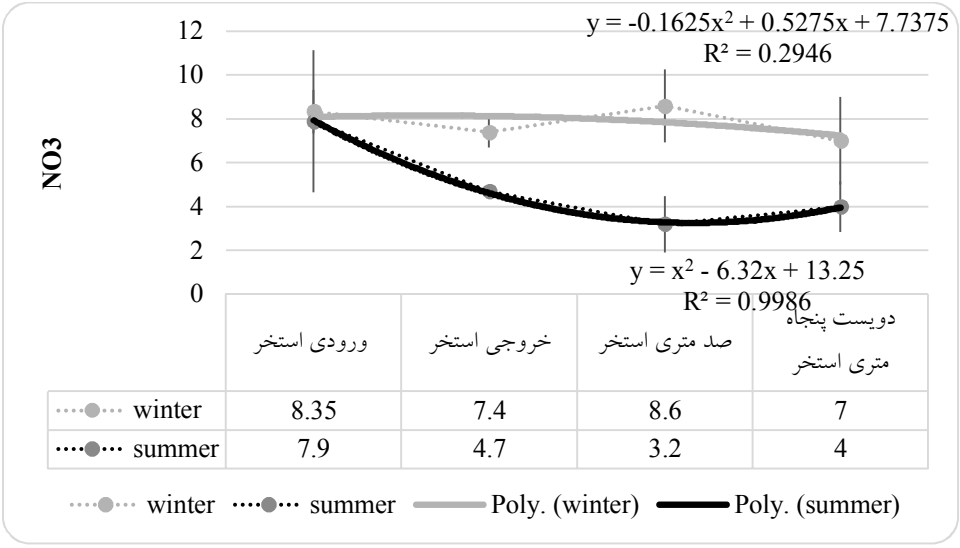
شکل ۵: نمودار تغییرات آمونیاک در فصل زمستان و تابستان

تغییر BOD_5 نیز همانند آمونیاک در طول زمان از یک مدل درجه دوم تبعیت کرده به عبارت دیگر ابتدا افزایش یافته و با گذشت زمان کاهش یافت. بیشترین میزان BOD_5 در تابستان، در ایستگاه سوم (فاصله ۱۰۰ متری از خروجی) و در زمستان در خروجی مزرعه قسمت و کمترین میزان آن در تابستان و زمستان در ایستگاه اول (ورودی) مشاهده شد. افزایش و پس از آن کاهش BOD_5 در تابستان نسبت به زمستان از سرعت بیشتری برخوردار بود (شکل ٦).



شکل ٦: نمودار تغییرات BOD_5 در فصل زمستان و تابستان

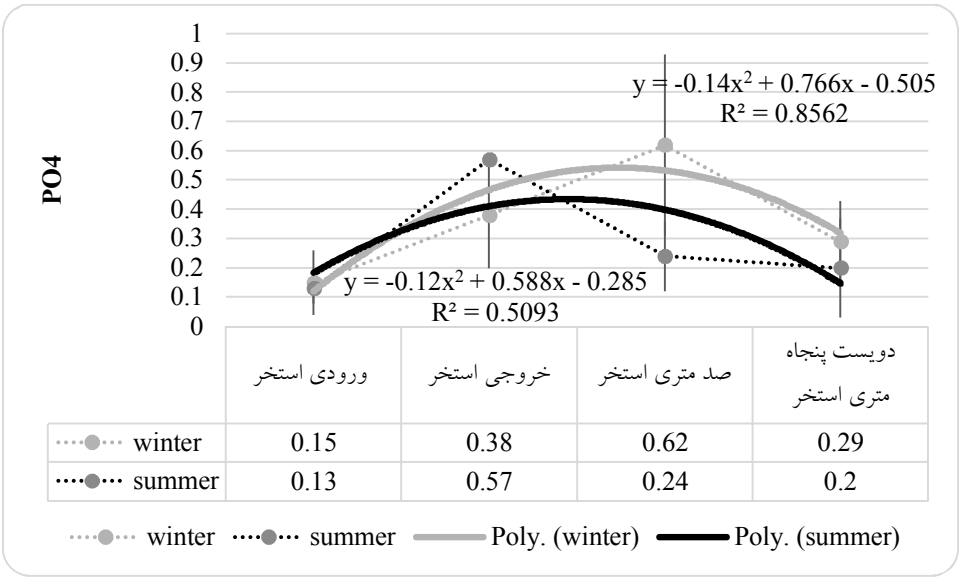
تغییرات نیترات در دو فصل رفتار متفاوتی را از خود نشان می‌دهد. بدین‌ترتیب که در تابستان پس از آن آنکه میزان آن به‌طور معنی‌داری در ایستگاه سوم کاهش پیدا کرد مجدداً در ایستگاه چهارم افزایش پیدا کرده که البته این افزایش معنی‌دار نبود. ولی در زمستان ابتدا در خروجی کاهش و سپس در ایستگاه سوم افزایش جزئی و در نهایت در ایستگاه چهارم مجدداً کاهش یافت که البته هیچیک از این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند (شکل ۷).



	ورودی استخر	خروجی استخر	صد متری استخر	دویست پنجاه متری استخر
winter	8.35	7.4	8.6	7
summer	7.9	4.7	3.2	4

شکل ۷: نمودار تغییرات نیترات در فصل زمستان و تابستان

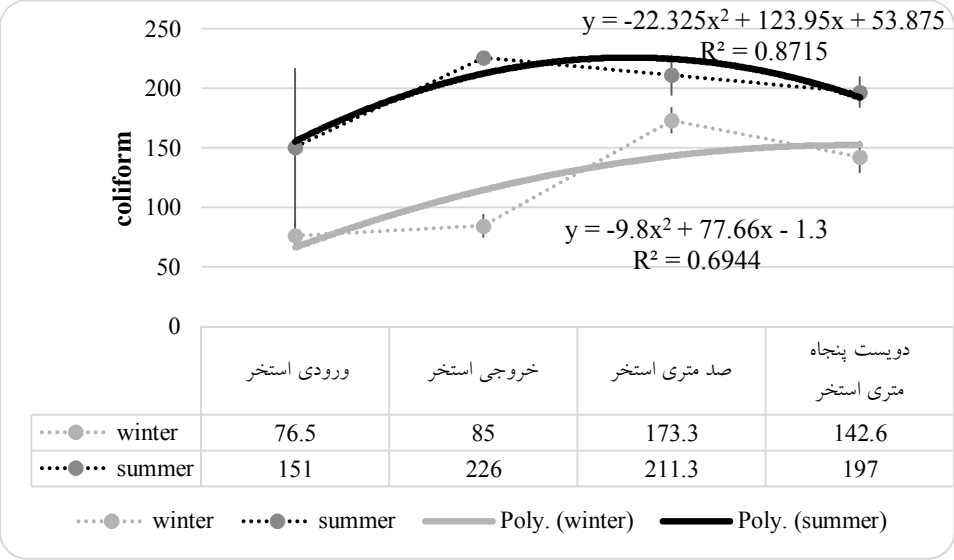
نحوه تغییر فسفات در طول زمان در دو فصل تابستان و زمستان از یک مدل درجه دوم تبعیت کرده است با این تفاوت که در تابستان میزان فسفات در خروجی مزرعه (ایستگاه ۲) به‌شدت افزایش یافته می‌یابد. ولی در زمستان بیشترین میزان آن در ایستگاه ۳ (فاصله ۱۰۰ متری از خروجی) اندازه‌گیری شد. کمترین میزان فسفات در هر دوفصل در قسمت ورودی مزرعه اندازه‌گیری شد (شکل ۸).



	ورودی استخر	خروجی استخر	صد متری استخر	دویست پنجاه متری استخر
winter	0.15	0.38	0.62	0.29
summer	0.13	0.57	0.24	0.2

شکل ۸: نمودار تغییرات فسفات در فصل زمستان و تابستان

نحوه تغییر فسفات در طول زمان در دو فصل تابستان و زمستان ابتدا افزایش یافته و سپس با یک شیب ملایم کاهش پیدا می‌کند با این تفاوت که در تابستان بیشترین میزان بار باکتریایی در ایستگاه ۲ (خروجی مزرعه) و در زمستان در ایسگاه ۳ مشاهده شد. بر خلاف افزایش معنی‌دار بار باکتریایی مزرعه در فصل تابستان و در قسمت خروجی این افزایش برای فصل زمستان معنی‌دار نبود (شکل ۹).



شکل ۹: نمودار تغییرات بار باکتریایی در فصل زمستان و تابستان

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه باتولی و همکاران (۲۰۰۷) میزان تغییرات ورودی و خروجی مزرعه معنی‌دار بود ولی میزان آن در ورودی و فاصله ۵۰۰ متری از مزرعه معنی‌دار نبود. PH در تابستان پس از افزایش معنی‌دار در خروجی مزرعه در دو ایستگاه بعد روند نزولی پیدا نمود به طوری‌که در ایستگاه چهارم بسیار نزدیک به مقدار ورودی خود شد. این تغییرات در زمستان به گونه‌ای دیگر مشاهده شد. بدین ترتیب که پس از کاهش PH در ایستگاه دوم و سوم، مجدداً در ایستگاه چهارم افزایش پیدا کرد که البته این تغییرات معنی‌دار نبودند. با توجه به اینکه هر دو نمونه تابستان و زمستان از ابتدای چشمه گرفته شده که قبل از آن هیچ‌گونه آلودگی به آب وارد نمی‌شود به‌نظر می‌رسد که خطای آزمایشگاهی باعث شده مقدار آن در قسمت ورودی بیشتر از مقدار واقعی باشد. بنابر این در صورتی که مقدار PH را در ورودی مزرعه در دو فصل یکسان فرض کنیم روند تغییرات آن در دو فصل زمستان بسیار شبیه به هم خواهد بود. به گونه‌ای که پس از افزایش آن در خروجی شاهد کاهش تدریجی آن در ایستگاه‌های بعد خواهیم بود با این تفاوت که شیب کاهش PH در تابستان بیشتر خواهد بود. در هردو فصل بیشترین میزان PH مربوط به خروجی مزرعه می‌باشد.

بر اساس تحقیق کاظم‌زاده خواجویی (۲۰۰۲)، باقی مانده مواد غذایی و ضایعات ناشی از سوخت و ساز ماهی و در نتیجه افزایش بی‌رویه کود و غذا باعث می‌شود میزان املاح در خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی افزایش یابد. بر اساس این تحقیق میزان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول در خروجی

کارگاه‌ها بیش‌تر از ورودی بود. هم‌چنین میزان این دو پارامتر در نمونه‌برداری نوبت عصر بیش‌تر از نمونه‌برداری نوبت صبح بود از سوی دیگر به علت افزایش میزان دبی رودخانه در دی ماه در مقایسه با سایر ماه‌های نمونه‌برداری، میزان اسیدیته تا حدودی کاهش و میزان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول به‌دلیل بارندگی، تلاطم آب و شستشوی خاک به بالاترین حد خود افزایش یافته بود. تحقیق صورت گرفته در رودخانه اسفراین نیز این مطلب را تأیید نمود به طوری‌که تغییرات EC در تابستان روند افزایش تدریجی را داشته و در زمستان این تغییرات به‌صورت تناوبی افزایش و کاهش پیدا نمود هر چند که مقدار آن در ایستگاه چهارم بیشتر از ورودی بود. همچنین تحقیقات بوید (۲۰۰۳) نشان داد که ماهیان قزل‌آلا در آب‌های شیرین معمولی که هدایت الکتریکی آن‌ها بین ۲۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر مربع است، به خوبی رشد می‌کنند. لذا با توجه به این‌که حداکثر مقدار هدایت الکتریکی آب رودخانه مورد بررسی در زمستان به ۳٤۰ و در تابستان به ۳۵۸ میکروموس بر سانتی‌متر مربع می‌رسد، مناسب جهت پرورش اینگونه از ماهیان می‌باشد.

در مطالعه نادری جلودار و همکاران (۲۰۰٦)، بین ایستگاه‌های مختلف از لحاظ میزان TDS، اختلاف معنی‌داری آماری مشاهده شد و همچنین میزان TDS تابع فصول مختلف سال هم بود و در فصول گرمتر سال میزان آن بیشتر بود که در این تحقیق نیز این نتیجه مشاهده شد. در مطالعه واردی و همکاران (۲۰۱۰)، از لحاظ میزان TDS بین ایستگاه‌های مختلف قبل از مزارع پرورش ماهی و بعد از مزارع پرورش ماهی در رودخانه هراز اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد. افزایش غلظت TDS می‌تواند به‌دلیل ورود مواد جامد محلول فراوانی باشد که در اثر غذادهی مزارع پرورشی و همچنین ورود مدفوع حاصل از ماهی‌ها، به پساب باشد. در این تحقیق اختلاف ورودی و خروجی مزرعه از لحاظ TDS معنی‌دار نبود. تغییرات TDS در فصل تابستان از ایستگاه اول تا چهارم به‌صورت یک روند صعودی با شیب ملایم است و در فصل زمستان میزان آن در قسمت خروجی مزرعه از ورودی کمتر است که دلیل آن احتمالاً با توجه به پایین‌تر بودن دمای آب مزرعه، غذادهی کمتر در این فصل بوده است.

حد مجاز آمونیاک یونیزه شده برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱/۱٦-۱/۱ میلی‌گرم در لیتر است (کاظم‌زاده خواجوی، ۲۰۰۲) که در بررسی ما بیشترین میزان آمونیاک یونیزه شده در تابستان در ایستگاه دوم (خروجی مزرعه) با ۰/۸۹ میلی‌گرم در لیتر و در زمستان در ایستگاه سوم با ۰/۷۱ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده که این میزان کمتر از حد مجاز بوده و بی‌خطر می‌باشد. ضمن این‌که تغییرات آمونیاک یونیزه شده در هر دو فصل در ٤ ایستگاه تغییرات معنی‌داری نبوده و میزان آن پس از افزایش اولیه روند کاهشی پیدا می‌کند به‌طوری که میزان آمونیاک یونیزه شده در ایستگاه چهارم در فصل زمستان ۵۰ درصد ورودی مزرعه و در فصل تابستان ۳۰ درصد بیشتر از ورودی مزرعه اندازه‌گیری شد.

همان‌طور که از نتایج پیداست BOD_5 در محل خروجی به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند که می‌تواند ناشی از وجود فضولات ماهی و ذرات مواد غذایی موجود در آب باشد و بعد از خروج از مزرعه میزان آن کاهش پیدا کرد که نشان‌دهنده روند خودپالایی رودخانه می‌باشد. میزان BOD_5 در دو ایستگاه سوم و چهارم در تابستان نسبت به زمستان بالاتر است که علت آن می‌تواند فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌های موجود در روخانه در این فصل باشد. بر اساس تحقیق نادری جلودارزاده و همکاران

(۲۰۰٦)، موسوی و همکاران (۲۰۱۰) و تکینای و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات این کمیت در بین ایستگاه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد و بر اساس تحقیق پولاتسو و همکاران (۲۰۰٤) روند این تغییرات معنی‌دار می‌باشد. در تحقیق صورت گرفته در فصل تابستان پس از افزایش معنی‌دار آن در ایستگاه دوم (خروجی مزرعه) روند تغییرات در دو ایستگاه بعد معنی‌دار نبود ولی در فصل زمستان رفتار آن کمی متفاوت بود به گونه‌ای که تغییرات در ایستگاه‌های اول تا سوم معنی‌دار بوده و در ایستگاه سوم این تغییر معنی‌دار نبود.

کاظم‌زاده خواجویی (۲۰۰۲) با انتخاب ۳ ایستگاه در بالادست اولین مزرعه، خروجی مزارع و همچنین پایین دست آخرین مزرعه و نمونه‌برداری در دو نوبت صبح و عصر، تأثیرات پساب ۳ مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا را بر پارامترهای کیفی اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی زیست شیمیایی، نیترات، نیتریت، آمونیوم، اورتوفسفات، هدایت الکتریکی و PH آب رودخانه هراز مورد ارزیابی قرار داد. نتایج آزمون واریانس یک طرفه به‌منظور مقایسه میانگین غلظت پارامترها مابین ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که بین میانگین غلظت پارامترهای نیتریت و COD در ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۵$). هم‌چنین نتایج این آزمون آماری نشان داد که بین میانگین غلظت پارامترهای نیترات، فسفات، آمونیوم و BOD_5 نمونه‌ها مابین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود نداشته است.

در این مطالعه مشخص شد که مزارع پرورش ماهی باعث افزایش میزان فسفات آب می‌شوند و این موضوع مشابه مطالعات قبلی می‌باشد (آبین و همکاران، ۲۰۱۱؛ کامارگو و همکاران، ۲۰۱۱؛ گیلپارت و همکاران، ۲۰۱۲). تغییرات فسفات در طول زمان در دو فصل تابستان و زمستان از یک مدل درجه دوم تبعیت کرده است یعنی در ابتدا مقدار آن افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. با این تفاوت که روند کاهشی آن در تابستان از ایستگاه دوم به بعد و در زمستان از ایستگاه سوم به بعد می‌باشد.

با بررسی روند تغییرات پارامترهای مورد مطالعه این نتیجه حاصل می‌شود که پارامتر NO_3 در ایستگاه چهارم در هر دو فصل پایین از از میزان ورودی مزرعه شده است و بنابر این قائدتاً از این بابت مشکلی وجود نخواهد داشت. PH نیز روند کاهشی داشته هرچند این تغییرات به گونه است که در تابستان ایستگاه چهارم بسیار نزدیک به میزان ورودی مزرعه بوده و به‌طور کلی روند تغییرات کاهشی می‌باشد. پارامترهای NH_4، BOD_5، PO_4 و بار باکتریایی پس از رسیدن به میزان حداکثر خود روند کاهشی را در پیش گرفته‌اند که با توجه به نمودار رسم شده انتظار می‌رود با افزایش فاصله از ایستگاه چهارم میزان آن‌ها به مقدار اولیه خود برسد. دو فاکتور TDS و EC نیز هرچند روند تغییرات آن افزایشی می‌باشد ولی با بررسی نمودار تغییرات آن‌ها به‌نظر نمی‌رسد افزایش آن‌ها حتی با فاصله گرفتن از ایستگاه چهارم به گونه‌ای باشد که عاملی محدود کننده به حساب آید. در این میان فاکتور دما شرایط متفاوتی دارد به گونه‌ای که با افزایش فاصله از خروجی در تابستان روند تغییرات آن افزایش و در زمستان کاهشی است و مسلماً با افزایش فاصله دمای آب رودخانه به دمای محیط نزدیکتر شده و با توجه به کوهستانی بودن منطقه و وجود زمستان سرد و تابستان معتدل تغییرات دمایی به گونه است که افزایش دما به شیب ملایم ولی کاهش آن با شیب تندتر اتفاق می‌افتد و نمودار تغییرات دمایی نیز این صحت مطلب را نشان می‌دهد. بنا براین دما می‌تواند عاملی محدودکننده خصوصاً برای فصل زمستان تلقی گردد.

منابع

1. Aubin, J., Tocqueville, A., and Kaushik, S.J. 2011. Characterization of waste output from flow-through trout farms in France: comparison of nutrient mass-balance modeling and hydrological methods. Aqu. Liv. Res., 24: 63-70.
2. Batoli, M., Nizolli, D., Longhi, D., Laini, A., Pierluigi, V. 2007. Impact of a trout farm on the water quality of an Apennine creek from daily budgets of nutrients. Chemistry and Ecology. 23, 1, 2007, Pp: 1-11.
3. Boyd, C.E. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at farm-level. Aquaculture, 226: 101-112.
4. Camargo, J.A., Gonzalo, C., and Alonso, A. 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: A case study. Ecological Indicators, 11: 911-917.
5. Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caquet, T., Marle, M., Le Bris, H. 2012. The use of benthic invertebrate community and water quality analyses to assess ecological consequences of fish farm effluents in rivers. Ecological Indicators. 23: 356-365.
6. Kazem zadeh khajoui, A., Esmaili saari,A. and Ghasempoori, S.M. 2002. Investigation of contamination caused by fish farms in the Haraz river. Iranian Journal of Marine Science. 3: 27-35.
7. Musavi, M.S., 2010. Study of the effects of salmon farms production on water quality of the Dohezar Tonekabon river based on coarse fauna of basti invertebrates. Master's Thesis. Azad University Science and Research Branch of Tehran. 91 p.
8. Naderi Jelodar, M., Esmaili Saari, A., Ahmadi, M.R., Sayf abadi, S.J. and Abdoli, A., 2006. Investigation of contamination caused by rainbow trout farms production on water quality parameters of the Haraz river. Environmental Sciences. 2: 21-36.
9. Pulatso, S., Rad, F., Koksal, G., Aydin, F., Benli, C.K., and Topcu, A. 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. – Turk. J. Fish. Aquat. Sci., 4: 9-15.
10. Tekinay, A.A., Guroy, D., and Çevik, N. 2009. The Environmental Effect of a Land-Based Trout Farm on Yuvarlakçay, Turkey. Ekoloji., 19(73): 65-70.
11. Varedi, S.E., Nasrollahzadeh, H.S., Farabi, S.M.V., Vahedi, F., Gholamipour, S., Varedi, S.R. 2010. Characterization and impact of Rainbow Trout farm effluent on water quality of Haraz River. Journal of Shahid Chamran University. 1-8.