نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال یازدهم، شماره اول، بهار ۹۶ / صفحات: ۱۸-۹

تأثیر پساب ناشی از مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه گنجگان در استان کهگیلویه و بویراحمد

*کورش یزدانپناه[۱]، صبا حسینی[۲] و محسن حیدری[۳]

[۱]کارشناس‌ارشد شیلات، اداره شیلات، استان کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج، ایران، [۲]دانشگاه علوم و فنون دریایی، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، گروه بیولوژی دریا، دانشگاه خرمشهر، خرمشهر، ایران، [۳]گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۹

چکیده

در این مطالعه تعداد ۷ ایستگاه و با فواصل مختلف از همدیگر در مسیر رودخانه آبی گنجگان انتخاب شدند. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی و نوترینت‌های آب هر دو ماه یک‌بار و در یک دوره یکساله انجام گرفت. حداکثر میزان BOD_5 اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ۷ بوده است. که نشان‌دهنده اینست که هرچه از کارگاه‌های بالادست به پایین‌دست برویم میزان مواد آلی تولیدی و به تبع آن میزان اکسیژن مصرف شده (BOD_5) نیز بیش‌تر خواهد شد. حداقل مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده در فصل زمستان و در ایستگاه ۱ و حداکثر مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ٦ در مردادماه بوده است. که ناشی از فعالیت بیش‌تر مزارع و غذادهی بیش‌تر به‌دلیل مناسب بودن و بالا بودن دمای آب در فصول گرم سال می‌باشد. ایستگاه ۱ چون در بالاتر از آن هیچ‌گونه فعالیت پرورش ماهی وجود نداشت میزان نیتریت و آمونیوم اندازه‌گیری شده در این ایستگاه حداقل مقدار را نشان داده است. حداکثر میزان TDS و TSS مربوط به ایستگاه‌های شماره ٦ و ۷ که پساب همه مزارع بالادست را دریافت می‌کردند بود. میانگین فسفات (PO_4) ایستگاه‌های شماره ٤، ٥، ٦ و ۷ با ایستگاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ از نظر میزان PO_4 تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. ایستگاه ٦ از نظر میزان NH_4 با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری را نشان داد که علت آن می‌تواند فاصله کم آن با مزرعه بالادست و همچنین فعالیت مزارع پرورش ماهی بالادست باشد. نوترینت‌های موجود در پساب خروجی از مزارع پرورش ماهی می‌تواند نقش بسیار زیادی در تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی منابع آبی دریافت‌کننده این مزارع داشته باشد. مطالعه دقیق منابع آبی مورد استفاده در امر پرورش ماهی و آگاهی از قدرت خودپالایی منبع آبی متناسب با میزان دبی منبع آبی، دمای آب، شیب کف بستر و غیره قبل از صدور هر گونه مجوز احداث مزرعه ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای فیزیکوشیمیایی، پساب پرورش ماهی، رودخانه گنجگان، کهگیلویه و بویراحمد

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و نیاز به تأمین پروتئین مورد نیاز جوامع بشری زمینه توسعه سیستم‌های مختلف پرورش دام، طیور و آبزیان را فراهم نموده است. تکثیر و پرورش آبزیان و به‌ویژه ماهیان سردآبی در بیش‌تر نقاط کشور در حال انجام می‌باشد (شریف‌روحانی، ۱۳۸۳). طبق آمار رسمی در سال ۱۳۹۱ حدود ۱۳۱۰۰۰ تن ماهی قزل‌آلا در مزارع پرورش ماهی کشور تولید شده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲).

* نویسنده مسئول: koresh_yazdan@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

استان کهگیلویه و بویراحمد با تولیدی معادل ۱۱۱۳۰ تن ماهی قزل‌آلا در سال مقام چهارم تولید ماهیان سردآبی کشور را داراست (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲). رودخانه گنجگان در فاصله ۲۷ کیلومتری شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد قرار گرفته است که حداقل دبی آن در فصول کم‌آبی ۲۰۰ لیتر در ثانیه و حداکثر دبی آن در فصول پرآبی حدود ۱ مترمکعب در ثانیه می‌باشد و در مسیر این رودخانه حدود ۸ کارگاه پرورش ماهی قرار گرفته است که آب این رودخانه آبی علاوه بر استفاده مزارع مورد استفاده کشاورزان و باغداران منطقه نیز قرار می‌گیرد (گزارش شناخت پتانسیل‌های آبزی‌پروری استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۸۹). در این مطالعه که بر روی رودخانه گنجگان به‌عنوان یکی از منابع آبی استان کهگیلویه و بویراحمد که چند مزرعه پرورش ماهی به‌صورت متوالی بر روی آن احداث شده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.

پساب مزارع پرورش ماهی که وارد منبع آبی می‌شوند شامل: ۱- مواد جامد معلق که شامل بقایای مواد غذایی و مدفوع ماهی است. ۲- مواد محلولی که توسط ماهی به محیط آبی آزاد می‌شوند، که شامل کربن آلی و ترکیبات ازته (آمونیوم و اوره) می‌باشد که این دو دسته مواد باعث ایجاد اختلالات شیمیایی آب ناشی از فرایند تجزیه مواد تولیدی شده که باعث افزایش فاکتورهای BOD_5، ازت آمونیاکی، فسفات و غیره و همچنین باعث کاهش اکسیژن محلول و تغییرات pH محیط آبی می‌گردند. ۳- شامل مواد خروجی مزرعه پرورش ماهی شامل انواع داروها و مواد شیمیایی استفاده شده در مزارع برای درمان و ضدعفونی ماهیان مزارع مانند: مالاشیت گرین، سولفات مس، فرمالین و ... و نیز آنتی‌بیوتیک‌های مختلف که برای مقابله با عفونت‌های باکتریایی در مزارع استفاده می‌شود که این مواد باعث ایجاد اختلالات شیمیایی در محیط آب دریافت‌کننده این مواد می‌شود (Selong و Helfrich، ۱۹۹۸). Dosdat (۲۰۰۰) در پژوهشی در زمینه اثرات زیست‌محیطی آبزی‌پروری در مدیترانه نتیجه گرفت که آلودگی ناشی از صنعت آبزی در مدیترانه در مقایسه با سایر منابع آلایند ناچیز می‌باشد. آلودگی مشاهده شده نیز به‌طور عمده در رابطه با مواد غذایی (مانند دی‌اکسیدکربن و غیره) می‌باشد که با مدیریت مناسب می‌توان این آلودگی را تا حدود زیادی کاهش داد. اعرابی (۱۳۷۲) در بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهی بر روی زیستگاه‌های طبیعی منطقه جاجرود را گزارش داد. حسینعلی‌ثانی (۱۳۷٦) آثار پساب مزرعه پرورش ماهی سردآبی هلوکله را روی بوم‌سازگان رودخانه دوهزار تنکابن و توان خودپالایی آن رودخانه در کاهش و حذف آلودگی‌ها مطالعه نمود.

هدف از این مطالعه که اولین مطالعه از این نوع در این استان می‌باشد، بررسی پساب خروجی از مزارع پرورشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر روی برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه گنجگان به‌عنوان یک نمونه تیپیک در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۷ ایستگاه و با فواصل مختلف از همدیگر در مسیر رودخانه گنجگان (طول ۵۱ درجه، ٤۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه، ۲۷ دقیقه و ٥٦ ثانیه) در ۲۷ کیلومتری مرکز استان انتخاب شدند (جدول ۱). ایستگاه اول قبل از اولین کارگاه موجود (کارگاه آقای عبدالمحمد احمدی) و ایستگاه‌های بعدی در فواصل مختلف قبل از ورودی هر کارگاه انتخاب شدند. نمونه‌برداری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب هر دو ماه یکبار و در یک دوره یکساله انجام گرفت. در هر بار نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری فاکتورهای فسفات، آمونیوم، نیترات و نیتریت با روش فتومتری از دستگاه فتومتر مدل

Archive of SID

www.SID.ir

palintest 7000 استفاده شد. نمونه‌های آبی گرفته شده ابتدا ضمن عبور از کاغذ صافی مواد جامد معلق آن‌ها گرفته شده و سپس طبق دستورالعمل دستگاه مورد آنالیز قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری BOD_5 با کمک محلول‌های اسید سولفوریک ۰/۵ مولار (در صورت بالا بودن pH) و سود ۱ مولار (در صورت پایین بودن pH) pH محلول بین ۷/۵-۶/۵ تنظیم می‌شود و سپس ٤۲۸ سی‌سی از نمونه آب را داخل بطری BOD_5 ریخته، سپس ۱۰ قطره محلول ضدنیتریفیکاسیون به محلول فوق اضافه نموده و داخل درپوش بالای بطری دو قطره محلول هیدرواکسید پتاسیم ریخته و و سنسور بطری BOD_5 را روی آن بسته و بطری داخل انکوباتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود. سپس بطری را روی صفحه مغناطیسی مخصوص قرار گرفته و میزان BOD_5 محلول روی سنسور BOD_5 ثبت شده و بعد از گذشت ۵ روز میزان آن ثبت می‌شود. برای اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی (pH، EC، دما و اکسیژن محلول) از دستگاه قابل حمل Eco scan مدل DO6، ساخت کشور سنگاپور استفاده شد. TDS با روش Conductivity TDS-Meter و TSS به‌وسیله پمپ خلاء و فیلتراستات سلولزی ۰/٤۵ میکرومتر و ترازوی با حساسیت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند (Hugles، ۱۹۷۸؛ Tarzawell، ۱۹٦۵).

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

موقعیت ایستگاه‌ها / شماره ایستگاه‌ها	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله از کارگاه بالادست (متر)
۱	۲۲۵٤	مزرعه بالادست وجود نداشت
۲	۲۱۹٤	۱۰۰۰ متر
۳	۲۱۸۰	۱٦۰۰ متر
٤	۲۱۷۰	۱۵۰۰
۵	۲۱۵۰	۲ کیلومتر
٦	۲۱٤۵	٤۰۰ متر
۷	۲۱۳۵	۲ کیلومتر

جدول ۲- خصوصیات مزارع پرورش ماهی موجود در منطقه مورد مطالعه

کارگاه‌ها / خصوصیات	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷
محل مزرعه	ستنگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان
نوع کارگاه	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش
ظرفیت اسمی (تن)	٤۰	۲۰	۲۰	۳۰	۲۰	۱٦	۵۰
تولید (تن)	۱۲۰	٦۵	۵۵	٦۵	۸۰	٤۰	۱۰۰
منبع تامین آب	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان	رودخانه گنجگان
دبی آب ورودی مزرعه (لیتر در ثانیه)	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۸۰	۲۵۰
میانگین دوره پرورش (ماه)	۹	۹-۸	۸	۹-۸	۸-۷	۸-۷	۸-۷
نوع غذا	کنسانتره*	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره
تعداد دفعات غذادهی در روز	بسته به وزن ماهیان مزارع و شرایط دمایی و ... متغیر بود.						
میزان غذادهی (درصد بیومس)	متناسب با دمای آب هر مزرعه در فصول مختلف و نیز متوسط وزن ماهیان هر مزرعه						

* غذای مورد مصرف در مزارع پرورش ماهی کنسانتره و ساخت کارخانجات داخلی تولید غذای ماهی مانند شرکت چینه، فرادانه، به پرور و... می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

در جدول ۲ میزان تولید سالانه مزارع پرورش ماهی و سایر اطلاعات مربوط به مزارع پرورش ماهی از شیلات استان کهگیلویه و مدیران مزارع به‌دست آمد (مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۹۱؛ مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۸۹).

تجزیه و تحلیل داده‌های خام حاصل از اندازه‌گیری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2007 انجام شد. پس از کنترل نرمالیتی داده‌ها از طریق آزمون Kolmogorov-Smirnov برای تعیین تفاوت بین مقادیر مختلف از One-way ANOVA استفاده و در صورت مشاهده اختلاف، از آزمون دانکن جهت مقایسه اختلاف میانگین‌ها استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد تعیین گردید. تمام داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری‌شده در مدت بررسی در جدول ۳ آمده است.

درجه حرارت آب: متوسط حداقل و حداکثر دمای اندازه‌گیری شده در طول مدت بررسی به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱ و ٤ (۱۱ درجه سانتی‌گراد) و ایستگاهای ٦ و ۷ (۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد) بود (جدول ۳). دامنه تغییرات دمایی ایستگاه‌ها در فصول مختلف ۱۷-۷ درجه سانتی‌گراد بود نوسانات دمایی ایستگاه‌ها در یک فصل کم ولی در فصول مختلف میزان دمای آب دارای نوساناتی بوده است.

اکسیژن محلول DO: متوسط حداقل و حداکثر اکسیژن اندازه‌گیری شده در طول مدت بررسی به‌ترتیب در ایستگاه ۷ (۷/٤۳ میلی‌گرم در لیتر) و ایستگاه ۲ (۸/٦۱ میلی‌گرم در لیتر) بود (جدول ۳). حداقل اکسیژن اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ۷ در مردادماه به‌میزان ٦/۹۱ میلی‌گرم در لیتر بود که علت آن افزایش دمای آب در گرم‌ترین ماه سال بوده است. در ضمن نوسانات در صد اکسیژن اشباع بین ۹۷-۸۷ بود که حداقل آن در ایستگاه ۷ بوده که پایین‌ترین کارگاه یا ایستگاه مورد مطالعه بوده و کارگاه‌های مطالعه شده در بالادست این کارگاه قرار داشته‌اند.

اکسیژن مورد نیاز برای عملکرد باکتری‌های تجزیه‌کننده مواد آلی (BOD_5) (اکسیژن مورد نیاز زیستی): حداقل میزان BOD_5 اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ۱ (۱/۸۸ میلی‌گرم در لیتر) و حداکثر میزان BOD_5 اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه ۷ (۸/۲۸ میلی‌گرم در لیتر) بوده است و این نشان می‌دهد که هرچه از کارگاه‌های بالادست به پایین‌دست برویم میزان مواد آلی تولیدی و به تبع میزان اکسیژن مصرف‌شده (BOD_5) نیز بیش‌تر خواهد شد. این پارامتر در فصول مختلف سال نیز نوساناتی داشته است به‌طوری‌که حداقل اندازه‌گیری‌شده در فصل زمستان به‌میزان ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ و حداکثر میزان اندازه‌گیری‌شده در فصل تابستان به‌میزان ۹/۷۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۷ بوده است.

فسفر (PO_4): مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده بین ۰/۱۲۵-۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱ و ٦ متغیر بود. حداقل مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده در فصل زمستان و در ایستگاه ۱ به‌میزان ۰/۰۰۹ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر مقدار فسفر اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ٦ در مردادماه (فصل تابستان) به‌میزان ۰/۱۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است. که این ناشی از فعالیت بیش‌تر مزارع و غذادهی بیش‌تر به‌دلیل مناسب بودن و بالا بودن دمای آب در فصول گرم سال می‌باشد.

میزان ترکیبات ازته (آمونیوم- نیترات- نیتریت): مقدار متوسط آمونیوم اندازه‌گیری‌شده از ۰/۰۲ در ایستگاه ۱ تا ۰/٤۳ در ایستگاه ٦ متغیر بود در ایستگاه

Archive of SID

www.SID.ir

۱ چون در بالاتر از آن هیچ‌گونه فعالیت پرورش ماهی وجود نداشت بنابراین میزان آمونیوم اندازه‌گیری‌شده در این ایستگاه حداقل مقدار را نشان داده است ولی در ایستگاه‌های بعدی این میزان آمونیوم اندازه‌گیری‌شده از مقدار بالاتری متناسب با فعالیت مزارع برخوردار بوده است و در فصول مختلف سال نیز میزان آمونیوم اندازه‌گیری‌شده متفاوت بوده است به‌نحوی‌که حداقل آمونیوم اندازه‌گیری‌شده در فصل سرد یا زمستان در ایستگاه ۱ به‌میزان ۰/۰۱٦ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر آمونیوم اندازه‌گیری‌شده در فصل گرم سال در ایستگاه ٦ به‌میزان ۰/۵۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در بررسی انجام‌شده میزان نیتریت اندازه‌گیری‌شده از ایستگاه‌های مختلف بین ۰/۰۲–۰/۰۱ متغیر بود حداقل نیتریت اندازه‌گیری‌شده از ایستگاه ۱ به‌میزان ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر در فصل پاییز و حداکثر نیتریت اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های ٤ و ٦ در فصل تابستان به‌میزان ۰۱۹/ میلی‌گرم در لیتر بوده است. مقدار متوسط نیترات اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها بین ۱/٤۱–۱/۰٦ در ایستگاه ۱ و ٦ متغیر بود. حداقل میزان نیترات اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ۱ به‌میزان ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر در پاییز بوده است حداکثر میزان نیترات اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ٦ به‌میزان ۱/۷۱ میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان بوده است.

pH: یکی از پارامترهای مهم در بررسی وضعیت یک منبع آبی میزان درجه اسیدی یا قلیایی یا pH منبع آبی می‌باشد که نقش به‌سزایی در واکنش‌های شیمیایی در آب داشته و حلالیت بسیاری از مواد و فلزات بسته به‌میزان pH آب دارد با افزایش pH سمیت آمونیاک بیش‌تر شده و از سمیت نیتریت و سولفید هیدروژن کاسته می‌شود و با کاهش میزان pH سمیت آمونیاک کم‌تر می‌شود سمیت فلزات سنگین مانند آهن و آلومینیوم نیز با پایین آمدن pH بیش‌تر می‌شود. میزان pH اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های مختلف بین ۷/۹۵–۷/۵ در ایستگاه‌های ۱ و ٦ متغیر بود حداقل pH اندازه‌گیری‌شده به‌میزان ۷/۱ در ایستگاه ۱ (بالاتر از اولین کارگاه پرورش ماهی) در و حداکثر pH اندازه‌گیری‌شده به‌میزان ۸/۳ در ایستگاه ٦ بود.

سختی کل: آبی که برای پرورش قزل‌آلا استفاده می‌شود باید دارای سختی در دامنه ٤۰۰–۱۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات‌کلسیم باشد. در واقع هرچه آب سخت‌تر باشد خاصیت بافری بیش‌تری داشته و نوسانات pH یا خاصیت بازی– اسیدی در آن هم کم‌تر می‌باشد. سمیت بعضی از داروها مانند سولفات مس که در مزارع پرورش ماهی برای ضدعفونی آب استخرهای پرورش ماهی و همچنین برای مبارزه با عوامل بیماری‌زای انگلی و غیره استفاده می‌شود بسته به سختی آب دارد که در سختی کم‌تر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و یا سختی بالاتر از ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر نباید از آن استفاده شود چرا که باعث مسمومیت و تلفات ماهیان می‌شود. میزان سختی کل اندازه‌گیری‌شده در این مطالعه از ۲٦۷–۱۸۰ در ایستگاه‌های مختلف متغیر بود کم‌ترین میزان سختی اندازه‌گیری‌شده مربوط به ایستگاه ۳ به‌میزان ۱۳۷ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین میزان سختی کل اندازه‌گیری‌شده مربوط به ایستگاه ۱ به‌میزان ۲۹۹/۵ میلی‌گرم در لیتر بود.

کل مواد جامد معلق (TSS): مواد جامد معلق موجود در آب از آنجا که مقدار زیاد آن باعث کدورت آب و عدم شفافیت آب شده و دید ماهی و غذاگیری ماهی با مشکل روبرو می‌شود از آن‌جا که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ماهی شکارچی بوده و متکی به حس بینایی برای گرفتن مواد غذایی است بنابراین در صورت کدر بودن آب قادر به دیدن غذا نیست و غذادهی در شرایط گل آلودگی آب از یک طرف باعث هدرروی یا پرت غذای گران‌قیمت ماهی شده و از طرف دیگر عدم رشد ماهیان را در پی دارد بنابراین باعث افزایش هزینه می‌شود. میزان TSS اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های

Archive of SID
www.SID.ir

مختلف بین ۱۸/۴۲-۸/۴۹ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود و هرچه از مزرعه بالادست به‌سمت مزارع پایین‌دست می‌رویم میزان TSS بیش‌تر می‌شود یعنی با افزایش تعداد و فعالیت مزارع پرورش ماهی مواد جامد معلق بیش‌تری به منبع آبی وارد می‌شود. به‌طوری‌که حداقل میزان TSS اندازه‌گیری‌شده به‌میزان ۸/۱۷ میلی‌گرم در لیتر مربوط به ایستگاه ۱ و بیش‌ترین میزان TSS اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه ۷ (آخرین و پایین‌ترین مزرعه) به‌میزان ۱۹/۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

کل مواد جامد محلول (TDS): TDS نیز مانند TSS روی شفافیت آب تأثیر می‌گذارد در این بررسی میزان TDS اندازه‌گیری‌شده از ۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ تا ۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ٦ متغیر بود. در مورد TDS نیز مانند TSS هرچه از مزارع بالادست به پایین‌دست می‌رویم میزان مواد جامد محلول به‌دلیل افزایش تعداد مزارع و فعالیت آن‌ها بیش‌تر می‌شود.

قابلیت هدایت الکتریکی (EC): میزان EC اندازه‌گیری‌شده در زمان بررسی ٤٤١-٢٩٦ میکروموس بر سانتی‌متر بوده است.

جدول ۳- نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های مختلف بر اساس ترتیب قرارگیری

پارامترها / ایستگاه‌ها	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	۱۱±۲/٦	۱۱/۰۸±۳/٤	۱۱/۲±۳/٥	۱۱±۳/۷۹	۱۱/٤۱±۳/۸۲	۱۱/٥±۳/۷۲	۱۱/٥±۳/۷٤
DO (میلی‌گرم بر لیتر)	۸/۱۱±۰/٤۲	۸/٦۱±۰/٥۳	۸/۰۳±۰/٥۳	۸/۰٥±۰/٥۱	۸/٤۳±۰/٦	۷/٥۳±۰/٤۰	۷/٤۳±۰/٤۸
(sat%) DO	۹٥	۹۷	۹٤/٤	۹٤/۲٥	۹۸	۸۹/۲	۸۷
BOD_5 (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۸۸±۰/۲٥	۳/۹±۰/٤	۳/٥٦±۰/۳۸	٦/٥±۰/۹	۷/٤۷±۰/۸۷	۸/۱±۰/۸٥	۸/۲۸±۰/۹۳
pH	۷/٥±۰/۳۱	۷/٦±۰/۱٤	۷/۷±۰/۱۲	۷/٦±۰/۱٦	۷/۸۲±۰/۱۸	۷/۹٥±۰/۲۳	۷/٦٥±۰/۲٤
سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر)	۲٦۷±۲۳	۱۸۲±۱۹	۱۸۰±۲۸	۱۹۱±٦	۲۰۲±۲۲	۲۱۸±۲۰	۱۹٦±۲۱
TDS (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۹٥±۲٤	۲٥۳±۲۱	۲٥۳±۲٦	۲۷۱±۳۰	۲۷٦±۳۰	۲۸٥±۲۹	۲٦٦±۲۱
TSS (میلی‌گرم بر لیتر)	۸/٤۹±۰/۳	۱۱/٦٥±۰/۲	۱۱/۸۲±۰/۳	۱٤/۷۷±۰/۱۱	۱٤/۷۲±۰/۱٤	۱٦/۷۷±۰/۲	۱۸/٤۲±۰/٤۳
EC (میکروموس بر سانتی‌متر)	۲۹٦±۲۳	۳٦۷±۱۷	۳٦۷±۲۸	٤۰۳±٤۰	٤۱٦±۳۱	٤٤۱±۳۰	۳۹۰±۲۱
PO_4 (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۰۲	۰/۰۹۸±۰/۰۲۳	۰/۰۷۸±۰/۰۰٦	۰/۱۲±۰/۰٤	۰/۰۹۹±۰/۰۲	۰/۱۲٥±۰/۰٤٦	۰/۰۹۲±۰/۰۰٤
NH_4 (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۲±۰/۰۰٥	۰/۲±۰/۰٤	۰/۱۹±۰/۰٤	۰/٤±۰/۰٥	۰/۳±۰/۰٦	۰/٤۳±۰/۰٦	۰/٤±۰/۰٦
NO_3 (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۰٦±۰/۱۸	۱/۲٦±۰/۲۸	۱/۱۸±۰/۲٦	۱/۳۸±۰/۲٥	۱/۳۳±۰/۲۹	۱/٤۱±۰/۲٥	۱/۳۷±۰/۲۷
NO_2 (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۰٦	۰/۰۱±۰/۰۰٦	۰/۰۱±۰/۰۰٥	۰/۰۲±۰/۰۰۳	۰/۰۱±۰/۰۰٥	۰/۰۲±۰/۰۰۳	۰/۰۱±۰/۰۰۳

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد بررسی میزان اکسیژن محلول (DO) که میانگین آن در ۷ ایستگاه مورد مطالعه به‌میزان۸/٦۱-۷/٤۳ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود (جدول ۳). مقدار Do در ایستگاه ۷ (پایین‌ترین ایستگاه) در مردادماه به‌میزان ٦/۹۱ میلی‌گرم در لیتر رسیده است و با دیگر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشته که علت آن افزایش دمای آب در مردادماه و افزایش میزان BOD_5 ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی در بالادست این ایستگاه می‌باشد. اعرابی (۱۳۷۲) در بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهی بر روی زیستگاه‌های طبیعی

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه جاجرود گزارش کرد که اختلاف معنی‌داری بین گونه‌های شاخص آب‌های تمیز در ایستگاه‌های مختلف وجود نداشت. در این مطالعه نیز بین ایستگاه‌های بالادست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

از دیگر فاکتورهای مهم که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت و نقش تعیین‌کننده‌ای در تعیین میزان بار آلودگی منابع آبی دارد فاکتور BOD_5 می‌باشد، که میانگین این فاکتور در ۷ ایستگاه مورد بررسی در دامنه ۸/۲۸–۱/۸۸ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. در این مطالعه ایستگاه‌های ٤، ٥، ٦ و ۷ تفاوت معنی‌داری از نظر فاکتور BOD_5 با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ نشان دادند و این بیانگر آن است که با فاصله گرفتن از ایستگاه ۱ و افزایش تعداد مزارع پرورش ماهی و به تبع آن افزایش میزان مواد آلی مصرف‌کننده اکسیژن شده (در نتیجه افزایش ارگانیزم‌های تجزیه‌کننده مواد آلی) و در نهایت میزان BOD_5 بیش‌تر خواهد شد. مطالعات زیادی در خصوص میزان و ترکیب پساب مزارع پرورش ماهی و اثر آن‌ها بر میزان اکسیژن و BOD_5 در جهان انجام شده است (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۳؛ کاظم‌زاده خواجویی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Bergheim و Brinker، ۲۰۰۳).

در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تقریباً به‌ازای هر ۱۰۰ تن غذای مصرفی، ۱۰ تن پساب آلی تولیدشده که منابع آبی دریافت‌کننده پساب مزارع حدود ۳۰۰–۱۵۰ کیلوگرم وزن خشک غذای خورده نشده،۳۰۰–۲۵۰ کیلوگرم وزن خشک مدفوع به‌ازای تولید هر تن ماهی قزل‌آلا دریافت می‌کنند که این می‌تواند تغییرات بسیار زیادی در سیستم اکولوژیکی و لیمنولوژیکی منابع آبی ایجاد کند و منشأ تغییرات زیادی در این منابع باشد. به‌طور متوسط به‌ازای هر تن تولید ماهی حدود ۵۱۰ کیلوگرم مواد جامد، ۱۰۸ کیلوگرم ازت و ۱۹ کیلوگرم فسفر خواهد بود (Costa-Pierce، ۲۰۰۲).

Helfrich و Selong (۱۹۹۸) با مطالعه چند مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا به این نتیجه رسید که میزان اکسیژن محلول در پایین‌دست مزارع پرورش ماهی مورد بررسی به‌میزان قابل‌توجهی کاهش یافته است و همچنین در این پژوهش به تأثیر بسیار زیاد پساب مزارع پرورش ماهی بر روی فاکتورهای BOD_5 و DO پی بردند.

در این مطالعه مقادیر BOD_5 و DO در فصول گرم سال نسبت به سایر فصول متفاوت بوده است. که با مطالعات Loch و همکاران (۱۹۹۹) کاملاً مطابقت دارد.

بر اساس نتایج این مطالعه میزان نوترینت‌ها اندازه‌گیری‌شده در بین ایستگاه‌ها دارای نوساناتی بوده است به‌طوری‌که میانگین فسفات (PO_4) اندازه‌گیری شده بین ۰/۱۲۵–۰/۰۱ در ایستگاه‌های ۱ و ٦ متغیر بود و ایستگاه‌های ٤، ٥، ٦ و ۷ با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ از نظر میزان PO_4 تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. که علت اصلی آن می‌تواند افزایش پساب و مواد غذایی مصرف‌نشده خروجی ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی در بالادست این ایستگاه‌ها باشد. Carr و Goulder (۱۹۸۹) غلظت فسفات معدنی را در رودخانه در جریان پایین‌دست مزارع پرورش ماهی به‌طور مشخصی بالاتر گزارش کردند که با مطالعه حاضر کاملاً مطابقت دارد.

میزان NH_4 اندازه‌گیری‌شده نیز در بین ایستگاه‌ها دارای نوساناتی بوده است به‌طوری‌که ایستگاه ٦ از نظر میزان NH_4 با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری را نشان داشت که علت آن می‌تواند فاصله کم ایستگاه (مزرعه ٦) با مزرعه بالادست و همچنین فعالیت مزارع پرورش ماهی بالادست باشد.

Selong و Helfrich (۱۹۹۸) نیز نشان دادند که مقادیر NH_4 در پایین‌دست مزارع پرورش ماهی به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. مطالعات آن‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

تأییدکننده این موضوع است که میزان دما، pH و NO_2 تفاوت معنی‌داری را با ایستگاه‌ها و مزارع بالادست دارند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

قانع ساسان‌سرابی (۱۳۸۳) و Boaventura و همکاران (۱۹۹۷)، تولید مقادیر قابل‌توجهی از نوترینت‌ها را از کارگاه‌های پرورش ماهی مورد تأیید قرار دادند. شایان ذکر است که میزان نوترینت‌های تولیدی در فصول گرم سال و با افزایش دمای آب و شدت گرفتن فعالیت مزارع پرورش ماهی و به تبع آن افزایش غذای مصرفی، بیش‌تر می‌شود. میزان فسفر برای آب‌های طبیعی سطحی حداکثر ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (EPA، ۱۹۹٦). بر این اساس با توجه به مقادیر فسفر اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه ایستگاه ٦ با مقدار متوسط ۰/۱۲۵ میلی‌گرم فسفر از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود.

پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سیستم پرورش متراکم با میزان دبی آب ۳۰۰–۱۰۰ لیتر در دقیقه مقدار ۲۰۰–۱۵۰ کیلوگرم مواد جامد معلق، ۷ کیلوگرم فسفر و ٤۰ کیلوگرم نیتروژن تولید می‌کند (Bergheim و Brinker، ۲۰۰۳) در این مطالعه پارامترهای TSS و TDS در بین ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان داده‌اند. کم‌ترین میزان TSS اندازه‌گیری‌شده مربوط به ایستگاه ۱ به‌میزان ۸/٤۹ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۷ یعنی اخرین ایستگاه و پایین‌ترین مزرعه به‌میزان ۱۸/٤۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است. همچنین کم‌ترین میزان TDS اندازه‌گیری‌شده مربوط به ایستگاه ۱ بالاترین مزرعه به‌میزان ۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین مقدار TDS مربوط به ایستگاه ٦ به‌میزان ۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است و ایستگاه ۷ تفاوت معنی‌داری را با سایر ایستگاه‌ها از نظر مقدار TSS نشان داده است همان‌طور که مشهود است میزان TDS و TSS از ایستگاه ۱ با افزایش تعداد و فعالیت مزارع پرورش ماهی افزایش می‌یابد و حداکثر میزان این دو پارامتر مر بوط به ایستگاه‌های ٦ و ۷ است که پساب همه مزارع بالادست را دریافت می‌کنند. میزان بالای TSS باعث افزایش کدورت آب و کاهش شفافیت آب می‌شود.

حداقل EC اندازه‌گیری‌شده به‌میزان ۲۹٦ میکروموس بر سانتی‌متر مربوط به ایستگاه ۱ و حداکثر آن به‌میزان ٤٤۱ میکروموس بر سانتی‌متر مربوط به ایستگاه ٦ بوده است و ایستگاه ٦ تفاوت معنی‌داری را از نظر مقدار EC با ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۷ نشان داد و بین ایستگاه‌های ٤، ۵ و ٦ از نظر مقدار EC تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقادیر EC در رودخانه‌های ایالات متحده بین ۱۵۰–۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر گزارش گردیده است (EPA، ۱۹۹٦). مطالعات انجام شده در آب‌های داخلی آمریکا نشان داد که آب‌های با قابلیت هدایت الکتریکی ۵۰۰–۱۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر دارای ارزش شیلاتی و قابل استفاده برای پرورش آبزیان می‌باشد ولی بیش‌تر از این مقدار برای گروه‌های خاصی از ماهیان و بی‌مهرگان مناسب نمی‌باشد (Kelly و همکاران، ۱۹۹۸).

طلوعی‌گیلانی (۱۳۷۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات پرورش کپورماهیان روی محیط زیست نشان داد که بین آب ورودی و خروجی مرکز تکثیر و پرورش ماهی از نظر فاکتورهای اکسیژن محلول، درجه حرارت، پی‌اچ، دی‌اکسیدکربن، نیتریت، نیترات، آمونیوم و غیره اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در مطالعه حاضر نیز بین بیش‌تر پارامترهای مختلف اندازه‌گیری‌شده مزارع بالادست و پایین‌دست اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (DO، BOD_5، NH_4، EC و PO_4).

با توجه به این بررسی می‌توان نتیجه گرفت که نوترینت‌های موجود در پساب خروجی از مزارع پرورش ماهی می‌تواند نقش بسیار زیادی در تغییرات

Archive of SID

www.SID.ir

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی منابع آبی دریافت‌کننده این مزارع داشته باشد و فاکتورهایی مانند DO، BOD_5، NH_4، TSS و TDS بیش‌تر تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند و هرچه تعداد مزارع پرورش ماهی که به‌صورت متوالی بر روی یک منبع آبی احداث می‌شوند زیادتر و فاصله آن‌ها از همدیگر کم‌تر باشد که فرصت خود پالای را به منبع آبی نمی‌دهند بنابراین میزان این پارامترها بیش‌تر خواهد شد. لازم به ذکر است که میزان و کیفیت پساب تولیدی توسط مزارع پرورش ماهی بستگی به دمای آب و فعالیت مزارع پرورش ماهی و همچنین میزان غذای مصرفی توسط مزارع داشته و کیفیت مواد غذایی مورد استفاده در این مزارع نیز نقش به‌سزایی در کیفیت پساب تولیدی توسط این مزارع دارد. بنابراین مطالعه دقیق منابع آبی مورد استفاده در امر پرورش ماهی و آگاهی از قدرت خود پالایی منبع آبی متناسب با میزان دبی منبع آبی، دمای آب، شیب کف بستر و ... قبل از صدور هر گونه مجوز احداث مزرعه ضروری می‌باشد در غیر این‌صورت احداث تعداد زیادی مزارع پرورش ماهی بدون مطالعه و برنامه‌ریزی می‌تواند باعث آلودگی منابع آبی دریافت‌کننده پساب مزارع گردد و تأثیرات منفی جبران‌ناپذیری بر سیستم اکولوژیکی و لیمنولوژیکی منابع آبی بگذارد. استفاده از غذاهای استاندارد و با کیفیت، نصب سیستم تصفیه در خروجی مزارع پرورش ماهی و ملزم کردن صاحبان مزارع به تصفیه خروجی مزارع و همچنین استفاده از تراکم متناسب با دما و دبی آب می‌تواند نقش به‌سزایی در جلوگیری از پساب و انواع مواد آلاینده به منبع آبی گردد.

منابع

اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشیمی: بنیان آبزی‌پروری. تهران: انتشارات اصلانی.

اعرابی، ر.، ۱۳۷۲. بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر روی زیستگاه‌های طبیعی آبزیان جاجرود (پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد). دانشگاه تهران.

حسینعلی‌ثانی، م.، ۱۳۷٦. بررسی آلودگی‌های حاصل از مزارع تولید ماهی قزل‌آلا روی بوم‌سازگان رودخانه دوهزار تنکابن و نقش خودپالایی آن، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۰٤ صفحه.

سالنامه آمار سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲. شیلات ایران. مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد.

شریف‌روحانی، م.، ۱۳۸۳. بررسی کاربرد برخی اسانس‌های گیاهی در کنترل آلودگی‌های قارچی تخم ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌عنوان جایگزین مالاشیت گرین در شرایط کارگاهی. پایان‌نامه دکترای تخصصی. دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، ۷۲ صفحه.

طلوعی‌گیلانی، م.، ۱۳۷۲. بررسی اثرات پرورش کپورماهیان بر محیط زیست و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای پرورش ماهی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آلودگی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال. ۱۰۵ صفحه.

قانع ساسان‌سرایی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

کاظم‌زاده خواجویی، ا.، اسماعیلی‌ساری، ع.، و قاسم‌پوری، س.م.، ۱۳۸۱. بررسی آلودگی‌های ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا در رودخانه هراز. مجله علوم دریایی ایران.

مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۸۹. گزارش نهایی شناخت پتانسیل‌های آبزی‌پروری استان کهگیلویه و بویراحمد. یاسوج: مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد.

مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۹۱. گزارش آمار تولید مزارع پرورش ماهی استان کهگیلویه و بویراحمد. یاسوج: مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد.

مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۸۹. گزارش شناخت پتانسیل‌های آبزی‌پروری استان کهگیلویه و بویراحمد. یاسوج: مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد.

Archive of SID

www.SID.ir

Bergheim, A., and Brinker, A., 2003. Effluent treatment for flow through systems and European Environmental Regulations. Aquacultural Engineering. 27, 61-77.

Boaventura, R., PedroCoimbra, A.M.J., and Lencastre, E., 1997. Trout farm effluents: Characterization and impact on the receiving streams; Environmental Pollution. 95, 379-387.

Carr, O.J., and Goulder, R., 1989. Fish-farm effluents in rivers. I-Effects on bacterial populations and alkaline phosphatas activity. Water. Res. 24, 631-638.

Costa Pierce, B.A., 2002. Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution. Dept. of Fisheries. Animal and Veterinary Science. University of RholdeIsland. 501p.

Dosdat, A., 2000. Environmental impact of aquaculture in the Mediterranean: Nutritional and feeding aspects, Ifremer, Station Expérimentale d'Aquaculture, Chemin de Maguelone, 34250 Palavas-Les-Flots, France.

EPA, 1996. Quality criteria for waters, Washington D.C.

Hughes, B.D., 1978. The influence of factors other than pollution on the value of Shannon's diversity index for benthic macroinvertebrates in streams. Water. Res. 12, 359-364.

Kelly, T.R., Herida, J., and Mothes, J., 1998. Sampling of the Mackinaw river in centralIllinois for physicochemical and bacterialindicators of pollution. Transaction of Illinois State Academy of Science, 91, 145-154.

Loch, D.D., West, J.L., and Perlmutter, D.G., 1999. The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates. Aquaculture, 147, 37-55.

Selong, J.H., and Helfrich, L.A., 1998. Impact of trout culture effluent on water quality and biotic communities in Virginia Headwater Streams. The Progressive Fish-Culturist. 60, 247-262.

Tarzwell, C.M., 1965. Biological problems in water pollution: Third Seminar. 1962. U.S. Pub. Health Serv. Div. Water Supply and Pollut. Control, Cincinnati.

Archive of SID

www.SID.ir