

تأثیر پساب ناشی از مزارع پرورش ماهی قزل آلاي رنگین کمان بر برخی فاکتورهای فیزیوشیمیایی رودخانه گنجگان در استان کهگیلویه و بویراحمد

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

^۱ کارشناس ارشد شیلات، اداره شیلات، استان کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج، ایران، ^۲ آدانشگاه 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 فیزیوشیمیایی و نوترینت‌های آب هر دو ماه یک‌بار و در یک دوره یکساله انجام گرفت. حداکثر میزان BOD_5 اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۷ بوده است. که نشان‌دهنده اینست که هرچه از کارگاه‌های بالادست به پایین دست برویم میزان مواد آلی تولیدی و به تبع آن میزان اکسیژن مصرف شده (BOD_5) نیز بیش تر خواهد شد. حداقل مقدار فسفر اندازه‌گیری شده در فصل زمستان و در ایستگاه ۱ و حداکثر مقدار فسفر اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۶ در مردادماه بوده است. که ناشی از فعالیت بیش تر مزارع و غذایی بیش تر به دلیل مناسب بودن و بالا بودن دمای آب در فصول گرم سال می‌باشد. ایستگاه ۱ چون در بالاتر از آن هیچ گونه فعالیت پرورش ماهی وجود نداشت میزان نیتريت و آمونیوم اندازه‌گیری شده در این ایستگاه حداقل مقدار را نشان داده است. حداکثر میزان TSS و TDS مربوط به ایستگاه‌های شماره ۶ و ۷ که پساب همه مزارع بالادست را دریافت می‌کردند بود. میانگین فسفات (PO_4) ایستگاه‌های شماره ۴، ۵، ۶ و ۷ با ایستگاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ از نظر میزان PO_4 تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. ایستگاه ۶ 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 فیزیوشیمیایی 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 فیزیوشیمیایی، پساب پرورش ماهی، رودخانه گنجگان، کهگیلویه و بویراحمد

مقدمه

در بیش تر 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).

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

* نویسنده مسئول: koreshe_yazdan@yahoo.com

مواد می‌شود (Selong و Helfrich, ۱۹۹۸). Dosdat (۲۰۰۰) در پژوهشی در زمینه اثرات زیست‌محیطی آبی‌پروری در مدیترانه نتیجه گرفت که آلودگی ناشی از صنعت آبی‌پروری در مدیترانه در مقایسه با سایر منابع آلاینده 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 (۱۳۷۶) 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 تپیک 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، ۴۱ دقیقه و ۳۱ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه، ۲۷ دقیقه و ۵۶ 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 نیتريت با روش فتومتری از دستگاه فتومتر مدل

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 آبی‌پروری 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 (آمونیم 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

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 BOD₅ محلول روی سنسور BOD₅ 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 به‌وسیله پمپ خلاء و فیلتراسات سلولزی ۰/۴۵ میکرومتر و ترازوی با حساسیت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند (Hugles، ۱۹۷۸؛ Tarzawell، ۱۹۶۵).

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 BOD₅ با کمک محلول‌های اسید سولفوریک ۰/۵ مولار (در صورت بالا بودن pH) و سود ۱ مولار (در صورت پایین بودن pH) محلول بین ۶/۵-۷/۵ تنظیم می‌شود و سپس ۴۲۸ سی‌سی از نمونه آب را داخل بطری BOD₅ 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 BOD₅

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

شماره ایستگاه‌ها	موقعیت ایستگاه‌ها	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله از کارگاه بالادست (متر)
۱		۲۲۵۴	مزرعه بالادست وجود نداشت
۲		۲۱۹۴	۱۰۰۰ متر
۳		۲۱۸۰	۱۶۰۰ متر
۴		۲۱۷۰	۱۵۰۰
۵		۲۱۵۰	۲ کیلومتر
۶		۲۱۴۵	۴۰۰ متر
۷		۲۱۳۵	۲ کیلومتر

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

خصوصیات	کارگاه‌ها						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
محل مزرعه	ستنگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان	گنجگان
نوع کارگاه	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش	پرورش
ظرفیت اسمی (تن)	۴۰	۲۰	۲۰	۳۰	۲۰	۱۶	۵۰
تولید (تن)	۱۲۰	۶۵	۵۵	۶۵	۸۰	۴۰	۱۰۰
منبع تامین آب	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه
دبی آب ورودی مزرعه (لیتر در ثانیه)	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۸۰	۲۵۰
میانگین دوره پرورش (ماه)	۹	۸-۹	۸	۸-۹	۷-۸	۷-۸	۷-۸
نوع غذا	کنسانتره*	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره	کنسانتره
تعداد دفعات غذایی در روز	بسته به وزن ماهیان مزارع و شرایط دمایی و ... متغیر بود.						
میزان غذایی (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.

اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۷ در مردادماه به‌میزان ۶/۹۱ 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 اندازه‌گیری شده 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 مصرف شده (BOD_5) نیز بیش‌تر خواهد شد. این پارامتر در فصول مختلف سال نیز نوساناتی داشته است به‌طوری‌که حداقل اندازه‌گیری شده در فصل زمستان به‌میزان ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ و حداکثر میزان اندازه‌گیری شده در فصل تابستان به‌میزان ۹/۷۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۷ بوده است.

فسفر (PO_4): مقدار فسفر اندازه‌گیری شده بین ۰/۱۲۵-۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱ و ۶ متغیر بود. حداقل مقدار فسفر اندازه‌گیری شده در فصل زمستان و در ایستگاه ۱ به‌میزان ۰/۰۰۹ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر مقدار فسفر اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۶ در مردادماه (فصل تابستان) به‌میزان ۰/۱۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است. که این ناشی از فعالیت بیش‌تر مزارع و غذایی بیش‌تر به‌دلیل مناسب بودن و بالا بودن دمای آب در فصول گرم سال می‌باشد.

میزان ترکیبات ازته (آمونیم- نترات- نیتريت): مقدار متوسط آمونیم اندازه‌گیری شده از ۰/۰۲ در ایستگاه ۱ تا ۰/۴۳ در ایستگاه ۶ متغیر بود در ایستگاه

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 \pm انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده 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 ۴ (۱۱ درجه سانتی‌گراد) و ایستگاه‌های ۶ و ۷ (۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد) بود (جدول ۳). دامنه تغییرات دمایی ایستگاه‌ها در فصول مختلف ۷-۱۷ 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 (۷/۴۳ میلی‌گرم در لیتر) و ایستگاه ۲ (۸/۶۱ میلی‌گرم در لیتر) بود (جدول ۳). حداقل اکسیژن

۱ چون در بالاتر از آن هیچ‌گونه فعالیت پرورش ماهی وجود نداشت بنابراین میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده در این ایستگاه حداقل مقدار را نشان داده است ولی در ایستگاه‌های بعدی این میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده از مقدار بالاتری متناسب با فعالیت مزارع برخوردار بوده است و در فصول مختلف سال نیز میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده متفاوت بوده است به‌نحوی که حداقل آمونیوم اندازه‌گیری شده در فصل سرد یا زمستان در ایستگاه ۱ به میزان ۰/۰۱۶ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر آمونیوم اندازه‌گیری شده در فصل گرم سال در ایستگاه ۶ به میزان ۰/۵۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در بررسی انجام‌شده میزان نیتريت اندازه‌گیری شده از ایستگاه‌های مختلف بین ۰/۰۲-۰/۰۱ متغیر بود حداقل نیتريت اندازه‌گیری شده از ایستگاه ۱ به میزان ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر در فصل پاییز و حداکثر نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های ۴ و ۶ در فصل تابستان به میزان ۰/۱۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است. مقدار متوسط نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها بین ۱/۴۱-۱/۰۶ در ایستگاه ۱ و ۶ متغیر بود. حداقل میزان نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۱ به میزان ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر در پاییز بوده است حداکثر میزان نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۶ به میزان ۱/۷۱ میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان بوده است.

۱ چون در بالاتر از آن هیچ‌گونه فعالیت پرورش ماهی وجود نداشت بنابراین میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده در این ایستگاه حداقل مقدار را نشان داده است ولی در ایستگاه‌های بعدی این میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده از مقدار بالاتری متناسب با فعالیت مزارع برخوردار بوده است و در فصول مختلف سال نیز میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده متفاوت بوده است به‌نحوی که حداقل آمونیوم اندازه‌گیری شده در فصل سرد یا زمستان در ایستگاه ۱ به میزان ۰/۰۱۶ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر آمونیوم اندازه‌گیری شده در فصل گرم سال در ایستگاه ۶ به میزان ۰/۵۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در بررسی انجام‌شده میزان نیتريت اندازه‌گیری شده از ایستگاه‌های مختلف بین ۰/۰۲-۰/۰۱ متغیر بود حداقل نیتريت اندازه‌گیری شده از ایستگاه ۱ به میزان ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر در فصل پاییز و حداکثر نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های ۴ و ۶ در فصل تابستان به میزان ۰/۱۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است. مقدار متوسط نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها بین ۱/۴۱-۱/۰۶ در ایستگاه ۱ و ۶ متغیر بود. حداقل میزان نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۱ به میزان ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر در پاییز بوده است حداکثر میزان نیتريت اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۶ به میزان 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 به میزان pH آب دارد با افزایش pH سمیت آمونیاک بیشتر شده و از سمیت نیتريت 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 اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مختلف بین

سختی کل: آبی که برای پرورش قزل‌آلا استفاده می‌شود باید دارای سختی در دامنه ۴۰۰-۱۰ 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 ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نباید از آن استفاده شود چرا که باعث مسمومیت و تلفات ماهیان می‌شود. میزان سختی کل اندازه‌گیری شده در این مطالعه از ۲۶۷-۱۸۰ در ایستگاه‌های مختلف متغیر بود کم‌ترین میزان سختی اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه ۳ به میزان ۱۳۷ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین میزان سختی کل اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه ۱ به میزان 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 غذاهای در شرایط گل‌آلودگی 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 اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های

میزان TDS اندازه‌گیری شده از ۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ تا ۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۶ متغیر بود. در مورد TDS نیز مانند TSS هرچه از مزارع بالادست به پایین‌دست می‌رویم میزان مواد جامد محلول به دلیل افزایش تعداد مزارع و فعالیت آن‌ها بیش‌تر می‌شود.

قابلیت هدایت الکتریکی (EC): میزان EC اندازه‌گیری شده در زمان بررسی ۴۴۱-۲۹۶ میکروموس بر سانتی‌متر بوده است.

مختلف بین ۱۸/۴۲-۸/۴۹ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود و هرچه از مزرعه بالادست به سمت 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. به طوری که حداقل میزان TSS اندازه‌گیری شده به میزان ۸/۱۷ میلی‌گرم در لیتر مربوط به ایستگاه ۱ و بیش‌ترین میزان TSS اندازه‌گیری شده در ایستگاه ۷ (آخرین و پایین‌ترین مزرعه) به میزان ۱۹/۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

کل مواد جامد محلول (TDS): TDS نیز مانند TSS روی شفافیت آب تأثیر می‌گذارد در این بررسی

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

ایستگاه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	۱۱±۲/۶	۱۱/۰۸±۳/۴	۱۱/۲±۳/۵	۱۱±۳/۷۹	۱۱/۴۱±۳/۸۲	۱۱/۵±۳/۷۲	۱۱/۵±۳/۷۴
DO (میلی‌گرم بر لیتر)	۸/۱۱±۰/۴۲	۸/۶۱±۰/۵۳	۸/۰۳±۰/۵۳	۸/۰۵±۰/۵۱	۸/۴۳±۰/۶	۷/۵۳±۰/۴۰	۷/۴۳±۰/۴۸
DO (sat%)	۹۵	۹۷	۹۴/۴	۹۴/۲۵	۹۸	۸۹/۲	۸۷
BOD ₅ (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۸۸±۰/۲۵	۳/۹±۰/۴	۳/۵۶±۰/۳۸	۶/۵±۰/۹	۷/۴۷±۰/۸۷	۸/۱±۰/۸۵	۸/۲۸±۰/۹۳
pH	۷/۵±۰/۳۱	۷/۶±۰/۱۴	۷/۸±۰/۱۲	۷/۶±۰/۱۶	۷/۸۲±۰/۱۸	۷/۹۵±۰/۲۳	۷/۶۵±۰/۲۴
سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر)	۲۶۷±۲۳	۱۸۲±۱۹	۱۸۰±۲۸	۱۹۱±۶	۲۰۲±۲۲	۲۱۸±۲۰	۱۹۶±۲۱
TDS (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۹۵±۲۴	۲۵۳±۲۱	۲۵۳±۲۶	۲۷۱±۳۰	۲۷۶±۳۰	۲۸۵±۲۹	۲۶۶±۲۱
TSS (میلی‌گرم بر لیتر)	۸/۴۹±۰/۳	۱۱/۶۵±۰/۲	۱۱/۸۲±۰/۳	۱۴/۷۷±۰/۱۱	۱۴/۷۲±۰/۱۴	۱۶/۷±۰/۲	۱۸/۴۲±۰/۴۳
EC (میکروموس بر سانتی‌متر)	۲۹۶±۲۳	۳۶۷±۱۷	۳۶۷±۲۸	۴۰۳±۴۰	۴۱۶±۳۱	۴۴۱±۳۰	۳۹۰±۲۱
PO ₄ (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۰۲	۰/۰۹۸±۰/۰۲۳	۰/۰۷۸±۰/۰۰۶	۰/۱۲±۰/۰۰۴	۰/۰۹۹±۰/۰۰۲	۰/۱۲۵±۰/۰۴۶	۰/۰۹۲±۰/۰۰۴
NH ₄ (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۲±۰/۰۰۵	۰/۲±۰/۰۰۴	۰/۱۹±۰/۰۰۴	۰/۴±۰/۰۰۵	۰/۳±۰/۰۰۶	۰/۴۳±۰/۰۰۶	۰/۴±۰/۰۰۶
NO ₃ (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۰۶±۰/۱۸	۱/۲۶±۰/۲۸	۱/۱۸±۰/۲۶	۱/۳۸±۰/۲۵	۱/۳۳±۰/۲۹	۱/۴۱±۰/۲۵	۱/۳۷±۰/۲۷
NO ₂ (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۰۶	۰/۰۱±۰/۰۰۶	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۰/۰۲±۰/۰۰۳	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۰/۰۲±۰/۰۰۳	۰/۰۱±۰/۰۰۳

بحث و نتیجه‌گیری

میلی‌گرم در لیتر رسیده است و با دیگر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشته که علت آن افزایش دمای آب در مردادماه و افزایش میزان BOD₅ ناشی از فعالیت مزارع پرورش ماهی در بالادست این ایستگاه می‌باشد. اعرابی (۱۳۷۲) در بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهی بر روی زیستگاه‌های طبیعی

یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد بررسی میزان اکسیژن محلول (DO) که میانگین آن در ۷ ایستگاه مورد مطالعه به میزان ۷/۴۳-۸/۶۱ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود (جدول ۳). مقدار Do در ایستگاه ۷ (پایین‌ترین ایستگاه) در مردادماه به میزان ۶/۹۱

Selong و Helfrich (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 اندازه‌گیری شده در بین ایستگاه‌ها دارای نوساناتی بوده است به‌طوری‌که میانگین فسفات (PO_4) اندازه‌گیری شده بین ۰/۱۲۵-۰/۰۱ در ایستگاه‌های ۱ و ۶ متغیر بود و ایستگاه‌های ۴، ۵، ۶ 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 اندازه‌گیری شده نیز در بین ایستگاه‌ها دارای نوساناتی بوده است به‌طوری‌که ایستگاه ۶ از نظر میزان NH_4 با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری را نشان داشت که علت آن می‌تواند فاصله کم ایستگاه (مزرعه ۶) 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

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 ۱/۸۸-۸/۲۸ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. در این مطالعه ایستگاه‌های ۴، ۵، ۶ 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 خواجه‌ویی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Bergheim و Brinker، ۲۰۰۳).

در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تقریباً به‌ازای هر ۱۰۰ تن غذای مصرفی، ۱۰ تن پساب آلی تولید شده 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).

فعالیت مزارع پرورش ماهی افزایش می‌یابد و حداکثر میزان این دو پارامتر مربوط به ایستگاه‌های ۶ 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 اندازه‌گیری شده به میزان ۲۹۶ میکروموس بر سانتی‌متر مربوط به ایستگاه ۱ و حداکثر آن به میزان ۴۴۱ میکروموس بر سانتی‌متر مربوط به ایستگاه ۶ بوده است و ایستگاه ۶ تفاوت معنی‌داری را از نظر مقدار EC با ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۷ نشان داد و بین ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶ از نظر مقدار EC تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقادیر EC در رودخانه‌های ایالات متحده بین ۱۵۰-۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر گزارش گردیده است (EPA, ۱۹۹۶). 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، نیتريت، نترات، آمونیوم و غیره اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در مطالعه حاضر نیز بین بیش‌تر پارامترهای مختلف اندازه‌گیری شده مزارع بالادست و پایین‌دست اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (EC, NH₄, BOD₅, DO) و (PO₄).

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

تأییدکننده این موضوع است که میزان دما، pH و NO₂ تفاوت معنی‌داری را با ایستگاه‌ها و مزارع بالادست دارند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

قانع ساسان‌سرایی (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 حداکثر ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (EPA, ۱۹۹۶). بر این اساس با توجه به مقادیر فسفر اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه ایستگاه ۶ با مقدار متوسط ۰/۱۲۵ میلی‌گرم فسفر از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود.

پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سیستم پرورش متراکم با میزان دبی آب ۱۰۰-۳۰۰ لیتر در دقیقه مقدار ۲۰۰-۱۵۰ کیلوگرم مواد جامد معلق، ۷ کیلوگرم فسفر و ۴۰ 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 اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه ۱ به میزان ۸/۴۹ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۷ یعنی آخرین ایستگاه و پایین‌ترین مزرعه به میزان ۱۸/۴۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است. همچنین کم‌ترین میزان TDS اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه ۱ بالاترین مزرعه به میزان ۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر و بیش‌ترین مقدار TDS مربوط به ایستگاه ۶ به میزان 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

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 این صورت 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.

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی منابع آبی دریافت‌کننده این مزارع داشته باشد و فاکتورهایی مانند BOD_5 ، DO ، TSS ، NH_4 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 پالایی 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

منابع

- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشنیمی: بنیان آبرزی پروری. تهران: انتشارات اصلانی.
- اعرابی، ر.، ۱۳۷۲. بررسی اثرات فاضلاب مزارع پرورش ماهیان سردآبی بر روی زیستگاه‌های طبیعی آبریان جاجرود (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه تهران.
- حسینعلی‌ثانی، م.، ۱۳۷۶. بررسی آلودگی‌های حاصل از مزارع تولید ماهی قزل‌آلا روی بوم‌سازگان رودخانه دوهزار تنکابن و نقش خودپالایی آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۰۴ 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 مالا شیت 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 کارشناسی ارشد آلودگی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال. ۱۰۵ صفحه.
- قانع ساسان‌سرایبی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبتوتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
- کاظم‌زاده خواجویی، ا.، اسماعیلی ساری، 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 آبرزی پروری 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 آبرزی پروری استان کهگیلویه و بویراحمد. یاسوج: مدیریت شیلات استان کهگیلویه و بویراحمد.

- 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 Rholdel Island. 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 central Illinois for physicochemical and bacterial indicators 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.
- Tarzwel, C.M., 1965. Biological problems in water pollution: Third Seminar. 1962. U.S. Pub. Health Serv. Div. Water Supply and Pollut. Control, Cincinnati.