دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره چهارم، زمستان ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

مطالعه تغییرات معیارهای کیفی آب کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

طاهره کائیدی[۱]، حجت‌اله جعفریان*[۲]، رحمان پاتیمار[۲]، محمد هرسیج[۳] و محمد فرهنگی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[۳]استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ ارسال: ۹۴/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۱۵

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی پساب حاصل از یک کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) واقع در استان گلستان و تأثیرات آن بر فاکتورهای کیفی آب می‌باشد. نمونه‌ها هر بیست روز یکبار به‌مدت چهار ماه از آب ورودی و خروجی کارگاه گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که این کارگاه بر فاکتورهایی از قبیل دما، اسیدیته، DO، TSS، NO_2^-، NO_3^-، NH_3 تأثیر قابل توجه و معنی‌داری داشته است. مقادیر DO از آب ورودی به‌سمت پساب خروجی کاهش معنی‌داری را نشان داد، همچنین مقادیر pH، TSS، NO_2^-، NO_3^-، NH_3 از آب ورودی به خروجی کارگاه پرورشی، افزایش یافت. طبق این مطالعه مشخص شد که در اثر تغییر شرایط محیطی و افزایش شدت فعالیت پرورشی کارگاه، پساب حاصله از فعالیت پرورشی اثرات بیشتری بر کیفیت آب داشته و سبب تغییراتی در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آن گردیده است.

واژه‌های کلیدی: *O. mykiss*، **پساب، عوامل فیزیکوشیمیایی، کیفیت آب.**

*نویسنده مسئول: jafariyan@gonbad.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

مقدمه

افزایش جمعیت بشر در سال‌های اخیر باعث نیاز روز افزون مردم به مواد غذایی و اشتیاق به مصرف ماهی و دیگر آبزیان شده است. در ایران طرح‌های بسیاری برای پرورش ماهیان سردآبی و گرمابی در نقاط مختلف درحال اجرا یا بهره‌برداری می‌باشد. ولی باید توجه داشت که احداث بی‌رویه و بدون مطالعه این کارگاه‌ها می‌تواند اثرات مخرب زیست‌محیطی را در برداشته باشد و پساب حاصل از فعالیت این کارگاه‌ها باعث تغییر کیفیت آب‌های پذیرنده شود. از آنجا که تاکنون استاندارد معینی جهت فاضلاب خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی در ایران وجود نداشته، لذا این امر سبب گردیده تا در خصوص رودخانه‌هایی که آب آنها درحال حاضر برای شرب مورد استفاده قرار می‌گیرد، به دور از هرگونه ضابطه‌ای بر تعداد مراکز پرورش ماهی اضافه شود (Sohrabian *et al.*, 2009). از آنجایی که دستیابی به مقدار معین از تولید ماهی قزل‌آلا در محیط‌های آبی مستلزم مصرف مواد غذایی در مراکز پرورش ماهی بوده، در شرایطی که کارگاه‌های ایجاد شده در فواصل بسیار کوتاه، آب‌های خروجی را بدون هر گونه سیستم تصفیه بیولوژیکی به رودخانه رها سازند، پساب این کارگاه‌ها سبب افت شدید کیفیت آب می‌گردد (Naderijlodar *et al.*, 2006).

نگرانی در رابطه با پساب مزارع پرورش ماهی به دو عامل مهم ارتباط دارد. یکی حداکثر میزان غذای وارد شده به سیستم پرورشی و دیگری ورود این پساب به اکوسیستم‌های پذیرنده می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که در تغییرات کیفیت آب، تعیین میزان و ویژگی پساب ماهی به‌عنوان دو عنصر کلیدی برای مدیریت مزارع پرورشی و کنترل و بهینه‌سازی پساب آنها تلقی می‌شوند (Orbcastel *et al.*, 2008). ترکیب شیمیایی پساب‌های جامد (P, N, C) و خصوصیات فیزیکی آنها (اندازه، تراکم و...) به ترکیب غذای مورد استفاده و ماهی پرورشی (گونه، چگونگی توسعه) بستگی دارد. علاوه بر جامدات، مدفوع موجود در آب و مواد حل شده از جمله فسفر و کلسیم و همچنین ترکیبات مختلفی از طریق آبشش‌ها و کلیه ماهیان پرورشی دفع شده و به‌راحتی در آب قابل حل می‌باشد (Kaushik, 1998). مشکلات کیفیت آب با دو فاکتور فیزیکی و شیمیایی مشخص می‌گردد. از جمله افزایش یا کاهش میزان اکسیژن محلول، غلظت بالای ترکیبات نیتروژنی (آمونیوم، آمونیاک، نیترات و نیتریت) و سطوح بالایی از هیدروژن سولفید. افزایش یا کاهش اکسیژن محلول سبب مرگ‌ومیر انبوه در استخرهای پرورش ماهی می‌گردد (Krom *et al.*, 1985). انجام این تحقیق در راستای مطالعه فرآیند تأثیرگذاری عملیات پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر معیارهای کیفی آب استخرهای پرورش ماهی (کارگاه پرورش ماهی هامون) و تعیین نرخ بارگذاری و تولید آلاینده‌ها در آب مورد جریان در طول مسیر حرکت آن در این استخرها طراحی و اجرا گردید.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این مطالعه روی کارگاه پرورش ماهی (قزل‌آلای رنگین‌کمان) هامون واقع در استان گلستان، شهرستان آزادشهر در مسیر جاده ارتباطی آزاد شهر به شاهرود انجام گرفت. آب کارگاه از یک دهنه چشمه فارسیان به حجم آبدهی ۱۰۰ لیتر در ثانیه تأمین می‌گردد. در نهایت آب خروجی، به رودخانه خرمالورود که در مسیر کارگاه جریان دارد، وارد می‌شود. ظرفیت تولید این کارگاه پرورش ماهی ۱۵ تن ماهی قزل آلای رنگین کمان، ۲۵۰ تا ۷۰۰ گرمی در سال می‌باشد.

در این مطالعه ۶ استخر بتونی حوضچه دراز مورد مطالعه قرار گرفت. این تحقیق در دو بخش طراحی گردید. در بخش اول مقایسه معیارهای کیفی آب نظیر دما، pH، میزان اکسیژن حل شده، کل جامدات معلق موجود در آب، میزان نیتریت، نیترات و آمونیاک بین آب ورودی و آب خروجی استخرها در تیمارهای زمانی مختلف (هفت تیمار زمانی: هر بیست روز یکبار از اول مهر ماه تا اواخر دی ماه) صورت پذیرفت. میانگین حاصل از تغییرات معیارهای کیفی بین آب ورودی و خروجی با استفاده از آزمون t-test مورد مقایسه قرار گرفتند. در بخش دوم داده‌های به‌دست آمده از سنجش معیارهای کیفی آب با استفاده آنالیز واریانس یک طرفه و از آزمون توکی در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفتند (Pulatsu *et al.*, 2004).

بررسی معیارهای کیفی آب: به‌منظور مطالعه معیارهای کیفی آب و تأثیر عملیات پرورش ماهی بر تغییرات معیارهای کیفی آب و نیز تعیین نرخ بارگذاری آلاینده‌های ناشی از پسماندهای ماهیان پرورشی بر کیفیت آب مورد استفاده، این مطالعه در طول یک دوره ۱۲۰ روزه (۴ ماهه) از مهر ماه لغایت دی ماه ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. نمونه‌برداری از آب حوضچه‌های مورد نظر هر ۲۰ روز یکبار انجام شد. آب ورودی به این کارگاه به ۷ استخر وارد شده و هر یک از این استخرها به یک حوضچه پرورشی دیگر وارد گردید. استخرهای پرورشی این کارگاه از نوع بتونی حوضچه دراز بود که سه استخر دو قسمتی به عنوان جایگاه مطالعاتی مورد نظر قرار گرفت. ابعاد این استخرها عبارت بودند از: ۳۰ متر طول، ۳ متر عرض و ۱ متر عمق. ارتفاع آب در این استخرها به‌طور متوسط ۸۰ سانتی‌متر بود، آب چشمه به‌طور ثقلی وارد این حوضچه‌ها شده و از ناحیه خروجی آن خارج می‌گردد.

نمونه‌های آب در ظروف پلاستیکی شسته شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و میزان گازهای محلول موجود در آب به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌های آب در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری تحت شرایط یکسان از نظر غذادهی، بعد از غذادهی اول (Stewart *et al.*, 2006) و عموماً در ساعات ۸ تا ۱۰ صبح جمع‌آوری شدند (Boaventura *et al.*, 1997). دمای هوا و دمای آب ورودی و خروجی به‌وسیله دماسنج در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری می‌شد. اسیدیته با استفاده از pH متر مدل ۸۲۷ بلافاصله پس از کالیبره شدن اندازه‌گیری شد (Jha *et*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

al., 2008). میزان TSS با استفاده از فیلترکردن سه لیتر از نمونه آب از روی کاغذ صافی با چشمه ۰/۴۵ میکرومتر که از قبل با ترازوی با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین شده بود، اندازه‌گیری شد. بعد از اتمام فیلتراسیون کاغذ صافی در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت خشک شده آن را دوباره وزن کرده و اختلاف وزن اولیه و ثانویه کاغذ صافی نشانگر میزان کل جامدات معلق موجود در آب ورودی یا خروجی کارگاه می باشد (Nordvarg and Johansson, 2002). مقادیر غلظت‌های اکسیژن محلول (DO) با اکسیژن متر اکسی‌گارد، آمونیاک (NH_3)، نیترات (NO_3)، نیتریت (NO_2)، نیز با استفاده از دستگاه فتومتر مدل HI83200 ساخت شرکت هانا اندازه‌گیری شد (Mmochi *et al.*, 2002).

نتایج

نتایج این بررسی نشان داد که معیارهای کیفی آب در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از سطوح متفاوتی برخوردار بودند و این تغییرات کاملاً مشهود و در برخی از موارد نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). تغییرات دمای آب در طول این چهار ماه از ۹/۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. نتایج نشان داد که تفاوت دما آب ورودی و خروجی کارگاه در ماه آخر بررسی (دی ماه) بارزتر بود. نتایج حاصل از این تحقیق با توجه به جداول ۱ و ۲ نشان داد که در نمونه‌برداری‌های اول تا چهارم میزان اکسیژن از ورودی به خروجی کاهش داشت اما در نمونه‌برداری‌های پنجم، ششم و هفتم که در ماه‌های آذر و دی صورت گرفت، اکسیژن در خروجی نسبت به ورودی افزایش داشت.

جدول ۱- تغییرات معیارهای کیفی آب ورودی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (مهر-دی ۱۳۹۱)

پارامتر (mg/l)	نمونه برداری۱	نمونه برداری۲	نمونه برداری ۳	نمونه برداری۴	نمونه برداری ۵	نمونه برداری ۶	نمونه برداری ۷
PH	۷/۹±۰/۰۰۸^{a}	۷/۵±۰/۰۵^{bc}	۷/۴±۰/۰۰۵^{bc}	۷/۴ ±۰/۰۵^{c}	۷/۳±۰/۰۰۵^{c}	۷/۶±۰/۰۵^{b}	۷/۵ ±۰/۰۰۵^{bc}
DO	۶/۷±۰/۰۶^{d}	۷/۹± ۰/۰۳^{c}	۶/۱±۰/۰۸^{e}	۷/۸±۰/۰۵^{c}	۸/۸±۰/۰۵^{a}	۶/۰۸±۰/۰۰۵^{e}	۸/۴±۰/۰۵^{b}
TSS	۶/۳± ۰/۱۴^{b}	۱۲/۳ ±۰/۱۴^{a}	۰/۲± ۰/۰۰۵^{d}	۶/۶ ±۰/۲۸^{b}	۲/۳ ±۰/۰۸^{c}	۱/۹ ±۰/۰۰۸^{c}	۰/۳±۰/۰۰۸^{d}
TAN	۰±۰/۰۰^{d}	۰/۰۰±۰/۰۱^{d}	۰/۰۶± ۰/۰۰۵^{a}	۰±۰/۰۰^{d}	۰/۰۰±۰/۰۴^{b}	۰/۰۲۶± ۰/۰۰۳^{c}	۰/۰۰±۰/۰۱^{d}
NO_2^-	۰/۰۱ ۰/۰۰±^{a}	±۰/۰۲ ۰/۰۰^{a}	۰±۰/۰۰^{a}	۰±۰/۰۰^{a}	۰±۰/۰۰^{a}	۰±۰/۰۰^{a}	۰±۰/۰۰^{a}
NO_3^-	۰/۸± ۰/۰۵^{d}	۷/۶± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۸± ۰/۰۵^{d}	۳/۶۰±۰/۱۱^{c}	۵/۷± ۰/۰۵^{b}	۵/۵۶ ±۰/۱۷^{b}	۰/۸± ۰/۰۵^{d}

نتایج ارایه شده شامل (Mean ± SE) می‌باشد. حروف غیر مشترک در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

جدول ۲- تغییرات معیارهای کیفی آب خروجی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (مهر-دی ۱۳۹۱)

پارامتر (mg/l)	نمونه‌برداری ۱	نمونه برداری۲	نمونه‌برداری۳	نمونه‌برداری۴	نمونه‌برداری۵	نمونه برداری۶	نمونه‌برداری۷
PH	۸/۰۲±۰/۰۲^{ab}	۷/۸± ۰/۰۱^{bc}	۷/۸ ±۰/۰۱^{bc}	۷/۷ ±۰/۰۴^{c}	۷/۶± ۰/۰۱^{c}	۷/۸±۰/۰۷^{bc}	۸/۰۵± ۰/۰۷^{a}
DO	۵/۹ ±۰/۰۸^{bc}	۶/۲± ۰/۱^{bc}	۵/۳ ±۰/۰۵^{c}	۶/۰۳± ۰/۲۸^{bc}	۹/۶±۰/۱۵^{a}	۶/۷±۰/۳^{b}	۹/۵± ۰/۴^{a}
TSS	۷/۷±۰/۴^{bc}	۱۰/۱ ±۰/۱۶^{b}	۵/۱± ۰/۷^{c}	۱۹/۷± ۱/۱۴^{a}	۲/۱± ۰/۳^{d}	۶/۰۵±۰/۳^{c}	۱/۵ ±۰/۳^{d}
TAN	۰/۴± ۰/۰۱^{c}	۰/۵±۰/۰۲^{bc}	۰/۷±۰/۰۱^{ab}	۰/۷± ۰/۰۲^{a}	۰/۸ ±۰/۰۶^{a}	۰/۸± ۰/۰۵^{a}	۰/۴±۰/۰۶^{c}
NO_2^-	۰/۰۸±۰/۰۰۵^{c}	۰/۱±۰/۰۰۵^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰۵^{c}	۰/۰۹±۰/۰۰۵^{bc}	۰/۱±۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۲±۰/۰۰۳^{d}	۰±۰/۰۰^{d}
NO_3^-	۲/۵± ۰/۴^{d}	۱۰/۱± ۰/۲^{a}	۲/۵±۰/۴^{d}	۵/۶۶ ±۰/۱۴^{c}	۷/۹± ۰/۷^{b}	۷/۶۶ ±۰/۱۸^{bc}	۵/۷± ۰/۴^{c}

نتایج ارایه شده شامل (Mean ± SE) می‌باشد. حروف غیر مشترک در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

تأثیر فعالیت‌های کارگاه پرورشی بر pH آب، میزان جامدات کل معلق موجود (TSS)، مقادیر غلظت‌های آمونیاک (NH_3) نیتریت و نیترات معنی‌دار بوده و طی تمامی نمونه‌برداری‌ها در پساب خروجی نسبت به آب ورودی افزایش یافت.

بحث و نتیجه‌گیری

دمای آب باتوجه به زمان شروع نمونه‌برداری که از اوایل پاییز و به سمت زمستان و سرد شدن دمای آب بود، یک روند کاهشی داشت که خود این کاهش دما سبب ایجاد تغییر متابولیسم بدن ماهی و تنوع در میزان تولید برخی آنیون‌ها و کاتیون‌ها گردید. در این پژوهش میزان اکسیژن حل شده موجود در آب در تمامی نمونه‌برداری‌ها تغییرات معنی‌داری را نشان داد. به‌طوریکه در چهار نمونه‌برداری اول که در ماه‌های مهر و آبان صورت گرفت، در آب ورودی نسبت به آب خروجی استخرها بیشتر بود. در صورتی‌که در سه نمونه‌برداری آخر که در آذر ماه و دی ماه انجام گرفت، اکسیژن خروجی از میزان اکسیژن حل شده موجود در آب ورودی بیشتر بود، بسته به تغییرات دمای آب، میزان اکسیژن حل شده موجود در آب ورودی و خروجی نیز متفاوت می باشد. هر چه دمای آب پائین‌تر باشد توانایی انحلال گازها نیز در آن بیشتر است (Malekzadeh and Shahamat, 2000)، علاوه بر اثر مستقیم دما بر انحلال گازها، فعالیت باکتری‌های هوازی نیز در فصول سرد و گرم تحت تأثیر دمای آب بوده (Khatibhaghighi *et al.*, 2008)، به این صورت که در ماه‌های آذر و دی که دمای آب پائین‌تر است باکتری‌هایی که محدوده دمایی فعالیت آنها کاهش یافته، اکسیژن کمتری مصرف کرده و در نتیجه میزان اکسیژن موجود در آب خروجی بیشتر است. بالا رفتن دمای محیط در فصل تابستان عامل موثر در افزایش رشد و تکثیر باکتری‌ها بوده در نتیجه در ماه‌های مهر و آبان نیز که دمای هوا و به‌تبع

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

آن دمای آب بیشتر است، باکتری‌های هوازی برای تجزیه مواد آلی موجود در محیط مقادیر زیادی از اکسیژن را جذب کرده در نتیجه مقدار اکسیژن محلول آب کاهش می‌یابد (Khatibhaghighi *et al*., 2008).

علاوه بر دمای آب و اثر آن بر میزان فعالیت باکتری‌ها از دیگر عوامل کاهش غلظت اکسیژن، می‌توان به افزایش بیوماس ماهی و بیشتر شدن فعالیت کارگاه و تولید محصولات جانبی اشاره کرد. این نتایج در تحقیقات محققین دیگری نیز گزارش گردید (Pulatsu *et al.,* 2004; McDaniel *et al.,* 2005; Boaventura *et al.,* 1997). میزان اکسیژن موجود در آب با افزایش بیوماس ماهی در اثر مصرف اکسیژن توسط ماهی و همچنین شرکت در برخی واکنش‌های تجزیه‌ای، در قسمت خروجی کاهش می‌یابد. تغذیه ماهیان و پس از آن هضم غذا موجب افزایش نرخ مصرف اکسیژن آب توسط ماهیان تا ۵۰ درصد و حتی بیشتر نیز می‌شود (Wedemeyer, 1996). این موضوع در استخرهای متوالی قزل‌آلا که گاهی تا چندین استخر پشت سر هم قرار گرفته‌اند، می‌تواند به دلیل داشتن روند نزولی کیفی آب در استخرهای پایینی بسیار حائز اهمیت باشد (Faghanilangroodi and Glijanimoghadam, 2008). در استخرهای پرورشی، کیفیت آب به‌وسیله اثر متقابل بسیاری از فاکتورها کنترل می‌شود. وقتی اکسیژن در یک مزرعه پرورش ماهی برای یک گونه خاص محدود کننده باشد، یک نگرانی جدید در رابطه با کیفیت آب، دفع تولیدات متابولیکی از جمله آمونیاک، آمونیوم و اوره تلقی می‌گردد (Colt and Armstrong, 1981; Bergheim *et al.*, 1991; Tanaka and Kadowaki, 1995; Merino *et al.*, 2007).

pH آب از دیگر معیارهای بسیار مهم کیفی آب بوده که تأثیرات مستقیم (به‌واسطه غلظت یون اسیدی یا بازی) و غیرمستقیم (از طریق انحلال مواد سمی در آب و یا تبدیل کیفی مواد، مانند تبدیل آمونیوم به آمونیاک) بر محیط آبی و موجودات آبزی دارد (Naderijlodar *et al.*, 2006). در این کارگاه پرورشی میزان pH آب از ورودی به خروجی افزایش معنی داری داشت.

در این مطالعه همانند گزارشات میلارد و همکاران (Maillard *et al.,* 2005) و میلدن و ردینگ (Milden and Redding, 1998) و با توجه به جداول ۱ و ۲ اختلاف میان مقدار کل جامدات معلق (TSS) موجود بین آب ورودی و خروجی از نظر آماری معنی‌دار بوده و از ورودی به سمت خروجی افزایش داشت، که دلیل این امر را به این‌صورت بیان کردند که وقتی آب ورودی TSS پایین دارد و مورد استفاده ماهی قرار گیرد، آلوده شده و مواد معلق موجود در آن که همان مدفوع ماهی، غذاهای خورده نشده و دیگر ترکیبات می‌باشد، افزایش می‌یابد. این افزایش TSS در آب خروجی به‌صورت دوره‌ای بوده و در زمان‌های غذادهی، برداشت، تمیزسازی استخر و دیگر فعالیت‌های کارگاه بیشتر می‌شود. در نتیجه، افزایش میزان غلظت‌های آمونیاک، نیترات و نیتریت با افزایش میزان TSS در خروجی معنی‌دار خواهد بود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

همانند مطالعات برخی محققین (Mmochi *et al.,* 2002; Kirkajaic *et al.,* 2009; Naderijlodar *et al.,* 2006; Rahimibashar *et al.,* 2012)، دراین مطالعه نیز در تمامی نمونه‌برداری‌ها مقادیر آمونیاک (NH_3) از ورودی به سمت خروجی به‌طور معنی‌دار افزایش داشت. یکی از مهم‌ترین دلایل آن باتوجه به مطالعات محققین ذکر شده، افزایش فعالیت‌های پرورشی استخر و به‌دنبال آن زیاد شدن تراکم ماهی موجود، همراه با استفاده از مواد غذایی بیشتر با ترکیبات مختلف و انواع داروها است. مقادیر نیتریت و نیترات به‌طور معنی‌دار در خروجی نسبت به ورودی بیشتر بود. در کارگاه پرورشی با شدت گرفتن فعالیت و رشد ماهی، نیترات و نیتریت تولید شده نیز بیشتر می‌گردد. این مقادیر در طول نمونه‌برداری‌ها نوساناتی داشت که دلیل آن شرایط متفاوت اکسیژن محلول در آب و عمل نیتریفیکاسیون می‌باشد. آمونیاک شکل سمی از نیتروژن است که در اثر شکسته شدن پروتئین‌ها در آبزیان و از طریق تجزیه باکتریایی مواد آلی ناشی از مواد غذایی یا زی‌توده گیاهان آبی وارد محیط آب می‌شود. آمونیاک در مقادیر کم باعث تغییرات فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی و در مقادیر بالا باعث تلفات آبزیان می شود (Campbell, 1999; Esmailisari, 2004). نیتریت نیز در استخرهای پرورش ماهی بر اثر فرآیند نیتریفیکاسیون از آمونیاک تولید می‌شود (Campbell, 1999). از سوی دیگر این دو ترکیب به خودی خود و همچنین در اثر تبدیل به آمونیوم و نیترات باعث پدیده یوتریفیکاسیون در محیط‌های آبی می‌شوند که بر آب آشامیدنی انسان تأثیر نامطلوب دارد (Zhang *et al*., 2008). پدیده نیتریفیکاسیون به مقدار قابل توجهی در دیواره استخر پرورش ماهی یا سایر قسمت‌ها انجام می‌شود. هرچند ماهیان آمونیاک تولید می‌کنند ولی بخش عمده‌ای از آن به نیترات که سمیت کمتری داشته، تبدیل شده و مصرف اکسیژن را نیز به‌دنبال خواهد داشت. نتایج حاصل از تحقیقات سلانگ و هلفریچ (Selong and Helfrich, 2002) روی اثر پنج کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه هدواتر در ویرجینیا نشان داد که غلظت یون‌های آمونیوم ، نیتریت و نیترات به‌طور چشمگیری در پایین دست رودخانه افزایش یافت. همچنین لوچ و همکاران (Loch *et al.,* 1996) با افزایش غلظت یون‌های آمونیوم، نیتریت و نیترات در نتیجه فعالیت‌های آبزی‌پروری کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان روی رودخانه‌های کارولینای شمالی مواجه شدند که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش هم‌سو می باشند. در یک سیستم پرورشی متراکم، سمیت ترکیبات نیتروژنی دفع شده اغلب یک فاکتور محدودکننده محسوب می‌شود (Bradfield, 1985). دفع ترکیبات نیتروژنی توسط ماهی پرورشی و تجزیه کننده‌های میکروبی مواد آلی از باقی مانده غذا، منبع اصلی تولید آمونیاک، نیترات، نیتریت، فسفات و دیگر مواد معدنی است (Neori *et al*., 1989; Hall *et al.*, 1992). فرآیند دفع ترکیبات نیتروژنی در ماهی نتیجه پاسخ سریع نسبت به هضم غذا است که از کل این ترکیبات حدود ۹۰-۷۰ درصد آن به‌صورت نیتروژن دفع می‌گردد. دفع آمونیاک و آمونیوم نتیجه متابولیسم پروتئین هضم شده موجود در غذا است که نرخ دفع

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

باتوجه به میزان نیتروژن هضم شده، دما و گونه ماهی تعیین می‌شود (Lied and Braaten, 1984; Ramnarine *et al*., 1987).

به‌دلیل ورود پساب این کارگاه پرورش ماهی به سیستم‌های طبیعی از جمله رودخانه خرمالورود، باید توجه داشت که احداث و ایجاد بی‌رویه و بدون مطالعه این کارگاه‌ها ممکن است در آینده مشکلاتی را از نظر تأمین بهداشت آب در پی داشته باشد؛ لذا ضروری است سازمان‌ها یا مؤسسات صادر کننده مجوز فعالیت پروژه‌های پرورش ماهی، قبل از تصمیم‌گیری جهت صدور مجوز و پروانه فعالیت، تمامی پیامدها و عواقب امر اعم از مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به‌دقت مدنظر داشته باشند و مجریان و دست اندرکاران احداث پروژه‌های پرورش ماهی نیز در هنگام اجرای این نوع طرح‌ها جوانب مختلف کار را کاملاً مورد توجه قرار دهند تا با اتخاذ روش‌های صحیح و اصولی، درآینده شاهد بروز مشکلات جدی زیست‌محیطی نباشیم.

منابع

Bergheim A., Aabel J.P., Seymour E.A. 1991. Past and present approaches to aquaculture waste management in Norwegian net pen culture operations. In: Cowey, C.B., Cho, C.Y. (Eds.), Nutritional Strategies and Aquaculture Waste. Proceedings of the 1st International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, pp. 117–136.

Boaventura R., Pedro A.M., Coimbra J., Lencastre E. 1997. Trout farm effluents: characterization and impact on the receiving streams. Environmental Pollution, 95(3): 379–387.

Bradfield A.E. 1985. Laboratory studies of energy budgets. In: Tytler, P., Calow, P. (Eds.). Fish Energetic: New Perspective. John Hopkins Univesity Press. pp: 257-281.

Campbell W.H. 1999. Nitrate Reductase Structure, Function and Regulation: Bridging the Gap Between Biochemistry and Physiology. Annual Review of Plant Physiology: Plant Molecular Biology, 50: 277-303.

Colt J., Armstrong D. 1981. Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and mollusks. In: Allen J., Kiney E. (Eds.). Proceeding of the bio-Engineering Symposiom for the fish culture. Fish culture Section, American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA. pp: 34-47.

Esmailisari A. 2004. Hydrochemistry Based Aquaculture. Publications of Aslani. 249P. (In Persian).

Faghanilangroodi H., Glijanimoghadam N. 2008. Comparison shop consecutive final production of fish in ponds for fish rainbow trout. Iranian Journal of Fisheries, 4: 1-5. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

Hall P.O.J., Holby O., Kollberg S., Samuelsson M.O. 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. 4. Nitrogen. Marine Ecology Progress Series, 89(1): 81–91.

Jha P., Barat S., Nayak C.R. 2008. Fish production, water quality and bacteriological parameters of koi carp ponds under live-food and manure based management regims. Zoological Research, 29: 165-173.

Kaushik S.J. 1998. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non salmonids. Aquatic Living Resource, 11: 211–217.

Khatibhaghighi S., Ghane A., Nahrovar M.R. 2008. Evaluation of colifurms in the river Shafaroud West provience. Iranian Journal of Fisheries, 2(1): 1-11. (In Persian).

Kirkajaic M.U., Pulatsu S., Topcu A. 2009. Trout farm effluent effects on water sediment quality and benthos. Clean Soil Air Water, 37: 386 – 391.

Krom M.D., Porter C., Gordin H. 1985. Nutrient budget of a marine fish pond in Eilat, Israel. Aquaculture, 51(1): 65–80.

Lied E., Braaten B. 1984. The effect of feeding and starving, and different ratios of protein energy to total energy in the feed on the excretion of ammonia in atlantic cod (*Gadus morhua*). Comparative Biochemistry and Physiology, 78: 49-52.

Loch D.D., West J.L., Perlmutter D.G. 1996. The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates, Aquaculture, 147: 37-55.

Maillard V.M., Boardman G.D., Nyland J.E., Kuhn D.D. 2005. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. Aquacultural Enginering, 33: 271–284.

Malekzadeh F., Shahamat M. 2000. General Microbiology. Aghigh Publishing Co. 483P. (In Persian).

McDaniel N.K., Sugiura S.H., Kehler T., Fletcher J.W., Coloso R.M., Weis P., Ronaldo P., Ferraris R.P. 2005. Dissolved oxygen and dietary phosphorus modulate utilization and effluent partitioning of phosphorus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaculture. Environmental Pollution, 138: 350-357.

Merino G.E., Piedrahita R.H., Conklin D.E. 2007. Ammonia and urea excretion rates of California halibut (*Paralichthys californicus*, Ayres) under farm-like conditions. Aquaculture, 271: 227-243.

Milden A., Redding T. 1998. Environmental Management for Aquaculture. Chapman & Hall Aquaculture Series 2. Chapmen & Hall, London, Weinheim. New York, Philadelphia. 223P.

Mmochi A.J., Dubi A.M., Mamboya F.A., Mwandya A.W. 2002. Effects of Fish Culture on Water Quality of an Integrated Mariculture Pond System. Western Indian Ocean Journal Marine Science, 1: 53-56.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

Naderijlodar M., EsmailiSari A., Ahmadi M.R., SeifAbadi C.J., Abdoli A. 2006. Pollution of rainbow trout fish shop on the Haraz river water quality parameters. Journal of Environmental Sciences, 3: 21-26. (In Persian).

Neori A., Krom M.D., Cohen I., Cohen H. 1989. Water quality conditions and particulate chlorophyll *a* of new intensive seawater fishponds in Eilat, Israel: Daily and diel variations. Aquaculture, 80: 63-78.

Nordvarg L., Johansson T. 2002. The effects of fish farm effluents on the water quality in the land archipelago, Baltic Sea. Aquacultural Engineering. 25: 253–279.

Orbcastel E.R., Blancheton J.P., Boujard T., Aubin J., Moutounet Y., Przybyla C., Belaud A. 2008. Comparison of two methods for evaluating waste of a flow through trout farm. Aquaculture, 274: 72-79.

Pulatsu S., Rad F., Köksal G., Aydýn F., Karasu Benli A.Ç., Topçu A. 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4: 9-15.

Rahimibashar M.R., Alipoor V., Issazade K. 2012. Environment effects of fish culture pond on chemical factors and water quality in the Shenrod River (North of Iran). Iranian Journal of Fisheries, 8: 358-363. (In Persian).

Ramnarine I.W., Pirie J.M., Johnstone A.D.F., Smith G.W. 1987. The influence of ration size and feeding frequency on ammonia excretion by juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Journal of Fish Biology, 31: 545-559.

Selong J.H., Helfrich L.A. 2002. Impact of trout culture effluent on water quality and biotic communities in Virginia Headwater streams. The Progressive Fish Culturist, 76: 247-262.

Sohrabian B., Javid A.H., Avazpoor M., Sadooghi, Z. 2009. Effluent quality in fish ponds and its impact on the cabbage juice indicator acceptor using NSF. Twelfth National Conference on Environmental Health, Tehran, Iran, pp. 1737-1726. (In Persian).

Stewart N.T., Boardman G.D., Helfrich L.A. 2006. Treatment of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) raceway effluent using baffled sedimentation and artificial substrates. Aquacultural Engineering, 35: 166-178.

Tanaka Y., Kadowaki S. 1995. Kinetics of Nitrogen Excretion by Cultured Flounder *Paralichthys olivaceus.* Journal of the World Aquaculture Society, 26: 188-193.

Wedemeyer G.A. 1996. Physiology of Fish in Intensive Culture System. International Thompson Publishing, New York. 260P.

Zhang E., Wang B.,Wang Q., Zhang S., Zhao B. 2008. Ammonia-nitrogen and orthophosphate removal by immobilized *Scenedesmus* sp. isolated from municipal wastewater for potential use in tertiary treatment. Bioresource Technology, 99(9): 3787-3793.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]