

بررسی تاثیر استفاده مجدد از آب خروجی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای

رنگین کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*)

علی نکوئی فرد^{(۱)*}؛ همایون حسین‌زاده صحافی^(۲)؛ عباسعلی مطلبی مغانجوگی^(۳)؛

ابوالحسن راستیان نسب^(۴)؛ داریوش آزادخواه^(۵) و بیژن مصطفی‌زاده^(۱)

dr.anekuiefard@gmail.com

۱ و ۵- مرکز تحقیقات آرتمیای ایران، ارومیه صندوق پستی: ۳۶۸

۲ و ۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶

۴- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، یاسوج صندوق پستی: ۷۵۹۱۴-۳۸۵

۶- دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۰

چکیده

این تحقیق با هدف دستیابی به حداکثر توان بهره‌گیری مجدد از توانایی‌های بالقوه آب برپایه حداقل تاثیرگذاری در شاخص‌های رشد در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان به اجرا در آمد. بدین منظور ۴ گروه از ماهیان شامل گروه‌های: شاهد (پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با استفاده از ۱۰۰ درصد آب تازه)، آزمون ۱ (پرورش ماهی با استفاده از ۳۰ درصد آب برگشتی (با تصفیه فیزیکی) و ۷۰ درصد آب تازه)، آزمون ۲ (پرورش ماهی با استفاده از ۷۰ درصد آب برگشتی (با تصفیه فیزیکی) و ۳۰ درصد آب تازه)، آزمون ۳ (پرورش با استفاده از ۱۰۰ درصد آب برگشتی) انجام شد. ماهی‌دار کردن گروه‌ها با در نظر گرفتن ۶۲ عدد ماهی در هر مترمربع با وزن متوسط ($15 \pm 1/5$) گرم صورت گرفت. شاخص‌های رشد: ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب چاقی (CF)، ضریب تبدیل غذای واقعی (FCR)، میزان بازماندگی (SR) بین گروه‌های آزمون در هر ماه محاسبه و تعیین شد، مقایسه میانگین افزایش رشد ماهانه گروه‌های مختلف مبین کاهش معنی‌دار رشد ماهیان گروه‌های آزمون نسبت به گروه شاهد است. همچنین بین گروه‌های آزمون ۱ و ۲ با گروه آزمون ۳ نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. فاکتور ضریب رشد ویژه بین گروه‌های آزمون ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار نداشت. میانگین SR, FCR, در تمام گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که با افزایش درصد جایگزینی آب در جریان استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با آب برگشتی سبب افزایش معنی‌دار در ضریب تبدیل غذایی، کاهش معنی‌دار در میزان بازماندگی و ضریب چاقی، افزایش معنی‌دار در میزان تلفات ماهیان و نهایتاً کاهش میزان تولید نهایی می‌شود.

لغات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، تصفیه فیزیکی، پرورش، شاخص‌های رشد

*نویسنده مسئول

مقدمه

آبزی پروری در دو دهه اخیر بیشترین رشد را بین سایر بخش‌های تولید غذا نشان می‌دهد. براساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی بین بیش از ۷۰ سیستم پرورش انواع موجودات زنده تامین کننده غذای جامعه بشری، آبزی پروری تنها منبعی است که بیشترین انگیزش را برای فقرزدایی دارد (FAO, 2002). اهمیت این موضوع با توجه به نقش مصرف گوشت ماهی در تامین سلامت افراد و همچنین مقایسه سرانه اندک مصرف آن در قیاس با ممالک توسعه یافته عیان‌تر خواهد شد. توسعه این حرفه به عوامل مختلفی بستگی دارد و در نتیجه هر کدام از این عوامل موجب بروز تنگناهایی در راه توسعه گشته‌اند. از جمله، فاکتورهای عدم سهولت دسترسی به آب، زمین مناسب، شرایط اقلیمی مساعد و تغییرات فصلی در کمیت یا کیفیت آب در دسترس، در بسیاری از مناطق باعث ایجاد مشکلاتی در توسعه مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا با روشهای متداول شده است. بمنظور مقابله با این مسائل، تمایل پرورش دهندگان آبیان به افزایش تراکم کشت و کاهش میزان آب مصرفی و حتی پرورش آبیان در نقاط کم آب یا در بحرانهای خشکسالی محققان را به طراحی و ساخت انواع سیستم‌های پالایشی مکانیکی و بکارگیری از دستگاهها و روشها و هوادهی ترغیب نموده است (هدایتی، ۱۳۸۴). استفاده از چنین سیستم‌هایی موجب حذف مواد معلق جامد، افزایش اکسیژن محلول و حذف گازهای مضر و در نهایت کاهش آب مصرفی سیستم تا ۹۰ درصد شده است (Colt, 1976; Burrows, 1964; Broussard & Simco, Harris, 1976; Siddal, 1974; Brinker et al., 2005).

یکی از پارامترهای مهم که در این سیستم به آن توجه می‌شود، غلظت مواد جامد معلق در آب است که تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر و به اندازه ۵-۱۰ میکرون برای ماهی قزل‌آلا قابل تحمل می‌باشد (Chen et al., 1994). این در حالی است که ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر را بمدت ۱۰ ماه تحمل می‌کند و در ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر دچار یک واکنش استرس فیزیولوژیک و کاهش مقاومت در برابر عفونت‌های بعدی می‌شوند مواد ذره‌ای معلق آب می‌توانند بطور فیزیکی آبششها را خراشیده یا بیوشانند (Alabaster & Lloyd, 1982; Wedemeyer, 1996). عواقب فیزیولوژیک کدر بودن آب شامل استرس و کاهش مقاومت در برابر بیماریها و کاهش دید برای اخذ غذا در ماهی هستند. و نهایتاً شاخص‌های رشد در این ماهیان نامطلوب

می‌شود (Colt, 1986). از آنجا که افزایش تراکم ذخیره‌سازی ماهی به منظور بالا بردن میزان تولید توده‌زنده، نیاز به کاهش میزان بار ذخیره‌سازی ماهی و رساندن آن به حدی دارد که اغلب مقدار زیادی آب مصرف می‌کند گاهی اوقات از اکسیژن‌دهی مکمل بعنوان یک روش جایگزین برای تامین نیازهای تولید (پرورش ماهی) استفاده می‌شود. می‌توان به آسانی از تزریق اکسیژن (معمولاً اکسیژن مایع) برای نگهداشتن میزان اکسیژن محلول در حد اشباع یا بالاتر (افزایش میزان اکسیژن) برای افزایش تراکم ذخیره‌سازی ماهی و استفاده مجدد از آب خروجی استفاده کرد بنابراین، می‌توان بدون استفاده از آب بیشتر یا توسعه مزرعه، میزان تولید ماهی را بالا برد (Colt et al., 1991).

افزایش تراکم را می‌توان با مقادیر بالای تعویض آب به منظور تامین نیازهای فیزیولوژیک برای تنفس و رقیق کردن متابولیت‌ها یا با پرورش ماهی در محیط‌های محصور بصورت قابل قبول درآورد بی‌آنکه اثرات نامطلوب روی شاخص‌های رشد از قبیل: رشد، ضریب چاقی یا سایر علائم کلینیکی دال بر وقوع استرس فیزیولوژیک داشته باشد (Kebus et al., 1992). هدف از این تحقیق دستیابی به حداکثر توان بهره‌گیری مجدد از توانایی‌های بالقوه آب بر پایه حداقل تاثیرگذاری در شاخص‌های رشد در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان برای ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و سودآور کردن آن به اجرا در آمد.

مواد و روش کار

این تحقیق از اردیبهشت تا پایان آذر ماه ۱۳۸۷ در مرکز پرورش ماهیان سرد آبی قائم (کیلومتر ۱۵ ارومیه، روستای سارالان) انجام گرفت. ابتدا سیستم آبرسانی، هوادهی و تصفیه مکانیکی براساس ظرفیت تولیدی با حداکثر ۳۰ لیتر بر ثانیه دبی منبع آبی (۲ حلقه چاه نیمه عمیق) طراحی و راه‌اندازی شد. دامنه درجه حرارت آب در طول دوره تحقیق $12/4 \pm 0/5$ درجه سانتیگراد بود. گردش آب در این سیستم طوری بود که آب استحصالی (۱۱۶ لیتر بر ثانیه) پس از پمپاژ و عبور از یک برج هواده ۲ متری با ۵ صفحه 1×1 به یک استخر مخزنی بتنی با ابعاد $3 \times 2/5 \times 4$ وارد شده و توسط لوله‌های یک اینچی به طرف استخرهای پرورشی بتنی به ابعاد $2 \times 2 \times 1$ هدایت می‌شد. ۴ گروه

شامل: شاهد (W) پرورش بدون استفاده از آب برگشتی، آزمون ۱(C1) با استفاده از ۷۰ درصد آب تازه و ۳۰ درصد آب برگشتی، آزمون ۲(C2) با استفاده از ۳۰ درصد آب تازه و ۷۰ درصد آب برگشتی و آزمون ۳(C3) پرورش فقط با آب برگشتی مورد بررسی قرار گرفت. ضریب تعویض آب برای هر گروه حداقل ۱/۵ و سرعت جریان آب حداقل ۲ سانتیمتر بر ثانیه بود. تصفیه فیزیکی توسط یک دستگاه درام فیلتر (ساخت صاحب مزرعه) با توانایی پالایش حداقل ۲۰۰ لیتر بر ثانیه برای ذرات بالای ۵۰ میکرون و همچنین حوضچه‌هایی بتنی در خروجی استخرها با ابعاد ۱/۵×۱/۵×۱ با توانایی خروج مستقل آب و ضایعات بطور انفرادی (خروجی سیفوناژ) انجام شد. به منظور انتقال هوا از دستگاه هواده (رینگ بلوئر) به استخرها از لوله‌های پلی‌اتیلنی استفاده شد بطوریکه دارای یک لوله اصلی بود و سپس انشعاباتی از آن گرفته شد و به کف استخرها منتقل گردید. روی لوله‌های هوایی که در کف استخر تعبیه شدند سوراخهایی با قطر ۲ میلی‌متر و با فواصل ۸ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد گردید و به اینصورت هوا از این سوراخ‌ها به داخل آب استخر دمیده می‌شد (لاوسون، ۱۳۸۰). ماهی‌دار کردن گروه‌ها با در نظر گرفتن ۶۲ عدد ماهی در هر مترمربع با وزن متوسط (۱۵±۱/۵) گرم صورت گرفت. جهت تعیین توده زنده هر ۲۰ روز یکبار متوسط وزن ماهیان در هر استخر اندازه‌گیری می‌شد و میزان مصرفی از طریق توده زنده هر استخر با روش نمونه‌برداری تصادفی و جمعیت موجود در هر تکرار محاسبه گردیده و با توجه به جداول توصیه شده، ماهیان موجود در هر استخر مورد تغذیه قرار گرفتند (Klontz, 1979). در طول دوره پرورش میزان غذا دهی از ۲ تا ۴ درصد و دفعات غذا دهی از ۵ تا ۳ نوبت در روز متغیر بود. بطوریکه با گذشت

طول دوره پرورش، از میزان و دفعات غذادهی کاسته می‌شد (Ruohonen et al., 1998). خوراک اکستروید آماده رایج در بازار (با مشخصات مندرج در جدول ۱) بعنوان خوراک مصرفی در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. درجه حرارت آب، اسیدیته، اکسیژن محلول، دی اکسیدکربن، نیتريت، نیترات، آمونیوم، آمونیاک و TAN بطور روزانه مخصوصا در زمان حداکثر مخاطره آمیزی (بعد از غذادهی) توسط دستگاه فتومتر PF11 به روش نانوکالری با کیت‌های MN ساخت آلمان و PALINTEST ساخت انگلستان اندازه‌گیری و ثبت و کنترل شد (Wedemeyer, 1996). در پایان دوره اطلاعات بدست آمده به سه مقطع وزنی شامل: ۱۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۱۵۰، ۱۵۰ تا ۳۰۰ گرم تقسیم شد و در نهایت داده‌های حاصله در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین شاخص‌های رشد با فرمولهای زیر محاسبه شدند (Turchini et al., 2003):

میانگین رشد روزانه : طول دوره رشد / [وزن اولیه - وزن پایان دوره].
ضریب رشد ویژه (SGR): [طول دوره / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)]
ضریب تبدیل خوراک (FCR): (افزایش وزن / خوراک مصرفی)،
میزان بازماندگی (SR): (تعداد ماهیان در انتهای دوره پرورش / تعداد ماهیان در ابتدای دوره پرورش)
فاکتور وضعیت (CF): [طول ماهی (سانتیمتر) / وزن (گرم)] در کل دوره ، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۱: مشخصات کیفی جیره غذایی مورد استفاده در تحقیق (درصد برحسب ماده خشک)

نوع خوراک	پروئین خام	چربی خام	حداکثر رطوبت	حداکثر فیبر خام	حداکثر خاکستر	حداکثر انرژی
	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(کالری)
غذای انگشت قد	۴۲-۴۴	۱۰-۱۱	۱۰-۱۲	۳-۳/۵	۹-۱۰	۴۱۰۰-۴۲۰۰
*غذای رشد	۳۹-۴۱	۱۰-۱۲	۱۰-۱۱	۳-۳/۵	۱۰-۱۱	۳۸۰۰-۳۹۰۰

*غذای رشد، شامل: ۱ GFT، ۲ GFT، ۳ GFT

نتایج

اطلاعات بدست آمده طی نمونه‌برداری‌های مختلف مربوط به هر گروه در جداول زیر آورده شده است.

جدول ۲: میانگین (\pm انحراف معیار) پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب استخرهای مورد بررسی

گروه	دمای آب (درجه سانتیگراد)	DO (لیتر / میلی‌گرم)	pH	*TSS (لیتر / میلی‌گرم)
W	۱۲/۴±۰/۴ ^a	۷/۹۳±۰/۵۷ ^a	۷/۴±۰/۲ ^a	۱۳۶/۳۷±۴۳/۱ ^a
C ₁	۱۲/۴±۰/۴ ^a	۷/۶۸±۰/۶۳ ^a	۷/۴±۰/۲ ^a	۱۷۱/۱۶±۳۲/۴ ^b
C ₂	۱۲/۴±۰/۷ ^a	۷/۵۷±۰/۵۱ ^a	۷/۶±۰/۲ ^b	۱۹۲/۲۲±۲۹/۹۶ ^c
C ₃	۱۲/۲±۰/۶ ^a	۷/۵۲±۰/۵۲ ^a	۷/۸±۰/۲ ^c	۳۱۴/۰۸±۳۹/۴ ^d

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۳: تحلیل واریانس و مقایسه میانگین (\pm انحراف از معیار) ترکیبات ازته (میلی‌گرم در لیتر) آب استخرهای

مورد بررسی

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

معیار	شاهد W	گروه آزمون ۱ C1	آزمون ۲ C2	آزمون ۳ C3
*NO ₃	۰/۰۰۶±۰/۰۰ ^a	۰/۰۵۱±۰/۰۴۵ ^b	۰/۱۸±۰/۱۶ ^c	۰/۴۵۶±۰/۳۲۵ ^d
*NO ₂	۰/۱۹±۰/۰۶ ^a	۰/۲۶±۰/۰۰ ^b	۰/۲۶±۰/۰۰ ^b	۰/۲۹±۰/۰۱ ^d
*N-NO ₃	۰/۰۳±۰/۰۱ ^a	۰/۲۳±۰/۲۰ ^b	۰/۸۴±۰/۷۳ ^c	۲/۰۲±۱/۴۴ ^d
N-NO ₂ *	۰/۰۶±۰/۰۶ ^a	۰/۰۸±۰/۰۰ ^b	۰/۰۸±۰/۰۰ ^b	۰/۰۹±۰/۰۰ ^d
*N-NH ₄	۰/۱۱±۰/۰۶ ^a	۰/۱۶±۰/۰۷ ^a	۰/۲۳±۰/۲۴ ^b	۰/۲۵±۰/۱۱ ^b
*NH ₄	۰/۰۷۷±۰/۰۴ ^a	۰/۱۱±۰/۰۳ ^b	۰/۳۴±۰/۰۸ ^c	۰/۴۲±۰/۰۹ ^d
*NH ₃ ⁺	۰/۰۷۱±۰/۰۵ ^a	۰/۱۰±۰/۰۹ ^b	۰/۳۰±۰/۱۵ ^c	۰/۳۹±۰/۱۵ ^d
*N-NH ₃ ⁺	۰/۰۵±۰/۰۳ ^a	۰/۰۸±۰/۰۲ ^b	۰/۲۶±۰/۰۷ ^c	۰/۳۲±۰/۰۷ ^d
*TAN	۰/۲۱±۰/۱ ^a	۰/۶۴±۰/۴۳ ^b	۱/۲±۰/۷۹ ^c	۲/۳۷±۱/۵۶ ^d

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).

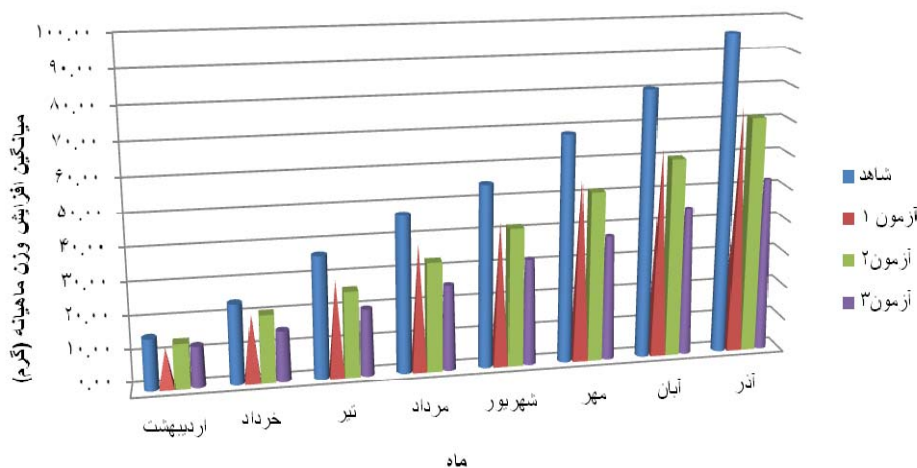
میانگین ضریب رشد ویژه نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلاف بین گروه شاهد با سایر گروههای آزمون بود ($P > 0.05$). مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی و میزان بازماندگی و تلفات نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تمامی گروهها با یکدیگر بود ($P < 0.05$).

تحلیل آماری داده‌های مندرج در جدول ۳ و ۲ نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار استفاده از آب برگشتی بر برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب است ($P < 0.05$). طبق جدول ۴ مقایسه شاخص ضریب چاقی اختلاف معنی‌دار را بین گروه شاهد باگروههای آزمون نشان می‌دهد ($P < 0.05$)، ولی مقایسه این شاخص بین گروههای آزمون معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). مقایسه

جدول ۴: آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌های (میانگین \pm انحراف از معیار) شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در گروههای مختلف

گروه	ضریب چاقی (CF)	ضریب رشد ویژه (SGR)	رشد روزانه (گرم)	ضریب تبدیل غذایی (FCR)	درصد بازماندگی (SVR)	درصد میزان تلفات (MR)
W	۱/۲۳±۰/۳۷ ^a	۰/۱۵±۰/۰۵ ^a	۲/۱۳±۰/۰۷ ^a	۱/۲۶±۰/۰۵ ^a	۹۶/۷۵±۰/۱۹ ^a	۳/۲۴±۰/۱۹ ^a
C ₁	۱/۲۱±۰/۰۴ ^b	۰/۱۴±۰/۰۵ ^a	۱/۷±۰/۰۶ ^b	۱/۲۹±۰/۰۴ ^b	۹۴/۳۱±۰/۳۱ ^b	۵/۶۸±۰/۳۱ ^b
C ₂	۱/۲۱±۰/۰۳ ^b	۰/۱۴±۰/۰۴ ^a	۱/۶۳±۰/۰۵۹ ^b	۱/۳۳±۰/۰۳ ^c	۹۰/۲۵±۱/۲۹ ^c	۹/۷۵±۱/۲۹ ^c
C ₃	۱/۲±۰/۰۳۷ ^b	۰/۱۳±۰/۰۳ ^a	۱/۲±۰/۰۴۲ ^c	۱/۳۸±۰/۰۱ ^d	۸۱/۲۵±۰/۵۶ ^d	۱۸/۷۴±۰/۵۶ ^d

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).



نمودار ۱: میانگین افزایش وزنی (گرم) ماهانه ماهیان گروههای مورد بررسی

جدول ۵: میانگین وزنی (\pm انحراف معیار)، تولید و تراکم نهایی برداشت شده گروه‌های مختلف در پایان دوره تحقیق (۱۳۸۷)

گروه	معیار	وزن نهایی (کیلوگرم)	تولید نهایی (کیلوگرم)	تراکم نهایی (مترمربع / کیلوگرم)
شاهد		۴۱۲±۲۴/۶	۱۴۶۱	۳۶/۵
آزمون ۱		۳۲۹±۲۰/۵	۱۱۳۵	۲۸/۴
آزمون ۲		۲۸۹±۱۳/۵	۹۴۱	۲۳/۵
آزمون ۳		۲۳۸±۱۷	۷۱۸	۱۸

بحث

ماهیان آزمایشی تقریباً در دامنه قابل قبولی مدیریت شد (Meade, 1989; Risa & Skjervold, 1975). دامنه (میانگین \pm انحراف معیار) تغییرات اکسیژنی بدست آمده حداکثر $7/93 \pm 0/57$ میلی‌گرم در لیتر برای قسمت ورودی آب گروه شاهد و حداقل $6/1 \pm 0/2$ در خروجی اندازه‌گیری شد که تفاوت معنی‌داری بین کلیه گروه‌های آزمون طی دوره پرورش مشاهده نشد.

میزان مواد تام مواد و قابل رسوب (TSS)، غلظت‌هایی دلخواه برای سلامتی ماهی مشخص نیست، به نظر می‌رسد که مجاورت مستمر ماهیان با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از متغیر فوق حداکثر مقدار قابل تحمل برای اغلب ماهیان باشد. مجاورت چندین ماهه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پروری با ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر TSS باعث بروز آسیب‌هایی مانند پوسیدگی باله و دم به همراه ضایعاتی در آبشش می‌گردد (Redding J) *et al* حضور مواد آلی بیش از حد مجاز باعث افزایش بار میکروبی و کاهش اکسیژن محلول شده که اثرات آن روی باله‌ها شامل: پوسیدگی این اندام‌ها و نیز ضایعات متنوع آبشش است که در نهایت منجر به مرگ ماهیان می‌شود. استفاده مجدد از آب برای پرورش ماهی قزل‌آلا ممکن است منجر به ضایعات و آسیب‌های ناشی از آمونیاک و محصولات جانبی آن یعنی نیتريت و نیترات در ماهیان قزل‌آلا بویژه در آبشش آنها می‌گردد (Blackburn & Clarke, 1990). مکانیسم تأثیر مسمومیت با آمونیاک و نیتريت روی فیزیولوژی ماهیان استخوانی هنوز ناشناخته است، اما ضایعات آبشش ماهیان قزل‌آلا در اثر مسمومیت با آمونیاک دارای مدارک زیادی است. بعلاوه افزایش مصرف اکسیژن، تنفس سریعتر ماهی و جلوگیری از رشد سریع ماهیان قزل‌آلا نیز از اثرات مسمومیت با آمونیاک محسوب می‌گردد و بالاخره کاهش توانایی هموگلوبین گلوبولهای قرمز خون ماهی در انتقال اکسیژن

تراکم ماهی (تراکم بالا) و میزان توده ماهی (ظرفیت حمل آب) معیارهای زیست‌شناختی بسیار مهم و معنی‌دار برای سیستم‌های پرورش متراکم ماهی هستند زیرا معمولاً ملاحظات اقتصادی حکم می‌کنند که حداکثر استفاده از آب و از فضا بعمل آید. در سیستم‌های پرورش متراکم میزان توده زنده که مقدار معینی از جریان آب می‌تواند از آن حمایت کند، معمولاً در درجه اول به سوخت و ساز ماهی بستگی دارد. زیرا میزان سوخت و ساز ماهی، مقدار مصرف اکسیژن و تولید مواد دفعی را تعیین می‌کند. معمولاً نیازهای رفتاری از نظر مقدار فضا، دومین عامل محدود کننده هستند. اگر چه فضا مهم است، اما معمولاً فضای فیزیکی (حجم) در دسترس، عامل محدود کننده رشد نیست بلکه در دسترس بودن آب با کیفیت بالا و میزان جریان مورد نیاز برای فراهم آوردن اکسیژن و رقیق کردن مواد دفعی ناشی از سوخت و ساز در میزان رشد تأثیر دارند. لذا برآورده کردن فاکتورهای کیفی آب مورد نیاز برای تولید از ضروریات مدیریت تولید در سیستم‌های برگشت آب بشمار می‌آید (Wedemeyer, 1996).

در تحقیق حاضر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از جمله درجه حرارت آب با (میانگین \pm انحراف معیار) $12/4 \pm 0/5$ درجه سانتیگراد برای تمامی گروه‌ها در طول دوره پرورش یکسان بود. براساس نتایج بدست آمده در طول دوره تحقیق pH آب بطور متوسط با (میانگین \pm انحراف معیار) $7/3 \pm 0/3$ اندازه‌گیری شد، این موضوع بیانگر این است که آب ماهیان آزمایشی از اسیدیته مطلوبی در کل دوره برخوردار بود (Sedgwick, 1995; Sniesko & Axelord, 1976). برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان حداقل اکسیژن محلول مورد نیاز برابر ۵ میلی‌گرم در لیتر در محل خروجی استخر و میزان اکسیژن مطلوب برای این ماهی ۹ میلی‌گرم در لیتر است لذا با کاربری دستگاه‌های هواده مانع از نوسانات شدید اکسیژن شده و مقدار اکسیژن تامین شده برای

نیز از دیگر عوارض افزایش آمونیاک بیش از حد مجاز است. افزایش آمونیاک در آب دارای اثر مستقیم بروی آبشش ماهیان می‌باشد که پس از طی فرآیندهایی منجر به مرگ ماهیان در اثر نقص در تعادل اسمزی می‌گردد. نیتريت باعث تولید موادی مانند مت هموگلوبین در خون ماهیان می‌گردد (Colt et al., 1991; Viadero et al., 2005). بررسی آماری میزان مواد تام و قابل رسوب، آمونیاک نشان‌دهنده این است که با افزایش جایگزینی آب برگشتی بر میزان این مواد افزوده شده و پیرو وجود آنها مشکلات پرورشی ناشی از آن بطور معنی‌داری بر میزان شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین کمان تاثیرگذار می‌گردد که با نتایج تحقیقات Broussard و همکاران (۱۹۷۶)، Kebus و همکاران (۱۹۹۲)، Mario (۱۹۷۶)، Sniesko و Axelord (۱۹۷۶) و Wedemeyer (۱۹۹۶) مطابقت دارد.

در این تحقیق گروه شاهد با کمینه (میانگین \pm انحراف معیار) مواد تام و قابل رسوب $1/43 \pm 37/136$ و آزمون ۳ با بیشینه (میانگین \pm انحراف معیار) $4/39 \pm 08/314$ نشان‌دهنده روند افزایشی این مواد به‌رغم استفاده از درآم فیلتر (تصفیه کننده فیزیکی آب برگشتی) با چشمه ۵۰ میکرون، حوضچه‌های ترسیب بعد از خروجی و سیفوناژ روزانه آنها با افزایش استفاده از آب برگشتی بطور معنی‌داری در گروه‌های مختلف تحقیق می‌باشد.

از طرفی مقایسه میانگین‌های مربوط به گازهای ازته مندرج در جدول ۳ بیانگر این واقعیت است که هر چند اکسیژن آب توسط سیستم‌های مختلف هوادهی در فازهای متفاوت بطور مطلوبی متوازن نگهداری شد ولی به واسطه استفاده مجدد از آب برگشتی در سیستم چرخشی ازت نیتريت و آمونیاکی بطور معنی‌داری بترتیب افزایش استفاده از آب برگشتی در گروه‌های مختلف تحقیق افزایش یافت.

Blackburn و Clarke (۱۹۹۰) نشان دادند که تراکم ذخیره‌سازی بالا و در حد ۲۵ کیلو گرم در هر مترمکعب، در صورتیکه مقادیر اکسیژن محلول را با تزریق اکسیژن در حد نزدیک به اشباع نگهداریم تاثیری بر رشد و وارد شدن ماهی آزاد کوهوی مرحله صفر به مرحله بچه ماهی رهسپار شونده به دریا ندارد. بنابراین، اگر چه می‌توان مقدار توده زنده تولید شده به ازای واحد حجم آب را با تزریق اکسیژن افزایش داد در مقابل سلامتی، رشد و میزان بقای ماهی الزاما افزایش نمی‌یابد و ممکن

است در بعضی از گونه‌های ماهی کاهش داشته باشد (Hosseinzadeh Sahhafi et al., 2011) باستناد نتایج بدست آمده اثرات نامطلوب این فاکتورها بر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان سبب افزایش معنی‌دار در ضریب تبدیل غذایی، میزان تلفات ماهیان و کاهش معنی‌دار در میزان بازماندگی، ضریب چاقی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان گردید. از آنجائیکه هدف نهایی استفاده از آب برگشتی در راستای افزایش حجم آب برای افزایش تولید می‌باشد لذا مقایسه تولید نهایی و تراکم در واحد سطح نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه شاهد و گروه‌های آزمون بود. بطوریکه با افزایش استفاده از آب برگشتی میزان تولید و متعاقب آن تولید در واحد سطح کاهش معنی‌داری پیدا کرد. مقایسه میانگین افزایش رشد ماهانه گروه‌های مختلف در این تحقیق مبین کاهش معنی‌دار رشد ماهیان گروه‌های آزمون نسبت به گروه شاهد و گروه آزمون ۱ و ۲ با گروه آزمون ۳ بود. در مقایسه همین فاکتور اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمون ۱ و ۲ مشاهده نشد که با یافته‌های Blackburn و Clark (۱۹۹۰) هم‌خوانی داشته و در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان هم مصداق دارد.

جمع‌بندی نتایج بدست آمده مبین آن است که استفاده از آب برگشتی نیازمند محاسبه دقیق و نظارت کارشناسانه آب از لحاظ کنترل فاکتورهای منفی براساس تعیین ظرفیت مطلوب برای دستیابی به تولید معقول و مدیریت صحیح غذادهی می‌باشد (Mcsweeny, 1977). به استناد نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌گردد در صورت راه‌اندازی سخت افزاری تجهیزات مورد نیاز برای راه‌اندازی سیستم نیمه مدار بسته، بکار بردن خوراک با کیفیت، مدیریت صحیح غذادهی و مدیریت بهداشتی مناسب در کنار آن از ضروریات دستیابی به تولید بوده و با رعایت موارد ذکر شده می‌توان حداکثر با ۷۰ درصد آب برگشتی باضافه ۳۰ درصد آب تازه در این سیستم به نتایج تولیدی مناسبی با توجه به افزایش توان تولیدی در واحد سطح دست یافت.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقای فخرالدین فریدی مدیر مزرعه قائم که در اختیار گذاشتن مزرعه و تهیه، تامین تجهیزات و نهاده‌های لازم ما را یاری کردند سپاسگزاری می‌شود. از آقایان دکتر یوسفعلی اسدپور، دکتر یحیی زاده، صابر شیرینی و خانم مهندس ژاله

oxygen. *In: American Fisheries Society Symposium*. Vol. 10. pp.372–385.

FAO., 2002. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome. Italy. 150P.

Harris L.E., 1977. Clarifying bacterial substrates for hatchery water reuse ColoradC' Di'isiOlr of Wildlife Special Report, No.40.

Hosseinzadeh Sahhafi H., Negarestan H., Nafari Yazdi M., Shakouri, M. and Farahani F., 2011. Fluctuation of important chemical parameters in inlet and outlet waters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms with respects to fish growth and production in North-Iran. *Advances in Environmental Biology*. 5: 1150-1155.

Kebus M.J.; andCollinsa, M.T.; Brownfielda M.S.; Amundsonb T.B. and Kebus M.J., Effects of rearing density on the response and growth of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 4:1-6.

Klontz G.W., 1979. Fish for the future: Concepts and methods of intensive aquaculture. Publication University of Idaho,192P.

Mario R.D., 1976. Technical and economic review of the use of reconditioned water in aquaculture. *In: (T.V.R. Piuay and W.A. Dill., eds)*, Alliances ill Aquaculture, pp.508-520.

Mcsweeny D.S., 1977. Intensive culture systems, *In: (J.A. Hansen and H.L. Goodwin eds.)*, Shrimp Prawn Fanni"gill the Western Hemisphere Dowden Hulchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, pp.255-272.

Meade, J.W., 1989. Aquaculture management, Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

Redding J.W.; Schreck C.B. and Everest F.H., 1987. Physiological effects on *coho salmon* and steelhead of exposure to suspended solids.

علیزاده که در انجام مراحل تحقیق همکاری داشتند، تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

منابع

لاوسون، ت.، ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبزیان، وزارت جهاد کشاورزی، شرکت سهامی شیلات ایران، ۵۰۵ صفحه. هدایتی، ع.، ۱۳۸۴. چالش‌ها و فرصت‌های افزایش مصرف. www.iranfisheries.com. تاریخ دسترسی ۲۰ فوریه ۲۰۰۰

Alabaster J.S. and Lloyd R., 1982. Ammonia. *In: Water quality criteria for freshwater fish*. London:Butterworth. pp.85–102.

Blackburn J. and Clarke W., 1990. Lack of density effect on growth and smolt quality in zero-age *coho salmon*. *Aquaculture Engineering*, 9:121-130.

Brinker A.; Koppe, W. and Rosch R., 2005. Optimized effluent treatment by stabilized trout faeces. *Aquaculture*, pp.125-144.

Broussard M.C. and Simco B.A., 1976. High density culture of channel catfish in a recirculation system, *Programme for Fish Culturist*, 38:138-41.

Burrows R.E., 1964. Controlled environments for salmon propagation, *Programme for Fish culture*, 30:123-36.

Chen S.; Stechey D. and Malone R.F., 1994. Suspended solids control in recirculating aquaculture systems. *In: (M.B. Timmons & T.M. Losordo eds.)*, *Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management*. Elsevier, New York, USA. pp.61-100.

Colt J., 1986. Gas supersaturation-impact on the design and operation of aquatic systems. *Aquacultural Engineering*, 5:49-85.

Colt J.E. ; Orwicz K. and Bouk G.L., 1991. Water quality considerations and criteria for high-density fish culture with supplemental

Transaction of American Fisheries Society., pp.737-744.

Risa S. and Skjervold H., 1975. Water reuse system for small production, *Aquaculture*, Vol.6, pp.191-195.

Ruohonen K.; Vielma J. and Grove D.J., 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout fed low-fat herring or dry pellets. *Aquaculture*, 165:111-121.

Sedgwick S.D., 1995. Trout Farming Handbook by fishing news books in oxford, Cambridge. 164P.

Siddal J., 1974. Studies of closed marine culture systems, *Programme Fisk Culturist*, 36:8-15.

Sniesko S.F. and Axelord, H.R., 1976. Diseases of fish. Vol. 5. Environmental stress and fish diseases. T.F.H Publication. Nepton City. USA.

Turchini G.M.; Mentasti T.; Froyland L.; Orban E.; Caprino F.; Moretti V.M. and Valfre F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout. *Aquaculture*. pp.251-267.

Viadero R.C.; Cunningham J.H.; Semmens K.J. and Tierney A.E., 2005. Effluent and production impacts of flow-through aquaculture operations in West Virginia., 3red ed., *Aqua Engineering, Virginia*. pp.258-270.

Wedemeyer G.A., 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman and Hall, NewYork, USA. 232P .

Effect of reused water on growth index and survival rate of the Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Nekuie Fard A. ^{(1)*}; Hossainzadeh Sahhafi H. ⁽²⁾; Motalebi A.A. ⁽³⁾;
Rastiannassab A.H. ⁽⁴⁾; Azadikhah D. ⁽⁵⁾; Mostafazadeh B. ⁽⁶⁾

dr.nekuiefard@gmail.com

1,6-Artemia research Center, P.O.Box: 368 Uremia, Iran

2,3-Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

4-Cold water Fishes Genetic Research Center, P.O.Box: 75914-385 Yasoj, Iran

3-Faculty of veterinary, Isalmic Azad University Uremia Branch, Uremia, Iran

Received: October 2011

Accepted: August 2012

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, reused water, growth index

Abstract

This research was carried out to determine water reuse effects on growth indices of rainbow trout. For this reason 4 groups including: Control (with use of 100% fresh water), Test 1(rearing with use of 30% recycled water (with physical filtration and 10% fresh water), Test 2 (using of 10% recycled water (with physical filtration and 30% fresh water), Test 3(using of 100% recycled water) was done. Fish stock of each groups were done with 62 fish in each square meter and average (\pm SD) weight (15 ± 1.5). The Growth index, SGR, CF, FCR, SR between different groups in each month was calculated and determined. In this research comparing the average of monthly growth increasment between different groups indicated that significant decrease of growth in test groups with control group as well as groups 1 and 2 with 3 groups. There were no significant differences in this factor between groups 1 and 2. FCR, SR and MR showed a significant difference between different groups. These results showed with increasing the replacement of water in rainbow trout culture ponds with recycled water cased significant decrease in SR and CF and significant increase in MR and finally decrease in production and density per unit area.

*Corresponding author