دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

سال تولید؛ دانش بنیان، اشتغال آفرین

ISC

سومین همایش ملی علوم زیستی دریای مکران

کد مقاله: 33685

عنوان مقاله:

مقایسه بازماندگی و رشد قزل آلای رنگین کمان در طراحی جدیدی از استخرهای آبراهه ای با استخرهای آبراهه ای متداول

نویسندگان مقاله :

سعید زاهدی

بدین وسیله گواهی می شود مقاله با مشخصات فوق در سومین همایش ملی علوم زیستی دریای مکران که در تاریخ ۳۰ لغایت ۳۱ خرداد ماه ۱۴۰۱ توسط دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار برگزار شد ارائه گردید.

دکتر منصور کیانی مقدم
رئیس دانشگاه و رئیس همایش

دکتر علی طاهری
دبیر علمی همایش

3rd National Conference on Biological Sciences of Makoran Sea

توسعه پایدار توسعه جامع دریا محور

مقایسه بازماندگی و رشد قزل‌آلای رنگین کمان در طراحی جدیدی از استخرهای آبراهه‌ای با استخرهای آبراهه‌ای متداول

سعید زاهدی

استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
Email: saeedzahedi@um.ac.ir

چکیده:

طراحی استخرهای پرورشی یکی از نکات مهم در احداث مزارع پرورش آبزیان است. طراحی مناسب استخرهایی با ویژگیهای جدید، می‌تواند به بهبود امر تولید کمک نموده و چالشهای پرورشی را کاهش دهد. در این تحقیق، طراحی جدیدی برای تغییر نحوه ورود و خروج آب به استخرهای مستطیلی به جهت بهبود خودپالایی و نیز، افزایش رشد ماهی ارایه و در سال ۱۳۹۷ اجراء گردید. هدف از این مطالعه، بررسی کارایی این طراحی جدید بر بازماندگی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، در مقایسه با طراحی متداول استخرهای آبراهه‌ای است. به‌همین منظور، ماهی قزل آلای پرواری با وزن متوسط ۱۵ ± ۷۲۰ گرم و با تراکم ۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب در طراحی جدید و یکی از استخرهای مستطیلی مرکز با طراحی متداول، نگهداری و مقایسه گردید. نتایج حاصله، هیچ گونه اختلاف معنی‌داری را در بازماندگی ماهیان طی دوره مطالعه نشان نداد. طراحی جدید، افزایش معنی‌دار وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و افزایش وزن روزانه ماهیان را موجب شد. همچنین، ضریب تبدیل غذایی کاهش معنی‌داری را طی دوره دو ماهه در استخر جدید نشان داد. با توجه به نتایج حاصله طی این مطالعه، انجام مطالعات تکمیلی لازم پیرامون سایر جنبه های فنی چنین طرحهایی در استخرهای آبراهه‌ای کشور توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: *O. mykiss*، استخرهای آبراهه‌ای، بازماندگی، رشد

۱. مقدمه

استخرهای آبراهه‌ای از ابتدا برای پرورش آزادماهیان ساخته شده‌اند. در این نوع استخرها، آب از یکطرف به استخر وارد شده و از طرف دیگر از آن خارج می‌شود که در حقیقت، نوعی سیستم باز تلقی می‌شود (Timmons *et al*., 2018). استخرهای آبراهه‌ای به‌جهت استفاده بهتر از فضا، امکان دسترسی راحت، ساخت ساده و انجام رقم‌بندی آسان، از محبوبیت بالایی در سطح جهان برخوردار می‌باشند (Westers and Lossordo, 1994).

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که طراحی استخرهای آبراهه‌ای، بی اشکال نبوده و این نوع از استخرها، دارای معایب متعددی می‌باشند. استخرهای آبراهه‌ای به جریان بالای آب برای حفظ کیفیت آب درون خود نیاز دارند تا رشد ماهی در آنها دچار اخلال نگردد. همچنین، چون آب در آنها از یک سمت وارد و از سمت دیگر خارج می‌شود، اختلاط با آب پشت سر، در حداقل خود قرار دارد. در نتیجه، بالاترین کیفیت آب در قسمت ابتدای استخرها وجود دارد و ضمن حرکت آب از سمت ورودی به خروجی، کیفیت آن کاهش می یابد (Summerfelt *et al*., 2001). همچنین، طی غذادهی، در استخرهای آبراهه‌ای، ماهیان به سمت غذاده‌ها هجوم آورده و لذا، توزیع یکسان خوراک در سرتاسر آن به نسبت استخرهای گرد کار مشکلتری است (Lossordo and Westers, 1994). اما بزرگترین اشکال این نوع از استخرها، توان پایین خودپالایی آنهاست که نیاز به شست و شوی بالای استخرها را اجتناب ناپذیر می‌کند (Lossordo and Westers, 1994). همین موضوع، استفاده از آب برگشتی در استخرهای آبراهه ای را بویژه در سیستمهای بازگردشی ناقص (جزئی) یا در اصطلاح آب برگشتی که چرخه تصفیه آب ناقص است، با تردیدهایی روبرو ساخته است (Summerfelt *et al*., 2001).

با توجه به وسعت بالای استخرهای آبراهه‌ای در جهان و ایران، امروزه تلاشهای زیادی توسط مهندسین آبزی-پروری برای رفع نواقص این نوع از استخرها صورت پذیرفته تا بتوانند از ظرفیت بالای آنها در جهت افزایش تولید و نیز، در سیستمهای دارای آب برگشتی استفاده کنند (Timmons *et al*., 2018). تغییرات اعمال شده در ساختار این استخرها در ایران، طی سالهای اخیر نیز تا حدی موید این مطلب است. بعنوان نمونه، می‌توان به افزایش عمق استخرهای آبراهه‌ای در بیشتر نقاط کشور و یا تغییر نسبت ابعادی کلاسیک آنها (۱ به ۱۰ به ۰,۳) اشاره نمود. در همین راستا، ایده‌های متنوعی در جهت اصلاح ساختار استخرهای آبراهه‌ای صورت گرفته است که ساخت (یا اصلاح استخرهای موجود) استخرهای آبراهه‌ای دارای سلولهای به هم پیوسته[1] یکی از آنهاست (Timmons *at al*., 2018). در حقیقت در این نوع طراحی، از مزایای گردش آب و خودپالایی حاصله از این نوع حرکت آب، بهره جسته می‌شود. نکته‌ای که نباید از نظر دور داشت این است که هزینه پمپاژ در چنین سیستمهایی بالا بوده و نیز گردش بالای آب، قطعا موجب افزایش هزینه‌های متابولیکی در ماهیان پرورشی می‌شود.

انرژی لازم برای حفظ بردار حرکتی ذرات جامد معلق در استخرهای آبراهه‌ای و کمک به خروج آنها از استخر، با میزان بالای آب ورودی به این نوع از استخرها، تامین می‌شود. به‌همین جهت، زمان ماند هیدرولیکی[2] استخرهای آبراهه‌ای در حد چند دقیقه توصیه شده است (Lossordo and Westers, 1994). ورود حجم بالایی از آب به استخر، انرژی لازمه برای شنا کردن ماهی بر خلاف جریان آب را می‌افزاید. از طرف دیگر، استفاده از هواده‌های عمودی متداول در

[1] Mixed-cell raceways
[2] Hydraulic retention time

کشور (همچون هواده های قارچی)، جریان خطی آب درون استخر را بر هم زده و مشکل خودپالایی استخرهای آبراهه‌ای را تشدید می‌کند. به‌همین جهت، ایده ارایه طراحی جدیدی که در آن، ذرات جامد معلق در ستون آب، فاصله کمتر و درنتیجه، انرژی کمتری را برای خروج از استخر لازم داشته باشد، ضروری به نظر می‌رسید. درنتیجه، در طراحی جدید، جریان آب ورودی از دو طرف متقابل برای کاهش سرعت آب و نیز، تعبیه خروجیهای اصلی در وسط استخر، برای کوتاه نمودن مسیر حرکت ذرات معلق، در نظر گرفته شد.

بررسیهای میدانه‌ای توسط نگارنده نشان می‌دهد که میزان رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی (با ایجاد تغییراتی در ساختار استخرهای ذخیره آب کشاورزی) که سرعت کمتر آب و زماند ماند هیدرولیکی بالا (۱ تا ۲ شبانه روز) دارند، بالاتر و ضریب تبدیل غذایی آنها در مقایسه با استخرهای آبراهه‌ای پایین‌تر است (زاهدی، منتشر نشده). هرچند که دلایل بسیار متعددی را می‌توان برای رشد بالاتر ماهی در استخرهای دومنظوره در مقایسه با استخرهای آبراهه‌ای بیان نمود که شاید مهمترین آن، نوسانات کمتر دمای آب در استخرهای دومنظوره باشد، اما قطعا نیازمندیهای انرژیکی کمتر در استخرهای دومنظوره نبایستی از نظر دور نگه داشته شود. باتوجه به ضرورت حرکت به سمت طراحیهایی با کارایی بالاتر و پاسخ به دغدغه‌های منطقی تولیدکنندگان پیرامون خودپالایی پایین استخرهای آبراهه‌ای به نسبت استخرهای دایره‌ای یا چندوجهی، این مطالعه به بررسی طراحی جدیدی از استخرهای آبراهه‌ای مستطیلی شکل بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌پردازد. هدف از تحقیق حاضر، مقایسه این طراحی جدید برای استخرهای آبراهه‌ای مستطیلی دارای سیستم باز (۱۰۰٪ آب ورودی تازه و دارای دو جریان ورودی متقابل) با یک سیستم استخرهای آبراهه‌ای متداول (۱۰۰٪ آب ورودی تازه و دارای جریان خطی آب از سمت ورودی به سمت خروجی) در شرایط تراکم نگهداری و تراکم بارگذاری یکسان و در محیط کارگاهی، بر زنده‌مانی و برخی از پارامترهای رشدی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی می‌باشد.

۲. مواد و روش ها

۲. ۱. طراحی و مکان اجراء

طراحی پروژه و تهیه نقشه اجرایی، در خردادماه سال ۱۳۹۷ انجام و در شهریور همانسال، عملیات احداث استخر در مرکز حدواسط و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان صدف (روستای حصار، بخش بایگ، شهرستان تربت حیدریه، خراسان رضوی) شروع که ظرف مدت دوماه به اتمام رسید. برای این منظور، یک استخر مستطیلی به ابعاد ۲×۷×۳۴ (متر) با آجر و ملات، با آستر و نرمه سیمانی ساخته شد که برای سهولت در این مطالعه، این استخر مستطیلی دارای طراحی جدید، به اختصار استخر جدید نامیده می‌شود. در این طراحی، بجای تعبیه ورودیهای آب در یک عرض از مستطیل و تعبیه خروجی آن در ضلع مقابل (عرض روبرو)، ورود آب از هر دو سمت (روی هر دو عرض مستطیل و بصورت متقابل به هم) انجام می‌شد. در اینجا، دو خروجی برای استخر جدید در نظر گرفته شده بود که هر دو دقیقا در وسط استخر قرار داشتند و فاصله یکسانی با دیواره عرضی طرفین داشتند. همچنین، هر دو خروجی، فاصله یکسانی با یکدیگر و با دیواره‌های طولی استخر داشتند. تعبیه دو خروجی در کف، با جوش دادن زانوی پلی اتیلن ۹۰ درجه شماره ۲۵۰ به لوله پلی اتیلن شماره ۲۵۰ خوابانده شده در کف (در داخل شفته آهک کف استخر) درست شده بودند که تنها از یک سمت (دیواره عرضی شرقی) به زهکش اصلی مزرعه راه داشت. انتهای لوله پلی اتیلن در زهکش مرکزی، متصل

به سه راهی پلی اتیلن، شیرفلکه و لوله تنظیم سطح آب بود. همچنین، بجای اعمال شیب ۲ تا ۵ ٪ از سمت ورودی به خروجی که معمول استخرهای آبراهه‌ای می‌باشد، یک شیب کف ۵٪ از سمت هر دو دیواره های عرضی به مرکز استخر رعایت شد به نحویکه گودترین نقطه استخر جدید، وسط آن (بالای لوله های خروجی) بود (شکل شماره ۱).

۲. ۲. طراحی آزمایش

آزمایش در فروردین سال ۱۳۹۹ و پس از تجربه رشد بالاتر ماهی در استخر جدید در مقایسه با سایر استخرهای مستطیلی مجموعه انجام شد. به این منظور، تعداد ۳۵۰۰ قطعه قزل‌آلای رنگین کمان جوان تمام ماده (آکوالند فرانسه، با میانگین وزنی ۱۵ ± ۷۲۰ گرم) از یکی از استخرهای آبراهه‌ای مجموعه به استخر جدید و نیز تعداد ۲۰۰۰ قطعه دیگر به یکی از استخرهای فاقد ماهی مزرعه که به اختصار استخر قدیم (به ابعاد ۱,۲×۶×۲۵ متر) نامیده می‌شود، منتقل گردید. تراکم نگهداری ابتدایی در هر دو استخر قدیم و جدید به میزان یکسان و در حدود ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب بود. با توجه به وزن انفرادی و زی‌توده بالای ماهیان، وزن کشی با استفاده از باسکول دیجیتال با دقت ۲۰ گرم انجام شد که در هر بار توزین، حدود ۲۰ الی ۳۰ کیلوگرم ماهی توزین می‌شد. بعد از گذشت دو روز، در هر دو استخر، سه واحد آزمایشی با استفاده از تورکشی با تور پلاستیکی مشبک (لانه زنبوری) تعریف و تراکم نگهداری فقط در درون این واحدها به ۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب (۴۰ قطعه ماهی پرواری) رسانیده شد. لازم به ذکر است که هدف از اعمال چنین تراکمی، کاهش حداکثری اثر تراکم نگهداری بر رشد ماهی بود (Zahedi *et al*., 2019). هوادهی هر دو استخر با استفاده از دو عدد هواده عمودی (از نوع هواده قارچی) بود که عمده هوادهی مجموعه صدف با استفاده از این نوع از هواده ها انجام می‌شد. میزان آب ورودی استخر قدیم و جدید به ترتیب ۶ و ۱۰ لیتر بر ثانیه بود که از آب تازه ورودی مزرعه تامین می‌شد. در چنین حالتی، تراکم بارگذاری در حد ۰,۲۴ لیتر بر دقیقه به ازای هرکیلوگرم ماهی و زمان ماند هیدرولیکی نزدیک ۷ ساعت بود. با توجه به تفاوت عمق مفید دو استخر، میزان آبگیری در استخر جدید به میزان ۵۰٪ انجام تا از نظر عمق نیز تفاوتی بین دو استخر وجود نداشته باشد و هر دو استخر در حدود یک متر آبگیری شدند (جدول ۱).

۲. ۳. شرایط نگهداری

نگهداری ماهیان پرواری در درون استخر قدیم و جدید در محیط غیرمسقف انجام شد. طی دوره دوماهه آزمایش، با توجه به گرم بودن هوا و برای جلوگیری از آلودگی با انگلهای جلدی، دو مرتبه عملیات ضدعفونی با استفاده از فرمالین ۳۷٪ (شرکت سینا توزین، ایران) و بصورت حمام یکساعته با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر انجام شد. شست و شوی استخرها هفته‌ای دو مرتبه انجام می‌شد. غذادهی با استفاده از خوراک اکسترود شناور شرکت بتا (کرج، ایران) و به میزان ۱,۸٪ و دو مرتبه در روز (ساعت ۸ صبح و ۶ عصر) انجام می‌شد. طی دوره آزمایش میزان غذادهی، هر هفته یکبار، با انجام زیست‌سنجی اصلاح می‌شد. آب ورودی هر دو استخر از آب چشمه (با درجه حرارت ۱۳,۵ درجه سانتی گراد، پی‌اچ ۷,۲، هدایت الکتریکی ۷۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و اکسیژن ۷,۱ میلیگرم بر لیتر) کارگاه تأمین می‌شد که قبل ورود به استخرها، با استفاده از برجک هوادهی دومتری و پمپ ونچوری مورد هوادهی و تهویه قرار می‌گرفت.

۲. ۴. نمونه برداری

مرگ و میر ماهیان به طور روزانه ثبت میگردید. پس از ۶۰ روز غذادهی، نمونه‌برداری از ماهیان تنها یکبار و با قطع غذای ۴۸ ساعته در روز ۶۲ ام از آغاز آزمایش، در ساعت ۹ صبح و با توزین انفرادی ماهیان هر تکرار انجام شد. میانگین حسابی وزن نهایی محاسبه گردید. نرخ بقا، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، نرخ رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی با استفاده از فرمولهای زیر انجام شد:

۱۰۰ × تعداد اولیه ماهیان / تعداد نهایی ماهیان = نرخ بقا

۱۰۰ × وزن اولیه / (وزن اولیه – وزن نهایی) = درصد افزایش وزن

۱۰۰ × تعداد روزهای پرورش / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه – لگاریتم طبیعی وزن نهایی) = نرخ رشد ویژه

تعداد روز / (وزن اولیه – وزن نهایی) = افزایش وزن روزانه

تفاضل وزن نهایی و وزن اولیه / غذای مصرف شده = ضریب تبدیل غذایی

۲. ۵. آنالیز آماری

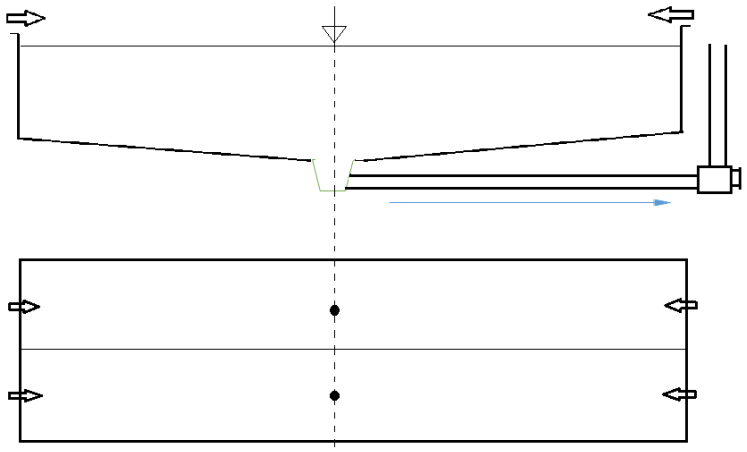
میانگین داده‌های حاصله برای نمونه‌های آب و پارامترهای رشدی با استفاده از آزمون z مورد مقایسه قرار گرفت. داده‌های آزمایش به صورت خطای استاندارد ± میانگین نشان داده شد. برای پردازش داده‌ها از نرم افزار اکسل و جهت انجام آنالیز و مقایسه میانگینها از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد.

۳. یافته ها

طی دوره آزمایش، اختلاف معنی‌داری در درجه حرارت، پی‌اچ، هدایت الکتریکی و اکسیژن آب بین دو استخر قدیم و جدید مشاهده نشد. نتایج حاصله از مقایسه اثر دو نوع استخر پرورشی بر بازماندگی و پارامترهای رشدی قزل آلای رنگین کمان در جدول ۲ بیان شده است. در هر دو نوع استخر مورد آزمون، هیچ گونه تلفاتی در تیمارها مشاهده نگردید و میزان بازماندگی در هر دو تیمار ۱۰۰٪ بود. همچنین، میانگین وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و افزایش وزن روزانه افزایش معنی‌داری را در استخر جدید در مقایسه با استخر قدیم نشان داد ($p < 0.05$)، بطوریکه مقادیر آنها به ترتیب،۱,۲۲، ۱,۵۲، ۱,۳۸و ۱,۵۲ برابر در استخر جدید در مقایسه با استخر قدیم بالاتر بود. بعلاوه، کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی ماهیان در استخر جدید در مقایسه با استخر قدیم مشاهده گردید ($p < 0.05$).

جدول ۱ : ویژگی دو استخر مورد استفاده در مطالعه

نوع استخر	حجم آبگیری (m^3)	تراکم نگهداری (Kg/m^3)	تراکم نگهداری تیمارهای آزمایشی (Kg/m^3)	تراکم بارگذاری (L/min/Kgfish)
استخر جدید	۲۵۰	۱۰	۱۵	۰,۲۴
استخر قدیم	۱۵۰	۱۰	۱۵	۰,۲۴



شکل ۱ : تصویر شماتیک استخر آبراهه‌ای مستطیلی با طراحی جدید، ساخته شده در مزرعه پرورش ماهی صدف، شهرستان تربت حیدریه، خراسان رضوی (GPS: N:58.50.09, E: 35.23.29)

جدول ۲- نرخ بقا (٪)، وزن گیری یا درصد افزایش وزن (٪)، نرخ رشد ویژه (٪)، افزایش وزن روزانه (گرم) و ضریب تبدیل غذایی قزل آلای رنگین کمان پرواری پرورش یافته در استخر قدیم و جدید (خطای استاندارد± میانگین)

نوع استخر	نرخ بازماندگی(٪)	میانگین وزن اولیه (گرم)	میانگین وزن نهایی (گرم)	درصد افزایش وزن	نرخ رشد ویژه	افزایش وزن روزانه (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
قدیم	۱۰۰	۷۲۰ ± ۳,۸	۱۲۱۵,۹ ± ۷,۳۸	۶۹,۵ ± ۱,۴	۰,۸۷ ± ۰,۰۱	۸,۲۶ ± ۰,۱۴	۱,۲۲
جدید	۱۰۰	۷۲۲,۲ ± ۳,۹	۱۴۷۸,۸ ± ۸,۳*	۱۰۵,۷ ±۱,۸ *	۱,۲ ± ۰,۰۱ *	۱۲,۶ ± ۰,۱۷ *	۱,۱*

۴. بحث

وجود تعداد بالایی از استخرهای آبراهه‌ای در کشور، ضرورت اصلاح این نوع از استخرها را با انجام تغییراتی به منظور بهبود عملکرد آنها و کاهش معایب موجود افزایش می‌دهد. در اینجا، هدف از طراحی استخر آبراهه‌ای با جریان متقابل، بهره جستن از خودپالایی بهتر به جهت کوچکتر بودن مسافت لازم برای خروج مواد معلق جامد، کاهش نیاز به آب ورودی با استفاده از مکش بالای آب در خروجی مرکزی، کاهش سرعت آب و حذف شیب کاهش کیفیت آب (از سمت ورودی به خروجی) به قصد ایجاد محیط همگن‌تر می‌باشد. همانطور که انتظار می‌رفت، این نوع از طراحی بهبود عملکرد رشد ماهی را در پی داشت.

در این مطالعه، تفاوتی در میزان بقاء ماهیان قزل آلای رنگین کمان جوان مشاهده نشد که البته از دو دیدگاه این موضوع قابل بحث است. اول، اندازه ماهی مورد استفاده در آزمایش که در این اندازه، ماهی قزل آلای رنگین کمان از مقاومت بالاتری برخوردار بوده و به‌راحتی می‌تواند استرسهای کوچک عملیات پرورشی را تحمل نماید. دوم انجام واکسیناسیون ماهیان موجود در مزرعه است که این آزمایش، دقیقا ۲۰ روز پس از انجام واکسیناسیون تزریقی (با استفاده

از واکسن دوگانه استرپتوکوکوزیس، لاکتوکوکوزیس و اتوواکسن یرسینیوزیس، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران) انجام شد.

بهبود پارامترهای رشدی ماهیان پرواری طی دو ماه نگهداری آنها در استخر جدید در مقایسه با استخر قدیم مشهود بود. با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب دو استخر (درجه حرارت، پی اچ، هدایت الکتریکی و اکسیژن) و نیز بکارگیری تعداد برابر هواده عمودی (جهت تهویه آب از دی اکسید کربن و هوادهی)، تفاوت معنی‌دار رشد ماهیان می‌تواند مرتبط با اثر طراحی باشد. البته در اینجا، اندازه‌گیری برخی از فاکتورهای دیگر آب من‌جمله ذرات معلق جامد، نیتروژن آمونیاکی و ... انجام نشد که می‌تواند بر نتایج حاصله موثر باشد. ذوقی شلمانی و خلیلی میزان رشد ماهی قزل‌آلا را در استخرهای هشت ضلعی و کانالهای دراز مورد مقایسه قرار دادند. در مطالعه آنها، ضریب تبدیل غذایی در استخرهای هشت ضلعی به طور معنی‌داری بیشتر از کانالهای دراز بود ولی ضریب رشد ویژه و تولید با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و مدت زمان رسیدن به وزن برداشت (۴۱۶ گرم) در استخرهای هشت ضلعی به دلیل بیشتر بودن ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بیشتر، کوتاهتر از کانالهای دراز بود (نقل شده از گندمکار و همکاران، ۱۳۹۸). یکی از بهترین مطالعاتی که در کشور پیرامون اثر طراحی بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انجام شد، مطالعه گندمکار و همکاران (۱۳۹۸) بود که طراحی جدیدی از استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی و استخرهای دراز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی میتواند به عنوان جایگزین استخرهای دراز جهت پرورش متراکم ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، مقایسه رشد بچه ماهی آزاد شینوک در استخرهای فاسترلوکاس و گرد، نشان داد که در هر دو سیستم پرورش، نرخ رشد قابل مقایسه می باشد (Palmer *et al*., 1952).

۵. نتیجه گیری

نتایج ارایه شده در این تحقیق، بر اساس مقایسه رشد در دو نوع استخر پرورشی می‌باشد که با انجام تغییراتی در طراحی، افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی حاصل شد. با توجه به تکرار نتایج مشابه در مزرعه مذکور، اصلاح طراحی استخرهای آبراهه‌ای در کشور به این شیوه می‌تواند نویدبخش باشد. هرچند که هنوز جنبه های زیادی از این نوع طراحی بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

گندمکار، ح.، راستیان نسب، ا.، مهدوی جهان آباد، ج.، کریمی، ح. ۱۳۹۸. مقایسه برخی از پارامترهای رشد در پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در طراحی جدیدی از استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی فاستر لوکاس و استخرهای دراز

Losordo, T.M., & Westers, H. (1994). System carrying capacity and flow estimation. *Developments in aquaculture and fisheries science*, 27, 9-60

Palmer, D.D., Newman, H.W., Azevedo, R.L., & Burrows, R.E. (1952). Comparison of the growth rates of Chinook salmon fingerlings reared in circular tanks and Foster-Lucas ponds. *The Progressive Fish-Culturist*. 14, 122-124

Summerfelt, S.T., Bebak-Williams, J., & Tsukuda, S.C.O.T.T. (2001). Controlled systems: water reuse and recirculation. In G, Wedermeyer (Ed.). *Fish Hatchery Management* (2nd ed., pp. 285-395). Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Timmons, M.B., Guerdat, T., Vinci, B.J. (Ed.). (2018). *Recirculating Aquaculture* (4th ed.). Ithaca, Ithaca: Publishing Company.

Zahedi, S., Akbarzadeh, A., Mehrzad, J., Noori, A., & Harsij, M., 2019. Effect of stocking density on growth performance, plasma biochemistry and muscle gene expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 498, 271-278

A comparison of survival and growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under a new design for raceway and a conventional raceway

Zahedi, S.
Assistant Prof. of Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
Email : saeedzahedi@um.ac.ir

ABSTRACT

The design of fish culture tanks is one of the most important points in the construction of farms. Proper design with new features can improve production and also, reduce culture challenges. In this study, a new design was presented and implemented to change the way that water enters and exits rectangular tanks to improve its self-cleaning and to increase fish growth. The aim of the present study was to investigate the effectiveness of this new design on the survival and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) compared to the conventional raceways. All-female rainbow trout (average weight of 720±15 gr and a stocking density of 15 kg/m^3) were maintained in both the new design and one of the rectangular tanks in the selected farm for 2 months. The results did not show any significant difference in fish survival during experimentation. The new design resulted in significant increases in fish final weight, weight gain, specific growth rate and daily growth rate. Also, feed conversion ratio showed a significant decrease during a two-month period in the new design tank. According to the obtained results, it is recommended to carry out the necessary additional studies on such improvements in the country's raceways for further improvements.

KEYWORDS: *O. mykiss*, raceways, survival, growth