Archive of SID

مقایسه برخی پارامترهای رشد در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در طراحی جدیدی از استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی فاستر لوکاس (Foster Locus) و استخرهای دراز

- **حبیب‌الله گندمکار***: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران
- **ابوالحسن راستیان‌نسب**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران
- **جواد مهدوی‌جهان‌آباد**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران
- **حامد کریمی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ١٣٩٧ تاریخ پذیرش: آذر ١٣٩٧

چکیده

پرورش متراکم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌روش‌های گوناگونی صورت می‌پذیرد. هدف از اجرای این تحقیق، مقایسه شاخص‌های رشد و سلامت ماهی در طراحی جدید از استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی و استخرهای دراز در شرایط یکسان می‌باشد. در این تحقیق از هر یک از دو نوع استخر سه نمونه ساخته شد. استخرها با ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن متوسط٥±٤٠ گرم ماهی‌دار شدند. تراکم ذخیره‌سازی ١٢٠ قطعه ماهی در مترمکعب درنظر گرفته شد. در طول دوره مطالعه، تغذیه ماهیان با استفاده از غذای تجاری چینه به‌مدت ١٠ ماه با درنظر گرفتن دمای آب و وزن ماهی به‌میزان ١/٣ درصد زی‌توده انجام شد. براساس نتایج، طی دوره آزمایش بازماندگی ماهیان در هر دو سیستم استخرهای فاسترلوکاس و استخرهای دراز و به‌ترتیب ٩٨/٠٥ و ٩٧/٣٩ بود. هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد بین دو سیستم پرورشی مشاهده نشد (P≥٠/٠٥). با این وجود، میزان افزایش رشد در استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی اندکی بیش‌تر از استخرهای دراز بود (P≥٠/٠٥). میانگین فاکتورهای کیفی آب ازجمله اکسیژن محلول و پی اچ در استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی در دامنه مطلوب جهت پرورش ماهی قزل‌آلا بوده و فاقد تفاوت معنی دار (P≥٠/٠٥) با میانگین فاکتورهای مذکور در استخرهای دراز بود. نتایج تاییدکننده این مطلب هستند که در صورت حفظ شرایط کیفی آب در محدوده مناسب، استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی می‌تواند به‌عنوان جایگزین استخرهای دراز جهت پرورش متراکم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، پرورش ماهی، استخر فاستر لوکاس، استخر بیضی شکل با جریان دورانی، استخر دراز

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: gandomkar.habib@gmail.com

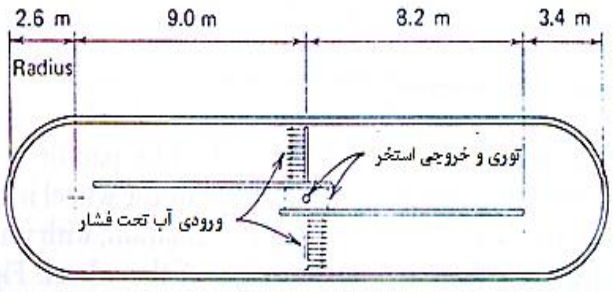
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

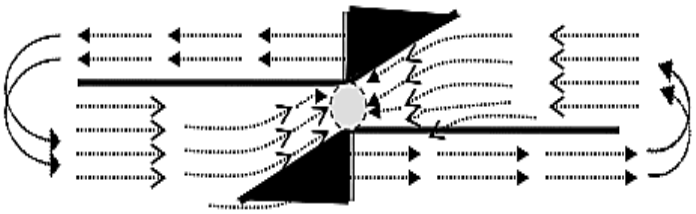
تامین نهاده‌های مزارع پرورشی و بهینه‌سازی شرایط پرورش همواره از محدودیت‌های صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌گردد. بنابراین استفاده از روش‌های نوین در تولید محصولات دامی، زراعی و صنعتی در همه کشورها به‌منظور بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود و افزایش تولید، از دیرباز مدنظر محققان وکارشناسان بوده است. لذا لازم است تولید ماهی در سیستم‌های جدید از جمله استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی (Fuster-lucas) مورد بررسی قرار گیرد. پرورش ماهی در استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی به‌دلیل صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی، تسهیل خروج فضولات از استخر، تنظیم و توزیع سرعت جریان آب در نقاط مختلف استخر و صرفه‌جویی در میزان انرژی مصرفی ماهی و به تبع آن بهبود شرایط رشد و نمو ماهی از دیرباز مورد توجه سایر کشورهای مطرح در امر آبزی‌پروری بوده است (فرزانفر، ۱۳۸۴؛ Weaton، ۱۹۹۶؛ Pennel و Barton، ۱۹۷۷). در این بررسی، میزان تولید و برخی پارامترهای رشد ماهی برای دو نوع استخر پرورشی بیضی شکل با جریان دورانی (دیواره شیب‌دار) و استخرهای دراز (Race way)، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی: این گونه استخرها با نام فاستر- لوکاس معروفند. در طراحی اخیر که می‌تواند در کانال‌های دراز با طول بیش از ۲۰ متر اجرا گردد، اضلاع کوچک مستطیل استخرهای درازحذف و با ایجاد ضلع مورب در آن‌ها، مخزن نگه‌داری ماهی به یک بیضی بزرگ تبدیل می‌گردد. دو دیواره بریده در بخشی از طول استخر قرار گرفته و یک خروجی مرکزی مدور با قطر کافی در فاصله‌ای مساوی در بین دو دیواره قرار می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱: طراحی یک استخر فاستر-لوکاس (Wheaton، ۱۹۷۷)

موازی سوراخ‌دار در عرض هر دو جهت نیمه طولی استخر و از نزدیک کف بستر تا مجاورت سطح آب، به‌داخل استخر تزریق می‌گردد. وضعیت و جهت جریان آب در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار در شکل ۱ مشخص شده است. براساس این تصویر، جهت پیکان‌های جریان آب در ناحیه پشتی نیمه دیواره‌ها به‌صورت نامنظم بوده، از این رو، جهت هدایت مواد معلق و رسوبی بطرف خروجی به‌خوبی صورت نمی‌پذیرد. با توجه به بی‌نظمی جریان در برخی از نقاط استخرهای مدل فاستر- لوکاس، گنجاندن یک دیواره شیب‌دار در پشت خط محور افقی ورودی‌ها، می‌تواند در بهبود جهت جریان آب موثر باشد (شکل ۲).



شکل ۲: روش پیشنهادی جهت اصلاح استخرهای مدل فاستر-لوکاس (فرزانفر، ۱۳۸۴)

مواد و روش‌ها

مکان و زمان اجرای پروژه: این پروژه در سال ۱۳۸۹ برای اولین‌بار در ایران در مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج اجراء گردید.

طراحی سیستم پرورشی: برای این منظور از دو نوع استخر پرورشی شامل استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی با ابعاد ۲×۴×۱۱ (متر) و استخر دراز با ابعاد ۲×۴×۱۱ (متر) استفاده شد و از هر نوع استخر، سه عدد ساخته شد (جدول ۱).

جدول ۱: ویژگی‌های دو سیستم پرورشی

نوع سیستم پرورش	حجم آبگیری (متر مکعب)	تراکم در واحد حجم	نوع تیمار با تکرار
استخر دراز	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	A1
استخر دراز	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	A2
استخر دراز	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	A3
استخر بیضی شکل با جریان دورانی (فاستر لوکاس)	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	B1
استخر بیضی شکل با جریان دورانی (فاستر لوکاس)	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	B2
استخر بیضی شکل با جریان دورانی (فاستر لوکاس)	۲۶۴	۱۲۰ n/m^3	B3

تهیه بچه‌ماهیان موردنیاز: تعداد ۲۴۰۰۰ عدد بچه‌ماهی با وزن ۴۰±۵ گرم جدا سازی و پس از ضدعفونی، جهت اجرای پروژه به مدت یک‌ماه در شرایط آداپتاسیون مرکز نگه‌داری شدند. پس از طی این دوره به‌صورت کاملاً تصادفی تعداد ۴۰۰۰ عدد ماهی در هر یک از استخرها رهاسازی شدند (Webester و همکاران، ۱۹۹۷؛ Glencroos و همکاران، ۲۰۰۳).

مواد و وسایل مورد نیاز: بچه‌ماهی، استخرهای بیضی شکل، استخرهای دراز، هواده (ونچوری) ترازوی دیجیتال، دستگاه مولتی‌متر

www.SID.ir

Archive of SID

دیجیتال WTW، ابزار صید ماهی (ساچوک، سطل، تشت) دماسنج جیوه‌ای، PH سنج، اکسیژن سنج، تخته زیست‌سنجی، خوراک ماهی (پلیت GFT1-GFT2) و مولتی‌ویتامین، پودرگل میخک و سولفات مس (ضدعفونی استخرها و ماهیان).

روش زیست‌سنجی: یکی از اهداف پروژه فوق ارزیابی تولید در این شیوه و مقایسه آن با روش پرورش قزل‌آلا رنگین‌کمان در استخرهای دراز و متعاقب آن بررسی میزان رشد و تعیین تراکم مناسب ماهی در استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی می‌باشد. برای این منظور و هم‌چنین محاسبه میزان غذای مورد نیاز ماهی در طول دوره پرورش، هر ١٥ روز یک‌بار به‌طور تصادفی نسبت به صید ٥٠ قطعه ماهی در استخرهای تحقیقاتی و زیست‌سنجی طول و وزن و محاسبه میانگین آن‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال و تخته زیست‌سنجی با دقت ٠/١ سانتی‌متر اندازه‌گیری اقدام شده و ضمن ثبت نتایج از داده‌های جمع‌آوری شده برای تعیین فاکتورهایی نظیر ضریب رشد ، ضریب تبدیل غذایی، تعیین بهترین تراکم‌ها، ضریب چاقی، تعیین مقدار غذای نیاز مورد نیاز برای تکرارهای مربوط به هر تیمار استفاده گردیده است.

غذادهی و نوع غذای مصرفی: میزان غذادهی به ماهیان براساس بیومتری‌های به‌عمل آمده و محاسبه میزان غذا براساس جداول غذایی با توجه به درجه حرارت آب و بیوماس ماهی با ترازوی دیجیتال برای هر یک از استخرها به‌طور مجزا توزین شد و ضمن غنی کردن با مولتی ویتامین در ظروف مربوط به هر یک از تیمارها و تکرارهای مربوطه نگه‌داری شده و به مصرف ماهیان رسید.

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب: از میان عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، سه عامل اکسیژن محلول، دما و pH اندازه‌گیری شدند.

شاخص‌های رشد: پس از هر زیست‌سنجی شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR./)، ضریب چاقی (CF./) و شاخص‌های تغذیه نظیر ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نسبت بازده غذایی (FER) و نسبت بازده پروتئین (PER) و شاخص قیمت (PI) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Marcouli و همکاران، ٢٠٠٦):

= افزایش وزن (Weight gain) (وزن تر)

میانگین وزن اولیه بدن- میانگین وزن نهایی بدن

= نرخ رشد ویژه (Specific growth rate)

کل روزهای پرورش/١٠٠× (وزن اولیه بدن ln - وزن نهایی بدن ln)

= ضریب چاقی (Condition factor)

(میانگین طول نهایی بدن) / ١٠٠ × میانگین وزن نهایی بدن

١٠٠× غذای مصرف شده/ افزایش وزن= بازده غذایی (Feed conversion ratio)

پروتئین مصرف شده/ افزایش وزن= بازده پروتئین (Protein efficiency ratio)

افزایش وزن/غذای مصرف شده= ضریب تبدیل غذایی (Feed efficiency ratio)

= شاخص قیمت (Price index)

قیمت یک کیلو گرم غذا × ضریب تبدیل غذایی

مرگ و میر: برای جلوگیری از آلودگی در سیستم پرورش و کنترل دقیق بیوماس موجود در هر مخزن، تلفات احتمالی به‌طور روزانه جمع‌آوری و در جدول مربوطه ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: با استفاده از نرم‌افزار SPSS22، آنالیزهای آماری هم‌چون میانگین، انحراف معیار، آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و هم‌چنین برای مقایسه میانگین مقادیر از آزمون T-TEST و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

فاکتورهای فیزیکی و شیمایی آب: عوامل فیزیکی و شیمایی آب از جمله درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH در طول دوره پرورش اندازه‌گیری و ثبت گردید.

درجه حرارت آب ورودی سیستم‌های پرورشی مورد مطالعه: آب ورودی در بهمن ماه دارای کم‌ترین درجه حرارت (١٠/٥±٠/٢ درجه سانتی‌گراد) و در مردادماه بیش‌ترین دما (١٣/٣±٠/٥ درجه سانتی‌گراد) را دارا بود (جدول ٢).

پی‌اچ : میانگین پی‌اچ آب در ماه‌های مختلف در دو سیستم پرورشی سنجش گردید. براساس نتایج، میانگین پی‌اچ آب در سیستم پرورش ماهی قزل‌آلا در استخرهای فاسترلوکاس با دیواره شیب‌دار برابر با ٧/٦±٠/٣ فاقد تفاوت معنی‌دار (P≥٠/٠٥) با مقدار آن در استخرهای دراز (٧/٩±٠/٢) بود (جدول٣).

اکسیژن محلول: میانگین اکسیژن محلول موجود در آب استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی در طول دوره پرورش ٧/٩±٠/٢ میلی‌گرم در لیتر بود. در استخرهای دراز نیز متوسط اکسیژن محلول در طول دوره ٧/٨٥ ±٠/٢ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. براساس نتایج، میزان اکسیژن محلول در آب استخرهای بیضی شکل و استخرهای دراز فاقد تفاوت معنی‌دار بودند (P≥٠/٠٥). تغییرات میزان اکسیژن محلول در طول دوره پرورش در استخرهای بیضی شکل و استخرهای دراز در جدول ۴ آمده است.

تاثیر سیستم پرورشی بر شاخص های رشد: نتایج حاصل از تاثیر دو نوع سیستم پرورشی مختلف بر شاخص‌های مختلف رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ٥ بیان شده است.

مرگ و میر: در سیستم‌های پرورش ماهیان، میزان تلفات باتوجه به هزینه‌های تولید و پرورش و عرضه محصولات تولیدی به بازار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه، تلفات ماهیان در استخرهای دراز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار بود (P<٠/٠٥) (شکل٣).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: تغییرات دمای آب ورودی طی دوره مطالعه

ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	۱۲/۱±۰/۳	۱۲/۵±۰/۵	۱۳/۳±۰/۵	۱۳/۳±۰/۸	۱۲/۶±۰/۷	۱۱/۳±۰/۸	۱۱/۳±۰/۸	۱۰/۷±۰/۳	۱۰/۵±۰/۲	۱۰/۸±۰/۸	۱۱/۸±۰/۵

جدول ۳: تغییرات پی‌اچ آب ورودی در طول دوره مطالعه

ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
pH آب در استخرهای بیضی شکل	۷/۷۸±۰/۸۴	۷/۵±۰/۶۱	۷/۷±۰/۸۷	۷/۹±۰/۸۸	۷/۵±۰/۷۳	۷/۳۷±۰/۷۲	۷/۸±۰/۴۸	۷±۰/۵۸	۷/۶±۰/۶۵	۷/۹±۰/۶۳
pH آب در استخرهای دراز	۷/۹۵±۰/۴۲	۷/۹۱±۰/۵۶	۸/۱±۰/۷۸	۸/۱±۰/۸۲	۷/۹±۰/۸۷	۸/۱±۰/۲۵	۷/۸۷±۰/۶۷	۷/۶±۰/۵۷	۷/۸±۰/۵۴	۸/۱±۰/۳۷

جدول ۴: تغییرات اکسیژن محلول در آب سیستم‌های پرورشی

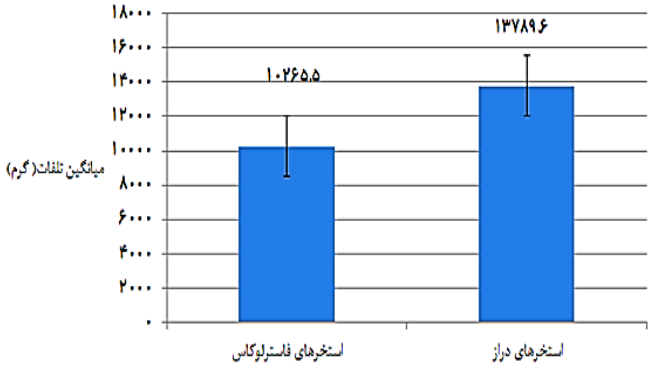
ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
اکسیژن محلول آب در استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی (میلی‌گرم درلیتر)	۷/۹۲±۰/۱۵	۸/۲±۰/۴۲	۷/۸۶±۰/۸۹	۷/۷۱±۰/۶۱	۷/۷۸±۰/۶۵	۷/۷۲±۰/۵۵	۷/۸۸±۰/۳۳	۷/۸۴±۰/۳۸	۸/۱±۰/۱۸	۸/۲۲±۰/۱۶
اکسیژن محلول آب در استخرهای دراز (میلی‌گرم در لیتر)	۷/۸۸±۰/۲۲	۷/۸۴±۰/۳۷	۷/۷۴±۰/۴۱	۷/۶۲±۰/۵۹	۷/۵±۰/۸۹	۷/۹۵±۰/۷۲	۸/۱۲±۰/۴۵	۷/۸۲±۰/۴۶	۸/۰۴±۰/۳۶	۸/۰۲±۰/۲۳

جدول ۵: مقایسه (میانگین) شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دوره پرورش

نام پارامتر	میانگین برای استخرهای بیضی شکل با جریان دورانی (فاستر لوکاس)	میانگین برای استخرهای دراز
میانگین وزن تلفات (گرم)	۱۰۲۶۵/۵	۱۳۷۸۹/۶
میانگین وزن ماهی تولید شده (گرم)	۹۸۴۵۲۸/۹	۹۷۸۲۷۶/۸
میانگین وزن غذای داده شده (گرم)	۱۱۴۴۲۶۹/۹	۱۱۴۵۱۴۶/۶
میانگین افزایش رشد ماهی (گرم)	۷۸۰۱۲۸/۸	۷۷۳۸۷۶/۸
میانگین رشد مطلق (گرم در روز)	۰/۷۷	۰/۷۶
میانگین ضریب رشد ویژه (SGR)	۰/۶۳	۰/۶۱
میانگین ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۱/۴۶	۱/۴۸
میانگین ضریب چاقی (K)	۱/۵۴	۱/۴۸
میانگین درصد بازماندگی	۹۸/۰۵	۹۷/۳۹

بحث

طبق بررسی‌های به‌عمل آمده در زمینه پرورش ماهی در استخرهای بیضی شکل تاکنون هیچ‌گونه فعالیتی در ایران انجام نشده، ولی مطالعاتی به بررسی پرورش ماهی قزل‌آلا در سایر انواع طراحی‌های استخر، به‌شرح زیر صورت گرفته شده است: بهرامیان (۱۳۸۸)، به‌بررسی پرورش ماهی قزل‌آلا به‌روش سیلو پرداخت. در این تحقیق، پس از بررسی نتایج مشخص گردید که ماهیان تحت پرورش در سیلوها از نظر ضریب چاقی، رشد مطلق، میزان بازماندگی، میزان تولید، FCR، FCE و SGR از شرایط بهتری نسبت به ماهیان پرورش یافته در حوضچه گرد بتونی برخوردار بودند و هم‌چنین از نظر اقتصادی، برآورد قیمت تمام شده برای تولید هر کیلوگرم ماهی در سیلو (۱۷۸۰۰ ریال) نسبت به قیمت تمام شده هر کیلوگرم ماهی درحوضچه بتونی (۲۰۸۰۰ریال) نشان داد که پرورش ماهی در سیستم سیلو دارای توجیه اقتصادی بیش‌تری نسبت به حوضچه گرد بتونی می‌باشد. ذوقی‌شلمانی و خلیلی (۱۳۸۷) نیز وضعیت رشد ماهی قزل‌آلا را در استخرهای هشت‌ضلعی و کانال‌های دراز مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق، ضریب تبدیل غذایی در استخرهای هشت‌ضلعی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از کانال‌های دراز بود ولی ضریب رشدویژه و تولید با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در این تحقیق مدت زمان رسیدن به وزن برداشت (۴۱۶ گرم) در استخرهای هشت ضلعی به‌دلیل بیش‌تر بودن ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بیش‌تر، کوتاه‌تر از کانال‌های دراز بود، به‌طوری‌که این مدت زمان به‌ترتیب در استخرهای هشت ضلعی و دراز ۲۵۴ (۸/۵ ماه) و ۲۸۱ (۹ ماه‌و ۱۰ روز) روز بود. ولی در سایر کشورها چندین کار تحقیقاتی در زمینه بررسی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در انواع طراحی استخرها صورت گرفته است، که می‌توان به‌موارد ذیل اشاره کرد. Palmer و همکاران (۱۹۵۲)، در مقایسه رشد بچه‌ماهی آزادچینوک در استخرهای فاسترلوکاس و گرد، نشان دادند که در هر دو سیستم پرورش، نرخ رشد قابل مقایسه می باشد.



شکل ۳: مقایسه میانگین وزن تلفات در دو سیستم (استخرهای پرورش)

www.SID.ir

Archive of SID

محیط‌های مختلفی جهت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استفاده می‌شود که مثال‌هایی از آن شامل استخرها یا کانال‌های دراز، استخرهای گرد، هشت ضلعی، شش ضلعی، بیضی شکل، سیلو و منابع آبی پشت سدها و کانال‌های کشاورزی می‌باشد. در کشور ایران کانال‌های دراز رایج‌ترین محیط پرورشی مورد استفاده بوده و دیگر محیط‌های پرورشی مذکور کم‌تر کاربرد دارند. استخرهای دراز معمولاً از سیمان ساخته می‌شوند و نیازمند جریان دائم آب می‌باشند (Roos و همکاران ۱۹۹۵؛ Losordo و Westers ۱۹۹۴). معمولاً دارای طول بیش‌تری نسبت به عرض خود هستند و نسبتاً دارای عمق کمی هستند (حداکثر ۱ تا ۲ متر). به‌خاطر وجود جریان دائمی، حجم زیادی از آب لازم می‌باشد. به‌دلیل وجود جریات خطی توانایی افزایش تراکم وجود دارد (Wheaton و Klapsis، ۱۹۷۷؛ Ross و همکاران، ۱۹۹۵؛ Burley، ۱۹۸۴). استخرهای دراز دارای جریان خطی بوده و شیب باعث به‌وجود آوردن یک تغییر واضح در کیفیت آب می‌شود (Lorsodo و Wessters، ۱۹۹۴). به‌طوری که کیفیت آب در ورودی استخر خوب است، به‌طوری‌که باعث تجمع ماهی در این قسمت می‌شود. درحالی‌که کیفیت آب به سمت خروجی کاهش می یابد. ساییدگی باله به‌عنوان یک مشکل مهم در پرورش متراکم ماهی در مخازن‌ها، استخرهای سیمانی و استخرهای دراز مطرح می‌باشد (Wagner و Bosakowski، ۱۹۹۵؛ Kindschi و همکاران، ۱۹۹۱). باله آسیب‌دیده سبب آسیب‌پذیری ماهی در برابر آلودگی میکروبی شده که در نهایت می‌تواند منجر به از دست رفتن باله شود (Wagner و Bosakowski، ۱۹۹۵؛ Barton و همکاران، ۲۰۰۲). آلودگی و از بین‌رفتن باله احتمالاً سبب کاهش عملکرد شنا می‌شود. تمیز کردن استخرهای دراز نه تنها سبب صدمه فیزیکی به ماهیان می‌شود، بلکه ضایعات باقی‌مانده موجب کاهش کیفیت آب و در نتیجه ایجاد استرس می‌کند (Pst، ۱۹۸۳؛ Wood، ۱۹۷۹). یکی از عیب‌های عمده استخرهای دراز عدم وجود قدرت خودپالایی در این استخرها می‌باشد. معمولاً سرعت جریان آب پایین است (۱-۳ سانتی‌متر/ثانیه)، که باعث تجمع مدفوع و بقایای غذایی در کف می‌شود (Lorsodo و Wessters، ۱۹۹۴). فعالیت شنای ماهیان از طریق بیش‌تر معلق نگه داشتن این مواد باعث بدتر شدن وضع می‌شود. یکی از راه‌های کمک کردن به خودپالایی استخرها افزایش سرعت تا ۶ سانتی‌متر/ثانیه می‌باشد (Burrows و Chenoweth، ۱۹۷۰). در طراحی جدید استخرهای بیضی شکل معروف به بیضی شکل با جریان دورانی (دیواره شیب‌دار) که می‌تواند در کانال‌های دراز و با استخرهای دراز با طول بیش از ۲۰ متر اجرا گردد، اضلاع کوچک مستطیل کانال یا استخرهای دراز حذف و با ایجاد ضلع مورب در آن‌ها، مخزن نگه‌داری ماهی به یک بیضی بزرگ تبدیل می‌گردد. دو دیواره بریده در بخشی از طول استخر قرار گرفته و یک خروجی مرکزی مدور با قطر کافی در فاصله‌ای مساوی در بین دو دیواره قرار می‌گیرد. آب ورودی به‌وسیله یک محور افقی مشبک به‌صورت فواره‌ای از بالا و به دو جهت مخالف روی سطح آب پاشیده یا از طریق لوله‌های موازی سوراخ‌دار در عرض هر دو جهت نیمه طولی استخر و از نزدیک کف بستر تا مجاورت سطح آب، به‌داخل استخر تزریق گردد. وضعیت و جهت جریان آب در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار به‌صورت نامنظم بوده، از این رو جهت هدایت مواد معلق و رسوبی به‌طرف خروجی به‌خوبی صورت نمی‌پذیرد. در هر دو سیستم پرورش کیفیت آب در محدوده پیشنهادی برای پرورش آزاد ماهیان نگه داشته شد (Crab و همکاران، ۲۰۰۷؛ Fivelstad و همکاران، ۱۹۹؛ Neori و همکاران، ۲۰۰۴؛ Colt، ۲۰۰۶). اگر چه در این پروژه به جز در فاکتور میزان تلفات در سایر فاکتورهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد، با این حال شاخص‌های رشد در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار بهتر بوده و به‌طور نسبی در طول دوره بالاتر می‌باشد. ماهیان در این استخرها در مدت کوتاه‌تری به وزن بازاری رسیده‌اند. به‌طوری‌که ماهیان در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار حدود یک‌ماه زودتر به وزن بازاری رسیده‌اند، که این امر سبب صرفه‌جویی در هزینه‌های نگه‌داری، غذا، کارگر و سایر هزینه‌ها خواهد شد. با مقایسه میزان وزن غذای داده‌شده بر حسب گرم در دو نوع سیستم پرورشی مورد مطالعه اختلاف آماری مشاهده نگردید ($P\geq 0/05$). با این حال میزان وزن غذای داده شده در استخرهای دراز کمی بیش‌تر و حدود ۱۱۴۵۱۴۶/۶ و در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار حدود ۱۱۴۴۲۶۹/۹ گرم برآورد شد. نوع جریان آب در استخرهای دراز می‌تواند به‌عنوان عاملی در مصرف بیش‌تر غذا در استخرهای دراز مطرح شود، از آن‌جا که باعث حرکت رو به جلوی غذا خواهد شد در حالی‌که در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار نوع جریان آب باعث شناوری بیش‌تر غذا و در نتیجه کاهش میزان مصرف غذا خواهد شد. ایجاد جریان مناسب، توزیع مناسب اکسیژن و وجود استرس کم‌تر در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار از عوامل مهم و تاثیرگذار می‌باشد. بشارت و همکاران (۱۳۷۷) عنوان کردند که غذادهی در آب‌های با جریان آهسته که باعث گذاشتن مواد دفعی جامد و نیز آمونیاک می‌شود، سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شود. تاثیر نوع سیستم پرورش بر ضریب تبدیل غذایی ماهیان پرورشی معنی‌دار نبود ($P\geq 0/05$). میانگین ضریب تبدیل غذایی در طول دوره در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار ۱/۴۶ و در استخرهای دراز ۱/۴۸ بود. از آن‌جا که تهیه و تامین غذا بخش اعظمی از هزینه تولید را به‌خود اختصاص می‌دهد، لذا کاهش ضریب تبدیل غذا در استخر مهم می‌باشد. این اختلاف در ضریب تبدیل غذایی را می‌توان ناشی از هدر رفت غذا در طول دوره دانست. حتی درصورتی‌که غذادهی و توزیع غذا در هر دو سیستم توسط یک فرد صورت گرفته باشد، کنترل غذای خورده

www.SID.ir

Archive of SID

نشده در یک سیستم بزرگ پرورشی مشکل می‌باشد (D'orbcastel، ۲۰۰۹). مقدار تلفات در استخرهای دراز به طور معنی‌داری بیش‌تر از استخری فاسترلوکاس بود($P<0/05$). اختلاف معنی‌دار در میزان تلفات مشاهده شده در استخرهای دراز را می‌توان مربوط به تعویض کم‌تر آب در استخرهای دراز ذکر کرد (D'orbcastel و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج تاییدکننده این مطلب هستند که در صورت حفظ شرایط کیفی آب در محدوده مناسب، نرخ رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای بیضی شکل با دیواره شیب‌دار قابل مقایسه با استخرهای دراز می‌باشد.

منابع

۱. **بشارت، ا.، ۱۳۷۷.** دوره تکمیلی پرورش ماهیان سردابی. انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران.

۲. **دفتر برنامه‌ریزی، گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی.۱۳۸۸.** سالنامه آماری سازمان شیلات ایران. ۵۶ صفحه.

۳. **علیزاده، م. و دادگر، ش.، ۱۳۸۰.** مدیریت تغذیه در پرورش متراکم آبزیان. نوشته گدارد، ا.، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، اداره کل آموزش و ترویج. ۱۹۰صفحه.

۴. **فرزانفر، ع.، ۱۳۸۴.** تکثیر و پرورش آزاد ماهیان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۰صفحه.

۵. **Barton, B.A.; Morgan, J.D. and Vijayan, M.M., 2002.** Physiological and conditionrelated indicators of environmental stress in fish, in Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress, edited by Adams, S.M. American Fisheries Society, Bethesd Maryland. pp: 111-148.

۶. **Bosakowski, T. and Wagner, E.J. 1995.** Experimental use of cobble substrates in concrete raceways for improving fin condition of cutthroat (*Oncorhynchus clarki*) and rainbow trout (*O. mykiss*). Aquaculture. Vol. 130, pp: 159-165.

۷. **Colt, J., 2006**. Water quality requirements for reuse systems. Aquacultural Engineering. Vol. 34, pp: 143-156.

۸. **Crab, R.; Avnimelech, Y.; Defoirdt, T.; Bossier, P. and Verstraete, W., 2007**. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture. Vol. 270, pp: 1-14.

۹. **D'orbcastel, E.R.; Jean-Paul Blancheton, J.P. and Belaud, A., 2009.** Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: Comparison with a flow through system. Aquacultural Engineering. Vol. 40, pp: 135-143.

۱۰. **FAO Yearbook. 2010.** Fishery and Aquaculture Statistics. 2008/FAO annuaire. 72 p.

۱۱. **Fishstat plus (Version 2.3). 2004.** Statistical report software for fisheries data. FAO.

۱۲. **Fivelstad, S.; Olsen, A.B.; Kløften, H.; Ski, H.W. and Stefansson, S., 1999**. Effects of carbon dioxide for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts at constant pH in bicarbonate rich freshwater. Aquaculture. Vol. 178, pp: 171-187.

۱۳. **Fivelstad, S.; Olsen, A.; A° sga° rd, T.; Bæverfjord, G.; Rasmussen, T.; Vindheim, T. and Stefansson, S.O., 2003**. Long-term sub-lethal effects of carbon dioxide on Atlantic salmon smolts: ion regulation, haematology, element composition, nephrocalcinosis and growth parameters. Aquaculture. Vol. 215, pp: 301-319.

۱۴. **Kindschi, G.A.; Shaw, H.T. and Bruhn, D.S., 1991.** Effects of baffles and isolation on dorsal fin erosion in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture and Fisheries Management. Vol. 22, pp: 343-350.

۱۵. **Klapsis, A. and Burley, R., 1984**. Flow distribution studies in fish rearing tanks. Design Constraints. Aquacultural Engineering. Vol. 3, pp: 103-118.

۱۶. **Losordo, T.M. and Westers, H., 1994**. System carrying capacity and flow estimation, in Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 27, Aquaculture Reuse Systems: Engineering design and management, edited by Timmons and Losordo, Elsevier, New York. pp: 9-60.

۱۷. **Neori, A.; Chopin, T.; Troell, M.; Buschmann, A.H.; Kraemer, G.P.; Halling, C.; Shpigel, M. and Yarish, C., 2004**. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. Aquaculture. Vol. 231, pp: 361-391.

۱۸. **Pennell, W. and Barton, B.A., 1996.** Princiles of salmonid culture. Elsevier. Netherlans. 1039 p.

۱۹. **Marcoulii, P.A.; Alexis, M.N.; Andriopoulou, A. and Iliopoulou-Georgudaki, j., 2006**. Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* L. Aquaculture Nutrition. Vol. 12, No. 1, pp: 25-33.

۲۰. **Palmer, D.D.; Newman, H.W.; Azevedo, R.L. and 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. Vol. 14, pp: 122-124.

۲۱. **Post, G., 1983.** Textbook of Fish Health. TFH Publications, Neptune City, New Jersey.

۲۲. **Ross, R.M.; Watten, B.J.; Krise, W.F. and DiLauro, M.N., 1995**. Influence of tank design and hydraulic loading on the behavior, growth, and metabolism of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Engineering. Vol. 14, pp: 29-47.

۲۳. **Wheaton, F.W., 1977**. Aquaculture Engineering. John Wiley and Sons, New York. 708 p.

۲۴. **Wood, C.M.; Turner, J.D. and Graham, M.S., 1983.** Why do fish die after severe exercise? Journal of Fish Biology. Vol. 22, pp: 189-201.

www.SID.ir