

بهبود بهره‌وری و عملکرد تولید در استخرهای خاکی آب لب شور پرورش قزل‌آلا از طریق ایجاد محیط محصور (net pen)

*مرتضی علیزاده^۱، احمد بیطرف^۲، حبیب سرسنگی^۳ و محمد محمدی^۳

استادیار پژوهشی، ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور داخلی، بافق، یزد، عضو هیات علمی، ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور داخلی، بافق، یزد، آکارسناس ارشد شیلات، ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور داخلی، بافق، یزد

چکیده

با توجه به روند افزایش تولید در استخرهای خاکی از جمله در شرایط آب لب‌شور، این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی شیلاتی بافق و با هدف امکان بهره‌وری بیشتر و افزایش تولید در استخرهای خاکی آب لب‌شور پرورش قزل‌آلا انجام گرفت. برای انجام این تحقیق چهار استخر خاکی ۰/۵ هکتاری با ابعاد مشابه در دو تیمار با دو تکرار در نظر گرفته شد که در دو استخر، حدود ۲۰ درصد فضای انتهایی با استفاده از دیواره توری تفکیک گردید، به طوری که ماهی‌ها در دو محیط پرورشی شامل فضای محصور شده (pen) و فضای آزاد استخر پرورش یافتند. میزان تراکم ماهی در هر دو روش به ازای کل فضای استخر معادل ۱/۳۵ عدد در مترمربع بود. در این تحقیق عملکرد رشد ماهی‌ها در تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از فاکتورهایی نظیر درصد افزایش وزن، متوسط رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، نسبت بازدهی پروتئین و شاخص وضعیت مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل ارتباط محیط محصور با کل فضای استخر و همچنین برقراری جریان آب از قسمت ورودی به خروجی، هیچگونه اختلالی در عوامل فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده آب در محدوده محصور مشاهده نشد. بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از بررسی فاکتورهای رشد، درصد افزایش وزن، بیوماس نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه و بازدهی غذایی در تیمار محیط محصور بیشتر و اختلاف معنی‌داری با تیمار محیط آزاد داشت. ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار محیط محصور کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار محیط آزاد داشت. بررسی برخی شاخص‌های اقتصادی نشان داد که به دلیل رشد بهتر و یکنواخت‌تر ماهی‌ها در تیمار محیط محصور، هزینه‌های تولید کاهش یافته و مقدار فروش کل و سود خالص افزایش می‌یابد. بنابراین بر اساس یافته‌های این مطالعه، به نظر می‌رسد از طریق ایجاد محیط محصور در استخرهای خاکی نیم هکتاری و بزرگ‌تر پرورش نیمه‌متراکم قزل‌آلا، می‌توان میزان بهره‌وری و تولید را در این‌گونه محیط‌های پرورشی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آب لب‌شور، استخرخاکی، بهره‌وری، قزل‌آلا، محیط محصور (net pen)

مقدمه

کشور ما با متوسط بارندگی حدود ۲۴۰ میلی‌متر در سال جزء کشورهای نیمه خشک دنیاست و مشکل کمبود آب از گذشته بسیار دور وجود داشته و همواره به‌عنوان عامل محدود کننده توسعه کشاورزی، صنعتی و حتی اجتماعی مطرح بوده و مشکلاتی نظیر مهاجرت مردم و

خالی شدن برخی مناطق روستایی از سکنه را به همراه داشته است. به نظر می‌رسد این مشکل در آینده ابعاد گسترده‌تری به خود خواهد گرفت، بنابراین استفاده بهینه و چند منظوره از منابع آبی از جمله استفاده از منابع خاک و آب غیر قابل استفاده برای کشاورزی، صنعت و بهداشت با هدف توسعه آبی‌ری پروری و همچنین افزایش

تولید در واحد سطح محیط‌های پرورشی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مناسب مطرح شود.

با توجه به محدودیت بهره‌برداری از آبهای شیرین، اخیراً آبی‌پروری در آبهای لب شور و شور مورد توجه و گسترش قابل توجهی واقع شده، به‌طوری‌که حدود نیمی از تولیدات آبی‌پروری جهان به محیط‌های آبی لب‌شور و شور اختصاص دارد (۱۱). پرورش ماهیان سردآبی در آب‌های لب‌شور و شور طی سالیان اخیر گسترش بیشتری یافته به‌طوری‌که طبق آمار اعلام شده از کل حدود ۵۰۴۰۰۰ تن تولید جهانی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سال ۲۰۰۶، حدود ۳۳۰۰۰۰ تن (معادل ۶۵ درصد) در آب‌های لب شور و شور پرورش یافته و در این میان کشورهای شیلی و نروژ مهمترین پرورش‌دهندگان قزل‌آلای در محیط‌های آب شور هستند (۵). در کنار این رویکرد، طی سالیان اخیر تحقیقات بیشتری نسبت به گذشته در خصوص آبی‌پروری سردآبی در آب‌های لب شور و شور داخلی و آزاد صورت گرفته که حاکی از مزیت‌های این قبیل محیط‌های پرورشی است.

در جنوب غربی استرالیا مطالعاتی در زمینه پرورش قزل‌آلای در آب‌های شور و لب شور داخلی انجام گرفته و با توجه به شرایط دما و شوری از استخرهای بزرگ روباز در فصل سرد سال استفاده شده است (۹ و ۱۲). در تحقیقی دیگر در همین منطقه با استفاده از آب چاه با شوری ۱۴ گرم در لیتر، میزان بازماندگی ۹۰/۴ درصد و ضریب تبدیل غذایی ۰/۹۷ برای قزل‌آلای رنگین‌کمان بدست آمد (۱۱). همچنین مشخص شده است که پرورش قزل‌آلای در آب لب شور با شوری ۹ گرم در لیتر عملکرد بهتری از نظر ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و بازدهی جذب انرژی در مقایسه با آب شیرین داشته است (۸).

پرورش قزل‌آلای در آب لب‌شور زیرزمینی برای اولین بار در سال ۱۳۷۴ در استخرهای خاکی منطقه بافق یزد انجام گرفت (۲) و سپس در سطح منطقه و کشور گسترش یافت. در تحقیقی که به‌منظور تعیین احتیاجات

اصلی غذایی قزل‌آلای در آب لب شور صورت گرفت، مشخص گردید که این ماهی برای رشد بهینه در آب با شوری حدود ۱۳/۵ گرم در لیتر به ۳۵ درصد پروتئین، ۲۰/۶ درصد چربی و ۴۳۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی احتیاج دارد (علیزاده، ۱۳۸۰). در تحقیقی دیگر که با هدف افزایش تولید قزل‌آلای در استخرهای خاکی آب لب شور با استفاده از هواده force 7 صورت گرفت، نتیجه قابل قبولی جهت کاهش شدت تعویض آب و افزایش تولید حاصل نگردید که دلیل آن افزایش کدورت آب در اثر فعالیت هواده‌ها بود (۷). در تحقیقی دیگر رشد و تکامل گنادهای جنسی قزل‌آلای در آب لب شور و شیرین مقایسه شد و نتایج نشان داد که روند تکامل گنادها و همچنین عملکرد رشد در آب لب شور نسبت به شیرین بیشتر است (۱). همچنین مطالعات لیمنولوژیک انجام شده روی استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلای نشان داده است که با توجه به روش نیمه متراکم پرورش، آب خروجی استخرها از کیفیت بالایی برخوردار بوده و بار آلودگی پایینی داشته است (۶). بر اساس نتایج مطالعه اخیر، امکان استفاده مجدد از پساب استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلای با هدف افزایش تولید مورد تحقیق قرار گرفت و طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که در صورت احداث استخرهای گرد بتنی در امتداد مسیر خروجی آب استخر، می‌توان تولید مزرعه را حدود ۳۰ درصد افزایش داد (۴).

این تحقیق در راستای سایر مطالعات انجام شده و با هدف بهره‌وری بیشتر از استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلای از طریق تمرکز ماهی‌ها در بخش محصورشده ضمن استفاده از پتانسیل و ظرفیت تولید کل استخر صورت گرفت. هدف اصلی از اجرای این مطالعه، امکان افزایش بهره‌وری و تولید و همچنین کاهش هزینه پرورش بود، بنابراین برخی شاخص‌های اقتصادی بین تیمارها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

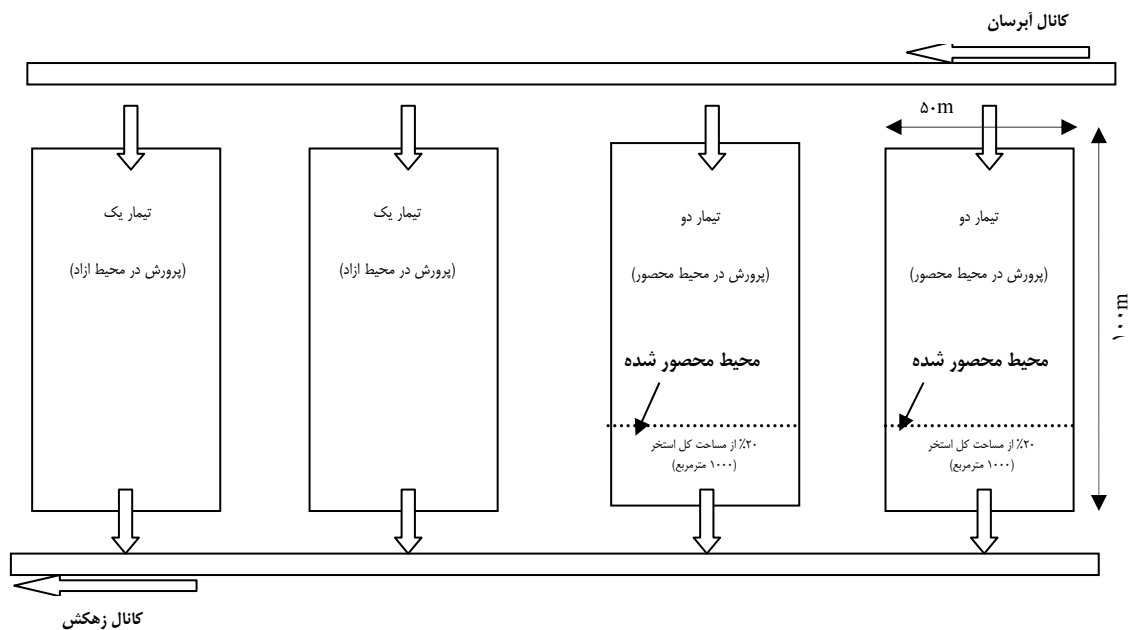
مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق چهار استخر خاکی نیم هکتاری آماده‌سازی گردید. استفاده از استخرهای نیم

هکتاری برای انجام این تحقیق به این دلیل صورت گرفت که در انواع بزرگتر استخرها که برای پرورش نیمه متراکم فزل آلا مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً به خاطر داشتن حجم و ابعاد زیاد و پراکندگی ماهی‌ها در کل استخر، نمی‌توان مدیریت مطلوب پرورش از جمله غذادهی متعادل، دستیابی به رشد مطلوب و وزن یکنواخت را در مورد آنها اعمال نمود. این مشکلات در استخرهای خاکی کوچک به مراتب کمتر است.

آماده‌سازی استخرها شامل شخم زنی، آهک پاشی (۰/۲ کیلوگرم در مترمربع) و سپس جداسازی ۲۰ درصد از مساحت دو استخر مذکور با استفاده از دیواره توری بود. بدین ترتیب چهار استخر انتخاب شده در دو تیمار شامل تیمار یک (استخرهای دارای محیط آزاد) و تیمار دو (استخرهای دارای محیط محصور) قرار گرفتند (شکل ۱). استخرها پس از آماده‌سازی کامل، در اواسط مهر ۱۳۸۶

به ارتفاع حدود ۱/۸ متر آبیگری شدند. آبیگری استخرها با استفاده از آب چاه با شوری اولیه حدود ۱۰/۵ گرم در لیتر انجام شد. در هفته آخر مهرماه نسبت به انتقال بچه‌ماهی‌ها و معرفی آنها به استخرهای آزمایشی اقدام گردید. متوسط وزن اولیه بچه‌ماهی‌های رهاسازی شده حدود ۳۱ گرم و تراکم رهاسازی برای تمام استخرها معادل ۱/۳۵ عدد در مترمربع (۶۷۵۰ عدد در نیم هکتار) بود، با این تفاوت که در تیمار یک، بچه‌ماهی‌ها در کل فضای استخر و در تیمار دو در ۲۰ درصد فضای محصور شده معرفی شدند، بطوری‌که تراکم ماهی‌ها در محیط‌های محصور ۵ برابر تراکم آنها در استخرهای دارای محیط آزاد بود. بچه‌ماهی‌ها قبل از معرفی به استخرهای پرورشی به مدت حدود ۲-۱ ساعت با شرایط آب لب‌شور استخرها سازگار شدند.



شکل ۱- شمای کلی طرح شامل چهار استخر خاکی ۰/۵ هکتاری مشابه برای دو تیمار (پرورش در محیط آزاد و محیط محصور)، به منظور ایجاد محیط محصور در تیمار دوم، حدود ۲۰ درصد فضای انتهایی استخر با استفاده از دیواره توری تفکیک گردید.

تغذیه فعال ماهی‌ها ۲۴ ساعت پس از معرفی بچه‌ماهی‌ها به استخرهای پرورشی از ۲۷ مهرماه شروع شد. برای تغذیه ماهی‌ها از خوراک GFT_1 (تا وزن حدود

۱۰۰ گرم) و GFT_2 (تا انتهای دوره پرورش) شرکت به‌پرور استفاده شد. میزان غذای روزانه ماهی‌ها بر اساس دمای آب، نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهی‌ها در

$$FE = \frac{(Bwf - Bwi)}{TF} \times 100$$

TF (Total Feed intake) = کل خوراک مصرفی هر ماهی

نرخ رشد ویژه (SGR%) :

$$\% SGR = \frac{(\ln Wf - \ln Wi)}{T} \times 100$$

$\ln wf$ = لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی بدن

T = تعداد روزهای آزمایشی

$\ln wi$ = لگاریتم طبیعی میانگین وزن ابتدایی بدن

ضریب تبدیل غذا (FCR) :

$$FCR = \frac{F}{Bwf - Bwi}$$

f = مقدار غذای مصرف شده (گرم)

جهت مطالعه و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از انجام آزمایشات از روش‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS (Version 11.5)، جهت مقایسه اختلاف میانگین پارامترهای بدست آمده از آزمون‌های توکی، دانکن و دانت و همچنین جهت تعیین میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد از آمار توصیفی استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد تعیین گردید.

نتایج

فاکتورهای محیطی: در این تحقیق چند فاکتور محیطی آب شامل شوری، دما، اکسیژن محلول، pH و عمق سشی دیسک اندازه‌گیری شد. با توجه به شوری ثابت آب چاه، تغییرات شوری آب استخر در هر دو تیمار مشابه و بین ۱۳-۱۱/۸ گرم در لیتر بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری سایر فاکتورهای آب بصورت میانگین ماهیانه در طول دوره پرورش در شکل‌های ۲ تا ۵ آورده شده است. این فاکتورها به دلیل شرایط خاص حاکم بر استخرهای خاکی و همچنین در نظر گرفتن شرایط مشابه پرورش، فاقد اختلاف قابل توجهی بین دو تیمار مورد مطالعه بود.

فواصل ۱۵ روزه و همچنین اشتهای ماهی‌ها تنظیم گردید که بین ۳-۱ درصد بیوماس در طول دوره پرورش متغیر بود. غذادهی سه نوبت در روز (۷/۵ صبح، ۱۲ ظهر و ۴/۵ عصر)، به صورت دستی و صرفاً در محدوده انتهایی استخر (اطراف مانک) در شعاع حدود ۲۰-۱۰ متری انجام گرفت. طول دوره پرورش ۵ ماه بود که از ۲۷ مهرماه شروع و تا ۲۷ اسفندماه ادامه یافت. زیست‌سنجی ماهی‌ها هر ۱۵ روز و از طریق تورکشی در محل تجمع ماهی‌ها صورت گرفت و در هر نوبت حدود ۱۰-۵ درصد ماهی‌ها به صورت گروهی نمونه‌برداری و وزن کشی شده و به صورت تصادفی طول کل حدود ۱۰ درصد از ماهی‌های نمونه‌برداری شده اندازه‌گیری شد. برخی فاکتورهای محیطی نظیر دما، شوری، pH، اکسیژن محلول آب بصورت منظم و روزانه اندازه‌گیری شد.

در این تحقیق عملکرد رشد ماهی‌ها در تیمارهای مورد مطالعه از طریق تعیین و بررسی فاکتورهایی نظیر درصد افزایش وزن (BWI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، بازدهی غذا (FE) و شاخص وضعیت (CF) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور محاسبه این فاکتورها از معادلات رشد به شرح زیر استفاده شد:

درصد افزایش وزن بدن (BWI%) :

$$\%BWI = \frac{(Bwf - Bwi)}{Bwi} \times 100$$

BWF (Final body weight) = میانگین وزن نهایی بدن

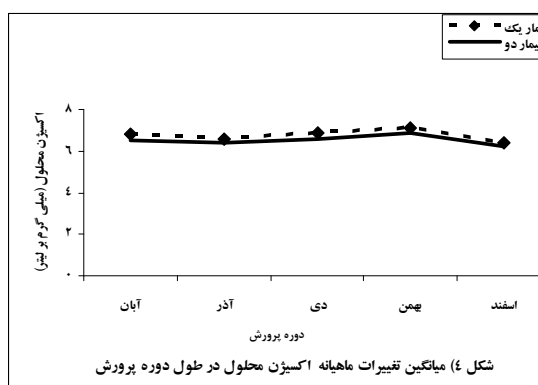
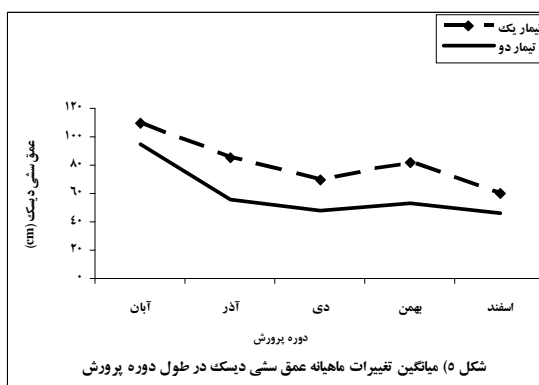
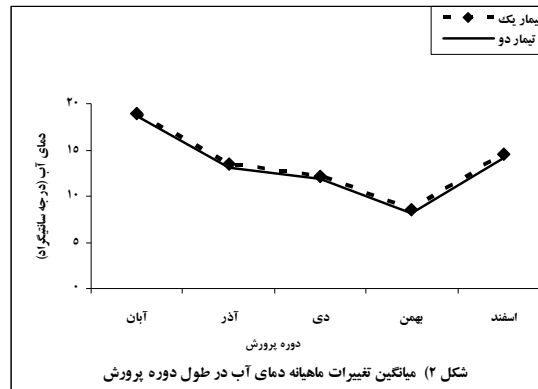
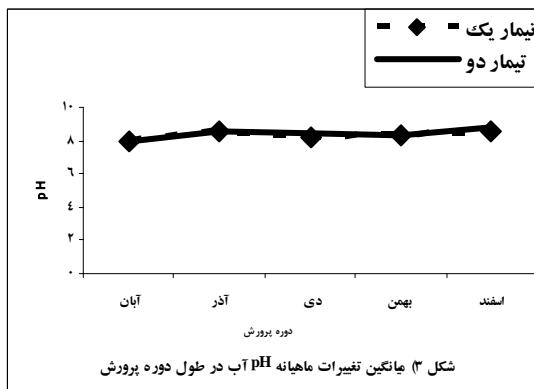
BWi (Initial body weight) = میانگین وزن اولیه بدن

شاخص وضعیت (CF%) :

$$CF = \frac{(Bodyweight)}{(Length)^3} \times 100$$

بازده غذایی (FE):

- 1- Body weight increase
- 2- Food Conversion Ratio
- 3- Specific Growth Rate
- 4- Feed Efficiency
- 5- Condition Factor



تبدیل غذایی نیز در تیمار محیط محصور کاهش معنی داری نسبت به تیمار محیط آزاد داشت.

نتایج حاصل از مقایسه نسبت‌های وزنی ماهی‌ها در زمان برداشت نهایی به تفکیک تیمار در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این نتایج درصد گروه‌های وزنی ۲۵۰-۳۵۰ گرم در تیمار محیط محصور افزایش معنی داری نشان می‌دهد، ضمن آنکه گروه‌های وزنی ۱۵۰-۲۵۰ گرم و زیر ۱۵۰ گرم در این تیمار کاهش داشته است ($P < 0/05$).

شاخص‌های اقتصادی: بررسی برخی شاخص‌های اقتصادی از جمله هزینه‌های پرورش و مقدار سود در این مطالعه حاکی از کاهش معنی دار هزینه غذا، صید و بسته‌بندی و از طرفی افزایش معنی دار فروش کل و سود در تیمار محیط محصور بود (جدول ۳).

بر اساس شکل ۲، متوسط دمای آب در بهمن ماه کاهش چشمگیری داشت که علت آن سردی بی سابقه هوا در زمستان ۱۳۸۶ بود. سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده فاقد نوسانات غیرمعمول بودند. از دیگر فاکتورهای فیزیکی اندازه‌گیری شده آب عمق سشی دیسک (شفافیت) بود. با توجه به شکل ۵ کدورت آب در تیمار دو به دلیل تراکم بالاتر ماهی‌ها در واحد سطح، بیشتر بود. **شاخص‌های رشد:** نتایج کلی حاصل از عملکرد رشد ماهی‌ها در تیمارهای مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. براساس نتایج ارائه شده در مورد فاکتورهای شامل میانگین وزن و طول کل نهایی، رشد متوسط روزانه و بازماندگی نهایی اختلاف معنی داری بین تیمارهای مورد مطالعه مشاهده نگردید، در حالی که درصد افزایش وزن، بیوماس نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه و بازدهی غذایی در تیمار محیط محصور بیشتر و اختلاف معنی داری با تیمار محیط آزاد داشت ($P < 0/05$). ضریب

جدول ۱- میانگین برخی شاخص‌های رشد ماهی‌ها در تیمارهای مورد مطالعه (\pm انحراف معیار)

تیمار دو (پرورش در محیط محصور)	تیمار یک (پرورش در فضای آزاد)	شاخص
31 ± 3^a	31 ± 3^a	متوسط وزن اولیه (گرم)
$315 \pm 4/949^a$	$290 \pm 5/656^a$	متوسط وزن نهایی (گرم)
$27/8 \pm 0/212^a$	$27/3 \pm 0/212^a$	متوسط طول کل نهایی (سانتی متر)
$912 \pm 14/142^a$	$834 \pm 11/313^b$	افزایش وزن (درصد)
$1/88 \pm 0/281^a$	$1/73 \pm 0/423^a$	متوسط رشد روزانه (گرم)
$94 \pm 3/535^a$	$92/5 \pm 2/123^a$	بازماندگی نهایی (درصد)
$2008 \pm 12/272^a$	$1807 \pm 63/629^b$	بیوماس نهایی (کیلوگرم)
$1/42 \pm 0/14^b$	$1/54 \pm 0/28^a$	ضریب تبدیل غذایی
$63/1 \pm 0/003^a$	$57/5 \pm 0/071^b$	بازده غذایی (درصد)
$1/47 \pm 0/007^a$	$1/42 \pm 0/004^b$	شاخص وضعیت (درصد)
$1/54 \pm 0/021^a$	$1/48 \pm 0/007^b$	نرخ رشد ویژه (درصد)

جدول ۲- مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) نسبت‌های وزنی ماهیان برداشت شده بین تیمارها

تیمار دو (پرورش در محیط محصور)	تیمار یک (پرورش در فضای آزاد)	نسبت‌های وزنی ماهیان برداشت شده
$7/7 \pm 0/707^a$	$5/5 \pm 0/006^a$	بالتر از ۳۵۰ گرم
$7/2 \pm 1/414^a$	$64/5 \pm 0/005^b$	۲۵۰-۳۵۰ گرم
$14/5 \pm 0/707^b$	$19 \pm 0/707^a$	۱۵۰-۲۵۰ گرم
$6/5 \pm 0/707^b$	$11 \pm 0/707^a$	زیر ۱۵۰ گرم

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی شاخص‌های اقتصادی بین تیمارها بر حسب ریال بر کیلوگرم در سال ۱۳۸۶ (\pm انحراف معیار)

تیمار دو (پرورش در محیط محصور)	تیمار یک (پرورش در فضای آزاد)	شاخص‌ها
$5500 \pm 282/841^a$	$5500 \pm 282/841^a$	هزینه تامین بچه ماهی
$12070 \pm 7/071^b$	$13090 \pm 0/003^a$	هزینه تامین غذا
$1200 \pm 28/281^a$	$1200 \pm 28/281^a$	هزینه غذاهای و مدیریت استخر
$450 \pm 7/071^b$	$600 \pm 0/007^a$	هزینه صید و بسته‌بندی
$28900 \pm 70/711^a$	$27460 \pm 14/142^b$	متوسط فروش کل
$9680 \pm 7/071^a$	$7070 \pm 0/004^b$	سود خالص

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت منابع تولید از جمله آب و زمین، استفاده بهینه از امکانات و پتانسیل‌های تولید از اهمیت زیادی برخوردار است. کشور ما علی‌رغم محدودیتی که در زمینه منابع آب شیرین دارد، از ذخایر قابل توجه آب‌های شور و لب شور زیرزمینی برخوردار است. همگام با مطالعاتی که در سطح جهان در زمینه

بهره‌برداری از آب‌های لب شور و شور برای آبی‌پروری صورت گرفته، در کشور ما نیز طی دهه گذشته در این رابطه اقدامات خوبی صورت گرفته است. یافته‌های تحقیقاتی و تجربیات عملی نشان داده است که قزل‌آلای رنگین‌کمان از رشد و بازدهی اقتصادی قابل قبولی در استخرهای خاکی آب لب شور در نیمه سرد سال برخوردار است (۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۹ و ۱۲). آنچه مهم

است اینکه این روش پرورش به مرور بهینه‌سازی شده، نقاط ضعف آن کاهش یافته و درآمد بیشتری را متوجه پرورش‌دهندگان نماید. یکی از نقاط ضعف این سیستم پرورش، ایجاد اختلاف وزن نسبتاً زیاد بین ماهی‌ها در طول دوره پرورش است که به دلیل بهره‌گیری از روش نیمه‌متراکم پرورش و پراکندگی ماهی‌ها در کل فضای استخر می‌باشد. این وضعیت باعث می‌شود تا در زمان غذادهی امکان تغذیه همزمان تمام ماهی‌ها فراهم نشود و علی‌رغم اعمال مدیریت مطلوب غذادهی، بین ماهی‌ها اختلاف وزن زیاد بوجود آید. با توجه به بزرگی استخرهای خاکی پرورش، امکان رقم‌بندی ماهی‌ها در این استخرها وجود ندارد و لازم است راه‌کارهای ممکن و قابل اجرا جهت کاهش این مشکل مورد بررسی قرار گیرد. یکی از این قبیل راه‌کارها، ایجاد محیط محصور در استخرهای خاکی و پرورش متراکم‌تر ماهی‌ها نسبت به روش معمول ضمن استفاده از پتانسیل و ظرفیت کل محیط استخر است که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت.

بر اساس مطالعات انجام شده تراکم ماهی در واحد سطح در این روش حدود ۱/۵-۱ عدد در مترمربع است و میزان تولید حدود ۶-۴ تن در هکتار می‌باشد. علت انتخاب روش نیمه متراکم دمای بالای آب چاه می‌باشد (حدود ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد)، به‌طوری‌که میزان تعویض آب استخر باید طوری تنظیم شود که امکان سرد شدن آب با استفاده از شرایط محیطی در محدوده تحمل قزل‌آلا فراهم گردد. به همین علت، پرورش نیمه متراکم قزل‌آلا در استخرهای خاکی با استفاده از آب‌های گرم و لب‌شور زیرزمینی در نیمه دوم سال انجام می‌گیرد و میزان تعویض آب براساس بررسی‌ها و تجربیات حدود ۵ درصد حجم آب استخر در شبانه روز می‌باشد (۲).

پرورش نیمه‌متراکم برخی گونه‌های پرورشی نظیر کپورماهیان که از غذای طبیعی استخر بویژه کف‌زیان و پلانکتون‌ها استفاده می‌کنند اهمیت زیادی دارد و محصور کردن آنها موجب از دسترس خارج شدن بخش قابل

توجهی از منابع غذایی طبیعی و کاهش تولید استخر خواهد شد، ولی در مورد قزل‌آلای رنگین‌کمان که یک گونه شکارچی است و وابستگی کمی به منابع غذایی طبیعی استخر دارد، پرورش آنها از طریق ایجاد محیط محصور ضمن استفاده از پتانسیل کل فضای استخر می‌تواند مزایایی را به همراه داشته باشد.

طی سالیان اخیر پرورش ماهیان سردآبی به روش پرورش در قفس در آب‌های لب‌شور و شور محیط‌های دریایی و ساحلی (عمدتاً به روش پرورش در قفس) در برخی کشورها به‌ویژه نروژ و شیلی گسترش قابل‌توجهی یافته، در حالی که بر خلاف این کشورها این تحقیق بر اساس به‌کارگیری روشی جدید و بومی در پرورش قزل‌آلا مطابق با شرایط اقلیمی مناطق گرم و خشک کشور است که در استخرهای خاکی انجام می‌گیرد. بنابراین هرچند به دلیل عدم وجود تجربه عملی و سابقه تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور در زمینه موضوع مورد مطالعه، امکان مقایسه دستاوردها وجود ندارد ولی نتایج کلی حاصل از این بررسی نشان داد که عملکرد تولید قزل‌آلا در استخرهای خاکی پرورشی از طریق ایجاد محیط محصور (net pen) بهبود می‌یابد. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، برخی فاکتورهای رشد شامل درصد افزایش وزن، متوسط رشد روزانه، بازدهی غذایی، شاخص وضعیت و نرخ رشد ویژه در تیمار محیط محصور نسبت به تیمار محیط آزاد افزایش معنی‌داری را نشان داد. این وضعیت عمده‌تاً ناشی از تجمع متراکم‌تر ماهی‌ها، امکان رقابت غذایی بیشتر، تحرک و شنای کمتر و دسترسی به غذای بیشتر بود. همین شرایط باعث گردید تا ضریب تبدیل غذا نیز در حد معنی‌داری در تیمار محیط محصور کاهش یابد.

شرایط محیط محصور نسبت به محیط آزاد استخر باعث گردید تا به‌دلیل امکان توزیع متعادل غذا بین تمام ماهی‌ها و همچنین فراهم شدن شرایط دریافت یکنواخت‌تر غذا توسط آنها، اختلاف وزن کاهش یافته و بخش بیشتری از ماهی‌ها از وزن بازاری مناسب برخوردار

شوند. نتایج ارائه شده در جدول ۲ بیانگر آن است که گروه وزنی ۳۵۰-۲۵۰ گرم که معمولاً گروه بازاری مناسبی را تشکیل می‌دهد. در تیمار محیط محصور نسبت به تیمار محیط آزاد افزایش معنی‌داری پیدا کرده و به دنبال آن گروه وزنی زیر ۱۵۰ گرم که معمولاً مقبولیت بالایی در بازار فروش ندارد، نسبت به تیمار محیط آزاد کاهش یابد. هزینه تأمین غذا به‌عنوان یکی از مهمترین هزینه‌های پرورش و همچنین هزینه‌های صید که در استخرهای خاکی نسبتاً بالاست، کاهش معنی‌داری را در تیمار محیط محصور نشان می‌دهد ضمن آنکه به‌دلیل رشد بهتر ماهی‌ها و وزن یکنواخت‌تر آنها در زمان برداشت، میزان فروش کل و سود خالص افزایش یافته است (جدول ۳). بطور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که در مزارع خاکی پرورش قزل‌آلا که به

روش نیمه متراکم در نیمه دوم سال فعال هستند، از طریق ایجاد محیط محصور در استخرهای نیم‌هکتاری و بزرگ‌تر، امکان بهره‌وری و تولید از محیط پرورش افزایش می‌یابد و به‌دلیل ارتباط محیط محصور با کل فضای استخر و همچنین برقراری جریان آب از قسمت ورودی به خروجی، هیچگونه اختلالی در عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در محدوده محصور شده ایجاد نمی‌شود. همچنین با توجه به بزرگی استخرهای خاکی پرورشی و عدم امکان رقم‌بندی ماهی‌ها در آنها، از طریق ایجاد محیط محصور در این قبیل استخرها و پرورش متراکم‌تر ماهی‌ها نسبت به روش معمول می‌توان ضمن استفاده از پتانسیل و ظرفیت کل محیط استخر، از آن به‌عنوان راهکاری قابل اجرا برای کاهش اثرات عدم رقم‌بندی استفاده نمود.

منابع

- ۱-فلاحتی مروست، ع.، مجازی‌امیری، ب.، علیزاده، م.، و ابطحی، ب.، ۱۳۸۲. مقایسه روند توسعه غدد جنسی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب شور و شیرین، مجله علوم دریایی، شماره ۵، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲-علیزاده، م.، ۱۳۷۵. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آبهای شور زیرزمینی، نشریه ترویجی معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران، صفحات ۱۳ تا ۱۵.
- ۳-علیزاده، م.، ۱۳۸۰. روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب شور، پایان‌نامه دکتری تخصصی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۰۲ صفحه.
- ۴-علیزاده، م.، رجیبی‌پور، ف.، و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۴. افزایش تولید در استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلا از طریق استفاده مجدد از پساب خروجی، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۳۸ صفحه.
- ۵-علیزاده، م.، ۱۳۸۷. برنامه راهبردی ماهیان سردآبی کشور، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۳۲۰ صفحه.
- ۶-مشائی، ن.، علیزاده، م.، رجیبی‌پور، ف.، و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۳. بررسی لیمنولوژیک استخرهای خاکی آب لب شور پرورش قزل‌آلا در منطقه بافق یزد. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۷۵ صفحه.
- ۷-نقیسی، م.، شریفیان، م.، آخوندی، ع.، علیزاده، م.، خدارحمی، ر.، و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۶. افزایش تولید در استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلا با استفاده از روش‌های هوادهی در منطقه بافق یزد، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۲ صفحه.
8. Altinok, I. and Grizell, J.M., 2001. Effects of brackish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juvenile euryhaline and freshwater stenohaline fishes. *Journal of Fish Biology* 59, 1142-1152.
9. Lever, C., Lymbery, A.J. and Doupé, R., 2004. Preliminary comparisons of yield and profit achieved from different rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, and production systems in inland Western Australia. *J. Appl. Aquac.* 16, 63-73.
10. Aartridg, G.J. and Creeper, J., 2004. Skeletal myopathy in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch), cultured in potassium-deficient saline groundwater. *J. Fish Dis.* 27, 523-530
11. Partridge, G.J., Lymbery, A.J. and George, R.J., 2008. Finfish Mariculture in inland Australia: A review of potential water sources, species and production systems. *J. World Aqua cult. Soc.*
12. Starcevich, M.R., Lymbery, A.J. and Doupé, R.G., 2003. Potential environmental impacts from farming rainbow trout using inland saline water in Western Australia. *Australas. J. Environ. Manag.* 10, 15-24.

Utility improvement of brackish water cultural earth ponds of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) through establishing enclosure medium (net pen)

*M. Alizadeh¹, A. Bitaraf², H. Sarsangi³ and M. Mohammadi³

¹Research Assistant Prof., Inland Saltwater Fishes Research Station, Bafgh, ²Board, Inland Saltwater Fishes Research Station, Bafgh, ³MS in Fisheries, Inland Saltwater Fishes Research Station, Bafgh

Abstract

Considering increase in production of earth ponds in brackish water condition, this research carried out at Bafgh fisheries research station to improve efficiency and production of brackish water cultural earth ponds of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). This study was performed in four 0.5 ha earth ponds in two treatments with two replications. Each treatment included two earth ponds so that fish farmed in two culture mediums consisting open medium and %20 enclosure medium of pond (pen medium). For this purpose 20% of earth pond's space separated via a fixed net wall with 15mm in mesh. In this research some main growth equations (WG, ADG, FCR, SGR, FE, CF) and economical factors were studied. Data were analyzed using SPSS software, Toki, Dankan, Dant analysis and also descriptive statistics. The significant differences were determined in %5 level. Since there was a connection between pen medium with free one, no signs based upon disturbance observed in measured environmental factors in this space. Statistical results indicated a significant increase in %WG, %FE, %SGR, %CF and final biomass in pen medium treatment. According to economic results, this treatment also differed significantly from open medium treatment about ratio of marketable size production and net income so that yield quantity and production income increased. Therefore, through pen culture in 0.5 ha earth ponds and likely larger ones, utility and production of farm improve and can be a good approach for farmers in order to better exploitation of possibilities and facilities.

Keywords: Brackish water; Earth pond; Utility; Rainbow trout, Enclosure medium.

* - Corresponding Author; Email: m_alizadeh47@yahoo.com