مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال پانزدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰ / صفحات: ۳۶-۲۴

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080026.1400.15.1.3.3

شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhunchus mykiss*) در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب‌شور زیرزمینی

محمود قانعی‌تهرانی[1*]، سیدمحمدوحید فارابی[1]، رضا پورغلام[1]، حسن نصراله‌زاده ساروی[1]، علی‌اصغر سعیدی[1]، حمید رمضانی[1] و عبدالحمید آذری[1]

[1]پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۵

چکیده

به‌دلیل کمبود منابع آب شیرین در کشور ایران، استفاده از منابع آب‌های لب‌شور و شور برای تولید محصولات شیلاتی مورد توجه قرار گرفته است. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌دلیل توانایی سازگاری با آب لب‌شور بیشتر از سایر گونه‌های پرورشی مورد توجه می‌باشد. در این پژوهش شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلا در آب لب‌شور ppt ۱۴ مستخرج از منابع آبی زیرزمینی در منطقه اسفراین (خراسان شمالی) در دو استخر خاکی به مساحت هر یک ۳۰۰۰ مترمربع با عمق مفید ۱/۸ متر در یک دوره پرورش ۱۶۰ روزه (پاییز و زمستان) مورد بررسی قرار گرفت. ذخیره‌سازی اولیه بچه‌ماهیان در هر استخر ۲۳۰۰۰ عدد با میانگین وزنی ۱/۵±۲۲/۷ گرم بود. به‌دلیل تفاوت در نرخ بازماندگی ماهیان در استخر ۱ (۸۲ درصد) و ۲ (۸۸ درصد)، اختلاف در سایر پارامترها در پایان دوره پرورش معنی‌دار بود ($P<0/05$). به‌طوری‌که به‌ترتیب در استخرهای ۱ و ۲ بازدهی غذا ۰/۰۲±۰/۸۸ و ۰/۰۲±۰/۸۲، ضریب چاقی ۰/۰۱±۱/۴۲ و ۰/۰۳±۱/۲۹ و ضریب رشد ویژه ۰/۰۱±۱/۵۱ و ۰/۰۲±۱/۴۰ درصد در روز، نسبت کارآیی پروتئین ۰/۰۵±۲/۲۶ و ۰/۰۶±۲/۱۱ و ضریب تبدیل غذایی ۰/۰۲±۱/۱۸ و ۰/۰۴±۱/۲۵، میانگین وزن نهایی ۷±۳۹۰ و ۷±۳۴۰ گرم تعیین شد. نتایج نشان داد که بچه‌ماهیان در دو استخر بر خلاف اختلاف نسبی در شاخص‌های رشد، از وضعیت خوبی در پرورش با آب لب‌شور برخوردار بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، شاخص رشد، پرورش، آب لب‌شور، استخر خاکی

مقدمه

قرن حاضر به‌عنوان قرن بحران آب نام گرفته است. زیرا از کل آب‌های موجود در طبیعت فقط درصد اندکی از آن‌ها به‌عنوان آب شیرین قابل دسترسی است (Wetzel, 2001). کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۴۰ میلی‌متر در سال جزو کشورهای نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌گردد (مسعودیان، ۱۳۸۴). امروزه استفاده گسترده و مناسب از منابع خاک و آب غیرقابل استفاده برای کشاورزی، صنعت و بهداشت با هدف توسعه آبزی‌پروری به‌عنوان یک راه‌کار مناسب برای تولید غذا و ایجاد اشتغال مطرح است. امروزه حدود نیمی از تولیدات آبزی‌پروری جهان به محیط‌های آبی لب‌شور و شور اختصاص دارد و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از ماهیان مناسب برای پرورش در این محیط‌های آبی به‌شمار می‌رود (FAO, 2012). سهم ایران از مجموع تولیدات جهانی ماهی قزل‌آلا با میزان ۵۸۰۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۸، بیش از ۷۳۰۰۰ تن بوده است که با این میزان

* مسئول مکاتبه: salamyaran60@yahoo.com

تولید کشورمان بعد از کشورهای شیلی و نروژ در رتبه سوم جهانی قرار دارد (FAO, 2010). در مورد پرورش ماهی قزل‌آلا بررسی‌های مختلفی انجام گرفته، اما نحوه سازگار شدن، دامنه سازگاری، حصول سازگاری و رشد ماهی در دوره پرورش در شرایط مختلف آبی از نظر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و اقلیمی هر منطقه جغرافیایی و منبع آبی متفاوت از یکدیگر است (عمادی، ۱۳۸۳).

جعفریان (۱۳۸۸) در پژوهشی با پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور ppt ۳ و شیرین ppt ۰/۸ و مقایسه عملکرد رشد آن‌ها در طول ۴۰ روز با یکدیگر نشان داد که ماهی قزل‌آلا در آب لب‌شور از قابلیت سازگاری اکولوژیکی خوبی برخوردار بوده و توانایی این ماهی در ارتقا پارامترهای رشد و تغذیه در آب لب‌شور نسبت به آب شیرین بالاتر است.

نفیسی (۱۳۸۶) در پژوهش خود بر روی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن ۹۳ گرم در مدت ۹۰ روز در آب لب‌شور، تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی (۳۳۰۰، ۳۶۰۰، ۳۹۰۰ و ۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم موجود زنده) بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد با افزایش سطوح انرژی در جیره غذایی شاخص‌های رشد و چربی لاشه نیز افزایش می‌یابد. نفیسی و همکاران (۱۳۸۶) ماهیان قزل‌آلای ۲۵ گرمی را در یک دوره پرورش ۱۲۰ روزه در شوری ppt ۱۱ به میانگین وزنی ۲۴۰-۲۳۰ گرم رساندند. در این بررسی در تراکم ۲ قطعه ماهی در مترمربع، میزان تولید ماهی در استخر بدون هواده و استخر با هواده به‌ترتیب حدود ۱/۱ و ۱/۲ تن در هکتار و در استخر با هوادهی با تراکم ۴ قطعه در مترمربع به‌میزان ۱/۹ تن در هکتار بوده است.

خواجه و همکاران (۱۳۸۶) توانایی تطابق‌پذیری ماهی قزل‌آلا پرورش‌یافته در استخرهای خاکی با آب شور را با تعیین مقادیر برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش سن، میانگین میزان سدیم، پتاسیم و کلر در خون ماهی افزایش داشته است. این امر بیانگر آن می‌باشد که با افزایش سن و اندازه در ماهی قزل‌آلا توانایی و قدرت تطابق‌پذیری با آب شور افزایش دارد.

نفیسی و همکاران طی سال‌های ۷۹-۱۳۷۵ به‌منظور بهبود وضعیت پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان با آب‌های لب‌شور زیرزمینی در استخرهای خاکی استان یزد، بچه‌ماهیان با میانگین وزنی ۱۵ گرم را در شوری ppt ۱۰ با تراکم یک و سه قطعه در مترمربع در طول یک دوره پرورش ۱۵۰ روزه پرورش دادند. در پایان این پژوهش ماهیان به‌ترتیب به میانگین وزنی ۲۲۰ و ۲۷۰ گرم و تولید میانگین ۶۲۰ و ۳۸۰ کیلوگرم در ۱۰۰۰ مترمربع رسیدند.

علیزاده (۱۳۷۵) اولین بار در آب‌های لب‌شور داخلی با شوری ppt ۱۰ در منطقه بافق یزد اقدام به پرورش قزل‌آلا رنگین‌کمان نمود. نتایج به‌دست آمده نشان داد امکان نگهداری و پرورش ماهی قزل‌آلا در آب لب‌شور منطقه با تولید ۳-۲/۵ تن در هکتار وجود دارد.

در پژوهش Partridge و همکاران (۲۰۰۸) در جنوب‌غربی استرالیا با استفاده از آب چاه برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری ۱۴ گرم در لیتر میزان ضریب تبدیل غذایی ۹۷ درصد با بازماندگی ۹۰ درصد به‌دست آمد.

نتایج پژوهش Altinok و Grizzle (۲۰۰۴) روی پرورش قزل‌آلا در شوری‌های مختلف نشان داد که قزل‌آلای ۱۴ و ۲۰ گرمی قادر به تحمل تنش شوری ۱۸ گرم در لیتر نیستند، ولی میزان، مرگ و میر در بچه‌ماهیان ۳۰ گرمی ۱۸ درصد بود.

مطالعات Altinok و Grizzle (۲۰۰۱) نشان داد در

بین ماهیان پرورشی مختلف، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از قابلیت بسیار خوبی در تحمل شوری‌های بالا برخوردار می‌باشد.

نتایج پژوهش McKee و Wolf (۱۹۷۱) نشان داد که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قادر است، شوری‌های مختلف را تحمل کند ولی در بالاتر از ppt ۲۰ میزان بقا و رشد آن کاهش می‌یابد.

در حال حاضر پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در تمام نقاط کشور ایران متکی بر استفاده از میزان قابل‌توجهی آب شیرین و با کیفیت بالا می‌باشد، که ضروری است با برنامه‌ریزی مناسب، پرورش ماهی قزل‌آلا را به مناطقی از کشور سوق دهیم که امکان تامین آب لب‌شور وجود دارد. تا از این طریق از یک سوی ذخایر ارزشمند آب شیرین را حفظ نموده و از سوی دیگر از اراضی دارای آب و خاک شور استفاده بهینه نماییم. بنابراین به‌منظور دست‌یابی به این هدف در این پژوهش، این قابلیت در رابطه با ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای پرورش در استخر خاکی با آب لب‌شور زیرزمینی (چاه) در منطقه اسفراین که از شرایط دمایی مناسب در فصل‌های پاییز و زمستان برخودار می‌باشد به اجرا در آمد تا با تکیه بر نتایج حاصل بتوان ضمن بررسی امکان انجام این فعالیت در منطقه مورد مطالعه از دستاوردهای حاصل برای استفاده در دیگر مناطق کشور بهره گرفته و صنعت پرورش ماهی قزل‌آلا در آب و خاک لب‌شور را به‌عنوان گونه‌ای اقتصادی و بازارپسند در نقاط مستعد کشور توسعه داد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای پژوهش شرکت کشت و صنعت اسفراین وابسته به آستان قدس رضوی، در غرب شهرستان اسفراین بود. این منطقه دارای آب و هوایی بیابانی با زمستان‌هایی سرد و خشک است. این واحد دارای چندین حلقه چاه است، آب چاه مورد استفاده و زمین‌های اطراف به‌دلیل شور شدن (هدایت الکتریکی ۱۸۱۰۰ میکروزیمنس) برای هر گونه فعالیت کشاورزی غیرقابل استفاده می‌باشد. پرورش ماهی قزل‌آلا در دو عدد استخر خاکی هر یک با وسعت ۳۰۰۰ مترمربع و تراکم ذخیره‌سازی اولیه ۲۳۰۰۰ عدد (تراکم حدود ۷ عدد ماهی در مترمربع) با میانگین وزن ۱/۴SE±۲۲/۷ گرم در مدت ۱۶۰ روز انجام شد.

ابتدا برای ضدعفونی استخرها و بهبود شرایط بستر استخرها در شرایط مرطوب آهک‌پاشی با آهک زنده به‌میزان ۲۰۰ کیلوگرم در کف و دیواره استخرها انجام شد. سپس آبگیری اولیه استخرها تا ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر صورت گرفت. آبگیری تکمیلی و نهایی تا حد ۱/۸ متر پس از معرفی بچه‌ماهیان به استخرها انجام شد. محل تامین بچه‌ماهیان قزل‌آلا از منطقه فیروزکوه مازندران بوده است. بچه‌ماهیان با تانکرهای دو جداره به محل استخرهای خاکی پرورش حمل شده و سپس با رعایت هم‌دمایی و سازگاری با شوری به‌مدت ۳ ساعت، به استخرها معرفی گردیدند.

غذادهی ماهیان در استخر با توجه به تعداد و وزن ماهی و همچنین دمای میانگین آب استخرها به‌طور دستی انجام می‌شد (عمادی، ۱۳۸۳). دفعات غذادهی به ماهیان در ماه اول ۳ سه نوبت و در ماه‌های بعد دو نوبت در روز بوده است. غذای مورد مصرف ماهیان تولید شرکت فرادانه شهرکرد با میانگین پروتئین ۴۰ درصد و چربی ۱۵ درصد مطابق با غذاهای معمول تجاری بوده است. برای بهبود تهویه و حفظ کیفیت آب استخرها به‌ویژه تامین اکسیژن مورد نیاز ماهیان علاوه‌بر ورود آب به شکل بارانی به استخرها، روزانه ۱۵-۱۰ درصد آب استخرها تعویض گردیده و همچنین در هر یک از استخرها از دو دستگاه هواده اسپلش نیز استفاده می‌شد. در طول دوره پرورش برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (هدایت الکتریکی،

دما، اسیدیته، اکسیژن محلول، سختی، کلسیم، منیزیم، نیتریت، نیترات، آمونیوم و فسفات) اندازه‌گیری و ثبت گردید (Eaton و همکاران، ۲۰۰۷).

در ابتدای معرفی ماهیان به استخرهای خاکی و در پایان دوره پرورش در هنگام برداشت نهایی زیست‌سنجی ماهیان با ثبت طول چنگالی و وزن کل برای تعیین شاخص‌های رشد به‌شرح رابطه‌های ۱ تا ۷ انجام گرفت.

$$WG=W_f - W_i \quad (۱)$$

(Tacon، ۱۹۹۰)

که در آن، W_i: وزن اولیه (گرم)، W_f: وزن نهایی (گرم) و WG: افزایش وزن (گرم).

ضریب چاقی یا شاخص وضعیت[۱]: از رابطه فولتون با نسبت میانگین وزن ماهی به گرم، بر توان سه طول چنگالی به سانتی‌متر محاسبه گردید.

$$CF=(W_f / L^{۳})\times ۱۰۰ \quad (۲)$$

(Austreng، ۱۹۷۸)

که در آن، W_f: وزن نهایی، L: طول چنگالی و CF: ضریب چاقی.

ضریب رشد ویژه[۲]: ضریب رشد ویژه یک شاخص بررسی وضعیت رشد وزنی ماهی است که از رابطه لگاریتم وزن نهایی من‌های وزن اولیه ماهیان نسبت به تعداد روزهای پرورش ضرب در عدد ۱۰۰ محاسبه گردید.

$$SGR, \%\ day^{-۱}=[۱۰۰\times((\ln W_f - \ln W_i)/t)] \quad (۳)$$

(Hevroy و همکاران، ۲۰۰۵)

که در آن، t: تعداد روزهای پرورش، W_i: وزن اولیه (گرم) و W_f: وزن نهایی (گرم).

درصد بازماندگی[۳]: از رابطه نسبت تعداد ماهی زنده باقی‌مانده در استخر به تعداد ماهی ذخیره‌سازی شده، ضرب در عدد ۱۰۰ محاسبه گردید.

$$SR=(N_f / N_i)\times ۱۰۰ \quad (۴)$$

(Ai و همکاران، ۲۰۰۶)

که در آن، N_i: تعداد ماهیان ذخیره‌سازی شده و N_f: تعداد ماهیان زنده نهایی.

بازدهی غذا[۴]: از نسبت افزایش وزن ماهی در طول دوره به غذای مصرفی محاسبه گردید.

$$FE=WG / FI \quad (۵)$$

(De Silva، ۱۹۹۵)

که در آن، WG: افزایش وزن (گرم) و FI: غذای مصرفی.

ضریب تبدیل غذایی[۵]: از رابطه نسبت غذای خورده شده به مقدار افزایش وزن ماهی محاسبه گردید.

$$FCR=FI / WG \quad (۶)$$

که در آن، WG: افزایش وزن (گرم) و FI: غذای مصرفی (گرم).

نسبت کارآیی پروتئین[۶]: از رابطه نسبت افزایش وزن ماهی بر میزان پروتئین خوراک مصرفی به‌دست می‌آید.

$$PER=WG / PI \quad (۷)$$

که در آن، WG: افزایش وزن (گرم) و PI: پروتئین مصرفی (گرم) (Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۸؛ Helland، ۱۹۹۶).

برای ثبت اطلاعات و تعیین آمار توصیفی داده‌ها از نرم‌افزار Excel 2010 و برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی (CRD) استفاده شد. با استفاده از برنامه آماری SPSS ver. 18 و جدول آنالیز واریانس یک‌طرفه فاکتورهای رشد و ارزیابی کیفی خوراک ماهی در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار

۱. Condition Factor (CF)
۲. Specific Growth Rate:SGR
3. Survival Rate:SR

۴. Food Efficiency (FE)
۵. Food Conversion Ratio (FCR)
۶. Protein Efficiency Ratio (PER)

گرفت. مقایسه میانگین پارامترهای انـدازه‌گیـری شـده بین ماهیان دو استخر آزمایشی پس از معنی‌دار بـودن، به روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

بررسی میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه و اسـتخرهای پـرورش در جـدول ۱ آورده شـده است. نتایج به‌دست آمده بیانگر سازگاری بچـه‌ماهیـان قزل‌آلای رنگین‌کمان با نوسانات و تحمل تغییـرات در محیط آب لب‌شور در طول دوره پرورش بوده اسـت. در طول پرورش آب وارد شده به استخرها تحت‌تـأثیر عوامل محیطـی و فعـل و انفعـالات درون محـیط آب استخرها خاصه انجام غـذادهی بـه ماهیـان، تغییراتـی حاصل می‌نمود. میـانگین تغییـرات پارامترهـای ثبـت شده آب استخرها در طول دوره پرورش نشان داد کـه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب اسـتخرها بـا یکـدیگر دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبوده‌اند (P>۰/۰۵).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب لب‌شور چاه و استخرهای پرورش (میانگین ± خطای استاندارد).

پارامترهای کیفی آب	استخر ۱	استخر ۲	آب چاه
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۸/۴±۰/۵	۸/۰±۰/۹	۶/۱±۰/۳
pH	۷/۷±۰/۲	۷/۶±۰/۳	۸/۲±۰/۲
شوری (گرم بر لیتر)	۱۳/۱±۰/۴	۱۳/۵±۰/۷	۱۱/۱±۰/۶
مواد جامد معلق (میلی‌گرم بر لیتر)	۹۵۷۰±۳۹۰	۹۹۹۰±۵۰۰	۷۵۰۰±۴۵۰
کلسیم (میلی‌گرم بر لیتر)	۹۱۵±۵۱	۹۵۷±۱۰۷	۵۷۸±۳۷
منیزیم (میلی‌گرم بر لیتر)	۱۰۱۳±۶۷	۱۰۷۴±۱۲۳	۷۱۵±۴۵
هدایت الکتریکی (میکروثانیه بر سانتی‌متر)	۱۹۰۰۰±۱۲۰۰	۱۹۵۰۰±۱۳۰۰	۱۵۵۰۰±۱۱۰۰
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱۷۵±۰/۰۶۰	۰/۱۹۸±۰/۰۸۷	۰/۰۷±۰/۰۲
نیتریت (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱	۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۰۰۱±۰/۰
سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر)	۵۹۵۰±۴۰۰	۶۱۰۰±۴۵۰	۴۰۰۰±۴۰۰
یون آمونیوم (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۴±۰/۱	۰/۶±۰/۱	۰/۳۰±۰/۰۶
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۹۰±۰/۵۰	۰/۹۷±۰/۳۰	۰/۱۵±۰/۰۲

حداقل درجه حرارت ثبت شـده آب اسـتخرها در طول دوره پرورش ۹ درجه سانتی‌گـراد در بهمـن‌مـاه و حـداکثر درجـه حـرارت ثبـت شـده آب اسـتخرها ۱۸ درجه سانتی‌گراد در مهرماه بـوده اسـت. میـانگین درجه حرارت آب استخرها نیز در طول دوره پرورش ۱۴/۵-۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است.

براساس نتایج به‌دست آمده از زیست‌سـنجی انجـام گرفته، میانگین وزن نهایی ماهیان در پایان دوره پرورش در استخر ۱، ۳۹۰ گرم و در اسـتخر ۲، ۳۴۰ گـرم بـوده است. میزان افزایش وزن ماهیـان در اسـتخرهای ۱ و ۲ به‌ترتیب ۳۶۷ گرم و ۳۱۷ گرم، میزان بازماندگی ماهیـان در استخر ۱، ۸۲ درصد و در استخر ۲، ۸۸ درصد بـود. میزان نهایی تولید ماهی در استخرهای ۱ و ۲ بـه‌ترتیـب ۶۸۸۲ و ۶۴۱۶ کیلوگرم بوده است. نتایج به‌دست آمـده نشان می‌دهد بین شـاخص‌هـای رشـد بـین دو اسـتخر اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵). نتایج به‌دسـت آمـده از این مطالعه بیان می‌کند شاخص‌هـای رشـد محاسـبه شده در اسـتخر ۱ از اسـتخر ۲ مناسـب‌تـر بـوده اسـت (جدول ۲).

جدول ۲- پارامترهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلا در دوره پرورش در آب لب‌شور.

پارامترهای رشد و تغذیه	استخر ۱	استخر ۲
وزن اولیه (گرم)	۲۲/۷±۱/۵^{a}	۲۲/۷±۱/۵^{a}
میانگین وزن نهایی (گرم)	۳۹۰±۷^{a}	۳۴۰±۷^{b}
میانگین طول نهایی (سانتی‌متر)	۲۹/۸±۰/۲^{a}	۲۹/۴±۰/۳^{a}
میانگین میزان افزایش وزن (گرم)	۳۶۷/۳±۷/۱^{a}	۳۱۷/۳±۸/۳^{b}
تعداد اولیه ذخیره‌سازی	۲۳۰۰۰	۲۳۰۰۰
میزان بازماندگی (درصد)	۸۲^{a}	۸۸^{b}
بیومس نهایی (کیلوگرم)	۷۳۵۵^{a}	۶۸۸۲^{b}
بازدهی غذا (FE)	۰/۸۸±۰/۰۲^{a}	۰/۸۲±۰/۰۲^{b}
ضریب چاقی (CF)	۱/۴۲±۰/۰۱^{a}	۱/۲۹±۰/۰۳^{b}
نسبت کارآیی پروتئین (PER)	۲/۲۶±۰/۰۵^{a}	۲/۱۱±۰/۰۶^{b}
ضریب رشد ویژه (SGR, % day-۱)	۱/۵۱±۰/۰۱^{a}	۱/۴۰±۰/۰۲^{b}
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۱/۱۸±۰/۰۲^{b}	۱/۲۵±۰/۰۴^{a}

بحث

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhunchus mykiss*) از گونه‌های مقاوم به شوری با عملکرد رشد مناسب در آب‌های لب‌شور و حتی شور می‌باشد (FAO، ۲۰۰۶؛ FAO، ۲۰۱۰)، با توجه به تنوع کیفیت منابع آب‌های شور داخلی و ضرورت بهره‌گیری بهینه از منابع بالقوه آب و خاک شور در کشور لازم است پژوهش‌ها در این زمینه ادامه یافته و راه‌کاری متناسب با شرایط هر منطقه یافت شود. بر این اساس این پژوهش برای دست‌یابی به این هدف انجام گرفته است.

یکی از سنجش‌های اصلی در سازش‌پذیری بچه‌ماهیان به محیط جدید، درصد بازماندگی قابل‌قبول است. بنابراین توانایی رسیدن به تعادل فیزیولوژیک با محیط جدید، بیانگر قابلیت‌های انفرادی هر موجود است. این قابلیت‌ها به جنس، گونه، سن و اندازه (وزن و طول) هر ماهی بستگی دارد. توانایی انفرادی ماهیان در برابر شرایط محیطی با افزایش اندازه بیش‌تر می‌گردد (Farabi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sanchez و همکاران، ۱۹۹۸).

Altinok و Grizzle (۲۰۰۴) بیان داشتند، ماهی قزل‌آلا ۱۴ و ۲۰ گرمی تحمل تنش شوری ppt ۱۸ را ندارد. اما ماهی ۳۰ گرمی دارای تحمل بهتری نسبت به شوری نام‌برده است. توانایی سازگاری و تنظیم اسمزی در آب شورتر تقریباً تحت‌تأثیر اندازه بدن می‌باشد (McCormick، ۲۰۰۱). در این پژوهش با توجه به بازماندگی، ۸۲ و ۸۸ درصد می‌توان نتیجه گرفت سازگاری و تحمل عمومی بچه‌ماهیان قزل‌آلا در این پژوهش با شوری محیط پرورش در حد قابل‌قبول و مناسبی بوده و با موارد بیان شده بالا مطابقت دارد. به‌دلیل تفاوت در میزان بازماندگی، بین میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در استخرهای ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار گردید ($P<0/05$).

میانگین دما و اکسیژن محلول مؤثرترین عوامل در استفاده و راندمان حداکثری از غذای مصرفی می‌باشد، مناسب بودن دامنه تغییرات این دو فاکتور حیاتی موجب می‌شود حداکثر هضم و جذب غذای مصرف شده انجام شود و ماهی قزل‌آلا از شاخص‌های رشدی مناسب‌تری برخوردار گردد میانگین مناسب دما برای پرورش ماهیان قزل‌آلا ۱۸-۱۲ درجه سانتی‌گراد و

اکسیژن محلول ۸-۶ میلی‌گرم در لیتر است (اسماعیلی، ۱۳۷۹؛ مشایی، ۱۳۶۸) که بر این اساس میانگین میزان دما و اکسیژن آب در این پژوهش میزان ۱۵-۱۴ درجه سانتی‌گراد و ۸/۵-۸ میلی‌گرم در لیتر در دامنه مناسب پرورش قزل‌آلا قرار داشته که امکان خوراک‌دهی با راندمان بالا را فراهم نموده بود. اضافه بر آن، از آن‌جا که مقدار اکسیژن مورد نیاز ماهی قزل‌آلا در محیط آب لب‌شور نسبت به آب شیرین بیش‌تر بوده و حلالیت آن به‌طور نسبی کم‌تر است، به این منظور در این پژوهش علاوه‌بر استفاده از روش بارانی برای هوادهی و بهبود آب ورودی به استخرها از دستگاه هواده نیز در استخرها در طول دوره پرورش، استفاده شده است. Boyd (۱۹۹۷) در نتایج به‌دست آمده از فعالیت‌های خود بیان می‌کند، هوادهی و استفاده از دستگاه هواده در استخرهای پرورش به‌عنوان بخش مهمی از آبزی‌پروری تجارتی مطرح است. این دستگاه دو عمل عمده را در استخرهای پرورش آبزیان به عهده دارد، وارد کردن هوا یا اکسیژن به محیط آب استخر پرورش و به گردش در آوردن آب استخر، که با انجام این اعمال که منجر به هوادهی در آب و خاک استخر می‌شود، استخرهای پرورش از شرایط بسیار مناسب‌تر و با کیفیت بهتر برخوردار می‌گردند. در این شرایط ماهیان بهتر غذا می‌خوردند و در برابر بیماری‌ها مقاومت بیش‌تری از خود نشان می‌دهند، بنابراین مرگ و میر کم‌تری دارند و ضریب تبدیل غذایی نیز بهبود می‌یابد. مجموعه موارد بالا دلیل آن گردید تا شاخص‌های رشد به‌دست آمده در این پژوهش در قیاس با دیگر پژوهش‌های انجام شده از نتایج و مقادیر مناسب‌تری برخوردار گردد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد، بالاترین ضریب تبدیل غذایی و به پیروی از آن کم‌ترین بازدهی غذا، نسبت کارایی پروتئین و ضریب چاقی در ماهیان استخر ۲ ثبت گردیده است و این نتایج بین دو استخر دارای اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$)، (جدول ۲).

نتایج بررسی آب تامین‌کننده استخرها (آب چاه: جدول ۱) نشان داد که فاکتورهای مورد بررسی برای پرورش ماهیان قزل‌آلا در دامنه تحمل و پذیرش بچه‌ماهیان بدو معرفی به استخرها قرار داشته است. همچنین نتایج بررسی آب استخرهای خاکی در طول دوره پرورش (جدول ۱) نشان داد که به‌دلیل تأثیر عوامل زنده و غیرزنده (ماهی، تولیدات طبیعی گیاهی و جانوری و غذادهی روزانه) بر محیط آب، آب استخرهای پرورش با منبع آب ورودی (چاه) دارای تفاوت‌هایی بوده ولی برای حیات ماهیان هم‌چنان مناسب است. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای خاکی به‌دلیل تعویض روزانه و همچنین استفاده از هواده، در دامنه تحمل ماهیان قزل‌آلا قرار داشته است و بر خلاف تفات نسبی در مقادیر ثبت شده برای این پارامترها (جدول ۱)، اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب استخرها در طول پرورش مشاهده نگردید ($P<0/05$) با توجه به نتایج به‌دست آمده از فاکتورهای رشد و تغذیه، بچه‌ماهیان علاوه‌بر سازگاری و تحمل شرایط فیزیکوشیمیایی و شوری حاکم بر آب استخرها در طول دوره پرورش به خوبی فعالیت‌های حیاتی و متابولیکی خود را انجام داده و به شاخص‌های رشدی مناسبی دست یافته و ضمن سلامت عمومی از بازماندگی مناسب در پایان دوره پرورش برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد که برخی از عوامل تأثیرگذار در رسیدن به شاخص‌های کیفی رشد و ضریب تبدیل غذایی مناسب وجود غذای زنده در محیط پرورش (به‌صورت طبیعی) بوده است. نتایج آورده شده در جدول ۲ نشان داد که در پایان دوره پرورش اختلاف معنی‌داری بین وزن نهایی ماهیان قزل‌آلا مشهود بوده است ($P<0/05$). اختلاف به‌دست آمده در میانگین وزن نهایی ماهیان قزل‌آلا بین استخر ۱ با استخر ۲ می‌تواند به‌دلیل تفاوت در بازماندگی

(۸۲ درصد در استخر ۱ و ۸۸ درصد در استخر ۲) باشد زیرا این تفاوت در بازماندگی، بیانگر وجود تفاوت تراکم بیومس ماهی موجود در استخرها در طول دوره پرورش به‌دلیل تلفات مشاهده نشده است که نتیجه مشخص آن دریافت غذا و فضای بیش‌تر برای ماهیان استخر ۱ نسبت به ماهیان استخر ۲ می‌باشد که این امر میانگین وزنی نهایی بیش‌تر برای ماهیان در استخر ۱ (۷±۳۹۰) نسبت به میانگین وزن نهایی در استخر ۲ (۷±۳۴۰ گرم) را موجب گردیده است. Leatherland و Vijayan (۱۹۹۸) گزارش نمودند با افزایش تراکم ماهیان، سطح تحریک آن‌ها افزایش یافته و منجر به ایجاد استرس در ماهیان می‌گردد این سطح بالای تماس فیزیولوژیکی نیاز ماهیان به انرژی را بیش‌تر کرده و براساس آن مصرف غذا و رشد ماهیان آسیب می‌بیند. همچنین Reftsie (۱۹۹۷) بیان نمود در تراکم بالاتر، یک رشد منفی در آزادماهیان می‌توان انتظار داشت. در این حالت رشد کندتر صورت گرفته و ضریب تبدیل غذا افزایش می‌یابد. همچنین از دیگر علل اختلاف بین میانگین وزن نهایی در ماهیان تفاوت و افزایش نسبی در شوری (۰/۷±۱۳/۵ و ۰/۴±۱۳/۱) و برخی دیگر فاکتورهای آب در استخر ۲ نسبت به استخر ۱ (نیتریت ۰/۰۰۱±۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۱±۰/۰۰۶، نیترات ۰/۳۰±۰/۹۷ و ۰/۵۰±۰/۹۰، یون آمونیوم ۰/۱±۰/۶ و ۰/۱±۰/۴) در طول دوره پرورش می‌تواند باشد ولی دلیل این تفاوت آب ورودی نیست، زیرا میزان آب ورودی و تعویض آن برای استخرها در طول دوره پرورش مشابه بوده است. بنابراین بخشی از این تفاوت ممکن است به ترکیبات و رسوبات بستر استخر و جریانات آبی به هنگام تعویض آب از کف استخرها مربوط باشد، که اهداف این مطالعه نبود و در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین اختلاف در وزن اکتسابی بچه‌ماهیان قزل‌آلا به پیروی از آن تفاوت‌هایی در پارامترهای طول نهایی، افزایش وزن هر ماهی، کارایی غذا و ضریب تبدیل غذایی ایجاد شد (جدول ۲). حاصل نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد، با میزان تولید بیش از ۱۳ تن در سطحی حدود ۶۰۰۰ مترمربع با میانگین ۲/۳۷ کیلوگرم در مترمربع و با میانگین وزنی ۳۶۰ گرم در مقایسه با دیگر فعالیت‌های انجام شده در کشور در رابطه با پرورش قزل‌آلا در آب لب‌شور به‌میزان ۰/۴ و ۰/۷ کیلوگرم در مترمربع (نفیسی، ۱۳۸۶)، ۰/۳ کیلوگرم در مترمربع (نفیسی، ۱۳۸۱) و ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع (علیزاده، ۱۳۷۵) از نتایج بهتر برخوردار بوده است که نتیجه‌ای بسیار ارزشمند و قابل‌توجه برای توسعه و ترویج این صنعت در منطقه مورد مطالعه و هزاران هکتار از مناطق مستعد آب و هوایی در اراضی مرکزی و همچنین اراضی ساحلی در شمال و جنوب کشورمان است.

منابع

۱- اسماعیلی‌ساری. ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی‌پروری. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، چاپ اول، ۲۶۳ ص.

۲- جعفریان، ح.، ۱۳۸۸. مقایسه آب لب‌شور و شیرین بر عملکرد رشد و تغذیه در ماهی قزل‌آلای جوان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۶(۲)، ۲۳-۲۵.

۳- خواجه، غ.، پیغان، ر.، ۱۳۸۶. بررسی برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورش‌یافته در استخرهای خاکی. مجله تحقیقات دامپزشکی (دانشگاه تهران) ۶۲(۳)، ۱۹۷-۲۰۳.

۴- علیزاده، م.، ۱۳۷۵. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آب‌های شور زیرزمینی. نشریه ترویجی معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران، صفحات ۱۵-۱۳.

۵- عمادی، ح.، ۱۳۸۳. راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا (ترجمه). انتشارات نشر آبزیان، چاپ ششم، ۲۶۴ ص.
۶- مسعودیان، ا.، ۱۳۸۴. رژیم بارشی ایران. مجله پژوهش جغرافیایی ۳۷، ۴۷-۵۹.
۷- مشائی، ع.، ۱۳۸۶. راهنمای پرورش و تکثیر ماهی قزل‌آلا. نویسنده: استفان دروموند سدویک، انتشارات دریاسر، چاپ سوم، ۲۰۵ ص.
۸- نفیسی، م.، شریفیان، م.، دهموبد، د.، ۱۳۸۰. پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی آب لب‌شور در استان یزد. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۸ ص.
۹- نفیسی، م.، شریفیان، م.، آخوندی، ع.، علیزاده، م.، خدارحمی، ر.، سرسنگی، ح.، ۱۳۸۱. 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 ص.
۱۰- نفیسی. م.، ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی (۳۳۰۰، ۳۶۰۰، ۳۹۰۰ و ۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم موجود زنده) بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴(۳) ۲۲-۳۱.

11.Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M., Ismael, N.E.M., 2008. Evaluation of commercial live baker's yeast, Saccharomyces cerevisiae as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia *Oreochromis niloticus* challenge in situ with Aeromonas htdrophila. Aquaculture 280, 185-189.
12.Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., Zhang, L., 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture 260, 255-263.
13.Altinok, I., Grizzle, M., 2001. Effects of brakish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juvenile euryhaline and fresh water stenohaline fish. Fish Biology 59, 1142-1152.
14.Altinok, I., Grizzle, J.M., 2004. Excretion of ammonia and urea by phylogenetically diverse fish species in low salinities. Aquaculture 238 (1-4), 499-507.
15.Altinok, I., Galli, S.M., Chapman, F.A., 1998. Ionic and osmotic regeulation capabilities of juvenil Gulf of Mexico sturgeon, Acipenser oxyrinchus de sotoi. Comparative Biochemistry and Pysiology part A 120, 609-616.
16.Austreng, E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. Aquaculture 13, 265-272.
17.Boyd, C.E., 1998. Pond water aeration systems. Aquacultural Engineering. 18 (1), 9-40.
18.De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1995. In: Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman and Hall, London, 319p.
19.Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E., 2007. Standard methods for the examination of water and wastewater, American public Health Association, 21st Edition, 1179.
20.Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E., Franson, M.H., (ed.), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Section 9222B. American Public Health Association, Washington, DC.
21.FAO (Food and Agriculture Organization), 2006. Global aquaculture production of *Oncorhynchus mykiss*. http://www.fao.org.
22.FAO (Food and Agriculture Organization), 2010. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Review fisheries and aquaculture world. http://www.fao.org.
23.FAO (Food and Agriculture Organization), 2011. Cultured Aquatic Species Information Program Oncorhynchus mykiss. http://www.fao.org/ fishery cultured species/ Oncorhynchus_mykiss/en.

24.FAO (Food and Agriculture Organization), 2012. Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species Information Programme. http://www.fao.org/fishery/ culturedspecies /Oncorhynchus_mykiss/en#tcNA008C.
25.Farabi, S.M.V., Najafpour, G.D., 2009. Aspect of Osmotic-ions Regulation in Juvenile Ship, *Acipenser nudiventris* (Lovetsky, 1828) in the Southeast of Caspian Sea. World Applied Sciences Journal 7(9), 1090-1096.
26.Helland, S.J., Grisdale Helland, B., Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture 139, 157-163.
27.Hevroy, EM., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., and Hemre, G., 2005. Nutrition utilization in Atlantic pond (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolyses during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition 11, 301-313.
28.McCormick, S.D., 2001. Endocrine Control of Osmoregulation in Teleost Fish. American Zoologist 41(4), 781-794.
29.McKee, J.E., Wolf, H.H., 1971. Water Quality Criteria, 2nd Edition, The Resources Agency of California State Water Resources Control Board Data Book, Publication no. 3(3), 533.
30.Reftsie, T., 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. Aquaculture 11, 329-334.
31.Sanchez de Lamadrid, A., Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Munos, J.L., Domezain, J., Soriguer, M.C., Domezain, A., Hernando, J.A., 1998. Acclimation of the sturgeon, *Acipenser naccarii Bonaparte 1836* to saltwater: Effect of age and weight. 260p.
32.Tacon, A.G.J., 1990. Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent librations press. Redmond, Wash, 1, 117.
33.Vijayan, M.M., Leatherland, J.F., 1998. Effect of stocking density on the growth and stress response in brook charr (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture 75, 159-170.
34.Wetzel, R.G., 2001. Limnology, lake and river ecosystems. Third edition, Academic Press, 1006p.

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 15, No. 1, Spring 2021

Indicators growth rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in earthen ponds with use of underground brackish water

M. Ghanei Tehrani[1]*, S.M.V. Farabi[1], R. Pourgholam[1], H. Nasrollahzadeh Saravi[1], A.A. Saeidi[1], H. Ramzani[1] and A.H. Azari[1]
[1]Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran

Abstract

Because of the scarcity of fresh water resources in the country, the use of brackish and saline water resources for fisheries products is taken into consideration. In this study, growth rainbow trout with brackish water (14 ppt) extracted from underground water sources in the area Esferayen (North Khorasan) in earthen ponds with an area of 3000 square meters with a good depth of 1.8 m was studied. The period of pisciculture were160 days (autumn and winter). The number of primary fish stock in each earth pond was 23000 and average weight of fish 22.7 ± 1.5 g. At the end of rearing period, because of differences in the survival rate of fish in pond1 (82%) and 2 (88%), differences in other parameters were significant ($P<0.05$). So that in pond of 1 and 2 were determined FE: 0.88±0.02, 0.82±0.02; CF: 1.42±0.01, 1.29±0.03; SGR: 1.51±0.01, 1.40±0.02% /day^{-1}; PER: 2.26±0.05, 2.11±0.06; FCR: 1.18±0.02, 1.25±0.04 and FW: 390±7, 340±7 g. respectively. The results showed that, *Oncorhynchus mykiss* fingerling have good growth in each pond with brackish water, whereas have difference relative in growth indicator.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*; Brackish water; Growth; Earthen ponds

* Corresponding Authors; Email: salamyaran60@yahoo.com