پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با آب لب‌شور زیر زمینی در زمین‌های غیر زراعی در استان خراسان شمالی

محمود قانعی تهرانی[۱]، سید محمد وحید فارابی[۱*] ، حسن نصراله زاده ساروی[۱]، منصور شریفیان[۲]

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهادکشاورزی، ساری، ایران۱
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهادکشاورزی، تهران، ایران۲
Smv_farabi@hotmail.com*

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۵/۱

چکیده

استفاده از اراضی غیرکشاورزی با منابع آبی شور، می تواند پتانسیل مناسبی برای تولید پروتئین از طریق آبزی پروری و به ویژه پرورش ماهی در فصول مناسب سال باشد. تحقیق حاضر با هدف بررسی قابلیت و پتانسیل پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب‌شور زیرزمینی در اراضی شور (منطقه اسفراین در جنوب استان خراسان شمالی) انجام گرفته‌است. پرورش در دو استخر خاکی، هر یک به مساحت ۳۰۰۰ متر مربع و با عمق مفید ۱/۸ متر، در یک دوره پرورش ۱۶۰ روزه (پائیز و زمستان) با آب چاه (هدایت الکتریکی:۱۸۱۰۰ میکروزیمنس) انجام شد. ذخیره‌سازی بچه ماهیان در هر استخر ۲۳۰۰۰ قطعه با میانگین وزنی ۱/۵±۲۲/۷ گرم بود. در استخرهای یک و دو، میانگین وزن نهایی ماهیان ۷±۳۹۰ و۷±۳۴۰ گرم و میانگین نرخ بازماندگی به‌ترتیب ۸۲ و ۸۸ درصد بود. در این مطالعه، یک دوره پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در شرایط آب با شوری ۱۳/۵ گرم در لیتر و خاک شور در ۶۰۰۰ مترمربع استخر خاکی، دارای تولید قابل توجه و اقتصادی به میزان ۱۳۰۰۰ کیلو گرم (۱۳ تن) ماهی بود. در مجموع، نتایج نشان داد که مناطق دارای آب لب‌شور و خاک شور که غالباً در مناطق محروم از نظر اقتصادی و اجتماعی کشور قرار دارند، از قابلیت بالقوه برای رونق اقتصادی و ایجاد اشتغال فعال از طریق توسعه آبزی پروری قزل‌آلای رنگین کمان برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، آب لب‌شور زیرزمینی، زمین شور غیر زراعی، استان خراسان شمالی

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مقدمه

قرن حاضر بعنوان "قرن بحران آب" نام گرفته، زیرا از کل آب های موجود در طبیعت فقط درصد اندکی از آنها به عنوان آب شیرین قابل دسترس است (Wetzel, 2001). کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۴۰ میلی‌متر درسال جزو کشورهای نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌گردد (مسعودیان، ۱۳۸۴). امروزه استفاده گسترده و مناسب از منابع خاک و آب غیر قابل استفاده برای کشاورزی، صنعت و بهداشت با هدف توسعه آبزی پروری به عنوان یک راهکار مناسب برای تولید غذا و ایجاد اشتغال مطرح می‌باشد. حدود نیمی از تولیدات آبزی پروری جهان به محیط‌های آبی‌لب‌شور و شور اختصاص دارد و ماهی قزل‌آلای رنگین کمان یکی از ماهیان مناسب برای پرورش در این محیط‌های آبی به‌شمار می‌رود (FAO, 2012). میزان تولید قزل‌آلا در کشور تا ۱۶۰۰۰۰ تن بوده‌است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۶).

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhunchus mykiss*) از گونه‌های مقاوم به شوری با عملکرد رشد مناسب در آب‌های لب-شور و حتی شور می‌باشد (FAO, 2006; 2010). در مورد پرورش ماهی قزل‌آلا بررسی‌های مختلفی انجام گرفته، اما نحوه سازگار شدن، دامنه سازگاری و رشد ماهی در شرایط مختلف با توجه به ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و اقلیمی هر منطقه جغرافیایی و منبع آبی، متفاوت از یکدیگر است (عمادی، ۱۳۸۳).

جعفریان (۱۳۸۸) عنوان نمود که پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور از قابلیت سازگاری اکولوژیکی خوبی برخوردار بوده و توانایی این ماهی در ارتقاء پارامترهای رشد و تغذیه در آب لب‌شور(۳ppt) نسبت به آب شیرین بالاتر است.

نفیسی (۱۳۸۶) در تحقیق خود بر روی پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۹۳ گرم در مدت ۹۰ روز در آب لب‌شور، تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی (۳۶۰۰، ۳۳۰۰، ۳۹۰۰ ، ۴۲۰۰ کیلو کالری بر هر کیلو گرم 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 افزایش می‌یابد. نفیسی و همکاران (۱۳۸۱) 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 متر مربع، میزان تولید ماهی در استخر بدون هواده و استخر با هواده به‌ترتیب حدود۱/۱ و۱/۲ ن در هکتار و در استخر با هواده با تراکم ۴ قطعه در متر مربع ۱/۹ تن در هکتار بوده‌است.

خواجه و پیغان (۱۳۸۶) توانایی تطابق‌پذیری ماهی قزل آلا پرورش یافته 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 داشته‌است. این امر بیانگرآن می‌باشد که با افزایش سن و اندازه در ماهی قزل آلا توانایی و قدرت تطابق پذیری با آب شور، افزایش می‌یابد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

نفیسی و همکاران (۱۳۸۰) طی سال‌های ۱۳۷۵تا ۱۳۷۹ به منظور بهبود وضعیت پرورش قزل آلای رنگین کمان با آب‌های لب‌شور زیرزمینی در استخرهای خاکی استان یزد، بچه ماهیان با میانگین وزنی ۱۵ گرم را در شوری ۱۰ppt با تراکم یک و سه قطعه درمتر مربع در یک دوره ۱۵۰ روزه پرورش دادند. در این تحقیق ماهیان به‌ترتیب به میانگین وزنی نهایی ۲۲۰ و ۲۷۰ گرم و تولید میانگین ۶۲۰ و۳۸۰ کیلوگرم در ۱۰۰۰متر مربع رسیدند.

علیزاده (۱۳۷۵) در آب با شوری ppt ۱۰ در منطقه بافق یزد اقدام به پرورش قزل آلا رنگین کمان نمود. نتایج حاصل نشان داد که در آب لب‌شور امکان نگهداری و تولید ماهی قزل آلا به میزان ۲/۵ تا ۳ تن در هکتار وجود دارد.

Partridge و همکاران (۲۰۰۸) در جنوب غربی استرالیا قزل‌آلای رنگین‌کمان را با آب چاه با شوری ppt ۱۴ پرورش دادند، در این تحقیق، ضریب تبدیل غذایی۰/۹۷ و بازماندگی ۹۰ درصد بدست آمد.

نتایج تحقیق Altinok و Grizzle (۲۰۰۴) بر روی قدرت سازگاری و پرورش ماهی قزل آلا در شوری‌های مختلف نشان داد که قزل‌آلای ۱۴ گرمی و ۲۰ گرمی قادر به تحمل تنش شوری ppt ۱۸ نمی باشد و میزان بازماندگی در بچه ماهیان ۳۰ گرمی ۱۸ درصد بوده‌است.

همچنین مطالعات Altinok و Grizzle (۲۰۰۱) نشان داد که در بین ماهیان پرورشی مختلف، ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان از قابلیت بسیار خوبی در تحمل شور های بالا برخوردار می‌باشد.

نتایج تحقیق McKee و Wolf (۱۹۷۱) نشان داد که ماهی قزل آلای رنگین کمان قادر است، شوری‌های مختلف را تحمل کند، ولی در بالاتر از ۲۰ppt میزان بقاء و رشد آن کاهش می‌یابد.

با توجه به تنوع کیفیت منابع آب‌های شور و لب‌شور، محدودیت منابع آب شیرین و ضرورت بهره‌گیری بهینه از منابع بالقوه زمین‌های غیر زراعی درکشور، انجام تحقیقات در این زمینه و یافتن راهکاری متناسب با شرایط هر منطقه برای توسعه آبزی پروری یک ضرورت است. در حال حاضر پرورش قزل آلای رنگین کمان در تمام نقاط کشور ایران متکی بر استفاده از میزان قابل‌توجهی آب شیرین با کیفیت بالا می‌باشد و ضروری است با برنامه ریزی مناسب، پرورش ماهی قزل‌آلا به مناطقی از کشور هدایت گردد که آب لب‌شور وجود دارد، تا از یک سوی ذخایر ارزشمند آب شیرین را حفظ نمود و از سوی دیگر اراضی واجد آب و خاک شور مورد استفاده بهینه قرار گیرد. لذا به منظور دستیابی به این هدف در تحقیق حاضر، این قابلیت در رابطه با پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخر خاکی با آب لب‌شور زیرزمینی (چاه) در منطقه اسفراین و برخوردار از شرایط دمایی مناسب در فصول پائیز و زمستان برای پرورش ماهیان سردابی، به اجرا در آمد تا با تکیه برنتایج حاصل بتوان ضمن بررسی امکان انجام این فعالیت در منطقه مورد مطالعه از دستاوردهای حاصل در دیگر مناطق مشابه کشور بهره گرفته و صنعت پرورش ماهی قزل‌آلا در آب و خاک لب‌شور را در نقاط مستعد کشور توسعه داد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مواد و روش کار

محل اجرای تحقیق شرکت کشت و صنعت اسفراین وابسته به آستان قدس رضوی، در غرب شهرستان اسفراین، واقع در استان خراسان شمالی بود. این منطقه واجد آب و هوایی بیابانی با زمستان‌های سرد و خشک است. آب چاه مورد استفاده در این تحقیق و زمین‌های اطراف بدلیل لب‌شور بودن (هدایت الکتریکی۱۸۱۰۰میکرو زیمنس) برای هر گونه فعالیت کشاورزی غیر قابل‌استفاده است. پرورش ماهی قزل‌آلا در دو استخر خاکی هر یک با وسعت ۳۰۰۰ مترمربع و تراکم ذخیره‌سازی اولیه ۲۳۰۰۰ قطعه (تراکم حدود ۷ قطعه ماهی در مترمربع) با میانگین وزن ۱/۴±۲۲/۷ گرم (میانگین±خطای استاندارد) به هنگام پاییز و زمستان در مدت ۱۶۰روز انجام شد.

ابتدا برای ضد عفونی کردن استخرها و بهبود شرایط بستر استخرها در شرایط مرطوب آهک‌پاشی با آهک زنده به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در کف و دیواره استخرها انجام شد. سپس آبگیری اولیه استخرها تا ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر صورت گرفت. آبگیری تکمیلی و نهایی تا ارتفاع۱/۸ متر پس از معرفی بچه ماهیان به استخرها انجام شد. محل تأمین بچه ماهی قزل‌آلا از منطقه فیروزکوه مازندران بوده‌است. بچه ماهیان با تانکرهای دو جداره به محل استخرهای خاکی پرورش حمل شده و سپس در محل استخرها با رعایت هم‌دمایی و انجام سازگاری با شوری آب استخرها درون تانک‌های حمل پس از مدت ۳ ساعت، بچه ماهیان به استخرها معرفی گردیدند.

غذادهی ماهیان در استخرها با توجه به تعداد و وزن ماهی و همچنین دمای میانگین آب استخرها بطور دستی انجام شد (عمادی،۱۳۸۳). دفعات غذا دهی به ماهیان در ماه اول سه نوبت و در ماه‌های بعد دو نوبت در روز بوده‌است. غذای مورد مصرف ماهیان، تولید شرکت فرادانه شهرکرد با میانگین پروتئین ۴۰ درصد و چربی ۱۵ درصد، مطابق با استاندارد غذاهای معمول تجاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مرحله پرواری بوده‌است. جهت بهبود تهویه و حفظ کیفیت آب استخرها بویژه تأمین اکسیژن موردنیاز ماهیان، علاوه بر ورود آب به شکل بارانی به استخرها، روزانه ۱۰ تا ۱۵ درصد آب استخرها تعویض گردید و همچنین در هریک از استخرها از دو دستگاه هواده (Splash) نیز استفاده شد. در طول دوره پرورش برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (نظیر هدایت الکتریکی، دما، اسیدیته، اکسیژن محلول، سختی، کلسیم، منیزیم، نیتریت، نیترات، آمونیوم و فسفات) اندازه‌گیری و ثبت گردید (Eaton *et al*., 2005).

در ابتدای معرفی ماهیان به استخرهای خاکی و در پایان دوره پرورش در هنگام برداشت نهایی، زیست سنجی ماهیان با ثبت طول چنگالی بر حسب سانتی‌متر و وزن کل بر حسب گرم انجام شد. برای تعیین شاخص‌های رشد و کارایی خوراک ماهی از رابطه‌های ۱ تا ۷ استفاده شد.

رابطه (۱) افزایش وزن(WG): $WG = W_f - W_i$ (Tacon, 1990)

W_i: وزن اولیه (گرم)، W_f: وزن نهائی(گرم)، WG: افزایش وزن (گرم)

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

رابطه (۲) ضریب چاقی یا شاخص وضعیت (CF)[1]: $CF = (W_f / L^3) \times 100$ (Austreng, 1978)

W_f: وزن نهائی (گرم)، L: طول چنگالی (سانتی‌متر)، CF: ضریب چاقی

رابطه(۳) ضریب رشد ویژه(SGR)[2]: $SGR\ \%\ day\text{-}1 = [100 \times ((\ln W_f - \ln W_i) / t))]$ Hevroy *et al.*, (2005)

t: تعداد روزهای پرورش، W_i: وزن اولیه (گرم)، W_f: وزن نهائی (گرم)

رابطه(۴) درصد بازماندگی (SR)[3]: $SR = (Nf / Ni) \times 100$ (Ai Q *et al.*, 2006)

N_i: تعداد ماهیان ذخیره‌سازی شده، N_f: تعداد ماهیان زنده نهائی

رابطه (۵) بازدهی غذا (FE)[4]: $FE = WG / FI$ (De Silva and Anderson 1995)

WG: افزایش وزن (گرم) ، FI: غذای مصرفی (گرم)

رابطه(۶) ضریب تبدیل غذایی (FCR)[5]: $FCR = FI / WG$ (De Silva and Anderson 1995)

WG: افزایش وزن (گرم)، FI: غذای مصرفی (گرم)

رابطه(۷) نسبت کارآیی پروتئین (PER)[6]:

$PER = WG / PI$ (Helland, 1996; Abdel-Tawwab *et al.*, 2008)

WG: افزایش وزن (گرم)، PI: پروتئین مصرفی (گرم)،

برای ثبت اطلاعات و تعیین آمار توصیفی داده‌ها از نرم افزار Excel, 2010 و برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های رشد 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 پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه میانگین پارامترهای اندازه-گیری‌شده بین ماهیان دو استخر آزمایشی پس از معنی‌دار بودن، به‌روش آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

این تحقیق در پی انجام آزمایشات سازگاری قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور در یک محیط استخرخاکی با امکان سنجی پرورش با آب لب‌شور زیر زمینی انجام شد و در حقیقت تبدیل یک فرآیند آزمایشگاهی به یک فرآیند میدانی بوده‌است.

[1] Condition Factor (CF)
2 Specific Growth Rate : SGR
3 Survival Rate : SR
[4] Food Efficiency (FE)
[5] Food Conversion Ratio (FCR)
6 Protein Efficiency Ratio (PER)

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

در فعالیت‌های توسعه آبزی پروری، بررسی اولیه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب بسیار مهم است. قبل از شروع آزمایش، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه اندازه‌گیری شد و لذا بدلیل مطلوبیت (اسماعیلی، ۱۳۷۹ ؛ مشایی، ۱۳۶۸)، فعالیت میدانی آغاز شد. بررسی میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه و استخرهای پرورش در جدول.۱ آمده‌است. در طول پرورش آب وارد شده به استخرها تحت‌تاثیر عوامل محیطی و فعل و انفعالات درون استخرها بخصوص غذادهی به ماهیان، تغییراتی داشته است. میانگین تغییرات پارامترهای ثبت شده آب استخرها در طول دوره پرورش نشان داد که پارامترهای فیزیکی و شیمیائی آب استخرها بایکدیگر 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 شماره ۱	استخر شماره ۲	آب چاه
اکسیژن محلول(mg/l)	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(g/l)	۱۳/۱±۰/۴	۱۳/۵±۰/۷	۱۱/۱±۰/۶
هدایت الکتریکی(µs/cm)	۱۹۰۰۰±۱۲۰۰	۱۹۵۰۰±۱۳۰۰	۱۵۵۰۰±۱۱۰۰
نیتریت(mg/l)	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱	۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۰۰۱±۰/۰
یون آمونیوم(mg/l)	۰/۴±۰/۱	۰/۶±۰/۱	۰/۳۰±۰/۰۶
نیترات(mg/l)	۰/۹۰±۰/۵۰	۰/۹۷±۰/۳۰	۰/۱۵±۰/۰۲

حداقل دمای آب استخرها دوره پرورش ۹ درجه سانتی‌گراد در ماه بهمن و حداکثر ۱۸ درجه سانتی‌گراد در ماه مهر ثبت شد. میانگین دمای آب استخرها در دوره پرورش ۲/۵±۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج زیست سنجی و پارامترهای رشد و بازدهی خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول.۲ آمده‌است.

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

پارامتر های رشد و تغذیه		استخر۱		استخر۲
وزن اولیه(گرم)	a	۲۲/۷±۱/۵	a	۲۲/۷±۱/۵
میانگین وزن نهایی(گرم)	a	۳۹۰±۷	b	۳۴۰±۷
تعداد اولیه ذخیره سازی		۲۳۰۰۰		۲۳۰۰۰
میزان بازماندگی (٪)	a	۸۲	b	۸۸
بیومس نهایی(کیلوگرم)	a	۷۳۵۵	b	۶۸۸۲
بازدهی غذا (FE)	a	۰/۸۸±۰/۰۲	b	۰/۸۲±۰/۰۲
ضریب چاقی(CF)	a	۱/۴۲±۰/۰۱	b	۱/۲۹±۰/۰۳
نسبت کارآیی پروتئین(PER)	a	۲/۲۶±۰/۰۵	b	۲/۱۱±۰/۰۶
ضریب رشد ویژه (SGR, % day-1)	a	۱/۵۱±۰/۰۱	b	۱/۴۰±۰/۰۲
ضریب تبدیل غذایی(FCR)	b	۱/۱۸±۰/۰۲	a	۱/۲۵±۰/۰۴

Journal of Aquatic Ecology (J.A.C.S)

توانائی رسیدن به تعادل فیزیولوژیک با محیط جدید، حاکی از قابلیت‌های انفرادی هر موجود است. بنابراین یکی از سنجش‌های اصلی در سازش‌پذیری بچه ماهیان به محیط جدید، درصد بازماندگی قابل‌قبول است. بررسی و مرور منابع منتشره نشان داد که بازماندگی ۸۲ و ۸۸ درصد در خصوص پرورش ماهی قزل‌الای رنگین کمان در آب لب‌شور مناسب است (نفیسی و همکاران، ۱۳۸۰; نفیسی، ۱۳۸۶; علیزاده، ۱۳۷۵). این قابلیت‌ها به جنس، گونه، سن و اندازه (وزن و طول) هر ماهی بستگی دارد. معمولاً توانائی انفرادی ماهیان در برابر شرایط محیطی با افزایش اندازه بیشتر می‌گردد (Farabi *et al*., 2009; Sanchez *et al*., 1998). لذا اندازه ماهیان در مطالعه حاضر مناسب بوده‌است. از طرفی Altinok و Grizzle (۲۰۰۴) بیان داشتند که ماهی قزل‌آلای ۱۴ و ۲۰ گرمی تحمل تنش شوری ppt ۱۸ را ندارد. اما ماهی ۳۰ گرمی از تحمل بهتری نسبت به شوری مذکور برخوردار می‌باشد. بنابراین ممکن است با معرفی اوزان بالاتر از ۳۰ گرم بچه ماهی در زمان معرفی به استخر خاکی، امکان افزایش میزان بازماندگی نیز وجود داشته‌باشد. زیرا توانایی سازگاری و تنظیم اسمزی ماهیان در آب شور تحت‌تأثیر اندازه بدن قرار دارد (McCormick, 2001).

با توجه به تفاوت در میزان بازماندگی، میانگین وزن نهائی و ضریب رشد ویژه، بین استخرهای یک و دو دارای اختلاف معنی‌دار گردید($p<۰/۰۵$). زیرا با کاهش تراکم متأثر از تفاوت بازماندگی ماهی در دو استخر مورد بررسی، افزایش فاکتورهای رشد در استخری که از بازماندگی کمتری برخوردار است، دور از انتظار نیست. بدین ترتیب با توجه به بازماندگی کمتر در استخر یک، محصول نهایی در این استخر بیشتر بود، زیرا ماهیان در تراکم کمتر از رشد بهتری برخوردار بودند. همان‌طور که Leatherland و Vijayan and Leatherland (۱۹۹۸) نشان دادند، با افزایش تراکم ماهیان، سطح تحریک آن‌ها افزایش یافته و منجر به ایجاد استرس در ماهیان می‌گردد. این سطح بالای تماس فیزیکی نیاز ماهیان به انرژی را بیشتر کرده و بر اساس آن مصرف غذا و رشد ماهیان تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین Reftsie (۱۹۹۷) بیان نمود که در آزاد ماهیان در تراکم‌های بالاتر، یک رشد منفی را می‌توان انتظار داشت. در این حالت رشد کندتر صورت گرفته و ضریب تبدیل غذا افزایش می‌یابد.

میانگین دما و اکسیژن محلول موثرترین عوامل در استفاده و راندمان حداکثری از غذای مصرفی می‌باشد، مناسب بودن دامنه تغییرات این دو فاکتور حیاتی موجب می‌شود که حداکثر هضم و جذب غذای مصرف‌شده انجام شود و ماهی قزل آلا از شاخص‌های رشدی مناسب‌تری برخوردار گردد. میانگین دامنه دمایی مناسب آب برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۸-۱۲ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول ۸-۶ میلی‌گرم در لیتر است (اسماعیلی، ۱۳۷۹ ؛ مشایی، ۱۳۶۸). بر این اساس میانگین میزان دما و اکسیژن آب در تحقیق حاضر به‌ترتیب ۲/۵±۱۳/۵درجه سانتی‌گراد و ۰/۶±۸/۳ میلی‌گرم در لیتر در دامنه مناسب پرورش قزل آلا ی رنگین‌کمان قرار داشت و امکان تغذیه با راندمان بالا را فراهم نمود. به‌علاوه ، از آنجا که مقدار اکسیژن مورد نیاز ماهی در محیط آب لب‌شور نسبت به آب شیرین بیشتر و حلالیت آن بطور نسبی کمتر است، بدین منظور در این تحقیق

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

علاوه بر استفاده از روش بارانی آب ورودی به استخر برای هوادهی، از دستگاه هواده نیز برای بهبود اکسیژن محلول آب، استفاده شد. Boyd (۱۹۹۷) در نتایج حاصل از فعالیت‌های خود بیان نمود که هوادهی و استفاده از دستگاه هواده در استخرهای پرورش به عنوان بخش مهمی از آبزی پروری تجارتی مطرح است. این دستگاه دو عمل عمده را در استخرهای پرورش آبزیان به‌عهده دارد، وارد کردن هوا یا اکسیژن به محیط آب استخر پرورش و همچنین به گردش در آوردن آب در استخر است، که با انجام این اعمال، منجر به هوادهی در آب و خاک بستر استخر می‌شود و استخرهای پرورش از شرایط بسیار مناسب‌تر و با کیفیت بهتر برخوردار می‌گردند. در این شرایط ماهیان بهتر تغذیه نموده و در برابر بیماری‌های احتمالی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. بنابراین مرگ ومیر کمتری خواهندداشت و ضریب تبدیل غذایی نیز بهبود می‌یابد (Boyd, 1997). مجموعه موارد فوق دلیل آن گردید تا شاخص‌های رشد بدست‌آمده در تحقیق حاضر در قیاس با دیگر تحقیقات پیشین، از نتایج و مقادیر مناسب‌تری برخوردار گردد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که ضریب تبدیل غذائی و به تبع آن، بازدهی غذا، نسبت کارائی پروتئین و ضریب چاقی بهتر در ماهیان استخر یک حاصل شده‌است که این نتایج بین دو استخر دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)، (جدول ۲).

با توجه به نتایج بدست‌آمده از فاکتورهای رشد و تغذیه (جدول ۲)، بچه ماهیان قزل‌آلا علاوه بر سازگاری و تحمل شرایط فیزیکی و شیمیایی در آب لب‌شور استخرخاکی، در طول دوره پرورش به خوبی فعالیت‌های حیاتی و متابولیکی خود را انجام دادند و به شاخص‌های رشدی مناسبی دست یافتند و ضمن سلامت عمومی از بازماندگی مناسب در پایان دوره پرورش برخوردار بوده‌اند.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اولاً قزل آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور از کارایی رشد و بازدهی تغذیه ای مناسبی برخوردار است و همچنین امکان کاهش تراکم از ۷ قطعه در مترمربع به ۶ قطعه در متر مربع و ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد و بازدهی تغذیه در استخر خاکی نیز وجود دارد.

یافته ترویجی

استفاده از آب لب‌شور زیر زمینی درصورتی که در محدوده فاکتورهای قابل‌قبول (مانند این تحقیق) باشد، برای پرورش ماهی‌قزل‌آلای رنگین‌کمان مناسب است. بدین منظور ضروری است که قبل از هرگونه فعالیت آبزی‌پروری، دامنه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مورداستفاده (لب‌شور زیر زمینی) تعیین گردد. نتایج این تحقیق در معرفی بچه ماهی حدود ۲۰ گرم با تراکم ۷ قطعه در متر مربع، میزان تولید خوبی را رقم زده‌است. البته امکان کاهش تراکم برای دستیابی به رشد و بازدهی تغذیه مناسب‌تر نیز وجود دارد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

منابع

اسماعیلی ساری. ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی پروری. چاپ اول. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۶۳ صفحه.

خواجه ، غ. و پیغان، ر.،۱۳۸۶. بررسی برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورش یافته در استخرهای خاکی. مجله تحقیقات دامپزشکی (دانشگاه تهران)، ۶۲ (۳): ۱۹۷-۲۰۳.

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

سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۶. سازمان شیلات ایران، دفتر برنامه و بودجه.

علیزاده، م.، ۱۳۷۵. پرورش قزل آلای رنگین کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آبهای شور زیرزمینی. نشریه ترویجی معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران،۱۳ - ۱۵.

عمادی، ح.، ۱۳۸۳. راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا(ترجمه). چاپ ششم. انتشارات نشر آبزیان، ۲۶۴صفحه .

مسعودیان. ا.، ۱۳۸۴. رژیم بارشی ایران، مجله پژوهش جغرافیایی، ۳۷: ۴۷-۵۹.

نفیسی، م.، شریفیان، م. و دهموبد، د.، ۱۳۸۰. پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در استخرهای خاکی آب لب‌شور در استان یزد . گزارش نهایی . موسسه تحقیقات شیلات ایران ۴۸ صفحه .

نفیسی. م.، ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره های غذایی(۳۳۰۰،۳۶۰۰ ، ۳۹۰۰ ، ۴۲۰۰ کیلو کالری بر هر کیلو گرم موجود زنده) بر شاخص های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۱۴ (۳):۴۷-۵۹.

نفیسی، م.، شریفیان، م.، آخوندی، ع.، علیزاده، م.، خدا رحمی، ر. و سرسنگی ، ح.، ۱۳۸۱. افزایش تولید در استخرهای خاکی پرورش قزل آلا با استفاده از روش های هوادهی در منطقه بافق یزد، گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۲ صفحه.

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A. M., and 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.

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., and Zhang, L., 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture, 260: 255-263.

Altinok, I., and 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.

Altinok, I., and Grizzle, J. M., 2004. Excretion of ammonia and urea by phylogenetically diverse fish species in low salinities. Aquaculture, 238 (1-4): 499-507

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.

Boyd, C. E., 1998. Pond water aeration systems. Aquacultural Engineering, 18 (1): 9-40.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

De Silva, S. S., and Anderson, T. A., 1995. In: Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman and Hall, London, 319 p.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., Greenberg, A. E. and Franson, M. H., 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Section 9222B. American Public Health Association, Washington, DC.PP. 478.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. Global aquaculture production of *Oncorhynchus mykiss*. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en. Cited 12 SEP 2020.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2010. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Review fisheries and aquaculture world. http://www.fao.org.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. Cultured Aquatic Species Information Program Oncorhynchus mykiss. http://www.fao.org/ fishery /cultured species/ Oncorhynchus_mykiss/en.

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.

Farabi, S. M.V., Najafpour, G. D., and Najafpour, S.H., 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.

Helland, S. J., GrisdaleHelland, B., and Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture, 139: 157-163.

Hevroy, E. M., 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.

McCormick, S. D., 2001. Endocrine Control of Osmoregulation in Teleost Fish. American Zoologist, 41(4): 781-794.

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-A Vol 3, 533p:

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. Journal of World Aquaculture. Society 39 (3), 291-310.

Reftsie, T., 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. quaculture, 11: 329 334.

Sanchez de Lamadrid, A., Garcia_Gallego, M., Sanz, A., Munos, J. L., Domezain, J., Soriguer, M. C., Domezain, A. and Hernando. J. A., 1998. Acclimation of the sturgeon, *Acipenser naccarii Bonaparte 1836* to saltwater: Effect of age and weight, P.337-342. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza : CIHEAM, 2000. 394 p.

Tacon, A. G. J., 1990. Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent liberations press. Redmond, Wash, 1: 117 p.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Vijayan, M. M. and Leatherland, J. F., 1998. Effect of stocking density on the growth and stress response in brook charr(*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture, 75:: 159-170.
Wetzel, R. G., 2001. Limnology lake and river ecosystems. Third edition. Academic Press,1006p.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

The culture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using the brackish groundwater in non-agricultural lands In North Khorasan province

Mahmud Ghanei Tehrani[1], Sayyed Mohammad Vahid Farabi[1*], Hasan Nasrollahzadeh Saravi[1], Mansour Sharifian[2]

1- Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

2- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

*e-mail of corresponding author:smv_farabi@hotmail.com

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Abstract:

The use of non-agricultural lands with saline water resources can be a good potential for protein production through aquaculture and especially fish culture in suitable seasons. The purpose of this study was to investigate the potential of rainbow trout culture in earthen ponds using saline groundwater in saline soils (Esfarain area in south Khorasan province). The fish culture was done in two earthen ponds each with an area of 3000 m^2 with a useful depth of 1.8 m in a 160-day (autumn and winter) culture period with 18100 µs/cm well water. The fish introduced in each pond was 23,000 with an average weight of 22.7±1.5 g. The mean final weight of fish in ponds (1 and 2) was 390±7 g and 340±7 g and mean survival rate was 82% and 88% respectively. The result of a culture period in brackish water (13.5ppt) and saline soil in 6000 m^2 of earthen pond, a significant and economical production with 13000 kg (13tons) of fish. Overall, the results showed that brackish water and saline soils, which are often located in economically and socially deprived areas of the country, have the potential for economic prosperity and creating jobs through the development of *Oncorhynchus mykiss* aquaculture.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, Brackish groundwater, Saline non-agricultural land, North Khorasan Province