

اثرهای سطوح مختلف شوری آب بر میزان رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و پاسخ‌های فیزیولوژیکی در ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*)

مریم عضدی^۱، محمود نفیسی بهابادی^{۲*}، وحید مرشدی^۱، هادی ابراهیمی^۳، شیرین حامدی^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه خلیج فارس بوشهر

۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد

پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۸

دریافت: ۹۴/۰۸/۱۴

*نویسنده مسئول مقاله: nafisi2002@gmail.com

چکیده:

در یک طرح کاملاً تصادفی، اثر سطوح شوری ۰ (کنترل)، ۱۵، ۳۵ و ۵۰ ppt بر رشد، تغذیه، ترکیب لاشه، میزان گلوکز و کورتیزول پلاسما در ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) با میانگین وزن اولیه ۳۴/۳۶±۰/۴۱ گرم در تانک‌های فایبرگلاس مدور ۳۰۰ لیتری و در سه تکرار بررسی شد. غذادهی تا حد سیری دوبار در روز به مدت ۳۰ روز انجام شد. در پایان آزمایش زیست‌سنجی انجام گرفت و نمونه‌های پلاسما و لاشه و برای بررسی پارامترهای بیوشیمیایی خون و ترکیب بیوشیمیایی بدن جمع‌آوری شد. نتایج بیانگر اختلاف معنی‌دار در پارامترهای رشد و تغذیه در شوری ۰ (کنترل) با سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). آنالیز لاشه نیز نشان داد که درصد رطوبت در شوری ۰ (کنترل) نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($p < 0/05$). میزان گلوکز و کورتیزول در تیمار با شوری ۱۵ ppt به‌ترتیب بالاتر از تیمارهای با شوری ۳۵ و ۵۰ و کنترل و تیمار با شوری ۳۵ بود ($P < 0/05$). نتایج کلی نشان داد که این گونه می‌تواند دامنه وسیعی از شوری در محدوده آب دریا تا آب لب‌شور را در محدوده زمانی ۳۰ روزه تحمل کند و به‌طور موفقیت‌آمیزی و بدون نشان دادن تلفات با آب شیرین سازگار شود. اما، به دلیل صرف انرژی بالا به‌منظور تنظیم اسمزی در آب شیرین، این‌گونه نمی‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب شیرین باشد.

کلید واژگان: سی‌باس (*Lates calcarifer*)، شوری، رشد، عملکرد تغذیه، گلوکز، کورتیزول

مقدمه

در محیط طبیعی و پرورشی همواره عوامل استرس‌زای بسیاری برای ماهیان وجود دارد (Bayunova et al., 2002). در سیستم‌های پرورشی دارای مدیریت مناسب، استرس حاد کمتر اتفاق می‌افتد در حالی‌که استرس مزمن با احتمال بیشتری اتفاق می‌افتد که می‌تواند باعث بروز بسیاری از مشکلات نظیر افزایش سرعت متابولیک و مصرف انرژی، کاهش میزان رشد و اختلال در سیستم ایمنی شود (Plante et al., 2003). تقریباً تمام عوامل خارجی از جمله شوری (Barton and Zitzow, 1995)، تراکم، کیفیت آب (Barton, 2002)، طول موج (Volpato and Barreto, 2001)، رنگ زمینه تانک‌ها (Gilham and Baker, 1985) و عوامل داخلی مثل بیماری و وضعیت تغذیه ماهیان (Barton et al., 1987) می‌توانند در شرایط خاص جزء عوامل استرس‌زا محسوب شوند.

استرس در حالت کلی به دو مرحله تقسیم می‌شود: مرحله اول یا استرس سازنده که در واکنش جاندار برای بهبود وضع فیزیولوژیکی‌اش به‌وقوع می‌پیوندد و مرحله دوم زمانی است که شدت عامل ایجاد استرس زیاد باشد که در این حالت مکانیسم‌های فیزیولوژیک دیگر نمی‌تواند در برابر عامل ایجاد استرس سازش کند و در این شرایط سلامتی ماهی به خطر می‌افتد. به همین دلیل مدیریت مطلوب مزارع پرورشی ضروری است (Barton, 2002). کورتیزول عمده‌ترین کورتیکوستروئیدی است که از بافت بین‌کلیوی به داخل جریان خون ماهیان استخوانی آب شیرین و دریایی ترشح می‌شود. وظیفه عمده کورتیزول سوخت‌وساز انرژی، تنظیم یونی و پاسخ به استرس است، در واقع کورتیزول بالا برنده قند خون است که گلیکولیز و گلوکوژنوژنیز را تحریک می‌کند (Sattari, 2002). علاوه

بر این، در تنظیم اسمزی هورمون‌های مختلفی دخالت دارند که در بین آنها هورمون‌های تری‌یدوتیرونین (T3)، تیروکسین (T4) و همچنین کورتیزول نقش مهمی در میزان رشد، تکامل، متابولیسم و تنظیم اسمزی ماهیان بر عهده دارند (Hazen and Balment, 1997).

شوری، هم بر گونه‌های آب شور (Dutil et al., 1997; Imsland et al., 2001) و هم گونه‌های آب شیرین (Jonassen et al., 1997; Peterson-Curits 1997) اثر می‌گذارد. به نظر می‌رسد که شوری مجموعه‌ای از عملکردهای رشد شامل بازدهی تبدیل غذا (Alava, 1998; Swanson, 1996; Imsland et al., 2001)، نرخ متابولیک (Buckel et al., 1995; Dutil et al., 1997)، جذب غذا (Imsland et al., 2001) و تعادل هورمون‌های دخیل در متابولیسم را تحت تأثیر قرار دهد (Bluf and Payan, 2000; Handeland et al., 2001). با این وجود، بسته به گونه مورد نظر، مرحله رشد، فصل و دوره آدپتاسیون، یک سری اختلاف‌ها با توجه به اثر شوری بر جذب غذا اتفاق می‌افتد. پس شوری به‌عنوان عامل ایجاد استرس می‌تواند وضعیت درونی ماهی را به‌طور کامل تحت تأثیر قرار دهد. امیری و همکاران (۱۳۸۷) تأثیر سطوح مختلف شوری (۴، ۶، ۸ و ۱۰ گرم بر لیتر) را بر رشد و بازماندگی ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) بررسی نمودند و بیان کردند که شوری مطلوب برای بچه ماهیان انگشت قد، ۸ و ۱۰ گرم بر لیتر می‌باشد. Rubio و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعات اثرهای شوری بر جذب غذا و انتخاب ماکرونوترینت توسط سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) بیان کردند که کاهش شوری به ۷ گرم بر لیتر و استفاده از آب شیرین جذب غذا را کاهش داد، همچنین نرخ رشد ویژه و

بازدهی تبدیل غذایی با انتخاب ماکرونوترینت که با تغییر شوری، متفاوت بود، تحت تأثیر قرار گرفت.

ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) از ماهیان دارای ارزش اقتصادی بوده که به میزان زیادی در جنوب شرق آسیا، استرالیا، تایلند و اندونزی پرورش داده می‌شود (Larson, 1999). این ماهی دارای سازش‌پذیری زیاد با غذای دستی، قابلیت تکثیر در شرایط اسارت، نرخ رشد سریع (نرخ رشد ماهی سی‌باس در مراحل اولیه زندگی کم است، اما از وزن ۳۰ گرم رشد سریع این ماهی شروع شده و پس از رسیدن به وزن ۴ کیلوگرم کاهش می‌یابد) و قیمت بالا در بازار به دلیل کیفیت بالای گوشت آن است که مجموعه این عوامل ماهی سی‌باس را به یک گونه مناسب برای آبی‌پروری تبدیل می‌کند (Boonyaratpalin et al., 1998; Singh, 2000). همچنین سی‌باس آسیایی به شوری و تغییرات دمای آب مقاوم است که می‌تواند در محیط‌های با اسمولالایته متفاوت مثل دریا، مصب، مرداب‌های ساحلی و رودخانه‌ها زندگی کند. این امر باعث می‌شود این گونه به نمونه آزمایشی مناسبی برای مطالعه اثرهای شوری نیز تبدیل گردد. چنانچه بتوان از آب‌های شور و لب شور منابع داخلی برای پرورش ماهیانی با ارزش اقتصادی و سازگار با شرایط جدید استفاده کرد، می‌توان کمبود پروتئین‌های جانوری را تا حدود زیادی جبران کرد (Hafezamini and Orian, 2003). هدف مطالعه حاضر بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی (گلوکز و کورتیزول) و مورفولوژیکی (عملکرد رشد، تغذیه و ترکیب لاشه) ماهی سی‌باس آسیایی در پاسخ به آب شیرین و شوری‌های ۱۵، ۳۵ و ۵۰ گرم بر لیتر است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای این تحقیق پژوهشکده خلیج‌فارس واقع در دانشگاه خلیج‌فارس شهر بوشهر بود. بچه ماهیان مورد استفاده در این پژوهش از مرکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهیان دریایی راموز واقع در شهر دلووار به بخش تکثیر و پرورش پژوهشکده خلیج‌فارس منتقل شدند. مراحل عملی و اجرایی این تحقیق از دی تا اسفند ماه ۱۳۹۳ انجام شد. ۲۵۰ قطعه بچه ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) به مدت ۱۴ روز در تانک‌های ذخیره با شرایط آزمایش و غذای کنستانت‌تره سازگاری پیدا کردند. با شروع دوره ۳۰ روزه آزمایش، تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی با میانگین وزن اولیه $34/36 \pm 0/41$ گرم در یک طرح کاملاً تصادفی بین ۱۲ تانک فایبرگلاس مدور ۳۰۰ لیتری به صورت کاملاً تصادفی بین تیمارها توزیع شدند (۱۵ قطعه ماهی به ازای هر تانک). آب دریا از طریق پمپ و با لوله‌های طراحی شده در عمق ۲ متری ساحل خلیج‌فارس بوشهر به داخل استخرهای رسوب‌گیر منتقل شده و پس از تصفیه فیزیکی و شیمیایی در مخازن ذخیره و سپس به مخازن داخل سالن منتقل گردید. آب تانک‌ها بسته به وضعیت کیفی آب بین ۵۰ تا ۷۰ درصد در شبانه‌روز تعویض شد.

دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. غذادهی به ماهیان تیمار شاهد و سایر تیمارها به وسیله جیره تجاری ماهی سی‌باس آسیایی با اندازه ۳ میلی‌متر (۵۰ درصد پروتئین، ۱۶ درصد چربی، ۲/۵ درصد فیبر، ۱۴ درصد خاکستر، ساخته شده به وسیله شرکت بیضا، فارس، ایران) دو بار در روز و در ساعت‌های ۸ و ۱۶ تا حد سیری انجام شد. شاخص‌های فیزیوشیمیایی آب شامل دما با استفاده از دماسنج جیوه‌ای و اکسیژن محلول با استفاده از اکسیژن متر (WTW مدل ox320/set)، pH متر (WTW مدل B3223/set) در طول مدت آزمایش به صورت هفتگی

اندازه‌گیری و به‌ترتیب $2 \pm 25^\circ\text{C}$ ، $90-85\%$ اشباع و $7/3$ تا $8/5$ ثبت شد.

برای بررسی آثار تیمارهای شوری بر عملکرد رشد و تغذیه، لاشه و شاخص‌های استرس چهار تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد که به مدت ۳۰ روز در طول دوره آزمایش بررسی شدند. تیمارها به‌ترتیب شامل آب شیرین، شوری ۱۵، ۳۵ و ۵۰ گرم بر لیتر بودند. تنظیم شوری با استفاده از شوری‌سنج (WTW مدل U10) و آدپتاسیون به شوری به‌تدریج و در طی مدت ۷ روز انجام شد. آب استفاده شده برای تانک‌ها به‌طور مستقیم از خلیج‌فارس پمپاژ می‌شد و در زمان انجام این طرح، شوری آن معادل ۵۰ گرم بر لیتر بود. برای تأمین آب تیمارهای ۱۵ و ۳۵ گرم بر لیتر، عمل رقیق‌سازی با محاسبه نسبت میزان مورد نیاز از آب شور به‌وسیله آب شیرین لازم برای مخلوط‌سازی انجام شد، سپس با دستگاه شوری‌سنج صحت شوری‌های تهیه شده بررسی گردید تا به‌طور دقیق با شوری مورد نظر تانک برای آزمایش مطابق باشد (Moustakas et al., 2004).

در پایان آزمایش زیست‌سنجی از ماهیان انجام شد و عوامل زیر بررسی گردید (Marcouli et al., 2006; Abdelghany & Ahmad, 2002):

میانگین وزن اولیه بدن - میانگین وزن نهایی بدن = افزایش وزن

وزن اولیه بدن - \ln وزن نهایی بدن = نرخ رشد ویژه

تعداد کل روزهای پرورش / $100 \times \ln$

$100 / (\ln)$ (میانگین طول نهایی بدن) \times میانگین وزن

نهایی بدن) = شاخص وضعیت

پروتئین مصرف شده / افزایش وزن = بازده پروتئین

افزایش وزن / غذای مصرف شده = ضریب تبدیل

غذایی

۳ قطعه بچه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و لاشه ماهیان چرخ شده و تا زمان انجام آنالیزهای مربوطه (درصد رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین، فیبر، کربوهیدرات و انرژی) در دمای 20°C - درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آنالیز تقریبی لاشه ماهیان و غذای مورد استفاده شامل رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین با استفاده از روش‌های بیان شده در AOAC (1998) و حداقل با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. برای محاسبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه Buchi, Digest Automat K438) مقدار نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از روش کج‌دال (دستگاه Buchi, Auto kejldahl K370) و ضرب آن در عدد 6.25 تعیین شد. چربی از طریق حل کردن در کلروفرم و متانول استخراج گردید و میزان چربی به روش سوکسله (Behr, Germany) تعیین شد. خاکستر با سوزاندن لاشه در کوره الکتریکی 550°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت به‌وسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای 105°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. میزان فیبر خام از طریق هضم اسیدی و هضم قلیایی و سوزاندن نمونه‌های خشک شده در دمای 550°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت محاسبه شد (HT, 1043, Sweden).

در پایان آزمایش از تمام تیمارهای آزمایشی خونگیری به‌عمل آمد. خونگیری در تمام ماهیان پس از بیهوشی با فنوکسی اتانول (۰/۵ سی‌سی به‌ازای هر لیتر آب) با استفاده از سرنگ‌های هپارینه از سیاهرگ ساقه دمی انجام و پلاسما بلافاصله با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه (RPM) به مدت ۵ دقیقه) جدا گردید. نمونه‌های پلاسما تا پیش از انجام آنالیزهای بیوشیمیایی در فریزر

نتایج سنجش‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد (Mean \pm S.E) بیان شدند. تمامی داده‌ها با آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ تحت ویندوز تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون Kolmogrove-Smirnov برای طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد. برای مشخص کردن وجود یا نبود اختلاف معنادار بین میانگین تیمارها از آزمون‌های Tukey استفاده شد. سطح معناداری مطالعه حاضر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در تمام مدت آزمایش در هیچ‌کدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد. نتایج مربوط به شاخص‌های رشد در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود پس از اتمام دوره آزمایش اختلاف معناداری ($p < 0/05$) از نظر وزن نهایی بین تیمار دارای آب شیرین و سایر تیمارها مشاهده شد که کمترین وزن نهایی ($36/21 \pm 0/47$ گرم) را در بین تیمارها داشت. نرخ رشد ویژه نیز کمترین میزان خود را در تیمار آب شیرین داشت ($0/122 \pm 0/02$ گرم) که اختلاف معناداری ($p < 0/05$) را با سایر تیمارها نشان داد. با این حال، ضریب چاقی هیچ‌گونه اختلاف معناداری ($p < 0/05$) را بین تیمارهای مختلف نشان نداد.

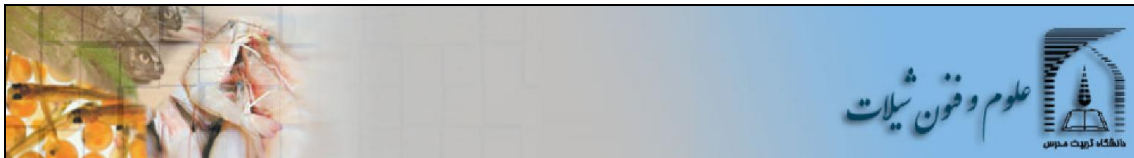
۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان سنجش نگهداری شد. مقادیر کورتیزول پلاسما با استفاده از روش رادیوایمونواسی (Radioimmunoassay) کورتیزول تأیید شده از سوی Pickering و همکاران (۱۹۸۷) ارزیابی شد. مبنای اندازه‌گیری براساس واکنش رقابتی بین این هورمون به‌عنوان آنتی‌ژن در نمونه پلاسما با آنتی‌ژنی که با یک رادیواکتیو ۱۲۵ نشان‌دار شده است، می‌باشد. بین این هورمون در نمونه پلاسما با هورمونی که نشان‌دار شده است، بر سر اتصال به آنتی‌بادی ضد آن که در فاز جامد قرار دارد، رقابت وجود دارد. پرتودهی حاصل از اتصال آنتی‌ژن رادیواکتیو نشان‌دار با آنتی‌بادی به‌وسیله دستگاه گامانتر LKB ساخت فلاند اندازه‌گیری و سنجش شد. برای کالیبراسیون کنترل این آزمایش از کالیبراتور و کنترل Immunotech استفاده شده است. مقادیر گلوکز پلاسما به وسیله روش‌های آزمایشگاهی آنزیمی-کالریمتری و براساس روش گلوکز اکسیداز-پراکسیداز و با استفاده از کیت‌های تجاری Greiner ساخت آلمان سنجش شد. دستگاه آنالایزر Technicon RA1000 به‌طور خودکار حدود ۲۰۰ میکرولیتر نمونه (پلاسما یا آب) را کشیده و با همین یک بار برداشت نمونه، تمام سنجش‌ها را انجام می‌دهد.

جدول ۱ شاخص‌های رشد ماهی سی‌باس آسیایی در پایان آزمایش (تیمار اول: شوری ۰ ppt، تیمار دوم: شوری ۱۵ ppt، تیمار سوم:

شوری ۳۵ ppt، تیمار چهارم: شوری ۵۰ ppt)

تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	
$23/66 \pm 1/00$	$24/88 \pm 0/58$	$23/55 \pm 0/58$	$25/00 \pm 0/23$	وزن اولیه (گرم)
$36/21 \pm 0/47^a$	$47/72 \pm 1/27^b$	$45/94 \pm 1/63^b$	$45/40 \pm 0/65^b$	وزن نهایی (گرم)
$0/122 \pm 0/02^a$	$0/52 \pm 0/06^b$	$0/52 \pm 0/05^b$	$0/43 \pm 0/00^b$	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
$1/11 \pm 0/08^a$	$1/07 \pm 0/01^a$	$1/18 \pm 0/02^a$	$1/22 \pm 0/03^a$	شاخص چاقی

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0/05$) در شاخص بررسی شده است.



که دارای اختلاف معناداری ($p < 0/05$) با سایر تیمارها بود. میزان بازده پروتئینی نیز بین تیمارها دارای اختلاف معنادار ($p < 0/05$) بود، در این شاخص نیز کمترین میزان ($1/17 \pm 0/18$) در تیمار اول مشاهده شد که با سایر تیمارها دارای اختلاف بود.

شاخص‌های تغذیه‌ای تیمارهای مختلف در جدول ۲ آمده است. ضریب تبدیل غذایی در انتهای دوره اختلاف معناداری ($p < 0/05$) را بین تیمار اول و سایر تیمارها نشان داد که در این تیمار بیشترین ضریب تبدیل غذایی ($6/24 \pm 1/09$) مشاهده شد. بیشترین غذاگیری روزانه ($11/09 \pm 0/97$) در تیمار دوم (شوری ۱۵ ppt) مشاهده شد

جدول ۲ شاخص‌های تغذیه‌ای ماهی سی‌باس آسیایی در پایان آزمایش (تیمار اول: شوری ۰ ppt، تیمار دوم: شوری ۱۵ ppt، تیمار سوم: شوری ۳۵ ppt، تیمار چهارم: شوری ۵۰ ppt)

تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
$6/24 \pm 1/09^a$	$1/78 \pm 0/25^b$	$1/73 \pm 0/26^b$	$1/68 \pm 0/00^b$
$7/66 \pm 0/23^a$	$11/09 \pm 0/97^b$	$10/33 \pm 0/14^{ab}$	$8/77 \pm 0/25^{ab}$
$0/33 \pm 0/05^a$	$1/17 \pm 0/18^b$	$1/20 \pm 0/16^b$	$1/18 \pm 0/00^b$

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0/05$) در شاخص بررسی شده است

بر لیتر اختلاف معناداری ($p < 0/05$) را با تیمار اول و سوم نشان داد، ولی تیمار دارای شوری ۵۰ گرم بر لیتر هیچ‌گونه اختلاف معناداری ($p > 0/05$) را با سایر تیمارها نشان نداد. میزان گلوکز نیز در تیمار دارای شوری ۱۵ گرم بر لیتر اختلاف معناداری را با تیمارهای دارای شوری ۳۵ و ۵۰ گرم بر لیتر نشان داد ($p < 0/05$)، در حالی که تیمار دارای آب شیرین هیچ‌گونه اختلاف معناداری ($p > 0/05$) را با هیچ‌یک از تیمارها نشان نداد.

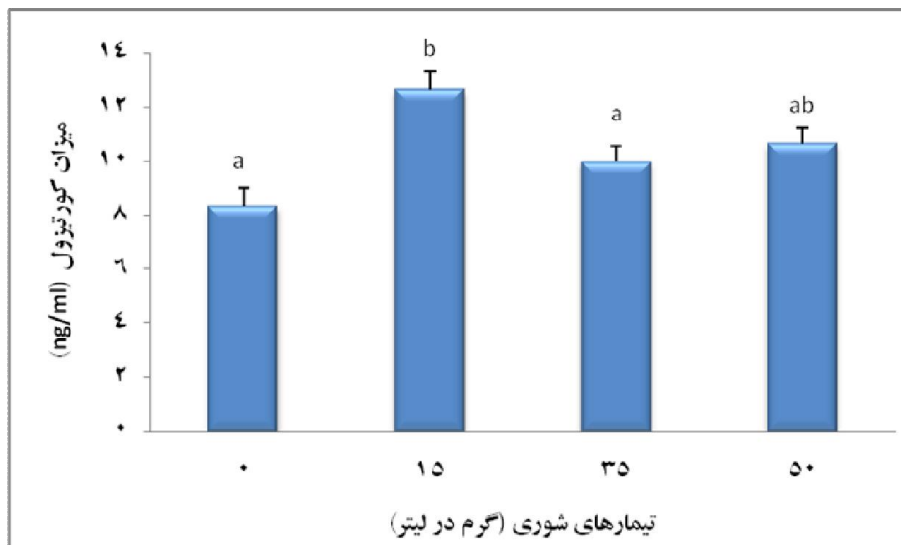
نتایج حاصل از آنالیز تقریبی لاشه ماهیان آزمایشی در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود اختلاف معناداری ($p < 0/05$) بین میزان رطوبت لاشه در بین تیمارهای مختلف شوری با تیمار آب شیرین وجود دارد که بیشترین میزان ($72/07 \pm 0/11$) مربوط به تیمار اول بود. با این حال میزان پروتئین، چربی و خاکستر لاشه بین تیمارهای مختلف شوری اختلاف معناداری نشان نداد ($p > 0/05$). میزان کورتیزول در تیمار شوری ۱۵ گرم

جدول ۳ آنالیز تقریبی لاشه ماهی سی‌باس آسیایی در پایان آزمایش (تیمار اول: شوری ۰ ppt، تیمار دوم: شوری ۱۵ ppt، تیمار سوم: شوری ۳۵ ppt، تیمار چهارم: شوری ۵۰ ppt)

تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
$72/07 \pm 0/11^a$	$70/79 \pm 0/30^b$	$70/42 \pm 0/09^b$	$70/79 \pm 0/27^b$
$18/70 \pm 0/27$	$18/89 \pm 0/10$	$18/99 \pm 0/10$	$18/99 \pm 0/33$
$3/90 \pm 0/27$	$4/08 \pm 0/04$	$4/83 \pm 0/43$	$4/08 \pm 0/33$
$0/31 \pm 0/04$	$0/38 \pm 0/09$	$0/36 \pm 0/03$	$0/31 \pm 0/01$

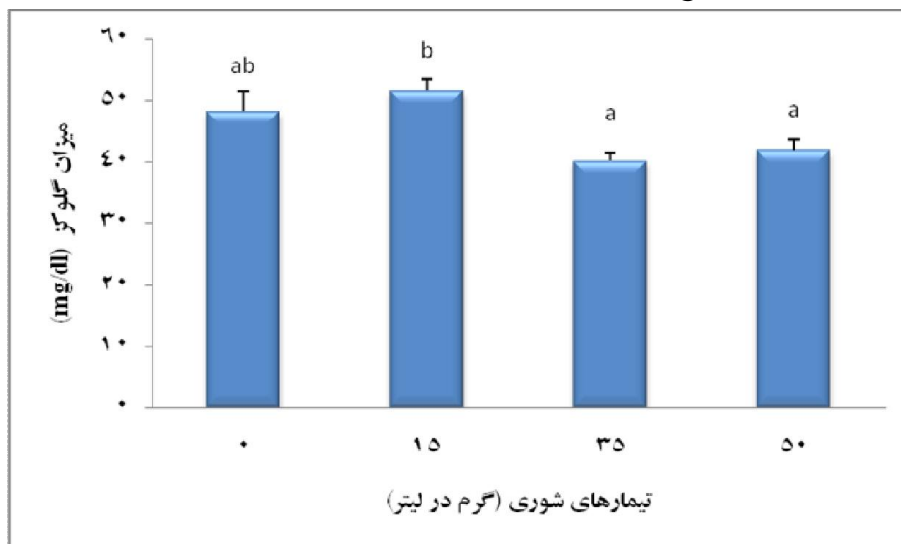
۵/۵۹±۰/۱۴	۵/۳۷±۰/۲۹	۵/۲۱±۰/۳۰	۵/۱۶±۰/۲۶	خاکستر
-----------	-----------	-----------	-----------	--------

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0.05$) در شاخص بررسی شده است



شکل ۱ نمودار میزان کورتیزول ماهی سی‌باس آسیایی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در پایان آزمایش (حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0.05$) در شاخص بررسی شده است)

توجه: شکل‌ها در متن مقاله ارجاع ندارد



شکل ۲ نمودار میزان گلوکز ماهی سی‌باس آسیایی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در پایان آزمایش (حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0.05$) در شاخص بررسی شده است)

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که اختلاف معناداری از نظر وزن نهایی و نرخ رشد ویژه بین تیمار آب

بحث

برای تنظیم اسمزی مایعات بدن انرژی کمتری مصرف خواهد کرد و در نتیجه رشد بهتری خواهد داشت. Jamili و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعه‌ای که بر روی ماهی بنی *Barbus sharpeyi* داشتند اینگونه بیان کردند که در شوری ۴ گرم بر لیتر رشد این ماهی نسبت به شوری‌های بالاتر و آب شیرین بیشتر است. آنها نیز دلیل این امر را اینگونه توضیح دادند که رشد ماهیان در شوری نزدیک به نقطه ایزوسموتیک بیشتر می‌گردد، زیرا در این شرایط تنظیم اسمزی کمتر می‌شود و ماهی تمام انرژی خود را صرف رشد خواهد کرد. نتایج تحقیق امیری و همکاران (۱۳۸۷) درباره تأثیر شوری بر روی رشد ماهی سفید انگشت قد در تیمارهای آب شیرین و شوری‌های ۴، ۶، ۸ و ۱۰ گرم بر لیتر نشان داد که حداکثر افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و حداقل ضریب تبدیل غذایی مربوط به شوری ۱۰ گرم بر لیتر و کمترین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و بیشترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به آب شیرین است و در شاخص وضعیت اختلاف آماری معناداری دیده نشد که مشابه نتایج تحقیق حاضر است. نتایج این محققان نشان داد که شوری‌های ۸ و ۱۰ گرم بر لیتر برای بچه ماهیان سفید انگشت قد، مطلوب است و در این شوری‌ها، انرژی کمتر برای متابولیک صرف شده و رشد ماهی بهتر خواهد بود. در مطالعه Luz و همکاران (۲۰۰۸) بر روی گلدفیش (*Carassius carassius*) مشاهده شد که افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در ماهیان موجود در آب شیرین تا شوری ۶ گرم بر لیتر تحت تأثیر قرار نگرفتند. با این حال، Altinok و Grizzle (۲۰۰۱) بیان کردند که نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در گلدفیش جوان (با وزن تقریبی ۲ گرم) به صورت معکوسی در شوری ۳ گرم بر لیتر تحت تأثیر قرار گرفت. اختلاف در نتایج مطالعه حاضر با تحقیقات سایر محققان می‌تواند به دلیل تفاوت

شیرین و سایر تیمارها وجود دارد، وزن نهایی در این ماهیان از سایر تیمارها و نرخ رشد ویژه نیز نسبت به سایر تیمارها کمتر بود. در مطالعه Wang و همکاران (۱۹۹۷) بر روی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مشاهده شد که در شوری ۲/۵ گرم بر لیتر جذب بهتر غذا، دفع کم نیتروژن و مصرف پایین تر اکسیژن وجود دارد و در نتیجه ماهی رشد بهتری دارد که علت آن صرف انرژی کمتر برای تنظیم اسمزی ذکر شد. در ماهی هالیبوت جوان اقیانوس اطلس (*Hippoglossus hippoglossus*) نیز رشد و کارایی غذا در شوری‌های ۱۵ و ۲۰ گرم بر لیتر بیشتر از ۳۲ گرم بر لیتر بود. این محققان علت را اینگونه ذکر کردند که شوری ۱۵ گرم بر لیتر برای این ماهی شرایط ایزوسموتیک است که مصرف انرژی کمتری را نسبت به سایر شوری‌ها برای تنظیم اسمزی در این ماهیان دربر دارد. تحقیقات نشان داده است که شوری بر جذب غذا در قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیر دارد، در شوری‌های بالاتر از آب شیرین (تقریباً ۲۸ درصد)، جذب غذا افزایش ولی نرخ رشد ویژه کاهش می‌یابد، یعنی اثر منفی را بر ضریب تبدیل غذایی نشان می‌دهد (MacLeod, 1977, 1978; Jurss et al., 1985). در گونه‌های با دامنه تحمل بالا، شوری به روش‌های متفاوتی بر رشد اثر می‌گذارد و البته رشد حداکثر همیشه تحت شرایط ایزوسموتیک به دست نمی‌آید (Brett and Groves, 1979) با توجه به موارد ذکر شده می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که در مطالعه حاضر ماهیان موجود در آب شیرین میزان انرژی زیادی را صرف تنظیم اسمزی خود کرده‌اند، به همین دلیل رشد کمتری را نسبت به سایر تیمارها نشان داده‌اند. همچنین می‌توان اینگونه بیان کرد که ماهیان آزمایشی در سایر شوری‌ها به جز آب شیرین به شرایط ایزوسموتیک خود نزدیک بوده‌اند. طبق مطالعات Watanabe (۱۹۸۸) نیز با افزایش شوری، ماهی

نسبت به ماهی آب شیرین که سعی در حفظ رطوبت بدن خود دارد، کاهش می‌یابد. دلیل نبود اختلاف بین سایر شاخص‌ها می‌تواند کوتاه بودن دوره باشد.

کورتیزول هورمون سوخت‌وساز در ماهیان است (Vijayan and Moon, 1994) که پس از ایجاد استرس در ماهی افزایش رهاسازی این هورمون در خون اتفاق می‌افتد (Wendelaar-Bonga, 1997). سرعت کاهش کورتیزول در خون تحت تأثیر عوامل زیست‌محیطی است (Wilson et al., 1998) هرچند گفته شده است که کارایی این فرایند تحت تأثیر استرس، شوری، مواد غذایی و غیره می‌باشد (Mommsen et al., 1999). Martinez و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه مار ماهی معمولی (*Anguilla anguilla*) و تأثیر شوری بر میزان کورتیزول آنها بیان کردند که پس از سه هفته سازگاری ماهیان در آب دریا، میزان کورتیزول در خونشان افزایش می‌یابد؛ چون کورتیزول در تنظیم اسمزی نقش دارد و به ماهی در حفظ آب و الکترولیت‌های بدن کمک می‌کند (Mommsen et al., 1999)، یعنی به عملکرد کلیه در تنظیم یون‌ها و جلوگیری از آب‌زدایی بدن و تنظیم اسمزی کمک می‌کند. میزان کورتیزول در ماهی تیلاپپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) که در آب دریا قرار گرفته بود از سوی Takahashi و همکاران (۲۰۰۶) بررسی شد که افزایش آن را گزارش کردند و علت آن را نیز نقش این هورمون در سازگار کردن خود با آب دریا توصیف کردند. تحت شرایط استرس‌زا، کاتکولامین و کورتیزول با تأثیر بر کبد سبب القای گلیکولیز یا گلوکونئوزنیز می‌شود و در نتیجه میزان گلوکز پلاسما نیز افزایش می‌یابد (Axelord and Reisine, 1984). غلظت گلوکز پلاسما نیز به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری میزان استرس و احتمالاً رایج‌ترین روش برای اندازه‌گیری واکنش ثانویه به استرس مطرح می‌شود (Barton, 2002) که در

ماهیان آب شیرین و شور در تحمل شوری، اندازه و مرحله زندگی ماهیان باشد (Watanabe et al., 1985; Fashina- (Bombata and Busari, 2003).

در شاخص‌های مربوط به آنالیز لاشه اختلاف معنادار تنها در میزان رطوبت مشاهده شد که به‌طور معناداری در تیمار اول بیشتر از سایر تیمارها بود. مطالعه Luz و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی حوض نشان داد که افزایش شوری تا ۱۰ گرم بر لیتر تأثیر معناداری بر میزان چربی عضله ایجاد نکرد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در مطالعه Overton و همکاران (۲۰۰۸) نیز مشاهده شد که افزایش شوری باعث تأثیر بر پروتئین و چربی و استفاده از آنها به‌عنوان منبع انرژی می‌شود. نتایج مطالعات Jarvis و Ballantyne (۲۰۰۳) درباره تأثیر شوری بر ذخایر چربی در تاس‌ماهی (*Acipenser brevisrostrum*) نیز نشان داد که در این باره نیز ذخایر چربی به‌دلیل تولید انرژی برای آداپته‌سازی با شرایط جدید کاهش یافته است که در تضاد با نتایج حاضر بود. اضافه کردن نمک در سطوح مختلف به جیره غذایی ماهی سی‌باس آسیایی نشان داد که اضافه کردن نمک هیچ‌گونه اثری بر ترکیب لاشه ندارد (Harpaz et al., 2005). در مطالعه Luz و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی گلدفیش، افزایش شوری تا ۱۰ گرم بر لیتر باعث افزایش میزان رطوبت لاشه شد، ولی سایر شاخص‌ها اختلاف معناداری را نشان ندادند. علت افزایش در میزان رطوبت لاشه در تیمار اول می‌تواند به‌دلیل قرار گرفتن ماهیان در آب شیرین باشد، چون با توجه به اینکه ماهیان زمان قرارگیری در آب شیرین به‌دلیل شیب اسمزی که وجود دارد، آب کمتری را دفع می‌کنند و سعی در حفظ محیط یونی بدن خود دارند ولی در آب شور آب بیشتری می‌نوشند و میزان آب بیشتری هم دفع می‌کنند، پس میزان آب بدن در این ماهیان

شیرین و شوری ۱۵ گرم بر لیتر و اختلاف معنادار آن با سایر تیمارها بیانگر استرسزا بودن شوری‌های مذکور (آب شیرین و شوری ۱۵ گرم بر لیتر) برای ماهی سی‌باس آسیایی است که وجود اختلاف معنادار در میزان کورتیزول شوری ۱۵ گرم در لیتر استرسزا بودن آن را تأیید می‌کند. اما اینکه چرا در شوری ۳۵ گرم بر لیتر و بالاتر، میزان گلوکز به صورت معناداری کاهش پیدا کرده است را می‌توان به بهینه و طبیعی بودن شرایط این گونه در شوری ۳۵ گرم بر لیتر نسبت داد. بنابراین دلیلی وجود ندارد که ماهی میزان کورتیزول بیشتر و به دنبال آن گلوکز بیشتر به جریان خون وارد کند. اما در شوری ۵۰ گرم بر لیتر میزان کورتیزول ماهی از نظر عددی بالاتر از شوری ۳۵ گرم بر لیتر است که این مسئله نقش هورمون کورتیزول را به عنوان یک هورمون سازگار شونده با آب دریا (شوری‌های بالاتر) معرفی می‌کند. این مسئله در تحقیقات Tsuzuki و همکاران (۲۰۰۱)، Lim و همکاران (۲۰۰۶) و Takahashi و همکاران (۲۰۰۶) به اثبات رسیده است.

به طور کلی این گونه می‌تواند تغییرات در محدوده آب دریاها تا آب لب شور را در محدوده زمانی ۳۰ روزه تحمل کند و به طور موفقیت‌آمیزی و بدون نشان دادن تلفات با آب شیرین سازگار شود. با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می‌توان گفت که ماهی سی‌باس آسیایی می‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب‌های لب شور (شوری ۱۵ گرم بر لیتر) و شوری بالاتر از آب معمول دریاها (یعنی ۵۰ گرم بر لیتر) باشد، ولی این گونه به دلیل صرف انرژی بالا به منظور تنظیم اسمزی در آب شیرین نمی‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب شیرین باشد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر میزان گلوکز در تیمار شوری ۱۵ دارای اختلاف معنادار با شوری ۳۰ و ۵۰ بود. همان‌طور که برای بررسی میزان کورتیزول ذکر شد، شوری ۳۵ چون شبیه به محیط زیست طبیعی ماهی است، پس استرس چندانی را به ماهی وارد نمی‌کند در نتیجه ماهیان این تیمار کمترین میزان گلوکز را نشان دادند و با افزایش یا کاهش شوری به دلیل افزایش استرس وارد شده به ماهی، میزان گلوکز افزایش می‌یابد که در این آزمایش تیمار با شوری ۱۵ اختلاف معناداری را با شوری ۳۵ نشان داد. بررسی تیلاپس نیل (*Oreochromis niloticus*) قرار گرفته در شوری ۲۰ گرم بر لیتر از سوی Lim و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که این ماهیان دارای سطح گلوکز و کورتیزول بیشتری نسبت به آب شیرین و شوری ۱۰ گرم بر لیتر بودند که علت آن ایجاد استرس و افزایش نقش این هورمون برای سازگار کردن خود با آب شور معرفی شد و همچنین کورتیزول باعث افزایش گلوکز به عنوان منبع انرژی و افزایش تعداد سلول‌های کلراید آبشش نیز شد. Nakano و همکاران (۱۹۹۸) نیز پس از انتقال تیلاپس موزامبیک به آب دریا بیان کردند که این ماهیان نیاز به گلوکز بیشتری به منظور تأمین منبع انرژی برای مکانیسم‌های اسمزی دارند. در مطالعه حاضر عدم مشاهده اختلاف معنادار در میزان گلوکز و کورتیزول تیمار آب شیرین با تیمار دارای شوری ۳۵ با وجود کمتر بودن میزان شوری از تیمار دوم می‌تواند این باشد که ماهیان این گروه میزان انرژی بیشتری از سایر گروه‌ها (با توجه به کمترین اضافه وزن) به ویژه شوری ۱۵، صرف کرده‌اند تا خود را با شرایط سازگار کنند که با توجه به میزان رشد آنها کاملاً مشهود است. پس این سازگاری بالا به آب شیرین باعث کاهش هورمون استرس در این ماهیان نسبت به شوری ۱۵ می‌شود. در مطالعه حاضر افزایش میزان گلوکز تیمار آب

- Barton, B.A. and Zitzow, R.E. 1995.** Physiological responses of juvenile walleyes to handling stress with recovery in saline water. *Progressive Fish-Culturist*, 57: 267-276.
- Bayunova, L., Barannikova, I. and Semenkova, T. 2002.** Sturgeon stress reactions in aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 397-404.
- Brett, J. and Groves, T.D.D. 1979.** Physiological Energetics, In: "Fish physiology" Vol, 8. Hoar, W.S., Randall, D.J., Breit, J. (eds.), Academic press NY, 279-352.
- Boonyaratpalin, M., Suraneiranat, P. and Tunpibal, T. 1998.** Replacement of fishmeal with various types of soybean products in diets for Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 161: 67-78.
- Bluf, G. and Payan, P. 2001.** How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130:411-423.
- Buckel, J.A., Steinberg, N.D. and Conover, D.O. 1995.** Effects of temperature, salinity, and fish size on growth and consumption of juvenile bluefish. *Journal of Fish Biology*, 47:696-706.
- Dutil, J.D., Lambert, Y. and Boucher, E. 1997.** Does higher growth rate in Atlantic cod (*Gadus morhua*) at low salinity result from lower standard metabolic rate or increased protein digestibility? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 99-103.
- Fashina-Bombata, H.A. and Busari, A.N. 2003.** Influence of salinity on the developmental stages of African catfish *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840). *Aquaculture*, 224: 213-222.
- Gilham, I.D. and Baker, B.I. 1985.** A black background facilitates the response to stress in teleosts. *Journal of Endocrinology*, 105: 99-105.
- Hafezamani, P. and Orhan, Sh. 2002.** Survey of effects of chloride sodium stress on blood hematocrit and hemoglobin in common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 3: 13-22.
- Handeland, S.O., Berge, A., Bjornsson, B.Th., Lie, Ø. and Stefansson, S.O. 2000.** Seawater adaptation by out-of-season Atlantic salmon (*Salmo salar*) L. smolts at different temperatures. *Aquaculture*, 181: 377-396.
- این تحقیق با پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه خلیج فارس انجام و هزینه‌های آن از طریق اعتبارات پژوهشکده خلیج فارس به شماره-PGU/FC/3-3/1393/3253 تأمین شده است. همچنین بدین وسیله از همکاری گروه صنایع پلیمر بوشهر و جناب آقای مهندس امید بحری و دکتر هادی خلیجی تشکر و قدردانی می‌شود.
- منابع
- Abdelghany, A.E. and Ahmad, M.H. 2002.** Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. *Aquaculture Research*, 33: 415-423.
- Alava, V.R. 1998.** Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milkfish (*Chanos chanos*) fry. *Aquaculture*, 167:229-236.
- Altinok, I. and Grizzle, J.M. 2001.** Effects of brackish water on growth feed conversion and energy absorption efficiency by juveniles euryhaline and freshwater stenohaline fishes. *Journal of Fish Biology*, 59: 1142-1152.
- Amiri, A., Sayyad Bourani, M., Moradi, M. and Pourgholami, A. 2008.** The effect of water salinity on growth and survival of *Rutilus frisii kutum* fingerling. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 17: 23-30.
- AOAC, 1998.** *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA, 1141 pp.
- Axelord, J. and Reisine, T.D. 1984.** Stress hormones: Their interaction and regulation. *Science*, 224: 459-542.
- Barton, B.A. 2002.** Stress in fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, 42: 517-525.
- Barton, B.A., Schreck, C.B. and Barton, L.D. 1987.** Effects of chronic cortisol administration and daily acute stress on growth, physiological conditions, and stress responses in juvenile rainbow trout. *Disease of Aquatic Organisms*, 2: 173-185.

- MacLeod, M.G. 1977.** Effects of salinity on food intake, absorption and conversion in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Marine Biology*, 43: 93–102.
- MacLeod, M.G. 1978.** Relationships between dietary sodium chloride, food intake and food conversion in the rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 13: 73–78.
- Marcouli, P.A., Alexis, M.N., Andriopoulou, A. and Iliopoulou Georgudaki, J. 2006.** Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, 12: 25-33.
- Martinez, A.S., Cutler, C.P., Wilson, G.D., Phillips, C., Neil Hazon, N. and Cramb, G. 2005.** Cloning and Expression of three aquaporin homologues from the European eel (*Anguilla Anguilla*): effects of seawater acclimation and cortisol treatment on renal expression. *Biology of Cell*, 97: 615-662.
- Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. and Moon, T.W. 1999.** Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9: 211-268.
- Moustakas, C.T., Watanabe, W.O. and Copeland, K.A. 2004.** Combined effects of photoperiod & salinity on growth, survival & osmoregulatory ability of larval Southern flounder (*Paralichthys lethostigma*). *Aquaculture*, 229: 159-179.
- Nakano, K., Tagawa, M., Takemura, A. and Hirano, T. 1998.** Temporal changes in liver carbohydrate metabolism associated with seawater transfer in *Oreochromis mossamicus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 119(B): 721-728.
- Overton, J.L., Bayley, M., Paulsen, H. and Wang, T. 2008.** Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L.: Effects on growth and on survival as a function of temperature. *Aquaculture*, 277: 282-286.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G. and Sumpter, J.P. 1987.** On the use of dexamethasone to block the pituitary–interrenal axis in the brown trout, *Salmo trutta* L. *General and comparative Endocrinology*, 65: 346–353.
- Plante, S., Audet, C., Lambert, Y. and Deianone, J. 2003.** Comparison of stress responses in wild and captive winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus* walbaum) brood stock. *Aquaculture Research*, 34: 803-812.
- Hazen, N., Balment, R.G. 1997.** The physiology of fishes, 2nd ed", (ed. Evans DH), CRC Press. pp. 441-463.
- Harpaz, S., Hakima, Y., Tatiyana Slosmana, T. and Eroldogana, O.T. 2005.** Effects of adding salt to the diet of Asian sea bass *Lates calcarifer* reared in fresh or salt water recirculating tanks, on growth and brush border enzyme activity. *Aquaculture*, 248: 315–324.
- Imsland, A.K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M.H.G., Gerald, R.F., Bonga, S.W., Ham, E.V. Nævdal, G. and Stefansson, S.O. 2001.** The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198: 353–367.
- Jamili, Sh., Orian, Sh. and Seifabadi, J. 1993.** Role of salinity in growth rate and survival bunnei (*Barbus sharpeyi*) fish. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 2: 45-55.
- Jarvis, P.L. and Ballantyne, J.S. 2003.** Metabolic responses to salinity acclimation in juvenile shortnose sturgeon *Acipenser brevirostrum*. *Aquaculture*, 219: 891-909.
- Jonassen, T.M., Pittman, K. and Imsland, A.K. 1997.** Seawater acclimation of tilapia, *Oreochromis spilurus spilurus* Gunter, fry and fingerlings. *Aquaculture Research*, 28: 205–214.
- Jurss, K., Bittorf, T.H. and Vokler, T.H. 1985.** Influence of salinity and ratio of lipid to protein in diets on certain enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 81(B): 73–79.
- Larson, H. 1999.** Order Perciformes. Suborder Percoidei. Centropomidae. Sea perches. p. 2429-2432.
- Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Welker, T. and Veverica, K. 2006.** Effect of feeding duration of sodium chloride-containing diets on growth performance and some osmoregulatory parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, after transfer to water of different salinities. *Journal of Applied Aquaculture*, 18: 1-17.
- Luz, R.K., Martinez-Alvarez, R.M., De pedro, N. and Delgado, M.J. 2008.** Growth, food intake and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. *Aquaculture*, 276: 171-178.

sea raven. *Canadian Journal of Zoology*, 72: 379-386.

Volpato, G.L. and Barreto, R.E. 2001. Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34: 1041-1045.

Wang, J.Q., Lui, H., Po, H. and Fan, L. 1997. Influence of salinity on food consumption, growth and energy conversion efficiency of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Aquaculture*, 148: 115-124.

Watanabe, W. 1988. The effect of salinity on growth, food consumption and conversion juvenile/monosex male Florida red tilapia. The second International Semposium on Tilapia in Aquaculture, 515-523.

Watanabe, W.O., Kuo, C.M. and Huang, M.C. 1985. The ontogeny of salinity tolerance in the tilapias *Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, and on *O. mossambicus* × *O. niloticus* hybrid, spawned and reared in freshwater. *Aquaculture*, 47: 353-367.

Wendelaar-Bonga, S.A. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77: 591-625.

Wilson, J.M., Vijayan, M.M., Kennedy, C.J., Iwama, G.K. and Moon, T.W. 1998. Naphthoflavone abolishes interregal sensitivity to ACTH stimulation in rainbow trout. *Journal of Endocrinology*, 157: 63-70.

Rubio, V.C., Sánchez-Vázquez, F.J. and Madrid, J.A. 2005. Effects of salinity on food intake and macronutrient selection in European sea bass. *Physiology and Behavior*, 85: 333-339.

Sattari, M. 2002. Ichthyology (1): Anatomy and Physiology. Haghshenass publication. Tehran, Iran.

Singh, R.K. 2000. Growth, survival and production of *Lates calcarifer* in a seasonal rain-fed coastal pond of the Konkan region. *Aquaculture*, 8: 55-60.

Swanson, C. 1996. Early development of milkfish: effects of salinity on embryonic and larval metabolism, yolk absorption and growth. *Journal of Fish Biology*, 48: 405-421.

Takahashi, H., Sakamoto, T., Hyodo, S., Shepherd, B.S., Kaneko, T. and Gordon, G.E. 2006. Expression of glucocorticoid receptor in the intestine of a euryhaline teleost, the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*): Effect of seawater exposure and cortisol treatment. *Life Sciences*, 78: 2329-2335.

Tsuzuki, M.Y., Ogawa, K., Strüssmann, C.A., Maita, M. and Takashima, F., 2001. Physiological responses during stress and subsequent recovery at different salinities in adult pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Aquaculture*, 200: 349-362.

Vijayan, M.M. and Moon, T.W. 1994. The stress response and the plasma disappearance of corticosteroid and glucose in a marine teleost, the



The effects of different levels of water salinity on growth, feeding performance, body composition and physiological responses in Asian sea bass (*Lates calcarifer*)

Maryam Azodi¹, Mahmoud Nafisi Bahabadi ^{*2}, Vahid Morshedi ¹, Hadi ebrahimi³, Shirin Hamed⁴

1. M.Sc. Graduated, Persian Gulf Research Center, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran
3. M.Sc. Graduated of Fisheries, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran
4. M.Sc. Graduated of Fisheries, University of Shahrekord, Iran

Received: 05.11.2015 Accepted: 16.04.2016

*Corresponding author: nafisi2002@gmail.com

Abstract:

In a fully randomized design, the effects of salinities at concentrations of 0 (control), 15, 35 and 50 ppt on feeding, growth performance, body composition, plasma glucose and cortisol levels in Asian sea bass (*Lates calcarifer*) of 34.36±0.41 gram initial weight were investigated in 300-liter pvc tanks. Feeding was done to satiation twice a day for 30 days. At the end of the experiment, biometry was carried out and plasma and carcass samples were collected. The results showed significant difference in feeding and growth performance in 0 (control) with other treatments ($p < 0.05$). Carcass analyze also showed significantly higher moisture percentage compared to other treatments ($p < 0.05$). Glucose and cortisol values in 15 ppt treatment were significantly higher than at 35, 50 ppt treatment and 35 ppt and control treatments, respectively ($p < 0.05$). Overall, this study showed that this species was able to tolerate changes in salinity in the surrounding medium from seawater to brackish water through a period of 30 days and successfully adapt to freshwater without mortality. But, it could not be a good candidate for freshwater culture because of high energy expenditure for osmoregulation.

Key words: sea bass (*Lates calcarifer*), water salinity, growth, feeding performance, glucose, cortisol