

تنظیم اسمزی ماهی سی بس آسیایی (*Lates calcarifer*) طی دوره سازگاری در آب شیرین

سعید حاجی رضائی^{*}، محمد حسین خانجانی^۱

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۱

چکیده

در تحقیق حاضر، روند سازگاری بچه ماهیان سی بس آسیایی (*Lates calcarifer*) در آب شیرین با استفاده از شاخص های فیزیولوژیک تنظیم اسمزی شامل: سطوح هورمون های تیروئیدی و کورتیزول خون، فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase و غلظت یون-های سدیم و کلر پلاسمای خون مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، تعداد ۶۰ عدد بچه ماهی سی بس آسیایی در سه مخزن ۳۰۰ لیتری با تراکم ۲۰ عدد ماهی در هر مخزن توزیع شدند. خونگیری از ماهیان در دو مرحله انجام شد: مرحله ۱) قبل از سازگاری در آب شیرین (مرحله آب دریا) و مرحله ۲) بعد از ۲۴ ساعت سازگاری در آب شیرین. طبق نتایج، فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشش به طور معنی-داری طی دوره سازگاری با آب شیرین افزایش نشان داد ($P < 0.05$). هورمون های تیروئیدی افزایش معنی داری را طی ۲۴ ساعت سازگاری در آب شیرین نشان دادند ($P < 0.05$). همچنین سطوح هورمون کورتیزول تغییر معنی داری طی دوره سازگاری نداشتند ($P > 0.05$). غلظت یون-های سدیم و کلر پلاسمای سی بس در دوره سازگاری در آب شیرین کاهش یافتند ($P < 0.05$). علاوه بر این، میزان ۱۰٪ تلفات طی دوره سازگاری مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان دادند که بچه ماهیان سی بس توأتابی سازگاری با شوک آب شیرین را دارند زیرا فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase و سطوح هورمون های تیروئیدی افزایش معنی داری را نشان دادند. با این وجود، تعادل یون ها طی ۲۴ ساعت رخنداد که این موضوع نشان می دهد که احتمالاً افزایش مدت زمان سازگاری به بالاتر از ۲۴ ساعت می تواند به برقراری مطلوب تعادل یونی کمک کند.

کلمات کلیدی: شوری، تنظیم اسمزی، سی بس آسیایی.

مقدمه

اهمیت تجاری ماهی سی بس آسیایی موجب آن شده است که این گونه جهت پرورش به سایر کشورهای آسیایی بخصوص ایران معروفی شود.

همانطور که قبلاییان شد، سی بس آسیایی به عنوان یک گونه یوری هالین قادر به تحمل طیف گسترده‌ای از تغییرات شوری از ۰ تا شوری دریا (بالای ۳۰ گرم بر لیتر) می‌باشد. با این وجود اطلاعات محدودی در مورد فیزیولوژی تنظیم اسمزی این گونه بخصوص در آب شیرین وجود دارد. با توجه به اینکه اغلب منابع آب‌های داخلی مناسب برای پرورش در ایران مربوط به بخش آب شیرین می‌باشد، لازم است که توانایی سازگاری این گونه در محیط آب شیرین به لحاظ تنظیم اسمزی برسی شود.

در ماهیان مهاجر، تنظیم اسمزی در محیط آب شیرین و دریا مکانیسم متفاوتی را تجربه می‌کند. در محیط آب شیرین به دلیل بالاتر بودن غلظت املاح در مایعات بدن نسبت به محیط تمایل به دفع یون‌ها و جذب آب وجود دارد. ولی در محیط آب شور به دلیل بالاتر بودن غلظت املاح محیط مایعات بدن تمایل به جذب یون‌ها و دفع آب وجود دارد. به طور کلی تنظیم اسمزی در محیط آب شور و شیرین تحت تاثیر عوامل مختلف فیزیولوژیک نظیر هورمون‌ها و آنزیم‌ها قرار دارد که محل فعالیت آن‌ها سلول‌های کلرآید و کانال‌های تبادلی در سطح بافت آبشش می‌باشد. هورمون‌هایی مانند کورتیزول، پرولاکتین و هورمون-های شبه انسولین. همچنین آنزیم Na^+/K^+ -ATPase مهمترین آنزیم دخیل در تبادل یون‌ها در سطح سلول‌های کلرآید می‌باشد (McCormick, 2001; Manzon, 2002).

ماهی سی بس آسیایی در سرتاسر بخش‌های شمال و جنوب آسیا تا استرالیا و شرق آفریقا پراکنش دارد. این گونه در آب‌های ساحلی، مصب‌ها و لاگون‌ها زیست می‌کند و معمولاً در اعماق ۱۰ تا ۵۰ متر یافت می‌شود (Kandan, 2009). ماهی سی بس آسیایی گونه‌ای یوری هالین و کاتادروموس (دریا کوچ) می‌باشد و جمعیت‌های آن در آب‌های شیرین، لب شور و دریایی شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، لاگون‌ها، مصب‌ها و آب‌های ساحلی یافت می‌شوند (Matthew, 2009). ماهی سی بس عمده رشد خود را تا ۳-۲ سالگی در منابع آب شیرین مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها که به دریا ارتباط دارند سپری می‌کند. این ماهی نرخ رشد بالایی داشته و اغلب در مدت ۲-۳ سال تا وزن ۳-۵ کیلوگرم می‌رسد. ماهیان بالغ (۴-۳ ساله) برای گذراندن دوره بلوغ گنادها و متعاقباً تخریزی به سمت دریا مهاجرت می‌کنند (Mathew, 2009; Jerry, 2013). لاروهای سی بس همراه با مد آب و سایر جریان‌های دریایی وارد مصب‌ها می‌شوند. تکامل لاروی در مصب شروع و تا رسیدن به بالادست رودخانه ادامه می‌یابد. ماهی سی بس یک شکارچی فرصت طلب بوده و ماهی و سخت پوستان سهم عمده غذای ماهیان بالغ را تشکیل می‌دهد (Mathew, 2009; Jerry, 2013).

در حال حاضر، ماهی سی بس به صورت گسترده در آسیای جنوب شرقی و عمده‌تا در قفس و به صورت کشت تسام بـ گونه‌هایی شامل هامور ماهیان و سرخوماهیان پرورش داده می‌شود. طبق آمار سازمان فاو، تولید جهانی ماهی سی بس آسیایی از حدود ۱۲۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۰ به حدود ۵۷۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۶ رشد داشته است (Grey, 1987). در حال حاضر،

مواد و روش ها

طراحی آزمایش

تحقیق حاضر در کارگاه تکثیر مرکز تحقیقات شیلاتی آب های دور-چابهار انجام شد. بچه ماهیان سی بس آسیابی با میانگین وزنی 0.4 ± 0.2 گرم از بخش خصوصی (مجتمع تکثیر ماهیان دریایی-بوشهر) در خرداد ماه سال ۱۳۹۱ خریداری و پس از کسب گواهی سلامت از اداره دامپزشکی استان و شهرستان چابهار به کارگاه تکثیر مرکز تحقیقات منتقل شدند. در کارگاه، ماهیان به مدت ۳ روز در مخازن ۲۰۰۰ لیتری محتوی آب دریایی ضد عفونی شده با کلر با شرایط کارگاه سازگاری یافتند. بعد از پایان دوره سازگاری، ماهیان به مدت ۱ ماه (فاز نرسی) تا وزن ۱۰-۱۲ گرم پرورش داده شدند. در طول یک ماه دوره نرسی بچه ماهیان تا حد اشتها و در ۴ نوبت در شبانه روز با غذای آغازین تجاری قزل آلا SFT₁ تغذیه شدند. ترکیب غذایی جیره در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات تعویض آب و رقم بندي بچه ماهیان به ترتیب هر دو روز و هر هفته یکبار انجام شد.

جدول ۱: ترکیب و خصوصیات فیزیکی جیره تجاری استفاده شده در تحقیق

ترکیب غذایی و بافت جیره							نوع جیره	
اندازه فیزیکی (میلیمتر)	شكل گرانول	روطوبت %	فسفر %	فیبر %	خاکستر %	چربی %	SFT1	پروتئین خام %
۱/۶-۱/۲	۱۱	۱/۵	۲/۵	۱۴	۱۲	۴۸		

مانده ماهیان هر مخزن به طور جداگانه به ۳ مخزن ۳۰۰ لیتری محتوی آب شیرین ضد عفونی شده منتقل و به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در آب شیرین، از باقی مانده ماهیان خونگیری با روش قطع ساقه دمی انجام گرفت. در هر مرحله خونگیری، نمونه های خون بلا فاصله توسط سانتریفیوژ یخچالدار (g × ۱۳۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه)

در سی بس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) انتقال ماهیان از آب شیرین به شور موجب کاهش یون-های سدیم و کلر و افزایش فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase شد (Jensen et al., 1998). همچنین انتقال ماهیان از شوری ۱۵ گرم/لیتر به آب شیرین موجب افزایش فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase تا دو برابر شد (Jensen et al., 1998).

همچنین تعداد سلول های کلرآید در ماهی سی بس اروپایی طی سازگاری با آب شیرین افزایش معنی داری را نشان داد (Varsamos et al., 2002).

هدف از تحقیق حاضر بررسی روند سازگاری بچه ماهیان سی بس آسیابی در آب شیرین با استفاده از برخی شاخص های فیزیولوژیک تنظیم اسمزی شامل: سطوح هورمون ها در خون، فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشش و غلظت یون های سدیم و کلر پلاسمای خون می باشد. نتایج این تحقیق می تواند اطلاعاتی اولیه در مورد روند فیزیولوژیک تنظیم اسمزی ماهی سی بس آسیابی در آب شیرین ارائه دهد.

با اتمام فاز نرسی، تعداد ۶۰ عدد ماهی با میانگین وزنی 11.4 ± 1.1 گرم به ۳ مخزن ۳۰۰ لیتری محتوی آب دریا (شوری ۳۴ گرم/لیتر) با تراکم ۲۰ عدد در هر مخزن منتقل شدند. بعد از ۳ روز سازگاری در آب شور، از هر مخزن تعداد ۱۰ عدد ماهی جهت خونگیری و برداشت نمونه آبشش نمونه برداری شدند. سپس باقی

جادب، تويوب‌ها جهت خواندن غلظت آنتی‌ژن‌های رادیواکتیو که هنوز به آنتی‌بادی‌ها متصل می‌باشند به دستگاه گاما‌کانتر منتقل شدند. در نهایت میزان هورمون در هر نمونه خون از کسر کردن غلظت کل آنتی‌ژن رادیواکتیو مورد استفاده از غلظت آنتی‌ژن رادیواکتیو که هنوز در اتصال به آنتی‌بادی می‌باشد محاسبه شد. مراحل سنجش هورمون‌های تیروئیدی کاملاً مشابه هورمون کورتیزول بود و تفاوت‌ها تنها در نوع (^{125}I - T_4 ، ^{125}I - T_3) و غلظت آنتی‌ژن نشانه دار (۱۰۰ میکرولیتر)، میزان مصرف استاندارد (۱۰۰ میکرولیتر) و غلظت‌های استاندارد بود.

سنجش فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase

فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشنش بر اساس هیدرولیز آدنوزین تری فسفات (ATP) و تولید فسفات غیر آلی (Pi) مطابق روش Zaugg (۱۹۸۲) و McCormick (۱۹۹۳) انجام شد. در این روش میزان فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase از تفریق میزان تولید فسفر آلی (محصول هیدرولیز محتوای آدنوزین تری فسفات) در حضور و عدم حضور Ouabain محاسبه و به صورت میکرومول بر میلی گرم پروتئین در ساعت $\text{μmol Pi.mg protein}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (یکان شد).

سنجش یون‌های سدیم و کلر

یون سدیم پلاسمای خون با استفاده از روش اسپکتروسکوپی نش瑞 شعله‌ای (FlamePhotometry) و بوسیله دستگاه فلیم فتومتر (FlamePhotometer) (مدل php7 ساخت شرکت Jenwey انگلستان) طبق روش Handy و Depledge (۱۹۹۹) انجام شد. برای این منظور ابتدا نمونه‌های پلاسما (هر نمونه ۱۰۰

در دمای ۴ درجه سانتریفیوز شده و سپس نمونه‌های پلاسمای خون بلافالاصله در فریزر 80°C -تا انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی نگهداری شدند.

در طول دوره آزمایش مخازن به صورت پیوسته با استفاده از دو عدد سنگ هوا جهت حفظ سطح مطلوب اکسیژن هوادهی شدند. همچنین در طول ۲۴ ساعت آزمایش مواجه با آب شیرین غذادهی ماهیان متوقف شد.

آنالیز فاکتورهای بیوشیمیایی سنجش هورمون

هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) و کورتیزول با استفاده از روش رادیوایمنو-اسای (Radioimmunoassay) که بر اساس رقابت بین آنتی‌ژن نمونه (هورمون) و آنتی‌ژن رادیواکتیو (هورمون نشانه دار) در اتصال به آنتی‌بادی هورمون می‌باشد اندازه‌گیری شدند. برای سنجش کورتیزول، ۵۰۰ میکرولیتر آنتی‌بادی یا آنتی سرم به تويوب‌های جداگانه (میکرو تويوب‌های استاندارد، نمونه و کنترل) اضافه شد. سپس ۵۰۰ میکرولیتر آنتی‌ژن رادیواکتیو (^{125}I -Cortisol) به تويوب‌های حاوی آنتی‌بادی اضافه شد. بعد از آن، ۱۰۰ میکرولیتر از هر استاندارد (استاندارد شامل ۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۶۵۰، ۱۶۰۰ نانوگرم/لیتر کورتیزول)، کنترل و نمونه پلاسمای خون به تويوب‌های مربوط به خود اضافه و مجموعه به مدت دو ساعت در دمای اتاق انکوبه شدند. بعد از دو ساعت انکوباسیون، رک حاوی تويوب‌ها وارونه شد تا مایع رویی آن خارج شود و سپس تويوب‌ها در همان حالت وارونه روی یک کاغذ جاذب به مدت دو دقیقه قرار داده شدند. بعد از دو دقیقه قرار دادن روی کاغذ

تجزیه و تحلیل آماری

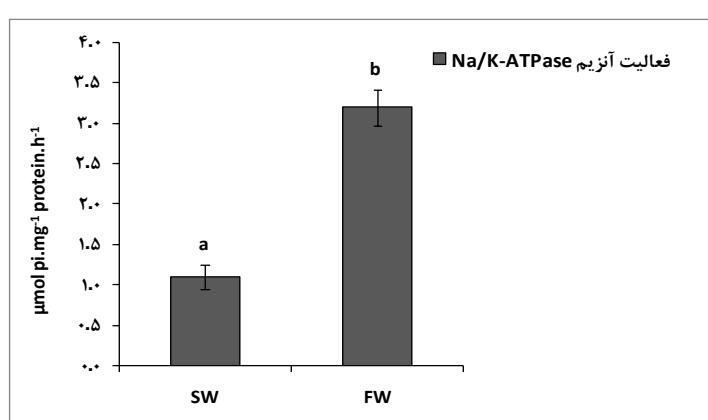
کلیه اطلاعات جمع آوری شده جهت تجزیه و تحلیل وارد برنامه EXCEL گردید. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها و سپس بررسی اختلافات آماری بین میانگین‌ها به ترتیب از تحلیل Kolmogorov-Smirnov و آزمون t مستقل در نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

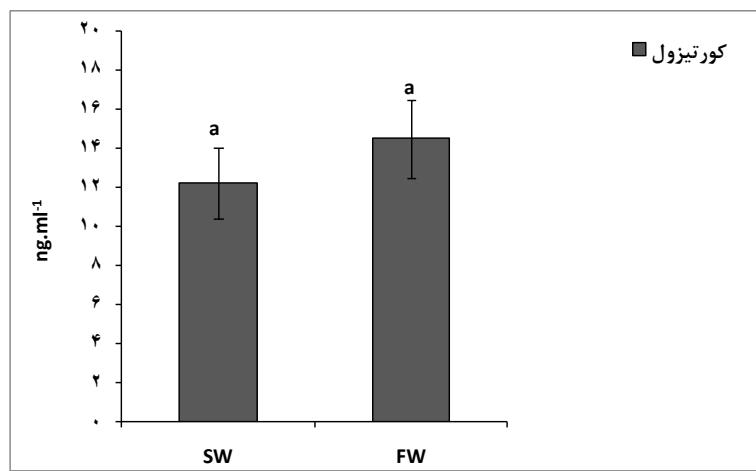
فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشش به طور معنی‌داری طی دوره سازگاری با آب شیرین افزایش نشان داد ($P<0.05$) (شکل ۱، ۱). سطوح هورمون کورتیزول تغییر معنی‌داری طی دوره سازگاری با آب شیرین نشان ندادند (شکل ۲، ۲). هورمون‌های تیروئیدی افزایش معنی‌داری را طی ۲۴ ساعتگاری در آب شیرین نشان دادند (شکل ۳، ۳). غلظت یون‌های سدیم و کلر پلاسمای طور معنی‌داری طی دوره سازگاری با آب شیرین کاهش یافتند (شکل ۴، ۴) ($P<0.05$). علاوه براین، میزان تلفات طی دوره سازگاری با آب شیرین ثبت شد. ۱۰٪.

میکرولیتر) با استفاده از آب مقطر به میزان ۳۰۰ بار رقیق شدند. سپس محلول‌های استاندارد سدیم (۰/۵ و ۱ میلی مول بر لیتر کلرید سدیم در ۰/۲ درصد کلرید پتاسیم) آماده و بعد از اسیدی ساختن آن‌ها با استفاده از یک قطره اسید نیتریک غلیظ، در بطری‌های پلی‌تن و تیره رنگ نگهداری شدند. در نهایت با استفاده از محلول شاهد سدیم، نمونه‌ها به دستگاه فلیم فتوومتر معرفی و غلظت یون سدیم در طول موج ۵۸۹ نانومتر بر حسب میلی مول بر لیتر قرائت شد.

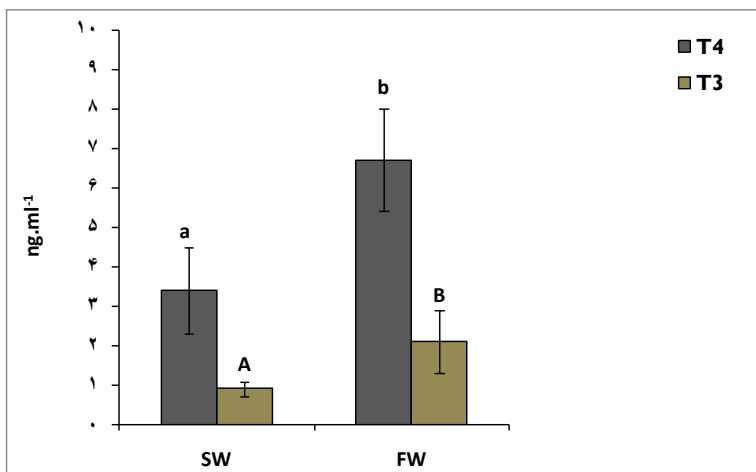
یون کلر با روش کالری متري مورد سنجش قرار گرفت (Handy and Depledge, 1999). اساس اين روش تیتراسیون نمونه‌های پلاسمای خون به وسیله نیترات نقره و رسوب یون کلر می‌باشد. در این روش میزان کلر نمونه بر اساس مقدار نیترات نقره مصرف شده محاسبه می‌شود. روش کار به صورت مختصر به این صورت می‌باشد که ۰/۰۱ میلی لیتر محلول کرومات پتاسیم (۵٪) به ۰/۱ میلی لیتر از نمونه مورد آزمایش اضافه و سپس توسط محلول استاندارد نیترات نقره (۰/۰۱۲۱ نرمال) تا تشکیل رسوب قرمز آجری تیتر می‌شود. همچنین عنوان شاهد از ۰/۱ میلی لیتر آب مقطر حاوی کربنات کلسیم استفاده شد.



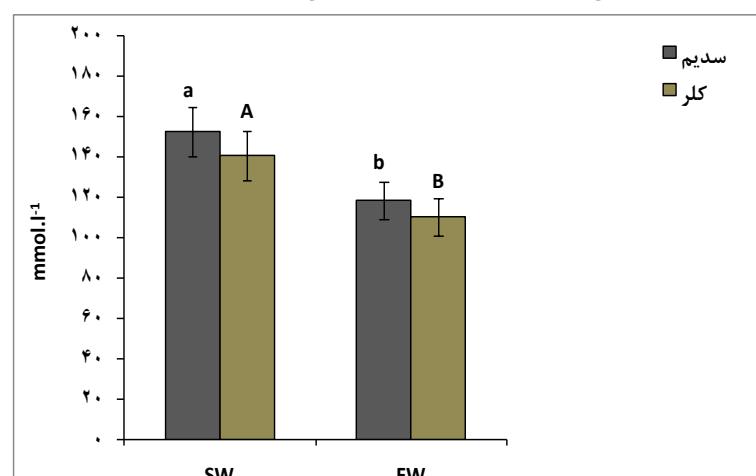
شکل ۱: تغییرات فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase طی ۲۴ ساعت سازگاری ماهی سی بس آسیابی (*Lates calcarifer*) در آب شیرین. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) بین میانگین‌ها می‌باشد. SW: آب دریا و FW: آب شیرین.



شکل ۲. تغیرات هormون کورتیزول خون طی ۲۴ ساعت سازگاری ماهی سی بس آسیایی (*Lates calcarifer*) در آب شیرین. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین میانگین ها می باشد. SW: آب دریا و FW: آب شیرین.



شکل ۳. تغیرات هormون های تیروئیدی خون طی ۲۴ ساعت سازگاری ماهی سی بس آسیایی (*Lates calcarifer*) در آب شیرین. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین میانگین ها می باشد. SW: آب دریا و FW: آب شیرین.



شکل ۴. تغیرات یون های سدیم و کلر خون طی ۲۴ ساعت سازگاری ماهی سی بس آسیایی (*Lates calcarifer*) در آب شیرین. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین میانگین ها می باشد. SW: آب دریا و FW: آب شیرین.

بحث

سطوح هورمون کورتیزول طی ۲۴ ساعت سازگاری با آب شیرین به سطوح اولیه خود باز گشته باشد. در این مطالعه، سطوح هورمون‌های تیروئیدی افزایش معنی‌داری را طی دوره سازگاری در آب شیرین نشان دادند که این موضوع حاکی از نقش کلیدی هورمون‌های تیروئیدی در سازگاری ماهی سی بس در محیط هایپوتونیک (آب شیرین) می‌باشد. در ماهیان استخوانی، هورمون‌های تیروئیدی در طیف وسیعی از فرآیند‌های فیزیولوژیک شامل رشد، دگردیسی، تولید مثل و تنظیم اسمزی نقش دارند (Yamano, 2005). نقش هورمون‌های تیروئید به خوبی در سازگاری ماهیان در آب شیرین و شور تایید شده است (Peter *et al.*, 2000; McCormick, 2001). علاوه بر این، هورمون‌های تیروئیدی به عنوان هورمون‌های متابولیک نیز شناخته می‌شوند که از این لحاظ در مسیرهای تامین انرژی نقش کلیدی دارند (Yamano, 2005). فرآیند تنظیم اسمزی و سازگاری از یک محیط هایپوتونیک (آب شور) به یک محیط هایپوتونیک تحمیل کننده نوعی استرس و نیاز انرژتیک می‌باشد که مشخص شده هورمون‌های تیروئیدی در تامین این نیاز Peter *et al.*, 2000; (McCormick, 2001).

در ماهیان استخوانی، افزایش فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشنش به عنوان یک سازگاری جهت تنظیم اسمزی در محیط هایپوتونیک به طور گسترده گزارش شده است (Evans *et al.*, 1999). در سطح سلول‌های کلرآید ماهی، این آنزیم در کنار کanal $\text{Na}/\text{K}/\text{Cl}$ دفع فعال یون‌های سدیم و کلر را در آب شور بر عهده دارد (Evans *et al.*, 1999). در تحقیق حاضر، فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase آبشنش به طور

طی چند سال اخیر، تمایل جهت پرورش ماهی سی بس آسیایی در منابع آب شیرین در ایران افزایش یافته است. با این وجود تاکنون اطلاعات کافی در مورد نحوه سازگاری این گونه در آب شیرین ارائه نشده است. ماهی سی بس آسیایی به عنوان یک گونه یوری هالین قادر به تحمل شوری از ۰ گرم/لیتر تا بالای ۳۰ گرم/لیتر (آب دریا) می‌باشد. در این تحقیق، قابلیت سازگاری ماهی سی بس آسیایی در آب شیرین با اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیک تنظیم اسمزی مورد بررسی قرار گرفت.

طبق نتایج، سطوح هورمون کورتیزول تغییر معنی‌داری طی ۲۴ ساعت سازگاری با آب شیرین نشان ندادند. هورمون کورتیزول در ماهیان معمولاً در پاسخ به استرس و در اثر تحریک محور هیپotalamo-hippofیز-کلیه ترشح می‌شود (Wendelaar Bonga, 1997). علاوه بر این، مطالعات متعددی این هورمون را به عنوان هورمون تنظیم اسمزی در آب شور معرفی کرده اند (McCormick, 2001). طی سازگاری در آب شور، هورمون کورتیزول با تاثیر بر آبشنش موجب افزایش تعداد سلول‌های کلرآید و نیز افزایش فعالیت آنزیم Na^+/K^+ -ATPase و نهایتاً دفع یون‌های سدیم و کلر اضافی از بدن ماهی می‌شود (Foskett *et al.*, 1983; McCormick, 2001). در این تحقیق، عدم تغییر در سطوح هورمون کورتیزول می‌تواند ناشی از نقش پایین این هورمون در سازگاری ماهی با آب شیرین باشد. در آب شیرین معمولاً هورمون پرولاکتین به عنوان هورمون تنظیم کننده تعادل اسمزی شناخته می‌شود (Manzon, 2002; Sakamoto and McCormick, 2006). علاوه بر این ممکن است که

منابع

1. Evans, D.H., Claiborne, J.B., 2009. Osmotic and ionic regulation in fishes. *Osmotic and ionic regulation: cells and animals*, 1: 295-366.
2. Evans, D.H., Piermarini, P.M., Potts, W.T. W., 1999. Ionic transport in the fish gill epithelium. *Journal of Experimental Zoology*, 283(7): 641-652.
3. Foskett, J.K., Bern, H.A., Machen, T.E., Conner, M., 1983. Chloride cells and the hormonal control of teleost fish osmoregulation. *Journal of experimental Biology*, 106(1): 255-281.
4. Grey, D.L., 1987. An overview of *Lates calcarifer* in Australia and Asia. *Management of wild and cultured sea bass/barramundi*, 15-21.
5. Handy, R.D., Depledge, M.H., 1999. Physiological responses: their measurement and use as environmental biomarkers in ecotoxicology. *Ecotoxicology* 8, 329–349.
6. Jerry, D. R., 2013. Biology and culture of Asian seabass *Lates calcarifer*. Boca Raton, United states: CRC Press.15-21
7. Jensen, M.K., Madsen, S.S., Kristiansen, K., 1998. Osmoregulation and salinity effects on the expression and activity of Na^+ , K^+ - ATPase in the gills of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Journal of Experimental Zoology*, 282(3): 290-300.
8. Kandan, S., 2009. Commercialization of Asian seabass, *Lates calcarifer* as a candidate species for cage culture in India.
9. Manzon, L.A., 2002. The role of prolactin in fish osmoregulation: a review. *General and comparative endocrinology*, 125 (2): 291-310.
10. Mathew, G., 2009. Taxonomy, identification and biology of seabass (*Lates calcarifer*). In: Course manual: National training on cage culture of seabass. Kochi, India: CMFRI & NFDB. 38-43.
11. McCormick, S. D., 2001. Endocrine control of osmoregulation in teleost fish. *American zoologist*, 41(4): 781-794.

معنی داری طی ۲۴ ساعت سازگاری در آب شیرین افزایش یافت که این افزایش فعالیت می تواند جهت سازگاری اسمزی در آب شیرین باشد. در آب شیرین افزایش تعداد سلول های کلرآید نوع آلفا و متعاقبا باز جذب سدیم و کلر به عنوان یک استراتژی جهت جلوگیری از تراویش یون ها به محیط هایپertonیک شناخته شده است (Perry, 1997).

یون های سدیم و کلر به عنوان مهمترین یون های تنظیم کننده اسماولایته مایعات بدن ماهیان استخوانی شناخته می شوند (Evans and Claiborne, 2009). در مطالعه حاضر، غلظت یون های سدیم و کلر کاهش معنی داری را طی ۲۴ ساعت سازگاری در آب شیرین نشان دادند. کاهش این یون ها می تواند ناشی از خروج آن ها در نتیجه شب غلظت بالا از محیط هایپertonیک مایعات بدن ماهی به محیط هایپertonیک آب شیرین باشد. طبق نتایج این تحقیق، بازگشت یون ها به سطوح اولیه (در آب شور) طی ۲۴ ساعت مواجه با آب شیرین رخ نداد که این موضوع نشان می دهد که احتمالاً مدت زمان سازگاری بیشتری لازم می باشد تا تعادل یونی به طور مطلوب برقرار گردد.

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان دادند که که بچه ماهیان سی بس آسیایی توانایی سازگاری با شوک آب شیرین را دارند. با این وجود مدت زمان بیشتری لازم می باشد تا تعادل یونی در خون به طور مطلوب برقرار گردد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از خدمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

2002. Branchial chloride cells in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) adapted to fresh water, seawater, and doubly concentrated seawater. *Journal of Experimental Zoology*, 293(1): 12-26.
17. Wendelaar Bonga, S.E., 1997. The stress response in fish. *Physiological reviews*, 77(3): 591-625.
18. Yamano, K., 2005. The role of thyroid hormone in fish development with reference to aquaculture. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 39(3): 161-168.
19. Zaugg, W.S., 1982. A simplified preparation for adenosine triphosphate determination in gill tissue. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39: 215-217.
12. McCormick, S.D., 1993. Methods for nonlethal gill biopsy and measurement of Na⁺, K⁺-ATPase activity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(3): 656-658.
13. Perry, S.F., 1997. The chloride cell: structure and function in the gills of freshwater fishes. *Annual Review of Physiology*, 59(1): 325-347.
14. Peter, M.S., Lock, R.A., Bonga, S.E.W., 2000. Evidence for an osmoregulatory role of thyroid hormones in the freshwater Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus*. *General and Comparative Endocrinology*, 120(2): 157-167.
15. Sakamoto, T., McCormick, S.D., 2006. Prolactin and growth hormone in fish osmoregulation. *General and comparative endocrinology*, 147(1): 24-30.
16. Varsamos, S., Diaz, J. P., Charmantier, G.U.Y., Flik, G., Blasco, C., Connes, R.,