مطالعه تنظیم اسمزی و هورمونی و يوني فيل ماهيان پرورشی در شرایط آب لب شور

سید علی‌اکبر هدایتی[۱]*، وحید یاوری[۲]، محمود بهمنی[۳]، مرتضی علیزاده[۴]، طاهره باقری[۵]

۱- دانشجوي دکتری, گروه بیولوژي دریا, دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲- دانشيار آموزشي, گروه شیلات, دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳- دانشيار پژوهشي, مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری, رشت
۴- استاديار پژوهشي, ایستگاه تحقیقات شیلات آبهای داخلی بافق
۵- دانشجوي دکتري,گروه شیلات, دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

یکی از مهمترین مسائل پرورش ماهیان خاویار در محیطهای جدید پرورشی، بررسی نحوه تنظیم اسمزی آنها می‌باشد. از این رو در تحقیق حاضر اسمولاریته فیل ماهیان در شرایط جدید پرورشی در آب لب شور بررسی شد، تا از این طریق تأثیرات آب لب شور بر مکانیسمهای تنظیم اسمزی و یونی این ماهیان و مزایا و معایب احتمالی این محیطها نسبت به سایر شرایط پرورشی مشخص شود. این تحقیق روی ۷۴ قطعه فیل ماهی ۴ تا ۵ ساله در ۸ استخر بتنی گرد واقع در ایستگاه تحقیقات شیلات آبهای شور داخلی بافق (شوری آب ppt ۱۷-۱۲) صورت گرفت. مقادیر هورمون کورتیزول به روش RIA و با استفاده از دستگاه گاماکانتر اندازه‌گیری شد. آنالیز گلوکز با روش آنزیماتیک، کلسیم و منیزیوم با روش اسپکتروفتومتری و سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر صورت گرفت. تعیین اسمولاریته با دستگاه اسمومت و تعیین شوری آب با دستگاه رفراکتومتر صورت گرفت. نتایج نشان داد که از بین یونها و کورتیزول خون، تنها کلسیم ارتباط معکوسی با اسمولاریته داشت، به طوری که با افزایش مقادیر کلسیم خون، اسمولاریته کاهش می‌یابد. این در حالی است که ارتباط زیادی میان شوری آب و اسمولاریته مشاهده شد که این ارتباط نیز معکوس بود و در شوریهای بالاتر مقادیر اسمولاریته پایینتری مشاهده شد. البته مقادیر سایر یونها و کورتیزول خون نیز دارای ارتباط عددی معکوسی با اسمولاریته بود. مشخص شد که شوری محیط عامل مهم و تأثیرگذاری برای بررسی اسمولاریته و سیستم تنظیم یونی در ماهیان خاویار است و با افزایش شوری محیط عملکرد این مکانیسم نیز افزایش می‌یابد. همچنین محیطهای پرورشی و طول دوره پرورش تأثیر بسزایی بر میزان اسمولاریته خون دارند و توسعه نسبی سلولهای تنظیم کننده اسمولاریته براساس سن ماهیان متغیر می‌باشد. در مجموع، پرورش فیل ماهیان آب شور در آب شیرین باعث بروز مشکلات در تنظیم اسمزی آنها می‌شود، حال آنکه با پرورش این ماهیان در محیطهای نزدیک به محیط طبیعی و استخرهای پرورشی آب لب شور می‌توان شاهد رشد بالاتر این ماهیان باشیم.

کلید واژگان: فیل ماهی، اسمولاریته، تنظیم اسمزی، تنظیم یونی، آب لب شور.

* نویسنده مسؤول مقاله: تلفن: ۰۹۱۳۱۵۲۸۵۷۲, Email: Marinebiology1@gmial.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

مطالعه تنظیم اسمزی و یونی در ماهیان خاویار که محدوده پراکنش زیادی دارند (آب شیرین، دیادرموس، آب لب شور، دیادرموس دریایی) این امکان را فراهم می‌سازد تا به مطالعه عملکرد مکانیسم هموستازی یونی و هورمونی در شرایط مختلف شوری محیط بر گونه‌های مختلف ماهیان خاویار بپردازیم [۱]. پر واضح است که در هر محیط جدید این مکانیسم تغییر می‌یابد، لذا یکی از مهمترین مسائل پرورش ماهیان خاویار در محیطهای جدید پرورشی، بررسی نحوه تنظیم اسمزی آنهاست که یکی از مهمترین روشهای آن بررسی اسمولاریته سرم خون می‌باشد. کورتیزول که هورمون غده بین کلیوی است، یک هورمون کلیدی در سازگاری ماهیان به آب شور و لب شور می‌باشد، لذا اندازه‌گیری سطوح این هورمون در مطالعه سیستم تنظیم اسمزی فیل ماهیان در آب لب شور ضروری به نظر می‌رسد. وظیفه کورتیزول انتقال سیگنالها به ژنوم سلول هدف در بافت تنظیم کننده اسمزی است [۲].

ماهیان خاویار طی دوران تکاملی خود، علاوه بر استقرار در نواحی آب شیرین در شوریهای مختلف نیز زندگی کرده‌اند، لذا اکنون توانایی زیست در هر دو محیط آب شیرین و دریا را دارند. بر اساس توانایی زیست در شوریهای مختلف می‌توان ماهیان خاویار را به ۴ گروه تقسیم کرد[۳]؛ گروه اول تنها شامل ماهیان موجود در آب شیرین می‌شود. گروه دوم گونه‌های آب شیرینی‌اند که قادر به مهاجرت به آب لب شور موجود در خلیجها و مصبها برای مدت کوتاهی و عمدتاً برای تغذیه هستند. گروه سوم شامل گونه‌هایی است که در حالت بلوغ در آب لب شور زیست می‌کنند (۱۸ppt–۱۲) و مهاجرتهای تخمریزی به رودخانه‌ها دارند و گروه چهارم گونه‌هایی هستند که در حالت بلوغ در دریا زیست می‌کنند (۲۳ppt–۲۲) و برای تخمریزی به رودخانه مهاجرت می‌کنند. ماهیان خاویار گروههای مختلف، مکانیسمهای سازگاری مخصوصی برای تنظیم یونی و اسمزی دارند[۲].

از گروه اول، ماهی Sterlet (*A. ruthenvs*) از مناطق میانی رودخانه ولگا قادر به سازگاری به آب لب شور با شوری ۱۲/۵ ppt (۴۰۳ mosmol/l) می‌باشد[۲]. از گروه دوم، تاس ماهی سیبری (*A. baerii*) می‌تواند با آب لب شور ۱۲/۵ ppt سازگار شود. مکانیسم تنظیم هیپواسموتیک در ماهیان خاویار دیادرموس (گروه چهارم) نظیر *A. brevirostrum* و *A. oxyrhynchus* که در آب دریا با شوری ۳۳ppt زیست می‌کنند، توسعه بهتری یافته است [۴].

ماهیان خاویار مهاجر گروه سوم نظیر تاس ماهی روسی، ازون برون و فیل ماهی قابلیت سازگاری با آب لب شور (۱۸–۱۲ ppt) را به عنوان یک تنظیم‌کننده اسمزی دارند. پس از انتقال این گونه‌ها از آب شیرین به لب شور به دلیل انتقال از محیط هیپراسمپوتیک به هیپواسموتیک، اسمولاریته و غلظت یونها پایینتر از محیط بیرون می‌شود. سطح عملکرد تنظیم اسمزی و یونی در این گونه‌ها همسان نیست و ازون برون نسبت به تاس ماهی و فیل ماهی بیشتر یوری هالین است [۵].

فیل ماهیان در تقسیم‌بندی مذکور در گروه سوم قرار دارند و چون بخش مهمی از زندگی خود را در آب لب شور سپری می‌کنند قادر به تحمل این محیط نیز می‌باشند، ولی از آنجا که در حالت طبیعی این ماهیان در دوران جوانی در آب شیرین و در حالت بلوغ در آب لب شور زندگی می‌کنند، بررسی وضعیت اسمولاریته این ماهیان در دوران جوانی در آب لب شور بسیار مهم به نظر می‌رسد. از این رو در تحقیق حاضر اسمولاریته فیل ماهیان در شرایط جدید پرورشی در آب لب شور بررسی شد و با شرایط طبیعی این ماهی و شرایط پرورشی در آب شیرین مقایسه گردید تا از این طریق به بررسی تأثیرات آب لب شور بر مکانیسمهای تنظیم اسمزی و یونی این ماهیان و مزایا و معایب احتمالی این محیطها نسبت به سایر شرایط پرورش بپردازیم. همچنین با افزایش سن در ماهیان خاویاری مکانیسم تنظیم اسمزی کاملتر می‌گردد و ماهیانی که از سنین ابتدایی در محیطهای پرورشی (با شوری

Archive of SID
www.SID.ir

متفاوت از محیط طبیعی خود) رشد یافتند، نسبت به ماهیان بالغ سازگار شده به محیط پرورشی مکانیسم تنظیم اسمزی بهتری دارند [۶]. بنابراین، بررسی تنظیم اسمزی در ماهیان تحقیق حاضر که از سنین ابتدایی در آب لب شور رشد یافتند و مقایسه آن با ماهیان بالغ, بسیار حائز اهمیت است.

۲- مواد و روش‌کار

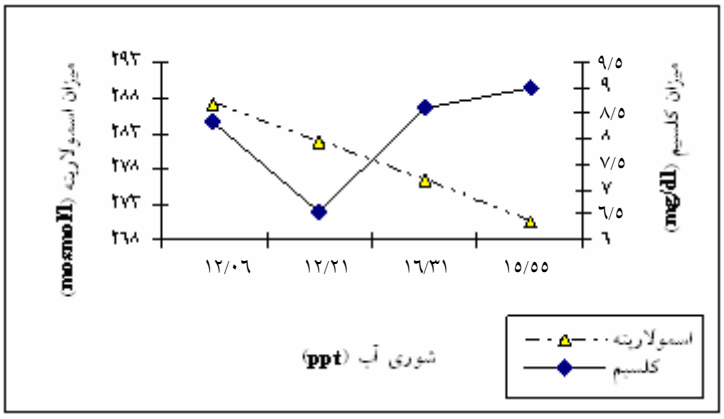
این تحقیق طی یک سال روی ۷۴ قطعه فیل‌ماهی پرورشی ۴ تا ۵ ساله (که از ابتدا در آب لب شور رشد یافتند) صورت گرفت. ماهیان مورد آزمایش در ایستگاه تحقیقات شیلات آبهای شور داخلی بافق بوده (ارتفاع۹۹۰m از سطح دریا) و تمام مراحل خونگیری و تهیه سرم در آن ایستگاه صورت گرفت. تعیین اسمولاریته در مؤسسه بین‌المللی ماهیان خاویار رشت و آنالیزهای آزمایشگاهی سرم در آزمایشگاه تشخیص طبی مرکزی یزد انجام شد. برای اجرای آزمایش از ۸ عدد استخر بتنی گرد استفاده شد که مجهز به سیستمهای توزیع آب و هوادهی بودند (شوری آب ppt ۱۷-۱۲ و pH آن ۸/۵-۷ بود). ماهیان با ۴ جیره غذایی فرمولبندی شده و (با سطح پروتئین ثابت ۴۰٪ و چهار سطح انرژی ۴۰۰، ۴۲۵، ۴۵۰ و ۴۷۵ کیلوکالری بر۱۰۰ گرم جیره) تغذیه شدند.

در اواسط هر فصل از ماهیان خونگیری شد. پس از خونگیری از ساقه دمی ماهیان و جداسازی سرم به وسیله سانتریفوژ و نگهداری در دمای ۴°C-، سرمها مورد آنالیز خونی قرار گرفتند. اندازه‌گیری گلوکز سرم خون با استفاده از روش آنزیماتیک GOD –POD و دستگاه اتوآنالایزر انجام پذیرفت. برای سنجش کلسیم خون از روش دستی اسپکتروفتومتری (رنگ‌سنجی) و کیت شرکت درمان کاو ایران استفاده شد. برای سنجش منیزیوم خون از روش دستی اسپکتروفتومتری (رنگ‌سنجی) و کیت شرکت زیست شیمی ایران استفاده شد. برای سنجش سدیم و پتاسیم خون از دستگاه فیلم فتومتر و کیت شرکت زیست شیمی ایران استفاده شد [۱]. تعیین مقادیر هورمون کورتیزول به روشRIA با استفاده از دستگاه گاماکانتر و به کارگیری کیت هورمونی کاوشیار ایران به انجام رسید. تعیین اسمولاریته با دستگاه Osmomat ساخت کشور آلمان صورت گرفت. شوری آب نیز با دستگاه رفراکتومتر اندازه‌گیری شد. برای مطالعه و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از انجام آزمایشها از روشهای آماری توسط نرم‌افزار SPSS (Version ۱۰) استفاده شد. برای تعیین همبستگی و ارتباط شاخصهای مختلف از آزمون همبستگی پیرسون و کندال استفاده شد و برای مقایسه اختلاف میانگین شاخصهای به دست آمده از آزمونهای توکی و دانکن در سطح آماری ۵٪ استفاده شد [۷].

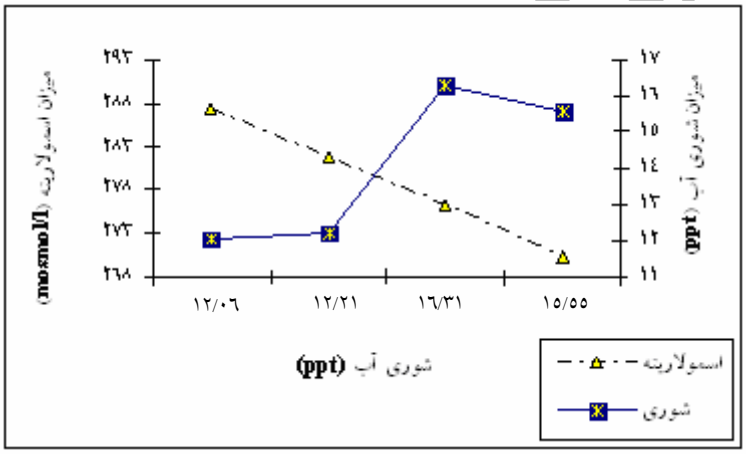
۳- نتایج

نتایج نشان داد که هیچکدام از کاتیونها و کورتیزول خون رابطه معناداری با اسمولاریته ندارند (p<۰۵/)، اما با فرض (p<۱۰/) تنها کلسیم خون دارای ارتباط معناداری می‌باشد که این ارتباط نیز معکوس است (نمودار۱). اما بین شوری آب و اسمولاریته ارتباط معناداری مشاهده شد (sig =۰۲/ ،r= -۳۹/) که این ارتباط نیز معکوس می‌باشد و با افزایش شوری آب اسمولاریته خون کاهش می‌یابد (نمودار۲). در نهایت مشخص شد که در میان عوامل مورد بررسی، تنها کلسیم ارتباط معکوسی با اسمولاریته خون داشت، به طوری که با افزایش مقادیر کلسیم خون، اسمولاریته کاهش می‌یابد. این در حالی است که ارتباط زیادی میان شوری آب و اسمولاریته مشاهده شد که این ارتباط نیز معکوس بود و در شوریهای بالاتر مقادیر اسمولاریته پایینتری مشاهده شد. البته مقادیر سایر یونهای خون و کورتیزول نیز دارای ارتباط عددی معکوسی با اسمولاریته بود (نمودارهای ۳، ۴، ۵).

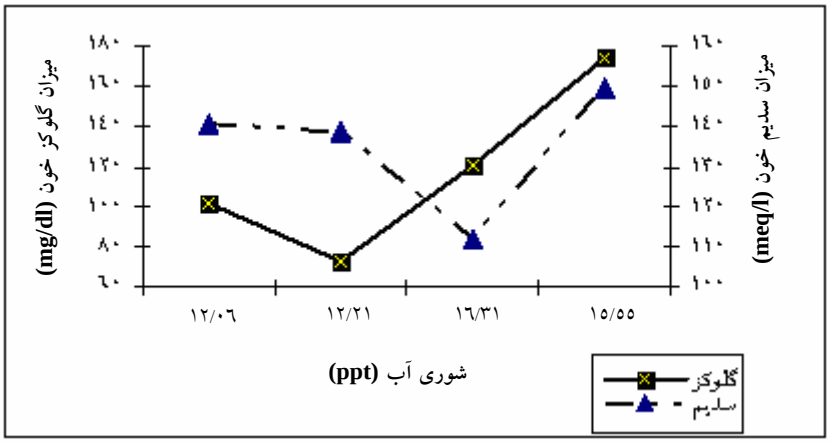
Archive of SID
www.SID.ir



نمودار۱ روابط متقابل کلسیم و اسمولاریته خون

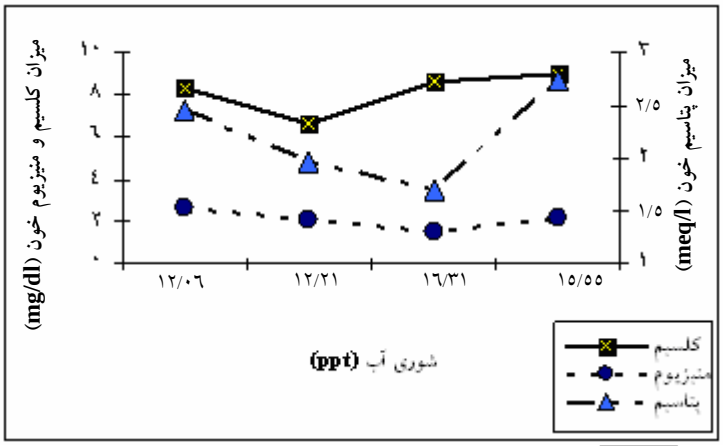


نمودار ۲ روابط متقابل شوری آب و اسمولاریته

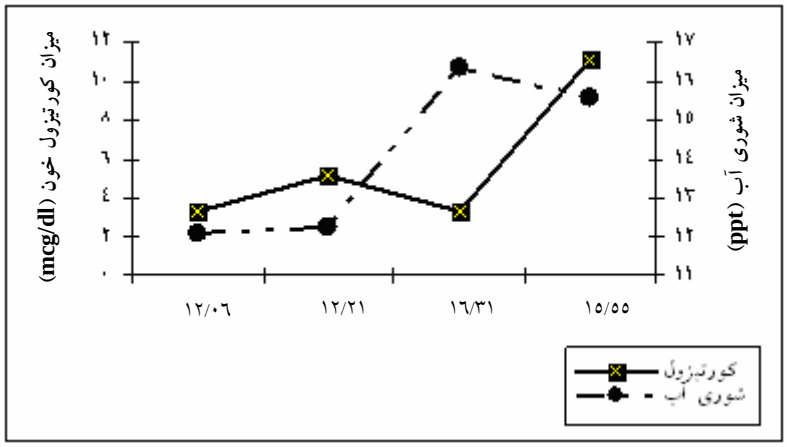


نمودار۳ تغییرات گلوکز و سدیم خون در فصول مختلف

www.SID.ir



نمودار۴ تغییرات کلسیم, منیزیوم و پتاسیم خون در فصول مختلف



نمودار۵ تغییرات کورتیزول خون و شوری آب در فصول مختلف

۴- بحث

محققان با مطالعه سیستم تنظیم یونی و اسمزی تاس ماهیان ایرانی مولد و جوان، دریافتند که مقادیر اسمولاریته در ماهیان مولد موجود در دریا، مصب (آب لب شور) و آب شیرین (سازگار شده) به ترتیب ۳۰۵/۲۹ و ۳۰۸/۷۲ و mosmol/l ۲۶۵/۰۳ است و در ماهیان پرورشی یک ساله و دو ساله مقادیر اسمولاریته خون ۲۵۶/۸۵ و mosmol/l ۲۶۱/۶۲ می‌باشد و اسمولاریته آب دریا و مصب بسیار بیشتر از خون ماهیان می‌باشد (به ترتیب ۳۸۰/۶۴ و۲۹۰/۷۰) [۷]. ولی جالب اینجاست که علی‌رغم کمتربودن اسمولاریته آب لب شور مصب، اسمولاریته این ماهیان بالاتر از ماهیان آب شور می‌باشد که این امر به دلیل عدم سازگاری کامل به شرایط مصب است. همچنین مشخص می‌شود که با کاهش شوری محیط میزان اسمولاریته خون نیز کاهش می‌یابد. منیزیم و سدیم نقش مهمی در تعیین فشار اسمزی سرم در آبهای لب شور و شیرین دارند، در حالی که در تحقیق حاضر سطوح کلسیم خون تأثیر بیشتری داشت، لذا این مسأله وجود شرایط متفاوت محیطی و گونه‌ای را در تعیین اسمولاریته مشخص می‌کند. این محققان با مقایسه ماهیان ۲-۱ ساله پرورشی با مولدان آداپته شده به آب شیرین دریافتند که ماهیان یک و دو

www.SID.ir

ساله فشار اسمزی و یونهای پایینتری دارند که این امر به خاطر شرایط سازگاری بیشتر در ماهیان ۱ و۲ ساله پرورشی است. لذا می‌توان دریافت که محیطهای پرورشی و طول دوره پرورشی تأثیر بسزایی بر میزان اسمولاریته خون دارند. با توجه به تفاوتهای اسمولاریته گونه‌های مختلف ماهیان خاویار دریای خزر، این محققان دریافتند که خصوصیات گونه‌ای ماهیان خاویار یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده مقدار فشار اسمزی و غلظت یونهای خون آنهاست. با مقایسه این مقادیر با فیل ماهیان آب لب شور تحقیق حاضر، مشخص می‌شود که این فیل ماهیان بخوبی با آب لب شور سازگار شده و اسمولاریته خون آنها بسیار مناسب می‌شود و هیچگونه انرژی اضافی صرف تنظیم اسمولاریته ماهیان نمی‌شود.

بررسی مکانیسم تنظیم اسمزی و یونی تعدادی از ماهیان خاویار نابالغ طی سازگاری به محیط هیپراسموتیک طبیعی و آب دریا پس از انتقال از آب شیرین نشان داد که عملکرد فعالیت مکانیسم همئوستازی اسمزی در گونه‌های مختلف مشابه نبوده و بستگی به شوری محیطی دارد که محل زیست اولیه گونه‌هاست، با افزایش شوری محیط عملکرد این مکانیسم نیز افزایش می‌یابد. مقادیر اسمولاریته در آب دریا برای استرلت ۲۳۶، تاس ماهی سیبری ۲۷۹، تاس ماهی روسی ۲۶۲، فیل ماهی ۲۷۹، ازون برون ۲۶۶، شورت نوس ۲۴۴، شارپ نوت۲۳۵ mosmol/l می‌باشد و در طول سازگاری این گونه‌ها از آب دریا به آب لب شور (۱۲/۵ ppt) محدوده تغییرات اسمولاریته آنها کاهش می‌یابد به طوری که این کاهش در مورد استرلت ۵۵/۷٪ (۱۴۷/۱ mosmol/l)، تاس ماهی سیبری ۱۸/۸٪ (۵۲/۵ mosmol/l)، تاس ماهی روسی ۱۷/۸٪ (۴۶/۷ mosmol/l)، فیل ماهی ۱۴/۴٪ (۴۰/۲mosmol/l)، ازون برون ۱۳/۹٪ (۳۷mosmol/l)، شورت نوس ۲۸٪ (۶۸/۴mosmol/l) و در شارپ نوت ۲۷/۶٪ (۶۴/۹mosmol/l) می‌باشد. از سوی دیگر تفاوت بین سطوح اسمولاریته در آب دریا افزایش می‌یابد، که این میزان در مورد استرلت صفر، تاسماهی سیبری ۷۴/۸ (۱۸/۴٪) و فیل ماهی ۸۹/۲ (۲۱/۸٪)، تاسماهی روسی۱۰۰ (۲۴/۴٪)، ازون‌برون ۱۰۶/۷ (۲۶/۱٪)، شورت نوس ۲۹۹/۸ (۶۷/۷٪) و شارپ نوت ۶۹۸ mosmol/l (۷۰٪) می‌باشد. بنابراین مشخص می‌شود که شوری محیط عامل مهم و تأثیرگذاری برای بررسی اسمولاریته ماهیان خاویار است و همچنین نفوذ ماهیان خاویار به آبهای دریایی و اقیانوسی منجر به توسعه مکانیسم هموستازی اسمزی آنها شده است [۲].

از مقایسه این نتایج با فیل ماهیان آب لب شور تحقیق حاضر مشخص می‌شود که تحمل فیل ماهی نسبت به سایر ماهیان خاویار به آب لب شور بیشتر بوده و علی‌رغم کاهش سطوح اسمولاریته آن در این شرایط، مشخص شده که فیل ماهیان پرورشی آب لب شور، دارای اسمولاریته‌ای مشابه آب دریا بودند و اسمولاریته خون آنها تغییری نکرد که این امر به دلیل سازگاری این ماهیان به شرایط آب لب شور محیط پرورشی و مناسب بودن این محیط پرورشی نسبت به آب شیرین می باشد.

محققان در بررسی تأثیر انتقال از آب شیرین به لب شور (۱۲/۵ PPt و۴۰۳ mosmol/l) در تعدادی از تاس ماهیان نابالغ، با اندازه‌گیری غلظت یونها و کورتیزول خون دریافتند که تفاوتهای زیادی در تنظیم هورمونی برای حفظ هموستازی یونی و اسموتیک در گونه‌های مختلف ماهیان خاویار وجود دارد و در کل، تغییرات دینامیک سطوح کورتیزول نشان می‌دهد که افزایش عملکرد فعالیت سیستم تنظیم اسمزی در گروههای مختلف ماهیان خاویار با تغییر عملکرد و سیستم آندوکرینی و آنزیمی آنها ارتباط دارد[۳]. همچنین محققان دریافتند که در فیل ماهیان جوان با افزایش مقادیر کورتیزول، میزان اسمولاریته خون نیز افزایش می‌یابد و از این طریق وجود رابطه بین سطوح کورتیزول و اسمولاریته را نشان دادند [۶].

در بررسی اسمولاریته ماهیان آنادرموس در شوریهای هیپو و هیپراسموتیک مشخص شد که این مقادیر به ترتیب در *A .medirostris* ۲۹۲ و ۳۵۳ در *A. oxyrinchus* ۲۳۵ و ۳۰۰ در *A. transmontanus* ۲۳۶ و ۳۸۵ و در *A. naccarii* ۲۵۶ و ۲۶۸ mosmol/l می‌باشد[۶]. محققان همچنین در مطالعه‌ای بر

Archive of SID
www.SID.ir

روی ماهیان استخوانی دریافتند که با افزایش اسمولاریته پلاسما مرگ و میر ماهیان افزایش می‌یابد [۴] و از آنجا که اسمولاریته فیل ماهیان پرورشی تحقیق حاضر افزایشی نسبت به شرایط طبیعی نشان نداده پس می‌توان محیط لب شور را برای پرورش این ماهیان مناسب معرفی کرد.

محققان دریافتند که با انتقال سالمون به آب شور میزان اسمولاریته و سدیم و کلر در ۲۴ ساعت اولیه انتقال به طور معناداری افزایش پیدا می‌کند، در حالی که مقادیر پتاسیم تغییری نمی‌کند [۵]. در تحقیق دیگر مشخص شد که در طول سازگاری به آب لب شور، فیل ماهیان جوان قادر به تنظیم اسمولاریته خون و غلظت یونهای خود هستند. نتایج این گزارشها تأییدی بر نتایج تحقیق حاضر می‌باشد که غلظت اسمولاریته و یونی پایینتر از محیط بیرونی بود [۸].

مکانیسم تنظیم اسمزی در گونه‌های مختلف و شرایط محیطی مختلف (خصوصاً شوری) متفاوت است و در هر شرایطی ویژگیهای منحصر به خود را دارد، به طوری که در فیل ماهیان تحقیق حاضر میزان کلسیم خون بیشترین تأثیر را داشت ولی آنچه مبرهن است این است که یونها و کورتیزول تأثیر بسزایی در تنظیم اسمولاریته دارند و شوری محیط بر کورتیزول تأثیر فزاینده‌ای داشته و دما، استرس و سایر شاخصهای محیطی نیز بر میزان کورتیزول خون تأثیرگذار است. در مجموع می‌توان بیان کرد که فیل ماهی بخوبی قادر به تنظیم اسمزی در آب لب شور بوده، لذا پرورش این گونه در محیطهای آب لب شور بخوبی توجیه‌پذیر می‌باشد.

اسمولاریته خون فیل ماهیان پرورشی نیز از آب شیرین کمتر بوده، لذا می‌توان بیان کرد که پرورش فیل ماهیان آب شور در آب شیرین باعث بروز مشکلات در تنظیم اسمزی آنها شده و انرژی زیادی از ماهیان صرف تنظیم اسمولاریته می‌شود، حال آنکه با پرورش این ماهیان در محیطهای نزدیک به محیط طبیعی و استخرهای پرورشی آب لب شور می‌توان شاهد مصرف کمتر انرژی و رشد بالاتر این ماهیان باشیم.

۵- سپاسگزاري

به این وسیله از تمام همکاران محترم در ایستگاه تحقیقات شیلات بافق بویژه آقایان مهندس بی‌طرف، مهندس سرسنگی، مهندس محمدی و همچنین همکاران محترم در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویار رشت بویژه آقایان مهندس حلاجیان و مهندس یوسفی و همچنین مسئولان محترم آزمایشگاه مرکزی یزد تشکر می‌شود.

۶- منابع

[1] Krayushkina L.S., Semenova O.G.; Futures of osmotic and ionic regulation in Caspian acipenserids; Proceeding of the fourth International Iran and Russia Conference; Shahrekord-Iran; 2004; 1501-1505.

[2] Krayushkina L.S., Semenova O.G., Vyushina A.V.; «Level of serum cortisol and Na/K ATP-ase activity of gill and kidneys in different species of acipenserids»; *5th I.S.S. Ramsar-Iran*; 2005.

[3] Krayushkina L.S., Ponov A.A., Gerasimova A.A., potts W.T.W.; «Changes in sodium, Calcium and magnesium ion concentration in *Huso huso* urine and in kidney morphology»; *Journal of Ichtyology*; 2003.

[4] Krayushkina L.S.; «Characteristics of osmotic and ionic regulation in marine diadromous sturgeon *Acipenser brevirostrum* and *A. Oxyrhynchus*»; *J. of Ichthyology*; 1998; 38: 660-668.

[5] Kazemi R., Bahmani M., Hallajian A., Pourkazemi M., Dejandian S.; «Investigation of blood serum osmo-ionregulation in brood and reared juvenile *Acipenser persicus*»; *5th I.S.S. Ramsar- Iran*; 2005.

Archive of SID
www.SID.ir

[۷] بهمنی م.؛ «بررسی اکوفیزیولوژیک استرس از طریق اثر بر محورهای HPG.HPI سیستم ایمنی و فرایند تولیدمثل در تاسماهی ایرانی»؛ *رساله دکتری*؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛ ۱۳۷۸؛ ۲۲۱ ص.

[6] Allen J.P., Joseph J.C.; Age/size effects on juvenile green sturgeon, *Acipenser medirostris*, oxygen consumption, growth, and osmoregulation in saline environments; Environ Biol Fish; 2006; 123-142.

Archive of SID

www.SID.ir