

**بررسی قابلیت تنظیم اسمزی بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)****در محیط آب لب شور دریای خزر**\*پریسا حسینی<sup>۱</sup>، حبیب وهاب زاده رودسری<sup>۲</sup>، محمد صیاد بورانی<sup>۳</sup>، رضوان اله کاظمی<sup>۴</sup> و عباسعلی زمینی<sup>۵</sup><sup>۱</sup>عضو باشگاه پژوهشگران جوان و گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران،<sup>۲</sup>مرکز تحقیقات علوم شیلاتی و فنون دریایی دکتر کیوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران،<sup>۳</sup>استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، تنکابن، ایران، <sup>۴</sup>انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیانخاویاری دکتر دامن رشت، ایران، <sup>۵</sup>استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۷

**چکیده**

در این پژوهش، تغییرات اسمولاریته سرم خون ۱۵۰ عدد بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان با میانگین وزنی  $1/33 \pm 20/01$  گرم نسبت به شوری های مختلف با هدف تعیین سازگاری بچه ماهیان برای پرورش در آب لب شور مورد مطالعه قرار گرفت. بچه ماهیان در آب هایی با سطوح شوری ۷ ppt، ۱۱ ppt و آب شیرین (شاهد)، برای مطالعه تنظیم اسمزی قرار گرفتند. خون گیری از ساقه دم (سیاهرگ دمی) بچه ماهیان در فواصل زمانی ۰، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت انجام شد. پس از سانتریفوژ و جداسازی پلاسما خون، فشار اسمزی به وسیله دستگاه اسمومتر اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که مقادیر اسمولاریته در زمان ۰ (آب شیرین)،  $313/7 \pm 18/5$  میلی اسمول در لیتر بود و بعد از گذشت ۱۰ روز از شروع آزمایش مقادیر آن در شوری ۷ ppt به  $331/7 \pm 7/7$  میلی اسمول در لیتر رسید. در این زمان و این سطح شوری اختلاف معنی داری با زمان صفر دیده نشد. اما در شوری ۱۱ ppt بعد از گذشت ۱۰ روز مقادیر اسمولاریته افزایش یافت و به  $367/6 \pm 15/5$  میلی اسمول در لیتر رسید و در این زمان دارای اختلاف معنی داری با زمان صفر شد. بنابراین بر طبق نتایج به دست آمده تغییرات فشار اسمزی در محدوده زمانی ۱۰ روزه نشان دهنده قابلیت تنظیم فشار اسمزی بچه ماهیان مورد آزمایش در شوری ۷ ppt بود. اما در شوری ۱۱ ppt بچه ماهیان موفق به تنظیم اسمولاریته سرم خون خود در این شوری نشدند.

**واژه های کلیدی:** قزل آلائی رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*، تنظیم اسمزی، اسمولاریته، آب لب شور**مقدمه**

است. ایران نیز از جایگاه ویژه ای در این زمینه برخوردار است. با توجه به محدودیت بهره برداری از آب های شیرین، اخیراً آبی پروری در آب های لب شور و شور مورد توجه قرار گرفته، به طوری که حدود نیمی از تولیدات آبی پروری جهان به محیط های آبی شور و لب شور اختصاص دارد (Partridge و همکاران، ۲۰۰۸). کشورهای شیلی و نروژ مهم ترین پرورش دهندگان قزل آلا در آب شور هستند (علیزاده، ۱۳۸۷). کشور ما با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی متر در سال جزو کشورهای نیمه خشک دنیا

ماهی قزل آلائی رنگین کمان یکی از مهم ترین گونه های آزاد ماهیان، با ارزش اقتصادی بالا برای پرورش جهانی بوده و بخش بزرگی از میزان تولید آبیان را به خود اختصاص می دهد (Azewedo و همکاران، ۲۰۰۴). امروزه ماهی قزل آلائی رنگین کمان به عنوان گونه اصلی پرورشی کارگاه های تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی در بیش تر نقاط جهان در آمده

\* مسئول مکاتبه: p\_hosseini64@yahoo.com

ماهی با محیط آب لب شور را مشخص می کند. تنظیم اسمزی، کنترل غلظت الکترولیت ها و مواد آلی حل شده در مایعات بدن و حفظ و نگهداری تعادل آب و نمک ها است (Jurd, 2000). منابع علمی افزایش میزان یون ها و فشار اسمزی (اسمولاریته) پلاسما در اثر افزایش شوری آب طی ۱۲-۲۴ ساعت اولیه مواجهه با تنش شوری و همچنین ارتباط شاخص های یاد شده با افزایش وزن ماهیان را بر روی ماهیان استخوانی مانند ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Handeland و همکاران، ۲۰۰۳)، ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) (صیادبورانی و همکاران، ۱۳۸۴)، ماهی سفید (*Rutilus frisii*) (kutum Kamensky 1901) (عطایی مهر و همکاران، ۱۳۸۹)، ماهی تیلایپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) (Sardella و همکاران، ۲۰۰۴) و همچنین ماهیان استخوانی غضروفی مانند تاس ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Mojazi Amiri و همکاران، ۲۰۰۰) و تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (Kazemi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Kazemi و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش کرده اند. بنابراین با توجه به ارزش اقتصادی قزل آلابی رنگین کمان و همچنین اهمیت فرآیند فیزیولوژیک تنظیم فشار اسمزی در موفقیت فرآیند رهاسازی در آب های لب شور، این پژوهش در زمینه نحوه تنظیم فشار اسمزی و تغییرات این شاخص در اثر استرس ناشی از انتقال بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان ۲۰ گرمی به شوری های مختلف آب به انجام رسید تا مناسب یا نامناسب بودن این وزن از بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان برای پرورش در آب لب شور و همچنین شوری مناسب برای پرورش این گونه از آبزیان مشخص شود.

### مواد و روش ها

عملیات اجرایی این پژوهش در مرکز تحقیقاتی علوم شیلاتی و فنون دریایی دکتر کیوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان واقع در بندر چمخاله و همه

است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین استفاده از منابع آبی لب شور غیر قابل استفاده برای کشاورزی با هدف آبی پروری یک راه کار مناسب برای افزایش تولید و آبی پروری می باشد. با وجود ارزش اقتصادی قزل آلابی از یک سو و وجود امکانات بالقوه به ویژه بزرگترین منبع آب لب شور در شمال کشور (۹۰۰ کیلومتر خط ساحلی) (پورعلی فشمی و همکاران، ۱۳۸۵)، به نظر می رسد یکی از اساسی ترین فعالیت های اقتصادی، پرورش این گونه از ماهیان با استفاده از آب های لب شور باشد. چرا که بررسی ها نشان داده که ماهیان قزل آلابی در آب های لب شور قابلیت مناسبی در جهت تنظیم یونی و اسمزی دارند (McKee و Wolf، ۱۹۷۱؛ Lewis، ۱۹۷۲). همچنین مطالعات نشان داده که از بین ماهیان پرورشی مختلف، ماهی قزل آلابی رنگین کمان بسیار خوبی را در تحمل شوری های بالا دارد (Altinok و Grizzle، ۲۰۰۴؛ Altinok و Grizzle، ۲۰۰۱). بنابراین با این توانایی و قابلیت به نسبت خوب ماهی قزل آلابی، به کارگیری آب های لب شور روزمینی و زیرزمینی در جهت تولید این ماهی ارزشمند می تواند بسیار اقتصادی باشد (McKee و Wolf، ۱۹۷۱؛ Allen و Avault، ۱۹۷۰). در کشورهایی مانند کشور ما که با مشکل خشک سالی و کمبود آب شیرین مواجه هستند و از طرفی در بعضی از مناطق دسترسی به منابع آب لب شور دارند، مانند مناطق حاشیه دریای خزر، پرورش در آب لب شور می تواند یک راه کار اقتصادی مناسب برای توسعه آبی پروری باشد. اما تأثیرات میزان شوری محیط، به خصوص بر زندگی ماهیان آب شیرین، برای پرورش این آبزیان در سیستم های پرورشی بسیار مهم است و تنها زمانی که آب لب شور به میزان کافی در دسترس باشد و نیز زمانی که شوری آب در دسترس، با ماهیان مورد نظر سازگار باشد، می توان از استفاده از آب لب شور به عنوان یک برتری برای توسعه آبی پروری یاد کرد. در این میان مطالعه تنظیم اسمزی راه کاری است که توان سازگاری این

جداسازی سرم از سلول‌های خونی توسط سانتریفوژ (مدل Labofuge 200، ساخت شرکت Heraeus Sepatech، کشور آلمان) به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور انجام گرفت. سپس پلاسما به وسیله میکروسپلر از سلول‌های خونی جدا گردید. بعد از جداسازی، بلافاصله ۱۰۰ میکرولیتر از پلاسما برای سنجش اسمولاریته پلاسما به کار رفت. مقادیر اسمولاریته با استفاده از اسمومتر مدل (Nr.9610003, Type: 13، ساخت شرکت Roebing آلمان) تعیین گردید (صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Kazemi و همکاران، ۲۰۰۶). این دستگاه براساس نقطه انجماد مایع مورد آزمایش، فشار اسمزی را بر حسب میلی‌اسمول در لیتر مشخص می‌کند که بستگی به تعداد ذرات محلول داشته و ماهیت مواد محلول، در آن نقشی ندارد (فتح‌پور و وحدتی، ۱۳۶۴).

با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌های مربوط به فاکتور اسمولاریته (آزمون Shapiro-Wilk)، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (Oneway ANOVA)، در سطح اطمینان ۵ درصد برای مقایسه بین تیمارهای مختلف و آزمون توکی برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. از نرم‌افزارهای SPSS 13 و Excel 2003 برای رسم نمودارها و آنالیز آماری استفاده گردید.

### نتایج

جدول ۱، نتایج زیست‌سنجی بچه‌ماهیان را به تفکیک تیمار شوری و زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. براساس آزمون توکی در فواصل زمانی مختلف اختلاف معنی‌داری بین وزن ماهیان در تیمارهای شوری مورد بررسی مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). به عبارتی بچه‌ماهیان در طول مدت آزمایش دارای وزن تقریبی ۲۰ گرم بودند.

عملیات آزمایشگاهی پژوهش شامل تعیین مقادیر اسمولاریته خون بچه‌ماهیان در بخش فیزیولوژی و بیوشیمی انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت در آذرماه ۱۳۸۹ انجام شد. بچه‌ماهیان از مزارع سردآبی تنکابن به سالن تکثیر و پرورش مرکز تحقیقاتی دکتر کیوان منتقل شدند. آدپتاسیون بچه‌ماهیان با شرایط جدید به مدت ۱۰ روز در وان‌های ۵۰۰ لیتری با جریان آب ورودی و خروجی و سیستم هوادهی انجام شد. بعد از ۱۰ روز بچه‌ماهیان داخل وان‌های ۵۰۰ لیتری با سطوح شوری ppt ۷ و ppt ۱۱ و آب شیرین، هر کدام با ۳ تکرار قرار گرفتند (در مجموع ۱۲ وان ۵۰۰ لیتری). منبع تأمین آب شیرین، آب چاه و منبع تأمین آب شور، آب دریا بود و برای تهیه آب ppt ۷، عمل رقیق‌سازی آب دریا به وسیله آب شیرین صورت پذیرفت. سپس با دستگاه شوری‌سنج درستی شوری تهیه شده بررسی شد تا به‌طور دقیق مطابق با شوری در نظر گرفته شده برای آزمایش باشد (Moustakas و همکاران، ۲۰۰۴). شوری آب هر ۲۴ ساعت یکبار با استفاده از شوری‌سنج دیجیتال مدل (PAL-06S)، اندازه‌گیری شد. پس از قرار دادن بچه‌ماهیان در داخل تیمارها، خون‌گیری از ساقه دم (سیاهرگ دمی) در فواصل زمانی ۰ (آب شیرین)، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت (روزهای اول، دوم، سوم و روز دهم) قرارگیری در تیمارهای شوری انجام شد. سپس نمونه‌های خون داخل ویال‌های ۱/۵ سی‌سی ریخته شد. بعد از خون‌گیری بچه‌ماهیان در هر یک از فواصل زمانی با دقت ۱ میلی‌متر و ۰/۰۱ گرم زیست‌سنجی شدند. سپس ویال‌های شامل ۱/۵ سی‌سی خون به آزمایشگاه فیزیولوژی و بیوشیمی انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت منتقل شد.

جدول ۱- میانگین وزنی بچه‌ماهیان قزل‌آلا در تیمارها و زمان‌های مختلف

وزن (گرم)	وزن				شوری (درصد)
	۲۴۰	۷۲	۴۸	۲۴	
۲۰/۱۹ ± ۰/۹۶	۲۰/۱۹ ± ۰/۶۵	۲۰/۲۹ ± ۱/۰۸	۲۰/۰۳ ± ۰/۰۹	۲۰/۰۱ ± ۱/۳۳	۷ ppt
۱۹/۸۱ ± ۱/۰۵	۲۰/۰۹ ± ۱/۱۱	۲۰/۱۱ ± ۱/۱۸	۱۹/۹۳ ± ۰/۰۵	۲۰/۰۱ ± ۱/۳۳	۱۱ ppt

جدول ۲، نوسانات مقادیر اسمولاریته پلاسماي خون بچه ماهیان ۲۰ گرمی را در تیمارها و زمان‌های مختلف نشان می‌دهد که بر طبق آن مقادیر فشار اسمزی خون بچه ماهیان در زمان صفر (آب شیرین)، ۳۱۳/۷ میلی‌اسمول در لیتر بود. در شوری ppt ۷ مقادیر اسمولاریته تا ساعت ۲۴ و ۴۸ روند افزایشی داشت و افزایش مقادیر این فاکتور طی این ساعات نسبت به گروه شاهد (زمان صفر)، کاملاً مشهود است. به طوری که مقادیر آن در ساعت ۲۴ به ۳۳۵/۶ میلی‌اسمول در لیتر و در ساعت ۴۸ به ۳۵۰/۲ میلی‌اسمول در لیتر رسید که در زمان ۴۸ اختلاف معنی‌دار آماری با زمان صفر دیده شد ( $P < 0.05$ ). اما در روز سوم و ساعت ۷۲ به دلیل سازگاری تدریجی بچه ماهیان با شرایط موجود، از مقادیر فشار اسمزی کاسته شد و به ۳۱۷/۴ میلی‌اسمول در لیتر رسید که در این زمان بدون اختلاف معنی‌داری با زمان صفر شد ( $P > 0.05$ ). بعد از ساعت ۷۲ نیز مقادیر اسمولاریته دوباره افزایش یافت و در پایان روز دهم به ۳۳۱/۷ میلی‌اسمول در لیتر رسید. به عبارتی مقادیر آن در روز دهم هم‌چنان بالاتر از مقادیر آن در آب شیرین بود اما بر خلاف افزایش دوباره اسمولاریته در این زمان، مقدار آن اختلاف معنی‌داری با زمان صفر نشان نداد.

جدول ۲، نوسانات مقادیر اسمولاریته پلاسماي خون بچه ماهیان ۲۰ گرمی را در تیمارها و زمان‌های مختلف نشان می‌دهد که بر طبق آن مقادیر فشار اسمزی خون بچه ماهیان در زمان صفر (آب شیرین)، ۳۱۳/۷ میلی‌اسمول در لیتر بود. در شوری ppt ۷ مقادیر اسمولاریته تا ساعت ۲۴ و ۴۸ روند افزایشی داشت و افزایش مقادیر این فاکتور طی این ساعات نسبت به گروه شاهد (زمان صفر)، کاملاً مشهود است. به طوری که مقادیر آن در ساعت ۲۴ به ۳۳۵/۶ میلی‌اسمول در لیتر و در ساعت ۴۸ به ۳۵۰/۲ میلی‌اسمول در لیتر رسید که در زمان ۴۸ اختلاف معنی‌دار آماری با زمان صفر دیده شد ( $P < 0.05$ ). اما در روز سوم و ساعت ۷۲ به دلیل سازگاری تدریجی بچه ماهیان با شرایط موجود، از مقادیر فشار اسمزی کاسته شد و به ۳۱۷/۴ میلی‌اسمول در لیتر رسید که در این زمان بدون اختلاف معنی‌داری با زمان صفر شد ( $P > 0.05$ ). بعد از ساعت ۷۲ نیز مقادیر اسمولاریته دوباره افزایش یافت و در پایان روز دهم به ۳۳۱/۷ میلی‌اسمول در لیتر رسید. به عبارتی مقادیر آن در روز دهم هم‌چنان بالاتر از مقادیر آن در آب شیرین بود اما بر خلاف افزایش دوباره اسمولاریته در این زمان، مقدار آن اختلاف معنی‌داری با زمان صفر نشان نداد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اسمولاریته پلاسماي خون بچه ماهیان در تیمارها و زمان‌های مختلف آزمون (میلی‌اسمول در لیتر mOsm/L)

شوری (درصد)	وزن (گرم)				
	۲۴۰	۷۲	۴۸	۲۴	۰
۷ ppt	۳۳۱/۷±۷/۷ <sup>ab</sup>	۳۱۷/۴±۴/۲ <sup>a</sup>	۳۵۰/۲±۲۰/۴ <sup>b</sup>	۳۳۵/۶±۲۷/۶ <sup>ab</sup>	۳۱۳/۷±۱۸/۵ <sup>a</sup>
۱۱ ppt	۳۶۷/۶±۱۵/۵ <sup>c</sup>	۳۴۰/۷±۲۳/۹ <sup>ab</sup>	۳۶۱/۷±۲۲/۷ <sup>bc</sup>	۳۴۵/۶±۲۳/۷ <sup>ab</sup>	۳۱۳/۷±۱۸/۵ <sup>a</sup>

عاملی برای ارزیابی چگونگی تحمل تنش شوری در آنها می‌باشد (Hoar, ۱۹۸۸). براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، ماهی قزل‌آلابی رنگین‌کمان اگرچه یک گونه آب شیرین است، اما توانایی بقا و ماندگاری در آب لب‌شور را نیز دارد. به طوری که در طول مدت انجام این آزمایش (۱۰ روز)، هیچ مورد تلفاتی در آب لب‌شور مشاهده نشد. اما تعیین مقاومت

## بحث

در هنگام مواجه شدن با تنش ناشی از افزایش شوری آب، ماهیان ترکیبات داخلی مایعات بدن خود را توسط فرآیند تنظیم فشار اسمزی و از طریق تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک گوناگون آن تنظیم می‌کنند (Evans, ۱۹۹۸). چگونگی تغییرات این شاخص‌ها، معیاری از نحوه تنظیم اسمزی ماهیان و

مطالعات McCormick (۲۰۰۱)، در جریان تغییر شوری محیط، بیشترین تغییرات در مقادیر یونهای پلاسما و اسمولاریته طی ۴ روز اول ایجاد می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری متغیرهای پلاسمای خون ماهیان پس از ۴ روز در آب دریا یک شاخص مهم برای توانایی تنظیم اسمزی و یونی در محیط دریایی (Hypoosmoregulation) می‌باشد که در این پژوهش نیز هم در شوری ۷ قسمت در هزار و هم در شوری ۱۱ قسمت در هزار چنین نتایجی به‌دست آمد. به‌عبارتی در هر دو سطح شوری تغییرات این پارامتر طی روزهای ابتدایی کاملاً مشهود است. تغییرات اسمولاریته سرم خون ماهیان در مواجهه با شوری محیط، طی دو مرحله رخ می‌دهد. در مرحله نخست، اسمولاریته سرم خون در روزهای ابتدایی پس از انتقال به آب دریا افزایش می‌یابد تا تقریباً با محیط دریا هم غلظت شود. در مرحله دوم اسمولاریته سرم دوباره طی چند روز به سطح نزدیک به اسمولاریته محیط زیست ماهی در آب شیرین کاهش می‌یابد (Krayushkina و همکاران، ۱۹۹۹). با مشاهده نتایج سنجش فشار اسمزی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز در آب شیرین و در طول ۱۰ روز قرارگیری در هر دو سطح شوری در جدول ۲ نیز مشاهده شد که با قرار گرفتن در آب لب‌شور، گرایش به افزایش اسمولاریته در بچه‌ماهیان شروع شده و تا دو روز ادامه دارد. در روز سوم در هر دو شوری کاهش اسمولاریته دیده شد اما مقادیر این پارامتر در این زمان تنها در شوری ۷ ppt به مقادیر آن در آب شیرین نزدیک شد چرا که مقادیر اسمولاریته در شوری ۱۱ ppt، حتی در این زمان نیز دارای اختلاف معنی‌داری با زمان صفر بود. به‌عبارتی می‌توان گفت که در شوری ۷ ppt از روز سوم به بعد بچه‌ماهیان به سازگاری با محیط جدید رسیدند. در روز دهم افزایش دوباره اسمولاریته در هر دو سطح شوری دیده شد اما این افزایش در شوری ۱۱ قسمت در هزار شدیدتر

و سازگاری یک ماهی نسبت به تنگناهای فیزیولوژیک از راه مرگ و میر آن‌ها معین نمی‌شود، زیرا مرگ و میر نقطه پایان تحمل جانور است (حافظ‌امینی و عریان، ۱۳۸۱). مطالعه تنظیم اسمزی می‌تواند توانایی بچه‌ماهیان قزل‌آلا را برای پرورش در محیط‌های دریایی مشخص نماید. چرا که براساس مطالعات Krayushkina (۲۰۰۵)، گونه‌هایی که پس از انتقال از آب شیرین به آب لب‌شور، غلظت یون‌ها و اسمولاریته پلاسمای خون آن‌ها به پایین‌تر از مقادیر این پارامترها در محیط برسند قادرند از حالت تنظیمی Hyperosmotic به حالت Hypoosmotic درآیند. در این پژوهش نیز بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری ۷ ppt موفق شدند بعد از گذشت ۱۰ روز مقادیر اسمولاریته پلاسمای خون خود را به سطحی نزدیک به مقادیر این پارامتر در آب شیرین برسانند. به‌گونه‌ای که در پایان روز دهم اختلاف معنی‌داری با زمان صفر دیده نشد. به‌طورکلی طی ۱۲-۲۴ ساعت اولیه پس از مواجه شدن ماهیان با افزایش شوری، به‌دلیل تأثیر استرس بر ساختار و عملکرد فیزیولوژیک آن‌ها و بالا بودن نفوذپذیری غشاهای زیستی بدن به‌ویژه آبشش‌ها، یون‌ها از محیط خارج به داخل بدن ماهیان وارد می‌شوند و این امر سبب افزایش میزان یون‌ها و اسمولاریته پلاسمای خون می‌گردد (Altinok و همکاران، ۱۹۹۸). در این پژوهش نیز افزایش میزان اسمولاریته پلاسمای خون بچه‌ماهیان قزل‌آلا طی روزهای ابتدایی به‌خوبی دیده شد. این افزایش طی ۱۲-۲۴ ساعت اولیه پس از مواجه شدن ماهیان با افزایش شوری، در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Handeland و همکاران، ۲۰۰۳)، ماهی آزاد دریای خزر (صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۸۴)، تاس ماهی خلیج مکزیک (*Acipenser oxyrinchus*) (Altinok و همکاران، ۱۹۹۸)، ماهی تیلاپپای نیل (*Oreochromis niloticus*) (Fontainhans-Fernandes و همکاران، ۲۰۰۳) گزارش شده است. و از طرفی براساس

بیشتری برخوردار می‌گردند. صیاد بورانی و همکاران (۱۳۸۴)، نیز عامل افزایش وزن را عامل مؤثر برای موفقیت تنظیم فشار اسمزی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در شوری آب دریای خزر دانستند. به طوری که بچه ماهیان ۵ گرمی را برای تنظیم فشار اسمزی در شوری یاد شده مناسب ندانستند، اما موفقیت تنظیم فشار اسمزی در شوری دریای خزر را در بچه ماهیان با وزنهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرمی تأیید کردند. اما به طور کلی به خوبی مشخص شده که با افزایش شوری محیط عملکرد مکانیزم هموستازی یونی افزایش می‌یابد (Krayushkina و Seminkova، ۲۰۰۴). در این میان طول بدن ماهی بر توانایی تنظیم یونی و اسمزی آن‌ها هم در آب شیرین و هم در دریا اثر مثبت دارد (Conte و Wanger، ۱۹۶۵؛ Halvorsen و همکاران، ۱۹۹۳). بنابراین با توجه به اهمیت وزن در توانایی تنظیم اسمزی می‌توان چنین نتیجه گرفت که بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان با وزن مورد استفاده در این پژوهش در پایان ۱۰ روز تنها توانستند به سازگاری با آب ۷ قسمت در هزار دست یابند. به عبارتی حتی ممکن است بچه ماهیان در وزنهای بالاتر بتوانند با شرایط شوری ۱۱ قسمت در هزار نیز سازگار شوند که این امر مستلزم مطالعه و اندازه‌گیری اسمولاریته در بچه ماهیان با وزنهای بالاتر می‌باشد. در پایان به نظر می‌رسد که در نظر گرفتن جنبه‌های گوناگون فرآیند فیزیولوژیک تنظیم فشار اسمزی برای اظهار نظر قطعی در مورد شوری و وزن مناسب برای استفاده از آب‌های لب شور برای پرورش قزل آلی رنگین کمان الزامی باشد. بنابراین باید نتایج تحقیقاتی که به بررسی سایر جنبه‌های فرآیند فیزیولوژیک تنظیم فشار اسمزی می‌پردازد، به همراه نتایج به دست آمده از پژوهش‌هایی مانند این پژوهش در نظر گرفته شوند تا با قاطعیت بیشتری بتوان اظهار نظر صریحی در خصوص وزن مناسب قزل آلی رنگین کمان و همچنین شوری مناسب برای موفقیت تنظیم فشار

بوده و دارای اختلاف معنی‌داری با زمان صفر بود ( $P < 0/05$ ). بنابراین بالا رفتن اسمولاریته در این شوری پس از گذشت ۱۰ روز از شروع آزمایش، نشان‌دهنده اثرات استرس‌زایی شدید این شوری بر ساختار و عملکرد فیزیولوژیک بدن بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان و توانایی نداشتن آن‌ها برای مقابله با تنش شوری و ناتوانی در برقراری دوباره هموستازی (تعادل یونی) بدن‌شان می‌باشد. اما در شوری ۷ قسمت در هزار پس از گذشت ۱۰ روز تغییرات اسمولاریته نسبت به زمان صفر، معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ) و این امر نشان‌دهنده ایجاد تطابق فیزیولوژیک و سازگاری مناسب با شرایط استرس‌زای ناشی از افزایش شوری است. صیاد بورانی و همکاران (۱۳۸۴)، با بررسی تغییرات اسمولاریته بچه ماهیان آزاد دریای خزر در وزنهای ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرمی بیان داشتند که متعادل شدن اسمولاریته همه گروه‌های وزنی در شوری ۷ ppt به دلیل نزدیک بودن این شوری از نظر اسمولاریته به شرایط داخلی بدن بچه ماهیان است. در این پژوهش علت موفقیت تنظیم فشار اسمزی بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان در شوری ۷ ppt نیز می‌تواند به دلیل نزدیکی این شوری به آب شیرین باشد. پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهش‌گران، عوامل مختلفی را برای موفقیت تنظیم فشار اسمزی ذکر کرده‌اند. به عنوان مثال؛ Kazemi و همکاران (۲۰۰۶)، ویژگی‌های فردی هر گونه را به عنوان مهم‌ترین عامل تنظیم فشار اسمزی و یونی اعلام داشتند. برخی از مطالعات نیز سن و اندازه بدن ماهی را در افزایش توانایی تنظیم اسمزی و بقا در آب دریا مؤثر دانستند (Saunders و McCormick، ۱۹۸۷؛ McCormick و Naiman، ۱۹۸۴). کاظمی و همکاران (۱۳۸۴)، نیز در روزهای اولیه، سن را به عنوان مهم‌ترین عامل زیستی برای سازگاری با آب شور دانستند و بیان داشتند که با افزایش سن، شاخص‌های طول و وزن در این خصوص از اهمیت

و بیوشیمی انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت، به‌خصوص جناب مهندس پوردهقانی تشکر و قدردانی می‌گردد. در ضمن از خانم‌ها مهندس سولماز امیری، مهندس الهام محقق‌متظری، مهندس سیده‌یلدا بنی‌اسماعیلی، آقای مهندس بهادر حکیمی، آقای مهندس احسان یوسفی، آقای مهندس حمید اسحق‌زاده، آقای مهندس بهزاد امدادی به‌خاطر همکاری صمیمانه سپاسگزاری می‌نمائیم.

اسمزی کرد. در این راستا پیشنهاد می‌شود که شاخص‌هایی مانند شاخص‌های استرس، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در مورد بچه‌ماهیان در شوری‌های یاد شده در نظر گرفته شود و اثر شوری با تأکید بر شاخص‌های بالا سنجیده شود و مناسب بودن و یا مناسب نبودن شوری با توجه شاخص‌های بالا تعیین گردد.

### سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری همه پرسنل بخش فیزیولوژی

### منابع

- ۱- پورعلی‌فشتمی، ح.، محسنی، م.، و علیزاده، م.، ۱۳۸۵. مطالعه مقایسه رشد فیل ماهی (*Huso huso*) در دو محیط پرورشی آب لب‌شور و آب شیرین. مجله علمی شیلات ایران، سال پانزدهم، شماره ۱، صفحات ۴۳-۵۰.
- ۲- حافظ‌امینی، پ.، و عریان، ش.، ۱۳۸۱. بررسی اثرات نای از استرس کلرور سدیم روی هماتوکریت و هموگلوبین در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، صفحات ۲۲-۱۳.
- ۳- صیاد بورانی، م.، ابطحی، ب.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، دژندیان، س.، دقیق‌روچی، ج.، و امیری، ا.، ۱۳۸۴. تأثیر وزن بر قابلیت تنظیم فشار اسمزی در بچه‌ماهیان آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)، مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۴، صفحات ۸۱-۹۶.
- ۴- عطایی‌مهر، ب.، مجازی‌امیری، ب.، عبدالحی، ح.، و میرواقفی، ع.، ۱۳۸۹. اثر شوری‌های مختلف بر میزان املاح، آب بافت بدن، سلول‌های کلراید آبششی و درصد تلفات بچه‌ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum* Kamensky 1901). مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۳۰-۱۱۵.
- ۵- علیزاده، م.، ۱۳۸۷. برنامه راهبردی ماهیان سردآبی کشور، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۳۲۰ صفحه.
- ۶- علیزاده، م.، بیطرف، ا.، سرسنگی، ح.، و محمدی، م.، ۱۳۸۸. بهبود بهره‌وری و عملکرد تولید در استخرهای خاکی آب لب‌شور پرورش قزل‌آلا از طریق ایجاد محیط محصور. مجله شیلات، سال سوم، شماره چهارم، صفحات ۶۲-۵۵.
- ۷- فتح‌پور، ح.، و وحدتی، ا.، ۱۳۶۴. فیزیولوژی جانوری سازش و محیط. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی. صفحات ۵۹۱-۵۱۱.
- ۸- کاظمی، ر.، بهمنی، م.، پورکاظمی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س.، و مجازی‌امیری، ب.، ۱۳۸۴. تعیین مناسب‌ترین سن و وزن رهاسازی بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) سواحل جنوب‌غربی دریای خزر براساس شاخص شوری. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، صفحات ۱۴۰-۱۲۷.
9. Allen, K.O., and Avault, J.W., 1970. Effects of salinity on growth and survival of channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. Proceedings of the southeastern association of game and fish commissioners, 23, 319-331.
10. Altinok, I., and Grizzle, J.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.
11. Altinok, I., and Grizzle, J.M., 2004. Excretion of ammonia and urea by phylogenetically diverse fish species in low salinities. Aquaculture, 238, 499-507.
12. Altinok, I., Galli, S.M., and Chapman, F.A., 1998. Ionic and osmotic regulation capabilities of juvenile Gulf of Mexico sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*). Comparative Biochemistry & Physiology, part A. 120, 609-616.
13. Azewedo, P.A., Leeson, S., Cho, C.Y., and Bureau, D.P., 2004. Growth and feed utilization of large size rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)

- reared in fresh water: diet and species effects, and responses over time. *Aquaculture Nutrition*, 10, 401-411.
14. Conte, F.B., and Wagner, H.H., 1965. Development of osmotic & ionic regulation in juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), *Comparative Biochemistry & Physiology*, 18, 1-15.
  15. Evans, D.H., 1998. *The physiology of fishes*. CRC Press, 519p.
  16. Fontainhas-Fernandes, A., Gomes, E.F., Reis-Henriques, M.A., and Coimbra, J., 2003. Effect of cortisol on some osmoregulatory parameters of the teleost (*Oreochromis niloticus*) after transference from freshwater to seawater. *Arquivo Brasileiro de medicina Veterinaria e Zootecnia*, 55, 307-316.
  17. Handeland, S.O., Bjornsson, B.T., and Stefansson, S.O., 2003. Seawater adaptation and growth of parr-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) of wild & farmed strains. *Aquaculture*, 220, 367-384.
  18. Hoar, W.S., 1988. The physiology of smolting salmonids. In: *Fish Physiology*, XIB, Academic Press, pp. 275-343.
  19. Jurd, R.D., 2000. *Instant Notes in Animal Biology*. Bios Sci Pub. pp. 140-145.
  20. Kazemi, R., Bahmani, M., Hallajian, A., and Yarmohammadi, M., 2006. Blood serum osmotic and ionic regulation of wild adult and reared juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Iran. J. Fish. Sci.* 6 (1), 43-56.
  21. Kazemi, R., Bahmani, M., Krayushkina, L.S., Pourkazemi, M., and Ogorzalek, A., 2003. Changes in blood serum osmolarity and ultrastructure of gill chloride cells in young Persian sturgeon, *Acipenser persicus* (Borodin) of different size during adaptation to sea water. *J. Zool. Poloniae*, 48 (1), 5-30.
  22. Krayushkina, L.S., 2005. Evolution of mechanisms of osmotic and ionic regulation in a number of Acipenseridae. 5<sup>th</sup> International Symposium on Sturgeon, Iran. pp. 197-182.
  23. Krayushkina, L.S., and Semenikova, O.G., 2004. Futures of osmotic and ionic regulation in Caspian acipenserids. *Proceeding of the forth International Iran and Russia Conference*. Shahrekord-Iran, pp. 1501-1505.
  24. Krayushkina, L.S., Panov, A.A., Gerasimov, A.A., and Potts, W.T.W., 1999. Change in Sodium, Calcium, and Magnesium ion concentration in sturgeon (*Huso huso*) urine and in kidney Morphology. *J. Comp. Physiol. B.* 165, 527-533.
  25. Lewis, S.D., 1972. Effect of selected concentrations of sodium chloride on the growth of channel Catfish. *Proceedings of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners*, 25, 459-466.
  26. McCormick, S.D., 2001. Endocrine control of osmoregulation in Teleost Fish. *American Zoology*, 41, 781-794.
  27. McCormick, S.D., and Naiman, R.J., 1984. Osmoregulation in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. 2. Effect of size, age and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. *Comp. Biochem. Physiol.* 79, 117-28.
  28. McCormick, S.D., and Saunders, R.L., 1987. Preparatory physiological adaptation for marine life of salmonides: Osmoregulation, growth, and metabolism. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1, 211-229.
  29. McKee, J.E., and Wolf, H.H., 1971. *Water quality criteria*, 2nd Edition, Resources Control Board, Publ. No. 3-A.
  30. Mojazi Amiri, B., Baker, D.W., Morgan, J.D., and Brauner, C.J., 2009. Size dependent early salinity tolerance in two sizes of juvenile White sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 286, 121-126.
  31. 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.
  32. Partridge, G.J., Lymbery, A.J., and George, R.J., 2008. Finfish mari culture in inland Australia: A review of potential water sources, species and production systems. *J. World Aqua cult. Soc.*
  33. Sardella, B.A., Matey, V., Cooper, J., Gonzalez, R.J., and Brauner, C.J., 2004. Physiological, biological & morphological indicators of osmoregulatory stress in California Mozambique *tilapia* exposed to hypersaline water. *J. Exp. Biol.* 2007, 1399-1413.



**Study of osmoregulation ability in rainbow trout juvenile (*Oncorhynchus mykiss*)  
after move to the Caspian Sea**

**\*P. Hosseini<sup>1</sup>, H. Vahabzade Roodsari<sup>2</sup>, M. Sayyad Bourani<sup>3</sup>,  
R. Kazemi<sup>4</sup> and A. Zamini<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Young Researchers Club and Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran, <sup>2</sup>Dr. Keyvan Fisheries Sciences and Marine Skills Research Center, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran, <sup>3</sup>Head of Cold Water Fish Research Center, Tonekabon, Iran,

<sup>4</sup>International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran, <sup>5</sup>Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran

---

**Abstract**

In this study, changes in osmolarity of blood serum in 150 fingerlings of rainbow trout with a average weight of  $20.01 \pm 1.33$ , in order to determine the compatibility with different salinities for fish farming in brackish water. Fish were studied in different salinity levels including 7 ppt, 11ppt, and 0ppt (fresh water). Blood sampling was performed from caudal vein at times 0, 24, 48, 72 and 240 hours after the beginning of experiment. After centrifugation and separation of blood plasma, osmotic pressure was measured by osmometer. The results showed that osmolarity at 0 salinity (freshwater) was  $313.7 \pm 18.5$  mosm/L and after 10 days experiment, this value in 7ppt salinity was  $331.7 \pm 7.7$  mosm/L. In this salinity levels and time no significant difference was found with time 0. After 10 days in 11ppt salinity, the osmolarity value was  $367.6 \pm 15.5$  mosm/L. At this time a significant statistical difference was observed with time 0. Therefore, according to the results, osmotic pressure changes within 10 days showed capability of osmoregulation in tested fish in 7ppt salinity. But fish which were in 11 ppt salinity did not manage to regulate their blood osmolarity.

**Keywords:** Rainbow trout; *Oncorhynchus mykiss*; Osmoregulation; Osmolarity; Brackish water

---

\* Corresponding Authors; Email: p\_hosseini64@yahoo.com