

## تأثیر وزن بر قابلیت تنظیم اسمزی در بچه ماهیان آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)

محمد صیاد بورانی<sup>(۱)</sup>؛ بهروز ابطحی<sup>(۲)</sup>؛ محمود بهمنی<sup>(۳)</sup>؛

رضوان ا... کاظمی<sup>(۴)</sup>؛ سهراب دژندیان<sup>(۵)</sup>؛ جواد دقیق روحی<sup>(۶)</sup>

و افشین امیری<sup>(۷)</sup>

mohammadborani@yahoo.com

۶، ۱ و ۷ - پژوهشکده آبیاری پروری آبهای داخلی، رشت صندوق پستی: ۶۶

۲ - دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور

صندوق پستی: ۳۵۶-۴۴۴۱۴

۳، ۴ و ۵ - انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت

صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

تاریخ ورود: آذر ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۴

### چکیده

این تحقیق با هدف تعیین وزن مناسب رهاسازی و افزایش ضریب بازگشت شیلاتی ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutta caspius* Kessler, 1877 انجام گرفت. طی زمستان و بهار ۱۳۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقاتی تکثیر و پرورش ماهیان دریایی (واقع در ساحل غازیان بندر انزلی) آزمایشها انجام شد. تیمارها شامل بچه ماهیان حاصل از یک نسل در اوزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرمی بودند که بصورت تصادفی برداشت شده و در ۳ تکرار در آبهای با سطوح شوری ۷ قسمت در هزار، آب دریا و آب شیرین جهت مطالعه تنظیم اسمزی قرار گرفتند. خونگیری در فواصل زمانی ۰، ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۷۲، ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت بوسیله لوله‌های موئینه چهارپاره انجام و پس از سانتریفوژ و جداسازی پلاسما، خون، فشار اسمزی پلاسما بوسیله دستگاه اسمومتر اندازه‌گیری گردید. طبق نتایج بدست آمده، تغییرات فشار اسمزی در محدوده زمانی ۱۰ روزه و تجزیه واریانس یک طرفه، می‌توان قابلیت تنظیم اسمزی همه گروههای وزنی مورد آزمایش را در شوری ۷ قسمت در هزار و قابلیت تنظیم گروههای وزنی ۲۰، ۱۵ و ۱۰ گرمی را در شوری دریای خزر تأیید نمود.

**کلمات کلیدی:** ماهی آزاد دریای خزر، *Salmo trutta caspius*، تنظیم اسمزی، دریای خزر

## مقدمه

ماهی آزاد دریای خزر با نام علمی *Salmo trutta caspius* Kessler, 1877 از جمله ماهیان مهاجر (آنادروموس) و بومی دریای خزر می‌باشد (Berg, 1949; Nikolskii, 1961) که از مقبولیت ویژه‌ای نزد مردم حاشیه دریای خزر و شهرهای شمالی ایران برخوردار است. به دلیل فقدان تکثیر طبیعی و صید بی‌رویه، رهاسازی بچه ماهیان در امر بازسازی ذخایر این گونه اهمیت بسیاری دارد.

میزان صید این گونه طی سالهای گذشته دارای نوساناتی بوده است. حداکثر صید این ماهی در سال ۱۳۲۷-۱۳۲۶ گزارش شده و پس از آن استحصال این ماهی رو به کاهش گذاشته بطوریکه در سال ۱۳۸۰-۱۳۷۹ به حدود ۴ تن رسید (غنی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۰). ماهی آزاد در دریای خزر دو نوبت در سال مهاجرت می‌کند. مهاجرت این ماهی به رودخانه‌های ایران از حدود ۱۵ تا ۲۱ شهریور ماه (حداکثر از اوایل مهر ماه) شروع شده و تا حدود ۱۶ مهر تا ۵ آبان ادامه می‌یابد. ماهیان آزاد بین ۳ تا ۴ سالگی و حداکثر ۵ سالگی بالغ می‌شوند (کریمپور و حسین پور، ۱۳۶۷).

در حال حاضر رودخانه مهم مهاجرت و تکثیر این ماهی رودخانه تنکابن است. تخم‌ریزی طبیعی این ماهی در حوضه دریای خزر متوقف شده و شواهدی دال بر تخم‌ریزی طبیعی این ماهی موجود نیست (on line: www.fishbase.org). از طرف دیگر صید بی‌رویه و فشار صید و صیادی نیز به حدی است که امکان افزایش ذخایر این ماهی را در دریا از بین می‌برد (رضوی صیاد، ۱۳۷۸).

جهت حفظ و ترمیم ذخایر این گونه، هر ساله کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهنر کلاردشت اقدام به تکثیر و رهاسازی این ماهیان می‌کند. تعداد رهاسازی طی سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰ ۵۰۶۰۰۰۰ عدد و میزان کل صید این ماهی طی همین سالها ۵۰/۱ تن بوده که با در نظر گرفتن وزن متوسط ۲/۵ کیلوگرم، تعداد ماهیان صید شده ۲۰ هزار عدد می‌باشد. بنابراین نسبت به تعداد رهاسازی، ضریب بقاء ۰/۴ درصد می‌باشد.

یکی از راههای افزایش ضریب بقای بچه ماهیان، بکار بستن نتایج مطالعه سیستم تنظیم اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی فرآیندی است که بر اثر آن الکترولیت‌های موجود در مایعات بدن یک جانور به صورت نسبتاً ثابتی نگهداری می‌شود. ماهیان مهاجر رودرو پس از مهاجرت به آب شیرین Hyperosmotic و در محیط دریا Hypoosmotic هستند (کرایوشکینا، ۱۳۷۸). شروع رشد ماهیان آزاد در آب شیرین صورت می‌گیرد و سیستم تنظیم اسمزی آنها در دوره زندگی رودخانه‌ای شکل می‌گیرد (کرایوشکینا، ۱۳۷۸). در تعیین نحوه عادت‌پذیری بچه ماهی مهاجر نسبت به آب شور، اگر سیستم اسمزی شکل گرفته باشد پس از قرار گرفتن در آب دریا معمولاً روز اول افزایش اسمولاریته خون، از روز دوم کاهش فشار اسمزی و در روزهای سوم و چهارم پایداری اسمولاریته مشاهده می‌شود، که نسبت به حالت اولیه بالاتر خواهد بود. از روی مطالعه این حالات (با توجه به تنظیم اسمزی)، ضریب بازگشت سیلاتی ماهی آزاد اطلس از ۱ درصد به ۲ درصد افزایش یافته است (کرایوشکینا، ۱۳۷۸).

همبستگی بین پارامترهای مهم فیزیولوژیک (اسمولاریته و الکترولیتها) با افزایش اندازه بدن در یک دامنه معین بطور خطی (در مورد گونه *Salvelinus fontinalis*) افزایش می‌یابد (McCormick & Naiman, 1984). بنابراین مطالعه تنظیم اسمزی می‌تواند زمان مناسب مهاجرت ماهی آزاد دریای خزر را از رودخانه به دریا معین نماید و در حقیقت سن و اندازه مناسب رهاکرد بچه ماهیان آزاد دریای خزر یا پرورش در محیطهای دریایی را مشخص نماید. تاکنون در مورد ماهی آزاد دریای خزر مطالعات بسیار کمی انجام گرفته است. بهرحال چنین پژوهشهایی و نتایج آنها می‌تواند ضریب بازگشت شیلاتی این ماهی را افزایش دهد. در حال حاضر این گونه با اندازه ۵ تا ۱۰ گرم به رودخانه تنکابن رهاسازی می‌گردد و این رهاسازی بدون پیشینه مطالعات قبلی انجام می‌گیرد. بهرامیان (۱۳۸۰) با اندازه‌گیری سدیم خون بچه ماهیان در معرض شوری، اوزان ۳ و ۱۰ گرمی را مناسب برای رهاسازی اعلام کرده است.

ماهیان آزاد دریای خزر ذخایر محلی را تشکیل می‌دهند که به رودخانه‌های خاصی محدود می‌شوند که از نظر ظاهری، سن بلوغ و فواصل تخم‌ریزی با یکدیگر اختلافاتی دارند (Derzhavin, 1949).

## مواد و روش کار

عملیات و اجرای تیمارها در ایستگاه تحقیقاتی تکثیر و پرورش ماهیان دریایی (واقع در ساحل غازیان بندرانزلی) در سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲ انجام گرفت.

ماهیان بکار رفته در این تحقیق از جمعیت بچه ماهیان آزاد خزر (*Salmo trutta caspius*) یک نسل تولید شده در مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهنر کلاردشت در اوزان متوسط ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرمی برداشت شده و به ایستگاه ساحل غازیان انتقال یافتند.

طی انتقال، شرایط مناسب برای بچه ماهیان بوسیله اکسیژن‌رسانی و حجم آب کافی مهیا گردید. جهت تطابق، بچه ماهیان حدود یک ماه در حوضچه‌های گرد ایستگاه ساحل غازیان با چرخش آب و هوادهی قرار گرفتند. سپس بچه ماهیان بوسیله دستگاه رقم‌بندی دستی (ساخت کشور آلمان) در اوزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرمی دسته‌بندی شده و هر گروه وزنی در وانهای ۵۰۰ لیتری با جریان آب ورودی و خروجی و مورد هوادهی قرار گرفتند. پس از حدود یک هفته تطابق با شرایط جدید، برای انجام عملیات تیمارداری، بچه ماهیان مستقیماً به داخل وانهای ۱۰۰ لیتری و با ۳ سطح شوری آب شیرین، ۷ قسمت در هزار و آب دریا مجهز به سیستم هواده مرکزی انتقال یافتند. این شیوه نگهداری با McCormick & Naiman (1984) همخوانی دارد. با توجه به ۴ گروه وزنی بچه ماهیان و ۳ سطح شوری آب مورد آزمایش و ۳ تکرار (کرایوشکینا، ۱۳۷۸) برای هر تیمار در مجموع نیاز به ۳۶ پلات آزمایشی (وان ۱۰۰ لیتری) بود تا از این طریق توان فیزیولوژیک بچه ماهی جهت تنظیم اسمولاریته خون در شوریه‌های مختلف بدست آید. تراکم وزنی بچه ماهیان به میزان ۵ گرم در لیتر در وانها تعیین

شد (Avella *et al.*, 1990). جهت به حداقل رساندن تغییرات پارامترهای پلاسما، ۲۴ ساعت قبل از انتقال به وان های ۱۰۰ لیتری، بچه ماهیان تحت شرایط گرسنگی نگهداری شدند (Madsen & Naamansen, 1989).

آب دریا (۱۲-۱۳ ppt) از محدوده با عمق حدود ۵۰ متر دریای خزر واقع در غرب بندر انزلی به وسیله قایق موتوری تهیه و آب ۷ قسمت در هزار نیز از ساحل ایستگاه تحقیقاتی ساحل غازیان تهیه گردید که پس از عبور دادن آبهای فوق از فیلتر ۶۲ میکرون، به وانهای ۱۰۰ لیتری ریخته شدند. میزان تعویض آب روزانه حدود ۲۰ درصد بوده و غذادهی یکبار در روز بوسیله غذای دان مخصوص آزاد ماهیان (FFt) به میزان ۲ درصد وزن بدن انجام می‌گرفت (Avella *et al.*, 1990). شوری آب حوضچه‌ها هر ۲۴ ساعت یکبار بوسیله دستگاه شوری‌سنج کنترل می‌شد. بچه ماهیان تحت شرایط نور طبیعی قرار داشتند.

پس از قرار گرفتن بچه ماهیان در پلاتها در فواصل زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۷۲، ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت، پس از قطع ساقه دم، خون از ساقه دم (سیاهرگ دم) بوسیله لوله‌های موئین هیپارینه گرفته شده و به اپندورف ۱/۵ میلی‌لیتر با درج مشخصات (زمان نمونه‌برداری، مشخصات تیمار) انتقال داده شدند (McCormick & Naiman, 1984 ; Madsen & Naamansen, 1989 ; Avella *et al.*, 1990) ; Seidelin *et al.*, 2000). به دلیل کافی نبودن نمونه خون مربوط به یک بچه ماهی، با توجه به وزن، خونگیری از ۳ تا ۱۱ عدد بچه ماهی در شرایط مشابه (روش Pooling) صورت گرفت (کاظمی و همکاران، ۱۳۷۹). پس از خونگیری، بچه ماهیان در هر یک از فواصل زمانی با دقت ۱ میلی‌متر و ۰/۱ گرم زیست‌سنجی شدند. سپس نمونه‌های خون، در سانتریفوژ یخچال دار با دور ۵۵۰۰rpm در ۵ دقیقه قرار گرفتند (McCormick & Naiman, 1984). پلاسما بوسیله میکروسپلر برداشته شد و به اپندورف (با ذکر مشخصات) انتقال داده شد.

برای اندازه‌گیری فشار اسمزی، از اسمومتر (مدل : 13 . Type : 9610003 . Nr ، ساخت شرکت Roebing آلمان) استفاده شد. این دستگاه براساس نقطه انجماد مایع مورد آزمایش، فشار اسمزی را برحسب میلی اسمول در لیتر تعیین می‌کند که بستگی به تعداد ذرات محلول داشته و ماهیت مواد محلول، در آن نقشی ندارد (فتح پور و وحدتی، ۱۳۶۴).

پلاتهای آزمایشی بصورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی چیده شدند. مقایسه میانگین تیمارها با روش آنالیز واریانس یکطرفه و آزمونهای دانکن و توکی و رسم نمودارها با استفاده از برنامه‌های SPSS و Excell انجام شد.

## نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی گروههای وزنی اسمی بچه ماهیان به تفکیک تیمارهای سطح شوری (آب دریا، آب ۷ در هزار و آب شیرین) بشرح جداول ۱ تا ۳ می‌باشند.

جدول ۱: نتایج حاصل از سنجش وزنی بچه ماهی آزاد خزر در تیمار آب دریا (۱۲ تا ۱۳ قسمت در هزار)

خطای استاندارد	میانگین	تعداد	گروه وزنی اسمی
۰/۱۳	$19.3 \pm 1.1$	۷۰	۲۰ گرمی
$7/829E-02$	$14.3 \pm 0.8$	۱۰۳	۱۵ گرمی
$8/235E-02$	$9.4 \pm 0.95$	۱۳۳	۱۰ گرمی
$8/531E-02$	$4.6 \pm 1.28$	۲۲۵	۵ گرمی

جدول ۲: نتایج حاصل از سنجش وزنی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در آب ۷ در هزار (آب ساحل)

خطای استاندارد	میانگین	تعداد	گروه وزنی اسمی
۰/۱۵	$19.3 \pm 1.28$	۷۳	۲۰ گرمی
۰/۱۴	$14.5 \pm 1.31$	۸۶	۱۵ گرمی
$9/151E-02$	$9.2 \pm 1.18$	۱۶۵	۱۰ گرمی
$6/312E-02$	$4.95 \pm 0.89$	۲۰۲	۵ گرمی

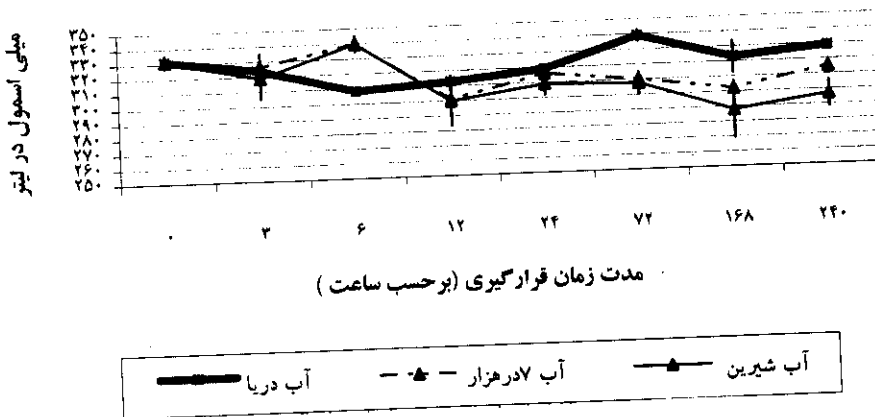
جدول ۳: نتایج حاصل از سنجش وزنی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در آب شیرین

خطای استاندارد	میانگین	تعداد	گروه وزنی اسمی
۰/۱۷	$19 \pm 1.4$	۶۴	۲۰ گرمی
۰/۱۳	$14.6 \pm 1.2$	۸۵	۱۵ گرمی
$9/731E-02$	$9.3 \pm 1.2$	۱۵۳	۱۰ گرمی
$7/466E-02$	$5 \pm 0.93$	۲۰۶	۵ گرمی

براساس تجزیه واریانس یکطرفه، آزمون توکی و آزمون دانکن بین گروههای وزنی در هر سه سطح شوری با سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد.

نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۲۰ گرمی (نمودار ۱) در آب دریا نشان داد که سطح فشار اسمزی در زمان صفر ۳۳۱ میلی اسممول در لیتر بوده و با تغییر اندکی پس از سه ساعت در آب دریا به

۳۲۳/۷ میلی اسمول در لیتر رسیده است. پس از ۶ ساعت، به ۳۰۸ میلی اسمول در لیتر کاهش و پس از ۱۲ و ۲۴ ساعت، مجدد اندکی افزایش یافته است. فشار اسمزی بچه ماهیان پس از ۷۲ ساعت به ۳۳۹ میلی اسمول در لیتر رسیده و پس از آن سطح فشار اسمزی پلاسمای خون کاهش یافته است. بچه ماهیان ۲۰ گرمی موجود در آب ۷ قسمت در هزار دارای روند تغییرات فشار اسمزی منظم‌تری بودند. بطوریکه پس از ۶ ساعت در آب ۷ قسمت در هزار، فشار اسمزی کاهش یافته و تقریباً در حد ثابتی باقی مانده است. تغییرات فشار اسمزی در آب شیرین، تقریباً دارای روندی مشابه با تغییرات آن در آب ۷ قسمت در هزار می‌باشد ولی در ساعات ۱۶۸ و ۲۴۰، فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان در آب شیرین پایین‌تر از آب ۷ قسمت در هزار می‌باشد. از مجموع مطالب فوق می‌توان به این نتیجه نزدیک شد که بچه ماهیان ۲۰ گرمی در محیط آب دریا و محیط آب ۷ قسمت در هزار (آب ساحل) قادر به تنظیم فشار اسمزی می‌باشند. بطوریکه مقدار فشار اسمزی پلاسمای خون طی ۲۴۰ ساعت در آب دریا ۰/۶ درصد نسبت به زمان صفر افزایش نشان می‌دهد. در حقیقت پس از ۱۰ روز به مقدار فشار اسمزی پلاسمای خون در محیط آب شیرین (زمان صفر) نزدیک شده است. فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان در آب ۷ قسمت در هزار نسبت به زمان صفر (پس از ۱۰ روز) حدود ۴/۸ درصد کاهش نشان می‌دهد. لازم به ذکر است از زمان ۲۴ ساعت به بعد، میزان فشار اسمزی در حد تقریباً ثابتی باقی می‌ماند.



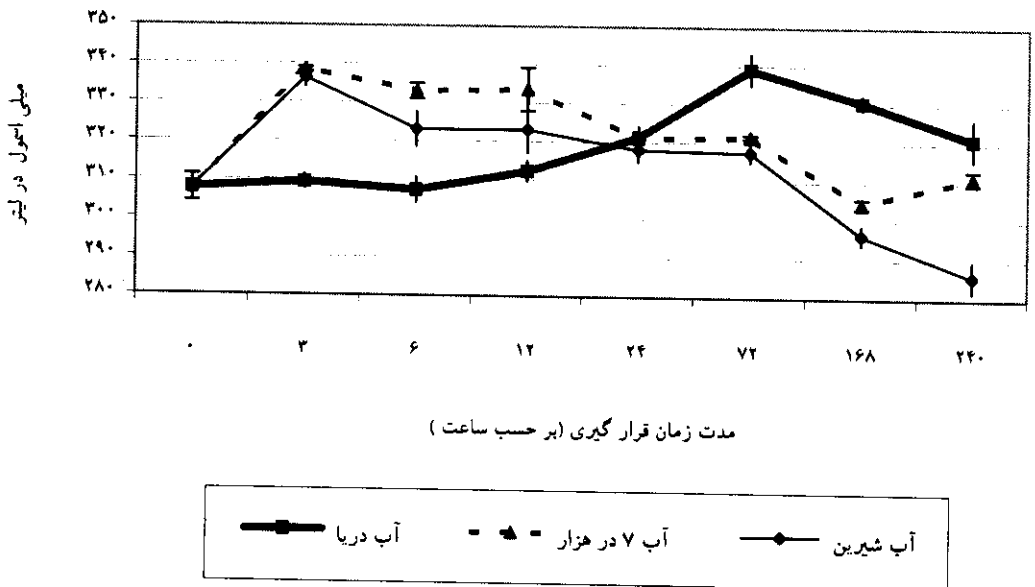
نمودار ۱: نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۲۰ گرمی ماهی آزاد دریای خزر (سال ۱۳۸۲-۱۳۸۳)

براساس آنالیز واریانس یک طرفه، مقادیر فشار اسمزی در سه سطح شوری آب در زمانهای ۳ ساعت، ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری ندارند ولی در بقیه زمانها اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود.

نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۱۵ گرمی نشان داد که سطح فشار اسمزی در زمان صفر ۳۰۷/۷ میلی اسمول در لیتر بوده و پس از ۳ و ۶ ساعت در آب دریا تغییر چندانی نیافته و در ۷۲ ساعت به حداکثر (۳۳۹ میلی اسمول در لیتر) می‌رسد و در ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت با کاهش کمی نسبت به ۷۲ ساعت، در سطح حدود ۳۲۱ تا ۳۳۰/۵ میلی اسمول در لیتر باقی مانده است. افزایش اسمولاریته پس از ۷۲ ساعت در آب دریا نسبت به زمان صفر حدود ۱۰/۲ درصد و در زمانهای ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت بترتیب حدود ۷/۴ درصد و ۴/۳ درصد مشاهده می‌گردد.

بررسی فشار اسمزی در بچه ماهیان ۱۵ گرمی در آب ۷ قسمت در هزار حاکی از آن است که سطح فشار اسمزی پس از ۳ ساعت قرارگیری در آب به مقدار حداکثر یعنی ۳۳۸/۵ میلی اسمول در لیتر رسیده و پس از نوساناتی، در ۲۴۰ ساعت به اسمولاریته پلاسمای خون زمان صفر (آب شیرین) نزدیک شده است. از مجموع مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت که این بچه ماهیان قابلیت تنظیم فشار اسمزی در آب ۷ قسمت در هزار (آب ساحل) را دارند و توانسته‌اند سطح فشار اسمزی خود را به سطح فشار اسمزی پلاسمای خون در محیط آب شیرین برسانند.

بچه ماهیان پس از ۱۰ روز در آب دریا و آب ۷ قسمت در هزار، در مقایسه با بچه ماهیان شاهد (در آب شیرین) بترتیب حدود ۱۶/۷ درصد و ۹ درصد افزایش فشار اسمزی نشان می‌دهند.

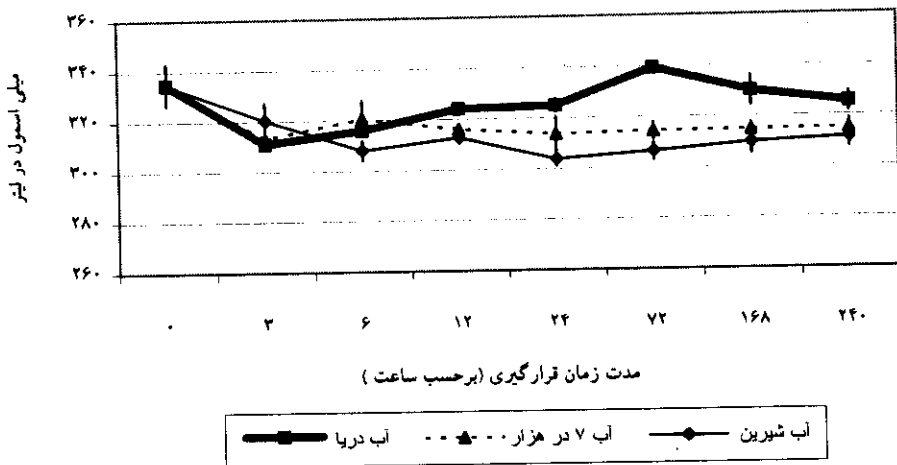


نمودار ۲: نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۱۵ گرمی ماهی آزاد دریای خزر

براساس آنالیز واریانس یک طرفه، مقادیر فشار اسمزی در سه سطح شوری آب در زمانهای ۳، ۶، ۱۲، ۷۲، ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت (زمانهای قرارگیری در تیمار مربوطه) اختلاف معنی داری دارند ( $p < 0.05$ ). براساس نمودار ۳، میزان فشار اسمزی در زمان صفر برای بچه ماهیان ۱۰ گرمی ۳۳۴/۷ میلی اسمول در لیتر بوده و پس از ۳ ساعت، سطح فشار اسمزی پلاسمای خون به ۳۱۱ میلی اسمول در لیتر کاهش و پس از ۶، ۱۲، ۲۴ و ۷۲ ساعت در آب دریا بترتیب به ۳۱۶، ۳۲۴، ۳۲۵ و ۳۳۹/۳ میلی اسمول در لیتر رسیده است. سطح فشار اسمزی در ۷۲ ساعت در مقایسه با زمان صفر حدود ۱/۴ درصد افزایش یافته و در زمانهای ۱۶۸ ساعت و ۲۴۰ ساعت (بترتیب ۳۳۰ و ۳۲۵/۳ میلی اسمول در لیتر) در مقایسه با زمان صفر حدود ۱/۴ درصد و ۲/۸ درصد کاهش نشان می‌دهد که این کاهش در حد کمی می‌باشد.

سطح فشار اسمزی بچه ماهیان ۱۰ گرمی پس از ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۷۲، ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت در آب ۷ قسمت در هزار (آب ساحل) بترتیب به ۳۱۳، ۳۲۰/۷، ۳۱۶، ۳۱۳/۷، ۳۱۴/۵، ۳۱۴/۸ و ۳۱۵ میلی اسمول در لیتر رسیده است که در مقایسه با زمان صفر (سطح فشار اسمزی پلاسمای خون در آب شیرین) بترتیب ۶/۴، ۴/۲، ۵/۶، ۶/۳، ۶، ۵/۹ و ۵/۹ درصد کاهش داشته است. لازم به ذکر است در زمانهای مذکور (به استثنای زمان صفر) تغییرات فشار اسمزی اندک بوده و در حقیقت در حد نسبتاً ثابتی باقی مانده است.

سطوح فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان در آب شیرین، به استثنای ماندگاری ۳ ساعت در آب شیرین، در بقیه زمانها در مقایسه با سطوح فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان در آب دریا و آب ۷ قسمت در هزار کمتر بوده است.



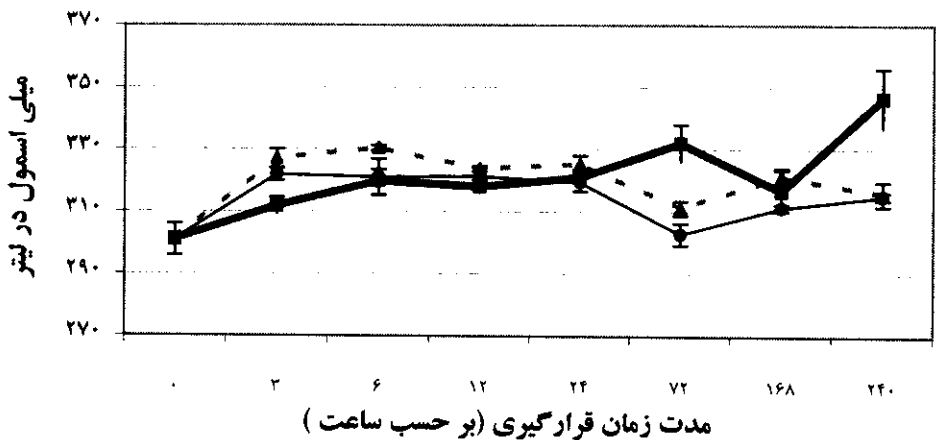
نمودار ۳: نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۱۰ گرمی ماهی آزاد دریای خزر



براساس آنالیز واریانس یک طرفه، مقادیر فشار اسمزی در سه سطح شوری آب (آب دریا، ۷ قسمت در هزار و آب شیرین) در زمانهای ۳، ۶ و ۲۴۰ ساعت (زمانهای قرارگیری در آب مربوطه) اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p>0.05$ )، ولی در بقیه زمانها اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود ( $p<0.05$ ).

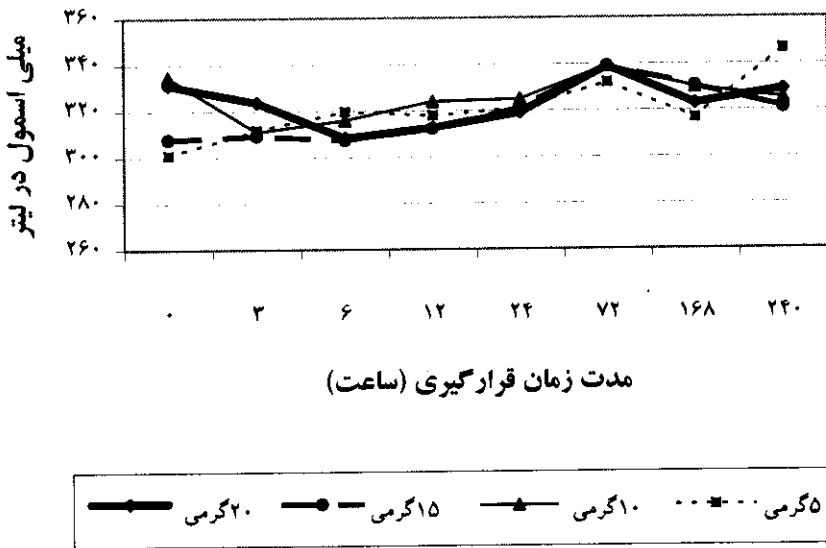
نوسانات فشار اسمزی بچه ماهیان ۵ گرمی ماهی آزاد دریای خزر در سطوح شوری مختلف در نمودار ۴ نشان داده شده است. میزان فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان در زمان صفر ۳۰۱ میلی اسمول در لیتر بوده و پس از ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۷۲، ۱۶۸ و ۲۴۰ ساعت در آب دریا فشار اسمزی پلاسمای خون بترتیب به ۳۱۹/۷، ۳۱۸، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۱۶/۷ و ۳۴۶/۵ میلی اسمول در لیتر رسیده است، که سطح فشار اسمزی پس از ۱۰ روز (۲۴۰ ساعت) در مقایسه با زمان صفر افزایشی حدود ۱۵/۱ درصد را نشان می‌دهد و در سایر زمانها نیز مقدار فشار اسمزی بالاتر از زمان صفر می‌باشد. بنابراین بچه ماهیان ۵ گرمی موجود در آب دریا قادر نبوده‌اند سطح فشار اسمزی خود را به سطح اولیه فشار اسمزی پلاسمای خون برسانند.

فشار اسمزی پلاسمای خون بچه ماهیان پس از ۳ ساعت در آب ۷ قسمت در هزار نسبت به زمان صفر افزایش ۸/۶ درصدی پیدا کرده و تقریباً در یک نسبت ثابت باقی مانده است. افزایش فشار اسمزی پس از ۱۰ روز نسبت به زمان اولیه حدود ۵ درصد می‌باشد. خون بچه ماهیان ۵ گرمی در آب شیرین پس از ۱۰ روز در آب شیرین به فشار اسمزی ۳۱۵ میلی اسمول در لیتر رسیده است.

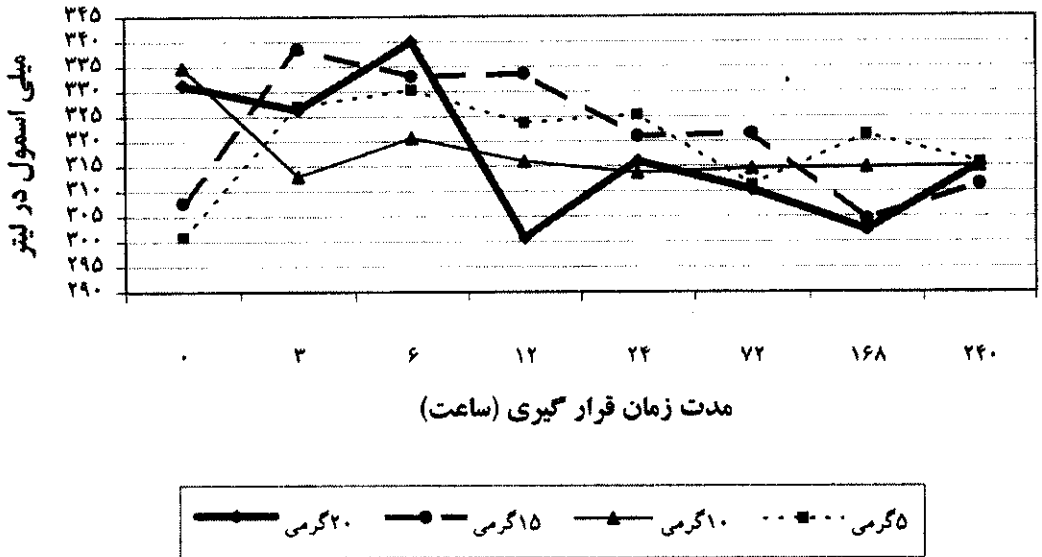


نمودار ۴: نوسانات فشار اسمزی در بچه ماهیان ۵ گرمی ماهی آزاد دریای خزر

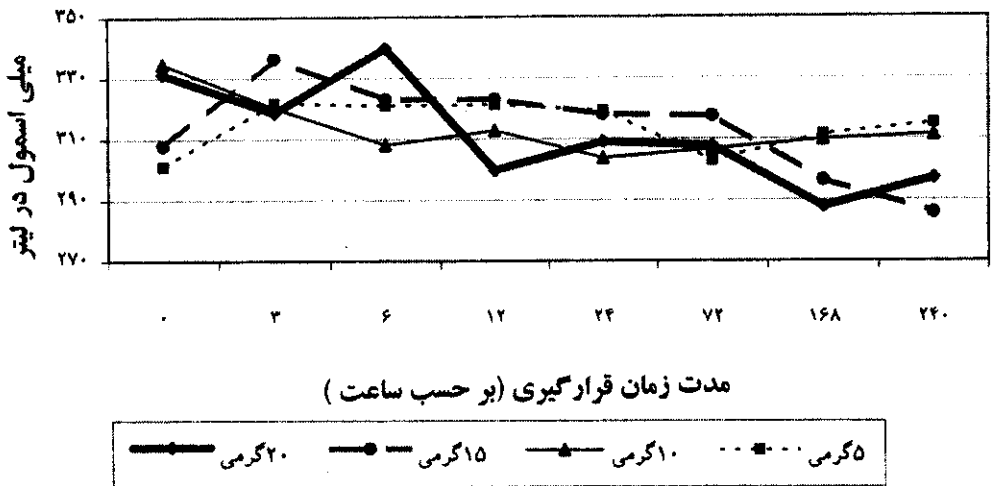
براساس آنالیز واریانس یک طرفه، مقادیر فشار اسمزی در سه سطح شوری آب (آب دریا، آب ۷ قسمت در هزار و آب شیرین) در زمانهای ۶، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸ ساعت (زمانهای قرارگیری در آب مربوطه) اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0.05$ )، ولی در بقیه زمانها اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود ( $p < 0.05$ ). در نمودارهای ۵، ۶ و ۷ روند تغییرات فشار اسمزی در ساعتهای مختلف قرارگیری نمونه در سطوح شوری مختلف (آب شیرین، آب ۷ قسمت در هزار و آب دریا) در چهار گروه وزنی نشان داده شده‌اند. فشار اسمزی پلاسمای خون ماهی در چهار گروه وزنی مختلف و در تیمار آب دریا بالای ۳۰۰ میلی اسمول در لیتر بوده و بالاترین فشار اسمزی مربوط به ماهیان ۵ گرمی (حدود ۳۴۷ میلی اسمول در لیتر) در ۲۴۰ ساعت می‌باشد.



نمودار ۵: نوسانات فشار اسمزی ۴ گروه وزنی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در آب دریا  
روند تغییرات فشار اسمزی در بچه ماهیان موجود در آب ۷ در هزار در مقایسه با آب دریا آهنگ منظم تری را طی نموده و این موضوع نشان‌دهنده تطبیق پذیری تدریجی ماهی به آب دریا می‌باشد.



نمودار ۶: نوسانات فشار اسمزی ۴ گروه وزنی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در آب ۷ قسمت در هزار



نمودار ۷: نوسانات فشار اسمزی ۴ گروه وزنی بچه ماهیان آزاد دریای خزر در آب شیرین

## بحث

یکی از راههای افزایش ضریب بقای بچه ماهیان بخصوص در مورد گونه‌های آزاد ماهیان بررسی وضعیت فیزیولوژیک می‌باشد. در میان عوامل فیزیولوژیک، تنظیم اسمزی از نقش و اهمیت بسزایی برخوردار است. مطالعه تنظیم اسمزی می‌تواند زمان مناسب مهاجرت این ماهی از رودخانه به دریا و در حقیقت اندازه مناسب رهاسازی بچه ماهیان آزاد دریای خزر یا پرورش در محیطهای دریایی را مشخص نماید.

تغییرات اسمولاریته سرم خون ماهیان با شوری‌های دریایی 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 خون مجدداً طی چند روز به سطح نزدیک به اسمولاریته محیط زیست ماهی در آب شیرین کاهش می‌یابد (Krayushkina et al., 1999).

در این تحقیق با مشاهده کلی نتایج سنجش اسمولاریته در گروههای وزنی در سه سطح شوری، می‌توان دو نوع تأثیر را بر بچه ماهیان تفکیک نمود. اول اثر قرارگیری در شرایط آزمایش که با استرسهای دستکاری، تعقیب و گریز و افزایش شوری ناگهانی همراه بوده است. در این دوره عوامل داخلی ماهی اثر غالب بر اسمولاریته پلاسمای ماهی دارند. هورمون آدرنالین بعنوان عامل پاسخ به استرسهای کوتاه مدت در این بخش بر سیستم گردش خون و فشار خون اثر گذاشته و با افزایش فیلتراسیون کلیوی، افزایش ترشح یونها را برمی‌انگیزد، در نتیجه اسمولاریته خون کاهش می‌یابد. این اثر در گروههای وزنی ۱۰ و ۲۰ گرمی مشاهده می‌گردد. اثر دوم پس از پایان یافتن دوره چند ساعتی استرس، گرایش به افزایش اسمولاریته در بچه ماهیان قرار گرفته در آب دریای خزر آغاز شده و این روند تا بیش از سه روز ادامه می‌یابد. این روند مورد انتظار بوده و در همه گروههای وزنی دیده می‌شود. سنجش فشار اسمزی پس از یک هفته و ده روز بیانگر فعالیت مکانیزمهای تنظیمی در گروههای ۲۰، ۱۵ و ۱۰ گرمی است. افزایش مجدد و قابل ملاحظه اسمولاریته در گروه ۵ گرمی می‌تواند بیانگر عدم توانایی این گروه در مطابقت با شوری دریای خزر باشد. طبق مطالعات Ugedal و همکاران (۱۹۹۸) رفتار مهاجرتی بچه ماهیان با افزایش اندازه بدن ماهی افزایش می‌یابد. تعدادی از مطالعات نیز بر تأثیر سن و اندازه بدن ماهی در افزایش توانایی تنظیم اسمزی و بقاء در آب دریا تأکید دارند (McCormick & Saunder, 1987; McCormick & Naiman, 1984).

در شوری ۷ قسمت در هزار تغییرات اسمولاریته در تمام گروهها بیش از آنکه متأثر از شوری محیط باشند از استرس و شرایط محیطی اثر پذیرفته‌اند. این شوری که بعنوان نماینده شرایط مصبی در تحقیق جای گرفته و در دوره‌های پر آبی رودخانه‌های خزر جنوبی در بخشهای وسیعی از آبهای

حاشیه حاکم می‌شود، از نظر اسمولاریته به شرایط داخلی بچه ماهیان بسیار نزدیک بوده، بنابراین عدم تأثیر بارز این شوری و متعادل شدن اسمولاریته همه گروهها پس از ۱۰ روز قابل توجه است. در جمع‌بندی کلی نتایج، بویژه با در نظر گرفتن داده‌های اسمومتری در روز دهم تیمارها، می‌توان قابلیت تنظیم اسمزی بچه ماهیان ۲۰، ۱۵ و ۱۰ گرمی در شوری دریای خزر و قابلیت تنظیم همه گروههای وزنی در شوری ۷ قسمت در هزار را تأیید نمود.

## تشکر و قدردانی

از ریاست محترم مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر، معاونین ایشان، رئیس و کارکنان ایستگاه تحقیقاتی تکثیر و پرورش ماهیان دریایی (ساحل غازیان)، پرسنل بخش مدیریت ذخایر، رئیس و کارکنان محترم مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهنر کلاردشت، ریاست و معاون پژوهشی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس به پاس همکاری صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

## منابع

- بهرامیان، ب. ، ۱۳۸۰. بررسی و تعیین مناسبترین اندازه‌های طولی و وزنی بچه ماهی آزاد جهت رهاسازی در رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر. همایش ماهیان استخوانی دریای خزر- موسسه تحقیقات شیلات، انزلی، ایران، ۴۸ صفحه.
- رضوی صیاد، ب. ، ۱۳۷۸. مقدمه‌ای بر اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۰ صفحه.
- غنی‌نژاد، د. ؛ مقیم، م. ؛ صیادبورانی، م. و عبدالملکی، ش. ، ۱۳۸۰. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر در سال ۷۹-۸۰. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر، بندرانزلی. ۹۸ صفحه.
- فتح‌پور، ح. و وحدتی، ا. ، ۱۳۶۴. فیزیولوژی جانوری سازش و محیط. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی. صفحات ۵۱۱ تا ۵۹۱.
- کاظمی، ر. ؛ بهمنی، م. ؛ پورکاظمی، م. و مجازی امیری، ب. ، ۱۳۷۹. بررسی سیستم اسمزی در تاسماهی ایرانی. دفتر طرح و برنامه‌ریزی و هماهنگی امور پژوهشی. ۶۹ صفحه.
- کرایوشکینا، ۱۳۷۸. بررسی سیستم اسمزی ماهیان. گردآوری: علی دانش خوش اصل و م. مرادی. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. ۸۳ صفحه.

کریمپور، م. و حسین‌پور، ن. ، ۱۳۶۷. ماهی آزاد دریای مازندران. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۴ صفحه.

- Avella, M. ; Young, G. ; Prunet, P. and Schreck .C.B. , 1990.** Plasma prolactin and cortisol concentrations during salinity challenges of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) at smolt and post-smolt stages. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Aquaculture. pp.359-372.
- Berg, L.S. , 1949.** Freshwater fishes of the U.S.S.R and adjacent countries. Izdatelstvo akademii Nauk SSSR , Moskva Leningrad . Vol, I , pp.175-283.
- Derzhavin, 1949.** Kura fisheries. Azerbaijan SSR. As publishers. pp.26-28.
- Krayushkkina, L.S. ; Panov, A.A ; Gerasimov, A.A. and Potts, W.T.W. , 1999.** Changes in Sodium, Calcium and Magnesium Ion concentrations in Sturgeon (*Huso huso*) urine and in kidney morphology. Journal of Comp Physiol. B. 165; pp.527-533.
- Madsen, S.S. and Naamansen, E.T. 1989.** Plasma ionic regulation and gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, ATPase changes during rapid transfer to seawater of yearling rainbow trout, *Salmo gairdneri* : Time course and seasonal Variation. Journal of Fish .Biol. Vol .34, No. 6, pp.829-840 .
- McCormik, S.D. and Naiman, R.J. , 1984.** Osmoregulation in the brook trout, *Salvelinus fontinalis* .2. Effects of size, age and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. Comp Biochem.- Physiol.,-A .Vol 79A, No. 1, pp.17-28 .
- McCormik, S.D. ; Saunders, R.L. , 1987.** Preparatory physiological adaptations for marine life of Salmonids: Osmoregulation, growth, and metabolism. Am. Fish .Soc. Symp. 1, pp.211- 229.
- Nikolskii, G.V. , 1961.** Special Ichthyology. Translated by Dr. Lengy and Krauthamer. The National Science Foundation .Washington D.C. USA. Vol. I , pp.133-147.
- Seidelin, M. ; Madsen, S. ; Blenstrup, H. ; Tipsmark, C. , 2000.** Time-course changes in the expression of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase in gills and pyloric caeca of Brown Trout (*Salmo trutta*) during acclimation to seawater. Physiological and Biochemical Zoology, University of Chicago. USA. Pp.446-453.

**Ugedal, O. ; Finstad, B. ; Damsgard, B.B. and Mortensen, A. , 1998.** Seawater tolerance and downstream migration in hatchery-reared and wild Brown Trout. Elsevier Science. pp. 396-405.

## Effects of weight on osmoregulatory ability of *Salmo trutta caspius* juveniles

Sayyad Burani M.<sup>(1)</sup> ; Abtahi B.<sup>(2)</sup> ; Bahmani M.<sup>(3)</sup> ;  
Kazemi R.<sup>(4)</sup> ; Dazhandian S.<sup>(5)</sup> ; Daghigh Ruhi J.<sup>(6)</sup> and  
Amiri A.<sup>(7)</sup>

mohammadborani@yahoo.com

1,6,7- Inland Water Aquaculture Institute, P.O.Box: 66 Rasht, Iran

2- Faculty of Marine Sciences and Natural Resource, Tarbiat Modarres  
University, P.O.Box: 46414-356 Noor, Iran

3,4,5- Dr. Dadman International Sturgeon Research Institute,  
P.O.Box: 41635-3464 Rasht, Iran

**Keywords:** *Salmo trutta caspius*, Osmoregulation, Artificial Breeding, Caspian Sea

### Abstract

*Salmo trutta caspius* is a commercial migratory fish species in the Caspian Sea. Over fishing and deterioration of natural spawning grounds of the species are two major causes depressing stocks of the fish in the Sea. Thus, artificial breeding and release of salmon juveniles into the Caspian Sea is now considered an urgent need towards the rehabilitation of the stocks of the fish.

This study was conducted in early 2004 to determine the ideal weight for the release of salmon fry in order to increase fishery return coefficients in the species. For this research, we used facilities of the Marine Fisheries Breeding and Research Center in Ghazian, along the coastal areas of the Bandar Anzali. Salmon juveniles used in this study belonged to the same generation. Fishes belonging to different weight classes (5, 10, 15 and 20g) were selected in a random design and stocked in two groups of sea water at 7‰ salinity and freshwater. Osmosis was studied using blood samples collected at 0, 3, 6, 12, 24, 72, 168 and 240 hours. Heparin tubes were used for sampling blood which was centrifuged to separate blood plasma. Osmotic pressure was determined using osmometer.

Statistical analysis of the results on variations in osmotic pressure showed that after 10 days of stocking fish in seawater (7‰), fishes in all weight classes were capable of osmoregulation. Also fishes in weight classes 10, 15 and 20g were capable of osmoregulation in the Caspian Sea water.