

تغییرات اسمولاریته پلاسما و برخی فاکتورهای خونی دو گروه وزنی از بچه ماهیان انگشت قد سوف سفید (*Sander lucioperca*) در مواجهه با شوری

چکیده

تأثیر وزن بر میزان سازگاری با شوری محیط در دو گروه وزنی یک و دو گرم از بچه ماهیان سوف سفید دریای خزر (*Sander lucioperca*) با استفاده از مطالعه میزان بقاء، تغییرات فشار اسمزی پلاسما در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت پس از انتقال مستقیم به آب شیرین، آب شور ۷ در هزار و آب دریای خزر (۱۲ در هزار) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، MCH، MCV، MCHC مربوط به زمان ۲۴۰ ساعت پس از مواجهه با شوری اندازه گیری شد. تأثیر وزن بر میزان فشار اسمزی در هر دو گروه معنی دار بود ($P < 0.05$). اسمولاریته پلاسمای بچه ماهیان یک گرمی، ۷۲ ساعت پس از ورود به آب دریای خزر به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$) و تا زمان ۲۴۰ ساعت تقریباً ثابت باقی ماند، درحالی که در شوری ۷ در هزار، فشار اسمزی پلاسما در زمان ۲۴۰ ساعت نسبت به زمان ۷۲ ساعت کاهش معنی دار یافت ($P < 0.05$). در دو گرمی ها اسمولاریته پلاسما، ۲۴ ساعت پس از ورود به شوری دریای خزر به طور معنی داری افزایش یافته و پس از این زمان تا انتهای ۱۰ روز به طور معنی داری کاهش یافت ($P < 0.05$) و در شوری ۷ در هزار پس از افزایش معنی دار در زمان ۶ ساعت، روند تقریباً ثابتی را تا انتهای آزمایش طی نمود ($P > 0.05$). تعداد گلبول های قرمز، مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، متوسط هموگلوبین گلبولی و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول ها در بچه ماهیان دو گرمی منتقل شده به هر دو تیمار آب شور ۷ و ۱۲ در هزار، در انتهای آزمایش نسبت به آب شیرین کمتر بود و در مقدار MCHC مربوط به آب ۷ در هزار در دو گرمی ها کاهش معنی دار نسبت به آب شیرین پیدا شد ($P < 0.05$). براساس نتایج بدست آمده به نظر می رسد با وجودی که مکانیسم های تنظیم فشار اسمزی بچه ماهیان دو گرمی در مواجهه با شوری بهتر از یک گرمی ها عمل نمود، اما یک گرمی ها نیز توان تحمل شوری محیط را در مدت ۱۰ روز داشته اند. بنابراین سیستم تنظیم یون و آب بدن در آن ها تا حدود نسبتاً زیادی می تواند تکامل یافته باشد. به این نتیجه کلی می توان رسید که بچه ماهیان سوف سفید از وزن یک گرم قادر به تحمل شوری های آب دریای خزر تا محدوده ۱۲ در هزار می باشند.

واژگان کلیدی: سوف سفید، شوری، دریای خزر، *Sander lucioperca*

محدثه احمدنژاد^{*۱}

شهربانو عریان^۲

محمود بهمنی^۳

محمد صیاد بورانی^۴

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشجوی دکتری زیست شناسی، تهران، ایران
۲. دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم پایه، استاد گروه زیست شناسی، تهران، ایران
۳. موسسه تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، دانشیار پژوهشی، رشت، ایران
۴. پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی ایران، استادیار پژوهشی، بندرانزلی، ایران

*مسئول مکاتبات:

m_ahmadnezhad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۳۰

مقدمه

دریای خزر رودکوک است، ماهیان رودکوک برای تخم گذاری به رودخانه ها مهاجرت می کنند. شروع رشد این ماهیان نیز در آب شیرین بوده و سیستم اسمزی در آنان در این محیط شکل می گیرد (کرایوشکینا، ۱۳۷۸).

شوری و تغییرات آن از فاکتورهای کلیدی موثر بر بقاء، متابولیسم و پراکندگی در طول رشد و نمو ماهی تحت به شمار می روند.

ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) از ماهیان استخوانی با ارزشی است که در حوضه دریای بالتیک، سیاه، اژه، خزر، آزوف و آرال پراکنش داشته (Craig, 2000) و در ایران از کلیه نواحی ساحلی دریای خزر از آستارا تا رودخانه اترک و همچنین از رودخانه ارس گزارش شده است (عبدالملکی، ۱۳۸۰). سوف سفید

تغییرات اسمولاریته پلاسما و برخی فاکتورهای خونی دو گروه وزنی از بچه ماهیان انگشت قد سوف سفید ..

حرارت‌های متفاوت درمورد ماهیان مختلف توسط محققین زیادی گزارش شده است (Weber *et al.*, 1990). مطالعه تنظیم اسمزی درمورد گونه ماهی سوف سفید اندک است (Neacsu *et al.*, 1981; Craciun *et al.*, 1982; Zhmurova and Somkina, 1976). در این راستا می‌توان به مطالعه اثرات فیزیولوژیک آب شور بر ماهی سوف بالغ کانال‌های آبی بریتانیا توسط Brown و همکاران (۲۰۰۱) اشاره نمود.

هدف از این تحقیق مقایسه تغییر فشار اسمزی پلاسما و فاکتورهای خونی دو گروه وزنی (یک و دو گرمی) از بچه‌ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) در اثر ماندن در سه شوری مختلف، کم‌تر از نیم، ۷ و ۱۲ در هزار (آب دریای خزر) به مدت ۲۴۰ ساعت و تاثیر وزن بر توانایی تنظیم اسمزی در این گونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بچه ماهیان سوف سفید دریای خزر (*Sander lucioperca*) حاصل از تکثیر نیمه‌مصنوعی یک نسل در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی دکتر یوسف پور سیاهکل تهیه شد. عملیات تیمارداری در ایستگاه تحقیقاتی تخصصی تغذیه و غذای زنده آبزیان (ساحل غازیان) وابسته به پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی کشور (بندر انزلی) در سال ۱۳۹۰ انجام شد.

دو گروه وزنی (گروه ۱: وزن $1/09 \pm 0/01$ گرم و طول کل $60/1 \pm 0/27$ میلی‌متر، گروه ۲: وزن $2/03 \pm 0/03$ گرم و طول کل $69/76 \pm 0/4$ میلی‌متر) از بچه‌ماهیان انتخاب شده و جهت تطابق‌پذیری با شرایط محیط جدید، به مدت یک هفته (Gonzalez, 2005) در وان‌های ۵۰۰ لیتری با جریان آب ورودی و خروجی و هوادهی با هواده فیلتردار نگهداری شدند. سپس هر گروه مستقیماً به ۹ وان ۱۰۰ لیتری حاوی ۳ محیط، آب شیرین (شاهد، شوری کم‌تر از نیم در هزار، FW)، آب شور ۷ در هزار (7S) و آب دریای خزر (SW، شوری ۱۲ در هزار) و ۳ تکرار (در مجموع ۱۸ وان) انتقال داده شدند (صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۸۴). تراکم وزنی بچه ماهیان $0/99$ گرم در لیتر (Szkudlarek and Zakêoe, 2002) (گروه یک‌گرمی ۱۰۰ قطعه و گروه دوگرمی ۵۰ قطعه در هر وان) انتخاب شد. آب دریا با شوری ۱۲ در هزار از عمق حدود ۵۰ متری غرب دریای خزر

استقرار موفقیت‌آمیز یک گونه در یک زیستگاه مشخص، به توانایی هر مرحله از رشد و نمو آن گونه در فائق آمدن بر استرس شوری از طریق تنظیم اسمزی بستگی دارد، به‌طوری که مشخص شده ماهیان استخوانی بالغ توسط اندام‌های مختلف از جمله پوست، روده، حفره‌های آبششی و اندام‌های ادراری، یون و آب بدن خود را تنظیم می‌کنند (Varsamos *et al.*, 2005). بیش‌تر مطالعات انجام شده در ماهیان رودکوچ به مکانیسم‌های سازگاری به شوری و تنظیم فشار اسمزی و یونی اختصاص داشته است. در آزاد ماهیان که احتمالاً بیش‌ترین مطالعات در میان ماهیان رودکوچ روی آن‌ها صورت گرفته است، مرحله سازگاری به آب دریا به خوبی شناخته شده و به‌عنوان مرحله اسمولت شدن (Smoltification) نامیده می‌شود. در این مرحله تغییرات سریع مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و رفتاری اتفاق می‌افتد که به‌وسیله هورمون‌های اندوژن (هورمون‌هایی که درون بدن ساخته می‌شوند) واسطه‌گری می‌شود (Boeuf, 1993; Folmar and Dickhoff, 1980; Hoar, 1988). در طول این مرحله آزادماهیان آب شیرین تحت شرایطی بسیار شبیه به متامورفوز ثانویه، همراه با تغییرات پیش از سازگاری قرار می‌گیرند که قبل از قرار گرفتن در معرض آب دریا در آبشش‌ها و روده رخ می‌دهد. این تغییرات اجازه می‌دهد تا ماهی در محیط‌های هایپراسموتیک فشار اسمزی و یون‌ها را تنظیم نماید، ولی در مورد این که این مرحله در سایر گونه‌های رودکوچ چگونه اتفاق می‌افتد، مطالعه بسیار اندکی انجام شده است (McDowall, 1988, 1997). همچنین در آزادماهیان این نکته بیان شده که اندازه بدن فاکتور اصلی در گسترش توان تحمل شوری و تنظیم اسمزی می‌باشد (Evans *et al.*, 2005). پی بردن به توانایی تنظیم اسمزی بچه‌ماهیان منوط به شناخت مکانیسم‌های متعددی است که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم با هم مرتبط هستند. بررسی فشار اسمزی پلاسما و مطالعات خون‌شناسی ابزار ارزشمندی برای تعیین شرایط فیزیولوژیکی در ماهیان می‌باشند.

پارامترهای خونی عمدتاً به عنوان شاخص‌های شرایط فیزیولوژیکی یا پاسخ‌های استرس زیرکشنده در ماهی نسبت به تغییراتی با منشأ داخلی یا خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Cataldi *et al.*, 1998; Belanger *et al.*, 2001). تغییرات فاکتورهای خونی در غلظت‌های مختلف نمک و درجه

نموده، سپس محلول رقیق کننده ریس را تا درجه ۱۰۱ وارد کرده که در نتیجه رقت به دست آمد، سپس در زیر لام نتوبار شمارش و از فرمول زیر برای محاسبه تعداد گلبول‌های قرمز استفاده شد:

تعداد گلبول‌های قرمز در یک میلی‌متر مکعب خون = $10/000 \times$ مجموع تعداد گلبول‌های قرمز شمارش شده در ۵ مربع کوچک

هموگلوبین به روش استاندارد سیان مت‌هموگلوبین مورد سنجش قرار گرفت. هماتوکریت نیز با روش میکروه‌ماتوکریت، با سانتیفریوژ هماتوکریت و خط‌کش مخصوص هماتوکریت سنجیده شد. شاخص‌های متوسط حجم گلبولی (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول‌ها (MCHC) با استفاده از فرمول‌های استاندارد زیر محاسبه گردید (Kang et al., 2005):

$$M.C.V = \frac{HCT \times 10}{RBC \text{ (میلیون)}}$$

$$M.C.H = \frac{Hb \text{ (گرم)} \times 10}{RBC \text{ (میلیون)}}$$

$$M/C.H.C = \frac{Hb \times 100}{HCT}$$

برای تعیین اثر وزن، شوری و زمان از آنالیز واریانس طرح‌های چند عاملی آنوای سه طرفه (Three Way Anova) (وزن $\times$ تیمار شوری $\times$ زمان) استفاده شد. به شرط وجود اثر متقابل معنی‌دار، از سه آنالیز واریانس دوطرفه برای مقایسه هر جفت از فاکتورها (وزن $\times$ تیمار شوری در هر زمان، وزن $\times$ زمان در هر شوری، تیمار شوری $\times$ زمان در هر وزن) استفاده شد. در صورت وجود اثرات متقابل معنی‌دار در هر سطح برای مقایسه بین شوری‌های مختلف هر زمان، در هر گروه وزنی از آنالیز واریانس دو طرفه استفاده شد. برای تعیین اختلاف تیمارها در مقادیر اسمولاریته پلاسما از تست توکی (Tukey Test) استفاده شد. جهت مقایسه هر یک از فاکتورهای خونی در شوری‌های مختلف در زمان ۲۴۰ ساعت از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. جهت مقایسه هر یک از فاکتورهای خونی در دو گروه وزنی در هر یک از تیمارها از آزمون T-test استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از برنامه SPSS.VER13 و رسم جداول و نمودارها با برنامه اکسل انجام شد.

واقع در بندر انزلی آماده گردید. آب ۷ در هزار با مخلوط نمودن آب شیرین چاه با آب دریا تهیه شد، به این طریق که آن‌قدر آب چاه به آب دریا افزوده شد تا شوری اندازه‌گیری شده با شوری سنج مقدار ۷ در هزار را نشان داد. برای تیمار آب شیرین از آب چاه ایستگاه تحقیقاتی استفاده شد. آب وان‌ها هر روز تعویض شده و بچه‌ماهیان با غذای زنده تهیه شده در ایستگاه (شامل دافنی و کرم خونی شیرونومیده و گاماروس) به میزان ۲ درصد وزن بدن و دو بار در روز تغذیه شدند (Sadok et al., 2004). بچه‌ماهیان تحت شرایط نور طبیعی قرار داشته و شوری آب وان‌ها هر روز توسط دستگاه شوری‌سنج کنترل گردید. طول مدت آزمایش ۱۰ روز بود.

برای تعیین اسمولاریته پلاسما، در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت، از هر تکرار تعدادی بچه ماهی (۲۰-۱۵ قطعه از گروه ۱ و ۱۰ قطعه از گروه ۲) به‌طور تصادفی انتخاب شده، از ساقه دمی آن‌ها توسط لوله موئینه هیپارینه خون‌گیری به‌عمل آمد و با روش Pouling (خون‌گیری از چند قطعه بچه‌ماهی که در شرایط مشابه پرورش یافته‌اند) مورد بررسی قرار گرفتند (کاظمی و همکاران، ۱۳۷۹). همچنین میزان تلفات بچه‌ماهیان در فواصل زمانی فوق‌الذکر ثبت شد (Krayushkina et al., 1995). از خون نمونه‌برداری شده در زمان ۲۴۰ فقط برای بررسی‌های خونی استفاده شد. پس از خون‌گیری در هریک از زمان‌های نمونه‌برداری بچه‌ماهیان زیست‌سنجی شدند.

به منظور جدا نمودن پلاسما، نمونه‌های خون با دور ۵۵۰۰ در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتیفریوژ شدند. فشار اسمزی پلاسما با اسمومتر مدل (Type 13) Nr. 9610003 ساخت شرکت Roebling آلمان و براساس نقطه انجماد پلاسما و برحسب میلی‌اسمول در لیتر اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های خونی از خون هیپارینه مربوط به زمان ۲۴۰ ساعت استفاده شد. برای شمارش گلبول‌های قرمز یا اریتروسیت‌ها با استفاده از پیت ملانژور قرمز و با ماده رقیق کننده، خون رقیق و با لام هموسیستمتر شمارش شد. جهت شمارش گلبول‌های قرمز ابتدا لوله حاوی خون کاملاً تکان داده شد تا خون یکنواخت شود. سپس با استفاده از پیت ملانژور مخصوص شمارش گلبول‌های قرمز تا درجه ۵/۱۰ از خون پر

نتایج

نرخ بقاء هر دو گروه وزنی یک و دو گرم در هر سه تیمار بالاتر از ۹۵ درصد و فاقد اختلاف معنی دار بود ($P < 0.05$) (جدول ۱).

جدول ۱: نرخ بقاء بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) یک و دو گرم در شوریه های مختلف به مدت ۲۴۰ ساعت در سال ۱۳۹۰

گروه وزنی	تیمار شوریه		
	آب شیرین	شوریه ۷ در هزار	شوریه ۱۲ در هزار
۱	۹۷/۷±۰/۳ درصد	۹۸/۷±۰/۳ درصد	۹۹±۰/۵۷ درصد
۲	۹۷/۷±۰/۶۷ درصد	۹۹±۰/۶ درصد	۹۸±۰/۶ درصد

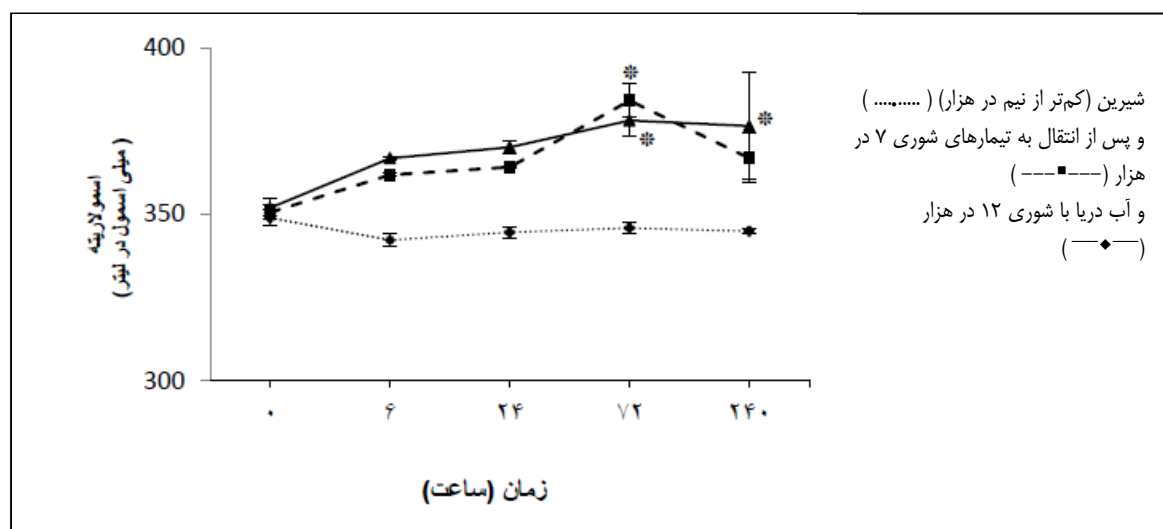
در مورد اسمولاریته پلاسما، آنالیز واریانس طرح های چند عاملی اثر متقابل معنی داری بین وزن، زمان و تیمار شوریه نشان داد ($P < 0.05$). به علاوه، آنالیز واریانس دو طرفه اثر متقابل معنی داری بین هریک از جفت فاکتورها نشان داد، به طوری که وزن، تیمار شوریه و زمان همگی در تعیین اسمولاریته پلاسما مهم بودند. اثر متقابل وزن و زمان در شوریه های ۷ در هزار و ۱۲ در هزار و اثر متقابل تیمار شوریه و زمان در هر وزن معنی دار بود ($P < 0.05$). همچنین ارتباط معکوسی بین وزن و میزان اسمولاریته پلاسما بدست آمد ($r = -0.409$).

نتایج حاصل از اندازه گیری فشار اسمزی پلاسمای بچه ماهیان دو گروه وزنی در ۳ تیمار شوریه (آب شیرین (FW) به عنوان شاهد (کمتر از نیم در هزار)، شوریه ۷ در هزار (7S) و آب دریای خزر (SW) با شوریه ۱۲ در هزار) و در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت نشان داد که در گروه وزنی یک گرم، بیشترین میزان میانگین فشار اسمزی پلاسما به زمان صفر تعلق داشت ($2/31 \pm 349$ میلی اسمول بر لیتر) میانگین فشار اسمزی پلاسما ۶ ساعت پس از انتقال به آب شیرین به میزان کمی کاهش یافت ($P > 0.05$) و تا انتهای آزمایش (زمان ۲۴۰ ساعت) تقریباً ثابت باقی ماند، به طوری که بین مقادیر میانگین آن در فواصل زمانی مختلف نمونه برداری، در تیمار آب شیرین اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

بیشترین میزان میانگین فشار اسمزی پلاسمای گروه یک گرم، در تیمار آب ۷ در هزار و تیمار آب دریا، به زمان ۷۲ ساعت تعلق داشت که به طور معنی داری بیش تر از مقدار آن در تیمار آب شیرین در همان زمان بود ($P < 0.05$).

۶ ساعت پس از انتقال بچه ماهیان یک گرمی به آب ۷ در هزار، فشار اسمزی پلاسما افزایش یافت و روند افزایشی تا زمان ۲۴ و ۷۲ ساعت ادامه داشت، تا این که در زمان ۷۲ ساعت به بیشترین میزان خود یعنی ۹/۶ درصد فشار اسمزی در زمان صفر رسید. پس از آن در زمان ۲۴۰ ساعت کاهش یافته و به حدی رسید که با میزان آن در آب شیرین فاقد اختلاف معنی دار بود ($P > 0.05$). روند تغییر میانگین فشار اسمزی در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴ و ۷۲ ساعت در تیمار آب دریا شبیه تیمار آب ۷ در هزار بود. بیشترین میزان فشار اسمزی در زمان ۷۲ ساعت مشاهده شد، به طوری که سطح آن ۷/۵ درصد نسبت به زمان صفر افزایش یافت و در عین حال این مقدار به طور معنی داری بالاتر از سطح فشار اسمزی مربوط به تیمار آب شیرین در همین زمان بود ($P < 0.05$). روند کاهش فشار اسمزی پس از زمان ۷۲ ساعت تا زمان ۲۴۰ ساعت به قدری آهسته بود که میزان آن در ساعت ۲۴۰، اختلاف معنی داری با زمان ۷۲ ساعت نداشت ($P > 0.05$), در حالی که به طور معنی داری بالاتر از آب شیرین بود ($P < 0.05$). به نظر می رسد، فشار اسمزی پس از رسیدن به مقدار بیشینه خود در زمان ۷۲ ساعت، تا زمان ۲۴۰ ساعت تقریباً ثابت باقی ماند (شکل ۱).

در گروه وزنی دو گرم، بیشترین میزان میانگین فشار اسمزی در آب شیرین به زمان ۷۲ ساعت تعلق داشت. تغییرات سطح فشار اسمزی در فواصل نمونه برداری طی ۱۰ روز قرار گرفتن در آب شیرین اندک بود و اختلاف معنی دار آماری بین آن ها مشاهده نشده و روند تقریباً ثابتی داشت.



شکل ۱: تغییرات فشار اسمزی پلاسما در بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) یک گرم در تیمارهای مختلف آب در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت (۱۳۹۰)

مقادیر به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار می باشند. مقایسه داده ها به تفکیک گروه وزنی و تفکیک شوری-زمان انجام گرفت. * نشانگر اختلاف معنی دار با مقدار آب شیرین در همان زمان ($P < 0.05$) ** نشانگر اختلاف معنی دار با مقدار آب شیرین و ۷ در هزار در همان زمان ($P < 0.05$). مقادیر بدون نشانه و با نشانه یکسان در یک زمان فاقد اختلاف معنی دار هستند (آزمون توکی، $P > 0.05$).

بالاتر از ارقام مربوط به آب شیرین بود، ولی اختلاف معنی داری با مقدار آن در آب شیرین نداشت ($P > 0.05$). میزان هماتوکریت در این زمان در شوری ۷ در هزار افزایش و در شوری ۱۲ در هزار کاهش بسیار اندکی داشت، ولی این ارقام اختلاف معنی داری با رقم آب شیرین نداشتند ($P > 0.05$). در بچه ماهیان دو گرم هر چند میانگین مقادیر Hb ، PCV ، RBC ، MCH و $MCHC$ (به جز MCV) ۲۴۰ ساعت پس از ماندن در دو تیمار شوری ۷ و ۱۲ در هزار دریای خزر، کمتر میانگین مقادیر این پارامترها در آب شیرین بود، ولی اختلاف معنی داری با آن نداشت ($P > 0.05$). میانگین میزان $MCHC$ در شوری ۷ در هزار به طور معنی داری بالاتر از آب شیرین بود ($P < 0.05$). (جدول ۲).

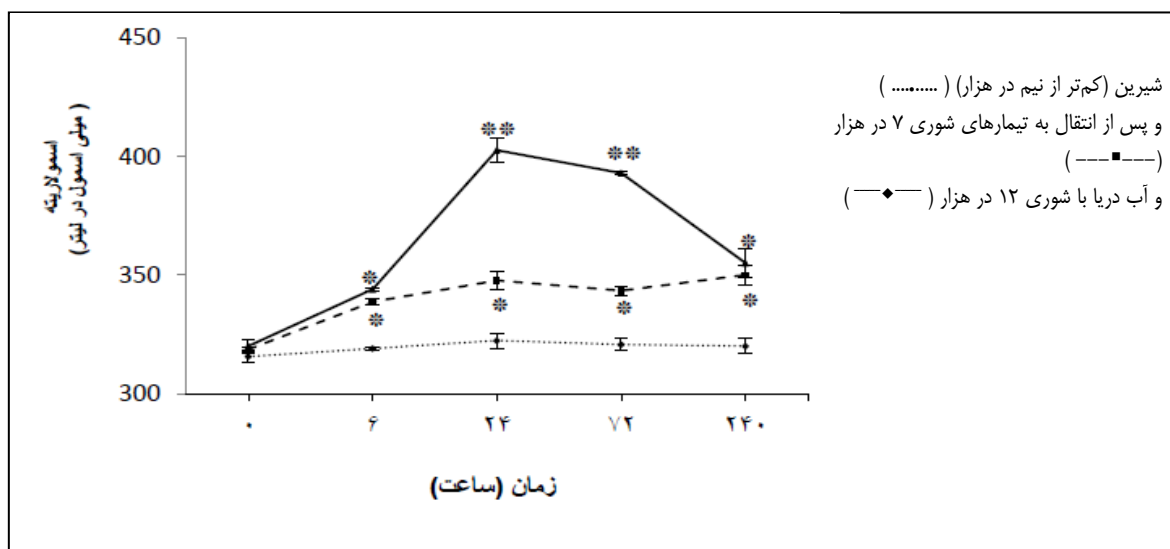
میانگین مقادیر تمام پارامترهای خونی بچه ماهیان یک و دو گرم در آب شیرین فاقد اختلاف معنی دار بودند ($P > 0.05$). در شوری ۷ در هزار PCV و RBC گروه یک گرم به طور معنی داری بالاتر از گروه دو گرم بود و در شوری ۱۲ در هزار Hb و PCV بچه ماهیان یک گرمی به طور معنی داری بالاتر از دو گرمی ها بوده است ($P < 0.05$) (جدول ۲).

در آب ۷ در هزار فشار اسمزی ۶ ساعت پس از انتقال به این تیمار، افزایش معنی داری یافت ($P < 0.05$) و تا زمان ۲۴ ساعت به بیش ترین مقدار رسید. به عبارت دیگر نسبت به زمان صفر به میزان ۹/۱ درصد افزایش نشان داد. در ۷۲ ساعت به مقدار اندکی کاهش و در ۲۴۰ ساعت کمی افزایش نشان داد، ولی مقادیر مربوط به این زمان ها با زمان ۲۴ ساعت اختلاف معنی دار نداشت. به نظر می رسد میزان فشار اسمزی پلاسما در آب ۷ در هزار پس از افزایش یافتن در زمان ۲۴ ساعت به مقدار جدیدی رسیده و تا پایان آزمایش در این مقدار تقریباً ثابت باقی ماند.

در شوری آب دریا نیز فشار اسمزی ۶ ساعت پس از انتقال به این تیمار، افزایش معنی داری یافت، سپس به طور معنی داری به بالاترین میزان خود در ۲۴ ساعت رسید، به طوری که ۲۵/۸۳ درصد نسبت به زمان صفر بالاتر بود ($P < 0.05$). پس از آن روند کاهشی در پیش گرفت و در زمان ۲۴۰ ساعت به مقدار نزدیک به مقدار آن در آب ۷ در هزار رسید ($P > 0.05$). (شکل ۲).

در بچه ماهیان یک گرم میزان هموگلوبین، تعداد گلبول های قرمزخون و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول ها ($MCHC$) در زمان ۲۴۰ ساعت پس از انتقال به شوری ۷ و ۱۲ در هزار نسبتاً

تغییرات اسمولاریته پلاسما و برخی فاکتورهای خونی دو گروه وزنی از بچه ماهیان انگشت قد سوف سفید ..



شکل ۲: تغییرات فشار اسمزی پلاسما در بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) دو گرم در تیمارهای مختلف آب در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و ۲۴۰ ساعت (۱۳۹۰)

مقادیر به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار می باشند. مقایسه داده ها به تفکیک گروه وزنی و تفکیک شوری-زمان انجام گرفت. * نشانگر اختلاف معنی دار با مقدار آب شیرین در همان زمان ($P < 0.05$) ** نشانگر اختلاف معنی دار با مقدار آب شیرین و ۷ در هزار در همان زمان ($P < 0.05$). مقادیر بدون نشانه و با نشانه یکسان در یک زمان فاقد اختلاف معنی دار هستند (آزمون توکی، $P > 0.05$).

جدول ۲: مقایسه مقادیر میانگین پارامترهای خونی بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) یک و دو گرمی پس از ۲۴۰ ساعت قرار گرفتن در تیمارهای شوری مختلف (۱۳۹۰)

تیمارهای شوری			گروه وزنی (گرم)	پارامترهای خونی
آب دریا، ۱۲ در هزار	آب ۷ در هزار	آب شیرین (کمتر از نیم در هزار)		
$3/15 \pm 0/02^*$	$3/18 \pm 0/31$	$2/69 \pm 0/18$	۱	Hb (گرم/دسی لیتر)
$2/73 \pm 0/04^*$	$2/3 \pm 0/18$	$2/79 \pm 0/29$	۲	
$37/50 \pm 1/5^*$	$41 \pm 1^*$	38 ± 2	۱	Pcv (درصد)
$30/50 \pm 0/5^*$	$30 \pm 0/00^*$	$30/5 \pm 1/5$	۲	
1700 ± 230	$1920 \pm 100^*$	1585 ± 175	۱	RBC (10^3 سلول/میلی متر مکعب)
1415 ± 5	$1370 \pm 10^*$	1425 ± 115	۲	
$223/49 \pm 21/41$	$213/85 \pm 5/9$	$241/30 \pm 14/02$	۱	MCV (فمتولیترا)
$215/54 \pm 2/77$	$219 \pm 1/6$	$214/6 \pm 6/8$	۲	
$18/84 \pm 2/44$	$16/54 \pm 0/77$	$17/29 \pm 3/07$	۱	MCH (پیکوگرم)
$19/29 \pm 0/14$	$16/80 \pm 1/06$	$19/51 \pm 0/15$	۲	
$0/084 \pm 0/003$	$0/077 \pm 0/006$	$0/071 \pm 0/009$	۱	MCHC (درصد)
$0/09 \pm 0/00$	$0/077 \pm 0/004^{**}$	$0/09 \pm 0/002$	۲	

* نشانه اختلاف معنی دار آماری در یک ستون بین گروه ۱ و ۲ ** نشانه اختلاف معنی دار با مقدار آب شیرین و آب دریا در یک گروه (گروه ۲) در سطح اطمینان ۰/۰۵ می باشد. مقادیر بصورت میانگین $\pm$ انحراف معیار است.

بحث و نتیجه گیری

در مطالعات انجام شده روی ماهیان استخوانی یوری هالین نشان داده شده که توانایی تحمل شوری را عموماً می‌توان با میزان بقای ماهیان پس از انتقال مستقیم و یا تدریجی به محیط‌هایی با شوری‌های گوناگون تعیین کرد (Hiroi and McCormick, 2007; Kang et al., 2010). بالا بودن نرخ بقا در هردو گروه وزنی از بچه‌ماهیان انگشت قد سوف سفید در این مطالعه نشان داد که بچه ماهیان این محدوده وزنی قادرند انتقال سریع به شوری آب دریای خزر تا ۱۲ قسمت در هزار را به مدت ۱۰ روز تحمل نمایند. مطالعه تحمل شوری در ماهیان سوف بالغ در آب‌های داخلی بریتانیا نشان داد که این ماهیان قدرت تحمل انتقال ناگهانی به شوری تا حد ۱۶ قسمت در هزار را داشتند (Brown et al., 2001). نتیجه مطالعه حاضر اثر متقابل معنی‌داری بین اثر وزن و تیمار شوری و زمان بر اسمولاریته پلاسما نشان داد. بنابراین مشخص شد که هر یک از عوامل وزن، تیمار شوری و زمان در تعیین اسمولاریته پلاسما مهم و تاثیر گذارند. به عبارت دیگر اثر تیمار شوری بر فشار اسمزی پلاسمای بچه ماهیان سوف سفید در محدوده وزنی ۱ تا ۲ گرم به وزن و مدت زمان قرارگرفتن در معرض شوری وابسته است. نتیجه مشابهی در مورد دو گروه وزنی ۱۰ و ۳۰ گرم از ماهی خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) بدست آمد (Mojazi Amiri et al., 2009).

افزایش میزان اسمولاریته پلاسمای هر دو گروه پس از مواجهه با شوری‌های ۷ و ۱۲ در هزار نتیجه‌ای است که به‌طور عمده در اکثر ماهیان مطالعه شده از جمله ماهی تیلایپای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) (Sardella et al., 2004)، تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) (Fontainhas-Fernandes et al., 2001)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Morgan and Iwama, 1996)، ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) (صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۸۴)، تاس ماهی خلیج مکزیک (*Acipenser oxyrinchus*) (Altinok et al., 1998) و ماهی خاویاری چینی جوان (*Acipenser sinensis*) (He et al., 2009) گزارش شده است. این تغییرات می‌تواند به

تغییرات در محتوای آب خون نسبت داده شود که به‌وسیله تغییر شوری محیط ایجاد می‌شود (Plaut, 1998). در شروع قرار گرفتن در معرض یک محیط هایپراسموتیک یا ایزواسموتیک ماهی از طریق انتشار تسهیل شده آب از دست می‌دهد. بنابراین غلظت یون‌های سرم افزایش می‌یابد. افزایش عمل نوشیدن آب که یک مکانیسم جبرانی است که به‌طور موقت سبب رقت پارامترهای خون می‌شود. در نهایت این‌ها به‌واسطه سایر مکانیسم‌های تنظیم اسمزی به یک کمیت (مقدار) ثابت جدید باز می‌گردند (Martínez- Álvarez et al., 2002).

فشار اسمزی پلاسمای یک گرمی‌ها پس از انتقال به شوری ۷ در هزار در زمان ۶ ساعت افزایش یافت و این روند افزایش ادامه یافت و در ۷۲ ساعت به‌طور معنی‌داری بالاتر از آب شیرین قرار گرفته و به اوج خود رسید. آن‌گاه فشار اسمزی در انتهای آزمایش کاهش یافته و به نقطه‌ای رسید که مقدار آن با آب شیرین فاقد اختلاف معنی‌دار بود. در شوری آب دریا (۱۲ در هزار) روند تغییرات اسمولاریته پلاسما همانند شوری ۷ در هزار بود، به‌طوری که تا ۷۲ ساعت روند افزایشی داشت و نقطه اوج معنی‌دار نسبت به آب شیرین در زمان ۷۲ ساعت بود. پس از آن کاهش یافته و به یک مقدار جدید در زمان ۲۴۰ ساعت رسید. این مقدار جدید هرچند به‌طور معنی‌داری بالاتر از آب شیرین در همان زمان قرار داشت، اما با مقدار مشابه در شوری ۷ در هزار فاقد اختلاف معنی‌دار بود. به عبارت دیگر در هر دو شوری ۷ و ۱۲ در هزار، ۷۲ ساعت طول کشید تا در اسمولاریته پلاسمای بچه‌ماهیان یک گرمی سوف سفید اختلال معنی‌داری به وجود آید. به نظر می‌رسد که گذشت زمان و بیش‌تر ماندن در معرض شوری سبب افزایش معنی‌دار در اسمولاریته پلاسما در یک گرمی‌ها شده باشد، اما در دو گرمی‌ها در شوری ۷ در هزار افزایش اسمولاریته پلاسما از زمان ۶ ساعت نسبت به آب شیرین معنی‌دار بود و نقطه اوج این مقدار در زمان ۲۴ قرار داشت. پس از آن یک کاهش اندک در ۷۲ ساعت و افزایش کمی در ۲۴۰ ساعت مشاهده شد، به طوری که در مجموع افزایش اسمولاریته پلاسما پس از انتقال بچه‌ماهیان دو گرمی به شوری ۷ در هزار در ۶ ساعت تا ۲۴۰ ساعت یک روند خطی نسبتاً هموار را پیمود، چنان که به نظر می‌رسد در طول مدت ۶ تا ۲۴۰ ساعت در وضعیت جدید نسبتاً ثابتی باقی مانده و این موضوع شوری ۷ در هزار را به عنوان نقطه ایزوالکتریک در

تغییرات اسمولاریته پلاسما و برخی فاکتورهای خونی دو گروه وزنی از بچه ماهیان انگشت قد سوف سفید ..

oxyrinchus) و ماهی خاویاری چینی جوان (*Acipenser sinensis*) در ۲۴ ساعت بعد از انتقال به آب لب شور اتفاق می افتد (Altinok et al., 1998; He et al., 2009). فاصله زمان بحرانی (۲۴ ساعت در دو گرمی ها و ۷۲ ساعت در یک گرمی ها) تا ۲۴۰ ساعت بعدی شروع دوره تثبیت و پایداری است، یعنی زمانی که اسمولاریته سرم شروع به کاهش می نمایند. به این ترتیب مشخص می شود که دوره بحرانی در گروه دو گرم کوتاه تر بوده و به نظر می رسد مکانیسم های جبرانی فیزیولوژیک برای تنظیم آب و یون بدن در این گروه نسبت به یک گرمی ها زودتر شروع می شود. Altinok و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که اسمولاریته و غلظت های یونی بعد از انتقال به آب لب شور در گونه *A. oxyrinchus* به شدت افزایش یافت، به طوری که در زمان ۲۴ ساعت به بیش ترین مقدار خود رسید و به دنبال آن به سطح پایه کاهش یافت.

Brown و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه اثرات فیزیولوژیکی آب های شور بر ماهی سوف ۱۵۰ تا ۴۵۰ گرمی صید شده از کانال آبی (Grand Union) واقع در بریتانیا گزارش نمودند که فشار اسمزی پلاسما یک روز پس از انتقال ناگهانی ماهیان سوف به شوری ۸ قسمت در هزار تغییر محسوسی نکرد و پس از گذشت ۶ روز افزایش معنی داری نسبت به آب شیرین داشت. پس از انتقال سریع به شوری ۱۶ قسمت در هزار مقدار اسمولالیه پلاسما در ۲۴ ساعت اول به طور معنی داری بالا رفت و این مقدار تا ۵ روز بعد از آن (روز ششم) به طور معنی داری افزایش یافت.

از سوی دیگر اثر معنی دار وزن بر میزان اسمولاریته پلاسما و همچنین وجود رابطه معکوس بین وزن و اسمولاریته پلاسما در نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده آن است که مطابق با ارتباط معکوسی که عموماً بین اندازه و سازگاری به آب دریا در ماهیان یوری هالین وجود دارد (Jonassen et al., 1997) در بچه ماهیان سوف نیز وزن عامل موثری در سازگاری به محیط دریا است و بچه ماهیان بزرگ تر سازگاری بهتری با افزایش شوری محیط نشان دادند. در این رابطه Krayushkina و همکاران (۱۹۹۶) بیان نمودند که در ماهیان جوان هم سن ماهیان بزرگ تر سطح بالاتری از گسترش و توسعه مکانیسم تنظیم فشار اسمزی را دارند که ثابت نسبی در اسمولاریته سرم را پس از تغییر شوری محیط به همراه دارند.

بچه ماهیان سوف ۲ گرمی نشان دهد. در واقع اسمولاریته پلاسمای ماهی پس از انتقال به شوری ۷ در هزار در مدت کوتاه ۶ تا ۲۴ ساعته افزایش داشته، ولی مقدار اسمولاریته در این مدت به وضعیتی تقریباً ثابت رسید، به طوری که کاهش و افزایش آن با گذشت زمان بسیار اندک و بدون معنی دار نسبت به ارقام آن در زمان ۶ و ۲۴ ساعت بوده است. در شوری ۱۲ در هزار نیز ۲۴ ساعت نخست پس از انتقال به شوری زمان به هم خوردن تعادل آب و یون در بدن آن ها و پس از آن کاهش اسمولاریته تا ۲۴۰ ساعت و رسیدن به وضعیتی جدید بوده است. بنابراین در مجموع در گروه بچه ماهیان سوف سفید دو گرمی نقطه اوج افزایش اسمولاریته در زمانی زودتر نسبت به یک گرمی ها، یعنی در ۲۴ ساعت اتفاق افتاد و پس از آن روند کاهش مشاهده شد. در ماهیان یوری هالین انتقال ناگهانی و مستقیم از محیط هیپوتونیک به هایپرتونیک و بالعکس سبب القاء تغییراتی در پارامترهای اسمزی پلاسما می شود، ولی به دنبال آن سیستم تنظیم اسمزی فعال شده و سعی می کند تا کمیت های اصلی را برگردانده و بازیابی کند. در این فرآیند دو مرحله وجود دارد: ۱. مرحله سازشی که با تغییراتی در پارامترهای اسمزی همراه است و ۲. مرحله بلندمدت تنظیمی که در آن پارامترهای نام برده مجدداً به هومئوستازی می رسند (Holmes and Donaldson 1969; Maetz, 1974). این مطلب در مطالعه حاضر نیز به وقوع پیوست، به طوری که مشخص شد تطابق پذیری بچه ماهیان سوف سفید در هر دو گروه وزنی شامل دو مرحله فیزیولوژیک بحرانی و تثبیت بود. مرحله بحرانی یعنی وقتی که اسمولاریته سرم به طور موقت افزایش نشان می دهند که در گروه یک گرم ۷۲ ساعت و برای گروه دو گرم ۲۴ ساعت پس از انتقال آن ها به آب با شوری های ۷ و ۱۲ در هزار اتفاق افتاده است. بلافاصله پس از انتقال به آب لب شور مساله بحرانی که هر دو گروه با آن مواجه شدند از دست دادن آب از سطح آبشش ها به روش اسمزیست بود (Cataldi et al., 1999; McKenzie et al., 1999; Martı'nez-A' lvarez et al., 2002) و از آن جا که به دلیل بزرگ تر بودن اندازه بدن در دو گرمی ها سطح آبشش ها بیش تر می باشد، لذا در مقابل با شوری محیط میزان بیش تری آب از دست رفته، بنابراین فشار اسمزی پلاسما بسیار بالا می رود. این دوره بحرانی در ماهی خاویاری خلیج مکزیک (*Acipenser*

طول و وزن ماهی بر توانایی تنظیم اسمزی و یونی آن‌ها هم در محیط آب شیرین و هم در دریا اثر مثبت دارد. بررسی‌ها نشان داد که تحمل آب دریا در بچه‌ماهیان و انگشت‌قدهای تیلاپیا (*Oreochromis spilurus spilurus*) با اندازه ماهی و زمان تطابق‌پذیری افزایش می‌یابد (Jonassen et al., 1997). همچنین Jackson (۱۹۸۱) بیان داشت که به نظر می‌رسد نرخ افزایش و دامنه افزایش غلظت اسمزی پلاسما در قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از انتقال به آب دریا، هر دو به اندازه وابسته‌اند، به‌طوری که افزایش اندازه افزایش در توانایی سازگاری را موجب می‌شود. این نتایج تاییدی بر نتایج مطالعه حاضر می‌باشند.

در بچه‌ماهیان یک گرم میزان هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز خون و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول‌ها (MCHC) در زمان ۲۴۰ ساعت پس از انتقال به شوری ۷ و ۱۲ در هزار نسبتاً بالاتر از ارقام مربوط به آب شیرین بود، اما اختلاف معنی‌داری با مقدار آن در آب شیرین نداشت. میزان هماتوکریت در این زمان در شوری ۷ در هزار افزایش و در شوری ۱۲ در هزار کاهش بسیار اندکی داشت، ولی این ارقام اختلاف معنی‌داری با رقم آب شیرین نداشتند. بالا بودن هموگلوبین و گلبول قرمز در میزان هماتوکریت تاثیری نداشت که احتمالاً با اثرات افزایش اسمولاریته پلاسما بر حجم گلبول قرمز خنثی شده است.

در بچه‌ماهیان دو گرم در شوری ۷ در هزار میزان هموگلوبین و هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، MCHC و MCHC به میزان کمی نسبت به آب شیرین کاهش داشتند که این کاهش به‌صورت کاهش معنی‌دار در میزان MCHC مشخص شد. در شوری ۱۲ در هزار نیز میانگین مقادیر همین پارامترهای خونی به میزان کمی نسبت به آب شیرین کاهش داشت، ولی با آن اختلاف معنی‌دار نداشت. در مجموع دامنه تغییرات در گروه دو بسیار کم‌تر از گروه یک بوده است، درحالی که هیچ یک از این افزایش و کاهش‌ها واجد اختلاف معنی‌دار آماری نبوده‌اند. هر چند ارقام پارامترهای خونی گروه یک گرم در شوری ۷ و ۱۲ در هزار نسبت به آب شیرین اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند، ولی گروه بچه‌ماهیان دو گرمی ارقامی نزدیک‌تر به آب شیرین و حتی در مورد MCHC در شوری ۷ در هزار کاهش معنی‌دار نسبت به آب شیرین داشتند که به نظر می‌رسد وضعیت بچه‌ماهیان سوف سفید دو گرمی در مقابل شرایط استرس‌زای شوری پس از مدت

۱۰ روز بهتر بوده است. این موضوع می‌تواند حکایت از عملکرد بهتر مکانیسم‌های تنظیم اسمزی در این گروه وزنی باشد. در بررسی Brown و همکاران (۲۰۰۱) بر روی اثرات فیزیولوژیک شوری بر ماهی سوف سفید بالغ نیز مشخص شد که در روز ششم هماتوکریت و MCHC به مقادیرشان بازگشتند. همچنین نتایج Sardella و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش بر روی شاخص‌های فیزیولوژیکی استرس به هنگام تنظیم اسمزی هیبریدهای جوان تیلاپیای موزامبیک در آب‌های بسیار شور نشان دادند که پس از انتقال تدریجی این ماهیان از شوری صفر به شوری ۳۵ گرم در هزار تغییری در پارامترهای خونی مثل هماتوکریت و MCHC پدیدار نشد و این فاکتورها تحت تاثیر شوری قرار نگرفتند. در بررسی حاضر در شوری ۷ و ۱۲ در هزار، RBC، شاخص هماتوکریت و هموگلوبین در بچه‌ماهیان دو گرمی کم‌تر از بچه‌ماهیان یک گرم بود. این نتیجه موافق با نتایج Sanchez و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی است که بر روی *Acipenser naccarii* برای یافتن رابطه سن و وزن با تغییرات شوری محیط انجام دادند. آن‌ها مشاهده نمودند که در ماهیان یک ساله با وزن کمتر، هماتوکریت و RBC با افزایش شوری بالا رفته، ولی هموگلوبین کاهش یافت. در حالی‌که در سن ۲ و ۴ ساله‌ها و با وزن بیش‌تر هر سه فاکتور با افزایش شوری کاهش داشت (Sanchez et al., 2000). همچنین نتایج تاثیر تطابق‌پذیری تدریجی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۵۰ گرمی از آب شیرین تا شوری آب دریا با شوری ۶۶ درصد در مدت ۵ روز در آزمایشات Shepherd و همکاران (۲۰۰۵) هیچ‌گونه تاثیری بر هماتوکریت و هموگلوبین نشان نداد، ولی تغییرات کوچک در این پارامترهای خونی مشخص نمود که اختلالات بسیار کمی در حجم پلاسما وجود داشته است.

Martínez-Álvarez و همکاران (۲۰۰۲) درآزمون تاثیر شوری بر ماهیان *Acipenser naccarii* ۱۵۰۰ گرمی در طول مرحله نخست آزمایش (انتقال از شوری ۱۵ در هزار به آب با شوری ۲۲ در هزار) هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون افزایش داشت، سپس همان‌طور که شوری بیش‌تر می‌شد، فاکتورهای مذکور کاهش یافتند و وقتی ماهی‌ها به مدت ۲۰ روز در شوری ثابت ۳۵ در هزار باقی ماندند به حجم اولیه‌شان بازگشتند (Martínez-Álvarez et al., 2002). به‌نظر

سپاسگزاری

از ریاست و کارکنان محترم مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی جناب آقای دکتر یوسف پور سیاهکل، ریاست محترم پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی (بندر انزلی) سرکار خانم دکتر فلاحی، ریاست محترم ایستگاه تحقیقاتی تخصصی تغذیه و غذای زنده آبزیان ساحل غازیان، جناب آقای مهندس دقیق روحی و پرسنل محترم، همچنین از خانم مهندس روفچاهی و جناب آقایان دکتر حسین خارا، مهندس پوردهقان، مهندس مقصودیه کهن، دکتر بهمنش، مهندس دژندیان و سایر عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

منابع

صیاد بورانی، م.، ابطحی، ب.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، دژندیان، س.، دقیق روحی، ج. و امیری، ا.، ۱۳۸۴. تاثیر وزن بر قابلیت تنظیم فشار اسمزی در بچه ماهیان آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*).
مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره چهارم، صفحات ۹۶-۸۱.

عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۰. ارزیابی ذخایر ماهیان در دریاچه مخزنی سد ارس. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، بندر انزلی.

کاظمی، ر.، بهمنی، م.، پورکاظمی، م. و مجازی امیری، ب.، ۱۳۷۹. بررسی سیستم اسمزی در تاسماهی ایرانی. دفتر طرح و برنامه ریزی و هماهنگی امور پژوهشی - اداره نیازسنجی و توسعه یافته های تحقیقاتی، ۶۹ ص.

کرایوشکینا، ا.، ۱۳۷۸. بررسی سیستم اسمزی ماهیان. گردآوری: دانش خوش اصل، ع. و مرادی، م.، مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. ۸۳ ص.

Altinok, I., Sara, M. G. and Frank, A. C., 1998. Ionic and osmotic regulation capabilities of juvenile Gulf of Mexico sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* de Sotoi. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 120:609-616.

Belanger, J. M., Son, J. H., Laugero, K. D., Moberg, C. P., Doroshov, S. I., Lankford, S. E. and Cech, J. J., 2001. Effects of short-term management stress and ACTH injection on plasma cortisol levels in cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 203: 165-176.

Boeuf, G., 1993. Salmonid smolting: a pre-adaptation to the oceanic environment. In: Rankin JC, Jensen FB (eds) *Fish ecophysiology*. Chapman and Hall, London, PP.105-135.

می‌رسد در مورد بچه‌ماهیان مطالعه حاضر نیز ابتدا با افزایش شوری افزایش فاکتورهای مذکور را به‌همراه داشته، اما با گذشت زمان و تطابق‌پذیری آن‌ها با شوری جدید مقادیر این فاکتورها به حالت اولیه خود برگشته که با توجه به جدول ۲ این نتیجه در مورد بچه‌ماهیان گروه دو گرمی صادق‌تر است.

کم‌تر بودن اختلاف معنی‌دار مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز خون و MCV در گروه وزنی دو نسبت به گروه یک گرمی در شوری ۱۲ و ۷ در هزار نتیجه‌ای درخور تأمل است، ولی از آن‌جا که این مقادیر نسبت به مقادیر موجود در شاهدین در همان گروه تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند، این نتیجه را نمی‌توان به تاثیر شوری بر خون نسبت داد و علت را باید در فاکتورهای دیگری جستجو نمود. وقتی شوری محیط تغییر می‌کند محتوای آب بدن و به دنبال آن مقدار آب خون تغییر نموده، به‌طوری که با قرار گرفتن در محیط بسیار شور، ابتدا آب بدن بدون صرف انرژی کم شده و به دنبال آن حجم عوامل خونی افزایش می‌یابد، ولی به کار افتادن عوامل تنظیم‌کننده اسمزی همچون نوشیدن جبرانی آب و تنظیم اسمزی از طریق تنظیم یونی در آبشش و کلیه، سبب ایجاد یک رقت زودگذر در پارامترهای خونی شده که با پیشرفت زمان تعادل آب و املاح در بدن ماهی به وضع اولیه برمی‌گردد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که هر دو گروه وزنی توانسته‌اند در طولانی‌مدت بر شرایط استرس‌زای شوری ۷ و ۱۲ در هزار فائق آیند.

در مجموع از نتایج اسمولاریته و پارامترهای خونی بدست آمده در مورد مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که موافق با نتایج بسیاری از مطالعات انجام شده در این زمینه مکانیسم‌های تنظیم اسمزی در گروه وزنی دوم در مواجهه با هر دو شوری بهتر از گروه اول عمل نموده‌اند، ولی با این وجود گروه یک نیز توان تحمل شوری محیط را داشته‌اند و سیستم تنظیم یون و آب بدن در یک گرمی‌ها تا حدود نسبتاً زیادی می‌تواند تکامل یافته باشد. به این نتیجه کلی می‌توان رسید که بچه‌ماهیان سوف سفید از وزن یک گرم قادر به تحمل شوری‌های آب دریای خزر تا محدوده ۱۲ در هزار می‌باشند.

- Physiology, vol. 11. Academic Press, Inc, San Diego, PP. 275-343.
- Holmes, W. N. and Donaldson, E. M., 1969.** The body compartments and the distribution of electrolytes. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (eds) Fish physiology, vol. 1. Academic Press, New York, PP. 1-89.
- Jackson, A. J., 1981.** Osmotic regulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) following transfer to sea water. *Aquaculture*, 24: 143-151.
- Jonassen, T. M., Pittman, K. and Imsland, A. K., 1997.** Seawater acclimation of tilapia, *Oreochromis spilurus spilurus* Günter, fry and fingerlings. *Aquaculture Research*, 28: 205-214.
- Kang, C. K., Tsai, H. J., Liu, C. C., Lee, T. H. and Hwang, P. P., 2010.** Salinity-dependent expression of a Na⁺, K⁺, 2Cl⁻ cotransporter in gills of the brackish *medaka* *Oryzias dancena*: a molecular correlate for hypo osmoregulatory endurance. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 157:7-18.
- Kang, J. C., Kim, S. G. and Jang, S. W., 2005.** Growth and hematological changes of rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf) exposed to dietary Cu and Cd. *Journal of World Aquaculture Society*, 36: 188-195.
- Krayushkina, L. S., Stepanov, I., Semenova, O. G. and Panov, A. A., 1995.** The functional state of the osmoregulatory system of juvenile pink salmon in the rivering (premigration) and marine (littoral) periods of life. *Journal of the Ichthyology*, 35(7): 143-152.
- Maetz, J., 1974.** Aspects of adaptation to hypo-osmotic and hyperosmotic environments. In: Malins, D.C., Sargent, J.R. (eds) Biochemical and biophysical perspectives in marine biology. Academic Press, London, PP. 1-167.
- Martínez-Álvarez, R. M., Hidalgo, M. C., Domezain, A., Morales, A. E., García-Gallego, M. and Sanz, A., 2002.** Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *The Journal of Experimental Biology*, 205: 3699-3706.
- McDowall, R. M., 1997.** The evolution of diadromy in fishes (revisited) and its place in phylogenetic analysis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7:443-462.
- McDowall, R. M., 1988.** Diadromy in fishes. Timber Press, Portland. 250 p.
- Brown, J. A., Moore, W. M. and Quabius, E. S., 2001.** Physiological effects of saline waters on zander. *Journal of Fish Biology*, 59:1544-1555.
- Cataldi, E., Barzaghi, C., Di Marco, P., Boglione, C., Dini, L., McKenzie, D. J., Bronzi, P., Cataldi, E., Idimarco, P., Mandich, A. and Catandella, S., 1998.** Serum parameters of adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): Effect of temperature and stress. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 120: 273-278.
- Craciun, V., Craciun, M., Neacsu, I. and Trandafirescu, I., 1982.** Na super (+) - K super (+) pump activity in the zander during acclimatization to salinity conditions in the Black Sea. In: Craig, J. F., (eds). Percid fishes systematic, ecology and exploitation, UK: Blackwell Science. PP.112-113.
- Craig, J. F., 2000.** Percid fishes: systematics, ecology and exploitation. Blackwell Science, 352 p.
- Evans, D. H., Piermarini, P. M. and Choe, K. P., 2005.** The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. *Physiological Reviews*, 85: 97-177.
- Folmar, L. C. and Dickhoff, W. W., 1980.** The parr-smolt transformation (smoltification) and seawater adaptation in salmonids: a review of selected literature. *Aquaculture*, 21:1-38.
- Fontainhas-Fernandes, A., Russel-Pinto, F. and Gomes, E., 2001.** The effect of dietary sodium chloride on the physiological response of (*Oreochromis noliticus*) to salinity acclimation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 23: 307-316.
- Gonzalez, M., 2005.** Physiological responses to hyper saline waters in Sailfin mollies (*Poecilia latipinna*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, A, 142: 397-403.
- He, X., Zhuang, P., Zhang, L. and Xie, C., 2009.** Osmoregulation in juvenile Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis* Gray) during brackish water adaptation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35:223-230.
- Hiroi, J. and McCormick, S. D., 2007.** Variation in salinity tolerance, gill Na⁺/K⁺ -ATPase, Na⁺/K⁺/2Cl⁻ cotransporter and mitochondria-rich cell distribution in three salmonids *Salvelinus namaycush*, *Salvelinus fontinalis* and *Salmo salar*. *Journal of Experimental Biology*, 210:1015-1024.
- Hoar, W. S., 1988.** The physiology of smolting salmonids. In: Hoar WS, Randall DJ (eds) Fish

- Sardella, B. A., Matey, V., Cooper, J., Gonzalez, R. and Brauner, C. J., 2004.** Physiological, biochemical and morphological indicators of osmoregulatory stress in "California" Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) exposed to hypersaline water. *Journal of Experimental Biology*, 207 (8): 1399–1413.
- Shepherd, B. S., Drennon, K., Johnson, J., Nichols, J. W., Playle, R. C., Singer, T. D. and Vijayan, M. M., 2005.** Salinity acclimation affects the somatotrophic axis in rainbow trout. *American Journal of Physiology Regulatory Integrative Comparative Physiology*, 288: 1385–1395.
- Szkudlarek, M. and Zakêoe, Z., 2002.** The effect of stock density on the effectiveness of rearing Pike Perch *Sander lucioperca* l. summer fry. *Archive of Polish Fisheries*, 10(1):115–119.
- Varsamos, S., Nebel, C. and Charmantier, G., 2005.** Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: a review. *Comparative Biochemistry and Physiology, A*, 141: 401–429.
- Weber, R. E., 1990.** Functional significance and structural basis of multiple hemoglobins with special reference to ectothermic vertebrates. In: *Animal Nutrition and Transport Processes 2. Transport, Respiration and Excretion: Comparative and Environmental Aspects.* (Eds. Truchot, J-P. and Lahlou, B.). *Comparative Physiology*, Basel: Karger, 6: 58–75.
- Zhmurova, Ye. K. H. and Somkina, N. V., 1976.** The effect of salinity on the early development stanzas of the walleye (*Lucioperca lucioperca*). In: *Craig, J. F. (eds). Percid fishes systematics, ecology and exploitation*, UK: Blackwell Science, PP. 112–113.
- McKenzie, D. J., Cataldi, E., Di Marco, P., Mandlich, A., Romano, P., Ansferri, S., Bronzi, P. and Cataudella, S., 1999.** Some aspects of osmotic and ionic regulation in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii*. II: morpho-physiological adjustments to hyper osmotic environments. *Journal of Applied Ichthyology*, 15:61–66.
- 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.
- Morgan, J. D. and Iwama, G. K., 1996.** Cortisol induced changes in oxygen consumption and ionic regulation in coastal cutthroat trout *Oncorhynchus mykiss* parr. *Fish Physiol, Biochem*, 15: 385–395.
- Neacsu, I., Craciun, V. and Craciun, M., 1981.** L'équiliere hydro-mineral chez le sandre (*Stizostedion lucioperca* (L.)) transfere de l'eau douce en milieux mixo-mesohalins et inversement. In: *Craig, J. F., (eds). Percid fishes systematics, ecology and exploitation*. UK: Blackwell Science. PP.112–113.
- Plaut, I., 1998.** Comparison of salinity tolerance and osmoregulation in two closely related species of blennies from different habitats. *Fish Physiology and Biochemistry*, 19:181–188.
- Sadoka, S., M'Hetlia, M., El Abeda, A. and Uglowb, R. F., 2004.** Changes in some nitrogenous compounds in the blood and tissues of freshwater pikeperch (*Sander lucioperca*) during salinity acclimation. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 138: 9–15.
- Sánchez de Lamadrid, A., García-Gallego, M., Sanz, A., Muñoz, J. L., Domezain, J., Soriguer, M. C., Domezain, A. and Hernando, J. A., 2000.** Acclimation of the sturgeon, *Acipenser naccarii* Bonaparte 1836 to saltwater: effect of age and weight. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 47: 337–342.