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

چکیده

تاثیر 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، RBC، MCV، MCH و MCHC مربوط به زمان ۲۴۰ ساعت پس از مواجهه با شوری اندازه‌گیری شد. تاثیر وزن بر میزان فشار اسمزی در هر دو گروه معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). اسمولاریته پلاسمای بچه ماهیان یک گرمی، ۷۲ ساعت پس از ورود به آب دریای خزر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) و تا زمان ۲۴۰ ساعت تقریباً ثابت باقی ماند، درحالی‌که در شوری ۷ در هزار، فشار اسمزی پلاسما در زمان ۲۴۰ ساعت نسبت به زمان ۷۲ ساعت کاهش معنی دار یافت ($P<۰/۰۵$). در دو گرمی‌ها اسمولاریته پلاسما، ۲۴ ساعت پس از ورود به شوری دریای خزر به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و پس از این زمان تا انتهای ۱۰ روز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) و در شوری ۷ در هزار پس از افزایش معنی‌دار در زمان ۶ ساعت، روند تقریباً ثابتی را تا انتهای آزمایش طی نمود ($P>۰/۰۵$). تعداد گلبول‌های قرمز، مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، متوسط هموگلوبین گلبولی و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول‌ها در بچه‌ماهیان 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 گرمی‌ها کاهش معنی‌دار نسبت به آب شیرین پیدا شد ($P<۰/۰۵$). براساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد با وجودی که مکانیسم‌های تنظیم فشار اسمزی بچه‌ماهیان دو گرمی در مواجهه با شوری بهتر از یک گرمی‌ها عمل نمود، اما یک‌گرمی‌ها نیز توان تحمل شوری محیط را در مدت ۱۰ روز داشته‌اند. بنابراین سیستم تنظیم یون و آب بدن در آن‌ها 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.

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

محدثه احمدنژاد[1*]
شهربانو عریان[2]
محمود بهمنی[3]
محمد صیاد بورانی[4]

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 بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، دانشیار پژوهشی، رشت، ایران
۴. پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی ایران، استادیار پژوهشی، بندرانزلی، ایران

[*]مسئول مکاتبات:
m_ahmadnezhad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۳۰

مقدمه

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 دریای خزر رودکوچ است، ماهیان رودکوچ برای تخم‌گذاری به رودخانه ها مهاجرت می‌کنند. شروع رشد این ماهیان نیز در آب شیرین بوده و سیستم اسمزی در آنان در این محیط شکل می‌گیرد (کرایوشکینا، ۱۳۷۸).

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 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 a.l*, 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 آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور (بندر انزلی) در سال ۱۳۹۰ انجام شد.

دو گروه وزنی (گروه ۱: وزن ۰/۰۱±۱/۰۹ گرم و طول کل ۰/۲۷±۶۰/۱ میلی‌متر، گروه ۲: وزن ۰/۰۳±۲/۰۳ گرم و طول کل ۰/۴±۶۹/۷۶ 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 ۰/۹۹ 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 شوری‌سنج 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 هپارینه 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 دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. فشار اسمزی پلاسما با اسمومتر مدل (Type 13) Nr .9610003 ساخت شرکت Roebling آلمان و براساس نقطه انجماد پلاسما و برحسب میلی‌اسمول در لیتراندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های خونی از خون هپارینه مربوط به زمان ۲۴۰ ساعت استفاده شد. برای شمارش گلبول‌های قرمز یا اریتروسیت‌ها با استفاده از پیپت ملانژور قرمز و با ماده رقیق کننده ، خون رقیق و با لام هموسیتومتر شمارش شد. جهت شمارش گلبول‌های قرمز ابتدا لوله حاوی خون کاملاً تکان داده شد تا خون یکنواخت شود. سپس با استفاده از پیپت ملانژور مخصوص شمارش گلبول‌های قرمز تا درجه ۰/۵از خون پر نموده، سپس محلول رقیق کننده ریس را تا درجه ۱۰۱ وارد کرده که در نتیجه رقت به‌دست آمد، سپس در زیر لام نئوبار شمارش و از فرمول زیر برای محاسبه تعداد گلبول‌های قرمز استفاده شد:

تعداد گلبول‌های قرمز در یک میلی‌متر مکعب خون =۱۰/۰۰۰ × 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 سانتریفوژ 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):

$$M.C.V = \frac{HCT \times ۱۰}{RBC\ (\text{میلیون}/)}$$

$$M.C.H = \frac{Hb\ (\text{گرم}) \times ۱۰}{RBC\ (\text{میلیون}/)}$$

$$M/C.H.C = \frac{Hb \times ۱۰۰}{HCT}$$

برای تعیین اثر وزن، شوری و زمان از آنالیز واریانس طرح‌های چند عاملی آنوای سه طرفه (Three Way Anova) (وزن × تیمار شوری × زمان) استفاده شد. به شرط وجود اثر متقابل معنی‌دار، از سه آنالیز واریانس دوطرفه برای مقایسه هر جفت از فاکتورها (وزن × تیمار شوری در هر زمان، وزن×زمان در هر شوری، تیمار شوری× زمان در هر وزن) استفاه 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 هریک 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.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

نرخ بقاء هر دو گروه وزنی یک و دو گرم در هرسه تیمار بالاتر از ۹۵ درصد و فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱).

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

گروه وزنی	تیمار شوری		
	آب شیرین	شوری ۷ در هزار	شوری 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 طرح‌های چند عاملی اثر متقابل معنی‌داری بین وزن، زمان و تیمار شوری نشان داد (P<۰/۰۵). به‌علاوه، آنالیز واریانس دو طرفه اثر متقابل معنی‌داری بین هریک از جفت فاکتورها نشان داد، به‌طوری‌که وزن، تیمار شوری و زمان همگی در تعیین اسمولاریته پلاسما مهم بودند. اثر متقابل وزن و زمان در شوری‌های ۷ در هزار و ۱۲ در هزار و اثر متقابل تیمار شوری و زمان در هر وزن معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همچنین ارتباط معکوسی بین وزن و میزان اسمولاریته پلاسما (r=-۰/۴۰۹) بدست آمد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فشار اسمزی پلاسمای بچه‌ماهیان دو گروه وزنی در ۳ تیمار شوری (آب شیرین (FW) به‌عنوان شاهد (کم‌تر از نیم در هزار)، شوری ۷ در هزار (7S) و آب دریای خزر (SW) با شوری ۱۲ در هزار) و در فواصل زمانی ۰، ۶، ۲۴، ۷۲ و۲۴۰ ساعت نشان داد که در گروه وزنی یک گرم، بیش‌ترین میزان میانگین فشار اسمزی پلاسما به زمان صفر تعلق داشت (۲/۳۱ ± ۳۴۹ میلی‌اسمول بر لیتر) میانگین فشار اسمزی پلاسما ۶ ساعت پس از انتقال به آب شیرین به میزان کمی کاهش یافت (P>۰/۰۵) و تا انتهای آزمایش (زمان۲۴۰ ساعت) تقریباً ثابت باقی ماند، به‌طوری که بین مقادیر میانگین آن در فواصل زمانی مختلف نمونه‌برداری، در تیمار آب شیرین اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

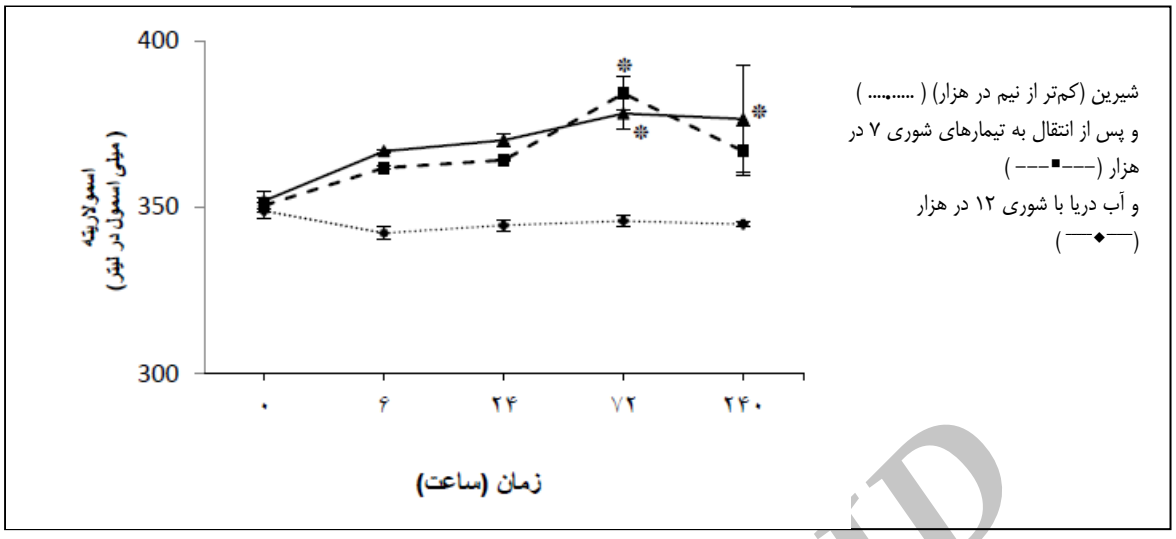
بیش‌ترین میزان میانگین فشار اسمزی گروه یک گرم، در تیمار آب ۷ در هزار و تیمار آب دریا، به زمان ۷۲ ساعت تعلق داشت که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مقدار آن در تیمار آب شیرین در همان زمان بود (P<۰/۰۵).

۶ ساعت پس از انتقال بچه ماهیان یک‌گرمی به آب ۷ در هزار، فشار اسمزی پلاسما افزایش یافت و روند افزایشی تا زمان ۲۴ و ۷۲ ساعت ادامه داشت، تا این‌که 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 معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). 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، به‌طوری که سطح آن ۷/۵ درصد نسبت به زمان صفر افزایش یافت و در عین حال این مقدار به‌طور معنی‌داری بالاتر از سطح فشاراسمزی مربوط به تیمارآب شیرین در همین زمان بود (P<۰/۰۵). روند کاهش فشار اسمزی پس از زمان ۷۲ ساعت تا زمان ۲۴۰ ساعت به قدری آهسته بود که میزان آن در ساعت ۲۴۰، اختلاف معنی‌داری با زمان ۷۲ ساعت نداشت (P>۰/۰۵)، درحالی‌که به‌طور معنی‌داری بالاتر از آب شیرین بود (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد، فشار اسمزی پس از رسیدن به مقدار بیشینه خود در زمان ۷۲ ساعت، تا زمان ۲۴۰ ساعت تقریبا 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 نمونه‌برداری طی۱۰ روز قرارگرفتن در آب شیرین اندک بود و اختلاف معنی‌دار آماری بین آن‌ها مشاهده نشده و روند تقریباً ثابتی داشت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ : تغییرات فشار اسمزی پلاسما در بچه‌ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) یک گرم در تیمارهای مختلف آب در فواصل زمانی ۰، ٦، ٢٤، ۷۲ و ٢٤٠ ساعت (۱۳۹۰)

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند. مقایسه داده‌ها به تفکیک گروه وزنی و تفکیک شوری-زمان انجام گرفت. * نشانگر اختلاف معنی‌دار با مقدار آب شیرین در همان زمان (P<۰/۰۵) ** نشانگر اختلاف معنی‌دار با مقدار آب شیرین و ۷ در هزار در همان زمان (P<۰/۰۵). مقادیر بدون نشانه و با نشانه یکسان در یک زمان فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون توکی، P>۰/۰۵).

در آب ۷ در هزار فشار اسمزی ۶ ساعت پس از انتقال به این تیمار ، افزایش معنی داری یافت (P<۰/۰۵) و تا زمان ۲۴ ساعت به بیش‌ترین 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 زمان‌ها با زمان ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌دار نداشت. به نظر می‌رسد 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 معنی‌داری یافت، سپس به‌طور معنی‌داری به بالاترین میزان خود در ۲۴ ساعت رسید، به‌طوری که ۲۵/۸۳ درصد نسبت به زمان صفر بالاتر بود (P<۰/۰۵). 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>۰/۰۵). (شکل ۲).

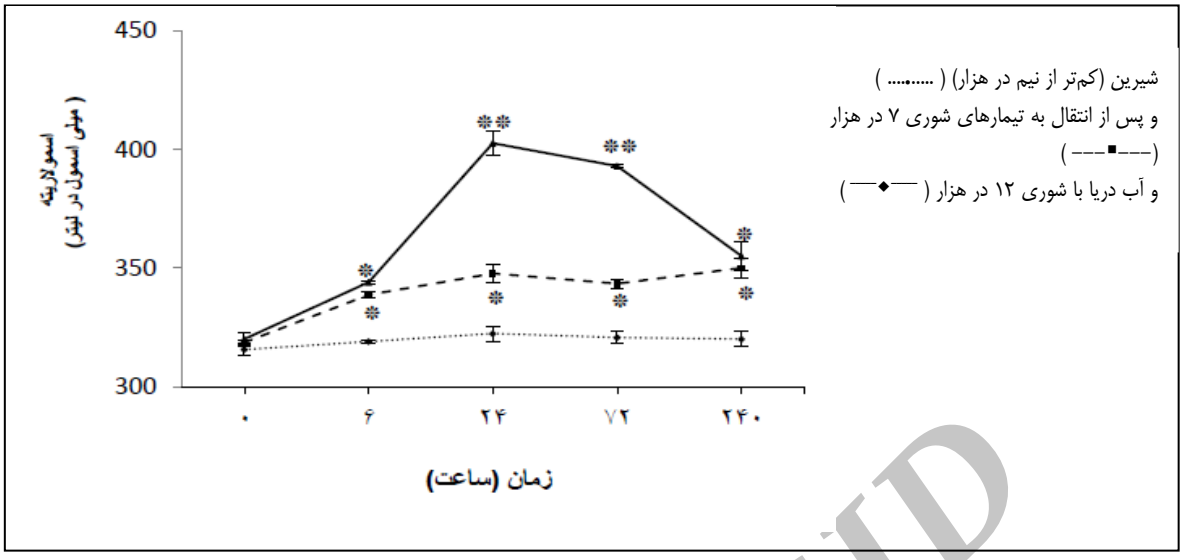
در بچه‌ماهیان یک گرم میزان هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمزخون و متوسط غلظت هموگلوبین گلبول‌ها (MCHC) در زمان ۲۴۰ ساعت پس از انتقال به شوری ۷ و ۱۲ در هزار نسبتاً بالاتر از ارقام مربوط به آب شیرین بود، ولی اختلاف معنی‌داری با مقدار آن در آب شیرین نداشت (P>۰/۰۵). میزان هماتوکریت در این زمان در شوری ۷ در هزار افزایش و در شوری ۱۲ در هزار کاهش بسیار اندکی داشت، ولی این ارقام اختلاف معنی‌داری با رقم آب شیرین نداشتند (P>۰/۰۵). در بچه‌ماهیان 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 ۱۲در هزار دریای خزر، کم‌تر میانگین مقادیر این پارامترها در آب شیرین بود، ولی اختلاف معنی‌داری با آن نداشت (P>۰/۰۵). میانگین میزان MCHC در شوری ۷ در هزار به‌طور معنی‌داری بالاتر از آب شیرین بود (P<۰/۰۵). (جدول ۲).

میانگین مقادیر تمام پارامترهای خونی بچه ماهیان یک و دو گرم در آب شیرین فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). در شوری ۷ در هزار PCV و RBC گروه یک گرم به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه دو گرم بود و در شوری ۱۲ در هزار Hb و PCV بچه ماهیان یک گرمی به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو گرمی‌ها بوده است (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

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



شکل ۲ : تغییرات فشار اسمزی پلاسما در بچه‌ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) دو گرم در تیمارهای مختلف آب در فواصل زمانی ۰، ٦، ۲٤، ۷۲ و ۲٤۰ ساعت (۱۳۹۰)

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند. مقایسه داده‌ها به تفکیک گروه وزنی و تفکیک شوری-زمان انجام گرفت. * نشانگر اختلاف معنی‌دار با مقدار آب شیرین در همان زمان ($P<0/05$) ** نشانگر اختلاف معنی‌دار 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 معنی‌دار هستند (آزمون توکی، $P>0/05$).

جدول ۲ : مقایسه مقادیر میانگین پارامترهای خونی بچه‌ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) یک و دو گرمی پس از ۲٤۰ ساعت قرار گرفتن در تیمارهای شوری مختلف (۱۳۹۰)

پارامترهای خونی	گروه وزنی (گرم)	تیمارهای شوری		
		آب شیرین (کمتراز نیم در هزار)	آب ۷ در هزار	آب دریا ، ۱۲ در هزار
Hb (گرم/دسی لیتر)	۱	۲/۶۹ ± ۰/۱۸	۳/۱۸ ± ۰/۳۱	۳/۱۵ ± ۰/۰۲*
	۲	۲/۷۹ ± ۰/۲۹	۲/۳ ± ۰/۱۸	۲/۷۳ ± ۰/۰۴*
Pcv (درصد)	۱	۳۸ ± ۲	۴۱ ± ۱*	۳۷/۵۰ ± ۱/۵*
	۲	۳۰/۵ ± ۱/۵	۳۰ ± ۰/۰۰*	۳۰/۵۰ ± ۰/۵*
RBC (10^3سلول/میلی متر مکعب)	۱	۱۵۸۵ ± ۱۷۵	۱۹۲۰ ± ۱۰۰*	۱۷۰۰ ± ۲۳۰
	۲	۱۴۲۵ ± ۱۱۵	۱۳۷۰ ± ۱۰*	۱۴۱۵ ± ۵
MCV (فمتولیتر)	۱	۲۴۱/۳۰ ± ۱۴/۰۲	۲۱۳/۸۵ ± ۵/۹	۲۲۳/۴۹ ± ۲۱/۴۱
	۲	۲۱۴/۶ ± ۶/۸	۲۱۹ ± ۱/۶	۲۱۵/۵۴ ± ۲/۷۷
MCH (پیکوگرم)	۱	۱۷/۲۹ ± ۳/۰۷	۱۶/۵۴ ± ۰/۷۷	۱۸/۸۴ ± ۲/۴۴
	۲	۱۹/۵۱ ± ۰/۱۵	۱۶/۸۰ ± ۱/۰۶	۱۹/۲۹ ± ۰/۱۴
MCHC (درصد)	۱	۰/۰۷۱ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۷۷ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۸۴ ± ۰/۰۰۳
	۲	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۷۷ ± ۰/۰۰۴**	۰/۰۹ ± ۰/۰۰

* نشانه اختلاف معنی‌دار آماری دریک ستون بین گروه ۱ و ۲ ** نشانه اختلاف معنی‌دار با مقدار آب شیرین و آب دریا در یک گروه (گروه ۲) در سطح اطمینان ۰/۰۵ می‌باشد. مقادیر بصورت میانگین± انحراف معیار است.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

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 McCormick2007; Kang *et al.*, 2010). بالا بودن نرخ بقاء 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 تیلاپیای موزامبیک (*Oreochromis mossammbicus*) (Sardella *et al.*, 2004)، تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) (Fontainhas-Fernandes *et al.*, 2001)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Morgan and Iwama, 1996)، ماهی آزاد دریای خزر (*Slmo 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 می‌یابند. 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 (Martı´nez- A ´lvarez *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 (۱۲در 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 ۲۴۰ساعت یک روند خطی نسبتا 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

Archive of SID

www.SID.ir

بچه‌ماهیان 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 معنی‌دار 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 آن‌ها و پس از آن کاهش اسمولاریته تا ۲۴۰ ساعت و رسیدن به وضعیتی جدید بوده است. بنابراین در مجموع درگروه بچه‌ماهیان سوف سفید دو گرمی نقطه اوج افزایش اسمولاریته در زمانی زودتر نسبت به یک گرمی‌ها، یعنی در ۲۴ ساعت اتفاق افتاد و پس از آن روند کاهش مشاهده شد. در ماهیان یوری‌هالین انتقال ناگهانی و مستقیم از محیط هیپوتونیک به هایپرتونیک و بالعکس سبب القاء تغییراتی در پارامترهای اسمزی پلاسما می‌شود، ولی به‌دنبال آن سیستم تنظیم اسمزی فعال شده و سعی می‌کند تا کمیت‌های 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 نام‌برده مجدداً به هومئوستازی می‌رسند (Holmes and Donaldson 1969; Maetz, 1974). این مطلب در مطالعه حاضر نیز به وقوع پیوست، به‌طوری که مشخص شد تطابق‌پذیری بچه‌ماهیان سوف سفید در هر دو گروه وزنی شامل دو مرحله فیزیولوژیک بحرانی و تثبیت بود. مرحله بحرانی یعنی وقتی که اسمولاریته سرم به‌طور موقت افزایش نشان می‌دهند که در گروه یک گرم ۷۲ ساعت و برای گروه دو گرم ۲۴ ساعت پس از انتقال آن‌ها به آب با شوری‌های ۷ و ۱۲ در هزار اتفاق افتاده است. بلافاصله پس از انتقال به آب لب‌شور مساله بحرانی که هر دو گروه با آن مواجه شدند از دست دادن آب از سطح آبشش‌ها به روش اسمزیست بود (Cataldi *et al.*, 1999; McKenzie *et al.*, 1999; Martı´nez-A´ lvarez *et al.*, 2002) و از آن‌جا که به دلیل بزرگ‌تر بودن اندازه بدن در دو گرمی‌ها سطح آبشش‌ها بیش‌تر می‌باشد، لذا در مقابل با شوری محیط میزان بیش‌تری آب از دست رفته، بنابراین فشار اسمزی پلاسما بسیار بالا می‌رود. این دوره بحرانی در ماهی خاویاری خلیج مکزیک (*Acipenser oxyrinchus*) و ماهی خاویاری چینی جوان (*Acipenser sinensis*) در ۲۴ ساعت بعد از انتقال به آب لب‌شور اتفاق می‌افتد (Altinok *et al.*, 1998; He *et al.*, 2009). فاصله زمان بحرانی (۲۴ ساعت در دوگرمی‌ها و ۷۲ ساعت در یک گرمی‌ها) تا ۲۴۰ ساعت بعدی شروع دوره تثبیت و پایداری است، یعنی زمانی که اسمولاریته سرم شروع به کاهش می‌نمایند. به این ترتیب مشخص می‌شود که دوره بحرانی در گروه دو گرم کوتاه‌تر بوده و به نظر می‌رسد مکانیسم‌های جبرانی فیزیولویک برای تنظیم آب و یون بدن دراین گروه نسبت به یک گرمی‌ها زودتر شروع می‌شود. Altinok و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که اسمولاریته و غلظت‌های یونی بعد از انتقال به آب لب‌شور در گونه *A.oxyrinchus* به شدت افزایش یافت، به‌طوری که در زمان ۲۴ ساعت به بیش‌ترین مقدار خود رسید و به‌دنبال آن به سطح پایه کاهش یافت.

Brown و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه اثرات فیزیولوژیکی آب‌های 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 معنی‌داری نسبت به آب شیرین داشت. پس از انتقال سریع به شوری ۱۶ قسمت در هزار مقدار اسمولالیته پلاسما در ۲۴ ساعت اول به‌طور معنی‌داری بالا رفت و این مقدار تا ۵ روز بعد از آن (روز ششم) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

از سوی دیگر اثر معنی‌دار 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 یوری‌هالین وجود دارد (Jonassen *et al.*, 1997) در بچه‌ماهیان سوف نیز وزن عامل موثری در سازگاری به محیط دریا است و بچه‌ماهیان بزرگ‌تر سازگاری بهتری با افزایش شوری محیط نشان دادند. در این رابطه Krayushkina و همکاران (۱۹۹۶) بیان نمودند که در ماهیان جوان هم‌سن ماهیان بزرگ‌تر سطح بالاتری از گسترش و توسعه مکانیسم تنظیم فشار اسمزی را دارند که ثبات نسبی در اسمولاریته سرم را پس از تغییر شوری محیط به همراه دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

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 می باشند.

در بچه‌ماهیان یک گرم میزان هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمزخون 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، MCH 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) برروی 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 *Acipencer 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

Archive of SID

www.SID.ir

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.

سپاسگزاری

از ریاست و کارکنان محترم مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی جناب آقای دکتر یوسف پور سیاهکل، ریاست محترم پژوهشکده آبزی 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.، ۱۳۸٤ . 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 tiiapia, *Oreochromis spilurus spilurus* Günter, fry and fingerings. 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., Hidalgo1, M. C., Domezain, A., Morales1, 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

Archive of SID

www.SID.ir

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. urolepsis 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 somatotropic 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 1'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.

Archive of SID

www.SID.ir