13 (1) 289-298, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Investigation of ionic and osmotic in newly sturgeon in direct transfer to Caspian Sea water

Seyed Mohammad Vahid Farabi [1]*, Mahmoud Bahmani [2], Mansour Sharifian [2], Mahdi Golaghaei Darzi [1]

[1] *Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Research Organization, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran*

[2] *Iranian Fisheries Research Organization, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran*

Key Words

Newly sturgeon
Caspian Sea
Ion
Cortisol
Osmolarity

Abstract

Introduction: The aim of this study was direct transfer of four species of newly sturgeon (*Huso huso*, *Acipenser persicus*, *Acipenser gueldenstaedti and Acipenser nudiventris*) obtained from artificial reproduction to the Caspian Sea water.

Materials & Methods: The fish in four different age groups (35, 50 and 65 days) and in three different saline water (FW: <0.5%, EW: 9.5%, and C_SW: 12.5%) were investigated. The fish were transferred directly from fresh water to brackish water. After 168 hours, blood samples were taken from the fish.

Result: The results showed that the survival in all groups was from 65 to 100% and increased with increasing age and weight of fish. Some blood parameters, cortisol level, osmolarity and plasma ion concentration were determined. The functional levels of the mechanism of osmotic and ionic homeostasis were similar in all groups ($P>0.05$) but differed in experimental media ($P<0.05$). Significant differences were observed between the levels of plasma ion concentrations in different media ($P<0.05$). Plasma Na^+, K^+ and Ca^{+2} concentrations were higher than those of FW media, but lower than in Brackish water media ($P<0.05$). Plasma Mg^{+2} concentrations were lower than those of FW and Brackish water media ($P<0.05$). The Hct, Hb, MCV, MCH and plasma osmolarity decreased and MCHC and plasma cortisol levels increased with increasing salinity ($P<0.05$). But the number of WBC and RBC did not change ($P<0.05$) and reached a stable state.

Conclusion: As a result, it is possible to release newly sturgeon directly from fresh water to brackish water with increasing weight and age.

* Corresponding Author's email: smv_farabi@hotmail.com
Received: 3 November 2020; Reviewed: 10 January 2021; Revised: 20 January 2021; Accepted: 7 February 2021
(DOI): 10.22034/aej.2020.133750

مقاله پژوهشی

بررسی یونی و اسمزی در ماهیان خاویاری نورس در انتقال مستقیم به آب دریای خزر

سیدمحمدوحید فارابی[1]، محمود بهمنی[2]، منصورشریفیان[2]، مهدی گل‌آقایی‌درزی[1]*

[1] *پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران*

[2] *موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران*

کلمات کلیدی

ماهیان خاویاری نورس
دریای خزر
یون
کورتیزول
اسمولاریته

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه انتقال مستقیم چهارگونه از بچه‌ماهیان خاویاری (فیل‌ماهی، قره‌برون، تاس‌ماهی روسی و شیب) حاصل از تکثیر مصنوعی به آب دریای خزر بود.

مواد و روش‌ها: ماهیان در چهار گروه سنی (۳۵، ۵۰ و ٦٥ روزه) و در سه غلظت آب شور (۰/۵، ۹/۵ و ۱۲/۵ گرم در هزار) بررسی شدند. بچه‌ماهیان مستقیماً از آب شیرین به آب لب‌شور منتقل شدند. پس از ١٦٨ ساعت، نمونه‌برداری از خون ماهیان به‌عمل آمد.

نتایج: نتایج نشان داد که بازماندگی در تمام گروه‌ها از ٦٥ تا ١٠٠ درصد بود و با افزایش سن و وزن ماهی افزایش یافت. برخی از پارامترهای خونی، سطح کورتیزول، اسمولاریته و غلظت یون‌ها در پلاسما تعیین شد. سطوح عملکردی مکانیسم هموستاز اسمزی و یونی در همه گروه‌ها مشابه بود ($P>0/05$)، اما در شوری‌های مختلف متفاوت بود ($P<0/05$). اختلاف معنی‌داری بین سطح غلظت یون پلاسما در محیط‌های مختلف مشاهده شد ($P<0/05$). غلظت یون‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم در پلاسما بالاتر از محیط آب‌شیرین و کم‌تر از محیط آب لب‌شور بود ($P<0/05$). غلظت منیزیم پلاسما کم‌تر از آب‌شیرین و لب‌شور بود. با افزایش شوری محیط، هماتوکریت، هموگلوبین، حجم گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین گلبولی و اسمولاریته پلاسما کاهش و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی و سطح کورتیزول پلاسما افزایش داشته است ($P<0/05$). اما تعداد گلبول‌های سفید و قرمز تغییر نکرد ($P>0/05$) و به حالت پایدار رسید.

نتیجه‌گیری و بحث: در نتیجه امکان رهاسازی مستقیم ماهیان خاویاری نورس با افزایش وزن و سن از آب‌شیرین به آب لب‌شور وجود دارد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: smv_farabi@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳ آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۱ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ بهمن ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.133750

مقدمه

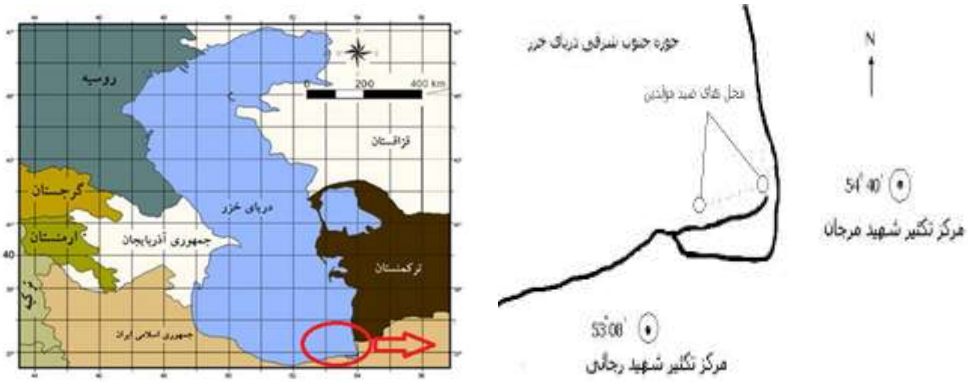
۵ گونه از ماهیان خاویاری شامل: فیل‌ماهی (*Huso huso* Linnaeus, ۱۷۵۸)، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, ۱۸۹۷)، تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedti* Brandt, ۱۸۳۳)، شیپ (*Acipenser nudiventris* Lovetsky, ۱۸۲۸) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus* Pallas, ۱۷۷۱) در دریای خزر و استرلیاد (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, ۱۷۵۸) در آب‌شیرین رودخانه ولگا زیست می‌کنند (Pourkazemi، ۱۹۹۹). این گونه‌ها بومی دریای خزر هستند (Legeza، ۱۹۷۰). بچه‌ماهیان بسته به نوع گونه، مدت چند ماه تا چند سال در آب‌شیرین اقامت داشته و سپس به سمت دریا مهاجرت می‌کنند (Doroshov، ۱۹۸۵). صید ماهیان خاویاری در یک‌دوره ۱۱۰ ساله منهی به سال ۲۰۰۶ با کاهشی برابر ۳/۹ درصد روبرو بوده است، به‌طوری‌که بهره‌برداری از ۲۹/۸ به ۰/۳۸ هزار تن رسیده است (Pourkazemi، ۲۰۰۶). به‌واسط عدم رفع تهدیدات موجود اعم از آلودگی رودخانه‌ها، صید بی‌رویه و صیدهای قاچاق و نامتعارف، روند کاهشی صید و بهره‌برداری از ماهیان خاویاری دریای خزر تاکنون به‌طور پیوسته ادامه دارد (عادلی، ۱۳۹۶). یکی از دلایل اصلی میزان ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری دریای خزر مربوط به تقلیل تعداد نسبی بچه‌ماهیان نارس تاس‌ماهیان به‌واسطه از بین رفتن منطقه تخم‌ریزی آن‌ها است و هم‌چنین دگرگونی رژیم هیدرولوژی و هیدروشیمی ولگا منجر به وخیم شدن شرایط تکثیر ماهی و تقلیل سالانه بچه‌ماهیان نورس گردیده است (Ivanov و همکاران، ۱۹۹۹). از طرفی Khodorevskaya و Novikova (۱۹۹۵) معتقدند که احیاء ذخائر ماهیان خاویاری دریای خزر با همکاری کشورهای حاشیه در تکثیر مصنوعی و رهاسازی سالانه به تعداد بیست میلیون قطعه از انواع بچه ماهی خاویاری امکان‌پذیراست. یکی از مشکلات عمده در بحث بازسازی ذخائر ماهیان، تلفات بچه‌ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی در هنگام رهاسازی است. بیش‌ترین تلفات بچه‌ماهیان در هنگام ورود به محیط طبیعی (وحشی) رخ می‌دهد (Olla و همکاران، ۱۹۹۸؛ Heggberget و همکاران، ۱۹۹۲؛ Suboski و Templeton، ۱۹۸۹). تحقیقات Howell (۱۹۹۴) نشان داد که بیش‌ترین تلفات مربوط به چند روز یا هفته اول رهاسازی است. به عقیده کارزینکین (۱۹۴۲) ملاک آمادگی بچه ماهیان خاویاری حاصل از تکثیر مصنوعی، برای زندگی در شرایط جدید رودخانه و دریا، آمادگی فیزیولوژیک دستگاه‌های بدن ماهی شامل: فعالیت سیستم عصبی، عملکرد غدد درون ریز، میزان تکامل سیستم تنظیم‌کننده تبادل یونی و اسمزی است که توسط دانشمندان دیگر نیز مورد تایید قرار گرفته است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ دوبروسکایا و رونکینا، ۱۹۸۱؛ ریکووا، ۱۹۸۷؛ ودی میر، ۲۰۰۱؛ فارابی و رمضانی، ۱۳۸۴). به‌همین دلیل ملاک رهاسازی بچه‌ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی را به محیط‌های طبیعی، استانداردی باتوجه به وزن و سن ماهی مطرح نمودند (دوبینین و دولیدزه، ۱۹۷۹؛ Krayushkina و Semenova، ۲۰۰۶). بررسی‌های Sanchez و همکاران (۱۹۹۸) نشان داد که یکی از شاخص‌های مهم در موفقیت و یا شکست در روند تحمل شوری محیط و تنظیم یونی- اسمزی، میزان بقاء ماهیان با توجه به سن و اندازه است که در بررسی *Acipenser naccarii* در آب شور با تاکید بر سن، وزن و اندازه‌گیری اسمولاریته، عوامل خونی (Hb, RBC, Hct) و یون‌های سرم خون (Mg+2, Ca+2 K+, Na+, CL) در ماهیان نشان دادند که سیستم تنظیم یونی- اسمزی مستقل از سن نبوده و مطالعه هم‌زمان سن به‌همراه وزن در بررسی روند سازش پذیری ماهیان به آب شور مؤثرتر است که با مطالعات Donaldson و همکاران (۱۹۸۱)، Jabbarzadeh Shiadeh و همکاران (۲۰۰۰) و Krayushkina (۲۰۰۵) مطابقت دارد. به‌واسطه آلودگی رودخانه‌ها و محدودیت آب‌شیرین آن‌ها در زمان رهاسازی بچه‌ماهیان به محیط‌های طبیعی، هدف از این مطالعه انتقال مستقیم چهارگونه از بچه‌ماهیان خاویاری (فیل‌ماهی، قره‌برون، تاس‌ماهی روسی و شیپ) حاصل از تکثیر مصنوعی مراکز بازسازی ذخایر ایران به آب‌دریای خزر تعیین شد.

مواد و روش‌ها

تهیه بچه‌ماهی: بچه تاس‌ماهیان مورد مطالعه (فیل‌ماهی، تاس‌ماهی ایرانی، تاس‌ماهی روسی و شیپ) حاصل از تکثیر مصنوعی مولدین وحشی صید شده از منطقه جنوب‌شرقی دریای خزر بودند که از دو مرکز تکثیر ماهیان خاویاری شهید مرجانی (استان گلستان) و شهید رجایی (استان مازندران) تهیه شد. در این مطالعه سن بچه ماهیان از شروع تغذیه فعال لحاظ گردید. در سه مرحله با توجه به سن بچه‌ماهی نورس (۳۵، ۵۰ و ۶۵ روزه) نمونه‌برداری از استخرهای خاکی صورت گرفت. در هر مرحله تعداد ۴۰۰ قطعه بچه‌ماهی نورس از استخرهای خاکی با تور ترال کف به ابعاد ۱۰۰×۸۰ سانتی‌متر و به قطر چشمه ۳ میلی‌متر، تهیه گردید. وزن کل با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم و طول کل با کولیس و دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه (وزن و طول) ماهیان نورس مورد استفاده در این بررسی به‌شرح جدول ۱ آمده است.

واحدهای آزمایشی (تیمارها): بررسی تغییرات فیزیولوژیک ناشی از تنش شوری روی بچه‌ماهیان در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در منطقه خزرآباد ساری انجام شد. نمونه‌ها برای بررسی تحمل ماهی در برابر شوری در چهار تیمار آزمایشی (هر تیمار ۹۰ قطعه در سه تکرار ۳۰ قطعه‌ای) مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارها شامل: شاهد یا آب‌شیرین ۰/۵>، آب مصبی ۹/۵ و آب لب‌شور دریای خزر ۱۲/۵

گرم در هزار (وان‌های ۹۰ لیتری) بود. آب‌شیرین از رودخانه تجن و آب لب‌شور از منطقه دور از ساحل مصب رودخانه تجن در جنوب دریای خزر تهیه گردید. اندازه‌گیری شوری با دستگاه شوری‌سنج الکتروسولی مر (ΓM_65M) روسی بر حسب گرم در هزار انجام شد. جهت تأمین اکسیژن لازم برای بچه‌ماهیان (۶ میلی‌گرم در لیتر) در طول آزمایش از پمپ هوا استفاده گردید. در طول آزمایش دمای آب ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.جهت جلوگیری از تجمع آمونیاک و دیگر سموم حاصل از متابولیسم ماهی، آب محیط آزمایش در هر ۱۲ ساعت به‌میزان ۵۰ درصد تعویض گشت. تراکم کشت ماهی در محیط آزمایش ۴-۱ گرم در لیتر بود.



شکل۱: محل صید و مراکز تکثیر ماهیان خاویاری در حاشیه جنوب‌شرقی دریای خزر (پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی)

جدول ۱: اندازه (طول و وزن) ماهیان نورس خاویاری (۳۵، ۵۰ و ۶۵ روزه) در استخر خاکی

گونه ماهی	سن (روز)	±SD وزن (گرم)	±SD طول (سانتی‌متر)
فیل‌ماهی	۳۵	۲۵/۰±۹۷/۳	۱۸/۰±۳۴/۹
	۵۰	۶۷/۰±۳/۶	۳۷/۰±۱/۱۱
	۶۵	۲۳/۰±۹۱/۹۳	۲۴/۰±۸۶/۱۱
تاس‌ماهی ایرانی	۳۵	۰۸/۰±۶۴/۱	۶۲/۰±۹۱/۶
	۵۰	۱۲/۰±۱۵/۳	۲۸/۰±۳۱/۸
	۶۵	۱۲/۰±۳۳/۴	۲۹/۰±۳۹/۹
تاس‌ماهی روسی	۳۵	۲۷/۰±۴۹/۳	۲۶/۰±۶۱/۸
	۵۰	۶۱/۰±۰۷/۶	۵۹/۰±۱۶/۱۱
	۶۵	۷۷/۰±۶۵/۸	۵۷/۰±۶/۱۲
شیپ	۳۵	۱۵/۰±۲۷/۲	۲۸/۰±۴۲/۷
	۵۰	۱۲/۰±۴۷/۳	۲۱/۰±۴۹/۸
	۶۵	۵۲/۰±۳۶/۷	۱۷/۰±۱۲/۱۰

تعیین بقاء و روش بررسی: تعیین بقاء و تحمل شوری بچه ماهیان تحت تنش شوری (۹/۵ و ۱۲/۵ گرم در هزار) در برابر تیمار شاهد (آب‌شیرین)، همراه با گرسنگی (بدون غذا دهی) صورت گرفت (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ ودمیر و همکاران،۱۹۸۰؛ McKenzi و همکاران، ۱۹۹۹؛ Krayushkina و Semenova، ۲۰۰۶). طول مدت آزمایش ۱۶۸ ساعت بود و تلفات در فواصل زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۱۲۰، ۱۴۴ و ۱۶۸ ساعت به‌صورت تجمعی ثبت گردید (Krayushkina، ۱۹۹۹). در این بررسی در پایان دوره آزمایش (۱۶۸ ساعت) از گروه (سنی) بچه‌ماهیانی که در هر گونه بالاترین درصد بقاء را داشته و بالاترین شوری (۱۲/۵ گرم در هزار) را تحمل نمودند، نمونه‌برداری به‌عمل آمد. نمونه خونی با استفاده از لوله‌های موئینه هپارینی و پیپت پاستور با قطع ساقه دُمی تهیه شد. در آزمایشگاه بلافاصله درصد هماتوکریت، تعداد گلبول، غلظت هموگلوبین تعیین گردید. سپس توسط سانتریفوژ Hettich: D_7200 Tuttlingen (ساخت آلمان، ۱۹۹۰) با نیروی ۴۵۳/۶g برای مدت ۵ دقیقه، پلاسما از خون هپارینه جدا و در ظروف ۱/۵ سانتی‌مترمکعبی درب‌دار انتقال داده شد. ظروف حاوی پلاسما کاملاً با پارافیلم مسدود شده و در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) جهت سنجش یونی، هورمونی و اسمولاریته نگه‌داری شد (Altinok و همکاران، ۱۹۹۸).

پارامترهای اندازه‌گیری شده: غلظت یون‌های تک ظرفیتی (سدیم و پتاسیم) پلاسمای هپارینه با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Corning 405C:IRI) و الکترودهای اختصاصی یون تعیین گردید. هم‌چنین اندازه‌گیری غلظت یون‌های دو ظرفیتی (کلسیم و منیزیم) با دستگاه اسپکتروفتومتر (USA:UNICO, ۳۱۱۵۲۳۳) انجام شد. در این آزمایش تعیین غلظت یون کلسیم پلاسمای خون به‌روش مستقیم کمپلکسومتریک با ارتوکرزول فتالئین انجام شد (گرانسر، ۱۳۷۹). اندازه‌گیری یون منیزیم به‌روش گزیلیدیل بلو صورت گرفت (Tomas، ۱۹۹۸). رسوب‌گذاری سلول‌های خونی در حجم کل خون (Hct) موجود در لوله‌های موئینه هپارینی با استفاده از سانتریفوژ D7200_ Hettich (ساخت آلمان) با نیروی g ۱۶۳۲۹/۶، به‌مدت ۵ دقیقه انجام شد و درصد حجم گلبول قرمز خون با استفاده از خط‌کش مدوّر مخصوص قرائت گردید. شمارش گلبولی (WBC , RBC) با استفاده از لام نئوبار آینه‌ای و میکروسکوپ نوری انجام شد. در این آزمایش از پیپت ملانژور قرمز و محلول رقیق‌کننده ریس- اِکر استفاده گردید. هموگلوبین به روش سیان مت- هموگلوبین و با دستگاه اسپکتروفتومتر (CECIL ۱۰۲۰CE) ساخت آلمان تعیین شد (عامری‌مهابادی، ۱۳۷۸). حجم گلبولی (MCV) برحسب میکرومترمکعب یا فمتولیتر(fl)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) بر حسب میکرومیکروگرم یا پیکوگرم (pg) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCHC) بر حسب درصد، بااستفاده‌از رابطه‌های‌زیر محاسبه (طبرستانی، ۱۳۶۴؛ عامری‌مهابادی، ۱۳۷۸):

$$MCV=Hct\times10\times RBC$$

$$MCH=Hb\times10\times RBC$$

$$MCHC=Hb\times100\times Hct$$

روند تغییرات اسمولاریته بر حسب میلی‌اسمول بر لیتر در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر و به‌روش انجمادسنجی و با استفاده از دستگاه اسمومتر (Roebling Nr.9610003.Type.13: Germany) از روی ۱۰۰ میکرولیتر پلاسما تازه قبل از فریز کردن، اندازه‌گیری شد (Krayushkina، ۱۹۸۳). روند تغییرات هورمون کورتیزول پلاسما در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر با کیت کمپانی رادیم اندازه‌گیری شد و قرائت غلظت نمونه‌ها پس از آماده‌سازی نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر بیکروماتیک (Stat fax – Avernest, 330plus: USA) انجام شد. سپس منحنی استاندار ترسیم و مقدار غلظت کورتیزول برحسب نانوگرم بر میلی‌لیتر محاسبه گردید (ملک نیا، ۱۳۸۰).

روش آماری: از طرح کاملاً تصادفی متعادل (CRD) با استفاده از آزمون اصلی تجزیه واریانس (آزمون F) جهت معنی‌دار بودن یک اثر متقابل برای هر گونه (فیل‌ماهی، تاس‌ماهی روسی، تاس‌ماهی ایرانی و ماهی شیپ) به‌طور مجزا در سه گروه سنی (۳۵، ۵۰ و ۶۵ روز بعد از تغذیه فعال) در سه محیط با شوری متفاوت (۰/۵>، ۹/۵ و ۱۲/۵ گرم در هزار) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها بین گروه‌های آزمایشی از روش آزمون دانکن (Duncans test) در سطح معنی‌دار بودن ۰/۰۵ با نرم‌افزار Spss استفاده شد.

نتایج

در این بررسی درصد بقاء ماهیان نورس خاویاری در مواجهه با شوری‌های مختلف در طول آزمایش (۱۶۸ ساعت) به‌شرح جدول۲ بود. غلظت برخی از یون‌ها (+K، +Na،+Ca2 و +Mg2) برحسب میلی اکی‌والان گرم بر لیتر در پلاسمای خون بچه‌ماهیانی که پس از گذشت ۱۶۸ ساعت در سه محیط با شوری متفاوت به‌شرح جدول۳ تعیین شد. نتایج نشان داد که در هر چهارگونه، بین گروه‌ها با اندازه‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری در غلظت یون‌های پلاسمای خون آن‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). اما در محیط‌های مختلف (شوری متفاوت) اختلاف‌معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی‌مشاهده‌شد(P<۰/۰۵). مقایسه پارامترهای خونی در گونه‌های مختلف مشابه بود. به‌طوری‌که در محیط‌های آبی و گروه‌های مختلف‌سنی با اندازه‌های متفاوت تمایزاتی مشاهده شد. با افزایش شوری محیط پارامترهای هماتوکریت، غلظت هموگلوبین، حجم گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین گلبولی کاهش و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی افزایش داشته است (P<۰/۰۵). اما در تعداد گلبول قرمز و سفید در محیط‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است (P>۰/۰۵).

جدول ۲: درصد بقاء ماهیان نورس خاویاری پس از ۱۶۸ ساعت مواجهه با شوری‌های مختلف

سن (روز)	۳۵			۵۰			۶۵		
گونه/ شوری (ppt)	۵/۰<	۵/۹	۵/۱۲	۵/۰<	۵/۹	۵/۱۲	۵/۰<	۵/۹	۵/۱۲
فیل‌ماهی	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تاس‌ماهی ایرانی	۹۵	۷۹	۶۵	۱۰۰	۸۸	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۵
تاس‌ماهی روسی	۱۰۰	۸۷	۷۶	۱۰۰	۹۱	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۷
شیپ	۹۷	۸۵	۸۰	۹۷	۹۰	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۳: غلظت یون‌های پلاسمای خون ماهیان نورس خاویاری با شوری‌های متفاوت (SD± میانگین)

محیط	یون‌ها n =۱۰	گونه ماهیان خاویاری و آب				
		فیل‌ماهی	تاس‌ماهی ایرانی	تاس‌ماهی روسی	شیپ	آب
آب‌شیرین >۰/۵ ppt	Na^+	۹۹/۲±۳۴/۱۲۸ a	۴۸/۰±۸/۱۲۴ a	۳۵/۰±۲۸/۱۲۴ a	۱/۰±۰۵/۱۲۱ a	۸۶/۲±۸/۲۸ b
	K^+	۰۱/۰±۵۹/۲ a	۰۱/۰±۸/۱ a	۰۱/۰±۷۷/۱ a	۰۲/۰±۷۳/۱ a	۰۳/۰±۳۹/۰ b
	Ca^{2+}	۰۵/۰±۹۳/۵ a	۰۲/۰±۸۶/۴ a	۰۱/۰±۹۱/۴ a	۱۶/۰±۲۸/۴ a	۱۵/۰±۰۴/۲ b
	Mg^{2+}	۰۲/۰±۴۹/۰ b	۰۱/۰±۶۳/۰ b	۰۱/۰±۶۲/۰ b	۰۱/۰±۵۳/۰ b	۱۶/۰±۱۱/۱ a
آب مصبی ۹/۵ ppt	Na^+	۷۴/۱±۲۴/۱۴۱ a	۴۱/۰±۳/۱۴۲ a	۲۱/۰±۶۴/۱۴۱ a	۳۹/۰±۵۵/۱۳۹ a	۱۸/۵±۴۲/۱۳۵ b
	K^+	۰۱/۰±۶۹/۲ b	۰۱/۰±۹۱/۱ b	۰۱/۰±۸۷/۱ b	۰۴/۰±۸۷/۱ b	۴۵/۰±۵۱/۲ a
	Ca^{2+}	۰۱/۰±۴۹/۶ a	۰۴/۰±۱۶/۵ a	۰۲/۰±۱۱/۵ a	۹۳/۰±۴۶/۴ a	۳۹/۱±۴۶/۴ b
	Mg^{2+}	۰۳/۰±۴۹/۱ a	۰۱/۰±۱۱/۱ a	۰۱/۰±۱۶/۱ a	۰۴/۰±۰۷/۱ a	۱۴/۰±۱۶/۱ a
آب دریا ۱۲/۵ ppt	Na^+	۸۵/۰±۶/۱۵۴ b	۶/۰±۸/۱۵۱ b	۲۲/۰±۶۸/۱۵۲ b	۱۶/۰±۳/۱۴۹ b	۵۶/۴±۸۸/۱۷۵ a
	K^+	۰۱/۰±۸/۲ b	۰۱/۰±۰۳/۲ b	۰۱/۰±۰۲/۲ b	۰۱/۰±۹۹/۱ b	۳۵/۰±۴۱/۲ a
	Ca^{2+}	۰۴/۰±۱/۷ b	۰۳/۰±۵۷/۵ b	۰۲/۰±۵۷/۵ b	۰۲/۰±۴/۵ b	۸۲/۰±۴۶/۲۰ a
	Mg^{2+}	۰۴/۰±۱۴/۲ b	۱۰/۰±۷۵/۱ b	۰۲/۰±۸۶/۱ b	۰۱/۰±۶۷/۱ b	۰۶/۳±۳/۶۳ b

میلی‌اکی والان‌گرم بر لیتر (تعداد ۱۰ نمونه برای هر پارامتر)

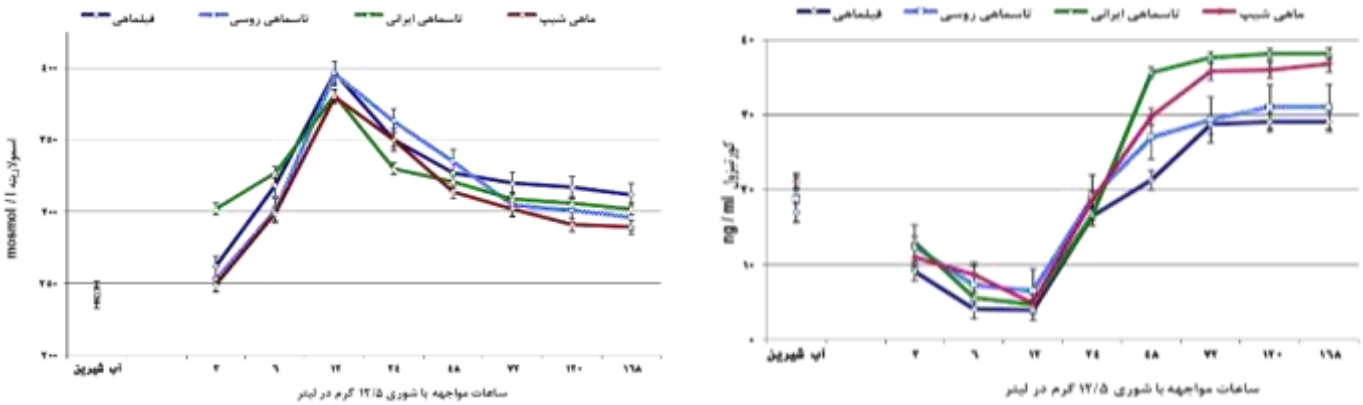
* حروف لاتین در هر ستون به تفکیک هر پارامتر مبین تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین محیط‌های مختلف تحت آزمون دانکن است.

جدول ۴: پارامترهای خونی ماهیان نورس خاویاری در محیط‌هایی با شوری‌های متفاوت (SD± میانگین)

محیط	پارامتر n=۱۰	واحد	فیل‌ماهی	تاس‌ماهی ایرانی	تاس‌ماهی روسی	شیپ
آب‌شیرین >۰/۵ ppt	Hct	درصد	۳۱/۲±۱/۲۱ a	۳/۰±۶۵/۳۸ a	۳۴/۰±۶۴/۳۲ a	۷۹/۰±۲۸/۳۳ a
	RBC	۱۰۰۰×µl	۳/۱۷±۸۴۳	۲۴/۲±۶۷۲ a	۳۶/۷±۶۲۹	۸۶/۴±۲۵/۷۷۶
	WBC		۱۷/۰±۲/۱۹	۸۴/۰±۸۶/۱۳	۱۸/۰±۲۲/۱۴	۱۴/۰±۱۸/۱۶
	Hb	gdl_1	۱۹/۰±۵۷/۵ a	۱۴/۰±۲۲/۵	۰۳/۰±۳۵/۵ a	۰۱/۰±۱۱/۵
	MCV	fl	۴/۲۲±۵/۲۵۰ a	۱۶/۲۲±۷۷/۵۷۸ a	۷۶/۹±۵۵/۵۲۱ a	۳۱/۱۱±۶۲/۴۲۹ a
	MCH	pg	۶۴/۱±۱۹/۶۷ a	۶۵/۴±۹۳/۷۷	۸۶/۰±۰۶/۸۵ ab	۴۹/۰±۶۸/۶۵
	MCHC	درصد	۲۷/۲±۶/۲۶ b	۴۱/۰±۴۸/۱۳ c	۲/۰±۳۶/۱۶ c	۳۷/۰±۳۲/۱۵ c
آب مصبی ۹/۵ ppt	Hct	درصد	۳۲/۱±۵۴/۱۸ b	۲۹/۰±۲۸/۳۰ b	۴۱/۰±۸/۲۹ b	۳۶/۰±۳۳/۲۸ b
	RBC	۱۰۰۰×µl	۴/۱۰±۸۳۵	۲۲/۲±۶۵۰ ab	۱۳/۸±۶۲۲	۲۵/۵±۲۵/۷۷۷
	WBC		۷/۸۳±۱۲/۱۹	۵۵/۰±۳/۱۳	۱۱/۰±۱۴/۱۴	۱۱/۰±۲۱/۱۶
	Hb	gdl_1	۰۷/۰±۳۲/۵ b	۰۵/۰±۱۱/۵	۰۵/۰±۳۲/۵ a	۱۰/۰±۱۲/۵
	MCV	fl	۸/۱۳±۴/۲۲۲ b	۸۷/۱۵±۱۶/۴۶۹ b	۵۶/۶±۰۹/۴۸۱ b	۸۵/۳±۸۶/۳۶۴ b
	MCH	pg	۱۲/۱±۸۳/۶۳ b	۸۳/۲±۷۹/۷۸	۵۵/۱±۲۵/۸۵ ab	۵۸/۰±۷۵/۶۵
	MCHC	درصد	۲/۲±۸۸/۲۸ ab	۱۹/۰±۸۳/۱۶ b	۳۲/۰±۸/۱۷ b	۲۲/۰±۰۴/۱۸ b
آب دریا ۱۲/۵ ppt	Hct	درصد	۴۳/۱±۰۴/۱۷ b	۱۴/۰±۹/۲۱ c	۴۲/۰±۲۷ c	۲۱/۱±۹۳/۲۲ c
	RBC	۱۰۰۰×µl	۲/۱۶±۸۳۶	۷۱/۱۹±۶۴۰ b	۸/۵±۶۲۹	۵/۴±۲۵/۷۷۹
	WBC		۱۳/۰±۱/۱۹	۲۹/۰±۳۵/۱۳	۱۹/۰±۱۸/۱۴	۳/۰±۲۹/۱۶
	Hb	gdl_1	۰۴/۰±۲۴/۵ b	۱۱/۰±۱۶/۵	۰۶/۰±۲۶/۵ ab	۰۲/۰±۱۳/۵
	MCV	fl	۹/۱۶±۲/۲۰۴ b	۶۲/۱۰±۳۱/۳۴۲ c	۲۴/۱۰±۱۷/۴۳۰ c	۸۴/۱۶±۳۹/۲۹۴ c
	MCH	pg	۲/۱±۷۶/۶۲ b	۰۷/۳±۶۲/۸۰	۳۶/۱±۳۵/۸۳ b	۴۱/۰±۶۷/۶۵
	MCHC	درصد	۶۳/۲±۹۸/۳۰ a	۴۸/۰±۵۳/۲۳ a	۲۹/۰±۴/۱۹ a	۳/۱±۳۸/۲۲ a

*حروف مختلف در هر ستون بین سه محیط آبی در هر یک از پارامترها مبین تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ تحت آزمون دانکن است.

در تمام گروه‌های ماهیان خاویاری نورس و اوزان مختلف میزان اسمولاریته پلاسما با افزایش شوری افزایش داشته‌است. هم‌چنین میزان اسمولاریته پلاسما در آب‌شیرین بیش‌تر از محیط آبی (هیپراسموتیک) و در آب مصبی و دریا کم‌تر از محیط آبی (هیپواسموتیک) بوده است. در شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر روند تغییرات اسمولاریته در ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت و در مقابل کورتیزول پلاسما کاهش و سپس افزایش داشته است (شکل۲).



شکل۲: روند تغییرات اسمولاریته و کورتیزول پلاسما ماهیان نورس خاویاری در محیط‌هایی با شوری‌های متفاوت (± SD میانگین)

بحث

تنش اولیه در ماهی هنگام تغییر شرایط محیط، سبب اختلال در مکانیسم‌های فیزیولوژی در پاسخ و سازگاری حیوان به محیط جدید است که در نتیجه، تهدید بقاء و مرگ از آن حادث می‌گردد (Martinez Álvarez و همکاران، ۲۰۰۲). در مهاجرت ماهیان از محیط آب‌شیرین به آب شور، مهم‌ترین عامل تحمل تغییرات فیزیولوژیک در ماهی است و در این ارتباط در ابتدا تحمل شوری و سپس ترجیح آب شور از عوامل مهم در مهاجرت ماهیان محسوب می‌گردد (ودمیر، ۲۰۰۱). مراحل تکامل اولیه در ماهیان نورس به‌دلیل تأثیر مستقیم آن بر بقاء و رشد آن‌ها بسیار مهم است. هم‌چنین میزان بقاء بالاتری را در ماهیان با طبقات سنی یکسان که وزن اکتسابی بیش‌تری کسب نموده‌اند مشاهده نمودند (Wallace و Asgord، ۱۹۸۴). زیرا وزن اکتسابی بالا می‌تواند تحت تأثیر قابلیت‌ها و توانائی‌های فردی ماهیان حاصل گردد. در این تحقیق بین گروه‌های گونه‌های مختلف در اندازه‌های متفاوت به تفکیک شرایط محیطی، عموماً اختلافی مشاهده نشد و تنها اختلاف در میزان مقادیر اندازه‌گیری شده در ارتباط با تغییر شوری محیط بود. باافزایش شوری هورمون کورتیزول (Wang و همکاران، ۲۰۰۳)، میزان مقادیر یونی و اسمولاریته پلاسما افزایش یافت و به سطح اولیه پارامترهای اندازه‌گیری شده ماهی در محیط آب‌شیرین برنگشت (ایمانپور، ۱۳۷۸؛ Sanchez de Lamadrid و همکاران، ۱۹۹۸؛ Krayushkina و Semenova، ۲۰۰۴). نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های مختلف با اندازه و سنین متفاوت که توسط محققین ایرانی و خارجی صورت گرفته است هم‌خوانی دارد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Jabbarzadeh Shiadeh و همکاران، ۲۰۰۰؛ Amini و همکاران، ۲۰۰۶؛ Martinez Álvarez و همکاران، ۲۰۰۲؛ Altinok و همکاران، ۱۹۹۸؛ Cataldi و همکاران، ۱۹۹۸).

در این مطالعه نشان داد که بچه‌ماهیان نورس مقاوم در برابر شوری ۱۲/۵ ppt به‌مدت ۱۶۸ ساعت حتی با حداقل سن مورد ارزیابی در این تحقیق (۳۵ روز)، قادر به تنظیم سیستم یونی- اسمزی بدن خود با محیط بودند. اسمولاریته مایعات بدن تمامی گونه‌های مورد مطالعه در آب‌شیرین بیش‌تر از محیط (هیپراسموتیک) و در آب لب‌شور (۹/۵ ppt و ۱۲/۵ ppt) کم‌تر از محیط (هیپواسموتیک) بود که با مطالعات Krayushkina و Semenova (۲۰۰۴) مطابقت دارد. در تایید مطلب فوق آزمایشات لوکیانینکو و همکاران (۱۹۸۴) نیز نشان دادند که بچه تاس‌ماهیان نورس کارگاهی به وزن ۳–۲ گرم و به سن ۴۵–۳۵ روز، دارای سیستم مکانیزم ترمیمی هستند و بقاء آن‌ها در شرایط طبیعی خزر شمالی تأمین می‌شود. در این بچه‌ماهیان نورس سیستم تنظیم کننده اسمزی، فرمون ترکیبات ترموشیمیائی و سایر مکانیزم‌های حفاظتی و سازگاری، به‌قدر کافی جهت تطبیق با شرایط جدید محیطی تشکیل شده است.

طبق تحقیقات Sanchez de Lamadrid و همکاران (۱۹۹۸) و Altinok و همکاران (۱۹۹۸) روی ماهیان خاویاری بعد از سازش پذیری در آب‌شور مشخص گردید که غلظت هموگلوبین و هماتوکریت کاهش یافته و تغییر معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز رخ نداده است. تحقیق حاضر نیز این موضوع را به‌اثبات رسانیده است. هم‌چنین در این مطالعه مشخص گردید که با افزایش شوری حجم گلبول قرمز

کاهش (P<۰/۰۵) و میزان غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز افزایش داشته (P<۰/۰۵) و در تعداد گلبول‌های سفید نیز تغییر معنی‌داری رخ نداده است (P>۰/۰۵). Martinez Álvarez و همکاران (۲۰۰۲) و Plaut (۱۹۹۸) معتقدند که این تغییرات به حجم آب موجود در خون وابسته است و تحت تأثیر تغییرات شوری محیط قرار دارد. در تحقیق حاضر نیز با توجه به عدم تغییر در تعداد گلبول‌های خونی و کاهش حجم گلبول قرمز، می‌توان به همین نتیجه رسید. این عدم تغییر احتمالاً به‌دلیل بررسی خونی در گروه ماهیان نورس (هم‌سن) بوده که با تحقیقات Nasri Tajan و Zohrabi (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

تحقیقات مختلفی از محققین نشان داد که در مرحله آغازی سازش‌پذیری تاس‌ماهیان نورس به آب دریا، میزان سدیم در خون به سرعت بالا رفته و سپس به‌تدریج پائین آمده و به‌میزان اولیه نزدیک می‌گردد. هم‌چنین سازش‌پذیری به آب‌شیرین نیز سبب تغییراتی در غلظت پتاسیم و کلسیم در سرم خون می‌گردد و با افزایش غلظت یونی پلاسما، میزان اسمولاریته پلاسما افزایش می‌یابد. یعنی غلظت یون‌ها با اسمولاریته رابطه مستقیم دارد (دوبین و کیسیلیوا، ۱۹۸۳؛ ترنکلر و استپانووا، ۱۹۸۳) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد و با افزایش غلظت یونی، مقدار اسمولاریته نیز افزایش داشته است و نقطه اوج اسمولاریته در ۱۲ ساعت اول بوده است (شکل ۲) و پس از گذشت ۷۲ ساعت با شیب تندی کاهش یافته و از ۷۲ ساعت تا ۱۶۸ ساعت روند نزولی داشته است و به سطح اولیه برنگشت (Martinez Álvarez وهمکاران، ۲۰۰۲؛ Altinok وهمکاران، ۱۹۹۸؛ Sanchez de Lamadrid و همکاران، ۱۹۹۸؛ Krayushkina، ۲۰۰۵؛ He و همکاران، ۲۰۰۹).

Martinez Álvare و همکاران (۲۰۰۲) و Plaut (۱۹۹۸) نشان دادند که در مراحل اولیه انتقال ماهی به آب لب‌شور، غلظت هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول قرمز افزایش می‌یابد و هنگامی که به‌تدریج ماهی آداپته می‌شود، این مقادیر نسبت به‌میزان اولیه کاهش می‌یابد، اما به سطح اولیه بر نمی‌گردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. این نتیجه در ایران نیز توسط حافظ‌امینی و عریان (۱۳۸۱) بر روی ماهی کپور معمولی و ایمانپور (۱۳۸۴) بر روی بچه‌ماهیان سفید به اثبات رسیده است.

بدیهی است که سازش‌پذیری بچه تاس‌ماهیان نسبت به آب دریا با دخالت و تحت کنترل دستگاه عصبی هیپوتالاموس-هیپوفیز صورت می‌گیرد که به‌طور یک جانبه هرگونه تغییر شوری را تنظیم می‌کند (پالینوف و گارلوف، ۱۹۷۲). Olson (۱۹۹۸) نشان داد که تراوش وریدی جهت تبادلات یونی در سلول‌های آبششی، تحت کنترل عوامل متفاوتی از غدد مترشحه درون‌ریز هستند. بدین‌ترتیب، به‌دلیل بالا رفتن سطوح یونی پلاسمای خون در ماهیان و ایجاد استرس در آن‌ها، سطوح هورمون کورتیزول سرم خون که اولین شاخص پاسخ به استرس بوده (McDonald و Milligan، 1992؛ Cataldi و همکاران، ۱۹۹۸) و محصول نهائی محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-بین کلیوی است، افزایش می‌یابد (Wang و همکاران، ۲۰۰۳).

طبق تحقیقات Martinez Álvarez و همکاران (۲۰۰۲) روی ماهی خاویاری *Acipenser naccarii* مشخص گردید که اهداف افزایش سطوح کورتیزول در شوری‌های بالا در ماهیان غضروفی-استخوانی به مانند ماهیان استخوانی است. در این تحقیق نیز مشخص گردید که تا ۱۲ ساعت مواجهه با شوری، مقدار هورمون کورتیزول به پائین‌ترین سطح خود در خون رسیده و سپس افزایش داشته و پس از گذشت ۱۶۸ ساعت به حدود دو برابر میزان اولیه در آب‌شیرین رسیده است (شکل۲). بنابراین کاهش اولیه هورمون کورتیزول در خلال مراحل اولیه انتقال ماهی به آب لب‌شور جهت تطبیق فیزیولوژی بدن ماهی با شرایط جدید بوده است که پس از سازگاری جهت افزایش تراکم آنزیم سدیم- پتاسیم آدنوزین تری‌فسفات و تحریک فعالیت پمپ سدیم- پتاسیم در سطح بالاتری نسبت به سطح اولیه قرار گرفته است که با تحقیقات Keshtkar Langerudi و همکاران (۲۰۲۰) روی بچه ماهی ازون‌برون و حافظ‌امینی و همکاران(۱۳۸۲) بر روی کپورمعمولی به‌واسطه اثرات ناشی از استرس کلرورسدیم روی هورمون کورتیزول مطابقت دارد.

اثر اندازه و سن بچه ماهیان جهت سازش‌پذیری به آب لب‌شور، به شرایط محیط پرورش و توانائی هر ماهی در میزان رشد اکتسابی، وابسته است. این عامل سبب تحمل و سازش بچه‌ماهیان بهتر به محیط لب‌شور و برخی تغییرات در عوامل خونی گشته و آمادگی آن‌ها را در کسب توانائی فیزیولوژیک لازم جهت تنظیم یونی-اسمزی فراهم می‌سازد. Altinok و همکاران (۱۹۹۸) نشان داد که ماهیان با اندازه بزرگ‌تر، به‌نحو آسان‌تری در شرایط آب شور سازش حاصل می‌نمایند. بنابراین در چهار گونه مورد مطالعه، گروهی از ماهیان ۳۵ روزه با حداقل اندازه، در انتقال مستقیم از آب‌شیرین به آب لب‌شور با بازماندگی بیش از ۶۵ درصد تنوانسته اند سازگاری حاصل نمایند و این سازگاری با افزایش در اندازه و سن بچه‌ماهیان تا ۱۰۰ درصد افزایش داشته است .

تشکر و قدردانی

این مقاله در دومین وبینار نشست هم‌اندیشی ماهیان خاویاری که در تاریخ ۱۹ بهمن ۱۳۹۹، توسط شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی و با مشارکت موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور برگزار گردید، ارائه شد. بدین‌وسیله نگارندگان از جناب آقای دکتر سیدمحمد مجابی مدیرعامل محترم شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی که

هزینه چاپ و انتشار این مقاله را در مجله علمی پژوهشی محیط زیست جانوری جهت استفاده متخصصان و محققان شیلاتی فراهم کردند کمال قدردانی و تشکر را دارند.

منابع

۱. **ایمانپور، م.ر.، ۱۳۷۸.** بررسی عادات غذائی و میزان مرگ و میر بچه‌ماهیان قره‌برون رهاسازی‌شده به گرگان‌رود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۲ صفحه.

۲. **ایمانپور، م.ر.، ۱۳۸۴.** اثرات طیف نور، دوره‌های نوری و غنی‌سازی روی پرورش لاروی و تنظیم اسمزی بچه‌ماهیان سفید. رساله دکتری شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۸ صفحه.

۳. **پالینوف، ا.ل. و گارلوف، پ.ا.، ۱۹۷۲.** اطلاعات مقدماتی در مورد وضعیت هیپوفیز عصبی در تاس‌ماهیانی که از آب دریا به آب شیرین منتقل می‌شوند. گزارش از اجلاس سینیورخ، ۱۹۷۲، ۱۸۹ صفحه، بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۲۸ صفحه.

۴. **ترنکلر، ی.و. و استپانووا، ر.ن.، ۱۹۸۳.** فیل‌ماهی موضوع پرورش در قفس در خزر جنوبی، اصول بیولوژیک تاس‌ماهی پروری، مسکو، علوم صفحات ۱۵۰ تا ۱۵۷. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف،دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۲۸ صفحه.

۵. **حافظامینی، پ. و عریان، ش.، ۱۳۸۱.** بررسی اثرات ناشی از استرس کلرید سدیم روی هماتوکریت و هموگلوبین خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinuscarpio*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۳ تا ۲۲.

۶. **عادلی، ا.، ۱۳۹۶.** ارزیابی مدیریت بهره‌برداری ماهیان خاویاری در سواحل ایرانی دریای خزر (۱۳۹۳-۱۳۰۶). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۷، شماره ۱، ۲۰۱۸,۱۱۶۷۵۷.DOI: 1022092/ISFJ

۷. **عامری‌مهابادی، م.، ۱۳۷۸.** روش‌های آزمایشگاهی هماتولوژی دامپزشکی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۲۶صفحه.

۸. **دوبروفسکایا، ن.س. و رونکینا، د.ل.، ۱۹۸۱.** تاثیر حمل و نقل بر وضعیت فیزیولوژیک بچه تاس‌ماهیان و بچه ازون‌برون‌ها. اصول صحیح پرورش تاس‌ماهیان. ولگاگراد، صفحات ۸۰ تا ۸۱. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۲۸ صفحه.

۹. **دوبینین، و.ی. و دولیدزه، ی.ب.، ۱۹۷۹.** روند مهاجرت بچه ماهیان تکثیری. در کتاب شیلات آب‌های داخلی اتحاد جماهیر شوروی، آستاراخان. صفحات ۷۷ تا ۷۸. استاندارد وزن و سن بچه ماهیان خاویاری به‌منظور رهاسازی. مترجم: امانی، ق.ع.؛ عبدالملکی، ش.، انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۸۲. ۲۱۶ صفحه.

۱۰. **طبرستانی، م.، ۱۳۶۴.** خون‌شناسی پزشکی. سازمان چاپ و نشر مشهد. ۹۵۲ صفحه.

۱۱. **دوبین، و.پ. و کیسیلیوا، س.گ.، ۱۹۸۳.** سازگاری بچه تاس‌ماهیان نسبت به آب دریا در درجات مختلف دمائی و غذادهی، اصول بیولوژیک تاس‌ماهی پروری، مسکو. صفحات ۱۶۷ تا ۱۷۸. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۲۸ صفحه.

۱۲. **ریکووا . ی.ن.، ۱۹۸۷.** شاخص درجه شوری برای ارزیابی وضعیت بچه تاس‌ماهیان هنگام رهاسازی آن‌ها از استخرها و حمل به دریا. مسکو: انستیتو علمی بین‌المللی ماهی‌شناسی و اقیانوس‌شناسی. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۷.

۱۳. **فارابی، س.م. و. و رمضانی، ح.، ۱۳۸۴.** بررسی مراحل رشد لاروی، بچه‌ماهی نورس و انگشت‌قد فیل‌ماهی در تکثیر و پرورش مصنوعی جهت بازسازی ذخائر. ششمین همایش علوم و فنون دریائی و اولین همایش آبنگاری ایران. ۲۱۹ صفحه.

۱۴. **کارزینکین، گ.س.، ۱۹۴۲.** پاره‌ای اطلاعات در زمینه پرورش بچه ماهیان مهاجر. مجله جانورشناسی. جلد ۱۱، جزوه ۵، ، صفحات ۶۲ تا ۶۹. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۱۵ صفحه.

۱۵. **کاظمی، ر.؛ بهمنی، م.؛ پورکاظمی، م. و مجازی‌امیری. ب.، ۱۳۸۱.** بررسی سیستم اسمزی در تاس‌ماهی ایرانی *Acipenser persicus*. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۷۷ صفحه.

۱۶. **گرانسر، ع.، ۱۳۷۹.** بیوشیمی بالینی و آزمایشگاهی. انتشارات چهر. ۳۰۸ صفحه.

۱۷. **لوکیانینکو، و.ی.؛ کاسیموف، ر.ی. و کاکوزا، آ.آ.، ۱۹۸۴.** استاندارد رشد و وزن بچه‌ماهیان کارگاهی. ولگاگراد. ۲۲۹ صفحه. بازسازی ذخائر تاس‌ماهیان در حوضه‌های دریای خزر و آزوف، دریای سیاه. مترجم نظری، ف.، ۱۳۸۰. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۵ صفحه.

۱۸. **ملک‌نیا، ن.، ۱۳۸۰.** کتاب جامع الایزا. معاونت فنی شرکت تولیدی تحقیق گستر. نشر کتاب میر. چاپ سیاوش. صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۴.

۱۹. **ودمیرگری، آ.، ۲۰۰۱.** فیزیولوژی ماهی در سیستم‌های پرورش متراکم. ترجمه عبدالله مشائی، م.، انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. اداره کل آموزش و ترویج. ۳۰۲ صفحه.

20. **Altinok, I.; Galli, S.M. and Chapman, F.A., 1998.** Ionic and osmotic regeulation capabilities of juvenil Gulf of Mexico sturgeon, Acipenser oxyrinchus de sotoi.

and age. In: Biological principles of sturgeon Fish_Farming. (Barannikova, I.A. and Berdichevski, M.A., Eds.) Moscow: Science. pp: 158-166 (in Russian).

32. **Krayushkina, L.S., 1999.** Adaptation of brackish water and fresh water sturgeons to hyperosmotic media.st. Petersburg state (Russia).

33. **Krayushkina, L.S., 2005.** Evolution of mechanisms of osmotic and ionic regulation in a number of acipenserids. 5th International Symposiom on Sturgeon.General biology life history.GB13. 328 p.

34. **Krayushkina, L.S. and Semenova, O.G., 2004.** Feature of osmotic regulation in Caspian Acipenserids.proceeding of the fourth international Iran and Russia Conference, In the shahrecord. pp: 1501-1505.

35. **Krayushkina, L.S. and Semenova, O.G., 2006.** Osmotic and ion regulation in different species of Acipenserids (Acipenseriformes, Acipenseridae). J. Ichthyol. Vol. 46, No. 1, pp: 108-119.

36. **Legeza, M.I., 1970.** Quantitative distribution of sturgeons (family Acipenseridae) in the Caspian Sea. TSNIORKH Proceedings Vol.2. Food Industry. pp: 57-63.

37. **Martinez 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. Journal of Experimental Biology. Vol. 205, pp: 3699-3706.

38. **McDonald, D.G. and Milligan, C.L., 1992.** Chemical properties of the blood. In Fish Physiology, Vol. XIIB (ed. Hoar, W.S.; Randall, D.J. and Farrell, A.P.,), pp: 56-133. London: Academic Press.

39. **McKenzi, 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 hyperosmotic environment. J. Appl. Ichthyol. Vol. 15, pp: 61-66.

40. **Nasri Tajan, M. and Zohrabi, M., 2019.** Determination of some hematological and biochemical parameters of Cultured Stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) and Ship sturgeon (*Acipenser nudiventris*) the changes age and Sex dependent. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 13, No. 2, pp: 125-137.

41. **Olla, B.L.; Davis, M.W. and Ryer, C.H., 1998.** Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioural survival skills. Bulletin of Marine Science. Vol. 62, pp: 531-550.

Comparative Biochemistry and physiology part A. Vol. 120, pp: 609-616.

21. **Amini, K.; Rostami, A.M. and Jorjani, M., 2006.** Investigation of osmoregulation system in Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*) released in the Gorgan River.5th International Symposiom on Sturgeon.General biology life history.GB1. 328 p.

22. **Cataldi, E.; Di Marco, P.; Mandich, A. and Cataudella, S., 1998.** Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): effects of temperature and stress. Comp. Biochem. Physiol A. Vol. 121, pp: 351-354.

23. **Doroshov, S., 1985.** The biology and culture of sturgeon. In: Recent advance in aquaculture, (Eds. Muir, J. and Roberts, R.,) Croon Helm publ. London.

24. **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, DOI: 10.1007/s10695-008 9230-5

25. **Heggberget, T.G.; Staurnes, M.; Strand, R. and Husby, J., 1992.** Smoltification in salmonids. NINA Norsk Institutt for Naturforskning Forskningsrapport. Vol. 31, pp: 3-42.

26. **Howell, B.R., 1994.** Fitness of hatchery reared fish for survival in the sea. Aquaculture and Fisheries Management. Vol. 25, No. 1, pp: 3-17.

27. **Ivanov, V.P.; Vlasenko, A.D.; Khodorevskaya, R.P. and Raspopov, V.M., 1999.** Contemporary status of Caspian sturgeon stock and its conservation. J.Appl. Ichthyol. Vol. 15, pp: 103-105.

28. **Jabbarzadeh Shiadeh, S.M.; Mojazi Amiri, B.; Abtahi, B. and Nazari, R.M., 2000.** Study on the changes of some physiological factors during osmoregulation of juvenile Persian sturgeons (*Acipenser persicus*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 2, No. 1, pp: 61-74.

29. **Keshtkar Langerudi, E.; Jamili, Sh.; Ramezani-Fard, E. and Khoshnood, Z., 2020.** Osmoregulation, endocrine capability, and histopathological alteration of starry sturgeon (*Acipenser stellatus*) fry after transfer to Brackish Water. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 20, No. 2, pp: 449-462.

30. **Khodorevskaya, R.P. and Novikova, A.S., 1995.** Status of beluga sturgeon, Huso huso, in the Caspian Sea. Journal of Ichthyology. Vol. 35, No. 9, pp: 59-68.

31. **Krayushkina, L.S., 1983.** Level of development of osmoregulatory system of young sturgeons depends on size

42. **Olson, K.R., 1998,** The cardiovascular system. In: Evans. D. H, editor. The physiology of fishes. Boca Raton: CRC Press. pp: 129-154.

43. **Plaut, I., 1998.** Comparison of salinity tolerance and osmoregulation in two closely related species of blennies from different habitats. Fish Physiol. Biochem. Vol. 19, pp: 181-188.

44. **Pourkazemi, M., 1999.** Problems Associated in Sustainable Management of Sturgeon in the Caspian Sea. Journal of Sustainable Use. Specific Aspect of Sustainable Use of Other Aquatic Resources. http:// IWMC.org.2nd Symposium. Aquatic Resources.htm.

45. **Pourkazemi, M., 2006.** Caspian Sea Sturgeon Conservation and Fisheries: Past, Present and Future. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 22, No. 1, pp: 12-16. DOI:10.1111/j.1439 0426.2007.00923.x.

46. **Sanchez de Lamadrid, A.; Garcia Gallego, M.; Sanz, A.; Munos, J.L.; Domezain, J.; Soriguer, M.C.; Domezain, A., and Hernando, J.A., 1998.** Acclimation of the sturgeon, Acipenser naccarii Bonaparte 1836 to saltwater: Effect of age and weight. 6 p.

47. **Suboski, M.D. and Templeton, J.J., 1989.** Life skills training for hatchery fish: social learning and survival. Fisheries Research (Amsterdam). Vol. 7, pp: 343-352.

48. **Tomas, L., 1998.** Clinical laboratory diagnostics.1st ed. Frankfurt: TH Books Verlagsgesellschaft. pp: 231-241.

49. **Wallace, J.C. and Asgord, D., 1984.** An investigation of the consequences of egg size for the culture of arctic charr, Salvelinus alpinus (L). J. Fish Biol. Vol. 24, pp: 427-435.

50. **Wang, Y.S.; Gonzalez, R.J.; Patrick, M.L.; Grosell, M.; Zhang, C.; Feng, Q.; Du, J.; Walsh, P.J. and Wood, C.M., 2003.** Unusual physiology of scale less carp *Gymnocypris przewalskii* in Lake Qinghai: Ahigh altitude alkaline saline lake. Comparitive Biochemistery and Physiology Part A. Vol. 134, pp: 409-421.