14(1) 431-440, Spring 2022

Journal of Animal Environment

(AEJ)

Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effects of NaCl Addition on Transport Stress on Blood Indices, Blood Serum Biochemical Parameters and Skin Mucus in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*)

Sepideh Hoseinjanzadeh* *, *Mohammad Reza Imanpour, Seyed Hosein Hoseinifar

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Key Words

NaCl
Transport
Caspian kutum
Haematological parameters
Biochemical parameters
Skin mucus

Abstract

Introduction: Purchase, transportation and maintenance of fish became an important chain in aquaculture industry along with the increase of farmers. Transporting of fishes is a stressful process in aquaculture. The present study investigates to reduce the losses after the transfer of Caspian kutum to the Caspian Sea and the effect of adding NaCl in transporting stress and Survival rate after that, on haematological parameters, blood serum biochemical parameters and skin mucus of Caspian white fish.

Materials & Methods: For this purpose, along with the transporting fish to laboratory different concentrations of NaCl (0, 1, 3 and 6) were added to the transporting water. The samples of mucus and blood were taken immediately after transferring. Fish transferred to the seawater for one week and samples were collected after three days and one week.

Results: The result of this study showed that the RBC and hematocrit increased significantly over time after the salinity stress ($P<0.05$) and the amount of the hemoglobin, blood glucose and the total number of skin mucus bacteria decreased significantly over time after the salinity stress ($P<0.05$). However, there was no significant change in the amount of white blood cell, differential count of white blood cells, hemoglobin, mean volume of cell, the average concentration of cell hemoglobin and cortisol ($P> 0.05$).

Conclusion: Generally, it can be concluded that transported fishes with 1 g/litr salt in transporting water had better condition regarding immune parameters compared control group and other treatments.

* Corresponding Author's email: baboly@yahoo.com

Received: 23 December 2020; Reviewed: 25 January 2021; Revised: 27 March 2021; Accepted: 3 May 2021

(DOI): 10.22034/AEJ.2021.279824.2493

مقاله پژوهشی

اثرات افزودن نمک طعام در استرس حمل و نقل بر شاخص‌های خونی، پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون و موکوس پوست دربچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

سپیده حسین‌جان‌زاده، محمدرضا ایمان‌پور، سیدحسین حسینی‌فر*

گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

کلمات کلیدی

نمک طعام
حمل و نقل
ماهی سفید
شاخص‌های خونی
پارامترهای بیوشیمیایی
موکوس پوست

چکیده

مقدمه: با توسعه صنعت پرورش ماهی، جابه‌جایی و نگه‌داری بچه‌ماهیان یکی از زنجیره‌های مربوط به این صنعت محسوب می‌شود. حمل و نقل ماهیان یکی از فرآیندهای استرس‌زا در آبزی‌پروری است. تحقیق حاضر به‌منظور کاهش تلفات پس از انتقال بچه‌ماهیان سفید به دریای خزر انجام شده و تاثیر افزودن نمک طعام را در استرس حمل و نقل و میزان بازماندگی پس از آن بر شاخص‌های خونی، پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون و موکوس پوست در ماهی سفید ارزیابی می‌کند.

مواد و روش‌ها: بدین منظور در مسیر حمل و نقل به سالن آبزی‌پروری غلظت‌های مختلف NaCl: صفر، ۱، ۳ و ٦ گرم در لیتر به آب محیط انتقال افزوده شد. بلافاصله پس از حمل و نقل از ماهیان هر شوری نمونه خون و موکوس گرفته شد. ماهیان بعد از حمل و نقل به مدت یک هفته به شوری مشابه آب دریای خزر منتقل شدند و در زمان‌های بعدی در سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از آن مجدداً نمونه‌برداری انجام شد.

نتایج: نتایج این مطالعه نشان داد که میزان گلبول قرمز خون و هماتوکریت به‌طور معنی‌داری با گذشت زمان پس از استرس شوری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) و میزان هموگلوبین متوسط سلولی، گلوکز خون و تعداد کل باکتری‌های موکوس پوست به‌طور معنی‌داری با گذشت زمان پس از استرس شوری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). اما میزان گلبول سفید، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، هموگلوبین، حجم متوسط گلبولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی و کورتیزول خون تغییر معنی‌داری در مواجهه با استرس شوری نداشتند ($P>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طورکلی می‌توان گفت ماهیان حمل‌ونقل شده در نمک یک گرم در لیتر به لحاظ شاخص‌های ایمنی در شرایط مناسب‌تری نسبت به گروه شاهد و سایر تیمارهای ذکر شده بودند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: baboly@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۳ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ٦ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۷ فروردین ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش ۱۳ اردیبهشت ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.279824.2493

مقدمه

دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه و حوزه آبی بسته جهان مامن گران‌بهاترین ماهیان باارزش اقتصادی و زیستی دنیا به‌خصوص ماهی سفید می‌باشد (۱). ماهی سفید خزر (*Rutilus frisii kutum*) از اعضای خانواده کپورماهیان بوده و گونه بومی دریای خزر به‌شمار می‌رود. عمده پراکنش ماهی سفید در دریای خزر مربوط به مناطق جنوبی و جنوب‌غربی این دریا بوده و این ماهی به‌عنوان یک ماهی اقتصادی ارزشمند توسط صیادان صید می‌گردد. صید انبوه این ماهی یکی از عوامل اصلی کاهش ذخایر این گونه می‌باشد (۲). عملیاتی نظیر دستکاری و انتقال اغلب به‌عنوان رخدادهای استرسی برای آبزیان پرورشی تلقی می‌گردند. در آبزی‌پروری عملیات رقم‌بندی، صید (اغلب صید با تور) انتقال ماهی به خارج از آب و حمل و نقل ماهیان، استرس‌زا است و منجر به یک پاسخی می‌گردد که اصطلاحاً معروف به جنگ و گریز می‌باشد (۳). ماهیان همواره درگیر استرس‌های گوناگون محیطی هستند. تغییر در کیفیت آب، فاکتورهای محیطی، شرایط فیزیولوژیکی خود ماهی و میزان تراکم ماهی در واحد حجم، هر یک عاملی برای ایجاد استرس در ماهی هستند (۴). خون به‌عنوان یک بافت سیال، یکی از مهم‌ترین مایعات بیولوژیک بدن است که تحت تأثیر حالات مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک ترکیبات آن دستخوش نوسان و تغییر می‌گردد. لذا در اختیار داشتن مقادیر طبیعی پارامترهای خونی و بررسی چگونگی تغییرات آن‌ها می‌تواند در شناسایی بیماری‌ها، تعیین شرایط بهداشتی و سلامت آبزیان مفید باشد. بررسی فاکتورهای هماتولوژیکی ابزاری را جهت تسهیل مدیریت سلامت ماهی فراهم کرده است (۵) که می‌تواند در بررسی اثرات استرس مورد استفاده قرار بگیرد. به‌عنوان مثال تغییرات محیطی مانند شوری و دما هم بر غلظت یون‌ها و هم بر تعداد سلول‌های خون مؤثر است (۶). اثر تغییرات فاکتورهای محیطی بر شاخص‌های خونی ممکن است در یک محدوده به‌صورت افزایشی و در محدوده دیگر به‌صورت کاهشی باشد که این وضعیت به محدوده‌های اپتیمم هر ماهی و ویژگی‌های تطابقی آن بستگی دارد (۷). بررسی جوانب مختلف زندگی ماهی و به‌خصوص مطالعات خون‌شناسی و معیارهای خونی ماهیان در فرآیند حمل و نقل از مهم‌ترین مواردی می‌باشد که به‌خوبی وضعیت ماهیان را در طول مدت حمل و نقل از نظر استرس وارده به آن‌ها و یا وضعیت سلامتی آن‌ها را کاملاً آشکار می‌سازد. از طرفی، بررسی‌های هماتولوژیک می‌توانند اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با حد تحمل جانوران در برابر فاکتورهای استرس‌زا ارائه دهند و اندازه‌گیری هماتوکریت و هموگلوبین به‌عنوان شاخص هماتولوژی در پاسخ‌های ثانویه استرس به‌طور فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸)، تغییر در تعداد گلبول قرمز (هماتوکریت مقدار تقریبی آن را نشان می‌دهد) یا مقدار هموگلوبین بعد از وارد شدن استرس می‌تواند نشانگر این باشد که رقیق شدن یا تلغیظ خون روی داده‌است (۹). براساس برخی مطالعات تحت تأثیر استرس‌های فیزیکی میزان هماتوکریت در ماهی افزایش می‌یابد (۱۰، ۱۱) که این افزایش ممکن است به‌علت جذب آب در گلبول‌های قرمز باشد (۱۲). استرس و یا تحریک کورتیزول تأثیر قابل توجهی بر سیستم ایمنی بدن ماهی دارد و به‌خوبی مشخص شده که سبب ایجاد تغییراتی در پاسخ‌های ایمنی ماهیان و هم‌چنین سبب افزایش حساسیت‌پذیری به پاتوژن‌های طبیعی و کاهش مقاومت در برابر بیماری می‌شود (۱۳، ۱۴). تغییرات ایمنولوژیک ماهیان در شرایط استرسی می‌تواند تحت تأثیر نوع استرس (حاد یا مزمن)، گونه و وضعیت فیزیولوژیک قرار بگیرد (۱۴). گزارش شده است که استرس حاد سبب تحریک برخی از پاسخ‌های ایمنی در ماهیان می‌شود (۱۵، ۱۴). هر چند برخی اثرات مخرب استرس حاد بر سیستم ایمنی نیز به‌اثبات رسیده است (۱۶، ۱۴). از سوی دیگر، استرس‌های مزمن به‌طور عمده به‌صورت مخربی سبب تعدیل پاسخ‌های ایمنی در ماهیان می‌شوند (۱۷، ۱۴). با توجه به این که نتایج متناقضی در مورد اثرات استرس بر ایمنی هومورال در مطالعات مختلف ماهیان مشاهده شده است، اثر استرس به‌عنوان یک تنظیم‌کننده ایمنی به‌صورت مشخص در ماهیان شناسایی نشده است و مطالعات بیش‌تری در این رابطه مورد نیاز است (۱۳). ماهیان همواره درگیر استرس‌های گوناگون محیطی هستند. استفاده از سطوح مطلوب نمک در طول حمل و نقل ماهیان کمک می‌کند تا ماهی برای حفظ هموستازی با کاهش گرادیان اسمزی بین پلاسما و محیط خارجی و افزایش تولید موکوس به‌اثبات رسیده است (۱۸). بنابراین با توجه به اهمیت اقتصادی ماهی سفید و حفظ ذخایر منابع آبزیان دریای خزر، هدف از این تحقیق ارائه الگوی مناسب میزان شوری آب در حمل و نقل این ماهی، جهت کاهش استرس و نیز بالا بردن میزان بازماندگی آن‌ها طی رهاسازی در دریای خزر می‌باشد. معیارهای هماتولوژی، پارامترهای بیوشیمیایی خون و موکوس پوست به‌عنوان یک پارامتر استرسی مهم در ماهی سفید در شرایط مختلف حمل و نقل این ماهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

روش تهیه نمونه‌ها: ۲۴۰ قطعه ماهی سفید ۰/۲۱±۲/۶۶ گرمی در ۱۲ تانک پلاستیکی ۲۰ لیتری از کارگاه سیجوال خریداری شد و توسط وانت به‌مدت ۱ ساعت به سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات منتقل شد. تغذیه ماهی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انتقال قطع شد. هر تانک حاوی ۲۰ قطعه ماهی در غلظت‌های مختلف

NaCl: صفر ،۱، ۳، ۶ گرم در لیتر آب بود. دمای آب، pH، آمونیاک، کربن‌دی‌اکسید و اکسیژن هر ۳۰ دقیقه یک‌بار در طول مدت انتقال اندازه‌گیری شد. سطوح اکسیژن توسط تزریق اکسیژن مایع بالای ۶ میلی‌گرم در لیتر نگه داشته شد. بعد از انتقال بلافاصله از ماهی‌ها نمونه‌برداری شد. به گونه‌ای که ۵ ماهی از هر تیمار توسط عصاره پودر گل میخک بی‌هوش شدند و جهت اندازه‌گیری پارامترهای خونی از طریق قطع ساقه‌دمی آن‌ها خونگیری شد. هم‌چنین جهت اندازه‌گیری تعداد کل باکتری‌های موکوس پوست بلافاصله بعد از حمل‌ونقل و هم‌چنین یک هفته بعد از آن به‌طور تصادفی نمونه‌برداری از ماهیان انجام شد. بعد از نمونه‌برداری، تمامی ماهی‌های هر کیسه به یک آکواریوم مجزا، به‌مدت یک هفته، در شوری مشابه آب دریای خزر (۱۲ ppt) انتقال داده شد. سه روز بعد و هم‌چنین یک هفته بعد از حمل و نقل مجدداً از هر آکواریوم به‌طور تصادفی نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آکواریوم‌های نگه‌داری بچه ماهیان طی یک‌دوره هفت‌روزه اندازه‌گیری شد. میزان اکسیژن محلول ۵/۳±۰/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر، دمای آب ۲۴/۳±۰/۱۶ درجه سانتی‌گراد، pH ۸/۶±۰/۱۸ و شوری آب ۱۲±۰ ppt (مشابه آب دریای خزر) بود.

خونگیری: خون ماهی‌های سفید خریداری شده و انتقال یافته به سالن آبریزی شهید ناصر فضلی‌برآبادی بعد از نمونه‌برداری به لوله‌های CBC حاوی ماده ضدانعقاد هپارینه و غیرهپارینه منتقل می‌شد و در یخچال با درجه حرارت ۴ درجه‌سانتی‌گراد نگه‌داری شد. جهت تعیین آنزیم‌ها و ترکیبات‌شیمیایی پلاسمای خون ماهی سفید، نمونه‌های خون ماهی‌های هر تکرار که در لوله‌های غیرهپارینه مربوطه منتقل شده بودند، به‌مدت ۳۰ دقیقه نگه‌داری شد و پس از انعقاد، در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سانتریفیوژ شد (۱۹، ۲۰). سرم به‌دست آمده در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد و با کیسه‌های یخ به آزمایشگاه منتقل گردید.

شمارش افتراقی گلبول‌های سفید: جهت شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، پس از تهیه گسترش توسط رنگ گیمسا عمل رنگ‌آمیزی صورت گرفته و در هر گسترش تعداد ۱۰۰ عدد گلبول سفید به‌صورت تصادفی شمارش و درصد آن محاسبه شد (۲۱).

اندازه‌گیری میزان هماتوکریت: اندازه‌گیری میزان هماتوکریت خون از طریق لوله میکروهماتوکریت و دستگاه سانتریفیوژ بر حسب درصد قرائت گردید (۲۱).

اندازه‌گیری میزان هموگلوبین خون: میزان هموگلوبین خون با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری برحسب گرم در دسی‌لیتر اندازه‌گیری شد (۲۱).

اندازه‌گیری میزان گلبول قرمز خون: میزان گلبول قرمز خون از طریق لام هموسیتومتر اندازه‌گیری شد (۲۱).

شاخص‌های گلبول قرمز: برای تعیین شاخص‌های یاخته‌های قرمز خون (MCV، MCH و MCHC) به‌ترتیب روابط ریاضی مربوط به آن‌ها به‌شرح ذیل تعیین گردید (۲۲):

$$MCV=(Hct\times10)/RBC$$

$$MCH=(Hb\times10)/RBC$$

$$MCHC = (Hb\times100)/Hct$$

آماده‌سازی سرم خون: جداسازی سرم از سلول‌های خونی توسط سانتریفوژ لابوفاژ ۲۰۰× و ساخت شرکت هرئوس آلمان با سرعت ۵۰۰۰ دور در مدت زمان ۱۰ دقیقه انجام گرفت. سرم به‌دست آمده به‌آرامی توسط میکروپیپت جدا شده و به اپندروف‌های شماره‌گذاری شده منتقل وجهت اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی مورد استفاده قرار گرفته در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

اندازه‌گیری میزان گلوکز خون: اندازه‌گیری گلوکز سرم خون (۲۳) با روش آنزیماتیک GOD-POD (Glucos oxidase- peroxidase) انجام پذیرفت اساس آزمایش فوق براساس بررسی‌های انجام شده توسط (۱۹) انجام شد. گلوکز در اثر گلوکز اکسید و به گلوکونیک اسید و آب اکسیژنه تبدیل شده و آب اکسیژنه در مجاورت فنل و ۴ آمینوآنتی‌پیرین به کنیون قرمز تبدیل می‌گردد و رنگ حاصل متناسب با غلظت گلوکز می‌باشد. بدین‌منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل RA-۱۰۰۰؛ شرکت Technico، ساخت آمریکا و به‌کارگیری کیت‌های Man ایران) میزان گلوکز برحسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر به‌دست آمد.

اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول پلاسما: میزان کورتیزول موجود در نمونه‌های سرم خونی با استفاده از کیت تشخیصی مونوبایند ساخت کشور امریکا و با استفاده از روش الایزا اندازه‌گیری گردید. ۲۵ میکرولیتر از نمونه سرم را در جایگاه اندازه‌گیری ریخته شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از معرف آنزیم کورتیزول به تمامی نمونه‌ها افزوده شد. میکروپلیت حاوی نمونه‌ها و معرف برای ۲۰ تا ۳۰ ثانیه به آرامی حرکت داده شد و پس از آن، سطح میکروپلیت‌ها پوشیده شده و برای ۶۰ دقیقه در دمای اتاق انکوباسیون گردید. پس از انکوباسیون در دمای اتاق صفحه میکروپلیت را به آرامی خم نموده تا محتویات آن خالی شود. سپس ۳۵۰ میکرولیتر از بافر شستشو را ۲ مرتبه به آن افزوده و تخلیه گردید. پس از آن ۱۰۰ میکرولیتر از معرف را به تمامی جایگاه‌ها اضافه شد و برای ۱۵ دقیقه در دمای اتاق انکوباسیون گردید. پس از اتمام زمان انکوباسیون ۵۰ میکرولیتر از محلول متوقف‌کننده واکنش به جایگاه‌ها افزوده شد و برای ۱۵ تا ۲۰ ثانیه حرکت داده شد. سپس جذب نوری هر جایگاه در طول موج ۴۵۰ نانومتر قرائت گردید (۲۴).

اندازه‌گیری میزان باکتری‌های موکوس پوست: به‌منظور بررسی تعداد کل باکتری‌های موجود در پوست ماهی سفید، بلافاصله بعد از حمل‌ونقل و هم‌چنین یک هفته بعد از آن به‌طور تصادفی نمونه‌برداری از ماهیان انجام شد. برای جمع‌آوری نمونه موکوس، به‌طور تصادفی از هر تکرار، ۵ قطعه ماهی در محلول عصاره گل میخک (۵ میلی‌گرم در لیتر) به‌مدت ۲ دقیقه بی‌هوش و سپس به کیسه پلاستیکی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر Nacl ۵۰ میلی‌مولار انتقال داده شد. برای جمع‌آوری موکوس، کیسه‌های پلاستیکی به‌مدت یک دقیقه به آرامی تکان داده شد. سپس ماهی‌ها از کیسه‌های پلاستیکی خارج و به مخزن‌های مربوطه منتقل شدند. موکوس را بلافاصله به تیوب‌های ۱۵ میلی‌لیتری استریل منتقل و از دستگاه (,5810R Eppendorf Engelsdorf, Germany)(۱۵۰۰×g برای ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) برای سانتریفیوژ استفاده شد. پس از جمع‌آوری موکوس و هموژن نمودن نمونه‌ها، با استفاده از محلول نمکی استریل (Nacl ۰/۸۷ w/v درصد) رقت‌های 10^{-1} تا 10^{-7} تهیه گردید. از رقت‌های تهیه شده، تحت شرایط کاملاً ضدعفونی (Aseptic) حجمی معادل ۰/۱ میلی‌لیتر برداشته شد و به محیط کشت پلیت کانت آگار یا PCA (به‌منظور تعیین تعداد کل باکتری‌های موجود در موکوس) در سطح پلیت پخش شدند(۲۵، ۲۶). پس از انجام عمل کشت، انکوباسیون پلیت‌ها به‌مدت ۵ روز در دمای اتاق و در شرایط هوازی صورت پذیرفت (۲۶). بعد از سپری شدن زمان انکوباسیون، شمارش باکتری‌های هر پلیت بر حسب لگاریتم واحد کلنی (تعداد کلنی‌های باکتریایی رشد یافته بر روی محیط کشت × عکس ضریب رقیق‌سازی) در گرم وزن موکوس انجام شد (۲۷).

تجزیه و تحلیل آماری: آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون دانکن تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به MCH, MCHC, WBC, RBC, Hb, HCT, MCV, گلوکز و تعداد کل باکتری‌های موکوس با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه Two-way ANOVA و داده‌های مربوط به شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (لنفوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل) و کورتیزول خون با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه One-way ANOVA انجام شد. برای مقایسه میانگین بین تیمارها و نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال (P<۰/۰۵) از آزمون دانکن (Duncan's multiple-range test) استفاده گردید. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۱۳) انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از میزان گلبول‌های سفید خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان گلبول‌های سفید خون در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید خون ماهیان وجود نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون: نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون ماهیان وجود نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از میزان گلبول‌های قرمز خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان گلبول‌های قرمز خون در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در سطح گلبول‌های قرمز خون ماهیان وجود داشتند (P<۰/۰۵). به گونه‌ای که با افزایش شوری میزان آن در ۱ هفته پس از حمل‌ونقل در شوری ۶ افزایش معنی‌داری نشان داد.

نتایج حاصل از میزان هموگلوبین خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هموگلوبین خون در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در سطح هموگلوبین خون ماهیان وجود نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از درصد هماتوکریت خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری درصد هماتوکریت خون در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در سطح درصد هماتوکریت خون ماهیان وجود داشتند (P<۰/۰۵). به گونه‌ای که میزان آن در زمان ۱ هفته پس از حمل‌ونقل در شوری ۶ افزایش معنی‌داری را نشان داد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم متوسط گلبولی: نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم متوسط گلبولی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته

پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در حجم متوسط گلبولی ماهیان وجود نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری هموگلوبین متوسط سلولی: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هموگلوبین متوسط سلولی خون در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان هموگلوبین متوسط سلولی در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل‌ونقل اختلاف معنی‌داری در خون ماهیان وجود داشتند (P<۰/۰۵). به‌گونه‌ای که در زمان بلافاصله پس‌ازحمل‌و نقل در شوری‌صفر بیش‌ترین‌اندازه هموگلوبین متوسط سلولی وجود داشت و در همان زمان در شوری یک کاهش معنی‌داری را نشان داد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت متوسط هموگلوبین سلولی: نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌غلظت‌متوسط‌هموگلوبین سلولی در جدول ۸ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای هماتولوژی‌خون‌در زمان‌های بلافاصله پس ازحمل‌و نقل، سه‌روز پس از حمل و نقل و ۱ هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در غلظت متوسط هموگلوبین سلولی ماهیان وجود نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌میزان‌گلوکز خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان گلوکز خون در جدول ۹ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان گلوکز خون در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، ۳ روز پس از حمل و نقل و ۱ هفته پس از حمل و نقل اختلاف‌معنی‌داری‌سطح گلوکز خون ماهیان وجود داشت (P<۰/۰۵). به‌گونه‌ای که در شوری ۳، در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل بیش‌ترین میزان گلوکز خون وجود داشت و در همان‌زمان در شوری صفر، کم‌ترین میزان گلوکز خون وجود داشت.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول پلاسما: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول پلاسما درجدول ۱۰ ارائه شده‌است. برای شاخص هورمون کورتیزول پلاسما فقط در زمان اولیه بعد از حمل و نقل از خون‌های گرفته شده اندازه‌گیری شد و در تاریخ‌های بعدی به‌دلیل کاهش تعداد ماهی‌ها و کاهش میزان خون دردسترس از انجام این آزمایش خودداری شد. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای بیوشیمیایی‌خون‌در بلافاصله پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در سطح کورتیزول پلاسما وجود نداشت (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری تعداد باکتری‌های موکوس پوست: نتایج‌حاصل از اندازه‌گیری تعداد باکتری‌های موکوس پوست در جدول ۱۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اندازه‌گیری تعداد باکتری‌های موکوس پوست در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل، اختلاف معنی‌داری در سطح آن‌ها وجود داشت (P<۰/۰۵). به‌گونه‌ای که در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل، در شوری صفر بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند و به‌صورت روند کاهشی تا شوری ۶ پیش می‌رود. در زمان یک هفته پس‌ازحمل‌و نقل، تعدادکل باکتری‌هادرشوری صفر بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند و به‌صورت‌روندکاهشی در شوری ۶ کم‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند. هم‌چنین تعداد کل باکتری‌ها، در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل نسبت به ۱ هفته بعد از آن در هر شوری کاهش یافته است.

جدول ۱: تغییرات تعداد گلبول‌های سفید خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

WBC (10^3/µl)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۲۰۸/۰۵ ± ۰/۹۲ a	۲۰۰/۶۰ ± ۵/۵۹ a	۲۰۴/۷۰ ± ۶/۳۶ a	۲۰۵/۱۰ ± ۶/۷۹ a
سه روز پس از حمل و نقل	۲۱۴/۲۰ ± ۲/۸۳ a	۲۱۴/۹۰ ± ۰/۲۸ a	۲۱۵/۴۵ ± ۵/۰۲ a	۲۱۵/۶۰ ± ۲/۱۲ a
یک هفته پس از حمل و نقل	۲۱۰/۲۵ ± ۸/۵۵ a	۲۱۱/۰۵ ± ۴/۶۰ a	۲۰۹/۹۰ ± ۳/۶۸ a	۲۰۶/۷۰ ± ۶/۲۲ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۲: تغییرات شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون ماهی سفید در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل

شمارش افتراقی WBC (٪)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
لنفوسیت	۸۰/۵۰±۰/۷۰ a	۸۲/۰۰±۱/۴۱ a	۷۹/۵۰±۲/ ۱۲ a	۸۴/۵۰±۴/۹۴ a
نوتروفیل	۱۸/۰۰±۰۰ a	۱۶/۰۰ ±۱/۴۱ a	۱۷/۵۰ ± ۰/۷۱ a	۱۳/۵۰ ± ۴/۹۵ a
ائوزینوفیل	۱/۵۰ ± ۰/۷۱ a	۲/۰۰ ± ۰۰ a	۳/۰۰ ± ۱/۴۱ a	۲/۰۰ ± ۰۰ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۳: تغییرات تعداد گلبول‌های قرمز خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

RBC (10^6/µl)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۲/۱۹ ± ۰/۱۲ b	۲/۲۲ ± ۰/۱۳ b	۲/۲۵ ± ۰/۰۶ b	۲/۲۵ ± ۰/۱۳ b
سه روز پس از حمل و نقل	۲/۳۴ ± ۰/۰۱ ab	۲/۴۰ ± ۰/۰۲ ab	۲/۴۲ ± ۰/۱۲ ab	۲/۴۰ ± ۰/۰۵ ab
یک هفته پس از حمل و نقل	۲/۵۷ ± ۰/۰۸ ab	۲/۳۹ ± ۰/۰۳ b	۲/۴۴ ± ۰/۰۴ ab	۲/۵۹ ± ۰/۰۵ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

تغییرات میزان هموگلوبین خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

(g/dl) HGB	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۹/۰۵ ± ۰/۷۸ a	۸/۰۵ ± ۰/۳۵ a	۹/۰۰ ± ۰/۷۱ a	۸/۷۵ ± ۰/۶۴ a
سه روز پس از حمل و نقل	۹/۱۵ ± ۰/۲۱ a	۹/۲۵ ± ۰/۲۱ a	۹/۵۰ ± ۰/۵۶ a	۸/۹۵ ± ۰/۲۱ a
یک هفته پس از حمل و نقل	۹/۸۰ ± ۰/۲۸ a	۹/۳۰ ± ۰/۱۴ a	۹/۶۰ ± ۰/۱۴ a	۹/۹۵ ± ۰/۳۵ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول۵: تغییرات درصد هماتوکریت خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

(%) HCT	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۳۴/۰۰ ± ۲/۸۳ b	۳۷/۳۵ ± ۰/۷۸ b	۳۱/۳۵ ± ۳/۳۲ b	۳۶/۹۰ ± ۱۰/۳۲ b
سه روز پس از حمل و نقل	۴۷/۰۵ ± ۱/۹۱ a	۴۴/۸۵ ± ۰/۰۷ a	۴۹/۸۰ ± ۶/۹۳ a	۴۶/۵۵ ± ۲.۶۲ a
یک هفته پس از حمل و نقل	۴۹/۰۰ ± ۲/۹۷ a	۴۹/۱۰ ± ۵/۰۹ a	۵۳/۹۰ ± ۰/۹۹ a	۵۵/۵۰ ± ۰/۵۶ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۶: تغییرات اندازه حجم متوسط گلبولی خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

(fl) MCV	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۱۵۵/۵۰ ± ۲۱/۳۵ a	۱۶۸/۴۵ ± ۶/۱۵ a	۱۳۸/۸۵ ± ۱۰/۸۲ a	۱۶۲/۵۵ ± ۳۶/۱۳ a
سه روز پس از حمل و نقل	۲۰۱/۰۰ ± ۶/۹۳ a	۱۸۶/۴۵ ± ۱/۳۴ a	۲۰۴/۹۰ ± ۱۸/۳۸ a	۱۹۳/۵۰ ± ۶/۹۳ a
یک هفته پس از حمل و نقل	۱۹۰/۲۰ ± ۵/۸۰ a	۲۰۵/۲۰ ± ۲۴/۳۲ a	۲۲۰/۹۰ ± ۰/۲۸ a	۲۱۳/۹۵ ± ۶/۲۹ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۷: تغییرات اندازه هموگلوبین متوسط سلولی خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

(pg) MCH	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۴۱/۴۰ ± ۵/۸۰ a	۳۶/۴۰ ± ۳/۶۸ a	۳۹/۹۰ ± ۱/۹۸ a	۳۸/۷۵ ± ۰/۵۰ b
سه روز پس از حمل و نقل	۳۹/۱۰ ± ۰/۷۱ a	۳۸/۴۵ ± ۱/۲۰ ab	۳۹/۱۵ ± ۰/۳۵ a	۳۷/۲۰ ± ۰/۱۴ b
یک هفته پس از حمل و نقل	۳۸/۰۵ ± ۰/۰۷b	۳۸/۸۰ ± ۰۰ ab	۳۹/۳۵ ± ۰/۰۷a	۳۸/۳۵ ± ۰/۶۴b

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول۸: تغییرات اندازه غلظت متوسط هموگلوبین سلولی خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

(g/dl) MCHC	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۲۶/۶۵ ± ۰/۷۰ a	۲۱/۶۰ ± ۱/۴۱ a	۲۸/۷۵ ± ۰/۷۸ a	۲۴/۴۰ ± ۵/۰۹ a
سه روز پس از حمل و نقل	۱۹/۴۵ ± ۰/۳۵ a	۲۰/۶۵ ± ۰/۵۰ a	۱۹/۲۰ ± ۱/۵۵ a	۱۹/۲۵ ± ۰/۶۴ a
یک هفته پس از حمل و نقل	۲۰/۰۵ ± ۰/۶۴ a	۱۹/۱۰ ± ۲/۲۶ a	۱۷/۸۵ ± ۰/۰۷ a	۱۷/۹۵ ± ۰/۷۸ a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۹: میزان تغییرات گلوکز خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

گلوکز (mg/dl)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۴۲/۵۰ ± ۰/۷۱ b	۶۹/۰۰ ± ۱۲/۷۳a	۸۲/۰۰ ± ۴/۲۴ a	۷۹/۰۰ ± ۱۱/۳۱ a
سه روز پس از حمل و نقل	۷/۰۰ ± ۰۰ e	۱۶/۰۰ ± ۱/۴۱ cd	۱۹/۰۰ ± ۱/۴۱ c	۱۰/۰۰ ± ۴/۲۴ d
یک هفته پس از حمل و نقل	۱۴/۰۰ ± ۰۰ cd	۱۴/۰۰ ± ۰۰ cd	۹/۵۰ ± ۰/۷۱ d	۲۰/۰۰ ± ۱۴/۱۴ c

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۱۰: میزان تغییرات هورمون کورتیزول پلاسمای خون ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل، سه روز پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

کورتیزول (ng/dl)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله پس از حمل و نقل	۳۰/۸۰±۲۷/۱۵a	۴۴/۲۵±۸/۱۳a	۲۵/۰۵ ±۳۵/۲۸a	۳۴/۹۰±۲۱/۳۵a

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

جدول ۱۱: تغییرات تعداد کل باکتری‌های موکوس پوست ماهی سفید در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل

تعداد کل باکتری‌های موکوس($\times 10^{۷}$)	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ۶
بلافاصله بعد از حمل و نقل	۴/۴۷±۰/۵۳ a	۴/۱۲± ۰/۵۳ a	۳/۲±۱/۱۳a	۳/۱±۰/۵۶a
یک هفته پس از حمل و نقل	۳/۶± ۰/۵۶ ab	۲/۱±۱/۲۰b	۰/۷۲±۰/۱۷ c	۰/۲۵ ±۰/۲۱d

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌است.

بحث

پارامترهای خونی اغلب به‌عنوان شاخص‌های سنجش استرس استفاده می‌شود. تغییرات عمده در هموگرم (شمارش کامل سلول‌های خون) ماهیان در معرض استرس حاد و مزمن دیده می‌شود. در خون ماهی در معرض استرس، اغلب میزان غلظت هموگلوبین و گلبول‌های قرمز و سطح هماتوکریت افزایش نشان می‌دهد (۲۸). درصورتی‌که در مطالعه حاضر، بالاترین مقادیر گلبول قرمز در نمونه‌های خون ماهیان در یک هفته پس از حمل و نقل مشاهده گردید و در تیمارهای آزمایشی قبل از آن، این پارامتر خون کم‌تر بود. در شباهت با نتایج مطالعه حاضر، Dobsikova و همکاران، گزارش کردند که پس‌از حمل و نقل ماهیان در دوره‌های ۶ و ۱۲ ساعته، در مقادیر گلبول قرمز خون افزایش داشت (۲۹). برخی از محققان گزارش دادند، زمانی‌که استرس به کپور ماهی وارد می‌شود از طحال به جریان خون، گلبول قرمز آزاد می‌شود و در این هنگام مقادیر گلبول قرمز کمی افزایش می‌یابد. سطوح بالاتر گلبول سفید در تیمارهای آزمایشی به‌خصوص در تیمارهایی که ماهیان با شوری‌های مختلف صفر، ۱، ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر حمل و نقل شده بودند، احتمالاً اشاره به تأثیر سیستم ایمنی داشته باشد. به‌طورکلی، در حمل و نقل ماهی، مقادیر نوتروفیل، لنفوسیت و ائوزینوفیل که به‌عنوان یک‌عامل مهم در خون است،افزایش می‌یابد، اما در این مطالعه، در مقادیر نوتروفیل، لنفوسیت و ائوزینوفیل با افزودن نمک افزایش قابل توجهی در این پارامترهای خونی مشاهده نشد. برخلاف یافته‌های پژوهش حاضر، در مطالعه Dobsikova و همکاران، در یک دوره حمل و نقل ۱۲ ساعته کپور معمولی،افزایش قابل توجهی در میزان نوتروفیل،لنفوسیت و ائوزینوفیل مشاهده کردند (۳۰). لنفوسیتی و نوتروفیلی از عوارض ثانویه استرس در ماهی گزارش شده است که در نتیجه آزادسازی کتوکل آمین‌ها در اثر استرس است. بالا رفتن کورتیزول خون ناشی از استرس، اثر مستقیم سیتولیتیک بر روی لنفوسیت می‌باشد (۳۱). لنفوسیتی در ماهی تحت استرس ممکن است به‌دلیل تراوش از سلول‌ها و نفوذ به لایه غشایی آبشش، پوست و یا روده باشد. این حرکت سلول‌های ایمنی بدن در طول دوره استرس‌زا تحت تأثیر هورمون‌های استرس قرار می‌گیرند، بنابراین نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها تحریک شده و اولین دژ دفاعی را برای زنده ماندن تشکیل می‌دهند (۳۲). در یافته‌های تحقیق حاضر، سطح هموگلوبین در خون ماهیان سفید در یک دوره حمل و نقل با کیسه‌های پلاستیکی و در شرایط مختلف شوری آب، در مقایسه با آغاز آزمایش تحت تأثیر قرار نگرفت. نتایج این مطالعه هم‌سو با نتایج Dobsikova و همکاران بود (۳۰). درحالی‌که، Ruane و همکاران، گزارش کردند که اغلب در شرایط استرس بالا، برای افزایش اکسیژن و ظرفیت حمل اکسیژن در پاسخ به خواسته‌های متابولیک بدن سطح هموگلوبین بالاتر می‌رود، بنابراین فاکتورهای شرایط آب در قبل و بعد از حمل و نقل ماهی بسیار مهم است (۳۳). Ruane و همکاران، در آزمایش تست شده بر روی کپور ماهیان معمولی که به مدت ۳ ساعت محصور شده بودند هیچ‌گونه تغییری در سطح هموگلوبین خون ماهیان مشاهده نکردند (۳۴). در تحقیق حاضر، سطح هماتوکریت در خون ماهیان سفید در یک‌دوره حمل و نقل با کیسه‌های پلاستیکی و در شرایط مختلف شوری آب، در مقایسه با آغاز آزمایش تحت تأثیر قرار گرفت. در نتایج این مطالعه بیش‌ترین درصد هماتوکریت در زمان یک هفته پس از حمل و نقل و در شوری ۶ گرم در لیتر مشاهده شد. در مشباهت با این نتایج Ruane و همکاران، در آزمایش تست شده بر روی کپورماهیان معمولی که به‌مدت ۳ ساعت محصور شده بودند گزارش کردند که اغلب در شرایط استرس بالا، برای افزایش اکسیژن و ظرفیت حمل اکسیژن در پاسخ به خواسته‌های متابولیک بدن سطح هماتوکریت بالاتر می‌رود، بنابراین فاکتورهای شرایط آب در قبل و بعد از حمل و نقل ماهی بسیار مهم است (۳۳).مقادیر اندازه‌گیری غلظت متوسط هموگلوبین سلولی (MCHC) و حجم متوسط گلبول قرمز (MCV) در مطالعه حاضر، در دوره یک ساعته حمل و نقل ماهیان سفید، در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده، تحت تاثیر قرار نگرفتند. در مشابهت با یافته‌های این مطالعه، Dobsikova و همکاران، مشاهده کردند که در حمل و نقل ۱۲ ساعته کپور معمولی ۳ ساله، مقادیر غلظت متوسط هموگلوبین سلولی (MCHC) و حجم متوسط گلبول قرمز (MCV) افزایشی نداشتند (۲۹). میزان متوسط هموگلوبین (MCH) در مطالعه حاضر، در دوره یک ساعته حمل و نقل ماهیان سفید، در تیماری که با شوری صفر حمل شده بود در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل، بیش‌ترین میزان و در همان زمان و در شوری ۱ کم‌ترین میزان را نشان دادند. نتایج نشان داد که در حمل و نقل ماهیان، این پارامترهای خون در زمان حمل و نقل تحت تأثیر شوری قرار دارند. در مغایرت با یافته‌های این مطالعه، Dobsikova و همکاران، مشاهده کردند که در حمل و نقل ۱۲ ساعته کپورمعمولی ۳ساله، میزان متوسط هموگلوبین (MCH) خون ماهیان اختلافی نداشتند (۲۹). مشابه تحقیق حاضر Aphilipsa و همکاران، طی حمل‌ونقل ۱۲ ساعته ماهی *Labeo rohito* تغییر قابل توجهی در سطح هورمون استرس کورتیزول و غلظت یونی سرم خون مشاهده کردند. در شرایط انواع حمل و نقل و تنش‌های مختلف از جمله صید و دستکاری ماهیان، پاسخ‌های فیزیولوژیک در فاکتورهای مختلف خون ماهیان پرورشی مشاهده می‌شود. Eugênia Petenuci و همکاران، پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهی *Brycon cephalus* پس از مراحل صید، بارگیری و حمل و نقل ۴ ساعته در تراکم‌های

مختلف را محاسبه و گزارش کردند که میزان هماتوکریت در آزمایش آن‌ها پس از بارگیری افزایش یافت و این میزان تا پایان آزمایش در سطح بالاتری قرار داشت و هم‌چنین هیچ اختلاف معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز در این آزمایش مشاهده نکردند (۳۶). Acerete و همکاران، گزارش کردند که پس از صید و استرس حاد به ماهیان، فاکتورهای هماتوکریت و گلبول قرمز خون افزایش افزایش نشان می‌دهند (۳۷). سرکوب سیستم ایمنی (لنفوسیتی) و نوتروفیلی از اثرات ثانویه مربوط به استرس در ماهی (به‌عنوان یک نتیجه از آزاد سازی کاتکول آمین‌ها بر اثر استرس) گزارش شده است (۳۱). حمل و نقل و استرس‌های ناشی از صید منجر به بالا رفتن کورتیزول پلاسما می‌شود که اثر مستقیم بر روی لنفوسیت می‌گذارد (۳۸). در نتیجه تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی آب در دوره حمل و نقل ماهیان پرورشی، باعث تغییر در پارامترهای خون ماهیان می‌شود. روند حمل و نقل عامل استرس‌زا برای ماهیان پرورشی است. معمولاً یک دوره حمل و نقل طولانی، رویدادهای استرس‌زا را برای ماهی به‌همراه دارد و استرس باعث افزایش عوامل بیوشیمیایی پلاسمای خون می‌شود. برای این منظور جهت کاهش استرس ماهیان به کیسه‌های پلاستیکی حمل و نقل ماهی سفید نمک اضافه شد. به‌منظور کاهش استرس در برخی از ماهیان پرورشی، استفاده از سطوح مطلوب نمک در طول حمل و نقل ماهیان کمک می‌کند تا ماهی برای حفظ هموستازی با کاهش گرادیان اسمزی بین پلاسما و محیط خارجی و افزایش تولید موکوس با اثبات رسیده است (۱۸). نتایج مثبتی توسط Barton و همکاران، برای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌دست آمد (۳۹). لذا مطالعه حاضر بررسی اثر نمک در هموستازی فیزیولوژیک ماهی سفید و تأثیر بر پارامترهای مختلف (گلوکز و کورتیزول) خون در طول یک‌دوره حمل و نقل به‌وسیله کیسه‌های پلاستیکی پرداخته شد. هنگامی‌که ماهی در معرض استرس قرار می‌گیرد، واکنش فیزیولوژیک بدن ماهی، آزادسازی آدرنرژیک آدرنالین و نورآدرنالین به جریان خون است و پاسخ محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- کلیه میانی در نهایت باعث افزایش سطح کورتیزول پلاسمای خون منجر می‌شود (۴۰). در تمام مهره‌داران از جمله ماهی، کورتیزول نقش کلیدی در بازگرداندن هموستازی بدن در هنگام استرس و بعد از آن ایفا می‌کند (۴۱). با این حال، بسیاری از نویسندگان در تعیین شرایط استرس‌زا، افزایش گذرا در سطح کورتیزول پلاسما در هنگام استرس را گزارش کردند، به‌عنوان مثال این افزایش در تراکم‌های بالا ثابت شده است (۱۴). در حالی که دیگران، همانند مطالعه حاضر هیچ تأثیری در سطح کورتیزول گزارش نکردند و یا مطالعات دیگری کاهش سطح کورتیزول را گزارش کردند (۴۲). تحت شرایط استرس، ACTH (Adrenocorticotropic Hormone) مترشحه از هیپوتالاموس به قسمت قدامی کلیه وارد و با تحریک سلول‌های بین کلیوی سبب ترشح کورتیزول می‌شود (۴۳، ۴۴). با توجه به نتایج کسب شده در طول دوره حمل و نقل کپور ماهیان جوان، سطح کورتیزول خون ماهی در ابتدا تا یک هفته پس از حمل و نقل تغییری نداشت. چنانچه یادآور می‌شود مهم‌ترین ویژگی پاسخ به استرس در ماهیان فعال شدن محور HPI است که منجر به ترشح کورتیزول می‌شود (۴۵). در مغایرت با یافته‌های این پژوهش، نتایج گزارش شده توسط Ruane و همکاران، افزایش در سطح کورتیزول خون در یک دوره حمل و نقل داشتند (۳۲). هم‌چنین با گزارش Robertson و همکاران، در حمل و نقل طولانی مدت که افزایش سطح کورتیزول خون را مشاهده کردند (۴۶) مغایرت داشت. با توجه به آزمایشات انجام شده توسط Wendelaar Bonga، میزان تغییرات کورتیزول به‌طور معمول به‌عنوان یک نشانگر از میزان استرس تجربه شده توسط ماهی می‌باشد (۴۷). علاوه بر این در مطالعه Barton، حاکی از این است که ایجاد استرس به‌صورت دنباله‌دار و مداوم پاسخ‌های فیدبکی منفی از سوی کورتیزول ترشح شده را خنثی کرده و ترشح آدنو کورتیکوتروپین و در نتیجه کورتیزول ادامه می‌یابد و در ماهی پاسخ‌های حداکثر کورتیکوستروئیدی را ایجاد می‌کند (۴۸). Barton در تحقیق خود اضافه می‌کند که زمان افزایش کورتیزول در ماهیان متفاوت بوده و شروع افزایش کورتیزول از یک تا چهار ساعت بعد از ایجاد استرس در ماهیان مختلف متغیر است (۴۸)، از آن‌جایی‌که در مطالعه حاضر مقدار تغییرات کورتیزول سریعاً پس از حمل و نقل اندازه‌گیری شد، به‌نظر می‌رسد که با تحقیقات Barton مشابهت دارد که افزایش زیادی نداشت. Strange و Davis (۴۹) و هم‌چنین Barton و Schreck (۴۵)، در تحقیقات خود در مورد پاسخ به استرس در ماهیان به این نتیجه رسیدند که یکی از عوامل دیگر که می‌تواند پاسخ به استرس را تشدید کند عوامل محیطی ماهی می‌باشد و از آن جمله به رنگ و اندازه تانک‌های نگه‌داری، حمل و نقل، نور و شرایط نگه‌داری اشاره کرد. در اثر افزایش گلوکز خون در ماهی میزان کاکتول آمین خون افزایش می‌یابد (۵۰). افزایش لاکتات پلاسما به‌دلیل کاهش عملکرد دستگاه تنفس و شرایط بی‌هوازی و فعالیت شدید ایجاد می‌گردد (۵۱). در مطالعه حاضر، گلوکز بالا در تیماری که ماهیان با شوری بالاتر حمل و نقل شده بودند، مشاهده شد. این ممکن است به‌دلیل دوز بیش‌تر نمک در کیسه‌های پلاستیکی و پاسخ استرس به شرایط کم اکسیژن در طول دوره حمل و نقل نسبت داد. سطح گلوکز در ماهیان شاهد ۴۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بود؛ نتایج مشابهی توسط Hertz و همکاران (۵۲) و Pottinger (۵۱)، گزارش شده است. بسیاری از فعالیت‌های آبزی‌پروری سبب ایجاد پاسخ‌های فیزیولوژیک استرس در ماهی می‌شوند. سطح کورتیزول پلاسما به‌طور معمول به‌عنوان شاخصی از میزان تحمل استرس برای

ماهی استفاده می‌شود (۴۸). درحالی‌که آزادسازی کورتیکوستروئیدها از اینترنال به‌عنوان پاسخ اولیه فیزیولوژیک استرس در نظر گرفته می‌شود. تغییر در سطوح گلوکز پلاسما بخشی از پاسخ متابولیک ثانویه برای استرس می‌باشد (۵۳). از میان مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر زندگی آبزیان، درجه‌حرارت و شوری از اهمیت بیش‌تری برخوردارند (۵۴) و از آن‌جایی‌که مهم‌ترین عوامل موثر بر پایداری و بقا بچه‌ماهیان سفید شوری، دما، اکسیژن، pH و دسترسی به غذا و شکارچیان می‌باشد و هم‌چنین یکی از مشکلات عمده در بحث بازسازی ذخایر ماهیان، تلفات بچه‌ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی در هنگام رهاسازی و نیز بیش‌ترین میزان تلفات و مرگ و میر مربوط به چند روز اول رهاسازی است (۵۵)، به‌همین دلیل در این مطالعه، بعد از حمل و نقل ماهی در شوری‌های مختلف، به‌منظور بررسی میزان فاکتورهای ایمنی بچه‌ماهیان سفید، در زمان‌های بلافاصله پس از حمل و نقل و یک هفته پس از حمل و نقل فاکتورهای موکوسی آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل، در شوری صفر بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند و به‌صورت روند کاهشی تا شوری ۶ پیش می‌رود. در زمان یک هفته پس از حمل و نقل، تعداد کل باکتری‌ها در شوری صفر بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند و به‌صورت روند کاهشی در شوری ۶ کم‌ترین تعداد باکتری‌ها را دارند. هم‌چنین تعداد کل باکتری‌ها، در زمان بلافاصله پس از حمل و نقل نسبت به یک هفته بعد از آن در هر شوری کاهش یافته است. باتوجه به این‌که میزان گلوکز، هموگلوبین متوسط سلولی، گلبول قرمز خون، هماتوکریت در حمل و نقل اختلاف معنی‌داری را نشان داد فرضیه اول این تحقیق تایید می‌شود. هم‌چنین تعداد کل باکتری‌های موکوس پوست با گذشت زمان کاهش معنی‌داری یافت و فرضیه دوم تحقیق نیز تایید می‌شود. به‌طورکلی می‌توان گفت ماهیان حمل و نقل شده در نمک یک گرم در لیتر به لحاظ شاخص‌های ایمنی در شرایط مناسب‌تری نسبت به گروه شاهد و سایر تیمارهای ذکر شده داشتند.

منابع

1. **Aminian fatideh, B., Mohammadi, M., Karimzadeh, Gh., Mohammad Jafari, A. and Vahdati Rad, N., 2017.** Effect of biological and environmental conditions on the catch rate and migration of *Rutilus Frisii Kutum* in the southeast basin of the Caspian Sea (Golestan Province). Journal of Animal Research. 29(4): 380-399. (In Persian)
2. **Sarpanah, A., 2019.** Investigating the effect of the stress of cavity on Changes in physiological parameters effective in the reproduction of Caspian Kutum. Journal of Animal Environment. 11(3): 127-134. (In Persian)
3. **Barton, B., Peter, R. and Paulencu, C., 1980.** Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at rest, and subjected to handling confinement, transport and stocking. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37: 805-811.
4. **Koeypudsa, W. and Jongjareanjai, M., 2011.** Impact of water temperature and sodium chloride (NaCl) on stress indicators of hybrid catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell×*C. macrocephalus*, Gunther). Songklanakarin. Journal of Science and Technology. 33: 369-374.
5. **Chen, C., Wooster, G. and Bowser, P., 2004.** Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposedto carbon tetrachloride, gentamicin or copper sulfate. Aquaculture. 239: 421-443.
6. **Moyle, P. and Cech, Jr., 1988.** Fishes: An Introduction to Ichthyology. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs.
7. **Morgan, l. and Iwama, G., 1991.** Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus myskiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 48: 2083-2094.
8. **Barton, B. and Iwama, G., 1991.** Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Rev. Fish Diseases. 1: 3-26.
9. **Wedemeyer, G., Barton, B. and McLeay, D., 1995.** Stress and acclimation. In Schreck, C.B. and Moyle, P.B., (eds.), Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Mary land. 451-489.
10. **Wells, R., Tetens, V. and Devi-ies, A., 1984.** Recovery from stress following capture and anaesthesia of Antarctic fish: haematology and blood chemstry. Journal of Fish Biology. 25: 567-576.
11. **Barton, B., Weiner, G. and Schreck, C., 1985.** Effect of prior acid exposure on physiological responses of juvenile rainbow trout (*Salmo gairdnen*) to acute handling stress. Can. J. Fish. Aquat. Sciences. 42: 710-717.
12. **Milligan, C. and Wood, C., 1982.** Disturbances in haematology, fluid volume distribution and circulatory function associated with low environmental pH in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. The Journal of Experimental Biology. 99: 397-415.
13. **Pruett, S., 2003.** Stress and the immune system. Pathophysiology. 9: 133-153.
14. **Tort, L., 2011.** Stress and immune modulation in fish. Dev Comp Immunol. 35: 1366-1375.
15. **Jiang, I., Kumar, V., Lee, D. and Weng, C., 2008.** Acute osmotic stress affects Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) innate immune responses. Fish Shellfish Immunol. 25: 841-846.
16. **Costas, B., Conceição, L., Aragão, C., Martos, J., Ruiz-Jarabo, I., Mancera, J. and Afonso, A., 2011.** Physiological responses of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) after stress challenge: Effects on non-specific immune parameters, plasma free amino acids and cytotoxicity. Aquaculture. 210: 231-243.
17. **Vazzana, M., Cammarata, M., Cooper, E. and Parrinello, N., 2002.** Confinement stress in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) depresses peritoneal leukocyte cytotoxicity. Aquaculture. 210: 231-243.
18. **Wurts, W., 1995.** Using salt to reduce handling stress in channel catfish. World Aquaculture. 26: 80-81.
19. **Clin Pathol, J. and Trinder, P., 1996.** Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. Journal of Clinical Pathology. 22: 158-161.
20. **Mahmoodi, F., Alijanpoor, S., Jafaryan, H., Jorjani, E. and Aghilinejad, M., 2020.** Evaluation of some hematological and biochemical indices of Golden gray mullet, *Liza aurata* in Gorgan Bay, Caspian Sea. Journal of Animal Environment. 12(4): 279-284. (In Persian)
21. **Ruane, N.M., Huisman, E.A. and Komen, J., 2001.** Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. J. Fish Biol. 59: 1-12.
22. **Anderson, D. and Klontz, G.W., 1965.** Basic Haematology for the fish culturist. In Northwest Fish Culture Conference. 16: 38-41.

23. **King, E.J. and Garner, R.J., 1947.** The Colorimetric Determination of Glucose Journal of Clinical Pathology. 1: 30.

24. **Asahina, K., Kanbegawa, A. and Higashi, T., 1995.** Development of a microtiter plate enzyme-linked immunosorbent assay for 17a, 20h-21-trihydroxy-4-pregnen-l-one, a teleost gonadal steroid. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 61: 491-494.

25. **Rengepipat, S., Rukpratanporn, S., Piyatiratitivorakul, S. and Menasveta, P., 1998.** Probiotics in aquaculture: a case study of probiotics for larvae of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). In: Flegel, T.W., editor. Advances in shrimp biotechnology. Proceedings to the Special Session on Shrimp Biotechnology, Fifth Asian Fisheries Forum Chiengmai, Thailand 11-14 November, Thailand. 177-181.

26. **Mahious, A., Gatesoupe, F., Hervi, M., Metailler, R. and Ollevier, F., 2005.** Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture International. 14: 219-229.

27. **Peter, H. and Sneath, A., 1986.** Bergey's Manual of systematic Bacteriology. 2: 1104-1154.

28. **Doubek, J., Bouda, J., Doubek, M., Fuller, M., Knotkova, Z., Pejiilova, S., Pravid, D., Schheer, P., Svobodova, Z. and Vodiaka, R., 2003.** Veterinarni hematologie. Noviko Brno. 464 p. (In Czech)

29. **Dobsikova, R., Svobodova, Z., Blahova, J., Modra, H. and Velisek, J., 2006.** ACTA Vet. Brno. 75: 437-448.

30. **Dobsikova, R., Svobodova, Z., Blahova, J., Modra, H. and Velisek, J., 2009.** The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio*). Czech Journal of Animal Sciences. 54: 510-518.

31. **Engelsma, M., Hougee, S., Nap, D., Hofenk, M., Rombout, J., Van Muiswinkel, W. and Lidy Verburg-Van Kemenade, B., 2003.** Multiple acute temperature stress affects leukocyte populations and antibody response in common carp, (*Cyprinus carpio*). Fish and Shellfish Immunology. 15: 397-410.

32. **Ruane, N., Carballo, E. and Komen, J., 2002.** Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture Research. 33: 777-784.

33. **Ruane, N., Wendelaar Bonga, S. and Balm, P., 1999.** Differences between rainbow trout and brown trout in the regulation of the pituitary-interrenal axis and physiological performance during confinement. General and Comparative Endocrinology. 115: 210-219.

34. **Ruane, N., Huisman, E. and Komen, G., 2001.** Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. Journal of Fish Biology. 59: 1-12.

35. **Aphilipsa, B., Prem, S., Prasenjit, P., Subodh, G., Tincy, V. and Manish, J., 2021.** A multi-biomarker approach to evaluate the effect of sodium chloride in alleviating the long-term transportation stress of *Labeo rohita* fingerlings. Aquaculture. 531: 453-462.

36. **Eugênia Petenuci, M., Jorge Dos Santos, V., Peres Gualda, I., Paula Lopes, A., Vivian Almeida, V., Oliveira Dos Santos Jr, O. and Vergilio Visentainer, J., 2019.** Fatty acid composition and nutritional profiles of Brycon spp. from central Amazonia by different methods of quantification. J Food Sci Technol. 56(3): 1551-1558. doi: 10.1007/s13197-019-03654-4

37. **Acerete, B.J., Espinosa, E., Josa, A. and Tort, L., 2004.** Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) subjected to stress by transport and handling. Aquaculture. 237: 167-178.

38. **Wiik, E., Andersen, K., Uglenes, I. and Egidius, E., 1989.** Cortisol induced increase in susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to Vibrio salmonicida, together with the effects on the blood cell patterns. Aquaculture. 83: 201-215.

39. **Barton, B., Peter, R. and Paulencu, C., 1980.** Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at rest, and subjected to handling confinement, transport and stocking. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37: 805-811.

40. **Sumpter, J., 1997.** The endocrinology of stress. In: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P. and Schreck, C.B., (eds.): Fish Stress and Health in Aquaculture. Soc. Exp. Biol. Seminar. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 62: 95-118.

41. **Goos, H. and Consten, D., 2002.** Stress adaptation, cortisol and pubertal development in the male common carp (*Cyprinus carpio*). Molecular and Cellular Endocrinology. 197: 105-116.

42. **Leatherland, J. and Cho, C., 1985.** Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma and hepatic metabolite levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Richardson. Journal of Fish Biology. 27: 583-592.

43. **Scherek, C., Contreas-Sanches, W. and Fitzpatrick. M., 2001.** Effects of stress on fish reproduction, gamete quality and progeny. Aquaculture. 197: 3-24.

44. **Kubilay, A. and Ulukay, G., 2002.** The effect of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turkish Journal of Zoology. 26: 249-254.

45. **Barton, B. and Schreck, C., 1987.** Metabolic cost of acute physical stress in juvenile steelhead. Transactions of the American Fisheries Society. 116: 257-263.

46. **Robertson, L., Thomas, P. and Arnold, C.R., 1987.** Plasma cortisol and secondary stress response of cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. Aquaculture. 68: 115-130.

47. **Wendelaar Bonga, S., 1997.** The stress response in fish. Physiological Reviews. 77: 591-625.

48. **Barton, B., 2002.** Stress in Fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids1. Integrative and Comparative Biology. 42: 517-525.

49. **Strange, E. and Davis, D., 1984.** The stress respense in fish, Department of biology, Ecological Research Center. USA.

50. **Wedemeyer, G., Barton, B. and Mc Leay, D., 1990.** Stress and acclimation. In: Schreck, C.B. and Moyle, P.B., (eds.): Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, Bethesda, USA. 451-490.

51. **Pottinger, T., 1998.** Changes in blood cortisol, glucose and lactate in carp retained in anglers' keepnets. Journal of Fish Biology. 53: 728-742.

52. **Hertz, Y., Madar, Z., Hepher, B. and Bertler, A., 1989.** Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio*): the effects of cobalt and chromium. Aquaculture. 76: 255-267.

53. **McCormick, S., Shrimpton, J., Carey, J., Odea, M., Sloan, K., Moriyama, S. and Bjornsson, B., 1998.** Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. Aquaculture. 2: 221-235.

54. **Imsland, A., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M., FitzGerald, R., Bonga, S. and Stefansson, S., 2001.** The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximum*). Aquaculture. 198: 353-367.

55. **Howell, B., 1994.** Fitness of hatchery-reared fish for survival in the sea. Aquaculture Research. 55: 100-110.