Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

Reducing stress during transportation of sea carp fry (*Cyprinus carpio*) using different levels of sodium chloride salt

Bahman Iri[1], Mohammadreza Imanpour[*2], Seyed Hossein Hoseinifar[3], Roghieh Safari[4], Elahe Rohani[5]

1. M.Sc. Student of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: bahmanirea@gmail.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: imanpour@yahoo.com
3. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hoseinifar@gau.ac.ir
4. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fisheriessafari@yahoo.com
5. Ph.D. Student of Aquatic Biotechnology, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: elaherohani4@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 05.21.2023
Revised: 06.07.2023
Accepted: 07.11.2023

Keywords:
Biochemical parameters,
Common carp,
Table salt,
Transportation

ABSTRACT

For this research, 240 pieces of sea carp fry (with an average weight of 5±1 g) were transported at 4 different salinity treatments of 0, 1, 3 and 6 g/l in three replicates (in plastic bags) for one hour. In order to check the blood parameters of the baby fish at the end of the experiment, blood was taken from the samples by cutting the tail stem. According to the results of measuring some biochemical parameters of blood serum, the amount of total protein did not show a significant difference between different treatments ($P>0.05$), but the amount of glucose and cortisol showed a significant decrease in saline treatments compared to the control ($P<0.05$). The results of measuring liver enzymes in the amount of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase showed no significant difference between different treatments ($P>0.05$). The results of measuring some blood hematology factors also indicated no significant difference in the number of red and white blood cells, hematocrit percentage and hemoglobin level in the treatments. ($P>0.05$). In general, it can be concluted that Fewer stress indicators were observed in the transported fish treated with 3 grams of salt per liter.

Cite this article: Iri, Bahman, Imanpour, Mohammadreza, Hoseinifar, Seyed Hossein, Safari, Roghieh, Rohani, Elahe. 2024. Reducing stress during transportation of sea carp fry (*Cyprinus carpio*) using different levels of sodium chloride salt. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (2), 195-204.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2024.21383.1783
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

کاهش استرس طی حمل و نقل بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با استفاده از سطوح مختلف نمک سدیم کلرید

بهمن ایری[۱]، محمدرضا ایمانپور*[۲]، سید حسین حسینی‌فر[۳]، رقیه صفری[٤]، الهه روحانی[٥]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: bahmanirea@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: imanpour@yahoo.com

۳. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: hoseinifar@gau.ac.ir

٤. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: fisheriessafari@yahoo.com

٥. دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: elaherohani4@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۲/۳۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۲/۰۳/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۰٤/۲۰

واژه‌های کلیدی:
پارامترهای بیوشیمیایی،
حمل و نقل،
ماهی کپور معمولی،
نمک طعام

چکیده

برای این پژوهش تعداد ۲٤۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (با میانگین وزن ۱ ± ۵ گرم) در ٤ تیمار مختلف شوری ۰، ۱، ۳ و ٦ گرم در لیتر در سه تکرار (در کیسه‌های پلاستیکی) به‌مدت زمان یک ساعت حمل شد. جهت بررسی پارامترهای خونی بچه‌ماهیان در پایان آزمایش، از نمونه‌ها به روش قطع ساقه دمی خون‌گیری صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون، میزان پروتئین کل در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$) ولی میزان گلوکز و کورتیزول در تیمارهای شوری کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند ($P\leq0/05$). نتایج حاصل از اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی در میزان آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی فاکتورهای هماتولوژی خون نیز بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، درصد هماتوکریت و میزان هموگلوبولین در تیمارها بود ($P>0/05$). به‌طورکلی می‌توان گفت در ماهیان حمل شده در تیمار ۳ گرم نمک در لیتر شاخص‌های استرس کم‌تر مشاهده شد.

استناد: ایری، بهمن، ایمانپور، محمدرضا، حسینی‌فر، سید حسین، صفری، رقیه، روحانی، الهه (۱۴۰۳). کاهش استرس طی حمل و نقل بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با استفاده از سطوح مختلف نمک سدیم کلرید. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۳ (۲)، ۲۰۴-۱۹۵.

DOI: 10.22069/japu.2024.21383.1783

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری یکی از منابع اصلی تامین غذای انسانی می‌باشد و علی‌رغم رشد قابل‌توجه همواره با مشکلاتی روبرو بوده است (۱). دستکاری موجودات آبزی اغلب موجب افزایش فعالیت‌های زیستی آن موجود شده و باعث تغییر در رفتار و ویژگی‌های فیزیولوژیک ماهی می‌گردد (۲). مواردی مانند حمل و نقل، رقم‌بندی، تکثیر مصنوعی، واکسیناسیون و نظایر آن استرس‌زا هستند (۳) که به‌شدت می‌توانند رشد، تولیدمثل، عملکردهای ایمنی و میزان بازماندگی ماهی را تحت‌تأثیر قرار دهند. حمل و نقل ماهیان در مدیریت آبزی‌پروری ازجمله موارد بسیار مهم می‌باشد، چراکه تقلای آن‌ها در طول صید و حمل و نقل، معمولاً اثر زیادی بر فیزیولوژی و کیفیت ماهیان دارد (٤). عوامل استرس‌زای فیزیکی و شیمیایی می‌توانند پاسخ‌های غیراختصاصی در ماهی ایجاد کنند که به عنوان سازگاری در نظر گرفته می‌شود تا ماهی بتواند با این اختلال کنار بیاید و حالت هموستاتیک خود را حفظ کند (٥ و ٦). حمل و نقل ماهی یک رویداد بسیار استرس‌زا اما اجتناب‌ناپذیر در آبزی‌پروری است (۷ و ۸) که در صورت عدم رعایت تراکم، دستکاری‌های بیش از حد می‌تواند باعث استرس اکسیداتیو، هیپوکسی و آلودگی آب شود (۹ و ۱۰). به‌طورکلی تلفیق شرایط استرس‌زا ممکن است زمینه بروز بیماری‌ها را فراهم کرده و منجر به واردشده خسارت اقتصادی به پرورش‌دهندگان شود (۱۱ و ۱۲).

نوع ماهی، مرحله زندگی آن اعم از لارو، نوزاد، انگشت‌قد، جوان، پرواری و مولدین و شرایط فیزیک و شیمیایی آب مانند دما، شوری آب، میزان اکسیژن محلول، گاز دی‌اکسیدکربن، آمونیاک و اوره مترشحه از ماهیان، میزان تراکم ماهی در واحد حجم و حتی نوع ظروف حمل و نقل که معمولاً به‌صورت استفاده از کیسه‌های پلاستیکی و یا کانتینرها و تانک‌های فلزی و فایبرگلاسی می‌باشد، همگی در چگونگی حمل و نقل و میزان استرس وارده به ماهی نقش دارد. حمل و نقل ماهی زنده باید ضمن داشتن کم‌ترین استرس برای ماهی، به لحاظ اقتصادی با کم‌ترین هزینه صورت گیرد. امروز جهت کاهش استرس از اصلاح روش حمل و نقل و تکنیک‌های صید، مواد آرام‌کننده طبیعی مانند کلرید سدیم، گل میخک، نعناع و سنتتیک مانند فنوکسی اتانول و کینالدین استفاده می‌کنند. عوامل استرس‌زا پاسخ استرسی ماهی را به‌دنبال دارند و بر عملکردهای فیزیولوژیکی بدن اثر سوء دارند. پاسخ‌های فیزیولوژیکی حاد اولیه ماهی به تورکشی، دستکاری و حمل و نقل پس از ٢٤-٦ ساعت به حالت طبیعی بر می‌گردد، ولی اگر عوامل استرس‌زا هم‌چنان وجود داشته باشد احیاء فیزیولوژیک ممکن است ١٤-١٠ روز طول بکشد (۱۳). بنابراین شناخت تغییرات فیزیولوژیکی از جمله تغییرات شاخص‌های استرس و خونی ماهی در زمان حمل و نقل و پس از آن برای اتخاذ راهکارهای مناسب مواجهه و کاهش اثرات آن الزامی است.

با توجه به فقدان مطالعه در زمینه اثر استفاده از اثرات شوری بر کاهش استرس حمل و نقل، مطالعه حاضر به‌منظور ارائه الگوی مناسبی از میزان شوری آب در حمل و نقل ماهی، جهت کاهش استرس در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) برنامه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

٢٤٠ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (با میانگین وزن ١ ± ٥ گرم) از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال تأمین شد و در ۱۲ کیسه پلاستیکی حاوی ۲/۵ لیتر آب و ۵ لیتر اکسیژن خالص قرار داده و به‌مدت ۱ ساعت توسط وانت حمل و به سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات منتقل شدند. تغذیه ماهیان ٤٨ ساعت قبل از انتقال

قطع شد. هر کیسه شامل ۲۰ قطعه ماهی در غلظت‌های مختلف شوری ۰، ۱، ۳ و ٦ گرم بر لیتر در نظر گرفته شد. قبل و بعد از حمل و نقل شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب مورد سنجش قرار گرفتند. میانگین دمای آب ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول، ۵/٦ میلی‌گرم بر لیتر، pH ۷/۳-۷ و سختی آب ۱/۲ ± ۲۸٦ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم بود. بعد از انتقال به مرکز آبزی‌پروری، از ماهیان نمونه‌برداری انجام شد.

شاخص‌های خونی: جهت نمونه‌برداری از هر تیمار ٦ قطعه ماهی به‌طور تصادفی برداشته و در محلول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره گل میخک بیهوش شدند و از ساقه دمی آن‌ها جهت اندازه‌گیری پارامترهای خونی، خونگیری شد (١٤). پارامترهای خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) (١٤)، گلبول‌های سفید (WBC) (١٤)، هموگلوبین (Hb) (١٥) و هماتوکریت (Hct) (١٦) اندازه‌گیری شد.

فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسمای خون: پروتئین کل، گلوکز و کورتیزول پلاسما با استفاده از کیت‌های اختصاصی شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) براساس روش بیورت، گلوکز اکسیداز به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, New Jersey, USA) در طول موج ٤٠٥ نانومتر و الیزا اندازه‌گیری شدند (۱۷).

آنزیم‌های کبدی: اندازه‌گیری آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینو ترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز پلاسما با استفاده از روش فتومتریک و با به‌کارگیری کیت اختصاصی شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) و به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, New Jersey, USA) در طول موج ٤٠٥ نانومتر انجام شد (۱۸).

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها: داده‌های مربوط به هماتولوژی و بیوشیمیایی خون بعد از محاسبه جهت بررسی نرمالیتی با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف تست شد. سپس با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد تست شدند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار نمایش داده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ١٦ انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی فاکتورهای هماتولوژی خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی فاکتورهای هماتولوژی خون در جدول ۱ آورده شده است. براساس نتایج تعداد گلبول‌های سفید و قرمز بعد از حمل و نقل یک ساعته، بین تیمارهای مختلف شوری و نیز کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)؛ هم‌چنین میزان هموگلوبین خون و درصد هماتوکریت در تیمارهای مختلف شوری و کنترل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). در شاخص‌های مورد بررسی، در تیمارهای حاوی دوز شوری روند کاهشی تا تیمار ۳ گرم شوری مشاهده شد.

جدول ۱- مقایسه برخی شاخص‌های هماتولوژی خون ماهی کپور معمولی پس از حمل و نقل ۱ ساعته.

فاکتورهای هماتولوژی خون	تیمارهای مختلف (گرم در لیتر)			
	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ٦
گلبول‌های سفید (10^3 mm^3)	۱٤/٦۳ ± ۰/۹^a	۱۳/٤ ± ۱/۰۱^a	۱۳/۵ ± ۱/۱^a	۱۳/۸۳ ±۱/۰^a
گلبول‌های قرمز (10^6 mm^3)	۲/٦۲± ۰/۱۸^a	۲/۵۳ ± ۰/۲۲^a	۲/٤ ± ۰/۳^a	۲/۹ ± ۰/۳^a
هموگلوبین (g/dL)	۱۲/۷٦ ± ۰/٦۳^a	۱۲/۳۳ ± ۰/۷٦۳^a	۱۱/۰ ± ۱/۰^a	۱۲/٤۲ ± ۰/۷۷^a
هماتوکریت (درصد)	۲۸/۹٦ ± ۱/۷۹^a	۲۸/۱ ± ۰/۲^a	۲۷/۸۳ ± ۰/۸۳^a	۲۸/٤۳ ± ۰/۵٤^a

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحراف استاندارد)

نتایج حاصل از پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج میزان پروتئین کل در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$)؛ اما با افزایش شوری در انتهای حمل و نقل روند کاهشی تا تیمار ۳ گرم در لیتر شوری مشاهده شد. میزان گلوکز و کورتیزول در بین تیمارهای مختلف شوری اختلاف معنی‌داری با کنترل نشان داد ($P\leq۰/۰۵$) به‌طوری‌که با افزایش شوری در انتهای حمل و نقل روند کاهشی تا تیمار ۳ گرم شوری مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسه برخی شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی کپور معمولی پس از حمل و نقل ۱ ساعته.

شاخص‌های بیوشیمیایی	تیمارهای مختلف (گرم در لیتر)			
	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ٦
پروتئین کل (g/dl)	٤/۲۲ ± ۰/۰۸^{a}	٤/۲۰ ± ۰/۱۱^{a}	٤/۱ ± ۰/۳۵^{a}	٤/۱۳ ± ۰/۲٤^{a}
گلوکز (mg/dl)	۱۰۷/٦٦ ± ٦/۰۲^{a}	۱۰٤/۱ ± ۳/٦^{b}	۱۰۱/۳ ± ۳/۰۵^{b}	۱۰۲/۲ ± ٦/۸^{b}
کورتیزول (mg/dl)	٥٦/۰ ± ۱/۷^{a}	٥۱/۰ ± ۲^{b}	٤۹/ ٥± ۲/۲٤^{b}	٥۱/۱٦ ± ۰/۷٦^{b}

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحرف استاندارد)

نتایج حاصل از آنزیم‌های کبدی خون: نتایج حاصل از اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که میزان آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). میزان این آنزیم‌ها در تیمار شوری ۳ گرم نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی کم‌تر بود.

جدول ۳- مقایسه آنزیم‌های کبدی ماهی کپور معمولی پس از حمل و نقل ۱ ساعته.

آنزیم‌های کبدی	تیمارهای مختلف (گرم در لیتر)			
	شاهد	شوری ۱	شوری ۳	شوری ٦
آلانین آمینوترانسفراز (u/l)	۱۸/۳ ± ۰/۸۷^{a}	۱۷/٦ ± ۱/۲۵^{a}	۱٦/۱ ± ۰/۷۸^{a}	۱٦/۲ ± ۱/۱٦^{a}
آسپارتات آمینوترانسفراز (u/l)	۹۲ ± ۲/۰۰^{a}	۹۱ ± ۳/۰٦^{a}	۸۷ ± ۲/٦٤^{a}	۸۹ ± ۳/۰٤^{a}
آلکالین فسفاتاز (u/l)	۳۹/٤٥ ± ۱/٥^{a}	۳۹/۳ ± ۲/٥^{a}	۳٥/٤٥ ± ۲/۱۷^{a}	۳٦/۰۹ ± ۳/٤^{a}

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحرف استاندارد)

بحث

در صنعت آبزی‌پروری همواره عوامل استرس‌زا مانند تراکم بالا، حمل و نقل، دستکاری و تغییر کیفیت آب وجود دارد که موجب اثر نامطلوب بر سلامتی، سرکوب سیستم ایمنی و رشد ماهیان می‌شود (۵ و ٦). آرام کردن ماهی ساده‌ترین عمل ممکن برای کاهش استرس و پاسخ‌های منفی فیزیولوژیکی ناشی از تراکم نامناسب، اسارت، حمل و نقل و رهاسازی می‌باشد (۱۲). اخیراً مطالعات متعددی در مورد کاهش استرس در حین حمل و نقل ماهیان با آب، انجام شده است؛ مانند استفاده ترکیب مکمل غذایی با پروبیوتیک‌ها (۱۹)، زردچوبه (۲۰)، گلایسین (٦) و بیهوش‌کننده‌ها

(۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲٤). استفاده از نمک به‌عنوان یکی از راه‌های کاهش استرس و آرام کردن ماهی معرفی شده است. استفاده از شاخص‌های خونی به‌عنوان ابزاری برای پی بردن به وضعیت سلامت ماهی و آبزیان بسیار مفید خواهد بود (۲۵). عمل افزودن نمک به آب جهت حمل و نقل ماهیان آب شیرین برای کاهش استرس حمل و نقل توسط برخی از پژوهش‌گران پیشنهاد شده است (۲۱ و ۲٦). مطالعات نشان داده است که حمل و نقل ماهی باعث اختلالات اسمزی و افزایش قدرت یونی آب شده و افزودن نمک می‌تواند برای کاهش مشکلات اسمزی مفید باشد (۲۷).

شاخص‌های مربوط به خون مانند گلبول قرمز و لوکوسیت‌ها از جمله لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها یکی از بخش‌های اصلی سیستم ایمنی غیراختصاصی سلولی هستند که نوسان در تعداد آن‌ها می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مناسب در ارتباط با پاسخ ماهیان به عوامل استرس مطرح باشد (۲۸). در مطالعه حاضر تعداد گلبول‌های قرمز و سفید بین تیمارهای حاوی شوری‌های مختلف و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ اما Dobiskova و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که پس از حمل و نقل ماهیان در دوره‌های ٦ و ۱۲ ساعته، در مقادیر گلبول قرمز خون، میزان نوتروفیل و ائوزینوفیل افزایش نسبت به کنترل مشاهده شد (۲۹). برخی پژوهش‌گران بیان نموده‌اند زمانی که به ماهی کپور استرس وارد می‌شود، گلبول‌های قرمز از طحال ترشح و به جریان خون وارد می‌شوند. همسو با مطالعه حاضر Dobiskova و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند، که میزان هموگلوبین بین تیمارهای مختلف نیز اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (۱۳) هم‌چنین حسین‌جان‌زاده و همکارن (۱۳۹۵) نیز اختلاف معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز بین تیمارهای مختلف مشاهده نکردند، اما در سطح گلبول سفید در تیمارهای شوری افزایش را مشاهده کردند (۳۰)، که این افزایش را به تحریک سیستم ایمنی نسبت دادند. در مطالعه حاضر میزان هموگلوبین خون و درصد هماتوکریت بین تیمارهای مختلف نیز اختلاف معنی‌دار را نشان نداد. اما حسین‌جان‌زاده و همکارن (۱۳۹۵) گزارش نمودند که درصد هماتوکریت در تیمار با شوری‌های مختلف نسبت به گروه شاهد بالاتر بود، اما در میزان هموگلوبین بین تیمارهای مختلف اختلافی مشاهده نشد (۳۰).

طبق نتایج مطالعه یوسفی و همکاران، افزودن نمک به آب جهت حمل و نقل ماهی تیلاپیا نشان داد ماهی‌هایی که در آب نمک ٤ گرم در لیتر حمل می‌شوند، درجه استرس، آسیب کبدی، استرس اکسیداتیو کم‌تر و تعادل هیدرومعدنی بهتری را نشان می‌دهند (۳۱). از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان جهت بررسی وضعیت سلامتی و فیزیولوژی آبزیان بخش پارامترهای بیوشیمیایی خون می‌باشد که تحت‌تأثیر عوامل متنوعی از جمله شرایط محیطی و تغذیه می‌باشد (۳۲، ۳۳، ۳٤). پروتئین‌ها نقش کلیدی در سیستم‌های فیزیولوژیک و ایمنولوژیک دارند و یکی از منابع اصلی تأمین انرژی در ماهیان هستند. تغییر و نوسان در میزان آن می‌تواند در ارتباط با مصرف آن‌ها برای تأمین انرژی لازم برای فعالیت‌های حیاتی بدن باشد (۳۵ و ۳٦). پژوهش‌ها نشان داده که میزان پروتئین کل در استرس‌های حاد افزایش می‌یابد درحالی‌که استرس مزمن موجب کاهش آن می‌گردد (۳۷). در مطالعه حاضر، نتایج نشان داد که میزان پروتئین کل در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. نتایج مشابه این مطالعه در گزارش‌های ارائه شده در خصوص اثر استرس بر میزان پروتئین خون ماهی کاتلا (*Catla catla*) (۳۸) و فیتوفاگ (۳۵) نیز به‌دست‌آمده است. در بروز استرس مزمن به‌دلیل تجمع ترکیبات اکسیداتیو در کبد و کلیه به‌عنوان اصلی‌ترین اندام‌های سازنده آلبومین و گلوبولین‌ها، آسیب‌های ایجادشده در این دو اندام

موجب کاهش میزان پروتئین کل سرم می‌گردد (۳۹). به‌طورکلی، کاهش پروتئین کل نشان‌دهنده شرایط نامساعد محیطی است. وارد شدن استرس به ماهی موجب افزایش گلوکز و پدیده گلیکونئوژنزیز در ماهی و درنتیجه باعث می‌شود مقدار آمونیاک افزایش و مقدار پروتئین کل کاهش یابد.

گلوکز کربوهیدراتی است که نقش مهمی در ایجاد انرژی از طریق تولید ATP دارد. تحت شرایط استرس‌زا، کاتکول آمین و کورتیزول با تأثیر بر کبد سبب القای گلیکولیز و گلوکونئوژنز و در نتیجه افزایش گلوکز پلاسما می‌شوند (٤٠). در مطالعه حاضر در میزان گلوکز بین کنترل و تیمارهای مختلف شوری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد که احتمالاً به اثر کاهندگی کلرید سدیم بر استرس مرتبط می‌باشد. حسین‌جان‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات افزودن نمک طعام در استرس حمل و نقل بر شاخص‌های خونی، پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون و موکوس پوست در حمل و نقل ماهی سفید اختلاف معنی‌داری را مشاهده نکردند اما کم‌ترین میزان گلوکز را در شوری ۳ گرم در لیتر گزارش نمودند (۲۰). در تمامی مهره‌داران از جمله ماهیان کورتیزول نقش مهمی در بازگرداندن بدن به حالت طبیعی در هنگام استرس و بعد از آن بازی می‌کند. تحت شرایط استرس‌زا ادرنوکورتیکوتروپیک هورمون مترشحه از هیپوتالاموس به قسمت قدامی کلیه وارد می‌شود و با تحریک سلول‌های بین کلیوی باعث ترشح گلوکز می‌گردد (۲۵) که دلیل آن تامین انرژی مورد نیاز جهت مقابله با شرایط استرس‌زا می‌باشد (٢٦). در مطالعه حاضر در میزان کورتیزول در تیمار کنترل و تیمارهای مختلف شوری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و در تیمار با شوری ۳ گرم بر لیتر کم‌ترین میزان گزارش شد. حسین‌جان‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) افزایش میزان کورتیزول را در تیمار ٦ گرم در لیتر نمک گزارش نمودند و اضافه کردند که میزان کورتیزول بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (۳۰). مشابه نتایج حاضر، کاهش استرس ناشی از حمل و نقل با افزودن نمک به آب در مطالعات دیگری نیز مشاهده شده است: (۲۱، ۲۵، ٢٦، ٤١). اما Ruane و همکاران (۲۰۰۲) افزایش میزان کورتیزول را در یک دوره حمل و نقل گزارش نمودند.

مطالعات نشان داده اند که حمل و نقل ماهی منجر به افزایش فعالیت‌های ALT و AST پلاسما می‌شود. اگرچه هیچ بررسی بافت شناسی کبدی انجام نشده است (۲۰). در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که میزان آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. Dobsikova و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که حمل و نقل طولانی‌مدت کپور معمولی اثر معنی‌داری بر این آنزیم‌ها دارد. افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی احتمالاً به‌علت نقش آن‌ها در فراهم آوردن شرایط لازم و کافی جهت فرآیند گلوکونئوژنز و تامین انرژی مورد نیاز در شرایط استرسی می‌باشد (۲۹). در واقع این آنزیم‌های درگیر با گلوکونئوژنز آمینواسیدها بوده و بر روی فعالیت‌های ترانس آمینازها موثراند و افزایش ترانس آمینازها یک مکانیسم ایمنی است که در مراحل اولیه استرس رخ می‌دهد (٤٢). اما نمک کلرید سدیم باعث کاهش سطح استرس و درنتیجه عدم تغییر در سطوح آنزیم‌های کبدی شد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه مربوط به پارامترهای بیوشیمیایی و خونی استفاده از نمک در دوز مناسب ۳ گرم جهت حمل و نقل پیشنهاد می‌گردد. با این وجود، به‌نظر می‌رسد طرح حاضر نیازمند مطالعات بیش‌تر در سطوح بافت‌شناسی و ملکولی می‌باشد.

منابع

1. Jafari, V. A., Nourqholipour, S., Imanpour, M. R., & Hoseinifar, S. H. (2020). Effects of different levels of the amino acid glycine on growth indices, feed intake, survival rate and salinity stress resistance in common carp (*Cyprinus carpio)*. *Journal of Animal Environment*. Eleventh Year. 2, 197-204.
2. Rohi, Z., Imanpour, M. R., & Javadi Mosavi, M. (2015). The effect of peppermint emulsion (Carvon) and methyl-salicylate on anesthesia of white fish (*Rutilus frisii kutum*). *Journal of Animal Research*. 28 (4), 450-456.
3. Mortazavizadeh, S. A., Peyghan, R., & Youneszadeh, M. (2012). Appropriate concentration of anesthetic drug propofel in barney fish (*Barbus sharperyi*). *Scientific Journal of Iranian Fisheries*. 21 (2), 133-142.
4. Hashemi, M., Sajadi, M., Kamrani, A., & Emdadi, B. (2012). The effect of using zeolite and clove essential oil during the transportation of *rainbow trout* on survival and water quality factors, *Journal of Aquaculture*. 1 (2), 97-112.
5. Jafari, V., & Rezaea, M. (2021). Investigating the relationship between food additives and fish stress, *Journal of Aquaculture*. 11 (2), 11-35.
6. Hoseini, M., Majidiyan, N., Taheri Mirghaed, A., Hoseinifar, S. H., & Van Doan, H. (2022). Dietary glycine supplementation alleviates transportation-induced stress in common carp, *Cyprinus carpio*, *Aquaculture*. 551, 737959.
7. Pakhira, T. S., Nagesh, T. J., Abraham, G., & Dash, S. Behera. (2015). Stress responses in rohu, Labeo rohita transported at different densities, *Aquac*. 2, 39-45.
8. Favero, G. C., Silva, Wd. Se., Boaventura, T. P., Paes Leme Fd. O., & Luz, R. K. (2019). Eugenol or salt to mitigate stress during the transport of juvenile Lophiosilurus alexandri, a Neotropical carnivorous freshwater catfish, *Aquaculture*, 512, Article 734321.
9. Freitas Souza, C. D., Dellaméa Baldissera, M., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, A. J., & Mancera, J. M. (2019). Essential Oils as Stress-Reducing Agents for Fish Aquaculture: A Review. Front. *Physiol. Aquatic Physiology*. 10, 785.
10. Brick, M. E., & Cech, J. J. (2002). Metabolic responses of juvenile striped bass to exercise and handling stress with various recovery environments. *Transactions of the American Fisheries Society*. 131 (5), 855-864.
11. Carmichael, G. J. (1984). Long distance truck transport of intensively reared largemouth bass. *The Progressive Fish-Culturist*. 46 (2), 111-115.
12. Keyhani, S. H., Hoseinifard, M., & Ghasemnejad, H. (2013). Investigating the effect of aqueous, methanolic, ethanolic extract and essential oil of lark plant (*Pterocarya fraxinifolia*) as an anesthetic on common carp, *Quarterly Journal of Propagation and Aquaculture Sciences*. 1 (2), 71-78.
13. Dobsikova, R., Svobodova, Z., Blahova, J., Modra, H., & Velisek, J. (2009). The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Czech J. Animal Sciences*. 54, 510-518.
14. Klontz, G. W. (1994). Fish hematology. In: Techniques in fish immunology. Stolen, J. S., Fletcher, T. C., Rowley, A. F., Kelikoff, T. C., Kaatari, S. L. & Smith, S. A. (eds). SOS Publications, Fair Haven, New Jersey, USA. 3, 121-132.
15. Rehulka, J. (2000). Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 190, 27-47.
16. Ameri Mahabadi, M. (1999). Laboratory methods of veterinary hematology, Publishing and Printing Institute, University of Tehran. 126.
17. Asahina, K., Kanbegawa, A., & Higashi, T. (1995). Development of a micrititer 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.

18.Tomas, L. (1998). Clinical Laboratory Diagnostics, 1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagesellschaft, 1526.
19.da Silva, E., Moraes, A. V. de Pereira, M. d. O., Bittencourt, M., Weber, R. A., & Jatobá, A. (2022). Autochthonous and allochthonous dietary probiotics mitigate acute stress in Astyanax bimaculatus during transport, *Aquac.* 53, 3253-3256.
20.Hoseini, M., Gupta, S., Yousefi, M., Vladimirovich Kulikov, E., Drukovsky, S., Petrov, A., Taheri Mirghaed, A., Hoseinifar, S. H., & Van Doan, H. (2022). Mitigation of transportation stress in *common carp, Cyprinus carpio*, by dietary administration of turmeric, *Aquaculture*. 546, 73-80.
21.Taheri Mirghaed, A., & Ghelichpour, M. (2019). Effects of anesthesia and salt treatment on stress responses, and immunological and hydromineral characteristics of common carp (*Cyprinus carpio, Linnaeus*, 1758) subjected to transportation, *Aquaculture*. 501, 1-6.
22.Boaventura, T. P., Souza, C. F., Ferreira, A. L., Favero, G. C., Baldissera, M. D., Heinzmann, B. M., Baldisserotto, B., & Luz, R. K. (2020). Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Linnaeus, 1753) as anesthetic for Lophiosilurus alexandri: Induction, recovery, hematology, biochemistry and oxidative stress, *Aquaculture*, 529, Article 735676.
23.Santos, E. L. R., Rezende, F. P., & Moron, S. E. (2020). Stress-related physiological and histological responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to transportation in water with tea tree and clove essential oil anesthetics, *Aquaculture*, 523, Article 735164.
24.Ferreira, A. L., Favero, G. C., Boaventura, T. P., de Freitas Souza, C., Ferreira, N. S., Descovi, S. N., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., & Luz, R. K. (2021). Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Linnaeus, 1753): efficacy for anesthesia and transport of *Oreochromis niloticus*. *Fish. Physiol. Biochem*. 47, 135-152.
25.Gomes, L., Chagas, E. C., Brinn, R. Roubach, R. P., Coppati, C. E., & Baldisserotto, B. (2006). Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags, *Aquaculture*, 256, 521-528.
26.Biswal, A., Srivastava, P. P., Pal, P., Gupta, S., Varghese, T., & Jayant, M. (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, Article 735979.
27.Harmon, T. S. (2009). Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review of the basics, *Rev. Aquac*. 1, 58-66.
28.Tatina, M., Bahmani, M., Soltani, M., Abtahi, B., & Gharibkhani, M. (2010). Effects of different levels of dietary vitamins C and E on some of hematological and biochemical parameters of sterlet (*Acipenser ruthenus*), *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 5 (1), 1-11.
29.Dobsíková, R., Svobodová, Z., Blahová, J., Modrá, H., & Velísek, J. (2006). Stress Response to Long Distance Transportation of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Vet. Brno*. 75, 437-448.
30.Hoseinjanzade, S., Shabani, A., Imanpour, M., & Hoseinifar, S. H. (2016). The effects of adding table salt during transportation stress on blood parameters, biochemical parameters of blood serum and skin mucus in white fish (*Rutilus frisii kutum*), government - Ministry of Science, Research and Technology - Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources - [dissertation Masters]
31.Yousefi, M., Hoseini, S. M., Weber da Silva, C. R. A. E., Rajabiesterabadi, H., Arghideh, M., & Hosseinpour Delavar, F. (2022). Alleviation of transportation-induced stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, using brackish water, *Aquaculture Reports*. 27, 101378.
32.Orum, I. M., & Dorucu, H. Y. (2003). Haematological parameters of three cyprinidae fish species from karakaya Darn Lake, Turkey. *Online Journal of Bio1ogical Science*. 3 (3), 320-328.

33. Lupi, P., Vigiani, V., & Mecatti, M. (2006). Contribution to the definition of metabolic profile of farmed rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Italian Journal of Animal Science*, 5, 63-71.
34. Firouzbakhsh, F., Abedi, Z., Rahmani, H., & Khalesi, M. K. (2013). A comparative study of some blood factors in male and female Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) broodstock from the southern basin of the Caspian Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37, 320-325.
35. Shakori, M., & Abdali, S. (2017). Investigating the effect of lead toxicity on some biochemical parameters of the blood of farmed phytophagous fish, *Research Journal of Marine Sciences and Techniques*. 12 (1), 1-12.
36. Adhama, K., Khairallaa, A., Abu-Shabanaa, M., Abdel-Maguida N., & Abdel-Moneim, A. (1997). Environmental stress in lake maryut and physiological response of Tilapia zilli. *Journal of Environmental Science and Health*. 32, 2585-2598.
37. Gutter, A. S., & Pankhurst, N. W. (2000). The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish Hemigymnus melapterus. *Fishbiology*. 57 (2), 391-401.
38. Jeney, G., Galeotti, M., Volpatti, D., Geny, Z., & Anderson, D. P. (1997). Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhunchusmikiss*) fed diets containing different doses of glucan. *Aquaculture*. 154, 1-15.
39. Parodi, T. V., Cunha, M. A., Becker, A. G., Zeppenfeld, C. C., Martins, D. I., Koakoski, G., Barcellos, L. G., Heinzmann, B. M., & Baldisserotto, B. (2014). Anesthetic activity of the essential oil of *Aloysiatriphylla* and effectiveness in reducing stress during transport of albino and gray strains of silver catfish (*Rhamdiaquelen*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 40 (2), 323-334.
40. Makvandi, H., Khodadadi, M., Keyvanshokoh, S., & Mohammadi Makvandi, Z. (2012). Effect of salinity stress on cortisol hormone and glucose in Grass carp fingerlings (*Ctenopharyngodon idella*), *Journal of Aquatic Animals and Fisheries*.
41. Ahmed, H., Sherif, Elsayed, A., Eldessouki, Nader, M. Sabry, & Nadia, G. (2022). The protective role of iodine and MS-222 against stress response and bacterial infections during Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) transportation, *Aquaculture International*. 31, 401-416.
42. Hamedi, Sh., Rahimi, R., Nafisibahabadi, M., & Azodi Mirahmadi, A. (2019). Changes of some liver enzymes and blood factors of Lates calcarifer at different salinity levels, *Animal Physiology and Development Quarterly*. 12 (4), 61-74.