Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

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

Effect of adding turmeric to the diet of common carp (*Cyprinus carpio*) on hematological and ionic parameters during transportation

Seyyed Morteza Hoseini*

Corresponding Author, Research Assistant Prof., Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Inland Waters Aquatics Resources Research Center, Gorgan, Iran. E-mail: seyyedmorteza.hoseini@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 09.27.2021
Revised: 10.11.2021
Accepted: 10.28.2021

Keywords:
Blood,
Diet,
Nutrition,
Stress,
Turmeric

ABSTRACT

In this study, the effect of feeding with turmeric-enriched diets was investigated on hematological and ionic parameters after transporting in common carp. For this, the fish were fed diets containing 0, 0.5, 1 and 2% turmeric for 2 weeks and then transported in plastic bags for 3 hours. The results showed that transport decreased the number of red blood cells and the percentage of lymphocytes, and increased the number of white blood cells, the percentage of neutrophils, MCV, MCH and MCHC in the blood and increased the concentration of calcium, chloride and potassium in the plasma. Also, transport had no significant effect on hematocrit percentage, hemoglobin concentration, and percentage of blood monocytes. Addition of turmeric to the diet reduced the negative effects of transport in the fish and the best results were obtained in the treatment of 1% turmeric. Based on this study, it is concluded that dietary turmeric supplementation improves hematological parameters and health of fish after transporting and the level of 1% turmeric is recommended for common carp.

Cite this article: Hoseini, Seyyed Morteza. 2022. Effect of adding turmeric to the diet of common carp (*Cyprinus carpio*)on hematological and ionic parameters during transportation. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 10 (4), 43-54.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2022.19523.1608
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

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

اثر افزودن زردچوبه به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر شاخص‌های خونشناسی و یونی در خلال حمل و نقل

سید مرتضی حسینی*

نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی، گرگان. رایانامه: seyyedmorteza.hoseini@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۷/۰٥
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۷/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۰٦

واژه‌های کلیدی:
استرس،
تغذیه،
جیره غذایی،
خون،
زردچوبه

چکیده

در این پژوهش اثر تغذیه با جیره‌های غنی شده با زردچوبه بر شاخص‌های خونشناسی و یونی پس از حمل و نقل در ماهی کپور بررسی شد. به این منظور، ماهی‌ها به مدت ۲ هفته با جیره‌های غذایی حاوی ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد زردچوبه تغذیه و پس از آن به مدت ۳ ساعت توسط کیسه‌های پلاستیکی حمل و نقل شدند. نتایج نشان داد که حمل و نقل باعث کاهش تعداد گلبول‌های قرمز و درصد لنفوسیت‌ها و افزایش گلبول‌های سفید، درصد نوتروفیل‌ها، MCV، MCH و MCHC خون و افزایش غلظت کلسیم، کلراید و پتاسیم پلاسما می‌شود. هم‌چنین، حمل و نقل اثر معنی‌داری بر درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین و درصد مونوسیت‌های خون نداشت. افزودن زردچوبه به جیره غذایی باعث کاهش اثرات منفی حمل و نقل بر شاخص‌های خونشناسی و غلظت یون‌های پلاسما در ماهی شد و بهترین نتایج در تیمار ۱ درصد زردچوبه به‌دست آمد. بر اساس این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود که تغذیه با جیره غنی‌شده با زردچوبه باعث بهبود شاخص‌های خونشناسی و افزایش سلامت ماهی پس از حمل و نقل می‌شود و سطح ۱ درصد زردچوبه برای ماهی کپور توصیه می‌گردد.

استناد: حسینی، سید مرتضی (۱۴۰۰). اثر افزودن زردچوبه به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر شاخص‌های خونشناسی و یونی در خلال حمل و نقل. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۰ (۴)، ۵۴-۴۳.
DOI: 10.22069/japu.2022.19523.1608

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

ماهی کپور یک گونه همه‌چیزخوار و مقاوم به شرایط نامناسب پرورش است و به همین دلیلی به یکی از گونه‌های مهم اقتصادی در جهان تبدیل شده است که تولید سالانه آن در دنیا بیش از ٤ میلیون تن است (عبدالتواب و عباس، ۲۰۱۷). این گونه در کشورهای مختلف و در سیستم‌های پرورشی متفاوت مانند استخرهای خاکی، حوضچه‌های بتنی و سیستم‌های مدار بسته پرورش داده می‌شود (رجبی استرآبادی و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین ماهی کپور یکی از گونه‌هایی است که در پژوهش‌های مختلف آبزی‌پروری به‌کار گرفته شده است.

حمل و نقل باعث ایجاد استرس در ماهی و تغییر در پارامترهای کیفی آب می‌شود. یکی از روش‌های حمل ماهی، استفاده از کیسه‌های پلاستیکی حاوی آب و اکسیژن خالص است (کارنیرو و اوربیناتی، ۲۰۰۱)، اما این نوع حمل و نقل اثرات منفی بر سلامت ماهی دارد. به‌عنوان مثال، آمونیاک آب در زمان حمل و نقل با کیسه پلاستیکی افزایش یافته، پی‌اچ و اکسیژن محلول آب کاهش می‌یابد (پارودی و همکاران، ۲۰۱٤) و پاسخ‌های استرس مانند افزایش سطح کورتیزول، گلوکز و گلبول‌های خون بروز می‌کنند (طاهری میرقائد و قلیچ‌پور، ۲۰۱۹). استرس باعث سرکوب سیستم ایمنی ماهی و حساسیت در برابر بیماری‌ها می‌شود (تورت، ۲۰۱۱) و به همین دلیل نیاز است روش‌هایی برای مقابله با اثرات سوء حمل و نقل در ماهی یافت شود. در این رابطه، از افزودنی‌های خوراک و آب استفاده شده است. کلرید سدیم و داروهای بیهوشی بیش‌ترین افزودنی مورد مطالعه در طول حمل و نقل هستند که به آب حمل و نقل اضافه می شوند (هارمون، ۲۰۰۹؛ واندرزوالمن و همکاران، ۲۰۱۹). با این‌حال، استفاده از آن‌ها منجر به اثرات منفی مانند برهم‌خوردن تنظیم یونی و بروز استرس در برخی مطالعات شده است (گومز و همکاران، ۲۰۰٦؛ بنوویت و همکاران، ۲۰۱۲). از طرفی، افزودنی‌های خوراکی جهت کاهش اثرات سوء حمل و نقل در ماهی‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. پروبیوتیک‌ها، ویتامین‌ها، کاروتنوئیدها و مواد گیاهی از طریق کاهش استرس، بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش آسیب‌های بافتی و جلوگیری از سرکوب سیستم ایمنی باعث افزایش سلامت ماهی در زمان حمل و نقل می‌شوند (پان و همکاران، ۲۰۱۰؛ پنگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ زانوزو و همکاران، ۲۰۱۷؛ سوتی و ون دوان، ۲۰۲۰).

زردچوبه یک گیاه با پراکنش جهانی است که به‌عنوان ادویه در آشپزی استفاده می‌شود. با این‌حال، مشخص شده است که دارای اثرات درمانی کلیدی از جمله اثرات آنتی‌اکسیدانی، ارتقاء سلامت روده، تحریک سیستم ایمنی و اثرات ضد استرس در ماهی است (فاگنون و همکاران، ۲۰۲۰). افزودن ۲ تا ۱۰ گرم در کیلوگرم زردچوبه به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) منجر به افزایش قدرت ایمنی ماهی، مقاومت در برابر بیماری‌ها و مسمومیت با سولفات مس می‌شود (عبدالتواب و عباس، ۲۰۱۷؛ رجبی استرآبادی و همکاران، ۲۰۲۰) به علاوه، در مطالعه‌ای روی *Astyanax bimaculatus* مشخص شده است که یک دوره ٦۰ روزه تغذیه با جیره‌های غذایی حاوی زردچوبه به‌طور قابل‌توجهی سیستم آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشیده و استرس و مرگ و میر را پس از حمل ماهی کاهش می‌دهد (فریرا و همکاران، ۲۰۱۷). این داده‌ها نشان می‌دهد که زردچوبه ممکن است یک افزودنی خوراک مناسب برای کاهش اثرات سوء حمل و نقل بر روی ماهی باشد. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثر تغذیه با جیره غذایی غنی شده با زردچوبه بر شاخص‌های خونشناسی و یونی ماهی کپور معمولی بعد از حمل و نقل بود.

مواد و روش‌ها

چهار جیره غذایی حاوی صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد زردچوبه مطابق جدول ۱ و با استفاده از نرم‌افزار WUFFD تهیه شد. زردچوبه از فروشگاه محلی خریداری شده و قبل از افزودن به جیره به خوبی آسیاب شد. مواد خوراکی کاملاً مخلوط شده و با افزودن مقدار کافی آب به خمیر تبدیل شدند. خمیر حاصله توسط چرخ گوشت پلت شده و توسط باد پنکه در دمای اتاق خشک شد.

جدول ۱- ترکیب جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف زردچوبه (مقادیر بر حسب درصد).

اقلام غذایی	شاهد	زردچوبه ۰/۵	زردچوبه ۱	زردچوبه ۲
پودر ماهی[1]	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آرد سویا	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
پودر ضایعات کشتارگاهی	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
آرد گندم	٤۰/۳	۳۹/۸	۳۹/۳	۳۸/۳
روغن سویا	٤	٤	٤	٤
لیزین	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
متیونین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل معدنی[2]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نمک	۱	۱	۱	۱
زردچوبه	۰	۰/۵	۱	۲
ترکیب شیمیایی جیره‌ها (درصد)				
ماده خشک	۹۱/٦	۹۱	۹۲/۳	۹۰/۸
پروتئین خام	۳٤/٦	۳٤/۳	۳٤/٦	۳٤/۱
چربی خام	۸/۸۹	۸/۷۹	۸/۷٦	۸/۸۰
خاکستر خام	۷/۵۱	۷/۵۹	۷/٦۲	۷/۷۵

[1] ضایعات کنسروسازی (پروتئین ۵۵ درصد)

[2] مکمل ویتامینی و معدنی آبزیان، لابراتوار سیانس

ماهی کپور معمولی (۳/٦۵ ± ٤۵/۲ گرم) از یک مزرعه محلی خریداری و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی منتقل شد. ماهی‌ها در ۱۲ آکواریوم (۵۰ لیتر) با تراکم ۱۲ ماهی در هر آکواریوم ذخیره‌سازی شده و به مدت یک هفته با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند تا با شرایط آزمایشگاه سازگار شوند. سپس ماهی‌ها به مدت ۲ هفته هر یک از جیره‌های غذایی (جدول ۱) تغذیه شدند (برای هر جیره سه آکواریوم در نظر گرفته شد). در طی دوره‌های سازگاری و تغذیه، آکواریوم‌ها هوادهی شده

و روزانه ۵۰ درصد آب آن‌ها با آب تمیز جایگزین گردید. درجه حرارت آب، اکسیژن محلول، pH، آمونیاک کل و قلیائیت کل آب به ترتیب ۰/۵ ± ۲۳/۱ درجه سانتی‌گراد، ۰/۱۹ ± ۵/۸۸ میلی‌گرم در لیتر، ۰/۲۰ ± ۷/٦۵، ۰/۰۲ ± ۰/۲٦ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰/۳ ± ۱۷۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر بود. درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH آب با استفاده از دستگاه پرتابل مدل Hach D41 (آمریکا) و آمونیاک و قلیائیت توسط دستگاه فتومتر Palintest 7100 (انگلیس) اندازه‌گیری شدند. پس از دوره تغذیه، ماهی‌ها به مدت ۲٤ ساعت تغذیه نشدند و از تیمار شاهد نمونه خون گرفته شد. سپس ماهی‌های تغذیه شده با هر یک از جیره‌ها در کیسه‌های پلاستیکی به‌مدت ۳ ساعت حمل و نقل شدند و مجدداً از همه تیمارها خونگیری شد. پلاستیک‌ها با ۲/۵ لیتر آب و ۵ لیتر اکسیژن خالص پر شده و درب آن‌ها با استفاده از کش بسته شد.

برای خونگیری از ماهی‌ها، از محلول یوجینول ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای بیهوشی استفاده شد و سپس نمونه خون توسط سرنگ هپارینه از ساقه دمی گرفته و در لوله‌های پلاستیکی جمع‌آوری شد. نمونه خون به دو قسمت تقسیم شده که یکی از آن‌ها برای مطالعات خونشناسی و قسمت دوم برای جداسازی پلاسما استفاده شد. جداسازی پلاسما به‌وسیله سانتریفیوژ (۷۰۰۰ دور در قیقه به مدت ۷ دقیقه) انجام شد.

تعداد گلبول‌های قرمز و سفید با استفاده از لام نئوبار و محلول رقیق‌کننده دایس انجام شد. شمارش افتراقی گلبول‌های سفید پس از تهیه لام و رنگ‌آمیزی با گیمسا انجام شد (بلکسال و دایسلی، ۱۹۷۳).

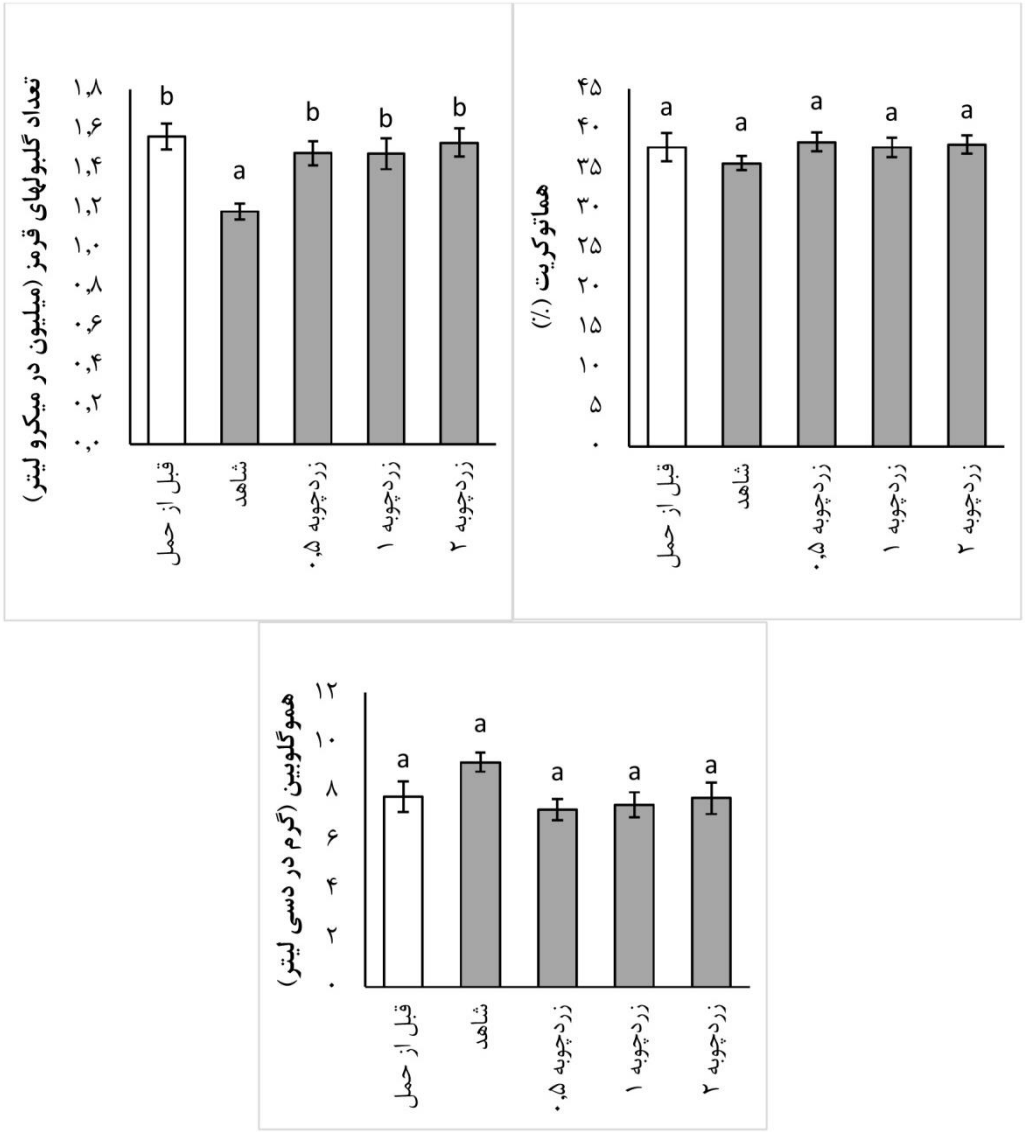
هماتوکریت با استفاده از روش میکروهماتوکریت و سانتریفیوژ و هموگلوبین با استفاده از کیت تجاری زیست‌شیمی اندازه‌گیری گردید. حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، هموگلوبین متوسط گلبول قرمز (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) براساس فرمول‌های ارائه شده توسط (بلکسال و دایسلی، ۱۹۷۳) محاسبه شد.

کلراید پلاسما توسط کیت زیست شیمی و دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. کلسیم پلاسما توسط کیت پارس آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر و طول موج ۵۹٦ نانومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم پلاسما با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد.

پراکنش نرمال داده‌ها توسط آزمون شاپیرو–ویلک تأیید گردید. برای بررسی اثر تیمارها بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده از آزمون one-way ANOVA استفاده شد. مقایسه بین تیمارهای مختلف توسط آزمون دانکن انجام گرفت ($P<0/05$). رسم نمودارها در نرم‌افزار اکسل انجام شد و آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار SPSS v.22 صورت پذیرفت. داده‌ها به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده اند.

نتایج

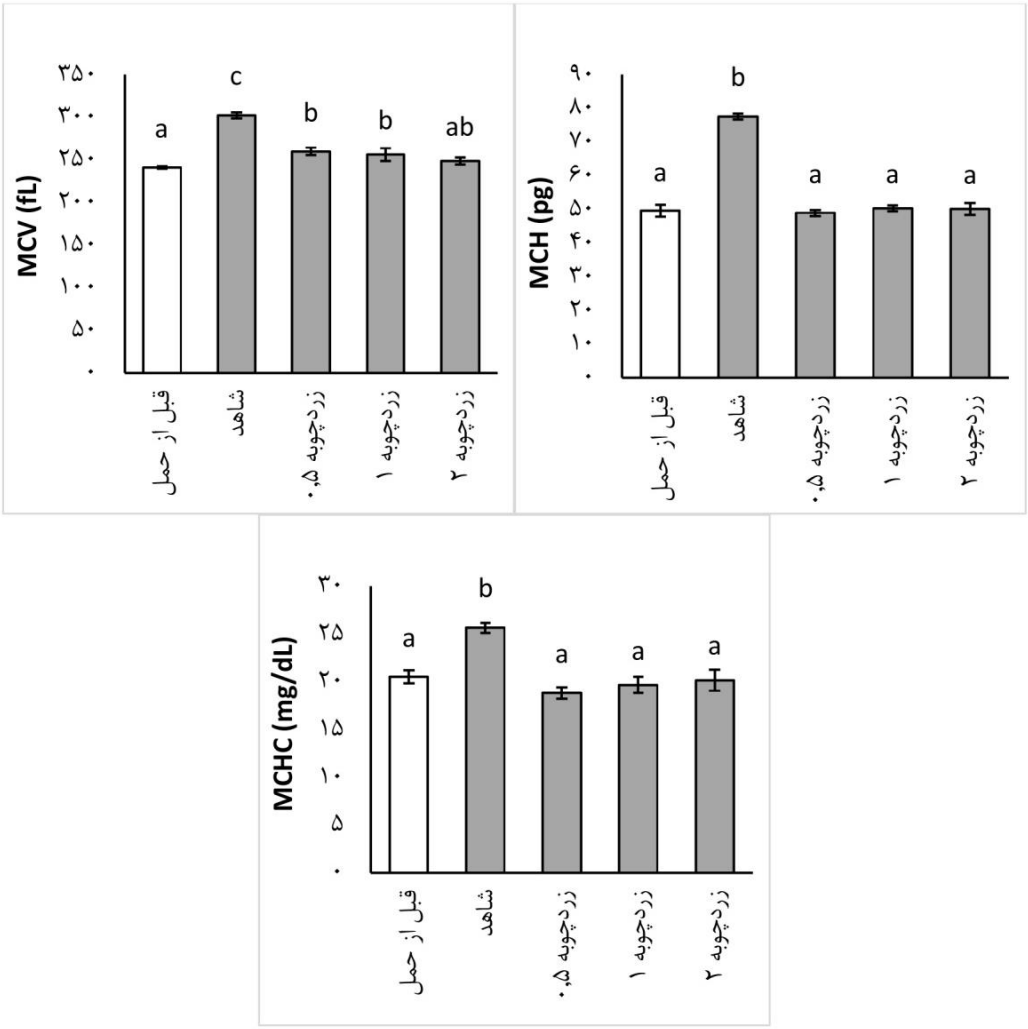
تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین خون ماهی‌ها در شکل ۱ ارائه شده است. تعداد گلبول‌های قرمز خون در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از مقدار قبل از حمل بود. اختلاف معنی‌داری در درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین بین تیمارها مشاهده نشد.



شکل ۱- تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با ۲-۰ درصد زردچوبه و حمل و نقل شده به مدت ۳ ساعت.

داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند و حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند.

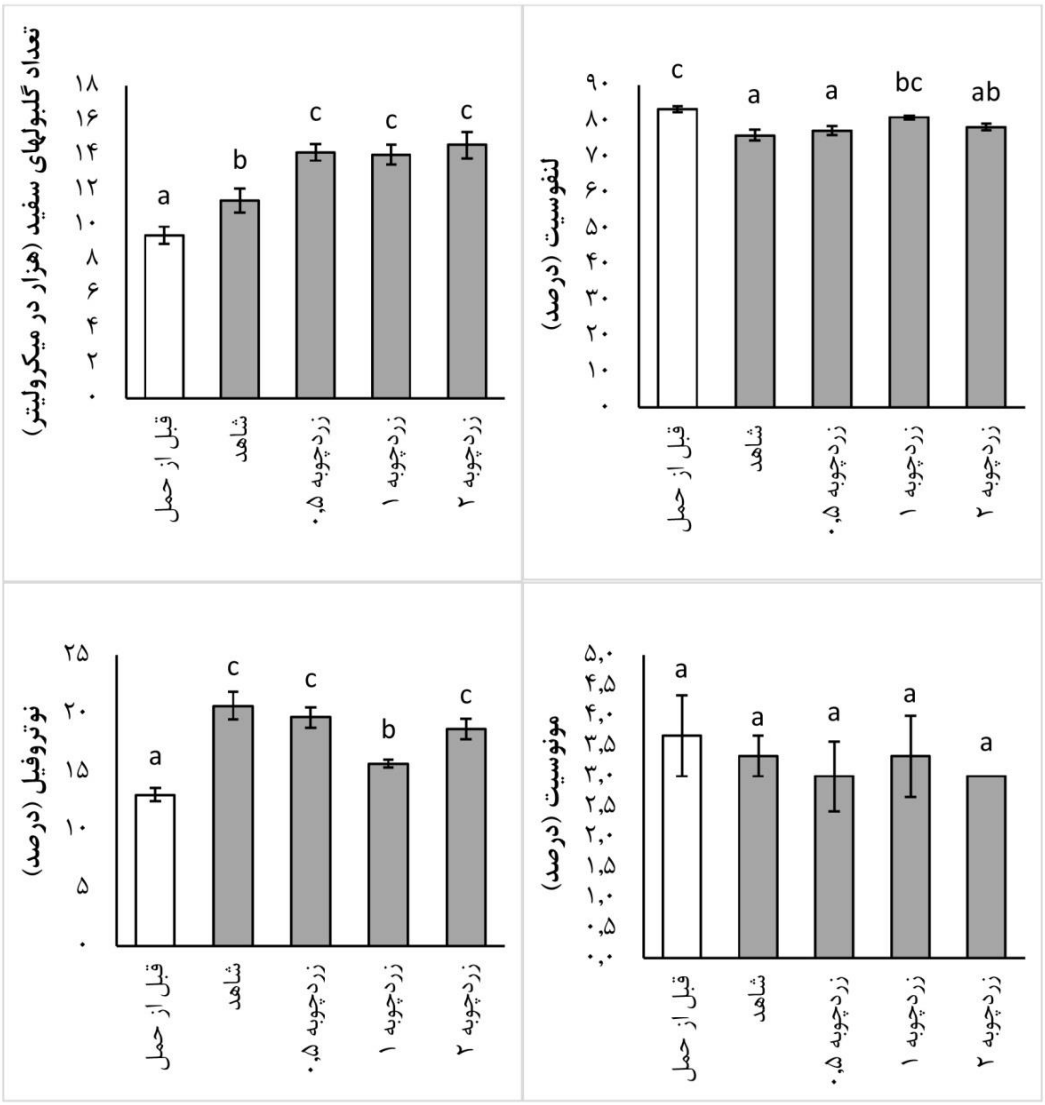
شاخص‌های خونشناسی شامل MCV، MCH و MCHC در شکل ۲ ارائه شده‌اند. حمل و نقل منجر به افزایش معنی‌دار در مقدار MCV در همه تیمارها به‌جز تیمار زردچوبه ۲ شد. بالاترین MCV مربوط به تیمار شاهد بود. حمل و نقل منجر به افزایش معنی‌دار MCH و MCHC در تیمار شاهد شد ولی در سایر تیمارها اثر معنی‌داری نداشت.



شکل ۲- شاخص‌های MCV (فمتولیتر)، MCH (پیکوگرم) و MCHC (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در تیمارهای تغذیه شده با ۲-۰ درصد زردچوبه و حمل و نقل شده به مدت ۳ ساعت.

داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند و حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند.

تعداد گلبول‌های سفید و شمارش افتراقی آن‌ها در شکل ۳ ارائه شده است. حمل و نقل باعث افزایش معنی‌دار در تعداد گلبول‌های سفید در همه تیمارها شد ولی مقادیر تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمارهای زردچوبه بود. درصد لنفوسیت‌ها پس از حمل و نقل در همه تیمارها به‌جز تیمار زردچوبه ۱ درصد کاهش معنی‌دار داشت. هم‌چنین، درصد نوتروفیل‌ها در همه تیمارها پس از حمل و نقل افزایش یافت ولی کم‌ترین افزایش مربوط به تیمار زردچوبه ۱ درصد بود. اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر درصد مونوسیت‌ها مشاهده نشد.

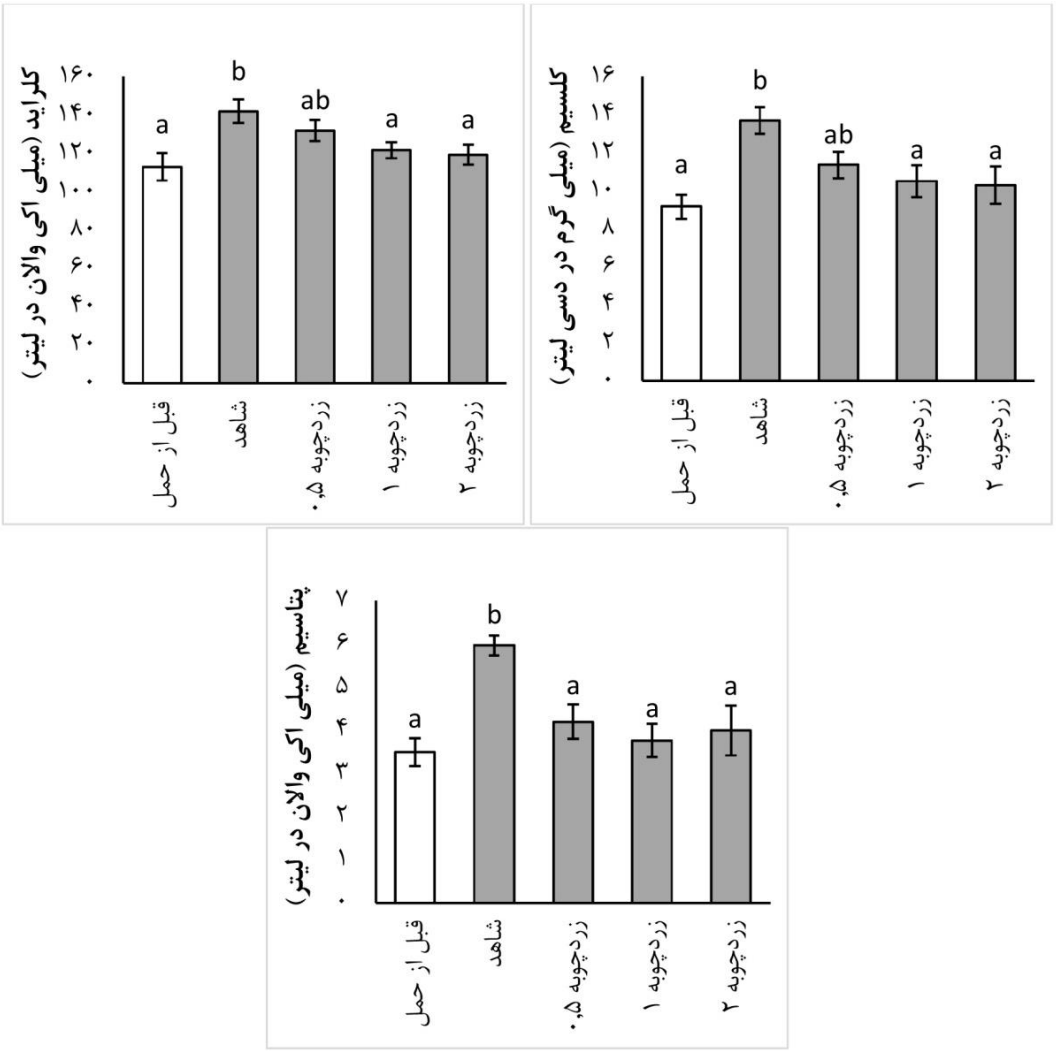


شکل ۳- تعداد گلبول‌های سفید و درصد لنفوسیت، نوتروفیل و مونوسیت

در تیمارهای تغذیه شده با ۲-۰ درصد زردچوبه و حمل و نقل شده به مدت ۳ ساعت.

داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند و حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند.

غلظت یون‌های پلاسما در شکل ٤ ارائه شده است. غلظت یون کلراید، کلسیم و پتاسیم پس از حمل و نقل در تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت ولی تیمارهای زردچوبه اختلاف معنی‌داری با مقادیر قبل از حمل و نقل نداشتند.



شکل ٤- غلظت کلراید، کلسیم و پتاسیم پلاسما در تیمارهای تغذیه شده با ۲-۰ درصد زردچوبه و حمل و نقل شده به مدت ۳ ساعت. داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند و حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند.

بحث

حمل و نقل باعث بروز استرس و افت شاخص‌های سلامت ماهی می‌شود (هارمون، ۲۰۰۹). شاخص‌های هماتولوژی به عنوان ابزاری مناسب جهت ارزیابی سلامت و رفاه ماهی مطرح هستند (فازیو، ۲۰۱۹). در این پژوهش مشخص شد که حمل و نقل ماهی کپور باعث کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون می‌شود. این کاهش تعداد گلبول‌های قرمز می‌تواند به دلیل همولیز باشد که خود احتمالاً به دلیل بروز استرس اکسیداتیو در زمان حمل و نقل رخ می‌دهد. در تأیید این فرضیه، ونتورا و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که حمل و نقل ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) باعث کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون می‌شود. هم‌چنین، بروز استرس اکسیداتیو در خلال حمل و نقل در مطالعات مختلفی به اثبات رسیده است (تلس و همکاران، ۲۰۱۹؛ بواونتورا و همکاران، ۲۰۲۱). افزایش MCV، MCH و MCHC خون پس از حمل و نقل احتمالاً به‌دلیل رهاسازی گلبول‌های قرمز جوان از

طحال در زمان بروز استرس حمل و نقل و همولیز باشد. گلبول‌های قرمز جوان درشت‌تر بوده و محتوای هموگلوبین بالاتری دارند که منجر به تغییر شاخص‌های هماتولوژیک می‌شوند (کلاوس و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین، تغذیه با جیره‌های حاوی زردچوبه منجر به عدم کاهش تعداد گلبول‌های قرمز و افزایش شاخص‌های هماتولوژیک شد که نشان می‌دهد غنی‌سازی جیره با زردچوبه همولیز و استرس را کاهش داده است. زردچوبه حاوی مواد آنتی‌اکسیدانی زیادی است (کیم و همکاران، ۲۰۲۱) و پژوهش‌های انجام شده روی ماهی نشان می‌دهند که تجویز خوراکی زردچوبه منجر به بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (الحسینی و همکاران، ۲۰۱۹؛ پیرانی و همکاران، ۲۰۲۱).

یکی از واکنش‌های دفاعی ماهی‌ها به استرس، افزایش تعداد گلبول‌های سفید است که منجر به جلوگیری از بروز بیماری‌ها در شرایط استرس می‌شود (کلاس و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین، در شرایط استرس ترکیب گلبول‌های سفید تغییر می‌کند و درصد نوتروفیل‌ها افزایش می‌یابد و درصد لنفوسیت‌ها کم می‌شود (زبرال و همکاران، ۲۰۱۵). نوتروفیل‌ها واکنش‌های ایمنی سریع کوتاه‌مدت مانند فاگوسیتوز و تولید لیزوزیم دارند که می‌توانند در مراحل اولیه بیماری‌ها مؤثر باشند و در عوض لنفوسیت‌ها در پردازش آنتی‌ژن‌ها و تولید آنتی‌بادی در درازمدت نقش دارند (لی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین افزایش درصد نوتروفیل‌ها بدن را در وضعیت آمادگی دفاعی قرار می‌دهد. کاهش لنفوسیت‌ها و افزایش نوتروفیل‌ها پس از استرس حمل و نقل در گربه ماهی کانال (*Ictalurus punctatus*) (آینسورث و همکاران، ۱۹۹۱؛ الساسر و کلم، ۱۹۸٦) و جوندیا (*Rhamdia quelen*) (بارسلوس و همکاران، ۲۰۰٤) گزارش شده است. بر اساس نتایج پژوهش فعلی، زردچوبه خاصیت ضد استرس داشته است به‌طوری‌که در سطح ۱ درصد جیره از تغییر ترکیب گلبول‌های سفید جلوگیری کرده است. خاصیت ضد استرسی زردچوبه در خلال حمل و نقل ماهی بررسی نشده است ولی مطالعات قبلی نشان داده‌اند که زردچوبه باعث کاهش پاسخ به استرس‌های مختلف در ماهی می‌شود (رجبی استرابادی و همکاران، ۲۰۲۰).

یون‌های خون نقش مهمی در تنظیم اسمزی و فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن دارند. در این پژوهش مشخص شد که حمل و نقل ماهی منجر به افزایش غلظت یون‌های خون می‌شود. دلیل این امر به‌صورت قطعی مشخص نیست؛ با این‌حال علت آن می‌تواند بروز استرس و تأثیر کورتیزول بر فعالیت پمپ کلسیم (فلیک و پری، ۱۹۸۹)، مبادله کلر (لین و همکاران، ۲۰۱٦) و هم‌چنین همولیز و ورود پتاسیم گلبول‌های قرمز به پلاسما باشد (طاهری میرقائد و همکاران، ۲۰۱۷). در این‌جا نیز زردچوبه با کاهش استرس و احتمالاً افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی توانسته است اثر استرس و همولیز بر غلظت یون‌های خون را کاهش دهد.

در نهایت نتیجه‌گیری می‌شود که تجویز خوراکی زردچوبه می‌تواند منجر به کاهش استرس ماهی کپور در خلال حمل و نقل شود. تجویز ۱ درصد زردچوبه به مدت ۲ هفته جهت جلوگیری از همولیز و استرس در ماهی کپور توصیه می گردد.

منابع

Abdel-Tawwab, M., and Abbass, F.E. 2017. Turmeric powder, *Curcuma longa* L., in common carp, *Cyprinus carpio* L., diets: growth performance, innate immunity, and challenge against pathogenic *Aeromonas hydrophila* infection. J. World. Aquac. Soc. 48: 303-312.

Ainsworth, A.J., Dexiang, C., and Waterstrat, P.R. 1991. Changes in peripheral blood leukocyte percentages and function of neutrophils in stressed channel catfish. J. Aquat. Anim. Health 3(1): 41-47.

Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., de Souza, C., Rodrigues, L.B., Fioreze, I., Quevedo, R.M., ... and Terra, S. 2004. Hematological changes in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard *Pimelodidae*) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. Aquaculture 237(1-4): 229-236.

Benovit, S.C., Gressler, L.T., de Lima Silva, L., de Oliveira Garcia, L., Okamoto, M.H., dos Santos Pedron, J., Sampaio, L.A., Rodrigues, R.V., Heinzmann, B.M., and Baldisserotto, B. 2012. Anesthesia and transport of Brazilian flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with essential oils of *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. J. World. Aquac. Soc. 43: 896-900.

Boaventura, T.P., Souza, C.F., Ferreira, A.L., Favero, G.C., Baldissera, M.D., Heinzmann, B.M., and Luz, R.K. 2021. The use of *Ocimum gratissimum* L. essential oil during the transport of *Lophiosilurus alexandri*: water quality, hematology, blood biochemistry and oxidative stress. Aquaculture 531: 735964.

Carneiro, P.C.F., and Urbinati, E.C. 2001. Salt as a stress response mitigator of matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther), during transport. Aquacult. Res. 32: 297-304.

Clauss, T.M., Dove, A.D., and Arnold, J.E. 2008. Hematologic disorders of fish. Vet. Clin. North America Exot. Anim. Pract. 11(3): 445-462.

El-Houseiny, W., Khalil, A.A., Abd-Elhakim, Y.M., and Badr, H.A. 2019. The potential role of turmeric and black pepper powder diet supplements in reversing cadmium-induced growth retardation, ATP depletion, hepatorenal damage, and testicular toxicity in *Clarias gariepinus*. Aquaculture. 510: 109-121.

Ellsaesser, C.F., and Clem, L.W. 1986. Haematological and immunological changes in channel catfish stressed by handling and transport. J. Fish Biol. 28(4): 511-521.

Fagnon, M.S., Thorin, C., and Calvez, S., 2020. Meta-analysis of dietary supplementation effect of turmeric and curcumin on growth performance in fish. Rev. Aquacult. 12: 2268-2283.

Fazio, F. 2019. Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: a review. Aquaculture. 500: 237-242.

Ferreira, P.d.M.F., Rocha, J.S., Gomes, J.R., Caldas, D.W., Martins, M.T.S., de Oliveira, J.M., Salaro, A.L., and Zuanon, J.A.S. 2017. *Curcuma longa* supplementation in the diet of *Astyanax* aff. *bimaculatus* in preparation for transport. Aquac. Res. 48: 4524-4532.

Flik, G., and Perry, S.F. 1989. Cortisol stimulates whole body calcium uptake and the branchial calcium pump in freshwater rainbow trout. J. Endocrinol. 120(1): 75-82.

Gomes, L., Chagas, E.C., Brinn, R.P., Roubach, R., Coppati, C.E. and Baldisserotto, B., 2006. Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. Aquaculture. 256: 521-528.

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. Aquacult. 1(1): 58-66.

Kim, S., Kim, M., Kang, M.C., Lee, H.H.L., Cho, C.H., Choi, I., and Lee, S.H. 2021. Antioxidant effects of turmeric leaf extract against hydrogen peroxide-induced oxidative stress In Vitro in vero cells and In Vivo in zebrafish. Antioxidants. 10(1): 112.

Lee, C., Lim, C.E., Gatlin, D.M., and Webster, C.D. 2015. Dietary Nutrients, Additives, and Fish Health. *Complete Book*, 355p.

Lin, C.H., Hu, H.J., and Hwang, P.P. 2016. Cortisol regulates sodium homeostasis by stimulating the transcription of sodium-chloride transporter (NCC) in zebrafish (*Danio rerio*). Mol. Cell. Endocrinol. 422: 93-102.

Pan, C.H., Chien, Y.H., and Wang, Y.J. 2010. The antioxidant capacity response to hypoxia stress during transportation of characins (*Hyphessobrycon callistus* Boulenger) fed diets supplemented with carotenoids. Aquac. Res. 41: 973-981.

Parodi, T.V., Cunha, M.A., Becker, A.G., Zeppenfeld, C.C., Martins, D.I., Koakoski, G., Barcellos, L.G., Heinzmann, B.M., and Baldisserotto, B. 2014. Anesthetic activity of the essential oil of *Aloysia triphylla* and effectiveness in reducing stress during transport of albino and gray strains of silver catfish, *Rhamdia quelen*. Fish Physiol. Biochem. 40: 323-334.

Peng, S., Shi, Z., Fei, Y., Gao, Q., Sun, P., and Wang, J. 2013. Effect of high-dose vitamin C supplementation on growth, tissue ascorbic acid concentrations and physiological response to transportation stress in juvenile silver pomfret, *Pampus argenteus*. J. Appl. Ichthyol. 29: 1337-1341.

Pirani, F., Moradi, S., Ashouri, S., Johari, S.A., Ghaderi, E., Kim, H.P., and Yu, I.J. 2021. Dietary supplementation with curcumin nanomicelles, curcumin, and turmeric affects growth performance and silver nanoparticle toxicity in *Cyprinus carpio*. Env. Sci. Pollut. Res. 15: 1-13.

Rajabiesterabadi, H., Hoseini, S.M., Fazelan, Z., Hoseinifar, S.H., and Doan, H.V. 2020. Effects of dietary turmeric administration on stress, immune, antioxidant and inflammatory responses of common carp (*Cyprinus carpio*) during copper exposure. Aquacult. Nut. 26(4): 1143-1153.

Sutthi, N., and Van Doan, H. 2020. Saccharomyces crevices and *Bacillus* spp. effectively enhance health tolerance of Nile tilapia under transportation stress. Aquaculture. 528: 735527.

Taheri Mirghaed, A., and Ghelichpour, M. 2018. 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.

Taheri Mirghaed, A., Ghelichpour, M., Hoseini, S.M., and Amini, K. 2017. Hemolysis interference in measuring fish plasma biochemical indicators. Fish Physiol. Biochem. 43(4): 1143-1151.

Teles, M., Oliveira, M., Jerez-Cepa, I., Franco-Martínez, L., Tvarijonaviciute, A., Tort, L., and Mancera, J.M. 2019. Transport and recovery of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) sedated with clove oil and MS222: effects on oxidative stress status. Front. Phys. 10: 523.

Tort, L. 2011. Stress and immune modulation in fish. Dev. Comp. Immunol. 35: 1366-1375.

Ventura, A.S., Jerônimo, G.T., de Oliveira, S.N., de Araújo Gabriel, A.M., Cardoso, C.A.L., Teodoro, G.C., and Povh, J.A. 2020. Natural anesthetics in the transport of Nile tilapia: Hematological and biochemical responses and residual concentration in the fillet. Aquaculture 526: 735365.

Zanuzzo, F.S., Sabioni, R.E., Montoya, L.N.F., Favero, G., and Urbinati, E.C. 2017. *Aloe vera* enhances the innate immune response of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after transport stress and combined heat killed *Aeromonas hydrophila* infection. Fish Shellfish Immunol. 65: 198-205.

Zebral, Y.D., Zafalon-Silva, B., Mascarenhas, M.W., and Robaldo, R.B. 2015. Leucocyte profile and growth rates as indicators of crowding stress in pejerrey fingerlings (*Odontesthes bonariensis*). Aquacult. Res. 46(9): 2270-2276.