اثر شوری های مختلف آب محیط پرورش بر پارامترهای خونی بچه ماهیان انگشت قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

مرتضی کاظمین[1]، سید حامد موسوی ثابت[*2]، محمدرضا قمی[1]

[1]گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران.

[2]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

*نویسنده مسئول: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر پرورش ماهی کپور معمولی به‌عنوان گونه هدف در قفس‌های پرورش ماهی در فصل گرم دریای خزر پیشنهاد شده است، اما تاثیرات شوری آب بر فیزیولوژی این ماهی به‌خصوص در اوزان پایین، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات میزان شوری‌های مختلف آب بر پارامترهای خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز خون (RBC)، غلظت هموگلوبین (Hb)، درصد هماتوکریت (Hct)، متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCH)، متوسط حجم گلبول قرمز (MCV)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، و شمارش افتراقی گلبول‌های سفید در این ماهی با متوسط وزن ۰/۵۷±۵/۵۳ گرم طراحی گردید. در این آزمایش، پنج تیمار شامل ۵، ۱۳، ۲۰ و۳۰ ppt و آب‌شیرین (به‌عنوان کنترل)، طی ۸ هفته در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب، میزان تمامی فاکتورهای خونی مورد مطالعه به‌صورت معنی‌داری دچار تغییر می‌گردد ($P<0/05$). البته تغییرات هموگلوبین در تیمارهای مختلف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P>0/05$). نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، افزایش معنی‌دار نوتروفیل و مونوسیت را با افزایش شوری آب نشان داد ($P<0/05$).

واژگان کلیدی: کپور معمولی، شوری، هماتولوژی، شمارش افتراقی، هموگلوبین.

مقدمه

نیاز روز افزون به منابع پروتئینی و محدودیت منابع آب‌شیرین از یک سو و کاهش میزان صید آبزیان از سوی دیگر باعث شده تا تامین بخشی از پروتئین حیوانی معطوف به آبزی‌پروری در زیست‌بوم‌های آبی شور و لب‌شور گردد (Pillay and Kutty, 2005). امروزه حدود نیمی از تولیدات آبزی‌پروری به آب شور و لب شور اختصاص دارد (FAO, 2012). در سال‌های اخیر در ایران نیز توجه ویژه‌ای به توسعه آبزی‌پروری در قفس در دریای خزر (به‌عنوان یک منبع آبی لب‌شور) شده است، به طوری که برای بهره‌برداری بهینه از اقلیم معتدل این زیست بوم، ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) به عنوان گونه اصلی در شش ماهه سرد سال و گونه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به عنوان ماهی مناسب جایگزین برای شش ماهه گرم سال مدنظر پرورش دهندگان قرار گرفته‌اند.

تغییرات شوری یکی از عوامل استرس‌زا و موثر در حیات، سوخت و ساز و پراکنش آبزیان می‌باشد که فرایند رشد موجود را تحت تاثیر می‌گذارد و همچنین بازماندگی در محیط به قدرت تطابق‌پذیری با شوری محیطی که در آن حضور دارند بستگی دارد (Varsamos *et al*., 2005). نخستین اثر شوری در فشار اسمزی ظاهر می‌شود که سبب از دست دادن یون و آب در شوری بالا یا پایین می‌شود که این تغییرات در عملکرد آبشش، کلیه، روده و اندام‌های داخلی تاثیر می‌گذارد. هرگونه ناپایداری در محیط مثل تغییرات شوری در ماهی سبب تغییرات فیزیولوژیک می‌شود تا به وضعیت پایدار قبلی برسد (Enayati *et al*., 2013). استرس یکی از عوامل اجتناب ناپذیر در آبزی‌پروری است و ماهیانی که تحت تاثیر عوامل استرس‌زا قرار می‌گیرند با تغییر در

سیستم فیزیولوژیک و سرکوب سیستم ایمنی در مقابل بیماری‌ها و شرایط محیطی آسیب‌پذیرتر می‌شوند (Pakhira *et al*., 2015).

خون یکی از مهمترین مایعات زیستی بدن است که ترکیبات آن تحت تاثیر حالات مختلف فیزیولوژیک و عوارض پاتولوژیک، دستخوش نوسان و تغییر می‌گردد. بنابراین در اختیار داشتن مقادیر طبیعی پارامترهای خونی و بررسی چگونگی تغییرات آن‌ها در شرایط مختلف از ابزارهای مهم در تشخیص بسیاری از بیماری‌های ماهیان محسوب می‌شود. پارامترهای خونی از شاخص‌های آزمایشگاهی قابل اعتماد جهت بیان وضعیت بهداشتی، آلودگی محیطی و شناخت نوع پاسخ‌های ایمنی، به خصوص واکنش‌های التهابی است. وجود هر تغییری در محیط طبیعی می‌تواند تغییراتی را در پارامترهای خونی به وجود آورد (Nussey *et al*., 1995; Chen *et al*., 2004). بنابراین تعیین پارامترهای خونی و مقایسه آن با شرایط طبیعی، می‌تواند به عنوان یک ابزار پاراکلینیکی در تشخیص بیماری و استرس وارد شده مورد استفاده قرار گیرد (Nussey *et al*., 1995; Affonso *et al*., 2002; Tripathi *et al*., 2004).

ماهی کپور معمولی از جمله ماهیان گرمابی و پرورشی مهم جهان محسوب می‌شود که دارای ارزش تجاری بالایی است (Rahman, 2015) که تولیدات سالانه آن در حدود ۶۵۵۶۸ تن برآورد شده است (FAO, 2014). با توجه به موارد فوق، این مطالعه با هدف بررسی پاسخ خون‌شناسی بچه ماهیان کپور معمولی به شوری‌های مختلف در دوره پرورشی به اجرا درآمد. با توجه به ارزش اقتصادی این گونه در ایران، نتایج این تحقیق می‌تواند به درک فرایند سازگاری فیزیولوژیک آن جهت معرفی به مناطقی با آب‌های شور و لب‌شور کمک نماید.

مواد و روش‌ها

برای این تحقیق تعداد ۵۶۰ عدد بچه ماهی کپور معمولی با متوسط وزن ۵/۵۳±۰/۵۷ گرم از مرکز تکثیر و پرورش سفیدرود رشت در استان گیلان تهیه و پس از رعایت شرایط استاندارد حمل و عادت پذیری تعداد ۳۰ قطعه به هر یک از استخرها معرفی شدند. ماهی‌ها در استخرهای بتنی ۱۵۰۰ لیتری با سطوح شوری ۵، ۱۳، ۲۰، ۳۰ ppt و آب شیرین (گروه کنترل) به مدت هشت هفته پرورش داده شدند. به عنوان تیمارهای این تحقیق، ۱۵ استخر در ۵ ردیف ۳ تایی شامل ۵ تیمار با سه تکرار آماده‌سازی شدند. سپس ماهی‌های هر تیمار و تکرارهای آن به طور تصادفی در استخرها قرار گرفتند. در هر تیمار پس از هر بار تعویض آب، شوری مجدداً تنظیم می‌شد. جهت تامین اکسیژن از پمپ هواده متصل به سنگ هوا در داخل هر استخر استفاده شد. در طول دوره پرورش میزان اکسیژن و pH آب به طور روزانه کنترل می‌شد.

محل اجرای این تحقیق مرکز پرورش ماهی شیروانی در شهرستان تالش بود. آب مورد نیاز مزرعه از یک حلقه چاه آب شیرین تأمین می‌شد. تنظیم شوری با استفاده از نمک بدون ید به وسیله دستگاه شوری سنج مدل Cond 330i SET انجام شد. بعد از معرفی ماهیان به استخرها، به مدت ۸ هفته با غذای تجاری (خوراک آبزیان مازندران-ایران) تغذیه شدند. میزان غذای روزانه بچه ماهیان بر حسب درصد وزن بدن، دمای آب و براساس جدول غذادهی ماهی کپور معمولی تعیین شد. فضولات ماهیان به همراه اضافات غذا به صورت روزانه از کف استخرها سیفون شدند. میانگین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در طی دوره پرورش به این صورت بود: اکسیژن محلول (۸-۷ میلی‌گرم در لیتر)، دما ۲۵-۱۹ درجه سانتی‌گراد، pH (۸/۵-۸/۷) و هدایت الکتریکی (۵۷۳۶۴ میلی‌موس در سانتی‌متر).

در انتهای دوره آزمایش، ۹ عدد ماهی به صورت تصادفی از هر تیمار انتخاب و خونگیری از ناحیه ساقه دمی آن‌ها انجام شد. یک روز پیش از خونگیری غذادهی قطع گردید. نمونه‌های خون پس از جمع-

جدول ۱ – شاخص‌های خونی بچه ماهیان کپور معمولی پس از هشت هفته نگهداری در سطوح مختلف شوری آب (خطای استاندارد ± میانگین).

پارامتر / سطح شوری	شاهد (آب شیرین)	۵ گرم در لیتر	۱۳ گرم در لیتر	۲۰ گرم در لیتر	۳۰ گرم در لیتر
(g/dl) Hb	^{a}۷/۲۶±۰/۳۲	^{a}۷/۲۰±۰/۲۰	^{a}۷/۳۰±۰/۲۰	^{a}۷/۲۰±۰/۲۶	^{a}۷/۱۷±۰/۱۵
٪Hct	^{e}۳۷/۰۱±۵/۰۲	^{c}۴۰/۱۹±۷/۴۳	^{a}۴۵/۰۴±۴/۰۴	^{b}۴۲/۳۳±۶/۱۳	^{d}۳۹/۱۱±۴/۹۸
RBC 10^6/mm^3)	^{a}۱/۵۲±۰/۰۹	^{b}۱/۳۳±۰/۱۷	^{c}۱/۰۸±۰/۲۱	^{d}۰/۹۸±۰/۱۱	^{d}۰/۹۶±۰/۱۳
(g/dl) MCHC	^{a}۱۹/۶۱±۲/۲۰	^{b}۱۷/۹۱±۳/۱۱	^{d}۱۶/۲۱±۴/۱۵	^{c}۱۷/۰۱±۳/۸۵	^{b}۱۸/۳۳±۵/۴۰
(fl) MCV	^{e}۲۴۳/۴۹±۴۵/۴۳	^{d}۳۰۲/۱۸±۷۱/۰۸	^{b}۴۱۷/۰۴±۸۸/۵۰	^{a}۴۳۱/۹۴±۷۵/۵۲	^{c}۴۰۷/۳۹±۹۴/۰۴
(pg) MCH	^{d}۴۷/۷۶±۵/۳۲	^{c}۵۴/۱۳±۶/۰۵	^{b}۶۷/۵۹±۸/۲۱	^{a}۷۳/۴۷±۱۰/۰۳	^{a}۷۴/۶۹±۹/۸۸

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰).

آوری در میکروتیوپ حاوی ماده ضد انعقاد سیترات سدیم ریخته شد. پارامترهای خونی بلافاصله پس از خونگیری اندازه‌گیری شدند. گلبول‌های قرمز خون (RBC)، تعداد گلبول‌های سفید خون (WBC)، میزان هماتوکریت (Hct) و هموگلوبین (Hb) با استفاده از روش Feldman و همکاران (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شدند. همچنین تعیین درصد افتراقی گلبول‌های سفید خون نیز با تهیه گسترش خونی براساس روش Houston (۱۹۹۰) انجام شد و درصد هریک از گلبول‌های سفید به تفکیک ارائه گردید. شاخص‌های گلبولی شامل حجم متوسط گلبولی (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

MCV (fl)=Hct (%) ×10 / RBC (10^6/mm^3)

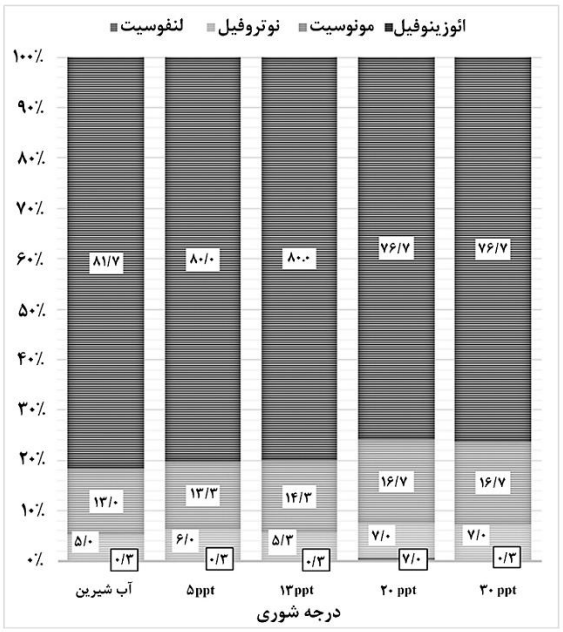
MCH (pg)=Hb (g/dl) ×10 / RBC

MCHC (g/dl)=Hb (g/dl) / Hct (%) ×100 cc

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و برای مقایسه تیمارها از آزمون تکمیلی Duncan در سطح اطمینان ۹۵ درصد (معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵) مورد استفاده قرار گرفت. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد.

نتایج

نتایج اثرات مقادیر مختلف شوری آب بر فاکتورهای خونی بچه ماهیان کپور معمولی در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس این نتایج بیشترین تعداد گلبول سفید در خون ماهیان تحت تیمار شوری ۲۰



شکل۱ - شمارش افتراقی گلبول‌های سفید بچه ماهیان کپور معمولی پس از هشت هفته نگهداری در سطوح مختلف شوری آب (خطای استاندارد±میانگین). FW: آب شیرین.

گرم در لیتر و کمترین آن در تیمار کنترل وجود دارد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین تعداد گلبول‌های قرمز خون در ماهیان تیمار با شوری ۲۰ گرم در لیتر و کمترین آن‌ها در گروه شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشتند (P<۰/۰۵). بیشترین میزان هماتوکریت در تیمار با شوری ۱۳ گرم در لیتر ثبت گردید که در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در نتایج اندیس‌های خونی (شامل MCHC، MCH و MCV) اختلافات معنی‌داری بین تیمارها در شوری‌های مختلف مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج شمارش

افتراقی گلبول‌های سفید نیز افزایش معنی‌دار نوتروفیل و مونوسیت را با افزایش شوری آب نشان داد ($P<۰/۰۵$) (شکل ۱).

بحث

مطالعه‌ی پارامترهای خون‌شناسی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در رابطه با حد تحمل جانوران در برابر فاکتورهای استرس‌زا ارائه دهد (Barton and Iwama, 1991) و همچنین اندازه‌گیری آن‌ها به عنوان شاخص‌های فیزیولوژی در پاسخ‌های ثانویه استرس مورد استفاده قرار می‌گیرد (Koeypudsa *et al.*, 2007). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح مختلف شوری آب تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای خون‌شناسی ماهی کپور شامل درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز و شمارش افتراقی گلبول‌های سفید دارد. تغییرات در فاکتورهای خونی از جمله واکنش‌هایی است که جانور تحت شرایط حاد در پاسخ به استرس و تنش از خود نشان می‌دهد (Milhgan and Wood, 1982). قابلیت سازگاری ماهیان با سطوح مختلف شوری محیط به میزان زیادی بستگی به قابلیت آن‌ها در تنظیم و تعادل جذب و ترشح یون‌ها و حفظ تعادل آن‌ها دارد (ستاری،۱۳۸۱؛ Houston, 1990; Mommsen, 1998).

شوری آب یکی از فاکتورهای زیست محیطی است که بر فیزیولوژی، کارایی رشد و جذب غذا در ماهی مؤثر است (Mommsen *et al.*, 1999). براساس نتایج، تعداد هموگلوبین بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نبود. در این مطالعه کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون در ماهیان پرورش یافته در تیمارهای آب شور نسبت به گروه کنترل اتفاق افتاد که با نتایج دهقانی قمشانی و همکاران (۱۳۹۵) و روضاتی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد که نشان دادند استرس شوری باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز خون در بچه ماهیان کپور معمولی در ساعات اولیه در معرض قرار گرفتن می‌شود، اما در روزهای بعد این شاخص کاهش می‌یابد. Salati و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که افزایش شوری باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و هموگلوبین در ساعات اولیه مواجهه با آب شور می‌شود. بابایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) بیان داشت که افزایش تعداد گلبول‌های قرمز نشاندهنده افزایش میزان استرس در ماهیان است. با افزایش شوری آب محیط پرورش میزان پارامترهای خونی بسته به گونه مورد مطالعه دچار افزایش یا کاهش می‌شوند (صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۸۵).

محققین اختلافات در تغییرات میزان هماتوکریت در ارتباط با تغییرات شوری را به علت نوع وابستگی تغییرات اسمزی با نیاز اکسیژنی بسته به گونه ماهی مرتبط دانسته‌اند (Ziegeweid and Black, 2010; Mohammadi-Makvandi, 2012). هماتوکریت خون به عنوان یک شاخص مهم و رایج در تعیین سلامت و بیماری ماهیان مورد استفاده قرار می گیرد (Houston and Rupert, 1997). تفاوت‌های مشاهده شده در نتایج حاصل از مطالعات مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در محدوده اپتیمم شوری هر ماهی و همچنین قابلیت تطابق ماهی با تغییرات شوری باشد (Morgan and Iwama, 1991). در تحقیق حاضر میزان هموگلوبین بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. شاخص‌های MCV، MCH و MCHC نیز که تابعی از تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین هستند، با تغییر در مقدار این فاکتورها، تغییر می‌یابند. با توجه به روند افزایشی تعداد گلبول‌های قرمز تحت تأثیر شوری و عدم تغییر معنی‌دار سطح هموگلوبین در تیمارهای شوری، انتظار می‌رفت که شاخص MCH کاهش پیدا کند که در تیمار شوری ۱۳ گرم در لیتر این موضوع به طور کامل مشخص بود.

براساس نتایج این تحقیق تعداد گلبول‌های سفید ماهیان پرورش یافته در آب شور نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی‌داری بیشتر بود. در مطالعه دهقانی قمشانی و همکاران (۱۳۹۵) نیز مشخص

گردید تنش شوری باعث افزایش تعداد گلبول‌های سفید کپور معمولی می‌شود، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، افزایش معنی‌دار نوتروفیل و مونوسیت را با افزایش شوری آب نشان داد. بالا بودن تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای آب شور نسبت به تیمار شاهد می‌تواند نشان‌دهنده تحریک سیستم ایمنی باشد. از جمله عوامل مؤثر بر تعداد گلبول‌های سفید می‌توان به استرس، بیماری، عوامل آلاینده، تغذیه، شرایط اکولوژیک، سن و جنس اشاره کرد (Nussey *et al*., 1995). البته قرار گرفتن ماهیان در برخی تنش‌های استرس‌زا ممکن است سبب کاهش تعداد گلبول‌های سفید شود که دلیل آن ترشح اپینفرین در طول استرس و افزایش هورمون-های استرس مثل کورتیزول بیان شده است (Davis *et al*., 2008). در مطالعه‌ای Ololade و Oginni (۲۰۱۰) نشان دادند که تعداد گلبول‌های سفید گربه ماهی آفریقایی *Clarias gariepinus* تحت تأثیر استرس فلزات سنگین کاهش می‌یابد. آن‌ها همچنین بیان کردند که افزایش هورمون‌های استرس باعث کاهش تعداد گلبول‌های سفید شده است.

محققین معتقدند عوامل محیطی (فصل، شوری، درجه حرارت) و فیزیولوژیک (گونه، سن، جنس، تغذیه)، زمان نمونه‌برداری، چگونگی تهیه نمونه و حساسیت روش‌های اندازه‌گیری می‌تواند بر میزان پارامترهای خون شناختی ماهیان تاثیرگذار باشند و تفاوت در نتایج را سبب شوند (Verdegem *et al*., 1997). بر اساس نتایج تحقیق حاضر، بچه ماهیان کپور معمولی به لحاظ فیزیولوژیک پتانسیل ماندگاری و پرورش در شوری ۱۳ ppt و بالاتر از آن را دارند، اما زمانی که شوری به ۳۰ ppt برسد تلفات ماهیان افزایش می‌یابد. هنگامی که ماهیان در محیط‌هایی با فشار اسمزی بالاتر از مایعات داخل بدن (هایپر اسموتیک) قرار می‌گیرند از طریق پدیده انتقال فعال سعی در کم کردن یون‌های اضافی موجود که به همراه آب ورودی به جریان خون راه یافته‌اند را دارند. در همین راستا انرژی که از طریق مصرف غذا به دست آورده‌اند را از دست می‌دهند، که این عمل باعث کاهش میزان رشد ماهی و متعاقبا شروع تلفات می‌شود (Martínez-Alvarez *et al*., 2002).

تشکر و قدردانی

از آقایان منوچهر رنجبر، میلاد رنجبر و حسن شیروانی که در اجرای این طرح تحقیقاتی همکاری داشته‌اند، قدردانی می‌گردد.

منابع

بابایی‌نژاد ل.، بحرکاظمی م.، سعیدی ع.ا.، خان زمانی محمدی م. ۱۳۹۲. بررسی اثرات دو ماده بیهوشی لیدوکائین، سدیم بیکربنات و ماده بیهوشی گیاهی عصاره گل میخک بر پارامترهای خون و میزان هورمون کورتیزول در مولدین نر ماهی سفید دریای مازندران (*Rutilus frisii kutum*). علوم تکثیر و آبزی پروری. ۱(۲): ۲۲-۱۱.

دهقانی قمشانی م.، مازندرانی م.، سوداگر م.، حسینی س.م. ۱۳۹۵. بررسی شاخص‌های خونی بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با عصاره گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در مواجهه با تنش شوری تحت کشنده. بهره‌برداری و پرورش آبزیان. ۵(۴): ۶۹-۵۵.

روضاتی س.ع.، حقی ن.، آورجه س. ۱۳۹۲. اثرات استرس شوری و دما بر فاکتورهای خونی بچه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*). نشریه علمی فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان. ۱(۲): ۱۱۳-۹۵.

ستاری م. ۱۳۸۱. ماهی شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی. انتشارات نقش مهر، چاپ اول. ۶۵۹ صفحه.

صیادبورانی م.، ابطحی ب.، بهمنی م.، کاظمی ر. ۱۳۸۵. تاثیر وزن بر قابلیت تطابق و تنظیم یونی در بچه ماهیان (*Salmo trutta caspius*) آزاد دریای خزر. مجله علوم دریایی ایران. ۵(۲-۱):۶۴-۵۵.

Affonso E., Polez V., Correa C., Mazon A., Araujo M., Moraes G., Rantin F. 2002. Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. *Comparative*

changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of Experimental Biology* 205, 3699-3706.

Martínez-Álvarez R.M., Hidalgo M.C., Domezain A., Morales A.E., García-Gallego M., Sanz A. 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of Experimental Biology* 205, 3699-3706.

McDonald D.G., Milligan C.L. 1992. Chemical properties of the blood. *Fish Physiology* 12, 55-133.

Milhgan C.L., Wood C.M. 1982. Disturbances in haematology, fluid volume distribution and circulatory function associated with low environmental pH in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of Experimental Biology* 99, 397-415.

Mohammadi-Makvandi Z., Kochin P., Zanosi P. 2012. Study of effects of salinity on levels of hemogolobin and hematocrit of sliver carp fingerling (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Wetland Ecobiology* 7, 11-17.

Mommsen T. 1998. Growth and metabolism. In: D. Evans (eds.). The Physiology of Fishes, Second edititon. Boca Raton: CRC Press. 65 p.

Mommsen T.P., Vijayan M.M., Moon T.W. 1999. Cortisol in teleost: dynamics mechanism of action and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 82, 369-376.

Morgan l.D., Iwama G.K. 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.

Nilsson S., Grove D.J. 1984. Adrenergic and cholinergic innervation of the spleen of the cod (*Gadus morhua*). *European Journal of Pharmacology* 28, 135-137.

Nussey G., Van Vuren J., Du Preez H. 1995. Effect of copper on the differential white blood cell counts of the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology* 111, 381-388.

Ololade I.A., Oginni O. 2010. Toxic stress and *Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 133, 375-382.

Barton B.A., Iwama G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effect of cortocosteroids. *Fish Diseases* 1, 3-26.

Chen C., Wooster G.A., Bowser P.R. 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.

Davis A.K., Maney D.L., Maerz J.C. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology* 22(5), 760-772.

Enayati A., Peyghan R., Papahn A.A., Khadjeh G.H. 2013. Study on effect of salinity level of water on electrocardiogram and some of blood serum minerals in grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Veterinary Research Forum* 4(1), 49-53.

FAO. 2012. The state of world fisheries and aquaculture, Food and agriculture organization of the United Nation, Rome. 209 p.

FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2012, Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 230 p.

Feldman B., Zinkl J., Jain N. 2000. Schalm's veterinary hematology. 5th edition. Lippincott. Williams and Wilkins. A Wolters Company. Philadeia, Baltimore, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokyo.

Houston A. 1990. Blood and circulation. *Methods for Fish Biology* 273-334.

Houston A.H., Rupert R. 1997. Immediate response of hemoglobin system of gold fish (*Cyprinus auratus*) to tempera change. *Canadian Journal of Zoology* 54, 1731-1741.

Koeypudsa W., Kitkamthorn M., Sadu K., Sailasuta A. 2007. Effect of short-term anoxia (DO 0 ppm, 3 hours) and long-term hypoxia (DO 3-4ppm, 90 days) on haematology of catfish. *Journal of Health Research* 21, 13-24.

Martínez-Álvarez R.M., Hidalgo M.C., Domezain A., Morales A.E., García-Gallego M., Sanz A. 2002. Physiological

hematological effects of nickel on African catfish, *Clarias gariepinus*, fingerlings. *Journal of environmental chemistry and Ecotoxicology* 2(2), 014-019.

Pakhira C., Nagesh T.S., Abraham T.J., Dash G., Behera S. 2015. Stress responses in rohu, *Labeo rohita* transported at different densities. *AquaRep* 2, 39-45.

Pillay T.V.R., Kutty M.N. 2005. Aquaculture: principles and practices. Oxford, UK, Ames, IA, Blackwell Pub. No. 2ed Ed. 624 p.

Rahman M.M. 2015. Role of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science* 1-12.

Salati A.P., Baghban Zade A., Soltani M., Peyghan R., Riyazi Gh. 2010. Haematological parameters and plasma metabolic response to different salinity levels in common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 4, 49-52.

Tripathi N.K., Latimer K.S., Burnley V.V. 2004. Hematologic reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*), including blood cell morphology, cytochemistry, and ultrastructure. *Veterinary Clinical Pathology* 33, 74-83.

Varsamos S., Nebel C., Charmantier G. 2005. Ontogeny of osmoregulation in fish: A comparative review. *Biochemical and Physiology* 141, 401-429.

Verdegem M.C.J., Hilbrands A.D., Boom J.H. 1997. Influence of salinity and dietary composition on blood parameter values of hybrid red tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) × *O. Mossambicus* (Pters). *Aquaculture Research* 28, 453-459.

Ziegeweid J.R., Black M.C. 2010. Hematocrit and plasma osmolality values of young-of-year shortnose sturgeon following acute exposures to combinations of salinity and temperature. *Fish Physiology and Biochemistry* 36, 963-968.

Effect of different water salinities on hematological parameters of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*)

Morteza Kazemin[1], Hamed Mousavi-Sabet[*2], Mohammad Reza Ghomi[1]

[1]Department of Fisheries, Islamic Azad University, Tonekabon Branch, Tonekabon, Iran.
[2]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.
*Corresponding author: mousavi-sabet@guilan.ac.ir
Received: 2020/7/15 Accepted: 2020/9/15

Abstract

In recent years, common carp cultivation has been proposed for cage culture in the Caspian Sea during the warm seasons, but there is no data available on the effects of water salinity on the physiology of this fish, especially at low weights. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of different salinity of water on hematological parameters, including red blood cell count (RBC), hemoglobin concentration (Hb), hematocrit percentage (Hct), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), white blood cell count (WBC), and and differential count of white blood cell in this fish with an average weight of 5.53±0.57 g were designed. In this experiment, four treatments, including 5, 13, 20 and 30 ppt and fresh water (as a control) were considered for 8 weeks. The results showed that with increasing water salinity, the amount of all studied hematological factors changes significantly (P<0.05). However, changes in the hemoglobin in different treatments were not statistically significant (P>0.05). The results of differential white blood cell count showed a significant increase in neutrophils and monocytes due increasing water salinity (P<0.05).

Keywords: Common carp, Salinity, Hematology, Differential count, Hemoglobin.