شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۲۳

ص ۵۴۵-۵۵۴

بررسی تغییرات آندروژنیک برخی شاخص‌های ایمنی و خون ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در فصل تکثیر

❖ **هنگام رفعتی:** کارشناسی ارشد رشتهٔ تکثیر و پرورش، گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
❖ **علیرضا میرواقفی *:** دانشیار دانشگاه تهران، دانشکدهٔ منابع طبیعی، گروه شیلات،کرج، ایران
❖ **مهدی سلطانی:** استاد دانشگاه تهران، دانشکدهٔ دامپزشکی، گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، تهران، ایران

چکیده

مطالعهٔ حاضر با هدف مشخص کردن سطح برخی فاکتورهای سرمی و ایمنی ماهیان در مرحلهٔ پرواری و در ماهیان مولد قبل و بعد از اسپرم‌گیری، به منظور دستیابی به اطلاعات جدید در زمینهٔ تغییرات فیزیولوژیک ناشی از تولیدمثل و تأثیر فعالیت‌های تولیدمثلی در شاخص‌های سرمی و ایمنی، انجام پذیرفت. در این مطالعه مجموعاً ۱۵ عدد ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شامل۵ عدد ماهی نر در مرحلهٔ پرواری و ۵ عدد ماهی مولد نر قبل از اسپرم‌گیری و ۵ عدد ماهی مولد نر بعد از اسپرم‌گیری بررسی شدند که به طور تصادفی انتخاب شده بودند. نتایج نشان داد که غلظت گلوکز قبل از اسپرم‌گیری از دو گروه ماهیان پرواری و ماهیان مولد بعد از اسپرم‌گیری به مراتب بیشتر بود. همچنین میانگین پروتئین کل در بین گروه‌های ماهیان پرواری و ماهیان مولد قبل از اسپرم‌گیری و بعد از اسپرم‌گیری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0.05$). مقایسهٔ میانگین اسمولالیتی در سه گروه ماهیان پرواری و مولد قبل از اسپرم‌گیری و بعد از اسپرم‌گیری نیز نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ را نشان داد. غلظت هورمون کورتیزول هم پس از اسپرم‌گیری نسبت به سایر گروه‌ها به شکل معنی‌داری ($P<0.05$) افزایش یافته بود. تعداد گلبول سفید ماهی قبل و پس از اسپرم‌گیری کاهش معنی‌داری نسبت به ماهیان پرواری و میزان هموگلوبین خون ماهی پیش از اسپرم‌گیری به شکل معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر افزایش داشته است. درصد هماتوکریت خون در ماهیان قبل از اسپرم‌گیری به صورت معنی‌داری کاهش یافته بود، اما کاهش میزان هماتوکریت پس از اسپرم‌گیری از نظر آماری با دو گروه دیگر اختلاف معنی‌داری نداشته است. در مورد شاخص MCV نیز می‌توان گفت که ماهیان پرواری میزانMCV بیشتری نسبت به ماهیان قبل و بعد از اسپرم‌گیری دارند ($P<0.05$). در نهایت، با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده و نتایج تغییرات فاکتورهای ایمنی و متابولیسمی مورد بررسی، می‌توان دریافت که در زمان تولیدمثل در ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان ترشح هورمون‌های درون‌ریز که بر اثر تغییرات هورمون‌های جنسی در زمان تولیدمثل صورت می‌گیرد در متابولیسم ماهی از طریق تغییر میزان فاکتورهایی مانند گلوکز، کورتیزول و اسمولالیتی و در ایمنی ماهی از طریق تغییر میزان گلبول‌های سفید خون و فاکتورهایی مانند هماتوکریت و MCV اثر می‌گذارد. در این تحقیق، این شاخص‌ها به منظور مدیریت مولدان با حساسیت کمتر و توان متابولیسم بهتر سنجش شده‌اند.

واژگان کلیدی: ایران، تولیدمثل، فاکتورهای ایمنی، فاکتورهای سرمی، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۶۱۵۳۵۳۳۳۲۱، فاکس: ۰۶۱۵۳۵۳۳۳۲۱ Email: seied1356@yahoo.com

۱. مقدمه

میزان پارامترهای سرمی خون یکی از شاخص‌های منحصر به فرد هر گونه ماهی است که آن را از سایر گونه‌ها متمایز می‌کند، اگرچه شاخص‌های خونی نه‌تنها به‌منزلهٔ خصوصیت گونه‌ای مطرح‌اند، بلکه در بررسی سلامت ماهی نیز می‌توانند به کار روند. پارامترهای سرمی ماهی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله بیماری‌های عفونی، عوامل محیطی، گونهٔ ماهی و تولیدمثل قرار می‌گیرند. اندازه‌گیری الکترولیت‌ها و پروتئین‌های سرمی می‌تواند نشان‌دهندهٔ وضعیت ماهی مولد از نظر تعادل اسمزی باشد. در این میان آثار تغییرات تولیدمثلی در ماهیان در بسیاری موارد به شکل بروز برخی تغییرات رفتاری در آزادماهیان، تغییرات بدنی در گونه‌های مختلف از جمله بسیاری از آزادماهیان همچنین، حساسیت بدن به بیماری‌ها و کاهش توان دفاعی بدن دیده می‌شود که با ظهور آلودگی با عوامل ساپروفیت مخصوصاً قارچی و به‌خصوص در مزارع پرورش و تکثیر قزل‌آلا همراه است. از آن‌جا که چنین تغییراتی طبیعتاً ناشی از تغییرات درونی و فیزیولوژیک بدن‌اند، بنابراین، بررسی فاکتورهای سرمی می‌تواند نقش مهمی در شناخت و تلاش در به حداقل رساندن این آشفتگی موقت فیزیولوژی بدن باشد. چنین تغییراتی با شدت و ضعف در هر دو جنسیت نر و ماده دیده می‌شوند؛ اگرچه اساساً به دلیل تفاوت‌های هورمونی و نقش متفاوت تولیدمثلی میزان فاکتورهای سرمی در دو جنسیت متفاوت است (Erdouan et al., 2002). با توجه به این‌که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گونهٔ مهم و باارزش پرورشی است و مخصوصاً به تکثیر و پرورش آن در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای شده است، اطلاع از وضعیت فاکتورهای سرمی در زمان تولیدمثل و تغییرات آن نسبت به مقادیر طبیعی می‌تواند گامی مهم در جهت اطلاع از وضعیت فیزیولوژیک ماهی در زمان تخم‌ریزی و کمک به افزایش بهره‌وری ماهیان مذکور و حفظ و انتخاب مولدان باارزش‌تر باشد. بررسی حاضر با هدف تعیین برخی فاکتورهای سرمی در ماهیان نر پرواری و مولد قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان تولیدمثل و تغییرات آن در زمان‌های قبل و بعد از اسپرم‌کشی انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق در اواسط آذر ماه ۱۳۹۱، ۲۰ عدد ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان پیش‌مولد برای یک تیمار و ۲۰ عدد ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان در مرحلهٔ پرواری برای تیمار دیگر از مزرعهٔ تجاری تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع در منطقهٔ هراز خریداری و به مزرعهٔ تجاری پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دیگری واقع در همان منطقه منتقل شد. در این مزرعهٔ پرورش دو استخر جداگانه برای نگهداری تیمارها در نظر گرفته شد. ماهیان پیش‌مولد به یکی از استخرها و ماهیان پرواری به استخر دیگر منتقل شدند. ماهیان هر دو استخر به مدت یک ماه در آبی با درجهٔ حرارت ۷–۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۵/۵–۶/۵ میلی‌گرم در لیتر و pH = ۷–۸ نگهداری و به صورت دستی با پلت‌های کارخانهٔ فرادانه سه مرتبه در روز تغذیه شدند. پس از گذشت یک ماه از نگهداری ماهیان و سازگار شدن ماهی‌ها با شرایط محیطی، اولین مرحلهٔ

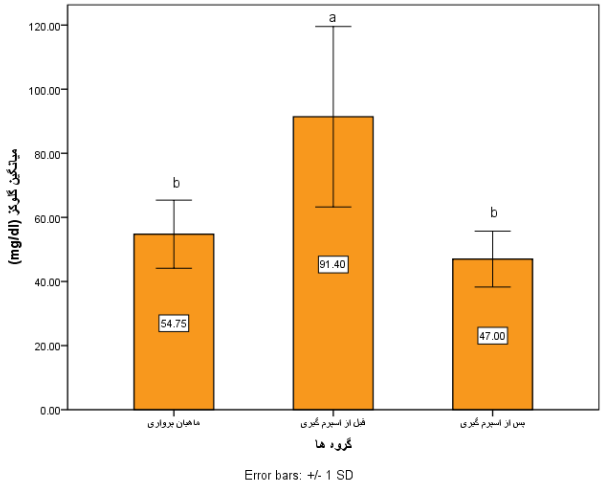
خون‌گیری در مرحلهٔ قبل از تکثیر در اوایل بهمن ماه انجام شد. برای خون‌گیری نخست با استفاده از روش کاملاً تصادفی از هر تیمار ۵ نمونه انتخاب شد سپس، با استفاده از پودر گل میخک ماهی‌های انتخاب‌شده بیهوش شدند و خون‌گیری از ناحیهٔ ساقهٔ دمی آن‌ها انجام شد.

از هر ماهی دو بار نمونهٔ خون گرفته شد، بار اول با استفاده از سرنگی پیستون‌دار حدود ۳ تا ۴ میلی‌لیتر خون از ماهی گرفته و به لولهٔ آزمایش استریل فاقد مادهٔ ضد انعقاد وارد شد و در بار دوم با استفاده از سرنگی دیگر، که آغشته به مادهٔ ضد انعقاد هپارین بود، حدود ۱ تا ۲ میلی‌لیتر خون از همان ماهی گرفته و به لولهٔ استریل حاوی EDTA (مادهٔ ضد انعقاد) برای شمارش گلبولی وارد شد (بعد از وارد کردن نمونهٔ خون به لولهٔ آزمایش حاوی EDTA، لولهٔ آزمایش به‌آرامی تکان داده شد) و به این ترتیب از هر ۱۰ ماهی انتخاب‌شده (۵ عدد پرواری و ۵ عدد پیش‌مولد) نمونهٔ خون گرفته شده و به منظور اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. پس از گذشت ۳ تا ۴ هفته از زمان اولین خون‌گیری و پس از زمان تکثیر در اواسط اسفند ماه، ماهیان مولد رسیده اسپرم‌کشی شدند و پس از گذشت ۱ تا ۲ روز از زمان اسپرم‌کشی ماهیان مولد رسیده، مرحلهٔ دوم خون‌گیری انجام شد. در مرحلهٔ دوم خون‌گیری از ماهیان مولد اسپرم‌کشی‌شده به طور کاملاً تصادفی ۵ نمونه انتخاب شد و پس از بیهوش کردن ماهی‌های انتخاب‌شده با استفاده از پودر گل میخک، خون‌گیری به همان صورت مرحلهٔ اول انجام شد و نمونه‌های خون اخذشده وارد لوله‌های آزمایش استریل و به آزمایشگاه منتقل شدند.

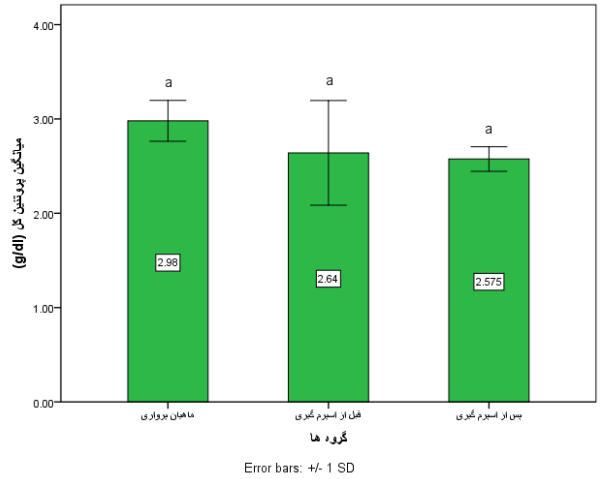
نمونه‌های خون اخذشده از ماهیان در هر دو مرحلهٔ خون‌گیری بلافاصله و در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های خون لوله‌های فاقد مادهٔ ضد انعقاد بلافاصله در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفتند و به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و بخش سرمی نمونه‌ها بلافاصله به منظور اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر استفاده شد. همچنین، نمونه‌های خون لوله‌های حاوی مادهٔ ضد انعقاد برای شمارش گلبولی بلافاصله استفاده شدند. در نهایت از نرم‌افزار SPSS به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و برای مقایسهٔ میانگین هر یک از فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های مختلف از آزمون one way ANOVA استفاده شد و اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نیز از طریق آزمون تکمیلی دانکن بررسی شد.

۳. نتایج

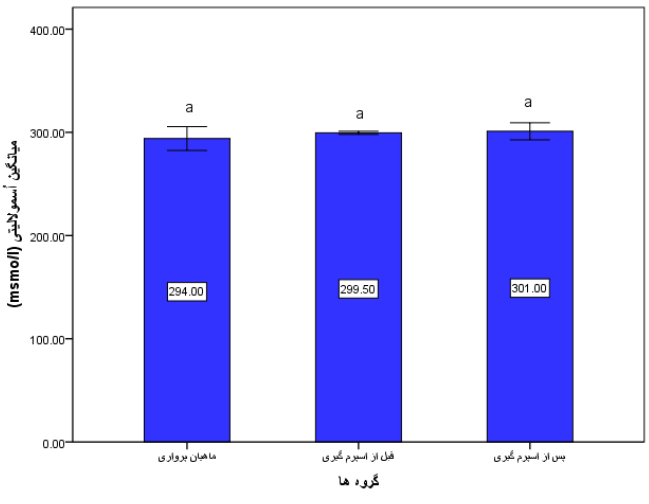
همان طور که مشاهده می‌شود غلظت گلوکز قبل از اسپرم‌گیری به طور معنی‌داری از دو گروه دیگر ماهیان بیشتر است (نمودار ۱). نبود اختلاف معنی‌دار میانگین پروتئین کل سرم نیز بین گروه‌های مختلف ماهیان مشاهده می‌شود (نمودار ۲). میانگین اسمولالیتی نیز اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌های مختلف ماهیان نشان نمی‌دهد (نمودار ۳). غلظت کورتیزول نیز پس از اسپرم‌گیری نسبت به سایر گروه‌ها به شکل معنی‌داری افزایش یافته است (نمودار ۴).



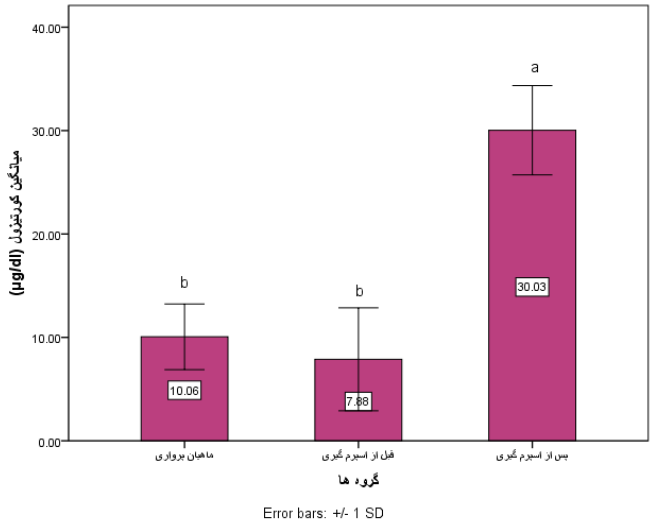
نمودار ۱. مقایسهٔ غلظت گلوکز در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری



نمودار ۲. مقایسهٔ غلظت پروتئین کل در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری

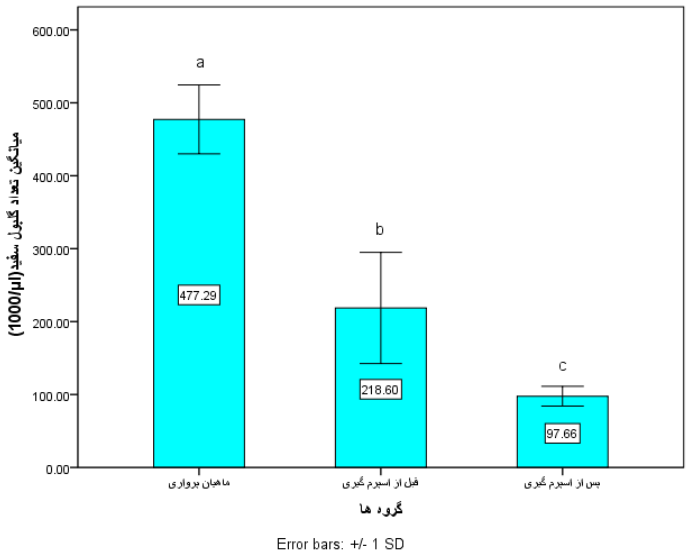


نمودار ۳. مقایسهٔ سرم اسمولالیتی در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری

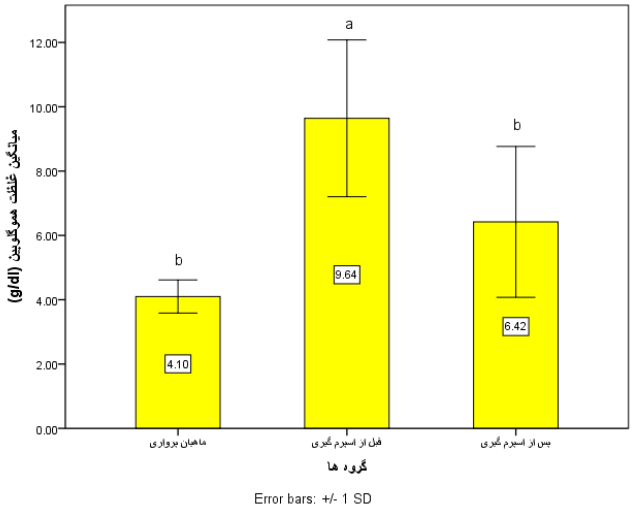


نمودار ۴. مقایسهٔ غلظت کورتیزول در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری

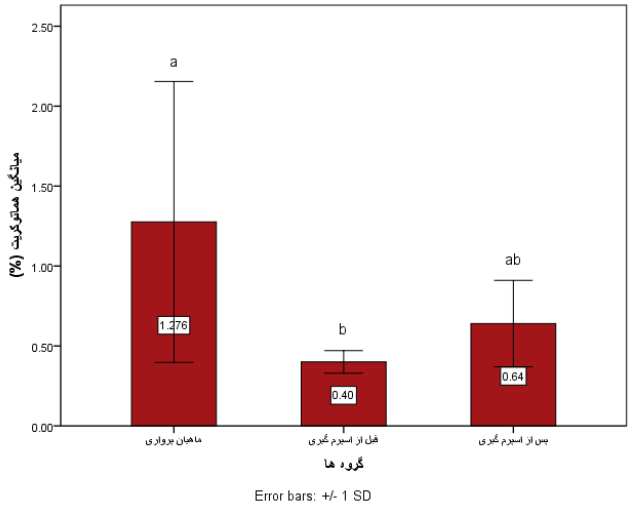
تعداد گلبول سفید ماهی نیز قبل و پس از اسپرم‌گیری کاهش معنی‌داری نسبت به ماهیان پرواری داشته است (نمودار ۵). همچنین، میزان هموگلوبین خون ماهی پیش از اسپرم‌گیری به شکل معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر افزایش داشته است (نمودار ۶). شاخص هماتوکریت نیز در ماهیان قبل از اسپرم‌گیری به صورت معنی‌داری کاهش یافته است، اما کاهش میزان هماتوکریت پس از اسپرم‌گیری از نظر آماری با دو گروه دیگر اختلاف معنی‌داری نداشته است (نمودار ۷). همچنین، ماهیان پرواری میزان MCV بیشتری نسبت به ماهیان قبل و بعد از اسپرم‌گیری نشان می‌دهند (نمودار ۸).



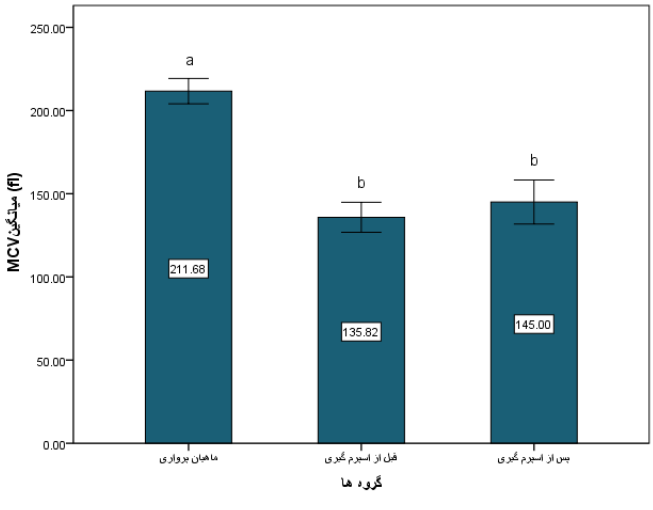
نمودار ۵. مقایسهٔ میزان گلبول‌های سفید خون در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری



نمودار ۶. مقایسهٔ میزان هموگلوبین در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری



نمودار ۷. مقایسهٔ درصد هماتوکریت در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری



نمودار ۸. مقایسهٔ میزان MCV در سه مرحلهٔ پرواری، قبل و پس از اسپرم‌گیری

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مقاومت و سازگاری یک ماهی در برابر تنگناهای فیزیولوژیک و تغذیه‌ای از راه مرگ‌ومیر آن‌ها تعیین نمی‌شود، زیرا مرگ‌ومیر پایان نقطهٔ تحمل جانور است. در حالی که تنگناهای کوچک می‌توانند در رشدونمو و تولیدمثل ماهی تأثیر بسزایی داشته باشد. از این جهت، سنجش فاکتورهای خونی و متابولیسمی در فصل تولیدمثل می‌تواند غلظت بهینه برای زندگی ماهی را تعیین کند.

در مورد فاکتور گلوکز با توجه به نمودار ۱ به طور کلی می‌توان ادعا کرد که در زمان تولیدمثل میزان گلوکز به طور معنی‌داری افزایش یافته است. با توجه به تحقیقی که Kocaman et al., (2005) انجام دادند و تغییرات در میزان کلسترول، گلوکز و تری گلیسیرید در زمان تولیدمثل را در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) بررسی کردند، دریافتند که سطح تری گلیسیرید به طور مشخصی در هر دو جنسیت نر و ماده از زمان بلوغ تا تخم‌ریزی کاهش می‌یابد و سطح کلسترول هم طی دورهٔ تولیدمثل نوسان درخور ملاحظه‌ای دارد. همچنین، سطح گلوکز در زمان بلوغ افزایش می‌یابد سپس، در زمان تخم‌ریزی کاهش می‌یابد. غلظت بالای لیپو پروتئین هم کاهش سپس، افزایش می‌یابد و نوسان قابل ملاحظه‌ای را طی دورهٔ تولیدمثل دارد. به طوری که غلظت بسیار پایین لیپو پروتئین فوراً افزایش سپس، مجدداً کاهش می‌یابد؛ در نتیجه نوسان شایان ملاحظه‌ای در میزان لیپوپروتئین از زمان قبل از بلوغ تا بعد از تخم‌ریزی مشاهده می‌شود. نتایج مربوط به تغییرات در میزان شاخص گلوکز در زمان تولیدمثل در این تحقیق مشابه نتایج تحقیق ماست که این افزایش گلوکز می‌تواند مربوط به فعالیت‌های تولیدمثلی و نیاز به انرژی ماهی و متعاقب آن آزاد شدن گلیکوژن کبدی در خون باشد. اگرچه نقش استرس‌زای تولیدمثل را نیز نباید از نظر دور داشت به طوری که، با افزایش کورتیزول میزان گلوکز خون نیز سریعاً افزایش می‌یابد. با توجه به تحقیقی که Guardiola et al., (2011) دربارهٔ تأثیرات 2- deoxy- D - glucose در سیستم ایمنی سیم دریایی (*Sparus aurata*) انجام دادند، دریافتند که 2- DG استرس متابولیکی را برانگیخته می‌کند که فعالیت‌های انجام‌شده به وسیلهٔ سلول‌های ایمنی لکوسیت‌ها کاهش می‌یابد و تنظیم ژن‌های آنالیزشدهٔ مرتبط با ایمنی وقتی که انرژی دردسترس سلول کاهش می‌یابد به سمت پایین برانگیخته می‌شود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان گلوکز ایمنی کاهش یافته است. در تحقیقی که Saha et al., (2003) انجام دادند و تغییرات فصلی در فعالیت‌های ایمنی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را بررسی کردند، دریافتند که میزان هورمون‌های تستوسترون و ۱۱-کتو تستوسترون در ماهی نر و هورمون ۱۷-بتا استرادیول در ماهی ماده، هم‌زمان با رسیدگی گنادها، در پلاسما افزایش می‌یابد. علاوه بر این، دریافتند که سطوح کورتیزول نیز با درجهٔ حرارت آب و طی فصل تخم‌ریزی افزایش می‌یابد. می‌توان مشاهده کرد که نتایج تغییرات شاخص کورتیزول در فصل تولیدمثل در ماهی کپور معمولی مشابه نتایج تحقیق ما در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان است. در تحقیقی Maule et al., (1996) با بررسی واکنش‌های ایمنی و درون‌ریز ماهی بالغ آزاد چینوک طی مهاجرت به آب

شیرین و بلوغ جنسی، دریافتند که در سال ۱۹۹۰ در ماهی مهاجر مقدار کورتیزول پلاسما بالا بوده و تعداد نسبتاً کمی سلول تولیدکنندهٔ آنتی‌بادی از گلبول‌های سفید ثانویهٔ خون تولید شده است. بعد از ۳ هفته سازگاری در شرایط محیطی ثابت مقدار کورتیزول پلاسما کاهش و سلول‌های تولیدکنندهٔ آنتی‌بادی افزایش یافتند. هیچ تغییری در تعداد یا پیوستگی گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئید صورت نگرفت. غلظت‌های چندین استروئید جنسی با سلول‌های تولیدکنندهٔ آنتی‌بادی در ماهیان ماده هم‌بستگی دارد، اما چنین هم‌بستگی‌ای در ماهیان نر دیده نمی‌شود. در سال ۱۹۹۳، ماهی در تفریخگاه غلظت‌های بالای معنی‌دار کورتیزول در نخستین چرخه نسبت به دومین چرخه را دارا بود، اما غلظت‌های استروئید جنسی بین چرخه‌ها اختلافی نداشت. میانگین فعالیت لیزوزیم در اولین و دومین چرخه در ماه جون اختلافی نداشت. در ماه آگوست فعالیت در اولین چرخه معنی‌داری کمتری نسبت به دومین چرخه داشت که شاید این نتیجهٔ استرس شدید مربوط به نمونه‌گیری باشد. در حالی که بعضی از استروئیدهای جنسی هم‌بسته با فعالیت لیزوزیم است، در حقیقت در هر دو سال همهٔ متغیرهای ایمنی و درون‌ریز که هم‌بسته به همدیگر بودند همچنین هم‌بسته به زمان نمونه‌گیری (افزایش سال مربوط به وجود یا نبود روابط علت و معلولی بود) می‌توان مشاهده کرد که نتایج مربوط به تغییرات میزان شاخص کورتیزول در ماهی آزاد چینوک نیز مشابه نتایج ما در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در فصل تولیدمثل است.

Pascoli et al., (2011) تأثیرات فصلی در پارامترهای خونی و ایمنی اصلی در باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) را بررسی کردند و دریافتند که درجهٔ حرارت محیط آبی به وسیلهٔ مؤلفه‌های عمدهٔ فصل، درجهٔ حرارت و دورهٔ نوری طی چرخهٔ سالانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. موجودات زندهٔ زیادی از لحاظ فیزیولوژیکی، رفتاری یا هر دو نسبت به تغییرات فصلی واکنش نشان می‌دهند. هدف این مطالعه رسیدگی به تأثیرات فصلی در کورتیزول، پارامترهای خونی و ایمنی در باس دریایی اروپایی پرورش‌یافته تحت سیستم نیمه‌متراکم سنتی آبزی‌پروری بود. تأثیرات فصلی در همهٔ پارامترهای لکوسیت، هماتوکریت، کورتیزول سرم و فعالیت لیزوزیم سرم اندازه‌گیری شد، افزایش اکثر مقادیر در تابستان و کاهش آن‌ها در زمستان مشاهده شد. این نتایج می‌تواند درک تأثیرات فصل در سیستم ایمنی و فاکتورهای خونی در ماهی را به منظور بهبود شرایط نگهداری بیشتر نشان دهد. با توجه به این‌که نمونه‌گیری در این تحقیق در فصل زمستان انجام شده است، می‌توان یکی از دلایل کاهش هماتوکریت در ماهیان نر قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان تکثیر را فصل زمستان دانست.

بنابراین، می‌توان دریافت که تغییرات هورمون‌های آندروژنیک موجب تغییراتی در هورمون‌های تولیدمثلی و فاکتورهای بیوشیمیایی خون و املاح موجود در خون می‌شود که در نتیجه در متابولیسم بدن ماهی و مقاومت بدن ماهی در برابر بیماری‌ها تأثیر می‌گذارد.

با توجه به این‌که قزل‌آلای رنگین‌کمان از جمله گونه‌های مهم و باارزش پرورشی در ایران است، در این تحقیق تأثیرات هورمون‌های آندروژنیک در متابولیسم و ایمنی بدن ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان

در فصل تکثیر، به منظور حفظ و انتخاب مولدان باارزش این گونه و در نتیجه تولید نتاج مناسب‌تر، بررسی شد. در نهایت نتایج بررسی میزان پارامترهای ایمنی و متابولیسمی نشان داد که اختلاف به عواملی مانند حجم بافت خون‌ساز، میزان پلاسما، عمر سلول‌های خونی میزان پلاسما، میزان فعالیت‌های فیزیولوژیک، برخی از هورمون‌ها، مقدار غذای خورده‌شده و استرس‌های محیطی برمی‌گردد، چراکه ماهی در تماس با محیط اطراف خود نسبت به هر گونه تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی که ممکن است در اجزای سلولی خون مؤثر باشد حساس است. نتیجهٔ کلی این‌که تفاوت شرایط تغذیه‌ای، محیطی، گونهٔ ماهی، سن، جنسیت، زمان نمونه‌گیری، چگونگی تهیهٔ نمونه، دقت و حساسیت روش‌های اندازه‌گیری از جمله فاکتورهایی‌اند که می‌توانند عامل تفاوت نتایج باشند، اما با توجه به محدودیت منابع و مطالعات نسبتاً اندک انجام‌شده دربارهٔ پارامترهای خون‌شناسی آبزیان به نظر می‌رسد باید مطالعات بیشتری در زمینهٔ پارامترهای خونی آبزیان و چگونگی تغییرات آن در شرایط مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک انجام شود تا به موازات تنوع پارامترهای مورد بررسی بتوان پاسخگوی نیازهای علمی در زمینهٔ پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌های آن‌ها بود. می‌توان از این نتایج برای تحقق اهدافی همانند مشخص کردن میزان تغییر حساسیت یا مقاومت به بیماری در فصل تکثیر و امکان حفظ شرایط مناسب پرورشی برای ماهیان ارزشمند مولد و پیش‌مولد استفاده کرد.

References

[1]. Erdoúan, O.; Halüloúlu, H.U. & Ciltas, A. 2002. Annual Cycle of Serum gonadal steroids and serum lipids in Capoeta capoeta umbla, G.ldenstaedt, 1772 (Pisces:Cyprinidae**)**. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 26: 1093-1096**.**

[2]. F.A. Guardiola, R. Cerezuela, J. Meseguer, M.A. Esteban. 2011. Effects of 2-deoxy-d-glucose on the immune system of seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 30, Issue 2, Pages 592-599.

[3]. Kocaman, E.M., Yanik, T., Erdogan, O., Ciltas, A.K., 2005. Alteration in Cholesterol, Glucose and Triglyceride Levels in Reproduction of Rain bow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Jurnal of Animal and Veterinary Advances* 4(9): 801-807.

[4]. Maule, A., Schrock, R., Slater, C., Fitzpatrick, M., Schreck, C. 1996. Immuno and endocrine responses of adult chinook salmon during freshwater immigration and sexual maturation. *Fish & Shellfish Immunology*. 6: 221- 233.

[5]. F. Pascoli, G.S. Lanzano, E. Negrato, C. Poltronieri, A. Trocino, G. Radaelli, D. Bertotto.2011. Seasonal effects on hematological and innate immune parameters in sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 31, Issue 6, Pages 1081-1087.

[6]. Saha, N.R., Usami, T., Suzuki, Y., 2003. Seasonal changes in the immune activities of common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 26: 379–387.