

مقاله پژوهشی

تاثیر هورمون اولین بر برخی از شاخص‌های خون‌شناسی، بیوشیمیایی، هورمونی و اسپرم
شناختی مولدین نر ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) در دریای خزر

مجید محمدنژاد^{۱*}، طیبه عنایت غلامپور^۲، مرادمحمد شکبیا^۳، عبدالجبار قزل^۴، عباسعلی آفایی مقدم^۴

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰

چکیده

با توجه به کاربرد هورمون اولین در مراکز تکثیر و پرورش ماهی کپور و نبود اطلاعات کافی درباره تاثیر غلظت‌های متفاوت آن بر مولدین کپور دریایی، بررسی کارایی هورمون اولین در تکثیر مصنوعی این ماهی امری ضروری است. این مطالعه بر روی ۱۲ قطعه ماهی کپور دریایی نر بالغ با وزن متوسط $169/57 \pm 1307/85$ گرم انجام پذیرفت. ماهیان در ۴ گروه (هر گروه با ۴ قطعه ماهی) در یک مرحله تحت تزریق هورمون اولین با غلظت‌های ۰/۲، ۰/۲۵، ۰/۳ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن قرار گرفتند. روش تزریق به صورت صفاقی و در زیر باله سینه‌ای بود. نمونه‌گیری از خون ماهیان در دو مرحله قبل از تزریق و ۱۰ ساعت بعد از تزریق انجام شد. بر اساس نتایج مشخص شد تزریق غلظت‌های مختلف هورمون اولین تاثیری بر تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، غلظت متوسط هموگلوبین گلوبولی (MCH) و تعداد گلبول‌های سفید (WBC) نداشت ($P > 0/05$). اما میزان هموگلوبین، هماتوکریت و گرانولوسیت در تمامی تیمارها پس از تزریق هورمون اولین در خون ماهی کپور نر کاهش و میزان مونوسیت افزایش یافت ($P < 0/05$). ضمن این که هیچ تاثیری بر میزان پروتئین کل و سدیم نداشت ($P > 0/05$). اما میزان گلوکز و کلسیم افزایش و میزان تری‌گلیسرید، کلسترول، آل‌بومین و پتاسیم در غلظت‌های مورد بررسی کاهش یافت ($P < 0/05$). میزان هورمون کورتیزول و هورمون‌های جنسی تستوسترون، استرادیول و پروژسترون در مولدین نر در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه افزایش یافت ($P < 0/05$). همچنین بیشترین میزان طول دوره تحرک اسپرم و اسپرماتوکریت در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، pH در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، تری‌گلیسرید و آلکالین فسفاتاز در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کلسیم، سدیم و پتاسیم در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد ($P < 0/05$). نتایج این بررسی نشان داد غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن بهترین تاثیر را بر شاخص‌های خونی، هورمون‌های استروئیدی و شاخص‌های اسپرم‌شناختی مورد مطالعه در کپور دریایی نر داشتند.

واژگان کلیدی: خون، اسپرم، هورمون‌های استروئیدی، مولد نر، کپور.

- ۱- دانشیار گروه شیلات، واحد بندرگز، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرگز، ایران.
- ۲- دکتری شیلات، اداره شیلات درفول، اداره کل شیلات خوزستان، سازمان شیلات ایران، درفول، ایران.
- ۳- کارشناس ارشد شیلات، اداره کل شیلات استان گلستان، مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال، بندرترکمن، ایران.
- ۴- استادیار مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی - گرگان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

* نویسنده مسئول: majid_m_sh@bandargaziau.ac.ir

مقدمه

غده‌های هیپوفیز ماهیان متفاوت و زمان‌های مختلف، وجود هورمون‌های اضافی غیرضروری برای تکثیر مصنوعی در غده هیپوفیز، احتمال انتقال بیماری‌ها، محدودیت زمانی در تهیه، مشکلات استحصال غدد، جداسازی بافت اطراف غدد به وسیله دست، کاهش ارزش تجاری ماهی بعد از استحصال غده هیپوفیز، هزینه بالای تزریق هیپوفیز در مقایسه با هورمون، پژوهشگران را وا داشت که به دنبال جایگزین باشند (Fu et al., 2019). هر چند ابتدا توسعه تکثیر گونه‌های متفاوت کپورماهیان در جهان، استفاده از غده هیپوفیز را افزایش داد، اما از طرف دیگر برای القای رسیدگی جنسی مولدین توسط هیپوفیز، باید از وجود مقادیر کافی هورمون گنادوتروپین (GTH) در آن اطمینان داشت (Arabac et al., 2001). در سه دهه گذشته به کارگیری سیستم‌های GnRHa در انواع مختلفی از ماهیان وحشی و پرورشی، به کار گرفته شده است که به کارگیری آنها سبب افزایش سطوح LH، همزمانی در تخمک‌گذاری، فرآیند بلوغ نهایی، افزایش زرده‌سازی، کیفیت تخم، تخم‌ریزی و بازماندگی لارو در ماهیان ماده و همچنین تغییرات استروئیدهای جنسی شده است و در نرها هم سبب پیشرفت در

در ماهیان مانند مهره‌داران دیگر فرآیند تولیدمثل تحت کنترل آهنگ زیستی داخلی و نیز عوامل محیطی است. مهم‌ترین مسیر ارتباطی بین سیستم عصبی مرکزی و اندام‌های جنسی (گنادها)، سیستم هورمونی است. بنابراین مطالعه هورمون‌های درون‌ریز و محور مغز، هیپوفیز و گنادها نقش اساسی را در تلاش برای فهم تولیدمثل در ماهیان ایفا می‌کند (Guedes-Alonso et al., 2017). در بیشتر مواقع بچه ماهیان تولید شده، حاصل تکثیر مصنوعی با عصاره هیپوفیز هستند. این غده بسیار گران است، همیشه به صورت آماده در دسترس نیست و با واکنش‌های غیر قابل پیش‌بینی همراه است. همچنین دارای هورمون‌های آنتی‌گنادال است (Mylonas et al., 2010). کاربرد موفقیت‌آمیز غده هیپوفیز در تکثیر مصنوعی ماهیان توسط Houssay در سال ۱۹۳۰ ابداع شد و تا سال ۱۹۷۱ تنها روش و تکنیک در تکثیر مصنوعی ماهیان محسوب می‌شد. بعدها این روش در کشورهایمانند روسیه، آمریکای شمالی، هند، چین و بسیاری از کشورهای دیگر از جمله ایران جایگزین شد. ولی به علت معایب کاربرد غده هیپوفیز از جمله اختلاف زیاد در مقدار گنادوتروپین موجود در

۱۳۹۰؛ گلمرادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Betsy et al., 2019؛ Zidan et al., 2020) بر روی ماهیان مختلف انجام پذیرفته است.

در حال حاضر، در ایران از هورمون‌های مصنوعی مختلف برای تکثیر ماهیان استفاده می‌شود که یکی از آنها اوالین است. از این هورمون برخی مواقع سازمان شیلات ایران در مراکز بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی از جمله مرکز سیحوال در بندر ترکمن استان گلستان در تکثیر مصنوعی ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) استفاده می‌کند. هرچند کارایی این هورمون بنا به گفته کارشناسان این مرکز در تکثیر ماهی کپور دریایی به اثبات رسیده و قابل قبول است، اما نیاز به بررسی دقیق‌تر و کامل‌تر اثرات غلظت‌های مختلف این هورمون بر کارایی تکثیر است. تاکنون، در منابع علمی داخلی اطلاعاتی درباره تاثیر غلظت‌های متفاوت هورمون اوالین بر شاخص‌های کیفی و لقاحی مولدین کپور دریایی در ایران گزارش نشده است. از این رو، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر هورمون اوالین بر برخی شاخص‌های خونی، اسپرم‌شناختی و تغییرات هورمونی ماهی کپور دریایی نر انجام پذیرفت.

اسپرم‌سازی، تولید اسپرماتوزوآ و افزایش تحرک اسپرم به وسیله افزایش تولید مایع منی شده است (Zidan et al., 2020).

استفاده از هورمون‌های مصنوعی، مقادیر ثابتی از هورمون را به مولدین عرضه می‌کند. با توجه به پیشرفت‌هایی که در امر القای تولیدمثل در آبزیان صورت گرفته است، تعدادی هورمون مصنوعی نیز عرضه شده است که پاسخ مناسبی را در القای تولیدمثل در ماهیان داشته‌اند. به عنوان مثال هورمون اوالین (*Ovulin* Hormone) که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت، گزارش‌هایی درباره اثر موفقیت‌آمیز آن در القای تکثیر و ایجاد ماهیانی با درصد بازماندگی بالا در گربه‌ماهی (*Clarias gariepinus*) توسط Ayoola و همکاران (۲۰۱۲)، Ukwe و Abu (۲۰۱۶)، Maradun و همکاران (۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) و Mamndeyati و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است. ضمن این که مطالعات زیادی درباره اثر هورمون‌های مختلف بر شاخص‌های خونی ماهیان (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲؛ خارا و همکاران، ۱۳۹۳؛ زادمجید و وزیری، ۱۳۹۵؛ Baghizadeh and Khara, 2015؛ Ejraei et al., 2015) و شاخص‌های اسپرم‌شناختی (سیفی و همکاران،

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی مولد

این مطالعه بر روی ۱۲ قطعه ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) نر بالغ در بهار سال ۱۴۰۰ در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی مرکز سیجوال (۵ کیلومتری شرق بندر ترکمن، استان گلستان) انجام پذیرفت. مولدین نر کپور دریایی از سواحل دریای خزر توسط شرکت‌های تعاونی صیادی پره استان گلستان صید و توسط ماشین‌های حمل ماهی مجهز به کپسول اکسیژن به مرکز سیجوال انتقال داده شدند. ماهیان پس از انتقال به مرکز در ونیرو (وان پرورشی بزرگ) قرار داده شدند و برای سازگار شدن با شرایط جدید و از بین رفتن استرس به مدت دو هفته نگهداری شدند. در ابتدا، زیست‌سنجی ماهیان انجام و وزن و طول ماهیان اندازه‌گیری و ثبت و سن ماهیان نیز تعیین شد. ماهیان نر مورد بررسی (تشخیص از طریق مالش ناحیه شکم و خروج اسپرم از منفذ تناسلی) دارای سن متوسط 0.32 ± 0.11 سال، وزن متوسط 105.75 ± 1262.75 گرم و طول متوسط 49.47 ± 3.71 سانتی‌متر بودند.

هورمون‌تراپی

در ادامه، پس از تکمیل فرآیند سازگاری

تزریق مولدین نر با غلظت‌های مختلف هورمون انجام پذیرفت. در این مطالعه از هورمون اوایلین تجاری (Ningbo Sansheng Pharmaceutical، چین) استفاده شد. غلظت پیشنهادی شرکت سازنده مقدار 0.5 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ماهی ماده و نصف این مقدار در ماهی نر بود (Maradun et al., 2018). از این رو، ماهیان در ۴ گروه به تعداد ۳ قطعه ماهی نر در هر گروه، در یک مرحله تحت تزریق هورمون اوایلین با غلظت‌های 0.2 ، 0.25 ، 0.3 و 0.35 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن قرار گرفتند. تزریق به صورت صفاقی و در زیر باله سینه‌ای انجام شد. پس از انجام تزریق با انگشت شست کمی ناحیه تزریق ماساژ داده شد تا هورمون تزریق شده در زیر باله یکنواخت پخش شود.

بررسی‌های خونی

برای بررسی شاخص‌های خونی و هورمونی نمونه‌گیری از خون ماهیان در دو مرحله صورت پذیرفت. مرحله اول قبل از تزریق و مرحله دوم ۱۰ تا ۱۲ ساعت بعد از تزریق بود. برای خون‌گیری، ابتدا ماهیان با پودر گل میخک در غلظت 200 میلی‌گرم در لیتر بیهوش شدند. سپس خونگیری از ماهیان از سیاهرگ ساقه

XL, Vital Scientific, هلند) و کیت‌های تشخیصی (ElitechGroup, فرانسه) متناسب با آن انجام پذیرفت. میزان شاخص‌های هورمونی نیز با دستگاه تمام اتوماتیک هورمونی (1800, Tosoh, ژاپن) تعیین شد (شیرمحمدلی و همکاران، ۱۳۹۹).

بررسی‌های اسپرم‌شناختی

برای بررسی شاخص‌های اسپرم‌شناختی و بیوشیمیایی اسپرم نیز ۱۲-۱۰ ساعت پس از تزریق هورمون اسپرم‌گیری انجام شد و شاخص‌های مورد نظر شامل طول دوره تحرک اسپرم، اسپرماتوکریت، pH اسپرم و شاخص‌های بیوشیمیایی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. به منظور محاسبه طول دوره تحرک اسپرم، پس از قرار دادن یک قطره اسپرم بر روی لام، یک قطره آب برای رقیق‌سازی و آغاز تحرک اضافه شد و مدت زمان تحرک کل با استفاده از میکروسکوپ تا متوقف شدن حرکت موجی شکل و همچنین توقف ۹۵ تا ۹۹ درصد سلول‌های اسپرماتوزوآ ارزیابی شد. به منظور محاسبه اسپرماتوکریت از اسپرم مولدین نر نمونه‌برداری انجام شد. سپس به وسیله دستگاه میکروسانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس میزان اسپرماتوکریت هر

دمی با استفاده از سرنگ ۵ میلی‌لیتری غیرهپارینه انجام پذیرفت. نمونه‌های خون بلافاصله در محفظ حاوی یخ قرار داده شدند. در ادامه، لوله‌های حاوی خون برای بررسی شاخص‌های خون‌شناسی مانند تعداد گلبول‌های سفید (WBC) و قرمز (RBC)، هموگلوبین (Hb)، هماتوکریت (Hct)، حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، مقدار متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC)، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (درصد مونوسیت‌ها و گرانولوسیت‌ها) و نیز جداسازی سرم برای بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون مانند میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، پروتئین کل، آلومین، کلسیم، سدیم، پتاسیم (شیرمحمدلی و همکاران، ۱۳۹۹) و هورمون‌های کورتیزول، استرادیول، پروژسترون و تستوسترون (خواجه‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۳) در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی و هورمونی سرم خون، ابتدا سرم در دستگاه سانتریفیوژ (Hettich, Universal 320, آلمان) با ۵۰۰۰ دور در مدت ۵ دقیقه، جداسازی و مقادیر هر کدام از شاخص‌های بیوشیمیایی یاد شده به وسیله دستگاه اتوانالایزر (Selectera)

اولین تاثیری بر میزان گلبول‌های قرمز، MCH و گلبول‌های سفید نداشت ($P > 0.05$)، اما باعث تغییراتی در میزان هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCHC، مونوسیت و گرانولوسیت شد ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که میزان هموگلوبین، هماتوکریت و گرانولوسیت در تمامی تیمارها پس از تزریق هورمون اولین در خون ماهی کپور دریایی نر کاهش و میزان مونوسیت افزایش یافت. بعد از تزریق هورمون اولین بیشترین کاهش میزان هموگلوبین و هماتوکریت در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین کاهش در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین بیشترین میزان افزایش مونوسیت در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. ضمن این که کمترین میزان کاهش گرانولوسیت در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیشترین کاهش در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم پس از تزریق بود.

نتایج به دست آمده از این بررسی در مورد شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون مولدین نر ماهی کپور دریایی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول مشخص است نتایج شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون نشان داد که تزریق هورمون اولین باعث تغییراتی در

نمونه به وسیله خط‌کش مخصوص مشخص شد. همچنین شاخص‌های تری‌گلیسرید، سدیم، پتاسیم، کلسیم و آلکالین فسفاتاز اسپرم با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰).

تجزیه و تحلیل‌های آماری

در پایان تمامی داده‌های جمع‌آوری شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۶ انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2010 استفاده شد. به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، به منظور مقایسه آماری تیمارها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و پس‌آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0.05$) استفاده شد (خواجه‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های خون‌شناسی در مولدین نر ماهی کپور دریایی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج مشخص شد تزریق غلظت‌های مختلف هورمون

میزان تری‌گلیسرید، کلسترول، آلبومین، کلسیم و پتاسیم شد ($P < 0.05$)، اما هیچ تاثیری بر میزان پروتئین کل و سدیم نداشت ($P > 0.05$). بر اساس نتایج پس از تزریق هورمون اوایلین در غلظت‌های مورد بررسی میزان گلوکز و کلسیم افزایش و تری‌گلیسرید، کلسترول، آلبومین و پتاسیم کاهش یافت. به طوری که کمترین میزان کاهش تری‌گلیسرید بعد از تزریق در تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیشترین کاهش در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

جدول ۱: اثرات غلظت‌های مختلف هورمون اوایلین بر شاخص‌های خون‌شناسی مولدین نر ماهی کپور دریایی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	تیمار ۰/۲ (mg/kg)		تیمار ۰/۲۵ (mg/kg)		تیمار ۰/۳ (mg/kg)		تیمار ۰/۳۵ (mg/kg)	
	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق
RBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	۱۱۶/۹۱	۱۱۹/۳۵	۱۱۶/۰۰	۱۱۸/۰۰	۱۰۷/۵۵	۱۱۸/۴۵	۱۱۴/۹۵	۱۱۷/۵۴
	$\pm 0.42^a$	$\pm 0.35^a$	$\pm 0.56^a$	$\pm 0.28^a$	$\pm 7.0^a$	$\pm 1.62^a$	$\pm 0.49^a$	$\pm 0.44^a$
Hb (g/dL)	۱۵/۴۲	۱۲/۵۱	۱۴/۳۵	۱۳/۷۴	۱۴/۲۵	۱۲/۱۶	۱۲/۱۵	۱۱/۳۵
	$\pm 0.0^a$	$\pm 0.0^b$	$\pm 0.2^a$	$\pm 0.14^a$	$\pm 0.21^a$	$\pm 0.28^b$	$\pm 0.45^b$	$\pm 0.21^c$
Hct (%)	۳۵/۰۰	۲۵/۵۵	۳۴/۰۵	۲۷/۱۵	۳۵/۹۵	۳۱/۶۲	۳۷/۷۳	۳۵/۰۰
	$\pm 0.0^a$	$\pm 0.0^d$	$\pm 0.91^a$	$\pm 0.49^c$	$\pm 0.62^a$	$\pm 0.56^b$	$\pm 0.14^a$	$\pm 0.84^a$
MCV (fL)	۱۶۷/۲۵	۱۶۴/۴۵	۱۵۵/۱۴	۱۵۴/۱۵	۱۷۸/۸۵	۱۸۱/۸۵	۱۷۴/۲۵	۱۷۱/۴۰
	$\pm 2.61^b$	$\pm 4.31^b$	$\pm 2.26^c$	$\pm 0.21^c$	$\pm 0.63^a$	$\pm 5.86^a$	$\pm 3.04^a$	$\pm 5.59^{ab}$
MCH (pg)	۷۶/۲۵	۷۶/۳۵	۷۹/۴۵	۷۹/۴۵	۷۴/۰۰	۷۴/۴۵	۷۳/۷۳	۷۳/۰۷
	$\pm 3.18^a$	$\pm 3.88^a$	$\pm 1.06^a$	$\pm 0.14^a$	$\pm 4.38^a$	$\pm 7.36^a$	$\pm 2.12^a$	$\pm 2.33^a$
MCHC (g/dL)	۴۶/۰۰	۴۷/۱۷	۴۶/۹۵	۴۹/۶۸	۳۸/۹۵	۳۸/۴۴	۴۱/۴۵	۴۲/۸۶
	$\pm 2.82^a$	$\pm 2.68^a$	$\pm 2.47^a$	$\pm 2.68^a$	$\pm 0.91^b$	$\pm 1.97^b$	$\pm 1.62^{ab}$	$\pm 0.42^{ab}$
WBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	۱۶/۹۴	۱۷/۸۵	۱۶/۹۵	۱۷/۳۱	۱۶/۹۷	۱۷/۱۳	۱۷/۷۵	۱۷/۰۰
	$\pm 0.28^a$	$\pm 0.0^a$	$\pm 0.36^a$	$\pm 0.33^a$	$\pm 0.28^a$	$\pm 0.07^a$	$\pm 0.07^a$	$\pm 0.77^a$
مونوسیت (%)	۵۸/۴۵	۶۷/۱۲	۷۰/۲۵	۷۴/۲۵	۶۱/۲۲	۶۷/۰۰	۶۴/۵۵	۶۷/۶۳
	$\pm 1.48^c$	$\pm 0.84^b$	$\pm 1.06^a$	$\pm 1.06^a$	$\pm 0.97^c$	$\pm 1.55^b$	$\pm 0.63^b$	$\pm 1.13^b$
گرانولوسیت (%)	۴۱/۵۵	۳۲/۹۲	۲۹/۷۵	۲۵/۷۵	۳۸/۸۵	۳۳/۰۰	۳۵/۴۵	۳۲/۴۶
	$\pm 1.48^a$	$\pm 0.84^a$	$\pm 1.06^c$	$\pm 1.06^b$	$\pm 0.97^a$	$\pm 1.55^a$	$\pm 0.63^b$	$\pm 1.13^a$

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

جدول ۲: اثرات غلظت‌های مختلف هورمون اوایلین بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم مولدین نر ماهی کپور دریایی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	تیمار ۰/۲ (mg/kg)		تیمار ۰/۲۵ (mg/kg)		تیمار ۰/۳ (mg/kg)		تیمار ۰/۳۵ (mg/kg)	
	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۶۵	۵۶	۱۹۳	۱۳۰	۱۱۷	۸۸	۲۰۳	۱۲۶
	$\pm 2/12^c$	$\pm 1/41^c$	$\pm 5/65^a$	$\pm 4/24^a$	$\pm 2/82^b$	$\pm 4/24^b$	$\pm 2/82^a$	$\pm 13/43^a$
کلسترول (mg/dL)	۲۷۷/۰۰	۲۷۰/۵۲	۲۷۰/۵۱	۲۱۴/۵۶	۲۶۷/۰۰	۲۳۲/۰۰	۲۷۳/۵۱	۲۳۰/۰۰
	$\pm 5/65^a$	$\pm 4/94^a$	$\pm 6/36^a$	$\pm 3/53^c$	$\pm 8/38^a$	$\pm 5/65^b$	$\pm 7/77^a$	$\pm 5/65^b$
پروتئین کل (mg/dL)	۳/۸۵	۳/۷۴	۳/۹۸	۳/۷۵	۳/۸۵	۳/۵۴	۳/۸۵	۳/۶۵
	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/14^a$	$\pm 0/00^a$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/00^a$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/07^a$
آلبومین (g/dL)	۱/۸۳	۱/۷۳	۳/۱۹	۱/۴۳	۱/۷۹	۱/۴۹	۱/۵۴	۱/۳۹
	$\pm 0/06^b$	$\pm 0/01^c$	$\pm 0/09^a$	$\pm 0/05^d$	$\pm 0/02^b$	$\pm 0/01^d$	$\pm 0/01^c$	$\pm 0/02^d$
کلسیم (mg/dL)	۴/۹۹	۶/۵۲	۴/۷۲	۶/۲۴	۵/۰۲	۷/۱۷	۵/۷۹	۷/۵۳
	$\pm 0/17^b$	$\pm 0/25^b$	$\pm 0/14^b$	$\pm 0/18^b$	$\pm 0/11^b$	$\pm 0/06^a$	$\pm 0/30^a$	$\pm 0/30^a$
سدیم (mEq/L)	۱۵۱/۰۰	۱۴۳/۵۸	۱۵۶/۵۵	۱۴۵/۰۰	۱۵۳/۰۰	۱۳۹/۰۰	۱۵۲/۰۰	۱۴۳/۰۰
	$\pm 1/41^a$	$\pm 0/7^a$	$\pm 3/53^a$	$\pm 2/82^a$	$\pm 2/82^a$	$\pm 1/41^a$	$\pm 2/82^a$	$\pm 1/41^a$
پتاسیم (mEq/L)	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۲۵	۰/۶۵	۰/۵۵	۰/۳۵	۰/۲۰
	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/00^a$	$\pm 0/00^a$	$\pm 0/07^b$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/07^b$	$\pm 0/00^b$

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0/05$).

بیشترین کاهش کلسترول پس از تزریق در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین کاهش در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیشترین افزایش کلسیم در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین بیشترین کاهش پتاسیم در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین کاهش در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم پس از تزریق هورمون بود.

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های استرس مولدین نر ماهی کپور دریایی در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول مشخص است تزریق هورمون اوایلین باعث افزایش میزان گلوکز و کورتیزول شد ($P < 0/05$). به طوری که بیشترین میزان افزایش گلوکز در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بعد از تزریق بود.

جدول ۳: اثرات غلظت های مختلف هورمون اوایلین بر شاخص های استرس مولدین نر ماهی کپور دریایی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	تیمار ۰/۲ (mg/kg)		تیمار ۰/۲۵ (mg/kg)		تیمار ۰/۳ (mg/kg)		تیمار ۰/۳۵ (mg/kg)	
	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق
گلوکز (mg/dL)	۱۲۱/۰۰	۲۰۹/۰۰	۲۰۶/۰۰	۲۵۴/۰۰	۱۰۴/۵۲	۱۸۴/۰۰	۱۱۶/۵۳	۱۷۴/۵۷
	$\pm 5/65^b$	$\pm 4/14^b$	$\pm 7/07^a$	$\pm 7/07^a$	$\pm 9/19^b$	$\pm 7/07^c$	$\pm 4/94^b$	$\pm 4/94^c$
کورتیزول (µg/dL)	۱۳/۰۰	۱۴/۵۶	۱۶/۰۰	۲۰/۲۲	۱۲/۰۵	۲۷/۹۵	۱۳/۴۵	۱۹/۷۵
	$\pm 0/56^{ab}$	$\pm 0/56^c$	$\pm 0/56^a$	$\pm 0/98^b$	$\pm 0/77^b$	$\pm 0/63^a$	$\pm 1/34^b$	$\pm 0/77^b$

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است ($P < 0/05$).

غلظت ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم، بیشترین افزایش پروژسترون در غلظت ۰/۲۵ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم بود.

نتایج بررسی شاخص های هورمونی مولدین نر کپوردریایی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج بررسی های جنسی تستوسترون، استرادیول و پروژسترون در مولدین نر ماهی کپور دریایی نشان داد که با تزریق هورمون اوایلین در تمامی غلظت های مورد مطالعه میزان هر سه هورمون بررسی شده افزایش یافت ($P < 0/05$). بیشترین افزایش هورمون تستوسترون در غلظت ۰/۳۵ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم بعد از تزریق بود. همچنین بیشترین افزایش استرادیول بعد از تزریق در

نتایج بررسی شاخص های هورمونی مولدین نر کپوردریایی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج بررسی های جنسی تستوسترون، استرادیول و پروژسترون در مولدین نر ماهی کپور دریایی نشان داد که با تزریق هورمون اوایلین در تمامی غلظت های مورد مطالعه میزان هر سه هورمون بررسی شده افزایش یافت ($P < 0/05$). بیشترین افزایش هورمون تستوسترون در غلظت ۰/۳۵ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم بعد از تزریق بود. همچنین بیشترین افزایش استرادیول بعد از تزریق در

نتایج بررسی شاخص های هورمونی مولدین نر کپوردریایی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج بررسی های جنسی تستوسترون، استرادیول و پروژسترون در مولدین نر ماهی کپور دریایی نشان داد که با تزریق هورمون اوایلین در تمامی غلظت های مورد مطالعه میزان هر سه هورمون بررسی شده افزایش یافت ($P < 0/05$). بیشترین افزایش هورمون تستوسترون در غلظت ۰/۳۵ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم بعد از تزریق بود. همچنین بیشترین افزایش استرادیول بعد از تزریق در

جدول ۴: اثرات غلظت‌های مختلف هورمون اوایلین بر هورمون‌های سرم مولدین نر ماهی کپور دریایی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	تیمار ۰/۲ (mg/kg)		تیمار ۰/۲۵ (mg/kg)		تیمار ۰/۳ (mg/kg)		تیمار ۰/۳۵ (mg/kg)	
	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق
تستوسترون (ng/dl)	۵۰۹	۸۱۹	۲۵۷	۸۸۰	۲۹۰	۷۴۱	۴۴۹	۱۰۱۳
	$\pm 43/84^a$	$\pm 34/66^{ab}$	$\pm 44/54^b$	$\pm 41/01^{ab}$	$\pm 19/09^b$	$\pm 75/66^b$	$\pm 53/74^a$	$\pm 110/30^b$
استرادیول (pg/ml)	۶۳/۸۸	۴۵۲/۳۵	۶۰/۲۳	۵۲۴/۴۵	۵۰/۶۵	۶۰۲/۶۴	۱۲۳/۱۲	۵۵۳/۴۵
	$\pm 1/97^b$	$\pm 42/77^b$	$\pm 8/48^b$	$\pm 41/36^{ab}$	$\pm 6/28^b$	$\pm 82/34^a$	$\pm 51/02^a$	$\pm 11/39^{ab}$
پروژسترون (ng/ml)	۰/۱۵	۰/۷۹	۰/۲۵	۳/۰۵	۰/۵۱	۲/۵۵	۰/۹۵	۲/۱۱
	$\pm 0/01^c$	$\pm 0/06^d$	$\pm 0/04^c$	$\pm 0/14^a$	$\pm 0/03^b$	$\pm 0/21^b$	$\pm 0/07^a$	$\pm 0/02^c$

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

جدول ۵: اثرات غلظت‌های مختلف هورمون اوایلین بر شاخص‌های اسپرم‌شناختی و بیوشیمیایی اسپرم مولدین نر ماهی کپور دریایی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	تیمار ۰/۲ (mg/kg)		تیمار ۰/۲۵ (mg/kg)		تیمار ۰/۳ (mg/kg)		تیمار ۰/۳۵ (mg/kg)	
	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق	قبل تزریق	بعد تزریق
طول دوره تحرک اسپرم (ثانیه)	۱/۵۲	۴۳/۶۶	۱/۵۷	۴۰/۳۳	۱/۵۲	۳۸/۳۳	۲/۰۸	۳۴/۳۳
	$\pm 1/52^a$	$\pm 7/83^b$	$\pm 0/11^b$	$\pm 7/99^b$	$\pm 0/12^a$	$\pm 8/22^a$	$\pm 0/16^b$	$\pm 7/83^b$
pH	۰/۰۵	۷/۸۳	۰/۱۱	۷/۹۹	۰/۱۲	۸/۲۲	۰/۱۶	۷/۸۳
	$\pm 0/05^b$	$\pm 7/83^b$	$\pm 0/11^b$	$\pm 7/99^b$	$\pm 0/12^a$	$\pm 8/22^a$	$\pm 0/16^b$	$\pm 7/83^b$
اسپرماتوکریت (%)	۲/۵۱	۶۱/۳۳	۳/۲۱	۵۶/۳۳	۲/۰۸	۳۱/۶۶	۱/۰۰	۳۴/۰۰
	$\pm 2/51^a$	$\pm 61/33^a$	$\pm 3/21^a$	$\pm 56/33^a$	$\pm 2/08^b$	$\pm 31/66^b$	$\pm 1/00^b$	$\pm 34/00^b$
تری گلیسرید (mg/dL)	۰/۵۷	۴/۳۳	۰/۵۷	۴/۶۶	۰/۵۷	۴/۳۳	۱/۵۲	۱۳/۶۶
	$\pm 0/57^b$	$\pm 4/33^b$	$\pm 0/57^b$	$\pm 4/66^b$	$\pm 0/57^b$	$\pm 4/33^b$	$\pm 1/52^a$	$\pm 13/66^a$
آلکالین فسفاتاز (IU/L)	۰/۵۷	۲/۳۳	۰/۵۷	۳/۶۶	۰/۵۷	۲/۶۶	۱/۵۲	۱۹/۶۶
	$\pm 0/57^b$	$\pm 2/33^b$	$\pm 0/57^b$	$\pm 3/66^b$	$\pm 0/57^b$	$\pm 2/66^b$	$\pm 1/52^a$	$\pm 19/66^a$
کلسیم (mg/dl)	۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۱۸	۱/۴۴	۰/۰۲	۰/۴۸	۰/۱۵	۱/۲۸
	$\pm 0/03^b$	$\pm 0/63^b$	$\pm 0/18^a$	$\pm 1/44^a$	$\pm 0/02^b$	$\pm 0/48^b$	$\pm 0/15^a$	$\pm 1/28^a$
سدیم (mEq/L)	۱/۱۵	۱۵/۶۶	۰/۵۷	۱۷/۶۶	۰/۵۷	۱۵/۳۳	۱/۵۲	۱۳/۳۳
	$\pm 1/15^b$	$\pm 15/66^b$	$\pm 0/57^a$	$\pm 17/66^a$	$\pm 0/57^b$	$\pm 15/33^b$	$\pm 1/52^c$	$\pm 13/33^c$
پتاسیم (mEq/L)	۰/۹۹	۲۶/۰۶	۱/۱۵	۲۵/۳۳	۰/۴۴	۲۶/۴۳	۱/۲۲	۲۳/۱۳
	$\pm 0/99^a$	$\pm 26/06^a$	$\pm 1/15^a$	$\pm 25/33^a$	$\pm 0/44^a$	$\pm 26/43^a$	$\pm 1/22^b$	$\pm 23/13^b$

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

بیشترین میزان طول دوره تحرک اسپرم در بیشترین میزان اسپرماتوکریت در غلظت‌های غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیشترین میزان pH در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیشترین میزان تری‌گلیسرید و آلکالین فسفاتاز در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، و بیشترین میزان اسپرماتوکریت در غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیشترین میزان تری‌گلیسرید و آلکالین فسفاتاز در غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، و بیشترین میزان pH در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم،

کیلوگرم، بیشترین میزان کلسیم در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیشترین میزان سدیم در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیشترین میزان پتاسیم در غلظت‌های ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

بحث

با توجه به این که تغییر فراسنجه‌های سلولی و بیوشیمیایی خون در آبزیان تحت تاثیر متغیرهایی مانند هورمون‌تراپی قرار دارد، بنابراین بررسی شاخص‌های خونی در ماهیان اهمیت خاصی دارد. از این رو، باید اثرات هورمون‌تراپی در ماهیان بر روی شاخص‌های خونی آنها مورد مطالعه قرار گیرد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه حاضر نیز برای شناسایی و تعیین غلظت مناسب هورمون اوالین به منظور تزریق در تکثیر مصنوعی ماهی کپور دریایی، اثرات آن بر شاخص‌های خونی و هورمونی مولدین نر مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که گفته شد، متأسفانه تاکنون مطالعه‌ای درباره هورمون اوالین در داخل کشور صورت نپذیرفته است، اما بررسی هورمون‌های دیگر مورد استفاده حاکی از ایجاد تغییرات در برخی شاخص‌های خونی ماهیان است، به طوری که تزریق هورمون هیپوفیز باعث تغییراتی در

برخی از شاخص‌های خون‌شناسی مولدین نر ماهی کپور معمولی (Baghizadeh and Khara, 2015) و مولدین نر ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) (Ejraei et al., 2015) شد. در مطالعه‌ای دیگر نیز میزان برخی از شاخص‌های خون‌شناسی مولدین اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) در اثر تزریق هورمون GnRH دچار تغییر شد (یونس‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج به دست آمده از بررسی جاری نشان داد تزریق هورمون اوالین هیچ تاثیری بر تعداد گلبول‌های قرمز، MCH و تعداد گلبول‌های سفید نداشت، اما میزان هموگلوبین، هماتوکریت و گرانولوسیت در تمامی تیمارها پس از تزریق هورمون اوالین در خون ماهی کپور نر کاهش و میزان مونوسیت افزایش یافت. بر اساس نتایج حیدری و همکاران در سال ۱۳۹۲ در اثر تزریق هورمون هیپوفیز در ماهی کپور میزان MCV، MCHC، گلبول سفید و لنفوسیت کاهش و میزان نوتروفیل افزایش پیدا کرد که با نتایج مطالعه جاری مطابقت نداشت. همچنین اثر تزریق هورمون ۱۷-بتا استرادیول بر تغییرات خون‌شناسی ماهی اوزون‌برون جوان پس از هفت ماه نمونه‌برداری نشان داد که این هورمون ۱۷ باعث کاهش گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین،

هورمون‌های مختلف بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان تاثیرگذار است. از آن جمله تزریق هورمون اوپریم و HCG باعث تغییر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون مولدین نر کپور علفخوار شد (Metwally and Fouad, 2008) که با نتایج بررسی جاری مطابقت داشت، به طوری که نتایج به دست آمده از این بررسی درباره شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون نشان داد که در اثر تزریق هورمون اوالین در غلظت‌های مورد بررسی میزان گلوکز و کلسیم افزایش و تری‌گلیسرید، کلسترول، آلبومین و پتاسیم کاهش یافت اما هیچ تاثیری بر میزان پروتئین کل و سدیم نداشت.

اغلب شاخص‌های بیوشیمیایی در برابر عوامل استرس‌زا بسیار حساس هستند و بزرگنمایی آنها معمولا وابسته به شدت این عوامل است (Webb et al., 2002). نوسان شاخص‌های بیوشیمیایی خون از جمله تغییر سطوح گلوکز به عنوان شاخص زیستی که تحت تاثیر عوامل محیطی مانند صید، دستکاری، حمل و نقل، نگهداری، تراکم بالا، خواص فیزیکیوشیمیایی آب و غیره قرار می‌گیرند، دارای اهمیت بسزایی است (بهمنی، ۱۳۷۸؛ حسینی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش کورتیزول میزان گلوکز خون نیز سریعاً افزایش

هماتوکریت و MCH شد و در بقیه شاخص‌ها تاثیری نداشت (خارا و همکاران، ۱۳۹۳) که با نتایج مطالعه جاری مطابقت داشت. در بین شاخص‌های خونی غالباً غلظت هموگلوبین و درصد هماتوکریت به یکدیگر مرتبط هستند به طوری که با کاهش غلظت هموگلوبین درصد هماتوکریت نیز کاهش می‌یابد (خارا و همکاران، ۱۳۹۳) که در مطالعه جاری نیز میزان هر دو شاخص کاهش داشت. کاهش هموگلوبین می‌تواند در نتیجه کاهش آهن باشد که متأسفانه در این مطالعه مورد بررسی قرار نگرفت. درباره اثرات غلظت‌های مختلف هورمون اوالین بر شاخص‌های خون‌شناسی نتایج این بررسی همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، مشخص کرد که غلظت‌های ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن تاثیرات کمتری بر شاخص‌های تغییر پیدا کرده، داشتند و بیشترین تغییرات در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن ایجاد شد.

مطالعه تغییرات هورمونی و بیوشیمیایی مانند تغییر در سطوح هورمون‌های جنسی و الکترولیت‌های سرم خون از جمله موارد مرتبط با فیزیولوژی تولیدمثل است که نقش مهمی در مطالعات پایه و کاربردی دارد (Judycka et al., 2019). مطالعات نشان داده‌اند که تزریق

عنوان منبع انرژی تولیدمثل نقش مهمی در گناد مولدین دارند (Herme et al., 2002). میزان این دو ماده در مطالعه جاری در تمامی غلظت‌های مورد بررسی کاهش بود که تغییرات کاهش کلاسترول و تری‌گلیسرید می‌تواند نتیجه تغییرات استروئیدهای جنسی و بلوغ گناد در اثر تزریق هورمون باشد (زادمجید و وزیر، ۱۳۹۵). با توجه به نقش مهم این دو ماده در ساختن استروئیدهای جنسی کاهش آنها پس از تزریق هورمون و افزایش میزان هورمون‌های استروئیدی می‌تواند به دلیل مصرف این دو ماده در ساختن هورمون‌های استروئیدی باشد که این موضوع نیز در جدول‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود. به طوری که در بین غلظت‌های مورد مطالعه بیشترین افزایش هورمون‌های استروئیدی در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ بود و از آن طرف بیشترین کاهش این دو ماده نیز در همین غلظت‌های بود که نشان دهنده تاثیر بهتر این غلظت‌های در ساختن استروئیدهای جنسی است.

حیدری و همکاران در سال ۱۳۹۲ اثر جنسیت، هورمون‌تراپی و تزریق هورمون هیپوفیز بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) را بررسی کردند و گزارش کردند که

می‌یابد. در مطالعه‌ای مشخص شد که سطح کورتیزول در طی فصل تخم‌ریزی در ماهی کپور معمولی افزایش می‌یابد (Saha et al., 2003) که با نتایج مطالعه جاری مطابقت داشت و میزان گلوکز و کورتیزول در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه افزایش یافت و بیشترین افزایش در تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در تیمار ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که نشان دهنده تاثیرات منفی کمتر استرس در اثر تزریق غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر ماهی نر کپور دریایی است. در مطالعه دیگری تزریق HCG باعث افزایش سطح گلوکز پلاسما در مولدین نر ماهی سوف معمولی (Sander *luciperca*) شد (گلمرادی و همکاران، ۱۳۹۱) که با نتایج مطالعه جاری مشابهت داشت. در یک بررسی تزریق هورمون گنادوتروپین جفت انسانی (HCG) و عصاره هیپوفیز کپور بر ماهی سوف سفید (*S. luciperca*) باعث افزایش میزان کورتیزول و گلوکز شد (Falahatkar et al., 2010) که با نتایج مطالعه جاری مطابقت داشت. کلاسترول و تری‌گلیسرید به عنوان دو ترکیب مهم در طی تکامل گناد و بیوسنتز استروئیدهای جنسی نقش دارند. کلاسترول در سنتز استروئیدهای جنسی و تری‌گلیسرید به

همچنین در یک بررسی دیگر تزریق اوپریم و HCG باعث افزایش کورتیزول و گلوکز سرم مولدین نر ماهی کپور علفخوار شد (Metwally and Fouad, 2008) که با نتایج مطالعه حاضر همسو بود. سنجش هورمون‌ها و بررسی‌های فیزیولوژیک سرم خون و نیز بررسی تاثیر عوامل محیطی و چرخه تولیدمثلی ماهیان به عنوان شاخصی در جهت تعیین وضعیت و مراحل جنسی در بررسی چرخه تولیدمثلی ماهیان بسیار حائز اهمیت است (بهمنی، ۱۳۷۸). کورتیزول در ماهیان استخوانی بر عملکرد تولیدمثل و رشد گامت اثر می‌گذارد و به عنوان کورتیکوستروئید مهمی که طی فصل تخم‌ریزی تولید می‌شود می‌تواند ایمنی ماهیان را سرکوب کند (Odhiambo et al., 2020). مطالعات زیادی موید افزایش سطح پلاسمایی هورمون کورتیزول همزمان با مهاجرت تولیدمثلی در ماهیان استخوانی است (عقیلی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی صید، جابه‌جایی، دستکاری و نقل و انتقال مولدها از محیط طبیعی (دریا) به مراکز تکثیر باعث افزایش میزان استرس و متعاقب آن افزایش کورتیزول می‌شود. کورتیزول علاوه بر دخالت در فرآیند تنظیم اسمزی در ماهیان استخوانی، فعالیت‌های متابولیکی دیگری را نیز در بدن ماهی به عهده دارد که از

میزان گلوکز و کلسیم در مولدین نر قبل از تزریق هورمون و پس از تکثیر مصنوعی دارای اختلاف معنادار بود، اما در شاخص‌های دیگر اختلافی وجود نداشت. بر اساس نتایج آنها میزان گلوکز افزایش پیدا کرد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲) که با مطالعه حاضر همخوانی داشت. اما میزان کلسیم در جنس نر کاهش داشت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲) که با مطالعه جاری مطابقت نداشت. ضمن این که میزان کلسترول، تری‌گلیسرید و پروتئین در هر دو جنس نر و ماده پس از تزریق هورمون هیپوفیز تغییری نداشت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲) که به غیر از پروتئین با نتایج این بررسی همخوانی نداشت. زادمجید و وزیری در سال ۱۳۹۵ تغییر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون مولدین ماهی قرمز (*Carassius auratus*) را تحت تزریق هورمون گنادوتروپین جفت انسان (HCG) بررسی کردند و اعلام کردند که این هورمون در جنس نر باعث افزایش گلوکز، پروتئین، کلسیم، آلبومین و نیز کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید شد که افزایش سطح گلوکز سرم خون هر دو جنس نر و ماده پس از تزریق هورمون نشان دهنده بروز استرس در مولدین در نتیجه تزریق هورمون است که به غیر از پروتئین و آلبومین با مطالعه جاری مطابقت داشت.

آن جمله می‌توان به تحریک گلوکونئوژنز، به منظور تامین انرژی برای مهاجرت و تخم‌ریزی، به دلیل کاهش تغذیه و افزایش فعالیت‌های متابولیکی ماهی در زمان مهاجرت، اشاره کرد (Mommssen and Walsh, 1988). در مطالعه جاری نیز میزان کورتیزول در تمام غلظت‌های مورد مطالعه پس از تزریق در ماهی مولد نر افزایش یافته بود که می‌تواند نشان دهنده افزایش استرس در ماهی در اثر تزریق هورمون، بیهوشی، دستکاری و حمل و نقل ماهی باشد. البته این افزایش مقدار کورتیزول در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین مقدار را داشت. در ماهیان استخوانی هورمون‌های پروژسترون، استرادیول (E2) و تستوسترون سبب رشد و رسیدگی اووسیت‌ها می‌شوند و این اعمال را تحت کنترل دارند (Bosak Kahkesh et al., 2010). مطالعات مختلف حاکی از افزایش میزان هورمون‌های استروئیدی در اثر تزریق هورمون است. به عنوان مثال در مطالعه‌ای همسو با مطالعه جاری پس از تزریق هورمون هیپوفیز در ماهی کپور معمولی میزان تستوسترون و استروئیدهای دیگر از جمله پروژسترون افزایش یافت (Kime and Dolben, 1985). در بررسی حاضر نیز در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه هورمون‌های جنسی تستوسترون، استرادیول و پروژسترون در مولدین نر ماهی کپور دریایی با تزریق هورمون اوایلین افزایش یافت. هورمون‌های استروئیدی، بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک شامل تولیدمثل، رشد و تعادل را در مهره‌داران تنظیم می‌کنند. در بسیاری از گونه‌ها استروژن‌ها (استرادیول) رفتار جنسی و زرده‌سازی را در ماده‌ها تحریک می‌کنند، در حالی که آندروژن‌ها (تستوسترون)، رفتارهای جنسی و اسپرماتوژنز را در نرها القا می‌کنند (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۹۶). در ماهیان، تستوسترون یک آندروژن قوی است که در رشد و نمو جنسی ماهیان نر و پدیده اسپرم‌سازی نقش مهمی دارد (خواجه‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۳). تستوسترون از بیضه ترشح می‌شود و مقدار آن در زمان بلوغ ماهی به بیشترین میزان خود می‌رسد. این هورمون نقش کلیدی در فعال کردن آنزیم‌های فولیکولی برای ساختن پروژستین‌ها دارد (Scott et al., 2010). به هر حال هورمون تستوسترون، علاوه بر دخیل بودن در روند اسپرماتوژنز، ممکن است در فعالیت‌های فیزیولوژیکی دیگر نیز موثر باشد (Kommisrud et al., 2020). در مطالعه جاری میزان تستوسترون در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه پس از تزریق هورمون اوایلین

افزایش داشت که نشان دهنده تاثیر مثبت این هورمون بر میزان غلظت تستوسترون مولدین نر ماهی کپور دریایی است. در بین غلظت‌های مورد بررسی بیشترین افزایش تستوسترون در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نتایج مشابه این مطالعه در برخی از مطالعات دیگر نیز دیده می‌شود، به طوری که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین سطح هورمون تستوسترون در جنس نر ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) در اثر استفاده از هورمون GnRHa مشاهده شد (Mylonas et al., 2010). در ماهی تیلاپپای *Oreochromis aureus*، شروع تخم‌ریزی با افزایش دمای آب با افزایش سطح تستوسترون همراه بود (Katz and Eckstein, 1974). تغییرات هورمون استرادیول تابع نوسانات GTH-II است و در مراحل ابتدایی بلوغ نهایی اووسیت‌ها، همزمان با افزایش GTH-II میزان هورمون‌های استرادیول و تستوسترون نیز افزایش می‌یابد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۷). ۱۷- بتا استرادیول هم توسط غدد جنس ماده و هم از بافت‌های بین کلیه ترشح می‌شود. به طور کلی، استرادیول مسئول تحریک ویتلوژنز است و همچنین توسط غدد جنسی ماده در دوره قبل از تخم‌ریزی ترشح می‌شود (Taghizadeh et al., 2013). هورمون تستوسترون سبب افزایش ۱۷- بتا استرادیول در خون ماهی می‌شود تا باعث رشد اووسیت‌ها و اسپرم شود (پوراسماعیلیان و همکاران، ۱۳۹۵؛ معبودی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه جاری نیز میزان استرادیول در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه افزایش یافت که نشان دهنده تاثیر هورمون اوایلین بر میزان ترشح استرادیول در مولدین نر ماهی کپور دریایی است. در بین غلظت‌های مورد بررسی بیشترین افزایش در غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. پروژسترون‌ها که مسئول بلوغ نهایی تخمک نابالغ در جنس ماده بیشتر ماهیان هستند، می‌توانند نقش مهمی را در بلوغ نهایی اسپرم ماهیان نیز ایفا کنند (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۹۶). پژوهشگران ثابت کرده‌اند که در مراحل نهایی رسیدگی اووسیت، غلظت پروژسترون افزایش می‌یابد (آخوندیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ Poortenaar et al., 2001). از پروژستین‌های مهم در ماهیان دی‌هیدروکسی پروژسترون است که مقدار این هورمون در ماهیان استخوانی اندک و کمتر از ۱ نانوگرم در هر میلی‌لیتر سرم خون است. این امر نشان دهنده نقش اندک این

افزایش دهد (Betsy et al., 2019). در مطالعه جاری نیز هورمون اوالین بر برخی شاخص‌های اسپرم‌شناختی ماهی کپور دریایی نر تاثیر گذاشت. عوامل محیطی خارجی می‌توانند روی کیفیت و حرکت اسپرم اثر بگذارند. عواملی مانند pH یا یون‌های موجود می‌توانند باعث پلاریزاسیون غشای سلولی و باعث تحرک اسپرم ماهیان شوند (Gharaei et al., 2011). تحرک اسپرم شاخص باروری موجود نر است، چرا که جهت حرکت و مدت زمان تحرک اسپرم باعث توانایی سلول جنسی نر در لقاح موفق‌آمیز با سلول جنسی ماده می‌شود. بالاتر بودن طول دوره تحرک اسپرم نیز می‌تواند شانس انجام لقاح را افزایش دهد (Betsy et al., 2019). در بررسی حاضر بیشترین طول دوره تحرک اسپرم در تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان در تیمار ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. درصد بالای اسپرم‌های متحرک می‌تواند در نتیجه بالا بودن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم باشد که نشان دهنده کیفیت بالای اسپرم ماهی است، به طوری که Secer و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند بین درصد اسپرم‌های متحرک با غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم ارتباط مستقیمی وجود دارد به گونه‌ای که پایین بودن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم باعث کاهش

هورمون در فرآیند اسپرماتوژنز است (Scott et al., 2010) و در مطالعه جاری نیز میزان آن کمتر از ۱ بود که پس از تزریق هورمون اوالین مقدار آن افزایش یافت. دی‌هیدروکسی پروژسترون از بیضه و اسپرم بالغ ترشح می‌شود (Scott et al., 2010) و با اثرگذاری بر کانال‌های یونی غشای سیتوپلاسمی اسپرم، تحرک اسپرم را کنترل می‌کند (Martyniuk et al., 2006). در مطالعه حاضر نیز تزریق هورمون اوالین باعث افزایش غلظت پروژسترون در ماهی کپور دریایی نر شد که بیشترین مقدار افزایش هورمون پروژسترون در اثر تزریق هورمون در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین افزایش در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

کیفیت اسپرم یک متغیر بسیار مهم در مدیریت پرورش ماهیان مولد محسوب می‌شود (Aliniya et al., 2013). کیفیت منی از عواملی است که می‌تواند میزان لقاح را تحت تاثیر قرار دهد. مطالعه ویژگی‌های منی برای فهم فرآیندهای بیوشیمیایی که موجب حرکت اسپرم و عمل لقاح می‌شود، ضروری است. تزریق هورمون‌های مختلف می‌تواند روی کیفیت شاخص‌های اسپرم‌شناختی ماهی تاثیر داشته باشد به گونه‌ای که در برخی موارد کیفیت آن را

درصد اسپرم‌های متحرک و در نتیجه کاهش کیفیت اسپرم می‌شود. این امر در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد به طوری که کمترین مدت زمان تحرک اسپرم در غلظت حاوی کمترین مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم (غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر درصد اسپرماتوکریت مولدین نر در تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت و تزریق غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث افزایش میزان اسپرماتوکریت در مقایسه با تیمارهای ۰/۳ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم شد. اما بین تیمارهای ۰/۲ و ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیز بین تیمارهای ۰/۳ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم تفاوت معنی‌داری دیده نشد. چنین نوساناتی در حجم اسپرم ممکن است در نتیجه متغیر بودن مراحل رسیدگی جنسی بین مولدین نر، روش‌های به کارگیری هورمون (تزریق و ایمپلنت)، شرایط متفاوت محیطی و ویژگی‌های زیستی مولدین باشد (Burak, 2020). pH یکی از شاخص‌های مهم فعال کننده اسپرم در گونه‌های ماهیان است که روی قابلیت لقاح اسپرم تاثیر می‌گذارد (Kommisrud et al., 2020). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین pH مایع سمینال و طول دوره تحرک اسپرم وجود دارد (ایمانپور و

زادمجید، ۱۳۹۶) که در بررسی حاضر بالاترین میزان pH در تیمار ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. با مطالعه ترکیبات پلاسمای منی اطلاعاتی درباره مکانیسم تنظیم‌کنندگی رفتار و تحرک اسپرم درک خواهد شد. ترکیبات پلاسمای منی تاثیر بسیار مهمی بر ماهیانی دارد که دارای لقاح خارجی هستند. همچنین ممکن است ترکیبات یونی در فصل تکثیر تغییر کند (Igorova et al., 2018). گزارش شده است که یون‌هایی مانند سدیم و کلسیم اثر بازدارندگی یون پتاسیم را بر تحرک اسپرم در ماهیان خنثی می‌کنند و کاتیون‌های دو ظرفیتی نسبت به سدیم بسیار موثرتر هستند (سیفی و همکاران، ۱۳۹۰). اغلب کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم اثر آنتاگونیستی برای جلوگیری از تاثیر یون پتاسیم بر تحرک اسپرم دارند (Igorova et al., 2018). در مطالعه جاری بیشترین میزان کلسیم در تیمارهای ۰/۲۵ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیشترین میزان سدیم در تیمارهای ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمار ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین میزان پتاسیم در تیمارهای ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم تغییرات معنی‌داری نداشت، اما در تیمار ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم میزان آن کمتر از سه تیمار دیگر بود و اختلاف معنی‌دار

داشت. آنزیم‌های فعال پلاسمای منی مانند آلکالین فسفاتاز برای فرآیندهایی که انرژی را برای زنده‌مانی، تحرک و باروری اسپرماتوزوآ فراهم می‌کنند، مورد نیاز هستند (Diaz et al., 2019). در مطالعه جاری میزان آلکالین فسفاتاز در تیمارهای ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم تفاوت معنی‌داری نداشت. اما تزریق ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم اوالین باعث افزایش میزان آلکالین فسفاتاز اسپرم شد و تفاوت معنی‌داری با سه تیمار دیگر داشت.

در مجموع، مطالعه جاری نشان داد استفاده از هورمون اوالین باعث تغییراتی در برخی از شاخص‌های خونی، هورمون‌های استروئیدی و شاخص‌های اسپرم‌شناختی ماهی کپور نر شد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در بیشتر شاخص‌های مورد بررسی (بویژه هورمون‌های استروئیدی) کمترین تاثیر مثبت را داشت، از این رو برای تکثیر ماهی کپور دریایی نر پیشنهاد نمی‌شود. ضمن این که غلظت ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نیز دارای تاثیرات مثبت کمتری در مقایسه با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. با توجه به این که پیشنهاد شرکت سازنده هورمون تزریق ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن برای ماهیان ماده و نصف این مقدار برای ماهیان نر بود و ضمن این که نتایج این بررسی هم نشان داد که غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن بهترین تاثیر را بر هورمون‌های استروئیدی و برخی شاخص‌های اسپرم‌شناختی مورد مطالعه در کپور دریایی نر داشت، بنابراین پیشنهاد می‌شود همسو با نظر شرکت سازنده از غلظت‌های بالا برای تزریق مولدین نر کپور دریایی در تکثیر مصنوعی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرگز در اجرای طرح تحقیقاتی درون دانشگاهی شماره ۳۶۲ تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- آخوندیان م.، سواری ا.، سلامات ن.، **موحدی نیا ع. و سالاری م.ع.** ۱۳۹۴. تغییرات سطح پلاسمایی هورمون‌های استروئیدی (۱۷ بتا استرادیول، ۱۷ آلفا ۲۰ بتا هیدروکسی پروژسترون و کورتیزول) و الکترولیت‌ها (کلسیم، سدیم و پتاسیم) طی مراحل مختلف چرخه‌ی تولیدمثلی ماهی کلمه خزری (*Rutilus rutilus caspicus*) در بندر ترکمن (جنوب دریای خزر). اقیانوس‌شناسی، ۶(۲۱): ۱۱۷-۱۲۶.
- ایمانپور م.ر. و زادمجید و.** ۱۳۹۶. مقدمه‌ای بر تکثیر ماهیان. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۷۵ص.
- بهمنی م.** ۱۳۷۸. بررسی اکوفیزیولوژی استرس از سیستم H.P.G، H.P.I. از طریق اثر بر محور ایمنی و فرآیند تولیدمثل در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی. ۲۷۴ص.
- پوراسماعیلیان م.، خارا ح. و احمدنژاد م.** ۱۳۹۵. بررسی هورمون‌های جنسی و بافت‌شناسی مولد ماده شاه‌کولی مهاجر به تالاب انزلی. مجله زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۵(۱): ۹-۲۲.
- حسینی فرد س.م.، قبادی ش.، خدابخش ا. و رزاقی منصور م.** ۱۳۹۲. تاثیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف آرد سویا همراه با مکمل آنزیمی آویزایم بر شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله دامپزشکی ایران، ۹(۳): ۴۳-۵۳.
- حیدری ا.، خارا ح. و وهاب‌زاده ح.** ۱۳۹۲. اثر جنس و هورمون‌تراپی بر برخی فراسنجه‌های سلولی و بیوشیمیایی خون کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۴(۴): ۱۵-۲۲.
- خارا ح.، فلاحتکار ب.، مکنث‌خواه ب.، رهبر م. و احمدنژاد م.** ۱۳۹۳. اثر تزریق هورمون ۱۷-بتا استرادیول بر تغییرات هماتولوژیک ماهی ازون‌برون جوان (*Acipenser stellatus*). مجله زیست‌شناسی دریا، ۶(۲۱): ۷۳-۷۸.
- خواجه‌محمدی ق.، زمینی ع. و فرخ روزلاشیدانی م.** ۱۳۹۳. بررسی هورمون‌های جنسی و هیپوفیزی و فاکتورهای استرس سرم مولدین تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در سواحل گیلان. مجله آبزیان و شیلات، ۵(۱۷): ۳۳-۴۲.
- زادمجید و. و وزیری ا.** ۱۳۹۵. پاسخ ایمنی و تغییر فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیمی خون مولدین ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) تحت تزریق هورمون گنادوتروپین جفتی انسانی (HCG). علوم و فنون شیلات، ۵(۲): ۴۵-۵۸.
- سیفی ت.، ایمانپور م. ر.، جعفری و مخدومی چ.** ۱۳۹۰. مقایسه اثرات تزریق هورمون‌های اووایپریم، HCG و عصاره هیپوفیز روی

گلمرادی ا.، سجادی م.، فلاحتکار ب.، عفت‌پناه کمایی ا. و حمزه‌نژاد بانگودی م. ۱۳۹۱. تاثیر هورمون گنادوتروپین انسانی و عصاره هیپوفیز کپور بر سطوح هورمون‌های جنسی، شاخص‌های استرس و کیفیت اسپرماتوزوا در مولدین نر ماهی سوف سفید. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱(۳): ۸۵-۶۵.

معبودی ح.، جوادزاده ن.، سواری ع. و آذیر م.ت. ۱۳۹۷. مقایسه‌ی تاثیر تزریق سه مرحله‌ای عصاره غده هیپوفیز و هورمون LHRHa2 با تزریق دو مرحله‌ای عصاره هیپوفیز بر برخی شاخص‌های بافتی، تولیدمثلی و استروئیدهای جنسی مولدین نر و ماده شیربت (*Arabibarbus grypus*). فصلنامه فیزیولوژی و تکوین جانوری، ۱۱(۲): ۲۶-۱۷.

یونس‌زاده م.، بهمنی م.، کاظمی ر.، پوردهقان م. و فیض‌بخش ح. ۱۳۸۶. مطالعه سطوح کورتیزول و فراسنجه‌های خونی در مولدان اوزون برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در شرایط تکثیر مصنوعی با استفاده از GnRH. مجله علوم و فنون دریایی، ۶(۳-۴): ۹۴-۸۳.

پارامترهای اسپرم‌شناختی مولدین نر کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله منابع طبیعی ایران، ۶۴(۱): ۶۳-۵۵.

شیرمحمدلی ح.م.، محمدنژاد م. و عالمی رستمی ش. ۱۳۹۹. ارتباط بین وزن و برخی از شاخص‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). محیط زیست جانوری، ۱۲(۲): ۲۳۸-۲۳۳.

عباسی ف.، عریان ش. و متین‌فر ع. ۱۳۸۷. تغییرات هورمون‌های جنسی در طی مراحل رشد تخمدان ماهی *Epinephelus coioides* در خلیج فارس. پژوهش و سازندگی، ۲۱(۲): ۷۲-۸۰.

عقیلی ک.، یگانه س. و امینی ک. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات شاخص‌های یونی و هورمونی سرم خون مولدین وحشی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) و مولدین دریایی پرورش یافته. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۶(۳): ۸۵-۹۹.

Aliniya M., Nezami S., Khara H., Baradaran Noveiri S., Dadras H. and Fallah Z. 2013. Influence of Age of common carp (*Cyprinus carpio*) broodstock on reproductive traits and fertilization. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 19–25.

Arabac M., Cagirgan H. and Sari M. 2001. Induction of spawning in

common carp (*Cyprinus carpio*) using LHRHa ([D-Ser(tBu)6, Pro9-NEt]-LHRH) combined with haloperidol: Effects of different treatment time and determination of latency period dependence on temperature. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1: 1–5.

- Ayoola S., Kuton P. and Chukwu S. 2012.** Comparative study of piscine and non-piscine pituitary extract and ovulin for inducing spawning in catfish (*Clarias gariepinus*). African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 12(6): 6809–6822.
- Baghizadeh E. and Khara H. 2015.** Variability in hematology and plasma indices of common carp *Cyprinus carpio*, associated with age, sex and hormonal treatment. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(1): 99–111.
- Betsy C.J., Kummar J.S.S. and Jawahar K.T.P. 2019.** Effect of different extender and dilution ratios on the spermatological and fertilization parameters of *Cyprinus carpio* during cryopreservation. Biopreservation and Biobanking, 17(2): 157–162.
- Bosak Kahkesh F., Yooneszadeh Feshalami M., Amiri F. and Nickpey M. 2010.** Effect of ovaprim, ovatide, HCG, LHRH-A2, LHRHA2+CPE and carp pituitary in benni (*Barbus sharpeyi*) artificial breeding. Global Veterinaria, 5(4): 209–214.
- Burak E.I. 2020.** Fertilization rate, motility, lipid peroxidation and pH changes after chilled storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs and spermatozoa by a RMPI medium. Aquaculture Research, 51(1): 222–231.
- Diaz R., Lee-Estevez M., Quinones J., Dumorne K., Short S. and Ulloa-Rodriguez P. 2019.** Changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) sperm morphology and membrane lipid composition related to cold storage and cryopreservation. Animal Reproduction Science, 204: 50–59.
- Ejraei F., Ghiasi M. and Khara H. 2015.** Evaluation of hematological and plasma indices in grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, with reference to age, sex, and hormonal treatment. Fisheries and Aquatic Life, 23(3): 163–170.
- Falahatkar B., Poursaeid S., Efatpanah I., Meknatkhah B. and Ershad Langroudi H. 2010.** Effects of hormonal treatment on induced spermiation, ovulation and steroids changes in Eurasian pikeperch *Sander lucioperca*. Aquaculture Europe Conference, European Aquaculture Society, Portugal.
- Fu B., Yu X., Tong J., Pang M., Zhou Y., Liu Q. and Tao W. 2019.** Comparative transcriptomic analysis of hypothalamus-pituitary-liver axis in bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) with differential growth rate. Journal of BMC Genomics, 20(328): 2–8.
- Gharaei A., Rahdari A. and Ghaffari M. 2011.** Induced spawning of *Schizothorax zarudnyi* (Cyprinidae) by using synthetic hormones (ovaprim and HCG).

- World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(6): 518–522.
- Guedes-Alonso R., Sosa-Ferrera Z., and Santana-Rodriguez J.J. 2017.** Determination of steroid hormones in fish tissues by microwaveassisted extraction coupled to ultra-high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. Food Chemistry, 237: 1012–1020.
- Igorova V., Psenicka M., Lebeda I., Rodina M. and Saito T. 2018.** Polyspermy produces viable haploid/diploid mosaics in sturgeon. Biology of Reproduction, 99(4): 695–706.
- Judycka S., Nynca J. and Ciereszko A. 2019.** Opportunities and challenges related to the implementation of sperm cryopreservation into breeding of salmonid fishes. Theriogenology, 132: 12–21.
- Katz Y. and Eckestein B. 1974.** Changes in steroid concentrations in blood of female *Tilapia aurea* (Teleostei, Cichlidae) during initiation of spawning. Journal of Endocrinology, 95: 963–966.
- Kime D.E. and Dolben I.P. 1985.** Hormonal changes during induced ovulation of the carp, *Cyprinus carpio*. General and Comparative Endocrinology, 58: 137–149.
- Kommisrud E., Myromslien F.D., Stenseth E.B., Zeremichael T.T., Hofman N., Grevle I. and Sunde J. 2020.** Viability, motility, ATP content and fertilizing potential of sperm from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in milt stored before cryopreservation. Theriogenology, 15(151): 58–65.
- Mamndeyati U.N., Otebe J.A., Ibagye O.M. and Agatsa T.D. 2018.** Effect of varying dosage of ovulin on the breeding performance of *Clarias gariepinus* in improvised hatchery tanks in Benue State University, Makurdi, Benue State, Nigeria. Trends in Science and Technology Journal, 3(1): 230–233.
- Maradun H.F., Argungu L.A., Abubakar M.Y., Umar F., Kasim L.I. and Sahabi A.M. 2019.** Effect of different doses of ovulin hormone suspended in saline on the induced breeding performance of African catfishes *Clarias anguillaris* and *Clarias gariepinus* in Sokoto, Nigeria. Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research, 8: 1–8.
- Maradun H.F., Umar F., Ibrahim A., Mubarak A., Zarau I.J. and Muhammad S.A. 2018.** Effect of different doses of ovulin hormone on the induced breeding performance of *Clarias gariepinus*. Journal of Animal and Veterinary Sciences, 5(1): 1–5.
- Martyniuk C.J., Gallant N.S., Marlatt V.L., Wiens S.C., Woodhouse A.J. and Trudeau V.L. 2006.** Current perspectives on

- 17 β -estradiol (E2) action and nuclear estrogen receptors (ER) in teleost fish. P: 625–663. In: Reinecke M., Zaccone G. and Kapoor B.G. (Eds.). Fish Endocrinology, Vol. 2. CRC Press, USA.
- Metwally M.A.A. and Fouad I.M. 2008.** Some biochemical changes associated with injection of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) with oviaprim and pregnyl for induction of artificial spawning. *Global Veterinaria*, 6: 320–326.
- Mommsen T.P. and Walsh P.J. 1988.** Vitellogenesis and oocyte assembly. *Fish Physiology*, 11: 347–406.
- Mylonas C.C., Fostier A. and Zanuy S. 2010.** Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 516–534.
- Odhiambo E., Angienda P., Okoth P. and Onyango D. 2020.** Stocking density induced stress on plasma cortisol and whole blood glucose concentration in Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) of Lake Victoria, Kenya. *International Journal of Zoology*, 2: 1–8.
- Poortenaar C., Hooker S. and Sharp N. 2001.** Assessment of yellow tail kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. *Aquaculture*, 201: 271–286.
- Saha N.R., Usami T. and Suzuki Y. 2003.** Seasonal changes in the immune activities of common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 26: 379–387.
- Scott A.P., Sumpter J.P. and Stacey N. 2010.** The role of the maturation-inducing steroid, 17,20beta-dihydroxypregn-4-en-3-one, in male fishes: A review. *Journal of Fish Biology*, 76(1): 183–224.
- Secer S., Tekin N., Bozkurt Y., Bukan N. and Akcay A. 2004.** Correlation between biochemical and spermatological parameters in rainbow trout semen. *Israeli Journal of Aquaculture*, 56: 274–280.
- Taghizadeh V., Imanpoor M.R. and Mehdinejad N. 2013.** Study the seasonal steroid hormones of common carp in Caspian Sea, Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(3): 282–285.
- Ukwe I.O.K. and Abu O.M.G. 2016.** Evaluation of efficacy and cost effectiveness of ovulin and ovaprim hormones for spawning of african catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Fisheries Sciences*, 10(4): 52–63.
- Webb M.A.H., Feist G.W., Foster E.P., Schreck C.B. and Fitzpatrick M.S. 2002.** Potential classification of sex and stage of

gonadal maturity of wild white sturgeon using blood plasma indicators. Transactions of the American Fishery Society, 131: 132–142.

Zidan S.R.S., Saleh H.H.E., Semaida A.I., Abou-Zied R.M. and Allam S.M. 2020. Effect of different doses of human chorionic

gonadotropin (HCG) hormone on stripping response and reproductive performance of the African catfish (*Clarias gariepinus*). Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 24(6): 225–242.



Research Paper

The effect of ovulin hormone on some hematological, biochemical, hormonal and sperm parameters of male broodstocks of carp (*Cyprinus carpio*) in the Caspian Sea

Majid Mohammadnejad^{1*}, Taiebeh Enayat Gholampour², Morad Mohammad Shakiba³,
Abdoljabbar Ghezel³, Abbasali Aghaei Moghaddam⁴

Received: May 2021

Accepted: August 2021

Abstract

Due to use of ovulin hormone in the carp breeding centers and lack enough information about the effect of its different concentrations on this fish broodstocks, evaluation of the effectiveness of ovulin hormone in artificial reproduction of carp is essential. This study was performed on 12 male broodstocks of carp with an average weight of 1307.85 ± 169.57 g. Fish in 4 groups (each group with 4 fish) were injected at doses of 0.2, 0.25, 0.3 and 0.35mg/kg body weight of ovulin hormone in one time. The injection method was performed peritoneally and below the pectoral fin. Blood samples were taken from fish in two times, before injection and 10 hours after injection. Based on the results, it was found that injection of different doses of ovulin hormone had no effect on red blood cell counts (RBC), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and white blood cell counts (WBC) ($P > 0.05$). However, the amount of hemoglobin, hematocrit and granulocytes in all treatments decreased in the blood of male broodstock after the injection of ovulin hormone and the percentage of monocytes increased ($P < 0.05$). It had no effect on total protein and sodium ($P > 0.05$). However, glucose and calcium levels increased and triglyceride, albumin and potassium levels decreased in the studied doses ($P < 0.05$). The levels of cortisol and sex hormones testosterone, estradiol and progesterone in male broodstocks increased in all doses studied ($P < 0.05$). Also, the highest sperm motility and spermatocrit were observed in 0.2 mg/kg, pH in 0.3 mg/kg, triglyceride and alkaline phosphatase in 0.35mg/kg and calcium, sodium and potassium in 0.25mg/kg ($P < 0.05$). The results of this study showed that doses of 0.25 and 0.3mg/kg body weight had the best effect on blood indices, steroid hormones and sperm indices in male broodstocks of carp.

Key words: *Blood, Sperm, Steroid Hormones, Male Broodstocks, Carp.*

1- Associate Professor in Department of Fisheries, Bandar Gaz Branch, Islamic Azad University, Bandar Gaz, Iran.

2- Ph.D. in Fisheries, Dezful Fisheries Office, Khuzestan General Fisheries Office, Iran Fisheries Organization, Dezful, Iran.

3- M.Sc. in Fisheries, General Department of Fisheries, Golestan Province, Sijual Bony Fish Breeding Center, Bandar Turkmen, Iran.

4- Assistant Professor in Inland Waters Aquatic Stocks Research Center-Gorgan, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.

*Corresponding Author: majid_m_sh@bandargaziau.ac.ir