

ارزیابی اثرات سن، جنس و مراحل تولیدمثلی روی شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) دریای خزر (استان گیلان)

زکيه بنی‌مهد کیوانی^۱، اکرم تهرانی‌فرد^{۲*}، اعظم مشفق^۲

تاریخ دریافت: شهریور ۹۸

تاریخ پذیرش: آذر ۹۸

چکیده

شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* دارای بیشترین فراوانی در خزر جنوبی است و یک گونه اقتصادی و ارزشمند به شمار می‌آید. ویژگی‌های خون‌شناسی ماهیان یکی از با ارزش‌ترین شواهد مراحل فیزیولوژیک ماهیان است. برای ارزیابی اثرات سن، جنس و مراحل تولیدمثلی روی شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی، ۳۷ قطعه ماهی در ساحل رودسر در بهمن و اسفند ۱۳۹۶ و فروردین، اردیبهشت و آبان ۱۳۹۷ به طور تصادفی صید شد. پس از صید، از ماهیان خون‌گیری شد و بعد از اندازه‌گیری شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی، ماهیان بر اساس جنسیت، رده سنی (۳، ۴ و ۵ سال) و مرحله تولیدمثلی (قبل، هنگام و بعد از تخم‌ریزی) با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بین جنس نر و ماده تقریباً در هیچ یک از شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0/05$) و تنها ائوزینوفیل و تستوسترون دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0/05$). در مقایسه بین سنین مختلف نیز، میزان گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، کورتیزول و MCHC دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$) و شاخص‌های دیگر اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند ($P > 0/05$). مقایسه مراحل مختلف تولیدمثلی اختلاف معنی‌داری را در بیشتر شاخص‌ها نشان داد. به طور کلی، شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی این ماهی متأثر از جنسیت نبود، اما سن روی تعدادی از شاخص‌ها موثر بود و مراحل تولیدمثلی نیز روی بیشتر شاخص‌ها تأثیر به‌سزایی داشت.

واژگان کلیدی: شگ‌ماهی، شاخص‌های خونی، دریای خزر.

۱- کارشناس ارشد زیست‌شناسی دریا، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲- استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

* نویسنده مسئول: akram.tehranifard95@gmail.com

مقدمه

سیستم ایمنی ماهیان خطی دفاعی در برابر عوامل بیماری‌زا است (Qstegaard et al., 2009). مطالعه سطوح هورمون‌های استروئیدی برای دستیابی به مکانیسم‌های مربوط به رفتار تولیدمثلی، گامتوزن و استروئیدوزن صورت می‌گیرد (Li et al., 2007) و شناخت مشخصات هورمونی از مهم‌ترین عوامل تشخیص فرآیند تولیدمثل در ماهیان است (Bucci and Murphy, 2001).

تاکنون مطالعات مختلفی روی شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی ماهیان انجام شده است که می‌توان به مطالعه فلاحتکار و پورحسین سارمه (۱۳۹۲) روی تغییرات بیوشیمیایی، استروئیدهای جنسی و شاخص‌های خونی در قبل و پس از تخم‌ریزی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)، محمدیان و همکاران (۱۳۹۳) روی روند تغییرات سالانه هورمون‌های استروئیدی جنسی مولدین ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*)، خدادوست و همکاران (۱۳۹۴) روی بلوغ جنسی و سطوح هورمون‌های استروئیدی گنادی اردک‌ماهی (*Esox lucius*) تالاب انزلی، ذاکر و همکاران (۱۳۹۵) روی فعالیت لیزوزیم سرم خون و موکوس پوست ماهی سفید (*Rutilus frisii*) دریای خزر در

شگ‌ماهیان از جمله ماهیان سطح‌زی دریای خزر هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰) و در بسیاری از زنجیره‌های غذایی نقش مهمی ایفا می‌کنند. این امر به دلیل تغذیه این ماهیان از فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها است (ستاری، ۱۳۸۹). این ماهیان در دریای خزر دارای دو جنس کیلکا (*Clupeonella sp.*) و شگ‌ماهی (*Alosa sp.*) هستند (Paknejad et al., 2014) و در حوضه خزر جنوبی پراکنش وسیعی دارند. در این میان گونه *Alosa braschnikowi* به علت داشتن وزن و طول مناسب، یک گونه اقتصادی و ارزشمند به شمار می‌رود (افرائی بندپی و همکاران، ۱۳۸۵).

خون از مهم‌ترین بافت‌های بدن جانوران است (Feist et al., 2004). ویژگی‌های خون‌شناسی ماهیان یکی از ارزشمندترین شاخص‌های فیزیولوژیک ماهیان است (Cicik and Engin, 2005) که به طور گسترده در ارزیابی آبزیان استفاده می‌شود (Kavitha et al., 2010). شاخص‌های خونی تحت تاثیر فصل، سن (Jamalzadeh and Ghomi, 2009)، گونه ماهی، بلوغ جنسی و وضعیت سلامتی (Radu et al., 2009) قرار می‌گیرند. (Patriche et al., 2011)

حاضر می‌تواند به شناخت فیزیولوژی خون و تکثیر این گونه کمک شایانی کند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

برای انجام این پژوهش، نمونه‌های شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در بهمن و اسفند ۱۳۹۶ و فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۷ از طریق پره صیادی شهید انصاری (صید مجاز) و پره‌های ساحلی (صید آزاد) در ساحل رودسر صید شدند. با وجود صرف هزینه و تلاش بسیار در فصل تابستان، مولدی یافت نشد (احتمالا به علت مهاجرت مولدین به خزر شمالی) و مجدداً با آغاز صید مجاز در آبان ۱۳۹۷، نمونه‌برداری انجام شد. در مجموع، ۳۷ عدد ماهی مولد از سنین مختلف و دو جنس نر و ماده (۲۲ مولد ماده و ۱۵ مولد نر) صید شد. پس از صید، ماهیان به تشت‌های محتوی آب دریا منتقل شدند. شاخص‌های آب نیز توسط اکسیژن‌متر، دماسنج، شوری‌سنج و pH متر (WTW، آلمان) اندازه‌گیری شد. ماهیان پس از بر طرف شدن استرس حاصل از صید، با عصاره گل میخک به مقدار ۱۰۰ ppm بیهوش شدند (شریف‌پور و همکاران، ۱۳۸۱).

اکوسیستم‌های آب لب‌شور و آب شیرین، حاتمی و نصری تجن (۱۳۹۶) روی شاخص‌های خونی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی در گروه‌های سنی بچه ماهی، جوان و مولد، Aras و همکاران (۲۰۰۸) روی تغییرات فصلی برخی از شاخص‌های خونی ماهی *Pradhan, Leuciscus cephalus* و همکاران (۲۰۱۲) روی تغییرات فصلی شاخص‌های خونی ماهی *Shankar, Catla catla* و همکاران (۲۰۱۵) روی نقش کورتیزول و اثر آن بر ماهی *Sheikh, Notopterus notopterus* و Ahmed (۲۰۱۶) روی تغییرات شاخص‌های خونی ماهی *Schizothorax plagiostomus* و Matsche و همکاران (۲۰۱۷) روی مقایسه شاخص‌های خونی و شیمی پلاسمای ماهی *Alosa mediocris* صید شده با ابزارهای مختلف اشاره کرد. به طور کلی، به نظر می‌رسد که در این مطالعات تاثیر مراحل جنسی از سن و جنسیت بیشتر باشد.

به طور کلی می‌توان گفت که هدف از انجام این مطالعه اندازه‌گیری شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی در دو جنس نر و ماده، در سنین مختلف و در مراحل تولیدمثلی مختلف است. با توجه به این که تاکنون مطالعه جامعی روی این گونه انجام نشده است، مطالعه

خون‌گیری و زیست‌سنجی

خون‌گیری از سیاهرگ ساقه دمی (Stolen et al., 1994) انجام شد و ۱ میلی‌لیتر خون در میکروتیوب هپارینه (برای سنجش شاخص‌های خونی) و ۲ میلی‌لیتر در میکروتیوب غیرهپارینه (برای اندازه‌گیری‌های هورمونی و ایمنی) ریخته شد. نمونه‌ها در یک کلمن حاوی یخ خشک و بدون تکان شدید به آزمایشگاه تخصصی ویرومد واقع در شهر رشت منتقل شدند. در آزمایشگاه سرم خون با استفاده از سانتریفوژ (Labofuge Sepatech Heraeus, آلمان) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جداسازی شد و نمونه سرم تا زمان انجام سنجش هورمونی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شد (Pottinger and Carrick, 2001).

بعد از خون‌گیری، ماهیان در یونولیت محتوی یخ به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان منتقل شدند. شناسایی گونه به کمک کلیدهای شناسایی معتبر انجام شد (Suleymanov et al., 2013). تعیین سن با استفاده از شمارش حلقه‌های سالیانه پولک‌ها انجام گرفت (Schneider, 2000) و ماهیان در دو جنس نر و ماده، ۳ رده سنی (۳، ۴ و ۵) و سه مرحله

تولیدمثلی (قبل، هنگام و بعد از تخم‌ریزی) تقسیم شدند. طول کل، چنگالی و استاندارد ماهیان با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت یک میلی‌متر و وزن ماهیان با ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد (Nikolsky, 1963). سپس، گنادها خارج و وزن شدند. شاخص گنادی (GSI) از رابطه ۱ به دست آمد (Biswass, 1993).

رابطه ۱:

$$GSI(\%) = (W_G / W_T) \times 100$$

W_G : وزن گناد؛ W_T : وزن کل.

اندازه‌گیری شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی خون

شمارش تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) با استفاده از محلول رقیق‌کننده هایم (Hiem) و شمارش تعداد گلبول‌های سفید (WBC) با استفاده از محلول رقیق‌کننده ریس (Rees) توسط لام نئوبار انجام شد و تعداد آن‌ها در هر میلی‌متر مکعب خون از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه شد (Stolen et al., 1994).

رابطه ۲:

$$RBC (\text{mm}^{-3}) = \Sigma R_i \times 10000$$

ΣR_i : تعداد گلبول‌های قرمز شمارش شده در پنج خانه متوسط (شامل چهار خانه متوسط حاشیه‌ای و یک خانه مرکزی) از خانه بزرگ مرکزی لام نئوبار.

رابطه ۳:

$$WBC (mm^{-3}) = \Sigma W_i \times 50$$

ΣW_i : تعداد گلبول‌های سفید شمارش شده در چهار خانه بزرگ حاشیه‌ای لام نئوبار.

حاوی نمونه خون پس از قرار گرفتن در داخل میکروسانتریفوژ (D-78532 Tuttlingen, Hettrich, آلمان) به مدت پنج دقیقه در ۷۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفوژ شدند (Houston, 1990).

شاخص‌های خونی MCV، MCH و MCHC نیز بر اساس رابطه‌های ۵ تا ۷ محاسبه شدند (Klontz, 1994).

رابطه ۷:

$$MCV (fL) = [Hct / RBC (per million)] \times 10$$

رابطه ۸:

$$MCH (pg) = [Hb / RBC (per million)] \times 10$$

رابطه ۹:

$$MCHC (\%) = (Hb / Hct) \times 100$$

اندازه‌گیری IgM به روش کدورت‌سنجی و با استفاده از دستگاه (Stat) ELISA Reader (Awareness, Fax-2100، آمریکا) انجام شد. شدت کدورت به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۳۴۰ نانومتر خوانده شد (Ellis, 1977). برای اندازه‌گیری لیزوزیم، ۲۵۰ میکرولیتر نمونه سرم با ۱/۷۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون باکتری *Micrococcus lysodeikticus* مخلوط شد و جذب نوری به روش طیف‌سنجی با استفاده از دستگاه

برای شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، گسترش تهیه شده از نمونه خون ابتدا به وسیله متانول ۹۶ درصد تثبیت و سپس با محلول ۱۰ درصد گیمسا رنگ‌آمیزی شد. شمارش انواع گلبول‌های سفید مانند نوتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت و ائوزینوفیل با کمک دستگاه شمارنده دستی به روش زیگزاگ انجام شد (Klontz, 1994).

اندازه‌گیری هموگلوبین به روش سیان مت هموگلوبین و با استفاده از اسپکتروفتومتر (Unico, 2100-VIS، آمریکا) در طول موج ۵۴۰ نانومتر انجام شد (Klontz, 1994) و مقدار آن بر اساس رابطه ۴ محاسبه شد (Blaxhall and Daisley, 1983).

رابطه ۴:

$$Hb (g/dL) = (OD_s / OD_{St}) \times C_{St}$$

OD_s : جذب نمونه؛ OD_{St} : جذب محلول استاندارد؛ C_{St} : غلظت محلول استاندارد.

برای تعیین درصد هماتوکریت از روش میکروههماتوکریت استفاده شد و لوله‌های موئین

مختلف و همچنین مراحل مختلف تولیدمثل از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و برای جداسازی گروه‌های همگن از پس‌آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. زمانی که داده‌ها نرمال نبودند از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها بین دو جنس نر و ماده در حالت نرمال از آزمون تی-استیودنت و در غیر این صورت از آزمون من-ویتنی استفاده شد.

نتایج

اطلاعات مربوط به عوامل محیطی در جدول ۱ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی این عوامل، بیشترین و کمترین مقدار دمای آب و هوا به ترتیب در اردیبهشت و بهمن، بیشترین و کمترین مقدار اکسیژن در اسفند و اردیبهشت، بیشترین و کمترین مقدار pH در آبان و اردیبهشت و بیشترین و کمترین مقدار شوری در آبان و فروردین مشاهده شد.

اطلاعات مربوط به زیست‌سنجی شگ‌ماهیان نر و ماده در جدول ۲ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده از زیست‌سنجی، طول کل، طول چنگالی، طول

اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۷۰ نانومتر خوانده شد (Ellis, 1977). سنجش کورتیزول با روش RIA (Rotllant et al., 2001) به وسیله ید ۱۲۵ و با استفاده از دستگاه گاماکانتر (LKB، فنلاند) و کیت تشخیصی (Immunotech، فرانسه) انجام شد. سطوح لاکتات نیز با روش رنگ‌سنجی آنزیمی با استفاده از دستگاه ELISA Reader و کیت تشخیصی (Biorex، انگلستان) اندازه‌گیری شد (Acerete et al., 2004). غلظت سطوح سرمی پرولاکتین نیز با استفاده از روش رادیوایمنواسی محاسبه شد (Prunet et al., 1985). همچنین، هورمون‌های تستوسترون، ۱۷-بتا استرادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون با استفاده از روش ELISA به کمک کیت الایزا (Monobind، آمریکا) اندازه‌گیری شدند (Semenkova et al., 2002).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 صورت پذیرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. زمانی که توزیع داده‌ها نرمال بود، برای مقایسه میانگین داده‌ها بین سنین

استاندارد و وزن در ماهیان نر بیش از ماهیان ماده و شاخص گنادی در ماهیان ماده بیش از ماهیان نر بود. ولی بین دو جنس اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). اطلاعات مربوط به شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی بین جنس نر و ماده شگ‌ماهی در جدول ۳ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده، تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، لنفوسیت، لاکتات، پرولاکتین، لیزوزیم، تستوسترون و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در ماهیان نر بیش از ماهیان ماده و تعداد گلبول‌های سفید، MCHC، MCH، نوتروفیل، مونوسیت، ائوزینوفیل، کورتیزول، Igm و ۱۷-بتا استرادیول در ماهیان ماده بیش از ماهیان نر بود.

جدول ۱: عوامل محیطی اندازه‌گیری شده به صورت ماهیانه (میانگین \pm انحراف معیار)

ماه نمونه‌برداری	دمای آب ($^{\circ}\text{C}$)	اکسیژن محلول (mg/L)	شوری (%)	pH
بهمن	۱۱/۰ \pm ۰/۹۱۹	۸/۰ \pm ۰/۳۶۱	۹/۰ \pm ۴/۳۲۷	۸/۳ \pm ۰/۱۹۸
اسفند	۱۱/۰ \pm ۱/۱۶۰	۹/۶ \pm ۰/۲۶۴	۹/۰ \pm ۴/۱۴۲	۸/۳ \pm ۰/۲۵۵
فروردین	۱۵/۰ \pm ۴/۷۶۴	۸/۵ \pm ۰/۶۷۰	۹/۰ \pm ۲/۲۵۰	۸/۳ \pm ۰/۳۳۸
اردیبهشت	۱۷/۰ \pm ۹۶۶/۴۶۰	۸/۲ \pm ۰/۲۸۴	۹/۰ \pm ۲/۴۲۴	۸/۷ \pm ۰/۲۱۷
آبان	۱۳/۰ \pm ۱/۴۱۸	۸/۵ \pm ۰/۴۰۱	۱۰/۰ \pm ۳/۲۷۳	۸/۵ \pm ۰/۱۳۳

جدول ۲: شاخص‌های زیست‌سنجی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در جنس نر و ماده (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	جنسیت	نر	ماده
طول کل (cm)		۳۰/۰۲ \pm ۳/۹۹	۲۸/۸۱ \pm ۲/۸۴
طول چنگالی (cm)		۲۶/۵۵ \pm ۳/۶۹	۲۴/۹۶ \pm ۲/۵۱
طول استاندارد (cm)		۲۵/۲۹ \pm ۳/۲۹	۲۴/۰۲ \pm ۲/۲۳
وزن (g)		۱۳۶/۰۰ \pm ۵۳/۰۱	۱۱۸/۷۷ \pm ۴۶/۸۳
شاخص گنادی (%)		۲/۷۰ \pm ۲/۱۶	۳/۶۶ \pm ۲/۸۷

تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از شاخص‌ها بین جنس‌های نر و ماده مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۳: شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در جنس نر و ماده (میانگین \pm انحراف معیار)

ماده	نر	جنسیت	شاخص‌های خونی
۴۳۱۸ \pm ۱۰۰۶ ^a	۴۱۹۳ \pm ۱۴۸۷ ^a		تعداد گلبول سفید (mm^{-3})
۲۵۲۵۰۰۰ \pm ۲۹۵۵۳۴ ^a	۲۵۴۱۰۷۱ \pm ۲۱۰۵۱۴ ^a		تعداد گلبول قرمز (mm^{-3})
۱۰/۳۹ \pm ۱/۳۴ ^a	۱۰/۴۱ \pm ۰/۹۷ ^a		هموگلوبین (g/dL)
۵۰/۴۱ \pm ۶/۸۹ ^a	۵۰/۷۱ \pm ۵/۲۱ ^a		هماتوکریت (%)
۱۹۹/۱۴ \pm ۷/۴۷ ^a	۱۹۹/۲۱ \pm ۶/۹۵ ^a		MCV (fL)
۴۱/۱۸ \pm ۱/۶۸ ^a	۴۰/۸۶ \pm ۱/۳۳ ^a		MCH (pg)
۲۰/۶۰ \pm ۰/۳۵ ^a	۲۰/۵۳ \pm ۰/۳۷ ^a		MCHC (%)
۱۷/۳۲ \pm ۲/۱۰ ^a	۱۷/۰۰ \pm ۲/۸۰ ^a		نوتروفیل (%)
۷۷/۰۰ \pm ۳/۱۵ ^a	۷۸/۱۴ \pm ۳/۹۴ ^a		لنفوسیت (%)
۴/۹۱ \pm ۱/۴۸ ^a	۴/۷۹ \pm ۱/۳۷ ^a		مونوسیت (%)
۰/۷۷ \pm ۰/۷۵ ^b	۰/۴۷ \pm ۰/۲۹ ^a		اُتوزینوفیل (%)
۱۰۹/۰۵ \pm ۸۳/۳۹ ^a	۸۴/۷۳ \pm ۵۸/۹۸ ^a		کورتیزول (ng/mL)
۶۵/۲۳ \pm ۲۱/۶۷ ^a	۶۷/۳۳ \pm ۲۰/۶۹ ^a		لاکتات (mg/dL)
۰/۲۶۶ \pm ۰/۱۳۷ ^a	۰/۲۹۶ \pm ۰/۱۴۳ ^a		پرولاکتین (ng/mL)
۳۵/۵ \pm ۹/۴۹ ^a	۳۸/۴ \pm ۹/۸۲ ^a		لیزوزیم (U/mL/min)
۳۲/۳۶ \pm ۶/۲۹ ^a	۳۲/۰۰ \pm ۸/۴۱ ^a		IgM (mg/dL)
۰/۸۳۲ \pm ۰/۸۲۹ ^a	۱/۴۶۵ \pm ۱/۳۶۲ ^b		تستوسترون (mg/dL)
۰/۵۵۵ \pm ۰/۳۶۸ ^a	۰/۳۳۶ \pm ۰/۲۷۲ ^a		۱۷-بتا استرادیول (mg/dL)
۰/۳۱۸ \pm ۰/۲۰۱ ^a	۰/۴۸۴ \pm ۰/۳۰۶ ^a		۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون (mg/dL)

حروف لاتین غیرمشترک، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین جنس نر و ماده است ($P < 0.05$).

شاخص‌های MCHC، MCH، MCV، تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، مونوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل، کورتیزول، لاکتات، لیزوزیم، IgM، پرولاکتین، ۱۷-بتا استرادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون بین دو جنس دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبودند ($P > 0.05$). اما شاخص‌های تستوسترون و ائوزینوفیل بین دو جنس دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0.05$). اطلاعات مربوط به زیست‌سنجی شگ‌ماهیان در سنین مختلف در جدول ۴ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده از زیست‌سنجی، طول کل، طول چنگالی، طول ماهیان ۳ و ۴ ساله و شاخص گنادی در ماهیان ۴ ساله بیش از سنین دیگر بود. شاخص‌های طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و وزن در سنین مختلف دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0.05$). ولی برای شاخص گنادی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). اطلاعات مربوط به زیست‌سنجی شگ‌ماهیان در سنین مختلف در جدول ۴ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده از

جدول ۴: شاخص‌های زیست‌سنجی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در سنین مختلف (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	سن	۳ سال	۴ سال	۵ سال
طول کل (cm)		۲۵/۹۶ \pm ۲/۵۸ ^a	۲۹/۸۹ \pm ۲/۴۶ ^b	۳۱/۸۳ \pm ۲/۳۷ ^b
طول چنگالی (cm)		۲۲/۶۴ \pm ۱/۴۹ ^a	۲۶/۰۵ \pm ۲/۷۳ ^b	۲۷/۹۸ \pm ۲/۳۸ ^c
طول استاندارد (cm)		۲۱/۶۹ \pm ۱/۴۶ ^a	۲۵/۲۳ \pm ۲/۳۱ ^b	۲۶/۴۴ \pm ۱/۹۵ ^b
وزن (g)		۸۸/۷۳ \pm ۲۵/۳۵ ^a	۱۲۵/۳۳ \pm ۴۹/۵۸ ^b	۱۶۳/۳۶ \pm ۴۰/۶۹ ^c
شاخص گنادی (%)		۲/۰۱ \pm ۱/۲۸ ^a	۳/۷۱ \pm ۳/۰۷ ^a	۳/۳۲ \pm ۲/۳۳ ^a

حروف لاتین غیرمشترک، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سنین مختلف است ($P < 0.05$).

جدول ۵: شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در سنین مختلف (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	سن	۳ سال	۴ سال	۵ سال
تعداد گلبول سفید (mm^{-3})	417.0 ± 71.5^a	450.0 ± 144.8^a	404.5 ± 121.4^a	
تعداد گلبول قرمز (mm^{-3})	2351000 ± 229126^a	2631333 ± 232221^b	2558636 ± 264878^b	
هموگلوبین (g/dL)	$9/55 \pm 0/78^a$	$10/84 \pm 1/18^b$	$10/56 \pm 1/21^b$	
هماتوکریت (%)	$45/80 \pm 3/85^a$	$52/87 \pm 6/15^b$	$51/64 \pm 6/07^b$	
MCV (fL)	$195/00 \pm 8/93^a$	$200/40 \pm 6/61^a$	$201/27 \pm 4/73^a$	
MCH (pg)	$40/50 \pm 1/84^a$	$41/33 \pm 1/59^a$	$41/18 \pm 0/98^a$	
MCHC (%)	$20/82 \pm 0/44^b$	$20/50 \pm 0/30^a$	$20/45 \pm 0/21^a$	
نوتروفیل (%)	$16/70 \pm 2/26^a$	$17/80 \pm 2/51^a$	$16/82 \pm 2/27^a$	
لنفوسیت (%)	$78/50 \pm 3/06^a$	$76/20 \pm 3/45^a$	$78/18 \pm 3/60^a$	
مونوسیت (%)	$4/20 \pm 1/03^a$	$5/20 \pm 1/66^a$	$5/00 \pm 1/26^a$	
اُتوزینوفیل (%)	$0/70 \pm 0/60^a$	$0/80 \pm 0/68^a$	$0/65 \pm 0/27^a$	
کورتیزول (ng/mL)	$122/09 \pm 67/87^b$	$111/00 \pm 93/15^{ab}$	$60/18 \pm 28/05^a$	
لاکتات (mg/dL)	$69/09 \pm 12/80^a$	$67/67 \pm 22/68^a$	$60/91 \pm 18/23^a$	
پرولاکتین (ng/mL)	$0/216 \pm 0/099^a$	$0/331 \pm 0/161^a$	$0/270 \pm 0/120^a$	
لیزوزیم (U/mL/min)	$36/64 \pm 10/97^a$	$35/13 \pm 9/99^a$	$38/82 \pm 7/94^a$	
IgM (mg/dL)	$32/18 \pm 7/96^a$	$31/60 \pm 6/82^a$	$33/09 \pm 7/24^a$	
تستوسترون (mg/dL)	$1/627 \pm 0/84^a$	$0/786 \pm 0/66^a$	$0/816 \pm 0/68^a$	
۱۷-بتا استرادیول (mg/dL)	$0/228 \pm 0/116^a$	$0/676 \pm 0/506^a$	$0/276 \pm 0/194^a$	
۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون (mg/dL)	$0/301 \pm 0/215^a$	$0/422 \pm 0/291^a$	$0/421 \pm 0/255^a$	

حروف لاتین غیرمشترک، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سنین مختلف است ($P < 0/05$).

زیست‌سنجی، در ماهیان نر طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، وزن و شاخص گنادی قبل از تخم‌ریزی بیش از مراحل دیگر بود. در ماهیان ماده طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و شاخص گنادی قبل از تخم‌ریزی بیشتر و وزن در هنگام تخم‌ریزی بیشتر از مراحل دیگر بود. شاخص‌های طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و شاخص گنادی در مراحل مختلف تولیدمثلی ماهیان نر دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0/05$)، ولی برای وزن اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0/05$). همچنین شاخص گنادی در مراحل مختلف تولیدمثلی ماهیان ماده دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P < 0/05$)، ولی برای شاخص‌های طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و وزن اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

اطلاعات مربوط به شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی در مراحل مختلف تولیدمثلی شگ‌ماهی در جدول ۷ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده، در ماهیان نر شاخص‌های MCV، MCH، تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، مونوسیت، لنفوسیت و پرولاکتین در قبل از تخم‌ریزی بیش از مراحل دیگر بود. شاخص MCHC، تعداد گلبول سفید،

بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهیان در سنین مختلف، تعداد گلبول‌های سفید و قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCH، نوتروفیل، مونوسیت، ائوزینوفیل، پرولاکتین، ۱۷-بتا استرادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در ماهیان ۴ ساله بیش از ماهیان دیگر بود. شاخص MCHC، لنفوسیت، کورتیزول، لاکتات و تستوسترون در ماهیان ۳ ساله از ماهیان دیگر بیشتر بود و شاخص MCV، لیزوزیم و IgM در ماهیان ۵ ساله بیش از ماهیان دیگر بود. شاخص‌های MCV، MCH، تعداد گلبول سفید، مونوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل، لاکتات، لیزوزیم، IgM، پرولاکتین، تستوسترون، ۱۷-بتا استرادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در سنین مختلف دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبودند ($P > 0/05$). اما شاخص‌های MCHC، تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و کورتیزول در سنین مختلف دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0/05$).

اطلاعات مربوط به زیست‌سنجی شگ‌ماهی در مراحل مختلف تولیدمثلی در جدول ۶ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج به دست آمده از

نوتروفیل، لاکتات، لیزوزیم، IgM، تستوسترون، ۱۷- بتا استرادیول و ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در هنگام تخم‌ریزی بیشتر و ائوزینوفیل و کورتیزول در بعد از تخم‌ریزی بیش از مراحل دیگر بود. در ماهیان ماده شاخص MCV، تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، مونوسیت، کورتیزول، پرولاکتین، تستوسترون، ۱۷- بتا استرادیول و ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در مراحل مختلف تولیدمثلی ماهیان نر دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0.05$)، ولی برای MCHC، تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، مونوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل، کورتیزول و IgM اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نوتروفیل، لاکتات، لیزوزیم، IgM، تستوسترون، ۱۷- بتا استرادیول و ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در هنگام تخم‌ریزی بیشتر و ائوزینوفیل و کورتیزول در بعد از تخم‌ریزی بیش از مراحل دیگر بود. در ماهیان نر دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0.05$)، ولی برای MCHC، تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، مونوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل، کورتیزول و IgM اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۶: شاخص‌های زیست‌سنجی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در مراحل مختلف تولیدمثلی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	مراحل تولیدمثلی		نر		ماده	
	قبل از تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی	قبل از تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی	قبل از تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی
طول کل (cm)	۳۲/۸۱ \pm ۱/۴۶ ^c	۲۸/۲۲ \pm ۳/۱۵ ^b	۲۳/۳۵ \pm ۰/۹۲ ^a	۳۰/۲۰ \pm ۲/۸۲ ^a	۲۷/۶۰ \pm ۳/۱۰ ^a	۲۸/۷۹ \pm ۲/۱۹ ^a
طول چنگالی (cm)	۲۸/۹۰ \pm ۲/۰۳ ^b	۲۵/۱۲ \pm ۳/۱۶ ^b	۲۰/۷۵ \pm ۰/۳۵ ^a	۲۶/۳۹ \pm ۲/۲۱ ^a	۲۴/۳۰ \pm ۲/۸۳ ^a	۲۴/۳۰ \pm ۲/۰۸ ^a
طول استاندارد (cm)	۲۷/۴۴ \pm ۱/۲۸ ^c	۲۴/۰۴ \pm ۲/۹۳ ^b	۱۹/۸۵ \pm ۱/۲۰ ^a	۲۵/۱۷ \pm ۲/۱۶ ^a	۲۳/۳۶ \pm ۲/۷۹ ^a	۲۳/۶۳ \pm ۱/۱۸ ^a
وزن (g)	۱۶۱/۷۵ \pm ۴۱/۵۰ ^a	۱۱۳/۸۰ \pm ۶۱/۱۸ ^a	۸۸/۵۰ \pm ۴/۹۵ ^a	۱۰۸/۵۷ \pm ۴۲/۰۱ ^a	۱۲۶/۲۵ \pm ۶۶/۸۹ ^a	۱۲۰/۴۳ \pm ۲۲/۱۷ ^a
شاخص گنادی (%)	۴/۹۷ \pm ۲/۶۱ ^b	۱/۵۱ \pm ۰/۳۷ ^a	۱/۱۴ \pm ۰/۰۸ ^a	۵/۶۳ \pm ۲/۶۱ ^b	۱/۹۷ \pm ۰/۶۶ ^a	۱/۲۸ \pm ۰/۱۳ ^a

حروف لاتین غیرمشترک، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سنین مختلف است ($P < 0.05$).

جدول ۷: شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*) در مراحل مختلف تولیدمثلی (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	مراحل تولیدمثلی		نر		ماده	
	قبل از تخم‌ریزی	هنگام تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی	قبل از تخم‌ریزی	هنگام تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی
تعداد گلبول سفید (mm^{-3})	۳۶۵۰ \pm ۷۳۹ ^a	۵۳۵۰ \pm ۲۳۹۲ ^a	۴۰۵۰ \pm ۷۱ ^a	۳۶۷۱ \pm ۲۹۸ ^a	۴۸۱۳ \pm ۶۹۴ ^a	۴۴۰۰ \pm ۱۴۳۹ ^a
تعداد گلبول قرمز (mm^{-3})	۲۶۲۸۷۵۰ \pm ۲۰۶۷۰۵ ^a	۲۴۶۱۲۵۰ \pm ۱۷۹۸۳۲ ^a	۲۳۵۰۰۰۰ \pm ۱۴۱۴۲۱ ^a	۲۷۲۸۵۷۱ \pm ۱۹۶۶۷۵ ^b	۲۵۴۰۰۰۰ \pm ۳۲۰۴۴۶ ^{ab}	۲۳۰۴۲۸۶ \pm ۴۲۷۶ ^a
هموگلوبین (g/dL)	۱۰/۹۳ \pm ۰/۸۲ ^b	۱۰/۰۰ \pm ۰/۶۴ ^{ab}	۹/۱۵ \pm ۰/۶۴ ^a	۱۱/۳۱ \pm ۰/۹۷ ^b	۱۰/۶۵ \pm ۱/۲۸ ^b	۹/۱۷ \pm ۰/۷۹ ^a
هما توکریت (%)	۵۳/۶۳ \pm ۴/۳۴ ^b	۴۸/۰۰ \pm ۳/۳۷ ^{ab}	۴۴/۵۰ \pm ۳/۵۴ ^a	۵۵/۷۱ \pm ۵/۲۲ ^b	۵۱/۱۲ \pm ۶/۴۵ ^b	۴۴/۲۹ \pm ۳/۶۴ ^a
MCV (fL)	۲۰۳/۶ \pm ۱/۹۲ ^b	۱۹۵/۲ \pm ۷/۸۰ ^a	۱۸۹/۵ \pm ۳/۵۴ ^a	۲۰۳/۷ \pm ۴/۴۶ ^b	۲۰/۱۱ \pm ۸/۶۳ ^b	۱۹۲/۳ \pm ۱/۹۸ ^a
MCH (pg)	۴۱/۶۲ \pm ۰/۵۲ ^b	۴۰/۵۰ \pm ۰/۵۸ ^a	۳۸/۵۰ \pm ۰/۷۱ ^a	۴۱/۴۳ \pm ۰/۷۹ ^b	۴۱/۷۵ \pm ۱/۶۷ ^b	۴۰/۲۹ \pm ۲/۱۴ ^a
MCHC (%)	۲۰/۳۸ \pm ۰/۱۴ ^a	۲۰/۸۳ \pm ۰/۵۹ ^a	۲۰/۵۵ \pm ۰/۲۱ ^a	۲۰/۲۹ \pm ۰/۳۱ ^a	۲۰/۸۰ \pm ۰/۲۸ ^b	۲۰/۷۰ \pm ۰/۲۲ ^b
نوتروفیل (%)	۱۶/۱۳ \pm ۱/۸۱ ^a	۱۸/۲۵ \pm ۴/۶۵ ^a	۱۸/۰۰ \pm ۰/۰۰ ^a	۱۶/۵۷ \pm ۱/۹۰ ^a	۱۷/۵۰ \pm ۲/۰۷ ^a	۱۷/۸۶ \pm ۲/۴۱ ^a
لنفوسیت (%)	۷۸/۸۸ \pm ۳/۳۹ ^a	۷۷/۰۰ \pm ۶/۰۶ ^a	۷۷/۵۰ \pm ۰/۷۱ ^a	۷۷/۱۴ \pm ۰/۸۶ ^a	۷۶/۳۸ \pm ۳/۲۹ ^a	۷۷/۵۷ \pm ۳/۹۹ ^a
مونوسیت (%)	۵/۱۳ \pm ۱/۵۵ ^a	۴/۵۰ \pm ۱/۲۹ ^a	۴/۰۰ \pm ۰/۰۰ ^a	۵/۷۱ \pm ۱/۱۱ ^b	۵/۲۵ \pm ۱/۲۸ ^b	۳/۷۱ \pm ۱/۳۸ ^a
اوتوزینوفیل (%)	۰/۴۶ \pm ۰/۲۵ ^a	۰/۵۰ \pm ۰/۲۵ ^a	۰/۷۱ \pm ۰/۵۰ ^a	۰/۷۹ \pm ۰/۵۷ ^a	۰/۸۸ \pm ۰/۸۳ ^a	۰/۸۶ \pm ۰/۶۹ ^a
کورتیزول (ng/mL)	۸۵/۵۰ \pm ۵۸/۶۲ ^a	۸۲/۲۰ \pm ۷۸/۱۵ ^a	۸۸/۰۰ \pm ۱۲/۷۳ ^a	۱۶۰/۲۹ \pm ۰/۲۱ ^b	۸۳/۷۵ \pm ۰/۰۶ ^a	۸۶/۷۱ \pm ۰/۰۶ ^a
لاکتات (mg/dL)	۵۸/۲۵ \pm ۱۵/۸۸ ^a	۸۵/۶۰ \pm ۲۰/۶۷ ^b	۵۸/۰۰ \pm ۴/۲۴ ^{ab}	۵۱/۱۴ \pm ۹/۸۶ ^a	۸۲/۷۵ \pm ۱۵/۰۶ ^b	۵۹/۲۹ \pm ۷/۰۱ ^a
پرولاکتین (ng/mL)	۰/۳۳۴ \pm ۰/۱۲۵ ^b	۰/۳۲۶ \pm ۰/۱۲۳ ^b	۰/۰۷۱ \pm ۰/۰۱۴ ^a	۰/۳۵۲ \pm ۰/۱۲۲ ^b	۰/۳۳۰ \pm ۰/۰۷۸ ^b	۰/۱۰۸ \pm ۰/۰۱۸ ^a
لیزوزیم (U/mL/min)	۳۹/۱۳ \pm ۵/۹۶ ^{ab}	۴۲/۰۰ \pm ۱۳/۶۴ ^b	۲۶/۵۰ \pm ۲/۱۲ ^a	۳۲/۲۹ \pm ۶/۰۵ ^a	۴۴/۶۳ \pm ۷/۹۶ ^b	۲۸/۲۹ \pm ۴/۶۱ ^a
IgM (mg/dL)	۳۰/۶۳ \pm ۶/۹۳ ^a	۳۶/۰۰ \pm ۱۱/۳۴ ^a	۲۷/۵۰ \pm ۲/۱۲ ^a	۳۱/۲۹ \pm ۶/۰۷ ^{ab}	۳۶/۳۸ \pm ۵/۵۳ ^b	۲۸/۸۶ \pm ۵/۳۹ ^a
تستوسترون (mg/dL)	۱/۰۶۵ \pm ۰/۶۹ ^{ab}	۲/۳۴۷ \pm ۲/۱۱ ^b	۰/۰۹۰ \pm ۰/۰۰۱ ^a	۲/۰۲۵ \pm ۱/۰۳۶ ^c	۰/۴۴۶ \pm ۰/۰۴۵ ^b	۰/۰۷۱ \pm ۰/۰۱۴ ^a
۱۷-بتا استرادیول (mg/dL)	۰/۳۵۸ \pm ۰/۳۲۹ ^{ab}	۰/۴۰۳ \pm ۰/۱۷۳ ^b	۰/۰۸۲ \pm ۰/۰۰۷ ^a	۰/۶۲۸ \pm ۰/۹۴۱ ^b	۰/۳۷۱ \pm ۰/۱۶۳ ^b	۰/۱۰۴ \pm ۰/۰۰۶ ^a
۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون (mg/dL)	۰/۴۹۶ \pm ۰/۱۹۵ ^{ab}	۰/۶۲۵ \pm ۰/۳۹۶ ^b	۰/۰۸۷ \pm ۰/۰۰۲ ^a	۰/۵۳۷ \pm ۰/۲۱۵ ^c	۰/۲۶۴ \pm ۰/۰۵۹ ^b	۰/۱۶۳ \pm ۰/۰۵۹ ^a

حروف لاتین غیرمستترک، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سنین مختلف است ($P < ۰/۰۵$).

و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی ماهی سیم دریای خزر (*Abramis brama orientalis*) بیان کردند که طول ماهیان نر مقداری بیشتر بود. در مطالعه حاضر، با افزایش سن ماهیان، افزایش طول و وزن مشاهده شد که با مطالعات راستا و همکاران (۱۳۹۰) روی سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta gracilis*) ماده، خدادوست و همکاران (۱۳۹۱) روی سیاه‌ماهی نر و رستم‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) روی سیاه‌کولی (*Vimba vimba persa*) مطابقت دارد. در مورد شاخص گنادی نیز اختلاف معنی‌داری در سنین مختلف و بین جنس نر و ماده وجود نداشت، اگرچه مقادیر محاسبه شده برای جنس ماده کمی بالاتر بود. مطالعات راستا و همکاران (۱۳۹۰) روی سیاه‌ماهی ماده و خدادوست و همکاران (۱۳۹۱) روی سیاه‌ماهی نر نشان دهنده عدم اختلاف در شاخص گنادی در سنین مختلف است. رستم‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) مقادیر بالاتری از شاخص گنادی را در ماهیان ماده سیاه‌کولی گزارش کردند. بیشترین مقدار شاخص گنادی در مرحله قبل از تخم‌ریزی مشاهده شد و سیر نزولی را تا مرحله پس از تخم‌ریزی طی کرد (رستم‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). Khodadoust و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اردک‌ماهی تالاب انزلی بیان کردند که شاخص گنادی در نیمه اول

شاخص‌های MCHC، MCH، MCV، تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، مونوسیت، لاکتات، لیزوزیم، IgM، پرولاکتین، تستوسترون، ۱۷-بتا استرادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در مراحل مختلف تولیدمثلی ماهیان ماده دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0.05$)، ولی برای تعداد گلبول سفید، لنفوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل و کورتیزول اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

بحث

این مطالعه با هدف بررسی شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی *Alosa braschnikowi* برای آشنایی بیشتر با زیست‌شناسی و بوم‌شناسی این ماهی انجام شد. شناخت ویژگی‌های زیست‌شناسی و بوم‌شناسی ماهیان یک اکوسیستم آبی به بازسازی ذخایر آن‌ها کمک می‌کند (Vladic et al., 2002). در مطالعه حاضر، عوامل محیطی دارای نوسان بودند. در مورد شاخص‌های زیست‌سنجی مانند وزن ماهی، طول کل، طول استاندارد و طول چنگالی اختلاف معنی‌دار آماری بین جنس نر و ماده وجود نداشت. با این حال، مقادیر محاسبه شده برای جنس نر اندکی بالاتر بود. حیات‌بخش

بررسی جنس نر و ماده شانک زرد باله
 تخم‌ریزی (*Acanthopagrus latus*) شاخص‌های
 هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول سفید، MCV،
 MCH و MCHC دارای تفاوت معنی‌داری
 نبودند (Karimi et al., 2013). مطالعه
 سیاه‌ماهی نشان داد که جنسیت تأثیری بر
 شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی خون ندارد
 (Yousefzadeh and Khara, 2015).
 همچنین، مطالعه روی لای‌ماهی (*Tinca*
tinca) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین
 سطوح گلوکز با جنسیت وجود ندارد
 (Svoboda et al., 2001) که نتایج مطالعات
 بالا با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. خارا و
 همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند که جنسیت
 تأثیری بر شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و
 ایمنی خون ماهیان کفال طلایی (*Liza*
auratus) ندارد. بررسی فعالیت لیزوزیم سرم
 خون و موکوس پوست ماهی سفید دریای خزر
 ارتباط معنی‌داری را با جنسیت نشان نداد (ذاکر
 و همکاران، ۱۳۹۵). قلیچی و همکاران (۱۳۹۱)
 در بررسی نوسانات استروئیدهای جنسی
 فیل‌ماهیان (*Huso huso*) پرورشی اختلاف
 معنی‌داری بین جنس نر و ماده گزارش نکردند.
 سلطانزاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز با بررسی
 ماهی *Abudefduf vaigiensis* ارتباط

فصل زمستان (قبل و در ابتدای شروع فصل
 تخم‌ریزی) افزایش معنی‌داری داشت و پس از
 آن کاهش یافت. همچنین، این ارتباط معنی‌دار
 در مطالعه روی ماهی سفید نیز مشاهده شد
 (Shafiei Sabet et al., 2016).

در مطالعه حاضر، بین جنس نر و ماده تقریباً
 در هیچ یک از شاخص‌های خونی، ایمنی و
 هورمونی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد
 و تنها ائوزینوفیل و تستوسترون دارای اختلاف
 معنی‌دار بودند. در مقایسه بین سنین مختلف
 نیز میزان گلبول‌های قرمز، هموگلوبین،
 هماتوکریت، کورتیزول و MCHC دارای
 اختلاف معنی‌دار آماری بودند و شاخص‌های
 دیگر اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند.
 همچنین، در مقایسه بین مراحل مختلف
 تولیدمثلی، بیشتر شاخص‌های خونی، ایمنی و
 هورمونی دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند.

Matsche و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی
 ماهی *Alosa mediocris* بیان کردند که
 شاخص‌های خونی باید در طول فصل تخم‌ریزی
 به صورت جداگانه از نظر جنسیت بررسی شوند.
 در مطالعه اجرائی و همکاران (۱۳۹۲) روی کیپور
 علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)
 مشخص شد که بین مولدین نر و ماده در فصل
 تکثیر اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد. در

علت افزایش تولید گلبول‌های قرمز را افزایش میانگین وزن بدن و در نتیجه افزایش حجم خون بیان کردند. همچنین، علت نوسان سطوح هماتوکریت و هموگلوبین ممکن است ناشی از تغییر در حجم پلاسما یا حجم گلبول‌های قرمز باشد (Sandstrom, 1989). مطالعه ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*) در سنین مختلف نشان داد که ماهیان دو ساله با ماهیان دارای سنین کمتر از نظر شاخص‌های گلبول قرمز و سفید، هموگلوبین و گلوکز دارای تفاوت معنی‌داری بودند و با افزایش سن مقادیر کلسترول و پروتئین افزایش یافت (Baghizadeh and Khara, 2015). در مطالعه حاضر، مقادیر شاخص‌های بیوشیمیایی خون با توجه به سن دارای اختلاف معنی‌داری نبودند. بررسی روی کفال طلایی (خارا و همکاران، ۱۳۹۷) و ماهی سفید نر (Firouzbakhsh et al., 2013) هیچ تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌های بیوشیمیایی و سرمی ماهیان در سنین مختلف نشان نداد. علاوه بر این، در مطالعه حاضر، با توجه به تغییرات سن تفاوت معنی‌داری در هورمون‌های جنسی شگ‌ماهیان مشاهده نشد. علت نوسانات شاخص‌های خونی در سنین مختلف ممکن است به دلیل راهکارهای سازگاری در مراحل مختلف

معنی‌داری در مقادیر تستوسترون گزارش نکردند. در این مطالعه نیز از نظر جنسیت ارتباط معنی‌داری بین هورمون‌ها وجود نداشت و فقط مقادیر تستوسترون دارای اختلاف معنی‌داری بود که می‌توان علت آن را افزایش این هورمون در ماهیان نر بیان کرد. با این حال، تغییر در شاخص‌های خونی با توجه به نیاز جنس نر و ماده به دلیل تقاضای اکسیژن متفاوت از جنسیت است (Parma and Croux, 1994). تفاوت شاخص‌های پلاسمائی خون در مراحل مختلف زندگی و جنس‌ها بیان‌گر وضعیت بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی در متابولیسم است (Oner et al., 2008).

مطالعه روی شاخص‌های خونی کپور علفخوار نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سنین مختلف بود (اجرائی و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش طول و سن شش‌ماهی آفریقایی (*Protopterus annectens*) سطوح گلبول قرمز و هموگلوبین نیز افزایش یافت (Anthony et al., 2010). خارا و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند که برخی از شاخص‌های خون ماهی کفال طلایی در سنین مختلف تغییر می‌کنند. در مطالعه حاضر نیز تعدادی از شاخص‌های خونی با توجه به سن دارای تفاوت معنی‌داری بود. Svetina و همکاران (۲۰۰۲)

زندگی باشد (Baghizadeh and Khara, 2015). با این حال، با توجه به تغییرات طول ماهیان، هورمون‌های جنسی ماهی سفید دارای اختلاف معنی‌دار بود (Shafiei Sabet et al., 2016). همچنین، قلیچی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی نوسانات استروئیدهای جنسی فیل‌ماهیان پرورشی اختلاف معنی‌داری بین سنین مختلف را گزارش کردند.

مطالعه روی ماهی سفید بیشترین مقادیر گلبول قرمز را در زمان بلوغ و قبل از تخم‌ریزی نشان داد (Bani and Haghi-Vayghan, 2011). در مطالعه حاضر، بیشترین مقادیر گلبول قرمز قبل از تخم‌ریزی مشاهده شد که بعد از آن روند کاهشی پیدا کرد. همچنین، روند کاهشی در مرحله پس از تخم‌ریزی در میزان هموگلوبین، MCV و MCH مشاهده شد که نتایج حاضر روند کاهشی هموگلوبین، MCV و MCH را در مطالعه روی کپور معمولی تایید می‌کند (Fourie and Hattingh, 1976). مقادیر MCHC نیز در زمان تخم‌ریزی و بعد از آن از مرحله قبل از تخم‌ریزی بیشتر بود که این روند افزایشی با نتایج مطالعه روی کپور معمولی (Sharma et al., 2017) هماهنگی کامل دارد. علت این افزایش پس از تخم‌ریزی می‌تواند مرتبط به نرخ متابولیسم نسبتاً بالا در زمان تولیدمثل باشد (Sharma et al., 2017). تاثیر عواملی مانند نوسانات دمای آب و طول روز نیز بر شاخص‌های خونی گزارش شده است (Langer et al., 2013). بیشترین مقادیر هماتوکریت در ماهیان نر و ماده در مرحله قبل از تخم‌ریزی مشاهده شد که با نتایج مطالعه روی *Tenulosa ilisha* (Jawad et al., 2004) و ماهی سفید دریای خزر (Bani and Haghi-Vayghan, 2011) همخوانی دارد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، سطوح IgM در فصل تخم‌ریزی به بالاترین حد خود رسید که با نتایج Saha و همکاران (۲۰۰۲) روی کپور معمولی مطابقت دارد. دلیل این افزایش، دما و بلوغ جنسی است (Saha et al., 2002). بر اساس نتایج مطالعه روی *Tenulosa ilisha*، سطوح لیزوزیم در طی دوره تخم‌ریزی کمتر از دوره پس از تخم‌ریزی بود (Ghobeishavi et al., 2016) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. با توجه به نتایج، بالاترین مقدار پرولاکتین در زمان قبل از تخم‌ریزی مشاهده شد. غلظت پرولاکتین پلاسما در ماهیان ماده *Salvelinus alpinus* مهاجر به سمت بالادست رودخانه، به طور مثبتی با شاخص گنادی مرتبط بود، که نشان دهنده تاثیر پرولاکتین در بلوغ اولیه جنسی است (Hogasen and Prunet, 1997).

نتایج حاکی از وجود بالاترین مقادیر لاکتات در زمان تخم‌ریزی در مطالعه حاضر بود. فلاحتکار و پورحسین سارمه (۱۳۹۲) افزایش مقادیر کورتیزول و لاکتات را پس از تخم‌ریزی در ماهی *Sander lucioperca* گزارش کردند. Jamalzadeh و همکاران (۲۰۱۳) افزایش مقادیر کورتیزول را با افزایش مقدار GSI در *Salmo trutta caspius* مرتبط دانستند. همچنین رفعتی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که هورمون‌های جنسی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نر در فصل تولیدمثل با تغییر مقادیر گلوکز و کورتیزول بر متابولیسم ماهی اثر می‌کنند.

مطالعه مولدین کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) نشان داد که سطوح هورمون‌های استروئید جنسی در هر دو جنس نر و ماده همزمان با پیشرفت رسیدگی جنسی افزایش می‌یابد (یاسمی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به نتایج، سطوح ۱۷-بتا استرادیول در قبل از تخم‌ریزی دارای مقادیر بالاتری بود. این نتیجه توسط نتایج مطالعه روی اردک‌ماهی تالاب انزلی (Khodadoust et al., 2013) و ماهی سفید دریای خزر (Shafiei Sabet et al., 2016) نیز به اثبات رسیده است. نتایج بررسی کپور معمولی نشان داد که بالاترین سطوح استرادیول در زمان زرده‌سازی بود و در زمان تخم‌ریزی به پایین‌ترین مقدار خود رسید (Vazirzadeh et al., 2014). بر طبق نتایج، میزان هورمون تستوسترون در ماهیان در قبل از تخم‌ریزی (ماهیان ماده) و هنگام تخم‌ریزی (ماهیان نر) بیشتر بود. این نتیجه با نتایج سلطانزاده و همکاران (۱۳۹۲) روی ماهی *Abudefduf vaigiensis* و Khodadoust و همکاران (۲۰۱۳) روی اردک‌ماهی تالاب انزلی مطابقت دارد. سلطانزاده و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی ماهی *Abudefduf vaigiensis* بیان کردند که با نزدیک شدن فرآیند زرده‌سازی و تکامل گنادی، میزان هورمون تستوسترون رو به افزایش گذاشت و با پایان فرایند تخم‌ریزی مقادیر آن به حالت اولیه برگشت. بر طبق نتایج Khodadoust و همکاران (۲۰۱۳) روی اردک‌ماهی تالاب انزلی، میزان هورمون تستوسترون در نیمه اول زمستان (قبل از تخم‌ریزی) بیشتر از فصل‌های دیگر بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میزان ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در قبل از تخم‌ریزی (ماهیان ماده) و هنگام تخم‌ریزی (ماهیان نر) وجود داشت. نتایج مطالعه Khodadoust و همکاران (۲۰۱۳) روی اردک‌ماهی تالاب انزلی بیان‌گر وجود بیشترین میزان پروژسترون در

توسط جنسیت تحت تاثیر قرار نگرفت، اما سن تا حدودی روی این شاخص‌ها موثر بود. با این حال، مراحل تولیدمثلی در اغلب موارد روی این شاخص‌ها تاثیر به سزایی داشت. علت ناهماهنگی در بعضی از شاخص‌ها با مطالعات دیگر را می‌توان در مسائل محیطی، چرخه زندگی، ژنتیک و غیره جستجو کرد. همچنین، با توجه به این که عوامل محیطی می‌توانند روی شاخص‌های فیزیولوژیکی اثر بگذارند، نبود ماهیان در تمام فصول نیز می‌تواند در نتایج این مطالعه موثر باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه آقایان دکتر عباسی، دکتر خارا، دکتر رحیمی بشر، مهندس صیاد رحیم و مهندس ترابی که در به ثمر نشستن این مطالعه تلاش نموده‌اند، ابراز می‌دارند.

قبل از تخم‌ریزی و زمان تخم‌ریزی است. همچنین، مطالعه ماهی *Epinephelus coioides* نشان داد که میزان این هورمون در زمان زرده‌سازی کم و در زمان تخم‌گذاری زیاد است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۷). پروژسترون احتمالاً با بلوغ تخمدان منطبق است (Heidari et al., 2010). نتایج مطالعات بالا تا حد زیادی با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. همچنین Carolsfeld و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی ماهی هرینگ اقیانوس آرام (*Clupea harengus pallasi*) بیان کردند که ۱۷- آلفا، ۲۰- بتا دی هیدروکسی پروژسترون احتمالاً استروئید الفاکننده بلوغ در ماهیان ماده است و با شروع تولید اسپرم در ماهیان نر هماهنگی دارد. همچنین تغییر در شاخص‌های پلازما ممکن است مربوط به چرخه‌های فیزیولوژیکی طبیعی، محرک‌های محیطی یا هر دو باشد (Luskova, 1998; Hrubec et al., 2001). به طور کلی، شاخص‌های خونی، ایمنی و هورمونی شگ‌ماهی (*Alosa braschnikowi*)

منابع

- اجرائی ف.، خارا ح.، قیاسی م.، نظامی ش.ع. و باوند سوادکوهی ا. ۱۳۹۲. اثر سن روی برخی پارامترهای سلولی و بیوشیمیایی خون ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*). مجله فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبی‌پروری (شیلات)، ۷(۲): ۷-۱۴.
- افرائی بندپی م.ع.، پرافکنده حقیقی ف. و جانباز ع.ا. ۱۳۸۵. فراوانی و تنوع گونه‌ای شگ‌ماهیان سواحل استان‌های مازندران و گلستان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵(۱): ۲۱-۳۲.
- حانمی م. و نصری تجن م. ۱۳۹۶. بررسی برخی از فاکتورهای هماتولوژیک تاس‌ماهی سبیری پرورشی (*Acipenser baeri*) در رده‌های سنی مختلف (بچه ماهی، جوان و مولد). علوم تکثیر و آبی‌پروری، ۴(۱۲): ۱۱-۲۰.
- حسینی ص.، جیران آ.، عقیلی ک. و رضایی شیرازی ع. ۱۳۹۰. بررسی مورفومتریک و مرستیک در شناسایی گونه‌های جنس *Alosa* (Clupeidae) در سواحل استان گیلان (جنوب غربی دریای خزر). مجله آبزیان و شیلات، ۲(۷): ۹-۱۷.
- حیات‌بخش م.ر.، خارا ح.، صیاد بورانی م.، احمدنژاد م.، دقیق روحی ج.، موحد ر. و رهبر م. ۱۳۸۹. بررسی فاکتورهای خونی ماهی سیم دریای خزر (*Abramis brama orientalis*) (سواحل بندر انزلی). مجله علوم زیستی، ۴(۲): ۴۷-۵۷.
- خارا ح.، شیردره ش. و احمدنژاد م. ۱۳۹۷. بررسی فاکتورهای خونی، بیوشیمیایی و ایمنی در کفال طلایی (*Liza auratus*) در سنین و جنس‌های مختلف (سواحل بندر انزلی). مجله زیست‌شناسی دریا، ۱۰(۴): ۸۳-۹۲.
- خدادوست ع.، ایمان‌پور م.ر.، خارا ح. و تقی‌زاده، و. ۱۳۹۴. بلوغ جنسی و سطوح هورمون‌های استروئیدی گنادی در اردک‌ماهی (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) تالاب انزلی. توسعه آبی‌پروری، ۹(۱): ۳۳-۴۱.
- خدادوست ع.، راستا م.، خارا ح. و رهبر م. ۱۳۹۱. بررسی برخی خصوصیات زیستی و شاخص‌های همآوری سیاه‌ماهی نر (*Capoeta capoeta gracilis*, Keyserling 1861) در رودخانه سفیدرود. فصلنامه فیزیولوژی و تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی، ۵(۳): ۵۹-۶۶.
- ذاکر ف.، ایمانپور نمین ج.، ستاری م. و هادوی م. ۱۳۹۵. فعالیت لایزوزیم سرم خون و موکوس پوست ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii*) در اکوسیستم آب لب‌شور و شیرین. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۰(۱): ۵۳-۶۱.
- راستا م.، خدادوست ع.، خارا ح. و رهبر م. ۱۳۹۰. بررسی برخی خصوصیات زیستی و شاخص‌های همآوری سیاه‌ماهی ماده (*Capoeta capoeta gracilis*, Keyserling) (1861) در رودخانه سفیدرود. فصلنامه محیط زیست جانوری، ۳(۲): ۴۱-۴۸.

- در خلیج فارس. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۲۱(۲): ۷۲-۸۰.
- فلاحکار ب. و پورحسین سارمه س. ۱۳۹۲.** تغییرات بیوشیمیایی، استروئیدهای جنسی و پارامترهای هماتولوژیک در قبل و پس از تخم‌ریزی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*). پژوهش‌های جانوری، ۲۶(۳): ۳۳۳-۳۴۳.
- قلیچی ا.، جرجانی س.، اکرمی ر.، مخدومی ن.م. و کاظمی ر. ۱۳۹۱.** نوسانات استروئیدهای جنسی سنین مختلف فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*) کارگاه شهید رجایی گرگان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۲): ۷۷-۸۸.
- محمدیان ت.، آلبوشکه ن.، محمدیان ع.، مصباح م.، محمدی ا. و شیرالی ط. ۱۳۹۳.** روند تغییرات سالانه هورمون‌های استروئیدی جنسی مولدین ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). تحقیقات دامپزشکی، ۶۹(۲): ۱۵۹-۱۶۴.
- یاسمی م.، رفیع پرهیزکار ح.، تیزکار ب. و یوسفی جوردی ا. ۱۳۹۵.** تغییرات سطوح هورمون‌های استروئید جنسی، یون کلسیم و آنزیم آلکالین فسفاتاز طی مراحل مختلف رسیدگی جنسی در مولدین کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). مجله پژوهش‌های جانوری، ۲۹(۴): ۵۱۴-۵۰۳.
- Acerete L., Balasch J.C., Espinosa E., Josa A. and Tort L. 2004.** Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviayilis*) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture*, 237: 167-178.
- رستم‌نژاد م.، خارا ح. و احمدنژاد م. ۱۳۹۷.** ارزیابی توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گنادهای مولدین سیاه‌کولی (*Vimba vimba persa*) مهاجر به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود. مجله منابع طبیعی ایران، ۷۱(۴): ۳۲۹-۳۴۱.
- رفعتی ه.، میرواقفی ع.ر. و سلطانی م. ۱۳۹۴.** بررسی تغییرات آندروژنیک برخی شاخص‌های ایمنی و خون ماهی نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در فصل تکثیر. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۸(۴): ۵۴۵-۵۵۴.
- ستاری م. ۱۳۸۹.** ماهی‌شناسی (۱): تشریح و فیزیولوژی. انتشارات حق‌شناس. ۸۶۲ص.
- سلطانزاده ز.، نوری ا. و سجادی م.م. ۱۳۹۲.** بررسی روند تغییرات سطوح هورمون تستوسترون در ماهی *Abudefduf vaigiensis* در ساحل شمالی جزیره قشم، خلیج فارس. مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۳(۱): ۷-۱.
- شریف‌پور ع.، سلطانی م.، عبدالحی ح. و قیومی ر. ۱۳۸۱.** اثر بیهوش‌کنندگی اسانس گل میخک در شرایط مختلف pH و درجه حرارت در بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران، ۱۱(۴): ۷۴-۵۹.
- عباسی ف.، عریان ش. و متین‌فر ع. ۱۳۸۷.** تغییرات هورمون‌های جنسی در طی مراحل رشد تخمدان ماهی *Epinephelus coioides*

- Anthony O., Kechukwu I. and Obinnaya C. 2010.** Haematological profile of the African lungfish, *Protopterus annectens* of Anambra River, Nigeria. *Journal of American Science*, 6: 123–130.
- Aras M., Bayir A., Sirkecioglu A.N., Polat H. and Bayir M. 2008.** Seasonal variations in serum lipids, lipoproteins and some haematological parameters of chub (*Leuciscus cephalus*). *Italian Journal of Animal Science*, 7(4): 439–448.
- 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.
- Bani A. and Haghi-Vayghan A. 2011.** Temporal variations in haematological and biochemical indices of Caspian kutum, *Rutilus frisii kutum*. *Ichthyological Research*, 58: 126–133.
- Biswass S.P. 1993.** *Manual of Method in Fish Biology*. South Asian Publisher, India. 145P.
- Blaxhall P.C. and Daisley K.W. 1983.** Routine haematological methods for use with fish blood. *Fish Biology*, 5: 771–781.
- Bucci M. and Murphy C.R. 2001.** Hormonal control of enzyme activity during the plasma membrane transformation of uterine epithelial cells. *Cell Biology International*, 25(9): 859–871.
- Carolsfeld J., Scott A.P., Collins P.M. and Sherwood N.M. 1996.** Reproductive steroids during maturation in a primitive teleost, the Pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). *General and Comparative Endocrinology*, 103: 331–348.
- Cicik B. and Engin K. 2005.** The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio*. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(1): 113–117.
- Ellis A.E. 1977.** The leucocytes of fish: A review. *Journal of Fish Biology*, 11: 453–491.
- Feist G., Van Enennaam J.P., Doroshov S.I., Schreck C.B. and Schneider R.P. 2004.** Early identification of sex in cultured white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) using plasma steroid levels. *Aquaculture*, 232: 581–590.
- Firouzbakhsh F., Abedi Z., Rahmani H. and Khalesi M.A. 2013.** Comparative study of some blood factors in male and female Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) broodstock from the southern basin of the Caspian Sea.

- Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 37: 320–325.
- Fourie F.L.R. and Hattingh J. 1976.** A seasonal study of the haematology of carp, *Cyprinus carpio* from a locality in the Transvaal, South Africa. African Zoology, 1: 75–80.
- Ghobeishavi A., Mousavi S.M., Yavari V., Kochanian P. and Zakeri M. 2016.** The innate immunity changes of the female anadromous hilsa shad, *Tenualosa ilisha*, during spawning and post spawning season. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15(4): 1526–1539.
- Heidari B., Roozati S.A. and Yavari L. 2010.** Changes in plasma levels of steroid hormones during oocyte development of Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901). Animal Reproduction Science, 7(4): 373–381.
- Hogasen H.R. and Prunet P. 1997.** Plasma levels of thyroxine, prolactin and cortisol in migrating and resident wild arctic char, *Salvelinus alpinus*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54: 2947–2954.
- Houston A.H. 1990.** Blood and circulation. In: Schreck C.B. and Moyle P.B. (Eds.). Methods in Fish Biology. American Fisheries Society, USA. 335P.
- Hrubec T.C., Smith S.A. and Robertson J.L. 2001.** Age related in haematology and chemistry values of hybrid striped bass chrysopt *Morone saxatilis*. Veterinary Clinical Pathology, 30: 8–15.
- Jamalzadeh H.R. and Ghomi M.R. 2009.** Hematological parameters of Caspian salmon *Salmo trutta caspius* associated with age and season. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 42: 81–87.
- Jamalzadeh H.R., Akhundian M., Kabir M., Khara H., Mirrasuli E., Hajirezaee S. and Golpour A. 2013.** Changes of gonadosomatic index and plasma levels of cortisol in the male and female captive Caspian brown trout, *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877) during the reproductive cycle. Journal of Applied Animal Research, 41(2): 133–136.
- Jawad L.A., Al-Mukhtar M.A. and Ahmed H.K. 2004.** The relationship between haematocrit and some biological parameters of the Indian shad, *Tenualosa ilisha* (Family Clupeidae). Animal Biodiversity and Conservation, 27: 478–483.
- Karimi S., Kochinian P. and Salati A.P. 2013.** The effect of sexuality on some haematological parameters of the yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* in Persian Gulf. Iranian Journal of Veterinary Research, 14(1): 65–68.

- Kavitha C., Malarvizhi S., Senthil K. and Ramesh M. 2010.** Toxicological effects of arsenate exposure on hematological, biochemical and liver transaminases activity in an Indian major carp, *Catla catla*. Food and Chemical Toxicology, 48: 2848–2854.
- Khodadoust A., Imanpoor M.R., Taghizadeh V., Khara H., Rahbar M. and Rasta M. 2013.** Study on levels of sex steroid hormones of pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) in Anzali Wetland. Global Veterinaria, 10(3): 354–359.
- Klontz G.W. 1994.** Fish hematology. P: 121–132. In: Stolen J.S., Fletcher T.C., Rowley A.F., Kelikoff T.C., Kaattari S.L. and Smith S.A. (Eds.). Techniques in Fish Immunology. SOS Publications, USA.
- Langer S., Sharma J. and Raj Kant K. 2013.** Seasonal variations in haematological parameters of Hill stream fish, *Garra gotyla* from Jhajjar Stream of Jammu region, India. International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences, 3(1): 63–70.
- Li G.L., Liu X.C. and Lin H.R. 2007.** Seasonal changes of serum sex steroids concentration and aromatase activity of gonad and brain in red-spotted grouper (*Epinephelus akaara*). Animal Reproduction Science, 99(1-2): 156–166.
- Luskova V. 1998.** Factors affecting haematological indices in free-living fish populations. Acta Veterinaria Brno, 67: 249–255.
- Matsche M.A., Rosemary K. and Stence C.P. 2017.** A comparison of hematology, plasma chemistry, and injuries in Hickory shad (*Alosa mediocris*) captured by electrofishing or angling during a spawning run. Veterinary Clinical Pathology, 46(3): 471–482.
- Nikolsky G.V. 1963.** The Ecology of Fishes. Academic Press, London. 350P.
- Oner M., Atli G. and Canli M. 2008.** Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. Environmental Toxicology and Chemistry, 27: 360–366.
- Paknejad S., Heidari A. and Mousavi-Sabet H. 2014.** Morphological variation of shad fish *Alosa brashnicowi* (Teleostei, Clupeidae) populations along the southern Caspian Sea coasts, using a truss system. International Journal of Aquatic Biology, 2(6): 330–336.
- Parma D.E. and Croux M.J. 1994.** Some haematological parameters in *Prochilodus lineatus*. Review

- Hydrobiology Tropical, 2: 113–119.
- Patriche T., Patriche N., Bocioc E. and Coadă M.T. 2011.** Serum biochemical parameters of farmed carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation-International Journal of the Bioflux Society, 4: 137–140.
- Pottinger T.G. and Carrick T.R. 2001.** ACTH does not mediate divergent stress responsiveness in rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology A, 129(2-3): 399–404.
- Pradhan S.C., Patra A.K., Sarkar B. and Pal A. 2012.** Seasonal changes in hematological parameters of *Catla catla* (Hamilton 1822). Comparative Clinical Pathology, 21(6): 1473–1481.
- Prunet P., Boeuf G. and Houdebine L.M. 1985.** Plasma and pituitary prolactin levels in rainbow trout during adaptation to different salinities. Journal of Experimental Zoology, 235: 187–196.
- Qstegaard A.E., Martin S.A.M., Wang T., Stet R.J.M. and Secombes C.J. 2009.** Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) possess multiple novel immunoglobulin-like transcripts containing either an ITAM or ITIMs. Developmental and Comparative Immunology, 33: 525–532.
- Radu D., Oprea L., Bucur C., Costache M. and Oprea D. 2009.** Characteristics of haematological parameters for carp culture and Koi (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) reared in an intensive system. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnology, 66(1-2): 336–342.
- Rotllant J., Balm P.H.M., Perez-Sanchez J., Wendelaar-Bonga S.E. and Tort L. 2001.** Pituitary and interrenal function in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L., Teleostei) after handling and confinement stress. General and Comparative Endocrinology, 121: 333–342.
- Saha N.R., Usami T. and Suzuki Y. 2002.** Seasonal changes in the immune activities of common carp (*Cyprinus carpio*). Fish Physiology and Biochemistry, 26(4): 379–387.
- Sandstrom O. 1989.** Seasonal variations in some blood parameters in perch, *Perca fluviatilis* L. Journal of Applied Ichthyology, 5: 80–84.
- Schneider J.C. 2000.** Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates (No. 25). Michigan Department of Natural Resources, USA. 144P.
- Semenkova T.B., Barannikova I.A., Kime D.E., McAllister B.G., Bayunova L.V., Dyubin V.P. and**

- Kolmakov N.N. 2002.** Sex steroid profiles in female and male stellate sturgeon during final maturation induced by hormonal treatment. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 375–381.
- Shafiei Sabet S., Imanpoor M.R., Aminian Fatideh B. and Gorgin S. 2016.** Variations in plasma sex steroid hormones of the wild Caspian cyprinid fish, kutum (*Rutilus frisii Kutum*). *Journal of Cell and Molecular Research*, 8(1): 25–34.
- Shankar D.S., Sharma A. and Kulkarni R.S. 2015.** Role of cortisol and its effect on male freshwater fish *Notopterus notopterus* (Pallas) during four reproductive phases. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 3(5): 73–81.
- Sharma P.K., Sharma B.K., Sharma S.K. and Upadhyay B. 2017.** Comparative haematology of pre and post spawning common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5): 1793–1798.
- Sheikh Z.A. and Ahmed I. 2016.** Seasonal changes in hematological parameters of snow trout *Schizothorax plagiostomus* (Heckel 1838). *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 3: 33–38.
- Stolen J.S., Fletcher T.C., Rowley A.F., Zelikoff J.T., Kaattari S.L. and Smith S.A. 1994.** Techniques in Fish Immunology. SOS Publication, USA. 195P.
- Suleymanov S.S., Salavatian M. and Azizov A.P. 2013.** Ecological status of dolgin herring *Alosa braschnikowii braschnikowii* in the Caspian Sea. *Scholars Research Library, Annals of Biological Research*, 4(8): 50–55.
- Svetina A., Matasin Z., Tofant A., Vucemilo M. and Fuan N. 2002.** Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. *Acta Veterinaria Hungarica*, 50: 459–467.
- Svoboda M., Kouril J., Hamakova J., Kalab P., Savina L., Svobodova Z. and Vykusova B. 2001.** Biochemical profile of blood plasma of tench (*Tinca tinca* L.) during pre- and post spawning period. *Acta Veterinaria Brno*, 70: 259–268.
- Vazirzadeh A., Mojazi Amiri B. and Fostier A. 2014.** Ovarian development and related changes in steroid hormones in female wild common carp (*Cyprinus carpio*), from the south-eastern Caspian Sea. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(6): 1060–1067.
- Vladic T.V., Afzelius B.A. and Bronnikov G.E. 2002.** Sperm quality as reflected through morphology in salmon alternative

life histories. *Biology of
Reproduction*, 66(1): 98–105.

Yousefzadeh F. and Khara H. 2015.
Changes in blood chemistry and

hematological indices of *Capoeta
capoeta gracilis* in relation to age,
sex, and geographic location.
Comparative Clinical Pathology,
24: 791–795.



Research Paper

Evaluation of age, sexe and reproductive stage effects on hematological, immunological and hormonal factors of *Alosa braschnikowi* in the Caspian Sea (Guilan Province)

Zakieh Banimahd Keivani¹, Akram Tehranifard^{2*}, Azam Moshfegh²

Received: September 2019

Accepted: December 2019

Abstract

Alosa braschnikowi has the most abundant in the Southern Caspian and is considered as economic and valuable species. Hematological features of fish are one of the most valuable evidence of physiological stages in fish. For evaluating the effects of ages, sexes and reproductive stages on hematological, immunological and hormonal factors of *Alosa braschnikowi*, 37 specimens were randomly captured from the beach of Roudsar in February, March, April, May and November 2018. After fishing, blood samples were taken from fish and fish were compared based on sex, age groups (3, 4 and 5 years old) and reproductive stages (pre-spawning, during spawning and post-spawning) after measuring hematological, immunological and hormonal parameters. The result showed that there was no significant difference in hematological, immunological and hormonal factors between males and females ($P>0.05$) and only, eosinophils and testosterone had significant difference ($P<0.05$). Comparison of different ages also showed that red blood cells, hemoglobin, hematocrit, cortisol and MCHC experienced significant difference ($P<0.05$) and other factors didn't have any difference ($P>0.05$). Also, in comparison with different reproductive stages, most factors had significant difference. Generally, hematological, immunological and hormonal factors of this fish were not affected by sex and were only partially influenced by age. However, reproductive stages often had a significant impact on these factors.

Key words: *Caspian Marine Shad, Blood Factors, Caspian Sea.*

1- M.Sc. of Marine Biology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

2- Assistant Professor in Department of Marine Biology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

*Corresponding Author: akram.tehranifard95@gmail.com