شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸
صفحات ۳۹۸-۳۸۷

ارزیابی تغییرات برخی از شاخص‌های خون‌شناسی فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*, Linnaeus, 1758) دریای خزر طی فصول مختلف

غلامرضا خزین[۱] ،حجت الله جعفریان[۲]*، محمد فرهنگی[۳] ،سید مصطفی عقیلی نژاد[۴]

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، گلستان، ایران
۲ - دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، گلستان، ایران

۳- استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، گلستان، ایران
۴- مدیریت امور ماهیان خاویاری استان گلستان، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

چکیده

در این مطالعه به ارزیابی برخی از تغییرات شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم فیل ماهیان ۲ تا ۳ ساله در شرایط پرورش در پن طی یک دوره بررسی یک ساله از پاییز ۱۳۹۵ تا تابستان ۱۳۹۶ پرداخته شد. پس از بیهوشی ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک، نسبت به خونگیری از ۱۵ قطعه فیل ماهی به ظاهر سالم از ۳ پن در فصول مختلف اقدام شد. شاخص‌های خونی با استفاده از روش‌های متداول آزمایشگاهی و فرمول‌های مربوطه سنجش شد. اختلاف معنی‌داری در میزان کورتیزول، حجم متوسط گلبولی (MCV) و فعالیت آنزیم ALT بین فصول مختلف مشاهده نشد ($p>0/05$). بالاترین تعداد گلبول سفید و فعالیت آنزیم‌های AST و ALT در تابستان اندازه‌گیری شد ($p<0/05$). بالاترین تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و پروتئین تام در بهار مشاهده شد($p<0/05$)، بالاترین مقدار هموگلوبین، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCHC) در پاییز ثبت گردید ($p<0/05$). بالاترین مقدار گلوکز در زمستان اندازه گیری شد ($p<0/05$). در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که احتمالاً دمای محیط طی فصول مختلف یک عامل تاثیرگذار در تغییر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم فیل ماهیان پرواری در آب دریای خزر است؛ بطوریکه در شرایط اکولوژیکی یکسان با تغییر دمای محیط تغییرات مختلفی در شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم فیل ماهیان مشاهده خواهد شد.

واژگان کلیدی: فیل ماهی، دما، فصل، خون، سرم، آنزیم کبدی.

* نویسنده مسئول: حجت الله جعفریان
Email: Hojat.jafaryan@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 72, No. 4, Winter 2020
pp. 387-398

Evaluation of some hematological indices of Beluga (*Huso huso*) cultured in Caspian Sea during different seasons

H. Jafaryan[1*], Gh. Khozein[2], M. Farhangi[3], S.M. Aghilinejad[4]

1. Associate Professor of Fisheries Group, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e Kavous, Gonbad-e kavous, Golestan, Iran
2. MSc Student of Fisheries Group Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e Kavous, Gonbad-e kavous, Golestan
3. Assistant Professor of Fisheries Group, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad-e Kavous, Gonbad-e kavous, Golestan
4. Sturgeon Management of Golestan Province, Golestan

Received: 30-Feb-2020 **Accepted: 12-Mar-2020**

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of seasonal variations on some of the hematological and serum biochemical parameters on some 2-3 years' old great sturgeon cultured in brackish water pens for yearlong from autumn 2015 to summer 2016. At different seasons, after anesthetizing the fish with clove extract, blood sampling was done, from a total of 15 great sturgeon specimens were apparently at healthy condition in 3 separately pen's. Blood samples was analyzed by the routine method used in fish hematology. There were no significant differences in amount of the cortisol, mean corpuscular volume (MCV) and activity of Alanine aminotransferase (ALT) in the different seasons ($p>0.05$). The maximum WBCs, Activity of aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (ALP) were observed in summer ($p<0.05$). The maximum RBCs, hematocrit concentration, total serum protein were observed in spring ($p<0.05$). The maximum hemoglobin concentration, the mean corpuscular hemoglobin (MCH) and the mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) were observed in autumn ($p<0.05$). The maximum level of glucose was observed in winter ($p<0.05$). In conclusion, the result of this study showed that the changes of temperature as a result of season transition may have an important role in the blood parameters of *H. huso*, resulting that, at the same ecological conditions, any changes in environment temperature, in the water, affecting the blood cells indices in Beluga.

Keywords: Beluga, Temperature, Season, Blood, Serum, Liver Enzymes.

Corresponding author: Hojatollah Jafaryan Email: Hojat.jafaryan@gmail.com

۱. مقدمه

فیل‌ماهی با نام علمی (*Huso huso*) بزرگ‌ترین ماهی خاویاری ازنظر جثه است و بیشترین مقدار تولید خاویار را دارد. خاویار این گونه ممتاز، در شت و بسیار گران‌بهاست (Bahmani, 2000). ماهیان این جنس دارای دهانی بزرگ و هلالی شکل و دارای سیبیلک‌هایی از دوپهلو فشرده هستند. این جنس دارای دو گونه فیل‌ماهی[1] (بلوگا) و فیل‌ماهی روسی[2] (کالوگا) است که اختلاف آن‌ها در تعداد شعاع‌های باله پشتی و اولین صفحه استخوانی پشت آنهاست (Vosoughi and Mostajeer, 2009).

با توجه به محدودیت ذخایر ماهیان خاویاری و کاهش میزان صید آن‌ها و همچنین ارزش بسیار زیاد آن‌ها، پرورش این ماهیان در جهان سرعت گرفته و دیری نخواهد پائید که پرورش این ماهیان جایگزین صید آن‌ها گردد (Kazemi *et al*., 2005). آگاهی از وضعیت خونی ماهیان خاویاری، بخصوص شناخت اثر تغییر خصوصیات آب بخصوص دما و نیز محیط پرورشی بر شاخص‌های خونی دارای ارزش زیادی است. این داده ها می‌توانند راهنمایی در پیشبرد اهداف حفظ، تکثیر، نگهداری و پرورش این ماهیان باشد (Hedayati *et al*., 2008). تغییرات در بافت خون، می‌تواند به عنوان یک شاخص مؤثر و حساس برای پایش وضعیت فیزیولوژیک و آسیب شناسی در تشخیص بیماری‌ها و کنترل زیستی موجودات زنده ازجمله آبزیان مورد استفاده قرار گیرد (Xiaoyun *et al*., 2009). بررسی این داده‌ها، استانداردهای اکولوژیکی خاصی را در ارتباط با هر گونه پرورشی ایجاد می‌کند و می‌تواند در بهبود پرورش گونه‌ها توسط پرورش‌دهندگان موثر باشد. لذا، ثبت این شاخص‌های خون شناختی و بیوشیمیایی و دامنه تغییرات آن در انواع ماهیان پرورشی از جمله ماهیان خاویاری در مراحل مختلف رشد و در ارتباط با تغییرات داده های اقلیمی و فیزیولوژیک اهمیت زیادی دارد (Alyakrinskyay *et al*., 1984). با ارزیابی شاخص‌های خونی ثابت شده است که می‌توان وضعیت سلامت حیوانات مختلف، از جمله آبزیان، را در یک مزرعه مشخص کرد. بررسی اختلالات متابولیک، ناکارایی‌ها و وضعیت استرس‌های مزمن به شکل بالینی ممکن است و قبل بروز آن ها، قابل پیشگویی و کنترل است (Bahmani *et al*., 2001; De Pedro *et al*., 2005). عوامل خارجی از قبیل مدیریت (Svobodova *et al*., 2008)، بیماری (Chen *et al*., 2005) و استرس (Cnaani et al., 2004) همواره باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در ترکیبات خون می‌گردند. به‌عنوان‌مثال، نوسانات قابل‌توجهی در غلظت کورتیزول، گلوکز، کلسترول و دیگر اجزای اساسی در پاسخ به جابجایی و تنش هیپوکسیک شناسایی شده است (Skjervold *et al*., 2001). فاکتورهای اکولوژیکی اساسی مانند رژیم غذایی و تراکم نیز دارای تأثیرات مستقیمی بر برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی خاص دارند (Coz-Rakovac *et al*., 2005). تا به امروز مطالعات متعددی در زمینه بررسی تأثیر عوامل مختلف زیستی و اکولوژیکی از قبیل دما و تغییر فصل بر شاخص‌های خونی و سرمی در گونه‌های مختلف آبزیان به انجام رسیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به بررسی پروفایل خون‌شناسی در ماهیان مولد ازون برون در فصل بهار (Docnal *et al*., 2014)؛ بررسی تغییرات فصلی بر فاکتور های خونی در ماهی کاتلا (Bihari Patra *et al*., 2014)؛ بررسی تأثیرات فصلی بر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی *Arapaima gigas* (Bezerra *et al*., 2014)؛ ماهی سرماری (*Channa marulius*) (Latif *et al*., 2015)؛ و ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) (Docan *et al*., 2016)، فیل‌ماهیان (Hedayati *et al*., 2008; Alizadeh et al., 2011; Rangraz *et al*., 2017)، ماهی شیربت پرورشی (*Barbus grypus*) (Mesbah *et al*., 2012)، تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) (Yazdani Sadati *et al*., 2013) و تاس ماهی ایرانی (Nasri Tajan and Taklu, 2017) اشاره کرد. از آنجائیکه، پرورش ماهیان خاویاری در آب‌های لب شور در حوزه‌های داخلی نیز اخیرا مطرح شده

[1] *Huso huso*

[2] *Huso dauricus*

است و اطلاعات فیزیولوژیک در این زمینه وجود ندارد. در این پژوهش، اثرات تغییرات عوامل مختلف طبیعی و اکولوژیک بر متابولیت‌های خون و ترکیبات بیوشیمیایی سرم با اندازه گیری این شاخص‌ها در فیل ماهیان پرورشی تحت شرایط پن کالچر در دریای خزر بررسی شد.

۲. مواد و روش

۱،۲. نمونه‌برداری و خون‌گیری

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر تغییرات فصلی بر شاخص‌های خون شناختی و بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان ۲ تا ۳ ساله پرورشی با میانگین‌های وزنی و طولی ارائه شده در جدول ۱ طی یک دوره بررسی یک ساله از پاییز ۱۳۹۵ تا تابستان ۱۳۹۶ در مرکز صید و فرآوری آشوراده (چالاشت) واقع در حوضه جنوبی دریایی خزر در خلیج گرگان انجام شد. بدین منظور در طول هر فصل با مراجعه مرحله‌ای، از تعداد ۱۵ قطعه فیل‌ماهی به ظاهر سالم از هریک از پن‌های تحت بررسی (۳ پن)، پس از بیهوش نمودن ماهیان با دوز ۳۰ میلی گرم در لیتر عصاره گل میخک (Rangraz *et al*., 2017)، ابتدا ماهیان مورد زیست سنجی قرارگرفتند، سپس و با استفاده از سرنگ و سرسوزن مناسب مقدار ۳-۲ میلی لیتر خون از طریق ورید ساقه دمی (Caudal vine) از آن‌ها گرفته شد. از مجموع خون جمع آوری شده از هر ماهی مقدار ۱/۵-۱ میلی لیتر به لوله‌های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد لیتیوم هپارین و مقدار ۱/۵-۱ میلی لیتر نیز به لوله‌های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد ریخته شدند. برای تهیه سرم خون نمونه‌ها در کنار یخ سریعاً به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس تیوپ‌های حاوی خون بدون هپارین به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ C° درجه سانتی‌گراد و پس از ته‌نشین شدن لخته، به مدت ۵ دقیقه با کمک دستگاه سانتریفیوژ (eppendorf, 5415D) با دور ۵۰۰۰ در دقیقه (rpm) نمونه‌های سرم از خون جدا و به‌وسیله‌ی میکرو سمپلر جداسازی و درون اپندورف‌های جداگانه ریخته شد و تا زمان شروع آزمایش‌های مربوط به بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی در شرایط فریزر (در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شدند.

جدول۱- میانگین (انحراف معیار ± میانگین) وزن و طول فیل ماهیان آزمایشی

شاخص / فصل	پاییز (۹۵)	زمستان (۹۵)	بهار (۹۶)	تابستان (۹۶)
میانگین وزن (گرم)	۳۴۸±۲۱۲۰/۸۷^{b}	۸۲۰±۲۳۹۰/۵۳^{b}	۳۵۴۹/۷۸۰±۳۳/۵۴^{a}	۳۳۵۸/۱۰۶۳±۶۶/۲۷^{a}
میانگین طول (سانتی‌متر)	۴±۷۸/۴۳^{b}	۷۹/۴±۳۶/۸۹^{b}	۸۶/۴±۵۳/۴۸^{a}	۸۶/۸±۰۳/۱۱^{a}
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۶۵/۳±۷۳/۵۹^{b}	۶۹/۴±۱۰/۹۵^{b}	۴±۷۶/۵۶^{a}	۷۵/۷±۶۰/۲۴^{a}

۲،۲. اندازه‌گیری معیارهای کیفی آب

در مطالعه حاضر شاخص‌های مختلف فیزیکو- شیمیایی آب شامل مقادیر دما، شوری، اکسیژن محلول، pH و آمونیاک در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس این داده‌ها، فاکتور دما توسط دماسنج دیجیتال (مدل Testo، ساخت آلمان)؛ شوری توسط دستگاه شوری سنج (مدل S-100، ساخت ژاپن)؛ اکسیژن محلول توسط دستگاه اکسیژن متر (مدل WTW، ساخت آمریکا)، pH توسط دستگاه پی اچ متر (مدل Testo، ساخت آلمان) و آمونیاک توسط دستگاه چکر آمونیاک[1] (مدل HI700، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شدند.

۲،۲. اندازه‌گیری شاخص‌های خون شناختی

برای اندازه‌گیری شاخص‌های خون شناختی از خون

[1] Ammonia Checker

حاوی ماده ضد انعقاد هپارین استفاده شد. برای شمارش کلی تعداد گلبول‌های سفید (WBC) و قرمز (RBC) به ترتیب از لام هماسیتومتر و لام هموسیتومتر نئوبار با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰۰× پس از رقیق‌سازی خون به‌وسیله بافر فسفات نمک با نسبت‌های ۵۰ و ۲۰۰ برابر با استفاده از محلول رقیق‌کننده نات-هریک[1] (Barros *et al.*, 2002)، مقدار هموگلوبین (Hp) به روش استاندارد سیانیت هموگلوبین (Feldman *et al.*, 2000)، درصد هماتوکریت (PCV) به روش متداول میکروهماتوکریت (Řehulka, 2002) و اندیس‌های گلبولی شامل حجم متوسط گلبولی (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول های قرمز (MCHC) با استفاده از فرمول های مربو طه (Asadi *et al.*, 2012) اندازه‌گیری شدند.

$MCV = (Hct \times ۱۰۰۰) / RBC\ (۱۰^{۶} mm^{-۳})$

$MCH = Hb\ (gdl^{-۱)} / RBC\ (۱۰^{۶}\ mm^{-۳})$

$MCHC = Hb / Hc$

جدول۲- تغییرات شاخص‌های کیفی آب در فصول مختلف (انحراف معیار ± میانگین)

پارامتر / فصل	دما (C°)	شوری (g/L)	اکسیژن (mg/L)	pH	آمونیاک (mg/L)
پاییز (۹۵)	۹/۳±۳/۶۸	۱۶/۴۱±۱/۰۰	۱۰/۱±۰/۴۸	۹/۰±۴۲/۳۹	۶/۰±۰/۷۲
زمستان (۹۵)	۸/۲±۲/۴۷	۱۶/۰±۲/۰۰	۸/۰۷۳/۸۶	۹/۰±۵۸/۲۲	۱۰/۰±۱/۱۶
بهار (۹۶)	۲±۲۴/۶۴	۱۶/۰±۳۳/۵۷	۶/۱±۰/۸۵	۹/۰±۵۸/۳۸	۷/۰±۰/۵۱
تابستان (۹۶)	۳۰/۱±۶/۸۹	۱۸/۲±۶۶/۰۸	۵/۱±۰/۸۳	۹/۰±۳۹/۴۴	۳/۰±۰/۲۷

۳،۲. اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون

برای اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرمی از خون فاقد ماده ضد انعقاد استفاده شد. اندازه‌گیری این شاخص‌ها با کمک دستگاه آتوآنالایزر مدل Eurolyser, Belgium و طبق دستورالعمل شرکت سازنده با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی از نوع Biochemical شرکت پارس آزمون (ایران، تهران) استفاده شد. اندازه‌گیری کورتیزول به روش ELISA مستقیم (Deane and Woo, 2003) با استفاده از کیت Accubind ساخت شرکت Monobind(USA)، گلوکز به روش گلوکز اکسیداز (Glucose oxidase)، پروتئین تام به روش بیوره (Biuret)، سنجش آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) به روش رنگ سنجی کینتیک و آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کینتیک (Borges *et al.*, 2004) اندازه‌گیری شد.

۴،۲. تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS(V:25) از طریق مسیر تحلیلی آنالیز واریانس یک طرفه[2] و مقایسه میانگین نتایج به صورت درون گروهی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن[3] در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ انجام شد.

۳. نتایج

۱،۳. شاخص‌های خون شناختی

بر اساس نتایج جدول ۳ بیشترین تعداد گلبول سفید در فصل تابستان و کمترین تعداد آن در پاییز و بهار

[1] Natt- Herrick
[2] One-Way ANOVA
[3] Duncan's new multiple-range test

شمارش شد (p<۰/۰۵). تعداد گلبول‌های قرمز و در صد هماتوکریت خون در پاییز و بهار در مقایسه با زمستان و تابستان به شکل معنی‌داری بالاتر بود (p<۰/۰۵). مقدار هموگلوبین خون نیز اختلاف آماری معنی‌داری را بین چهارفصل نشان داد (p<۰/۰۵). بالاترین مقدار هموگلوبین در پاییز و کمترین مقدار آن در تابستان اندازه‌گیری شد (p<۰/۰۵). اندازه مقدار متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCHC) با عبور از فصول سرد به سمت فصول گرم‌تر کاهش معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری در مقدار حجم متوسط گلبولی (MCV) بین فصول مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

جدول۳- شاخص‌های خونی فیل ماهیان پرواری در فصول مختلف (انحراف معیار±میانگین).

شاخص / فصل	پاییز (۹۵)	زمستان (۹۵)	بهار (۹۶)	تابستان (۹۶)
گلبول سفید(mm3)	۹۲۶۶/۶۶±۱۳۲۷/۹b	۱۱۶۶۶/۶۶±۲۲۱۸/۸ab	۸۶۳۳/۳۳±۲۳۱۱/۵b	۱۳۷۰۰±۸۵۴/۴a
گلبول قرمز (mm3)	۰/۹۲±۰/۱۵a	۰/۶۸±۰/۰۳b	۱/۰۹±۰/۰۵a	۰/۶۸±۰/۱۲b
هماتوکریت (٪)	۲۸/۲±۳/۷۸a	۲۱±۲/۶۴b	۲۹/۳۳±۲/۵۱a	۲۱±۲/۶۴b
هموگلوبین (g/dl)	۸/۹۹±۱/۳۸a	۵/۴۶±۰/۷۰bc	۶/۳۵±۰/۴۰b	۳/۷۹±۰/۸۱c
حجم متوسط گلبولی (fl)	۳۱۲/۲۸±۱۲/۵۲a	۳۰۵/۲۳±۲۸/۲۲a	۲۶۸/۱۵±۱۵/۷۵a	۳۱۱/۷۶±۲۹/۶۰a
متوسط هموگلوبین گلبولی(pg)	۹۷/۹±۲/۰۶a	۷۹/۵۳±۸/۳۲b	۵۸/۲۷±۵/۶۴c	۵۵/۹۶±۷c
متوسط هموگلوبین گلبولی(٪)	۳۱/۰±۰/۶۴a	۲۶/۰۴±۰/۷۹b	۲۱/۷۵±۱/۹۷c	۱۷/۹۵±۱/۶۲d

*حروف کوچک متفاوت در بالای اعداد در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار (p<۰/۰۵) است.

۲،۳. شاخص‌های بیوشیمیایی سرم

نتایج اندازه گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان پرورشی اختلاف آماری معنی‌داری بین مقدار پروتئین کل (TSP) و گلوکز (GLU) بین فصول نشان داد (p<۰/۰۵). مقدار پروتئین کل در پاییز به شکل معنی‌داری پایین‌تر از سایر فصول بود (p<۰/۰۵). اما بین زمستان، بهار و تابستان اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). مقدار گلوکز نیز در فصل زمستان بالاتر از سایر فصول بود (p<۰/۰۵). اما بین پاییز، بهار و تابستان اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). مقدار کورتیزول (Cor) نیز بین هیچ یک از فصول اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵).

۳،۳. آنزیم‌های کبدی

همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد، اختلاف معنی‌داری بین میزان فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) بین فصول مختلف مشاهده نشد (p<۰/۰۵). میزان فعالیت آنزیم آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) در تابستان به شکل معنی‌داری بالاتر از سایر فصول بود (p<۰/۰۵). بین میزان فعالیت این آنزیم در سه فصل پاییز، زمستان و بهار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) بین هر چهار فصل اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). بالاترین میزان فعالیت آنزیم ALP در تابستان و کمترین میزان فعالیت آن در زمستان اندازه گیری شد (p<۰/۰۵).

جدول۴ - شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان در فصول مختلف (انحراف معیار±میانگین).

پارامتر / فصل	پاییز (۹۵)	زمستان (۹۵)	بهار (۹۶)	تابستان (۹۶)
پروتئین کل (گرم/دسی‌لیتر)	۱/۰۶±۰/۲۰b	۱/۹۰±۰/۳۰a	۱/۹۶±۰/۲۰a	۱/۵۶±۰/۱۱a

گلوکز(میلی‌گرم/دسی لیتر)	۲۷/۷۰±۱/۶۷b	۶۸/۹۰±۱۹/۵۳a	۳۵/۴۶±۴/۸۲b	۲۹/۹۶±۳/۸۸b
کورتیزول (میکروگرم/دسی‌لیتر)	۳۸/۳±۴/۴۹a	۳۰/۶۰±۷/۴۹a	۳۲/۸۶±۳/۰۵a	۳۴/۵۳±۴/۸۰a

*حروف کوچک متفاوت در بالای اعداد در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار ($p<۰/۰۵$) است.

جدول۵- آنزیم‌های کبدی سرم خون فیل ماهیان پرواری در فصول مختلف (انحراف معیار ± میانگین)

فصل / پارامتر	پاییز (۹۵)	زمستان (۹۵)	بهار (۹۶)	تابستان (۹۶)
آسپارتات آمینو ترانسفراز(U/I)	۱۹۳/۲۶±۱۵/۹۴b	۱۹۷/۳۶±۲۳/۵۱b	۱۷۹/۶۲±۱۴/۶۷b	۳۱۶/۸۶±۵۴/۳۵a
آلانین آمینو ترانسفراز(U/I)	۲/۶۳±۰/۷a	۶/۰۳±۴/۲۱a	۸/۲۳±۲/۸۲a	۳/۱۶±۰/۵۷a
آلکالین فسفاتاز(U/I)	۱۷۷/۲۰±۱۴/۴۱b	۱۳۲/۱۳±۲۱/۸۲c	۱۶۱/۰۳±۱۹/۴۲bc	۴۱۰/۲۳±۱۱/۹۵a

*حروف کوچک متفاوت در بالای اعداد در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

فیل‌ماهی گونه‌ای ا ست که با توجه به چرخه زندگیش همواره در معرض آلاینده های مختلف محیطی قرار دارد؛ بنابراین، می‌توان از آن به‌عنوان گونه‌ای مناسب در ارزیابی کیفیت کلی زیستگاه‌های آبی ا ستفاده کرد. متابولیت‌های خون در ماهیان می‌تواند متأثر از نوع گونه، اندازه، سن، و ضعیت فیزیولوژیکی، شرایط محیطی و شرایط تغذیه‌ای ماهی باشد (Burt and Austin, 2005). مطالعه فراسنجه‌های خونی اطلاعات ارزشمندی برای ارزیابی سلامتی ماهی فراهم می‌کند (Banaee *et al*., 2008). با برر سی تغییرات شاخص‌های خونی و بیو شیمیایی سرم می‌توان پاسخ‌های ماهی را به تغییرات محیطی مشخص کرد (Satheeshkumar *et al*., 2010). این تغییرات با برر سی تأثیر عوامل ا سترس‌زا در محیط‌زیست ماهی ابزار مناسبی برای مدیریت سلامت ماهی فراهم کرده است (Debala Devi and Usha Anandhi, 2010). مطالعات زیادی جهت ارزیابی متابولیت‌های خون و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم تحت شرایط طبیعی و استرس‌زا انجام‌شده است (Nicula et al., 2010; Kopp *et al*., 2009; Koedprang *et al*., 2002).

در شرایط طبیعی آبزیان همواره در مواجه با آلاینده‌های مختلفی مانند تغییر کیفیت آب، آلودگی، سوء تغذیه و عفونت و بیماری قرار دارند که از طریق فعالیت‌های فیزیولوژیکی سعی در تطبیق خود با محیط اطراف دارند. شناسایی این عوامل همواره به‌عنوان چالشی برای محققان و پرورش‌دهندگان مطرح است. با توجه به اینکه آبزیان در ارتباط نزدیک با محیط زی ست خود ب سر می‌برند، از بین عوامل اشاره شده بررسی کیفیت آب فاکتور بسیار مهمی است؛ چرا که مسئول تغییر شاخص‌های خونی آبزیان محسوب می‌شود (Casillas and Smith, 1977). اخیراً، Orun و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که شاخص‌های خونی ماهیان می‌تواند تحت تأثیر تغییر دما و اکسیژن محلول در آب باشد. بر اساس این گزارش تغییر تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و میزان هموگلوبین خون فیل‌ماهیان پرورشی در مطالعه حاضر را می‌توان به اثر جبرانی بین بارش و دما نسبت داد (Cerezo Valverde and Garcia, 2005). در حضور سطوح بالای اکسیژن تعداد گلبول قرمز کمتری برای حمل و نقل اکسیژن مورد نیاز است. در نتیجه هموگلوبین و هماتوکریت کمتری نیز مورد نیاز خواهد بود (Bezerra *et al*., 2014). در تائید این موارد تعداد گلبولهای قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین طی فصول مختلف دارای نوسانات مشابهی بودند و در پاییز و بهار شاهد بیشترین مقدار آن‌ها بودیم.

دلیل بالا بودن میزان هماتوکریت و هموگلوبین در پاییز و بهار می‌تواند در اثر ا سترس‌های تنفسی مرتبط با

کاهش دما در فصل پاییز و افزایش دوباره آن در فصل بهار باشد که با کاهش و افزایش میزان اکسیژن محلول در آب طی این فصول رخ می‌دهد (Bezerra *et al*., 2014). این نتایج توسط یافته های di Prisco و Tamburrini (۱۹۹۲) تقویت می‌شود. این محققین گزارش دادند که دمای آب از طریق تأثیر مستقیم بر خواص اتصالی هموگلوبین-اکسیژن و میزان انتقال اکسیژن بر شاخص‌های خونی تاثیرگذار خواهد بود. Guijarro و همکاران (۲۰۰۳) و Jamalzadeh و Ghomi (۲۰۰۹) در مطالعات خود دما را به عنوان عامل اصلی افزایش هماتوکریت و هموگلوبین معرفی کردند. بایستی به این نکته نیز توجه داشت که افزایش نرخ تغذیه از طریق فرآیند تشکیل گویچه‌های قرمز[1] می‌تواند روی افزایش گلبول‌های قرمز موثر باشد. بیشترین تعداد گلبول قرمز خون ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در فصل زمستان شمارش شد (Cerezo Denton and Yousef, ؛Valverde and Garcia, 2005 1975). کمترین تعداد گلبول قرمز خون تاس ماهیان سیبری (*Acipenser baerii*) نیز در فصل زمستان گزارش شد (Yazdani Sadati *et al*., 2013). بیشترین درصد هماتوکریت خون تاس ماهی سیبری نیز در فصل بهار اندازه‌گیری شد (Yazdani Sadati *et al*., 2013). درصد هماتوکریت خون قزل‌آلای رنگین‌کمان در تابستان بالا و در زمستان پایین گزارش شد (Rauta *et al*., 2012). در بررسی دوره زندگی ماهیان خاویاری در دریا و رودخانه نیز مشخص گردید که با نزدیک شدن به فصل سرما تعداد گلبول‌های قرمز در تاس ماهی سفید، تاس ماهی روسی و فیل ماهی روندی کاهش دارد (Natochin *et al*., 1975).

نبود اختلاف معنی‌دار در مقدار حجم متوسط گلبولی احتمال توسعه کم خونی فیل ماهیان در پاسخ به تغییرات فصلی را در برابر یک وضعیت تنش‌زای مزمن رد می‌کند (Bezerra *et al*., 2014). ضمن آنکه دلیل کاهش سطح این شاخص در فصل بهار ممکن است به علت بالا رفتن روند تولید گویچه‌های قرمز در این فصل باشد که موجب کاهش سطح MCV می‌گردد. بطوریکه تشکیل تعداد زیادی از اریتروسیت‌های نابالغ که از لحاظ اندازه کوچک‌تر از انواع بالغ هستند باعث کاهش مقدار حجم متوسط گلبولی می‌شوند (Gupta *et al*., 2013). Blaxhall و Daisley (۱۹۷۳) نیز گزارش دادند زمانی که میزان تولید گویچه‌های قرمز خون بیشتر است مقدار حجم MCV کاهش می‌یابد. کاهش سطح MCV با کاهش میزان هموگلوبین مرتبط است. زمانی که سرعت تکثیر گلبول‌های قرمز با سرعت سنتز هموگلوبین مطابقت نداشته باشد، سلول ها فرصت کافی برای تولید مقادیر مناسب هموگلوبین را نخواهند داشت (Bezerra *et al*., 2014).

بررسی وضعیت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی قرمز خون (MCHC) طی فصول مختلف نشان داد که در فصول گرم در مقایسه با فصول سرد سطح این دو شاخص به شکل معنی‌دار کاهش یافته و در تابستان به پایینترین سطح خود می‌رسد، کمترین مقدار هموگلوبین نیز در فصل تابستان مشاهده شد. احتمالاً این رابطه مستقیم با وضعیت تغذیه ماهی در ارتباط است. معمولاً کمبود غذا در فصل زمستان بیشتر است. به نظر می‌رسد این پدیده طبیعی مسئول کاهش سطح هموگلوبین و درصد هماتوکریت خون فیل ماهیان در فصل زمستان باشد. این شرایط نامساعد احتمالاً باعث تحریک ماهی در جهت افزایش غلظت هموگلوبین در سلول و در نتیجه کاهش MCH و MCHC شده است. در واقع این تغییرات می‌تواند نوعی سازگاری در برابر شرایط نامساعد محیطی در فصل زمستان باشد.

تولید بیشتر گلبول‌های قرمز جوان (اریتروسیت‌ها) که دارای نقص در هموگلوبین هستند نیز در کاهش MCH و MCHC تأثیرگذار خواهد بود.

بالاتر بودن مقدار MCH و MCHC در فصل پاییز و بالا بودن مقدار هموگلوبین در این فصل را می‌توان ناشی از افزایش نیاز فیل ماهیان به انرژی برای پروار شدن و

[1] Process of erythropoiesis

افزایش وزن در این دوره نسبت داد.

در مطالعه حاضر کمترین تعداد گلبول‌های سفید خون در فصل بهار و بیشترین تعداد آن در فصل تابستان شمارش شد. تعداد کل گلبول‌های سفید و انواع آن از طریق تأثیر بر فاگوسیتوز و کمک به تولید آنتی‌بادی می‌تواند نقش موثری در ارتقاء دفاع غیراختصاصی داشته باشد (Sakai, 1999). در پاسخ به استرس‌های موجود در محیط آبی، کاهش تعداد گلبول‌های سفید بیانگر سرکوب سیستم ایمنی و افزایش تعداد آن پاسخ به استرس یا عفونت است (Adams, 2002).

پروتئین تام سرمی از مهم‌ترین ترکیباتی است که در سرم وجود دارد و به منزله یکی از شاخص‌های ایمنی غیراختصاصی هومورال و نشان دهنده سلامت گونه آبزی است. کاهش سطح آن ویژگی بارز بسیاری از بیماری‌هاست و ممکن است به دلیل بروز بیماری کبدی، کاهش جذب و یا از دست دادن پروتئین رخ دهد (Bekcan *et al*., 2006). در تحقیق حاضر مقدار پروتئین تام سرمی در فصل پاییز در مقایسه با سه فصل دیگر به شکل معنی‌داری کمتر بود؛ اما بین سه فصل دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

نوسان فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون از جمله گلوکز همواره جزو آن دسته از تغییرات بیولوژیکی محسوب می‌شوند که تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر صید، دستکاری، حمل و نقل، نگهداری در تراکم بالا، و تغییر خواص فیزیکو-شیمیایی آب و غیره بوجود می‌آیند (Bahmani, 2000). بسته به گونه ماهی سطح این شاخص در دامنه ۳۵ تا ۳۵۰ میلی‌گرم در دسی لیتر متغییر است (Barton *et al*., 1990). در تحقیق حاضر مقدار گلوکز خون فیل ماهیان پرورشی در دریای خزر بشکل معنی‌داری در فصل زمستان بالاتر از سایر فصول بود. در این تحقیق مقدار گلوکز در محدوده ۲۵/۵۰ میلی‌گرم در دسی لیتر در فصل تابستان تا ۸۵/۱۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در فصل زمستان نوسان داشت. دامنه تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی سرم در گونه‌های مختلف ماهی متفاوت بوده و تحت تاثیر عوامل زیستی و غیر زیستی مختلفی مانند دمای آب، الگوهای فصلی، مواد غذایی و نوع گونه قرار دارد (Jawad et al. 2004). افزایش میزان گلوکز در خون فیل ماهیان پرورشی در تحقیق حاضر می‌تواند به علت افزایش مصرف گلیکوژن در کبد باشد (Ojolick et al., 1995). این نتایج، یافته‌های Coz-Rakovac و همکاران (۲۰۰۵) را تأیید می‌نماید. این محققین گزارش دادند میزان گلوکز به میزان قابل توجهی در ماهیان پرورشی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) در مقایسه با گونه‌های وحشی افزایش می‌یابد. Hedayati و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون فیل ماهیان پرورشی ۴ تا ۵ ساله در ایستگاه تحقیقات شیلات بافق طی یک دوره بررسی یکساله گزارش دادند که تغییرات فصل روی این شاخص تأثیرگذار است. بر اساس گزارش این محققین بیشترین مقدار گلوکز در فصول گرم (بهار و تابستان) و کمترین مقدار آنها در فصول سرد (پاییز و زمستان) اندازه گیری شد. Mesbah و همکاران (۲۰۱۲) پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی شیربت پرورشی (*Barbus grypus*) در فصول گرم و سرد سال شاخص‌های خونی تغییر کرد، این تغییرات به تغییر دمای محیط، تغییر جیره و نوع جنسیت نسبت داده شده است. مقدار گلوکز ممکن است تحت تاثیر فصل و دمای آب متفاوت باشد (Satheeshkumar et al., 2012). گزارش شده است که غلظت گلوکز در ماهی با افزایش سن و وزن ماهی کاهش می‌یابد (Coz-Rakovac et al. 2005).

فعالیت آنزیم‌های کبدی می‌تواند با تاثیر پذیری از شرایط محیط تغییر کند که بسته به نوع گونه و شرایط پرورش میزان این تغییرات متفاوت است (Mirzargar et al., 2010). بر اساس نتایج این تحقیق بالاترین میزان فعالیت آنزیم‌های AST و ALP در فصل تابستان و کمترین مقدار آنها به ترتیب در بهار و زمستان اندازه گیری شد. در خصوص تغییرات فصلی آنزیم‌های ترانسفرازی و آلکالین فسفاتاز، Matsche و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه روی تاس‌ماهی پوزه کوتاه (*Acipenser brevirostrum*) گزارش دادند که میزان

فعالیت آنزیم AST از فصول مختلف تأثیرپذیری داشته و کمترین مقدار عالیت این آنزیم در هر دو جنس نر و ماده را در فصل پاییز و بیشترین مقدار آن را در فصل بهار گزارش دادند. این یافته‌ها با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. در تحقیق Rangraz و همکاران (۲۰۱۷) نیز اختلاف معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی فیل‌ماهیان پرواری در آب لب شور (پن کالچر) گزارش شد. در تحقیق مذکور کمترین میزان فعالیت آنزیم‌های AST وALT را در فصل پاییز و بیشترین میزان فعالیت آن‌را به ترتیب در بهار و زمستان گزارش کرد. بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنزیم ALP در بترتیب در تابستان و پاییز بود (Rangraz et al., 2017). وجود اختلاف معنی‌دار در میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی طی فصول مختلف علاوه بر نوع جنسیت می‌تواند تحت تأثیر سایر عوامل مانند تغییر نوع غذا و مقدار تغذیه (Cangleton and Wagnes, 2006; Melloti *et al*., 2007)، فصل تولید مثل (Melloti *et al*., 2007) و تغییر هورمون‌های جنسی (Kabirian *et al*., 2013) باشد.

۱،۴. نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اکثر متابولیت‌های خون فیل‌ماهیان پرواری در آب دریای خزر در فصول مختلف تغییرات معنی‌داری دارند. این تغییرات می‌تواند در پاسخ به افزایش پتانسیل پاتوژن‌های محیط در پاسخ به کاهش بارندگی و یا دما نیز باشد. با وجود اینکه بیشترین حضور پاتوژن‌ها در محیط عموماً با افزایش دما و در فصل تابستان رخ می‌دهد؛ اما برخی از آنها در فصل زمستان حضور بیشتری دارند (Khidr *et al*., 2012). با توجه به موارد ذکرشده این‌چنین استنباط می‌شود که احتمالاً تحت شرایط اکولوژیکی یکسان دما نقش تعیین کننده‌ای در افزایش و یا کاهش مقدار شاخص‌های خون فیل ماهیان پرورشی دارد.

۵. منابع

References

Adams, S.M., 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society. Bethesda, MD 644pp.

Asadi, M., Mirvaghefei, A., Nematollahi, M., Banaee, M., Ahmadi, K., 2012. Effects of Watercress (*Nasturtium nasturtium*) extract on selected immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Open Veterinary Journal* 2, 32-39.

Bahmani, M., 2000. Study of the ecophysiological stress effects on HPG and HPI axes, immunity system and reproduction processes in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch 302pp. (In Persian).

Bahmani, M., Kazemi, R., Donskaya, P., 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons *(Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemical* 24, 135– 140.

Barros, M.M., Lim, C., Klesius, P.H., 2002. Effect of iron supplementation to Cottonseed meal diets on growth performance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Applied Aquaculture* 10, 65-86.

Barton, B.A., McLeay, D.J., Wedemeyer, G.A., 1990. Stress and acclimation. Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA 451-489pp.

Bekcan, S., Dogankaya, L., Cakirogullari, G.C., 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis*) fed diets containing different percentages of protein. *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh* 58, 137-142.

Bezerra, R.F., Soares, M.D.C.F., Santos, A.J.G., Carvalho, M., Matoso, E.V., Coelho, L.C.B. B., 2014. Seasonality influence on biochemical and hematological indicators of stress and growth of Pirarucu (Arapaima gigas), an Amazonian air-breathing fish. The Scientific World Journal. https://doi.org/10.1155/2014/541278.

Bihari Patra, B., Prasad Panda, R., Kumar Patra, A., 2014. Seasonal Variations in Certain Hematological Factors of *Catla Catla* (Hamilton 1822). IOSR Journal of Applied Physics 6(4), 1-7.

Blaxhall, P.C., Daisley, K.W., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology* 5, 771-781.

Borges A., Scotti L.V., Siqueira D.R., Jurinitz D.F., Wassermann G.F., 2004. Hematologic and serum biochemical values for jundia´ (*Rhamdia quelen*). *Fish Physiology and Biochemical* 30, 21-25.

Cangleton J.L., Wagnes T., 2006. Blood chemistry of nutritional status in juvenile Salmonids (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Journal of Fish Biology* 69, 473-478.

Casillas, E., Smith, L.S., 1977. Effect of stress on blood coagulation and hematology in rainbow torut (*Salma grindneri*).

Journal of Fish Biology 10, 481-491.
Chen, Y.E., Jin, S., Wang, G.L., 2005. Study on blood physiological and biochemical indices of Vibrio alginilyticus disease of *Lateolabrax japonicas*. Journal Oceanography Taiwan Strait 24, 104–108.
Cnaani, A., Tinman, S., Avidar, Y., Ron, M., Hulata, G., 2004. Comparative study of biochemical parameters in response to stress in *O. aureus, O. mossambicus* and two strains of *O. niloticus*. *Aquaculture Research* 35, 1434–1440.
Coz-Rakovac, R., Strunjak-perovic, I., Hacmanjek, M., Topic, P.N., Lipez, Z., Sostaric, B., 2005. Blood chemistry and histological properties of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrox*) in the North Adriatic Sea. *Veterinary Research Communications* 29:677–687.
Coz-Rakovac, R., Strunjak-perovic, I., Hacmanjek, M., Topic, P.N., Lipez, Z., Sostaric, B., 2005. Blood chemistry and histological properties of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrox*) in the North Adriatic Sea. *Veterinary Research Communications* 29, 677–687.
De Pedro, N., Guijarro, A.E., Lopez-Patino, M.A., Marinez-Alvarez, R., Delgado, M., 2005. Daily and seasonal variation in haematological and blood biochemical parameters in tench *Tinca tinca*. *Aquaculture Research* 36(12),1185–1196.
Deane, E.E., Woo, N., 2003. Ontogeny of thyroid hormones, cortisol, hsp70 and hsp90 during silver sea bream larval development. *Life sciences* 72, 805-818.
Denton, J.E., Yousef, M.K., 1975. Seasonal changes in hematology of rainbow trout, Salmo gairdneri. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 51(1), 151-153.
di Prisco, G., Tamburrini, M. (1992). The hemoglobins of marine and freshwater fish: the search for correlations with physiological adaptation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* 102(4), 661-671.
Docan, A., Dediu, L., Grecu, I., Maereanu, M., 2016. Some hematological parameters for genitors of the sterlet (*Acipenser ruthenus*) from Isaccea region of the Danube River. *AACL Bioflux* 9(3), 657-661.
Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jian, N.C., 2000. Schalm's veterinary hematology. Lippincott Williams and Wilkins publication, Canada, pp. 1120-1125.
Guijarro, A.I., Lopez-Patino, M.A., pinillos, M.L., Isorna, E., DePedro, N., Alonso-Gomez, A.L., Alonso-Bedate, M., Delgado, M.J., 2003. Seasonal changes in haematology and metabolic resources in the tench. *Journal of Fish Biology* 62, 803-815.
Gupta, K., Sachar, A., Raina, Sh., 2013. Seasonal Variations in Haematological Parameters of Golden Mahseer, Tor *putitora*. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(6), 1-6.
Hedayati S.A.A., Bagheri, T., Yavari, V., Bahmani, M., Alizadeh, M., 2008. Examination of some biochemical factors of blood serum in Beluga (*huso huso*) cultured in brackish water. *Iranian Journal of Biology* 21(4), 658-666. (In Persian).
Jamalzadeh, H.R., Ghomi, M.R., 2009. Haematological parameters of Caspian salmon *Salmo trutta caspius* associated with age and season. *Marine and fresh water Behaviour and Physiology* 42(1), 81-87.
Jawad, L.A., Al-Mukhtar, M.A., 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(2), 47-52.
Kabirian, M., Shahsavani, D., Kazerani, H.R., 2013. Determination of activity values of some serum enzymes in breeding Caspian roach. *Scientific-Research Iranian Veterinary Journal* 8(3), 67-72. (In Persian).
Kazemi, R., Bahmani, M., Hallajian, A., Pourkazemi, M., Dejandian, S., 2005. Investigation of blood serum osmo-ionregulation in brood and reared juvenile *Acipenser persicus*. Iran. *Journal of Ichthyology* 22, 188–192.
Khidr, A.A.A., Said, A.E., Samak, O.A.A., Sheref, S.E.A., 2012. The impacts of ecological factors on prevalence, mean intensity and seasonal changes of the monogenean gill parasite, Microcotyloides sp., infesting the Terapon puta fish inhabiting coastal region of Mediterranean Sea at Damietta region. *The Journal of Basic & Applied Zoology* 65(2), 109-115.
Latif, M., Ali, M., Iqbal, F., 2015. Seasonal Variations in Hematological and Serum Biochemical Profile of *Channa marulius* are Complementary to the Changes in Water Quality Parameters of River Chenab in Pakistan. *Pakistan journal of zoology* 4(6), 1699-1707.
Melloti, P., Meluzzi, A., Zucchi, P., Giordani, G., Cataudella, S., 2007. Seasonal effects on some serum and muscle enzymes of catfish (*Ictalurus melas*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Ichthyology* 5, 74-79.
Mesbah, M., Khajeh, G., Sabzevarizadeh, M., Izadkhasti, Z., 2012. Evaluation of some serum biochemical parameters of culturing shirboat (*Barbus grypus*) during two warm and cool seasons in khuzestan province. *Scientific-Research Iranian Veterinary Journal* 8(3), 60-66. (In Persian).
Mirzargar, S.S., Ghiyasi, F., Ebrahimzade moosavi, H., Salar amoli, J., Bahonar, A., 2010. Study on hematological parameters and serum enzymes in common carp (*Cyprinus carpio*) after low cadmium concentration exposure. *Journal of Veterinary Research* 65(3), 61-66. (In Persian).
Nasri Tajan, M., Taklu, M., 2017. Comparison on natural range of some hematological and biochemical indices of cultured *Huso huso* (Linnaeus, 1758) and Acipenser persicus Borodin, 1897 at different ages. *Jouranl of Applied Icthyological Research* 4 (4), 67-78. (In Persian).
Natochin, Y.V., Lukʹyanenko, V.I., Lavrova, Y.A., and Metallov, G.F., 1975. Cation content of the blood serum during the marine and river periods in the life sturgeons. *Journal of Ichthyology* 15, 799-803.
Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J., Kerr, S.R., 1995. Survival and growth of all female diploid and triploid Clarias macrocephalus. *Fish Genetics Biotro Special Pub* 52: 79–86.
Ramsay, J.M., Feist, G.W., Varga, Z.M., Westerfield, M., Kent, M.L., Schreck, C.B., 2006. Whole-body cortisol is an

indicator of crowding stress in adult zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture* 258, 565-574.
Rangraz, M., Jafaryan, H., Golzarian pour, S., Aghilinejad, S.M., 2017. Seasonal comparative of blood factors in farmed Beluga (*Huso huso*) in pen culture. *Journal of Aquatic Animal Nutrition* 3(1), 13-24. (In Persian).
Rauta, P.R., Nayak, B., Da, S., 2012. Immune system and immune responses in fish and their role in comparative immunity study: amodel for higher organisms. *Immunology Letters* 148(1), 23–33.
Řehulka, J., 2002. Aeromonas Causes Severe Skin Lesions in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): Clinical Pathology, Haematology, and Biochemistry. *Acta Veterinaria Brno* 71, 351- 360.
Sakai, M., 1999. Current research status of fish immune stimulants. *Aquaculture* 172, 63-92.
Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Kumar, D. S., Jagadeesan, L., 2012. Haematology and biochemical parameters of different feeding behaviour of teleost fishes from Vellar estuary, India. *Comparative Clinical Pathology* 21(6), 1187-1191.
Skjervold, P.O., Fjaera, S.O., Ostby, P.B., Einen, O., 2001. Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 192 265–280.
Svobodova, Z., Kroupova, H., Modra, H., Flajshans, M., Randak, T., Savina, L.V., Gela, D., 2008. Haematological profile of common carp spawners of various breeds. *Journal of Applied Ichthyology* 24, 55–59.
Valverde, J.C., García, B.G., 2005. Suitable dissolved oxygen levels for common octopus (Octopus vulgaris Cuvier, 1797) at different weights and temperatures: analysis of respiratory behaviour. *Aquaculture* 244(1-4), 303-314.
Vosoughi, G.H., Mostajeer, M.S.B., 2009. Fershwater Fish.University of Tehran Press, 8th ed 317pp. (In Persian).
Xiaoyun, Z., Mingyun, L., Khalid, A., Weinmin, W., 2009. Comparative of haematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach *Misgurnus anguillicadatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 35, 435–441.
Yazdani Sadati, M.A., Hooshyar, A., Bani, A., Kazemi, R., Hallajian, A., Pourdehghani, M., 2013. Study of Haematological indices season changes in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) on captivity condition. *Scientific Journal Management System* 2(2), 17-32. (In Persian).