مروری بر شاخص های سلولی و بیوشیمیایی خون دو گونه ماهی، سی باس آسیایی *(Lates calcarifer)* و اروپایی *(Dicentrarchus labrax)*

علیرضا جهانبانی [1*]، سید محمد سجادی دزفولی[2]

[1]دامپزشک-دانشجوی دکتری بیوشیمی-گروه علوم پایه- دانشکده دامپزشکی شهید چمران اهواز- دانشگاه شهید چمران اهواز- اهواز – ایران

[2]دامپزشک- رزیدنت بخش جراحی-گروه علوم درمانگاهی- دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز- اهواز- ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۱

چکیده

ماهی سی باس از اعضای خانواده *Latidae* می‌باشد که دو گونه آسیایی *Lates calcarifer* و اروپایی *Dicentrarchus labrax* آن برای پرورش با استقبال بیشتری رو به رو شده و بیشتر تحقیقات مرتبط با این ماهی نیز بر این دوگونه متمرکز است. در اختیار داشتن دامنه طبیعی شاخص‌های بیوشیمیایی و خون شناسی که به تابلوی خونی نیز معروف است در تحقیقات مرتبط با این ماهی اهمیت دارد. در این راستا با مرور منابع معتبر منتشر شده طی ۵۰ سال گذشته در پایگاه های اطلاعاتی پابمد،گوگل اسکالر،پایگاه استنادی جهان اسلام و پایگاه جهاد دانشگاهی، این اطلاعات که شامل دامنه طبیعی گلوکز،کلسترول،تری آسیل گلیسرول،پروتئین تام،آلبومین،آنزیم های خونی، هورمون های؛ تیروئیدی، کورتیزول ،تستوسترون و الکترولیت های خون و همچنین تعداد گلبول های قرمز و پارامترهای وابسته به آن و تعداد گلبول های سفید است به روش علمی جمع آوری و طبقه بندی شده است تا بتواند به شکل منبعی منسجم در پژوهش های مرتبط استفاده شود.

کلمات کلیدی: سی باس آسیایی، سی باس اروپایی، شاخص های بیوشیمیایی، خون شناسی

* نویسنده مسئول: a-jahanbani@stu.scu.ac.ir

مقدمه

ماهی سی باس از اعضای خانواده *Latidae* می‌باشد که دو گونه آسیایی *Lates calcarifer* و اروپایی *Dicentrarchus labrax* آن برای پرورش با استقبال بیشتری روبه‌رو شده و بیشتر تحقیقات نیز بر این دوگونه متمرکز است. ماهی سی‌باس گونه‌ای گوشت‌خوار است و با توجه به توانایی بالایی که در تحمل مقادیر مختلف شوری دارد در آب‌های شیرین، لب‌شور و شور زندگی می‌کند (Jerry,2013). برا ساس گزارش FAO ک شورهای جنوب شرق آسیا، استرالیا، حوضه دریای مدیترانه و سواحل اقیانوس اطلس بیشترین میزان پرورش این ماهی دارند. سی‌باس در برخی کشورها با نام باراموندی معروف ا ست و ارزش تغذیه‌ای بسیار بالایی دارد (FAO, 2016). از آنجا که این ماهی ضریب تبدیل غذایی بالایی دارد، پرورش آن مقرون به صرفه ا ست. این ماهی در بین م صرف کنندگان نیز طرفداران زیادی دارد (Glencross,2006). از این رو تحقیقات در زمینه پرورش، تغذیه، تولیدمثل، آسیب شنا سی بیماری‌ها، تغییرات در شاخص‌های بیو شیمیایی خون و خون شنا سی ماهی سی‌باس طی شرایط مختلف محیطی رو به گسترش است (Taati *et al*.,2011)).از آنجا که چند سالی است این ماهی جهت آبزی پروری به ایران نیز معرفی شده است، پژوهش‌های مرتبط با این ماهی در ایران افزایش یافته است.

در تحقیقات مرتبط با یک ماهی شاید ابتدایی‌ترین اطلاعاتی که برای محقق لازم است، تعیین شاخص‌های مهم بیو شیمیایی و خون شنا سی آن ماهی می‌با شد که به تابلوی خونی نیز مشهور است. یک پژوهشگر قبل از شروع تحقیقات خود می‌بایست از سلامت ماهی‌های مورد آزمایش اطمینان حاصل کند که یکی از مهمترین راه‌های دستیابی به آن بررسی شاخص‌های خونی است. برای رسیدن به این مهم داشتن دام نه های طبیعی این شاخص‌های خونی ضروری است. گاهی جمع‌آوری این اطلاعات پراکنده خصوصا در مورد گونه خاصی از ماهی برای پژوهشگران جوان کاری سخت به شمار می‌رود، چراکه آنها انتظار دارند دامنه‌های طبیعی شاخص‌های خونی گونه خاصی از ماهی مانند آنچه در حیوانات دیگر مانند گاو یا سگ وگربه وجود دارد از قبل م شخص و مهیا باشد.

شاخص‌های بیوشیمیایی گلوکز، تری‌آسیل‌گلیسرول و کلسترول در اکثر تحقیقاتی که جنبه‌های تغذیه‌ای پرورش ماهی سی‌باس را بررسی می‌کنند از اهمیت ویژه برخوردار هستند (Ali, Ambasankar *et al*.2017). دو شاخص پروتئین کل و آلبومین شاخص‌هایی برای بررسی شرایط نگهداری ماهی سی‌باس محسوب می‌شوند (Coeurdacier, Dutto *et al*.2011) بررسی مقادیر آنزیم‌های کبدی در اکثر تحقیقات مرتبط با تجویز داروها و بررسی عناصر سمی انجام می‌گیرد و از این حیث اهمیت فراوان دارند (Sammanta pal *et al*.2014). هورمون‌های تیروئیدی برای بررسی وضعیت متابولیسم و هورمون کورتیزول برای ارزیابی تاثیرگذاری شرایط استرس‌زا اهمیت دارند. همچنین سنجش هورمون تستوسترون در بررسی وضعیت تولیدمثلی کارایی دارد (Hoga, Almeida *et al*.2018). الکترولیت‌های خونی ازجمله دیگر شاخص‌های نشان دهنده وضعیت سلامت ماهیان است که مورد توجه محققین قرار می‌گیرد (Magnoni, Novais *et al*,2019) . شاخص های خون‌شناسی مرتبط با گلبول‌های قرمز در ارزیابی انواع کم‌خونی و بیماری‌های خونی- کبدی بسیار ارزشمند است. شمارش گلبول‌های سفید خون یکی از مهمترین شاخص‌ها در بیماری‌های عفونی و انواع مسمومیت‌ها است (Grant.,2015). بنابراین در دست داشتن دامنه طبیعی این شاخص‌ها در ماهی سی‌باس تحقیقات مرتبط با این ماهی را تسهیل خواهد کرد.

هدف از مطالعه جاری فراهم آوردن منبعی منسجم از دامنه طبیعی اطلاعات سلولی و بیوشیمیایی خون ماهی سی‌باس است. جمع آوری تمام اطلاعات بیوشیمیایی و خون‌شناسی یک گونه، تقریبا کاری غیرممکن است لذا این پژوهش سعی می‌کند از بین گستره وسیع اطلاعات، شاخص‌هایی که بیشترین کاربرد را دارند ارائه دهد.

روش جمع آوری و تدوین مطالب

مقالات و کتاب‌های انتخاب شده برای این منظور از سال ۱۹۷۰ میلادی که اولین پرورش این ماهی از آن سال در تایلند آغاز شد تا پایان ماه دسامبر ۲۰۲۱ جمع‌آوری شده است و به این منظور کلمات کلیدی Sea bass، biochemical blood factors، Hematological factors، Blood enzymes، Hormones و normal range در پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد به آدرس https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov ، گوگل اسکالر به آدرس https://scholar.google.com ،پایگاه استنادی جهان اسلام به آدرس https://isc.ac ،اسکوپوس به آدرس https://www.scopus.com/home.uri و پایگاه جهاد دانشگاهی به آدرس www.sid.ir جستجو شدند. حاصل این جستجو ۶۷ مقاله و ۴ کتاب بود که ۴۰ مورد از آنها برای تهیه این مقاله انتخاب شدند. عنوان و چکیده مقالات و مقدمه و فهرست کتاب‌ها بررسی شد و مقالات و کتاب‌هایی که در آنها دامنه‌های طبیعی شاخص‌های مختلف بیوشیمیایی و خون‌شناسی ماهی سی باس ضمن انجام پژوهشی ذکر شده بودند، انتخاب شدند. این موارد کامل مطالعه، فیش برداری، دسته بندی شده و به شکل پژوهش حاضر تنظیم گردید.

اعداد گلوکز گزارش شده به روش گلوکزاکسیداز اندازه‌گیری شده است (Raba and Mottola 1995)، کلسترول به روش کلسترول اکسیداز (Malik and Pundir 2002)، تری آسیل گلیسرول نیز به روش آنزیمی تری آسیل گلیسرول اکسیداز (Sullivan, Kruijswijk *et al*. 1985)، پروتئین کل به روش برادفورد (Bradford 1976)، سنجش آلبومین براساس روش ALBUMIN Bromocresol green (Harding and Keyser 1968)، آنزیم خونی به روش استاندارد مطرح شده در International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) اندازه گیری شده اند (Huang, Choi *et al*. 2006). اندازه گیری هورمون‌ها برمبنای روش‌های سنجش ایمونولوژیک بر پایه استفاده از آنتی بادی ها یا Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) می‌باشد که براساس نوع هر هورمون از آنتی بادی خاص آن استفاده شده است (Engvall and Perlmann 1972). شاخص های سلول‌شناسی خون در ماهیان از جمله شمارش گلبول‌های قرمز و سفید و اندازه گیری شاخص‌های مرتنط با گلبول‌های قرمز به روش دستی استاندارد محاسبه گردید. از آنجا که گلبول‌های قرمز ماهی‌ها هسته‌دار هستند اندازه‌گیری آنها به روش ماشینی توصیه نمی‌گردد، همچنین بخاطر تنوع در شکل و متفاوت بودن آنها از گلبول‌های سفید دامی اندازه‌گیری آنها می‌بایست به روش دستی و با استفاده از میکروسکوپ انجام گیرد (Grant 2015).

دست‌آوردهای حاصل از پژوهش‌ها

۱-شاخص‌های بیوشیمیایی خون

گلوکز، کلسترول و تری‌آسیل گلیسرول

میانگین میزان گلوکز خون در ماهی سی باس اروپایی درآب سرد و آب گرم به ترتیب۹/۱۸۱±۸۵/۳۰ و ۲۵/۲۱۷±۷۴/۶۰میلی‌گرم در دسی‌لیتر خون گزارش شده است (Fazio *et al*., 2018). در پژوهشی دیگری میزان گلوکز خون در ماهی‌های سی باسی که ۲۴ به آنها غذا داده نشده است را بین ۱۹۵–۸۷ با میانگین ۱۲۹/۷ میلی گرم در دسی لیتر گزارش شده است (Peres *et al*.,2014). در پژوهشی از ایران میانگین گلوکز خون سی‌باس آسیایی ۱۱/۷±۶۷/۲۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر گزارش شده است (Morshedi *et al*.,2015).

جدول ۱: دامنه طبیعی مهمترین شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی سی‌باس اروپایی بعد از ۲۴ساعت قطع غذا دهی

شاخص‌ها	میانگین	بازه	خطای استاندارد
گلوکز($mg\ dl^{-1}$)	۱۲۹/۷	۸۷-۱۹۵	۲۷/۶
کلسترول($mg\ dl^{-1}$)	۲۷۲/۴	۲۳۱-۳۶۱	۱۹/۸
تری آسیل گلیسرول($mg\ dl^{-1}$)	۴۰۵/۵	۲۳۵-۹۶۳	۶۰/۳

باید توجه شود همبستگی بین دما و میزان گلوکز (r=0/65) و همبستگی بین تری‌آسیل‌گلیسرول و دما (r=0/79) است. همچنین ضریب همبستگی بین دما و میزان کل لیپید خون نیز مثبت(r=0/11) بود که نشان می‌دهد این سه شاخص بیوشیمیایی ارتباط بیشتری با دمای آب و فصل داشتند، بنابراین هنگام سنجش این سه شاخص خونی باید متغییر دما را در نظر داشت. این درحالی است که ضریب همبستگی بین دما و میزان کل کلسترول (r= - 0/35) بود و تغییر معناداری ایجاد نکرده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت میزان کلسترول در طول سال و دماهای مختلف آب تغییر معناداری ندارد. جدول ۲ تغییرات میانگین این پارامترها (میانگین لیپید کل، میانگین تری‌آسیل‌گلیسرول، میانگین کلسترول‌کل، میانگین گلوکز) را در ماه های مختلف سال نشان می‌دهد (Kavadias *et al.*,2003) . طبق جدول ۱ میانگین میزان کلسترول و تری‌آسیل‌گلیسرول سی‌باس‌های اروپایی که ۲۴ ساعت محروم از غذا بوده‌اند به ترتیب ۲۷۲/۴ با بازه ۳۶۱-۲۳۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر برای کلسترول و ۴۰۵/۵ با بازه ۹۶۳-۲۳۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر برای تری‌آسیل‌گلیسرول گزارش شده است. میانگین میزان کلسترول برای ماهی سی‌باس آسیایی بعد از ۱۶ ساعت گرسنگی۷/۴۷±۲۰۰/۲۴میلی‌گرم در دسی‌لیتر و تری‌آسیل‌گلیسرول این گونه۲۵/۸۸۱ ۴/۱۱۳± میلی‌گرم در دسی‌لیتر ذکر شده است (Morshedi *et al.*,2015).

جدول ۲: تغییرات میزان میانگین چهار شاخص لیپید کل، تری‌آسیل‌گلیسرول، کلسترول کل و گلوکز در طی یک سال در سی باس اروپایی(Kavadias *et al.*, 2003)

زمان	میانگین لیپید کل ($g\ L^{-1}$)	میانگین تری‌آسیل گلیسرول ($g\ L^{-1}$)	میانگین کلسترول کل ($g\ L^{-1}$)	میانگین گلوکز ($g\ L^{-1}$)
آوریل ۱۹۹۴	۶۷۲۵±۱/۱۷	۷/۷۱±۰/۲۹	۱/۳۳±۰/۰۶	۱/۶۴±۰/۰۳
می ۱۹۹۴	۲۲/۹۸±۰/۷۷	۱۰/۵۲±۰/۲۸	۱/۷۲±۰/۰۵	۱/۳۶±۰/۰۷
جون ۱۹۹۴	۲۲/۱۳±۰/۶۰	۱۳/۷۱±۰/۴۱	۱/۵۷±۰/۰۷	۱/۹۵±۰/۰۸
جولای ۱۹۹۴	۲۳/۵۸±۰/۹۶	۹/۳۵±۰/۴۱	۲/۰۳±۰/۰۶	۲/۸۹±۰/۰۸
آگوست ۱۹۹۴	۳۱/۵۴±۱/۰۴	۱۰/۸۴±۰/۲۴	۲/۶۸±۰/۰۵	۲/۸۴±۰/۰۵
سپتامبر ۱۹۹۴	۲۷/۶۴±۱/۰۹	۱۱/۳۶±۰/۲۶	۲/۴۲±۰/۰۸	۲/۰۹±۰/۰۳
اکتبر ۱۹۹۴	۳۲/۰۱±۰/۶۷	۵/۴۲±۰/۲۵	۲/۳۴±۰/۰۵	۲/۳۸±۰/۰۶
نوامبر ۱۹۹۴	۳۸/۲۲±۱/۰۳	۹/۶۷±۰/۳۱	۲/۹۵±۰/۰۸	۱/۸۹±۰/۰۶
دسامبر ۱۹۹۴	۲۳/۷۱±۰/۶۸	۴/۷۷±۰/۲۶	۲/۹۶±۰/۰۶	۱/۶۵±۰/۰۵
ژانویه ۱۹۹۵	۲۰/۴۸±۰/۶۴	۶/۳۹±۰/۱۸	۲/۸۹±۰/۰۶	۱/۷۳±۰/۰۸
فوریه ۱۹۹۵	۲۰/۶۸±۰/۷۳	۵/۳۲±۰/۲۵	۳/۰۵±۰/۰۶	۱/۶۶±۰/۰۶
مارس ۱۹۹۵	۱۷/۹۸±۰/۴۸	۵/۷۸±۰/۲۴	۲/۸۹±۰/۰۸	۱/۷۶±۰/۰۷

پروتئین کل و آلبومین

در جدول ۱ میانگین میزان پروتئین‌کل خون برای گروهی از ماهی‌های سی‌باس اروپایی که ۲۴ ساعت د ستر سی به غذا نداشتند ۴/۹ و بازه آن ۶/۲-۳/۹ گرم در دسی‌لیتر گزارش شد (Peres *et al.*, 2014) . در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۵ انجام شد میانگین پروتئین در خون ماهی‌های سی‌باس آزاد در دریا ۳۶ گرم در لیتر و برای ماهی‌های سی‌باس پرورشی ۴۹ گرم در لیتر گزارش شد (Coz-Rakovac *et al.*,2005). در گزارشی دیگر میزان پروتئین‌کل خون ماهی سی‌باس آزاد بیشتر از ۴۰ میلی گرم در میلی‌لیتر و پروتئین‌کل خون سی‌باس پرورشی را کمتر از۴۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر گزارش شده است (Coeurdacier *et al.*,2011). اختلاف در نتایج به دست آمده در دو مطالعه فوق را علاوه بر تفاوت در نوع ماهی

(سی‌باس پرورشی و سی‌باس آزاد)، می‌توان به عوامل دیگری نظیر خونسرد بودن ماهی، و تاثیر عوامل مختلف محیطی و شرایط فیزیولوژیک نسبت داد. درهرحال تأیید شده است که میزان پروتئین‌کل خون می‌تواند شاخصی برای بررسی شرایط نگهداری سی‌باس باشد، به طوری که نرخ افزایشی محدوده نرمال حاکی از شرایط مناسب پرورش است (Coeurdacier *et al*.,2011). میانگین میزان آلبومین خون ماهی سی‌باس اروپایی در دو سیستم پرورشی متمرکز و نیمه‌متمرکز به ترتیب۱/۴۴ ±۰/٤و۱/۴۱± ۰/۳۲ گرم در دسی‌لیتر گزارش شد (Lupi et al.,2005) همچنین درمطالعه دیگری میانگین میزان آلبومین خون برای سی باس آسیایی برابر با ۰/۲۹ گرم در لیتر گزارش شد (Rashidah *et al*.,2019)همچنین در سال ۲۰۱۲ میانگین میزان آلبومین سی‌باس اروپایی ۰/۰۱گرم در دسی‌لیتر خون گزارش کرده‌اند (Yilmaz and Ergun.,2012).

آنزیم‌های خونی

آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز

میانگین میزان فعالیت آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST) برای ماهی‌هایی که ۲۴ ساعت دسترسی به غذا نداشته‌اند UL^{-1} ۸۳/٦ گزارش و بازه آن UL^{-1} ۲۵۷- ۱۹ تعریف شده است (Peres et al.,2014). در پژوهشی دیگر مقدار فعالیت این آنزیم را در ماهی‌های سی‌باس آزاد IU ۴۴ و برای سی‌باس‌های پرورشی IU ۴۵ گزارش کرده‌اند(Coz-Rakovac *et al*.,2005). همچنین میزان فعالیت این آنزیم در ماهی سی‌باس آسیایی U/ L ۴۵ گزارش شده است(Morshedi *et al*.,2015).

آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز

میانگین فعالیت این آنزیم در خون ماهی سی‌باس آسیایی بعد از ۱۶ساعت عدم دسترسی به غذا U/L ۱۹/۸۳گزارش شده است (Morshedi *et al*., 2015) . میانگین فعالیت این آنزیم در سی باس اروپایی U/L ۱۸/۷ ذکر شده است(Zhang *et al*.,2021). در پژوهشی دیگر میانگین فعالیت این آنزیم برای سی‌باس اروپایی $U\ mg^{-1}$ ۱۷/۲۰ گزارش شده است (Adorian *et al*.,2019) .

آنزیم آلکالین‌فسفاتاز

میانگین فعالیت این آنزیم۵۱/۱ با دامنه U/L ۷۴-۳۶در ماهی سی باس اروپایی که ۲۴ ساعت به غذا دسترسی نداشته اند گزارش شده است (Peres *et al*., 2014).

میانگین فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) در سی‌باس اروپایی $U\ mg^{-1}$ ۱۵۲/۵گزارش شده است (Adorian *et al*.,2019). در پژوهشی دیگر برای سی‌باس اروپایی این عدد را۵۵/۴۱ بیان شده است (Zhang *et al*.,2021). در ایران میانگین فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در ماهی سی‌باس آسیایی را U/L ۱۱۱/۶۶گزارش شده است (Morshedi *et al*.,2015).

آنزیم لاکتات‌دهیدروژناز

میانگین فعالیت این آنزیم در خون سی‌باس اروپایی بعد از ۲۴ ساعت قطع غذادهیUL^{-1} ۱۲۶/۶گزارش کرده‌اند و دامنه طبیعی آن راUL^{-1} ۲۸۲-۳۱ ذکر نموده‌اند (Peres *et al*., 2014). در تحقیق دیگری میانگین فعالیت این آنزیم در سی‌باس اروپایی برابر باU/L۵۱/۲۶گزارش شده است (Yilmaz *et al*.,2016). میانگین میزان فعالیت آنزیم لاکتات‌دهیدروژناز در سی باس آسیایی بعداز ۱۶ ساعت قطع غذادهی U/L ۱۴۲۹گزارش شده‌است که البته عدد این گزارش با منابع دیگر فاصله زیادی دارد (Morshedi *et al*.,2015).

آنزیم کراتین‌فسفوکیناز

آنزیم کراتین‌فسفوکیناز (CPK)که به کراتین‌کیناز نیز شهرت دارد، در بافت عضله اسکلتی، مغز و میوکارد قلب سبب واکنش بین کراتین و ATP و تولید کراتین‌فسفات می‌شود. فسفوکراتین به عنوان یک مولکول پرانرژی شناخته شده و انرژی انقباض عضله را فراهم می‌کند (Tnakagawa and Nagayama.,1991). میانگین فعالیت این آنزیم در خون سی‌باس اروپایی۶۸۹/۳ و بازه نرمال آن از U/L ۱۲۳ تا ۱۵۶۶ گزارش شده‌است (Peres *et al*.,2014).

آنزیم لیپاز

میانگین فعالیت آنزیم لیپاز خون ماهی سی‌باس اروپایی را $mU\ mg^{-1}{}_{protein}$ ۱۱۳/۷۱ گزارش شده‌است (Peixoto, Svendsen *et al* .,2016). در گزارشی دیگر میانگین فعالیت این آنزیم U/L ۱۱۶/۸ و بازه نرمال آن را بین ۳۸ تا U/L ۱۶۸ ذکر کرده‌اند (Peres *et al*., 2014).

هورمون‌های مهم

اکثر تحقیقات مرتبط با هورمون‌ها در ماهی سی‌باس به گونه اروپایی اختصاص دارد که توسط کشورهای اروپایی و حوضه دریای مدیترانه انجام شده است. متاسفانه تحقیقات مستند چندانی در این رابطه برای گونه آسیایی در

دسترس نیست.

هورمون‌های تیروئیدی

هورمون‌های T3 و T4 دو هورمون مهم تیروئیدی هستند که مقدار آنها در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیک طبیعی مانند رشد، تغذیه و تولید مثل نقش دارند (Schnitzler, Celis *et al*., 2011). البته در اکثر پژوهش‌های مرتبط با این ماهی میزان این دو هورمون در بافت‌های هدف، خصوصاً بافت عضله اسکلتی سنجیده شده است. اما گزارش‌هایی مرتبط با این دو هورمون در پلاسمای خون نیز وجود دارد که در یکی از آنها میانگین میزان هورمون T3، ng/g ۰/۵۲با دامنه طبیعی ۰/۲۰ الی۰/۸۰در سی‌باس اروپایی گزارش شده است. در همین پژوهش میانگین میزان هورمون T4، ng/g ۹/۳ با دامنه ۱/۱ الی ۱۳گزارش کرده‌اند (Schnitzler, Celis *et al*.,2011).

هورمون کورتیزول

هورمون دیگری که اندازه‌گیری آن در تحقیقات مرتبط با ماهی سی‌باس به چشم می‌خورد کورتیزول است که معمولا در شرایط مختلف استرسی(تغییر غذا، تغییر شرایط محیطی، فصل باروری، ازدحام، جابجایی و...) اندازه‌گیری می‌شود(Samaras, Dimitroglou *et al*.,2016) در گزارشی که به مدت دو سال نمونه‌گیری مداوم از ۲۸ ماهی سی‌باس انجام داده‌اند میزان کورتیزول را بین۲۶/۶-۵/۱۶۹ ng/ml با میانگین۷۵/۸۱ گزارش شده‌است (Bagni *et al*.,2000) (جدول۵). Planas و همکاران(۱۹۹۰)که یک سال در فصل های مختلف نمونه‌گیری کرده‌اند، میزان هورمون کورتیزول را درفصل سرما ۱۰-۲۵ µg/dl و میزان آن درفصل گرما۴۰-۶۰ µg/dl گزارش داده‌اند (Planas, Gutierrez et al. et al ,۱۹۹۰ .

هورمون تستوسترون

میزان این هورمون را در فصل غیرجفت‌گیری بین ۱-۴ ng/ml و در فصل جفت‌گیری بین ۵-۸ ng/ml گزارش کرده اند (Asturiano, Sorbera *et al*. 2000). در پژوهش دیگری میزان تستوسترون برای سی‌باس اروپایی در فصل جفت‌گیری بین ۸/۷۰ – ۱۰/۸۵ ng/ml گزارش شده‌است (Rodríguez, Begtashi *et al*. 2000).

مهمترین الکترولیت‌ها و یون‌های پلاسمای خون ماهی سی‌باس

جدول ۳ اسمولاریتی و سطح مهمترین الکترولیت‌ها و یون‌های موجود در پلاسمای خون ماهی سی‌باس اروپایی را در دو نوع دیپلوئید و تریپلوئید گزارش می‌کند (Peruzzi *et al* 2005). سطح این شاخص‌ها در گزارش‌های دیگر نیز نزدیک به اطلاعات این جدول است (جدول ۴و۵). نوع تریپلوئید، شکل عقیم شده ماهی است که علیرغم فرضیه‌های اولیه تغییر چندانی در کیفیت گوشت ایجاد نکرد و امروزه بیشتر همان نوع طبیعی یا دیپلوئید را پرورش می‌دهند (Peruzzi *et al*., 2005).

۲- شاخص‌های خون‌شناسی

به دلیل متنوع بودن اعداد ارائه شده در منابع مختلف، جهت سهولت در دسترسی، اطلاعات بخش خون شناسی در قالب جدول‌های جداگانه به صورت زیر ارائه می‌شود.

تعداد گلبول‌های قرمز

گلبول های قرمز ماهی شبیه به همتایان تکاملی خود (پرندگان- خزندگان) هسته‌دار و بیضی شکل می‌باشند، اما از لحاظ عملکردی تفاوت ویژه‌ای با پستانداران ندارد. گلبول‌های قرمز اکثریت سلول‌های خونی ماهی را تشکیل داده و وظیفه اصلی جابجایی اکسیژن را بر عهده دارند (Seibel, Baßmann *et al*. 2021). تغییرات محیطی می‌تواند بر شکل و تعداد آنها تاثیر گذار باشد و در همین راستا در بسیاری پژوهش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند (Grant., 2015).

جدول ۳: سطح پلاسمایی مهمترین الکترولیت‌ها و یون‌های پلاسمای خون ماهی سی‌باس اروپایی دیپلوئید و تریپلوئید(Peruzzi *et al*., 2005)

شاخص‌ها	ماهی دیپلوئید (۱۵عدد)	ماهی تریپلوئید (۱۶عدد)
اسمولاریته(mOsm)	۳۷۶/۳۱±۲/۹۳	۳۷۲/۲۷±۶/۹۸
سدیم(mM)	۱۷۵/۵۶±۷/۴۳	۱۷۷/۱۷±۲/۶۱
پتاسیم(mM)	۳/۵۱±۰/۲۵	۲/۸۳±۰/۱۳
کلر(mM)	۱۸۰/۱۲±۷/۷۶	۱۷۹/۳۱±۳/۳۷
Na/Cl	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۹±۰/۰۱
(Na+k)/Cl	۰/۹۹±۰/۰۱	۱/۰۰±۰/۰۱
کلسیم(mM)	۲/۵۱±۰/۲۷	۲/۲۳±۰/۱۸
منیزیم(mM)	۱/۰۷±۰/۱۰	۱/۲۲±۰/۱۷
منگنز(µM)	۵/۰۸±۲/۳۹	۴/۱۶±۲/۴۰
آهن(µM)	۳۴/۱۸±۱۰/۴۸	۱۸/۹۳±۲/۷۸
سیلیسیم(mM)	۳/۸۳±۰/۳۴	۵/۶۵±۰/۱۱
روی(mM)	۰/۲۶±۰/۰۳	۰/۲۱±۰/۰۲
آلومینیوم(µM)	۲۸/۱۰±۵/۶۸	۲۹/۲۸±۷/۹۱
فسفر(mM)	۹/۰۰±۰/۹۱	۷/۹۲±۰/۵۳
گوگرد(mM)	۱۵/۹۱±۱/۵۶	۱۳/۰۶±۰/۷۱
مس(µM)	۱۸/۹۵±۴/۵۸	۱۲/۵۰±۳/۹۲
کادمیوم(µM)	۸/۴۳±۳/۸۴	۷/۲۵±۲/۷۸
سرب(µM)	۴۰/۷۸±۸/۶۷	۳۵/۹۵±۱۸/۹۳

جدول ۴: میانگین میزان چهار یون کلسیم، فسفر غیرآلی، منیزیم و کلر در در گونه سی‌باس اروپایی طی یک‌سال با توجه شرایط مختلف دمایی و مدت زمان روشنایی (Lupi *et al*.,2005)

زمان	کلسیم(mmol/L)	فسفر (mmol/L)	منیزیم (mmol/L)	کلر (mmol/L)
سپتامبر۲۰۰۲	۲/۵۹±۰/۲۶	۲/۸۱±۰/۴۵	۱/۰۹±۰/۰۹	۱۲۳/۴۴±۱۳/۸۸
اکتبر۲۰۰۲	۲/۷۴±۰/۶۳	۲/۹۶±۰/۴۰	۱/۲۵±۰/۱۲	۱۳۱/۹۳±۱۳/۱۲
نوامبر۲۰۰۲	۲/۷۹±۰/۴۰	۳/۰۴±۰/۵۵	۱/۲۶±۰/۱۱	۱۳۷/۵۷±۱۵/۸۴
دسامبر۲۰۰۲	۲/۶۶±۰/۴۹	۲/۸۲±۰/۴۸	۱/۴۰±۰/۱۷	۱۲۹/۲۷±۹/۵۰
ژانویه ۲۰۰۳	۲/۹۷±۰/۳۴	۳/۲۷±۰/۴۴	۱/۵۷±۰/۲۷	۱۳۶/۵۸±۱۱/۸۳
فوریه ۲۰۰۳	۲/۸۴±۰/۴۸	۳/۵۶±۰/۸۶	۰/۸۰±۰/۱۱	۱۴۶/۷۲±۱۴/۷۵
مارس ۲۰۰۳	۳/۰۱±۰/۴۵	۳/۸۵±۱/۱۶	۰/۹۳±۰/۱۵	۱۳۰/۵۴±۱۴/۲۸
آوریل ۲۰۰۳	۳/۶۲±۰/۵۰	۳/۹۶±۱/۰۴	۱/۷۳±۰/۱۱	۱۳۸/۱۴±۱/۷۲
می ۲۰۰۳	۳/۱۰±۰/۵۳	۴/۲۰±۱/۰۸	۱/۳۸±۰/۱۹	۱۵۲/۱۶±۷/۶۱
جون ۲۰۰۳	۴/۲۳±۰/۵۷	۵/۳۱±۰/۹۱	۱/۶۶±۰/۱۸	۱۴۱/۸۳±۱۰/۰۳
جولای ۲۰۰۳	۳/۳۶±۰/۴۶	۴/۱۱±۰/۶۸	۱/۴۶±۰/۱۴	۱۰۹/۷۰±۱۶/۰۴
آگوست ۲۰۰۳	۳/۴۶±۰/۴۹	۴/۲۲±۰/۵۷	۱/۳۸±۰/۱۱	۱۱۵/۵۵±۱۸/۶۳
سپتامبر ۲۰۰۳	۳/۶۲±۰/۴۹	۳/۰۶±۰/۴۴	۱/۴۲±۰/۱۴	۱۳۴/۳۱±۵/۳۴

جدول۵: سطح شاخص‌های مختلف بیوشیمیایی در ماهی سی‌باس اروپایی طی دوسال نمونه‌گیری (Bagni *et al* 2000)

شاخص‌ها	تعداد نمونه	دامنه طبیعی	میانگین	کمینه	بیشینه
کورتیزول ($ng\ ml^{-1}$)	۲۸	۲۶/۶ – ۱۶۹/۵	۷۵/۸۱	۲۶/۶	۲۶۲/۲
اسمولالیتی ($mOsm\ kg^{-1}$)	۲۸	۳۳۵/۳ – ۳۸۶/۲	۳۶۰/۷۳	۳۳۵	۳۹۴/۷
کلسیم($mg\ dl^{-1}$)	۲۸	۷/۸ – ۲۶/۷	۱۷/۲۶	۱۳	۳۸/۷
سدیم ($mEq\ L^{-1}$)	۲۸	۱۷۱/۲ – ۱۹۴	۱۸۲/۶۲	۱۷۱/۳	۱۹۳/۷
پتاسیم($mEq\ L^{-1}$)	۲۸	۱/۵۴ – ۵/۳۴	۳/۴۳	۱/۸	۵/۳
کلرید($mEq\ L^{-1}$)	۲۸	۱۴۷/۳ – ۱۹۳/۶	۱۷۰/۴۹	۱۵۲	۱۹۸/۳
پروتئین کل($g\ dl^{-1}$)	۲۸	۳/۲۶ -۶/۲۱	۴/۷۳	۳/۴	۶/۷
گلوکز($mg\ dl^{-1}$)	۲۸	۶/۷ – ۱۵۶/۷	۸۱/۷۱	۳۵	۲۱۴

جدول۶: تعداد گلبول قرمز(RBC) در خون ماهی سی‌باس در گزارشات مختلف

منبع	گونه ماهی سی‌باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	10^6 per mm^3	۴/۵± ۰/۱۲
(Carbonara *et al*., 2019)	اروپایی	10^6 per mm^3	۲/۷۹± ۰/۴۹
(Horton and Okamura, ۲۰۰۳)	اروپایی	10^6 per mm^3	۳/۱۸±۰/۱۵۷
(Yılmaz *et al*., 2016)	اروپایی	10^6 per mm^3	۳/۴۹± ۰/۱۰
(Peruzzi *et al*., 2005)	اروپایی	10^6 per mm^3	۲/۱۷± ۰/۱۰
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	10^6 per mm^3	۳/۳۴± ۰/۵۱
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	10^{12}/L	۳/۳± ۰/۱
(Talpur and Ikhwanuddin, ۲۰۱۲)	آسیایی	10^6 per mm^3	۹/۱۸± ۰/۱۲

هماتوکریت

هماتوکریت (Ht or HCT) Hematocrit در واقع در صد حجمی گلبول های‌قرمز در خون می باشـــد که معمولاً با اختصار PCV که مخففPacked Cell Volume می‌باشد نشـان داده می‌شـود. از این شـاخص خونی برای بررسـی سلامت و پاسخ ماهی به انواع استرس و تغییرات محیطی استفاده می شود (Jawad *et al*.,2004). اندازه‌گیری این شاخص خونی نسبتا آسان و ارزان است و به همین دلیل در اکثر تحقیقات مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ارتباط بین هماتوکریت و ویسکوزیته خون برای پژوهش‌های مرتبط با الکترولیت‌های خون مهم می‌باشـد (Seibel, Baßmann *et al*. 2021)

جدول ۷: میزان هماتوکریت خون ماهی سی‌باس به درصد در گزارش‌های متفاوت

منبع	گونه ماهی سی‌باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	درصد	۵۵/۱۰± ۰/۲۰
(Carbonara *et al*., 2019)	اروپایی	درصد	۳۱/۲۶± ۸/۸۸
(Horton and Okamura, 2003)	اروپایی	درصد	۵۶/۹۳۵± ۲/۹۸
(Yılmaz *et al*., 2016)	اروپایی	درصد	۳۱/۰۰± ۲/۴۲
(Peruzzi *et al*., 2005)	اروپایی	درصد	۲۶± ۰/۰۲
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	درصد	۳۳/۲۳± ۲/۶۵
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	درصد	۲۷± ۰/۰۱
(Talpur and Ikhwanuddin, 2012)	آسیایی	درصد	۱۸/۲± ۰/۱۲

میزان هموگلوبین(Hb)

سنجش میزان هموگلوبین در کنار هماتوکریت در تشخیص کم‌خونی و علت آن کمک می‌کند. سنجش این دو فاکتور در کنار شمارش تعداد کل گلبول‌های قرمز به بررسی تعادل الکترولیت‌های و آب خون کمک می‌کند (Islam *et al*.,2020).

جدول ۸: میزان هموگلوبین (Hb) در خون ماهی سی باس در گزارش های مختلف

منبع	گونه ماهی سی‌باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	g/dL	۱۰/۰۲± ۰/۰۵
(Carbonara *et al*., 2019)	اروپایی	g/dL	۱۰/۷۷±۲/۳
(Horton and Okamura, 2003)	اروپایی	g/dL	۸/۹۶۴± ۰/۴۵۳
(Yılmaz *et al*., 2016)	اروپایی	g/dL	۱۰/۶۵± ۰/۲۷
(Peruzzi *et al*., 2005)	اروپایی	g/dL	۵/۲۸± ۰/۳۱
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	g/dL	۷/۲۵± ۰/۰۳
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	g/L**	۷۷/۵±۱۰/۵
(Talpur and Ikhwanuddin, 2012)	آسیایی	g %**	۰/۶± ۰/۱

علاوه بر تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و میزان هموگلوبین، سه شاخص حجم متوسط گلبول قرمز یاMean Corpuscular Volume با مخفف (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبول قرمز یا Mean Corpuscular Hemoglobin با مخفف(MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) با مخفف (MCHC) جز مهمترین شاخص‌های مرتبط با گلبول های قرمز می‌باشند. Grant (2015) معتقد است این شاخص‌ها را در ماهی بهتر است به روش دستی بررسی کرد زیرا گلبول‌های قرمز ماهی هسته‌دار هستند و آنالیزگرهای ماشینی توانایی تمایز بین گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید ماهی را ندارند (Grant.,2015).

حجم متوسط گلبول قرمز یا Mean Corpuscular Volume با مخفف (MCV)

MCV معیاری برای نشان دادن متوسط حجم یا اندازه

یک گلبول قرمز اســت و از این شــاخص برای طبقه بندی انواع کم خونی اســتفاده می‌گردد. افزایش MCV نمایانگر بزرگ شدن گلبول قرمز(ماکروسیتی) است که معمولا در انواع کم‌خونی‌های مگالوبلاســتیک مانند کمبود اســید فولیک یا کمبود ویتامین B12 مشــاهده می‌شــود. کاهش MCV نشــان‌دهنده کوچک شــدن اندازه گلبول‌قرمز یا میکروســیتی اســت که معمولا در کم‌خونی فقرآهن دیده می‌شود (Weiss and Wardrop.,2011).

جدول۹: حجم متوسط گلبول قرمز (MCV) ماهی سی‌باس برحسب واحد Femtoliter

منبع	گونه ماهی سی‌باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	fl	۱۲۲/۴۴± ۴/۱۰
(Peruzzi *et al*., 2005)	اروپایی	fl	۱۲۰/۸۵± ۷/۴۱
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	fl	۷۹/۷۳± ۱/۴۰
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	fl	۷۷/۵± ۱۵

متوســط هموگلوبین گلبول قرمز یا Mean Corpuscular Hemoglobin با مخفف(MCH)

این شاخص متوسط هموگلوبین داخل گلبول قرمز را نشان می‌دهد. معمولاً سه شاخص MCV,MCH وMCHC در کنار یکدیگر برای ارزیابی گلبول‌قرمز استفاده می‌شوند. کاهش MCH می‌تواند دلیلی بر کم‌خونی ناشی از فقرآهن باشد. افزایش آن می تواند نشان‌دهنده کم‌خونی حاصل از کمبود ویتامین B12 و اسید فولیک باشد (Weiss andWardrop.,2011)

جدول ۱۰: متوسط هموگلوبین گلبول قرمز MCH در گزارش های متعدد با واحد Pico gram در ماهی سی‌باس

منبع	گونه ماهی سی باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	pg	۲۲/۲۷± ۰/۰۹
(Peruzzi *et al*., 2005)	اروپایی	pg	۲۴/۵۱± ۱/۱۲
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	pg	۲۴/۸± ۳/۹۲

غلظت متوســط هموگلوبین در گلبول‌قرمز (mean corpuscular hemoglobin concentration) با مخفف (MCHC)

مهم‌ترین دلیل کاهش MCHC می تواند آنمی هیپوکرومیک - میکروسیتیک باشد. در این نوع کم‌خونی گلبول‌های قرمز خون کوچک‌تر از حد معمول شده و سطح هموگلوبین آن‌ها کاهش می یابد. کمبود آهن، اختلال در جذب آهن، وجود خونریزی مزمن، همولیز یا تخریب زودرس گلبول های قرمز، برخی بیماری های انگلی و یا مسمومیت با فلزات سنگین مانند سرب می‌توانند از عوامل آن باشــند. مهمترین دلیل افزایشMCHC می‌تواند آنمی ماکروسیتیک باشد. آنمی که به علت اختلال‌های کبدی، کلیوی، تومور گوارشــی، کمبود ویتامین B12 یا اســید فولیک به وجود می‌آید (Weiss and Wardrop.,2011).

جدول ۱۱: غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC)ماهی سی‌باس در گزارش‌های متعدد

منبع	گونه ماهی سی‌باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Yılmaz and Ergün, 2012)	اروپایی	%	۱۸/۱۸± ۰/۲۱
(Peruzzi *et al.*, 2005)	اروپایی	g /L	۲۰۴/۶۶± ۱۱/۰۴
(Ali *et al.*, 2017)	آسیایی	g / d L	۳۰/۱۲± ۲/۲۷
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	g / L	۲۸۷/۰± ۱۲/۳

تعداد کل گلبول‌های سفید (WBC)

ماهی‌ها مانند سایر مهره‌داران دارای گلبول‌های سفید گرانولوسیت و آگرانولوسیت هستند، اما از آنجا که انواع مختلف گلبول‌های سفید در ماهی از نظر ظاهری شبیه به یکدیگر می‌باشند تشخیص آنها در زیر میکرو سکوپ کمی سخت است(Fazio,.2019). عواملی مانند استرس، هوای گرم، غلظت بالای روی، آسیب‌های تروماتیک و علف‌کش‌ها می‌توانند باعث افزایش تعداد کل گلبول‌های سفید در ماهی‌ها شوند. در مقابل غلظت بالای مس، گرسنگی و کاهش دمای محیط می‌توانند تعداد کل گلبول‌های سفید را کاهش دهند (Grant.,2015)

جدول۱۲: تعداد کل گلبول‌های سفید(WBC) در ماهی سی‌باس

منبع	گونه ماهی سی باس	واحد اندازه گیری	میانگین± خطای استاندارد
(Talpur and Ikhwanuddin, ۲۰۱۲)	آسیایی	$10^3 mm^{-3}$	۱۵۸/۱± ۱/۳
(Rashidah *et al*., 2019)	آسیایی	$10^6 L^{-1}$	۲/۸± ۰/۱
(Ali *et al*., 2017)	آسیایی	$10^3 mm^{-3}$	۸/۲۸± ۰/۶۱
(Horton and Okamura, 2003)	اروپایی	$10^3 mm^{-3}$	۷۴/۶۷±۱۷/۷

توصیه ترویجی

پرورش دهندگان ماهی سی‌باس می‌توانند جهت ارزیابی سلامت گله ماهی خود نتایج آزمایش خون گله را با دامنه‌های طبیعی شاخص‌های مختلف بیوشیمیایی و خون شناسی ارائه شده در این مقاله مقایسه نمایند و البته با درنظر گرفتن شرایط پرورشی مزرعه خود به ریشه‌یابی تغییرات احتمالی رخ داده در نتایج آزمایش بپردازند. با استفاده از نتایج بخش بیوشیمیایی می‌توان کارآمدی جیره غذایی، شرایط پرورشی فراهم آمده و میزان استرس محیطی را پایش نمود. دامنه های طبیعی ارائه شده برای گلبول‌های سفید نیز می‌تواند به بررسی وجود عفونت در گله یا ارزیابی پاسخ گله به درمان‌های آنتی‌بیوتیکی برای بیماری‌های عفونی احتمالی کمک کند. با استفاده از بازه‌های طبیعی مطرح شده در قسمت شاخص‌های مرتبط با گلبول‌های قرمز می‌توان فرآیند اکسیژن رسانی را در بدن ماهی بررسی نمود و در صورت تغییری در این اعداد سیستم هوادهی مزرعه را مورد ارزیابی قرار داد. علاوه بر این موارد، دامنه های ارائه شده در این مطلب در تحقیقات دانشجویان و پژوهشگران به عنوان دامنه استاندارد برای ماهی سی‌باس مورد بهره برداری قرار گرفته و تاثیر تغییراتی که محقق آنها را به منظور بررسی هدف کار تحقیقاتی خود طراحی نموده است را پایش نماید. همچنین محقق می‌تواند با استفاده از

این دامنه‌ها و آزمایش خون پیش از شروع پژوهش، از سالم بودن ماهی‌های خود اطمینان حاصل کند.

منابع

Adorian, T. J., H. Jamali, H. G. Farsani, P. Darvishi, S. Hasanpour, T. Bagheri and R. Roozbehfar (2019). "Effects of probiotic bacteria Bacillus on growth performance, digestive enzyme activity, and hematological parameters of Asian sea bass, Lates calcarifer (Bloch)." Probiotics and antimicrobial proteins 11(1): 255-247.

Ali, S. R., K. Ambasankar, E. Praveena, S. Nandakumar and J. Syamadayal (2017). "Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition, haematology and biochemical parameters of Asian seabass (Lates calcarifer)." Aquaculture Research 48(3): .۸۹۹-۹۰۸

Asturiano, J., L. Sorbera, J. Ramos, D. Kime, M. Carrilo and S. Zanuy (2000). "Hormonal regulation of the European sea bass reproductive cycle: an individualized female approach." Journal of Fish Biology ٥٦(٥): .١١٥٥-١١٧٢

Bagni, M., L. Archetti, M. Amadori and G. Marino (2000). "Effect of long-term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (Dicentrarchus labrax)." Journal of Veterinary Medicine, Series B ٤٧(١٠): ٧٤٥-٧٥١.

Bradford, M. M. (1976). "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding." Analytical biochemistry ٧٢(١-٢): .٢٤٨-٢٥٤

Carbonara, P., M. Dioguardi, M. Cammarata, W. Zupa, M. Vazzana, M. T. Spedicato and G. Lembo (2019). "Basic knowledge of social hierarchies and physiological profile of reared sea bass Dicentrarchus labrax (L.)." PloS one ١٤(١): e.٠٢٠٨٦٨٨

Coeurdacier, J.-L., G. Dutto, E. Gasset and J.-P. Blancheton (2011). "Is total serum protein a good indicator for welfare in reared sea bass (Dicentrarchus labrax)?" Aquatic Living Resources ٢٤(٢): .١٢١-١٢٧

Coz-Rakovac, R., I. Strunjak-Perovic, M. Hacmanjek, Z. Lipej and B. Sostaric (2005). "Blood chemistry and histological properties of wild and cultured sea bass (Dicentrarchus labrax) in the North Adriatic Sea." Veterinary research communications 29(8): .677-687

Engvall, E. and P. Perlmann (1972). "Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA: III. Quantitation of specific antibodies by enzyme-labeled anti-immunoglobulin in antigen-coated tubes." The Journal of Immunology ١٠٩(١): .١٢٩-١٣٥

Fazio, F., V. Ferrantelli, G. Piccione, C. Saoca , M. Levanti and M. Mucciardi (2018). "Biochemical and hematological parameters in European sea bass (Dicentrarchus labrax Linnaeus, 1758) and Gilthead sea bream (Sparus aurata Linnaeus, ١٧٥٨) in relation to temperature." Veterinarski arhiv ٨٨(٣): ٣٩٧-٤١١.

Grant, K. R. (2015). "Fish hematology and associated disorders." Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice ١٨(١): .٨٣-١٠٣

Harding, J. and J. Keyser (1968). "Bromocresol green as a reagent for serum albumin." Proceedings of the Association of Clinical Biochemists ٥(٢): .٥١-٥٣

Hoga, C. A., F. L. Almeida and F. G. Reyes (2018). "A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues." CyTA-Journal of Food ١٦(١): .٦٧٩-٦٩١

Horton, T. and B. Okamura (2003). "Post-haemorrhagic anaemia in sea bass,

Dicentrarchus labrax (L.), caused by blood feeding of Ceratothoa oestroides (Isopoda: Cymothoidae)." Journal of Fish Diseases ۲٦(۷): .٤۰۱-٤۰٦

Huang, X.-J., Y.-K. Choi, H.-S. Im, O. Yarimaga, E. Yoon and H.-S. Kim (2006). "Aspartate aminotransferase (AST/GOT) and alanine aminotransferase (ALT/GPT) detection techniques." Sensors ٦(۷): ۷٥٦-.۷۸۲

Jawad, L. A., M. Al-Mukhtar and H. Ahmed (2004). "The relationship between haematocrit and some biological parameters of the Indian shad ,Tenualosa ilisha (Family Clupeidae)." Animal biodiversity and conservation ۲۷(۲): .٤۷-٥۲

Kavadias, S., J. Castritsi-Catharios and A. Dessypris (2003). "Annual cycles of growth rate, feeding rate, food conversion, plasma glucose and plasma lipids in a population of European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) farmed in floating marine cages." Journal of Applied Ichthyology ۱۹(۱): .۲۹-۳٤

Lupi, P., V. Vigiani, M. Mecatti and R. Bozzi (2005). "First haematic results for the sea bass (Dicentrarchus labrax) metabolic profile assessment." Italian Journal of Animal Science 4(2): .۱٦۷-۱۷٦

Magnoni, L. J., S. C. Novais, E. Eding, I. Leguen, M. F. Lemos, R. O. Ozório, I. Geurden, P. Prunet and J. W. Schrama (2019). "Acute stress and an electrolyte-imbalanced diet, but not chronic hypoxia, increase oxidative stress and hamper innate immune status in a rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) isogenic line." Frontiers in physiology ۱۰: .٤٥۳

Malik, V. and C. S. Pundir (2002). "Determination of total cholesterol in serum by cholesterol esterase and cholesterol oxidase immobilized and co-immobilized on

to arylamine glass." Biotechnology and applied biochemistry ۳٥(۳): .۱۹۱-۱۹۷

Morshedi, V., M. Nafisi Bahabadi, M. Azodi, M. Modaresi and S. Cheraghi (2015). "Effects of dietary probiotic (Lactobacillus plantarum) on body composition, serum biochemical parameters and liver enzymes of Asian sea bass (Lates calcalifer, Bloch ".(۱۷۹۰

Peixoto, M. J., J. C. Svendsen, H. Malte, L. F. Pereira, P. Carvalho, R. Pereira, J. F. Gonçalves and R. O. Ozório (2016). "Diets supplemented with seaweed affect metabolic rate, innate immune, and antioxidant responses, but not individual growth rate in European seabass (Dicentrarchus labrax)." Journal of Applied Phycology ۲۸(۳): ۲۰٦۱-.۲۰۷۱

Peres, H ,.S. Santos and A. Oliva-Teles (2014). "Blood chemistry profile as indicator of nutritional status in European seabass (Dicentrarchus labrax)." Fish Physiology and Biochemistry ٤۰(٥): .۱۳۳۹-۱۳٤۷

Peruzzi, S., S. Varsamos, B. Chatain, C. Fauvel, B. Menu, J.-C .Falguière, A. Sévère and G. Flik (2005). "Haematological and physiological characteristics of diploid and triploid sea bass, Dicentrarchus labrax L." Aquaculture ۲٤٤(۱-٤): .۳٥۹-۳٦۷

Planas, J., J. Gutierrez, J. Fernandez, M. Carrillo and P. Canals (1990" .(Annual and daily variations of plasma cortisol in sea bass, Dicentrarchus labrax L." Aquaculture ۹۱(۱-۲): .۱۷۱-۱۷۸

Raba, J. and H. A. Mottola (1995). "Glucose oxidase as an analytical reagent." Critical reviews in Analytical chemistry ۲٥(۱): .۱-٤۲

Rashidah, A. R., S. Mohamed, M. Fatimah and S. Intan (2019). "Enhanced growth performance, haemato-biochemical and immune parameters of Asian seabass, Lates calcarifer (Bloch, 1790) fed dietary

supplementation with Polygonum chinense." Asian Fisheries Science.۱۹-۲۸ :(۱)۳۲

Rodríguez, L., I. Begtashi, S. Zanuy and M. Carrillo (2000). "Development and validation of an enzyme immunoassay for testosterone: effects of photoperiod on plasma testosterone levels and gonadal development in male sea bass (Dicentrarchus labrax, L.) at puberty." Fish Physiology and Biochemistry ۲۳(۲): ۱٤۱-۱۵۰.

Samanta, P., S. Pal, A. K. Mukherjee and A. R. Ghosh (2014). "Evaluation of metabolic enzymes in response to Excel Mera ۷۱, a glyphosate-based herbicide, and recovery pattern in freshwater teleostean fishes." BioMed research international 2014.

Samaras, A., A. Dimitroglou, E. Sarropoulou, L. Papaharisis, L. Kottaras and M. Pavlidis (2016). "Repeatability of cortisol stress response in the European sea bass (Dicentrarchus labrax) and transcription differences between individuals with divergent responses." Scientific reports ٦(۱): ۱-۱۱.

Schnitzler, J. G., N. Celis, P. H. Klaren, R. Blust, A. C. Dirtu, A. Covaci and K. Das (2011). "Thyroid dysfunction in sea bass (Dicentrarchus labrax :(Underlying mechanisms and effects of polychlorinated biphenyls on thyroid hormone physiology and metabolism." Aquatic Toxicology ۱۰۵(۳-٤): ٤۳۸-٤٤۷.

Seibel, H., B. Baßmann and A. Rebl (2021). "Blood will tell: What hematological analyses can reveal about fish welfare." Frontiers in Veterinary Science: ۱۹٤.

Sullivan, D. R., Z. Kruijswijk, C. E. West, M. Kohlmeier and M. B. Katan (1985). "Determination of serum triglycerides by an accurate enzymatic method not affected by free glycerol." Clinical chemistry ۳۱(۷): ۱۲۲۷-۱۲۲۸.

Taati, R., M. Soltani, M. Bahmani and A. Zamini (2011). "Growth performance, carcass composition, and immunophysiological indices in juvenile great sturgeon (Huso huso) fed on commercial prebiotic, Immunoster".

Talpur, A. D. and M. Ikhwanuddin (2012). "Dietary effects of garlic (Allium sativum) on haemato-immunological parameters, survival, growth, and disease resistance against Vibrio harveyi infection in Asian sea bass, Lates calcarifer (Bloch)." Aquaculture ۳٦٤: ٦-۱۲.

Tnakagawa, F. Nagayama,(1991)" Enzymatic properties of fish muscle creatine kinase" Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry Volume ۹۸, Issues ۲–۳:۳٤۹-۳۵٤

Weiss, D. J. and K. J. Wardrop (2011). Schalm's veterinary hematology, John Wiley & Sons.

Yılmaz, S. and S. Ergün (2012). "Effects of garlic and ginger oils on hematological and biochemical variables of sea bass Dicentrarchus labrax." Journal of Aquatic Animal Health .۲۱۹-۲۲٤ :(٤)۲٤

Yılmaz, S., S. Ergün and E. Ş. Çelik (2016). "Effect of dietary spice supplementations on welfare status of sea bass, Dicentrarchus labrax L." Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 86(1): 237-229.

Zhang, Q., Y. Zhang, X. Zhang, M. H. Rabbi, R. Guo, S. Shi, Z. Ma and Y. Liu (2021). "Effects of dietary florfenicol contained feeds on growth and immunity of European seabass (Dicentrarchus labrax) in flow-through and recirculating aquaculture system." Aquaculture Reports 19: 100602.

A review of cellular and biochemical factors of blood of two species of fish, (Asian Lates *(Lates calcarifer)* and European *(Dicentrarchus labrax)*

Jahanbani A.[1*]; Sajjadi Dezfouli M. [2]

[1*]DVM.PhD Candidate in Biochemistry, Department of Basic Sciences, Shahid Chamran School of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

[2]DVM, Resident of Veterinary Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: February 2022 Accepted: April 2022

Abstract

Sea bass is a member of the Latidae family, which two Asian species (Lates calcarifer) and European (Dicentrarchus labrax) are more popular for breeding, and most research related to this fish is focused on these two species. Having a normal range of biochemical and hematological parameters, also known as blood table, is important in research related to this fish. In this regard, by reviewing the authoritative sources published during the last 50 years in the databases of PubMed, Google Scholar, Islamic World Citation Database and Jahad Daneshgahi database, this information includes the normal range of glucose, cholesterol, triacylglycerol, total protein, albumin, blood enzymes, hormones; Thyroid, cortisol, testosterone and blood electrolytes as well as the number of red blood cells and related parameters and the number of white blood cells are scientifically collected and classified so that it can be used as a coherent source in related research.

Keywords: Asian Sea bass, European Sea bass, biochemical factors, hematological factors

*Corresponding author: a-jahanbani@stu.scu.ac.ir