

مقایسه برخی فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و سرم خون در فیل ماهی (*Huso huso*)، تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و کلمه خزری (*Rutilus rutilus caspicus*)

- **رقیه صفری***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
- **فاطمه خانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
- **مریم حقی پور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

چکیده

خون ابزار مهمی در بررسی وضعیت فیزیولوژیکی یک ارگانیسم می باشد. تحقیق حاضر با هدف تعیین و ثبت تفاوت های موجود بین فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و سرم خون دو گونه ی غضروفی-استخوانی، فیل ماهی (*Huso huso*) و تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با یک گونه استخوانی، کلمه خزری (*Rutilus rutilus caspicus*)، انجام گردید. جهت دستیابی به این هدف، ماهیان خاویاری و کلمه به ترتیب با میانگین وزنی ۳-۵ و ۲-۳ گرمی، از مراکز تکثیر و پرورش شهید مرجانی و سیجوال (استان گلستان) تهیه و در مرکز تحقیقات آبی پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان نگهداری شدند. کلیه شرایط محیطی، برای همه تانک ها کاملاً یکسان (دمای آب طی دوره پرورش ۲۳ درجه سانتی گراد، pH ۷/۵ و اکسیژن ۷/۹ میلی گرم در لیتر و ۲ بار در روز تغذیه با غذای تجاری) در نظر گرفته شد. جهت مطالعه پارامترهای بیوشیمیایی پلاسما و سرم خون ماهیان خون گیری انجام و بررسی پارامترهای بیوشیمیایی خون (آسپارات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، کراتین فسفوکیناز (CPK)، آلبومین، پروتئین کل و گلوکز) طبق روش های استاندارد صورت گرفت. تفاوت معنی داری در مقادیر به دست آمده از بررسی فاکتورهای آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، کراتین فسفوکیناز (CPK)، آلبومین سه گونه (فیل ماهی، تاس ماهی و کلمه خزری) مشاهده نشد ($P \geq 0/05$). هر چند در این مقایسه مقادیر آلبومین پلاسما در هر سه گونه کم تر از مقادیر آلبومین سرم بود، در حالی که مقادیر ALT پلاسما علی رغم عدم معنی داری ($P > 0/05$) در هر سه گونه بیش تر از مقادیر ALT سرم بود. مقادیر گلوکز سرم و پلاسمای خون تفاوت معنی داری را نشان دادند ($P \leq 0/05$) که در تمامی نمونه ها مقادیر گلوکز در پلاسمای خون بیش تر از سرم بود. در مورد فاکتور AST نیز در هر سه گونه مقادیر به دست آمده از پلاسما بیش تر از مقادیر به دست آمده از سرم بود. پروتئین کل سرم در هر سه گونه بیش تر از پروتئین کل پلاسما به دست آمد که این تفاوت در ماهی کلمه معنی دار بود ($P \leq 0/05$). از آن جا که در مطالعه حاضر در برخی فاکتورها در پلاسما و سرم تفاوت هایی دیده شد، به نظر می رسد با توجه به تشابه بیش تر وضعیت پلاسمای خون به محیط طبیعی خون، استفاده از پلاسما در گونه های مورد بررسی ارجح تر باشد.

کلمات کلیدی: پلاسما، سرم خون، فیل ماهی، تاس ماهی ایرانی، کلمه خزری



مقدمه

اهمیت پارامترهای خون شناسی برای دستیابی به وضعیت فیزیولوژی مناسب به منظور ارتقاء، توسعه و بهبود پرورش، بهداشت، سلامت و فیزیولوژی تولیدمثل و تکثیر آبزیان و به ویژه ماهیان بسیار واضح و مبرهن می‌باشد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). در حقیقت فاکتورهای خون شناسی و بیوشیمیایی خون به عنوان اولین تغییرات قابل اندازه گیری می‌توانند اطلاعات زیادی در رابطه با وضعیت سلامت آبزیان، اثر مواد سمی بر آبزیان، ارزیابی اثرات مواد مغذی و مکمل‌های تغذیه‌ای و دارویی در اختیار قرار دهند (Rose و همکاران، ۲۰۰۶) و به عنوان بخش اصلی بسیاری از مطالعات علوم شیلاتی محسوب گردند. بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون در زمینه‌های مختلف علوم شیلاتی با استفاده از آنالیز پلاسما و یا سرم خون صورت می‌گیرد (Koad و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kim و همکاران، ۲۰۰۸). پلاسما مایعی بین سلولی است که عناصر سلولی را به صورت شناور در خود جای داده است. حدود ۹۰٪ از پلاسما را آب و مابقی را مواد معدنی و آلی محلول تشکیل می‌دهد. مواد آلی پلاسما شامل پروتئین‌ها (آلبومین، گاما گلوبولین‌ها و ایمونوگلوبولین‌ها، آلبومین‌ها، فاکتورهای انعقاد خون، آنتی‌بادی‌ها، آنزیم‌ها)، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و هورمون‌ها هستند و مواد معدنی پلاسما نیز متشکل از الکترولیت‌ها و سایر نمک‌های معدنی است. ویتامین‌ها نیز از دیگر مواد تشکیل دهنده پلاسما به شمار می‌روند (Nordlie، ۲۰۰۹؛ ستاری و همکاران، ۱۳۸۵؛ Hurbec و Smith، ۱۹۹۹). سرم بخش مایع بدون فیبرینوژن خون یا همولنف است که مواد تشکیل دهنده آن مشابه پلاسماست با این تفاوت که عاری از فاکتورهای انعقاد خون است. برای جداسازی سرم خون در مهره‌داران پس از لخته شدن خون بر اثر تبدیل فیبرینوژن به فیبرین نامحلول، به وسیله سانتریفوژ، سلول‌های خونی فیبرینوژن جدا می‌گردند (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعات خون شناسی انتخاب نوع ماده ضد انعقادی که کم‌ترین اثر سو را بر شکل و ساختار یاخته‌های خون بگذارد از اهمیت بالایی برخوردار است، معمولاً برای جلوگیری از انعقاد خون در ماهی، ۲ گروه ماده ضدانعقاد اکسالات و سیترات استفاده می‌گردد. نحوه عمل بسیاری از مواد ضد انعقاد، پیوستن آن‌ها به یون کلسیم است، در این میان فقط ماده ضدانعقاد هپارین است که از قاعده فوق طبیعیت نکرده و به جای پیوستن به کلسیم و خارج کردن آن از محیط خون، مانع از فعالیت پروتئین ترومبین می‌گردد (Mohri و همکاران، ۲۰۰۹؛ کاظمی

و همکاران، ۱۳۸۹). در مورد تفاوت آنالیت‌های خونی بین سرم و پلاسما در ماهیان مطالعات زیادی انجام نشده است و تنها محدود به مطالعاتی نظیر Hurbec و همکاران (۱۹۹۶) در مقایسه یون‌های پتاسیم و فسفر سرم و پلاسما که به ترتیب میزان بالاتر و پایین‌تری را در سرم نسبت به پلاسما گزارش شده است و مطالعاتی که توسط Hurbec و Smith (۱۹۹۹) در مقایسه فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و سرم گونه‌های قزل‌آلا و گربه ماهی راه راه، تیلاپیا و هیبرید باس راه راه صورت پذیرفت و تفاوت برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی را بین پلاسما و سرم نشان داد، می‌باشد.

گلوکز یکی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون است که می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در تعیین وضعیت فیزیولوژیک ماهی به کار رود (Saera-Vila و همکاران، ۲۰۰۹). با افزایش مصرف گلوکز و متابولیت‌های دیگر در بعضی گونه‌ها ذخایر گلیکوژن و چربی‌ها کاهش یافته و در مرحله بعد پروتئین‌ها برای تامین انرژی شکسته می‌شوند (Iwama و همکاران، ۱۹۹۹). آنزیم کراتین فسفوکیناز (CPK enzyme) نیز یکی از عوامل موثر بر دستگاه ایمنی بدن است که در تولید انرژی در شرایط بی‌هوای دخالت دارد. این آنزیم در اکثر سلول‌ها یافت می‌شود، اما ایزوفرم‌های مختلفی از آن در بافت‌های مختلف وجود دارد که در سلول‌های عضلانی ایزوفرم CPK-MM حضور بیش‌تری دارد. بررسی‌های محققین به افزایش آنزیم کراتین فسفوکیناز در اثر فعالیت شدید بدنی اشاره داشته و گزارش شده است که افزایش این آنزیم در خون، نشان‌دهنده آسیب‌های بافتی و شرایط التهابی می‌باشد.

آمینوترانسفرازها انتقال یک گروه آمین از یک اسید آمینه را به ملکول دیگر بدون آزاد شدن آمونیاک کاتالیز می‌نمایند، به همین دلیل به آن‌ها آمینوترانسفراز می‌گویند. آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز (AST) به نام ترانس آمیناز گزالو استیک سرم (SGOT) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) نیز به نام آمیناز پیرویک گلوتامیک سرم (SGPT) مشهور است (Haschek و همکاران، ۲۰۱۰). از آن‌جا که واکنش‌های انتقال آمین برگشت پذیر می‌باشند و اسیدهای کتو به دست آمده از واکنش مذکور در سنتز کربوهیدرات جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند (گلوکونوژن) بنابراین آنزیم‌های ترانس آمیناز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها نقش دارند (Bacankas و همکاران، ۲۰۰۴).

تقریباً بین ۵ تا ۱۰ درصد پلاسماهای خون را پروتئین‌های خون تشکیل می‌دهند که شامل آلبومین، گلوبولین و



فیل ماهی و کلمه خزری که در وزن رهاسازی (به ترتیب ۵-۳ گرمی در ماهیان خاوباری و ۳-۲ گرمی در ماهی کلمه) در سال ۱۳۹۱ از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاوباری شهید مرجانی و ماهیان استخوانی سیجوال (استان گلستان) تهیه و در مرکز تحقیقات آبی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در شرایط نور طبیعی و تعویض مداوم آب و تغذیه با غذای تجاری به مدت یک سال نگهداری شده بودند، جهت انجام آزمایش انتخاب شدند. کلیه شرایط محیطی، برای همه تانکها کاملاً یکسان و دمای آب طی دوره پرورش به طور متوسط ۲۳ درجه سانتی گراد، pH برابر ۷/۵ و اکسیژن ۷/۹ ppm بود و طی زمان مطالعه ماهیان از غذای تجاری ۲ بار در روز تغذیه می شدند. تعویض آب نیز به صورت یک روز در میان انجام می گرفت.

نمونه گیری از خون: جهت مطالعه پارامترهای بیوشیمیایی

پلاسما و سرم خون ماهیان خون گیری با استفاده از سرنگ ۲ سی سی حاوی از طریق ورید دمی ماهیان در آزمایشگاه شهید ناصر فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت و خون هر ماهی به طور مساوی در ۲ تیوب اپندورف یکی حاوی ماده ضد انعقاد هپارین و دیگری بدون هپارین که قبلاً مشخصات نمونه روی آن ثبت شده بود تقسیم شد. نمونه ها در مجاورت یخ به آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده منتقل و نمونه ها با دور $3300 \times g$ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند، پلاسما و سرم خون جداسازی شد و تا بررسی پارامترهای بیوشیمیایی خون شامل آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، کراتین فسفوکیناز (CPK)، آلومین ، پروتئین کل و گلوکز در ۲۰- درجه سانتی گراد قرار گرفت.

سنجش فاکتورهای بیوشیمیایی: آنزیمهای آسپاراتات

آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و کراتین فسفوکیناز (CPK) با استفاده از دستگاه اتوانالایزر (پرستیژ ۲۴i) و کیت تشخیص پارس آزمون (TS.M.91.8.4) با روش آنزیمی IFCC (International Federation of Clinical Chemistry) مطابق دستورالعمل (Frankel و Reitman, ۱۹۵۷) سنجش شد.

سنجش گلوکز: سنجش کمی گلوکز سرم با استفاده از

دستگاه اتوانالایزر (پرستیژ- ۲۴i) و کیت آزمایشگاهی تشخیص پارس آزمون (۱۵۰۰۰۱۷۸) براساس روش اصلاح شده Trinder (۱۹۶۹) صورت پذیرفت.

فیبریوزن، هورمون ها، آنزیمها، کمپلمانها و سایر عوامل انعقادی خون هستند. اغلب پروتئینها توسط کبد و برخی نیز هم چون آنتی بادیها توسط سیستم ایمنی ساخته می شوند (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). آلومین نیز یکی از عمده ترین پروتئینهای سرم خون می باشد (Kumar و همکاران، ۲۰۰۵). آلومین که در کبد ساخته می شود سبکترین پروتئین پلاسماي خون است و بیش از ۵۰٪ پروتئین پلاسما را تشکیل می دهد. این پروتئین هر روز به میزان ۷٪ تجدید می شود و نیم عمر آن هفت تا ده روز است. آلومین پروتئینی کروی به طول ۱۵ و عرض ۳/۸ نانومتر با وزن مولکولی ۶۶۰۰ دالتون است. این زنجیره پلی پپتیدی از ۵۰۰ اسید آمینه تشکیل شده است. سرم آلومین به راحتی تغییر ماهیت نمی دهد و تا ۶۰ درجه سانتی گراد هم مقاوم است. آلومین دارای دو نقش مهم نگهداری و حفظ فشار اسمزی و انتقال دهنده بعضی از ترکیبات از قبیل برخی هورمون ها، مواد رنگی، بیلی روبین، برخی از عناصر معدنی کمیاب، بسیاری از داروها و اسیدهای چرب آزاد در جریان خون است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹).

ماهیان خاوباری (*Acipenseridae*) و ماهی کلمه خزری از با ارزش ترین گونه های دریای خزر می باشند که در سال های اخیر نسل آن ها به جهت تخریب زیستگاه های تکثیر طبیعی این ماهیان، صید بی رویه و آلودگی های محیطی کاهش یافته و هر ساله چند میلیون لارو حاصل از تکثیر مصنوعی آن ها جهت بازسازی ذخایر وارد دریای خزر می گردند (گروبی و همکاران، ۱۳۸۷). به جهت ارزش بالای شیلاتی و اقتصادی این ماهیان بسیاری از مطالعات شیلاتی روی این گونه ها صورت می گیرد، اما همواره این سوال وجود دارد که آیا اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون با استفاده از سرم و یا پلاسما در ماهیان نتایج متفاوتی را نشان خواهد داد یا خیر؟ از آن جا که تاکنون مطالعه ای روی امکان تفاوت فاکتورهای بیوشیمیایی اندازه گیری شده در پلاسما و سرم خون گونه های مورد بررسی صورت نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف بررسی تفاوت مقادیر مواد شیمیایی موجود در پلاسما و سرم در ماهیان با ارزش شیلاتی و اقتصادی هم چون فیل ماهی (*Huso huso*)، تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و کلمه خزری (*Rutilus rutilus caspicus*) در شرایط پرورشی می باشد.

مواد و روشها

ماهی و شرایط پرورشی: بچه ماهیان تاس ماهی ایرانی،



نتایج

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای بیوشیمیایی پلاسمای هیارینه و سرم خون ماهیان (آسپارات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، کراتین فسفوکیناز (CPK)، آلبومین، پروتئین کل و گلوکز) در جدول ۱ (فاکتورهای فاقد تفاوت معنی دار) و شکل ۱ (فاکتورهای دارای تفاوت معنی دار) نشان داده شده است.

سنجش آلبومین و پروتئین کل: آلبومین طبق روش ذکر شده توسط Doumas و همکاران (۱۹۷۷) و پروتئین کل طبق روش ذکر شده توسط Tietz (۱۹۸۶) اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری: نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و تفاوت بین جفت داده های مربوط به ALT، AST، آلبومین، پروتئین کل و گلوکز سرم و پلاسما با استفاده از آزمون t-جفتی با استفاده از نرم افزار SPSS (ورژن ۱۶، Dytham، ۱۹۹۹) انجام شد.

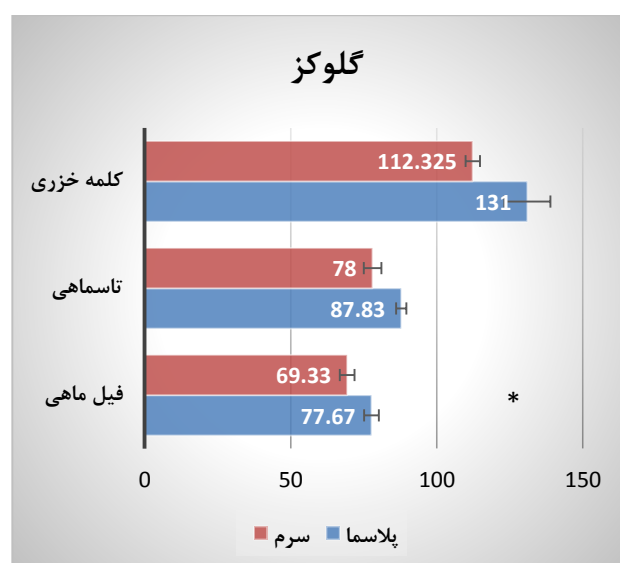
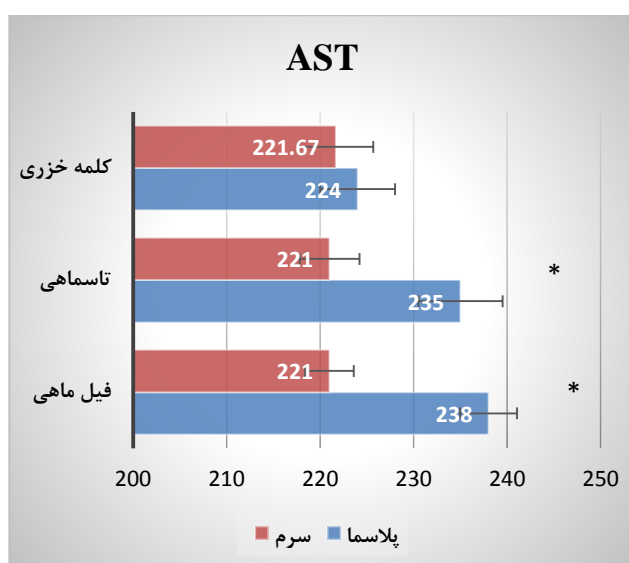
جدول ۱: برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم و پلاسمای خون فیل ماهی، تاس ماهی ایرانی و کلمه خزری بدون هرگونه تفاوت معنی دار

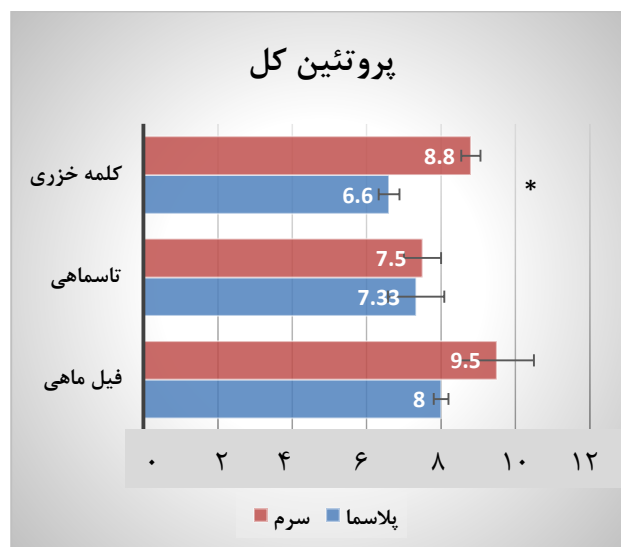
فاکتور/گونه	فیل ماهی (<i>Huso huso</i>)		تاس ماهی ایرانی (<i>Acipenser persicus</i>)		کلمه خزری (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	
	پلاسما	سرم	P	پلاسما	سرم	P
آلبومین (گرم بردسی لیتر)	۳/۸۳±۰/۷۶	۴/۸۳±۰/۵۷	۰/۰۷۴	۴/۶۰±۰/۵۵	۵/۵۰±۰/۵۰	۰/۰۷۷
ALT (واحد در لیتر)	۹/۳۰±۱/۵۰	۷/۰۰±۱/۰۰	۰/۰۷۳	۱۰/۰۰±۱/۰۰	۷/۰۰±۱/۰۰	۰/۰۹۵
CPK (واحد در لیتر)	۱۹۲۶/۰۰±۱۵/۰۰	۱۹۲۴/۰۰±۲۲/۰۰	۰/۷۴۲	۱۹۳۰/۰۰±۱۲/۸۷	۱۹۳۳/۰۰±۱۲/۵۰	۰/۷۲۶

داده ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می باشد و معنی داری در سطح ۰/۰۵ می باشد.

پلاسما در هر سه گونه کمتر از مقادیر آلبومین سرم، درحالی که مقادیر ALT پلاسما علی رغم عدم معنی داری در هر سه گونه بیش تر از مقادیر ALT سرم بود. شکل ۱ نیز تفاوت های موجود در سرم و پلاسمای خون ماهیان را نشان می دهد:

همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است تفاوت معنی داری در مقادیر به دست آمده در آلبومین، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و کراتین فسفوکیناز (CPK) از سرم و پلاسمای خون سه گونه (فیل ماهی، تاس ماهی و کلمه خزری) مشاهده نشد ($P \geq 0.05$), هر چند در این مقایسه مقادیر آلبومین





شکل ۱: برخی تفاوت‌های معنی‌دار (*) فاکتورهای بیوشیمیایی (گلوکز، پروتئین کل و AST) سرم و پلاسمای خون فیل ماهی، تاسماهی ایرانی و کلمه خزری

خون در گونه‌های مختلف آبزیان مورد تاکید بسیاری از متخصصین بیماری‌های آبزیان می‌باشد.

Sano (۱۹۶۰) پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را در یک دوره یک‌ساله مورد بررسی و میزان گلوکز، اوره، کراتینین و کلسیم را به ترتیب $11/18 \pm 1.39$ ، $3/7 \pm 0/118$ ، $0/99 \pm 0/118$ ، $14/6 \pm 2/31$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و پروتئین تام و آلومین را به ترتیب $7/9 \pm 0/26$ و $5/92 \pm 0/24$ گرم در دسی‌لیتر گزارش نموده است.

Svetina و همکاران (۲۰۰۲) اثر سن را بر برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون کپور مورد مطالعه و افزایش ۵۰ درصدی گلوکز و ۸۰ درصدی لیپید تام را در سال سوم پرورش گزارش نموده است در حالی که تغییرات معنی‌داری در رابطه با کلسترول و پروتئین تام مشاهده نمودند.

در این تحقیق مقادیر گلوکز سرم و پلاسمای خون تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($P < 0/05$) که در تمامی نمونه‌ها مقادیر گلوکز در پلاسمای خون بیش‌تر از سرم بود که با نتایج Hurbec و Smith (۱۹۹۹) هم‌خوانی دارد. احتمالاً در سرم خون به علت عدم استفاده از مواد ضدانعقاد سلول‌های خونی دیرتر تخریب شده (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹) و از آن‌جا که گلبول‌های قرمز در مکانیسم سوخت و ساز از گلوکز استفاده می‌نمایند (Tiisonen) و Nikinmaa (۱۹۹۱) میزان گلوکز در سرم خون کم‌تر از پلاسمای خون می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مقادیر گلوکز سرم و پلاسمای خون تفاوت معنی‌داری را نشان دادند که در تمامی نمونه‌ها مقادیر گلوکز در پلاسمای خون بیش‌تر از سرم بود. در مورد فاکتور AST نیز در هر سه گونه مقادیر به‌دست آمده از پلاسما بیش‌تر از مقادیر به‌دست آمده از سرم بود. پروتئین کل سرم در هر سه گونه بیش‌تر از پروتئین کل پلاسما به‌دست آمد که این تفاوت در ماهی کلمه معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$).

بحث

از آن‌جایی که خون مستقیماً در بسیاری از فرآیندهای متابولیک نقش داشته و منعکس‌کننده تغییرات بدن جاندار است، ارزیابی‌های خونی و هورمونی در امر تشخیص وضعیت فیزیولوژیک ماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است (فلاح‌تکار و پورحسین‌سارمه، ۱۳۹۲). این احتمال وجود دارد که مقدار آنالیت‌ها در سرم و پلاسما در جاندارانی که گلبول‌های قرمز هسته‌دار دارند (از قبیل ماهیان)، مشابه نباشند (Mohri و همکاران، ۲۰۰۹؛ Hurbec و Smith، ۱۹۹۹). هم‌چنین مطالعات صورت گرفته بر روی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در برخی بیماری‌ها نشانگر بروز تغییرات معنی‌دار در برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی می‌باشد. به همین دلیل نیز ضرورت ارائه مقادیر طبیعی پارامترهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم



بیشتر از پلاسما بود که با نتایج (Smith و Hurbec، ۱۹۹۸؛ Woerpel و Roskopf، ۱۹۸۴) همخوانی دارد. این اختلاف احتمالاً می‌تواند به الگوهای متفاوت متابولیکی در گونه‌ها نسبت داده شود، زیرا ماهی کلمه از گروه ماهیان استخوانی و قره‌برون و فیل ماهی هر دو از تاس ماهیان به حساب می‌آیند. تفاوت‌های مشاهده شده مذکور بین پلاسما و سرم می‌تواند به فرایند متابولیک بدن (NCCLS، ۱۹۹۰) و یا خطاهای نمونه‌برداری نیز نسبت داده شود. در ماهی به علت تغییرات متابولیکی ظاهراً به‌طور معمول لخته شدن سریع‌تر از پستانداران و پرندگان است و بنابراین باید نمونه‌ها را به‌سرعت جدا کرد.

مکانیسم سوخت و ساز برای تفاوت مشاهده شده در آنالیت‌ها بین پلاسما و سرم در ماهیان ناشناخته است ولی می‌تواند به هسته‌دار بودنشان نسبت داده شود (Tiihonen و Nikinmaa، ۱۹۹۱؛ Walsh و همکاران، ۱۹۹۰)، علاوه بر این، گلبول قرمز ماهی فعالیت متابولیک بالاتری نسبت به پستانداران دارند (Walsh و همکاران، ۱۹۹۰) و در سوخت و سازشان غالباً هوای عمل کرده و از چرخه کربس برای تولید انرژی استفاده می‌کنند (Tiihonen و Nikinmaa، ۱۹۹۱؛ Walsh و همکاران، ۱۹۹۰). هم‌چنین در رابطه با تفاوت‌ها در آنالیت‌های در سرم و پلاسما در سه گونه ماهی استفاده شده، به‌نظر می‌رسد گونه‌های متفاوت از لحاظ تاکسونومی و اکولوژیکی که الگوهای متابولیکی و سرعت متابولیکی یکسانی دارند، تفاوت‌های یکنواختی در میان آنالیت‌های بیوشیمیایی خون نشان دهند.

به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که هر چند در فاکتورهایی نظیر آلبومین، CPK و ALT در پلاسما هیپارینه شده و سرم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و تفاوتی در سنجش آن‌ها در سرم و پلاسما نمی‌باشد، اما میزان فاکتورهایی نظیر ALT، AST، گلوکز در پلاسما بیش‌تر از سرم بود که با توجه به مشابه بودن محیط خون حاوی ماده ضدانعقاد به محیط داخلی بدن، نتایج استفاده از پلاسما نسبت به سرم به داده‌های واقعی نزدیک‌تر باشد، البته تعداد نمونه بیش‌تر و استفاده از مواد ضدانعقاد مختلف می‌تواند نتایج دقیق‌تری را در اختیار قرار دهد.

منابع

۱. احمدنیای مطلق فلاحتکار، ب. و پورحسین‌سارمه، س.، ۱۳۹۲. تغییرات بیوشیمیایی، استروئیدهای جنسی و پارامترهای هماتولوژیک در قبل و پس از تخم‌ریزی ماهی سوف سفید *Sander lucioperca*. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد

در مورد فاکتور AST در هر سه گونه مقادیر به‌دست آمده از پلاسما بیش‌تر از مقادیر به‌دست آمده از سرم بود. میزان فاکتور AST (IU/L) در تاس ماهی ایرانی و کلمه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$)، اما در فیل ماهی میزان این فاکتور در سرم و پلاسما اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$) و میزان این فاکتور در پلاسما بیش‌تر از سرم بود که با نتایج (Smith و Hurbec، ۱۹۹۹) همخوانی دارد. برخلاف یافته‌های (Smith و Hurbec، ۱۹۹۹) مقادیر ALT موجود در سرم و پلاسما نیز در سه گونه فیل ماهی (*Huso huso*)، تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و کلمه (*Rutilus caspicus*) تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0/05$) ولی مقادیر ALT پلاسما علی‌رغم عدم معنی‌داری در هر سه گونه بیش‌تر از مقادیر ALT سرم بود. بالا بودن میزان این آنزیم‌ها در پلاسما نسبت به سرم می‌تواند به نقش این آنزیم‌ها متابولیسم سلولی نسبت داده شود و احتمالاً به‌علت تخریب دیرتر سلول‌های خونی در سرم، سوخت و ساز و متابولیسم به‌مدت طولانی‌تر و بیش‌تر انجام می‌گیرد. آنزیم‌های مذکور به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در چرخه کربس و فرایند تنفس سلولی و متابولیسم دخالت دارند (ربانی چادگانی، ۱۳۹۰).

آنزیم CPK در شرایطی که فعالیت به سمت بی‌هوای بودن تمایل پیدا کرده باشد، افزایش پیدا می‌کند (Ferrer و همکاران، ۲۰۱۰). برخلاف یافته‌های (Smith و Hurbec، ۱۹۹۸) در این تحقیق CPK موجود در سرم و پلاسما در سه گونه فیل ماهی (*Huso huso*)، تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و کلمه (*Rutilus caspicus*) تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$).

آلبومین موجود در سرم و پلاسما در سه گونه فیل ماهی (*Huso huso*)، تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و کلمه (*Rutilus caspicus*) تفاوت آماری را نشان ندادند ($P>0/05$) که با نتایج حاصل از تحقیق (Smith و Hurbec، ۱۹۹۸) همخوانی ندارد. با این حال در این مقایسه مقادیر آلبومین پلاسما در هر سه گونه کم‌تر از مقادیر آلبومین سرم بود که می‌تواند به تخریب سریع سلول‌های خونی و به هم خوردن فشار اسمزی نسبت داده شود. در حقیقت استفاده از مواد ضدانعقاد با انتقال یون‌ها و آب بین پلاسما و یاخته‌ها در ارتباط است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹).

در تحقیق جاری پروتئین کل سرم در هر سه گونه بیش‌تر از پروتئین کل پلاسما به‌دست آمد که این تفاوت در ماهی کلمه معنی‌دار بود ($P\leq 0/05$) و میزان پروتئین در سرم ماهی کلمه



۲۶. شماره ۳، صفحات ۳۳۳ تا ۳۴۳.
۲. بهمنی، م.؛ کاظمی، ر.؛ حلاجیان، ع.؛ محسنی، م.؛ پوردهقانی، م.؛ جمالزاده، ف.؛ یوسفی، ا. و دژندیان، س.، ۱۳۸۷. گزارش نهایی پروژه بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون پرورشی، مولدسازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از مولدین تاس ماهیان پرورشی. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۶ صفحه.
 ۳. کاظمی، ر.؛ پوردهقانی، م.؛ یوسفی جوردی، ا.؛ یارمحمدی، م. و نصری نجن، م.، ۱۳۸۹. فیزیولوژی دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خون‌شناسی ماهیان. انتشارات بازرگان. ۱۹۴ صفحه.
 ۴. ستاری، م.؛ شاهسونی، د.؛ شعبانی پور، ن. و شفیعی، ش.، ۱۳۸۵. ماهی شناسی (۱) (تشریح و فیزیولوژی). انتشارات حق شناس. ۶۶۲ صفحه.
 ۵. ربانی چادگان، ع.، ۱۳۹۰. مبانی بیوشیمی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم. ۳۰۳ صفحه.
 ۶. گروبی، ح.؛ جمیلی، ش. و رستمی، م.، ۱۳۸۷. اثر سمیت حاد سولفات مس بر بافت آبشش ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*). پژوهش و سازندگی. سال ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۹۳ تا ۱۹۶.
 ۷. مهری، م.، ۱۳۸۷. آزمون‌های بیوشیمیایی خون: مروری بر اثر مواد ضدانعقاد مختلف و مقایسه پلاسما با سرم خون در حیوانات گروه علوم درمانگاهی. دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، پانزدهمین کنگره دامپزشکی ایران. تهران. ۴ صفحه.
 8. Bacankas, L.R.; Whitaker, J. and Giulio, R.T.D., 2004. Oxidative stress in two populations of killifish (*Fundulus fundulus*) with differing contaminant exposure histories. Marine Environment Research. Vol. 56, pp: 2-5.
 9. Billard, R. and Lecointre, G., 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries. Vol. 10, pp: 355-392.
 10. Doumas, B.T.; Watson, W.A. and Biggs, H.G., 1977. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. Clinica Chimica Acta. Vol. 258, pp: 21-30.
 11. Dytham, C., 1999. Choosing and Using Statistics: a Biologist GUIDE. Blackwell Science Ltd. London. 16 p.
 12. Ferrer, M.D.; Sureda, A.; Tauler, P. and Palaci'n, C., 2010. Impaired lymphocyte mitochondrial antioxidant defences in variegated porphyria are accompanied by more inducible reactive oxygen species production and DNA damage. British Journal of Haematology. Vol. 149, pp: 759-767.
 12. Flickinger, E.A.; Van Loo, J. and Fahey, G.C., 2003. Nutritional response to the presence of Inulin and Oligofuctose in diet of domesticated animal, A Review. Journal of Critical review in Food Science and nutrition. Vol. 43, No. 1, pp: 19-60.
 13. Haschek, W.M.; Walling, M.A. and Rousseaux, C.,
 2010. Fundamental of Toxicological pathology. New York, NY: Academic Press. pp: 211-686.
 14. Houston, H., 1997. Are the classical hematological variables acceptable indicators of fish health? Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 126, pp: 879-894.
 15. Hrubec, T.C. and Smith, S.A., 1999. Differences between plasma and serum sample for the evaluation of blood chemistry value in Rainbow trout, Channel catfish, Hybrid tilapia, and hybrid striped bass. Journal of Aquatic Animal Health. Vol. 11, pp: 116-122.
 16. Iwama, G.K.; Takemura, A. and Takano, K., 1999. Oxygen consumption rates of tilapia in fresh water, sea water, and hypersaline sea water. Journal of Fish Biology. Vol. 51, pp: 886-894.
 17. Kasumyan, A.O., 1994. Olfactory sensitivity of the sturgeon to free amino acids. Journal of Ichthyology. 77 p.
 18. Kiabi, B.H.; Abdoli, A. and Naderi M., 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 18, pp: 57-65.
 19. Kim, S.G.; Park, D.K.; Jange, S.W.; Lee, J.S.; Kim, S.S. and Chung, M.H., 2008. Effects of dietary benzo[a]pyrene on growth and hematological parameters in juvenile rockfish (*Sabates schlegeli*). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 81, pp: 470-474.
 20. King, E.J. and Armstrong, A.R., 1965. A convenient method for determining serum and bile phosphatase activity. Canadian Medical Association Journal. Vol. 31, pp: 376-381.
 21. Koaud, H.A.; Zaki, M.M.; EI-Dahshan, A.R.; Saeid, S.H. and EL Zorba, H.Y., 2011. Amelioration the toxic effects of cadmium exposure in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by using (*Lemna gibba*). Vol. 8, No. 1, pp: 185-195.
 22. Kumar, S.; Sahu, N.P.; Pal, A.K.; Choudhury, D.; Yengkokpam, S. and Mukherjee, S.C., 2005. Effect of dietary carbohydrate on haematology, respiratory burst activity and histological changes in (*Labeo rohita*) juveniles. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 19, pp: 331-344.
 23. Makris, M.; Veen, J. J.; Tait, C.R.; Mumford, A.D. and Laffan, M., 2012. Guideline on the management of bleeding in patients on antithrombotic agents. British Journal of Haematology. Vol. 160, pp: 35-46.
 24. Mohri, M.; Narenji Sani, R. and Masoodi, R., 2009. Plasma biochemistry of ostrich (*Struthio camelus*): effects of anticoagulants and comparison with serum. Trop Anim Health Prod. Vol. 41, pp: 845-849.
 25. NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), 1990. Procedures for the handling and processing of blood specimens. NCCLS, document H18 A., approved guideline, Villanova, Pennsylvania. 350 p.
 26. NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), 1991. Procedures for the collection of diagnostic blood specimens by venipuncture, 2nd edition. NCCLS, document H3-A3, approved standard, Villanova, Pennsylvania. 420 p.
 27. Nevin Atalay, G., 2007. Effects of different resistance exercise protocols on nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males. Journal of Sports Science and Medicine. Vol. 6, pp: 417-422.
 28. Nordlie, F.G., 2009. Environmental influences on regulation of blood/ plasma component in teleost fishes. A review. Rev Fish Biol Fisheries. Vol. 19, pp: 481-564.



29. **Reitman, S. and Frankel, A.S., 1957.** A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *American Journal of Clinical Pathology*. Vol. 28, pp: 56-63.
30. **Rose, W.L.; Nisbet, R.M.; Green, P.G.; Norris, S.; Fan, T.; Smith, E.H.; Cherr, G.N. and Anderson, S.L., 2006.** Using an integrated approach to link biomarker responses and physiological stress to growth impairment of cadmium-exposed larval topmelt. *Aquatic Toxicology*. Vol. 80, pp: 298-308.
31. **Saera-Vila, A.; Calduch-Giner, j.; Prunet, P. and Perez-Sanchez, J., 2009.** Dynamic of liver GH/IGF axis and selected stress markers in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*) exposed to acuted confinement differential stress response of growth hormone receptors. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol. 154, pp: 197-203.
32. **Sano, T., 1960.** Haematological studies of the culture fishes in Japan. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*. Vol. 46, pp: 98-87.
33. **Siest, G., 1985.** References values: their concept and application. Pages 3-25 in G. Siest, J. Henry, F. Schiele, and D. Young, editors. *Interpretation of clinical laboratory tests*. Biomedical Publications, Foster City, California. 247 p.
34. **SPSS. 1998.** SPSS for Windows. SPSS Inc, Headquarters, Chicago. 87 p.
35. **Stewart, C.E. and Koepke, J.A., 1987.** Basic quality assurance practices for clinical laboratories. Lippincott. Philadelphia. 138 p.
36. **Sudagar, M. and Hoseinifar, S.H., 2004.** The use of Optiman in diet of grand sturgeon *Huso huso* fry and its effects on growth factors and survival rate. 5th International sturgeon fishes symposium. Extended Abstract. AQ3 :pp .5-14.
37. **Svetina, A.; Matasin, Z.; Tofant A.; Vucemilo, M. and Fkjan, N., 2002.** Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. *Acta Veterinaria Hungarica*. Vol. 50, No. 4, pp: 459-467.
38. **Tietz, N.W., 1986.** Textbook of clinical chemistry. WB Saunders, London. 189 p.
39. **Tiihonen, K. and Nikinmaa, M., 1991.** Substrate utilization by carp (*Cyprinus carpio*) erythrocytes. *Journal of Experimental Biology*. Vol. 161, pp: 509-514.
40. **Trinder, P., 1969.** Determination of glucose concentration in the blood. *Annual Clinical Biochemistry*. Vol. 6, p: 24.
41. **Walsh, P.J.; Wood, C.M.; Thomas, S. and Perry, S.F., 1990.** Characterization of red blood cell metabolism in rainbow trout. *Journal of Experimental Biology*. Vol. 154, pp: 475-498.
42. **Woerpel, R.W. and Roskopf, W.J., 1984.** Clinical experience in avian laboratory diagnostics. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. Vol. 14, pp: 249-286.

