

## ارزیابی شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم در بچه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف گلوکز و نشاسته ذرت

رضا طاعتی<sup>۱\*</sup>، محمود محسنی<sup>۲</sup>، فروزان درخشان‌نیا<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: مرداد ۹۵

تاریخ پذیرش: مهر ۹۵

### چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر نشاسته ذرت و گلوکز بر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم در بچه تاس ماهیان سیبری انجام گرفت. بدین منظور، ۱۲۰ قطعه بچه تاس ماهی سیبری با میانگین وزنی  $25/64 \pm 2/10$  گرم در چهار تیمار تقسیم شدند و با جیره‌های حاوی گلوکز ۱۵٪، گلوکز ۳۰٪، نشاسته ذرت ۱۵٪ و نشاسته ذرت ۳۰٪ به مدت ۸ هفته تغذیه شدند (هر تیمار با سه تکرار). نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه شده با نشاسته ذرت ۱۵٪ بالاترین میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز و سفید را داشتند که اختلاف معنی‌داری را با نشاسته ذرت ۳۰٪ نشان دادند ( $P < 0/05$ ). بیشترین تعداد لنفوسیت متعلق به ماهیان تغذیه شده با گلوکز ۱۵٪ و ۳۰٪ بود که با نشاسته ذرت ۱۵٪ اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ). اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، پروتئین کل، گلوبولین و آلبومین بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). ماهیان تغذیه شده با گلوکز ۳۰٪ بالاترین میزان آنزیم‌های کبدی را نشان دادند ( $P > 0/05$ ). اختلاف معنی‌داری در سطح آنزیم آلفا آمیلاز بین تیمارها مشاهده نشد با این وجود تیمار گلوکز ۳۰٪ پایین‌ترین سطح این آنزیم را داشت. طبق نتایج به دست آمده، سطح ۱۵٪ نشاسته ذرت می‌تواند باعث بهبود و تقویت برخی از پارامترهای خونی و بیوشیمیایی تاس ماهیان سیبری شود.

### واژگان کلیدی: خون، گلوکز، نشاسته ذرت، تاس ماهی سیبری، *Acipenser baerii*

۱- استادیار گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران.

۲- استادیار بخش تغذیه، موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران.

۳- کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

\* نویسنده مسئول: [r.taati@iautalesh.ac.ir](mailto:r.taati@iautalesh.ac.ir)

## مقدمه

درصد هزینه‌های پرورش را به خود اختصاص می‌دهد، پرورش و تولید موفقیت‌آمیز به استفاده از خوراک کامل با ترکیب بهینه وابسته است. به طوری که تمام ترکیبات مغذی ضروری مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی را برای ماهی فراهم می‌کند تا ماهی به رشد سریع و مطلوب خود برسد (Cho et al., 2005). اگر در جیره غذایی، پروتئین در سطح مطلوب و مطابق با نیاز ماهی وجود داشته باشد، ولی جیره دارای انرژی کافی نباشد، بخشی از پروتئین صرف تامین انرژی می‌شود و نقشی در تشکیل بافت ندارد که در نتیجه آبری به رشد مورد نظر نمی‌رسد. بنابراین، تعیین سطح بهینه کربوهیدرات در جیره غذایی ماهیان ضروری است تا کاتابولیسم پروتئین به منظور تامین انرژی کاهش یابد (Webster and Lim, 2002). چون کربوهیدرات ارزانه‌ترین منبع انرژی به حساب می‌آید و در سطح گسترده‌ای در غذای حیوانات اهلی به کار می‌رود، علاقه بسیار زیادی وجود دارد که به غذای ماهیان نیز اضافه شود تا هزینه‌های غذا کاهش یابد. عدم وجود کربوهیدرات در جیره سبب می‌شود اسیدهای آمینه حاصل از هضم پروتئین و نیز

تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) یکی از گونه‌های خانواده تاس‌ماهیان، بومی سبیری است. این گونه از نظر مهاجرت رودرو بوده، در حوضه رودخانه‌های منطقه سبیری مانند آب، ایرتیش، خاتانگا، یانا، لئا، آنابار و دریاچه بایکال زیست می‌کند (Ruban, 1997). تاس‌ماهی سبیری با قابلیت رشد سریع، کوتاه بودن دوره رسیدگی جنسی، مقاومت در برابر تغییرات شرایط زیست‌محیطی، زندگی در آب شیرین، سازگاری با دماهای پایین و پذیرش دامنه گسترده‌ای از مواد غذایی، به عنوان یک مدل زیستی برای مطالعات فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای تاس‌ماهیان تبدیل شده است (Fontagne et al., 2006).

در دهه اخیر با کاهش صید تاس‌ماهیان در دریای خزر، پرورش گوشتی آن‌ها در جهان بسیار مورد توجه و اهمیت قرار گرفته است. دستیابی به بیوتکنیک مولدسازی و تکثیر تاس‌ماهیان پرورشی و تولید خاویار، لارو، بچه ماهی و نیز نسل سوم در گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری در ایران با موفقیت میسر شده است (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۳). با توجه به نقش تغذیه در آبری پروری و پذیرش این موضوع که جیره غذایی ماهیان ۵۰ تا ۶۰

Tian et al.,) *Ctenopharyngodon idella* (2012) بر فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی سرم مورد آزمایش قرار گرفت. با توجه به ارزان بودن، فراوانی و در دسترس بودن گلوکز و نشاسته ذرت، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی تاثیر سطوح مختلف این دو کربوهیدرات بر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم در بچه تاس ماهی سیبری است.

### مواد و روش‌ها

#### تهیه و شرایط نگهداری ماهیان

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۲ در موسسه تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر اجرا شد. به این ترتیب که ۱۲۰ قطعه بچه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی با میانگین وزنی  $25/64 \pm 2/80$  گرم در ۱۲ مخزن فایبر گلاس ۵۰۰ لیتری توزیع شدند. تیمار بندی در قالب ۴ تیمار با جیره‌های غذایی متفاوت حاوی گلوکز ۱۵٪، گلوکز ۳۰٪، نشاسته ذرت ۱۵٪ و یا نشاسته ذرت ۳۰٪ در سه تکرار انجام شد (Lin et al., 1997; Deng et al., 2005). در طول دوره پرورش، میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب  $24/90 \pm 0/53$  درجه سانتی‌گراد،  $6/90 \pm 0/21$  میلی‌گرم در لیتر و  $7/92 \pm 0/09$  بود و دوره

تجزیه پروتئین ماهیچه، وارد مسیر گلوکوژنیک و تأمین انرژی برای ماهی شوند (Wilson, 1994). شناخت فاکتورهای خونی، افق گسترده‌ای را برای مولدسازی با هدف تکثیر مصنوعی و همچنین بازسازی ذخایر ماهیان ایجاد می‌کند. عواملی مانند نوسانات دمایی، فصل، استرس ناشی از صید و نمونه برداری، رژیم غذایی، تفاوت‌های ژنتیکی، سن، رسیدگی جنسی، جنسیت و میزان فعالیت ماهیان بر شاخص‌های خونی تاثیرگذار هستند (Knowles et al., 2006). نقش منابع مختلف کربوهیدرات شامل دکستروزین در تاس ماهی سیبری (ملت دوست، ۱۳۹۰)، ذرت و گندم ژلاتینه و نشاسته ذرت و گندم ژلاتینه در قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* (Kaushik et al., 1989)، گلوکز، دکستروزین + سلولز و سلولز در تاس ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*-Fynn) (Aikins et al., 1992; 1993)، نشاسته ذرت ژلاتینه و غیرژلاتینه در کپور هندی روهو *Labeo rohita* (Kumar et al., 2005)، جایگزینی نشاسته نیمه ژلاتینی شده با نشاسته خام ذرت در ماهی سیم دریایی زرد باله *Sparus latus* (Wu et al., 2007) و جایگزینی نشاسته گندم با سلولز در ماهی آمور

نوری به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی تنظیم شد. دریاى خزر در جدول ۱ ارایه شده است. بچه تاس ماهیان سیبری به مدت ۸ هفته و بر اساس

حداکثر ۲٪ وزن توده زنده در سه نوبت (۸ صبح، ۱۴ عصر و ۲۰ شب) تغذیه شدند (Mohseni et al., 2011).

### ترکیب جیره و نحوه غذادهی

ترکیب غذایی جیره‌های آزمایشی طبق فرمول موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان

جدول ۱: ترکیب غذایی جیره‌های آزمایشی برای تغذیه بچه تاس ماهیان سیبری در مدت ۸ هفته آزمایش

ترکیبات جیره (%)	تیمارها			
	گلوکز ۱۵٪	گلوکز ۳۰٪	نشاسته ذرت ۱۵٪	نشاسته ذرت ۳۰٪
پودر ماهی	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴
پودر گوشت	۵	۵	۵	۵
پودر خون	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
آرد گندم	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹
نشاسته ذرت	-	-	۱۵	۳۰
گلوکز*	۱۵	۳۰	-	-
روغن ماهی	۴/۸	۴/۸	۴/۸	۴/۸
روغن ذرت	۴/۸	۴/۸	۴/۸	۴/۸
ملاس	۲	۲	۲	۲
مخمر	۲	۲	۲	۲
سلولز	۵	-	۵	-
مکمل ویتامینی**	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی***	۱	۱	۱	۱

\*: شرکت گلکوزان، قزوین، ایران.

\*\* : شرکت لابراتورهای سیانس، قزوین، ایران.

مقدار ویتامین‌ها بر اساس گرم در ۱۰۰ گرم مکمل ویتامینی شامل ویتامین E : ۴، K<sub>3</sub> : ۰/۲، B<sub>1</sub> : ۰/۶، B<sub>2</sub> : ۰/۸، B<sub>3</sub> : ۱/۲، B<sub>5</sub> : ۴، B<sub>6</sub> : ۰/۴، B<sub>9</sub> : ۰/۲، B<sub>12</sub> : ۰/۸، H<sub>2</sub> : ۰/۰۲، C : ۶، اینوزیتول : ۲ و بوتیل هیدروکسی تولوئن : ۲. به علاوه ویتامین A : ۱۶۰۰۰۰ IU و ویتامین D<sub>3</sub> : ۴۰۰۰۰ IU.

\*\*\*: شرکت لابراتورهای سیانس، قزوین، ایران.

مقدار مواد معدنی بر اساس گرم در ۱۰۰ گرم مکمل معدنی شامل آهن: ۲/۶، روی: ۱/۲۵، سلنیوم: ۰/۲، کبالت: ۰/۰۴۸، مس: ۰/۴۲، منگنز: ۱/۵۸، ید: ۰/۱ و کولین کلراید: ۱/۲.

### جمع‌آوری نمونه‌های خون

در پایان دوره ۸ هفته‌ای آزمایش، از هر تیمار ۹ قطعه ماهی (۳ ماهی از هر تکرار، مجموعاً ۳۶ نمونه) به صورت تصادفی برای نمونه‌برداری از خون انتخاب شد (غذادهی به ماهیان ۲۴ ساعت قبل از خونگیری قطع شد). خونگیری با استفاده از سرنگ ۲ میلی‌لیتری از ساقه دمی در قسمت انتهایی باله مخرجی انجام شد. در هنگام خونگیری از مواد بیهوش‌کننده به علت تاثیر احتمالی آن بر شاخص‌های خونی، استفاده نشد (Torrecillas et al., 2011). مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر از هر نمونه خون برای جداسازی سرم (در اپندورف فاقد ماده ضدانعقاد هپارین) و ۰/۵ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری شاخص‌های خونی (در اپندورف حاوی ماده ضد انعقاد هپارین) استفاده شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر و آزمایشگاه تخصصی دامپزشکی و پروماد گیلان انجام گرفت.

### اندازه‌گیری شاخص‌های خونی

تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و سفید (WBC) با استفاده از لام نئوبار شمرده شد. شمارش افتراقی گلبول‌های سفید بر اساس درصد لنفوسیت، ائوزینوفیل، نوتروفیل و مونوسیت صورت گرفت. مقدار هماتوکریت (Hct) به روش میکروههماتوکریت و هموگلوبین (Hb) به روش سیان مت هموگلوبین اندازه‌گیری شد. سپس متوسط حجم گلبول قرمز (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) بر اساس رابطه‌های ۱ تا ۳ محاسبه شد (Klontz, 1994).

رابطه ۱:

$$MCV(fL)=[Hct(\%)/RBC(\times 10^6/mm^3)]\times 10$$

رابطه ۲:

$$MCH(pg)=[Hb(g/dL)/RBC(\times 10^6/mm^3)]\times 10$$

رابطه ۳:

$$MCHC(g/dL)=[Hb(g/dL)/Hct(\%)]\times 100$$

## اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرم

برای انجام مطالعات سرولوژی، خون موجود در اپندورف فاقد هیپارین به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (Sepatch Heraeus, Labofuge، آلمان) شد. سپس سرم با کمک سمپلر جدا و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

آلبومین به روش بروموکرزول گرین (Doumas et al., 1971)، پروتئین کل به روش بیوره (Doumas et al., 1981)، گلوبولین با تفاضل آلبومین از پروتئین کل، گلوکز به روش آنزیماتیک (گلوکز اکسیداز؛ Barham and Trinder, 1972)، کلسترول به روش آنزیماتیک (کلسترول اکسیداز؛ Allain et al., 1974) و تری‌گلیسیرید به روش آنزیماتیک (Fossati and Prencipe, 1982) انجام شد. آنزیم‌های کبدی شامل آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) به روش رنگ‌سنجی کینتیک، آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کینتیک و آنزیم آلفا آمیلاز به روش رنگ‌سنجی کینتیک اندازه‌گیری شدند (Shahsavani et al., 2010).

## اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

برای بررسی رشد ماهی، وزن اولیه و نهایی ماهی اندازه‌گیری شد و شاخص FCR طبق رابطه ۴ محاسبه شد.

رابطه ۴:

$$FCR = \text{Feed Consumption(g)} / \text{Weight Gain(g)}$$

## تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ پردازش شد و نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار نشان داده شدند. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و تعیین همگنی گروه‌ها با آزمون Levene بررسی شد. برای داده‌های همگن، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین‌های تیمارها و از آزمون توکی برای جداسازی گروه‌های همگن در سطح خطای ۵٪ استفاده شد. آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس نیز برای داده‌های غیرهمگن مانند MCV، MCHC، کلسترول، آلبومین، آنزیم آلکالین فسفاتاز و آنزیم آلفا آمیلاز استفاده شد و معنی‌دار بودن گروه‌ها با استفاده از آزمون من-ویتنی در سطح خطای ۵٪ مشخص شد.

## نتایج

### بررسی شاخص‌های رشد

تغییرات شاخص‌های رشد در بچه ماهیان تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، وزن نهایی در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ بالاتر از سایر تیمارها بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). همچنین اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت ( $P > 0/05$ ). با این وجود، تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی را داشت.

### بررسی شاخص‌های خونی

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های خونی تاس ماهیان سیبری در جدول ۳ نشان داده شده است. ماهیان تغذیه شده با

نشاسته ذرت ۱۵٪ بالاترین میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز و سفید را داشتند که اختلاف معنی‌داری را با تیمار نشاسته ذرت ۳۰٪ نشان دادند ( $P < 0/05$ ). در شاخص‌های  $MCV$ ،  $MCHC$ ، تعداد اتوزینوفیل و تعداد مونوسیت اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی ثبت نشد ( $P > 0/05$ ). در تیمار نشاسته ذرت ۳۰٪ بالاترین میزان  $MCH$  مشاهده شد ( $P < 0/05$ ) که با تیمار گلوکز ۱۵٪ اختلاف معنی‌دار آماری داشت. بیشترین تعداد لنفوسیت متعلق به ماهیان تغذیه شده با تیمارهای گلوکز ۱۵٪ و ۳۰٪ بود که با تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد ( $P < 0/05$ ). بالاترین تعداد نوتروفیل در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ دیده شد که با تیمارهای گلوکز ۱۵٪ و ۳۰٪ اختلاف معنی‌دار آماری داشت ( $P < 0/05$ ).

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های رشد بچه تاس ماهیان سیبری در تیمارهای آزمایشی

(میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=9$ )

شاخص‌های رشد	تیمارها	گلوکز ۱۵٪	گلوکز ۳۰٪	نشاسته ذرت ۱۵٪	نشاسته ذرت ۳۰٪
وزن اولیه (گرم)	۲۴/۱۶ $\pm$ ۳/۲۳	۲۶/۷۱ $\pm$ ۲/۸۹	۲۵/۴۴ $\pm$ ۲/۶۹	۲۶/۲۶ $\pm$ ۳/۰۹	
وزن نهایی (گرم)	۷۷/۶۸ $\pm$ ۲۸/۶۵	۸۰/۷۸ $\pm$ ۲۹/۲۹	۸۸/۲۸ $\pm$ ۳۰/۲۵	۷۰/۷۰ $\pm$ ۲۴/۷۵	
ضریب تبدیل غذایی	۱/۲۲ $\pm$ ۰/۱۷	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۱۵	۱ $\pm$ ۰/۱۱	۱/۲۷ $\pm$ ۰/۱۷	

در هیچ یک از شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های خونی بچه تاس‌ماهیان سیبری در تیمارهای آزمایشی  
(میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=9$ )

تیمارها	گلوکز ۱۵٪	گلوکز ۳۰٪	نشاسته ذرت ۱۵٪	نشاسته ذرت ۳۰٪	شاخص‌های خونی
	۲۳/۷۷ $\pm$ ۱/۹۲ <sup>b</sup>	۲۳/۷۷ $\pm$ ۲/۷۷ <sup>b</sup>	۲۵/۶۶ $\pm$ ۱/۸۰ <sup>b</sup>	۲۰/۵۵ $\pm$ ۱/۷۴ <sup>a</sup>	همانوکریت (%)
	۵/۳۶ $\pm$ ۰/۴۳ <sup>b</sup>	۵/۲۵ $\pm$ ۰/۶۰ <sup>b</sup>	۵/۷۱ $\pm$ ۰/۴۱ <sup>b</sup>	۴/۵۷ $\pm$ ۰/۳۷ <sup>a</sup>	هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)
	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۵۶ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۴۹ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>a</sup>	گلبول قرمز (تعداد $\times 10^6$ در میلی‌متر مکعب)
	۱۰/۵۷ $\pm$ ۱/۹۰ <sup>a</sup>	۹/۶۰ $\pm$ ۲/۸۸ <sup>a</sup>	۱۴/۱۸ $\pm$ ۳/۴۸ <sup>b</sup>	۱۱/۹۱ $\pm$ ۲/۷۸ <sup>ab</sup>	گلبول سفید (تعداد $\times 10^3$ در میلی‌متر مکعب)
	۴۰۶/۰۰ $\pm$ ۲۰/۲۳ <sup>a</sup>	۴۱۷/۶۶ $\pm$ ۷/۵۹ <sup>a</sup>	۴۰۹/۵۵ $\pm$ ۷/۷۴ <sup>a</sup>	۴۱۵/۷۷ $\pm$ ۷/۰۴ <sup>a</sup>	MCV (فمتولیتر)
	۹۰/۴۴ $\pm$ ۲/۲۹ <sup>a</sup>	۹۲/۳۳ $\pm$ ۰/۵۰ <sup>ab</sup>	۹۱/۰۰ $\pm$ ۱ <sup>ab</sup>	۹۲/۵۵ $\pm$ ۱/۶۶ <sup>b</sup>	MCH (پیکوگرم)
	۲۲/۸۳ $\pm$ ۱/۴۰ <sup>a</sup>	۲۲/۰۸ $\pm$ ۰/۴۱ <sup>a</sup>	۲۲/۲۳ $\pm$ ۰/۲۸ <sup>a</sup>	۲۲/۲۴ $\pm$ ۰/۴۳ <sup>a</sup>	MCHC (گرم در دسی‌لیتر)
	۶۶/۱۱ $\pm$ ۳/۶۲ <sup>b</sup>	۶۶/۱۱ $\pm$ ۴/۳۱ <sup>b</sup>	۵۹/۴۴ $\pm$ ۳/۵۰ <sup>a</sup>	۶۴/۰۰ $\pm$ ۴/۳۵ <sup>ab</sup>	لنفوسیت (%)
	۲۸/۸۸ $\pm$ ۳/۱۴ <sup>a</sup>	۳۰/۳۳ $\pm$ ۴/۲۴ <sup>a</sup>	۳۶/۴۴ $\pm$ ۲/۷۴ <sup>b</sup>	۳۲/۱۱ $\pm$ ۳/۵۵ <sup>ab</sup>	نوتروفیل (%)
	۱/۲۲ $\pm$ ۰/۶۶ <sup>a</sup>	۰/۸۸ $\pm$ ۰/۶۰ <sup>a</sup>	۰/۸۸ $\pm$ ۰/۷۸ <sup>a</sup>	۱/۰۰ $\pm$ ۱/۲۲ <sup>a</sup>	اوتوزینوفیل (%)
	۳/۱۱ $\pm$ ۰/۷۸ <sup>a</sup>	۲/۷۷ $\pm$ ۰/۶۶ <sup>a</sup>	۳/۳۳ $\pm$ ۰/۸۶ <sup>a</sup>	۳/۲۲ $\pm$ ۰/۹۷ <sup>a</sup>	مونوسیت (%)

در هر ردیف، حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری است ( $P < 0.05$ )

#### بررسی شاخص‌های سرمی

ماهیان تغذیه شده با تیمار گلوکز ۳۰٪ بالاترین میزان آنزیم‌های کبدی AST، ALT و ALP را نشان دادند ( $P > 0.05$ ). اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از نقطه نظر آنزیم آلفا آمیلاز مشاهده نشد. با این وجود، تیمار گلوکز ۳۰٪ پایین‌ترین سطح آنزیم آلفا آمیلاز را داشت (جدول ۴).

ماهیان تغذیه شده با نشاسته ذرت ۳۰٪ پایین‌ترین میزان گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسیرید را داشتند ( $P > 0.05$ ) اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. بیشترین میزان پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ مشاهده شد که این افزایش معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ).



جدول ۴: مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون بچه تاس ماهیان سیبری در تیمارهای آزمایشی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛ n=۹)

شاخص‌های بیوشیمیایی	تیمارها	گلوکز ۱۵٪	گلوکز ۳۰٪	نشاسته ذرت ۱۵٪	نشاسته ذرت ۳۰٪
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۶۳±۱۵/۵۴	۶۵/۵۰±۱۲/۴۶	۷۰/۸۳±۱۵/۷۴	۵۷±۱۰/۲۹	
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۰۳±۲۱/۲۴	۹۲/۳۳±۲۰/۳۳	۹۵/۳۳±۹/۳۵	۸۳/۸۳±۲۴/۴۰	
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	۴۸۳/۳۳±۱۱۴/۶۹	۵۴۴/۸۳±۱۵۶/۸۹	۴۸۷/۳۳±۹۲/۸۲	۳۶۷/۱۶±۲۱۶/۹۲	
پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	۱/۹۰±۰/۶۱	۱/۸۶±۰/۳۲	۱/۹۶±۰/۲۵	۱/۵۳±۰/۳۸	
آلبومین (گرم در دسی لیتر)	۰/۷۸±۰/۳۱	۰/۷۵±۰/۰۹	۰/۸۳±۰/۰۶	۰/۶۸±۰/۱۶	
گلوبولین (گرم در دسی لیتر)	۱/۰۶±۰/۳۱	۱/۰۵±۰/۲۲	۱/۱۳±۰/۱۸	۰/۸۴±۰/۲۳	
آنزیم AST (U/L)	۱۴۷/۱۶±۲۸/۵۰	۲۱۱/۵۰±۷۷/۹۴	۱۹۰/۱۶±۴۶/۵۱	۱۵۰/۳۳±۶۲/۳۵	
آنزیم ALT (U/L)	۶/۸۲±۶/۳۰	۱۲/۳۳±۴/۸۸	۱۱/۱۶±۴/۱۶	۵/۶۶±۴/۱۷	
آنزیم ALP (U/L)	۴۰۳/۵۰±۷۸/۲۰	۴۴۲/۸۳±۵۴/۱۹	۳۵۷/۱۶±۱۰۳/۷۰	۳۵۰/۳۳±۲۱۶/۶۲	
آنزیم آلفا آمیلاز (U/L)	۱۰۸/۱۶±۳/۱۸	۹۸/۵۰±۱۰/۶۱	۱۰۴/۵۰±۵/۴۳	۱۰۶/۳۳±۱/۰۳	

در هیچ یک از شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ( $P>۰/۰۵$ ).

#### بحث

نشاسته ذرت ۱۵٪ بهترین وضعیت را داشتند. در مطالعه حاضر نیز از تیمارهای مشابهی استفاده شد با این تفاوت که این بار اثر این جیره‌های آزمایشی بر شاخص‌های خونی و سرمی بررسی شد.

در بررسی حاضر، اختلاف معنی‌داری در میزان هماتوکریت در تیمارهای آزمایشی مشاهده شد. تیمار نشاسته ذرت ۳۰٪ کمترین میزان هماتوکریت را به خود اختصاص داد که

مطالعه تاثیر سطوح ۱۵٪ و ۳۰٪ نشاسته ذرت و گلوکز بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) که قبلاً توسط طاعتی و همکاران (۱۳۹۴) مورد بررسی قرار گرفته بود، نشان داد وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی و پروتئین لاشه در تیمار

هندی روهو تغذیه شده با سطوح نشاسته ذرت ژلاتینه و غیر ژلاتینه (Kumar et al., 2005) و تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف دکستروزین (ملت‌دوست، ۱۳۹۰) تغییرات معنی‌داری در میزان هموگلوبین گزارش نشد.

تعداد گلبول‌های قرمز در بررسی حاضر، افزایش معنی‌داری را در همه تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار نشاسته ذرت ۳۰٪ نشان داد. در مطالعه ملت‌دوست (۱۳۹۰) نیز تعداد گلبول‌های قرمز تاس‌ماهی سیبری در همه تیمارها شامل دکستروزین صفر، ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ به جز تیمار ۲۰٪ دکستروزین، افزایش داشت. اما در مطالعاتی که Kumar و همکاران (۲۰۰۵) انجام دادند مشخص شد که تعداد گلبول‌های قرمز کپور روهو تحت تاثیر سطوح متفاوت نشاسته ذرت قرار نگرفت. در میان فاکتورهای خونی، هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز به هم وابسته هستند (کازمی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه حاضر نیز وابستگی بین این سه شاخص مشهود بود. کاهش تعداد و کیفیت گلبول‌های قرمز منجر به اختلال در انتقال اکسیژن شده، اثر منفی بر سوخت و ساز می‌گذارد و باعث کاهش پروتئین کل خون می‌شود (Klontz, 1994).

با بقیه تیمارهای تغذیه‌ای اختلاف آماری نشان داد. ملت‌دوست (۱۳۹۰) در بررسی نقش سطوح مختلف دکستروزین شامل صفر، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ بر هماتوکریت تاس‌ماهی سیبری به این نتیجه رسید که در تیمارهای ۵٪ و ۱۰٪، هماتوکریت نسبت به شاهد افزایش ولی در تیمارهای ۱۵٪ و ۲۰٪ کاهش داشت. در مطالعه دیگری که Fynn-Aikins و همکاران (۱۹۹۳) بر اثر افزودن ۳۵٪-D-گلوکز، مخلوط ۲۰٪ دکستروزین و ۱۰٪ سلولز و ۲۳٪ سلولز به جیره غذایی تاس‌ماهی سفید انجام دادند به این نتیجه رسیدند که هماتوکریت در ماهیانی که از جیره مخلوط دکستروزین و سلولز تغذیه کرده بودند، به طور معنی‌داری از ماهیانی که فقط با سلولز تغذیه شده بودند، بالاتر بود. علت افزایش هماتوکریت می‌تواند ناشی از کاهش حجم پلاسما، تورم گلبول‌های قرمز و آزاد شدن تعداد بیشتر گلبول قرمز از بافت‌های خون‌ساز به خون باشد (Benfey and Biron, 2000).

در مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در مقدار هموگلوبین مشاهده شد. در تضاد با این مطالعه، در تاس‌ماهیان سفید تغذیه شده با منابع متنوع کربوهیدرات (Fynn-Aikins et al., 1993)، در کپور

۵٪ و ۲۰٪ دکسترین نسبت به شاهد افزایش داشت (ملت‌دوست، ۱۳۹۰). از طرف دیگر، در تاس‌ماهیان سفیدی که از گلوکز تغذیه کرده بودند میزان پروتئین کل به طور معنی‌داری از ماهیانی که از سلولز تغذیه کرده بودند، بالاتر بود (Fynn-Aikins et al., 1993). کپورماهیان روهو تغذیه شده با نشاسته ذرت در سطح ۵۰ گرم در کیلوگرم اختلاف معنی‌دار آماری را در میزان پروتئین پلاسما بین تیمارها نشان دادند (Kumar et al., 2005). هرچه میزان پروتئین کل بالاتر باشد ماهی از وضعیت سلامت بهتری برخوردار است (Rehulka et al., 2005).

نقش آلبومین حفظ و نگهداری فشار اسمزی و انتقال برخی از هورمون‌ها است (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). در این مطالعه، مقدار آلبومین در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ نسبت به بقیه تیمارها افزایش جزیی نشان داد اما معنی‌دار نبود. چون آلبومین به پروتئین کل وابسته است، پس افزایش آلبومین به طور خود به خود بر پروتئین کل تاثیر گذاشته، باعث افزایش آن در این تیمار شده است. هم‌سو با مطالعه حاضر، Fynn-Aikins و همکاران (۱۹۹۳) در تاس‌ماهی سفید و ملت‌دوست (۱۳۹۰) در تاس‌ماهی سیبری

از میان عوامل موثر بر تعداد گلبول‌های سفید می‌توان به بیماری‌های عفونی، التهاب، استرس، نوسانات دما، وضعیت تغذیه، سن، جنس و تغییر در میزان هورمون‌ها اشاره کرد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). در بررسی حاضر، بالاترین تعداد گلبول‌های سفید در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ ثبت شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد. مطالعات ملت‌دوست (۱۳۹۰) نشان داد که تعداد گلبول‌های سفید تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف دکسترین کاهش یافت و تعداد آن کمتر از گروه شاهد بود. از طرف دیگر، سطح ۵۰ گرم در کیلوگرم نشاسته ذرت توانست تعداد گلبول‌های سفید کپور هندی روهو را به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بالا ببرد (Kumar et al., 2005). در نژادهای مختلف ماهیان تغذیه شده با جیره مشابه، تغییراتی در میزان پروتئین کل گزارش شده است. غلظت پروتئین کل بیشتر تحت تاثیر ترکیبات جیره بوده، با افزایش پروتئین جیره، افزایش می‌یابد (Rehulka and Minarik, 2001). در مطالعه حاضر، میزان پروتئین کل پلاسما در تیمار نشاسته ذرت ۱۵٪ بیشتر از سایر تیمارها بود. میزان پروتئین کل در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح

به جز دکسترین ۵٪، نسبت به شاهد کاهش نشان داد و افزایش گلوکز در تیمار دکسترین ۵٪ احتمالاً ناشی از افزایش سطح کورتیزول و متعاقباً وجود استرس در ماهیان این تیمار بوده است.

در پژوهش حاضر، اختلاف معنی‌داری در سطوح تری‌گلیسیرید بین تیمارها مشاهده نشد. سطح کلسترول با افزایش سطح نشاسته ذرت کاهش یافت که این کاهش نیز معنی‌دار نبود. در مطالعه ملت‌دوست (۱۳۹۰) بر تاس‌ماهیان سیبری گزارش شد که تمامی تیمارها نسبت به شاهد روند کاهشی در میزان کلسترول داشتند. این پژوهشگر علت بالاتر بودن کلسترول در جمعیت شاهد را ناشی از وجود مقدار بیشتری از روغن‌های گیاهی و جانوری در جیره نسبت به سایر تیمارها دانست. چون در هر تیمار نسبت به تیمار دیگر مقدار بیشتری دکسترین جایگزین روغن شده بود. همچنین همه تیمارها نسبت به شاهد افزایشی را در میزان تری‌گلیسیرید داشتند که این افزایش در تیمار دکسترین ۵٪ معنی‌دار بود (ملت‌دوست، ۱۳۹۰). Wu و همکاران (۲۰۰۷) طی مطالعه ماهی سیم دریایی زرد باله نشان دادند که سطوح ۵۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم نشاسته ذرت به ترتیب بالاترین و

تغییرات محسوسی را در میزان پروتئین کل گزارش نکردند.

گلوکز سرم یکی از متابولیت‌های اصلی در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها محسوب می‌شود که تحت تاثیر هورمون‌ها (به ویژه کورتیزول)، استرس، تولیدمثل، گونه، سن، فصل، عوامل محیطی، نحوه و زمان تغذیه و همچنین ترکیبات جیره قرار می‌گیرد (Kocaman et al., 2005). در مطالعه حاضر، گلوکز خون در تیمار نشاسته ذرت ۳۰٪ کمتر از سایر تیمارها بود. تاس‌ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف گلوکز افزایش معنی‌داری را در میزان گلوکز خون نشان دادند (Fynn-Aikins et al., 1992). در مطالعه‌ای دیگر، Wu و همکاران (۲۰۰۷) با جایگزینی نشاسته نیمه ژلاتینی شده با نشاسته خام ذرت گزارش کردند که ماهیان سیم دریایی زرد باله که با سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم نشاسته ذرت تغذیه شدند به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین میزان گلوکز پلاسما را داشتند. طبق گزارش Tian و همکاران (۲۰۱۲) تفاوت معنی‌داری در غلظت گلوکز پلاسما با افزایش سطح نشاسته گندم در ماهی‌آمور مشاهده نشد. ملت‌دوست (۱۳۹۰) با مطالعه تاس‌ماهی سیبری به این نتیجه رسید که مقدار گلوکز خون در تمامی تیمارها

نسبت به شاهد افزایشی را در آنزیم‌های AST و ALT نشان دادند و بیشترین مقدار این دو آنزیم در تیمار دکستروزین ۱۰٪ ثبت شد که معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مطالعات وی، این سطح از دکستروزین باعث تحت فشار قرار گرفتن کبد و تخریب آن می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر، Fynn-Aikins و همکاران (۱۹۹۳) تفاوت معنی‌داری را در غلظت آنزیم‌های AST و ALT در تاس‌ماهیان سفید تغذیه شده با ۳۵٪ D-گلوکز، مخلوط ۲۰٪ دکستروزین و ۱۰٪ سلولز و ۲۳٪ سلولز مشاهده نکردند. در مغایرت با نتایج مطالعات بالا، در مطالعه Chen و همکاران (۲۰۱۲) مشخص شد که افزایش سطح نشاسته گندم در جیره سبب کاهش آنزیم‌های ALT و AST در ماهی‌های آمور شده است.

آمیلاز آنزیمی است که به طور طبیعی در سلول‌های لوزالمعده ساخته شده، به روده ترشح می‌شود و در آنجا به تجزیه نشاسته کمک می‌کند (شهبازی و ملک‌نیا، ۱۳۷۷). در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌داری در آنزیم آلفا آمیلاز مشاهده نشد با این وجود، تیمار گلوکز ۳۰٪ پایین‌ترین سطح این آنزیم را داشت که نشان دهنده قابلیت هضم کمتر این کربوهیدرات است. Tian و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که سطح آنزیم آلفا آمیلاز در ماهی

پایین‌ترین میزان کلسترول و تری‌گلیسیرید را داشتند. در مغایرت با پژوهش حاضر، سطوح تری‌گلیسیرید و کلسترول در ماهی‌های آمور با افزایش سطح نشاسته افزایش معنی‌داری یافت (Chen et al., 2012). همچنین در مطالعه Tian و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده شد که تیمارهای حاوی سطوح متفاوت نشاسته گندم در ماهی‌های آمور اختلاف معنی‌داری را در میزان تری‌گلیسیرید ایجاد نکرد، اما سطح کلسترول با افزایش سطح نشاسته گندم کاهش معنی‌داری پیدا کرد. غلظت تری‌گلیسیرید ممکن است با مکانیسم تنظیم گلوکز گونه‌های آبزیان در ارتباط باشد. تری‌گلیسیرید به عنوان منبع چربی احتمالا طی فرآیند گلوکونوژنز به منظور ساخت و افزایش مقدار گلوکز خون مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mzimela et al., 2002).

افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی در سرم خون به عنوان شاخصی از تخریب کبد محسوب می‌شود (Shi et al., 2006). در بررسی حاضر، اختلاف معنی‌داری در سطوح آنزیم‌های کبدی AST، ALT و ALP مشاهده نشد ولی در تیمار گلوکز ۳۰٪ بالاترین میزان این آنزیم‌های مشاهده شد. ملت‌دوست (۱۳۹۰) پی برد که ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف دکستروزین

بسیار طولانی با جیره‌های کربوهیدراته تغذیه شوند تا بتوان در خصوص اثرات کوتاه مدت و بلند مدت منابع کربوهیدرات بر خون اظهار نظر قطعی کرد. با این وجود، چون شاخص‌های رشد و میزان پروتئین لاشه در تیمار با سطح ۱۵٪ نشاسته ذرت نسبت به بقیه تیمارها وضعیت بهتری داشتند (طاعتی و همکاران، ۱۳۹۴)، می‌توان استفاده از نشاسته ذرت را در این سطح در جیره تاس‌ماهیان سیبری پیشنهاد کرد.

### تشکر و قدردانی

از کارشناسان دلسوز موسسه تحقیقات بین المللی تاس‌ماهیان دریای خزر و همکاری صمیمانه آقایان مهندس محمد پوردهقانی و مهدی ملکی در انجام آزمایش‌های خون‌شناسی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

آمر با افزایش سطح نشاسته گندم کاهش یافت.

تاثیر منابع مختلف کربوهیدرات بر شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم ماهیان نیاز به مطالعات بیشتری دارد. اختلافات موجود در نتایج مطالعات گوناگون را می‌توان با نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، ویژگی‌های فیزیولوژیکی گونه، کمیت و کیفیت مواد اولیه به کار رفته در جیره‌های غذایی پایه، نوع و میزان کربوهیدرات مصرفی مرتبط دانست.

با توجه به این که شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی سرم در روند رشد تاس‌ماهی سیبری از مرحله بچه ماهی تا مولدین تابع عوامل و متغیرهای مختلفی است، بنابراین به نظر می‌رسد که این ماهیان باید به مدت

## منابع

- ترکیب لاشه بچه تاس‌ماهی سبیری. مجله علوم و فنون شیلات. ۴(۳): ۷۷-۸۸.
- کاظمی ر.، پوردهقانی م.، یوسفی جوردهی ا.، یارمحمدی م. و نصری تجن م. ۱۳۸۹. فیزیولوژی دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خون‌شناسی ماهیان. انتشارات بازرگان. ۱۹۴ص.
- ملت‌دوست ش. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف کربوهیدرات دکسترین بر شاخص‌های خونی تاس‌ماهی سبیری جوان (*Acipenser baerii*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر. ۱۰۹ص.
- Allain C.C., Poon L.S., Chan S.G.C., Richmond W. and Fu P.C. 1974. Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clinical Chemistry, 20(4): 470-475.
- Barham D. and Trinder P. 1972. An improved color reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. Analyst, 97(151): 142-145.
- Benfey T.G. and Biron M. 2000. Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture, 184: 167-176.
- Chen Y.J., Tian L.X., Yang H.J., Chen P.F., Yuan Y., Liu Y. J. and Liang G.Y. 2012. Effect of protein and starch level in practical extruded diets on growth, feed utilization, body composition, and hepatic transaminases of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Journal of the World Aquaculture Society, 43(2): 187-197.
- Cho S.H., Lee S.M. and Lee J.H. 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and temperature conditions. Aquaculture Nutrition, 11: 235-240.
- Deng D.F., Hemreb G.I., Storebakkenc T., Shiaud S.Y. and Hung S.S.O. 2005. بهمنی م.، کاظمی ر.، امینی ک.، محسنی م.، دونسکایا پ.و. و پیسکونووا ل.ن. ۱۳۸۳. گزارش نهایی پروژه ارزیابی کیفی تاس‌ماهیان چندین ساله در شرایط پرورش مصنوعی. پروژه مشترک با انستیتو KaspNIRKH روسیه. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۷ص.
- شهبازی پ. و ملک‌نیا ن. ۱۳۷۷. بیوشیمی عمومی، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۱۵۲ص.
- طاعتی ر.، محسنی م. و خوش‌سیما س. ۱۳۹۴. تاثیر منابع و سطوح مختلف کربوهیدرات (گلوکز و نشاسته ذرت) بر کارایی تغذیه و

- Utilization of diets with hydrolyzed potato starch, or glucose by juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), as affected by Maillard reaction during feed processing. *Aquaculture*, 248: 103–109.
- Doumas B.T., Bayse D.D., Carter R.J., Peters T.J.R. and Schaffer R.A. 1981.** A candidate reference method for determination of total protein in serum. I. Development and validation. *Clinical Chemistry*, 27(10): 1642–1650.
- Doumas B.T., Watson W. and Biggs H.G. 1971.** Albumin standards and measurement of serum albumin with bromocresol green. *Clinica Chimica Acta*, 258(1): 21–30.
- Fontagne S., Bazina D., Brequea J., Vachota C., Bernardea C., Rouaultb T. and Bergot P. 2006.** Effects of dietary oxidized lipid and vitamin A on the early development and antioxidant status of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae. *Aquaculture*, 257: 400–411.
- Fossati P. and Prencipe L. 1982.** Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clinical Chemistry*, 28(10): 2077–2080.
- Fynn-Aikins K., Hung S.S.O. and Hughes G.S. 1993.** Effect of feeding a high level of D-glucose on liver function in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 12(4): 317–325.
- Fynn-Aikins K., Hung S.S.O., Liu W. and Li H. 1992.** Growth lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different carbohydrate levels of D-glucose. *Aquaculture*, 105: 61–72.
- Kaushik S.J., Medale F., Fauconneau B. and Blanc D. 1989.** Effect of digestible carbohydrates on protein/energy utilization and on glucose metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 79: 63–74.
- Klontz G.W. 1994.** Fish hematology. P: 121–132. In: Stolen J.S., Fletcher T.C., Rowley A.F., Kelikoff T.C., Kaatari S.L. and Smith S.A. (Eds.). *Techniques in Fish Immunology*, Vol. 3. SOS Publications, Fair Haven, New Jersey, USA.
- Knowles S., Hrubec T.C., Smith S.A. and Bakal R.S. 2006.** Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). *Veterinary Clinical Pathology*, 35: 434–440.
- Kocaman E.M., Yanik T., Erdogan O. and Ciltas A.K. 2005.** Alternation in cholesterol, glucose and triglyceride levels in reproduction of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of*



- Animal and Veterinary Advances, 4(9): 801–804.
- Kumar S., Sahu N.P., Pal A.K., Choudhury D., Yengkokpam S. and Mukherjee S.C. 2005.** Effect of dietary carbohydrate on hematology, respiratory burst activity and histological changes in *L. rohita* juveniles. Fish and Shellfish Immunology, 19: 331–344.
- Lin J.H., Cui Y., Hung S.S.O. and Shiau S.Y. 1997.** Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture, 148: 201–211.
- Mohseni M., Hassani M.H., Pourali H.R., Pourkazemi M. and Bai S.C. 2011.** The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, 27: 775–780.
- Mzimela H.M., Wepener V. and Cyrus D.P. 2002.** The sublethal effect of copper and lead on the haematology and acid-base balance of the groovy mullet, *Liza dumerili*. African Journal of Aquatic Science, 27: 39–46.
- Rehulka J. and Minarik B. 2001.** Effect of some physical and chemical characteristics of water on the blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed an astaxanthin-containing diet. Czech Journal of Animal Science, 46: 413–420.
- Rehulka J., Minarik B., Vaclav A. and Rehulkova E. 2005.** Investigation of physiological and pathological level of total plasma protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Research, 36: 22–35.
- Ruban G.I. 1997.** Species structure, contemporary distribution and status of the Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. Environmental Biology of Fishes, 48: 221–230.
- Shahsavani D., Mohri M. and Gholipour Kanani H. 2010.** Determination of normal values of some blood serum enzymes in *Acipenser stellatus*. Fish Physiology and Biochemistry, 36: 39–43.
- Shi X., Li D., Zhuang P., Nie F. and Long L. 2006.** Comparative blood biochemistry of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) and Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*. Fish Physiology and Biochemistry, 32: 63–66.
- Tian L.X., Liu Y.J., Yang H.J. and Liang G.Y. 2012.** Effects of different dietary wheat starch levels on growth, feed efficiency and digestibility in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture International, 20: 283–293.

- Torrecillas S., Makol A., Caballero M.J., Montero D., Gines R., Sweetman J. and Izquierdo M.S. 2011.** Improved feed utilization, intestinal mucus production and immune parameters in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides (MOS). *Aquaculture Nutrition*, 17(2): 223–233.
- Webster C.D. and Lim C. 2002.** Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, USA. 418P.
- Wilson R.P. 1994.** Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124: 67–80.
- Wu X.Y., Liu Y.J., Tian L.X., Mai K.S., Guo R. and Jin S.J. 2007.** Effect of different dietary raw to pre-gelatinized starch ratios on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile yellowfin seabream (*Sparus latus*). *Aquaculture International*, 15: 467–477.



## Evaluation of some hematological and serum biochemical indices of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fed different levels of glucose and corn starch

Reza Taati<sup>1\*</sup>, Mahmoud Mohseni<sup>2</sup> and Forouzan Derakhshannia<sup>3</sup>

Received: July 2016

Accepted: October 2016

### Abstract

This research was carried out to determine the effect of glucose and corn starch on hematological and serum biochemical indices of Siberian sturgeons. A total of 120 Siberian sturgeons weighing  $25.64 \pm 2.80$ g were treated with diets containing glucose 15%, glucose 30%, corn starch 15% or corn starch 30% (four treatments in three replicates) for 8 weeks. Results showed that fish fed corn starch 15% had the highest amount of hematocrit, hemoglobin and number of red and white blood cells, that revealed the significant difference with corn starch 30% treatment ( $P < 0.05$ ). The highest number of lymphocytes belonged to the fish fed glucose 15% and 30% that showed significant difference with corn starch 15% treatment ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed in glucose, cholesterol, triglyceride, total protein, globulin and albumin between experimental treatments ( $P > 0.05$ ). Fish fed glucose 30% showed the highest contents of liver enzymes ( $P > 0.05$ ). No significant difference was found in  $\alpha$ -Amylase enzyme among trial treatments. Nevertheless, glucose 30% treatment had the lowest level of  $\alpha$ -Amylase enzyme. According to results, corn starch at the level of 15% could improve and reinforce some hematological and biochemical parameters in Siberian sturgeon.

**Key words:** *Blood, Glucose, Corn Starch, Siberian Sturgeon, Acipenser baerii.*

1- Assistant Professor in Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran.

2- Assistant Professor in Department of Nutrition, International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran.

3- M.Sc. in Aquatic Animals Propagation and Rearing, Department of Fisheries, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

\*Corresponding Author: [r.taati@iautalesh.ac.ir](mailto:r.taati@iautalesh.ac.ir)

