



جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئین ذرت و تأثیر آن بر رشد، بازماندگی و ترکیب بدن تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

رضا طاعتی^۱، ذبیح‌اله پژند^۲، حسن مصطفوی^۱

^۱ گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران

^۲ انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۵ دی ماه ۱۴۰۰، تاریخ پذیرش: ۲۳ اسفند ماه ۱۴۰۰

[10.22059/jvr.2021.317813.3130](https://doi.org/10.22059/jvr.2021.317813.3130)

[20.1001.1.20082525.1401.77.1.2.7](https://doi.org/10.1001.1.20082525.1401.77.1.2.7)

چکیده

زمینه مطالعه: امروزه به دلیل تحمیل هزینه بالای پروتئین‌های جانوری بر جیره آبزیان، توجه زیادی به استفاده بیشتر از پروتئین‌های گیاهی شده است.

هدف: جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئین ذرت (CPC) (Empyreal®75) و تأثیر آن بر رشد، بازماندگی و ترکیب بدن تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

روش کار: کنسانتره پروتئین ذرت در چهار سطح صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی جایگزین پودر ماهی شد. تعداد ۱۲۰ عدد تاس‌ماهی سیبری با میانگین وزنی $8/27 \pm 0/39$ گرم در ۱۲ عدد مخزن گرد پلاستیکی ۸۰ لیتری با تراکم ۱۰ عدد در هر مخزن توزیع شدند. پس از یک هفته سازگاری، بچه ماهیان با چهار جیره با سطح یکسان پروتئین و انرژی (ایزونیترژنیک و ایزوکالریک) به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. در پایان آزمایش، پارامترهای رشد و ترکیب لاشه اندازه‌گیری شدند.

نتایج: فاکتورهای طول کل، وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی پروتئین و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). ضریب تبدیل غذایی در همین تیمار کمترین مقدار را داشت که با بقیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$). اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد و ۳۰ درصد، در قیاس با ماهیان تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۴۵ درصد مشاهده گردید. نرخ بازماندگی در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود.

نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به یافته‌های حاصل می‌توان اظهار نمود که کنسانتره پروتئین ذرت در سطح ۱۵ درصد می‌تواند جایگزین مناسبی برای پودر ماهی در جیره تاس‌ماهی سیبری باشد.

کلمات کلیدی: تاس‌ماهی سیبری، پروتئین گیاهی امپریال، جایگزینی، عملکرد رشد، آنالیز لاشه

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: رضا طاعتی، گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران

پست الکترونیکی: r.taati@gmail.com

مقدمه

هدف از ساخت غذا برای آبزیان مهیا نمودن ترکیب متوازی از مواد مغذی گوناگون جهت رفع نیازمندی‌های حیاتی مثل سلامت، رشد و تولیدمثل است. به‌طورمعمول هزینه غذا بین ۵۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه پرورش آبزیان را تشکیل می‌دهد. اولین ماده مغذی که در آماده‌سازی غذا مورد توجه قرار می‌گیرد، پروتئین است. پروتئین از اجزای گران‌قیمت در جیره‌های غذایی به شمار آمده و رشد آبزیان وابستگی به میزان پروتئین و کیفیت اسیدهای آمینه آن دارد (۱). پودر ماهی مهم‌ترین منبع پروتئینی در جیره آبزیان محسوب شده و حدود دوسوم پروتئین را در جیره ماهیان به خود

هدف از ساخت غذا برای آبزیان مهیا نمودن ترکیب متوازی از مواد مغذی گوناگون جهت رفع نیازمندی‌های حیاتی مثل سلامت، رشد و تولیدمثل است. به‌طورمعمول هزینه غذا بین ۵۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه پرورش آبزیان را تشکیل می‌دهد. اولین ماده مغذی که در آماده‌سازی غذا مورد توجه

لازین با محدودیت همراه است (۸). کنسانتره پروتئین ذرت (CPC) (Empyreal®75) یک منبع گیاهی با پروتئین ۷۵ درصد و خلوص بالا بوده که در تنظیم مواد مغذی مورد نیاز در تهیه جیره و تولید خوراک آبزیان به کار می‌رود. این ترکیب پروتئینی قابلیت هضم بالایی داشته، کربوهیدرات‌های نامحلول آن کاهش یافته و منبع مهمی از اسیدهای آمینه ضروری و انواع ویتامین‌ها را در اختیار آبزیان قرار می‌دهد. سازگار با محیط‌زیست بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است (۹،۱۰).

تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) به دلیل انعطاف‌پذیری بالا نسبت به شرایط محیطی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این گونه برای پرورش در انواع سیستم‌های پرورشی مناسب می‌باشد (۱۱). از جمله مزیت‌های این گونه برای آبی‌پروری، می‌توان به امکان دسترسی به رسیدگی جنسی در شرایط اسارت، تحمل دامنه گسترده نوسانات فاکتورهای کیفی آب نظیر غلظت نسبتاً بالای آمونیاک، تحمل اکسیژن محلول پایین نسبت به دیگر گونه‌های پرورشی و تراکم بالای ذخیره‌سازی اشاره کرد (۱۲،۱۳).

مطالعاتی در خصوص جایگزینی پودر ماهی با منابع پروتئین ذرت در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (۱۴)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۵،۱۶)، فیل‌ماهی (*Huso huso*) (۱۷)، سیم دریایی (*Sparus aurata*) (۱۸)، ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) (۹)، ماهی تیلاپیای هیبرید قرمز (*Oreochromis niloticus*) sp. (۱۰)، گیش‌ماهی فلوریدا (*Trachinotus carolinus*) (۱۹) و میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (۲۰،۲۱) انجام شده است. در مطالعات مذکور، اثرات مثبت و منفی جایگزینی بر رشد و کارایی تغذیه ماهیان گزارش شده است. با توجه به مطالعات محدود در خصوص نیازهای تغذیه‌ای تاس‌ماهی سبیری در ایران و نیز یافتن جایگزین مطلوب و مطمئن برای پودر ماهی در جیره غذایی، لزوم انجام مطالعه حاضر جهت بررسی امکان تأثیر و تعیین سطح مطلوب کنسانتره پروتئین ذرت به‌عنوان یک منبع پروتئینی بر رشد، بازماندگی و ترکیب بدن این ماهی ضروری به نظر می‌رسد.

اختصاص می‌دهد. پودر ماهی به خاطر داشتن پروتئین به مقدار ۶۰ تا ۷۰ درصد، توازن مناسب پروفایل اسیدهای آمینه ضروری نظیر لازین و متیونین، دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع امگا۳ EPA و DHA، منبع سرشار ویتامین‌های گروه B، A و D و نیز مواد معدنی از قبیل فسفر، کلسیم و آهن بهترین منبع پروتئینی در جیره غذایی آبزیان به حساب می‌آید (۲).

پرورش ماهیان خاویاری صنعتی رو به رشد و بلندمدت است. این ماهیان به خاطر رژیم غذایی گوشت‌خواری برای رشد بهینه به پروتئین به میزان ۴۰ تا ۵۰ درصد در جیره نیاز داشته که قسمت اعظم آن را پودر ماهی تشکیل می‌دهد (۳). طی دهه‌های اخیر تولید پودر ماهی جهت استفاده در غذای آبزیان سبب افزایش فشار بر ذخایر ماهیان سطح‌زی نظیر کیلکا، ساردین و موتوماهیان شده است. اگر منابع جدید و یا جایگزین بجای پودر ماهی در جیره استفاده نشوند میزان ذخایر ماهیان مذکور به شدت کاهش یافته و سبب افزایش قیمت جیره آبزیان می‌گردد (۴). در آینده نزدیک، میزان استفاده از پودر ماهی در جیره آبزیان کاهش یافته و از آن فقط برای رفع نیازهای غذایی گونه‌های اقتصادی در دوران آغازین رشد و مولدسازی استفاده خواهد شد. به همین منظور، تلاش‌های زیادی جهت کاهش استفاده از پودر ماهی و تولید غذای ارزان‌قیمت با بهره‌گیری از منابع پروتئینی جانوری و گیاهی نظیر گلوتن ذرت، گلوتن گندم، کنجاله کانولا و کنجاله سویا انجام شده است (۲). در جیره‌های غذایی، پروتئین‌های گیاهی می‌توانند به‌صورت درصدی یا کامل جانشین پودر ماهی شوند، به شرطی که اسیدهای آمینه ضروری را تأمین کرده و سبب طعم نامطلوب و کاهش خوش‌خوراکی غذا نشوند. از طرف دیگر، مقادیر عناصر ضد مغذی و بازدارنده‌های آنزیم‌های گوارشی نظیر لکتین، گوسیپول، تانن، فیتات و گلوکوزینولات باید به‌شدت کاهش یابند. زیرا این ترکیبات هضم‌پذیری پروتئین را کم نموده و موجب کاهش میزان دسترسی به مواد معدنی می‌گردند (۵،۶،۷). به دلیل در دسترس بودن، نداشتن اثرات زیست‌محیطی نامناسب، تجزیه‌پذیری در محیط و قیمت مناسب، پروتئین‌های گیاهی می‌توانند کاندید خوبی برای جایگزینی پودر ماهی به حساب آیند. جایگزینی کامل پروتئین گیاهی بجای پودر ماهی به دلیل کاهش در مقادیر اسیدهای آمینه ضروری متیونین و

مواد و روش کار

تیمار ماهیان و آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی:

مطالعه حاضر در تابستان ۱۳۹۷ انجام گرفت. بچه ماهیان به مدت دو هفته با جیره شاهد (بدون کنسانتره پروتئین ذرت) و محیط جدید پرورش سازگار شدند. تعداد ۱۲۰ عدد بچه تاس ماهی سیبری با وزن متوسط $8/27 \pm 0/39$ گرم به‌طور تصادفی انتخاب و در ۱۲ مخزن گرد پلاستیکی به ظرفیت ۸۰ لیتر با حجم آبیگری ۶۰ لیتر (آب چاه) و دیی ۱ لیتر در دقیقه مجهز به سیستم هوادهی مرکزی با تراکم ۱۰ عدد در هر مخزن توزیع شدند. برای جلوگیری از پرش ماهیان، سطح مخازن با تور پوشانده شد. دوره نوری به‌صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی طراحی گردید.

چهار جیره با سطح یکسان پروتئین و انرژی (ایزونیترونیکی و ایزوکالریک) در قالب طرح کاملاً تصادفی (۴ تیمار با ۳ تکرار) شامل شاهد (بدون جایگزینی) و سطوح جایگزینی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت (CPC) Cargill Corn Milling, Cargill, Inc., Emphyreal[®]75 (NE, USA) طراحی شدند. سطوح مختلف مواد مغذی بر پایه فرمولاسیون غذایی (۲۲) و ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. بعد از توزین ترکیبات، مواد خام پر حجم باهم و سپس با مواد کم حجم جیره به‌وسیله همزن برقی مخلوط شده تا جیره همگن درآید. در گام بعد، روغن به ترکیب اضافه و سپس با افزودن آب مقطر به میزان ۳۰ درصد جیره و مخلوط نمودن مجدد، ترکیب خمیری شکل به دست آمد. ترکیب حاصل با چرخ‌گوشت دستی به‌صورت رشته‌های ماکارونی تهیه و در مدت ۱۲ ساعت در خشک‌کن با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پلت‌ها در بسته‌های زیپ کیپ نفوذناپذیر بسته‌بندی و در دمای ۱۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بچه تاس ماهیان سیبری بر طبق میزان اشتها و در حد سیری ظاهری در چهار نوبت (۸ صبح، ۱۲ ظهر، ۱۶ عصر و ۲۰ شب) به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: در شروع، میانه و آخر دوره زیست‌سنجی برای تعیین زی‌توده هر مخزن انجام شد. شاخص‌های رشد و بازماندگی طبق فرمول‌های ذیل اندازه‌گیری شدند (۲۳):

افزایش وزن بدن (درصد) = $\frac{\text{میانگین وزن اولیه (گرم)}}{\text{میانگین وزن نهایی (گرم)}} \times 100$ -

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) = $\frac{\text{دوره پرورش (روز)}}{\text{میانگین وزن اولیه (گرم)}} \times \text{Ln}$ -

ضریب تبدیل غذایی = $\frac{\text{میزان افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار غذای خورده شده (گرم)}}$

میانگین رشد روزانه = $\frac{\text{دوره پرورش (روز)}}{\text{میانگین وزن نهایی (گرم)}} -$

ضریب کارایی پروتئین = $\frac{\text{مقدار مصرف پروتئین (وزن ابتدایی - وزن انتهایی)}}{\text{طول (سانتی‌متر)}} \times 100$ / وزن (گرم)

میزان زنده‌مانی (درصد) = $\frac{\text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره}}{\text{تعداد ماهیان در پایان دوره}} \times 100$

اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب: پارامترهای دما،

اکسیژن محلول و pH آب با استفاده از دستگاه دیجیتال مولتی پارامتر HACH (کلرادو، آمریکا) اندازه‌گیری شدند. میانگین دما $25/17 \pm 1/66$ درجه سانتی‌گراد، میانگین اکسیژن محلول $6/59 \pm 0/67$ میلی‌گرم در لیتر و میانگین pH $8/42 \pm 0/23$ ثبت شدند.

آنالیز شیمیایی ترکیب بدن: در انتهای دوره، یک عدد

تاس ماهی سیبری به‌صورت تصادفی از هر مخزن (۳ عدد از هر تیمار) انتخاب و پس از تخلیه امعاء و احشاء توسط چرخ‌گوشت سه بار چرخ شده و پس از بسته‌بندی در پلاستیک‌های زیپ‌دار به‌صورت منجمد به آزمایشگاه منتقل شدند. روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی بدن بر اساس روش‌های استاندارد انجام گرفت (۲۴). از دستگاه آون Memmert (آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت برای اندازه‌گیری میزان رطوبت لاشه، از کوره الکتریکی Gallenkamp (انگلیس) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت برای تعیین میزان خاکستر لاشه و از سیستم‌های سوکسله و کلدال Bushi (سوئیس) به ترتیب برای ارزیابی مقادیر چربی و پروتئین لاشه استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: مطالعه حاضر در قالب طرح

آماري کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کاربرده شد. پس از بررسی همگنی واریانس با آزمون Levene و نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. داده‌ها به‌صورت $\text{Mean} \pm \text{SD}$ ارائه شدند.

جدول ۱. ترکیبات جیره و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی تاس‌ماهی سبیری.

سطح کنسانتره پروتئین ذرت (درصد)			
۴۵	۳۰	۱۵	صفر
۴۵	۳۰	۱۵	صفر
۲۲	۲۸	۳۴	۴۰
۱۵	۱۵	۱۶	۱۶
۱۳/۹۲	۹/۲۸	۴/۶۴	۰
۵	۵	۵	۵
۵	۵	۵	۵
۸	۸	۸	۸
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۶/۵	۵/۵	۵/۵	۵
۶/۵	۵/۵	۵/۵	۵
۳	۳	۱/۵	۲/۵
۰/۶	۰/۴	۰/۲	۰
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۱/۴۸	۲/۳۲	۱/۶۶	۰/۵
ترکیب شیمیایی (درصد)			
۴۳/۸۹	۴۳/۸۵	۴۳/۷۸	۴۳/۶۵
۱۷/۶۲	۱۷/۴۹	۱۷/۷۳	۱۷/۴۵
۴/۴۲	۵/۲۳	۵/۸۶	۶/۳۱
۱/۳۶	۱/۰۷	۱/۹۳	۱/۵۲
۷/۰۳	۷/۵۹	۸/۴۰	۸/۱۳
۱۹/۲۳	۱۹/۱۶	۱۹/۲۲	۱۹/۱۳
انرژی خام (MJ/kg)			

* شرکت لابراتورهای سیانس، قزوین- ایران. مکمل ویتامینی (IU یا میلی‌گرم در کیلوگرم): د-ال-آلفا توکوفرول استات ۶۰ ای. یو، د-ال-کولکلسیفرول ۳۰۰۰ ای. یو. تیامین ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ریبوفلاوین ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، پیرودوکسین ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، اسید فولیک ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، اسید اسکوربیک ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، اینوسیتول ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیوتین ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتئات ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم. ** شرکت لابراتورهای سیانس، قزوین- ایران. مکمل معدنی (میلی‌گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰ درصد ۲/۱۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیم ۱/۲۴ گرم در کیلوگرم، سترات فربک ۰/۲ گرم در کیلوگرم، یدید پتاسیم ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم، سولفات روی ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم، سولفات مس ۰/۳ گرم در کیلوگرم، سولفات منگنز ۰/۳ گرم در کیلوگرم، کلسیم فسفات ۵ گرم در کیلوگرم، سولفات کبالت ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم و کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم.

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های رشد تاس‌ماهی سبیری در تیمارهای تغذیه‌ای.

سطح کنسانتره پروتئین ذرت (درصد)			
۴۵	۳۰	۱۵	صفر
۸/۰±۱۵/۳۵	۸/۰±۶۲/۲۱	۸/۰±۰۲۳/۳۶	۸/۰±۲۷/۲۵
۱۸/۳±۵۶/۳۶ ^a	۲۵/۳±۱۸/۱۲ ^c	۲۹/۴±۲۶/۶۲ ^d	۲۱/۲±۸۸/۹۲ ^b
۱۹/۱±۰۱۳/۳۴ ^a	۲۱/۰±۱۰/۹۵ ^b	۲۲/۱±۱۵/۲۷ ^c	۲۰/۰±۴۱/۹۸ ^b
۱۲۶/۱۷±۹۵/۹۹ ^a	۱۹۲/۱۱±۷۳/۷۹ ^b	۲۶۴/۳۶±۵۸/۰۸ ^c	۱۶۴/۹±۸۶/۵۸ ^{ab}
۱/۰±۴۱/۱۴ ^a	۱/۰±۸۵/۰۷ ^b	۲/۰±۲۲/۱۷ ^c	۱/۰±۶۸/۰۶ ^b
۳/۰±۲۷/۴۷ ^c	۲/۰±۲۱/۱۳ ^b	۱/۰±۵۷/۲۲ ^a	۲/۰±۴۷/۱۴ ^b
۰/۰±۱۸/۰۳ ^a	۰/۰±۲۹/۰۱ ^c	۰/۰±۳۶/۰۳ ^d	۰/۰±۲۳/۰۰۵ ^b
۰/۰±۲۵/۰۱ ^a	۰/۰±۲۸ ^b	۰/۰±۲۹/۰۱ ^b	۰/۰±۲۶/۰۱ ^a
۰/۰±۲۴/۰۴ ^a	۰/۰±۳۸/۰۱ ^c	۰/۰±۴۹/۰۴ ^d	۰/۰±۳۲/۰۱ ^b
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند، اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

نتایج

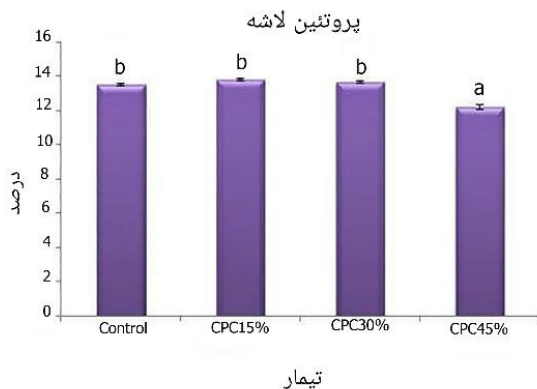
جدول ۲ نتایج شاخص‌های رشد را در تاس‌ماهیان سیبری نشان می‌دهد. نرخ بازماندگی در بین تیمارهای مورد بررسی ۱۰۰ درصد بود. فاکتورهای طول کل، وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب کارایی پروتئین و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی در همین تیمار کمترین مقدار را داشت که با بقیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$).

اختلاف معنی‌داری در پروتئین لاشه در ماهیان شاهد و تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ و ۳۰ درصد در قیاس با ماهیان تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۴۵ درصد مشاهده گردید ($P < 0.05$). اما، در مقادیر چربی، خاکستر و رطوبت لاشه اختلاف معنی‌داری در تاس‌ماهیان سیبری رؤیت نشد ($P > 0.05$) (نمودارهای ۱، ۲، ۳، ۴).

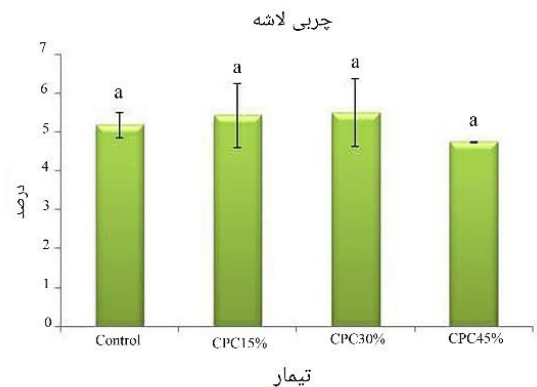
بحث

بررسی‌های متنوعی در مورد جایگزینی پودر ماهی با منابع گیاهی و جانوری اجرا شده ولی به خاطر کمبودها در بعضی از اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و نیز وجود ترکیبات ضد مغذی، استفاده از آن‌ها در آبی‌پروری با محدودیت همراه بوده و به همین دلیل فقط می‌توانند جایگزین بخش مختصری از پودر ماهی شوند (۳). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پارامترهای رشد در ماهیان تغذیه شده با کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود. نرخ بازماندگی در همه تیمارهای آزمایشی ۱۰۰ درصد بود. ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه‌شده از کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد کمترین میزان را به خود اختصاص داد که نشان می‌دهد این جیره کارایی و قابلیت هضم بهتری داشته است. جهت ارزیابی توانایی ماهی در تبدیل مواد غذایی خورده شده به بافت در بدن موجودات می‌توان ضریب تبدیل غذایی را آزمود (۲۵). در مطالعه‌ای مشابه با بررسی حاضر، تأثیر جایگزینی پودر ماهی با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد ارزیابی قرار گرفت. ماهیان به مدت ۵۰ روز با جیره شاهد (بدون جایگزینی) و جیره حاوی کنسانتره پروتئین ذرت جایگزین پودر ماهی تغذیه شدند.

ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی کنسانتره پروتئین ذرت از نظر عملکرد رشد نسبت به ماهیان گروه شاهد بهتر بوده و تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (۱۶). در همین راستا، جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئین ذرت در مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در جیره تیلاپپای هیبرید قرمز نشان داد که شاخص‌های رشد و میزان بازماندگی فقط در سطح ۲۵ درصد بهبود یافتند (۱۰). در مطالعه‌ای دیگر، بهترین عملکرد رشد در گیش‌ماهی فلوریدا (*Trachinotus carolinus*) در سطح ۱۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت گزارش گردید (۱۹). از طرف دیگر، Seyed Hassani و همکاران در سال ۲۰۱۴ جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودر ماهی در سطوح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد را در جیره فیل‌ماهی (*Huso huso*) بررسی نمودند. رشد در ماهیان تغذیه‌شده با سطوح ۲۰ و ۶۰ درصد تفاوت معنی‌داری با ماهیان شاهد داشته و ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری را نشان دادند (۱۷).



نمودار ۱. مقایسه پروتئین لاشه تاس‌ماهی سیبری در تیمارهای تغذیه‌ای. حروف لاتین غیر مشترک در ستون‌ها نشانه وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

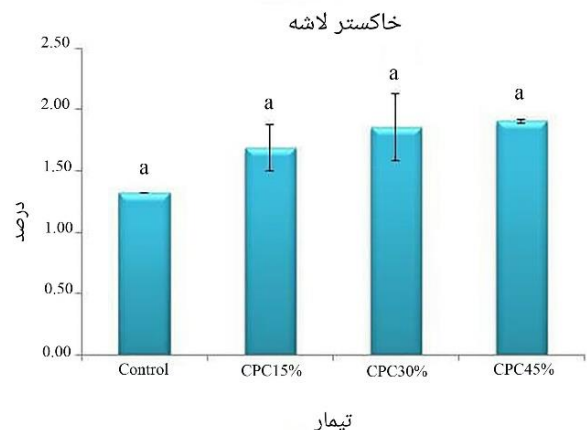


نمودار ۲. مقایسه چربی لاشه تاس‌ماهی سیبری در تیمارهای تغذیه‌ای. حروف لاتین مشترک در ستون‌ها نشانه عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P > 0.05$).

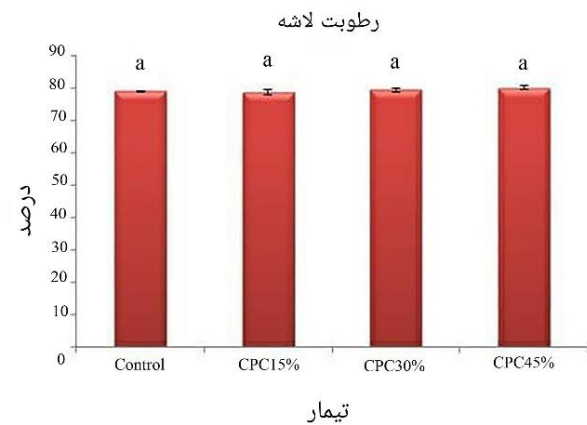
Khalifa و همکاران در سال ۲۰۱۸ کنسانتره پروتئین ذرت را در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۹۰ گرم در کیلوگرم جایگزین پودر ماهی در جیره ماهی تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) نمودند. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد تحت تأثیر هیچ‌یک از سطوح کنسانتره پروتئین ذرت قرار نگرفتند. هم‌چنین اندازه معده و ضخامت دیواره آن در ماهیان تغذیه‌شده با کنسانتره پروتئین ذرت بزرگ‌تر و ضخیم‌تر از ماهیان شاهد بود (۹). در توجیه عدم نتایج با منابع پروتئینی گیاهی در آبزیان مختلف اشاره شد که پروتئین‌های گیاهی مواد ضد تغذیه‌ای داشته و باعث کم شدن فعالیت آنزیم‌های گوارشی (۲۶)، ایجاد آسیب‌های بافتی در روده و محدود شدن هضم و جذب غذا (۲۷) و کاهش دسترسی زیستی به مواد معدنی از طریق کلاته کردن آن‌ها می‌شوند (۲۸).

نتایج آنالیز لاشه ماهیان نشان داد که درصد پروتئین به ترتیب در ماهیان تغذیه‌شده از کنسانتره پروتئین ذرت ۱۵ درصد و ۳۰ درصد و جیره شاهد بیشترین مقدار بوده است. بر طبق گزارش Genc و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیشتر بودن میزان پروتئین در تیمارهای تغذیه‌ای می‌تواند گویای کارایی مطلوب تغذیه و بیشتر بودن بازده پروتئین و احتمالاً جذب بیشتر اسیدهای آمینه باشد (۲۹). درصد چربی در ماهیان تغذیه‌شده از کنسانتره پروتئین ذرت ۴۵ درصد کمترین مقدار را نشان داد که با بقیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار نداشت. از آنجا که میزان چربی لاشه با رطوبت لاشه رابطه عکس دارد (۳۰)، همین تیمار بالاترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داد. می‌توان نتیجه گرفت که ماهیان برای تأمین انرژی مورد نیاز از ذخایر چربی بدن استفاده نموده که سبب کاهش چربی لاشه گردیده است. همسو با این مطالعه، Soleimani و همکاران در سال ۲۰۱۶ در تاس‌ماهی سیبری (۳۱) و Ng و همکاران در سال ۲۰۱۹ در تیلایپای هیبرید قرمز (۱۰) نتایج مشابهی را ارائه نمودند. هم‌چنین، Hosseini و Shekarabi و همکاران در سال ۲۰۲۱ اذعان نمودند که جایگزینی پودر ماهی با سطوح ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرم کنسانتره پروتئین ذرت در قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف معنی‌داری را در پروتئین لاشه بین شاهد و تیمارهای تغذیه‌ای نشان نداد لیکن در سطح ۱۲۰ گرم کنسانتره کاهش معنی‌دار پروتئین ثبت گردید (۱۵).

در مخالفت با مطالعه پیش‌رو، Taghizadeh و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی امکان جایگزینی پروتئین‌های گیاهی گلوتن



نمودار ۳. مقایسه خاکستر لاشه تاس‌ماهی سیبری در تیمارهای تغذیه‌ای. حروف لاتین مشترک در ستون‌ها نشانه عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P > 0.05$).



نمودار ۴. مقایسه رطوبت لاشه تاس‌ماهی سیبری در تیمارهای تغذیه‌ای. حروف لاتین مشترک در ستون‌ها نشانه عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P > 0.05$).

در تضاد با مطالعه حاضر، جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) در سطوح ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرم در کیلوگرم بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بی‌تأثیر بوده ولی سطح ۱۲۰ گرم باعث کاهش معنی‌داری در پارامترهای رشد در قیاس با جمعیت شاهد شد (۱۵). در مطالعه‌ای دیگر، در میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) کاربرد کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) در سطوح ۴، ۸ و ۱۲ درصد به‌جای پودر ماهی مطلوب گزارش نشد و باعث کاهش رشد و کارایی تغذیه گردید. اشاره شد که کاربرد کنسانتره پروتئین ذرت در جیره میگو باید توأم با کاربرد اسیدهای آمینه ضروری لایزین و متیونین باشد (۲۱).

می‌توان به وضعیت فیزیولوژیک، سن گونه آبی، طول مدت پرورش، عادات تغذیه‌ای، منابع و سطوح پروتئین گیاهی الحاق شده به جیره و شرایط محیطی اشاره نمود.

با توجه به یافته‌های حاصل مشخص گردید که جایگزینی بخشی از پودر ماهی با سطح ۱۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه تاس‌ماهی سیبری پرورشی در دامنه وزنی ۸ تا ۳۰ گرم تأثیرگذار بوده است. با این وجود، کنسانتره پروتئین ذرت در سطح ۱۵ درصد مقرون به صرفه از نظر اقتصادی بوده و می‌تواند در جیره غذایی تاس‌ماهی سیبری توصیه گردد.

سپاسگزاری

از شادروان جناب آقای دکتر حمیدرضا پورعلی و همچنین آقای احمد باقری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

ذرت و کنجاله سویا بجای پودر ماهی در جیره فیل‌ماهی اعلام نمودند که میزان رطوبت و چربی لاشه فیل‌ماهیان در تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار داشته لیکن بین مقادیر پروتئین و خاکستر تفاوت معنی‌داری نبود (۳۲). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، کاربرد گلوتن ذرت به‌عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی فیل‌ماهی تفاوت معنی‌دار آماری را در پروتئین لاشه ماهیان نشان نداد (۱۷). براساس مطالعات Ng و همکاران در سال ۲۰۱۹ نشان داد که کاربرد سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کنسانتره پروتئین ذرت بجای پودر ماهی تأثیری بر ترکیب لاشه تیلاپیای هیبرید قرمز نداشته و ماهیان گروه شاهد از وضعیت بهتری برخوردار بودند (۱۰). مطالعه Robaina و همکاران در سال ۱۹۹۹ میزان دفع ازت، میزان کارایی پروتئین و انرژی و میزان سوخت‌وساز پایه ممکن است در جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی با پودر ماهی تحت تأثیر قرار گیرند (۳۳). به نظر می‌رسد که اجزای جیره غذایی، قابلیت هضم، نیازمندی‌های متفاوت آبزیان به اسیدهای آمینه، وارپته‌های گوناگون گیاهی و حذف یا کاهش اثرات مواد ضد مغذی می‌توانند در جایگزینی پروتئین گیاهی با پودر ماهی تأثیرگذار باشند (۳۴). همچنین از دیگر عوامل مؤثر بر میزان اثربخشی جیره

References

- Falahatkar B. Feeding and Feed Formulation in Aquatic Organisms. 1st ed. The University of Applied Science and Technology Pub. Tehran, Iran; 2018. (In Persian).
- Hardy RW, Tacon AGJ. Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies. In: Stickney, R.R., McVey, J.P. editors. 1st ed. Responsible Marine Aquaculture. CABI Publishing. Oxon, UK. 2002. p. 311-325.
- Xu QY, Wang CA, Zhao ZG, Luo L. Effects of replacement of fish meal by soy protein isolate on the growth, digestive enzyme activity and serum biochemical parameters for juvenile Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). Asian-Australas J Anim Sci. 2012; 25(11): 1588-1594. doi: [10.5713/ajas.2012.12192](https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12192) PMID: [25049521](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25049521/)
- Yun B, Xue M, Wang J, Sheng H, Zheng Y, Wu X, Li J. Fishmeal can be totally replaced by plant protein blend at two protein levels in diets of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt. Aquacult Nutr. 2014; 20(1): 69-78. doi: [10.1111/anu.12053](https://doi.org/10.1111/anu.12053)
- Francis G, Makkar HPS, Becker K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 2001; 199(3-4):197-227. doi: [10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9)
- Khorasaninejad M, Taati R, Abdollahpour Biria H. A comparison of separate and combined levels of commercial multienzymes on feeding efficiency and carcass chemical composition of common carp (*Cyprinus carpio*). J Vet Res. 2019; 74(1): 35-43. doi: [10.22059/jvr.2019.225222.2574](https://doi.org/10.22059/jvr.2019.225222.2574)
- Krogdahl A, Bakke-McKellep AM, Baeverfjord G. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquacult Nutr. 2003; 9(6): 361-371. doi: [10.1046/j.1365-2095.2003.00264.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00264.x)
- Gatlin DM, Barrows FT, Brown P, Dabrowski K, Gibson Gaylord G, Hardy RW, Herman E, Hu G, Krogdahl S, Nelson R, Overturf K, Rust M, Sealey W, Skonberg D, Souza EJ, Stone D, Wilson R, Wurtel E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. Aquac Res. 2007; 38(6): 551-579. doi: [10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x)
- Khalifa NSA, Belal IEH, El-Tarabily KA, Tariq S, Kassab AA. Evaluation of replacing fish meal with corn protein concentrate in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings commercial diet. Aquacult Nutr. 2018; 24(1): 143-152. doi: [10.1111/anu.12542](https://doi.org/10.1111/anu.12542)
- Ng WK, Leow TC, Yossa R. Effect of substituting fishmeal with corn protein concentrate on growth performance, nutrient utilization and skin coloration in red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. Aquacult Nutr. 2019; 25(5): 1006-1016. doi: [1111/anu.12918](https://doi.org/10.1111/anu.12918)
- Williot P, Nonnotte G, Chebanov M. The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* brandt, 1869) Volume 2-Farming. 1st ed. Springer International Publishing. Cham, Switzerland. 2018.
- Adamek Z, Prokes M, Barus V, Sukop I. Diet and growth of 1⁺ Siberian sturgeon, (*Acipenser baerii*) in alternative pond culture. Turk J Fish Aquat Sci. 2007; 7(2): 153- 160.
- Hamlin HJ, Milnes MR, Beaulaton CM, Albergotti LC, Guillet L. Gonadal stage and sex steroid correlations in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, habituated to a

- semitropical environment. *J World Aquac Soc.* 2011; 42(3): 313-320. doi: [10.1111/j.1749-7345.2011.00469.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00469.x)
14. Ghaderi Ramazi F, Jahanbakhshi A, Soudagar M. Hematological and biochemical changes in Common carp (*Cyprinus carpio*) fed with corn gluten. *J Fish Sci Technol.* 2013; 1(1): 53-62. (In Persian).
 15. Hosseini Shekarabi SP, Shamsaie Mehrgan M, Banavreh A, Foroudi F. Partial replacement of fishmeal with corn protein concentrate in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects on growth performance, physiometabolic responses, and fillet quality. *Aquac Res.* 2021; 52(1): 249-259. doi: [10.1111/are.14887](https://doi.org/10.1111/are.14887)
 16. Mir Ahmadi Shalmzari A, Piralı Kheirabadi E, Hosseini Shekarabi SP, Fathollahi M, Avazeh A. Effect of using corn protein concentrate (Empyreal) in rainbow trout diet on growth performance and carcass amino acid composition. *J Fish.* 2019; 12(4): 39-48. doi: [10.22092/ISFJ.2019.118084](https://doi.org/10.22092/ISFJ.2019.118084)
 17. Seyed Hassani M, Mohseni M, Yazdani Sadati M, Pourali H, Shakorian M. Utilization of corn gluten meal as a protein source in great sturgeon (*Huso huso*) diets in growth up stage. *Iran J Fish Sci.* 2014; 23(2): 77-89. doi: [10.22092/ISFJ.2014.103699](https://doi.org/10.22092/ISFJ.2014.103699)
 18. Oliva-Teles A, Pereira TG. Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. *Aquac Res.* 2003; 34(13): 1111-1117. doi: [10.1046/j.1365-2109.2003.00909.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00909.x)
 19. Novriadi R, Spangler E, Allen Davis D. Comparative effect of advanced soy products or corn protein concentrate with porcine meal on growth, body composition, and distal intestine histology of Florida pompano, *Trachinotus carolinus*. *J World Aquacult Soc.* 2019; 50(2): 433-447. doi: [10.1111/jwas.12547](https://doi.org/10.1111/jwas.12547)
 20. Galkanda-Arachchige HSC, Hussain AS, Davis DA. Fermented corn protein concentrate to replace fishmeal in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult Nutr.* 2021; 27(5): 1640-1649 doi: [10.1111/anu.13303](https://doi.org/10.1111/anu.13303)
 21. Rhodes M, Yu D, Zhou Y, Roy LA, Hanson TR, Davis DA. Corn protein concentrate: A cost-effective replacement for fish meal in shrimp diets. *Aquafeed.* 2014; 6(1): 3-9.
 22. Mohseni M, Malekpour M. Replacement of fish meal with canola meal and its effects on growth performance, digestion, indices hematological and thyroid hormones level of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *Iran J Fish Sci.* 2019; 27(5):135-148. doi: [10.22092/ISFJ.2019.118084](https://doi.org/10.22092/ISFJ.2019.118084)
 23. Luo G, Xu J, Teng Y, Ding C, Yan B. Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) reared in freshwater. *Aquac Res.* 2010; 41(2): 210-219. doi: [10.1111/j.1365-2109.2009.02319.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02319.x)
 24. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, Maryland, USA; 2016.
 25. Barrows FT, Stone DAJ, Hardy RW. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture.* 2007; 265(1-4): 244-252. doi: [10.1016/j.aquaculture.2007.01.017](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.01.017)
 26. Alarcon FJ, Moyano FJ, Diaz M. Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquat Living Resour.* 1999; 12(4): 233-238. doi: [10.1016/S0990-7440\(00\)86633-4](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(00)86633-4)
 27. Olvera-Novoa MA, Olivera-Castillo L, Martinez-Palacios CA. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896) fingerlings. *Aquac Res.* 2002; 33(3): 223-229. doi: [10.1046/j.1365-2109.2002.00666.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00666.x)
 28. Moyano FJ, Martinez I, Diaz M, Alarcon FJ. Inhibition of digestive proteases by vegetable meals in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). *Comp Biochem Physiol B.* 1999; 122(3): 327-332. doi: [10.1016/S0305-0491\(99\)00024-3](https://doi.org/10.1016/S0305-0491(99)00024-3)
 29. Genc MA, Aktas M, Genc E, Yilmaz E. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus*. *Aquacult Nutr.* 2007; 13(2): 156-161. doi: [10.1111/j.1365-2095.2007.00469.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00469.x)
 30. Razgardani Sharahi A, Falahatkar B, Efatpanah I. Evaluation of the effect of feeding *Artemia* enriched with iodine replacement of fish meal with *gammarus* meal and its effects on growth and body composition of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Brandt, 1869). *J Aqu Eco.* 2016; 6(1): 102-113. (In Persian).
 31. Soleimani SM, Sajjadi MM, Falahatkar B, Yazdani MA. Replacement of fish meal by earthworm meal (*Eisenia fetida*) in Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) diet and its effect on growth performance, feed efficiency and carcass composition. *J Aqu Eco.* 2016; 5(3): 21-30. (In Persian).
 32. Taghizadeh V, Imanpoor M, Asadi R, Chamanara V, Sharbati S. Effects of plant proteins as food on growth performance, carcass quality and plasma biochemical parameters of Beluga juvenile (*Huso huso*). *Iran J Fish Sci.* 2011; 19(4):33-42. doi: [10.22092/ISFJ.2017.109958](https://doi.org/10.22092/ISFJ.2017.109958)
 33. Robaina L, Corraze G, Aquirre P, Blanc D, Melcion JP, Kaushik S. Digestibility, postprandial ammonia excretion and selected plasma metabolites in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed pelleted or extruded diets with or without wheat gluten. *Aquaculture.* 1999; 179(1-4): 45-56. doi: [10.1016/S0044-8486\(99\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00151-9)
 34. Shafaeipour A, Yavari V, Falahatkar B, Maremzazi JGH, Gorjipour E. Effect of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult Nutr.* 2008; 14(2): 110-119. doi: [10.1111/j.1365-2095.2007.00509.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00509.x)



Replacement of Fish Meal with Corn Protein Concentrate and its Effect on Growth, Survival, and Body Composition of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*)

Reza Taati¹, Zabiollah Pajand², Hasan Mostafavi¹

¹ Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran

² International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

doi [10.22059/jvr.2021.317813.3130](https://doi.org/10.22059/jvr.2021.317813.3130)

Received: 26 December 2021, Accepted: 14 March 2022

Abstract

BACKGROUND: Today, due to the high cost of animal proteins on aquatic diets, a great deal of attention has been paid to further use of plant proteins.

OBJECTIVES: The present study aimed to replace fish meal with corn protein concentrate (CPC) (Empyreal® 75) and investigate its effect on growth, survival, and body composition of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*).

METHODS: Corn protein concentrate was replaced with fish meal at four levels of 0, 15, 30, and 45 % in three replicates in a completely randomized design. A total of 120 Siberian sturgeons weighing 8.27 ± 0.39 g were distributed into twelve 80-L round plastic tanks with a density of 10 fish per tank. After a week of acclimatization period, fingerlings were fed with four diets with the same protein and energy levels (isonitrogenic and isocaloric) for 60 days. At the end of the experiment, growth parameters and carcass composition were measured.

RESULTS: The results revealed that the total length, final weight, body weight increase. Specific growth rate, average daily growth, protein efficiency ratio, and condition factor were significantly higher in fish fed with corn protein concentrate at the level of 15 % compared to the other treatments ($P < 0.05$). The food conversion ratio had the lowest value in this treatment, which showed a significant difference with the other treatments ($P < 0.05$). A significant difference in carcass protein was observed in fish fed corn protein concentrate 15 % and 30 % in comparison with fish fed with 45 % corn protein concentrate. The survival rate was 100 % in all the treatments.

CONCLUSIONS: Based on the obtained findings, it could be stated that corn protein concentrate at the level of 15 % can be a good substitute for fish meal in Siberian sturgeon diet.

Keywords: Siberian sturgeon, Empyreal plant protein, Replacement, Growth performance, Carcass analysis

Copyright © 2022. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: r.taati@gmail.com Tel/Fax: 013-44245212/013-44245211

How to cite this article:

Taati R, Pajand Z, Mostafavi H. Replacement of Fish Meal with Corn Protein Concentrate and its Effect on Growth, Survival, and Body Composition of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*). J Vet Res, 2022; 77(1): 11-18. doi: 10.22059/jvr.2021.317813.3130

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Ingredients and chemical proximate composition of the experimental diets of *A.baerii*.

Table 2. Comparison of growth indices of *A.baerii* in the dietary treatment.

Figure 1. Comparison of carcass protein of *A.baerii* in the dietary treatments. Non-common Latin letters in the columns represent a significant difference ($P < 0.05$).

Figure 2. Comparison of carcass lipid of *A.baerii* in the dietary treatments. Common Latin letters in the columns represent no significant difference ($P > 0.05$).

Figure 3. Comparison of carcass ash of *A.baerii* in the dietary treatments. Common Latin letters in the columns represent no significant difference ($P > 0.05$).

Figure 4. Comparison of carcass moisture of *A.baerii* in the dietary treatments. Common Latin letters in the columns represent no significant difference ($P > 0.05$).