ارزیابی اثرات چربی جیره روی برخی شاخص‌های خونی- بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بچه تاس‌ماهی سیبری

- **یونس گلعلی‌پور:** گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق‌پستی: ۱٦۱٦
- **حسین خارا*:** گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق‌پستی: ۱٦۱٦
- **محمود محسنی:** بخش آبزی‌پروری، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، صندوق‌پستی: ٤١٦٣٥-٣٤٦٤

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹٤ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹٤

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور مقایسه اثر سطوح مختلف چربی جیره غذایی بر برخی از شاخص‌های خونی- بیوشیمیایی وآنزیم‌های کبدی بچه تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser bearii*) به‌مدت ۱۲ هفته طراحی و اجرا گردید. بدین منظور تعداد ۱۲۰عدد بچه‌ماهی تاس‌ماهی سیبری با میانگین وزنی ۰/۳۳±۱۵/٦ گرم در ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (به تعداد ۱۰ عدد در هر مخزن) توزیع شدند. چهار جیره غذایی محتوی سطوح متفاوت چربی ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد (به‌عنوان سطوح پایین، بهینه، بالا و خیلی بالا) با پروتئین یکسان (٤۵ درصد) فرموله شدند. ماهیان در طول دوره پرورش، به‌صورت دستی ۳ بار در روز تا حد سیری تغذیه شدند. برطبق نتایج شاخص‌های خونی (گلبول قرمز، گلبول سفید و هموگلوبین)، بیوشیمیایی (گلوکز و لیزوزیم) و آنزیم‌های کبدی (GOT و GPT) ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی چربی ۱۵ درصد، به‌طور معنی‌داری نسبت به ماهیان تغذیه شده با چربی ۲۰ و ۲۵ درصد چربی بهبود یافت. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان نمود، افزایش سطح چربی در جیره بچه تاس‌ماهی سیبری تا سطح ۱۵ درصد سبب بهبود و تقویت بسیاری از شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی می‌گردد.

کلمات کلیدی: چربی، فاکتورهای خونی، آنزیم‌های کبدی، تاس‌ماهی سیبری، *Acipenser barii*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.khara1974@yahoo.com

مقدمه

چربی جیره نقش مهمی در تامین انرژی و فراهم کردن اسیدهای چرب ضروری برای رشد ماهی برعهده دارد. چربی می‌تواند از استفاده پروتئین به‌عنوان منبع انرژی جلوگیری کند و نیز باعث محدود کردن تولید آمونیاک شود (Kim و Lee، ۲۰۰۵؛ Alvarez-González و همکاران، ۲۰۰۱؛ De Silva و همکاران، ۱۹۹۱؛ Cho و Kaushik، ۱۹۹۰) از سوی دیگر محتوای چربی بالا در رژیم غذایی ممکن است باعث کاهش مصرف خوراک و کاهش رشد شود. چربی بالای جیره هم‌چنین ممکن است باعث افزایش رسوب چربی در بدن شود و کیفیت گوشت ماهی را تحت تاثیر قرار دهد (Ai و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین باید تعادل سطوح مختلف پروتئین و چربی در جیره به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد.

برای مدیریت بهینه در امر رشد و پرورش تاس‌ماهی سیبری اطلاعاتی راجع به منبع انرژی در جیره و تأثیر و نقش آن در ساختار و بافت ماهی الزامی است. ماهیان خاویاری از چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها به‌عنوان یک منبع انرژی غیرپروتئینی استفاده می‌کنند. استفاده از انرژی غیرپروتئینی در جیره ماهیان با توجه به معایب آن (تولید ماهیان پرچرب) و جلوگیری از مصرف سایر مواد مغذی (Winfree و Stinkney، ۱۹۸۱) باید دقیقاً مورد ارزیابی قرار گیرد (Quinghui و همکاران، ۲۰۰۴). معمولاً ۱۰ تا ۲۰ درصد چربی در جیره ماهی بدون تأثیر منفی برای رشد توصیه می‌شود (De Silva و Anderson، ۱۹۹۵). شناخت فاکتورهای خونی و سرمی علاوه بر شناخت فیزیولوژی آبزی شاخص مهم و منحصر به فرد هر گونه است که آن را از سایر ماهیان متمایز می‌کند. اهمیت این شناخت نه تنها در تشخیص گونه مهم است بلکه از نظر اقتصادی نیز می‌تواند در شناسایی بیماری‌ها و تعیین شرایط بهداشتی و سلامت ماهی مفید باشد (Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۶).

تاکنون مطالعاتی درخصوص تغذیه گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان از جمله تاس‌ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Hung و همکاران، ۱۹۹۷)، قره‌برون (*Acipenser persicus*) (Mohseni و همکاران، ۲۰۱۳) و فیل‌ماهی (*Huso huso*) (ابراهیمی و زارع، ۱۳۹۰؛ احمدی‌فکجور و همکاران، ۱۳۸۸؛ ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳) صورت گرفته است. ولی مطالعه‌ای روی اثرات چربی جیره روی شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بچه تاس‌ماهی سیبری صورت نگرفته است. لذا این مطالعه به بررسی سطوح مختلف چربی برروی عملکرد پارامترهای خونی و بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بچه‌تاس‌ماهی سیبری پرداخته است.

مواد و روش‌ها

۱۲۰ عدد بچه تاس‌ماهی سیبری پرورشی با میانگین (± انحراف معیار) وزن اولیه ۱۵/۶±۰/۳۹ گرم در ۱۲ وان فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (به‌ترتیب قطر و ارتفاع ۱۰۵ و ۵۱ سانتی‌متر) مجهز به سیستم هوادهی و تخلیه آب مرکزی در بخش تکثیر و پرورش موسسه تحقیقات بین المللی تاس‌ماهیان دریای خزر منتقل و به منظور سازگاری با شرایط محیط به‌مدت ۱۴ روز با جیره پایه برحسب اشتها تغذیه شدند (Mohseni و همکاران، ۲۰۰۷). پس از طی دوره سازگاری، تیماربندی به صورت کاملاً تصادفی با ۴ تیمار در سه تکرار صورت گرفت. ماهی‌ها به‌صورت دستی با ۴ جیره غذایی با مقادیر مختلف چربی (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) و پروتئین یکسان و در سه تکرار به‌مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. غذادهی در ۴ وعده (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰) و براساس اشتها انجام گرفت.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مانند دما، اکسیژن و pH به‌طور روزانه و در طول پرورش اندازه‌گیری شدند. اکسیژن با اکسی‌متر دیجیتال و pH با pH متر اندازه‌گیری شد. در طول دوره آزمایشی، دما ۲۲/۹۰±۰/۵۳ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن ۶/۹۰±۰/۲۱ میلی گرم در لیتر و pH ۷/۹۲±۰/۰۹ بود.

ترکیبات غذایی هر یک از جیره‌های آزمایشی براساس فرمولاسیون تغذیه بخش تکثیر و پرورش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر در جدول ۱ ارایه شده است. برای تهیه جیره‌ها ابتدا مواد اولیه خشک توسط ترازوی دیجیتال توزین و جهت همگن ساختن، ترکیبات خشک به‌مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه هم‌زن برقی مخلوط شدند. سپس مواد اولیه مایع نظیر روغن ذرت، روغن ماهی و ملاس به مخلوط اضافه شده و ترکیب به‌طور کامل با هم‌زن برقی همگن گردید. پس از افزودن مقداری آب به خمیر، مخلوط از یک چرخ گوشت بزرگ عبور داده شد تا غذا به پلت‌های استوانه‌ای به قطر ۳ میلی‌متر و طول ۶ میلی‌متر تبدیل گردد. در انتها، پلت‌ها در خشک کن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. قطر پلت‌ها ۳ میلی‌متر و طول آن‌ها ۶ میلی‌متر بود. سپس پلت‌ها را در بسته‌های مناسب و غیرقابل نفوذ بسته‌بندی و در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی براساس ماده خشک در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۱ : ترکیبات غذایی جیره‌های آزمایشی برای تغذیه تاس‌ماهیان سیبری در مدت ۱۲ هفته

ترکیبات جیره (٪)	چربی ۱۰٪	چربی ۱۵٪	چربی ۲۰٪	چربی ۲۵٪
پودرماهی (کیلکا)	۴۴	۴۵	۴۵/۵	۴۵/۵
پودر گوشت	۵	۵	۵	۵
پودر خون	۵	۵	۵	۵
کنجاله سویا	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
آرد گندم	۱۴	۹	۵/۹	۴/۵
روغن ماهی	۲/۵	۵	۷/۵	۹
روغن ذرت	۲/۵	۵	۷/۵	۹
ملاس	۲	۲	۲	۲
مخمر	۵	۵	۵	۵
سلولز	۵	۴	۱	۰
مکمل ویتامینی*	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی**	۱	۱	۱	۱

مکمل ویتامینی* : (g 100 g^{-1} vitamin premix except A, 160000 IU and D_3, 40000 IU): E, 4; K_3, 0.2; B_1, 0.6; B_2, 0.8; B_3, 1.2; B_5, 4; B_6, 0.4; B_9, 0.2; B_{12}, 0.8; H_2, 0.02; C, 6; Inositol, 2; BHT (butylated hydroxyl toluene), 2.

مکمل معدنی** : (g 100 g^{-1} mineral premix): Fe, 2.6; Zn, 1.25; Se, 0.2; Co, 0.048; Cu, 0.42; Mn, 1.58; I, 0.1; Cholin chloride, 1.2.

جدول ۲ : ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی تاس‌ماهیان سیبری (براساس ماده خشک)

ترکیبات جیره (٪)	چربی ۱۰٪	چربی ۱۵٪	چربی ۲۰٪	چربی ۲۵ ٪
پروتئین	۴۴/۹	۴۵/۱	۴۵/۲	۴۵/۸
چربی	۱۰/۸	۱۵/۴	۲۰/۶	۲۵/۳
کربوهیدرات کل	۲۱/۱	۲۲/۲	۲۱/۴	۲۱/۷
رطوبت	۹/۶	۹/۸	۹/۶	۹/۵
انرژی (کیلوژول بر گرم)	۱۸/۸	۱۹/۹	۲۱/۴	۲۲/۵

در پایان دوره پرورش ماهیان به‌مدت ۲۴ ساعت به‌منظور دفع محتویات لوله گوارش ماهیان غذادهی قطع و توسط سرنگ ۲ سی‌سی از ناحیه ساقه دمی با زاویه‌ای ۴۵ درجه خون‌گیری به‌عمل آمد (بدون استفاده از مواد بی‌هوش کننده). ۰/۵ سی‌سی از خون به‌داخل تیوب‌های اپندروف آغشته به ماده ضدانعقاد خون (هپارین) شماره‌گذاری شده جهت انجام مطالعات فاکتورهای خونی ریخته، کاملاً تکان داده شد تا یکنواخت گردد و ۱/۵ سی‌سی باقی‌مانده به‌داخل تیوب‌های اپندروف غیرهپارینه شماره‌گذاری شده جهت انجام مطالعات فاکتورهای ایمنی ریخته و سپس نمونه‌ها در کنار یخ به آزمایشگاه هماتولوژی منتقل گردیدند. جهت انجام مطالعات سرولوژی خون موجود در لوله‌های اپندورف فاقد ماده ضدانعقاد هپارین توسط سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده، سرم جدا و با سمپلر در اپندورف‌های تازه ریخته و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. برای انجام آزمایشات تنش نیز به میزان ۱/۵ سی‌سی از ماهیانی که مورد آزمایش قرار گرفتند خون‌گیری به‌عمل آمد. اندازه‌گیری کلیه شاخص‌های خونی و ایمنی در آزمایشگاه تشخیص طبی دکتر میرعلمی انجام گرفت.

برای شمارش گلبول‌های قرمز و سفید، نمونه خون‌ها پس از همگن‌سازی به کمک پیپت ملانژور و محلول رقیق‌کننده رنگی ریس، رقیق (به‌علت تراکم بالای یاخته‌های خونی ماهیان) و روی لام هموسیتومتر نئوبار دو حجره‌ای تعداد گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید در میلی‌متر مکعب خون برای هر نمونه در دو حجره محاسبه گشت. رقت انجام شده برای گلبول‌های قرمز خون ۱:۲۰۰ و برای گلبول‌های سفید خون ۱:۲۰ در نظر گرفته شد. گلبول‌های قرمز با لنز ۴۰ و گلبول‌های سفید با لنز ۲۰ برابر میکروسکوپ نوری نیکون مدلE ۶۰۰ شمارش شدند (عامری مهابادی، ۱۳۷۸).

RBC (N/mm۳) = (R۱+R۲+R۳+R۴+R۵) ×۵×۱۰×۲۰۰

رقت خون در محلول رقیق‌کننده=۱/۲۰۰ مساحت ۵ مربع (R)=۱/۵ میلی‌متر مربع

فاصله لام و لامل=ارتفاع هر مربع (R) =۱/۱۰ میلی‌متر مربع

$WBC(N/mm^3) = (W1+W2+W3+W4 \times 20 \times 10)/4$

رقت خون در محلول رقیق‌کننده=۱/۲۰ مساحت هر مربع (W)=۱میلی‌متر مربع

فاصله لام و لامل = ارتفاع هر مربع (W) = ۱/۱۰ میلی‌متر مربع

اندازه‌گیری هموگلوبین به‌روش سیان مت هموگلوبین و با اسپکتوفتومتر با طول موج ۵۴۰ نانومتر برحسب گرم در دسی‌لیتر انجام شد (Feldman و همکاران، ۲۰۰۰).

آزمایش گلوکز براساس واکنش رنگ‌سنجی با اتوانالایزر با واحد (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) سنجش شد. از کالیبراتور و کنترل‌های تجارتی برای صحت و دقت روش فوق استفاده شد. سنجش آنزیم‌های کبدی آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) به‌روش رنگ‌سنجی کینتیک و به‌کارگیری کیت زیست شیمی (ساخت ایران) انجام گرفت (Shahsavani و همکاران، ۲۰۱۰). پروتئین کل در مایع شناور اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطوح لیزوزیم در سرم خون، ۱/۷۵ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری *Micrococcus lysodeikticus* (سیگما) (معادل مقدار ۰/۳۷۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از بافر فسفات سدیم ۰/۰۵ مولار با pH برابر ۶/۲) با ۲۵۰ میکرولیتر از نمونه‌های سرم مخلوط و جذب نوری پس از ۱۵ و ۱۸۰ ثانیه به‌روش طیف سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۷۰ نانومتر قرائت شد. از بافر فسفات سدیم به‌عنوان بلانک استفاده شد (Watanabe، ۲۰۰۰).

داده‌ها پس از کنترل نرمال بودن از طریق آزمون Shapiro-wilk به‌وسیله آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) مقایسه شدند و سپس با مشاهده اختلاف معنی‌دار، از طریق آزمون دانکن (Duncan) مقایسه میانگین داده‌ها، بین تیمارها در سطح اطمینان ۵ درصد و از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ صورت گرفت.

نتایج

جدول۳ نتایج شاخص‌های خونی تاس‌ماهیان سیبری در پایان هفته ۱۲ را نشان می‌دهد. ماهیان تغذیه کرده از چربی ۱۵٪ بالاترین میزان هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز را به خود اختصاص دادند که اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درصد چربی نشان دادند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان گلبول قرمز خون متعلق به ماهیان تغذیه کرده از تیمارهای حاوی چربی ۱۰٪ و ۱۵٪ بود که براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن با تیمار ۲۰ و ۲۵ درصد چربی اختلاف معنی‌دار آماری را نشان دادند (P<۰/۰۵). هر چند اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص فوق الذکر بین ماهیان ۲۰ و ۲۵ درصد چربی و هم‌چنین ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد چربی مشاهده نگردید. بالاترین تعداد گلبول سفید در تیمار چربی ۲۵٪ رویت گردید که براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشت (P<۰/۰۵).

در شاخص‌های بیوشیمیایی، ماهیان تغذیه کرده از نشاسته چربی ۱۰ و ۱۵٪ پایین‌ترین میزان گلوکز را به‌خود اختصاص دادند که با توجه به آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری بین ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درصد مشاهده گردید (P<۰/۰۵؛ شکل ۱).

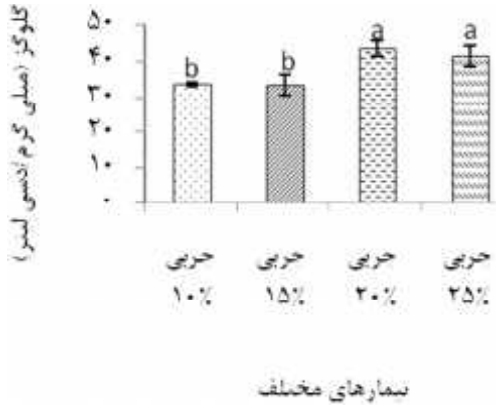
ماهیان تغذیه کرده از تیمار حاوی چربی ۲۰ و ۲۵٪ بالاترین میزان آنزیم‌های کبدی GOT و GPT را نشان دادند (P<۰/۰۵؛ شکل ۲ و ۳) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد و هم‌چنین بین تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درصد چربی در مقادیر آنزیم‌های کبدی GOT و GPT براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن مشاهده گردید.

بیش‌ترین میزان پروتئین کل (شکل ۴) و لیزوزیم (شکل ۵) در تیمار حاوی چربی ۱۰ و ۱۵ ٪ مشاهده گردید، براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن تیمارهای فوق‌الذکر دارای اختلاف معنی‌دار آماری با ماهیان تغذیه شده با تیمارهای محتوی ۲۰ و ۲۵ درصد چربی بودند.

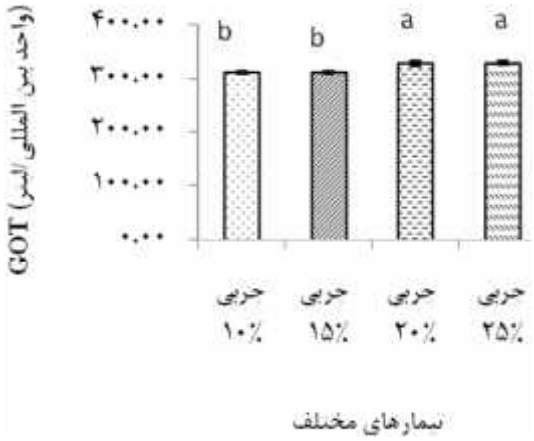
جدول ۳: مقایسه شاخص‌های خونی تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲

شاخص‌های خونی	چربی ۱۰٪	چربی ۱۵٪	چربی ۲۰٪	چربی ۲۵٪
هموگلوبین (گرم/دسی‌لیتر)	۴/۸۲ ± ۰/۱۱ [a]	۴/۹۲ ± ۰/۰۷ [a]	۴/۳۵ ± ۰/۱۹ [b]	۴/۲۴ ± ۰/۲۲ [b]
گلبول‌های قرمز	۵۱۸/۸۸ ±۶/۵۶ [a]	۵۲۰/۵۵ ±۷/۰۲ [a]	۵۱۱/۸۸ ±۵/۰۱ [b]	۴۸۳/۸۸ ±۱/۰۴ [c]
گلبول‌های سفید	۱۲/۳۵ ±۰/۲۰ [b]	۱۲/۳۰ ±۰/۰۳ [b]	۱۲/۵۹ ±۰/۰۶ [b]	۱۳/۵۸ ±۰/۲۲ [a]

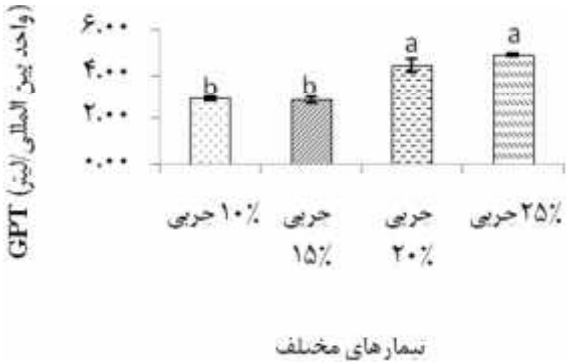
اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند، اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P<۰/۰۵).



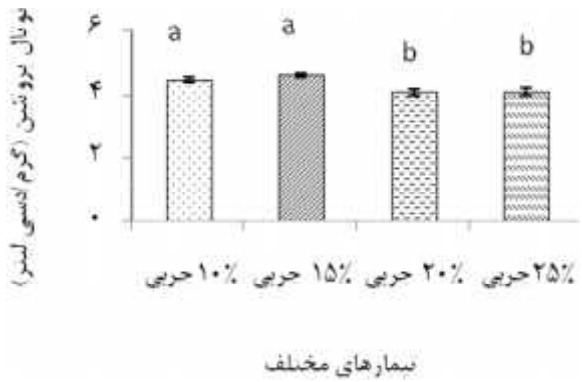
شکل ۱: نمودار مقایسه گلوکز در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲



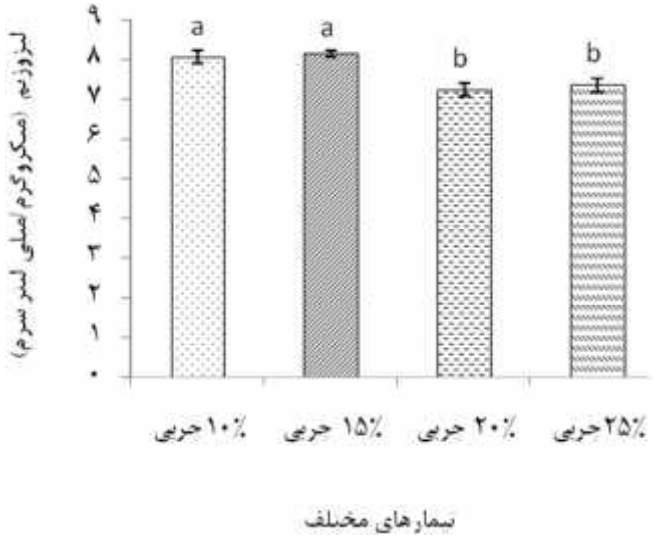
شکل ۲: مقایسه آنزیم کبدیGOT در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲



شکل ۳: مقایسه آنزیم کبدیGPT در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲



شکل ۴: مقایسه توتال پروتئین در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲



شکل ۵: مقایسه لیزوزیم در تاس‌ماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف چربی در پایان هفته ۱۲

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند، اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P<0/05$).

بحث

موفقیت‌های اقتصادی فرایند آبزی‌پروری وابسته به درک عمیق از زیست‌شناسی و رفتار تغذیه‌ای گونه مورد پرورش و مدیریت شرایط زیست‌محیطی چرخه تولید است (Staykov و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از اهداف اولیه آبزی‌پروری تولید گونه‌های مختلف آبزی برای تولید غذا و یا بازسازی ذخایر است. هدف اصلی مطالعات تغذیه‌ای، تبدیل غذای ماهی به گوشت در زمان کوتاه و به همراه سود و مزایای اقتصادی می‌باشد (Webster و lim، ۲۰۰۲). در بسیاری از مزارع پرورشی شرایط محیطی نامطلوب نظیر تغییرات در pH، پایین بودن اکسیژن محلول، نوسانات دمایی، افت کیفیت آب جهت پرورش و یا مشکلات مدیریتی شامل تغذیه ناکافی، تغذیه بیش از حد و تراکم خارج از استاندارد استرس‌هایی را بر ماهیان پرورشی ایجاد نموده که سبب تضعیف سیستم ایمنی شده و آن‌ها را در برابر بیماری‌ها مستعد می‌سازد (Winton، ۲۰۰۱).

پارامترهای خونی نشانه‌ای از وضعیت فیزیولوژیک موجود بوده و می‌تواند تحت تأثیر مواد غذایی خورده شده توسط آن جانور باشد. برطبق نتایج به‌دست آمده در بین تیمارهای مختلف، فاکتورهای خونی گلبول قرمز، گلبول سفید و هموگلوبین دارای اختلاف معنی‌دار بودند و جیره حاوی ۱۵ درصد چربی دارای بیش‌ترین مقدار گلبول قرمز و هموگلوبین و کم‌ترین مقدار گلبول سفید بود. در بررسی سطوح مختلف چربی جیره بر روی گربه‌ماهی‌کانالی توسط Yildirim-Aksoy و همکاران (۲۰۰۹) (*Ictalurus punctatus*) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از لحاظ فاکتورهای خونی فوق مشاهده نگردید که مغایر با نتایج این تحقیق بود. در ماهیان خاویاری همانند ماهیان استخوانی، افزایش سطح گلوکز سرم به‌عنوان شاخصی در پاسخ به استرس درنظر گرفته می‌شود (Bayunova و همکاران، ۲۰۰۲؛ Cataldi و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به نتایج کسب شده، پایین‌ترین میزان گلوکز در تیمار ۱۵٪ چربی مشاهده گردید. می‌توان اذعان نمود که جیره فوق اثرات مثبتی را در جلوگیری از استرس نشان می‌دهد. پروتئین کل یک پارامتر وابسته برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک ماهی است، بنابراین یک ابزار کمکی تشخیصی محسوب می‌شود. از سوئی می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای و سلامتی ماهیان را به تصویر کشاند (Svetina و همکاران، ۲۰۰۲). در تحقیق حاضر میزان پروتئین کل از تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها برخوردار بود و بیش‌ترین میزان پروتئین کل در تیمار ۱۵٪ چربی مشاهده شد و میزان آن، تحت تاثیر جیره غذایی قرار گرفت که بیان‌گر این است که پروتئین کل پلاسمای خون تحت تاثیر درصد چربی جیره می‌باشد. Rehulka و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که در قزل‌آلای رنگین‌کمان غلظت پروتئین کل بیش‌تر تحت تاثیر ترکیبات جیره بوده و با افزایش پروتئین جیره، افزایش می‌یابد و با سلامت ماهی رابطه نزدیکی دارد. در بررسی‌های صورت گرفته در کفشک‌ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) توسط Ye و همکاران (۲۰۱۱) میزان پروتئین کل تحت تاثیر جیره آزمایشی بود درحالی‌که در تحقیقات تقی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در فیل‌ماهی و حسینی فرد و همکاران (۱۳۹۲) در قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف معنی‌داری بین جیره‌های مورد بررسی تیمارهای مختلف از نظر پروتئین کل مشاهده نگردید و با نتیجه این تحقیق مغایرت داشت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جیره‌های مختلف چربی منجر به تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت‌های آنزیم‌های سرمی GOT و GPT گردید، به‌طوری‌که جیره حاوی ۱۵ درصد چربی میزان این فاکتورها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر مطلوب و مفید این سطح از چربی در جیره بر عملکرد فعالیت کبد باشد. چون میزان GOT و GPT به‌عنوان شاخص فعالیت کبد به‌کار می‌روند و جزء آنزیم‌های با اهمیت در بررسی وضعیت سلامتی ماهیان هستند (Racicot و همکاران، ۱۹۷۵). در بررسی‌های صورت گرفته در قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط حسینی‌فرد و همکاران (۱۳۹۲) میزان فعالیت‌های آنزیم‌های سرمی GOT و GPT تحت تاثیر جیره آزمایشی بود. به‌طورکلی آنزیم‌های سرمی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیولوژیک و محیطی قرار می‌گیرند. برای مثال نوع جیره غذایی، دمای آب، سن ماهی و شوری آب در میزان آنزیم‌های سرمی و فعالیت آن‌ها مؤثر است (غیاثی و همکاران ۱۳۸۹). براساس یافته‌های موجود در این بررسی و یافته‌های دیگر محققین مشاهده می‌شود که فاکتورهایی مانند عوامل محیطی (فصول سال، شوری، دوره نوری، درجه حرارت و تراکم)، عوامل فیزیولوژیکی (گونه آبزی، سیکل تولیدمثلی، وضعیت بلوغ، سن، جنس و شرایط تغذیه‌ای)، زمان نمونه‌گیری، چگونگی تهیه نمونه، دقت و حساسیت روش‌های اندازه‌گیری می‌توانند بر فعالیت پارامترهای بیوشیمیایی خون تأثیر بگذارند و باعث اختلاف در تفسیر نتایج شوند (Williams و Warner، ۱۹۷۶).

لیزوزیم یک آنزیم تجزیه‌کننده قوی موجود در خون و بافت‌های لنفوئید ماهیان است. این آنزیم دارای نقش زیادی در ایمنی ماهی بوده و یکی از مهم‌ترین فاکتورها در مقاومت طبیعی

ماهیان محسوب می‌شود (Magnadottir، ۲۰۰۶). لیزوزیم توسط نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها به‌داخل خون رها می‌گردد (Sakai، ۱۹۹۹). براساس نتایج به‌دست آمده، تیمارهایی که با سطوح مختلف چربی تغذیه شده بودند، تفاوت معنی‌داری را در میزان لیزوزیم نشان دادند. به‌طوری‌که حداقل لیزوزیم اندازه‌گیری شده در تیمار ۲۰ درصد چربی و حداکثر آن در تیمار ۱۵ درصد چربی مشاهده شد. در بررسیYildirim-Aksoy و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گربه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) مقدار لیزوزیم تحت تأثیر سطوح مختلف چربی جیره بود. برطبق مطالعات سطح فعالیت لیزوزیم در ماهیان خاویاری به نسبت ماهیان استخوانی کم‌تر به‌نظر می‌رسد (پورغلام و همکاران، ۱۳۹۳).

Okorie و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر متقابل پروتئین و انرژی بر شاخص‌های خونی و فاکتورهای رشد در گونه مارماهی ژاپنی طراحی و مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه آنان میزان GPT،GOT، هماتوکریت، هموگلوبین و گلوکز در ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۴۵ درصد پروتئین و ۱۹ مگاژول انرژی خام جیره به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

در مطالعه حاضر افزایش بهینه سطح چربی از ۱۰ به ۱۵٪ منجر به بهبود برخی از شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بچه تاس‌ماهی سیبری گردید. این امر احتمالاً نشان‌دهنده تاثیر مثبت انرژی در صرفه‌جویی پروتئین (Protein-Sparing) می‌باشد. این اثر مثبت در تاس‌ماهی ایرانی (Mohseni و همکاران، ۲۰۰۷)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Weatherup و همکاران، ۱۹۹۷)، ماهی آزاد قهوه‌ای (Arzel و همکاران، ۱۹۹۴) و ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Hillestad و همکاران، ۱۹۹۸) مشاهده و گزارش شده بود.

در این بررسی کارایی شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی، آنزیم‌های کبدی و سیستم ایمنی در بچه تاس‌ماهی سیبری احتمالاً به‌دلیل استرس اکسیداتیو (Oxidative Stress) تحریک شده با سطوح بالای چربی جیره جذب شده، آسیب دیده است، درصورتی‌که سطوح مناسب چربی (سطح ۱۵ درصد) اضافه شده به جیره موجب افزایش روند رشد، کارایی غذا، کاهش استرس و بهبود پاسخ‌های ایمنی در بچه تاس‌ماهی سیبری در پژوهش حاضر گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تیمار چربی ۱۵٪ می‌توان استناد کرد که این سطح از چربی در جیره تاس‌ماهی سیبری لازم بوده و سبب بهبود و تقویت بسیاری از شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه کسانی که در انجام این تحقیق یاری رساندند و هم‌چنین از ریاست و همکاران پرتلاش بخش تکثیر و پرورش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر به‌خاطر همکاری‌هایشان، خالصانه تشکر می‌گردد.

منابع

۱. **ابراهیمی، ع.؛ پوررضا، ج.؛ پاناماریوف، س. و.؛ کمالی، ا. و حسینی، ع.، ۱۳۸۳.** اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه‌ماهیان انگشت‌قد فیل‌ماهی (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۴۱ تا ۱۵۱.

۲. **ابراهیمی، ع. و زارع، پ.، ۱۳۹۰.** بررسی اثرات سطوح مختلف چربی جیره غذایی بر برخی شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی. نشریه شیلات. مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۴، شماره ۲، صفحات ۹۳ تا ۱۰۶.

۳. **احمدی‌فکجور. ح.؛ ارشادلنگرودی، ه. و طلوعی‌گیلانی، م. ح.، ۱۳۸۸.** مقایسه و تأثیر سطوح مختلف چربی‌های گیاهی و جانوری بر عملکرد رشد و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی فیل ماهی (*Huso huso*). مجله شیلات، سال ۳، شماره ۲، صفحات ۳۷ تا ۴۴.

۴. **تقی‌زاده، و.؛ ایمانپور، م.ر.؛ اسعدی، ر.؛ چمن‌آرا، و. و شربتی، س.، ۱۳۸۹.** تأثیر جایگزینی پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی روی شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون فیل‌ماهی جوان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۹، شماره ۴، صفحات ۳۳ تا ۴۲.

۵. **حسینی‌فرد س.م.؛ قبادی، ش.؛ خدابخش، ا. و رازقی منصور، م.، ۱۳۹۲.** تأثیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف آرد سویا همراه با مکمل آنزیمی آویزایم بر شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله دامپزشکی ایران. دوره ۹، شماره ۳، صفحات ۴۳ تا ۵۳.

۶. **عامری‌مهابادی، م.، ۱۳۷۸.** روش‌های آزمایشگاهی هماتولوژی دامپزشکی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۱۲۶صفحه.

۷. **غیاثی، ف.؛ میرزرگر،س.س.؛ سالارآملی، ج.؛ باهنر، ع. و ابراهیم‌زاده‌موسوی، ح.، ۱۳۸۹.** مطالعه پارامترهای خونی و بیوشیمی سرمی متعاقب مواجهه با (*Cyprinus carpio*) کپور

معمولی غلظت کم کادمیوم. مجله تحقیقات دامپزشکی دانشگاه تهران. دوره ۶۵، شماره ۱، صفحات ۶۱ تا۶۶.

۸. **پورغلام، ی.؛ خارا، ح. و محسنی، م.، ۱۳۹۳.** بررسی اثرات سطوح مختلف ویتامینC بر فاکتورهای خونی و ایمنی بچه تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری. جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۷۹ تا ۸۵.

9. **Abdel-Tawwab, M.; Khattab, Y.A.E.; Ahmad, M.H. and Shalaby, A.M.E., 2006.** Compensatory growth, feed utilization, whole body composition and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Journal of Applied Aquaculture. Vol. 18, pp: 17-36.
10. **Ai, Q.; Mai, K.; Li, H.; Zhang, C.; Zhang, L.; Duan, Q.; Tan, B.; Xu, W.; Ma, H., Zhang, W. and Liufu, Z., 2004**. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicas*. Aquaculture. Vol. 230, pp: 507-516.
11. **Arzel, J.; Mortinez Lopez, F.X.; Metailler, R.; Stephan, G.; Viau, M. and Guillaume, J., 1994.** Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. Aquaculture. Vol. 123, pp: 361-375.
12. **Bayunova, L.; Barannikova, I. and Semenkova, T., 2002.** Sturgeon stress reactions in aquaculture. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 18, pp: 397-404.
13. **Alvarez-González, C.A.; Civera-Cercedo, R.; Ortiz Galindo, J.L.; Dumas, S.; Moreno-Legorreta, M. and Grayeb-Del, A.T., 2001.** Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, Paralabrax maculatofasciatus, fed practical diets. Aquaculture. Vol. 194, pp: 151-159.
14. **Cataldi, E.; Di Marco, P.; Mandich, A. and Cataudella, S., 1998.** Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): effects of temperature and stress. Comparative Biochemistry and Physiology A. Vol. 121, pp: 351-354.
15. **Cho, C.Y. and Kaushik, S.J., 1990.** Nutritional energetic in fish protein and energy utilization in rainbow trout. 11th Symp. On Energy Metabolism of Farm Anim, EAAP publ. New York. pp: 469-501.
16. **De Silva, S.S.; Gunasekera, R.M. and Shim, K.F., 1991.** Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture. Vol. 95, pp: 305-318.
17. **De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995.** Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London. 319 p.
18. **Fu, S.J.; Xie, X.J.; Zhang, W.B. and Cao, Z.D., 2001.** The study on nutrition of *Silurus meridionalis*, fry. Aquaculture. Vol. 103, pp: 55-63.
19. **Feldman, B.F.; Zinkl, J.G. and Jain, N.C., 2000.** Schalms Veterinary Hematology. 5th ed. Lippincott Williams and Wilkins. pp: 1120-1124.
20. **Hillestad, J. and Austreng, A., 1998.** Long-term effects of dietary fat level and feeding rate on growth, feed utilization and carcass quality of Atlantic salmon. Aquacult. Nutr. Vol. 4, No. 2, pp: 89-97.
21. **Hung, S.S.O.; Storebakken, T.; Cui, Y.; Tian, L. and Einen, O., 1997.** High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture Nutrition. Vol. 3, pp: 281-286.
22. **Kim, L.O. and Lee, S.M., 2005.** Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. Aquaculture. Vol. 243, pp: 323- 329.
23. **Magnadottir, B., 2006.** Innate immunity of fish (overview). Fish and Shellfish Immunology. Vol. 20, No. 2, pp: 137-151.
24. **Mohseni, M.; Sajjadi, M. and Pourkazemi, M., 2007.** Growth performance and body composition of sub yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*, Borodin, 1987), fed different dietary protein and lipid levels. Journal of Applied Icthyology. Vol. 23, pp: 204-208.
25. **Mohseni, M.; Pourkazemi, M.; Hosseni, M.R.; Hassani, M.H. and Bai, S.C., 2013.** Effects of the dietary protein levels and the protein to energy ratio in sub-yearling Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. Aquaculture Research. Vol. 44, pp: 378-387.
26. **Okorie, O.E.; Kim, Y.C.; Lee, S.; Bae, J.Y.; Yoo, J.H.; Han, K. and Bai, S.C., 2007.** Reevaluation of the dietary protein requirements and optimum dietary protein to energy ratios in Japanese Eel *Anguilla japonica*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 38, pp: 418-426.
27. **Quinghui, A.I.; Mai, K.; Li, H.; Zhang, C.; Zhang, L.; Duan, Q.; Tan, B.; Zhang, W. and Liufu, Z., 2004.** Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicas*. Aquaculture. Vol. 230, pp: 507-516.
28. **Racicot, J.G.; Gaudet, M. and leray, C., 1975.** Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) with emphasis on their diagnostic use: study of CCl4 toxicity and a case of Aeromonas infection. Journal of Fish Biology. Vol. 7, pp: 825-835.
29. **Rehulka, J.; Minark, B.; Adamec, V. and Rehulka, E., 2005.** Investigation of physiological and pathological levels of total plasma protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Research. Vol. 36, pp: 22-32.
30. **Sakai, M., 1999.** Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture. Vol. 172, pp: 63-92.
31. **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. Vol. 36, pp: 39-43.
32. **Staykov, Y.; Spring, P.; Denev, S. and Sweetman, J., 2007.** Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International. Vol. 15, pp: 153-161.
33. **Svetina, A.; Matasin, Z.; Tofant, A.; Vucemilo, M. and Fijan, N., 2002.** Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. ActaVeterinaria Hungarica. Vol. 50, pp: 459-467.
34. **Watanabe, T., 2000.** Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 73, pp: 1-16.
35. **Weatherup, R.N.; Mc Cracken, K.J.; Foy, R.; Rice, D.; Mc Kendry, J.; Maris, R.J. and Hoey, R., 1997.** The effects of dietary fat on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 151, pp: 173-184.
36. **Webster, C.D. and Lim, C., 2002.** Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing. 418 P.
37. **Williams, R.W. and Warner, M.C., 1976.** Some observation on the stained blood cellular elements of *Ictalurus punctatus.* Journal of Fish Biology. Vol. 9, pp: 491-497
38. **Winfree, R.A. and Stinkney, R.R., 1981.** Effects of dietary protein and energy on growth feed conversion and body composition of *Tilapia aurea*. Journal of Nutr. Vol. 111, pp: 1001-1012.
39. **Winton, J.R., 2001.** Fish health management. In: Wedemeyer, G. (Ed). Fish hatchery management. 2nd edition. Bethesda, MD: American Fisheries Society. pp: 559-639.
40. **Ye, J.; Liu, X.; Wang, Z. and Wang, K., 2011.** Effect of partial fish meal replacement by soybean meal on the growth performance and biochemical indices of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture International. Vol. 19, pp: 143-153.
41. **Yildirim-Aksoy, M.; Lim, C.; Shelby, R. and Klesius, P.H., 2009.** Increasing Fish Oil Levels in Commercial Diets Influences Hematological and Immunological Responses of Channel Catfish, *Ictalurus punctatus.* Jornal of the World Aquaculture Society. Vol. 40, No. 1, pp: 74-86.