



تأثیر سطوح پروتئین و نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه فیل ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*)

میرحامد سیدحسینی^{۱*}، محمود محسنی^۲، حمیدرضا پورعلی^۱ و محمدعلی یزدانی ساداتی^۲

۱- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، ایران
۲- دکترای شیلات، استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، ایران

دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۵

* نویسنده مسئول مقاله: ۰۹۱۱۱۳۴۲۹۱۸، mirhamedhassani@yahoo.com

چکیده:

آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل (۴×۴) با ۴ سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد) هر یک با ۴ سطح کربوهیدرات به چربی (۱/۷، ۱/۴، ۱/۱ و ۰/۸) به مدت ۱۰۸ روز بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه فیل ماهی جوان (۸۹۱/۹±۳۳/۴ گرم) انجام شد. در پایان دوره آزمایش اختلاف معناداری در شاخصهای رشد (متوسط وزن و ضریب رشد ویژه) ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۳۵، ۴۰ و ۴۵٪ پروتئین مشاهده نشد ($P>0/05$). در سطوح یکسان پروتئین با کاهش نسبت کربوهیدرات به چربی از ۱/۷ به ۱/۱ کارایی رشد (وزن نهایی و ضریب رشد ویژه) و راندمان غذا دارای اختلاف آماری نبودند ($P>0/05$). بیشترین پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده از تیمارهای حاوی نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ و ۱/۴ مشاهده شد ($P<0/05$). همچنین بالاترین چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده از نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ مشاهده گردید ($P<0/05$). مقایسه تیمارهای ۱/۴ و ۱/۱ نشان داد ماهیان تغذیه شده از تیمار ۱/۴ از مقادیر بالاتر NPU (درصد پروتئین خالص جذب شده) نسبت به ماهیان تغذیه شده از تیمار ۱/۱ برخوردار بودند ($P<0/05$). براساس نتایج حاصل می‌توان اذعان کرد که جیره غذایی حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۲۶٪ کربوهیدرات و ۱۸٪ چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۴ جهت دستیابی به حداکثر رشد، در تغذیه فیل ماهی ۸۹۱ تا ۲۰۰۰ گرم نسبت به سایر تیمارها مطلوبتر می‌باشد.

کلید واژگان: فیل ماهی، پروتئین، نسبت کربوهیدرات به چربی، رشد، ترکیب لاشه.

مقدمه

کاهش ذخایر ماهیان خاویاری به دلایل مختلف از جمله صید غیرمجاز، تخریب زیستگاه‌های طبیعی تخم‌ریزی و آلودگی، آن‌ها را در فهرست گونه‌های در معرض خطر قرار داده است (Pourkazemi, 2006). از این رو نتایج تحقیقات بیانگر آن است که پرورش تمام دوره‌ای تاس- ماهیان تنها راه حفظ ذخایر ارزشمند شیلاتی است (محسنی و همکاران ۱۳۸۴).

با وجود توسعه پرورش ماهیان خاویاری در بسیاری نقاط جهان، اطلاعات درخصوص نیازهای غذایی تاس- ماهیان محدود است (Hung et al., 1989). هرچند تاکنون مطالعاتی چند درخصوص تغذیه و فیزیولوژی تغذیه گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان از جمله تاسماهی آدریاتیک (*Acipenser naccarii*) (Randel et al., 1992; Aggradi et al., 1993; Mckmzie et al., 1993, 1994, 1995, 1997) تاسماهی آتلانتیک (*Acipenser oxyrinchus*) (Mohler et al., 1996; Bardi et al., 1998; Kelly and Arnold, 1999) تاسماهی چینی (*Acipenser sinensis*) (Deng et al., 1999) تاس‌ماهی دریایچه‌ای (*Acipenser fulvescens*) (Gershanovich et al., 1999) and Kiseler, 1993; Papp et al., 1999) و نحوه تغذیه تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*) (Kaushik et al., 1991, 1994) تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Hung et al., 1987, 1989, 1993) بیوتکنیک پرورش گوشتی فیل‌ماهی در آب شیرین و شور (محسنی و همکاران ۱۳۸۲، پورعلی و همکاران ۱۳۸۸) و تعیین احتیاجات غذایی فیل‌ماهی (محسنی و همکاران ۱۳۸۵)، بررسی استفاده از روغن‌ها و پروتئین گیاهی در جیره غذایی (تقی-زاده و همکاران ۱۳۸۸، نیک‌زاد و همکاران ۱۳۸۸،

Hosseini et al., 2010)، تأثیر محرکها بر روند رشد و ترکیب لاشه (سوداگر و همکاران ۱۳۸۳) انجام شده است، درحال حاضر کاستیهای زیادی در زمینه تولید جیره استاندارد برای تغذیه ماهیان خاویاری وجود دارد. دستیابی به یک جیره غذایی مناسب از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی به عنوان یک پیش‌نیاز برای توسعه موفق صنعت آبزیان به شمار می‌رود (محسنی و همکاران ۱۳۸۴).

فیل‌ماهی از گونه‌های گوشتخوار است که به مقدار زیادی پروتئین در جیره نیاز دارد (Halver, 1989). پروتئینها مواد آلی‌اند که از کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن تشکیل یافته‌اند ولی اسیدهای آمینه بخش اساسی و اصلی پروتئینها می‌باشند.

در واقع ماهیان پروتئین را برای به دست آوردن اسیدهای آمینه مصرف می‌کنند (Ai et al., 2004). پروتئین اضافی جیره در فعالیتهای حرکتی ویژه (SDA) (Specific Dynamic Action) به عنوان منبع انرژی مصرف می‌شود و اضافه‌تر از آن به صورت نیتروژن دفع می‌گردد (Legrow and Beamish, 1986). همچنین افزایش پروتئین جیره منجر به افزایش هزینه تولید، افزایش آمونیاک در محیط پرورش به دلیل تجزیه آمینواسیدها (Kim and Lee, 2005) ، تنش در موجود زنده و در نهایت سبب کاهش روند رشد می‌گردد (Thoman et al., 1999). می‌توان گفت پروتئین یک ترکیب بسیار مهم در جیره غذایی است که تعیین احتیاجات پروتئینی اولین گام در رسیدن به یک غذای کم هزینه و مؤثر در رشد آبزیان است (Moore et al., 1988).

یک مشکل دیگر در مصرف بهینه پروتئین، سطوح انرژی جیره است. در واقع رشد و انجام اعمال متابولیک ماهی به مقدار و منابع تأمین کننده انرژی (پروتئین، چربی و کربوهیدرات) وابسته است. در صورتی که پروتئین جیره علاوه بر تأمین انرژی ماهی، تأمین کننده پروتئین بافت و

تأمین‌کننده رشد است. ولی اگر در جیره از منابع انرژی غیرپروتئینی استفاده شود بیشتر پروتئین صرف رشد و تأمین پروتئین بافت ماهی شده و منابع انرژی غیرپروتئینی صرف تأمین انرژی ماهی به منظور تأمین فعالیتهای حیاتی و متابولیک می‌گردد (Johnston et al., 2003).

در دهه‌های اخیر استفاده از عمل (Protein sparing) یعنی جایگزینی مواد انرژی‌زای غیرپروتئینی مانند کربوهیدراتها و چربیها که ارزانترند مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده از این مواد، بازده غذایی بالا رفته، رشد و نمو سریعتر شده و هزینه‌های پرورش ماهی کاهش می‌یابد (Bergot and Braque, 1993; Medale et al., 1991; Kim and Lee, 2005; Helland et al., 2008). هضم و متابولیسم کربوهیدرات در ماهیان گوشتخوار از جمله گونه‌های آزاد ماهیان (*Salmonidea*) و تاسماهیان (*Acipenseridae*) به دلیل فعالیت کم آنزیمهای هضم-کننده کربوهیدرات (آمیلاز)، کمبود رسپتورهای انسولین و پایین ماندن انسولین خون نسبت به سایر ماهیان علفخوار مانند کپورماهیان (*Cyprinidea*) پایین و محدود است (Hung et al., 1989) به نحوی که سطوح بالای کربوهیدرات قابل هضم (۳۱ درصد) به کار رفته در جیره غذایی در مورفولوژی و عملکرد کبد تاسماهی سبیری روند رشد ماهی کاد اتلانتیک (*Gaudus morhua*) (Rosenlund et al., 2004) تأثیر منفی داشت. از سوی دیگر افزایش چربی به حد نامعقول نیز در جیره موجب کاهش رشد در ماهی می‌گردد (Page and Andrew, 1973; Ali et al., 2007). نتایج مطالعات کوشیک و همکاران (۱۹۹۱) نشان می‌دهد، افزایش مقادیر بالای چربی به میزان ۳۵ درصد در جیره غذایی تاسماهی سبیری موجب کاهش قابلیت هضم چربی شده به طوری که چربی

هضم نشده در اندام‌ها حتی ماهیچه رسوب و موجب کاهش رشد و نمو می‌گردد، اما استفاده از منابع انرژی غیرپروتئینی در مقدار مناسب می‌تواند موجب شود تا پروتئین جیره کمتر به عنوان انرژی مصرف شده و بیشتر به مصرف رشد ماهی برسد (Morais et al., 2001; Grisdale – Helland et al., 2008). بنابراین استفاده از انرژی غیرپروتئینی در جیره ماهیان با توجه به معایب آن از جمله تولید ماهیان پرچرب و جلوگیری از مصرف سایر مواد مغذی (Winfree and Stickney, 1981) باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

در خصوص تأثیر سطوح مختلف کربوهیدرات به چربی در روند رشد فیل‌ماهیان پرورشی مطالعات اندکی انجام شده است. از این‌رو مطالعه حاضر به منظور تأثیر سطوح مختلف پروتئین با نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر روند رشد و ترکیب شیمیایی لاشه و با هدف دستیابی به سطح بهینه آن‌ها در جیره غذایی گونه فیل‌ماهی طراحی و اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

الف: تهیه ماهیان و نحوه پرورش

فیل‌ماهیان ابتدا با غذای خمیری شکل شامل پودر ماهی و درصدهای مختلف شیرونومید و گاماروس (جیره سازگاری) تغذیه شدند و بتدریج از میزان شیرونومید و گاماروس در جیره کاسته شد و به جای آن غذای کنسانتره به ماهیان داده شد. جیره سازگاری حاوی ۵۰ تا ۴۵ درصد پروتئین خام و ۱۵ تا ۱۸ درصد لیپید خام بود. بعد از اتمام دوره سازگاری تعداد ۷۲۰ عدد بچه فیل‌ماهی با وزن متوسط ۷۶۰ تا ۷۷۰ گرم عادت داده شده به غذای کنسانتره انتخاب و به طور تصادفی در ۴۸ دستگاه وان فایبرگلاس (قطر ۲۰۰ سانتیمتر، ۵۳ سانتیمتر ارتفاع و حجم آب ۲۰۰۰

اندازه‌گیری شد. سپس با در نظرگرفتن انرژی خام آزاد شده از سه منبع پروتئین، عصاره عاری از ازت و چربی به ترتیب برابر با ۵/۲، ۴/۱ و ۹/۵ کیلوکالری در گرم (NRC, 1991) ۱۶ جیره حاوی ۴ سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد)، هر یک با چهار سطح کربوهیدرات به چربی (۱/۷، ۱/۴، ۱/۱ و ۰/۸) فرمول‌بندی شد (جدول ۱).

برای ساخت غذا ابتدا ترکیبات جامد (آرد ماهی، کنجاله سویا، پودر گوشت، ملاس و غیره) با استفاده از آسیاب کاملاً به پودر تبدیل شدند. سپس نشاسته عمل‌آوری شده به آن‌ها اضافه و به مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه میکسر با یکدیگر مخلوط شدند. ابتدا نشاسته در دستگاه بن‌ماری روی سینیهای مشبک قرار گرفت و به مدت ۲ تا ۴ ساعت با بخار در دمای 60°C (Amani et al., 2004) حرارت داده شد. به مخلوط حاصل، ترکیبات کم حجم (نمک، ویتامین، ولین و لستین) با مقادیر ثابت اضافه شد. در مرحله بعد با افزودن روغن به مخلوط جدید و پس از هم زدن مجدد با استفاده از دستگاه پلت‌زن CPM گرانول‌هایی با قطر ۶ میلی‌متر تولید گردید و در دستگاه خشک‌کن به مدت ۲۴ ساعت در دمای 30°C خشک شدند. سپس جیره‌ها بسته‌بندی، شماره‌گذاری و در فریزر در دمای -20°C تا زمان مصرف نگهداری شدند. یک ساعت قبل از توزیع غذا، جیره‌ها از فریزر خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق وزن شد و در اختیار ماهیان قرار داده شد.

ج: آنالیز اجزاء، جیره غذایی و ترکیب بدن فیل ماهیان
آنالیز ترکیبات و مواد اولیه برای تهیه جیره‌های آزمایشی و بدن ماهیان با روشهای استاندارد جیره (AOAC 1995) انجام شد. نمونه‌های جیره‌ها و کل لاشه چرخ شده ماهیان در دمای 105°C به مدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با

لیتر) به تعداد ۱۵ عدد در هر وان ذخیره شدند. ماهیان به مدت ۲ هفته با شرایط پرورش سازگار شدند. سپس تعداد ۱۰ عدد ماهی با وزن متوسط ($33/4 \pm 891/9$) بدون دارا بودن اختلاف معنادار آماری در بین تیمارها نگهداری و پرورش داده شدند. ماهیان ۴ بار در روز (ساعت‌های ۲/۰۰-۲/۰۰، ۴/۰۰-۴/۰۰، ۸/۰۰-۸/۰۰) به صورت دستی و به میزان ۲ تا ۳ درصد وزن بدن با دست تغذیه شدند. ماهیان هر دو هفته یکبار به صورت انفرادی با استفاده از ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۱ گرم توزین می‌شدند و بر طبق بیوماس به دست آمده در هر وان جیره غذایی برای دو هفته آینده تنظیم می‌گردید.

لازم به ذکر است طی دوره پرورش میزان غذای خورده شده توسط ماهی به دقت مورد بررسی قرار گرفت. در بسیاری از موارد تمام غذا توسط ماهی مصرف می‌شد. در موارد نادر میزان غذای خورده نشده هر وان سیفون شد و درصد غذای خورده نشده محاسبه و در محاسبات اعمال - گردید. دمای آب طی دوره پرورش بین 19°C تا 23°C و اکسیژن محلول بین $7/24$ تا $7/93$ میلی‌گرم در لیتر بود. در پایان دوره آزمایش، ۳۰ درصد از جمعیت ماهیان (یک نمونه ۳ تایی از هر وان) جمع‌آوری و برای تعیین ترکیب تقریبی لاشه به آزمایشگاه ارسال گردید.

ب: جیره‌های غذایی و نحوه تهیه آن

از آرد ماهی (پودر کیلکا) عمل‌آوری شده در دمای پایین، کنجاله سویا و پودر گوشت به عنوان منبع پروتئین، روغن ذرت و روغن ماهی کیلکا به نسبت مساوی و از نشاسته عمل‌آوری شده آلمانی به عنوان منابع چربی و کربوهیدرات استفاده شد.

در ابتدا مقدار ماده خشک، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر و فیبر هر یک از اجزای غذایی

شاخص هپاتوسوماتیک $HSI = (\text{Liver weight} /$

$\text{bodyweight}) \times 100$

وزن کبد (گرم) = Liver weight

وزن بدن (گرم) = body weight

داده‌های اولیه در نرم‌افزار Excel به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره شدند. تمام اطلاعات و داده‌ها پس از ثبت در بانک اطلاعاتی با آنالیز واریانس یکطرفه و دو طرفه آزمون جداساز دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

طی دوره پرورش هیچ‌گونه تلفاتی مشاهده نشد. نتایج مربوط به آثار نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر رشد، مصرف غذا، شاخص هپاتوسوماتیک و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص (NPU) فیل ماهیان اوزان ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ گرم در جدول‌های ۲ تا ۵ نشان داده شده است.

داده‌های جدول ۲ بیانگر آن است با افزایش پروتئین در جیره از ۳۵ به ۴۵ درصد اختلاف معنادار آماری در مقادیر وزن نهایی و شاخص رشد ویژه مشاهده نشد ($P > 0.05$). در صورتی که ماهیان تغذیه شده از پروتئین ۴۵ درصد از مناسب‌ترین ضریب تبدیل غذا، شاخص بازده پروتئین برخوردار بودند که با ماهیان تغذیه شده با سطوح ۳۵، ۴۰ و ۵۰ پروتئین اختلاف معنادار آماری داشتند ($P < 0.05$). با افزایش پروتئین در جیره به ۵۰ درصد، شاخص‌های رشد (وزن ثانویه، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین) و ضریب تبدیل غذا به طور معناداری روند نزولی را نشان داد، هرچند مطلوب‌ترین شاخص هپاتوسوماتیک در بچه فیل ماهیان تغذیه شده از پروتئین ۵۰ درصد مشاهده گردید ($P < 0.05$).

اندازه‌گیری نیتروژن کل ($N \times 6/25$) با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰°C به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی اندازه‌گیری شد. انرژی موجود در جیره‌ها با استفاده از مقادیر ۵/۶۵ کیلوکالری برای هر گرم پروتئین، ۴/۱ کیلوکالری برای هر گرم کربوهیدرات و ۹/۴۵ کیلوکالری برای هر گرم چربی محاسبه شد (Kofi et al., 1992).

د: تعیین عوامل کمی و کیفی رشد و آنالیز آماری

با انجام زیست‌سنجیهای ۱۵ روزه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول وزن ماهیان و تشکیل بانک اطلاعاتی، شاخص‌های رشد، ضریب و کارایی غذا و شاخص هپاتوسوماتیک براساس فرمولهای زیر محاسبه گردید:

ضریب تبدیل غذا $F.C.R = F/(Wt-W0)$

مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی $F=$

میانگین بیوماس نهایی (گرم) $Wt=$

ضریب رشد ویژه $S.G.R = (\ln Wt - \ln W0) / t \times 100$

میانگین بیوماس اولیه (گرم) $W0=$

میانگین بیوماس نهایی (گرم) $Wt=$

دوره زمانی (روز) $T=$

کارایی غذا $FE = (Bwf - Bwi) \times 100 / TF$

متوسط وزن نهایی (گرم) $Bwf =$

متوسط وزن اولیه (گرم) $Bwi =$

مقدار غذای مصرفی $TF =$

نسبت بازده پروتئین $PER = (Bwf - Bwi) / \text{protein intake}$

متوسط وزن اولیه (گرم) $BWI =$

متوسط وزن نهایی (گرم) $BWF =$

کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم) $\text{Protein intake} =$

۱۰۰ × (پروتئین خورده شده / افزایش پروتئین بدن): $NPU =$

جدول ۱ اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی (n=2)

| جیره های غذایی | | | | | | | | | | | | | | | | | اجزای غذایی |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|-------------|
| ۱۶ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | | |
| ۴۸/۵ | ۴۴/۵ | ۴۰/۲ | ۳۵/۵ | ۴۹/۸ | ۴۴/۸ | ۴۰/۲ | ۳۵/۵ | ۴۹/۱ | ۴۴/۴ | ۴۰/۵ | ۳۶/۵ | ۴۹/۸ | ۴۴/۲ | ۳۹/۹ | ۳۶/۵ | آرد ماهی | |
| ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | پودر گوشت | |
| ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | ۳/۵ | پودر خون | |
| ۸ | ۸/۵ | ۹ | ۱۰ | ۸/۵ | ۹ | ۱۱ | ۱۱/۵ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۱/۵ | ۱۲/۵ | ۱۳/۵ | ۱۴ | نشاسته ذرت | |
| ۸ | ۸/۵ | ۹ | ۱۰ | ۸/۵ | ۹ | ۱۱ | ۱۱/۵ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۱/۵ | ۱۲/۵ | ۱۳/۵ | ۱۴ | نشاسته گندم | |
| ۱ | ۲ | ۲/۵ | ۳ | ۱/۵ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱/۵ | ۲ | ۳ | ۴ | مخمر | |
| ۹ | ۹/۵ | ۱۰/۵ | ۱۱/۵ | ۷/۵ | ۸ | ۸/۸ | ۹ | ۵/۳ | ۶ | ۶/۵ | ۷ | ۳/۵ | ۴/۸ | ۵/۸ | ۸/۵ | زوغن ماهی | |
| ۹ | ۹/۵ | ۱۰/۵ | ۱۱/۵ | ۷/۵ | ۸ | ۸/۸ | ۹ | ۵/۳ | ۶ | ۶/۵ | ۷ | ۳/۵ | ۴/۸ | ۵/۸ | ۶/۵ | زوغن ذرت | |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ملاس | |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | جاذب غذایی | |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | پرمیکس ویتامینی ^۱ | |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | پرمیکس معدنی ^۲ | |
| ۰ | ۱ | ۱/۸ | ۲ | ۰/۲ | ۲/۷ | ۰/۷ | ۳ | ۲/۸ | ۳/۱ | ۳ | ۳ | ۲/۲ | ۲/۷ | ۲ | ۲ | سلولز | |
| ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | جمع کل | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | نسبت (پروتئین: کربوهیدرات به چربی) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ۹/۲ | ۹ | ۸/۷ | ۸/۹ | ۹/۲ | ۸/۴ | ۸/۶ | ۸/۸ | ۹ | ۸/۹ | ۹/۴ | ۹/۱ | ۸/۲ | ۸/۶ | ۸/۹ | ۸/۵ | رطوبت (درصد) | |
| ۵۰/۰۸ | ۴۵/۱۵ | ۴۰/۲۲ | ۳۵/۱۴ | ۵۰/۰۸ | ۴۰/۱۵ | ۴۰/۲۲ | ۳۵/۲۹ | ۴۹/۸۷ | ۴۰/۱۵ | ۴۰/۲۲ | ۳۴/۹۴ | ۴۹/۰۶ | ۴۵/۰۱ | ۴۰/۲۲ | ۳۵/۲۹ | پروتئین (درصد) | |
| ۱۵/۳۷ | ۱۷/۵۴ | ۱۹/۶ | ۲۲/۱ | ۱۳/۹۵ | ۱۵/۸۷ | ۱۸/۶۶ | ۱۹/۹۷ | ۱۲/۵۴ | ۱۴/۶۹ | ۱۶/۵۷ | ۱۸/۳ | ۱۲/۳۵ | ۱۳/۶ | ۱۵/۲۴ | ۱۷/۱۲ | چربی (درصد) | |
| ۹/۳ | ۱۰/۴ | ۱۱/۴۴ | ۹/۴۵ | ۹/۳ | ۱۰/۵ | ۷/۸۸ | ۸/۴۳ | ۹/۳ | ۹/۰۵ | ۱۱/۲۴ | ۸/۶۱ | ۱۰/۶ | ۹/۲ | ۷/۹ | ۷/۳ | خاکستر (درصد) | |
| ۱۲/۵۵ | ۱۴/۱۸ | ۱۶/۰۹ | ۱۷/۸ | ۱۵/۶۹ | ۱۷/۵۱ | ۱۹/۹۵ | ۲۲/۰۴ | ۱۷/۵۳ | ۲۰/۸۸ | ۲۳/۵۴ | ۲۵/۷۲ | ۲۱/۰۳ | ۲۳/۳۲ | ۲۶/۱۱ | ۲۸/۶ | کربوهیدرات (درصد) | |
| ۱۶/۵۳ | ۱۶/۵۸ | ۱۶/۵۷ | ۱۶/۸۳ | ۱۷/۰۲ | ۱۶/۶۹ | ۱۶/۵۹ | ۱۷/۰۱ | ۱۷/۱۳ | ۱۶/۹ | ۱۶/۹۲ | ۱۶/۹۴ | ۱۷/۱۱ | ۱۶/۶۱ | ۱۶/۸۷ | ۱۷/۱۱ | انرژی (MJ/kg) | |

۱- ویتامین پرمیکس (برحسب IU یا mg/kg): د- ال- آلفا توکوفرول استات ۶۰ ای. یو، د- ال- کولکلسیفرول ۳۰۰۰ ای. یو.

۲- تیامین ۱۵ mg/kg، ریبوفلاوین ۳۰ mg/kg، پیرویدوکسین ۱۵ mg/kg، ویتامین B₁₂ ۰/۰۵ mg/kg، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ mg/kg، اسید فولیک ۱۷۵ mg/kg، اسید اسکوربیک ۵۰۰ mg/kg، اینوسیتول ۱۰۰۰ mg/kg، بیوتین ۲/۵ mg/kg، کلسیم پنتوتئات ۵۰ mg/kg، کولین کلراید ۲۰۰۰ mg/kg.

۳- پرمیکس معدنی (برحسب میلیگرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰٪، ۲/۱۵ g/kg، اکسید منیزیم ۱/۲۴ g/kg، سترات فریک ۰/۲ g/kg، یدید پتاسیم ۰/۴ mg/kg، سولفات روی ۰/۴ mg/kg، سولفات مس ۰/۳ g/kg، سولفات منگنز ۰/۳ g/kg، کلسیم فسفات دو ظرفیتی ۵ g/kg، سولفات کبالت ۲ mg/kg، سلنیت سدیم ۳ mg/kg، کلرید پتاسیم ۰/۹ g/kg، کلرید سدیم ۰/۴ g/kg.

تأثیر سطوح پروتئین و نسبت‌های مختلف کربوهیدرات ... سیدحسینی و همکاران

جدول ۲ مقایسه میانگین شاخصهای رشد بچه فیل ماهی (۸۰۰-۱۹۰۰ گرم) نسبت به اثر سطوح پروتئین و نسبتهای کربوهیدرات به چربی

| شاخص‌های میزان پروتئین و کربوهیدرات | W1 ^(۱) (gr) | W2 ^(۲) (gr) | FCR ^(۳) | SGR ^(۴) (%/day) | PER ^(۵) | HSI ^(۶) (%) |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| سطوح پروتئین | | | | | | |
| ۳۵ | ۹۱۱/۱±۲۳/۵ ^a | ۱۹۳۹/۲±۵۰/۰۳ ^{ab} | ۱/۷۶±۰/۰۴ ^a | ۰/۷۰۵±۰/۰۲ ^{ab} | ۰/۱۹۷±۰/۰۰ ^a | ۱/۸۷±۰/۰۱ ^b |
| ۴۰ | ۸۸۴/۳±۳۲/۱ ^a | ۱۸۸۳/۹±۶۷/۳ ^{ab} | ۱/۷۳±۰/۰۱ ^a | ۰/۷۰۵±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۲۰۶±۰/۰۱ ^a | ۱/۹۲±۰/۰۱ ^a |
| ۴۵ | ۸۸۹±۲۸/۷ ^a | ۱۹۹۱/۵±۴۲/۹ ^a | ۱/۵۵±۰/۰۴ ^b | ۰/۷۵±۰/۰۲ ^a | ۰/۲۲۶±۰/۰۱ ^b | ۱/۷۷±۰/۰۰۵ ^c |
| ۵۰ | ۸۸۳/۴±۳۱/۶ ^a | ۱۸۱۰/۳±۶۲/۲ ^b | ۱/۸۲±۰/۰۱ ^a | ۰/۶۶±۰/۰۳ ^b | ۰/۱۹۶±۰/۰۱ ^a | ۱/۶۶±۰/۰۴ ^b |
| سطوح کربوهیدرات | | | | | | |
| ۱/۷ | ۹۰۰/۳±۲۵/۵ ^a | ۱۸۹۹±۴۹/۲ ^a | ۱/۷۲±۰/۰۲ ^a | ۰/۷۲±۰/۰۱ ^a | ۰/۲±۰/۰۶ ^a | ۱/۸۶±۰/۰۰۵ ^b |
| ۱/۴ | ۸۸۶/۰۳±۲۰/۶ ^a | ۱۹۴۰±۳۷/۱ ^a | ۱/۶۷±۰/۰۱ ^a | ۰/۷۳±۰/۰۳ ^a | ۰/۲۱±۰/۰۳ ^a | ۱/۹±۰/۰۰۳ ^a |
| ۱/۱ | ۹۰۰/۶±۱۹/۸ ^a | ۱۹۷۳±۱۳/۱ ^a | ۱/۶۸±۰/۰۱ ^a | ۰/۷۲±۰/۰۱ ^a | ۰/۲۱±۰/۰۲ ^a | ۱/۷۲±۰/۰۱ ^d |
| ۰/۸ | ۸۷۱/۷±۱۵/۹ ^a | ۱۸۱۱/۸±۲۲/۳ ^a | ۱/۷۸±۰/۰۱ ^a | ۰/۶۸±۰/۰۱ ^b | ۰/۱۹۸±۰/۰۱ ^a | ۱/۷۴±۰/۰۰۳ ^c |
| اثر سطوح پروتئین | | | | | | |
| | ۰/۴۱۲ | ۰/۱۱۵ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۹۷ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۲ |
| اثر سطوح کربوهیدرات | | | | | | |
| | ۰/۲۱۷ | ۰/۱۷۷ | ۰/۴۸۲ | ۰/۳۳۴ | ۰/۵۰۲ | ۰/۰۰۱ |
| اثر متقابل پروتئین و کربوهیدرات | | | | | | |
| | ۰/۷۸۸ | ۰/۲۶۹ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۹۰ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۰۳ |

(۱) وزن اولیه (۲) وزن نهایی (۳) ضریب رشد ویژه (۴) ضریب تبدیل (۵) نسبت بازده پروتئین (۶) شاخص هپاتوسوماتیک

جدول ۳ مقایسه میانگین شاخصهای رشد بچه فیل ماهی (۸۰۰-۱۹۰۰ گرم) نسبت به اثر متقابل پروتئین و کربوهیدرات به چربی

| تیمار | W1 ^(۱) (gr) | W2 ^(۲) (gr) | FCR ^(۳) | SGR ^(۴) (% / day) | PER ^(۵) | HSI ^(۶) (%) |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| جیره ۱ (۳۵-۱/۷) | ۹۲۸/۵±۴۹/۳ ^a | ۲۰۶۵/۴±۰/۱/۱ ^{ab} | ۱/۶۸±۰/۰۱ ^{abcd} | ۰/۷۵±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۲±۰/۰۱ ^{bcd} | ۱/۷۲±۰/۰۰ ^j |
| جیره ۲ (۴۰-۱/۷) | ۹۰۱/۸±۱۴/۸ ^a | ۱۹۴۷/۷±۳۶/۲ ^{ab} | ۱/۶۶±۰/۰۲ ^{bcd} | ۰/۷۲±۰/۰۰ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۰ ^{abcd} | ۲/۴۱±۰/۰۰ ^a |
| جیره ۳ (۴۵-۱/۷) | ۸۹۰/۸±۲۳/۷ ^a | ۲۰۲۱/۵±۴۲/۳ ^{ab} | ۱/۳۹±۰/۰۱ ^d | ۰/۷۶±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۲۵±۰/۰۰ ^a | ۱/۵۸±۰/۰۰ ^o |
| جیره ۴ (۵۰-۱/۷) | ۸۸۰/۳±۶/۴ ^a | ۱۵۷۳/۱±۷/۹ ^c | ۲/۱۶±۰/۰۱ ^a | ۰/۵۴±۰/۰۰ ^c | ۰/۱۶۵±۰/۰۱ ^c | ۱/۸±۰/۰۰ ^h |
| جیره ۵ (۳۵-۱/۴) | ۸۹۶/۵±۴/۵ ^a | ۲۰۱۶/۶±۵/۱ ^{ab} | ۱/۶۴±۰/۰۰ ^{bcd} | ۰/۷۵±۰/۰۰ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۰ ^{abcd} | ۲/۲۸±۰/۰۰ ^b |
| جیره ۶ (۴۰-۱/۴) | ۸۹۰/۵±۹۵/۵ ^a | ۱۹۲۴/۴±۱۹۹/۹ ^{ab} | ۱/۶۸±۰/۰۱ ^{bcd} | ۰/۷۱±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۱ ^{abcd} | ۱/۶۸±۰/۰۰ ^m |
| جیره ۷ (۴۵-۱/۴) | ۸۹۰/۸±۴۶/۳ ^a | ۱۹۶۱/۶±۷۲/۱ ^{ab} | ۱/۶۷±۰/۰۱ ^{bcd} | ۰/۷۳±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۰ ^{abcd} | ۱/۹۳±۰/۰۰ ^c |
| جیره ۸ (۵۰-۱/۴) | ۸۶۶/۴±۳۶/۷ ^a | ۱۸۵۸/۸±۵۹/۳ ^{abc} | ۱/۷±۰/۰۰ ^{bcd} | ۰/۷۱±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۰ ^{abcd} | ۱/۷۲±۰/۰۰ ⁱ |
| جیره ۹ (۳۵-۱/۱) | ۹۵۲/۲±۲۴/۹ ^a | ۱۹۰۸/۵±۳۷/۵ ^{abc} | ۱/۸۹±۰/۰۴ ^{abc} | ۰/۶۵±۰/۰۰ ^{abc} | ۰/۱۸۵±۰/۰۰ ^{cde} | ۱/۶۵±۰/۰۰ ⁿ |
| جیره ۱۰ (۴۰-۱/۱) | ۸۷۳/۲±۲۰/۳ ^a | ۱۹۴۸/۱±۳۰/۷ ^{ab} | ۱/۵۹±۰/۰۲ ^{cd} | ۰/۷۵±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۲۵±۰/۰۳ ^{abc} | ۱/۸۵±۰/۰۰ ^e |
| جیره ۱۱ (۴۵-۱/۱) | ۸۹۲/۱±۱۳ ^a | ۲۰۸۷/۹±۲۴/۳ ^a | ۱/۵۱±۰/۰۱ ^{cd} | ۰/۷۹±۰/۰۱ ^a | ۰/۲۳±۰/۰۱ ^{ab} | ۱/۷±۰/۰۰ ^l |
| جیره ۱۲ (۵۰-۱/۱) | ۹۲۱±۲۵/۱ ^a | ۱۹۴۷/۶±۴۸/۵ ^{ab} | ۱/۷۵±۰/۰۳ ^{bcd} | ۰/۷±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۱۹±۰/۰۰ ^{bcd} | ۱/۷±۰/۰۰ ^k |
| جیره ۱۳ (۳۵-۰/۸) | ۸۶۷/۲±۵۰/۹ ^a | ۱۷۶۶/۴±۷۵/۷ ^{abc} | ۱/۸۳±۰/۰۱ ^{abc} | ۰/۶۶±۰/۰۲ ^{abc} | ۰/۱۹±۰/۰۱ ^{bcd} | ۱/۸۳±۰/۰۰ ^f |
| جیره ۱۴ (۴۰-۰/۸) | ۸۲۷±۱۰/۲ ^a | ۱۷۱۵/۵±۲۱۴/۹ ^{bc} | ۱/۹۹±۰/۰۳ ^{ab} | ۰/۶۳±۰/۰۱ ^{bc} | ۰/۱۸±۰/۰۳ ^{de} | ۱/۷۶±۰/۰۰ ^g |
| جیره ۱۵ (۴۵-۰/۸) | ۸۸۲/۲±۸۰/۶ ^a | ۱۹۰۳/۹±۱۵۹/۹ ^{abc} | ۱/۶۲±۰/۰۱ ^{bcd} | ۰/۷۱±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۱ ^{abcd} | ۱/۸۹±۰/۰۰ ^d |
| جیره ۱۶ (۵۰-۰/۸) | ۸۶۶±۷/۶ ^a | ۱۸۶۱/۵±۱۴۸/۸ ^{abc} | ۱/۷±۰/۰۱ ^{bcd} | ۰/۷±۰/۰۱ ^{ab} | ۰/۲۱±۰/۰۱ ^{abcd} | ۱/۵۱±۰/۰۰ ^p |

(۱) وزن اولیه (۲) وزن نهایی (۳) ضریب رشد ویژه (۴) ضریب تبدیل (۵) نسبت بازده پروتئین (۶) شاخص هپاتوسوماتیک

جدول ۴ مقایسه میانگین ترکیبات بدن بچه فیل ماهیان (۸۰۰-۱۹۰۰ گرم) نسبت به اثر سطوح پروتئین و نسبتهای کربوهیدرات به چربی

| شاخص‌های میزان پروتئین و کربوهیدرات | رطوبت % | پروتئین % | چربی % | خاکستر % | NPU % ^(۱) |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| سطوح پروتئین | | | | | |
| ۳۵ | ۸۰/۰۸ ± ۰/۶ ^b | ۱۷/۰۲ ± ۰/۵ ^b | ۶/۰۹ ± ۰/۴ ^{ab} | ۳/۶۸ ± ۰/۲ ^a | ۱۶/۶ ± ۱/۹ ^b |
| ۴۰ | ۸۰/۹ ± ۰/۴ ^a | ۱۸/۱ ± ۰/۳ ^a | ۵/۵۲ ± ۰/۶ ^b | ۴/۰۱ ± ۰/۱ ^a | ۲۰/۷ ± ۱/۳ ^a |
| ۴۵ | ۸۰/۱ ± ۰/۸ ^b | ۱۷/۰۲ ± ۰/۳ ^b | ۶/۳۲ ± ۰/۴ ^a | ۳/۶۱ ± ۰/۲ ^a | ۱۶/۱ ± ۱/۳ ^b |
| ۵۰ | ۸۰/۷ ± ۰/۵ ^{ab} | ۱۷/۱۶ ± ۰/۳ ^b | ۶/۳۷ ± ۰/۵ ^a | ۳/۳۶ ± ۰/۳ ^a | ۱۷/۳ ± ۰/۷ ^b |
| سطوح کربوهیدرات | | | | | |
| ۱/۷ | ۸۰/۶ ± ۰/۳ ^{ab} | ۱۶/۹۶ ± ۰/۴ ^b | ۶/۲۹ ± ۰/۲ ^{ab} | ۳/۵۳ ± ۰/۲ ^a | ۱۶/۱ ± ۱/۴ ^b |
| ۱/۴ | ۸۰/۱۹ ± ۰/۷ ^b | ۱۷/۷۷ ± ۰/۴ ^a | ۶/۰۳ ± ۰/۴ ^b | ۳/۷۵ ± ۰/۲ ^a | ۱۹/۵ ± ۱/۹ ^a |
| ۱/۱ | ۸۰/۸۵ ± ۰/۸ ^a | ۱۶/۸۵ ± ۰/۳ ^b | ۵/۰۹ ± ۰/۵ ^c | ۳/۷۴ ± ۰/۲ ^a | ۱۵/۶ ± ۰/۹ ^b |
| ۰/۸ | ۸۰/۱۴ ± ۰/۴ ^b | ۱۷/۷۲ ± ۰/۲ ^a | ۶/۸۸ ± ۰/۴ ^a | ۳/۹۲ ± ۰/۳ ^a | ۱۹/۵ ± ۰/۸ ^a |
| اثر سطوح پروتئین | | | | | |
| | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۵۴ | ۰/۴۲۲ | ۰/۰۵ |
| اثر سطوح کربوهیدرات | | | | | |
| | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۴۶ | ۰/۴۵ | ۰/۰۵ |
| اثر متقابل پروتئین و کربوهیدرات | | | | | |
| | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ | ۰/۲۵ | ۰/۴ | ۰/۰۵ |

(۱) بهره‌برداری از پروتئین خالص

جدول ۵ مقایسه ترکیبات بدن بچه فیل ماهیان (۸۰۰-۱۹۰۰ گرم) نسبت به اثر متقابل پروتئین و کربوهیدرات به چربی

| تیمار | رطوبت % | پروتئین % | چربی % | خاکستر % | % NPU |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| جیره ۱ (۱/۷-۳۵) | ۸۰/۱۳ ± ۰/۱ ^{bc} | ۱۵/۶۱ ± ۰/۱ ^f | ۶/۶۷ ± ۰/۱ ^{abc} | ۳/۱۵ ± ۰/۰۳ ^b | ۱۰/۵ ± ۰/۹ ⁱ |
| جیره ۲ (۱/۷-۴۰) | ۸۱/۲۶ ± ۰/۱ ^{ab} | ۱۸/۰۱ ± ۰/۱ ^{abc} | ۵/۴۲ ± ۰/۱ ^{cdef} | ۴/۰۱ ± ۰/۱ ^{ab} | ۲۰/۳ ± ۰/۶ ^{cd} |
| جیره ۳ (۱/۷-۴۵) | ۸۱/۴ ± ۰/۳ ^{ab} | ۱۶/۹ ± ۰/۳ ^{bcdef} | ۶/۴۲ ± ۰/۳ ^{abcde} | ۳/۰۲ ± ۰/۳ ^b | ۱۵/۶ ± ۰/۵ ^{efgh} |
| جیره ۴ (۱/۷-۵۰) | ۷۹/۶۷ ± ۰/۷ ^c | ۱۷/۳ ± ۰/۷ ^{bcde} | ۶/۶۷ ± ۰/۳ ^{abc} | ۳/۹۴ ± ۰/۴ ^{ab} | ۱۸/۱ ± ۱/۵ ^{cdef} |
| جیره ۵ (۱/۴-۳۵) | ۷۷/۳۲ ± ۰/۴ ^d | ۱۸/۲۹ ± ۰/۴ ^{ab} | ۷/۰۱ ± ۰/۴ ^{ab} | ۴/۱۴ ± ۰/۰۲ ^{ab} | ۲۶/۱ ± ۱/۰۳ ^b |
| جیره ۶ (۱/۴-۴۰) | ۸۰/۶۶ ± ۰/۱ ^{bc} | ۱۹/۲ ± ۰/۱ ^a | ۵/۱۲ ± ۰/۱ ^{bcd} | ۳/۷۱ ± ۰/۰۱ ^{ab} | ۲۶/۱ ± ۰/۵ ^b |
| جیره ۷ (۱/۴-۴۵) | ۸۲/۴۴ ± ۰/۳ ^a | ۱۶/۴۶ ± ۰/۳ ^{def} | ۴/۸ ± ۰/۳ ^{fg} | ۳/۴۱ ± ۰/۳ ^{ab} | ۱۲/۹ ± ۰/۵ ^{hi} |
| جیره ۸ (۱/۴-۵۰) | ۸۰/۳۵ ± ۰/۷ ^{bc} | ۱۷/۱ ± ۰/۷ ^{bcde} | ۷/۲ ± ۰/۷ ^{ab} | ۳/۷۶ ± ۰/۷ ^{ab} | ۱۷ ± ۱/۵ ^{efg} |
| جیره ۹ (۱/۱-۳۵) | ۸۱/۳۷ ± ۰/۱ ^{ab} | ۱۶/۰۶ ± ۰/۱ ^{ef} | ۴/۸۷ ± ۰/۱ ^{eg} | ۳/۴۶ ± ۰/۱ ^{ab} | ۱۳/۳ ± ۰/۹ ^{hi} |
| جیره ۱۰ (۱/۱-۴۰) | ۸۲/۳ ± ۰/۱ ^a | ۱۷/۷۶ ± ۰/۱ ^{bcd} | ۳/۶۲ ± ۰/۱ ^g | ۳/۸۴ ± ۰/۰۲ ^{ab} | ۱۹ ± ۰/۷ ^{bcde} |
| جیره ۱۱ (۱/۱-۴۵) | ۷۷/۴ ± ۰/۳ ^b | ۱۶/۶۶ ± ۰/۳ ^{cdef} | ۶/۸۲ ± ۰/۷ ^{abc} | ۴/۰۲ ± ۰/۳ ^{ab} | ۱۴/۲ ± ۰/۵ ^{gh} |
| جیره ۱۲ (۱/۱-۵۰) | ۸۲/۳۵ ± ۰/۷ ^a | ۱۶/۹ ± ۰/۷ ^{bcdef} | ۵/۱ ± ۰/۷ ^{ef} | ۳/۶۶ ± ۰/۷ ^{ab} | ۱۵/۹ ± ۱/۵ ^{efgh} |
| جیره ۱۳ (۰/۸-۳۵) | ۸۱/۴۸ ± ۰/۴ ^{ab} | ۱۸/۰۹ ± ۰/۴ ^{abc} | ۵/۸ ± ۰/۴ ^{bcdef} | ۳/۹۹ ± ۰/۴ ^{ab} | ۲۰/۸ ± ۱/۱ ^{bc} |
| جیره ۱۴ (۰/۸-۴۰) | ۷۹/۴ ± ۰/۱ ^c | ۱۷/۴۶ ± ۰/۱ ^{bcde} | ۷/۹۲ ± ۰/۱ ^a | ۴/۵ ± ۰/۱ ^a | ۱۷/۴ ± ۰/۷ ^{defg} |
| جیره ۱۵ (۰/۸-۴۵) | ۷۹/۲۴ ± ۰/۳ ^c | ۱۸/۰۱ ± ۰/۳ ^{abc} | ۷/۲۲ ± ۰/۷ ^{ab} | ۴/۰۱ ± ۰/۳ ^{ab} | ۲۱/۶ ± ۰/۴ ^b |
| جیره ۱۶ (۰/۸-۵۰) | ۸۰/۴۳ ± ۰/۷ ^{bc} | ۱۷/۳۱ ± ۰/۷ ^{bcde} | ۶/۵۷ ± ۰/۷ ^{abcd} | ۳/۱۶ ± ۰/۷ ^b | ۱۸/۱ ± ۱/۵ ^{cdef} |

با توجه به هزینه تولید، روند رشد، کیفیت لاشه و همچنین نبود اختلاف معنادار آماری بین جیره‌های ۱۱ (۱/۱) ۴۵:، ۱ (۱/۷: ۳۵)، ۵ (۱/۴: ۳۵) و ۹ (۱/۱: ۳۵) می‌توان اذعان کرد جیره محتوی ۳۵ درصد پروتئین، ۱۸ درصد چربی و ۲۶ درصد کربوهیدرات با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۴ نسبت به سایر تیمارها از ارجحیت مطلوب‌تری برخوردار است.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش پروتئین جیره به میزان ۴۵ درصد، شاخص‌های وزن ثانویه، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و ضریب تبدیل به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافتند ($P < 0/05$). نتایج فوق با تحقیقات Hung و Deng (۲۰۰۲) و Lovell (۱۹۸۸) در گونه‌های تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) همخوانی دارد. از سوی دیگر نتایج بیانگر آن بود که با اضافه کردن پروتئین به میزان ۵۰ درصد شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذا به طور معناداری روند نزولی را نشان داد ($P < 0/05$). نتایج فوق با مطالعات Brendan و همکاران (۱۹۸۸) در گونه تاسماهی سفید همخوانی دارد. آن‌ها اذعان داشتند افزایش پروتئین جیره غذایی تا حد معینی (۴۰ تا ۴۲ درصد) منجر به افزایش کارایی غذا و رشد می‌گردد ولی اضافه کردن پروتئین بیش از این مقدار منجر به کاهش روند رشد در گونه مذکور خواهد شد. احتمالاً افزایش پروتئین در جیره غذایی به میزان بیش از نیاز ماهی، بدن را با مشکل تجزیه اسید آمینه‌های آزاد ناشی از هضم پروتئین، مواجه می‌کند. با بالا رفتن سطح پروتئین در جیره، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده اسیدهای آمینه در کبد ماهی افزایش پیدا کرده تا بتواند اسیدهای آمینه اضافی

افزایش یا کاهش نسبت‌های کربوهیدرات به چربی در جدول ۱ تأثیری بر شاخص‌های وزن ثانویه، ضریب تبدیل غذا، نسبت بازده پروتئین و کارایی غذا نداشت، اما با افزایش چربی و کاهش کربوهیدرات (نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۴ و ۱/۱) شاخص‌های فوق به طور نسبی بهبود یافتند ($P > 0/05$). از سوی دیگر در نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ شاخص‌های مذکور به طور نسبی روند نزولی ($P > 0/05$) و شاخص رشد ویژه به طور معناداری روند نزولی را نشان داد ($P < 0/05$).

داده‌های ارائه شده در جدول ۴ بیانگر تأثیر معنادار سطوح مختلف پروتئین بر رطوبت، پروتئین و چربی نهایی لاشه بود ($P < 0/05$). بیشترین میزان پروتئین، رطوبت و درصد بهره‌برداری از پروتئین خالص (NPU) در ماهیان تغذیه شده از تیمار غذایی ۰/۴۰ پروتئین مشاهده گردید که با سایر تیمارهای به کار رفته در جیره غذایی اختلاف معنادار آماری را نشان داد ($P < 0/05$) ولی افزایش پروتئین جیره، موجب افزایش یا کاهش چربی بدن ماهیان نگردید و بر مقادیر عددی خاکستر بی‌تأثیر بود ($P > 0/05$).

کاهش نسبت کربوهیدرات به چربی (افزایش چربی و کاهش کربوهیدرات) به استثنای تیمار ۱/۱ بر رطوبت لاشه تأثیر نداشت، ولی بالاترین میزان رطوبت در لاشه ماهیانی مشاهده شد که از تیمار ۱/۱ تغذیه کرده بودند. بیشترین درصد پروتئین بدن و درصد استفاده از پروتئین خالص (NPU) در ماهیان تغذیه شده با نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ و ۱/۴ مشاهده شد که با ماهیان تغذیه شده از تیمار ۱/۱ و ۱/۷ دارای اختلاف معنادار آماری بود. از سوی دیگر بیشترین میزان چربی بدن در ماهیان تغذیه شده از تیمار ۰/۸ مشاهده گردید که با سایر تیمارها اختلاف معنادار آماری داشت ($P < 0/05$).

تحقیقات Hung و همکاران (۱۹۸۹) نشان داد، توانایی تاس‌ماهیان در مصرف منابع کربوهیدرات بسته به گونه با یکدیگر تفاوت دارد. به نحوی که تاس‌ماهی سفید D- گلوکز را به دلیل جذب بهتر در لایه Brush border روده بهتر از دکسترین و نشاسته خام ذرت مصرف می‌کند (Lin). (Lin et al., 1997) با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اذعان کرد فیل‌ماهی برخلاف سایر ماهیان گوشتخوار و سردآبی توانایی بیشتری در تغذیه از کربوهیدرات‌ها دارد، ولی به نظر می‌رسد در مقایسه با تاس‌ماهی سفید، حد استفاده و قابلیت هضم چربی در این گونه پایین‌تر است (۲۲ درصد در مقایسه با ۳۵ درصد چربی).

با توجه به روند رشد مطلوب در تیمارهای غذایی حاوی ۳۵ درصد پروتئین، ۲۰ تا ۲۶ درصد کربوهیدرات و ۱۵ تا ۱۸ درصد چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ تا ۱/۷ و عدم اختلاف معنادار آماری آن با سایر تیمارها و با توجه به پایین بودن هزینه تولید می‌توان اذعان کرد اثر Protein sparing (صرفه‌جویی در مصرف پروتئین جیره) کربوهیدرات‌ها و چربی در پژوهش حاضر به خوبی اعمال شده است که با نتایج Seenappa و همکاران (۱۹۹۵) در ماهی کاتلا *Catla catla*، Wilson و Poe (۱۹۸۷) در گربه‌ماهی کانال *Ictalurus punctatus* و Hilton و همکاران (۱۹۸۲) در قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* تغذیه‌شده با سطوح بالای کربوهیدرات و نتایج Cho و Kaushik (۱۹۹۰) در قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss*، Oliva-Teles و Peres (۱۹۹۹) در انگشت قد سی‌باس اروپایی *Dicentrarchus labrax L* و Refstie و همکاران (۲۰۰۰) در ماهی آزاد آتلانتیک *Salmo salar* تغذیه شده با سطوح بالای چربی جیره هماهنگی دارد.

را اکسید کنند. اکسید کردن اسیدهای آمینه و دفع ازت ناشی از آمین‌زدایی مستلزم مصرف انرژی زیادی می‌باشد. این امر باعث کاهش کارایی پروتئین، انرژی و در نهایت کاهش روند رشد می‌شود (Kim and Kaushik, 1994).

تحقیق حاضر نشان داد افزایش مقادیر کربوهیدرات به حد ماکزیمم در جیره غذایی (نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷) موجب کاهش وزن، نسبت بازده پروتئین یا بازده غذا (ضریب تبدیل و کارایی غذا) نمی‌گردد ($P > 0.05$). همچنین نتایج شاخص‌های کمی و کیفی روند رشد ماهیان طی دوره پرورش، نشان داد افزایش چربی و کاهش مقادیر کربوهیدرات جیره (نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸) تنها موجب کاهش ضریب رشد ویژه گردید ($P \leq 0.05$). احتمالاً کاهش وزن در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای چربی (۲۲ تا ۲۵ درصد) به دلیل مازاد انرژی تولید شده و سیراب شدن ماهی از انرژی است (Daniel and Robinson, 1986). بنابراین می‌توان اذعان کرد فیل‌ماهی می‌تواند از دو منبع انرژی‌زای غیرپروتئینی (کربوهیدرات و چربی) جهت تغذیه و رشد بهره‌گیرد، هرچند از توانایی بیشتری در استفاده از کربوهیدرات جیره نسبت به چربی برخوردار است. نتایج تحقیقات Medale و همکاران (۱۹۹۱) درخصوص تاس‌ماهی سیبری *A.baeri* نشان داد افزایش لیبید از یک سو در جیره غذایی موجب کاهش قابلیت هضم لیبید و روند رشد و از سوی دیگر همانند سایر گونه‌های گوشتخوار توانایی کمی در هضم و جذب نشاسته از خود نشان می‌دهد. ولی با توجه به نتایج دستاوردهای پژوهش حاضر، فرضیه دوم Medale و همکاران (۱۹۹۱) (توانایی اندک ماهیان خاویاری در استفاده از کربوهیدرات به عنوان یک منبع انرژی غیرپروتئینی در مقایسه با چربی) حداقل در فیل‌ماهی، *Huso huso* مورد تردید قرار می‌گیرد.

شده از تیمار حاوی نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ مشاهده گردید که اختلاف معنادار آماری را با ماهیان تغذیه‌شده با تیمار ۱/۴ نشان نداد ($P > 0/05$). بیشترین میزان چربی لاشه در ماهیان تغذیه‌شده از تیمار ۰/۸ مشاهده گردید که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنادار آماری بود ($P > 0/05$). نتایج مطالعات Dias و همکاران در سال ۱۹۹۸ بیانگر آن بود که افزایش چربی در جیره غذایی فراتر از ۱۹-۱۸ درصد، مصرف پروتئین را در ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) بهبود داده و در نتیجه باعث افزایش ابقای پروتئین در لاشه و درصد بهره‌برداری از پروتئین خالص می‌شود.

شاخص‌های وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۳۵ و ۴۵ درصد دارای اختلاف معنادار آماری نبود. باید به این نکته توجه داشت که در پرورش گوشتی تاس‌ماهیان ملاک عمل برای پرورش دهنده افزایش وزن نهایی و سرعت رشد است، علاوه بر آن که باید ضریب تبدیل غذا و هزینه غذا را در نظر گیرد. در سطح پروتئین ۴۵ درصد ضریب تبدیل غذا $1/04 \pm 1/55$ و در سطح پروتئین ۳۵ درصد ضریب تبدیل غذا $1/04 \pm 1/76$ بود. این در حالی است که ۷۰ درصد پروتئین مورد نیاز تاس‌ماهیان از پودر ماهی تأمین می‌گردد که در حال حاضر بین ۲۸۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰ ریال قیمت دارد. قیمت جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین ۲۱۰۰۰ ریال و قیمت جیره با ۴۵ درصد پروتئین حدود ۲۵۰۰۰ ریال می‌باشد. با توجه به معادله ذیل مشخص می‌شود که از لحاظ قیمت پروتئین ۳۵ درصد با ضریب تبدیل غذایی از ۱/۷۶ از لحاظ قیمت تمام شده بر پروتئین ۴۵ درصد یا ضریب تبدیل غذایی ۱/۵۵ برتری دارد و صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای نصیب پرورش دهنده در تناژ بالای تولید می‌دهد.

با افزایش پروتئین در جیره غذایی از سطح ۴۰ درصد به سطوح بالاتر، پروتئین لاشه و درصد استفاده از پروتئین خالص (NPU) روند نزولی و چربی لاشه به طور معناداری روند صعودی را نشان دادند ($P < 0/05$). نتایج مذکور با نتایج Brendan و همکاران (۱۹۸۹) در گونه تاسماهی سفید *A. transmontanus* و Dias و همکاران در گونه سی‌باس اروپایی *Dicentrarchus labrax* L هم‌هنگی دارد و هم‌خوانی دارد که در آن افزایش پروتئین در جیره غذایی موجب تولید انرژی و اسیدآمین‌های اضافی مازاد نیاز ماهی گردید و به تبع آن بر کیفیت لاشه تأثیر منفی (چربی بیشتر) گذاشته بود.

در مطالعه حاضر رابطه مستقیمی میان سطوح کربوهیدرات جیره غذایی و چربی لاشه مشاهده گردید که با نتایج Brauge و همکاران (۱۹۹۵)، Kaushik و همکاران (۱۹۹۱) به ترتیب درخصوص قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* و تاس‌ماهی سبیری *Acipenser baerii* هم‌هنگی دارد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری درخصوص درصد استفاده از پروتئین خالص (NPU) (جدول ۵) و مقایسه تیمارهای ۱ (۳۵: ۱/۷) و ۹ (۳۵: ۱/۱) و ۵ (۳۵: ۱/۴) نشان می‌دهد ترکیب بیوشیمیایی ماهیان تغذیه شده از تیمار ۵ با نسبت پروتئین به کربوهیدرات به چربی (۳۵: ۱/۴) نسبت به سایر تیمارهای به کار رفته در آزمایش از کیفیت مطلوب‌تری برخوردار بودند ($P < 0/05$) که با تیمارهای حاوی چربی زیاد و کربوهیدرات پایین (تیمارهای ۱۳ و ۱۴) (۳۵: ۰/۸) و (۴۰: ۰/۸) تفاوت معنادار آماری نداشت ($P > 0/05$). با کاهش نسبت کربوهیدرات به چربی (به استثنای تیمار ۱/۱) میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص افزایش یافت و بیشترین مقادیر پروتئین لاشه و درصد بهره‌برداری از پروتئین خالص (NPU) در ماهیان تغذیه

ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, 230: 507-516.

Ali, A., Al-Ogaily, S.M., Al-Asgah, N. A., Goddard, J.S., Ahmed, S.I. 2007. Effect of feeding different protein to energy (P/ E) ratios on the growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of applied ichthyology*, 24: 31-37.

Amani, G. N., Kamenan, A., Sabate, R. A., Colonna, P. 2004. Stability of yam starch gels during processing. *African journal biotechnology*, 4: 94-101.

Bardi, R. W. Jr., Chaoman, F. A., Barrows, F. T. 1998. Feeding trails with hatchery-produced Gulf of Mexico sturgeon larvae. *Progressive fish-culturist*, 60: 25-31.

Bergot, F., Breque, J. 1983. Digestibility of starch by rainbow trout: Effect physical state of starch and the intake level. *Aquaculture*, 34: 203-212.

Brauge, C., Corraze, G., Medale, F. 1995. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, nitrogen excretion and plasma glucose levels in rainbow trout reared at 8 or 18 c. *Reprod. Nutr. Dev.*, 35: 277-279.

Brendan, J., Hung, S. S. O., Mederano, J. 1988. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 71: 235-245.

Cho, C. Y., Kaushik, S. J. 1990. Nutritional energetic in fish: energy and protein utilization in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *World review of nutrition and dietetics*, 61: 132-172.

Daniel, W.H., Robinson, E. H. 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 53: 443-252.

Deng, X., Cui, Y., Hung, S. S. O. 1998a. Initial trails with feeding of Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* larvae on artificial diet. *Acta hydrobiologica sinica*, 22: 189-191.

۳۵۲۰۰۰۰۰ = ۱/۷۶ ضریب تبدیل غذا × ۲۰۰۰۰ ریال قیمت هر کیلو

گرم غذا × ۱۰۰۰۰ کیلوگرم غذا

۳۸۷۵۰۰۰۰۰ = ۱/۵۵ ضریب تبدیل غذا × ۲۵۰۰۰ ریال قیمت هر کیلو

گرم غذا × ۱۰۰۰۰ کیلوگرم غذا

با توجه به نتایج فوق می‌توان اذعان کرد که کربوهیدرات به کار رفته در جیره غذایی نیز همانند چربی می‌تواند مصرف پروتئین را در فیل ماهی جوان پرورشی بهبود بخشد. همچنین با توجه به روند رشد و کیفیت لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مختلف می‌توان اذعان کرد که جیره غذایی حاوی ۳۵ درصد پروتئین خام با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۴ (حاوی ۲۶ درصد کربوهیدرات، ۱۸ درصد چربی) جهت تغذیه فیل ماهی جوان پرورشی اوزان ۸۹۱ تا ۲۰۰۰ گرم مناسب می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان به انجام رسید. نگارندگان کمال تشکر را از آقای دکتر محمد پورکاظمی ریاست وقت مؤسسه دارند. همچنین مراتب سپاسگزاری خود را از کلیه همکاران که به نوعی در انجام پروژه ما را یاری نمودند، خصوصاً آقای مهندس فریبرز جمال‌زاد، سرکار خانم مهندس صالح‌پور و مهندس هوشنگ یگانه ابراز می‌دارند.

منابع

- Agardi, E., Abrami, G., Serrini, G., McKenzie, D., Bolis, C., Bronzi, P. 1993. The role of n-3 fatty acid and vitamin E supplements in growth on sturgeon *Acipenser naccarii*. *Comparative biochemistry and physiology*, 105A: 187-195.
- Ai, Q., Mai, K., Li, H., Zhang, C., Zhang, L., Duan, Q., Tan, B., Zhang, W., Liufu, Z. 2004. Effects of dietary protein to energy

- Johnston, D. J., Calvert, K. A., Crear, C. G., Carter, C. G. 2003. Dietary carbohydrate / lipid ratios and nutritional condition in juvenile southern rock lobster *Jasus edwardsii*. *Aquaculture*, 220: 667-682.
- Kaushik, S. J., Breque, J., Blanc, D. 1994. Apparent amino acid availability and plasma free amino acid levels in Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. *Comparative biochemistry and physiology*, 107 A: 433-438.
- Kaushik, S. J., Breque, J., Blanc, D. 1991. Requirement for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian sturgeon. (A. barei).in.p: Williot (editor) proceeding of the First International symposium on sturgeon, Cemegre, France, Publ. p. 25-37.
- Kelly, J. L., Arnold, D. E. 1999. Effect of ration and temperature on growth of age-0 Atlantic sturgeon. *North American Journal of Aquaculture*, 61: 51-57.
- Kim, j. D., Kaushik, S. J. 1992. Contribution of digestible energy from carbohydrate and estimation of protein/energy requirement of rainbow trout. *Aquaculture*, 106: 161-169.
- 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*, 243: 323-329.
- Kofi, F. A., Hung, S. S. O., Liu, W., Hongbin, Li. 1992. Growth, Lipogenesis and liver composition of various starter. *Archives of polish fisheries*, 4: 45-56.
- Legrow, S. M., Beamish, F. W. I. 1986. Influence of dietary protein and lipid on apparent heat increment of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of fish aquaculture science*, 43: 19-25.
- Lovell, T. 1988. Nutrition and feeding of fish (second edition). Kluwer academic publisher (USA), 260 p.
- McKenzie, D. J., Piraccini, G., Papini, N., Galli, C., Bronzi, P., Bolis, C. G., Taylor, E. W. 1997. Oxygen consumption and ventilatory reflex are influenced by dietary lipids in sturgeon. *Fish physiology and biochemistry*, 16: 365-2379.
- Dias, J., Alvarez, M. J., Diez, A., Arzel, J., Corraz, G., Bautista, J.M., Kaushik, S.J. 1998. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 161: 169-186.
- Grashaniovich, A. D. and Kiselev, G. A. 1993. Growth and hematological response of sturgeon hybrids Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedti* Brandt × beluga (*Huso huso* L.) to protein and lipid contents in the diet. *Comparative biochemistry and physiology*, 106A: 581-586.
- Grisdale-Helland, B., Shearer, K. D., Gatlin, D. M., Helland, S. J. 2008. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, protein digestibility, feed utilization and body composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 283: 156-162.
- Hilton, J. W., Dixon, D. G. 1982. Effect of increased liver glycogen and liver weight on liver function in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): recovery from anasesthesia and plasma³⁵-sulphobromophthalin clearance. *Journal of fish diseases*, 5:185-195.
- Hosseini, S. V., Abedian, A., Regenstein, J.M., Rezaei, M., Mohamad Nazari, R., Kaboli, S.A. 2010. Effect of alternative dietary lipid sources on rowth performance and fatty acid composition of Beluga sturgeon, *Huso huso*, Juveniles. *Journal of the world aquaculture Society*, 4: 471-489.
- Hung, S. S. O., Lutes, P. B. 1987. Optimum feeding rate of hatchery- produced juvenile white sturgeon *A. transmontanus*: at 20 OC. *Aquaculture*, 65: 307-317.
- Hung, S. S. O., Aikins, K. F., Lutes, P. B., Xu, R. 1989. Ability of juvenile white sturgeon *A. transmontanus* to utilize different carbohydrate source. *Journal of nutrition*, 119: 272-733.
- Hung, S. S. O., Lutes, P. B., Conte, F., Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon *A. transmontanus* to utilize different carbohydrate. *Journal of nutrition*, 119: 727-733.

- vegetable oils on growth performance and carcass fatty acid composition of Beluga (*Huso huso*) Juvenile. Lahijan Islamic Azad University, P. 115.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient requirement of domestic animals. Number 16. Nutrient requirement of swine, 8th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, 63 p.
- Page, J. W., Andrews, J. W. 1973. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal Nutrition*, 103:1339-1346.
- Papp, G. Z., Saroglia, M., Jeney, Z., Jeney, G., Terova, G. 1999. Effect of dietary vitamin C on tissue ascorbic and collagen status in sturgeon hybrids *Acipenser ruthenus* L × *Acipenser baeri* Brandt. *Journal of applied ichthyology*, 15: 258-260.
- Peres, H. and Oliva-Teles A. 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Juvenile. *Aquaculture*, 179: 325-332.
- Pourali, H. R., Bahmani, M., Jamalzad, F., Mohseni, M., Ashouri A., Hosiennia, A., Arshad, A., Sadeghi Rad M. 2011. Biotechnique of rearing Beluga (*H.huso*) using brackish water of the Caspian Sea (Different densities and water flow). *International Sturgeon Research Institute*, P. 106.
- Pourkazemi, M. 2006. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past, present, future. In: Proceeding of the 5th International Symposium On Sturgeon, Ramsar, Iran, May, 9-13.
- Randall, D. J. M., McKenzie, D. J., Abrami, G., Bondiolotti, G. P., Natello, F., Bronzi, P., Bolis, L., Agradi, E. 1992. Effect of diet on responses to hypoxia in sturgeon *Acipenser naccarii*. *Journal of experimental biology*, 170: 113-125.
- Refstie, S., Storebakken, T., Baevefjord, G., Roem, A. 2000. long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal
- McKenzie, D. J., Piraccini, G., Steffensen, J.F., Bolis, C. L., Bronzi, P., Taylor, E. W. 1995. Effect of diet on spontaneous locomotor activity and oxygen consumption on Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii*. *Fish physiology and biochemistry*, 14: 342-355.
- McKenzie, D. J., Piraccini, G., Taylor, E.W., Steffensen, J. F., Bronzi, P., Bolis, C. L. 1994. Effect of dietary lipids on responses to stress in fish. In: MacKinlay D. D. (ed.) Proceeding of International Symposium on High Performance Fish. Fish Physiology Society/American Fisheries Society, Vancouver, Canada, pp. 40-46.
- Medale, F., Blank, D., Kaushik, S. J. 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon *A. baeri*. 11. Utilization of dietary non protein energy by sturgeon. *Aquaculture*, 93: 143-154.
- Mohler, J. W., Fynn-Aikins, K., Barrows, R. 1996. Feeding trails with juvenile Atlantic sturgeon propagated from wild brood stock. *Progressive fish- culturist*, 58: 173-177.
- Moore, J., Hung, S. S. O., Medrano, J. 1988. Protein requirement of hatchery-production juvenile white sturgeon, *A. Trasmontanus*. *Aquaculture*, 71: 235-245.
- Morais, S., Bell, J. G., Robertson, D. A., Roy, W. J., Morris, P. C. 2001. Protein /lipid rations in extruded diets for Atlantic cod *Gadus morhua* L.: Effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. *Aquaculture*, 203: 101-119.
- Mohseni, M., Purkazemi, M., Bahmani, M., Pourali, H. M., Kazemi, R., Aghtoman, R., Alizadeh, M. 2003. Biotechnique of rearing Beluga (*H. huso*) in fresh water. *International Sturgeon Research Institute*, p. 126.
- Mohseni, M., Bahmani, M., Pourali, H. M., Arshad, A., Alizade, M., Jamalzad, F., Soofiani, N., Haghigian, M., Zahedifar, M. 2005. Determining nutritional requirements in Beluga (*Huso huso*) from larval stage up to marketable size. *International Sturgeon Research Institute*, p. 254.
- Nikzad, M., Khara, H., Yazdani, M., Paranaavar, H. 2009. Effect of dietary fish oil substitution with different levels of

- indices juvenile of *Huso huso*. *Journal of fishery science*, 3:4-8.
- Thoman, E. S., Davis, A., Arnold, C. R. 1999. Evaluation of grow out diets with varying and energy levels for drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 176: 34-353.
- Wilson, R. P., Poe W. E. 1987. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono-and disaccharides as energy sources. *Journal of nutrition*, 117: 129-136.
- Winfree, R. A., Stickney, R. R. 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of Tilapia. *Journal of nutrition*, 111: 1001-1012.
- Xiao, H., Cui, Y., Hung, S. S. O., Zhu, X., Zou, Z., Xie S. 1999. Growth of juvenile Chinese sturgeon *Acipenser Sinensis* Grey fed live and formulated diets. *North american journal of aquaculture*. 61: 184-188.
- by soy protein products at high lipid levels. *Aquaculture*, 193:91-106.
- Rosenlund, G., Karlsen, O., Tveit, K., Magnor-Jensen, A., Hemre, G.-I. 2004. Effect of feed composition and feeding frequency on growth, feed utilization and nutrient retention in juvenile Atlantic cod, *Gaudus morhua* L. *Aquaculture nutrition*, 10, 371-378.
- Seenapa, D. and Deveraje K. V. 1995. Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body carcass composition of fingerlings in *Catla catla* (Ham). *Aquaculture*, 129: 243-249.
- Sodagar, M., Imanpour, M., Hossinifar, S. 2004. the effect of growth stimulant on growth rate and survival of juvenile *Huso huso*. *Journal of marine science and technology reserch*, 3:15-2.
- Taghizadeh, V., Imanpour, M., Asadii, R., Chamanara, R., Sharbati, S. 2010. Effect of replacement fish meal by plant protein on growth rate, body composition and blood

Archive

The effect of different levels of protein and carbohydrate to lipid ratio on growth rate and body composition of farmed juvenile *Huso huso*

Mir Hamed Sayed Hassani¹, Mahmoud Mohseni^{*2}, Hamid Reza Pour Ali¹
and Mohamad Ali Yazdani Sadati²

1- M.Sc. of Fisheries, Caspian Sea International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran

2- Ph.D of Fisheries, Caspian Sea International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran

Received: 09.10.2012

Accepted: 14.01.2013

*Corresponding author, 09111342918, E-mail: mahmoudmohseni@yahoo.com

Abstract: A 4 × 4 factorial design was conducted to quantify the optimum carbohydrate / lipid ratio to minimize the dietary protein level in growing beluga, *Huso huso* (initial weight 891.9 ± 33.4 g, mean ± SD). Fish were fed with sixteen experimental diets formulated to contain four protein levels (35, 40, 45 and 50%) and four dietary carbohydrate / lipid ratios of 0.8, 1.1, 1.4, and 1.7 for 108 days. At the end of trial, there were no significant differences in growth parameters among fish fed with 35, 40 and 45% protein levels. No significant difference in growth parameters and feed efficiency (FE) was also observed when dietary carbohydrate / lipid ratios decreased from 1.7 to 1.1 within the same energy level ($P > 0.05$). The highest carcass protein content was observed in fish fed 0.8 and 1.4 carbohydrate to lipid ratio ($P < 0.05$). Also, the highest carcass lipid was observed in fish fed 0.8 carbohydrates to lipid ratio ($P < 0.05$). The carbohydrate / lipid ratios had a significant effect on NPU (net protein utilization). NPU of fish fed 1.4 carbohydrates to lipid ratio were significantly higher than those fed 1.1 carbohydrates to lipid ratio ($P < 0.05$). These results may indicate that the optimum dietary protein, carbohydrate, lipid requirement and the carbohydrate to lipid ratio could be 35%, 26%, 18% and 1.4, respectively, in beluga sturgeon.

Keywords: *Huso huso*, Carbohydrate to lipid ratio, Growth, Body composition