



دانشگاه گورگان، دانش دامپزشکی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد سوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳

<http://japu.gau.ac.ir>

تأثیر سطوح مختلف پروتئین و نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر رشد بچه فیل ماهی (*Hoso hoso*)

* محمود محسنی^۱، میرحامد سیدحسینی^۲، حمیدرضا پورعلی^۳ و محمدعلی یزدانی ساداتی^۴

^۱ استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر- رشت،

^۲ کارشناس ارشد شیلات، کارشناس، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر- رشت،

^۳ استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر- رشت،

^۴ مربی پژوهشی، موسسه تحقیقات تاسماهیان بین‌المللی دریای خزر- رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۰

چکیده

به منظور بررسی توانایی بچه فیل ماهی $5/4 \pm 0/2$ گرمی در استفاده از مقادیر مختلف پروتئین، نسبت کربوهیدرات به چربی و تأثیر آن بر روند رشد و ترکیب لاشه، آزمایش رشدی در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل 4×4 با ۱۶ جیره غذایی هم انرژی، محتوی چهار سطح پروتئین ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد، هر یک با چهار نسبت کربوهیدرات به چربی $1/7$ ، $1/4$ ، $1/1$ و $0/8$ به مدت ۱۴ هفته طراحی و اجرا گردید. ماهیان به میزان ۲ تا ۳ درصد وزن بدن در ۴ وعده غذایی تغذیه شدند. شاخص‌های وزن نهایی (W_2)، ضریب رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) از سطوح مختلف پروتئین جیره تأثیر نپذیرفت ($P > 0/05$). بهترین شاخص بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین به دست آمد ($P < 0/05$). در سطوح یکسان پروتئین، مطلوبترین شاخص رشد و ضریب تبدیل غذا متعلق به ماهیانی بود که به ترتیب از جیره حاوی نسبت کربوهیدرات به چربی $1/7$ و $1/1$ تغذیه نموده بودند ($P < 0/05$). همچنین ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ($1/7: 35$)، ($1/1: 40$) و ($0/8: 45$) نسبت به تیمارهای دیگر از روند رشد مناسب‌تری

*مسئول مکاتبه: mahmoudmohseni@yahoo.com

برخوردار بودند ($P < 0/05$). میزان پروتئین و چربی لاشه تحت تاثیر تیمارهای غذایی بود، بطوریکه بیشترین درصد پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده از تیمار محتوی ۴۰ درصد پروتئین با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ (۱/۱: ۴۰) مشاهده گردید، همچنین کاهش کربوهیدرات و افزایش چربی جیره، موجب افزایش چربی در ماهیان شد ($P < 0/05$). با توجه به نتایج حاصله از روند رشد و ترکیب لاشه ماهیان می‌توان اذعان نمود تیمار غذایی حاوی ۴۰ درصد پروتئین، ۱۸ تا ۲۰ کربوهیدرات و ۱۷ تا ۱۸ درصد چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ جهت پرورش تجاری تاسماهیان پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: فیل ماهی، پروتئین، نسبت کربوهیدرات به چربی، شاخص‌های رشد و ترکیب بیوشیمیایی بدن

مقدمه

تاسماهیان در حال حاضر در بسیاری از نقاط جهان به منظور تولید گوشت و خاویار پرورش داده می‌شوند (روزنتال، ۲۰۰۰) و به نظر می‌رسد صنعت نوپای پرورش ماهیان خاویاری با توجه به قیمت بالای خاویار استحصال شده از آینده خوبی برخوردار باشد (ویلیوت و همکاران، ۲۰۰۱).

در این راستا شیلات ایران در برنامه پنج ساله چهارم توسعه، پرورش تمام دوره‌ای تاسماهیان را بمنظور تولید گوشت و خاویار در دستور کار خود قرار داد. پژوهش‌های انجام شده در مورد بیولوژی و تغذیه ماهیان خاویاری ایران نشان داد که فیل ماهی مناسب‌ترین گونه جهت رشد و رسیدن به وزن بازاری در شرایط محصور و تغذیه شده با غذای مصنوعی است (محسنی و همکاران، ۲۰۰۳). از آن‌جا که هزینه غذا ۶۰ درصد از هزینه تولید را به خود اختصاص می‌دهد دستیابی به یک جیره غذایی مناسب که بتواند تمامی نیازمندی‌های گونه مورد نظر را فراهم سازد و صرفه اقتصادی نیز داشته باشد از اهمیت خاصی برخوردار است (محسنی و همکاران، ۲۰۰۵).

فیل ماهی به دلیل رژیم گوشتخواری در محیط طبیعی به پروتئین بالا در جیره نیاز دارد، از سوی دیگر پروتئین گران‌ترین ماده تشکیل دهنده جیره محسوب می‌شود (محسنی و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین تعیین حد بهینه پروتئین جیره، اولین گام جهت تهیه فرمول غذایی مناسب و رسیدن به غذای تجاری آبزیان پرورشی است (مور و همکاران، ۱۹۸۸). در دهه‌های اخیر به منظور کاهش هزینه غذا

جایگزینی مواد انرژی‌زای غیرپروتئینی مانند کربوهیدراتها و چربی‌ها که ارزاتر هستند مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده از این مواد، بازده غذایی بالا رفته، رشد و نمو سریعتر گشته و هزینه‌های پرورش ماهی کاهش می‌یابد (گریسدل هلاند، ۱۹۹۷؛ موریس و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات محققین در سال‌های گذشته نشان داده است که فعالیت‌های هضم چربی (لیپولیتیک) در مرحله لاروی تاسماهیان در بالاترین حد خود قرار دارد، این موضوع انعکاسی از رژیم زئوپلانکتون خواری تاسماهیان در مراحل لاروی می‌باشد که کلاوسرها و کوبه پودها غذای غالب آنها را تشکیل می‌دهند (واسیلووا، ۲۰۰۰). نتایج پژوهش‌های هانگ و همکاران (۱۹۹۷) نیز بر این نکته اذعان داشت که بچه تاسماهی سفید از توانایی مناسبی جهت بهره‌برداری از جیره‌های غذایی حاوی سطوح چربی بالا ۲۵/۸ تا ۳۵/۷ درصد برخوردار است. تاسماهی سفید که از جیره‌های فوق تغذیه نموده بود از رشد سریعی برخوردار بود و نتایج نهایی بر این نکته اذعان داشت که می‌توان این گونه را با جیره غذایی حاوی ۳۵ درصد چربی تغذیه نمود. ذکر این نکته ضروری است که هرچند کربوهیدراتها در مقایسه با پروتئین و چربی‌ها جزء ارزاترین مواد غذایی و تامین‌کننده انرژی در ماهیان هستند (فیوروجی و یان، ۱۹۸۲؛ تانگ و شیائو، ۱۹۹۱)، اما در مورد تاثیر کربوهیدرات‌ها در صرفه جویی در مصرف پروتئین اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد (هیلتون و همکاران، ۱۹۸۲؛ هیگز و همکاران، ۱۹۹۲). پاره‌ای از محققین بیان کرده‌اند که هضم و متابولیسم کربوهیدرات در ماهیان گوشتخوار از جمله گونه‌های آزاد ماهیان (*Salmonidea*) و تاسماهیان (*Acipenseridae*) به دلیل فعالیت کم آنزیم‌های هضم‌کننده کربوهیدرات (آمیلاز)، کمبود رسپتورهای انسولین و پایین ماندن انسولین خون نسبت به سایر ماهیان علفخوار مانند کپورماهیان (*Cyprinidea*) پایین و محدود است (هانگ و همکاران، ۱۹۸۹). نتایج پژوهش‌های هانگ و همکاران (۱۹۸۹) بر این نکته اذعان داشت که توانایی تاسماهیان در مصرف کربوهیدراتها از گونه‌ای به گونه دیگر فرق می‌کند. اطلاعات اندکی در خصوص نیازمندی پروتئین، چربی، کربوهیدرات و تعیین نسبت مناسب آنها در تاسماهیان پرورشی ایران در حال حاضر در دسترس می‌باشد. مطالعه فوق به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف پروتئین با نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر روند رشد، ترکیب بدن و کاهش هزینه تولید بچه فیل ماهیان پرورشی به مدت ۱۴ هفته طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهیان و عادت‌پذیری: تعداد ۲۰۰۰ عدد لارو ۷ روزه با وزن متوسط ۲۰۰ میلی‌گرم از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان به موسسه تحقیقات تاسماهیان دریای خزر واقع در رشت منتقل و در وان‌های ۲۰۰۰ لیتری فایبرگلاس (قطر ۲۰۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۰/۵۳ سانتی‌متر) که از قبل ضد عفونی و آبگیری شده بودند انتقال داده شدند. ۲۴ ساعت پس از انتقال لاروها، تغذیه در شرایط یکسان پرورشی با آرتمیای یک‌روزه (مرحله Instar I) و دافنی (به مدت ۱۵ روز) انجام شد، سپس بچه ماهیان به مدت ۱۵ روز با جیره سازگاری حاوی ۵۰ تا ۵۵ درصد پروتئین خام و ۱۵ تا ۱۸ درصد لیپید خام با درصدهای مختلف گاماروس به میزان ۸ درصد بدن تغذیه شدند (محسنی و همکاران، ۲۰۰۵).

آنالیز و تهیه مواد غذایی: پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر ترکیبات، جیره‌های آزمایشی و لاشه ماهیان با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC (1995) اندازه‌گیری شد. بدین منظور رطوبت نمونه‌های فوق با قرارگرفتن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت، پروتئین نمونه‌ها با اندازه‌گیری نیتروژن کل با استفاده از روش کج‌لدال، چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ تا ۶ ساعت و خاکستر با سوزانده شدن نمونه در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شدند.

آرد ماهی کیلکا، کنجاله سویا و پودر گوشت بعنوان منبع پروتئینی، روغن ذرت و روغن ماهی کیلکا (به نسبت مساوی) به عنوان منبع چربی و نشاسته عمل‌آوری شده آلمانی به عنوان منبع کربوهیدرات در نظر گرفته شد و ۱۶ جیره حاوی ۴ سطح پروتئینی (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد)، هر یک با چهار نسبت کربوهیدرات به چربی (۰/۸، ۱/۱، ۱/۴ و ۱/۷) جهت بدست آوردن سطوح مختلف چربی (۱۳ تا ۲۲ درصد) و کربوهیدرات (۱۲ تا ۲۸ درصد) فرموله شدند. جهت ساخت غذا ابتدا ترکیبات جامد (آرد ماهی، کنجاله سویا، پودر گوشت، پودر استخوان، ملاس و...) با استفاده از دستگاه آسیاب بشکل پودر درآمده، سپس نشاسته عمل‌آوری شده به آنها اضافه شد و در دستگاه میکسر مخلوط گردیدند. به مخلوط حاصل، نمک، ویتامین پرمیکس، مکمل معدنی، ویتامین C، کولین، لستین، ال- کارنتین با مقادیر ثابت اضافه شد. سپس روغن (گیاهی و جانوری) با نسبت‌های مساوی به مخلوط جدید افزوده و کل ترکیب دوباره با یکدیگر مخلوط و با استفاده از دستگاه پلت‌زن (California Pellet Mill Co Sanfranciso, CA) به گرانول‌هایی با قطر ۲ میلی‌متر (با

توجه به سایز دهانی ماهی) تبدیل شدند. یک ساعت قبل از توزیع غذا در وانها جیره‌های ساخته شده از فریزر خارج و در دمای اتاق نگهداری و به ماهیان داده می‌شد.

پرورش ماهیان: در شروع آزمایش، ماهیان به مدت ۲۴ ساعت از غذا محروم و بعد از بی‌هوش شدن با گل میخک به میزان ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (محسنی و همکاران، ۲۰۰۵)، به صورت انفرادی وزن گردیدند. سپس تعداد ۹۲۰ عدد بچه ماهی با میانگین وزن $(5/4 \pm 0/2)$ گرم که به غذای کنسانتره سازگار شده بودند، انتخاب و به‌طور تصادفی در ۴۶ دستگاه وان فایبرگلاس (قطر ۱۰۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۵۱ سانتی‌متر و حجم آب ۵۰۰ لیتر) بدون اختلاف معنی‌دار در شاخص وزن توزیع گردیدند ($P > 0/05$). محیط آزمایش فضایی سرپوشیده مجهز به وان‌هایی با سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی، شیرهای تنظیم آب (به‌صورت فواره‌ای) با دبی آب ۴/۷۵ لیتر در دقیقه و شرایط یکسان پرورشی (اکسیژن محلول، نور، شدت جریان آب و ...) بود. سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و آزمایش در یک طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل 4×4 انجام شد.

نحوه زیست‌سنجی: به منظور کاهش استرس، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی، غذاهای ماهیان قطع می‌گردید. جهت زیست‌سنجی، ماهیان توسط محلول ۳۰۰ قسمت در میلیون پودر گل میخک بیهوش می‌شدند. در هر زیست‌سنجی طول و وزن انفرادی ماهیان اندازه‌گیری و مطابق آن مقدار جیره غذایی برای ۱۴ روز آینده تنظیم می‌گردید.

اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب: دما و اکسیژن محلول آب وان‌ها روزانه در ساعت‌های ۸ و ۱۴ بعد از ظهر و pH هر روز در ساعت ۸ صبح مورد ارزیابی قرار می‌گرفت.

تعیین فاکتورهای کمی و کیفی رشد: با انجام زیست‌سنجی‌های ۱۵ روزه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان، شاخص‌های رشد، ضریب و کارایی غذا و شاخص هپاتوسوماتیک بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

ضریب تبدیل غذا $F.C.R = F/(Wt-W0)$

F=مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)

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

W0= میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)

T= دوره زمانی (روز)

PER= (Bwf-Bwi)/protein intake نسبت بازده پروتئین

BWI = متوسط وزن اولیه (گرم)

BWF = متوسط وزن نهایی (گرم)

Protein intake: کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم):

NPU: $100 \times (\text{پروتئین خورده شده} / \text{افزایش پروتئین بدن})$

Survival%: $100 \times (\text{تعداد ماهیان در انتهای دوره پرورش} - \text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره پرورش})$

نمونه‌برداری جهت تعیین ترکیب لاشه و شاخص هیپاتوسوماتیک: در پایان دوره پرورش و پس از دو روز قطع غذا به منظور اطمینان از تخلیه شدن محتویات شکمی ماهیان، از هر تیمار ۳ عدد ماهی به طور تصادفی برداشت و پس از خارج نمودن کبد و امعا و احشا، جهت تجزیه لاشه (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) به آزمایشگاه ارسال گردید. شاخص کبدی با استفاده از معادله زیر محاسبه شد.

HSI = (Liver weight / bodyweight) × 100

Liver weight = وزن کبد (گرم)

body weight = وزن بدن (گرم)

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و آنالیز واریانس یکطرفه و دو طرفه (ANOVA) انجام شد، وقتی که تفاوت‌ها معنی‌دار بود ($P < 0/05$) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد، وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ($P < 0/05$) تعیین گردید.

جدول ۱. ترکیب تقریبی جیره‌های مورد استفاده در طول دوره پرورش (به صورت as fed)

انرژی (MJ/kg)	کربوهیدرات (درصد)	خاکستر (درصد)	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)	رطوبت (درصد)	تیمار (پروتئین: کربوهیدرات به چربی)
۱۷/۱۱	۲۸/۶	۷/۳	۱۷/۱۲	۳۵/۲۹	۸/۵	جیره ۱ (۱/۷-۳۵٪)
۱۶/۸۷	۲۶/۱۱	۷/۹	۱۵/۲۴	۴۰/۲۲	۸/۹	جیره ۲ (۱/۷-۴۰٪)
۱۶/۶۱	۲۳/۳۲	۹/۲	۱۳/۶	۴۵/۰۱	۸/۶	جیره ۳ (۱/۷-۴۵٪)
۱۷/۱۱	۲۱/۰۳	۱۰/۶	۱۲/۳۵	۴۹/۰۶	۸/۲	جیره ۴ (۱/۷-۵۰٪)
۱۶/۹۴	۲۵/۷۲	۸/۶۱	۱۸/۳	۳۴/۹۴	۹/۱	جیره ۵ (۱/۴-۳۵٪)
۱۶/۹۲	۲۳/۵۴	۱۱/۲۴	۱۶/۵۷	۴۰/۲۲	۹/۴	جیره ۶ (۱/۴-۴۰٪)
۱۶/۹	۲۰/۸۸	۹/۰۵	۱۴/۶۹	۴۰/۱۵	۸/۹	جیره ۷ (۱/۴-۴۵٪)
۱۷/۱۳	۱۷/۵۳	۹/۳	۱۲/۵۴	۴۹/۸۷	۹	جیره ۸ (۱/۴-۵۰٪)
۱۷/۰۱	۲۲/۰۴	۸/۴۳	۱۹/۹۷	۳۵/۲۹	۸/۸	جیره ۹ (۱/۱-۳۵٪)
۱۶/۵۹	۱۹/۹۵	۷/۸۸	۱۸/۶۶	۴۰/۲۲	۸/۶	جیره ۱۰ (۱/۱-۴۰٪)
۱۶/۶۹	۱۷/۵۱	۱۰/۵	۱۵/۸۷	۴۰/۱۵	۸/۴	جیره ۱۱ (۱/۱-۴۵٪)
۱۷/۰۲	۱۵/۶۹	۹/۶۳	۱۳/۹۵	۵۰/۰۸	۹/۲	جیره ۱۲ (۱/۱-۵۰٪)
۱۶/۸۳	۱۷/۸	۹/۴۵	۲۲/۱	۳۵/۱۴	۸/۹	جیره ۱۳ (۰/۸-۳۵٪)
۱۶/۵۷	۱۶/۰۹	۱۱/۴۴	۱۹/۶	۴۰/۲۲	۸/۷	جیره ۱۴ (۰/۸-۴۰٪)
۱۶/۵۸	۱۴/۱۸	۱۰/۴	۱۷/۵۴	۴۵/۱۵	۹	جیره ۱۵ (۰/۸-۴۵٪)
۱۶/۵۳	۱۲/۵۵	۹/۳	۱۵/۳۷	۵۰/۰۸	۹/۲	جیره ۱۶ (۰/۸-۵۰٪)

نتایج

میزان تلفات در طول دوره آزمایش هیچگونه اختلاف معنی‌داری آماری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($P > 0/05$). در طول دوره پرورش دمای آب $19/68 \pm 3/03$ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول $7/82 \pm 0/14$ میلی‌گرم در لیتر و pH $8/00 \pm 0/342$ بود.

نتایج مربوط به تاثیر سطوح مختلف پروتئین، چربی و کربوهیدرات به کاررفته در جیره و تاثیر جیره‌های غذایی بر روند رشد ماهیان به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. افزودن پروتئین به جیره غذایی موجب افزایش معنی‌دار وزن نهایی و ضریب رشد ویژه نگردید، همچنین اختلاف معنی‌دار آماری در ضریب تبدیل غذا مشاهده نشد ($P > 0/05$)، اما نسبت بازده پروتئین و درصد استفاده از پروتئین خالص تحت تاثیر پروتئین جیره بود به طوری که بیشترین نسبت بازده پروتئین و

درصد استفاده از پروتئین خالص در پروتئین ۴۰ درصد و کمترین آن در سطح ۵۰ درصد ثبت گردید ($P < 0/05$)، همچنین شاخص هیپاتوسوماتیک ماهیان تغذیه شده از درصدهای مختلف پروتئین مقادیر یکسانی را نشان داد ($P > 0/05$).

شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی از نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی تاثیر پذیرفت، بیشترین ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده از نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷ ثبت گردید و با افزایش چربی و کاهش کربوهیدرات در جیره سیر نزولی را طی نمودند ($P < 0/05$). بالاترین شاخص هیپاتوسوماتیک در ماهیان تغذیه شده از نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ مشاهده شد ($P < 0/05$).

نتایج مربوط به اثرات جیره غذایی محتوی سطوح مختلف پروتئین، چربی و کربوهیدرات بر شاخص‌های رشد و کارایی غذا بر این نکته اذعان داشت که مطلوبترین ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب تبدیل غذایی به ترتیب از آن ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ۱، ۱۰ و ۱۵ با سطوح پروتئین و نسبت کربوهیدرات به چربی (۱/۷: ۳۵)، (۱/۱: ۴۰) و (۰/۸: ۴۵) بود و در بین تیمارهای فوق اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید ($P > 0/05$)، در حالی که مطلوبترین درصد استفاده از پروتئین خالص در ماهیان تغذیه شده از تیمار ۱۰ (۱/۱-۰/۴۰) محتوی ۴۰ درصد پروتئین و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ ثبت گردید ($P < 0/05$).

نتایج مربوط به تاثیر سطوح مختلف پروتئین و کربوهیدرات به کاررفته در جیره و تاثیر آن بر ترکیب بدن ماهیان به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. نتایج جدول ۴ حاکی از آن بود که سطوح مختلف پروتئین جیره بر ترکیب لاشه (پروتئین، چربی و رطوبت) اثرگذار بود ($P < 0/05$). بیشترین مقدار پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده از تیمار ۴۰ درصد پروتئین ثبت گردید، میزان رطوبت در لاشه ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۴۵ و ۵۰ درصد پروتئین به طور معنی‌داری نسبت به ماهیان تغذیه شده با پروتئین ۳۵ و ۵۰ درصد بیشتر بود. به موازات افزایش رطوبت لاشه، مقادیر چربی لاشه از روند کاهشی برخوردار بود، به طوری که کمترین چربی لاشه متعلق به ماهیان تیمار ۴۵ و ۵۰ درصد پروتئین بود ($P < 0/05$).

کمترین مقدار رطوبت و بالاترین میزان چربی لاشه متعلق به ماهیانی بود که از جیره حاوی نسبت کربوهیدرات به چربی ۰/۸ و ۱/۴ تغذیه نموده بودند. بیشترین مقدار پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ۱۰ و ۱۴ با سطوح پروتئین و نسبت کربوهیدرات به چربی، (۱/۱: ۴۰) و (۰/۸: ۴۰)

مشاهده شد. همچنین بیشترین درصد استفاده از پروتئین خالص در این تیمارها ثبت گردید ($P < 0/05$). بیشترین مقدار پروتئین لاشه نیز در تیمار 0/8 مشاهده گردید که با مقدار پروتئین به دست آمده از لاشه ماهیان تغذیه شده با نسبت کربوهیدرات به چربی 1/7 اختلاف معنی‌دار آماری را نشان می‌داد ($P < 0/05$). خاکستر لاشه از روند معنی‌دار افزایشی یا کاهشی منظم برخوردار نبود.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد بچه فیلماهیان ۵-۱۵۰ گرم نسبت به اثر سطوح پروتئین و نسبت‌های کربوهیدرات به چربی

شاخص‌های میزان پروتئین و انرژی سطوح پروتئین	W1 ^(۱)	W2 ^(۲)	SGR ^(۳)	FCR ^(۴)	PER ^(۵)	%HSI ^(۶)
۳۵	۲/۹۶±۰/۳ ^a	۱۴۶/۰۱±۸/۹ ^a	۱/۹۴±۰/۱ ^a	۱/۸۴±۰/۱ ^a	۰/۳۳±۰/۰۳ ^{ab}	۲/۲۹±۰/۱ ^a
۴۰	۳/۰۸±۰/۴ ^a	۱۵۰/۲±۷/۷ ^a	۱/۹۲±۰/۱ ^a	۱/۸۱±۰/۱ ^a	۰/۳۹±۰/۰ ^a	۲/۲۸±۰/۱ ^a
۴۵	۲/۹±۱ ^a	۱۶۰/۱±۹/۰۴ ^a	۱/۹۸±۰/۱ ^a	۱/۷۸±۰/۱ ^a	۰/۳۶±۰/۰۳ ^{ab}	۲/۰۶±۰/۱ ^a
۵۰	۳/۱±۱/۱ ^a	۱۵۶/۲±۹/۷ ^a	۱/۹۵±۰/۱ ^a	۲/۱۲±۰/۲ ^a	۰/۳۱±۰/۰۳ ^b	۲/۰۸±۰/۱ ^a
سطوح کربوهیدرات						
۱/۷	۲/۸±۰/۶ ^a	۱۵۱/۳±۹/۹ ^a	۲/۰۹±۰/۰۱ ^a	۱/۷۹±۰/۱ ^{ab}	۰/۳۳±۰/۰۴ ^a	۱/۸۷±۰/۳ ^b
۱/۴	۳±۰/۸ ^a	۱۴۳/۱۶±۷/۲ ^a	۱/۸۴±۰/۱ ^b	۱/۹۵±۰/۱ ^{ab}	۰/۳۷±۰/۰۲ ^a	۲/۱۱±۰/۲ ^b
۱/۱	۳/۱±۱/۱ ^a	۱۷۰/۹±۹/۱ ^a	۱/۹۸±۰/۱ ^{ab}	۱/۶۴±۰/۱ ^b	۰/۳۶±۰/۰۳ ^a	۲/۷±۰/۳ ^a
۰/۸	۳±۰/۹ ^a	۱۴۷/۲۲±۷/۸ ^a	۱/۸۸±۰/۱ ^b	۲/۱۸±۰/۲ ^a	۰/۳۳±۰/۰۳ ^a	۲/۰۲±۰/۲ ^b

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند ($P < 0/05$)

- ^۱ وزن اولیه
^۲ وزن نهایی
^۳ ضریب رشد ویژه
^۴ ضریب تبدیل غذا
^۵ نسبت بازده پروتئین
^۶ شاخص هپاتوسوماتیک

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۳)، شماره (۲) تابستان ۱۳۹۳

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد بچه فیله‌های (۵-۱۵۰ گرم) تغذیه شده از جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین و نسبت‌های کربوهیدرات به چربی

تیما	W1 ^(۱)	W2 ^(۲)	SGR ^(۳)	FCR ^(۴)	PER ^(۵)	%HSI ^(۶)
جیره ۱ (۳۵-۱/۷)	۲/۸۶ ± ۰/۲	۱۶۴/۵ ± ۱۶/۱ ^{ab}	۲/۰۲ ± ۰/۰۴ ^{abc}	۱/۵۲ ± ۰/۲ ^a	۰/۳ ± ۰/۱ ^{abc}	۱/۹۴ ± ۰/۱ ^{bcd}
جیره ۲ (۴۰-۱/۷)	۲/۸۴ ± ۰/۲	۱۲۲/۴ ± ۱۱/۲ ^{ab}	۱/۹۲ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۰۸ ± ۰/۲ ^a	۰/۳۶ ± ۰/۰۴ ^{ab}	۲/۰۴ ± ۰/۳ ^{bcd}
جیره ۳ (۴۵-۱/۷)	۲/۸۳ ± ۰/۲	۱۲۱/۶۳ ± ۱۰/۴ ^b	۱/۷۵ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۲۵ ± ۰/۲ ^{ab}	۰/۳ ± ۰/۱ ^{abc}	۱/۷۹ ± ۰/۴ ^b
جیره ۴ (۵۰-۱/۷)	۲/۹۶ ± ۰/۲	۱۵۷/۸۴ ± ۲۹/۷ ^{ab}	۲/۰۳ ± ۰/۱ ^{abc}	۱/۸۴ ± ۰/۴ ^a	۰/۳۵ ± ۰/۱ ^{ab}	۱/۷۱ ± ۰/۱ ^d
جیره ۵ (۳۵-۱/۴)	۳/۱ ± ۰/۲	۱۲۳/۸۵ ± ۱۰/۷ ^{ab}	۱/۶۸ ± ۰/۱ ^a	۲/۰۹ ± ۰/۲ ^a	۰/۴۱ ± ۰/۰۴ ^a	۲/۴۱ ± ۰/۲ ^{bcd}
جیره ۶ (۴۰-۱/۴)	۳/۰۸ ± ۰/۲	۱۵۷/۹۹ ± ۹/۱ ^{ab}	۱/۹۳ ± ۰/۰۴ ^{ab}	۱/۷۸ ± ۰/۱ ^a	۰/۴۲ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۹ ± ۰/۱ ^{bcd}
جیره ۷ (۴۵-۱/۴)	۳/۱۲ ± ۰/۲	۱۳۸/۱۸ ± ۲۰/۳ ^{ab}	۱/۷۷ ± ۰/۲ ^{ab}	۲/۱۵ ± ۰/۳ ^a	۰/۳۲ ± ۰/۱ ^{abc}	۲/۰۳ ± ۰/۴ ^{bcd}
جیره ۸ (۵۰-۱/۴)	۲/۹۲ ± ۰/۲	۱۳۹/۷۳ ± ۱۵/۱ ^{ab}	۱/۸۵ ± ۰/۱ ^{ab}	۱/۹۷ ± ۰/۲ ^a	۰/۳۱ ± ۰/۰۴ ^{abc}	۲/۱۲ ± ۰/۲ ^{bcd}
جیره ۹ (۳۵-۱/۱)	۳/۱۱ ± ۰/۲	۱۵۱/۹۷ ± ۲۱/۹ ^{ab}	۱/۸۶ ± ۰/۱ ^{ab}	۱/۸۷ ± ۰/۳ ^a	۰/۲۷ ± ۰/۱ ^{bc}	۲/۵۹ ± ۰/۰۳ ^{abc}
جیره ۱۰ (۴۰-۱/۱)	۳/۲۲ ± ۰/۲	۱۷۹/۷ ± ۵/۶ ^a	۲/۳۱ ± ۰/۱ ^c	۱/۵۴ ± ۰/۰۳ ^a	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ ^{ab}	۳/۲۸ ± ۰/۳ ^a
جیره ۱۱ (۴۵-۱/۱)	۳/۱۲ ± ۰/۲	۱۵۹/۰۶ ± ۱۸/۰۲ ^{ab}	۱/۹۲ ± ۰/۱ ^{ab}	۱/۸ ± ۰/۲ ^a	۰/۳۵ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۳۳ ± ۰/۰۳ ^{bcd}
جیره ۱۲ (۵۰-۱/۱)	۲/۹۶ ± ۰/۲	۱۵۶/۰۹ ± ۳۷/۴ ^{ab}	۱/۹۴ ± ۰/۲ ^{ab}	۱/۷۴ ± ۰/۳ ^a	۰/۳۵ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۶۷ ± ۰/۱ ^{ab}
جیره ۱۳ (۳۵-۰/۸)	۲/۸۶ ± ۰/۲	۱۳۰/۳۵ ± ۱۸/۷ ^{ab}	۱/۸۳ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۰۴ ± ۰/۳ ^a	۰/۳۹ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۲۴ ± ۰/۰۴ ^{bcd}
جیره ۱۴ (۴۰-۰/۸)	۳/۰۸ ± ۰/۲	۱۳۲/۵۹ ± ۸/۵ ^{ab}	۱/۷۶ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۰۳ ± ۰/۱ ^a	۰/۳۷ ± ۰/۰۲ ^{ab}	۱/۹۲ ± ۰/۲ ^{bcd}
جیره ۱۵ (۴۵-۰/۸)	۲/۹۶ ± ۰/۲	۱۷۲/۹۷ ± ۱۳/۶ ^{ab}	۲/۰۶ ± ۰/۱ ^{bc}	۱/۹۷ ± ۰/۵ ^a	۰/۳۴ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۰۹ ± ۰/۱ ^{bcd}
جیره ۱۶ (۵۰-۰/۸)	۳/۰۸ ± ۰/۲	۱۵۳/۳۴ ± ۱۱/۱ ^{ab}	۱/۹ ± ۰/۱ ^{ab}	۲/۹۶ ± ۰/۲ ^b	۰/۲ ± ۰/۰۲ ^c	۱/۸۳ ± ۰/۰۱ ^{cd}

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (P < ۰/۰۵)

- ^۱ وزن اولیه
^۲ وزن نهایی
^۳ ضریب رشد ویژه
^۴ ضریب تبدیل غذا
^۵ نسبت بازده پروتئین
^۶ شاخص هپاتوسوماتیک

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیب لاشه بچه فیلمایان (۵-۱۵۰ گرم) نسبت به اثرسطوح مستقل پروتئین و نسبت‌های کربوهیدرات به چربی

شاخص‌های میزان پروتئین و انرژی	رطوبت %	پروتئین %	چربی %	خاکستر %	^۱ NPU %
سطوح پروتئین					
۳۵	۷۴/۴۲ ± ۰/۷ ^b	۱۶/۱ ± ۰/۴ ^b	۵/۴۸ ± ۰/۳ ^a	۲/۵۸ ± ۰/۱ ^a	۲۲/۶۹ ± ۱/۹ ^b
۴۰	۷۴/۶۷ ± ۰/۷ ^b	۱۷/۸ ± ۰/۳ ^a	۴/۹ ± ۰/۵ ^b	۲/۵ ± ۰/۲ ^a	۳۰/۱۵ ± ۰/۹ ^a
۴۵	۷۵/۳۲ ± ۰/۴ ^a	۱۶/۱۹ ± ۰/۲ ^b	۴/۵۷ ± ۰/۵ ^c	۲/۲۱ ± ۰/۲ ^b	۲۳/۲۲ ± ۱/۰۲ ^b
۵۰	۷۵/۲۲ ± ۰/۷ ^a	۱۶/۲۴ ± ۰/۴ ^b	۴/۵ ± ۰/۶ ^c	۲/۶ ± ۰/۳ ^a	۲۳/۲۶ ± ۱/۸ ^b
سطوح کربوهیدرات					
۱/۷	۷۵/۸ ± ۰/۷ ^a	۱۶/۳۶ ± ۰/۴ ^b	۴/۵۸ ± ۰/۵ ^c	۲/۶۸ ± ۰/۲ ^a	۲۳/۸ ± ۱/۸ ^b
۱/۴	۷۴/۱۲ ± ۰/۴ ^c	۱۶/۶۴ ± ۰/۳ ^{ab}	۵/۲ ± ۰/۴ ^a	۲/۳۵ ± ۰/۲ ^b	۲۵/۲۶ ± ۱/۱ ^{ab}
۱/۱	۷۴/۸ ± ۰/۸ ^b	۱۶/۴۶ ± ۰/۶ ^{ab}	۴/۶ ± ۰/۶ ^c	۲/۲ ± ۰/۲ ^c	۲۳/۹ ± ۲/۶ ^b
۰/۸	۷۴/۸۷ ± ۰/۴ ^b	۱۶/۹۱ ± ۰/۴ ^a	۵/۰۶ ± ۰/۳ ^b	۲/۶۶ ± ۰/۱ ^a	۲۶/۳۵ ± ۱/۶ ^a

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (P<۰/۰۵)

^۱ بهره‌برداری از پروتئین خالص

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۳)، شماره (۲) تابستان ۱۳۹۳

جدول ۵- مقایسه ترکیب لاشه بچه فیلماهیان (۵ تا ۱۵۰ گرم) تغذیه شده از جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین و نسبت‌های کربوهیدرات به چربی

تیماز	رطوبت %	پروتئین %	چربی %	خاکستر %	NPU %
جیره ۱ (۱/۷ : ۳۵)	۷۷/۶ ± ۰/۲ ^a	۱۴/۹ ± ۰/۳ ^h	۴/۱۵ ± ۰/۱ ^h	۲/۷۵ ± ۰/۱ ^c	۱۶/۵ ± ۱/۷ ^h
جیره ۲ (۱/۷ : ۴۰)	۷۶/۵ ± ۰/۲ ^{bc}	۱۷/۵ ± ۰/۳ ^g	۳/۲۵ ± ۰/۱ ^j	۱/۸۵ ± ۰/۱ ^f	۲۹/۰۴ ± ۱/۳ ^{bcd}
جیره ۳ (۱/۷ : ۴۵)	۷۶/۶ ± ۰/۲ ^{bc}	۱۶/۴ ± ۰/۳ ^{bcd}	۴/۰۷ ± ۰/۱ ^h	۲/۶۷ ± ۰/۱ ^{cd}	۲۴ ± ۱/۴ ^{efg}
جیره ۴ (۱/۷ : ۵۰)	۷۲/۶ ± ۰/۲ ^{gh}	۱۶/۷ ± ۰/۳ ^{cdfe}	۶/۸۵ ± ۰/۱ ^a	۳/۴۵ ± ۰/۱ ^a	۲۵/۶ ± ۱/۴ ^{cdef}
جیره ۵ (۱/۴ : ۳۵)	۷۲/۸ ± ۰/۲ ^g	۱۶/۵ ± ۰/۳ ^{def}	۶/۴ ± ۰/۱ ^c	۳/۰۵ ± ۰/۱ ^b	۲۴/۷ ± ۱/۴ ^{def}
جیره ۶ (۱/۴ : ۱)	۷۳/۸ ± ۰/۲ ^{fe}	۱۷/۱ ± ۰/۳ ^{bcdef}	۵/۸۵ ± ۰/۳ ^d	۲/۴۵ ± ۰/۱ ^{de}	۲۷/۴ ± ۱/۳ ^{bcde}
جیره ۷ (۱/۴ : ۴۵)	۷۴/۰۳ ± ۰/۲ ^{fe}	۱۵/۸ ± ۰/۳ ^{fgh}	۵/۴۵ ± ۰/۱ ^f	۲/۲۵ ± ۰/۳ ^e	۲۱/۲ ± ۱/۵ ^{fg}
جیره ۸ (۱/۴ : ۵۰)	۷۵/۸ ± ۰/۲ ^d	۱۷/۲ ± ۰/۳ ^{bcde}	۳/۰۵ ± ۰/۱ ^k	۱/۶۵ ± ۰/۱ ^f	۲۷/۸ ± ۱/۳ ^{bcde}
جیره ۹ (۱/۱ : ۳۵)	۷۳/۶ ± ۰/۲ ^f	۱۵/۵ ± ۰/۳ ^{gh}	۵/۶۵ ± ۰/۱ ^e	۲/۲۵ ± ۰/۱ ^e	۱۹/۷ ± ۱/۶ ^{gh}
جیره ۱۰ (۱/۱ : ۴۰)	۷۲/۰۳ ± ۰/۲ ^h	۱۸/۷ ± ۰/۳ ^a	۶/۴۵ ± ۰/۱ ^b	۳/۰۵ ± ۰/۱ ^c	۳۳/۶ ± ۱/۱ ^a
جیره ۱۱ (۱/۱ : ۴۵)	۷۶/۱ ± ۰/۲ ^{bc}	۱۶/۹ ± ۰/۳ ^{bcde}	۲/۶۵ ± ۰/۱ ^l	۱/۲۵ ± ۰/۱ ^g	۲۶/۶ ± ۱/۳ ^{bcde}
جیره ۱۲ (۱/۱ : ۵۰)	۷۷/۴ ± ۰/۲ ^a	۱۴/۸ ± ۰/۳ ^h	۳/۶۵ ± ۰/۱ ⁱ	۲/۲۵ ± ۰/۱ ^e	۱۵/۸ ± ۱/۸ ^h
جیره ۱۳ (۱/۸ : ۰:۳۵)	۷۳/۶ ± ۰/۲ ^f	۱۷/۷ ± ۰/۳ ^b	۵/۶۵ ± ۰/۱ ^e	۲/۲۵ ± ۰/۱ ^e	۲۹/۸ ± ۱/۲ ^{abc}
جیره ۱۴ (۱/۸ : ۰:۴۰)	۷۶/۳ ± ۰/۲ ^{bc}	۱۷/۹ ± ۰/۳ ^{ab}	۴/۰۵ ± ۰/۱ ^h	۲/۶۵ ± ۰/۱ ^{cd}	۳۰/۶ ± ۱/۲ ^{ab}
جیره ۱۵ (۱/۸ : ۰:۴۵)	۷۴/۵ ± ۰/۲ ^{de}	۱۵/۸ ± ۰/۳ ^{fgh}	۶/۰۹ ± ۰/۱ ^c	۲/۶۹ ± ۰/۱ ^{cd}	۲۱/۲ ± ۱/۵ ^{fg}
جیره ۱۶ (۱/۸ : ۰:۵۰)	۷۵/۰۳ ± ۰/۲ ^d	۱۶/۳ ± ۰/۳ ^{efg}	۴/۴۵ ± ۰/۱ ^g	۳/۰۵ ± ۰/۱ ^b	۲۳/۸ ± ۱/۴ ^{efg}

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (P<۰/۰۵)

بحث

با توجه به این پژوهش می‌توان اذعان نمود که بهترین نسبت بازده پروتئین و درصد استفاده از پروتئین خالص متعلق به ماهیان تغذیه شده از تیمار ۴۰ درصد پروتئین بود، به طوری که روند نزولی در شاخص‌های فوق‌الذکر با افزایش پروتئین جیره غذایی به میزان ۵۰ درصد مشاهده گردید ($P < 0/05$). نتایج فوق با نتایج هانگ و دنگ (۲۰۰۲) و لاول (۱۹۸۹) به ترتیب در گونه‌های تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) همخوانی دارد. در صورتی که ابراهیمی و همکاران (۲۰۰۴) بر این نکته اذعان داشتند که نیاز ماهیان انگشت قد فیل ماهی با جیره‌های غذایی حاوی ۴۵ تا ۵۰ درصد پروتئین خام تأمین می‌شود. لاول (۱۹۸۹) بیان داشت نسبت بازده پروتئین معیاری است که نشان می‌دهد منبع پروتئینی موجود در جیره تا چه حد قادر است اسیدهای آمینه مورد نیاز جانور را تأمین کرده و نیز نشان‌دهنده چگونگی تعادل انرژی و پروتئین است. همچنین با افزایش پروتئین در جیره به بیش از نیاز ماهی، بدن با مشکل تجزیه اسید آمینه‌های آزاد ناشی از هضم پروتئین روبرو می‌شود به طوری که با بالا رفتن سطح پروتئین در جیره، فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده اسیدهای آمینه در کبد ماهی افزایش پیدا خواهد نمود تا بتواند اسیدهای آمینه اضافی را اکسید کند. اکسید کردن اسیدهای آمینه و دفع ازت‌های ناشی از آمین‌زدایی انرژی مستلزم انرژی زیادی است که باعث کاهش کارایی پروتئین و انرژی و در نهایت رشد می‌گردد (کیم و کوشیک، ۱۹۹۲). نتایج مشابهی در (*Rhamdia Quilen*) با افزایش پروتئین از ۳۸ به ۴۳ درصد (سالهی و همکاران، ۲۰۰۴) و (*Melanogramus aeglefinus*) Hoddok با افزایش پروتئین (از ۴۵ به ۶۵ درصد) (کیم و لال، ۲۰۰۱) گزارش شده است. بنابراین می‌توان اذعان نمود ۴۰ درصد پروتئین به خوبی می‌تواند نیاز بچه ماهیان به اسیدهای آمینه را تأمین نماید.

مطلوب‌ترین ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده از نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷ محتوی ۲۸ درصد کربوهیدرات و ۱۲ درصد چربی مشاهده گردید ($P < 0/05$). این نتیجه نشان‌دهنده این مطلب است که برخلاف نتایج به دست آمده از دیگر محققین که بیان داشته بودند، هضم و متابولیسم کربوهیدرات‌های پیچیده (نشاسته) در ماهیان گوشتخوار از جمله تاسماهیان بدلیل کم‌بودن فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده کربوهیدرات (آمیلاز) پایین و محدود است (هانگ و همکاران، ۱۹۸۹) بچه فیل‌ماهی به خوبی می‌تواند خود را به جیره‌های محتوی درصد‌های بالای کربوهیدرات سازگار نموده و از کربوهیدرات موجود در آن به‌عنوان انرژی بهره‌گیرد. چائو و همکاران (۱۹۹۸)

بیشترین فعالیت آنزیم آمیلاز را در طی دوران ۱۸ تا ۶۰ روزگی در گونه سی باس اروپایی تغذیه شده با سطوح بالای نشاسته مشاهده نمودند که به خوبی نشان‌دهنده این مطلب است که ماهیان دریایی قادر هستند فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده گوارشی خود را با منبع غذایی داده شده منطبق سازند. البته اثبات این مورد در ماهیان خاویاری نیاز به پژوهش و بررسی بیشتر دارد.

نتایج پژوهش‌های هانگ و همکاران (۱۹۸۹) نیز بر این موضوع تاکید دارد که توانایی تاسماهیان در مصرف منابع کربوهیدرات در گونه‌های مختلف متفاوت است. در گونه تاسماهی سفید با پیچیده شدن ساختار مولکولی کربوهیدرات، میزان جذب آن از دیواره روده و هضم آن در دستگاه گوارش کاهش می‌یابد. اما با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان اذعان نمود که توانایی فیل‌ماهی در خصوص مصرف کربوهیدرات به گربه ماهی و ماهیان گرم‌آبی نزدیک است. حد مطلوب کربوهیدرات (دکستروزین) در انگشت قد کاتلا (*Catla catla*) ۳۵ درصد (سی‌ناپا و دوراج، ۱۹۹۵)، روهو (*Laebo rohita*) ۳۰ تا ۳۵ درصد (عرفان الله و جافری، ۱۹۹۵) و میزان مطلوب نشاسته در ماهی کپور ۲۸ تا ۳۲ درصد برآورد گردیده است (ویستر و لیم، ۲۰۰۲) و نتایج پژوهش حاضر بر این نکته اذعان دارد که ماهیان تغذیه شده از نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷ محتوی ۲۸ درصد کربوهیدرات و ۱۷ درصد چربی به کار رفته از ضریب رشد مطلوب برخوردار بودند (جیره ۱).

مطلوب‌ترین ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و ضریب تبدیل غذا به ترتیب از آن ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ۱۰، ۱ و ۱۵ با سطوح پروتئین و نسبت کربوهیدرات به چربی (۱/۷: ۳۵)، (۱/۱: ۴۰) و (۰/۸: ۴۵) بود و بر این نکته اذعان دارد که افزایش یا کاهش مقادیر کربوهیدرات و چربی (افزایش یا کاهش نسبت کربوهیدرات به چربی) در سطوح مختلف پروتئین موجب کاهش افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و یا بازده غذا نمی‌گردد ($P > 0/05$).

به این معنی که فیل‌ماهی می‌تواند به خوبی از دو منبع انرژی غیرپروتئینی (چربی و کربوهیدرات) جهت تغذیه و رشد بهره‌گیرد که با نتایج آیکینز و همکاران (۱۹۹۳) در خصوص تغذیه بچه تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) با وزن ابتدایی ۴۴/۶±۱/۷ همخوانی دارد.

با افزایش پروتئین در جیره غذایی چربی لاشه روند نزولی را نشان داد، هر چند بیشترین درصد پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده از سطح ۴۰ درصد مشاهده شد که با نتایج برندان و همکاران (۱۹۸۸) در گونه تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) هماهنگی دارد. هانگ و همکاران (۱۹۹۷) پیشنهاد کردند که افزایش چربی تا سطوح ۲۵ تا ۳۰ درصد مصرف پروتئین جهت رشد را در گونه

تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) بهبود و باعث ابقای بالای پروتئین در لاشه می‌گردد. از سوی دیگر بیشترین مقدار چربی و پروتئین در لاشه ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۰/۸ (حاوی ۲۲ درصد چربی و ۱۲ درصد کربوهیدرات) و ۱۱/۴ (۱۸ درصد چربی و ۲۵ درصد کربوهیدرات) مشاهده گردید. نتایج مشابهی نیز با افزایش سطوح چربی و کاهش کربوهیدرات در فیل ماهی (*Huso huso*) (محسنی و همکاران، ۲۰۱۱) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (سیدحسینی و همکاران، ۲۰۱۱) به دست آمده است.

در مجموع با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان اذعان نمود که بچه فیلماهی به خوبی می‌تواند از کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها به‌عنوان منابع انرژی بدون تاثیر منفی بر روند رشد و کیفیت لاشه بهره‌گیرد. اگرچه میان تیمارهای (۳۵:۱/۷) و (۴۰:۱/۱) در مقادیر متوسط ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما با توجه به کیفیت لاشه و درصد بهره‌برداری از پروتئین خالص و همچنین نتایج مطالعات دیگر انجام شده توسط سایر محققین (برندان و همکاران، ۱۹۸۸؛ کوشیک و همکاران، ۱۹۹۱) در خصوص تغذیه تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) و تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) می‌توان اذعان نمود که جهت دستیابی به حداکثر کارایی رشد و غذا با توجه به طولانی بودن دوره پرورش گوشتی و استصال خاویار تغذیه بچه ماهیان با پروتئین ۴۰ درصد به‌منظور کاهش هزینه تولید در درازمدت و حصول به سیستم ایمنی مناسب توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در قالب پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی (*H. huso*) از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری اجرا گردید. نگارندگان از کلیه همکارانی که در اجرای این پروژه دست یاری دادند و با کمک‌ها و زحمات بی‌دریغشان در شرایط سخت بزرگترین پشتیبان ما بودند، کمال تشکر را دارند.

منابع

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995: Official methods of analysis, 12th edn. AOAC, Washington, DC.
2. Aikins, K.F., Hung, S.S.O. and Hughes, G.S. 1993. Effect of feeding a high level of D-glucose on liver function in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Fish Physiology and Biochemistry. 12: 317-325.
3. Brendan, J., Hung, S.S.O., and Mederano, J. 1988. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture. 71: 235-245.
4. Cahu, C.L., Zambonino Infante, J.L., Escaffre, A.M., Bergot, P., and Kaushik, S. 1998. Preliminary results on sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae rearing with compound diet from first feeding. Comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae. Aquaculture. 169: 1-7.
5. Ebrahimi, A., Pour Reza, G., Panamariov, S., Kamali, A., and Hossieni, A. 2004. Effects of different levels of fat and protein on growth and carcass quality of Beluga (*Huso huso*) and *A. persicus* fingerlings. Ph.D. Thesis. Tarbiyat Modarres University. 113p.
6. Erfanullah, and Jafri, A.K. 1995. Protein sparing effect of dietary carbohydrate in diets for fingerling (*Labeo rohita*). Aquaculture. 136: 331-339.
7. Furuichi, M., and Yone, Y. 1982. Effect of insulin on blood sugar levels of fishes. Bulletin of Japanese Social Science Fish. 48: 1289-1291.
8. Gridale-Helland, B.S.J. 1997. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the end of freshwater stage. Aquaculture. 152: 167-180.
9. Hung, S.S.O., Aikins, K.F., Lutes, P.B., and Xu, R. 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*A.transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. Journal of Nutrition. 119:272-733.
10. Hung, S.S.O., and Deng, D.F. 2002. Sturgeon *Acipenser* spp. In Lim, C. and Webster, C.D. (eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CAB International. Publication. Wallingford, UK, 418p.
11. Hung, S. O.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L., and Einen, O. 1997. High-energy diets for white sturgeon (*A. transmontanus*) Richardson. Aquaculture Nutrition. 3: 281-286.
12. Hilton, J.W., Atkinson, J.L., and Slinger, S.J. 1982. Maximum tolerable level, digestion, and metabolism D-glucose in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared on practical trout diet. Canadian. Journal Fish Aquaculture. 39: 1229-1234.
13. Higgs, D.A., Dosanj, H., Himick, B.A., and Eals, J.G. 1992. Effect of dietary lipid and carbohydrate levels and chronine 3, 53- triiodo-l-thronine treatment on growth, appetite, food and protein utilization and body composition of immature rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at low temperature. Aquaculture. 105: 175-190.

14. Kaushik, S.J., Breque, J. and 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. Pp: 25-37.
15. Kim, J.D., and Kaushik, S.J. 1992. Contribution of digestible energy from carbohydrate and estimation of protein/energy requirement of rainbow trout. *Aquaculture*. 106: 161-169.
16. Kim, J.D. and Lall, S.P. 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture*. 195: 311-319.
17. Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish (second edition). Kluwer cademic publisher (USA). 260p.
18. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Pourali, H., Kazemi, R., Aghtuman, V., and Alizadeh, M. 2003. Biotechnique of the commercial culture of *Huso huso* in freshwater. International Sturgeon Research Institute, Rasht-Iran, 126p.
19. Mohseni, M., Bahmani, M., Pourali, H. M., Arshad, A., Alizade, M., Jamalzad, F., Soofiani, N., Haghghian, M., and Zahedifar, M. 2005. Determining nutritional requirements in Beluga (*Huso huso*) from larval stage up to marketable size. International Sturgeon Research Institute-Aquaculture Department. 254p.
20. Mohseni, M., Hassani, M.H., Pourali, M., Pourkazemi, M., and Bai, S.C. 2011. The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso*. *Applied Ichthyology*. 27: 775-780.
21. Morais, S., Bell, J.G., Robertson, D.A., Roy, W.J., and 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.
22. Moore, B.J., Hung, S.S.O., and Medrano, J. 1988. Protein requirement of hatchery-production juvenile white sturgeon, *A. trasmontanus*. *Aquaculture*, 71:235-245.
23. Raymakers, C. 2001. Sturgeon Aquaculture volumes and values. Traffic Europe.
24. Rosenthal, H. 2000. Status and prospects of sturgeon farming in Europe. Institute fur Meereskunde Kiel Duesternbrooker Weg 20 2300 Kiel, Federal Republik of Germany. Pp: 144-157.
25. Salhi, M., Bessonart, M., Chediak, G., Bellagamba, M., and Carnevia, D. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rahmdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture*. 231: 435-444.
26. 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.
27. Tung, P.H. and Shiau, S.Y. 1991. Effect of meal frequency on growth

- performance of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus***O.aureus*). Comparative Biochemistry Physiology. 104A: 585-588.
28. Vasilova, L.M. 2000. Current problem commercial rearing sturgeon. 2000. Complex of paper for first scientific- practical conference AStaraKhan (BIOS). Pp: 7-11.
29. Webster, C.D. and Lim, C.E. 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI publishing. 418p.
30. Williot, P., Saeau, L., Gesner, J., Alarti, G., Bronzi, P., Gulyas, T. and Berni, M. 2001. Sturgeon farming in Western Europe: Recent developments and perspectives. Aquatic living Resources, 14: 367-374.