اثر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر روند رشد بچه فیلماهی پرورشی (*Huso huso*)

محمود محسنی[۱]*، اسماعیل امیرخانی[۲]، میرحامد سید حسنی[۳]، حمیدرضا پورعلی[۴]

* mahmoudmohseni@yahoo.com

۱،۳،۴-موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر. رشت، ص.پ ۳۴۶۴ – ۴۱۶۳۵
۲-دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: خرداد۱۳۹۲ **تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۲**

چکیده

به منظور مطالعه اثر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر روند رشد بچه فیلماهیان پرورشی (*Huso huso*) با متوسط وزن ۱/۶۴ ± ۴۹/۸۵ گرم، آزمایش رشدی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل ۴×۲ طراحی و اجرا گردید. آزمونها در دو سطح پروتئینی۴۰ و ۴۵ درصد، هر یک با چهار سطح انرژی (۱۸/۵، ۱۹/۸، ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره) با نسبتهای مختلف P/E (از ۱۸/۰۳ تا ۲۴/۱۴ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول) در شرایط یکسان پرورشی به مدت ۱۱۰ روز انجام شد. میانگین دمای آب در طول دوره پرورش ۱/۵± ۲۲/۹ درجه سانتیگراد و اکسیژن محلول ۰/۵۹ ± ۷/۴ میلیگرم در لیتر در نوسان بود. در هر یک از سطوح پروتئینی ۴۰ و ۴۵٪ با افزایش انرژی، میزان کارایی غذایی، درصد افزایش وزن، نسبت بازده پروتئین و شاخص رشد ویژه به طور معنی‌داری افزایش یافت، بطوریکه بچه ماهیان تغذیه شده با جیره کم انرژی از روند رشد کمتری نسبت به بچه ماهیان تغذیه شده با انرژی متعادل و انرژی بالا برخوردار بودند. از نظر ترکیبات بدن، اختلاف معنی داری بین پروتئین۴۰ و ۴۵٪ مشاهده نشد. نتایج حاکی از آن بود که چربی لاشه بدون توجه به میزان پروتئین با میزان چربی جیره همبستگی مثبت داشت، بطوریکه میزان چربی بدن ماهیانی که از انرژی بالاتر تغذیه کرده بودند، بطور معنی داری بیشتر از ماهیانی بود که با انرژی کمتر تغذیه شده بودند. هر چند بیشترین مقدار وزن نهایی (۵/۳± ۲۲۴/۱ گرم) مربوط به ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۴۵٪ پروتئین و سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول در هر کیلوگرم جیره مشاهده گردید، اما بدلیل عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری و کاهش هزینه‌های تولید غذا، جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین، ۲۱٪ چربی و ۲۱/۱ مگاژول انرژی در هر کیلوگرم جیره با نسبت ۲۰P/E میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول، جهت دستیابی به بهینه رشد و ضریب تبدیل غذایی برای بچه فیلماهیان پرورشی با وزن ۴۹ تا ۲۵۰ گرم، نسبت به سایر تیمارها ترجیح داده می‌شود.

لغات کلیدی: پروتئین، انرژی، فیلماهی، (*Huso huso*) و رشد

*نویسنده مسئول

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

پرورش فیلماهی (*Huso huso*) صنعت نسبتا جدیدی در ایران به شمار می‌آید و اطلاعات در مورد مدیریت مناسب پرورش و نیازمندیهای غذایی این گونه محدود است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). فیلماهی به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی از پروتئین در جیره غذایی نیاز دارند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). پروتئین‌ها مواد آلی هستند که از کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن تشکیل یافته و اسیدهای آمینه بخش اساسی و اصلی آنها می‌باشند. در واقع ماهیان پروتئین را برای بدست آوردن اسیدهای آمینه مصرف می کنند (Ahmad *et al*., 2008). مصرف پروتئین توسط ماهیان به وجود منابع انرژی غیرپروتئینی جیره از جمله لیپید و کربوهیدرات وابسته است (Quinghui *et al*., 2004; Mohseni *et al*., 2011). همچنین افزایش منابع انرژی غیرپروتئینی جهت تأمین نیاز انرژی ماهی، سبب کاهش اکسیداسیون اسیدهای آمینه و متعاقباً افزایش مصرف پروتئین جیره جهت رشد و کاهش دفع ازت می‌شود (De Silva *et al*., 1991). از آنجائیکه پروتئینها، بخش عمده هزینه غذاهای تنظیم شده را در هر گونه پرورشی تشکیل می دهند (Miller *et al*., 2005)، بنابراین تعیین احتیاجات پروتئینی، اولین گام موثر در جهت تولید جیره غذایی کم هزینه با کارایی بالا در رشد ماهیان محسوب می شود (Coutinho *et al*., 2012). اطلاعات در خصوص حد بهینه پروتئین در بسیاری از گونه‌های تاسماهیان محدود می‌باشد، هر چند مطالعاتی در این زمینه بر روی تاسماهی سفید (*A. tranasmantanus*) (Brendan *et al*., 1988)، تاسماهی سیبری (*A. baeri*) (Kaushik *et al*., 1991)، فیلماهی (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳. محمدی و همکاران، ۱۳۸۱، محسنی و همکاران، ۱۳۸۵) و تاسماهی ایرانی (*A. persicxus*) (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳ ،Mohseni *et al*.; 2007; Seyed Hassani *et al*., 2011) انجام شده است. همچنین ثابت شده است که نسبت مناسب پروتئین به انرژی جیره غذایی نقش مهمی در استفاده بهینه ماهیان از پروتئین و انرژی دارد (Hung *et al*., ۱۹۹۷) انرژی یک ماده غذایی نیست، بلکه خصوصیتی از یک ماده غذایی است که در طی اکسیداسیون پروتئینها، چربی و کربوهیدرات آزاد میشود، ماهیها نیز مانند سایر جانوران انرژی خود را از طریق اکسیداسیون مواد غذایی (پروتئینها، چربی و کربوهیدرات) به دست می‌آورند (Webster & Lim, 2002). پروتئین ها و اسیدهای آمینه نقش عمده‌ای در تأمین انرژی ماهی به عهده دارند. انرژی قبل از اینکه در دسترس فرآیند رشد قرار گیرد، صرف تأمین نیازمندیهای مربوط به نگهداری و فعالیت اختیاری می‌شود (Kaushik & Medale, 1994). بعبارت دیگر، در صورتیکه جیره غذایی دارای مقدار کافی چربی و کربوهیدرات باشد، پروتئینها اغلب برای رشد و تولید بافت مورد استفاده قرار می گیرد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳). بر عکس اگر منابع انرژی غیرپروتئینی به اندازه کافی در جیره وجود نداشته باشند، پروتئینها صرف تأمین انرژی خواهد شد که مقرون به صرفه نخواهد بود. جیره‌های حاوی مقادیر بالای چربی (بعنوان منبع انرژی)، جیره‌های پر انرژی محسوب می‌شوند، که بایستی با دقت زیاد بکار برده شوند، تا سبب اثرات سوء بر سلامت ماهی و کاهش بازدهی هضم پروتئین و تجمع چربی اضافی در اطراف روده و کبد و چاقی نشوند (Mohseni *et al*., 2011). بنابراین با بکارگیری نسبتهای مناسب پروتئین به انرژی جیره، ضمن صرفه‌جویی در مصرف پروتئین می‌توان روند رشد ماهیان را افزایش و هزینه تمام شده تولید را کاهش داد (Thoman *et al*., 1999). لذا انجام تحقیقات مختلف تغذیه ای، به منظور دستیابی به مناسبترین جیره غذایی برای هر گونه و در اوزان مختلف مهم و ضروری می باشد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین سطوح مناسب پروتئین و انرژی در جیره غذایی فیلماهیان پرورشی زیر یکسال، جهت دستیابی به یک جیره مناسب و اصولی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش کار

به منظور تهیه جیره های غذایی، ابتدا ترکیبات غذایی مورد نیاز جهت آنالیز به آزمایشگاه (آزمایشگاه آنالیز غذایی مرکز تحقیقات و علوم دامی کشور و موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر) منتقل گردید تا بر اساس اطلاعات صحیح از ترکیب مواد اولیه نسبت به تنظیم جیره‌ها اقدام گردد. با استفاده از پودر ماهی کیلکا عمل‌آوری شده در دمای پائین بعنوان منبع پروتئینی، روغن ذرت و روغن ماهی کیلکا (به نسبت مساوی) بعنوان منبع چربی و آرد گندم بعنوان منبع کربوهیدرات، هشت جیره حاوی دو سطح پروتئینی۴۰ و ۴۵٪ هر یک با چهار سطح انرژی (۱۸/۵، ۱۹/۸، ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره) با

Archive of SID

www.SID.ir

نسبتهای) P/E از ۱۸/۰۳ تا ۲۴/۱۴ میلی‌گرم پروتئین در کیلو ژول) فرموله شدند (جدول ۱). پس از تنظیم و تعیین درصد هر و به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه خشک‌کن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به منظور کاهش رطوبت به میزان ۹ تا ۱۰٪ قرار داده شدند. جیره‌ها پس از خشک‌شدن، بسته بندی، شماره‌گذاری شده و تا زمان مصرف در داخل فریزر (دمای منفی ۱۸ درجه

یک از اجزای سازنده جیره‌ها، اقدام به ترکیب و آماده سازی آنها توسط دستگاه پلت زن CPM شد. پلتها به قطر ۴ میلی‌متر تهیه سانتیگراد) نگهداری شدند. یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها از فریزر خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهیان قرار گرفت .

جدول ۱: اجزای غذایی و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی

ترکیبات غذایی (گرم در کیلوگرم جیره)	شماره جیره (نسبت پروتئین به انرژی)							
	۴۰:۱۸/۵	۴۰:۱۹/۸	۴۰:۲۱/۱	۴۰:۲۲/۴	۴۵:۱۸/۵	۴۵:۱۹/۸	۴۵:۲۱/۱	۴۵:۲۲/۴
آرد ماهی	۳۵۴	۳۵۴	۳۵۴	۳۵۴	۴۱۰	۴۱۰	۴۱۰	۴۱۰
پودر گوشت	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
مخمر	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
گلوتن گندم	۳۶	۳۸	۴۴/۵	۴۸/۸	۵۱	۵۷	۶۷	۷۵
آرد گندم	۳۱۰	۲۵۳	۲۱۰/۵	۱۶۲/۲	۲۴۴	۱۸۸	۱۲۵	۷۰
نمک	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
ویتامین پرمیکس	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
پرمیکس معدنی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
متیونین + سیستئین	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
لایزین	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
ملاس	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
روغن ماهی	۶۵	۱۲۰	۱۵۶	۲۰۰	۶۰	۱۱۰	۱۶۳	۲۱۰
سلولز	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
ترکیب بیوشیمیایی جیره								
ماده خشک (گرم در کیلوگرم)	۸۷۴	۸۸۳	۸۷۸	۸۷۵	۸۷۷	۸۶۸	۸۷۴	۸۸۱
پروتئین	۳۹۷	۳۹۵	۴۰۱	۴۰۵	۴۴۸	۴۵۰	۴۵۳	۴۵۱
چربی	۹۰	۱۴۲	۱۹۲	۲۵۰	۸۶	۱۳۹	۱۸۸	۲۴۲
خاکستر	۵۵/۲	۵۵/۸	۵۶/۲	۵۷/۱	۶۳/۱	۶۳/۶	۶۴/۴	۶۴/۹
انرژی ناخالص (مگاژول در کیلوگرم جیره)	۱۸/۹۷	۱۹/۷۹	۲۰/۹۶	۲۱/۸۵	۱۸/۸۶	۱۹/۹۳	۲۱/۳۵	۲۲/۳۶
نسبت پروتئین به انرژی (میلیگرم در کیلوژول)	۲۱/۳۸	۱۹/۹۵	۱۸/۹۷	۱۸/۰۳	۲۴/۱۴	۲۲/۶۸	۲۱/۴	۲۰/۱۲

Archive of SID

www.SID.ir

تهیه ماهیان و نحوه پرورش: تعداد ۲۴۰ عدد بچه فیلماهی با وزن متوسط ۱/۶۴ ± ۴۹/۸۵ گرم، به تعداد ۱۰ عدد ماهی در هر وان بطور تصادفی در ۲۴ وان فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (قطر ۱۰۵ سانتیمتر، ۵۱ سانتیمتر ارتفاع و حجم آب ۵۰۰ لیتر) در فضای سرپوشیده مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب (بصورت فواره‌ای) با دبی آب ۴/۷۵ لیتر در دقیقه (آب رودخانه سفیدرود) در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل ۴×۲ پرورش داده شدند. هر جیره به ۳ وان فایبرگلاس داده شد. ماهیان ۴ بار در روز در ساعات ۸-۱۴-۲۰-۲ صبح تا حد سیرابی در شرایط فتوپریود طبیعی (D 10 L:14) غذادهی شدند. به منظور کاهش استرس، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست سنجی، غذادهی ماهیان قطع می‌گردید. جهت زیست سنجی، ماهیان توسط محلول ۳۰۰ پ.پ.م پودرگل میخک بیهوش می‌شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). در هر زیست سنجی طول و وزن انفرادی ماهیان اندازه‌گیری و مطابق آن مقدار جیره غذایی برای ۱۴ روز آینده تنظیم می‌گردید. با توجه به اهمیت فاکتورهای محیطی (جدول ۲) از جمله اکسیژن محلول، دما و pH و تاثیر آنها بر تغذیه و در نهایت رشد ماهیان، این فاکتورها در تمام مدت پرورش بطور روزانه کنترل گردید.

جدول ۲ : میانگین دمای آب (درجه سانتیگراد) و اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر) در مقاطع زمانی ۱۰ روزه

مقاطع زمانی اندازه‌گیری	دوره پرورش با غذای کنسانتره							
عوامل اندازه‌گیری شده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	میانگین
میانگین دمای آب (درجه سانتیگراد)	۲۵/۳	۲۵/۶	۲۶/۶	۲۶/۹	۲۶/۲	۲۵/۹	۲۶/۳	۲۶/۱۱
میانگین اکسیژن محلول (میلیگرم در لیتر)	۷/۵	۷/۹	۸/۲	۷/۹	۷/۵۸	۷/۲۳	۸/۰۳	۷/۴۸
pH	۶/۹	۷/۱	۷/۳	۷/۰۱	۶/۹	۷/۱	۷/۳	۷/۰۹

آنالیز تقریبی ترکیبات و مواد اولیه جیره، جیره‌های آزمایشی و بدن ماهی با روشهای استاندارد جیره AOAC (1995) انجام شد. پس از ۱۲ ساعت قطع غذادهی به منظور اطمینان از تخلیه شدن محتویات شکمی ماهیان در پایان دوره پرورش و بیهوش نمودن ماهیان توسط محلول ۳۰۰ پ.پ.م پودرگل میخک، از هر تکرار ۳ عدد ماهی به طور تصادفی برداشت و پس از خارج نمودن کبد و امعا و احشا، به منظور محاسبه شاخص هپاتوسوماتیک، لاشه ماهیان جهت تجزیه لاشه (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) به آزمایشگاه ارسال گردید .

نمونه جیره‌ها و ماهی در ۱۰۵ درجه سانتیگراد بمدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با برآورد نیتروژن کل (۶/۲۵ (×Nبا استفاده از روش کجلدال استخراج، چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج، میزان انرژی موجود در ترکیبات غذایی بوسیله بمب کالریمتر و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شدند .

تعیین شاخص های رشد و هپاتوسوماتیک : با استفاده از اطلاعات زیست سنجی ماهیان (طول و وزن) در هر وان، فاکتورهای محاسباتی شامل شاخص رشد ویژه (SGR; %/day) (، درصد افزایش وزن بدن (%BWI)، کارایی غذا(FE)، نسبت بازده پروتئین (PER) و شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) % به شرح ذیل محاسبه گردید.

S.G.R= (Ln BWf- LnBWi)/t ×100 (Ronyai et al., 1990)

%BWI=100 × (BWf-Bwi)/BWi

BWi و BWf : متوسط وزن اولیه و وزن نهایی در هر مخزن

t : تعداد روزهای پرورش

BW: وزن TL: (gr) طول (Total feed intake) (cm)

TF: کل خوراک مصرفی هر ماهی

FE= (BWf- BWi)/TF ×100 (Kofi et al., 1992)

PER = Wet weight gain in (g) / Protein intake in (g) (Moore et al., 1988)

%HSI = Liver weight/body weight ×100

= (Liver weight وزن کبد (گرم

= (body weight وزن بدن (گرم

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق حاضر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل ۴×۲ در سه تکرار روی بچه فیلماهیان مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک و دو طرفه (ANOVA) و نرم افزارهای Excel و SAS انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه دانکن انجام شد، وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اعتماد ۹۵٪ تعیین گردید.

نتایج

نتایج پارامترهای کیفی آب هیچگونه اختلاف معنی‌داری را در طول دوره پرورش نسبت به یکدیگر نشان نداد ($P\geq$۰/۰۵). همچنین در طول دوره پرورش، هیچگونه مرگ و میری مشاهده نشد. نتایج داده‌ها در انتهای دوره پرورش نشان داد، در هر یک از سطوح پروتئینی ۴۰ و ۴۵٪ با افزایش میزان انرژی، وزن نهایی بدن، میزان افزایش وزن، و سرعت رشد ویژه افزایش می‌یابد. در سطح پروتئینی ۴۰ درصد بیشترین میزان وزن نهایی بدن، افزایش وزن بدن و سرعت رشد ویژه در سطح ۲۱/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد. با افزایش انرژی از ۲۱/۱ به ۲۲/۴ مگاژول، شاخصهای رشد اندکی کاهش یافت که البته معنی‌دار نبود ($P\geq$۰/۰۵). همچنین در سطح پروتئینی ۴۵٪ بیشترین مقادیر شاخصهای رشد در سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول مشاهده گردید. با افزایش انرژی از ۲۱/۱ به ۲۲/۴ مگاژول بهبود معنی‌داری در رشد ماهیان مشاهده نشد ($P\geq$۰/۰۵)، ولی در سطح انرژی ۱۹/۸ مگاژول در مقایسه با سطح ۱۸/۵ مگاژول انرژی، شاخصهای رشد اندکی کاهش نشان دادند ($P\geq$۰/۰۵).

بیشترین روند رشد را ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۴۵٪ پروتئین و انرژی ۲۲/۴ مگاژول را به خود اختصاص دادند، هر چند اختلاف معنی دار آماری با تیمارهای ۲۱/۱: ۴۰، ۱۸/۵: ۴۵ و ۲۱/۱: ۴۵ نشان ندادند (جدول ۳). همچنین در انتهای دوره پرورش، بالاترین روند شاخص رشد ویژه (SGR; %/day) متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۴۰٪ پروتئین و انرژی ۲۱/۱ مگاژول بود که با ماهیان تغذیه شده با تیمارهای۲۲/۴: ۴۰، ۱۸/۵: ۴۵، ۲۱/۱: ۴۵ و ۲۲/۴: ۴۵ فاقد اختلاف معنی دار آماری بودند ($P\geq$۰/۰۵).

جدول ۳: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخصهای رشد بچه فیلماهیان نسبت به اثر سطوح متفاوت پروتئین و انرژی در تیمارهای آزمایشی پس از ۱۱۰ روز پرورش

جیره		وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	شاخص رشد ویژه (درصد/روز)	افزایش وزن بدن (٪)
پروتئین (٪)	انرژی قابل هضم*				
۴۰	۱۸/۵	۴۹/۸±۱/۸	۱۸۷/۳ ± ۴/۶ ^{d}	۱/۹ ± ۰/۰۳ ^{bc}	۱۹۳/۴ ± ۴/۵ ^{c}
۴۰	۱۹/۸	۵۰/۴±۱/۷	۱۹۱/۷ ± ۱۱/۱ ^{dc}	۱/۷ ± ۰/۱۱ ^{c}	۱۸۵/۹ ± ۱۷/۶ ^{c}
۴۰	۲۱/۱	۴۹/۷±۱/۴	۲۱۳/۸ ± ۱/۸ ^{ab}	۲/۲ ± ۰/۰۲ ^{a}	۲۱۱/۸ ± ۳/۲ ^{abc}
۴۰	۲۲/۴	۵۰/۵±۱/۵	۱۹۹/۵ ± ۱/۴ ^{bcd}	۲/۱ ± ۰/۰۵ ^{ab}	۲۰۹ ± ۷/۹ ^{abc}
۴۵	۱۸/۵	۴۹/۸±۱/۶	۲۰۹/۱ ± ۷/۷ ^{abc}	۲/۱ ± ۰/۰۵ ^{ab}	۲۲۵/۹ ± ۹/۱ ^{ab}
۴۵	۱۹/۸	۴۹/۴±۱/۷	۱۹۱/۸ ± ۴/۷ ^{dc}	۱/۹ ± ۰/۰۲ ^{bc}	۱۹۵/۴ ± ۳/۱ ^{bc}
۴۵	۲۱/۱	۵۰/۲±۲/۱	۲۱۹/۲ ± ۶/۳ ^{ab}	۲/۱ ± ۰/۰۴ ^{ab}	۲۱۰ ± ۶/۹ ^{abc}
۴۵	۲۲/۴	۴۹/۱±۱/۳	۲۲۴/۱ ± ۵/۳ ^{a}	۲/۱ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۲۳۱ ± ۱۴/۲ ^{a}
اثر سطوح پروتئین		۰/۵۶۸	۰/۱۹۷	۰/۳۴۹	۰/۳۲۹
اثر سطوح انرژی		۰/۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اثر متقابل پروتئین× انرژی		۰/۲۸۹	۰/۰۵۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳

میانگین ± SE ، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار هستند ($P\leq$۰/۰۵). * مگاژول در کیلوگرم جیره.

Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر متوسط بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی قرار گرفت (P≤۰۵/).نتایج به دست آمده نشان داد که در سطح پروتئین ۴۰ درصد با افزایش میزان انرژی از ۱۸/۵ به ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره، مقادیر عددی بازده غذایی افزایش می‌یابد، در سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول به بیشترین مقدار خود رسید که دارای اختلاف معنی دار آماری با ماهیان تغذیه شده با سطح انرژی ۱۹/۸ بود. همچنین بیشترین نسبت بازده پروتئین نیز در سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول مشاهده شد .

در سطح پروتئین ۴۰ درصد با افزایش انرژی از ۲۱/۱ به ۲۲/۴ مگاژول در بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین اندکی کاهش مشاهده گردید (P≥۰/۰۵). بطوریکه بیشترین نسبت بازده پروتئین در سطح پروتئینی ۴۰ درصد و انرژی ۲۱/۱ مگاژول مشاهده شد. در سطح انرژی ۴۵ درصد نیز با افزایش انرژی، روند تغییرات بازده غذایی و نسبت بازده پروتئینی تقریباً مشابه سطح پروتئین ۴۰ درصد است و بیشترین مقادیر در سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول مشاهده شد که با سطح انرژی ۲۱/۱ اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P≥ ۰/۰۵). بنابراین با افزایش انرژی به ۲۲/۴ مگاژول، بهبود قابل توجهی در بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین مشاهده نشد.

همچنین در یک سطح انرژی، با افزایش پروتئین از ۴۰ به ۴۵٪ نسبت بازده پروتئین (PER) کاهش می‌یابد. در سطح پروتئین ۴۵٪، بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین در سطح انرژی ۱۹/۸ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره در مقایسه با سطح انرژی ۱۸/۵ مگاژول به ترتیب از روند کاهشی و افزایشی برخوردار بودند .

جدول ۴: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) تغییرات بازده غذایی، نسبت بازده پروتئین و شاخص هپاتوسوماتیک بچه فیلماهیان نسبت به اثر سطوح متفاوت پروتئین و انرژی در تیمارهای آزمایشی پس از ۱۱۰ روز پرورش

جیره		بازده غذایی (٪)	نسبت بازده پروتئین	شاخص هپاتوسوماتیک (%)
پروتئین (٪)	انرژی قابل هضم*			
۴۰	۱۸/۵	۱۲۲ ± ۱/۳^{bcd}	۲/۸۹ ± ۰/۰۹^{bc}	۲/۷۶ ± ۰/۲
۴۰	۱۹/۸	۱۱۵ ± ۷/۳^{d}	۳/۰۱ ±۰/۰۳۱^{abc}	۲/۸ ± ۰/۴
۴۰	۲۱/۱	۱۲۹ ± ۱/۸^{ab}	۳/۲۳ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۹۲ ± ۰/۳۱
۴۰	۲۲/۴	۱۲۶ ± ۲/۹^{abcd}	۳/۱۶ ± ۰/۰۷^{ab}	۳/۰۷ ± ۰/۴۱
۴۵	۱۸/۵	۱۳۴ ± ۲/۵^{a}	۲/۶۰ ± ۰/۰۱۵^{d}	۲/۸۴ ± ۰/۴۶
۴۵	۱۹/۸	۱۱۷ ± ۰/۵^{cd}	۲/۸۵ ± ۰/۰۶۲^{dc}	۲/۳۸ ± ۰/۳۵
۴۵	۲۱/۱	۱۲۸ ± ۲/۸^{abc}	۲/۹۵ ± ۰/۰۵۳^{abc}	۲/۴۱ ± ۰/۱۹
۴۵	۲۲/۴	۱۳۴ ± ۲/۵^{a}	۲/۹۷ ± ۰/۰۸۵^{abc}	۲/۰۸ ± ۰/۰۵
اثر سطوح پروتئین		۰/۱۹۷	۰/۳۴۹	۰/۵۶۸
اثر سطوح انرژی		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹
اثر متقابل پروتئین× انرژی		۰/۰۵۹	۰/۰۰۳	۰/۲۸۹

میانگین ± SE ، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار هستند (P≤ ۰/۰۵). * مگاژول در کیلوگرم جیره.

بالاترین میزان بازده غذایی را ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۵٪ پروتئین با سطوح انرژی ۱۸/۵ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره به خود اختصاص دادند (جدول ۴) که بطور معنی داری نسبت به ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۴۰:۱۸/۵، ۴۰:۱۹/۸ و ۴۵:۱۹/۸ بالاتر بودند (P≤ ۰/۰۵). بیشترین نسبت بازده پروتئین متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۲۱/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره بود (جدول ۴) که بطور معنی داری نسبت به بازده پروتئین ماهیان

Archive of SID

www.SID.ir

تغذیه شده با تیمارهای ۴۰:۱۸/۵، ۴۵:۱۸/۵ و ۴۵:۱۹/۸ بالاتر بود ($P\leq$ ۰/۰۵) . (نتایج نشان داد که شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار ندارد (جدول ۴).

در جدول ۵ نتایج مربوط به اثر سطوح پروتئین، انرژی و تاثیر متقابل آنها بر ترکیبات بدن نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که میزان پروتئین لاشه با افزایش پروتئین جیره افزایش یافت، هر چند اختلاف معنی دار آماری بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد.($P\geq$ ۰/۰۵). داده‌های ارائه شده بیانگر تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر مقادیر چربی و رطوبت لاشه بود ($P\leq$ ۰/۰۵). طوریکه با افزایش انرژی، میزان چربی لاشه به طور معنی‌داری افزایش و در مقابل رطوبت بدن کاهش یافت .

بیشترین میزان چربی لاشه (جدول ۵) متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی بود، که بطور معنی داری نسبت به چربی لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای محتوی ۴۰ و ۴۵٪ پروتئین هر یک محتوی ۱۸/۵ و ۱۹/۸ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره بالاتر بود ($P\leq$۰/۰۵) بیشترین میزان رطوبت لاشه را ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ و ۴۵٪ پروتئین هر یک محتوی ۱۸/۵ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره، به خود اختصاص دادند، که بطور معنی داری نسبت به سایر تیمار بالاتر بودند ($P\leq$.۰/۰۵).

جدول ۵: مقایسه میانگین (±انحراف معیار) ترکیب بیوشیمیایی بدن (بر اساس وزن تر) بچه فیلماهیان نسبت به اثر سطوح متفاوت پروتئین و انرژی در تیمارهای آزمایشی در پایان دوره پرورش

جیره		پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	رطوبت (٪)
پروتئین (٪)	انرژی قابل هضم*				
۴۰	۱۸/۵	۱۷/۳۹ ± ۰/۳	۴/۶۹ ± ۰/۸^{c}	۱/۸۲ ± ۰/۰۵	۷۵/۱ ± ۰/۱۴ ^{a}
۴۰	۱۹/۸	۱۷/۵۶ ± ۱/۲	۵/۶۲ ± ۰/۷^{b}	۱/۶۷ ± ۰/۰۶	۷۳/۰۳ ± ۰/۱۲^{b}
۴۰	۲۱/۱	۱۸/۰۶± ۱/۱	۶/۷۷ ± ۰/۷^{ab}	۱/۸۲ ± ۰/۰۵	۷۲/۶۶ ± ۰/۱۴^{b}
۴۰	۲۲/۴	۱۷/۸۴± ۱/۱	۶/۸۹ ± ۰/۷^{ab}	۱/۶۷ ± ۰/۰۵	۷۳/۱۴ ± ۰/۱۳^{b}
۴۵	۱۸/۵	۱۷/۵۸± ۱/۱	۴/۹۸ ± ۰/۷^{c}	۱/۶۶ ± ۰/۰۵	۷۵/۴۵ ± ۰/۱۲ ^{a}
۴۵	۱۹/۸	۱۷/۵۹± ۱/۱	۵/۶۴ ± ۰/۷^{b}	۱/۸۱ ± ۰/۰۶	۷۳/۱۷ ± ۰/۱۴^{b}
۴۵	۲۱/۱	۱۷/۷۷ ± ۱/۱	۶/۷۸ ± ۰/۷^{ab}	۱/۶۲ ± ۰/۰۲	۷۳/۲۲ ± ۰/۱۱^{b}
۴۵	۲۲/۴	۱۷/۹۴± ۱/۱	۷/۴۸ ± ۰/۷^{a}	۱/۷۳ ± ۰/۰۶	۷۳/۱۵ ± ۰/۱۲^{b}
اثر سطوح پروتئین		۰/۰۴۱	۰/۰۲۲	۰/۵۶۵	۰/۶۶
اثر سطوح انرژی		۰/۶۰۳	۰/۰۴۴	۰/۹۷۵	۰/۰۳۴
اثر متقابل پروتئین× انرژی		۰/۱۴۹	۰/۱۴۹	۰/۲۹۲	۰/۷۵۹

میانگین ± SE ، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار هستند ($P\geq$۰/۰۵). * مگاژول در کیلوگرم جیره.

بحث

نتایج مطالعات نشان داد، در هر یک از سطوح پروتئینی ۴۰ و ۴۵٪ با افزایش میزان انرژی، وزن نهایی بدن، میزان افزایش وزن و شاخص رشد ویژه بهبود یافت. دستاوردهای علمی (واسیلیوا و همکاران، ۲۰۰۰; صابر همکاران، ۱۳۸۴ ;(Salhi *et al*., 2003 با تائید نتایج فوق، نشان داد که افزایش چربی اثر مثبتی بر استفاده از پروتئین جیره به منظور رشد دارد. در این راستا می‌توان اذعان نمود که با افزایش میزان انرژی و چربی روند رشد بطور موثری افزایش می یابد. این امر را میتوان اینگونه توجیه نمود که در سطوح انرژی پایین بدلیل ناکافی بودن منابع انرژی غیر پروتئینی در جیره، پروتئین به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می گیرد .(Gauquelin *et al*., 2007) بنابراین اگر نسبت پروتئین به انرژی در جیره بالا باشد، مازاد پروتئین به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rueda-Jasso *et al*., 2004). همچنین در مطالعه حاضر افزایش بهینه سطوح انرژی منجر به بهبود مقادیر SGR و FE گردید که نشان دهنده اثر انرژی در صرفه‌جوئی پروتئین است .(Protein-sparing) این اثر قبلاً در خصوص گونه تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) توسط (Mohseni et al., 2007) ، Lee و Kim (2001)

Archive of SID

www.SID.ir

در خصوص ماهی آزاد ماسو(*Oncorhynchus masou*)، ماهی قزل آلای رنگین کمان(Weatherup *et al*., 1997)، ماهی آزاد قهوه ای (Arzel *et al*., 1994) و ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Hillestad *et al*., 1998) مشاهده شده بود. نتایج دستآوردهای Hung و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که جیره های غذایی حاوی انرژی بالا (۳۵۰ – ۲۵۰ گرم در کیلوگرم لیپید) می‌تواند باعث تسریع در روند رشد و کارآمد شدن تبدیل غذا در گونه تاسماهی سفید (*A.transmontanus*)گردد. در مطالعه حاضر، در سطح پروتئینی۴۰٪ بیشترین کارایی رشد و شاخص رشد ویژه در سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول مشاهده شد، بطوریکه با افزایش انرژی از ۲۱/۱ به ۲۲/۴ مگاژول بهبود قابل توجهی در شاخصهای رشد فوق مشاهده نگردید، بلکه اندکی کاهش نیز ملاحظه شد. در سطح پروتئینی ۴۵٪ بیشترین مقادیر شاخصهای رشد در سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول مشاهده شد و به فاصله اندکی از آن، سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول قرار داشت ، به دلیل سهم نسبتاً عمده پروتئین و اسیدهای آمینه به عنوان منابع انرژی در ماهی (Kaushik & Medale, 1994)، افزودن منابع انرژی غیرپروتئینی نظیر لیپیدها و کربوهیدراتها به جیره سبب می‌شود که قسمت اعظم پروتئین صرف تأمین رشد ماهی شده، بنابراین می‌توان میزان پروتئین جیره را کاهش داد (De Silva *et al*., 1991).

نتایج آزمایش فوق حاکی از آن است که با کاهش نسبت پروتئین به انرژی، میزان افزایش وزن بدن، وزن نهایی بدن، و سرعت رشد ویژه افزایش یافتند. مطالعات نشان داده است که در سطوح پایین منابع انرژی غیر پروتئینی قابل دسترس، سنتز پروتئین کاهش یافته و در نتیجه رشد کم می‌شود (Hernandez *et al*., 2001).

همچنین Abdel-Fattah و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که در تمام سطوح پروتئین، ماهیانی که جیره‌های با سطوح انرژی پایین را مورد استفاده قرار داده بودند، از روند رشد ضعیف تری برخوردار بودند. در این حالت احتمالاً پروتئین به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در سطح پروتئین ۴۰٪ با افزایش میزان انرژی از ۱۸/۵ به ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره، بازده غذایی افزایش یافت و در سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول به بیشترین مقدار خود رسید. نسبت بازده پروتئین معیاری است که نشان می‌دهد منبع پروتئینی موجود در جیره تا چه حد قادر بوده است که اسیدهای آمینه مورد نیاز حیوان را تأمین کند و نیز نشان دهنده چگونگی تعادل انرژی و پروتئین است. نتایج مطالعات Lee and Kim (2001)در خصوص ماهی آزاد ماسو نشان داد، در سطوح پروتئینی۴۰ و۵۰٪ میزان افزایش وزن و نسبت بازده غذایی ماهیانی که با جیره‌های پر انرژی تغذیه شده بودند در مقایسه با جیره‌های کم انرژی بیشتر بود. این امر نشان می‌دهد که با افزایش سطح لیپید جیره، پروتئین با بازده بیشتری مورد استفاده قرار می‌گیرد .

اثرات مفید افزایش سطح لیپید و تراکم انرژی در جیره روی رشد و بازده غذایی تاسماهی سفید جوان(A. transmontanus) به خوبی به اثبات رسیده است .(Hung *et al*., 1997) در سطح پروتئین ۴۵٪ نیز با افزایش انرژی، روند تغییرات بازده غذایی و نسبت بازده پروتئینی مشابه سطح ۴۰٪ بود، هر چند بیشترین مقادیر در سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول مشاهده شد، ولی اختلاف معنی‌داری را با سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول نشان نداد. می توان اذعان نمود که، در یک سطح پروتئینی افزایش در میزان انرژی قابل دسترس جیره، سبب کاهش نیاز به پروتئین به ازای هر واحد افزایش وزن بدن می‌شود. در سطح ثابت انرژی با افزایش پروتئین از ۴۰ به ۴۵٪ نسبت بازده پروتئین (PER) کاهش می‌یابد، احتمالاً دلیل کاهش نسبت بازده پروتئینی این است که مازاد پروتئین به منظور تأمین انرژی بافتها مورد مصرف قرار می‌گیرد. در این راستا Daekim و Lall Santosh(2001) نشان دادند تغذیه ماهیان (Melanogramus aeglefinus Haddock) با جیره‌های محتوی ۴۵ تا ۶۵ درصد پروتئین خام موجب می شود که با افزایش سطح پروتئین جیره نسبت بازده پروتئین کاهش می یابد. نتایج مشابهی نیز توسط Gurover و همکاران (۱۹۹۵) در ماهی چار قطبی (*Salvelinus alpinus*) تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲۳ تا ۵۵٪ پروتئین خام مشاهده شد. تحقیقات نشان داده است که نسبت نامناسب انرژی و پروتئین جیره غذایی منجر به افزایش هزینه‌های تولید و کاهش کیفیت آن می‌شود .(Lee & Kim, 2001)

بدین معنی چون که ماهیان گوشتخوار جهت فعالیتهای آنابولیکی (تولید بافت ورشد از راه فراهم کردن مداوم اسیدهای آمینه، به ویژه اسید های آمینه ضروری جهت رشد) و فعالیتهای کاتابولیکی(تامین انرژی) از پروتئین، چربی و کربوهیدرات استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

می کنند، اگر میزان انرژی در جیره غذایی کمتر از حد مطلوب باشد، ماهی ناچار است که از پروتئین بیشتر به عنوان منبع تامین کننده انرژی استفاده کند و قسمت اعظم پروتئین صرف تامین فعالیتهای کاتابولیک (تامین انرژی) ماهی می گردد، برای این کار ابتدا باید از پروتئین آمین زدایی نموده و سپس از منابع کربوهیدراته کربنی پروتئین استفاده نماید و چون تامین انرژی ماهی امری مداوم و مستمر است روند مستمر کاتابولیسم پروتئین به منظور تامین انرژی و نه رشد متضمن صرف انرژی زیادی است که بر ماهی تحمیل می شود .(Halver, 1989) ضمنا دفع ازتهای حاصل از آمین زدایی فشار متابولیکی زیادی را بر ماهی وارد می کند(Hillested *et al*., 2001) ، در نتیجه کارایی پروتئین (نسبت بازده پروتئین)، روند رشد (وزن نهایی و ضریب رشد ویژه) کاهش پیدا می کند.

بر اساس نتایج بدست آمده در آزمایش حاضر، نسبت مناسب پروتئین به انرژی به صورت میلی‌گرم پروتئین خام به ازای هر مگاژول انرژی خام ۱۸ تا ۲۰ تعیین گردید. نتایج مطالعات Hung و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که تاسماهی سفید جوان قادر می‌باشند، جیره‌هایی با نسبت پروتئین به انرژی ۲۲/۷ ـ ۱۷/۸ میلی‌گرم پروتئین خام به ازای هر مگاژول انرژی خام را به خوبی مورد استفاده قرار دهند. در شرایط آزمایش حاضر میزان پروتئین مورد نیاز جهت تأمین رشد فیلماهی جوان ۴۰٪ و میزان انرژی خام مورد نیاز در حدود ۲۱/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره توصیه می‌شود. تحقیقات انجام شده نشان داد که تاسماهی سفید جوان به ۴۰٪ پروتئین خام در جیره خود نیاز دارند که این مقدار به میزان پروتئین مورد نیاز بیشتر گونه‌های ماهیان شبیه است .(Hung, 1991) همچنین نیاز پروتئینی تاسماهی سیبری (*A.baeri*) نیز ۱/۶± ۴۰/۵٪ بیان شد (Wilson, 1991).بر مبنای افزایش وزن و بازده غذایی، سطح بهینه پروتئین برای ماهی آزاد ماسو، در حدود ۴۰٪ تعیین گردید که با نیاز آزاد ماهی چینوک و کوهو مطابقت دارد. یافته‌ها نشان داد که در آزاد ماهیان نیاز به انرژی بر مبنای انرژی خام در هر کیلوگرم جیره ۲۰ ـ ۱۷ می‌باشد .(Kaushik & Medale, 1994) نتایج حاکی از آن است که شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۴). در این آزمایش تصور می‌شد با افزایش میزان لیپید جیره شاخص HSI نیز افزایش یابد اما عدم وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص HSI در بین تیمارهای آزمایشی نشان داد که سطوح بالای روغن در جیره به خوبی توسط فیلماهیان مورد استفاده قرار گرفته است. البته ترکیب شیمیایی کبد در این آزمایش اندازه‌گیری نشد، ولی کبد ماهیان از نظر ظاهری معمولی به نظر می‌رسید.

در مطالعه حاضر، با افزایش سطح پروتئین جیره از ۴۰ به ۴۵٪ اختلاف معنی دار آماری در میانگین پروتئین خام لاشه مشاهده نشد. در حالیکه با افزایش پروتئین جیره، میزان چربی بدن به طور معناداری افزایش می یابد. بیشترین مقدار چربی خام لاشه در ماهیان تغذیه شده با انرژی ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد که در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با جیره های محتوی ۱۸/۵مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره دارای تفاوت معنی دار آماری بودند. بنابراین میتوان اذعان نمود مقدار چربی بدن با میزان چربی جیره همبستگی مثبت دارد در حالی که با میزان رطوبت بدن رابطه معکوس دارد. نتایج فوق مشابه، نتایج دستاوردهای (Catuatan & Coloso, 1995; Hung *et al*.,1997) بود. همچنین با افزایش انرژی میزان رطوبت به طور معنی داری کاهش می یابد که نتایج حاصل با نتایج دیگر محققان در خصوص گونه های تاسماهی ایرانی (Mohseni *et al*., 2007; Sayed Hassani *et al*., 2011)، ماهی آزاد ماسو(Lee & Kim, 2001)، گربه ماهی (*Rhamdia quelen*) (Salhi *et al*., 2003)مطابقت دارد. با توجه به توضیحات بالا می توان نتیجه گرفت هر موجودی برحسب شرایط فیزیولوژیک خود نیاز به جیره ای خاص با سطوح مشخصی از مواد مغذی دارد، در مطالعه حاضر هر چند بیشترین مقدار رشد و وزن نهایی (۵/۳± ۲۲۴/۱ گرم) مربوط به ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۴۵٪ پروتئین و سطح انرژی ۲۲/۴ مگاژول در هر کیلوگرم جیره ملاحظه گردید، اما بدلیل عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری و کاهش هزینه‌های تولید غذا، میتوان از جیره حاوی۴۰٪ پروتئین، ۲۱٪ چربی و ۲۱/۱ مگاژول انرژی در هر کیلوگرم جیره با نسبت P/E 20 میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول (دارای بیشترین نسبت بازده پروتئین و پروتئین لاشه)، تهیه شده از یک منبع با کیفیت خوب جهت دستیابی به حداکثر رشد و حداقل ضریب تبدیل غذایی، در بچه فیلماهیان اوزان ۴۹ تا ۲۰۰ گرم استفاده نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در قالب پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی (*H. huso*) از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری اجرا گردید. از کلیه همکارانی که طی مراحل اجرایی پروژه از حمایتهای بیدریغ آنان بهره‌مند شدیم، صمیمانه تشکر می‌گردد.

منابع

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 بچه ماهیان انگشت قد فیلماهی *(Huso huso)*. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵۱-۱۴۱: (۳)۱۱.

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی.، آق تومان، و. و پورکاظمی، م.، ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه تشکیل و پرورش گله های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاههای تکثیر و پرورش (فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۳ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی ر. و علیزاده، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۲۴ صفحه .

محمدی، م.، عابدیان، ع.، شریعتمداری، ف. و محسنی، م.، ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح پروتئین جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه فیلماهی (Huso huso). مجله علوم دریایی. ۱۰۹ – ۴،۱۰۰

واسیلیوا، ل. م.، ۲۰۰۰. مسائل و مشکلات پرورش‌گوشتی تاسماهیان در شرایط کنونی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس علمی، عملی‌آستاراخان (بیوس). صفحات ۱۱-۷.

صابر، ع. و.، عابدیان کناری، ع. و سیف آبادی، س. ج.، ۱۳۸۴. تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر رشد و ترکیب بدن ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*). مجله علوم دریایی ایران. دوره چهارم. شماره ۱.

Abdel-Fattah، M., El-Sayed. and Shin-ichi، T., 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia (Orechromis niloticus) fry. Aquaculture, 103: 55-63.

Ahmad, M. H., 2008. Response of African catfish, (Clarias gariepinus) to different dietary protein and lipid levels in practical diets. Journal of the World Aquaculture Society, 39: 541–548.

Arzel, J., Martinez-Lopez, F. S. Metailler, R., Stephan, G., Viau, M., Gandemer, G. and Guillaume, J., 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trotta*) reared in sea water. Aquaculture, 123: 361-375.

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

Catacutan, M. R. and Cosolo, R. M., 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, Lates calcarifer. Aquaculture, 131: 125-133.

Coutinho, F., Peres, H., Guerreiro, I., Pousao-Ferreira, P. and Oliva-Teles, A., 2012. Dietary protein requirement of Sharpsnout sea bream (Diplodus puntazzo, Cetti 1777) juveniles. Aquaculture, 35: 391-397.

Daekim, J. and Lall, Santosh, P., 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile hoddock (Melanogrammus aeglefinus). Aquaculture, 195: 31-319.

De Silva, S .S., Gunasekera, R. M. and Shim, K. F., 1991. Interactions of varying dietary protein

Archive of SID

www.SID.ir

white sturgeon (A. transmontanus) Richardson. Aquaculture Nutrition, 3: 281-286.

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, Cemegref, France. pp. 25-37.

Kaushik, S. J. and Medale, F., 1994. Energy utilization by farmed Siberian sturgeon (A. baeri) from 3 age classes. In: Acipenser. Actes du ler colloque international surle sturgeon . Williot P., ed., France, Cemerge – Dicova, Anthony, 13-23.

Kofi, F. A., Hung, S. S. O., Liu, W. and Li, H., 1992. Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-Glucose. Aquaculture, 105: 61-72.

Lee, S. M. and Kim, K. D., 2001. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (Oncorhynchus masou Brevoort) Aquacalture research, 32: 39-45.

Miller, C., Davis, A. and Phelps, R. P., 2005. The effects of dietary protein and lipied on growth and body composition of juvenile and sub-adult red snapper, Lutjanus campechanus (Poey, 1860). Aquaculture Research, 36: 52-60.

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, 23: 204-208.

Mohseni, M., Hassani, M. H., Pourali, F. H., Pourkazemi, M. and Bai, S. C., 2011. The and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture, 95: 305-318.

Gauquelin, F., Cuzon, G., Gaxiola, G., Rosas, C., Arena, L., Bureau, D. P. and Cochard, J. C., 2007. Effect of dietary protein level on growth and energy utilization by Litopenaeus stylirostris under laboratory conditions, Aquaculture, 271: 439-448.

Gurover, R. M., Moocia, R. D. and Atkinson, J. L., 1995. Optimal protein requirement of young Arctic char (Salvelinus alpinus) fed practical diets. Aquaculture Nutrition, 1: 227-234.

Halver, J. E., 1989. The vitamins. In: Halver, J.E.(Ed.), Fish Nutrition, 2nd edn. Academic Press, San Diego, pp. 32-109.

Hernandez, M. D., Egea, M. A., Rueda, F. M., Aguado, F., Martinez, F. J. and Garcia, B., 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratio on sharpsnout seabream, Diplodus puntazzo, growth and nutrient utilization. Aquaculture, 195: 321-329.

Hilestad, M., Johnsen, F., Austreng, E. and Asgard, T., 1998. Long- term effects of dietary fat level and feeding rate on growth, feed utilization and carcass quality of Atlantic salmon. Aquaculture, 4: 89-97.

Hillestad, M., Johnsen, F. and Asgard, T., 2001. Protein to carbohydrate ratio in high energy diet for Atlantic salmon. Aquaculture, 105: 175-190.

Hung, S. S. O., 1991. Nutrition and feeding of hatchery – produced juvenile white sturgeon (A. transmontanus): an overview. In: P. Williot (Editor), Proceedings of the first Inter. Symp. Stur. Cemagref, Bordeau, France. pp. 65-77.

Hung, S. O. O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L. and Einen, O., 1997. High-energy diets for

Archive of SID

www.SID.ir

Rhamdia quelen, fry feed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture, 231: 435-444.

Seyed-Hassani, M. H., Mohseni, M., Hosseni, M. R., Yazdani-Sadati, M. A. and Pourkazemi, M., 2011. The Effect of various levels of dietary protein and lipid on growth and body composition of Acipenser persicus fingerlings. Journal of Applied Icthyology, 27: 737–742.

Thoman, Eric, S., Davis, D. A. and Arnold, C. R., 1999. Evaluation of grow out diets with varying protein and energy levels for red drum (Sciaenops occellatus). Aquaculture, 176: 343-353.

Weatherup, R. N., McCracken, K. j., Foy, R., Rice, D., McKendry, J., Maris, F. j. and Hoey, R., 1997. The effects of dietary fart content pn performance and body composition of farmed rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture, 151: 173-184.

Webster, C. D. and Lim, C. E., 2002. Nutriet Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture.CAB International, CABI publishing. 418P.

Wilson, R. P., 1991. Handbook of nutrient requirements of Finfish. CRP press. Boca Raton, FL. pp. 67-80.

optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, Huso huso. Journal of Applied Icthyology, 27: 737-742.

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.

Quinghui, Ai., Kangsen, M., Huitao, L., Chunxiao, Z. H., Lu, Z., Qingyuan, D., Beiping, T., Wenbig, Z. and Zhigou, L., 2004. Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass, Lateolabrax japonicus. Aquaculture, 230: 507-516.

Ronyai, A., Peteri, A. and Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. Aquacult. Hungrica (Szarwas), 6:13-18.

Rueda-Jasso, R., Conceic, L. E. C., Diasc, j., De Coend, W., Gomesc, E., Reese, J. F., Soaresb, F., Dinisb, M. T. and Sorgeloosa, P., 2004. Effect of dietary non-protein energy levels on condition and oxidative status of Senegalese sole (Solea senegalensis) juveniles. Aquaculture, 231: 417–433.

Samantary, K. and Mohanty, S. S., 1997. Interaction of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, Channa striata. Aquaculture, 156: 241-249.

Salhi, M., Bessonart, M., Chediak, G., Bellagamba, M. and Carnevia, D., 2003. Growth, feed utilization and body composition of black catfish,

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of different dietary protein and energy levels on growth of juvenile Beluga (*Huso huso)*

Mohseni, M.[(1)] ; Amirkhani, A.[(2)]; Seyed Hassani, M. H.[(3)]; Pourali, H. R.[(4)]

*mahmoudmohseni@yahoo.com

1,3,4-.International Sturgeon Research Institute Rasht. P.O.Box: 41635 – 3464

2- Faculty of Natural Sciences, Gilan University, Rasht 1841 IRAN

Received: May 2013 Accepted: October 2013

Key words: Protein, Energy, Beluga, Huso huso, Growth

Abstract

A 2 × 4 factorial design was conducted to study the effects of dietary protein and energy levels on growth performance of juvenile beluga (Huso huso) with average weight of 49.85 ± 1.64 g. Experiments were conducted with two dietary protein levels (40 and 45%) and four dietary energy level (18.5, 19.8, 21.1 and 22.4 MJ/kg diet) by ratio P/E (18.03 to 24.14 mg/kj). Fish were fed the experimental diets for 110 days. In each of the protein levels (40 and 45%), the feed efficiency, body weight increase, Protein efficiency ratio, specific growth rate, final body weight and total feed intake of fish improved significantly as dietary energy levels increased (P≤ 0.05). Growth of fish fed high- energy diets was significantly higher than those of fish fed low- energy diets at 40 and 45% dietary protein levels (P≤ 0.05). Protein content of carcass increased when dietary protein increased, but there was no significant different (P≥ 0.05) between 40 and 45 % protein. Lipid content of fish fed diet high- energy level was significantly higher than those of fish fed low dietary energy (P≤ 0.05). So the maximum growth and weight(22.4 ± 5.3 gr) was observed in treatment, that were fed diets containing 45% protein & 22.4 mega joule crude energy. Considering that no significant difference were affected for among the diet for the parameters studied, the diet containing 40 % protein, 21 % fat and 21.1 mega Joule crude energy per kilogram diet with a P/E ratio of 20 mg protein per kilo joule from a good quality source is a suitable diet in terms of physiology and economy can be considered a suitable diet to produce maximum growth in juvenile beluga in the weight class 49 to 200g.

Archive of SID

www.SID.ir