بررسی اثرات سطوح مختلف چربی جیره غذایی بر برخی‌شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی بچه فیل ماهی پرورشی (*Huso huso* Linnaeus, 1758)

عیسی ابراهیمی‌درچه[*1] و پرویز زارع[2]

[1] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[2] دانش‌آموخته شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۲۶، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۳/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف چربی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی بچه فیل ماهی پرورشی، آزمایشی طراحی و اجرا گردید. چهار جیره آزمایشی با پروتئین یکسان (۴۵ درصد) و سطوح ۶/۷، ۱۰/۵، ۱۴ و ۱۷ درصد چربی و ۳/۴ تا ۳/۷ کیلوکالری برگرم انرژی قابل هضم تهیه شد و هریک با سه تکرار، با بچه فیل ماهیان پرورشی با وزن ۰/۰۷± ۲/۱۴ گرم و به تعداد ۴۲۰ عدد - ۳۵ عدد در هر واحد آزمایشی (حوضچه‌های فایبرگلاس با حجم ۱۰۰ لیتر و میزان تعویض آب ۱/۴ لیتر در دقیقه)- به مدت ۴۸ روز مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاصل معنی دار بودن اثر سطوح مختلف چربی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های مورد بررسی شامل وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن، رشد ویژه، شاخص تولید، شاخص کبدی، ضریب تبدیل غذا، بازده پروتئین و پروتئین تولیدشده را نشان داد ($p<0/05$). بر اساس یافته‌های این تحقیق افزایش میزان چربی تا سطح ۱۴ درصد، بهبود شاخص‌های مورد بررسی را بهمراه داشته است. بیشترین رشد و بهترین راندمان غذایی در سطح چربی۱۴ درصد با نسبت انرژی قابل هضم به پروتئین خام ($\frac{DE}{CP}$) برابر ۷۹/۹ بدست آمد. براین اساس میزان بهینه چربی در جیره غذایی بچه فیل ماهیان پرورشی در محدوده وزنی مورد بررسی در این تحقیق، ۱۴ درصد پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بچه فیل ماهی پرورشی، چربی، رشد، ضریب تبدیل غذا، بازماندگی

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳-۳۲۸۷۸۹۷ فاکس: ۰۳۱۱-۳۹۱۲۸۴۰ E-mail: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

چربی نقش مهمی را بعنوان منبع تامین کننده انرژی و اسیدهای چرب ضروری برای رشد و تکامل ماهیان ایفاء کرده (Sargent *et al.,* 1999; Pei *et al.,* 2004) و از مصرف پروتئین غذا بعنوان منبع انرژی کاسته و تولید آمونیاک را محدود می‌نماید (Xiang-fei li *et al.,* 2010; Lus M Lopes *et al.,* 2010). علاوه بر این، منبع مهم انرژی برای تکامل طبیعی لارو ماهی‌ها محسوب شده (Gawlicka *et al.,* 2002)، و به جذب مواد مغذی محلول در چربی کمک می‌کند (Lee *et al.,* 2003). مطالعات انجام شده نشان داده است که هضم و متابولیسم چربی در لارو ماهی‌ها تحت تاثیر کیفیت منابع غذایی خارجی و سیستم گوارشی آنها می‌باشد (Izquierdo *et al.,* 2000). بعلاوه مقدار چربی، سطح و نسبت مطلوب اسیدهای چرب ضروری و تعادل بهینه بین فسفولیپید و تری آسیل گلیسرول، نقش مهمی را در تامین احتیاجات غذائی لارو ماهیان دریایی دارد (Sargent *et al.,* 1999).

لارو ماهیان خاویاری در مقایسه با لارو ماهیان آب شیرین، به چربی بیشتر (انرژی بالاتر) در جیره غذایی خود نیاز دارند (Isuyev and Musayev, 1989). همچنین تجمع مقادیر زیاد فسفاتیدیل کولین و فعالیت نسبتاً بالای لیپاز (Buddington and Doroshov, 1986) و جذب موثرتر چربی ها (Gisbert *et al.,* 1999) دراین ماهیان نشان داده شده است. در سالهای اخیر افزایش مقدار چربی در جیره‌های تجاری بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Ogata and Shearer, 2000). چربی ممکن است منجر به صرفه جویی در ضریب تبدیل پروتئین و در نتیجه بهبود بازده غذایی و رشد گردد (Einen and Rome, 1997; Lus M Lopes *et al.,* 2010). بعلاوه چربی زیاد در جیره غذایی کاهش مصرف غذا ودر نتیجه کاهش رشد و بازده غذایی را در پی خواهد داشت (Shearer*et al.,* 1997; Weatherup *et al.,* 1997; Silverstein *et al.,* 1999; Stavros *et al.,* 2010).

بنابراین، سطح بهینه چربی غذا باید بدقت ارزیابی و تعیین گردد.

احتیاجات ماهیان گوشتخوار و همه چیز خوار به چربی غذا توسط بسیاری از محققین گزارش گردیده است (Berger and Halver, 1987: Weatherup *et al.,*1997). ماهیان گوشتخوار، مانند آزاد ماهی، ماهی پهن[1]، ماهی دم زرد و قزل آلای رنگین کمان و باس مخطط که توانایی محدودی در مصرف کربوهیدرات دارند، برای رشدبهینه معمولا به بیش از ۱۰۰ تا۲۰۰ گرم چربی در کیلوگرم خوراک نیاز دارند (Berger and Halver, 1987; Guillaume *et al.,* 1991; Helland *et al.,* 1991). ماهیان همه چیز خوار، مانند تیلاپیا، کپور معمولی و گربه ماهی روگاهی که بطور موثر قادر به استفاده از کربوهیدرات و چربی هستند، معمولا به مقدار۵۰ تا ۶۰گرم چربی در کیلوگرم خوراک نیاز دارند (Wilson, 1991).

میزان نیاز به چربی ها در گونه‌ها ی مختلف ماهیان و حتی مراحل مختلف زندگی یک گونه متفاوت است (Hardy, 2000). موقعیت، سرعت و قابلیت جذب آن ها نیز درگونه‌های مختلف ماهیان متفاوت می‌باشد. بعنوان مثال جذب چربی غذا در ماهیان آب شیرین اغلب در بخش ابتدایی روده اتفاق می افتد. همچنین سرعت جذب چربی در ماهیان گوشتخوار و همه چیز خوار نسبت به ماهیان گیاهخوار بیشتر است (Lovell, 1989). در مورد حد مطلوب چربی در غذای ماهیان خاویاری برای تامین ماکزیمم رشد اطلاعات زیادی در دسترس نیست. برخی از محققین با استفاده از روش تغذیه با جیره‌های پرهیزی، نیاز بچه ماهیان خاویاری به چربی را حدود ۹ تا ۱۲ درصد پیشنهاد کرده اند (Abracimova *et al.,* 1985; Bandarinko,1985) در حالی که Vasilva *et al.,* 2000، طی تحقیقات بسیار در خصوص تغذیه بچه ماهیان خاویاری مقدار چربی مورد نیاز در جیره غذایی این ماهیان را ۱۶ تا ۱۸ درصد پیشنهاد کردند. بطور کلی اطلاعات در مورد تغذیه و احتیاجات غذایی بیشتر گونه‌های تاس ماهیان محدود و پراکنده بوده و اکثر آنها از مطالعات انجام شده با تاس ماهی سفید و تاس ماهی

1- Flatfish (Pleuronectiformes)

سیبری بدست آمده است، لیکن این اطلاعات هنوز کامل نیست (Hung and Deng, 2002).

در خصوص برآورد احتیاجات غذایی مراحل مختلف چرخه زندگی فیل ماهی تحقیقات متعدد و ارزنده ای در کشور انجام گرفته است.Mohammadi *et al.*, 2002 ، حدمطلوب پروتئین در جیره غذایی فیل ماهیان جوان ۱۰۰ گرمی را ۴۵ تا۵۰ درصد پیشنهاد نمود. درحالی که Ebrahimi *et al.*, 2004a، نیاز بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی به پروتئین و چربی را به ترتیب ۴۵ تا ۵۰ و ۱۴ تا ۱۷ درصد برآورد کرد. در مطالعه ای مشابه ایشان بهترین عملکرد رشد و بیشترین بازماندگی را برای بچه ماهیان ۱/۱ گرمی تاسماهی ایران در سطح ۵۰ درصد پروتئین و ۱۷/۲ درصد چربی بدست آورد (Ebrahimi *et al.*, 2004b). در عین حال با توجه به جوان بودن پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری در کشور اطلاعات حاصله هنوز اندک بوده و تلاش‌های بیشتری را طلب می‌کند.

دراین مطالعه به منظور برآورد احتیاجات غذایی بچه فیل ماهی پرورشی، اثر سطوح مختلف چربی بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی این ماهیان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تهیه جیره‌های آزمایشی

پس از مشخص شدن فرمول جیره‌های غذایی، اقلام غذایی مورد نیاز با در نظر گرفتن کیفیت (بخصوص تازگی) و قابلیت دسترسی در کشور از منابع معتبر تهیه گردید. جیره‌ها با توجه به آنالیز تقریبی اقلام غذایی به روش آزمون وخطا (Hashemi, 1991)، نوشته و متعادل شد. صحت ودقت فرمول جیره‌های غذایی به کمک نرم افزارکامپیوتری UNE کنترل گردید. پس از آماده نمودن اقلام مورد نیاز، ۴ جیره آزمایشی با مقادیر مختلف چربی و پروتئین یکسان ساخته شد. اقلام غذایی تشکیل دهنده هر جیره به کمک مخلوط کن اتوماتیک (ازنوع دستگاه‌های مخلوط کن اتوماتیک شیرینی پزی دارای یک همزن مارپیچ مرکزی و با ظرفیت ۱۵کیلوگرم ساخت گروه صنعتی سپه کار (اصفهان، ایران) کاملاً مخلوط شد. در حین مخلوط شدن اقلام غذایی به تدریج روغن، ملاس، گچ و آب نیمه گرم (دمای ۳۰ درجه سانتیگراد) در حدی که رطوبت کافی برای ایجاد چسبندگی و شکل پذیری مخلوط تهیه شده را در دستگاه چرخ گوشت فراهم نماید اضافه شد. مخلوط حاصل به کمک چرخ گوشت صنعتی به صورت پلت[1] هایی با قطر ۲میلیمتر درآمد. پلت های تولید شده به کمک دستگاه خشک کن مجهز به فن مکنده که باعث خروج سریعتر رطوبت از دستگاه می شد در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. به منظور ایجاد سایز مناسب در حبه‌های غذایی، پلت های حاصل پس از خشک شدن به آرامی به کمک یک غلطک چوبی خرد شده و با استفاده از الکهای استاندارد (با چشمه ۱و ۲میلیمتر) سایز بندی شد. خوراک های آماده شده پس از بسته بندی تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. فرمول و ترکیب تقریبی جیره‌ها در جدول ۱ آمده است.

تامین بچه ماهی

بچه ماهیان مورد استفاده در این تحقیق از مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان تامین شد. تعداد ۴۲۰ قطعه بچه فیل ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۷ ± ۲/۱۴ گرم پس از سازگاری به تغذیه از غذای مصنوعی، با تراکم ۳۵ عدد در هر واحد آزمایش، (۱۲ حوضچه فایبرگلاس با حجم آبگیری ۱۰۰ لیتر که بصورت کاملاً تصادفی به هریک از تکرارها اختصاص داده شده بود) ذخیره سازی شد. تعداد ۱۰ قطعه بچه ماهی نیز در شروع آزمایش به منظور اندازه گیری ترکیب شیمیایی لاشه مورد استفاده قرار گرفت. در طی ۴۸ روز زمان انجام آزمایش بچه ماهی‌ها به میزان ۸ درصد وزن بیومس و با تناوب ۴ بار در روز غذادهی شدند (Vacilva *et al.*, 2000). دبی آب ورودی به حوضچه‌های آزمایشی ۱/۴ لیتر در دقیقه تنظیم شد. به منظور تامین اکسیژن مورد نیاز دو سنگ هوا در هریک از حوضچه‌ها نصب

1- Pellet

گردید که امکان هوادهی ملایم و دائمی را فراهم می نمود. میزان pH آب و اکسیژن محلول بصورت روزانه اندازه گیری شد. دامنه تغییرات این دو پارامتر به ترتیب ۷/۹ تا ۸/۲ و ۶/۵ تا ۷/۲ و میانگین آنها در طی دوره آزمایش به ترتیب ۸/۱±۰/۲ و۶/۸±۰/۳ میلی گرم در لیتر برآورد شد. شرایط نوری، طبیعی و برای تمام تیمارها یکسان درنظر گرفته شد. درجه حرارت آب ۲۰/۸۲±۲/۲۹ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. تلفات بصورت روزانه جمع آوری وشمارش شده ودر انتهای آزمایش به صورت درصد بیان گردید.

به منظور کنترل رشد، سلامتی و محاسبه مقدار غذای مورد نیاز بچه ماهی‌ها در طی دوره آزمایش، در مقاطع زمانی ۱۲ روزه، حداقل ۱۰ قطعه از بچه ماهی های هر یک از واحدهای آزمایش بصورت تصادفی زیست سنجی شدند. مقدار غذای مورد نیاز برای هر مقطع زمانی براساس نتایج حاصل از زیست سنجی ها اصلاح گردید. برای جلوگیری از بروز خطا در هر یک از مراحل زیست سنجی، بچه ماهی‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۴ساعت گرسنه نگه داشته شدند تا لوله گوارش آنها کاملا تخلیه گردد. در انتهای دوره آزمایش، پس از ۲۰ ساعت قطع غذادهی، از هریک از واحدهای آزمایش تعداد ۱۵ قطعه بچه ماهی به طور تصادفی زیست سنجی شد. تعداد ۵ قطعه از ماهی‌های هریک از واحدهای آزمایشی پس از خارج نمودن امعاء و احشا و جدا نمودن سر و باله‌ها به کمک چرخ گوشت سه بار چرخ شد و از مخلوط حاصل برای اندازه گیری ترکیب شیمیایی لاشه استفاده شد. اندازه گیری ترکیب شیمیایی لاشه ماهی‌ها و جیره‌های غذای با استفاده از روشهای معرفی شده در (AOAC, 1990) انجام گرفت. نتایج حاصل در جدول ۲ ارائه شده است.

شاخص‌های مورد بررسی

درصد افزایش وزن بدن (BWI)

$$BWI = \frac{BW_F - BW_I}{BW_I} \times 100$$

که در آن BWF = وزن نهایی بدن (گرم) و BWI = وزن اولیه بدن (گرم)(Hung *et al.*, 1989).

میزان رشد ویژه (SGR)

$$SGR = \frac{\ln W_F - \ln W_I}{t} \times 100$$

که در آن ln WF = لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)، ln WI = لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی (گرم) و t = طول دوره پرورش (روز)(Kaushik *et al.*, 1991).

شاخص تولید

(Pei *et al.*, 2004) بازماندگی × افزایش وزن = شاخص تولید

شاخص کبدی

(Pei *et al.*, 2004) ۱۰۰× (وزن بدن/ وزن کبد) = شاخص کبدی

ضریب تبدیل غذا (FCR)

$$FCR = \frac{F}{W_F - W_I}$$

که در آن F= مقدار غذای مصرف شده (گرم)، WF = وزن نهایی (گرم) و WI = وزن اولیه (گرم)(Pei *et al.*, 2004).

بازده پروتئین (PER)

$$PER = \frac{BW_F - BW_I}{AP}$$

که در آن BWF = وزن نهایی (گرم)، BWI = وزن ابتدایی (گرم) و AP = مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی (گرم)(Kaushik *et al.*, 1991).

پروتئین تولید شده (PPV)

$$PPV = \frac{BW_F \times BCP_F - BW_I \times BCP_I}{TF \times CP}$$

که در آن BCPI و BCPF به ترتیب درصد پروتئین خام لاشه در ابتدا و انتهای آزمایش و CP = درصد پروتئین خام جیره‌های غذایی و TF= مقدار غذای داده شده است(Kaushik *et al.*, 1991).

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد (به کمک نرم افزار SAS) استفاده شد (SAS, 1997).

نتایج

ترکیب شیمیایی لاشه بچه فیل‌ماهی پرورشی، قبل و بعد از آزمایش در جدول۲ ارائه گردیده است. داده‌های جدول مذکور نشان دهنده عدم تاثیر معنی دار سطوح مختلف چربی جیره بر میزان رطوبت، پروتئین و خاکستر لاشه بچه ماهیان مورد آزمایش می‌باشد. در مقابل میزان چربی لاشه همزمان با افزایش سطح چربی در جیره‌های غذایی افزایش یافته و در سطح ۱۷ درصد به بالاترین حد خود رسیده و با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی دار (p<۰/۰۵) است.

اثر سطوح مختلف چربی بر رشد و ضریب تبدیل غذا در بچه فیل ماهی پرورشی در جدول۳ ارائه شده است. بر اساس داده‌های جدول مذکور سطوح مختلف چربی تفاوت معنی داری را بر میزان درصد افزایش وزن بدن ایجاد کرد (p<۰/۰۵) به گونه ای که با افزایش چربی تا سطح ۱۴ درصد میزان درصد افزایش وزن بدن بچه ماهیان افزایش و سپس در بالاترین سطح چربی کاهش یافت. به این ترتیب درصد افزایش وزن بدن در سطح ۱۴ درصد چربی به طور معنی داری از سایر تیمارها بیشتر بود (p<۰/۰۵). ضریب رشد ویژه نیز الگویی مشابه درصد افزایش وزن بدن را نشان داد. به همین ترتیب مقایسه میانگین داده‌ها تفاوت معنی داری را در وزن نهایی و طول نهایی بچه ماهیان نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین میانگین وزن نهایی و طول نهایی به ترتیب برابر ۱۸/۳۳±۰/۲۶ گرم و ۱۵/۹۳±۰/۲۳ سانتیمتر در سطح ۱۴ درصد چربی مشاهده شد که مقدار آن بطور معنی داری بیشتر از سه تیمار دیگر بود (p<۰/۰۵).

با وجود کاهش شاخص وضعیت همزمان با افزایش سطح چربی تا سطح ۱۴ درصد، اختلاف معنی داری در شاخص وضعیت بچه ماهیان مشاهده نشد. بیشترین مقدار شاخص تولید مربوط به سطح ۱۴ درصد چربی بود که با سه تیمار دیگر تفاوت معنی داری داشت (p<۰/۰۵). ضریب تبدیل غذا در دو تیمار با سطوح چربی ۱۰/۵و ۱۴ درصد کمتر از دو تیمار دیگر بود (p<۰/۰۵). داده‌های جدول۳ همچنین وجود تفاوت معنی‌دار در میزان بازده غذایی و بازده پروتئین را نشان می‌دهد (p<۰/۰۵). با توجه به داده‌های جدول مذکور بیشترین میزان بازده غذایی در سطح ۱۴ درصد چربی مشاهده شد که تفاوت معنی داری با سطح ۱۰/۵ درصد نشان نداد، ولی دو سطح دیگر در حد معنی دار بودن دارای مقادیر کمتری بودند (p<۰/۰۵). بیشترین میزان بازده پروتئین در سطح ۱۴ درصد چربی مشاهده شد که با سطوح ۶/۷ و ۱۷ درصد چربی دارای تفاوت معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). مقدار پروتئین تولید شده الگویی مشابه دو فاکتور فوق داشت، با این تفاوت که بیشترین مقدار آن در سطح ۱۰/۵ درصد چربی بدست آمد که اختلاف معنی داری با سطح ۱۴ درصد نداشت.

جدول ۱- فرمول و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

شماره جیره / اقلام غذایی (٪)	۱	۲	۳	۴
آرد ماهی کیلکا	۴۹	۴۹/۵	۴۹/۵	۵۰
گلوتن گندم	۴	۴	۴/۵	۴
مخمر	۴	۴	۴/۵	۴
کنجاله سویا	۵/۵	۵/۵	۵	۶/۵
شیر خشک	۵	۵	۵	۴
آرد گندم	۳	۳	۳	۳
آرد ذرت	۲۳	۱۹	۱۴/۵	۱۰/۵
مخلوط روغن[۱]	۰/۵	۴	۸	۱۲
ملاس	۱	۱	۱	۱
مکمل[۲]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
متیونین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
لیزین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
گچ	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
لسیتین	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی				
رطوبت	۹/۱	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۰/۵
پروتئین خام	۴۵	۴۵/۰۶	۴۵/۰۴	۴۵
چربی خام	۶/۷	۱۰/۵	۱۴	۱۷
خاکستر	۱۰/۹	۹/۱۳	۹/۷۵	۸/۱
انرژی قابل هضم[۳] ($kcal\ g^{-1}$)	۳/۴	۳/۵	۳/۶	۳/۷
انرژی به پروتئین (کالری برگرم)	۷۵/۵	۷۷/۷	۷۹/۹	۸۲/۲

- شامل روغن ماهی و روغن آفتابگردان به ترتیب به نسبت ۱ به ۳.

- هر کیلوگرم مکمل دارای ویتامینهای: A، ۱/۷ واحد.، D ۳، ۰/۳۵ واحد.، E، ۴ گرم.، C، ۲۰۰ گرم.، B_1، ۳گرم.، B_2، ۳گرم.، B_5، ۲۰گرم.، B_6، ۱/۷ گرم.، B_{12}، ۰/۷۰۰ گرم.، اسید فولیک، ۰/۵ گرم.، کولین، ۵۰ گرم.، H، ۰/۳ گرم.، BHA، ۱۰ گرم.، مس، ۱/۵۳ میلی گرم.، منگنز، ۵/۵۵ میلی گرم.، ید، ۰/۷۶ میلی گرم.، پتاسیم، ۰/۲۳ میلی گرم.، مولیبدان، ۰/۲۲۳ میلی گرم.، سلنیم، ۰/۰۶۴ میلی گرم.، کبالت، ۰/۰۲۱ میلی گرم.، آرد ذرت به عنوان کریر تا رسیدن وزن به یک کیلوگرم.

- NRC

بیشترین مقدار شاخص کبدی در سطح ۱۴ درصد چربی مشاهده گردید ($p<0/05$)، ولی رابطه مشخصی

بین سطوح مختلف چربی و این شاخص در تیمارهای مختلف وجود نداشت. بیشترین و کمترین بازماندگی به ترتیب مربوط به سطوح چربی ۱۷ درصد و ۶/۷ درصد بود، اما اختلاف معنی داری در میزان بازماندگی در سطوح مختلف چربی مشاهده نشد.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان فیل ماهی پرورشی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش

ترکیب لاشه (درماده خشک)	ابتدا	سطوح چربی			
		۶/۷	۱۰/۵	۱۴	۱۷
رطوبت	۸۸/۴۷	۸۳/۸ ± ۲/۲	۸۲/۲ ± ۱/۴	۸۱/۶ ± ۰/۸	۸۰/۸ ± ۱/۹
پروتئین	۵۸/۳۵	۵۷/۷ ± ۰/۸	۵۷/۲ ± ۰/۵	۵۷/۴ ± ۰/۹	۵۷/۴ ± ۲/۴
چربی	۷/۲۷	۱۲/۱ ± ۰/۵^{b}	۱۳/۴ ± ۰/۵^{b}	۱۳/۹ ± ۰/۷^{b}	۱۷/۲ ± ۰/۵^{a}
خاکستر	اندازه‌گیری نشد	۱۱/۱ ± ۰/۵	۱۲/۵ ± ۰/۳	۱۱/۸ ± ۰/۶	۱۱/۹ ± ۰/۹

مقادیر برابر است با میانگین ± خطای استاندارد (سه تکرار از هر تیمار و ۵ ماهی از هر تانک آزمایش).
حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار است ($P<۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب لاشه

همانگونه که داده‌های جدول۲ نشان می‌دهد، میزان رطوبت، پروتئین و خاکستر لاشه تحت تاثیر سطوح مختلف چربی جیره‌های غذایی قرار نداشته و تفاوت معنی داری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نمی‌شود. در مقابل افزایش معنی دار ($p<۰/۰۵$) مقدار چربی لاشه همزمان با افزایش سطح چربی در تیمارهای آزمایشی نشان دهنده تاثیرپذیری ترکیب شیمیایی لاشه از ترکیب جیره‌های غذایی است. روند تدریجی افزایش میزان چربی لاشه تا سطح ۱۴ درصد می‌تواند نشاندهنده تامین چربی مورد نیاز جهت انجام فرایند های زیستی مربوط به چربی‌ها یعنی تامین انرژی، ایفای نقش ساختمانی و غیره باشد. در حالی که افزایش ناگهانی چربی لاشه در سطح ۱۷ درصد می‌تواند نشاندهنده میزان بیش از حد نیاز چربی در جیره‌های غذایی باشد که بیشتر به شکل بافت چربی در بدن ذخیره شده است. همچنین کاهش مقدار رطوبت همزمان با افزایش میزان چربی لاشه در تیمارهای مورد آزمایش نشان‌دهنده تاثیر متقابل این دو پارامتر بر یکدیگر می‌باشد که به وسیله سایر محققین نیز به اثبات رسیده است (Bendiksen *et al.*, 2003).

رشد

افزایش سطح چربی جیره‌های غذایی از۶/۷ به ۱۰/۵و ۱۴ درصد همزمان باعث افزایش میانگین وزن نهایی، درصد افزایش وزن، میزان رشد ویژه، طول نهایی و شاخص تولید گردیده و رشد بهتر بچه ماهیان را به دنبال داشته است. افزایش میانگین شاخص‌های فوق متناسب با افزایش سطح چربی جیره‌های غذایی نشان دهنده تامین بهتر انرژی مورد نیاز فرایندهای متابولیسمی بوده و از طریق ایجاد امکان قرار گرفتن پروتئین در مسیر اصلی خود بهبود عملکرد رشد جیره‌های غذایی و درنتیجه رشد بهتر بچه ماهی‌ها را به دنبال داشته است. لذا می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش مقدار چربی در جیره‌های غذایی تا حد معینی که تامین کننده نسبت مناسب بین انرژی و پروتئین باشد امکان‌پذیر است. (Hung *et al.*, 1997) در خصوص تاسماهی سفید۱ و (Pei *et al.*, 2004) در خصوص نوعی ماهی کاراس[2]، نیز نتایج مشابهی بدست آورده و نشان دادند که افزایش میزان چربی جیره متناسب با سطح پروتئین می‌تواند رشد بهتر و راندمان بهتر مصرف غذا را نشان دهد. این نتیجه گیری

1- Acipenser transmontanus
2- *Carassius auratus gibelio*

با یافته‌های محققین دیگر نیز مطابقت می‌نماید (Gawlicka *et al.*, 2002). از آنجایی که معمولاً جذب غذا در ماهی‌ها متناسب با انرژی مورد نیاز آنها صورت می‌گیرد (Kaushik and Medale, 1994)، کاهش فاکتورهای رشد در سطح ۱۷ درصد چربی می‌تواند ناشی از بالا بودن میزان چربی (انرژی) جیره غذایی بوده که باعث امتناع بچه ماهی‌ها از دریافت غذای کافی شده و درنتیجه کاهش رشد را دراین تیمار به دنبال داشته است. مطالعات مشابه در خصوص تاثیر چربی جیره بر رشد و مصرف غذا در سایر ماهیان نیز نشان دهنده کاهش رشد و مصرف غذا در سطوح بالای چربی جیره‌های غذایی بوده است (Kakuta *et al.*, 2010). علاوه براین کاهش رشد مشاهده شده در سطح ۱۷ درصد چربی می‌تواند ناشی از توانایی محدود ماهی در جذب چربی زیاد وکاهش جذب غذا باشد که رشد کمتر بچه ماهی‌ها را به دنبال داشته است. این نتیجه گیری با منابع علمی (NRC, 1983) و یافته‌های سایر محققین مورد تایید قرار می‌گیرد (Ellis and Reigh, 1991; El-Sayed and Garling, 1988).

مقدار عددی شاخص وضعیت در این آزمایش بین حداقل ۰/۴۵۳ در سطح ۱۴درصد چربی تا حد اکثر ۰/۴۹۳ در سطح ۶/۷ درصد چربی متغییر بوده و تفاوت معنی داری را بین سطوح مختلف چربی نشان نداد.

ضریب تبدیل غذا

مشاهده کمترین ضریب تبدیل غذا و بالاترین میزان بازده غذایی و بازده پروتئین همزمان با افزایش سطح چربی جیره‌های مورد آزمایش تا سطح ۱۴درصد و مقدار مناسب پروتئین تولید شده در این سطح نشان دهنده بهبود کیفیت غذا و در نتیجه افزایش میزان رشد در این سطح از چربی می‌باشد. اگرچه مقادیر هریک از این فاکتورها تفاوت معنی داری را در سطوح ۱۰/۵ و ۱۴ درصد چربی نشان نداد.

افزایش ضریب تبدیل غذا در سطح ۱۷ درصد چربی نشان می دهد که، اولاً، این میزان چربی بیش از نیاز بچه ماهی‌ها بوده و عدم تناسب بین میزان انرژی و پروتئین باعث کاهش کیفیت غذا و افزایش ضریب تبدیل آن گردیده است. در همین رابطه مطالعات سایر محققین نشان داده است که افزایش سطح چربی در صورتی بهبود راندمان غذایی و رشد بیشتر را به همراه خواهد داشت که همراه با افزایش سطح پروتئین بوده و تناسب مطلوبی بین انرژی و پروتئین ایجاد نماید (Ebrahimi *et al.*, 2004a: Kakuta *et al.*, 2010). ثانیاً، افزایش مقدار چربی در جیره‌های غذایی علاوه بر تاثیر بر خوش خوراکی آنها، بر خصوصیات فیزیکی از جمله ترد و شکننده شدن دانه‌های غذا در مقابل فشارهای فیزیکی نیز تاثیر گذار است. در اینجا نیز علاوه بر دلایل فوق، بنظر می رسد جیره‌های دارای ۱۷ درصد چربی نسبت به سایر جیره‌ها شکننده تر بوده و در هنگام استفاده خرد شده و ازدست رفت غذایی بیشتر و در نتیجه ضریب تبدیل غذایی بالاتر را باعث گردیده است. تاثیر خصوصیات فیزیکی دانه‌های غذایی بر ضریب تبدیل غذا به وسیله سایر محققین نیز مورد تایید قرار گرفته است (Ebrahimi *et al.*, 2004a: Stuart and Hung, 1989). بنا بر این می‌توان چنین استنباط کرد که سطوح چربی علاوه بر تاثیر بر ارزش انرژی زایی جیره غذایی از نظر فیزیکی نیز بر بافت دانه‌های غذایی موثر بوده و اضافه کردن آن تاحد معین بازدهی بهتر غذا را به دنبال داشته است. این نتیجه گیری با یافته‌های پیشین تایید می گردد (Ebrahimi *et al.*, 2004a).

از سوی دیگر بالا بودن ضریب تبدیل غذا در جیره دارای ۶/۷ درصد چربی نیز علاوه بر کمبود انرژی و عدم تعادل مناسب بین انرژی و پروتئین، می‌تواند ناشی از خشن (زبربودن) و سخت بودن دانه‌های غذایی و در نتیجه بروز مشکل در دریافت غذا و قابلیت هضم و جذب مناسب آن باشد. در تایید این نظر شناخته شده است که ماهیان خاویاری دانه‌های غذایی لطیف تر را ترجیح می دهند، چرا که خشن بودن دانه‌های غذایی مطلوبیت (خوش خوراکی) آنها را کاهش می دهد (Stuart and Hung, 1989).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف چربی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی در بچه فیل ماهی پرورشی

شاخص‌های مورد بررسی	سطوح چربی (درصد)				
	۶/۷	۱۰/۵	۱۴	۱۷	ارزش آماری
وزن اولیه (گرم)	۲/۱۶ ± ۰/۰۶^{a}	۲/۱۰ ± ۰/۱^{a}	۲/۱۵ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۱۶ ± ۰/۰۶^{a}	NS
وزن نهائی (گرم)	۱۲/۵۰ ± ۰/۶۶^{d}	۱۴/۸۰ ± ۰/۴۶^{b}	۱۸/۳۳ ± ۰/۲۶^{a}	۱۳/۷۳ ± ۰/۶۸^{c}	p<۰/۰۵
طول نهایی (سانتیمتر)	۱۳/۶۵ ± ۰/۲۲^{d}	۱۴/۷ ± ۰/۱^{b}	۱۵/۹۳ ± ۰/۲۳^{a}	۱۴/۲ ± ۰/۲۶^{c}	p<۰/۰۵
افزایش وزن(درصد)	۴۷۷ ± ۱۶/۱^{c}	۶۰۶/۳۳ ± ۵۱/۶^{b}	۷۴۶/۳۳ ± ۳۲/۴^{a}	۵۳۴/۶۷ ± ۴۸^{c}	p<۰/۰۵
میزان رشد ویژه (٪)	۳/۸۹ ± ۰/۰۶^{c}	۴/۳۴ ± ۰/۱۵^{b}	۴/۷۴ ± ۰/۰۶^{a}	۴/۱۰ ± ۰/۱۷^{c}	p<۰/۰۵
شاخص وضعیت	± ۰/۰۲۵^{a} ۰/۴۹۳	۰/۴۶۳ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۴۵۳ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۴۸۰ ± ۰/۰۴۵^{a}	NS
شاخص تولید (گرم)	± ۱۰/۷۰^{b} ۲۰۲/۲	۲۹۹/۱ ± ۷۱/۶۳^{b}	۴۸۴/۰۴ ± ۶۵/۲۱^{a}	۲۹۶/۷۷ ± ۵۲/۹۵^{b}	p<۰/۰۵
ضریب تبدیل غذا	۲/۰۸ ± ۰/۰۸^{a}	۱/۶۶ ± ۰/۰۸^{b}	۱/۶۱ ± ۰/۰۷^{b}	۲/۰۹ ± ۰/۰۷^{a}	p<۰/۰۵
بازده غذایی	۴۸/۳۳ ± ۱/۵۲^{b}	۵۹/۶۶ ± ۲/۰۸^{a}	۶۱ ± ۲/۶۴^{a}	۴۷/۶۶ ± ۲/۸۸^{b}	p<۰/۰۵
بازده پروتیین	۱/۰۷ ± ۰/۰۳^{b}	۱/۳۲ ± ۰/۰۵^{a}	۱/۳۵ ± ۰/۰۶^{a}	۱/۰۶ ± ۰/۰۵^{b}	p<۰/۰۵
پروتئین تولید شده (٪)	۶۲/۲۱ ± ۲/۶^{b}	۷۸/۸۹ ± ۵^{a}	۷۷/۶۱ ± ۴/۲^{a}	۶۰/۶۵ ± ۳/۷^{b}	p<۰/۰۵
شاخص کبدی	۲/۶۳ ± ۰/۱۸^{ab}	۲/۲۷ ± ۰/۰۵^{b}	۳/۱۱ ± ۰/۴۲^{a}	۲/۶۶ ± ۰/۳۴^{ab}	p<۰/۰۵
بازماندگی(٪)	۸۷/۲۶ ± ۴/۱^{a}	۸۸/۴۶ ± ۴/۸^{a}	۹۵/۰۰ ± ۴/۶^{a}	۹۱/۰۰ ± ۳^{a}	NS

حروف مشابه در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار است.

بازده غذایی

در خصوص بازده غذایی با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد ضریب تبدیل غذا می‌توان گفت که افزایش سطح چربی در جیره‌های غذایی تا حد معینی می‌تواند بهبود بازده غذایی را باعث گردد. یافته‌های (Hung *et al.*, 1997) در خصوص استفاده از جیره‌های پر انرژی در تغذیه تاسماهی سفید نیز نشان داد که افزایش میزان انرژی جیره‌های غذایی باعث بهبود راندمان غذایی گردید. در مقابل استفاده از سطح چربی بالاتر احتمالاً به دلایل مختلف ازجمله افزایش انرژی جیره، ازدست رفتن بیشتر غذا درمحیط به هنگام مصرف، کاهش میزان هضم و جذب غذا، رشد کمتر و در نتیجه کاهش بازده مصرف غذا را باعث گردیده است. این نتیجه گیری با یافته‌های سایر محققین مورد تایید قرار می‌گیرد (El-Sayed and Garling, 1988; Ellis and Reigh, 1991).

بازده پروتئین و پروتئین تولیدشده

همزمان با افزایش سطح چربی، انرژی متابولیزمی مورد نیاز بشکل مطلوبتری از طریق منابع چربی جیره تامین شده و پروتئین در مسیر اصلی خود (سنتز بافت) قرار گرفته و لذا بازده مناسبتری را نشان داده است. همچنین افزایش میزان پروتئین تولید شده همزمان با افزایش سطح چربی جیره تا سطح ۱۴ درصد نشان دهنده اثر مثبت افزایش میزان چربی بر تولید پروتئین تا این سطح می‌باشد. در واقع تامین مطلوب انرژی مورد نیاز به وسیله چربی جیره باعث صرفه جویی در مصرف پروتئین شده و ذخیره پروتئین لاشه را افزایش داده است. یافته‌های سایر محققین این نظریه را تایید می‌کند (Steffens, 1981; Stuart and Hung, 1989; Xiang-fei li *et al.,* 2010; Lus M Lopes *et al.,* 2010). لیکن کاهش بازده پروتئین و میزان پروتئین تولید شده در سطح چربی بالاتر (۱۷درصد) نشان می دهد که افزایش چربی تاسطح معینی می تواند اثر مثبت خود را بر بازده پروتئین نمایان ساخته و افزایش میزان پروتئین تولید شده را باعث گردد. در اینجا می‌توان اثر کمکی افزایش چربی در تولید پروتئین واثر نسبت مناسب $\frac{DE}{CP}$ رامشاهده کرد.

درمجموع می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش چربی در جیره‌های غذایی تا حدی که بتواند مناسب ترین نسبت را بین انرژی قابل هضم و پروتئین ایجاد نماید باعث بهبود بازده پروتئین و صرفه جویی در مصرف آن شده است. در اینجا نیز اثر کمکی افزایش چربی در بهبود استفاده از پروتئین بخوبی مشاهده می گردد. نتایج مشابه توسط سایر محققین نیز ارائه گردیده است (Arzel *et al.,* 1994; Chou and Shiau, 1996; Einen, 1997; Kakuta *et al.,* 2010).

بازماندگی

درصد بازماندگی در تیمارهای مختلف بین ۸۷/۲۶ درصد (سطح ۶/۷ درصد چربی) تا ۹۵ درصد (سطح ۱۴ درصد چربی) متغییر بوده و همزمان با افزایش چربی تا سطح ۱۴ درصد افزایش یافته و در سطح ۱۷ درصد کاهش یافته است، لیکن براساس داده‌های جدول۳ تفاوت معنی داری در میزان آن بین تیمارهای مورد آزمایش مشاهده نشد.

نتیجه کلی

مشاهده روند کلی بهبود شاخص‌های مورد بررسی همزمان با افزایش سطح چربی جیره‌های غذایی مورد استفاده در این تحقیق تاسطح ۱۴درصد، نشان داد که استفاده از جیره غذایی دارای ۴۵/۰۴ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی با نسبت $\frac{DE}{CP}$ برابر۷۹/۹ کالری بر گرم رشد مناسب و مطلوبی را در بچه فیل ماهیان پرورشی باعث شده است.

درتحقیقات مشابه (Vacilva *et al.,* 2000; Abrasimova, 1997)، میزان چربی مورد نیاز برای بچه ماهیان خاویاری ۱۶ تا۱۸ درصد پیشنهاد شده که با یافته‌های حاصل از این تحقیق متفاوت است. مهمترین دلایل تفاوت در یافته‌های ایشان با نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند ناشی از اختلاف در شرایط آزمایش، گونه‌های مورد آزمایش، جیره‌های غذایی و مهمتر از همه سطح پروتئین مورد استفاده در آزمایش ایشان (۵۰ درصد) باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری موسسه تحقیقات شیلات ایران و پرسنل محترم مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان نهایت تشکر و قدر دانی بعمل می‌آید.

References

- Abrasimova, N.A. 1997. Feed and feeding of sturgeon fingerlings in industrial culture. PhD. Thesis. Department of Biology. Moscow State University. 175 p. (In Russian).
- Abrasimova, N.A., Rodinitskaya, O.A., Mirzoyan, E.A. and Safonova, M.O. 1985. Culture of Russian Sturgeon, Sevroga and Bester Fingerlings on Commercial diets. MSc thesis. Department of Fisheries. Astrakhan State University of Technology. 120 p. (In Russian).
- Arzel, J., Mortinez Lopez, f.x., Metailler, R., Stephan, G., Viau, M and Guillaume, J., 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. Aquaculture, 123, 361-375.
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington DC. 1015 p.
- Bandarinko, L.G. 1985. Biological principle of dry diets production for Sturgeon larvae including Russian sturgeon and Bester. PhD. Thesis. Department of Biology. Moscow State University. 125 p. (In Russian).
- Bendiksen, E.A., Arnesen, A.M and Jobling, M., 2003, Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, 225, 149-163.
- Berger, A. and Halver, J.E,. 1987. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate content on the growth, feed efficiency and carcass composition of striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum), fingerling. Aquaculture. Fish. Management., 18, 345-356.
- Buddington, R.K. and S.I. Doroshov. 1986. Development of digestive secretions in white sturgeon juvenile (*Acipenser transmontanus*). Comparative Physiology and Biochemistry, 83A, 233-238.
- Chou, B.S. and S.Y. Shiau. 1996. Optimal dietary lipid level for growth juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. Aquaculture, 143, 185-195.
- Ebrahimi, E., Pourreza, J., Panamariov, S.V., Kamali, A., Hosaini, A., 2004a. Effects of different levels of protein and fat on growth characters and chemical composition of fingerling Beluga (*Huso huso* l.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.,Vol.8,No.2, Summer 2004, Isfahan University of Technology., Isfahan.,Iran.229-241.
- Ebrahimi, E., Pourreza J., Panamariov, S.V., Kamali, A., Hosaini, A., 2004b. Effects of different levels of protein and fat on growth and chemical composition of fingerling Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources., Vol.11, No.3, Automn 2004, Gorgan. University of Agriculture Sciences and Natural Resources. Gorgan., Iran.141-151.
- Einen, O., Rome, A.J., 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. Aquaculture Nutrition. 3, 115-126.
- Ellis, S.C. and Reigh, R.C., 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum *Sciaenops ocellstus*. Aquaculture, 97, 383-394.
- El-Sayed, A.M. and Garling, D.L.Jr., 1988. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for *Tilapia zillii* fingelings. Aquaculture, 73, 157-163.
- Gawlicka, A., M.A. Herold, M.A., Barrows, F.T., Noue, J and Hung, S.S.O., 2002. Effect of dietary lipids on growth, fatty acid composition, intestinal absorption and hepatic storage in white sturgeon (*Acipenser transmontanus* R.) larvae. Journal of Applied Ichthyology. 18, 673-689.
- Gisbert, E., Sarasquete, M.C., Williot, P and Castello, O., 1999. Histochemistry of the development of the digestive system of Siberian sturgeon during early ontogeny. Journal of Fish Biology. 54,596-616.
- Guillaume, J., Coustans, M.F., Metailler, R., Ruyet, J.P and Robin, J., 1991. Flatfish, turbot, sole and placie. In: Handbook of NutrientRequirements of Finfish (Wilson, R.P. Ed.), pp. 77-82. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hardy, R.W., 2000. Energy. In: Encyclopedia of aquaculture (Stickney, R.R., ed.), A wiley Interscience Publication, John wiley and sons, Inc. pp: 292-298.
- Hashemi, M., 1991. Livestock, Poultry and Aquatic animals Nutrition (Diets, Feeding and Diet formulation). Farhang Jame Tehran, 904 p.

- Helland, S., Storebakken, T and Grisdale-Helland, B., 1991. Atlantic salmon, *Salmo salar*. In: Handbook of Nutrient Requirements of Finfish (Wilson, R.P. Ed.), pp. 13-22. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hung, S. S. O and Lutes, P.B. Conte, F.S and Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feding rates. Aquaculture, 80, 147-153.
- Hung, S.S.O. and Deng, D.F., 2002. Sturgeon, Acipenser spp. In: Nutrient requirements and feeding of Finfish for aquaculture (Webester, C.D.,ed.), CAB International, CABI publishing, pp. 344-357.
- Hung, S.S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L and Eine, L., 1997. High- energydiets for white sturgeon, *Acipenser transmontanus* Richardson. Aquaculture. Nutrition., 3, 281-285.
- Isuyev, A.P. and Musayev, B.S., 1989. Comparisan of the fatty acid composition of lipids during various stages of ontogeny in carp, bighead, chum salmon, Caspian trout, and Russian sturgeon. Voprosy Ikhtiologii 2, 342-345.
- Izquierdo, M.S., Socorro, J., Arantzamendi, L and Hernandez-Cruz, C.M., 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. Fish Physiology Biochemistry. 22, 97-107.27.
- Jobling, M and Miglavs, I., 1993. The size of fat depots- a factor contributing to control of food intake in Arctic char, *Salvelinus alpinus*. Journal of Fish Biology. 43, 487-489.
- Kaushik, S.J. Breque, J and Blanc, D., 1991. Requirements for protein and essential amino acids and their utilization by siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) .In: P. Williot (Edi), Proceedings of the First International symposium on sturgeon, CEMAGREF, France, Publ.1991, pp.25-37.
- Kaushik, S.J. and Medale, F., 1994. Energy requirement, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124, 81-97.
- Lee, S.M., Lee, J.M and Kim, K.D., 2003. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). Aquaculture, 225, 269-281.
- Lovell, T., 1989. Nutrition and feeding of fish. Aubum University, Van Nostrand Reinhold, New York, 260 p.
- Lus, M., Durazo, E., Teresa Viana, M., Drawbridge, D.P., 2009. Effect of dietary lipid levels on performance, body composition and fatty acid profile of juvenile white seabass, *Atractoscion nobilis*. Aquaculture, 289, 101-105.
- Mohammadi, M., Abedian, A., Shariatmadari, F and Mohseni, M., 2002. Effects of different levels of protein on growth characters and chemical composition of fingerling Beluga (*Huso huso*). Marine Sciences and Technology, 99-109.
- National Research Council. 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shell fishes. National Academy Press. Washington, DC, 125 p.
- NRC. 1983. Nutrient Requirments of Warmwater Fishes and Shellfishes, revised edition. Nutrient Requairments of Domestic animals. National Academy press, Washington, DC, 102 p.
- Ogata, H.Y. and Shearer, K.D., 2000. Influence of dietary fat and adiposiy on feed itake of juvenile red sea bream *Pagrus majar*. Aquaculture 189, 237-249.
- Pei, E., xie, S., Lei, W zhu, X and Yang, Y., 2004. Comparative study on the effect of dietary lipid level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris Gunther*). Aquaculture Nutrition 10, 209-216.
- Sargent, J., McEvoy, L., Esteves, A., Bell, M., Henderson, J and Tocher, D., 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future direction. Aquaculture 176, 217-229.
- SAS Institute. 1997. SAS, Version 6.12. SAS Institute, Cary, NC.
- Shearer, K.D., Silverestein, J.T and Plisetskaya, E.M., 1997. The role of adiposity in food intake control of juvenile hinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha). Comparative Physiology and Biochemistry, 118a, 1209-1215.
- Silverstein, J.T., Shearer, K.S., Dickhoff, W.W and Plisetskaya, E.M., 1999. Regulation of nutrient intake and energy balance in salmon. Aquaculture, 177, 161-169.
- Stavros, C., Panagiotidou, M., Papaioannou, N., Pavlidis, M., 2010. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. Aquaculture, 307, 65-70

- Steffens, W., 1981. Protein utilization by Rainbow trout (*S. gairdneri*) and carp (*C. carpio*) a brief review. Aquaculture, 23: 37-345.
- Stuart, J.S. and Hung, S.S.O., 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. Aquaculture, 76: 303-316.
- Vasilva, L.M. Panamaryef, S.V. Sodakova, N.V. 2000., Feeding of Sturgeon in Industrial Fish Culture. N,P,T. Bios. Astrakhan. (In Russian), 88 p.
- Weatherup, R.N., McCracken, K.J., Foy, R., Rice, D., Mckendry, J., Mairs, R.J and Hoey, R., 1997. The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 70, 107-184.
- Wilson, R., 1991. Channel catfish, *Ictalurus punctatus*. In: Handbook of NutrientRequirements of Finfish (Wilson, R.P. Ed.), pp. 35-54. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Xiang-fei, L., Wen-bin, L., Yang-yang, J., Hao, Z and Xian-ping, G., 2010. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (Megalobrama amblycephala) fingerlings. Aquaculture. Vol. 303, Iss. 1-4; pg. 65-70
- Yoshii, K., Takakuwa, F., Nguyen, H., Masumoto, T and Fukada, H., 2010. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization of juvenile kelp grouper Epinephelus bruneus. Fisheries Science, 76: 139-145.

Effects of Dietary Lipid Level on Growth, Feed Utilization and Survival of Juvenile of Beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758)

E. Ebrahimi Dorcheh[*1] and P. Zare[2]

[1] Assistant Prof., Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. Iran

[2] BSc. Student of Fisheries. Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. Iran

(Received:18/Oct./2009, Accepted: 31/May/2011)

Abstract

Variation in growth, feed utilization and survival was assessed in sturgeon fingerlings of Beluga fed different dietary lipid levels. All diets were iso-nitrogenous (protein = 45%) comprising 3.4-3.7 kcal digestible energy g^{-1}. Triplicate groups of 35 fingerling Beluga with a mean initial wet weight of 2.14 ± 0.07 g (± SD) were fed with four experimental diets containing 6.7, 10.5, 14 and 17% crude fat for 48 days (water volume: 100 L.; water change rate: 1.4 L min^{-1}). There were significant differences in final weight, body weight increase, specific growth rate, production index, hepatosomatic index, protein efficiency ratio, productive protein value and feed utilization ratio of fingerling Beluga ($P < 0.05$). Increasing lipid levels to 14% level improved the above indices. However, condition factor and survival were not affected by different dietary lipid levels ($P > 0.05$). The best growth rate, survival, feed utilization were obtained at 14% lipid level with DE:CP ratio of 79.9 kcal g^{-1}. These results indicate that optimal dietary lipid level for fingerling Beluga is about 14% for these diets.

Keywords: Juvenile of Beluga, Lipid, Growth, Feed utilization, Survival

*Corresponding author: Tel: +98 913 3287897 ,Fax: +98 311 3912840 , E-mail: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir