

اثر میزان چربی جیره بر رشد، راندمان تغذیه و ترکیب بدن کپور علفخوار جوان (*Ctenopharyngodon idella*)

• امید صفری

کارشناس ارشد شیلات

• فتح اله بلداجی

استاد گروه شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۵

Email:omid_safary@yahoo.com

چکیده

مطالعه‌ای جهت تعیین اثر میزان چربی بر رشد، راندمان استفاده از غذا و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهیان کپور علفخوار انجام شد. هفت جیره محتوی نیتروژن برابر (۴۰ درصد پروتئین خام) و حاوی هفت سطح چربی (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد ماده خشک) در تیمارهای سه تکراری در قالب طرح کاملاً تصادفی با وزن اولیه $6/5 \pm 0/1$ گرم به مدت ۷۰ روز مورد تغذیه ماهیان قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین، آزمون دانکن از برنامه اس‌ای اس در سطح ۰/۰۵ درصد استفاده شد. مقدار چربی اضافی (۱۰ و ۱۲ درصد) منجر به کاهش معنی‌دار مصرف غذا شد ($P < 0/05$). بهترین عملکرد رشد و استفاده از غذا در جیره‌های حاوی ۴-۲ درصد چربی مشاهده شد. ماهیان تغذیه شده با جیره بدون چربی کمترین مقدار بازده نسبی و تثبیت پروتئین را داشتند. عملکرد رشد و استفاده از غذا با افزایش میزان چربی جیره تا حدود ۴ درصد افزایش یافت. اگرچه سطوح بالاتر (بالاتر از ۴ درصد) منجر به کاهش عملکرد رشد و استفاده از غذا شد و هیچ گونه اثر همپوشانی پروتئین مشاهده نشد. مقدار تثبیت چربی با افزایش میزان چربی جیره به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0/05$). با افزایش سطح چربی جیره، شاخص چربی روده بند روندی افزایشی و شاخص کبدی روندی کاهشی نشان داد. شاخص چربی روده بند افزایش یافته و تثبیت چربی همزمان کاهش یافته می‌تواند با تفاوت در رشد توجیه شود. اثر مقدار چربی جیره بر ترکیب شیمیایی بافت‌ها تنها برای کل بدن و عضله معنی‌دار بود ($p < 0/05$). در مجموع، ماهی کپور علفخوار، ماهی با نیاز اندک به انرژی می‌باشد و باید از سطوح بالای چربی جیره جلوگیری شود.

کلمات کلیدی: کپور علفخوار، چربی، رشد، اثر همپوشانی پروتئین

Pajouhesh & Sazandegi No: 76 pp: 109-117

Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)

By: O. Safari, Former Grad. Student, Facult. of Fishery and Envi. Scien. Gorgan Univ. of Agric. Scien. Nat. Resour., Gorgan, Iran.

F. Boldaji, Prof, Facult. of Fishery and Envi. Scien. Gorgan Univ. of Agric. Scien. Nat. Resour., Gorgan, Iran.

A study was undertaken to determine the effect of dietary lipid level on growth, feed efficiency and body chemical composition of juvenile grass carp. Seven isonitrogenous diets (40 % Crude protein) containing seven dietary lipid level (0,2,4,6,8,10 & 12 % dry matter) were fed to triplicate groups of fish in a completely randomized design with initial weight 6.5 ± 0.1 g, for 70 days. One-way anova was used for data analyse and Duncan multiple range test was used for mean comparison by SAS software at level of 0.05. Excess dietary lipid level (10 and 12 %) resulted in significant decreased feed intake ($p < 0.05$). The best growth performance and feed utilization was observed in fish fed 2-4% dietary lipid. The fed a lipid-free diet had the lowest protein efficiency and protein retention. Growth performance and feed utilization increased with the increasing dietary lipid levels up to 4 % dietary lipid. Higher dietary level (above 4 %) made growth performance and feed utilization decrease and no protein sparing effect was observed. Lipid retention decreased significantly as dietary lipid level increased. Mesenteric fat index (MFI) increased, hepatosomatic index (HSI) decreased with dietary lipid level. The increased MFI and simultaneous decrease lipid retention can be explained by differences in growth. The effect of dietary lipid levels on the chemical composition of tissues was significant only for whole body and muscle ($p < 0.05$). In conclusion, grass carp is a fish with low energy requirement and excess dietary lipid level should be avoided.

Key Words: Grass carp, Lipid, Growth, Protein Sparing Effect

مقدمه

نکرده‌اند (۳۵،۲).
کیپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) ماهی شاخص علفخوار بدون معده می‌باشد. در محیط طبیعی از گیاهان آبزی استفاده می‌کند (۱۷). اطلاعات بسیار اندکی در مورد نیازهای غذایی این ماهی وجود دارد (۱۷). فقط مقدار پروتئین (۲۸،۲۷،۱۵،۱۴) و انرژی (۱۳،۹،۸،۷) این ماهی مطالعه شده است. محققین مقدار نیاز پروتئینی کیپور علفخوار را ۳۵-۴۰ درصد و نسبت مطلوب انرژی به پروتئین را ۷/۶۲ کیلوژول بر گرم پروتئین برآورد نمودند (۱۷). تحقیقات نیاز انرژی کیپور علفخوار را نسبتاً کمتر از بیشتر گونه‌های ماهیان گوشتخوار و حساستر نسبت به چربی جیره عنوان کردند (۱۷).
هدف این مطالعه، ارزیابی اثر افزایشی میزان چربی جیره از صفر تا ۱۲ درصد بر رشد، راندمان مصرف غذا و ترکیب بدن بچه ماهیان کیپور علفخوار و پاسخ آن به مصرف بالای انرژی در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد بود.

چربی جیره نقش مهمی در تغذیه ماهی به عنوان منبع انرژی و اسیدهای چرب ضروری بازی می‌کند و باعث حفظ ساختار بیولوژیکی و عملکرد طبیعی می‌شود (۳۶). بیشتر ماهیان گوشتخوار در شرایط تغذیه طبیعی، ترجیحاً از پروتئین نسبت به چربی یا کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند. با پذیرش برخی محدودیت‌ها، با افزایش میزان چربی جیره، استفاده از جیره بهبود می‌یابد (۳۳،۲۱). همچنین گزارش شده است که چربی جیره اثر همپوشانی با پروتئین دارد و در غیر این صورت به عنوان منبع انرژی (۴، ۲۰، ۳۹) موجب کاهش اتلاف مواد آلی و نیتروژن می‌شود (۲۶).

امروزه، در تولید ماهیان سردابی، جیره‌های با میزان چربی بالا به طور معمول استفاده می‌شود (۱۷). اما در بسیاری از گونه‌های ماهیان، افزایش میزان چربی جیره بایستی به دقت ارزیابی شود زیرا ممکن است که منجر به افزایش ذخیره چربی در ماهی شود (۱۷). برخی محققین نیز هیچ گونه اثر همپوشانی پروتئین توسط چربی در برخی گونه‌های ماهی را مشاهده

مواد و روش‌ها

کارگاهی خصوصی واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی جاده ذوب آهن اصفهان تهیه و در همان کارگاه در ۲۸ تانک فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری (۳۰ قطعه در هر تانک) ذخیره شدند. ۵۰ قطعه بچه ماهی نیز در یک تانک دیگر برای جبران تلفات احتمالی دوره سازگاری نگهداری شدند. ماهیان با شرایط آزمایشگاهی به مدت ۱۴ روز سازگار شدند. در دوره سازگاری ماهیان با جیره آزمایشی بدون چربی (حاوی ۴۰ درصد پروتئین قابل دسترس و ۲۳۱۲ کیلوکالری بر کیلوگرم جیره انرژی ناخالص) به میزان ۱ درصد وزن بدن تغذیه شدند (۱۷). ماهیان در دوره آزمایشی با جیره‌های آزمایشی (۷ جیره) در ۴ فاصله زمانی روزانه برابر (ساعت‌های ۹ صبح، ۱۲ ظهر، ۳ و ۶ بعدازظهر) با دست و به میزان ۲-۲/۵ درصد وزن بدن و به مدت ۷۰ روز تغذیه شدند (۱۷).

هفت جیره آزمایشی خالص حاوی صفر تا ۱۲ درصد چربی (با میزان برابر روغن ذرت و ماهی) تهیه شد (جدول ۱). بعد از پخت نشاسته ذرت جهت ژلاتینه نمودن، مصرف راحت‌تر و مفیدتر (۱۷)، تمامی اجزای جیره‌ها به جز روغن ذرت و ماهی به مدت ۱۵ دقیقه با یکدیگر مخلوط، سپس روغن ماهی و ذرت به مدت ۱۵ دقیقه دیگر به مخلوط اضافه و با آب به میزان ۳۰ درصد ماده خشک ترکیب شدند (۱۷). ترکیب مرطوب به صورت پلت‌های ۱/۵ میلی متری تهیه، در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲۴ ساعت خشک و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری شدند. ۸۴۰ قطعه بچه ماهی کپور علفخوار به وزن اولیه $6/5 \pm 0/1$ گرم از

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد)

جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف چربی (درصد)							اجزای جیره
۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۲	۰	
۳۳/۶	۳۳/۶	۳۳/۶	۳۳/۶	۳۳/۶	۳۳/۶	۳۳/۶	کازئین
۸/۴	۸/۴	۸/۴	۸/۴	۸/۴	۸/۴	۸/۴	ژلاتین
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	نشاسته ذرت
۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	روغن ماهی
۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	روغن ذرت
۱۵/۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۲۱/۵	۲۳/۵	۲۵/۵	۲۷/۵	سلولز
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	ترکیب ویتامینی ۱
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	ترکیب مواد معدنی ۲
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	ویتامین C
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	کولین کلراید
ترکیب شیمیایی جیره‌ها (درصد)							
۸۶/۵۱	۸۹/۲۹	۸۸/۵۱	۸۷/۶۷	۸۸/۸۳	۸۹/۱۷	۸۹/۵	ماده خشک
۴۰/۰۵	۴۰/۰۶	۴۰/۰۵	۴۰/۰۵	۴۰/۰۶	۴۰/۰۶	۴۰/۰۵	پروتئین خام
۱۲/۰۶	۱۰/۰۱	۸/۱۱	۶/۳۲	۴/۲۳	۲/۱۷	۰	چربی خام
۱۵/۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۲۱/۵	۲۳/۵	۲۵/۵	۲۷/۵	فیبر خام
۱۳/۲	۱۶/۱۲	۱۵/۲۶	۱۵/۱۸	۱۵/۳۳	۱۵/۸۴	۱۶/۴۱	عصاره بدون ازت ۳
۵/۷	۵/۶	۵/۵۹	۵/۶۲	۵/۷۱	۵/۶	۵/۵۴	خاکستر
۳۳۹۲	۳۲۱۲	۳۰۳۲	۲۸۵۲	۲۶۷۲	۲۴۹۲	۲۳۱۲	انرژی (کیلوژول بر کیلوگرم)

ترکیب ویتامینی محتوی مواد ذیل (بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم جیره) بود: تیامین، ۵؛ ریبوفلاوین، ۵؛ ویتامین A، ۲۵۰۰ IU؛ ویتامین E، ۴۰؛ ویتامین D₃، ۲۴۰۰ IU؛ منادین، ۴؛ پیرویدوکسین، ۴؛ سیانوکوبالامین، ۰/۱؛ بیوتین، ۰/۶؛ پانتوتنات کلسیم، ۱۰؛ اسید فولیک، ۱/۵؛ نیاسین، ۲۰؛ اینوزیتول، ۲۰۰ (تهیه شده از شرکت کیمیا رشد، آق قلا، گرگان)

ترکیب مواد معدنی محتوی مواد ذیل (بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم جیره) بود: بی سولفات کلسیم، ۰/۹۸؛ لاکتات کلسیم، ۳/۷۹؛ کلرید سدیم، ۰/۲۶؛ سولفات پتاسیم، ۱/۳۱؛ کلرید پتاسیم، ۰/۵۳؛ سولفات آهن III، ۰/۵۳؛ سیترات آهن II، ۰/۳۱؛ سولفات منیزیم، ۰/۳۵؛ سولفات روی، ۰/۰۴؛ سولفات منگنز، ۰/۰۳؛ سولفات مس، ۰/۰۲؛ کلرید کبالت، ۰/۰۳؛ یدید پتاسیم، ۰/۰۰۲ (تهیه شده از شرکت کیمیا رشد، آق قلا، گرگان)

به صورت محاسباتی می‌باشد.

جدول ۲- رشد، راندمان استفاده از غذا و تثبیت مواد مغذی کپور ماهیان علفخوار جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی

مصرف غذا (گرم به ازای هر ماهی)	۱۰	۸	۶	۴	۲
شاخص وزن بدن ^۱	۱۳/۳۸±۰/۴۰ ^a	۱۴/۸۳±۰/۶۱ ^b	۱۵/۵۰±۰/۳۷ ^b	۱۶/۰۴±۰/۲۹ ^b	۱۵/۹۶±۰/۲۶ ^b
میزان رشد ویژه ^۲	۹۱/۱۹±۱/۱۱ ^{ab}	۱۱۲/۵۰±۱۲/۰۰ ^b	۱۱۷/۸۵±۹/۳۹ ^{bc}	۱۶۸/۵۲±۵/۳۴ ^d	۱۳۹/۶۵±۶/۲۵ ^d
راندمان استفاده از غذا ^۳	۰/۸۵±۰/۰۴ ^a	۱/۰۷±۰/۰۸ ^{bc}	۱/۱۱±۰/۰۶ ^c	۱/۳۰±۰/۰۳ ^d	۱/۲۵±۰/۰۴ ^{cd}
بازده نسبی پروتئین ^۴	۰/۴۳±۰/۰۲ ^a	۰/۴۹±۰/۰۴ ^{ab}	۰/۵۰±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۶۰±۰/۰۱ ^c	۰/۵۷±۰/۰۲ ^{bc}
تثبیت پروتئین ^۵	۱/۱۲±۰/۰۹ ^a	۱/۲۵±۰/۰۹ ^{ab}	۱/۲۴±۰/۰۷ ^{ab}	۱/۵۱±۰/۰۴ ^c	۱/۴۲±۰/۰۳ ^{bc}
تثبیت چربی ^۶	۱۷/۳۰±۰/۳۵ ^{ab}	۱۸/۹۸±۰/۸۱ ^{ab}	۱۷/۳۸±۰/۵۰ ^{ab}	۲۰/۲۸±۱/۴۶ ^b	۲۳/۶۴±۱/۵۲ ^c
	۴۳/۲۴±۴/۷۵ ^a	۵۲/۹۳±۱/۸۱ ^a	۶۴/۹۸±۳/۳۸ ^a	۹۹/۵۲±۴/۸۹ ^b	۱۴۸/۸۶±۱۴/۳۴ ^c

* اعداد حداقل با یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوتی در سطح ۰/۰۵ درصد با هم ندارند.

وزن اولیه (گرم) / (تفاضل وزن نهایی از وزن اولیه) (گرم) × ۱۰۰ = (درصد) شاخص وزن بدن

دوره زمانی (روز) / (تفاضل لگاریتم طبیعی وزن نهایی از لگاریتم طبیعی وزن اولیه) (گرم) × ۱۰۰ = (درصد در روز) میزان رشد ویژه^۲

مقدار غذای خشک مصرف شده (گرم) / (تفاضل وزن نهایی از وزن اولیه) (گرم) × ۱۰۰ = راندمان استفاده از غذا^۳

مقدار پروتئین مصرف شده (گرم) / (مقدار پروتئین کسب شده) (گرم) × ۱۰۰ = بازده نسبی پروتئین^۴

مقدار پروتئین مصرف شده (گرم) / (مقدار پروتئین کسب شده) (گرم) × ۱۰۰ = تثبیت پروتئین^۵

مقدار چربی مصرف شده (گرم) / (مقدار چربی کسب شده) (گرم) × ۱۰۰ = تثبیت چربی^۶

ماهیان هر دو هفته یکبار بعد از بیهوشی با گل میخک به غلظت ۱۰ ppm (۱) زیست سنجی و متعاقباً مقدار غذای روزانه تنظیم شد. همچنین در انتهای دوره آزمایش وزن کبد، وزن احشاء و وزن چربی روده بند نیز اندازه گیری شد. بعد از فرموله کردن طبق احتیاجات غذایی ماهی (۳۲)، تجزیه تقریبی مواد مغذی جیره‌ها (۳ نمونه از هر جیره)، ترکیب شیمیایی لاشه در شروع (۳ نمونه از ۸ قطعه ماهی از جمعیت) و پایان آزمایش (۳ قطعه ماهی از هر تکرار) و ترکیب شیمیایی کبد (۳ قطعه ماهی از هر تکرار) طبق روش AOAC (۳) صورت گرفت (جدول ۱ و ۴).

درصد پروتئین خام (N×۶/۲۵) به روش کلدال و با استفاده از دستگاه Elementary Analyser NA۲۰۰۰، چربی به روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از بمب کالریمتر مدل Parr، خاکستر با سوزاندن در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی، فیبر بعد از استخراج چربی و رقیق سازی در اسید) اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال) و سپس جوشاندن در باز (سود ۰/۳ نرمال) و عصاره بدون نیتروژن از تفاضل ماده خشک از مجموع خاکستر، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام تعیین شد (۳).

خونگیری با استفاده از سرنگ‌های ۲/۵ میلی لیتری و بدون استفاده از مواد ضد انعقاد کننده، ۱ ساعت بعد از وعده غذایی صبح و در شروع و پایان دوره آزمایش (۳ نمونه از هر تکرار) از سیاهرگ باله دمی انجام گرفت (۵). سرم نمونه‌های خونی با استفاده از سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه تهیه و تا انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند (۵).

لیپیدهای سرم خون ماهی (کلسترول و تری گلیسرید) به روش Folsh و همکاران (۱۸) با ۳ نمونه از هر تکرار تعیین شد. در خلال دوره آزمایش دمای آب، اکسیژن محلول، pH و آمونیاک به ترتیب ۲۵/۲±۱/۳ درجه سانتی گراد، ۸/۲±۰/۵ ppm و ۷/۲±۰/۱ و ۱/۱±۰/۰۱ ppm بود.

خوشبختانه هیچ گونه تلفاتی در دوره سازگاری و آزمایش مشاهده نشد.

این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین، آزمون دانکن از برنامه اس‌ای اس در سطح ۰/۰۵ درصد استفاده شد (۳۷).

نتایج

اطلاعات مربوط به مصرف غذا و عملکرد رشد ماهیان جوان کپور علفخوار تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (جدول ۱) در جدول ۲ ارائه شده است. هیچ تفاوت آماری معنی دار ($p > 0.05$) با استفاده از چربی در سطوح صفر تا ۸ درصد وجود نداشت اما تمایل به کاهش مصرف غذا با افزایش سطح چربی در جیره مخصوصاً در جیره‌های حاوی ۱۰ و ۱۲ درصد چربی وجود داشت که مقادیر معنی دار کمتری ($p < 0.05$) در مقایسه با بقیه جیره‌ها را نشان داد (جدول ۲).

ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ درصد چربی بیشترین عملکرد رشد را داشتند (جدول ۲) و جیره حاوی ۲۰ درصد چربی در رتبه دوم قرار دارد ولی هیچ تفاوت معنی داری بین آن‌ها وجود نداشت ($p > 0.05$). هنگامی که میزان چربی در جیره افزایش یافت، شاخص وزن بدن و میزان رشد ویژه در جیره‌های حاوی ۱۰، ۸، ۶ و ۱۲ درصد به ترتیب کاهش یافت (جدول ۲). همان روند شاخص وزن بدن و میزان رشد ویژه در مورد راندمان استفاده از غذا و بازده نسبی پروتئین یافت شد. جیره حاوی ۴ درصد چربی بیشترین راندمان استفاده از غذا و بازده نسبی پروتئین را نشان داد (جدول ۲).

تثبیت پروتئین و چربی در جدول ۲ نشان داده شده است. جیره حاوی ۲ درصد چربی بالاترین میزان تثبیت پروتئین و جیره بدون چربی (صفر درصد) کمترین میزان تثبیت پروتئین را دارا بود. جیره‌های دیگر هیچ تفاوت آماری معنی داری را با یکدیگر نشان ندادند ($p > 0.05$). مشاهده شد که کاهش در تثبیت چربی جیره، همزمان با افزایش میزان چربی جیره بود (جدول ۲).

برخی متغیرهای لاشه در جدول ۳ ارائه شده است. اگرچه تمایل به افزایش شاخص وضعیت با افزایش میزان چربی جیره وجود داشت ولی هیچ تفاوت آماری معنی داری ($p > 0.05$) در مورد شاخص احشاء بین جیره‌ها وجود نداشت. شاخص کبدی به طور معنی داری بالاتر در جیره‌های حاوی ۲، ۴ و ۶ درصد چربی در مقایسه با بقیه جیره‌ها وجود داشت ($p < 0.05$). در مقابل شاخص چربی روده بند همزمان با افزایش چربی جیره، به طور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$).

هیچ تفاوت آماری معنی داری در میزان پروتئین کل بدن با میزان خاکستر لاشه ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی وجود نداشت (جدول ۴). مقدار چربی کل بدن با افزایش چربی جیره افزایش یافت و روندی معکوس نسبت به میزان رطوبت لاشه را نشان داد. روندهای مشابهی در میزان چربی و رطوبت در مورد عضله و کبد یافت شد اما در مورد کبد این تفاوت معنی دار نبود.

غلظت‌های تری گلیسرید و کلسترول در جدول ۴ گزارش شده است. تمایل اندکی در مورد افزایش غلظت‌های تری گلیسرید و کلسترول با افزایش سطح چربی جیره وجود داشت. بیشترین مقدار هر دو مورد فوق در جیره حاوی ۱۲ درصد مشاهده شد. قابل ذکر است که غلظت‌های اولیه دو فاکتور سرمی، هر دو به طور معنی داری ($p < 0.05$) نسبت به سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بعد از آزمایش ۷۰ روزه بالاتر بود.

بحث

اگرچه ماهیان تغذیه شده (با وزن متوسط 1 ± 0.6 گرم) با جیره حاوی ۴ درصد چربی دارای بهترین عملکرد رشد بودند. شاخص وزن بدن بدست آمده این جیره ($1.48/5$ درصد) کمتر از مقدار بدست آمده توسط Carter و Brafield (۸.۷) و Du و همکاران (۱۷) بود. به طور معمول، شاخص وزن بدن کپور ماهیان جوان تغذیه شده با جیره خالص مشابه می‌توانست بیش از ۲۰۰ درصد در ظرف ۸ هفته با میزان غذادهی بالا (۵ درصد وزن بدن در روز) باشد اما این محققین اعلام نمودند که ماهیان تغذیه شده

جدول ۳ - برخی متغیرهای لاشه کپور ماهیان علفخوار جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی

شاخص	جیره های آزمایشی حاوی سطوح مختلف چربی (درصد)					
	۱۰	۸	۶	۴	۲	۰
شاخص وضعیت ^۱	۱/۹۸±۰/۱۴	۲/۰۶±۰/۰۴	۲/۰۳±۰/۰۳	۲/۰۲±۰/۰۳	۱/۹۶±۰/۰۵	۱/۹۳±۰/۰۲
شاخص احشاء ^۲	۸/۷۳±۰/۲۰	۸/۰۹±۰/۱۸	۸/۱۶±۰/۰۸	۸/۷۲±۰/۲۹	۸/۶۷±۰/۱۹	۸/۳۴±۰/۱۶
شاخص کبدی ^۳	۲/۲۰±۰/۱۱ ^{ab}	۲/۰۴±۰/۰۵ ^b	۲/۵۲±۰/۰۴ ^b	۳/۰۹±۰/۱۷ ^c	۳/۰۳±۰/۲۰ ^c	۳/۲۲±۰/۰۴ ^c
شاخص چربی روده بند ^۴	۱/۹۸±۰/۱۵ ^{bc}	۱/۴۵±۰/۰۶ ^b	۱/۶۹±۰/۱۹ ^b	۱/۷۵±۰/۰۳ ^a	۱/۰۹±۰/۱۱ ^a	۰/۹۸±۰/۰۱ ^a

* اعداد حداقل با یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوتی در سطح ۰/۰۵ درصد با هم ندارند.
 (طول ماهی) سانتی متر (۳) / (وزن ماهی (گرم)) * ۱۰۰ = (درصد) شاخص وضعیت^۱
 (وزن ماهی (گرم)) / (وزن احشاء (گرم)) * ۱۰۰ = (درصد) شاخص احشاء^۲
 (وزن ماهی (گرم)) / (وزن کبد (گرم)) * ۱۰۰ = (درصد) شاخص کبدی^۳
 (وزن ماهی (گرم)) / (وزن احشاء بدون روده و ضمیمه گوارشی (گرم)) * ۱۰۰ = (درصد) شاخص چربی روده بند^۴

با جیره حاوی مقادیر بالایی چربی با میزان غذادهی بالا (بیش از ۴/۵ درصد در روز) در دمای ۲۶ درجه سانتی گراد باعث عارضه بی‌اشتهایی می‌شود، لذا ادامه آزمایش را غیر ممکن می‌سازد. در مطالعه حاضر، از میزان غذادهی ۲/۵-۲ درصد در روز در دوره زمانی طولانی تر استفاده شد تا اثرات جیره‌های حاوی مقادیر بالای چربی بر متابولیسم فیزیولوژیکی کپور علفخوار بهتر مشاهده شود. بدین دلیل شاخص وزن بدن نسبتاً کم در مطالعه حاضر معقول به نظر می‌رسد. اگرچه راندمان استفاده از غذا در مطالعه حاضر با نتایج Carter و Brafield (۸۰۷) و Du و همکاران (۱۷) در یک راستا بود.

قابل ذکر است که هیچ نوع عارضه کمبود اسیدهای چرب ضروری در کپور علفخوار تغذیه شده با جیره بدون چربی (جیره صفر درصد) در طی ۱۰ هفته مشاهده نشد. Takeuchi و همکاران (۳۸) گزارش کردند که کپور علفخوار (با وزن متوسط ۴/۲ گرم) تغذیه شده با جیره بدون چربی میزان بقای کمتر و درصد بالایی انحای عمودی ستون فقرات در مناطق مهره‌های ۱۲ تا ۱۵ معروف به لردوزیس را نشان دادند. این می‌تواند طبق تحقیق Du و همکاران (۱۷) بعد از یک دوره زمانی ۲۵ هفته‌ای رخ دهد. در مقابل، Chou و Shiau (۱۲) عارضه حاد را در رشد تیلایپای هیبرید جوان تغذیه شده با جیره بدون چربی در طی ۸ هفته را گزارش کردند که این مربوط به کمبود اسیدهای چرب ضروری می‌باشد.

Nicolaides و همکاران (۳۱) نشان دادند که کپور علفخوار می‌تواند جیره‌های عاری از اسیدهای چرب ضروری را در زمان نسبتاً طولانی‌تری در مقایسه با تیلایپا و آزاد ماهی چینیوک تحمل کند. لذا با توجه به غذای طبیعی کپور علفخوار که شامل گیاهان آبی با میزان بسیار پایینی چربی قابل استفاده می‌باشد، واکنش آهسته به کمبود اسیدهای چرب ضروری مستدل به نظر می‌رسد.

ماهی مانند حیوانات خونگرم (۲۵) مصرف غذایش را مطابق با تامین نیازهای انرژی قابل هضمش تنظیم می‌کند (۲۲، ۱۰). اگرچه در مطالعه حاضر، مصرف غذای ماهی تغذیه شده با جیره بدون چربی و جیره‌های حاوی ۲۰ تا ۸۰ درصد چربی مشابه بود لذا به نظر می‌رسد

جدول ۴- ترکیب بدن و شاخص پلاسما کپورهایان علفخوار جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی

مقدار اولیه		۰		۲		۴		۶		۸		۱۰		۱۲	
ترکیب شیمیایی کل بدن (درصد)															
رطوبت		۷۶/۸۴±۸/۴ ^c	۷۷/۲۰±۹/۳ ^c	۷۷/۲۰±۹/۳ ^{abc}	۷۵/۶۰±۳/۹ ^{bc}	۷۶/۰۳±۹/۴ ^{bc}	۷۶/۰۳±۹/۴ ^{bc}	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a	۷۳/۴۸±۸/۴ ^a
پروتئین		۱۳/۳۶±۰/۷	۱۴/۵۶±۳/۸	۱۴/۰۸±۱/۴	۱۴/۰۸±۱/۴	۱۳/۷۵±۲/۱	۱۳/۷۵±۲/۱	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶	۱۴/۸۰±۲/۶
چربی		۵/۱۱±۰/۸	۵/۴۲±۲/۷ ^a	۶/۲۴±۲/۸ ^{ab}	۶/۲۴±۲/۸ ^{ab}	۶/۸۳±۲/۱ ^b	۶/۸۳±۲/۱ ^b	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}	۷/۰۲±۰/۹ ^{bc}
خاکستر		۲/۴۸±۰/۵	۲/۹۱±۰/۵	۲/۹۱±۰/۵	۲/۸۷±۱/۱	۲/۶۳±۱/۳	۲/۶۳±۱/۳	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵	۲/۵۶±۰/۵
ترکیب شیمیایی عضله (درصد)															
رطوبت		-	۸۰/۷۲±۲/۱ ^d	۸۰/۴۴±۰/۹ ^{cd}	۸۰/۰۰±۱/۶ ^{bc}	۷۹/۸۱±۱/۱ ^{ab}	۷۹/۸۵±۳/۲ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}	۷۹/۵۸±۰/۵ ^{ab}
پروتئین		-	۱۷/۲۰±۳/۱	۱۷/۴۷±۰/۸	۱۷/۷۹±۲/۲	۱۸/۰۸±۱/۵	۱۷/۷۵±۲/۲	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵	۱۷/۸۸±۰/۵
چربی		-	۰/۹۲±۰/۴ ^a	۱/۰۴±۰/۳ ^{ab}	۱/۱۱±۰/۱ ^b	۱/۲۹±۰/۴ ^c	۱/۳۲±۰/۳ ^c	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d	۱/۴۸±۰/۴ ^d
ترکیب شیمیایی کبد (درصد)															
رطوبت		-	۵۹/۷۵±۱۶/۴	۶۱/۱۹±۱۰/۲	۶۵/۶۶±۱۶/۶	۶۴/۲۳±۱۶/۶	۶۳/۳۸±۱۹/۶	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴	۶۲/۹۳±۱۳/۴
چربی		-	۲۶/۰۵±۱۷/۱	۲۴/۹۰±۷/۳	۲۰/۴۹±۲۳/۱	۲۳/۰۴±۳/۶	۲۳/۲۲±۵/۳	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰	۲۲/۷۰±۵/۰
شاخص پلاسما (میلی مول بر لیتر)															
تری گلیسرید		۲/۴۴±۰/۳ ^a	۰/۹۴±۰/۰ ^a	۱/۰۷±۰/۰ ^a	۱/۰۷±۰/۱ ^{ab}	۱/۰۷±۰/۱ ^{ab}	۱/۰۷±۰/۱ ^{ab}	۰/۹۴±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}	۱/۳۵±۰/۰ ^{bc}
کلسترول		۴/۵۷±۰/۵ ^a	۱/۸۳±۰/۱ ^{ab}	۲/۰۱±۰/۱ ^{ab}	۱/۸۳±۰/۱ ^{ab}	۱/۵۶±۰/۲ ^{ab}	۱/۵۶±۰/۲ ^{ab}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}	۲/۱۵±۰/۲ ^{bc}

* اعداد حداقل با یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوتی در سطح ۰/۰۵ درصد با هم ندارند

ولی نمی‌توان مستثنی کرد که شاخص کبدی بالاتر معنی‌دار می‌تواند شاخصی از کمبود اسیدهای چرب ضروری باشد.

اثر چربی جیره بر میزان ترکیب شیمیایی بافت‌ها تن‌ها بر میزان چربی و رطوبت ترکیب شیمیایی کل بدن و ماهیچه معنی‌دار بود. این نتایج با نتایج Du و همکاران (۱۷) در یک راستا بود.

در مطالعه حاضر، میزان چربی در نمونه‌های کبد بسیار بالا بود (بالای ۲۰ درصد) که در مقایسه با کپور علفخوار وحشی (زیر ۱۰ درصد) و ماهیان تغذیه شده با جیره‌های تجاری (زیر ۱۵ درصد) غیر نرمال است. نتایج Du و همکاران (۱۷)، نتایج این تحقیق را تایید می‌کند. آن‌ها در مطالعات شان اثبات نمودند که افزایش پروتئین جیره آسانتر از چربی و کربوهیدرات، عارضه کبد چرب را القا می‌کند.

غلظت کلسترول بافت بسته به وضعیت تغذیه‌ای ماهی متغیر است (۳۵،۲۴،۲۳،۱۹). غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما با افزایش میزان چربی جیره افزایش یافت و یک انتقال فعال تر درونی چربی در پاسخ به میزان بالاتر چربی جیره را نشان داد. نکته قابل تأمل این بود که غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما در تمام گروه‌ها بسیار کمتر از مقدارهای اولیه بود. این نتایج نیز مطابق با نتایج Du و همکاران (۱۷) بود. آن‌ها استدلال نمودند که شاید عارضه کبد چرب، انتقال درونی طبیعی چربی را مختل کرده باشد. در واقع، هنگام محاسبه بین کلسترول و تری‌گلیسرید، نسبت نمونه اولیه به نمونه نهایی (هنگام مقایسه جیره‌های حاوی صفر و ۲ درصد چربی) تغییری نکرد. اگرچه با افزایش بیشتر چربی جیره، این نسبت به دلیل افزایش بیشتری تری‌گلیسرید به کلسترول کاهش یافت. این اطلاعات یک حرکت در ترکیب لیپوپروتئین پلاسما را نشان داد و ارزشمند بود که اگر این اطلاعات در کنار غلظت‌های کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما بررسی می‌شد.

در مجموع، مطالعه حاضر تأیید کرد که میزان چربی جیره بالای ۴ درصد منجر به همپوشانی پروتئین در کپور علفخوار نمی‌شود. کپور علفخوار ظرفیت نسبتاً پایینی در مصرف جیره‌های با انرژی بالا دارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئول فنی کارگاه که امکان اجرای این طرح را فراهم نمودند و پرسنل محترم کارگاه مربوطه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. نویسندگان مقاله در اینجا از همکاری ارزشمند گروه آبی پروری موسسه آبی پروری دانشگاه یاتسن سان چین تشکر به عمل می‌آورد.

منابع مورد استفاده

- ۱- مهرابی، ی. ۱۳۷۸؛ مطالعه مقدماتی اثر بیهوشی گل درخت میخک بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰.
- 2- Andersen, N.G. & Alsted, N.S. 1993; Growth and body composition of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in relation to different lipid/protein ratios in the diet. In: Fish Nutrition in Practice, Proceedings of the IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding. (Kaushik, S.J. & Luquet P. eds), pp. 479-491.
- 3- Association of Official Analytical Chemists. 1990; Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington DC.

که مصرف غذا در کپور علفخوار ترجیحاً توسط مصرف پروتئین نسبت به مصرف انرژی تنظیم می‌شود. نتایج حاضر مطابق با نتایج Dabrowski (۱۴)، Kozak و Dabrowski (۱۵) و Du و همکاران (۱۷) می‌باشد. آنها اظهار داشتند که این نتایج به دلیل نیاز کم به انرژی حاصل از چربی در کپور علفخوار می‌باشد.

بهترین عملکرد رشد و استفاده از غذا در جیره حاوی ۴ درصد چربی بدست آمد و کاهش در رشد و مصرف غذا با افزایش میزان چربی بالاتر از این مقدار در مطالعه حاضر مشاهده شد. نتایج مشابه در مورد کپور علفخوار (۱۷)، توربوت (۳۵،۶)، قزل‌آلا (۴۰)، کپور معمولی (۳۰) گزارش شده است. اگرچه بسیاری از گونه‌ها مانند آزاد ماهیان، باس دریایی و قزل‌آلا اثر همپوشانی پروتئین توسط چربی را به خوبی گزارش کرده‌اند (۲۹، ۲۶، ۱۶، ۴) ولی افزایش در میزان چربی جیره از ۴ تا ۱۲ درصد به نظر نمی‌رسد که استفاده از پروتئین در کپور علفخوار با هیچ گونه اثر همپوشانی پروتئین توسط چربی را به طور مشخص نشان دهد. Peres و Olivia - Teles (۳۳) استدلال نمودند که این فقدان اثر همپوشانی پروتئین با چربی جیره می‌تواند به میزان بالای پروتئین جیره مربوط باشد. در همین ارتباط، Dias و همکاران (۱۶) اثرات سودمند افزایش میزان چربی از ۱۰ تا ۱۸ درصد در جیره باس دریایی را تنها در جیره‌های با پروتئین اندک مشاهده نمودند. اما در مطالعه حاضر، اگرچه میزان پروتئین جیره بالا بود، هنگامی که میزان چربی زیر ۴ درصد بود، استفاده از پروتئین با میزان چربی افزایش یافت. این مطلب پیشنهاد می‌کند که حتی در جیره‌های با پروتئین بالا، اثر همپوشانی پروتئین با چربی تنها در اندکی کمتر از محدوده بالایی ممکن است. این نتایج مطابق با نتایج تحقیق Du و همکاران (۱۷) می‌باشد.

کاهش معنی‌دار در تثبیت چربی با افزایش میزان چربی جیره به بخش افزایش یافته استفاده از چربی برای انرژی اشاره می‌کند. این یافته‌ها در راستای نتایج Cho و Watanabe (۱۱) و Du و همکاران (۱۷) می‌باشد که در قزل‌آلا و کپور علفخوار مشاهده نمودند که بالاترین میزان چربی جیره بیشترین میزان تثبیت انرژی را تحریک نمی‌کند. مقدار تثبیت چربی در جیره بدون چربی (صفر درصد) در جدول ۲ بخاطر فرمول محاسباتی غایب است، اما افزایش میزان چربی در بدن در مقایسه با میزان اولیه اشاره می‌کند که مواد مغذی دیگری برای ساخت چربی بکار برده می‌شود.

افزایش چربی جیره هماهنگ با افزایش ذخیره چربی در احشاء می‌باشد (۲۹). اما در مطالعه حاضر، شاخص احشاء با افزایش میزان چربی تحت تاثیر قرار نگرفت. این می‌تواند با اثر متقابل بین کاهش شاخص کبدی و افزایش شاخص چربی روده بند با افزایش میزان چربی جیره در ارتباط باشد. Peres و همکاران (۳۳) همچنین گزارش کردند که شاخص کبدی کاهش یافت هنگامی که میزان چربی از ۱۲ به ۳۰ درصد رسید و عقیده داشتند که این شاخص به رابطه بین کربوهیدرات جیره و گلیکوژن کبد بستگی دارد. در مطالعه حاضر، حاوی مقادیر مساوی پروتئین و نشاسته و تنها تفاوت در مقدار چربی جیره‌ها بود که ترکیبی از روغن ماهی و ذرت با نسبت برابر بود. این نتایج نیز مطابق با نتایج Du و همکاران (۱۷) بود. این محققین اعلام کردند که در آزمایش ۱۰ هفته‌ای هیچ عارضه کمبود اسید چرب مشاهده نشد

- 4- Beamish, F.W.H. & Medland, T.E. 1986; Protein sparing effects in large rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Aquaculture, 55:35-42.
- 5- Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Van Der Geyten, S., Mol, K.A., Kuhn, E.R., Quinsac, A., Krouti, M. and Ribaillet, D., 2001. Effects of rapeseed meal-glucosinolates on thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). General and comparative Endocrinology, 124:343-358.
- 6- Cacerez - Martinez, C., Candena-Roa, M. & Metailler, R. 1984; Nutritional requirements of turbot (*Scophthalmus maximus* L.): I. A preliminary study of protein and lipid utilization. J. World Maric. Soc., 15:191-202.
- 7- Carter, C.G. & Brafield, A.R. 1991; The bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* (Val.)): Energy allocation at different planes of nutrition. J. Fish Biol., 39:873-887.
- 8- Carter, C.G. & Brafield, A.R. 1992a; The bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* (Val.)): The influence of body weight, ration and dietary composition on nitrogenous excretion. J. Fish Biol., 41:533-543.
- 9- Carter, C.G. & Brafield, A.R. 1992a; The relationship between specific dynamic action and growth in grass carp (*Ctenopharyngodon idella* (Val.)). J. Fish Biol., 41:895-907.
- 10- Cho, C.Y. & Kaushik, S.J. 1985; Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets. In: Nutrition and Feeding in Fish (Cowey, C.B., Mackie, A.M. & Bell, J.G. eds), pp. 95-117.
- 11- Cho, C.Y. & Watanabe, T. 1985; Dietary energy and lipid requirements of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at different water temperature. In: Energy Metabolism of Farm Animals (Moe, P.V., Tyrell, H.F. & Reynolds, P.J. eds), pp. 206-209.
- 12- Chou, B.S. & Shiau, S.Y. 1996; Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* * *Oreochromis aureus*). Aquaculture, 143:185-195.
- 13- Cui, Y., Liu, X.F., Wang, S.M. & Chen, S.L. 1992; Growth and energy budget in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella* (Val.)) fed plant and animal diets. J. Fish Biol., 41:231-238.
- 14- Dabrowski, K. 1977; Protein requirement of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella* (Val.)). Aquaculture, 12: 63-73.
- 15- Dabrowski, K. & Kozak, B. 1979; The use of fish meal and soybean meal as a proteyin source in the diets of grass carp fry. Aquaculture, 18:107-114.
- 16- Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M. & Kaushik, S.J. 1998; Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein / energy in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 161:169-186.
- 17- Du, Z.-Y., Liu, Y.-J., Tian, L.-X., Wang, J.-T., Wang, Y. & Liang, G.-Y., 2005; Effect of dietary lipid level on growth, Feed composition and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture Nutrition, 11: 139-146.
- 18- Folch, J., M. Lees & Slone-Stanly, G.H., 1957; A rapid method for the isolation and purification from animal tissues of total lipids. Biol. Chem., 226(1), 497-511.
- 19- Fremont, L. & Leger, C. 1981; Le transport des lipides plasmatiques. In: Nutrition des Poissons, pp. 263-282.
- 20- Halver, J.E., Hardy, R.W., 2002; Fish nutrition. Academic Press. 602-641.
- 21- Johnsen, F., Hillestad, M. & Austreng, E. 1993; High energy diets for Atlantic salmon. Effects on pollution. In: Fish nutrition in practice (Kaushik, S.J. & Luquet, P. eds), pp. 391-401.
- 22- Kaushik, S.J. & Medale, F. 1994; Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124:81-97.
- 23- Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpster, J., Fauconneau, B. & Laroche, M. 1995; Partial or total replacement fish meal by soya protein on growth, protein utilization, potential esterogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, Aquaculture, 133:257-274.
- 24- Kenish, J. M., Sharpdahl, J.L., Champers, K. A., Thrower, F. & Rice, S.D. 1992; The effect of a herring diet on lipid composition, fatty acid composition and cholesterol levels in muscle tissue of pen-reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, 108: 309-322.
- 25- Kissilef, H.R. & VanItallie, T.B. 1982; Physiology of the control of food intake. Ann. Rev. Nutr., 2:371-418.
- 26- Lee, D.J. & Putnam, G.B. 1973; The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. J. Nutr., 103: 916-922.
- 27- Lin, D. 1991; Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). In: Handbook of Nutrient Requirement of Finfish (Wilson, R.P. ed), pp. 89-96. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- 28- Lin, D., Mao, Y.Q. & Liao, X.H. 1989; Improvement of meat quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Fish Nutrition Research in Asia: Proceeding of the Third Assian Fish Nutrition Network Meeting, 148-152. Asian Fish. Soc. Spec. Publ. Manila, Philippines.
- 29- Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L. & Trugo, L.C. 2002; Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubium (*Pseudoplatystoma coruscans*). Aquaculture, 209: 209-218.
- 30- Murai, T., Takeuchi, T., Watanabe, T. & Nose, T. 1985;

Effects of dietary protein and lipid levels on performance and carcass composition of fingerling carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 51: 605-608.

31-Nicolaides, N. & Woodall, A.N. 1962; Impaired pigmentation in Chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. *J. Nutr.*, 78, 431.

32- NRC (National Research Council, USA). 1993; Nutrient Requirements of fish. National Academy of sciences, Washington.

33-Peres, H & Olivia-Teles, A. 1999a; Influence of temperature on protein utilization in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 170: 337-348.

34-Peres, H & Olivia-Teles, A. 1999b; Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 179: 325-334.

35-Regost, C., Arzel, J., Cardinal, M., Robin, J., Laroche, M. & Kaushik, S.J. 2001; Dietary lipid level, hepatic lipogenesis

and flesh quality in turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 193: 291-309.

36-Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D. & Estevez, 1999; Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, 177: 191-199.

37-SAS, Institute. 1993; SAS user's guide: Statistic. SAS ins, Inc Cary, NC.

38-Takeuchi, T., Watanabe, K., Yong, W.Y. & Watanabe, T. 1991. Essential fatty acids of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57: 467-473.

39-Watanabe, T. 1982; Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73 B: 3-15.

40-Weatherup, R.N., McCracken, K.J., Foy, R., Ride, D., McKendry, J., Maris, R.J. & Hoey, R. 1997; The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 15: 173-184.

