تاثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره غذایی بر کارایی رشد و تغذیه در ماهی بنی جوان (*Barbus sharpeyi*)

مهتاب کاظمی[1*]، جاسم غفله مرمضی[2]، پریتا کوچنین[3]، وحید یاوری[4]، ابراهیم رجب‌زاده قطرمی[5]

۱ـ کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: mahtab_kzm86@yahoo.com
۲ـ دانشیار وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، استان خوزستان، اهواز، پست الکترونیکی: jmarammazi@yahoo.com
۳ـ دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: preetak98@gmail.com
۴ـ دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: yavarivahid@yahoo.com
۵ ـ دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: ebrajabzadeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۳ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۹

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۱، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

مطالعه‌ی حاضر جهت بررسی اثرات نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره غذایی (CHO/L)، بر کارایی رشد و تغذیه در ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) جوان طراحی شد. ۹ جیره غذایی با محتوای پروتئین یکسان (۲۵٪ پروتئین خام) و انرژی قابل هضم یکسان (۳/۵ kcal/g) و نسبت های مختلف CHO/L از ۰/۸ تا ۸/۸ ، با سه تکرار برای مدت ۸ هفته آزمایش شدند. هر تکرار با ۲۰ ماهی (میانگین وزن اولیه ۰/۲ ± ۱۶/۴ گرم) ذخیره‌سازی شد که به روش سیری و سه بار در روز تغذیه می شدند. شاخص‌های رشد و تغذیه با تغییر نسبت CHO/L تا حد مشخصی، افزایش ($P < 0.05$) و پس از آن کاهش ($P < 0.05$) یافتند. حداکثر فزایش وزن (۷/۸ ± ۱۱۸/۴)، افزایش وزن نسبی (۲/۵ ±۳۵/۹)، نرخ رشد ویژه (۰/۵±۰/۰۳)، ضریب تبدیل غذا (۲/۷ ±۰/۰۴)، ضریب کارایی غذا (۰/۰۱ ± ۰/۳)، ضریب کارایی پروتئین (۰/۰۲ ± ۱/۴) و مقدار استفاده از پروتئین خالص (۶/۳ ± ۳۰/۹)، در جیره D_5 با نسبت CHO/L، برابر با ۴/۸ مشاهده شد که اگرچه با جیره D_4 با نسبت CHO/L، به‌میزان ۳/۸ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$)، اما با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P < 0.05$). لذا می‌توان نتیجه گرفت که مطلوب‌ترین نسبت CHO/L جیره جهت دستیابی به رشد و تغذیه‌ی بهینه در ماهی بنی جوان بین ۳/۸ و ۴/۸ است.

کلمات کلیدی: *Barbus sharpeyi*، *کربوهیدرات*، *چربی*، *رشد*، *تغذیه*

۱. مقدمه

آبزی‌پروری موفق و پایدار، به فراهم کردن غذاهای مصنوعی که از لحاظ مواد مغذی متعادل و از لحاظ اقتصادی به صرفه باشند، وابسته است. پروتئین جیره مهم‌ترین عامل موثر بر رشد ماهی و هزینه‌ی غذا است (Lee and Kim, 2009). وجود مقدار مناسب کربوهیدرات و چربی به‌عنوان منابع انرژی غیر پروتئینی در جیره، باعث می‌شود که پروتئین صرفه‌جویی شده و صرف افزایش بافت

و رشد ماهی شود (Nankervis et al., 2000). با وجود این که لیپید یکی از مهم‌ترین منابع غیر پروتئینی انرژی‌زا برای ماهی شناخته می‌شود، اما میزان بالای لیپید جیره ممکن است مشکلاتی را در کیفیت پلت سازی ایجاد کند (Jauncey, 1982)، علاوه بر این، میزان بالای لیپید می‌تواند تأثیرات منفی بر کیفیت لاشه ماهی بگذارد (Hanley, 1991). در مقایسه با لیپید جیره، کربوهیدرات‌ها منبع نسبتاً ارزان و در دسترس انرژی برای بسیاری از گونه‌های ماهی محسوب می‌شوند (Nankervis, et al., 2000). از آن جایی که بسیاری از ماهی‌ها توانایی استفاده از کربوهیدرات‌ها را به‌عنوان منبع انرژی دارند، به کار بردن منابع و سطوح مختلف کربوهیدرات در غذای ماهی می‌تواند به کاهش هزینه غذاهای فرموله شده منجر شود (Wilson, 1994). هر گونه عدم تعادل در منابع انرژی غیر پروتئینی (کربوهیدرات و چربی) و میزان آنها در جیره ممکن است تأثیر منفی بر رشد، کارایی غذا، جذب مواد مغذی و ترکیبات بدن داشته باشد (Erfanullah and Jafri, 1998a). بنابراین لازم است که میزان مناسب انرژی و نسبت مطلوب کربوهیدرات به چربی جیره (CHO/L) به‌منظور رشد، تبدیل غذایی و جذب مواد مغذی بهتر تخمین زده شود. در این زمینه مطالعاتی بر روی سایر گونه‌های ماهی انجام شده است (خسروی‌زاده، ۱۳۸۷؛ Ali Tan et al.; 2007 and Jauncey; 2004, Erfanullah Ali and Al-Asgah; 2001 ؛and Jafri, 1998a,). ماهی بنی با نام علمی *Barbus sharpeyi* از خانواده کپور ماهیان و از جنس باربوس‌ها است (Coad, 1996) که از گونه‌های بومی استان خوزستان در منطقه هورالعظیم و شادگان محسوب می‌شوند (نیک‌پی، ۱۳۷۲). با توجه به این که ماهی بنی از ماهیان با ارزش این منطقه است و همچنین تکثیر مصنوعی آن به‌منظور رهاسازی با موفقیت به انجام رسیده است، جهت پرورش تجاری آن، شناخت سطوح مناسب اجزای غذایی در جیره و سرانجام تعیین جیره مناسب، ضروری است.

۲. مواد و روش‌ها

۲ـ۱. محل و مدت انجام آزمایش

کلیه مراحل عملی این آزمایش، شامل فرمولاسیون و ساخت جیره های غذایی آزمایشی، نگهداری و تغذیه ماهیان و آنالیزهای لازم، در پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور (اهواز) انجام شد. تغذیه با جیره های غذایی آزمایشی به مدت ۸ هفته صورت گرفت.

۲ـ۲. جیره‌های غذایی آزمایشی

برای تهیه جیره‌ها از مواد غذایی موجود در سطح استان و مناطق دیگر استفاده شد و فرمولاسیون جیره‌ها با توجه به نتایج حاصل از آنالیز تقریبی اجزای غذایی اولیه، توسط نرم افزار جیره‌نویسی WUFFFDA (Version 1.0, 2002) انجام شد. ۹ جیره غذایی با محتوای پروتئین یکسان (۲۵٪ پروتئین خام) و انرژی قابل هضم یکسان (۳/۵ Kcal/g) و ۹ نسبت متفاوت کربوهیدرات به چربی (۰/۸، ۱/۸، ۲/۸، ۳/۸، ۴/۸، ۵/۸، ۶/۸، ۷/۸ و ۸/۸)، فرموله و ساخته شدند (جدول ۱).

۲ـ۳. سامانه‌ی پرورشی و غذادهی

برای پرورش ماهی ها از ۲۷ مخزن فایبرگلاس با گنجایش ۳۰۰ لیتر و جریان آب ۱/۵ لیتر بر دقیقه استفاده شد. تعداد ۲۰ عدد ماهی با میانگین وزن اولیه ۰/۲ ± ۱۶/۴ گرم و طول اولیه ۰/۵ ± ۱۲/۳ سانتیمتر، به صورت کاملاً تصادفی به هر کدام از تانک‌های آزمایشی انتقال داده شدند. میزان غذای محاسبه شده برای هر روز، به صورت دستی و در سه وعده در اختیار ماهی‌ها قرار می‌گرفت. زیست‌سنجی ماهی‌ها هر دو هفته یک بار با هدف بررسی میزان رشد ماهی‌ها انجام می‌شد. میانگین دما، pH و اکسیژن محلول در آب در طی دوره آزمایش به‌ترتیب ۰/۵ ± ۲۵/۸ درجه سانتیگراد، ۰/۳ ± ۷/۱ و ۰/۴ ± ۷/۴ mg/L بود.

۲ـ۴. آنالیزهای بیوشیمیایی (تقریبی)

آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی مواد غذایی اولیه و جیره‌های غذایی آزمایشی با استفاده از روش کار استاندارد صورت گرفت (AOAC, 1990). برای محاسبه پروتئین خام، نمونه‌ها پس از هضم با استفاده از اسیدسولفوریک به‌جوش آمده تغلیظ شدند (با استفاده از دستگاه Buchi, Digest Automat K438)، سپس مقدار نیتروژن موجود در نمونه با استفاده از فرایند سنجش مصرف محلول تیتر به کار برده شده و با استفاده از روش کجلدال (دستگاه Buchi, Autokejldahl K370) اندازه‌گیری شد. آنگاه مقدار به‌دست آمده در عدد ۶/۲۵ ضرب شد.

جدول ۱ـ اجزای غذایی و آنالیز تقریبی جیره های غذایی آزمایشی

شماره جیره	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
نسبت CHO/L	۰/۸	۱/۸	۲/۸	۳/۸	۴/۸	۵/۸	۶/۸	۷/۸	۸/۸
اجزای غذایی (٪)									
پودر ماهی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
پودر سویا	۲۴/۱۵	۱۹/۸	۱۷/۵	۱۵/۴	۱۳/۵	۱۲/۷	۱۱/۲	۱۰	۱۳
آرد ذرت	۰	۸	۱۲	۸	۸/۷	۷/۵	۸	۵/۸	۱۹/۵
آرد جو	۰	۲/۱	۷	۲۰	۲۵/۸	۲۸/۶	۳۰/۸	۳۴/۴	۳۷/۶
آرد گندم	۰	۰	۶	۴/۵	۰	۳	۱	۰	۰
سبوس برنج	۲۵	۲۵/۷	۱۴	۱۱	۵/۸۵	۸/۱	۰	۰	۰
سبوس گندم	۱/۷	۱۰	۱۰/۲	۱۱	۱۶/۵	۱۴/۹	۲۱/۴	۲۴/۲	۳
روغن آفتابگردان	۱۵/۷	۱۰/۱	۶/۹	۴/۸۵	۳/۲۷	۲/۱۳	۱/۲	۰/۴۹	۰
پودر زئولیت	۱۱/۴۵	۲/۳	۴/۴	۳/۲۵	۴/۳۸	۱/۰۷	۴/۴	۳/۱۱	۴/۹
مخلوط ویتامین[۱]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مخلوط مواد معدنی[۲]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آنالیز تقریبی (٪)									
ماده خشک	۹۳/۸۲	۹۳/۶۵	۹۳/۴۵	۹۳/۳	۹۳/۴	۹۳/۲۶	۹۳/۳	۹۳/۳۸	۹۳
پروتئین خام	۲۴/۹۸	۲۵/۰۸	۲۵/۰۲	۲۵/۰۱	۲۴/۹۸	۲۵/۰۲	۲۵/۰۱	۲۴/۹۸	۲۴/۹۵
چربی خام	۲۰/۵۸	۱۵/۵	۱۲/۳۵	۱۰/۳۸	۸/۸۵	۷/۷	۶/۹	۶/۲۵	۵/۷
خاکستر	۱۸/۱	۱۰/۴	۱۰/۵۲	۸/۸۳	۸/۷۳	۶/۲۸	۷/۸۲	۶/۶	۷/۷۱
فیبر	۱۳/۳۷	۱۴/۷۲	۱۰/۷۲	۹/۷۸	۸/۲	۹/۲۵	۶/۶۲	۶/۹	۴/۵۹
NFE[۳]	۱۶/۷۹	۲۷/۹۵	۳۴/۸۴	۳۹/۳	۴۲/۶۴	۴۵/۰۱	۴۶/۹۵	۴۸/۶۵	۵۰/۰۵
انرژی[۴] (Kcal/g)	۳/۵۲	۳/۵۱	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۴۹	۳/۴۹	۳/۵	۳/۵۱

۱) هر کیلوگرم شامل: ویتامین A، IU ۱۶۰۰۰۰۰؛ ویتامین D3، IU ۴۰۰۰۰۰؛ ویتامین E، ۴۰ گرم؛ ویتامین K3(K-stab)، ۲ گرم؛ ویتامین B1، ۶ گرم؛ ویتامین B2، ۸ گرم؛ ویتامین B3، ۲ گرم؛ ویتامین B5، ۴۰ گرم؛ ویتامین B6، ۴ گرم؛ ویتامین B9، ۲ گرم؛ ویتامین B12، ۸ گرم؛ ویتامین H2، ۰/۲۴ گرم؛ ویتامین C، ۶۰ گرم؛ اینوزیتول ۲۰ گرم؛ B.H.T، ۲۰ گرم؛ Carrier حدود ۱ کیلوگرم.

۲) هر کیلوگرم شامل: آهن، ۲۶ گرم؛ روی، ۱۲/۵ گرم؛ سلنیوم، ۲ گرم؛ کبالت، ۴۸۰ میلی گرم؛ مس ۴/۲ گرم؛ منگنز، ۱۵/۸ گرم؛ ید، ۱ گرم؛ کولین کلراید، ۱۲ گرم؛ Carrier حدود ۱ کیلوگرم.

۳) رطوبت+ خاکستر+ فیبر+ چربی + پروتئین - ۱۰۰= NFE (Nitrogen Free Extract)

۴) پروتئین Kcal/g ۴، چربی Kcal/g ۹، NFE ۴ Kcal/g

چربی خام با استفاده از روش سوکسله (Behr labor, technik dusseldorf) (تقطیر حلال با استفاده از اتر نفتی، نقطه جوش ۶۰-۴۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۲-۱۰ ساعت)، مقدار خاکستر از طریق سوزاندن نمونه ها در کوره الکتریکی (Model Muffle furnance, SEF202P) با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت، فیبر با استفاده از دستگاه سنجش فیبر (Velp Scientifica, London, England; Fiwe 6, F30520200 Model) و با استفاده از هضم اسیدی (اسید سولفوریک) و سپس هضم قلیایی (هیدروکسید سدیم) ترکیبات غیر سلولزی و سوزاندن نمونه های خشک شده در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت محاسبه گردید.

۲ـ۵. پردازش داده‌ها

از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) جهت مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن، به کمک آزمون دانکن مقایسات چندگانه صورت گرفت. آزمون‌ها در محیط نرم افزار SPSS، version 15، و در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شد.

۳. نتایج

میانگین نتایج اثرات نسبت های مختلف CHO/L جیره بر روی کارایی رشد، غذا و پروتئین در جدول ۲ نشان داده شده است. اگرچه شاخص‌های رشد و تغذیه شامل افزایش وزن (WG)، افزایش وزن نسبی (WGR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب کارایی غذا (FER) و ضریب کارایی پروتئین (PER) با افزایش نسبت CHO/L جیره از ۰/۸ تا ۲/۸، افزایش یافتند، اما این افزایش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). با افزایش بیشتر نسبت CHO/L تا ۳/۸، میزان شاخص‌های رشد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. اگرچه با افزایش نسبت CHO/L جیره از ۳/۸ تا ۴/۸، میزان رشد افزایش یافت، با این حال این افزایش رشد معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). افزایش نسبت CHO/L جیره تا ۵/۸ میزان رشد را به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش داد. پس از آن با افزایش بیشتر این نسبت تا ۸/۸ میزان رشد کاهش یافت (P>۰/۰۵). بیشترین میزان این شاخص‌ها مربوط به جیره ۵ با نسبت CHO/L ۴/۸ بود. به‌علاوه، اگرچه جیره ۵ با جیره ۴ اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)؛ اما با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). کمترین میزان این شاخص‌ها نیز به جیره شماره ۱ با نسبت CHO/L ۰/۸ مربوط بود.

جدول ۲ـ میانگین کارایی رشد، غذا و پروتئین در ماهی بنی (*B. sharpeyi*) جوان تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره

تیمار	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
نسبت CHO/L	۰/۸	۱/۸	۲/۸	۳/۸	۴/۸	۵/۸	۶/۸	۷/۸	۸/۸
وزن اولیه توده زنده (g)	۳۲۷/۶±۵/۱^{a}	۳۲۶/۴±۲/۵^{a}	^{a}۳۳۲/۶±۳/۰۵	۳۲۶±۱۰/۴^{a}	۳۲۹/۶±۴/۹^{a}	^{a}۳۳±۳/۶	۳۲۹/۳±۳/۷^{a}	۳۳۲/۶±۴/۹^{a}	۳۲۹/۶±۵/۱^{a}
وزن نهایی توده زنده (g)	۳۹۵/۷±۱۲/۶^{b}	۳۹۶/۴±۶/۰۹^{b}	۴۱۳/۹±۱۱/۹^{b}	۴۳۷/۵±۱۱/۷^{a}	۴۴۸/۱±۷/۹^{a}	۴۱۶/۴±۱۵/۱^{b}	۴۱۰/۶±۱۲/۴^{b}	۴۱۱/۳±۶/۷^{b}	۴۰۱/۷±۱۳/۶^{b}
(g) WG	۶۸/۰۸±۹/۰۶^{b}	۷۰/۰۳±۷/۲^{b}	۸۱/۲±۱۰/۰۴^{b}	۱۱۱/۵±۶/۱^{a}	۱۱۸/۴±۷/۸^{a}	۸۴/۴±۱۴/۴^{b}	۸۱/۳±۸/۹^{b}	۷۸/۶±۷/۷^{b}	۷۲/۰۴±۱۱/۳^{b}
WGR%	۲۰/۷±۲/۵^{b}	۲۱/۴±۲/۳^{b}	۲۴/۴±۲/۹^{b}	۳۴/۲±۲/۲^{a}	۳۵/۹±۲/۵^{a}	۲۵/۴±۴/۳^{b}	۲۴/۶±۲/۴^{b}	۲۳/۶±۲/۵^{b}	۲۱/۸±۳/۳^{b}
SGR%	۰/۳±۰/۰۳^{b}	۰/۳±۰/۰۳^{b}	۰/۳±۰/۰۴^{b}	۰/۵±۰/۰۲^{a}	۰/۵±۰/۰۳^{a}	۰/۴±۰/۰۶^{b}	۰/۳±۰/۰۳^{b}	۰/۳±۰/۰^{b}	۰/۳±۰/۰۴^{b}
FCR	۳/۸±۰/۳^{a}	۳/۷±۰/۱^{a}	۳/۶±۰/۲^{a}	۲/۸±۰/۱^{b}	۲/۷±۰/۰۴^{b}	۳/۵±۰/۳^{a}	۳/۵±۰/۱^{a}	۳/۶±۰/۳^{a}	۳/۷±۰/۴^{b}
FER	۰/۲±۰/۰۲^{b}	۰/۲±۰/۰۱^{b}	۰/۲±۰/۰۱^{b}	۰/۳±۰/۰۱^{a}	۰/۳±۰/۰۱^{a}	۰/۲±۰/۰۳^{b}	۰/۲±۰/۰۱^{b}	۰/۲±۰/۰۲^{b}	۰/۲±۰/۰۳^{b}
PER	۱/۰۴±۰/۰۸^{b}	۱/۰۵±۰/۰۴^{b}	۱/۱±۰/۰۷^{b}	۱/۴±۰/۰۶^{a}	۱/۴±۰/۰۲^{a}	۱/۱±۰/۱^{b}	۱/۱±۰/۰۴^{b}	۱/۱±۰/۱^{b}	۱/۰۸±۰/۱^{b}
NPU%	۲۱±۶/۶^{a}	۲۳±۵/۸^{a}	۲۵/۳±۳/۸^{a}	۳۰/۲±۵/۸^{a}	۳۰/۹±۶/۴^{a}	۲۴/۳±۷/۲^{a}	۲۳/۸±۵/۳^{a}	۲۳/۶±۷/۹^{a}	۲۲/۴±۴/۸^{a}

داده‌ها میانگین ± انحراف معیار برای سه تکرار در هر تیمار هستند. داده‌های دارای حروف یکسان در یک ردیف، با هم اختلاف معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵).

(g) وزن اولیه بدن – (g) وزن نهایی بدن = WG –

(g) وزن اولیه/ [(g) وزن اولیه – (g) وزن نهایی] * ۱۰۰ = WGR –

طول دوره پرورش (روز) / (وزن اولیه بدن Ln – وزن نهایی بدن Ln) * ۱۰۰ = SGR –

(g) میزان افزایش وزن / (g) میزان غذای مصرف شده = FCR –

(g) میزان غذای مصرفی / (g) میزان افزایش وزن = FER –

(g) مقدار پروتئین مصرف شده / (g) میزان افزایش وزن = PER -

کل پروتئین مصرف شده (g) / [پروتئین ابتدایی لاشه (g) – پروتئین نهایی لاشه (g)] * ۱۰۰ = NPU –

که با جیره ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)؛ ولی با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در این آزمایش جیره‌های حاوی حداکثر چربی و حداکثر کربوهیدرات کمترین میزان افزایش وزن را داشتند و با جیره‌های ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان دادند. شاخص مقدار استفاده از پروتئین خالص (NPU) نیز روندی مشابه را نشان داد؛ با این تفاوت که تغییرات آن معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). شاخص ضریب تبدیل غذا (FCR)، با افزایش نسبت CHO/L جیره از ۰/۸ تا ۳/۸، به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت. افزایش نسبت CHO/L جیره تا ۴/۸، اگرچه باعث کاهش بیشتر میزان FCR شد، با این حال این کاهش معنی دار نبود (P>۰/۰۵). پس از آن با افزایش نسبت CHO/L جیره تا ۸/۸، بهبودی در میزان FCR مشاهده نشد و مقدار آن به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. کمترین میزان FCR مربوط به جیره ۵ بود. اگرچه جیره ۵ با جیره ۴ اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)، اما با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) را نشان داد. بیشترین میزان FCR نیز، مربوط به جیره ۱ بود که با جیره ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت، اما با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه هیچگونه مرگ و میری مشاهده نشد و میزان بازماندگی در کلیه تیمارها ۱۰۰٪ بود. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کارایی رشد (WG، WGR و SGR) و غذا (FCR, FER, PER, NPU) در ماهی بنی جوان، به‌وسیله‌ی نسبت‌های مختلف CHO/L جیره‌ی غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (جدول ۲). با افزایش نسبت کربوهیدرات جیره از ۱۶/۷۹ تا ۴۲/۶۴٪ و کاهش چربی جیره از ۲۰/۵۸ تا ۸/۸۵٪، که متناظر با افزایش نسبت CHO/L جیره از ۰/۸ تا ۴/۸ است، میزان کارایی رشد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش می‌یابد. افزایش بیشتر نسبت کربوهیدرات جیره تا ۵۰/۰۵٪ و کاهش میزان چربی جیره تا ۵/۷٪ که مرتبط با افزایش نسبت کربوهیدرات به چربی جیره تا ۸/۸ است، میزان کارایی رشد را به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش داد. نتایج مشابهی در این خصوص توسط محققین دیگر گزارش شده است. خسروی زاده در تحقیق مشابهی بر روی ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) در سال ۱۳۸۷، بیان کرد که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره تا ۴۲٪ و کاهش میزان چربی آن تا ۸/۶٪ که متناظر با افزایش نسبت CHO/L جیره تا ۴/۸ بود، میزان رشد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش و پس از آن کاهش یافت (P<۰/۰۵). همچنین در مطالعه‌ای بر روی گربه ماهی راه‌رونده مشاهده شد که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۰/۴۴ تا ۲۷/۲۸٪ و کاهش میزان چربی آن از ۱۹/۹۵ تا ۸/۰۷٪ که متناظر با افزایش نسبت CHO/L از ۰/۰۲ تا ۳/۳۸ بود، میزان رشد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت؛ پس از آن افزایش نسبت CHO/L جیره، میزان رشد را به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش داد (Erfanullah and Jafri,

1998a). در این مطالعه کمترین میزان کارایی رشد در جیره های حاوی بیشترین میزان چربی و کمترین میزان کربوهیدرات و همچنین بیشترین میزان کربوهیدرات و کمترین میزان چربی مشاهده شد. نتایج مشابهی در این خصوص در ماهی گطان (خسروی‌زاده، ۱۳۸۷)، کپور ماهیان مهم هندی (Erfanullah and Jafri, 1998b)، گربه‌ماهی آفریقایی (Ali and Jauncey, 2004)، گربه‌ماهی راه‌رونده (Erfanullah and Jafri, 1998a)، هیبرید گربه‌ماهی Clarias (Jantrarotai et al., 1994)، گربه‌ماهی کانالی (Garling and Wilson, 1977) و ماهی Red drum جوان (Ellis and Reigh, 1991; Serrano et al., 1992) گزارش شده است. Ali و Al-Asgah در سال ۲۰۰۱، کمترین میزان کارآیی رشد در ماهی تیلاپیای نیل را در جیره حاوی بیشترین میزان چربی و کمترین میزان کربوهیدرات و نسبت CHO/L ۰/۹۴ مشاهده کردند. Saha و Ray نیز در سال ۲۰۰۱ گزارش کردند که در سطوح بالای کربوهیدرات، میزان کارایی رشد ماهی Rohu کاهش می‌یابد. همچنین Du و همکاران در سال ۲۰۰۵، کمترین میزان کارایی رشد در ماهی کپور علفخوار جوان (*Ctenopharyngodon idella*) را در جیره‌ی حاوی بیشترین میزان چربی گزارش کردند. چربی اضافی در جیره می‌تواند به کاهش مصرف غذا (کاهش کل پروتئین مصرفی) توسط ماهی و در نتیجه کاهش استفاده از سایر مغذی‌ها شود، که در نهایت به کاهش رشد منتهی می‌گردد (Watanabe, 1982; Ellis and Reigh, 1991). از سوی دیگر میزان بالای چربی جیره به‌دلیل افزایش رسوب چربی در بدن، می‌تواند بر ترکیبات بدن اثر بگذارد (Sargent et al., 1989; Refstie and Austreng, 1981). بنابراین افزایش سطوح چربی در جیره باید به‌دقت تخمین زده شود. لذا در مطالعه حاضر کاهش میزان رشد در ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی بیشترین میزان چربی و کمترین میزان کربوهیدرات (نسبت CHO/L ۰/۸)، می‌تواند نتیجه کاهش میزان مصرف غذا توسط ماهی به‌دلیل بالا بودن میزان چربی جیره باشد. از سوی دیگر، کمترین میزان مصرف غذا، در جیره های حاوی میزان بالای چربی مشاهده شد؛ لذا کاهش مصرف غذا توسط ماهی باعث کاهش جذب میزان لازم پروتئین و سایر مواد مغذی مورد نیاز برای حداکثر رشد می‌شود. همچنین رشد کم در جیره‌های حاوی بیشترین میزان کربوهیدرات و کمترین میزان چربی می‌تواند به‌دلیل کمبود اسیدهای چرب ضروری در جیره باشد (Erfanullah and Jafri, 1998a). حداکثر میزان رشد در ماهی بنی جوان (*B.sharpeyi*)، در جیره حاوی ۴۲/۶۴٪ کربوهیدرات و ۸/۸۵٪ چربی و نسبت CHO/L ۴/۸ مشاهده شد. در سایر گونه‌های ماهیان گرمابی همانند Rohu (Saha and Ray, 2001; Dalal et al., 2001)، تیلاپیا (*Oreochromis* sp.) (Luquet, 1991) و خامه‌ماهی (Lim, 1991) نتایج مشابه با مطالعه حاضر در خصوص بهترین سطح کربوهیدرات جیره (حدود ۴۰٪) جهت دستیابی به حداکثر رشد گزارش شده است. همچنین خسروی‌زاده در سال ۱۳۸۷، حداکثر میزان رشد در ماهی گطان (*B. xanthopterus*) را در جیره حاوی ۴۲٪ کربوهیدرات مشاهده کرد. به‌طور کلی گونه‌های همه‌چیزخوار، گیاه‌خوار و گرمابی و همچنین گونه‌های متعلق به آب شیرین، در مقایسه با گونه‌های گوشتخوار، سردابی و دریایی، از کربوهیدرات جیره به‌صورت کارآمدتری استفاده می‌کنند (Wilson, 1994). Lovell در سال ۱۹۹۸ بیان می‌کند که گونه‌های همه چیزخوار و گیاه‌خوار، مانند کپورماهیان، خامه‌ماهی و تیلاپیا، توانایی هضم ۴۰ تا ۴۵٪ کربوهیدرات در جیره را دارا هستند. لذا با توجه به اینکه ماهی بنی گونه‌ای همه‌چیز خوار محسوب می‌شود (نیک پی، ۱۳۷۲) و بر اساس نتایج مطالعه حاضر، قادر به استفاده از حدوداً ۴۲/۶۴٪ کربوهیدرات در جیره است، بدون اینکه کاهشی در کارایی رشد آن مشاهده شود. همچنین حداکثر رشد مشاهده شده در ماهی بنی جوان (*B. sharpeyi*)، در جیره حاوی ۸/۸۵٪ چربی با یافته های گزارش شده از ماهی گطان (خسروی زاده، ۱۳۸۷)، گربه ماهی راه رونده (Erfanullah and Jafri, 1998a) هیبرید گربه ماهی Clarias (Jantrarotai et al., 1994) و ماهی Red drum (Ellis and Reigh, 1991; Serrano et al., 1992) مطابقت دارد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش نسبت CHO/L جیره تا ۴/۸، شاخص FCR کاهش و شاخص FER افزایش یافت؛ افزایش بیشتر نسبت CHO/L جیره، باعث افزایش شاخص FCR و کاهش شاخص FER شد (جدول ۲). در این خصوص نتایج مشابهی در ماهی گطان (خسروی‌زاده، ۱۳۸۷)، گربه ماهی آفریقایی (Ali and Jauncey, 2004)، ماهی تیلاپیای نیل (Ali and Al-Asgah, 2001) و گربه ماهی راه رونده (Erfanullah and Jafri, 1998a)، گزارش شده است. همچنین Mohanta و همکاران در سال ۲۰۰۸ در ماهی بارب نقره‌ای (*Puntius gonionotus*) گزارش کردند که با کاهش میزان چربی جیره تا ۸۰ گرم بر کیلوگرم، میزان شاخص FCR کاهش و پس

ازآن افزایش مجدد میزان چربی جیره، شاخص FCR را به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش می‌دهد. با این حال در گربه‌ماهی کانالی (Garling and Wilson, 1977)، ماهی تیلاپیا (*Tilapia zilli*) (El-Sayed and Garling, 1988) و هیبرید گربه‌ماهی Clarias (Jantrarotai et al., 1994)، تفاوت معنی‌داری در میزان رشد و کارایی غذا تحت تأثیر نسبت‌های مختلف CHO/L جیره مشاهده نشده است (P>۰/۰۵)؛ که می‌تواند به‌علت تفاوت‌های بین‌گونه‌ای باشد. در ارتباط با روند افزایشی و سپس کاهشی شاخص PER با افزایش نسبت CHO/L جیره، نتایج مشابهی در ماهی گطان (خسروی زاده، ۱۳۸۷)، گربه‌ماهی آفریقایی (Ali and Jauncey, 2004)، ماهی تیلاپیا نیل (Ali and Al-Asgah, 2001) و گربه‌ماهی راه‌رونده (Erfanullah and Jafri, 1998a) گزارش شده است. Saha و Ray نیز در سال ۲۰۰۱ در ماهی Rohu بیان کردند که اگرچه با افزایش میزان کربوهیدرات جیره تا ۴۰٪، میزان شاخص PER بهبود می یابد، اما در سطوح ۴۵ و ۵۰٪، میزان این شاخص کاهش می‌یابد. همچنین Du و همکاران در سال ۲۰۰۵، در مورد ماهی کپور علفخوار جوان گزارش کردند که اگرچه با کاهش میزان چربی جیره تا سطح ۴۰ گرم بر کیلوگرم، میزان شاخص PER افزایش می‌یابد، اما کاهش بیشتر میزان چربی جیره، موجب کاهش این شاخص می‌شود. در مطالعه دیگری که Lee و Cho در سال ۲۰۰۸ بر روی ماهی *Giant croaker* جوان انجام دادند، مشاهده کردند که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۲۵ تا ۳۶٪ و کاهش میزان چربی جیره تا ۵٪، میزان کارایی رشد و PER بهبود می‌یابد؛ در حالی که افزایش بیشتر میزان کربوهیدرات و کاهش بیشتر میزان چربی جیره، میزان این شاخص‌ها را کاهش می‌دهد. در مطالعه حاضر، شاخص NPU روندی مشابه با شاخص PER نسبت به تغییرات سطوح کربوهیدرات و چربی جیره نشان داد. بیشترین میزان PER و ANPU در جیره ۵ که حاوی بیشترین میزان رشد و FER نیز بود، مشاهده شد (جدول ۲). نتایج مشابهی در این خصوص توسط محققین دیگر گزارش شده است (خسروی‌زاده، ۱۳۸۷؛ Ali and Jauncey, 2004 ؛Serrano et al., 1992; Erfanullah and Jafri, 1998a).

نتیجه مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مطلوب‌ترین نسبت CHO/L جیره در ماهی بنی جوان، در سطح پروتئین یکسان (۲۵٪) و انرژی قابل هضم یکسان (۳/۵ kcal/g)، جهت دستیابی به بهترین میزان کارایی رشد و تغذیه ، نسبت ۳/۸ تا ۴/۸ است.

۵. سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست محترم پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور جناب آقای دکتر مرمضی و همچنین مسوول محترم سوله پژوهشکده، جناب آقای مهندس امیری، نهایت سپاس و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

خسروی‌زاده، م.؛ غفله مرمضی، ج.؛ کوچنین، پ.؛ رجب زاده، ا. و یاوری، و.، ۱۳۸۷. تعیین سطوح مناسب پروتئین و انرژی و نسبت مطلوب کربوهیدرات به چربی در جیره غذایی ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) در مرحله انگشت قدی. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۹۶ صفحه.

نیک‌پی، م.، ۱۳۷۲. گزارش نهایی پروژه بررسی بیولوژیکی ماهی شیربت (*Barbus grypus*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). مرکز تحقیقات شیلات استان خوزستان. ۱۲۴ صفحه.

Ali, A.; Al-Asgah, N.A., 2001. Effect of feeding different carbohydrate to lipid ratios on the growth performance and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Animal Research, 50: 91-100.

Ali, M.Z., Jauncey, K., 2004. Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Aquaculture International, 12: 169-180.

AOAC., 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th edition, AOAC, Arlington, VA, 1102 pp

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.

Coad, B.W., 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates basin. Zoology in the Middle East, 13: 51-70.

Dalal, S.; Bhattacharya, S.; Ray, A.K., 2001. Effect of dietary protein and carbohydrate levels on growth

review. In: Muir, J.F. Roberts, R.J., (Eds.), Recent Advances in Aquaculture. Croom Helm, London. 215-263 pp.

Lee, S.M. and Kim, K.M., 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Nutrition, 11: 435-442.

Lim, C., 1991. Milkfish, *Chanos chanos*. In: Wilson R.P. (Ed.), Handbook of Nutrient Requirements of Finfish. CRC Press, Boca Raton, FL.

Lovell, R.T., 1998. Nutrition and feeding of fish, Van Nostrand Reinhold, New York. 267 p.

Luquet, P., 1991. Tilapia, *Oreochromis* spp. In: Wilson R.P. (Ed.) Handbook of Nutrient Requirements of Finfish. CRC Press, Boca Raton, FL.

Martinez-Palacios, C.A., 1987. Aspect of the biology of *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther) with particular refrence to its culture. Ph. D. Thesis, Stirling University, Scotland. 321 p.

Mohanta, K.N.; Mohanty, S.N.; Jena, J.K. and Sahu, N.P., 2008. Optimal dietary lipid level of silver barb, *Puntius gonionotus*, fingerling in relation to growth, nutrient retention and digestibility, muscle nucleic acid content and digestive enzyme activity. Aquaculture Nutrition, 14:350-359.

Nankervis, L.; Matthews, S.J. and Appleford, P., 2000. Effect of dietary non-protein energy source on growth I and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, *Lates calcarifer*. Aquaculture, 191: 323-335.

NRC (National Research Council)., 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington D.C, USA. 114 p.

Refstie, T. and Austreng, E., 1981. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. Aquaculture, 25:35-49.

performance, feed utilization efficiency and nitrogen metabolism in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. Acta Ichthyology Piscat, 31(1): 3-17.

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 utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture Nutrition, 11: 139-146.

El-Sayed, A.F.M.; Garling, D.L.J., 1988. Carbohydrate-to-lipid ratios in diets for *Tilapia zilli* fingerlings. Aquaculture, 73 (1-4): 157-163.

Ellis, S.C.; Reigh, R.C., 1991. Effect of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture, 97: 387-394.

Erfanullah and Jafri, A.K., 1998a. Effect of dietary carbohydrate to lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). Aquaculture, 161:159-168.

Erfanullah and Jafri, A.K., 1998b. Growth rate, feed convertion and body composition of *Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhinus mrigala* fry fed diets of various Carbohydrate-to-lipid ratios. Journal of World Aquaculture Society, 29 (1): 84-91.

Garling, D.L.; Wilson, R.P., 1977. Effect of dietary carbohydrate to lipid ratio on growth and body composition of fingerling channel catfish. Progressive Fish Culturist, 39:43-47.

Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 93: 323-334.

Jantrarotai, W.; Sitasit, P. and Rajchapakdee, S., 1994. The optimum carbohydrate to lipid ratio in hybrid Clarias catfish (*Clarias macrocephalus* × *C.gariepinus*) diets containing raw broken rice. Aquaculture, 127 (1): 61-68.

Jauncey, K., 1982. Carp (*Cyprinus carpio*) nutrition-a

lipid. Aquaculture, 101: 283-291.

Tan, Q.; Xie, S., Zhu, X.; Lei, W. and Yang, Y., 2007. Efffect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and feed utilization in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris*). Journal of Applied Ichthyology, 23(5): 605-610.

Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology, 73: 3-15.

Wilson, R.P., 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish (review). Aquaculture, 124: 67-80.

Saha, A.K. and Ray, A.K., 2001. Optimum dietary carbohydrate requirement of Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. Acta Ichthyology Piscat, 31 (1): 81-96.

Sargent, J.; Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1989. The lipids. In: Halver J. E. (Ed.). Fish nutrition. Academic Press, New York. 154-209 pp.

Serrano, J.A.; Nematipour, G.R. and Gatlin, D.M., 1992. Dietary protein requirement of the red drum *Sciaenops ocellatus* and relative use of dietary carbohydrate and