

تأثیر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره بر رشد، بازماندگی و ترکیبات بدن بچه

ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum* Kamenskii, 1901)

صدیقه محمدزاده^(۱)؛ حمید نویریان^(۲)؛ حسین اورجی^(۳) و بهرام فلاحتکار^{(۴)*}

falahatkar@guilan.ac.ir

۱، ۲ و ۴- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: ۱۱۴۴

۳- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: ۵۷۸

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۱

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف کربوهیدرات بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذا و ترکیبات بدن بچه ماهی سفید دریای خزر انجام شد. ماهی ها با وزن اولیه 0.2 ± 0.08 گرم (میانگین $\pm$ انحراف معیار) با پنج جیره (سه تکرار) دارای انرژی و پروتئین یکسان و درصدهای مختلف کربوهیدرات (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درصد) به مدت ده هفته و چهار وعده در روز براساس اشتها غذادهی شدند. نتایج نشان داد بکارگیری کربوهیدرات تا سطح ۳۵ درصد باعث افزایش برخی از شاخص های رشد از جمله وزن نهایی (WF)، افزایش وزن بدن (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR) و نرخ کارایی پروتئین (PER) شده است. همچنین نتایج مربوط به آنالیز ترکیبات بدن نشان داد که افزایش سطح کربوهیدرات باعث افزایش سطح پروتئین بدن شده است، بطوریکه بیشترین مقدار پروتئین در بچه ماهیان تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان دهنده این است که افزایش سطح کربوهیدرات از ۱۵ تا ۳۵ درصد اثر منفی بر پارامترهای رشد بچه ماهیان سفید نداشت، بنابراین سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات در جیره بچه ماهیان ۱ تا ۲ گرمی سفید دریای خزر می تواند باعث رشد مطلوب، کارایی بهتر پروتئین شود.

لغات کلیدی: تغذیه، تکثیر و پرورش، غذای دستی

*نویسنده مسئول

مقدمه

ماهی سفید یکی از ماهیان بومی دریای خزر و از گونه های با ارزش و مهم تجاری در ایران محسوب می شود (Dorafshan, 2006) که در رودخانه اترک واقع در منطقه قفقاز (ساحل غربی خزر میانی) تا سواحل جنوب ترکمنستان پراکنش دارد (خانی پور و ولی پور، ۱۳۸۴)، اما جمعیت اصلی ماهی سفید در آب های ایران یافت می شود (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). این ماهی یک گونه رود کوچ بوده که در گیاهان آبی و بسترهای شنی و ماسه ای در رودخانه ها و تالاب های اطراف دریای خزر تخم ریزی می کند در دهه ۱۳۵۰ کاهش مشهودی در صید سالانه این گونه دیده شد که بخاطر کاهش جمعیت طبیعی آنها بود و با تخریب بسترهای طبیعی تخم ریزی آنها و سایر فاکتورها تشدید گردید بطوریکه تولید مثل طبیعی این گونه محدود شد و در نتیجه سازمان شیلات ایران اقدام به بازسازی ذخایر آن از سال ۱۳۶۴ نمود و هر ساله برای حفظ ذخایر این گونه با ارزش ۲۰۰ میلیون عدد بچه ماهی انگشت قد تولید کرده و در رودخانه های اطراف دریای خزر رهاسازی می کند (Paykan Heyrati, 2007). حتی با وجود تکثیر مصنوعی به دلیل آلودگی های زیست محیطی، صید بیش از حد، کاهش ضریب بازگشت بچه ماهی رهاسازی شده و پایین بودن وزن متوسط مولدین سبب گردیده است که میزان ذخایر این ماهی کاهش یابد (نویریان و همکاران، ۱۳۸۶). موفقیت در زمینه آبی پروری تحت تاثیر چندین عامل مهم از جمله جیره مناسب می باشد. بدون شک یکی از مهمترین پارامترها، تعیین جیره متعادل است که همه احتیاجات غذایی را برای رشد مناسب و سلامت ماهی تامین کند (Salehi et al., 2008). اگرچه تاکنون هیچ گونه نیاز جیره ای به کربوهیدرات ها برای گونه های مختلف آبی ذکر نشده است اما کربوهیدرات ها ترکیبات پایه برای ساخت چربی و پروتئین می باشند که از هضم و گوارش هر گرم از آنها ۴ کیلو کالری انرژی آزاد می شود (Hastings, 1979). کربوهیدرات ها ارزانه ترین منبع تامین انرژی غذا هستند اما بخوبی توسط همه حیوانات مورد استفاده قرار نمی گیرند (Aroekuaraj et al., 2008). وجود این ترکیبات از شکسته شدن پروتئین و چربی برای تولید انرژی و سایر ترکیبات متابولیک جلوگیری می کند. مطالعات مختلفی در ارتباط با تعیین مقدار مناسب و اثر سطوح مختلف کربوهیدرات ها در جیره آبیان انجام پذیرفته است، بطوریکه بهبود در رشد و کارآیی غذا در ماهیانی مانند ماهی Cobia (*Rachycentron canadum*)

توسط Mingchun و همکاران (۲۰۱۱)، قزل آلائی رنگین کمان (*Salmo gairdneri*) توسط Hitlon و Atkinson (۱۹۸۲) و تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) توسط Anderson (۱۹۸۴) گزارش شده است. اگرچه مطالعات مختلفی در خصوص تعیین احتیاجات غذایی ماهی سفید انجام شده است (نویریان و همکاران، ۱۳۸۶؛ فلاحی و همکاران، ۱۳۸۳؛ طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Falahatkat, Ebrahimi & Ouraji, 2011; et al., 2010)، اما هیچگونه اطلاعاتی در مورد ارزیابی کاربرد کربوهیدرات در ماهی سفید وجود ندارد. بنابراین مطالعه حاضر برای تعیین تاثیر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره را بر روی رشد بچه ماهی سفید و تعیین سطح مطلوب دریافت کربوهیدرات برای رشد بهینه این ماهی در شرایط پرورش طراحی و انجام گردید.

مواد و روش کار

این آزمایش در کارگاه تکثیر و پرورش آبیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انجام گرفت. پس از تهیه بچه ماهیان از مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل و انتقال آنها به تانک ها، در ابتدا ۴۵۰ عدد بچه ماهی با میانگین ($\pm$ انحراف معیار) وزنی 0.8 ± 0.2 گرم پس از دو هفته عادت دهی با جیره پایه مورد آزمایش، به ۱۵ آکواریوم ۴۵ لیتری به ابعاد $15 \times 15 \times 20$ سانتی متر به تعداد ۳۰ عدد در هر تانک معرفی شدند. در این تحقیق از ۵ تیمار و ۳ تکرار استفاده شد. غذادهی روزانه برحسب اشتها بصورت دستی در ۴ نوبت در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ انجام گرفت. آزمایش در یک سالن سرپوشیده با دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی به مدت ۱۰ هفته انجام گرفت. برای تامین آب مورد نیاز، از آب چاه بعد از ۲۴ ساعت هوادهی استفاده گردید و هوادهی در هر آکواریوم با یک سنگ هوا انجام می شد که به هواده مرکزی متصل بودند. آب آکواریوم ها به هنگام سیفون کردن که هر یک روز در میان صبح قبل از غذادهی صورت می گرفت، به میزان ۵۰ درصد و در زمان زیست سنجی بطور کامل تعویض می گردید. زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار با دقت 0.1 گرم برای وزن انجام شد. برای زیست سنجی، کل ماهیان هر تکرار با عصاره گل میخک با مقدار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بیهوش شده و بصورت جدا از هم وزن می شدند. ماهیان تلف

شده هر تکرار بصورت روزانه ثبت می‌شد. عوامل کیفی مانند دمای آب در دامنه بین ۲۳/۵-۲۱/۵ درجه سانتیگراد، pH بین ۷/۵-۷/۲ و اکسیژن ۸/۲-۷/۵ میلی گرم بر لیتر بود.

پنج جیره با مقدار انرژی یکسان و مقدار پروتئین یکسان که شامل سطوح مختلف کربوهیدرات از ۱۵ تا ۳۵ درصد بود فرموله شد. اجزای جیره (جدول ۱) از توری با اندازه ۱۰۰ میکرون عبور داده شد و سپس مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت هر یک از جیره‌های غذایی به کمک ترازوی آزمایشگاهی توزین و در آسیاب بخوبی مخلوط شدند. پس از آن، روغن به مخلوط مواد اضافه شده و برای ۱۵ دقیقه کاملاً با هم مخلوط شدند. آنگاه آب به مقداری که مخلوط حالت خمیری بخود گیرد اضافه گردید. سپس خمیر از یک چرخ گوشت به چشمه ۲ میلی‌متر عبور داده شد و نهایتاً به شکل رشته‌های ماکارونی از آن خارج شد. جیره‌های ساخته شده در یک آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شدند. پس از آن، جیره‌های غذایی خرد شده و در بسته‌های مشخص در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و فقط غذای روزانه یا غذای چند روز بچه ماهیان در یخچال نگهداری می‌شد.

برای بررسی عملکرد غذا بروی بچه ماهیان هر دو هفته یکبار زیست‌سنجی انجام شد و پارامترهای رشد و تغذیه مورد محاسبه قرار گرفتند. این پارامترها شامل موارد زیر بودند:

افزایش وزن (WG) (گرم) = وزن نهایی - وزن اولیه (Ricker, 1979)

نرخ رشد ویژه (SGR) (درصد/روز) = $\frac{\ln(\text{لگاریتم وزن نهایی}) - \ln(\text{لگاریتم وزن اولیه})}{\text{مدت زمان آمایش}} \times 100$ (Qinghui et al., 2004)

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = کل غذای خورده شده (گرم) / افزایش وزن کسب شده (گرم) (Hamza et al., 2008)

نرخ کارایی پروتئین (PER) = افزایش وزن کسب شده (گرم) / پروتئین خورده شده (گرم) (Ricker, 1979)

درصد افزایش وزن بدن (BWI) (درصد) = (وزن نهایی - وزن اولیه) / وزن اولیه $\times 100$ (Ricker, 1979)

نرخ بقا (درصد) = (تعداد ماهیان زنده در انتهای آزمایش / تعداد ماهیان در شروع آزمایش) $\times 100$ (Qinghui et al., 2004)

ارزش تولیدی پروتئین (PPV) (درصد) = $\frac{\text{پروتئین لاشه در پایان} - \text{پروتئین لاشه در ابتدا}}{\text{کل پروتئین خورده شده}} \times 100$ (Bai, 2001)

در انتهای آزمایش به منظور تعیین ترکیبات لاشه، نمونه‌برداری از ماهیان انجام شد. از هر تکرار ۱۰ عدد ماهی در انتهای آزمایش بعد از اعمال ۴۸ ساعت گرسنگی برداشت شد و در داخل فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده تا آنالیز لاشه روی آنها صورت گیرد. تجزیه تقریبی مواد اولیه مصرفی، جیره‌های ساخته شده و لاشه ماهی‌ها در انتهای آزمایش شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر از طریق روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری و تعیین شدند. رطوبت نمونه‌ها از طریق خشک کردن آنها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آن تا دستیابی به یک وزن ثابت صورت پذیرفت. تعیین مقدار خاکستر نیز از طریق سوزاندن نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی انجام شد. مقدار پروتئین نمونه‌ها (نیترژن کل $\times 6/25$) از طریق روش کلدال و بعد از هضم نمونه در اسید سولفوریک ۹۸ درصد تعیین شد. برای استخراج چربی نمونه‌ها از روش سوکسله استفاده شد. محاسبه انرژی ناخالص برحسب هر گرم انرژی موجود در پروتئین (۲۳/۶ کیلوژول)، چربی (۳۹/۵ کیلوژول)، کربوهیدرات (۱۷/۲ کیلوژول) انجام شد.

برای بررسی آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آنها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov ارزیابی و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. در صورت برقراری شرایط فوق، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) استفاده شد و اختلاف میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه توکی در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS (version 16.0) انجام گرفت و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد. داده‌ها درون متن بصورت (میانگین $\pm$ انحراف معیار) آورده شده است.

جدول ۱: فرمولاسیون و ترکیبات جیره‌های استفاده شده در آزمایش حاضر

سطح کربوهیدرات (درصد)					ترکیبات (درصد)
۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	آرد ماهی
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	آرد سویا
۰	۲/۲	۴/۴	۶/۶	۸/۸	روغن
۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	دکستروز
۲	۲	۲	۲	۲	مکمل ویتامینی ^۱
۲	۲	۲	۲	۲	مکمل معدنی ^۲
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	ویتامین C ^۳
۰/۵	۳/۳	۶/۱	۸/۹	۱۱/۷	فیلر (ماسه بادی)
					ترکیب تقریبی جیره‌ها
۹	۹/۷	۹/۵	۱۰/۵۴	۱۱/۱	رطوبت (درصد)
۷/۳۳	۹/۵۳	۱۱/۷۳	۱۳/۹۳	۱۶/۱۳	چربی خام (درصد)
۳۵	۳۰/۱	۲۶/۱	۲۲/۰۳	۱۵/۷۳	کربوهیدرات (درصد)
۳۶/۱۷	۳۶	۳۶	۳۵/۱	۳۶/۱۷	پروتئین خام (درصد)
۱۲/۵	۱۴/۶۷	۱۶/۶۷	۱۸/۴	۲۰/۸۷	خاکستر (درصد)
۱۶۸۰/۴	۱۶۸۲/۲	۱۶۸۴/۰۲	۱۶۸۵/۸	۱۶۷۸/۵۸	انرژی خام (کیلو ژول بر گرم)

۱. شرکت لابراتوارهای سیانس (فزوین، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی ۱۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ IU ویتامین D₃، ۳۰ g ویتامین E، ۱۰ گرم تیامین، ۸ گرم ریبوفلاوین، ۴۰ گرم پیریدوکسین، ۳ گرم ویتامین B₉، ۰/۰۱ گرم سیانوکوبالامین، ۱۰۰ گرم ویتامین C، ۱۰ گرم ویتامین K₃، ۱۰ گرم بیوتین ۲۰ گرم BHT و ۱۰۰ گرم ویتامین اینوزیتول می‌باشد.
۲. شرکت لابراتوارهای سیانس (فزوین، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی ۲۰ گرم آهن، ۶۰ گرم روی، ۴۰۰ میلی گرم سلنیوم، ۲۰۰ میلی گرم کبالت، ۲ گرم مس، ۴۰ گرم منگنز، ۴۰۰ میلی گرم ید می‌باشد.
۳. شرکت لابراتوارهای سیانس (فزوین، ایران).

نتایج

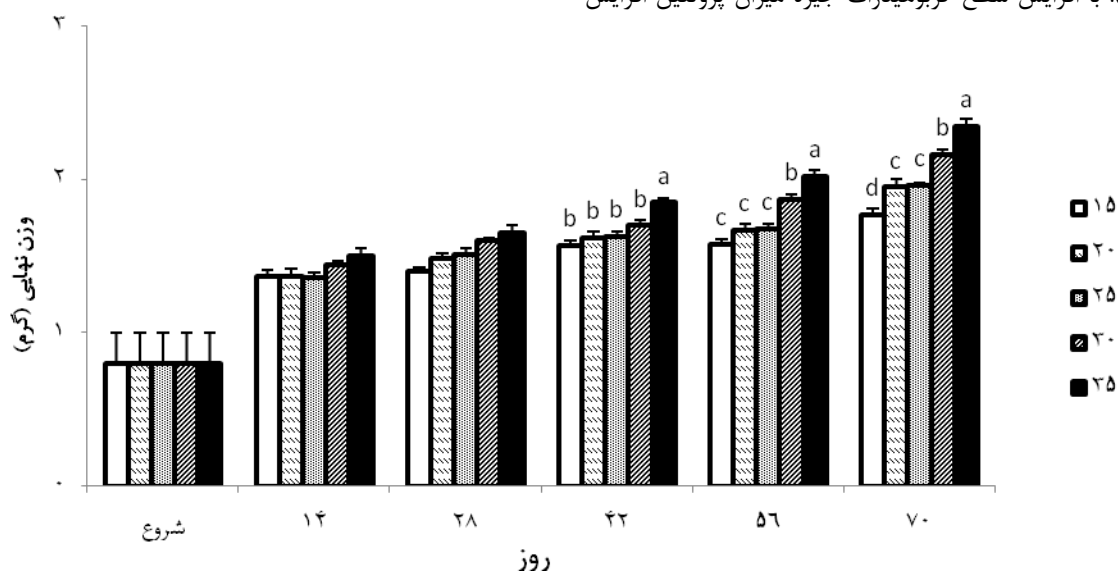
عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذای بچه ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف کربوهیدرات جیره در جدول ۲ نشان داده شده است. در بیشتر پارامترها در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بالاترین وزن نهایی مربوط به ماهیان تغذیه شده با بالاترین سطح کربوهیدرات بود و کمترین وزن نهایی در ماهیان تغذیه شده با کمترین سطح کربوهیدرات دیده شد ($P = ۰/۰۰۰$ ، $F = ۲۸/۱۱۳$ ، $df = ۴$ ، بیشترین BWI در ماهی تغذیه شده با بالاترین سطح کربوهیدرات و کمترین آنها در ماهی که با کمترین سطح کربوهیدرات تغذیه کرده بود مشاهده شد ($F = ۲۵/۷۵$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۰۰۰$). تحت تاثیر جیره قرار گرفت و اختلاف معناداری در بین تیمارها دیده شد ($F = ۲۴/۴۲$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۰۰۰$) بطوریکه بالاترین SGR در ماهیان تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات مشاهده شد. درصد بازماندگی طی ۱۰ هفته آزمایش در بین تیمارهای

مختلف بالای ۹۰ درصد بوده ولی اختلاف معناداری بین آنها مشاهده نشد بطوریکه بالاترین درصد بازماندگی (۱۰۰ درصد) در ماهیان تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات مشاهده گردید ($F = ۱/۲۹$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۳۳۷$). مشاهده روند رشد بچه ماهیان در طول آزمایش (نمودار ۱) نشان داد میزان رشد بچه ماهی تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات در هفته دوم بالاتر از سایر تیمارها می‌باشد اما این اختلاف معنادار نبود ($F = ۵/۲$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۰۹$) ولی این اختلاف از هفته ششم معنی‌دار بود ($F = ۲۸/۱۱$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۰۰۰$). PER روند مشابه سایر پارامترهای رشد را نشان داد و با افزایش سطح کربوهیدرات مقدار آن افزایش پیدا کرده و اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها ملاحظه گردید ($F = ۸/۱۳۳$ ، $df = ۴$ ، $p = ۰/۰۰۰$). مناسبترین FCR در بچه ماهیان تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد

پیدا کرد بطوریکه بالاترین مقدار پروتئین در بچه ماهیان تغذیه با بالاترین سطح کربوهیدرات مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($F=7/05$, $df=4$, $p=0/006$). با افزایش سطح کربوهیدرات جیره میزان چربی کاهش پیدا کرد بطوریکه کمترین میزان چربی در بچه ماهیان تغذیه شده با بیشترین سطح کربوهیدرات (۳۵ درصد) دیده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($F=31/80$, $df=4$, $p=0/000$).

کربوهیدرات دیده شد اما اختلافی بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($F=1/62$, $df=4$, $p=0/243$).

نتایج مربوط به پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزایش سطح کربوهیدرات رطوبت کاهش پیدا کرد بطوریکه کمترین مقدار رطوبت در سطح ۳۵ درصد کربوهیدرات دیده شد اما اختلافی بین تیمارها وجود نداشت ($F=0/951$, $df=4$, $p=0/17$). با افزایش سطح کربوهیدرات جیره میزان پروتئین افزایش



نمودار ۱: روند رشد بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با سطوح مختلف کربوهیدرات (درصد) طی ۷۰ روز پرورش (میانگین $\pm$ انحراف معیار). حروف غیرمشابه در هر زیست‌سنجی دارای اختلاف معنادار می‌باشند ($p<0/05$).

جدول ۲: شاخص‌های رشد بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با سطوح مختلف کربوهیدرات (درصد) پس از ۷۰ روز پرورش (میانگین $\pm$ انحراف معیار).

سطح کربوهیدرات (درصد)					شاخص‌های رشد
۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	
$0/8 \pm 0/2$	$0/8 \pm 0/2$	$0/8 \pm 0/2$	$0/8 \pm 0/2$	$0/8 \pm 0/2$	وزن اولیه (گرم)
$2/37 \pm 0/49^a$	$2/16 \pm 0/36^b$	$1/97 \pm 0/21^c$	$1/91 \pm 0/43^c$	$1/77 \pm 0/38^d$	وزن نهایی (گرم)
$1/57 \pm 0/48^a$	$1/36 \pm 0/36^b$	$1/15 \pm 0/21^c$	$1/11 \pm 0/44^c$	$0/97 \pm 0/38^d$	افزایش وزن (گرم)
$1/76 \pm 0/37^a$	$1/62 \pm 0/31^b$	$1/49 \pm 0/18^c$	$1/40 \pm 0/41^{cd}$	$1/28 \pm 0/38^d$	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
$1/39 \pm 0/45^a$	$1/26 \pm 0/33^{ab}$	$1/13 \pm 0/21^{cd}$	$1/13 \pm 0/43^{cd}$	$1/09 \pm 0/45^d$	نرخ کارایی پروتئین (درصد)
$196/34 \pm 60/04^a$	$170/20 \pm 48/21^b$	$147/53 \pm 27/08^c$	$145/39 \pm 55/33^c$	$121/83 \pm 48/26^d$	درصد افزایش وزن (درصد)
$6/38 \pm 0/60$	$3/17 \pm 0/62$	$2/64 \pm 0/62$	$3/33 \pm 0/39$	$3/44 \pm 1/4$	ارزش تولیدی پروتئین (درصد)
$2/03 \pm 0/08$	$2/17 \pm 0/06$	$2/48 \pm 0/31$	$2/44 \pm 0/45$	$2/13 \pm 0/2$	ضریب تبدیل غذا
۱۰۰	$97/7 \pm 2/22$	$95/4 \pm 2/9$	$94/4 \pm 2/9$	$93/3 \pm 1$	نرخ بقا (درصد)

حروف غیرمشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

جدول ۳: آنالیز شیمیایی لاشه در وزن خشک (میانگین $\pm$ انحراف معیار) بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با سطوح مختلف کربوهیدرات پس از ۷۰ روز پرورش ($n=3$).

ترکیبات بدن (وزن خشک)	سطح کربوهیدرات (درصد)				
	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
رطوبت	۷۳/۱۳ $\pm$ ۰/۱۹	۷۲/۴۸ $\pm$ ۰/۳۲	۷۳/۹۵ $\pm$ ۳/۰۵	۷۲/۱۴ $\pm$ ۲/۶۹	۷۱/۹۸ $\pm$ ۰/۷۳
پروتئین	۴۷/۴۳ $\pm$ ۷/۴۸ ^b	۴۷/۴۴ $\pm$ ۱/۸۷ ^b	۴۶/۳۳ $\pm$ ۵/۷۶ ^b	۴۹/۴۴ $\pm$ ۲/۴۴ ^b	۶۲/۷۵ $\pm$ ۰/۹۹ ^a
چربی	۴۰/۸۱ $\pm$ ۳/۳۷ ^a	۳۶/۴۹ $\pm$ ۱/۵ ^a	۳۷/۰۸ $\pm$ ۱/۵ ^a	۲۵/۲۷ $\pm$ ۱/۸۳ ^b	۲۵/۲۶ $\pm$ ۲/۴۶ ^b
خاکستر	۸/۹۱ $\pm$ ۱/۷	۹/۹۷ $\pm$ ۰/۶۳	۹/۸۱ $\pm$ ۰/۹۸	۶/۷ $\pm$ ۱/۳۹	۸/۸ $\pm$ ۰/۷۷

حروف غیرمشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<0/05$).

بحث

یکی از منابع مهم غیرپروتئینی برای ماهی‌ها کربوهیدرات است که وجود آن در جیره باعث کارایی بهتر پروتئین برای حداکثر رشد می‌گردد چرا که استفاده از منابع غیرپروتئینی مثل کربوهیدرات می‌تواند باعث صرفه‌جویی در هزینه غذا شود (Shiau, 1999). در مورد توانایی گونه‌های مختلف در هضم و جذب کربوهیدرات در آبزیان بررسی‌های مختلفی صورت گرفته است که با نتایج متناقضی همراه بوده است. بطور کلی گونه‌های گرم آبی نسبت به گونه‌های سرد آبی و گونه‌های دریایی توانایی بیشتری برای مصرف سطوح بالاتر کربوهیدرات‌های غذایی دارند. این توانایی ممکن است در ارتباط با فعالیت زیاد آمیلاز روده‌ای در این گونه‌ها باشد (Goddard, 1996). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نرخ رشد تحت تأثیر سطوح مختلف کربوهیدرات قرار گرفته و افزایش سطح کربوهیدرات از ۱۵ درصد تا ۳۵ درصد باعث بهبود پارامترهای رشد می‌شود. مشابه این نتایج در گربه ماهی راه رونده (*Clarias batrachus*) تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۳/۴۶ کیلوکالری انرژی با افزایش سطح کربوهیدرات از ۰/۴۴ درصد تا ۲۷/۲۸ درصد گزارش شده است که باعث بهبود رشد و کارایی غذا گردید (Erfanullah & Jafri, 1998). Jantraotai و همکاران (۱۹۹۴) گزارش دادند که هیبرید گربه ماهی (*Clarias macrocephalus* $\times$ *C. gariepinus*) تغذیه شده با جیره حاوی ۳۳ درصد پروتئین با افزایش سطح کربوهیدرات از ۳۰/۴۵ درصد تا ۴۹/۶۸ درصد باعث بهبود شاخصهای SGR، WG و FCR شده است. اعتقاد بر این است که افزایش سطح کربوهیدرات جیره در یک سطح مطلوب باعث کاهش کاتابولیسم سایر مواد غذایی از قبیل پروتئین و چربی برای تولید انرژی می‌شود و متابولیسم وابسته را برای سنتز بیولوژیک ترکیبات مهم فراهم می‌کند در نتیجه باعث

بهبود کارایی پروتئین و رشد می‌گردد (Migchun et al., 2011).

در مطالعه حاضر، بچه ماهیان سفید دریای خزر با ۳۵ درصد کربوهیدرات در جیره غذایی بالاترین رشد و بهترین ضریب تبدیل غذایی را داشتند. Buher و Halver (۱۹۶۱) بیان کردند که ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) به عنوان یک گونه گوشت‌خوار قادر به استفاده از ۵ تا ۲۴ درصد کربوهیدرات می‌باشد. همچنین بچه ماهیان *Cobia* که یک گونه گوشت‌خوار در طبیعت می‌باشد برای رشد مطلوب به مقدار ۲۱/۱ درصد کربوهیدرات نیاز دارند (Mingchun et al., 2011). دامنه مطلوب دریافت کربوهیدرات کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ۳۰ تا ۴۰ درصد (Sato, 1991) و کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*) ۳۷ تا ۵۶ درصد (Lin, 1991) می‌باشد. کاربرد بهتر کربوهیدرات توسط ماهی، ممکن است به اختلاف در جیره طبیعی آنها در طبیعت مربوط باشد. معمولاً ماهیان گیاهخوار و همه چیزخوار نسبت به ماهیان گوشت‌خوار بهتر می‌توانند کربوهیدرات را هضم و جذب کنند (Cowey & Sargent, 1979). توانایی گونه‌های مختلف در بکارگیری کربوهیدرات بستگی به توانایی آنها در اکسید کردن گلوکز و گوارش کربوهیدرات و ذخیره گلوکز بصورت گلیکوژن و چربی دارد. تنوع زیاد در ساختار و عملکرد روده در بین گونه‌های مختلف ماهی و همچنین تنوع در منبع کربوهیدراتی استفاده شده در غذای ماهی موجب شده تا گوارش کربوهیدرات در بین و درون گونه‌های ماهی متفاوت باشد. در مطالعه حاضر انرژی و پروتئین جیره برای همه تیمارها ثابت بوده و محتوای چربی جیره با افزایش سطح کربوهیدرات کاهش پیدا کرد. بیشترین رشد در ماهیان تغذیه شده با جیره‌ای که حاوی بالاترین سطح کربوهیدرات و پایین‌ترین سطح چربی مشاهده

شد این می‌تواند نتیجه کاهش مصرف غذا توسط ماهی بعثت افزایش سطح چربی جیره باشد چون چربی بیش از حد غذا، از جذب مواد غذایی و پروتئین برای حداکثر رشد جلوگیری می‌کند و همچنین چربی اضافی در جیره غذایی بر عملکرد طبیعی بدن و بالانس غذایی تاثیر می‌گذارد (Chuntapa et al., 1999).

کارآیی پروتئین در مطالعه حاضر با افزایش سطح کربوهیدرات بهبود یافت بطوریکه بالاترین PER در ماهیان تغذیه شده با بالاترین سطح کربوهیدرات مشاهده شد که بالاترین رشد را داشتند. Erfanullah و Jafri (۱۹۹۸) نتایج مشابه را در گربه ماهی راه رونده مشاهده کردند. زمانی که ماهی از جیره حاوی پروتئین و انرژی یکسان تغذیه می‌کند افزایش PER با افزایش در کربوهیدرات جیره می‌تواند مربوط به مقدار منبع انرژی غیر پروتئینی باشد.

ترکیبات بدن به جز خاکستر و رطوبت بطور معناداری تحت تاثیر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره قرار گرفت. این اختلاف در ترکیبات بدن به اختلاف در سطوح مختلف کربوهیدرات نسبت داده می‌شود. خاکستر بدن دامنه‌ای بین ۶/۷-۹/۹ درصد داشت که بین تیمارها اختلاف معناداری دیده نشد که این نتایج با یافته‌های مطالعات سایر محققین بر روی ماهی و آبزیان مختلف مطابقت دارد بطوریکه یافته‌های قبلی مشخص ساخته است تیمارهای متفاوت کربوهیدرات اثر معناداری بر روی خاکستر بدن ماهیان و دیگر آبزیان ندارد (Erfanullah & Jafri, 1998; Aroekuaraj et al., 2008; Li Xia Tian et al., 2011). محتویات پروتئین در بچه ماهیان سفید بطور معنی‌داری با افزایش کربوهیدرات جیره افزایش پیدا کرد. وجود منابع غیرپروتئینی در جیره باعث می‌شود تا از شکسته شدن پروتئین برای تولید انرژی و سایر متابولیک‌ها جلوگیری گردد، در نتیجه پروتئین‌ها کارآیی بهتری خواهند داشت. افزایش کربوهیدرات در جیره بچه ماهیان سفید منجر به افزایش ذخیره پروتئین در بدن گشت و این نشان می‌دهد که کربوهیدرات‌ها در تامین انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های متابولیکی اهمیت ویژه‌ای دارند و در صورت متعادل بودن کربوهیدرات‌ها در جیره غذایی، پروتئین جیره به منظور تامین آمینواسیدهای ضروری برای سنتز بافت‌های جدید مصرف شده و سبب بهبود پروتئین تولیدی و بازده پروتئین خواهد شد.

با افزایش سطح کربوهیدرات، میزان چربی موجود در بدن بچه ماهیان سفید کاهش پیدا کرد. مشابه چنین روندی یعنی

کاهش سطح چربی بدن با افزایش سطح کربوهیدرات جیره در ماهیان دیگر مثل ماهی حوض (Carassius auratus gibelio) و گربه ماهی آفریقایی (Clarias gariepinus) تغذیه شده با سطوح مختلف کربوهیدرات مشاهده شد (Qingsong Tan et al., 2009). هنگامی که کربوهیدرات قابل هضم در جیره بیشتر از انرژی مورد نیاز باشد گوارش غذا و پروتئین را کاهش داده و باعث ذخیره چربی احشایی در اندام‌ها شده و در نهایت باعث محدودیت در عملکرد طبیعی بدن می‌شود (Aroekuaraj et al., 2008). اما کربوهیدرات موجود در جیره غذایی در مطالعه حاضر بیشتر از انرژی مورد نیاز نبوده در نتیجه باعث افزایش چربی در بدن بچه ماهیان و باعث محدودیت در عملکرد رشد بچه ماهیان نشد ولی ممکن هست در دامنه‌های بالاتر از این سطح باعث محدودیت در عملکرد طبیعی بدن شود. با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت کربوهیدرات دارای اثر مثبتی بر رشد و ترکیبات بدن بچه ماهی سفید دریای خزر است. بنابراین می‌توان اظهار نمود که بکار بردن کربوهیدرات در ترکیب جیره بچه ماهیان سفید دریای خزر سبب بهبود شاخص‌های رشد در این ماهی می‌گردد. با توجه به رشد مناسب بچه ماهیان، بکار بردن کربوهیدرات در سطح ۳۵ درصد در جیره غذایی بچه ماهیان سفید دریای خزر در محدوده وزنی مورد مطالعه توصیه می‌گردد. به‌رغم بهبود شاخص‌های رشد بچه ماهیان سفید در سطح کربوهیدرات ۳۵ درصد میزان مطلوب دریافت کربوهیدرات در دامنه‌های بالا ۳۵ درصد و اثرات آن روی شاخص رشد مشخص نیست و پیشنهاد می‌گردد که مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از تمامی افرادی که در مراحل انجام پژوهش حاضر همکاری و مساعدت نمودند، بویژه آقایان مهندس موسی-پور و مهندس محمدی و خانم مهندس محمودی کمال تشکر را داریم.

منابع

طالبی حقیقی، د.، فلاحتی کپورچالی، م.، عبدالله تبار، ی.، ۱۳۸۹. اثر سطوح مختلف سین بیوتیک Biomin Imbo بر رشد و بازماندگی بچه ماهیان سفید (Rutilus frissi)

- Bai S., 2001.** Requirmnets of L-ascobic acid in a viviparous marian teleost, Korean rockfish, (*Sebaster schlegeli*) (Hilgendorf). In: (K. Dabrowski) Ascorbic acid in aquatic organisms. CRC Press, US. pp.69-85.
- Buhler O.R and Halver J.E., 1961.** Nutrition of salmonid fishes. IX. Carbohydrate requirements of Chinook salmon. Journal of Nutrition, 74:307-318.
- Chuntapa B., Piyatiratitivorakul S., Nitithamyong C., Viyakarn V., and Menasveta P., 1999.** Optimal lipid:carbohydrate and protein: Energy ratios in semi-purified diets for juvenile black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Aquaculture Research, 30:825-830.
- Cowey C.B., Adron J.W. and Brown D.A., 1975.** Studies on the nutrition of mariane flatfish. The metabolism of glucose by plaice (*Pleuronectes platessa*) and the effect of dietary energy source on protein utilization in plaice. British Journal of Nutrition, 33:219-231.
- Cho C.Y. and Kaushik S.J., 1990.** Nutritional energetic in fish: Energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Research Journal of Animal Sciences, 61:132-172.
- Dorafshan S. and Peykan Heyrati F., 2006.** Spawning induction in kutum (*Rutilus frisii kutum*) (Kamenskii, 1901) using carp pituitary extarct or GnRH analogue combined metocloperamid. Aquaculture Research, 37:751-755.
- Ebrahimi G and Ouraji H., 2011.** Dietary lipid requirement for the Kutum Fingerlings (*Rutilus frisii kutum*) (Kamenskii 1901). Research Journal of Animal Sciences, 5:1-5.
- Erfanullah J.K and Jafri A.K., 1998.** Effect of dietary carbohydrate-to- lipid ratio on growth
- (*kutum*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر. سال چهارم، شماره سوم، صفحات ۱ تا ۱۵.
- فلاحی، م.؛ دقیق روحی، ج.؛ نهروور، م.ر.؛ مرادی چافی، م.و سرپناه، ع.ن.، ۱۳۸۳.** بررسی رشد و بقاء لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) با تغذیه روتیفر و مقایسه آن با غذای کنسانتره. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۶۳، صفحات ۶۶ تا ۷۳.
- نوبریان، ح.؛ شعبانی پور، ن. و زمانی کیاسج محله، ح.، ۱۳۸۶.** بررسی اثرات سطوح مختلف چربی روی معیارهای شاخص رشد بچه ماهی سفید جنوب دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۶، صفحات ۳۶ تا ۴۲.
- AOAC., 1995.** Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Ali M.Z. and Jauncey K., 2004.** Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio in African cat fish (*Clarias gariepinus*) (Burchell 1822). Aquaculture International, 12:169-180.
- Arockiaraj A.J., Haniffa M.A., Seetharaman S and Appelbaum S., 2008.** Utilization of various dietary carbohydrate levels by the freshwater catfish (*Mystus montanus*) (Jerdon). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8:31-35.
- Arockiaraj A.J., Muruganandam M., Marimuthu K and Haniffa M.A., 1999.** Utilization of carbohydrate as a dietary energy source by the striped murrel (*Channa straiatus*) (Bloch) fingerlings. Acta Zoologica Taiwanica, 10:103-111.
- Anderson J., Jackson A.J., Matty A.J and Capper B.S., 1984.** Effect of dietary carbohydrate and fiber on the tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linn). Aquaculture, 37:303-314.

- performance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, (*Rachycentron canadum*) L. Aquaculture Research, 42:1467-1475.
- Paykan Heyrati F., Mostafavi H., Toloei H. and Dorafshan S., 2007.** Induced spawning of kutum, (*Rutilus frisii kutum*) (Kamenskii, 1901) using GnRHa (D-Ala6, Pro9-NEt) combined with domperidone. Aquaculture, 265:288-293.
- Qinghui A., Kangsen M., Chunxiao Z., Qingyuan D., Beiping T and Zhiguo L., 2004.** Effect of dietary vitamin C on growth immune response of Japanese seabass, (*Lateolabrax japonicas*). Aquaculture, 242:489-500.
- Qingsong T., Fen W., Shouqi X., Xiaoming Z., Wu L., Jianzhong S., 2009.** Effect of high dietary starch levels on the growth performance, blood chemistry and body composition of gibel carp (*Carassius auratus*). Aquaculture Research, 40: 1011-1018.
- Ricker W.E., 1979.** Growth rates and models. Fish Physiology, 8:677-743.
- Satoh S., 1991.** Common carp (*Cyprinus carpio*). In: (R.P. Wilson ed). Handbook Nutrient Requirements of Finfish. CRC Press, Boca Raton, pp.55-67.
- Salehi H., 2008.** Benefit cost analysis for fingerling production of kutum (*Rutilus frissi kutum*) (Kamenski, 1901) in 2005 in Iran. Aquaculture Asia, 13:32-37.
- Shiau S.Y., 1997.** Utilization of carbohydrates in warm water fish-with particular reference to tilapia, (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture, 151:79
- and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). Aquaculture, 161:159-168.
- Falahatkar B., Mohammadi H and Noverian H., 2011.** Effects of different starter diets on growth indices of Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11:28-36.
- Goddard S., 1996.** Feed Management in Intensive Aquaculture, Chapman & Hall, New York, 194P.
- Hemre G., Hasan T., 1998.** Utilization of different dietary starch source and tolerance to glucose loading Atlantic salmon (*Salmo salar*), during parr-smolt transformation. Aquaculture, 161:145-157.
- Hilton J.W. and Atkinson J.L., 1982.** Response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to increased levels of available carbohydrate in practical trout diets. British Journal of Nutrition, 47:597-607.
- 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, 127:61-68.
- Lin J.H., Yibo C., Silas S.O and Shiau S.Y., 1997.** Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture, 148: 201-211.
- Li Xia T., Yong Jian L., Hui Jun Y., Gui Ying L. and Jin N., 2011.** Effects of different dietary wheat starch levels on growth, feed efficiency and digestibility in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture, 20:283-293.
- Mingchun R., Qinghui A., Kangsen M., Hongming M. and Xiaojie W., 2011.** Effect of dietary carbohydrate level on growth

Effects of dietary carbohydrate levels on growth, survival and body composition in Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamenskii, 1901)

Mohammadzadeh S.⁽¹⁾; Noverian H.⁽²⁾; Ouraji H.⁽³⁾; Falahatkar B.^{*(4)}

falahatkar@guilan.ac.ir

2,4-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box: 1144,
Sowmeh Sara, Guilan, Iran

3-Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, P.O. Box:578, Sari, Iran

Received: July 2012

Accepted: January 2013

Keywords: Feeding, Aquaculture, handmade food

Abstract

This study was carried out to evaluate the effects of dietary carbohydrate levels on growth performance and body composition of juveniles Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*). Fish with initial average weight of 0.8 ± 0.2 g ($\pm$ SD) were fed five isoproteic and isenergetic formulated diets with different carbohydrate levels including 15, 20, 25, 30 and 35% in triplicate groups, 4 times daily according to their satiation for 10 weeks. Results showed that increasing the level of carbohydrate to 35% significantly increase some growth indices such as final weight (Wf), weight gain (WG), body weight increase (BWI), specific growth rate (SGR) and protein efficiency ratio (PER). In addition, result of body composition analysis showed that the increase in carbohydrate level lead to increase of protein level. So, the highest amount of protein was observed in fingerlings fed with diet containing 35% carbohydrate. In conclusion, the results indicate that increase in carbohydrate levels from 15 to 35% have not any negative effect on growth parameters and therefore, the level of 35% carbohydrate in the diet of 1-2g Caspian Kutum fingerlings can lead to better efficient in protein and desirable growth.

*Corresponding author