

تأثیر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره بر شاخصهای رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)

حسینعلی دهمرده^{۱*}، احمد قرایی^۱، مصطفی غفاری^۱

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

* hosein.dahmardeh@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره غذایی بر شاخصهای رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) تعداد ۱۵۰ قطعه بچه ماهی سفیدک سیستان با میانگین وزنی $3/54 \pm 1/14$ گرم و طول متوسط $2/4 \pm 8/5$ سانتی متر با پنج جیره غذایی حاوی میزان کربوهیدرات متفاوت ($16/59\%$ ، $22/2\%$ ، $26/99\%$ ، $32/9\%$ و $36/77\%$) و مقدار پروتئین و چربی یکسان طی مدت ۸ هفته غذایی شدند. بچه ماهیان در پنج تیمار و سه تکرار به ازای هر تیمار، در ۱۵ آکوارיום ۴۵ لیتری به طور تصادفی رهاسازی شدند. کلیه ماهیان به مقدار روزانه 5% وزن بدن در دو وعده غذایی شدند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین افزایش وزن بدن ($2/83 \pm 0/02$ گرم)، نرخ رشد ویژه ($1/05 \pm 0/03$)، نرخ رشد روزانه ($5/06 \pm 0/05$)، نرخ بازدهی پروتئین ($0/71 \pm 0/01$)، نرخ بازدهی غذایی ($0/25 \pm 0/01$) و کمترین ضریب تبدیل غذایی ($3/94 \pm 0/04$) در تیماری که با جیره حاوی $32/9\%$ کربوهیدرات غذایی شده بودند مشاهده شد که با گروه تیماری تغذیه شده با جیره حاوی $36/77\%$ کربوهیدرات اختلاف معنی داری نداشت ($p > 0/05$) همچنین اختلاف معناداری در مقدار رطوبت و خاکستر لاشه تیمارهای مختلف تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح متفاوت کربوهیدرات مشاهده نشد. اما مقدار چربی و پروتئین لاشه در تیمارهایی که با جیره های حاوی $32/9\%$ و $36/77\%$ کربوهیدرات تغذیه شدند نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری به ترتیب افزایش و کاهش نشان داد. یافته های این تحقیق مشخص نمود که مطلوبترین میزان کربوهیدرات جیره جهت دستیابی به شاخصهای رشد و تغذیه بهینه در بچه ماهیان سفیدک سیستان بین $32/9\%$ تا $36/77\%$ می باشد.

واژگان کلیدی: تغذیه، رشد، کربوهیدرات، سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)

مقدمه

کند (ابراهیمی و بیرقدار، ۱۳۸۵). پروتئین جیره مهم ترین عامل موثر بر رشد ماهی و هزینه غذاست (Lee and kim, 2005). وجود مقدار مناسب کربوهیدرات و چربی به عنوان منابع انرژی غیر پروتئینی در جیره، باعث می شود که در مصرف پروتئین صرفه جویی شود. کربوهیدرات ها منبع نسبتاً ارزان و در دسترس انرژی برای بسیاری از گونه های ماهیان محسوب می شوند (Nankervis et al., 2000). از آن جایی که بسیاری از ماهی ها توانایی استفاده از کربوهیدرات ها را به عنوان منبع انرژی دارند، به کار بردن منابع و سطوح مختلف کربوهیدرات در غذای ماهی می تواند به کاهش

توجه به پرورش آبزیان از جمله ماهیان و افزایش مقدار تولید در واحد سطح، یکی از راههای مهم تامین نیازهای پروتئینی جمعیت رو به رشد بشر می باشد. آبی پروری موفق و پایدار، به فراهم کردن غذاهای مصنوعی که از لحاظ مواد مغذی متعادل و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشند، وابسته است. تغذیه ماهی در طول دوره پرورش ۳۰ تا ۷۰٪ هزینه های جاری در صنعت آبی پروری را به خود اختصاص می دهد. علاوه بر این مشخص است که تغذیه نقش مهمی را در سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری ها ایفا می

هزینه غذاهای فرموله شده منجر شود (Wilson, 1994). هر گونه عدم تعادل در میزان منابع انرژی غیر پروتئینی (کربوهیدرات و چربی) ممکن است تأثیر منفی بر رشد، کارایی غذا، جذب مواد مغذی و (Erfanullah and Jafri, 1998a) ترکیبات بدن ماهی داشته باشد

یکی از مهمترین اختلافات بین جیره های غذایی گونه های ماهیان گرمابی این است که گونه های همه چیز خوار (گره ماهی، روگامی، کپور معمولی و تیلاپیا) در مقایسه با گونه های گوشت خوار (باس دریایی آسیایی و سیم دریایی) تمایل بیشتری به مصرف جیره های حاوی پروتئین کمتر دارند (Wilson, 1991). با وجود اینکه ترکیب کلی پروتئین گونه های مختلف ماهی تفاوت زیادی با هم ندارند و میزان بقاء و نگهداری پروتئین آنها مشابه است (NRC, 1993)، احتمالاً این تفاوتها منعکس کننده توانایی گونه های مختلف برای هضم و مصرف کربوهیدرات به عنوان انرژی می باشد. کپورماهیان بهتر می توانند از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی و با بازدهی مناسبتر نسبت به چربی استفاده کنند (Anderson et al., 1984). ماهی شیزوتوراکس از گونه های بسیار مهم و ارزشمند کپورماهیان می باشد که منحصراً در حوضه آبریز مکران و در منطقه سیستان وجود دارد و در سالهای اخیر تکثیر مصنوعی آن جهت بازسازی ذخایر طبیعی و نیز معرفی به فعالیتهای آبی پروری انجام شده است (Gharaei et al., 2010). به دلیل همه چیزخوار بودن ماهی شیزوتوراکس زارودنی با گرایش به منابع گیاهی در طبیعت به نظر می رسد این ماهی توانایی استفاده از کربوهیدرات به عنوان یک منبع انرژی ارزان را داشته باشد. به منظور بازسازی ذخایر ماهی سفیدک سیستان، تولید بچه ماهیان انگشت قد، جهت رهاسازی در منابع آبی منطقه و همچنین پرورش این

گونه با ارزش و بازارپسند، مشخص نمودن نیازهای غذایی این ماهی را توجیه می نماید. لذا در این تحقیق سعی شده است تا میزان کربوهیدرات بهینه در جیره غذایی ماهی شیزوتوراکس و بررسی شاخصهای تغذیه ای، رشد و بقاء آن طی دوره آزمایش بررسی گردد.

مواد و روشها:

محل انجام تحقیق:

تعداد ۱۵۰ قطعه بچه ماهی سفیدک سیستان با میانگین وزن اولیه $1/14 \pm 3/54$ گرم و طول متوسط $2/4 \pm 8/5$ سانتی متر از مرکز تکثیر ماهیان بومی زهک به پژوهشکده تالاب بین المللی هامون منتقل شدند. بچه ماهیان در پنج تیمار و سه تکرار به ازای هر تیمار در مجموع در ۱۵ آکواریوم ۴۵ لیتری و هر آکواریوم شامل ۱۰ قطعه بچه ماهی به طور تصادفی رهاسازی شدند. تغذیه با جیره های غذایی آزمایشی به مدت ۸ هفته انجام گرفت و بچه ماهیان به میزان روزانه ۵٪ وزن بدن در دو وعده ۸ صبح و ۵ بعد از ظهر غذادهی شدند. میانگین دما، pH، و اکسیژن محلول در آب در طی دوره آزمایش به ترتیب 1 ± 24 درجه سانتیگراد، $7/5 \pm 0/5$ و $7 \pm 0/4$ میلی گرم در لیتر بود.

جیره های غذایی آزمایشی:

فرمولاسیون جیره ها توسط نرم افزار جیره نویسی لیندو (Lindo, 1994) انجام شد. میزان پروتئین و چربی در همه جیره ها تقریباً یکسان و به ترتیب با مقدارهای ۳۷/۲٪ و ۸/۷۷٪ در نظر گرفته شد. میزان کربوهیدرات جیره ها با هم متفاوت واز جیره D_1 تا D_5 به ترتیب ۱۶/۵۹٪، ۲۲/۲٪، ۲۶/۹۹٪، ۳۲/۹٪ و ۳۶/۷۷٪ تعیین شد (جدول شماره ۱). جهت تهیه پلت غذایی مواد اولیه ابتدا با آسیاب برقی کاملاً آرد و

فرمول شماره (۲) میزان چربی نمونه ها به دست آمد (AOAC, 2005).

(۲) وزن نمونه / ۱۰۰ × وزن ثانویه - وزن اولیه = میزان چربی (%)

رطوبت به روش خشک کردن در آون انجام گرفت. بدین منظور ۵ گرم نمونه همگن شده در پتری دیش قرار داده شده و به مدت ۱۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک شد. سپس میزان رطوبت با استفاده از رابطه ی (۳) محاسبه گردید (AOAC, 2005).

(۳) وزن نمونه / ۱۰۰ × وزن ثانویه - وزن اولیه = میزان رطوبت (%)

برای سنجش خاکستر از خاکستر کردن به روش خشک استفاده گردید. بدین منظور ۵ گرم نمونه در بوته چینی قرار داده شد و روی شعله به طوری که نمونه مشتعل نگردد، سوزانده شد و سپس در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تا زمان به دست آمدن رنگ خاکستری روشن قرار داده شد و در پایان میزان خاکستر از رابطه (۴) محاسبه گردید (AOAC, 2005).

(۴) وزن نمونه / ۱۰۰ × وزن خالص خاکستر = میزان خاکستر (%)

میزان کربوهیدرات جیره نیز از روش Tan و همکاران (۲۰۰۶) و بر اساس فرمول (۴) محاسبه شد.

(۴) (رطوبت + خاکستر + چربی + پروتئین) - ۱۰۰ = کربوهیدرات (%)

با هم مخلوط شدند، سپس با اضافه کردن آب به شکل خمیر در آمده و ضمن اضافه کردن روغن یکبار دیگر به مدت ده دقیقه بوسیله دستگاه همزن کاملاً مخلوط و همگن شدند. برای پلت کردن جیره ها هم از چرخ گوشت با خروجی ۱ میلی متر استفاده شد. پلتها پس از خشک شدن در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت، خرد شده و در ظروف سربسته و در دمای ۲۰- تا زمان مصرف نگهداری شدند.

آنالیزهای شیمیایی :

آنالیز شیمیایی فیله ماهیان در پایان دوره آزمایش و جیره های غذایی تهیه شده با استفاده از شیوه استاندارد رایج (AOAC, 2005) انجام شد. برای محاسبه پروتئین خام، نمونه ها پس از هضم با استفاده از اسیدسولفوریک به جوش آمده تغلیظ شدند. سپس مقدار نیتروژن موجود در نمونه با استفاده از فرایند سنجش مصرف محلول تیترا به کار برده شده و با استفاده از کجدال^{۲۸} (دستگاه Gerhardt) اندازه گیری شد. میزان نیتروژن نمونه از طریق فرمول (۱) محاسبه و جهت تبدیل میزان نیتروژن به پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده شد (AOAC, 2005).

(۱) وزن نمونه / (۴۰۰۸ / ۱۰۰ × حجم اسید

کلریدریک مصرفی) = میزان نیتروژن (%)

اندازه گیری چربی خام با استفاده از روش سوکسله^{۲۹} انجام شد. بدین ترتیب که پس از آماده سازی نمونه ها مقدار ۲ گرم از نمونه ها را در کاغذ صافی قرار داده به طوری که نمونه به خارج از کاغذ صافی منتقل نشود. نمونه را در دستگاه سوکسله به مدت ۴ ساعت و در معرض حلال بنزن حرارت داده شد. پس از خشک و سرد کردن کاغذ صافی در دسیکاتور با استفاده از

28-Kjeldahl
29-Soxhlet

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

شماره جیره	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴	D _۵
میزان کربوهیدرات	۱۶/۵۹٪	۲۲/۲٪	۲۶/۹۹٪	۳۲/۹٪	۳۶/۷۷٪
اجزای غذایی(٪)					
آرد ماهی	۳۴	۳۳	۳۱	۳۰	۲۸
آرد سویا	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۶
آرد گندم	۷	۱۵	۲۴	۳۲	۳۹/۵
روغن آفتابگردان	۳	۳	۳	۲/۵	۲
کمپلکس ویتامین ^۱	۲	۲	۲	۲	۲
مواد معدنی ^۲	۲	۲	۲	۲	۲
همبند (ژلاتین)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
پرکننده (رس)	۲۱/۵	۱۴/۵	۷/۵	۱	۰
آنالیز شیمیایی					
رطوبت (٪)	۸/۱۲	۸/۲۲	۹/۱۱	۸/۵۱	۸/۹۱
ماده خشک (٪)	۹۱/۸۸	۹۱/۷۸	۹۰/۸۹	۹۱/۴۹	۹۱/۰۹
چربی (٪)	۸/۲۵	۸/۸۵	۹/۱۳	۹/۲۳	۹/۴۱
پروتئین (٪)	۳۷/۹۳	۳۶/۴۷	۳۸/۵۲	۳۶/۰۲	۳۷/۰۶
خاکستر (٪)	۲۹/۱۱	۲۴/۲۶	۱۶/۲۵	۱۲/۳۴	۸/۸۵
کربوهیدرات (٪)	۱۶/۵۹	۲۲/۲	۲۶/۹۹	۳۲/۹	۳۶/۷۷
انرژی ^۳ (کیلوکالری بر گرم)	۲/۹۲	۳/۱۴	۳/۴۴	۳/۶۲	۳/۷۱

(۱) هر کیلوگرم شامل: ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰ IU؛ ویتامین D_۳، ۴۰۰۰۰۰ IU؛ ویتامین E ۴۰ گرم؛ ویتامین K_۳ (K-stab) ۲ گرم؛ ویتامین B_۱ ۶ گرم؛ ویتامین B_۲ ۸ گرم؛ ویتامین B_۳ ۲ گرم؛ ویتامین B_۵ ۴۰ گرم؛ ویتامین B_۶ ۲ گرم؛ ویتامین B_{۱۲} ۸ گرم؛ ویتامین C ۶۰ گرم و اینوزیتول ۲۰ گرم می باشد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱).

(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؛ کربنات کلسیم، ۱۹۶ گرم؛ دی کلسیم فسفات، ۹۶ گرم می باشد.

(۳) پروتئین ۴ Kcal/g، کربوهیدرات ۴ Kcal/g، چربی ۹ Kcal/g دارای انرژی می باشد (ابراهیمی و بیرقدار، ۱۳۸۵).

(گرم)وزن اولیه بدن - (گرم)وزن نهایی بدن = WG^{۳۰}

(Tacon, 1990)

محاسبه شاخصهای رشد و تغذیه:

شاخصهای رشد و تغذیه جیره های غذایی با استفاده

از فرمولهای زیر محاسبه گردید.

وزن اولیه - (گرم) وزن نهایی] $\times 100 = WGR^{31}$
(کازمی و همکاران، (گرم) وزن اولیه / (گرم)
(۱۳۹۱)

$\times$ (گرم) وزن اولیه - (گرم) وزن نهایی $= ADG^{32}$
(De Silva and Anderson, 1995) دوره پرورش (روز) / ۱۰۰
(Anderson, 1995).

وزن نهایی بدن (لگاریتم طبیعی) $(Ln) = SGR^{33}$
 $\times$ (گرم) وزن اولیه بدن (لگاریتم طبیعی) (Ln) - (گرم)
(Giri et al. طول دوره پرورش (روز) / ۱۰۰)
(2009)

میزان / (گرم) میزان غذای مصرف شده $= FCR^{34}$
(Pei et al., 2004) (گرم) افزایش وزن

میزان غذای / (گرم) میزان افزایش وزن $= FER^{35}$
(De Silva and Anderson, (گرم) مصرفی
(1995).

مقدار پروتئین / (گرم) میزان افزایش وزن $= PER^{36}$
(کازمی و همکاران، (گرم) مصرف شده
(۱۳۹۱)

تحلیل داده ها:

از آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) جهت مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد و در صورت معنی دار بودن، به کمک آزمون توکی^{۳۷} مقایسات چندگانه صورت گرفت. آزمون ها در محیط نرم افزار SPSS، Version 16 انجام شد.

نتایج:

نرخ بقا در کلیه بچه ماهیان تحت تیمار با جیره های مختلف در پایان دوره پرورش ۱۰۰٪ تعیین شد. اثرات سطوح مختلف کربوهیدرات جیره بر کارایی رشد، غذا و پروتئین در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۱۶/۵۹ در تیمار D_1 به ۲۲/۲٪ در تیمار D_4 شاخص های رشد و تغذیه شامل افزایش وزن (WG)، نرخ افزایش وزن روزانه (ADG)، ضریب کارایی غذا (FER) و ضریب کارایی پروتئین (PER) به طور معناداری افزایش یافته است اما میزان افزایش در شاخصهای افزایش وزن نسبی (WGR) و نرخ رشد ویژه (SGR) معنی دار نبود ($P > 0.05$). اگر چه با افزایش مقدار کربوهیدرات جیره به ۲۶/۹۹٪ در تیمار D_3 کلیه شاخصهای رشد و تغذیه به طور معنی داری افزایش نشان داد اما بیشترین بهبود و افزایش شاخصها مربوط به تیمار D_4 که با جیره غذایی حاوی ۳۲/۹٪ کربوهیدرات تغذیه شدند، مشاهده شد که با تیمارهای D_1 و D_2 و D_3 تفاوت معنی داری را نشان داد همچنین مشخص شد که شاخص ضریب کارایی غذا (FER) در تیمار D_4 و D_5 با هم اختلاف معنی داری دارند ($P > 0.05$).

بیشترین ضریب تبدیل غذایی (FCR) در تیمار D_1 مشاهده شد. با افزایش میزان کربوهیدرات جیره ضریب تبدیل غذایی روند نزولی داشته و کمترین آن در تیمار D_4 مشاهده شد که با تیمارهای D_1 و D_2 و D_3 اختلاف معنادار داشت، اما با تیمار D_5 تفاوت معناداری را نشان نداد ($P > 0.05$).

- 31-Weight gain rate
- 32-Average daily growth
- 33-Specific growth rate
- 34-Feed conversion ratio
- 35-Food efficiency ratio
- 36-Protein efficiency ratio
- 37-Tukey test

جدول ۲. مقایسه کارایی رشد، جیره غذایی و پروتئین در بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) تحت تاثیر سطوح مختلف کربوهیدرات جیره

تیمار	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴	D _۵
کربوهیدرات (%)	۱۶/۵۹	۲۲/۲	۲۶/۹۹	۳۲/۹	۳۶/۷۷
نرخ بقا (%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
وزن اولیه (گرم)	۳/۵۲±۰/۱۲	۳/۵۷±۰/۱۲	۳/۵۵±۰/۰۹	۳/۵۱±۰/۱۶	۳/۵۷±۰/۱۲
وزن نهایی (گرم)	۴/۸۷±۰/۰۳ ^c	۵/۰۸±۰/۰۹ ^c	۵/۶۱±۰/۰۶ ^b	۶/۳۵±۰/۱۵ ^a	۶/۲۷±۰/۱ ^a
WG	۱/۳۵±۰/۰۹ ^d	۱/۵۱±۰/۰۴ ^c	۲/۰۶±۰/۰۳ ^b	۲/۸۳±۰/۰۳ ^a	۲/۷±۰/۰۲ ^a
WGR	۳۸/۴۴±۳/۹۸ ^c	۴۲/۴۴±۲/۵۶ ^c	۵۸/۱۶±۲/۵۴ ^b	۸۰/۷۷±۳/۹۵ ^a	۷۵/۶۹±۳/۰۰ ^a
ADG	۲/۴±۰/۱۷ ^d	۲/۶۹±۰/۰۸ ^c	۳/۶۷±۰/۰۶ ^b	۵/۰۶±۰/۰۵ ^a	۴/۸۱±۰/۰۳ ^a
SGR	۰/۵۷±۰/۰۵ ^c	۰/۶۲±۰/۰۴ ^c	۰/۸۱±۰/۰۳ ^b	۱/۰۵±۰/۰۳ ^a	۱/۰۰±۰/۰۴ ^a
FCR	۸/۳۲±۰/۶۱ ^a	۷/۴۰±۰/۲۳ ^b	۵/۴۲±۰/۰۹ ^c	۳/۹۴±۰/۰۴ ^d	۴/۱۴±۰/۰۳ ^d
PER	۰/۳۳±۰/۰۲ ^d	۰/۳۸±۰/۰۱ ^c	۰/۵۲±۰/۰۱ ^b	۰/۷۱±۰/۰۱ ^a	۰/۶۸±۰/۰۰ ^a
FER	۰/۱۱±۰/۰۰ ^e	۰/۱۳±۰/۰۰ ^d	۰/۱۸±۰/۰۰ ^c	۰/۲۵±۰/۰۰ ^a	۰/۲۳±۰/۰۰ ^b

داده ها میانگین ± انحراف معیار برای سه تکرار در هر تیمار هستند. داده های دارای حروف یکسان در یک ردیف، با هم اختلاف معنی داری ندارند ($P>0.05$)

می گیرد (جدول ۲). به طوری که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۱۶/۵۹ تا ۳۲/۹ درصد شاخصهای رشد و تغذیه تیمارها روند صعودی داشته و بعد از آن در جیره حاوی ۳۶/۷۷٪ کربوهیدرات شاخصها کاهش یافته است. توانایی گونه های مختلف ماهی در استفاده از کربوهیدرات جیره غذایی بسته به عادت غذایی و روش تغذیه متفاوت می باشد. به طور کلی گونه های همه چیزخوار، گیاه خوار و گرمابی و همچنین گونه های متعلق به آب شیرین، در مقایسه با گونه های گوشتخوار، سردابی و دریایی، از کربوهیدرات جیره به صورت کارآمدتری استفاده می کنند (Wilson, Lovell 1994) در سال ۱۹۹۸ نیز گزارش کرد که

در این تحقیق اختلاف معنی داری در میزان رطوبت و خاکستر لاشه تیمارهای مختلف تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح متفاوت کربوهیدرات مشاهده نشد. اما مقدار چربی و پروتئین لاشه در تیمارهای D_۴ و D_۵ نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری ($P>0.05$) به ترتیب افزایش و کاهش یافت (جدول ۳).

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که کارایی رشد (WG, WGR, SGR, ADG) و تغذیه (FCR, PER, FER) به وسیله سطوح مختلف کربوهیدرات جیره در بچه ماهی سفیدک سیستان تحت تاثیر قرار

گونه های همه چیزخوار و گیاه خوار، مانند کپورماهیان، خامه ماهی و تیلاپیا، توانایی هضم ۴۰ تا ۴۵٪ کربوهیدرات در جیره را دارا هستند. ماهی گوشتخوار مثل *C. striatus* برای رشد بهینه به مقدار کمی کربوهیدرات (۱۲٪) نیاز دارد (Jesu et al. 1999)

حالی که Habib و همکاران در سال ۱۹۹۴ گزارش نمودند که میزان کربوهیدرات مورد نیاز در جیره باربوس نقره ای (*Puntius gonionotus*) برای حداکثر رشد ۳۰٪ می باشد که این ممکن است به دلیل طبیعت علفخوار بودن آن باشد.

جدول ۳. آنالیز شیمیایی لاشه بچه ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی حاوی میزان کربوهیدرات متفاوت

تیمار	ماهی اولیه	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
رطوبت(%)	^a ۷۴/۷۵	^a ۷۴/۶۳	^a ۷۴/۴۰	^a ۷۴/۴۸	^a ۷۳/۹۶	^a ۷۴/۰۲
پروتئین(%)	^a ۱۴/۸۸	^a ۱۴/۷۶	^a ۱۴/۴۰	^a ۱۴/۵۸	^b ۱۳/۰۱	^b ۱۲/۹۸
چربی(%)	^a ۶/۰۹	^a ۶/۱۲	^a ۶/۲۲	^a ۶/۳۸	^b ۷/۲۷	^b ۷/۴۲
خاکستر(%)	^a ۲/۸۷	^a ۲/۷۲	^a ۲/۸۷	^a ۲/۸۷	^a ۲/۸۸	^a ۳/۱۸

داده های دارای حروف یکسان در یک ردیف، با هم اختلاف معنی داری ندارند ($P > 0.05$).

با توجه به اینکه ماهی سفیدک سیستان گونه ای همه چیز خوار محسوب می شود و بر اساس نتایج مطالعه حاضر، قادر به استفاده از حدود ۳۲/۹ تا ۳۶/۷۷٪ کربوهیدرات در جیره است، بدون اینکه کاهشی در کارایی رشد آن مشاهده شود. نتایج مشابهی در سایر گونه های کپورماهیان توسط محققان مختلف گزارش شده است. مطالعه کاظمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ بر روی ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) نشان داد که مقدار بهینه کربوهیدرات جیره برای حداکثر رشد ۳۸ تا ۴۲٪ می باشد. خسروی زاده و همکاران در تحقیق مشابهی بر روی ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) در سال ۱۳۸۷، بیان کرد که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره تا ۴۲٪ میزان رشد به طور معنی داری ($P > 0.05$) افزایش و پس از آن کاهش یافته است. همچنین Ogino و همکاران در سال ۱۹۷۶ مقدار بهینه کربوهیدرات جیره را برای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ۳۰ تا ۴۰٪ بیان کرده

است. در تحقیق دیگری Seenappa و Devaraj در سال ۱۹۹۵ برای ماهی کاتلا (*Catla catla*) ۳۵٪ کربوهیدرات در جیره را برای رشد بهینه پیشنهاد کردند. Saha و Ray در سال ۲۰۰۱ در جیره حاوی ۳۵٪ پروتئین، مقدار بهینه کربوهیدرات را برای ماهی روهو (*Labeo rohita*) ۴۰٪ تعیین نمودند.

در این تحقیق بیشترین شاخص SGR و ADG در تیماری که با جیره حاوی ۳۲/۹٪ کربوهیدرات تغذیه شدند مشاهده شد و با افزایش و کاهش میزان کربوهیدرات جیره این شاخصها کاهش پیدا کرد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۱۶/۵۹٪ تا ۳۲/۹٪ FCR کاهش می یابد و افزایش بیشتر کربوهیدرات جیره باعث افزایش شاخص FCR می شود. طی مطالعه ای که بر روی ماهی بنی جوان (*Barbus sharpeyi*) انجام شد کمترین FCR در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۳۸٪ کربوهیدرات مشاهده شد. (کاظمی و

همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیق دیگری که Ali و Al-Asghar در سال ۲۰۰۱ بر روی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) انجام دادند کمترین FCR را در جیره حاوی ۳۵٪ کربوهیدرات مشاهده نمودند. بیشترین شاخص PER در این مطالعه در جیره حاوی ۳۲/۹٪ کربوهیدرات مشاهده شد که می توان نتیجه گرفت میزان پروتئین موجود در جیره حاوی ۳۲/۹٪ کربوهیدرات بیشتر صرف رشد و سنتز بافتهای جدید شده است و از کربوهیدرات جیره جهت متابولیسم و انرژی مورد نیاز استفاده شده است. همچنین با افزایش میزان کربوهیدرات جیره به ۳۶/۷۷٪ کاهش شاخص PER مشاهده شد که این پدیده در گونه های دیگر توسط محققان گزارش شده است. Ray و Saha 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٪ این شاخص کاهش یافته است. بیشترین شاخص FER نیز در تیماری که با جیره حاوی ۳۲/۹٪ کربوهیدرات تغذیه شدند مشاهده شد و با افزایش و کاهش میزان کربوهیدرات جیره کاهش شاخص FER مشاهده شد که می توان نتیجه گرفت کاهش میزان کربوهیدرات جیره به دلیل عدم کفایت انرژی مورد نیاز و در نتیجه استفاده از پروتئین جیره و کاتابولیسم آن جهت متابولیسم و سایر فعالیتها باعث کاهش این شاخص می شود. از طرفی افزایش بیش از حد کربوهیدرات جیره باعث افزایش میزان چربی کبد و اختلال در عملکرد آن و همچنین اختلال در هضم و جذب سایر اقلام جیره مثل پروتئین و چربی باعث کاهش شاخص FER شده است.

آنالیز شیمیایی کل لاشه ی بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش نشان داد که تغییر میزان کربوهیدرات جیره تاثیر معناداری بر میزان رطوبت و خاکستر لاشه در مقایسه با ماهی اولیه نداشته است. اما میزان چربی و

پروتئین لاشه را تحت تاثیر قرار داده است (جدول شماره ۳). مقدار پروتئین لاشه با افزایش میزان کربوهیدرات جیره از ۱۶/۵۹٪ تا ۲۶/۹۹٪ اختلاف معنی داری ندارند، اما در تیمارهای D_۴ و D_۵ که با جیره حاوی به ترتیب ۳۲/۹٪ و ۳۶/۷۷٪ تغذیه شدند مقدار پروتئین جیره به طور معنی داری کاهش یافته است ($P > 0.05$). مقدار چربی لاشه در تیمارهای D_۱، D_۲ و D_۳ با ماهی اولیه اختلاف معنی داری ندارند اما در تیمارهای D_۴ و D_۵ مقدار چربی لاشه افزایش معنی داری را نشان می دهد ($P > 0.05$). می توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان کربوهیدرات جیره مقدار پروتئین لاشه کاهش و میزان چربی لاشه افزایش می یابد که می توان دلیل آن را افزایش مقدار انرژی جیره دانست. نتایج مشابهی در این خصوص طی مطالعه ای که Jesu و همکاران در سال ۱۹۹۹ در کشور هند بر روی بچه ماهیان انگشت قد *Channa striatus* انجام دادند کسب کردند. در تحقیق دیگری که Keshavanath و همکاران در سال ۲۰۰۲ بر روی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انجام دادند مشاهده کردند که با افزایش کربوهیدرات جیره مقدار چربی لاشه افزایش می یابد.

یافته های این تحقیق مشخص نمود که مطلوبترین میزان کربوهیدرات جیره جهت دستیابی به شاخصهای رشد و تغذیه بهینه در بچه ماهیان سفیدک سیستان بین ۳۲/۹٪ تا ۳۶/۷۷٪ می باشد.

تشکر و قدر دانی:

نویسندگان از مدیر کل محترم شیلات سیستان آقای مهندس خمر و مسئول محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی و بومی زهک آقای مهندس نجفی و همکارانشان به خاطر همکاری در تامین بچه ماهی تشکر می کنند. همچنین از آقای مهندس راهداری و آقای مهندس پاکزاد از اعضای محترم هیئت علمی

7. AOAC, 2005 . Official methods of analysis. (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official.
8. Analytical chemist International.
9. De Silva, S.S., Gunasekera, R.M., Gooley, G., Ingram, B.A. 2001. Growth of Australian shorfin eel (*Anguilla australis*) elvers given different dietary protein and lipid levels. *Aquaculture Nutrition* 7, 53-57.
10. 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.
11. Gharaei, A., Rahdari, A. and Ghaffari, M. 2010. *Schizothorax zarudnyi* as a potential species for aquaculture. Conference on *farming the waters for people and foods*. september 22-25, 2010
12. ,Thailand.
13. Giri, S. S., Sahoo, G. S. K. and Mohanty, S. N. 2009 . Replacement of by-catch fishmeal with dried chicken viscera meal in extruded feeds: effect on growth, nutrient utilisation and carcass composition of catfish *Clarias batrachus* fingerlings. *Aquacult. Int.*
14. Habib, M. A. B., Hasan, M. R. and Akand, A. M. 1994 . Dietary carbohydrate utilization by silver barb *Puntius gonionotus*. In S. S. De Silva ed. *Asian Fish. Soc. Spec. Publ. Asian Fisheries Society*, Manila, Phillippines. pp.57- 62
15. Jesu Arockiaraj, A., Muruganandam, M., Marimuthu, K. and Haniffa, A. 1999 . Utilization of carbohydrates a dietary energy source by striped murrel

پژوهشکده تالاب بین المللی هامون به پاس همکاری در انجام این تحقیق قدردانی می شود.

منابع:

۱. ابراهیمی، ع. و بیرقدار، ا. ۱۳۸۵ . تغذیه و نیازهای غذایی ماهیان در آبی پروری (با تاکید بر گونه های قابل پرورش در ایران) (ترجمه)، اصفهان : انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان ۱۰-۱۲
۲. خسروی زاده، م.، غفله مرمضی، ج.، کوچنین، پ.، رجب زاده، ا و یآوری، 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.
۳. کاظمی م.، غفله مرمضی ج.، کوچنین پ.، یآوری و. و رجب زاده قطرمی ا. ۱۳۹۱ تأثیر نسبتهای مختلف کربوهیدرات به چربی جیره غذایی بر کارایی رشد و تغذیه در ماهی بنی جوان (*Barbus sharpeyi*) جوان شناسی/ سال سوم/ شماره ۹: ۵۴ - ۴۷
4. 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.
5. Anderson, J., Jackson, A.J. and Capper, B.S. 1984 . Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Lin.). *Aquaculture* 37: 303 -314

- requirement of Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Acta Ichthyology Piscat*, 31(1): 81-96.
25. 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.
 26. Seenappa, D. and K. V. Devaraj. 1995. Effects of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body carcass composition of fingerlings in *Catla catla* (Ham.). *Aquacult*. 129:243-249.
 27. Tacon, AGJ. 1990. Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent liberations press. Redmond, Wash, 1: 117.
 28. Tan, Q. , Xie, S. , Zhu, X. , Lei, W. and Yang, Y. 2007 Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and feed utilization in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris*) *J. Appl. Ichthyol*. 23: 605–610
 29. Wilson, R.P., 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish (review). *Aquaculture*, 124: 67-80.
 30. Wilson, R.P. 1991. Handbook of Nutrient Requirement of Finfish. CRC Press, London, UK, 196p
 - Channa striatus* (bloch) fingerlings. *Actaziologica taiwanica* 10(2): 103-111
 16. Keshavanath, P. , Manjappa, K. and Gangadhara, B. 2002. Evaluation of carbohydrate rich diets through common carp culture in manured tanks. *Aquaculture Nutrition* 8;169-174
 17. 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
 18. Lovell, R.T., 1998. Nutrition and feeding of fish, Van Nostrand Reinhold, New York. 267 p.
 19. Nankervis, L.; Matthews, S.J. and Appleford, P., 2000. Effect of dietary non-protein energy source on growth and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 191: 323-335.
 20. NRC. 1993 .Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. *National Academic Press*, Washington, USA.DC,
 21. Ogino, C., Chiu, J.Y. and Takeuchi, T. 1976. Protein nutrition infish-VI. Efect of dietary energy
 22. sources on the utilization of protein by rainbow trout and Carp. Bulletin of the Japanese Society of
 23. *Scientific Fisheries* 42: 213-218.
 24. Saha, A.K. and Ray, A.K., 2001. Optimum dietary carbohydrate

Effect of various levels of dietary carbohydrate on growth parameters and body chemical analysis of Snow trout juveniles (*Shizothorax zarudnyi*).

Dehmarde*, H., Gharaei, A., Ghaffari, H.
Zabol university, Faculty of natural resource, Fisheries Department

* hosein.dahmardeh@yahoo.com

Abstract

In this study investigated the effect of different levels of carbohydrate in artificial diets on growth parameters and body chemical analysis of Snow trout juveniles (*Shizothorax zarudnyi*) in 8 weeks. Hundred fifty Snow trout juveniles with average weight 3.54 ± 1.14 g and length 8.5 ± 2.4 cm fed with five isonitrogenous and isolipidic diets and varying levels of carbohydrates (16.59%, 22.2%, 26.99%, 32.9% and 36.77%). Ten advanced fry were stocked into each 45-l aquaria with triplicate in five treatments and fed twice daily at 5% body weight rate. Results indicated highest body weight gain (2.83 ± 0.02), specific growth rate (1.05 ± 0.03), average daily gain (5.06 ± 0.05), protein efficiency ratio (0.71 ± 0.01), feed efficiency ratio (0.25 ± 0.01) and lowest feed conversion ratio (3.94 ± 0.04) observed in D₄ treatment that fed by diet containing 32.9% carbohydrate that no significantly difference with D₅ treatment that fed by diet containing 36.77% carbohydrate while significantly differences with other treatment ($p > 0.05$). Also there were no significant differences in wet and ash demand of carcass treatment fed by various levels of dietary carbohydrate, while lipid and protein in carcass in treatment that fed by diet containing 32.9% and 36.77% carbohydrate increase and decrease respectively ($p > 0.05$). Finds of this study indicated that best containing diet carbohydrate for optimal growth and nutrition indexes in Snow trout juveniles is 32.9% to 36.77%.

Key words: nutrition, growth, carbohydrate, Snow trout (*Shizothorax zarudnyi*).