

بررسی تاثیرات سطوح مختلف چربی بر برخی شاخص های رشد، ضریب تبدیل غذایی، بازماندگی و متابولیت های سرم خونی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)

عبدالعلی راهداری^{۱*}؛ احمد قرایی؛ مصطفی غفاری؛ ساحل پاکزاد توچایی

گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل

نویسنده مسئول: Rahdari57@yahoo.com

چکیده:

این مطالعه جهت بررسی و تعیین اثر سطوح مختلف چربی جیره های غذایی بر شاخص های رشد، ترکیب شیمیایی بدن، راندمان غذایی و ترکیب خون بچه ماهیان سفیدک سیستان انجام گردید. چهار جیره با پروتئین ثابت و سطوح مختلف ۵، ۸، ۱۲ و ۱۵/۵ درصد چربی و انرژی قابل هضم ۱۶۰۱ تا ۲۰۲۶/۱ کیلوژول در گرم جیره غذایی تهیه گردید و در تیمارهای سه تکراری با بچه ماهیان $5/46 \pm 0/85$ گرمی سفیدک سیستان به تعداد ۹۶ عدد (در ۱۲ عدد آکواریوم ۳۰ لیتری با تعویض یک روز درمیان کل آب) به مدت ۵۶ روز مورد تغذیه ماهیان قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد سطوح مختلف چربی بر شاخص های مختلف رشد مانند میزان افزایش وزن بدن، کارایی غذایی، کارایی پروتئین، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی اثر معنادار داشت ($P < 0/05$) ولی بر شاخص هیپاتوسوماتیک و ویسکروسوماتیک تاثیر معنی داری نداشت ($P > 0/05$). همچنین میزان چربی لاشه در جیره ۱۵/۵ درصد بیشترین مقدار و با بقیه گروهها اختلاف معنی داری داشت ($P < 0/05$) ولی میزان پروتئین، خاکستر و رطوبت لاشه آن نسبت به سایر گروهها اختلاف معنی داری نداشت ($P > 0/05$). از شاخص های پلاسمای خون تنها تری گلیسرید در گروه ۵ درصد کمترین مقدار و نسبت به سایر گروهها اختلاف معنی دار داشت ($P < 0/05$) و در میزان گلوکز، پروتئین کل و کلسترول در بین گروهها اختلاف معنی دار مشاهده نشد ($P > 0/05$). بر اساس یافته های این مطالعه جیره حاوی ۵ تا ۸ درصد چربی می تواند سطح مناسبی از چربی را برای ماهی سفیدک سیستان تامین نماید.

واژگان کلیدی: ماهی سفیدک سیستان، چربی، شاخص رشد، ترکیب لاشه و فاکتورهای بیوشیمیایی خون

مقدمه:

غذاهایی که ترکیب مناسب داشته باشند برای رشد، مقاومت در مقابل بیماریها و فعالیت سیستم ایمنی بدن ماهی اهمیت دارند. یک جیره غذایی مناسب باید سه نیاز موجود را برطرف نماید: سوخت (انرژی شیمیایی)، مواد خام آلی برای بیوسنتز و تامین مواد مغذی ضروری. پروتئینها، چربیها و کربوهیدراتها سه جزء اصلی جیره غذایی هستند. اگر منابع غیرپروتئینی (کربوهیدرات و چربی) در اختیار ماهی نباشد، از پروتئین بعنوان منبع انرژی استفاده می کند. بنابراین وجود مقدار معینی چربی در جیره های غذایی وجود دارد تا هم منبع انرژی باشد و هم کارایی پروتئین افزایش یابد (Cho and Kaushik, 1990; Williams et al., 2003). علاوه بر این چربیها منبع تامین اسیدهای چرب و حامل ویتامینهای محلول در چربی مانند A, D و K هستند (Watanabe, 1982). از طرف دیگر، انرژی اضافی و مازاد بر نیاز موجود در جیرهها منجر به کاهش مصرف غذا (کاهش یافتن کل جذب پروتئین) و کاهش مصرف دیگر مواد مغذی و در نتیجه کاهش رشد می گردد (Daniels and Rabinson, 1986; Ellis and Reigh, 1991). به علاوه، بالابودن چربی جیره بر ترکیب لاشه تاثیر می گذارد چون مقدار چربی لاشه را زیاد می کند (Hillestad and Jehnson, 1994). به همین علت باید سطوح چربی جیرهها به دقت تعیین گردد. همانطور که اشاره شد، با افزایش یافتن میزان چربی غذا، وضعیت رشد و کارایی غذایی همراه با صرفه جویی در مصرف پروتئین، بهتر می شود. این مسئله به ویژه در مورد ماهیان گوشتخوار سردابی مطرح است زیرا این ماهیها در مقایسه با ماهیان گرمابی توانایی کمتری برای مصرف کربوهیدراتها (Beamish and Medland, 1986; Hardy, 1999) به عنوان منبع انرژی دارند. در پرورش آزادماهیان تا بیش از ۳۰ درصد چربی در جیره های آنها استفاده می شود، ولی در جیره های گونه های

گرمابی مقدار چربی جیرهها کمتر از ۱۰ درصد می باشد (Gaylord and Gatlin, 2000). علاوه بر میزان کل چربی موجود در جیره غذایی، منبع و نوع چربی نیز حائز اهمیت می باشد که دلیل این امر نیاز متفاوت گونه ها می باشد. ثابت شده که گونه های گرمابی به اسیدهای چرب چند زنجیره غیراشباع n-6 و یا مخلوطی از اسیدهای چرب n-6 و n-3 نیاز دارند، در حالی که ماهیان سردابی به اسیدهای چرب n-3 نیاز دارند (Webster and Lim, 2002). ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) گونه ای با ارزش اقتصادی می باشد که متعلق به زیر خانواده Barbinae هست (Nelson, 2006) و در حوضه آبی سیستان زیست می کند. تکثیر مصنوعی گونه مذکور بطور موفقیت آمیز باعث شده تولید بچه ماهی آن براحتی امکان پذیر گردد. مردم پسندی و محبوبیت این گونه در بین مردم سیستان توجه ما را به این مسئله جلب می نماید تا در شرایط فعلی که ذخایر طبیعی ماهیان بومی سیستان خیلی محدود گردیده، بتوان ماهی سفیدک سیستان را پرورش داد. قطعاً یکی از اساسی ترین اطلاعات مورد نیاز برای پرورش، آگاهی از احتیاجات غذایی ماهی می باشد. تا کنون مطالعات بسیار محدودی در مورد نیازهای غذایی این گونه بالارزش انجام شده است، لذا در این مطالعه میزان احتیاج چربی جیره غذایی ماهی سفیدک سیستان مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روشها:

تامین بچه ماهی

تعداد ۹۶ قطعه بچه ماهی سفیدک سیستان با وزن متوسط $5/46 \pm 0/85$ گرم از مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان بومی زهک تهیه و به بخش آزمایشگاه پژوهشکده تالاب بین المللی هامون منتقل شد.

تهیه جیره های آزمایشی

جیره های غذایی به نحوی تهیه شدند که میزان پروتئین و کربوهیدرات آنها تقریباً یکسان (به ترتیب

به صورت انفرادی وزن شده و از استخرها حذف گردیدند. طول بچه ماهی ها در تمام دوره آزمایش به صورت انفرادی اندازه گیری شد. دقت اندازه گیری وزن و طول به ترتیب ۰/۰۱ میلی گرم و ۰/۱ میلی متر بود. برای ارزیابی شاخص های رشد، شاخص های کارایی تغذیه و میزان بقاء از معادلات زیر استفاده گردید (El-Husseiny et al., 2008).

شاخص های اندازه گیری شده

(۱) افزایش وزن بدن^{۱۷} (Tacon, 1990).

$$BWI(g) = W_t - W_i$$

(۲) میانگین رشد روزانه^{۱۸} (De Silva and Anderson, 1995).

$$ADG(\%) = \left[\frac{W_t - W_i}{T} \right] \times 100$$

(۳) نرخ رشد ویژه^{۱۹} (Hevory et al., 2005).

$$SGR(\%/day) = \left[\frac{\ln W_t - \ln W_i}{T} \right] \times 100$$

(۴) شاخص وضعیت^{۲۰} (Bodis, 2009).

$$CF = \frac{W_t}{L^3} \times 100$$

(۵) ضریب تبدیل غذایی^{۲۱} (Pei et al., 2004).

$$FCR = \frac{C \times T}{W_t - W_i}$$

(۶) ضریب کارایی تغذیه^{۲۲} (De Silva and Anderson, 1995).

$$FE = \frac{W_t \text{ gain}}{\text{Feed fed}}$$

(۷) ضریب کارایی پروتئین^{۲۳} (Chatzifotis et al., 2010).

۳۴/۵۰±۰/۷۷ و ۳۵/۲۲±۰/۸۷ درصد) بود. برای تنظیم سطوح مختلف چربی جیره ها (۵، ۸، ۱۱/۵ و ۱۵/۵ درصد) از روغن گیاهی آفتابگردان استفاده گردید و میزان آرد ماهی، آرد سویا و گندم استفاده شده در بین جیره ها یکسان یا تقریباً یکسان بود (جدول ۱).

برای ساخت جیره ها، اقلام غذایی (سویا، گندم و مواد معدنی) که ذرات درشتی داشتند کاملاً با استفاده از یک آسیاب برقی، آسیاب و به ذرات پودر مانند تبدیل شدند. سپس کل اقلام کاملاً با هم مخلوط شدند. پودر مولتی ویتامین نیز در آب حل گردید و سپس این آب به مخلوط خشک افزوده شد بطوریکه میزان رطوبت مخلوط حاصله در حدود ۲۵٪ شد. با توجه به اینکه صفحه مشبک چرخ گوشت دارای سوراخ های درشت بود که اندازه غذای درست شده با استفاده از آن برای بچه ماهی های کوچک این آزمایشات مناسب نبود، یک صفحه مشبک با قطر یک میلی متر درست شد و این صفحه بجای صفحه خود دستگاه چرخ گوشت نصب شد. سپس مخلوط مرطوب از چرخ گوشت عبور داده شد و رشته های حاصله به مدت چند ساعت در معرض هوای اتاق و در سایه قرار داده شدند تا خشک تر شوند. سپس رشته ها خرد شده و الک شدند تا به اندازه های ریز متناسب با اندازه دهان بچه ماهی ها تبدیل شوند. پلت های تهیه شده بسته بندی و در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری و در طول دوره استفاده گردیدند.

نمونه برداری

وزن و طول کل اولیه بچه ماهی ها با نمونه گیری ۱۰۰ عدد بچه ماهی محاسبه شد. شاخص های رشد توسط نمونه گیری ۲۰ قطعه بچه ماهی در هر استخر در فواصل هفتگی (روزهای ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲) آزمایش اندازه گیری شد. در روز پایانی (روز ۴۲) تمام بچه ماهی های موجود در حوضچه های ونیرو بیومتری گردیدند. بچه ماهیان روزهای ۱-۱۴ به صورت دسته جمعی و در روزهای ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲

- 17- Body Weight Increase
- 18- Average Daily Growth
- 19- Specific Growth Rate
- 20- Condition Factor
- 21- Feed Conversion Ratio
- 22- Feed Efficiency
- 23- Protein Efficiency Rate

اندازه گیری میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام با استفاده از روش های ارائه شده در (AOAC, 1990) انجام گرفت.

آنالیز آماری

کلیه اطلاعات جمع آوری شده از محل آزمایش و داده های آزمایشگاهی با استفاده از نرم افزار Excel پردازش گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری از بسته نرم افزاری SPSS (ویرایش ۱۳) و برای تشخیص وجود اختلاف بین تیمارها از آنالیز واریانس یک طرفه (One way-ANOVA) استفاده گردید. در صورت وجود اختلاف معنی دار در سطح $P < 0.05$ از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد.

نتایج:

ترکیب لاشه

ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان قبل از شروع آزمایشات و پس از آن در جدول شماره ۲ آورده شده است. داده های این جدول حاکی از عدم تاثیر معنی دار سطوح مختلف چربی بر میزان رطوبت، پروتئین و خاکستر لاشه بچه ماهیان می باشد. ولی میزان چربی لاشه در گروه تغذیه شده با جیره ۱۵/۵ درصد چربی بالاترین میزان را داشته و با بقیه گروهها اختلاف معناداری داشته است ($P < 0.05$).

شاخص های رشد

تاثیر میزان مختلف چربی جیره بر شاخص های رشد و ضریب تبدیل غذایی ماهی سفیدک سیستان در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می شود تاثیر سطوح مختلف چربی بر مقدار افزایش وزن بدن تفاوت معناداری را نشان می دهد ($P < 0.05$)، بطوریکه با افزایش مقدار چربی از ۵ درصد تا ۱۱/۵ درصد وزن بچه ماهی ها افزایش پیدا کرده ولی بین سه جیره ۵، ۸ و ۱۱/۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد، هر چند درصد وزن بدست آمده در دو جیره ۵ و ۸ درصد با تفاوت معنادار ($P < 0.05$) بیشتر از جیره های ۱۱/۵ و ۱۵/۵ درصد است، همچنین وقتی مقدار چربی به بالاترین میزان یعنی ۱۵/۵ درصد رسیده

$$PER = \frac{G}{Pi}$$

در معادلات مذکور؛ Wi = وزن اولیه بچه ماهی، Wt = وزن نهایی بچه ماهی، T = طول مدت پرورش، L = طول نهایی بچه ماهی، Nt = تعداد نهایی بچه ماهی، Ni = تعداد اولیه بچه ماهی، C = مقدار غذای خورده شده روزانه، G = افزایش وزن بچه ماهی، Pi = میزان پروتئین جذب شده در بدن بچه ماهی می باشد. (۱۳) شاخص کبدی^{۲۴} (Chatzifotis et al., 2010)

$$100 * \frac{\text{وزن کبد}}{\text{وزن کل بدن}} = \text{شاخص هپاتوسوماتیک}$$

(۱۴) شاخص ویسکروسوماتیک (Chatzifotis et al., 2010)

$$100 * \frac{\text{وزن امعاء و احشاء}}{\text{وزن کل بدن}} = \text{شاخص هپاتوسوماتیک}$$

آنالیز تقریبی ترکیبات غذایی و لاشه بچه ماهی سفیدک سیستان

جهت آنالیز شیمیایی بدن ماهی ها در پایان دوره و نیز آنالیز جیره های غذایی اقدام به تهیه نمونه گردید و سپس آزمایشات لازم روی آنها انجام گردید. جهت تهیه فیله ماهی در پایان دوره از هر تیمار تعداد ۶ قطعه بچه ماهی به طور تصادفی انتخاب شد. سپس با خارج نمودن امعاء و احشاء و جدا نمودن سر و باله ها، نمونه ها کاملاً چرخ شده و به صورت همگن در آمدند. نمونه ها در ظروف سربسته و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد برای انجام آزمایشات بعدی نگهداری شدند. جهت تهیه نمونه جیره های غذایی پس از تهیه و خشک شدن جیره های غذایی از هر کدام مقدار ۲۰ گرم در ظروف سربسته و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد جهت آزمایشات بعدی نگهداری شدند.

24-Hepatosomatic Index (HI)

وزن بچه ماهی کاهش پیدا کرده است. طول نهایی نیز تقریباً الگوی مشابهی را نشان می دهد ($P < 0.05$). مقایسه شاخص های وزن بدست آمده بر حسب درصد و کارایی غذایی حاکی از آن است که بیشترین مقدار این دو شاخص در جیره ۸ درصد می

باشد که با جیره ۵ درصد تفاوت معناداری ندارد ($P > 0.05$) ولی با جیره های ۱۱/۵ و ۱۵/۵ درصد تفاوت معنادار می باشد ($P < 0.05$) و در واقع در دو جیره اخیر کمتر از جیره های ۵ و ۸ درصد می باشد.

جدول ۱. اقلام غذایی و ترکیب مواد مغذی جیره های آزمایشات (بر مبنای درصد ماده خشک)

مقدار چربی جیره (/.)				
۱۵/۵	۱۱/۵	۸	۵	
اقلام غذایی				
۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	آرد ماهی
۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	آرد سویا
۲۹	۳۲	۳۲	۲۹	گندم
۱۰/۵	۶/۵	۰/۲۵	۰	روغن آفتابگردان
۲	۲	۲	۲	ویتامین ^۱
۲	۲	۲	۲	مواد معدنی ^۲
۰/۵	۱/۵	۵/۵	۱۱	بایندر و پرکننده
مواد مغذی				
۳۳/۸۵	۳۵/۶۰	۳۴/۴۳	۳۴/۱۴	پروتئین
۱۵/۵	۱۱/۵	۸	۵	چربی
۶/۶	۷/۱	۷/۶	۸/۳	رطوبت
۹۳/۴	۹۲/۹	۸۲/۴	۹۱/۷	ماده خشک
۸/۵	۹/۵	۱۵/۵	۱۸	خاکستر
۳۵/۵۵	۳۶/۳	۳۴/۴۷	۳۴/۵۶	کربوهیدرات ^۳
۲۰۲۶/۱	۱۹۲۲/۴	۱۷۲۴/۸	۱۶۰۱	انرژی (کیلو ژول در گرم) ^۴

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 ۴ گرم؛ ویتامین B_{۱۲} ۸ گرم؛ ویتامین C ۶۰ گرم و اینوزیتول ۲۰ گرم.

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، کرینات کلسیم، ۱۹۶ گرم، دی کلسیم فسفات، ۹۶ گرم

۳) کربوهیدرات (/.) = ۱۰۰ - (پروتئین (/.) + چربی (/.) + رطوبت (/.) + خاکستر (/.))

۴) انرژی (کیلوژول در گرم جیره) = (پروتئین (/.) * ۲۳/۶ + چربی (/.) * ۳۹/۵ + کربوهیدرات (/.) * ۱۷/۳)

در شاخص مقدار جذب غذای روزانه تفاوت معناداری بین گروهها وجود ندارد ($P > 0.05$). شاخص وضعیت یا ضریب چاقی نیز در جیره ۸ درصد بیشترین مقدار را دارد که تفاوت معناداری با جیره های ۵ و ۱۱/۵ درصد ندارد ($P > 0.05$) ولی با جیره ۱۵/۵ درصد

تفاوت معناداری دارد و فی الواقع در این جیره کاهش معناداری پیدا کرده است ($P < 0.05$). بیشترین میزان نرخ رشد ویژه در گروه ۸ درصد می باشد که تفاوت معناداری با جیره ۵ درصد ندارد ($P > 0.05$) ولی با جیره های ۱۱/۵ و ۱۵/۵ درصد تفاوت معناداری دارد

نتیجه کاهش رشد را در این گروه به دنبال داشته است. علاوه کاهش رشد در جیره حاوی ۱۵/۵ درصد چربی گویای محدودیت توانایی ماهی برای جذب این میزان چربی و در نتیجه کاهش میزان غذای جذب شده می باشد که مطابق با مطالعات برخی محققین نیز می باشد (El-Ellis and Reigh, 1991؛ Sayed and Garling, 1988).

هرچند مقدار ضریب تبدیل غذایی در گروههای ۵ و ۸ درصد کمتر از گروههای ۱۱/۵ و ۱۵/۵ درصد بود و با آنها اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.05$) ولی در همه گروهها حتی گروه ۵ و ۸ درصد بسیار بالا می باشد. ضریب تبدیل غذایی بالای ۴ برای این گونه که از خانواده کپور ماهیان می باشد فاقد توجیه اقتصادی از نقطه نظر آبزی پروری می باشد. بالا بودن ضریب تبدیل غذایی می تواند دلایل مختلفی داشته باشد. اولاً ماهی سفیدک سیستان گونه ای وحشی می باشد و قطعاً شاخص های رشد آن در شرایط آزمایشگاهی و اسارت در مقایسه با گونه های تجاری بسیار ضعیف تر می باشد. به تدریج و گذشت چند نسل انتظار می رود تا رشد این ماهی در شرایط اسارت به مقدار مطلوبی برسد. بهر حال با توجه به وحشی بودن و سازگار نبودن گونه مذکور با شرایط غیرطبیعی، عادت دادن نسبی این ماهی با شرایط و غذای مصنوعی را باید گام موثری در به دست آوردن شاخص های تغذیه ای آن قلمداد نمود. ثانیاً تغییر اقلام غذایی مورد استفاده برای این جیره ها علاوه بر تغییر سطوح میزان مواد مغذی می تواند منجر به تغییر میزان مصرف غذا و میزان رشد ماهی ها گردد. یافتن اقلام غذایی که خوشمزه گی غذا را برای این گونه افزایش دهد، هم قطعاً تاثیر گذار است. ثالثاً خصوصیات فیزیکی غذاها بر ضریب تبدیل غذایی تاثیر دارد (Stuart and Hung, 1989)، غذای ساخته شده در این آزمایشات از کیفیت فیزیکی بالا و ماندگاری در آب به اندازه کافی برخوردار نبود که خود می تواند موجب هدررفت مقداری از غذای داده شده به ماهی ها و افزایش ضریب تبدیل غذایی گردد.

($P < 0.05$). کمترین ضریب تبدیل غذایی و کمترین میانگین رشد روزانه در جیره ای است که بالاترین چربی (۱۱/۵ درصد) را دارد که با سه جیره دیگر تفاوت معناداری دارد ($P < 0.05$).

ترکیب شیمیایی خون

میزان گلوکز، کلسترول و پروتئین کل پلاسماي خون تحت تاثیر سطوح مختلف چربی جیره های غذایی قرار نگرفت ($P > 0.05$) ولی میزان تری-گلیسرید در گروهی که با جیره ۱۵/۵ درصد چربی تغذیه شده بودند بالاترین مقدار بوده و با سایر گروهها اختلاف معنادار داشت ($P < 0.05$) (جدول ۴).

بحث و نتیجه گیری:

ترکیب لاشه

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده جیره های مختلف غذایی بر میزان رطوبت، پروتئین و خاکستر لاشه بچه ماهیان تاثیری نداشته و تفاوت معنی داری بین گروه های مختلف مشاهده نمی گردد. از طرف دیگر، افزایش معنی دار ($P < 0.05$) چربی لاشه در گروهی که بیشترین چربی جیره (۱۵/۵ درصد) را داشته نشان دهنده تاثیرپذیری ترکیب شیمیایی لاشه از ترکیب جیره های غذایی می باشد. افزایش نیافتن چربی لاشه در جیره های ۵، ۸ و ۱۱/۵ درصد نشان می دهد که چربی موجود در این جیره ها صرف فعالیت های زیستی مانند تامین انرژی، نقش های ساختمانی و غیره شده است، در حالیکه در گروه ۱۵/۵ درصد چربی جیره بیش از حد نیاز زیستی ماهی بوده و به همین دلیل به شکل بافت چربی در بدن ماهی ذخیره شده است.

شاخص های رشد

جذب غذا در ماهی ها متناسب با انرژی مورد نیاز آنها (Kaushik and Medale, 1994) صورت می گیرد، بنابراین می توان نتیجه گرفت که کاهش فاکتورهای رشد در سطح چربی ۱۵/۵ درصد به علت بالا بودن میزان انرژی جیره غذایی بوده که باعث امتناع بچه ماهی ها از دریافت غذای کافی شده و در

جدول ۲. ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک در شروع و پایان آزمایشات

ترکیب لاشه (در ماده خشک)	شروع دوره	مقدار چربی جیره های غذایی (درصد)			
		۵	۸	۱۱/۵	۱۵/۵
چربی	۵/۴۷±۰/۴۵ ^b	۵/۵۸±۰/۴۲ ^b	۴/۵۷±۰/۵۲ ^b	۵/۳۱±۰/۳۵ ^b	۶/۸۲±۰/۳۴ ^a
پروتئین ^{۲۵}	۶۶/۵۴±۴/۱۲ ^a	۶۷/۷۰±۲/۰۵ ^a	۶۶/۵۴±۴/۵۳ ^a	۶۶/۲۴±۳/۷۱ ^a	۶۶/۲۴±۳/۷۱ ^a
رطوبت	۷۲/۱۶±۱/۲۶ ^a	۷۳/۵۹±۱/۴۶ ^a	۷۲/۲۸±۱/۶۷ ^a	۷۱/۸۰±۱/۳۰ ^a	۷۱/۰۶±۰/۲۷ ^a
خاکستر	۲/۲۰±۰/۲۷ ^a	۲/۲۵±۰/۲۸ ^a	۲/۲۵±۰/۳۱ ^a	۲/۱۴±۰/۶۶ ^a	۲/۲۷±۰/۱۳ ^a

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف چربی بر شاخص های رشد بچه ماهی سفیدک

مقدار چربی جیره های غذایی (درصد)					شاخص ها
۵	۸	۱۱/۵	۱۵/۵		
۵/۴۱±۰/۸۹ ^a	۵/۲۳±۰/۶۱ ^a	۵/۸۱±۱/۰۶ ^a	۵/۳۵±۰/۵۵ ^a		وزن اولیه بدن (گرم)
۷/۵۳±۱/۱۵ ^{ab}	۷/۴۹±۱/۱۲ ^{ab}	۷/۹۵±۱/۴۲ ^a	۷/۰۰±۰/۸۸ ^b		وزن نهایی بدن (گرم)
۱۰/۰۹±۰/۵۶ ^{ab}	۹/۹۰±۰/۴۳ ^b	۱۰/۲۴±۰/۵۴ ^a	۹/۹۰±۰/۴۸ ^b		طول نهایی بدن (سانتیمتر)
۲/۱۲±۰/۳۹ ^a	۲/۲۶±۰/۵۴ ^a	۲/۱۴±۰/۵۱ ^a	۱/۶۵±۰/۳۶ ^b		میزان افزایش وزن (گرم)
۳۹/۶۹±۶/۷۸ ^{ab}	۴۲/۷۴±۶/۹۵ ^a	۳۷/۳۱±۷/۵۷ ^b	۳۰/۵۷±۴/۵۸ ^c		وزن بدست آمده (درصد)
۰/۲۳±۰/۰۴ ^{ab}	۰/۲۵±۰/۰۴ ^a	۰/۲۲±۰/۰۴ ^b	۰/۱۸±۰/۰۲ ^c		کارایی غذایی
۰/۶۹±۰/۱۱ ^{ab}	۰/۷۳±۰/۱۲ ^a	۰/۶۲±۰/۱۲ ^{bc}	۰/۵۳±۰/۰۸ ^c		ضریب کارایی پروتئین
۰/۱۶±۰/۰۲ ^a	۰/۱۵±۰/۰۱ ^a	۰/۱۷±۰/۰۳ ^a	۰/۱۶±۰/۰۱ ^a		جذب غذای روزانه
۰/۷۲±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۷۶±۰/۰۶ ^a	۰/۷۳±۰/۰۵ ^{ab}	۰/۷۲±۰/۰۴ ^b		ضریب چاقی
۰/۵۹±۰/۰۸ ^{ab}	۰/۶۳±۰/۰۸ ^a	۰/۵۶±۰/۰۹ ^b	۰/۴۷±۰/۰۶ ^c		نرخ رشد ویژه
۴/۳۴±۰/۷۰ ^b	۴/۰۴±۰/۷۷ ^b	۴/۶۸±۰/۹۴ ^b	۵/۶۲±۰/۹۵ ^a		ضریب تبدیل غذایی
۳/۷۸±۰/۹۱ ^a	۴/۰۴±۰/۷۷ ^a	۳/۸۳±۰/۹۱ ^a	۲/۹۴±۰/۶۴ ^b		میانگین رشد روزانه (درصد)
۱/۴۸±۰/۱۸ ^a	۱/۵۴±۰/۴۱ ^a	۱/۵۵±۰/۱۳ ^a	۱/۵۳±۰/۲۳ ^a		شاخص هیپاتوسوماتیک (کبدی)
۸/۴۴±۲/۱۹ ^a	۸/۴۷±۱/۷۰ ^a	۸/۸۰±۰/۶۶ ^a	۸/۹۰±۰/۸۸ ^a		شاخص ویسکروسوماتیک

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار می باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف چربی بر ترکیب شیمیایی خون بچه ماهی سفیدک سیستان

۵	۸	۱۱/۵	۱۵/۵	ارزش آماری	
۲۱۸/۳۳±۰/۰۴	۳۲۵/۰۰±۵/۰۰	۳۳۰/۳۳±۰/۰۴	۲۳۹/۶۷±۴/۱۶	NS	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۴۹۳/۳۳±۶/۶۵ ^b	۷۱۸/۰۰±۴۷/۷۲ ^a	۷۰۷/۶۷±۴۲/۷۲ ^a	۷۲۲/۶۷±۳۸/۵۹ ^a	P<۰/۰۵	تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)
۷۸/۰۰±۱/۰۰	۷۶/۳۳±۵/۵۰	۷۸/۶۶±۶/۱۱	۸۰/۰۰±۶/۰۸	NS	گلوکز خون (میلی گرم در دسی لیتر)
۳/۲۳±۰/۱۱	۳/۹۰±۰/۲۶	۳/۸۶±۰/۳۲	۴/۰۳±۰/۴۵	NS	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)

گلوکز خون (Hemre *et al.*, 1996) افزایش پیدا کرده است. اینکه در بچه ماهی سفیدک سیستان میزان گلوکز خون در بین جیره های مخلف غذایی اختلاف معنی داری پیدا نکرده حاکی از اینست که افزایش یافتن میزان چربی جیره غذایی موجب وارد شدن استرس به بچه ماهی ها نشده است.

میزان کلسترول و پروتئین کل پلاسماي خون تحت تاثیر جیره های مختلف قرار نگرفته ولی میزان تری گلیسرید در جیره ای که بالاترین سطح چربی (۱۵/۵ درصد) را داشته بیشترین مقدار بوده و با سایر گروهها اختلاف معناداری داشته است. افزایش تری گلیسرید در پلاسما نشان دهنده این است که با افزایش میزان چربی جیره، حمل و نقل چربی در داخل بدن بطور فعالتری انجام می گردد که در ماهی کپور علفخوار نیز نتیجه مشابهی بدست آمده است (Du *et al.*, 2005).

نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان می دهد که سطوح چربی ۵ تا ۸ درصد برای جیره های غذایی ماهی سفیدک سیستان مطلوب می باشد و در صورت لزوم افزایش چربی تا حدود ۱۰ الی ۱۱ درصد هم تاثیر منفی بر شاخص های رشد و ترکیب بدن این ماهی نمی گذارد. علاوه بر این، ضریب تبدیل غذایی و میزان رشد ماهی ها موید این مطلب است که با تغییر اقلام غذایی و خصوصیات فیزیکی غذا شاخص های تغذیه ای ماهی سفیدک سیستان بهبود خواهد یافت.

منابع

۱. آبی گستر. ۱۳۷۶. مطالعات جامع تالاب هامون، شرکت سهامی شیلات ایران.
2. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th edn. 1298 p. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
3. Beamish, F.W.H., Medland, T.E. 1986. Protein sparing effects in large rainbow trout,
4. *Salmo gairdneri*. *Aquaculture* 55, 35–42.

در ماهی کبد مرکز مهم تجمع چربی و گلیکوژن می باشد (Peres *et al.*, 1995; McClelland *et al.*, 1999). نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف چربی جیره های آزمایشی بر کبد تاثیری نداشته است چون اختلاف معناداری بین شاخص های هپاتوسوماتیک و ویسکروسوماتیک در بین گروهها وجود ندارد و این نتیجه نشان می دهد که در ماهی سفیدک سیستان تا سطوح ۱۵/۵ درصد چربی جیره غذایی، تجمع چربی در کبد یا محوطه شکمی اتفاق نمی افتد. تاثیر نداشتن سطوح چربی جیره بر شاخص هپاتوسوماتیک در برخی ماهیان مانند هالیبوت اطلس (Helland, Berge and Storebakken, 1991; Martins *et al.*, 1998; Grisdaile-Helland, 2007)، مارماهی کوتاه باله (Anguilla australis) (De Silva *et al.*, 2001) و سیم دریایی سفید (Sa *et al.*, 2006) هم گزارش شده است. از طرفی دیگر، در برخی گونه ها مانند کاد (Dos Santos *et al.*, 1993)، هامور (*Gadus morhua*) (Luo *et al.*, 2005)، هادداک (*Epinephelus coioides*) (Nanton *et al.*, 2001)، (*aeglefinus*) (Tibbetts *et al.*, 2005)، کوبیا (*cobia*) (Wang *et al.*, 2005)، باس سفید دریایی (Lopez *et al.*, 2006) و باس دریایی اروپایی (Peres and Oliva-Teles, 1999) سطوح مختلف چربی بر شاخص هپاتوسوماتیک تاثیر معنی داری داشته است.

متابولیت های خون

میزان گلوکز یکی از شاخص های خونی می باشد که نشان دهنده استرس می باشد (Pottinger, 1998) ولی فاکتورهای دیگر مانند دما، اندازه ماهی (Hemre and Sandnes, 1999)، دوره نوری و زمان طی شده (Pavlidis *et al.*, 1999) پس از آخرین تغذیه و رژیم غذایی هم بر میزان آن تاثیر دارند؛ در ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) با افزایش یافتن میزان نشاسته جیره غذایی مقدار

- juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture* 97, 383– 394.
14. El-Sayed, A.M. and Garling, D.L.Jr. 1988. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. *Aquaculture*, 73, 157-163.
15. Gaylord, T.G., Gatlin III, D.M. 2000. Dietary lipid level but not-carnitine affects growth performance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀×*M. saxatilis* ♂). *Aquaculture* 190, 237– 246.
16. Hardy, R.W. 1999. *Problems and opportunities in fish feed formulation*. *Aquaculture Magazine* 25, 56–60.
17. Helland, S.J., Grisdale-Helland, B. 1998. Growth, feed utilization and body composition of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in the ratio between the macronutrients. *Aquaculture* 166, 49–56.
18. Hemre, G.I., Sandnes, K. 1999. Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Nutrition* 5, 9–16.
19. Hemre, G.I., Hjertnes, B., Aksnes, A., Waagbø, R. 1996. Effect of gelatinized wheat and maize in diets for large Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on glycogen retention, plasma glucose, and fish health. *Aquaculture Nutrition* 2, 33–39.
20. Hevory EM., Espe M., Waagbo R., Sandness K., Rund K., Rund M., Hemre G. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysis during period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*, 11:301-313.
21. Hillestad, M., Johnsen, F. 1994. High-energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. *Aquaculture* 124, 109– 116.
22. Kaushik, S.J. and Medale, F. 1994. Energy requirement, utilization and
5. Bodis, M., Kucska, B., and Bercsenyi, M. 2007. The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. *Aquaculture. International*, 15: 83-90.
6. Chatzifotis, S., Panagiotidou, M., Papaioannou, N., Pavlidis, M., Nengas, I., Mylonas, C.C. 2010. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Aquaculture* 307, 65–70.
7. Cho, C. Y. and Kaushik, S. J. 1990. Nutritional energetics in fish: protein and energy utilization in rainbow trout. *World Rev. Anim. Nutr.* 61: 132-172.
8. Daniels, W.H., Robinson, E.H. 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53, 243– 252.
9. De Silva, S.S., and Anderson, T.A. 1995. In: *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman and Hall, London. 319p.
10. 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.
11. Dos Santos, J.D., Burkow, I.C., Jobling, M. 1993. Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua*) fed natural prey and fish based feeds. *Aquaculture* 110, 173– 189.
12. 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.
13. Ellis, S.C., Reigh, R.C. 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of

- carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Gunther). *Aquaculture Nutrition* 10, 209-216.
31. Péres, H., Oliva-Teles, A. 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European seabass juveniles *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 179, 325-334.
 32. Péres, H., Gonçalves, P., Oliva-Teles, A. 1999. Glucose tolerance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 179, 415-423.
 33. Pottinger, T.G. 1998. Changes in blood cortisol, glucose and lactate in carp retained in anglers' keepnets. *Journal of Fish Biology* 53, 728-742.
 34. Sá, R., Pousão-Ferreira, P., Oliva-Teles, A. 2006. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of White Sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 12, 310-321.
 35. Sizhong, L. 1995. On the geographical distribution of the Schizothoracinae fishes (Cypriniformes, Cyprinidae). *Sinozoologia*. Vol. 12. pp 297-310.
 36. Stuart, J.S. and Hung, S.S.O. 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. *Aquaculture*, 76: 303-316.
 37. Tacon, AGJ. 1990. Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent liberations press. Redmond, Wash, 1: 117.
 38. Tibbetts, S.M., Lall, S.P., Milley, J.E. 2005. Effects of dietary protein and lipid levels and DP DE) ratio on growth, feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquaculture Nutrition* 11, 67-75.
 39. Wang, J.T., Liu, Y.J., Tian, L.X., Mai, K.S., Du, Z.Y., Wang, Y., Yang, H.J. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia dietary supply to salmonids. *Aquaculture*, 124, 81-97.
 23. López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M., Bureau, D.P. 2006. Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture* 253, 557-563.
 24. Luo, Z., Liu, Y., Mai, K., Tian, L., Liu, D., Tan, X., Lin, H. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating net cages. *Aquaculture International* 13, 257-269.
 25. Martins, D.A., Valente, L.M.P., Lall, S.P., 2007. Effects of dietary lipid level on growth and lipid utilization by juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). *Aquaculture* 263, 150-158.
 26. McClelland, G., Zwingelstein, G., Weber, J.-M., Brichon, G. 1995. Lipid composition of tissue and plasma in two Mediterranean fishes, the gilt-head sea bream (*Chrysophrys auratus*) and the European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52, 161-170.
 27. Nanton, D.A., Lall, S.P., McNiven, M.A. 2001. Effects of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquaculture Research* 32, 225-234.
 28. Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., 141:622 pp.
 29. Pavlidis, M., Paspatis, M., Koistinen, M., Paavola, T., Divanach, P., Kentouri, M. 1999. Diel rhythms of serum metabolites and thyroid hormones in red porgy held in different photoperiod regimes. *Aquaculture International* 7, 29-44.
 30. 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

- (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 249, 439–447.
40. Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73B, 3–15.
 41. Webster, C. D., and C. E. Lim. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, New York.
 42. Williams, K.C., Barlow, C.G., Rodgers, L., Hockings, I., Agcopra, C., Ruscoe, I. 2003. Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. *Aquaculture* 225: 191-206.

Effect of dietary lipid levels on growth, survival and serum metabolites of snow trout (*Schizothorax zarudnyi*) fingerlings

Rahdari A., Gharaei A., Ghaffari M., Pakzad S
Rahdari57@yahoo.com

Abstract

The present study was carried out to evaluate the effect of dietary lipid levels on growth performance, body composition, feed efficiency and blood metabolites of snow trout (*Schizothorax zarudnyi*) fingerlings.

Ninety-six fish averaging 5.46 ± 0.85 g were randomly distributed into 12 of 30 L aquariums (8 fish/aquarium). Triplicate groups of fish were fed for 56 days four isonitrogenous experimental diets (34.5% crude protein) comprising 1601-2026.1 kJ digestible energy g⁻¹, containing 5, 8, 12 or 15.5% crude lipids. There were significant differences in body weight increase, feed efficiency, protein efficiency, food conversion ratio and specific growth rate ($P < 0.05$), but there was no significant difference in hepatosomatic index and viscerosomatic index ($P > 0.05$).

Whole body lipid significantly increased in fish fed 15.5% lipid diets than fish fed 5, 8, 12 and 15.5% lipid, but there was no significant difference in protein, ash and moisture. Among serum metabolites, only triglyceride showed significant differences among the four dietary lipid levels and in 5% diet was lower than others. In conclusion, diets with 5-8% lipid are able to provide suitable level of lipid for snow trout fingerlings.

Key words: Snow trout, lipid, growth index, blood metabolites.