

تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*, Nikolskii, 1897)

رحیمه خمر^۱، احمد قرایی^{۲*}، مصطفی غفاری^۳، عبدالعلی راهداری^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، پست الکترونیکی: rahimeh_khamar@yahoo.com
- ۲- دانشیار گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، پست الکترونیکی: agharaei551@gmail.com
- ۳- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، پست الکترونیکی: mgmostafaghaffari@gmail.com
- ۴- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، پست الکترونیکی: rahdari57@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۵

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۰

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)، تعداد ۸۴ قطعه بچه ماهی با میانگین وزن اولیه ۱۳/۴۴±۱/۹۷ گرم و طول متوسط اولیه ۱۳/۵±۰/۸ سانتی‌متر با چهار جیره غذایی حاوی مقدار کربوهیدرات و چربی یکسان و میزان پروتئین متفاوت (D_۱ = ۲۵٪، D_۲ = ۳۰٪، D_۳ = ۳۵٪، D_۴ = ۴۰٪) طی مدت ۸ هفته غذایی شدند. بچه ماهیان در چهار تیمار و سه تکرار، در ۱۲ آکوارיום ۵۰ لیتری به‌طور تصادفی رهاسازی شدند. طبق نتایج به‌دست‌آمده بیشترین افزایش وزن بدن (۷/۳۳±۱/۳۵ گرم)، در گروه تیماری D_۱ مشاهده شد، که نسبت به سایر گروه‌های تیماری اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی سفیدک سیستان (چربی، پروتئین و خاکستر) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح متفاوت پروتئین جیره قرار گرفته است (P<۰/۰۵) ولی میزان رطوبت تحت تأثیر جیره‌ها قرار نگرفته است (P>۰/۰۵). یافته‌های این تحقیق مشخص نمود که جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین، جیره مطلوب‌تری جهت دستیابی به شاخص‌های رشد و تغذیه بهینه در بچه ماهیان سفیدک است.

کلمات کلیدی: تغذیه، ضریب تبدیل غذایی، پروتئین جیره، سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*).

۱. مقدمه

بیرقदार، (۱۳۸۵). پروتئین یکی از اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده بدن ماهی است که به‌عنوان یک ماده مغذی با ارزش و گران‌قیمت موردنیاز در جیره در مطالعات تغذیه‌ای الویت بندی شده است (Pillay, 1990). تولید بهینه و اقتصادی ماهی در واحد سطح به

تغذیه ماهی در طول دوره پرورش ۳۰ تا ۷۰٪ هزینه‌های جاری در صنعت آبی‌پروری را به خود اختصاص می‌دهد (ابراهیمی و

نیازهای غذایی و تنظیم جیره اختصاصی این ماهی، تضمین کننده استمرار تکثیر و پرورش آن است. لذا تعیین مقدار بهینه هر یک از مواد غذایی موجود در جیره جهت پرورش این گونه می تواند موجب رشد بهتر آن شود.

در این تحقیق سعی شده است چهار جیره آزمایشی با مقدار پروتئین متفاوت (۲۵٪، ۳۰٪، ۳۵٪ و ۴۰٪) بر این گونه بررسی گردد تا مشخص شود کدام جیره آزمایشی در رشد بهینه و ترکیب لاشه مناسب بچه ماهی انگشت قدی *Schizothorax zarudnyi* موثرتر است.

۲. مواد و روش ها

در آذرماه ۱۳۹۱ تعداد ۸۴ قطعه بچه ماهی سفیدک سیستان از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی و بومی شهرستان زهک (وابسته به اداره کل شیلات سیستان) به آزمایشگاه پژوهشگاه تالاب بین‌المللی هامون دانشگاه زابل منتقل شدند. بچه ماهیان پس از طی دو هفته سازگاری و ضدعفونی، با میانگین وزن اولیه $13/44 \pm 1/97$ گرم و طول متوسط اولیه $13/5 \pm 0/8$ سانتی‌متر در چهار تیمار و سه تکرار به ازای هر تیمار، در مجموع در ۱۲ آکواریوم ۵۰ لیتری و در هر آکواریوم تعداد ۷ قطعه بچه ماهی به طور تصادفی رهاسازی شدند. تغذیه با جیره‌های غذایی آزمایشی به مدت ۸ هفته و روزانه به میزان ۵٪ وزن بدن در سه وعده (صبح، ۱۴ و ۲۰) انجام شد.

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH به صورت روزانه کنترل و ثبت شدند. آب آکواریوم‌ها در طول دوره آزمایش هر روز صبح قبل از شروع غذادهی تعویض و فضولات و غذای خورده نشده به وسیله سیفون خارج شد. میانگین دما، pH و اکسیژن محلول آب در طی دوره آزمایش به ترتیب 19 ± 2 درجه سانتی‌گراد، $7/5 \pm 0/2$ و $7 \pm 0/4$ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص‌های رشد و تغذیه از روابط زیر استفاده شد (کازمی و همکاران، ۱۳۹۱).

وزن نهایی = (مقدار افزایش وزن در طول دوره پرورش) WG^1 (g) وزن اولیه بدن - (g) بدن

شناخت نیازهای غذایی و فن‌های غذادهی وابسته است (Singh et al., 2005). پرورش گونه‌هایی که نیاز به پروتئین کمتری در جیره غذایی دارند، توجه کارشناسان شیلاتی را به خود جلب کرده است. یکی از مهمترین اختلافات بین جیره‌های غذایی گونه‌های ماهیان گرمابی این است که گونه‌های همه چیز خوار (گره ماهی روگامی، کپور معمولی و تیلایا) در مقایسه با گونه‌های گوشت خوار (باس دریایی آسیایی و سیم دریایی)، بیشتر تمایل دارند با جیره‌های حاوی پروتئین کمتر تغذیه گردند (Wilson, 1991). نتایج یافته‌های مطالعات نشان داده است که احتیاجات پروتئینی از جمله پروتئین خام برای ماهیان گوشت‌خوار در دامنه‌ی ۴۰۰ تا ۵۵۰ گرم بر کیلوگرم جیره و برای بیشتر ماهیان گیاه‌خوار و همه‌چیزخوار به میزان ۲۵۰ تا ۳۵۰ گرم پروتئین خام بر کیلوگرم جیره می‌رسد (NRC, 1993).

با وجود اینکه ترکیب کلی پروتئین گونه‌های مختلف ماهی تفاوت زیادی با هم ندارند و میزان ابقاء و نگهداری پروتئین مشابه است (NRC, 1993) احتمالاً این تفاوتها منعکس کننده توانایی گونه‌های مختلف برای هضم و مصرف کربوهیدرات به عنوان انرژی است.

آگاهی از سطح پروتئین بهینه و کافی در رژیم غذایی ماهی علاوه بر آنکه شرایط رشد بهینه آبی را فراهم می‌کند، می‌تواند به‌طور موثر باعث کاهش هزینه تغذیه و افزایش بازده تبدیل غذا شود. بنابراین کاهش هزینه تغذیه در طول دوره پرورش یک عامل کلیدی مهم برای توسعه موفق در آبی‌پروری محسوب می‌شود (Shiau, 1997).

ماهی سفیدک سیستان از گونه‌های بسیار مهم و ارزشمند کپورماهیان است، که در کشور ایران و در منطقه سیستان وجود دارد و در سال‌های اخیر تکثیر مصنوعی آن جهت بازسازی ذخایر طبیعی و نیز معرفی به فعالیت‌های آبی‌پروری انجام شده است (Gharaei et al., 2010). این ماهی به دلیل شباهت‌هایی که با ماهی کپور معمولی از بعضی جهات نظیر رژیم غذایی همه‌چیزخواری، شرایط دمایی نزدیک و کفزی بودن دارد می‌تواند از جیره‌ی این ماهی تغذیه کند (راهداری و عیسی‌زایی، ۱۳۷۹).

با توجه به اینکه اطلاعات کمی در مورد نیازهای غذایی ماهی سفیدک سیستان وجود دارد و تحقیقات قابل‌ملاحظه‌ای در زمینه فرمولاسیون غذا انجام نشده است، برای بازسازی ذخایر این ماهی و همچنین پرورش این گونه با ارزش و بازارپسند، معین نمودن

¹ Weight gain

جدول ۱: اقلام تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی (بر مبنای درصد ماده خشک)

شماره جیره و میزان پروتئین (%)	شماره جیره و میزان پروتئین (%)			
	(۴۰) D _۴	(۳۵) D _۳	(۳۰) D _۲	(۲۵) D _۱
آرد ماهی ^۱	۴۸	۴۱	۳۳	۲۵
آرد سویا	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱
آرد گندم	۲۳	۲۵	۲۶	۲۷
آرد ذرت	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
روغن ماهی	۱	۲/۴	۲/۹	۲/۵
مکمل ^۲	۲	۲	۲	۲
مواد معدنی ^۳	۲	۲	۲	۲
پرکننده (رس)	۰	۲/۶	۸/۱	۱۴/۵

۱) آنالیز شیمیایی پودر ماهی: ۶۵٪ پروتئین، ۱٪ کربوهیدرات، ۸٪ چربی؛ آرد سویا، ۴۴٪ پروتئین، ۳۲٪ کربوهیدرات، ۷/۲٪ چربی؛ آرد گندم: ۱۲٪ پروتئین، ۶۵٪ کربوهیدرات، ۴٪ چربی؛ آرد ذرت: ۹٪ پروتئین، ۷۲٪ کربوهیدرات، ۴٪ چربی
 ۲) هر کیلوگرم شامل: ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰ IU، ویتامین D_۳، ۴۰۰۰۰ IU، ویتامین E ۴۰ گرم؛ ویتامین K_۳ (K-stab) ۲۲ 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} ۲ گرم؛ ویتامین B_{۱۲} ۸ گرم؛ ویتامین C ۶۰ گرم و اینوزیتول ۲۰ گرم.
 ۳) هر کیلوگرم شامل: آهن، ۲۶ گرم؛ روی، ۱۲/۵ گرم؛ سلنیوم، ۲ گرم؛ کبالت، ۴۸۰ میلی‌گرم؛ مس ۴/۲ گرم؛ منگنز، ۱۵/۸ گرم؛ ید، ۱ گرم؛ کولین کلراید، ۱۲ گرم؛ کربنات کلسیم، ۱۹۶ گرم؛ دی کلسیم فسفات، ۹۶ گرم.

۲-۲. آنالیز بیوشیمیایی

آنالیز بیوشیمیایی جیره ماهیان در جدول ۲ بیان شده است. آنالیز بیوشیمیایی جیره ماهیان در پایان دوره آزمایش و جیره‌های غذایی تهیه شده با استفاده از شیوه استاندارد (AOAC, 2005) انجام شد. به این منظور پس از ساخته شدن غذا، چهار نمونه به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف غذا برداشته شد. برای اندازه‌گیری رطوبت مقدار هر نمونه ۵ گرم غذا بود. همچنین، پس از خشک شدن غذا در آون، ۳ گرم نمونه برای اندازه‌گیری چربی، ۰/۵ گرم برای اندازه‌گیری پروتئین و ۳ گرم برای اندازه‌گیری خاکستر برداشته شد. محاسبه پروتئین خام، به وسیله دستگاه کلدال^۹ (مدل Gerhardt ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد. جهت تبدیل میزان نیتروژن به پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده شد. اندازه‌گیری چربی خام با استفاده از دستگاه سوکسله^{۱۰} (مدل Gerhardt ساخت کشور آلمان) محاسبه گردید. به طوری که نمونه‌ها در دستگاه سوکسله به مدت ۴ ساعت و در معرض حلال بنزن حرارت داده شدند و میزان چربی نمونه‌ها به دست آمد (AOAC, 2005). جهت سنجش رطوبت از دستگاه آون استفاده شد. نمونه‌ها به مدت ۱۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۵°C تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک شدند. برای سنجش خاکستر از خاکستر کردن به روش خشک استفاده شد.

^۹ Kjeldahl
^{۱۰} Soxhlet

وزن - (g) وزن نهایی] $\times 100 =$ (افزایش وزن نسبی) WGR^۱
 [(g) وزن اولیه / (g) وزن اولیه]
 وزن - (g) وزن نهایی = (میانگین افزایش وزن روزانه) ADG^۲
 دوره پرورش (روز) / $\times 100 =$ (g) اولیه
 وزن Ln - (g) وزن نهایی بدن Ln = (نرخ رشد ویژه) SGR^۳
 طول دوره پرورش (روز) / $\times 100 =$ (g) اولیه بدن
 (g) / میزان غذای مصرف شده = (ضریب تبدیل غذایی) FCR^۴
 (g) میزان افزایش وزن
 (g) / میزان افزایش وزن = (نرخ بازدهی غذایی) FER^۵
 (غذای مصرفی)
 مقدار (g) / میزان افزایش وزن = (نرخ بازدهی پروتئین) PER^۶
 (g) پروتئین مصرف شده
 - پروتئین نهایی بدن] $\times 100 =$ (مصرف پروتئین خالص) ANPU^۷
 (g) (Meyer and Fracalossi, 2004) مقدار پروتئین مصرف شده / [پروتئین اولیه بدن

۲-۱. جیره‌های غذایی آزمایشی

اجزای غذایی جیره‌های غذایی آزمایشی در جدول ۱ بیان شده است. فرمولاسیون جیره‌ها توسط نرم‌افزار جیره نویسی لیندو انجام شد (Lindo, 1994). چهار جیره با سطوح متفاوت پروتئینی ۲۵٪، ۳۰٪، ۳۵٪ و ۴۰٪ تهیه شد. جهت تهیه پلت^۸ غذایی، مواد اولیه ابتدا با آسیاب برقی کاملاً آرد و با هم مخلوط شدند، سپس با اضافه کردن آب به شکل خمیر در آمده، خمیر حاصله جهت افزایش قابلیت هضم تحت فشار و بخار در اتوکلاو به مدت ۲۰ دقیقه بخارپز شد. پس از سرد شدن روغن، ویتامین‌ها و مواد معدنی به خمیر اضافه شد و خمیر حاصله یک بار دیگر به مدت ده دقیقه به وسیله دستگاه همزن کاملاً مخلوط و همگن شد. برای پلت کردن جیره‌ها هم از چرخ گوشت با خروجی یک میلی‌متر استفاده شد. پلت‌ها پس از خشک شدن در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت، خرد شده و در ظروف سربسته و در دمای ۲۰°C- زمان مصرف نگهداری شدند.

^۱ Weight gain rate
^۲ Average daily growth
^۳ Specific growth rate
^۴ Feed conversion ratio
^۵ Food efficiency ratio
^۶ Protein efficiency ratio
^۷ Apparent net protein utilization
^۸ Pellet

به طوری که نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تا زمان به دست آمدن رنگ خاکستری روشن قرار داده شد و در پایان میزان خاکستر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

جدول ۲: آنالیز بیوشیمیایی جیره‌های غذایی

شماره جیره	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴
پروتئین (%)	۲۵/۹۷	۳۰/۳۰	۳۴/۶۸	۳۸/۸۸
ماده خشک (%)	۸۹/۲	۹۰/۸	۹۰/۲	۹۱/۹
چربی (%)	۷/۴	۷/۷	۸	۷/۲
خاکستر (%)	۲۳/۶	۲۱	۱۹	۱۸/۱
کربوهیدرات (%)	۲۲/۲۳	۳۱/۸	۲۸/۵۲	۲۷/۷۲
انرژی ^۱ (کیلوکالری بر گرم)	۲/۹۹	۳/۱۶	۳/۲۴	۳/۳۱

۱) پروتئین ۴ Kcal/g، کربوهیدرات ۴ Kcal/g، چربی ۹ Kcal/g

۳-۲. تحلیل داده‌ها

جهت بررسی داده‌ها ابتدا نرمال بودن آن‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ بررسی شد. سپس جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA (One way) استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن، به کمک پس آزمون توکی^۲ در سطح کمتر از ۵ درصد مقایسات چندگانه صورت گرفت. آزمون‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS، نسخه ۱۶ انجام شد.

۳. نتایج

در پایان دوره ۸ هفته‌ای تغذیه، نتایج آنالیز آماری نشان داد افزایش سطوح پروتئین در این دوره غذایی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد نداشت. اما باعث تغییرات معنی‌داری روی ترکیبات لاشه شد. اثرات سطوح مختلف پروتئین جیره بر کارایی رشد، غذا و پروتئین در جدول ۳ نشان داده شده است. نرخ بقاء در کلیه بچه ماهیان تحت تیمار با جیره‌های مختلف در پایان دوره پرورش ۱۰۰٪ تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد با افزایش میزان پروتئین جیره از ۲۵٪ در تیمار D_۱ به ۴۰٪ در تیمار D_۴ شاخص‌های رشد و تغذیه شامل وزن نهایی، افزایش وزن بدن (WG)، نرخ افزایش وزن روزانه (ADG)، نرخ کارایی غذا (FER) و افزایش وزن نسبی (WGR)، نرخ رشد ویژه (SGR) دارای اختلاف معنی‌داری نیستند، اما ماهیان تغذیه شده با جیره ۲۵٪

^۱ Kolmogorov-smirnov

^۲ Tukey test

پروتئین نسبت به سایر تیمارها عملکرد رشد و تغذیه بهتری را نشان دادند. بیشترین میزان نرخ بازدهی پروتئین در تیمار D_۱ با مقدار پروتئین ۲۵٪، مشاهده شد و کمترین میزان آن در تیمار D_۴ که با مقدار پروتئین ۴۰٪ تغذیه شدند، مشاهده شد که نسبت به سایر گروه‌های تیماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). کمترین ضریب تبدیل غذایی (FCR) در گروه تیماری تغذیه شده با مقدار پروتئین ۳۵٪ مشاهده شد، اما اختلاف معنی‌داری با سایر گروه‌های تیماری ۲۵٪، ۳۰٪ و ۴۰٪ نداشت ($P > 0.05$). بالاترین میزان مصرف پروتئین خالص (ANPU) در تیمار تغذیه شده با ۲۵٪ پروتئین جیره گزارش شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌های تیماری داشت ($P < 0.05$) و کمترین مقدار آن برای ماهیان تغذیه شده با مقدار پروتئین ۳۵٪ ثبت شد.

جدول ۳: مقایسه کارایی رشد، جیره غذایی و پروتئین در بچه ماهیان سفیدک سیستان (Schizothorax zarudnyi) تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره

تیمار	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴
پروتئین (%)	۲۵٪	۳۰٪	۳۵٪	۴۰٪
نرخ بقاء (%)	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪
وزن اولیه (g)	۱۵۰/۷±۰/۱۳	۱۵۰/۸±۰/۵۲	۱۳۸/۸±۰/۱۳	۱۴۰/۸۹±۰/۱۳
وزن نهایی (g)	۲۲/۴±۱/۲۶	۲۱/۹۱±۱/۰۲	۲۰/۳±۱/۷۸	۱۹/۹۷±۰/۸۸
مقدار افزایش وزن در طول دوره پرورش (g)	۷/۳۳±۱/۳۵	۶/۸۳±۱/۲۱	۶/۴۹±۰/۳۵	۵/۰۸±۰/۷۵
افزایش وزن نسبی (g)	۰/۴۸±۰/۰۹	۰/۴۵±۰/۰۹	۰/۴۷±۰/۰۱	۰/۳۳±۰/۰۵
میانگین افزایش وزن روزانه (g)	۰/۱۲±۰/۰۲	۰/۱۱±۰/۰۲	۰/۱۱±۰/۰۰	۰/۰۸±۰/۰۱
نرخ رشد ویژه	۰/۶۸±۰/۱۱	۰/۶۳±۰/۱۰	۰/۶۴±۰/۱۱	۰/۴۸±۰/۰۶
ضریب تبدیل غذایی	۴/۷۹±۰/۷۰	۵/۰۳±۰/۷۸	۴/۶۵±۰/۴۹	۴/۷۰±۰/۵۰
نرخ بازدهی پروتئین	۰/۱۱±۰/۰۳ ^a	۰/۰۹±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۹±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۷±۰/۰۰ ^b
نرخ بازدهی غذایی	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۰۳±۰/۰۰
مصرف پروتئین خالص	۰/۰۳±۰/۰۰ ^a	۰/۰۳±۰/۰۰ ^b	۰/۰۰±۰/۰۰ ^c	۰/۰۲±۰/۰۰ ^b

داده‌ها (میانگین ± انحراف معیار) برای سه تکرار در هر تیمار هستند. حروف غیر یکسان در یک ردیف، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

آنالیز بیوشیمیایی لاشه در پایان دوره آزمایش نشان داد که سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر میزان رطوبت لاشه بچه ماهی سفیدک سیستان تاثیری نداشت. اما میزان خاکستر، چربی و پروتئین لاشه در بین گروه‌های تیماری مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. بالاترین مقدار خاکستر لاشه در گروه تیماری D_۲ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به خاکستر ماهی‌های اولیه و گروه تیماری D_۱ داشت ($P < 0.05$). در مورد چربی، بالاترین مقدار چربی لاشه ماهیان در گروه‌های تیماری D_۱ و D_۲ جیره مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به چربی ماهی‌های اولیه نداشتند. اما با گروه‌های تیماری D_۳ و D_۴

Marammazi و Kahkesh (۲۰۱۱) با بررسی بچه ماهی شیربت (*Barbus gripus*) دریافتند که مقدار بهینه پروتئین جیره غذایی برای دستیابی به حداکثر رشد و بازده غذا در این گونه ۲۵٪ تا ۳۰٪ است و ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی پروتئین بالاتر از ۳۰٪، کاهش رشد و بازده غذا را نشان دادند. کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثرات نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره غذایی بر کارایی رشد و تغذیه در ماهی بنی جوان (*Barbus sharpeyi*)، مطلوب‌ترین نسبت پروتئین، کربوهیدرات و چربی را جهت دستیابی به رشد و تغذیه بهینه در بچه ماهیان بنی به ترتیب ۲۵٪ پروتئین، ۳۸ تا ۴۲٪ کربوهیدرات و ۸ تا ۱۰٪ چربی گزارش کردند. بسیاری از نویسندگان گزارش داده‌اند افزایش در میزان پروتئین جیره تا سطح بهینه در گونه‌های همه‌چیزخوار منجر به افزایش رشد مطلوب می‌شود، اما بیشتر از این میزان نه‌تنها منجر به افزایش رشد نمی‌شود بلکه ممکن است رشد را کاهش دهد (Gunasekara et al., 2000; Kim and Lall, 2001; Yang et al., 2002). برآورد پروتئین موردنیاز برای برخی گونه‌های همه‌چیزخوار از جمله کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ۳۰٪ تا ۳۵٪ (Webster and Lim, 2002)، برای گربه‌ماهی روگامی (*Ictalurus punctatus*) ۲۸٪ تا ۳۲٪ (Robinson et al., 2000)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) ۳۰٪ تا ۴۰٪ (Du et al., 2005)، برای گربه‌ماهی آمریکای جنوبی (*Rhamdia quelen*) ۳۲٪ تا ۳۷٪ (Fracalossi, 2004)، ماهی روهو (*Labeo rohita*) و ماهی مریگال (*Cirrhinus mrigala*) به میزان ۳۵٪ پروتئین در جیره است (Afzalkhan et al., 2003; Mishra and Samantary, 2004).

در نتایج مختلف حاصل شده از FCR اختلاف معنی‌داری در هیچ‌یک از این تیمارها مشاهده نشده است ($P > 0.05$). کاظمی و همکاران (۱۳۹۱)، FCR به‌دست‌آمده در ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) که با جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین، ۳۸٪ کربوهیدرات و ۸/۵٪ چربی، تغذیه‌شده بود را ۲/۷ گزارش نمودند. با توجه به میزان پروتئین، چربی، کربوهیدرات و انرژی جیره‌های غذایی، در این تحقیق ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری پیش‌بینی می‌شد. یکی از دلایل بالا بودن FCR، احتمالاً شرایط محیطی آکواریوم‌ها بوده است که شرایط محیطی دشوارتری را نسبت به شرایط استخرخاکی برای این گونه حساس ایجاد می‌کند. دلیل دیگر تغییر فصل پرورش از جمله دمای نسبتاً پایین آب است.

اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). مقدار پروتئین لاشه ماهیان تحت تیمار با افزایش میزان پروتئین جیره از ۲۵٪ تا ۳۵٪ روند صعودی را نشان داد، به‌طوری‌که بالاترین مقدار آن برای گروه تیماری D_۳ مشاهده شد که در مقایسه با پروتئین‌های اولیه اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) اما با سایر گروه‌های تیماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۴: آنالیز بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی میزان پروتئین متفاوت

تیمار	ماهی اولیه	D _۱	D _۲	D _۳	D _۴
رطوبت(%)	۷۳/۶۷±۰/۰۰	۷۳/۶۷±۰/۰۰	۷۳/۶۷±۰/۰۰	۷۳/۶۷±۰/۰۰	۷۳/۶۷±۰/۰۱
پروتئین(%)	۶۸/۷۳±۰/۳۵ ^a	۶۶/۹۷±۰/۲۱ ^b	۶۷/۴۱±۰/۱۴ ^b	۶۹/۴۳±۰/۰۰ ^a	۶۶/۶۷±۰/۳ ^b
چربی(%)	۲۱/۳۶±۰/۰۱ ^{ab}	۲۳/۰۰±۰/۰۱ ^a	۲۱/۶۷±۰/۰۲ ^{ab}	۱۷/۰۰±۰/۰۱ ^b	۱۹/۰۰±۰/۰۱ ^c
خاکستر(%)	۶/۴۶±۰/۱۱ ^b	۶/۵۳±۰/۱۱ ^b	۷/۷۵±۰/۱۰ ^a	۷/۳۳±۰/۱۰ ^{ab}	۷/۸۳±۰/۴۷ ^{ab}
کربوهیدرات(%)	۱/۰۶±۰/۰۰	۰/۹±۰/۰۰	۰/۹±۰/۰۰	۱/۳±۰/۰۰	۱/۵±۰/۰۰

داده‌های دارای حروف غیرمشابه در یک ردیف، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پروتئین جیره مهم‌ترین عامل مؤثر بر رشد ماهی و هزینه غذا است (Lee and kim, 2005). وجود مقدار مناسب کربوهیدرات و چربی به‌عنوان منابع انرژی غیر پروتئینی در جیره، باعث می‌شود که در مصرف پروتئین صرفه‌جویی شود (Nankervis et al., 2000). با توجه به مطالعات انجام شده، تعیین مقدار مورد نیاز پروتئین در جیره ماهی پیچیده است، چرا که میزان پروتئین به طور قابل توجهی تحت تاثیر اجزای جیره و شرایط آزمایشی است. همچنین عواملی محیطی از قبیل دما، شوری، سن ماهی، اندازه و غیره نیز می‌تواند بر پروتئین مورد نیاز در تغذیه اثر بگذارد (Cowey, 1979). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کارایی رشد (SGR, ADG, WGR و WG) و برخی شاخص‌های تغذیه (FCR و FER) به وسیله سطوح مختلف پروتئین جیره در بچه ماهی سفیدک سیستان به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نگرفتند. اما شاخص‌های دیگر تغذیه از جمله (ANPU و PER) به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره قرار گرفتند. تحقیق حاضر، نشان داد که افزایش مقدار پروتئین جیره از سطح ۲۵٪ به مقادیر بالاتر، تاثیری در افزایش وزن این‌گونه نداشت. این می‌تواند به این دلیل باشد که این‌گونه توانایی قابل‌ملاحظه‌ای در استفاده از کربوهیدرات و چربی به‌عنوان منبع انرژی غیرپروتئینی دارد. این روند در گونه‌های مشابه نیز به‌دست‌آمده است.

در تیمار ۳۵٪ در مقایسه با لاشه اولیه کاهش پیدا کرد که این نتیجه معنی‌دار نبود. اما میزان خاکستر، چربی و پروتئین لاشه تحت تاثیر قرار گرفت.

طبق این یافته‌ها، بالاترین مقدار پروتئین لاشه در تیمار ۳۵٪ پروتئین و کمترین مقدار آن در تیمار ۴۰٪ پروتئین به دست آمد. افزایش مقدار پروتئین لاشه با افزایش میزان پروتئین جیره تا سطح ۳۵٪ می‌تواند به دلیل افزایش در مصرف پروتئین و افزایش قابلیت هضم و جذب آن باشد. بنابراین ماهیان همه‌چیزخوار برخلاف ماهیان گوشت‌خوار افزایش مقدار پروتئین جیره را به شکل موثری جهت رشد و بهبود ترکیب لاشه استفاده نمی‌کنند، بلکه مازاد آن به شکل چربی و انرژی تبدیل می‌شود. در نتیجه کاهش پروتئین لاشه در سطح بالاتر از ۳۵٪ پروتئین جیره می‌تواند به دلیل کاهش در مصرف پروتئین، کاهش قابلیت جذب آن و یا تبدیل پروتئین مازاد به چربی باشد. مشابه با این یافته‌ها نویریان و همکاران (۱۳۸۳) بالاترین مقدار پروتئین لاشه را در بچه ماهی سفید خزر (*Rutilus frisii kutum*) تغذیه شده با ۳۵٪ پروتئین گزارش دادند.

بالاترین مقدار چربی لاشه در گروه‌های تیماری ۲۵٪ و ۳۰٪ پروتئین جیره مشاهده شد که با سایر گروه‌های تیماری اختلاف معنی‌داری داشته‌اند. اما بر اساس یافته‌های این تحقیق ارتباط خاصی بین مقدار پروتئین و چربی جیره وجود نداشت. به طوریکه در گروه تیماری ۴۰٪ پروتئین جیره مقدار چربی لاشه افزایش یافت. Mohammad و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی روی ماهی تیلایای نیل (*Oreochromis niloticus*) بالاترین مقدار چربی لاشه را در ماهیان تغذیه شده با ۲۵٪ پروتئین، و کمترین مقدار چربی لاشه برای ماهیان تغذیه شده با ۳۵٪ و ۴۵٪ پروتئین جیره گزارش کردند.

یافته‌های این تحقیق نشان داد که این گونه توانایی استفاده از جیره‌های با میزان پروتئین پایین را دارد. به طوری‌که میزان بالاتر پروتئین جیره تاثیری در افزایش یا کاهش رشد و همچنین بهبود ترکیب لاشه نداشته است. بر اساس یافته‌های این تحقیق، تیمار ۳۵٪ پروتئین جیره، می‌تواند در بهبود ترکیب لاشه موثر باشد، اما با توجه به مشاهدات عینی در طول دوره آزمایش، میزان تغذیه و اشتهای ماهی‌ها و در نتیجه رشد، در تیمارهای ۲۵٪ و ۳۰٪، بسیار بالاتر از تیمارهای ۳۵٪ و ۴۰٪ پروتئین بوده است. بنابراین این گونه بیشتر متمایل به همه چیز خواری و کربوهیدرات خواری است و افزایش پروتئین جیره در تغذیه این گونه عملکرد

بیشترین ضریب کارایی پروتئین PER در این مطالعه در جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین مشاهده شد که می‌توان نتیجه گرفت پروتئین موجود در جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین، بیشتر صرف رشد و سنتز بافت‌های جدید شده است و از کربوهیدرات جیره جهت متابولیسم و انرژی موردنیاز استفاده شده است. این نتایج با یافته‌های Marammazi و Kahkesh (۲۰۱۱) در خصوص بررسی ماهی شیربت (*Barbus gripus*) همخوانی دارد، به طوری‌که بهترین مقدار PER در ماهیان شیربت تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین گزارش شده است. نویریان و همکاران (۱۳۸۳) با بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد بچه ماهی سفید خزر (*Rutilus frisii kutum*) نشان دادند که با افزایش میزان پروتئین جیره تا سطح ۳۵٪، افزایش وزن، درصد رشد نسبی، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازدهی پروتئین بهبود یافته است. شبیه به این روند برای ANPU نیز گزارش شده است. بیشترین مقدار مصرف پروتئین خالص ANPU در این مطالعه در جیره حاوی ۲۵٪ پروتئین مشاهده شد. Shearer (1994) گزارش داده است که دو عامل درونی از جمله اندازه ماهی و جنس آن و عوامل بیرونی مانند ترکیب جیره غذایی و نوع مواد تشکیل‌دهنده موجود در آن و همچنین محیط پرورشی (فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی) می‌تواند بر میزان مصرف پروتئین و ترکیب بدن ماهی تاثیرگذار باشد. Zhou و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثرات مواد تشکیل‌دهنده جیره و قابلیت هضمشان در ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) دریافتند کیفیت پودر ماهی بکار رفته در جیره و انواع اسیدآمین‌های موجود در آن، همچنین میزان بالای پروتئین موجود در پودر ماهی و دیگر مواد تشکیل‌دهنده در جیره مانند منبع مناسب کربوهیدرات و نوع چربی به کار رفته از جمله روغن ماهی می‌تواند به طور معنی‌داری باعث افزایش قابلیت هضم و مصرف بهینه پروتئین، در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی مقدار پروتئین پایین شود. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین مذکور برای گونه‌های مشابه با گونه تحقیق حاضر می‌توان اذعان داشت که از عوامل مهم افزایش ANPU در ماهیان تغذیه شده با جیره‌ی ۲۵٪ پروتئین، می‌تواند مرغوبیت پودر ماهی و ترکیب تقریبی جیره در تحقیق حاضر باشد.

آنالیز بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک سیستان در پایان دوره آزمایش نشان داد که سطوح مختلف پروتئین جیره، تاثیر معنی‌داری بر میزان رطوبت لاشه در مقایسه با لاشه اولیه ماهی نداشته است. به طوریکه با افزایش پروتئین جیره مقدار رطوبت

2003. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals partial or total replacement of fish meal with soybean meal. *Aquaculture Nutrition*, 9: 391-396.
- AOAC., 2005. Official methods of analysis. (18th Ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical chemist International.
- Cowey, C.B.; Sargent, J.R., 1979. Nutrition. Fish Physiology: Bioenergetics and Growth. New York, London.
- 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: 130-146.
- Ebester, C.D.; Lim, C.E., 2002. nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture, CABI publishing.
- Gharaei, A.; Rahdari, A.; Ghaffari, M., 2010. *Schizothorax zarudnyi* as a potential species for aquaculture. Conference on farming the waters for people and food. September 22-25, Thailand.
- Gunasekera, R.M.; De Silva, S.S.; Collins, R.A.; Gooley, G.; Ingram, B.A., 2000. Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell). *Aquaculture*, 31: 181-187.
- Kim, J.D.; Lall, S.P., 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture*, 195: 311-319.
- Lee, S.M.; 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.
- Marammazi, J.G.; Kahkesh, F., 2011. Effects of dietary protein and energy levels on growth performance feed

بهتری بر رشد و ترکیب لاشه در سطوح بالاتر پروتئین جیره نخواهد داشت. بنابراین بهتر است در تهیه جیره غذایی این گونه از میزان پروتئین کمتری استفاده شود که می‌تواند در کاهش هزینه جیره و پرورش اقتصادی آن بسیار تاثیرگذار باشد. با توجه به اینکه در این تحقیق سطح ۲۵٪ پروتئین جیره نسبت به سایر سطوح، جهت دستیابی به شاخص‌های رشد (ADG، SGR، WGR و WG)، تغذیه (FER، PER، ANPU و FCR) و ترکیب لاشه سطح بهینه‌تری می‌تواند باشد، می‌توان نتیجه گرفت در این تحقیق بهترین مقدار پروتئین جیره، جهت دستیابی به شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه در بچه ماهیان سفیدک سیستان، میزان ۲۵٪ پروتئین است.

۵. سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از امکانات و تجهیزات آزمایشگاه شیلات در پژوهشکده تالاب هامون وابسته به دانشگاه زابل انجام شده است. که بدین‌وسیله از زحمات مسوولین این مرکز و کارکنان مرکز تکثیر و پرورش زهک تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

- ابراهیمی، ع.؛ بیرقدار، ا.، ۱۳۸۵. تغذیه و نیازهای غذایی ماهیان در آبی‌پروری (با تاکید بر گونه‌های قابل پرورش در ایران) (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، صفحات ۱ - ۴۶.
- راهداری، ع.؛ عیسی زایی، ن.، ۱۳۷۹. شناسایی ماهیان منطقه سیستان. پایان نامه دوره کارشناسی رشته مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ۶۷ صفحه.
- کاظمی، م.؛ مرمضی، ج.؛ کوچنین، پ.؛ یآوری، و.؛ رجب زاده قطرمی، ا.، ۱۳۹۱. تاثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره غذایی، بر کارایی رشد و تغذیه در ماهی بنی جوان (*Barbus sharpeyi*)، نشریه اقیانوس‌شناسی، شماره ۹، صفحات ۴۷ - ۵۴.
- نویریان، ح.؛ مصطفی زاده، س.؛ طلوعی، م.، ۱۳۸۳. بررسی تاثیرات سطوح پروتئین بر روی معیارهای شاخص رشد بچه‌ماهیان سفید خزر (*Rutilus frisii kutum*). دانشکده منابع طبیعی گیلان، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۸، صفحات ۶۱ - ۶۸.
- Afzalkhan, M.; Jafari, A.K.; Chadha, N.K.; Usmani, N.,

- and animal protein for pond-raised channel catfish, *Ictalurus punctatus*, Fed to satiation or at a restricted rate. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31: 503-510.
- Shearer, K.D., 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119: 63-88.
- Shiau, S.Y.; Lan, C.W., 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259-266.
- Singh, P.K.; Gaur, S.R.; Barik, P.; Sulochana, S.; Singh, S., 2005. Effect of protein levels on growth and digestibility in the Indian Major Carp, *Labeo rohita* (Hamilton) Using Slaughter House Waste as the Protein Source. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7: 939-941.
- Wilson, R.P., 1991. Handbook of nutrient requirement of finfish. CRC Press, London, UK, 196 PP.
- Yang, S.D.; Liou, G.H.; Liu, F.G., 2002. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile Silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, 213: 363-372.
- Zhou, Q.C.; Tan, B.P.; Mai, K.S.; Liu, Y.J., 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 241: 441-451.
- utilization and body composition of juvenile shirbot *Barbus grypus*, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(3): 461-474.
- Meyer, G.; Fracalossi, D.M., 2004. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, 240: 341-343.
- Mishra, K.; Samantary, K., 2004. Interacting effects of dietary lipid and temperature on growth, body composition and fatty acid profile of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture Nutrition*, 10: 359-369.
- Mohammad, H.; Ahmad, A.T.; Yassir, A.E., 2000. Effect of dietary protein levels on growth performance and Protein utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) With Different initial body weights. *Sharkia*, 249-263.
- Nankervis, L.; Matthews, S.J., 2000. Effect of dietary non-protein energy source on growth and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 191: 323-335.
- NRC., 1993. Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. National Academic Press, Washington, DC, USA.
- Pillay, T.V.R., 1990. *Aquaculture: Principles and practices*, Fishing News Book. Blackwell Scientific Publications, Ltd., Oxford, UK, 575 pp.
- Robinson, E.H.; Li, M.H.; Manning, B.B., 2000. Evaluation of various concentrations of dietary protein