تغـذیه آبزیـان
سال چهارم، شماره اول،
بهار و تابستان ۱۳۹۷

تأثیر نسبت‌های مختلف پروتئین خام به انرژی جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه بچه ماهیان بستر (Bester)

احمد مفتاح جوکندان[۱]، احمد قرایی[۲*]، جواد میردار هریجانی[۱]، مصطفی یوسف الهی[۳]
۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان
۳- گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۶

چکیده
هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف پروتئین خام به انرژی جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه ماهیان بستر می‌باشد. بدین منظور، ۱۸۰ قطعه بچه ماهی بستر با میانگین وزن و طول به ترتیب، ۱۳/۳۷ ± ۳۵۸/۴ گرم و ۲/۳۰ ± ۴۷/۳۸ سانتیمتر در سه تیمار (۶۰ قطعه در هر تیمار) با سه تکرار اختصاص داده شدند. ماهیان با تیمارهای آزمایشی D_1، D_2 و D_3 به ترتیب حاوی ۳۱/۶۷، ۳۵/۵۴ و ۴۰/۸۶ درصد پروتئین خام و ۴۳۷۷، ۴۸۰۰ و ۵۳۴۴ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی به مدت هشت هفته و روزانه به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن تغذیه شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی D_2 و D_3 نسبت به D_1 افزایش وزن، شاخص وضعیت، ضریب رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، پروتئین تولید شده بیشتر و ضریب تبدیل غذایی کمتر را نشان دادند ($P<0/05$). مقایسه ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان مورد آزمایش نیز تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها نشان داد ($P<0/05$). به طوری که بیشترین رطوبت، چربی و خاکستر لاشه در تیمار D_2 و بیشترین پروتئین خام لاشه در تیمار D_3 به دست آمد ($P<0/05$). با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق جیره حاوی ۳۵/۵۴ درصد پروتئین خام و ۴۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی نسبت به سایر جیره‌های مورد آزمایش جهت تغذیه بچه ماهیان اقتصادی‌تر و ارجح‌تر می‌باشد.

کلمات کلیدی: ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، کارآیی پروتئین، مواد مغذی جیره، بستر

* نویسنده مسئول: agharaei551@uoz.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تاسماهیان یا ماهیان خاویاری به دلیل نرخ رشد بالا و اندازه بزرگشان و همچنین سازگاری بالا با محیط پرورش و غذای دستی به عنوان گونه‌های بالقوه در آبزی‌پروری در سراسر جهان به شمار می‌روند (Bronzi et al. 2011). امروزه ذخایر این ماهیان به دلایل مختلف از جمله صید غیرمجاز، عدم حفاظت، تخریب زیستگاه‌های طبیعی تخم‌ریزی و آلودگی به شدت کاهش یافته و در فهرست گونه‌های در معرض خطر انقراض قرار گرفتـه است. از این‌رو پرورش تاسماهیان تنها راه حفظ این ذخایر ارزشمند شیلاتی است (سیدحسنی و همکاران، ۱۳۹۲). با وجود توسعه پرورش ماهیان خاویاری در بسیاری از نقاط جهان، اطلاعات موجود در مورد نیازهای غذایی تاسماهیان بخصوص نیاز پروتئینی دورگه‌های حاصل از این ماهیان بسیار اندک است (Guo et al. 2012). در سال‌های گذشته مطالعاتی نیز در خصوص تغذیه گونه‌های مختلف تاسماهیان انجام گرفته و نسبت‌هایی از پروتئین و انرژی نیز برای آن‌ها پیشنهاد شده است. از آن جمله کبیر و همکاران (۱۳۹۱) پروتئین ۳۵ درصد و انرژی ۵۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برای فیل‌ماهی (*Huso huso*)، Guo و همکاران (۲۰۱۲) پروتئین ۳۴۰ تا ۳۷۰ گرم در کیلوگرم جیره را برای دورگه حاصل از تاسماهی سیبری ماده (*Acipenser baerii*) و تاسماهی روسی نر (*Acipenser gueldenstaedtii*) و Mohseni و همکاران (۲۰۱۳) پروتئین و نسبت پروتئین به انرژی مورد نیاز را برای تاسماهی ایرانی زیر یک سال (*Acipenser persicus*) به ترتیب ۴۰ درصد و ۲۲ میلی‌گرم در کیلوژول پیشنهاد دادند. تعیین نیاز پروتئینی برای به دست آوردن بیشترین رشد اولین گام در رسیدن به یک غذای کم هزینه و مؤثر در رشد آبزیان است (سیدحسنی و همکاران، ۱۳۹۲). پروتئین اضافی جیره به عنوان منبع انرژی مصرف شده و مازاد بر آن به صورت نیتروژن دفع می‌شود که منجر به افزایش هزینه تولید، افزایش آمونیاک در محیط پرورش و کاهش رشد خواهد شد (Abdel-Tawwab et al. 2010). عامل دیگر در مصرف بهینه پروتئین، سطوح انرژی جیره است. وجود انرژی کافی در جیره غذایی ماهی‌ها بسیار مهم است و کم و زیاد بودن آن از حد نیاز منجر به کاهش رشد ماهی می‌شود. زیرا در درجه اول لازم است انرژی مورد نیاز برای نگهداری موجود و همچنین، انجام فعالیت‌های ارادی تأمین شود تا مازاد بر آن صرف رشد ماهی گردد (Mohseni et al. 2013). بستر، هیبرید بین فیل‌ماهی ماده با استرلیاد نر (*Acipenser ruthenus*) می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۵۲ توسط Nikolyukin در روسیه تولید شد. به دلیل رشد مناسب‌تر نسبت به استرلیاد و رسیدگی جنسی سریع‌تر نسبت به فیل ماهی، توانایی زیستن در آب شیرین، قابلیت سازش با غذای دستی و سرعت رشد بالا هم اکنون یکی از گزینه‌های اصلی پرورش تاسماهیان در جهان به شمار می‌آید (برادران نویری و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین انجام این تحقیق جهت پرورش اقتصادی ماهی دورگه بستر به منظور تولید گوشت و کاهش فشار بر ذخایر طبیعی تاسماهیان به عنوان گونه‌های در حال انقراض، ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از این تحقیق تعیین نسبت بهینه پروتئین خام به انرژی جیره جهت افزایش عملکرد بچه‌ماهیان بستر و کاهش هزینه‌های جیره با توجه به گران بودن منابع پروتئینی جیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در کارگاه پرورش ماهیان خاویاری مروارید قروق تالش صورت گرفت. بدین منظور، ۱۸۰ عدد بچه ماهـی بسـتـر با میانگـین وزن و طـول به ترتیب، ۱۳/۳۷ ± ۳۵۸/۴ گرم و ۲/۳۰ ± ۴۷/۳۸ سانتیمتر، در سه تیمار و سه تکرار به ازای هر تیمار اختصاص داده شدند. ماهیان با تیمارهای آزمایشی D_1، D_2 و D_3 به ترتیب حاوی ۳۱/۶۷، ۳۵/۵۴ و ۴۰/۸۶ درصد پروتئین خام و ۴۳۷۷، ۴۸۰۰ و ۵۳۴۴ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی به مدت هشت هفته و روزانه به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن در دو وعده (۹ صبح و ۵ بعدازظهر) تغذیه شدند (کبیر و همکاران، ۱۳۹۱). در طی این مدت هوادهی به طور مداوم ادامه داشت تا ماهیان دچار کمبود اکسیژن نشوند. برای تهیه جیره‌های غذایی، ابتدا مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت هر یک از جیره‌های غذایی با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. پس از مخلوط کردن مواد خشک توسط همزن برقی افزودن تدریجی روغن‌های گیاهی و جانوری به همراه مقداری آب صورت گرفت. سپس، مخلوط به دست آمده به کمک چرخ‌گوشت صنعتی به صورت پلت‌هایی با قطر چهار میلیمتر در آمد. پلت‌ها پس از خشک شدن در دستگاه خشک کن و

Archive of SID

www.SID.ir

رسیدن رطوبت آن به کمتر از ۱۰ درصد، خرد شده و در ظروف سر بسته و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان مصرف نگهداری شدند (ابراهیمی درچه و زارع، ۱۳۹۰).

اجزاء و ترکیبات جیره‌های غذایی آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اجزاء و ترکیبات جیره‌های غذایی (درصد).

ترکیبات / تیمار*	D_1	D_2	D_3
آرد ماهی	۳۵	۴۹	۶۱
پودر سویا	۱۵	۱۰	۸
آرد ذرت	۱۶	۱۳	۵
آرد گندم	۱۴	۱۰	۸
سبوس گندم	۱۳	۱۰	۵
روغن ماهی	۰/۵	۱	۳/۵
روغن ذرت	۰/۵	۱	۳/۵
ملاس	۱	۱	۱
مکمل معدنی** و ویتامینی***	۲/۹	۲/۹	۲/۹
همبند	۱/۸	۱/۸	۱/۸
ضد قارچ	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

* D۱، D۲ و D۳ به ترتیب جیرها های حاوی ۳۱/۶۷، ۳۵/۵۴ و ۴۰/۸۶ درصد پروتئین خام و ۴۳۷۷، ۴۸۰۰ و ۵۳۴۴ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی

**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.

***هر کیلوگرم شامل: ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰۰ IU؛ ویتامین D_3 ، ۴۰۰۰۰۰ IU؛ ویتامین E ۴۰ گرم؛ ویتامین K_3 (K-stab) ۲گرم؛ ویتامین B_1 ۶ گرم؛ ویتامین B_2 ۸ گرم؛ نیاسین ۴۰ گرم، کلسیم B ۱۲ گرم، ویتامین B_6 ۴ گرم، ویتامین B_9 ۲ گرم، ویتامین B_{12} ۸گرم، H_2 ۲۴۰ میلی‌گرم، ویتامین C ۶۰ گرم و اینوزیتول ۲۰ گرم.

در طول دوره آزمایش نیز ماهیان هر دو هفته یک بار بیومتری می‌شدند و میزان غذای مورد نیاز برای هر گروه آزمایشی بر اساس وزن زی‌توده به دست آمده محاسبه و در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت. دبی آب ورودی حوضچه‌ها ۲ ± ۱۰ لیتر در دقیقه، دما ۱ ± ۲۴ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۰/۲ ± ۶/۳ میلی‌گرم در لیتر و pH، ۰/۲ ± ۷/۸ و دوره نوری طبیعی در طی دوره آزمایش بود که به صورت هفتگی اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. به منظور تجزیه لاشه نیز سه قطعه ماهی قبل از تغذیه با جیره‌های آزمایشی در ابتدای آزمایش و یک قطعه ماهی از هر تکرار (۳ ماهی از هر تیمار) در پایان دوره تیماردهی پس از یک هفته قطع غذا به طور تصادفی از کل جمعیت ماهیان انتخاب شدند. سپس با خارج نمودن امعاء و احشاء و جدا نمودن سر و باله‌ها و پوست، اقدام به فیله کردن آن‌ها شد. فیله‌ها پس از سه بار چرخ شدن به صورت همگن در آمدند و برای اندازه‌گیری درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر به آزمایشگاه انتقال یافتند. پروتئین خام پس از اندازه‌گیری ازت کل با استفاده از دستگاه کلدال اتوماتیک مدل (PGU-500 Digestion Unit) و با اعمال ضریب ۶/۲۵ محاسبه شد. چربی با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری شد. رطوبت از طریق قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد و توزین آن پس از خنک شدن تا رسیدن به وزن ثابت و خاکستر نیز از طریق سوزاندن نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت و توزین پس از خنک شدن اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990). 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

Archive of SID

www.SID.ir

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، به‌وسیله دستگاه کلدال (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 (مدل Gerhardt ساخت کشور آلمان) محاسبه گردید. به‌طوری‌که 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 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک شدند. برای سنجش خاکستر از خاکستر کردن به روش خشک استفاده شد. 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.

در این آزمایش شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شدند (نویریان و همکاران، ۱۳۸۴؛ Tacon, 1990; Bai, 2001; Wang et al. 2003; Pei et al. 2004; Guo et al. 2012):

۱) افزایش وزن بدن (گرم)

$$BWI\ (g) = Wt - Wi$$

Wt= وزن نهایی بچه‌ماهی (گرم)

Wi= وزن اولیه بچه‌ماهی (گرم)

۲) شاخص وضعیت

$$CF = W \times 100/L^3$$

Wt= وزن نهایی بچه‌ماهی (گرم)

L = طول نهایی بچه‌ماهی (سانتیمتر)

۳) میزان رشد ویژه

$$SGR\ (\%/day) = (Ln\ Wt - Ln\ Wi) \times 100/T$$

Ln Wt= لگاریتم طبیعی وزن نهایی بچه ماهی (گرم)

Ln Wi= لگاریتم طبیعی وزن اولیه بچه ماهی (گرم)

T = طول دوره پرورش (روز)

۴) ضریب تبدیل غذایی

$$FCR = F/\ Wt - Wi$$

F = مقدار غذای خورده شده (گرم)

۵) ضریب کارآیی تغذیه

$$ADG\ (gr) = Wt - Wi/T$$

۶) ضریب کارآیی پروتئین

$$PER = Wt - Wi/Pi$$

Pi = کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم)

۷) پروتئین تولید شده

$$PPV\ (\%) = \frac{\text{پروتئین اولیه لاشه} - \text{پروتئین نهایی لاشه}}{\text{پروتئین مصرفی}} \times ۱۰۰$$

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 21 و به روش تجزیه واریانس یک طرفه انجام شد. برای تعیین وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵٪ اطمینان و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

عملکرد تغذیه‌ای بچه ماهیان بستر تغذیه شده با جیره‌های حاوی نسبت‌های مختلف پروتئین خام به انرژی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج، تمامی شاخص‌های رشد و میزان پروتئین تولید شده با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره افزایش یافتند. به طوری که بیشترین میزان این شاخص‌ها در تیمار $D_۳$ قابل مشاهده بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار $D_۱$ داشت ($P<۰/۰۵$). ضریب تبدیل غذایی نیز با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره بهبود یافت، اما در میزان ضریب کارآیی پروتئین در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

جدول ۲- شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه بچه ماهیان بستر تغذیه شده با تیمارهای مختلف پس از هشت هفته دوره آزمایش (خطای معیار ± میانگین).

تیمار / شاخص	$D_۱$ CP:۳۱/۶۷ GE:۴۳۷۷	$D_۲$ CP:۳۵/۵۴ GE:۴۸۰۰	$D_۳$ CP:۴۰/۸۶ GE:۵۳۴۴
وزن اولیه (گرم)	۳۵۸/۲ ± ۱۱/۸۸	۳۵۸/۹ ± ۱۴/۴۵	۳۵۸/۳۳ ± ۱۵/۰۶
طول اولیه (سانتیمتر)	۴۷/۳۸ ± ۲/۱۵	۴۷/۳۸ ± ۲/۴۷	۴۷/۴۴ ± ۲/۴۰
وزن نهایی (گرم)	۵۰۵/۹ ± ۱۳/۳۷	۵۳۳/۴ ± ۱۱/۷۲	۵۵۳/۷۹ ± ۱۶/۶۴
طول نهایی (سانتی‌متر)	۵۱/۳۹ ± ۳/۴۴	۵۱/۸۶ ± ۲/۱۴	۵۲/۰۲ ± ۲/۶۸
افزایش وزن (گرم)	۱۴۷/۷۰ ± ۱۲/۲۷^{b}	۱۷۴/۵ ± ۷/۶۶^{a}	۱۹۵/۴۵ ± ۱۷/۰۲^{a}
شاخص وضعیت (٪)	۰/۳۷ ± ۰/۰۰^{b}	۰/۳۸ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۳۹ ± ۰/۰۰^{a}
ضریب رشد ویژه (٪ در روز)	۰/۶۱ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۷۰ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۷۷ ± ۰/۰۵^{a}
میانگین رشد روزانه (گرم)	۲/۶۳ ± ۰/۲۱^{b}	۳/۱۱ ± ۰/۱۳^{a}	۳/۴۹ ± ۰/۳۰^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۱۵ ± ۰/۱۴^{a}	۱/۸۵ ± ۰/۰۸^{b}	۱/۷۰ ± ۰/۱۶^{b}
ضریب کارآیی پروتئین	۱/۴۶ ± ۰/۰۹	۱/۵۱ ± ۰/۰۶	۱/۴۴ ± ۰/۱۳
پروتئین تولید شده (٪)	۱/۱ ± ۰/۲۲^{b}	۱/۳ ± ۰/۵۳^{a}	۱/۴ ± ۰/۵۰^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون دانکن می‌باشد ($P<۰/۰۵$). GE: انرژی خام (kcal/kg)، CP: پروتئین خام (٪).

داده‌های ارائه شده در جدول ۳ بیانگر تأثیر معنادار نسبت‌های مختلف پروتئین خام به انرژی جیره بر ترکیبات لاشه ماهیان می‌باشد ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان رطوبت در تیمار $D_۲$ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تجزیه اولیه لاشه در شروع آزمایش و تیمار $D_۳$ نشان نداد، در حالی‌که با تیمار $D_۱$ دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). پروتئین خام لاشه نیز با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره افزایش یافت. بیشترین مقدار پروتئین خام لاشه مربوط به ماهیان تیمار $D_۳$ بود و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان چربی لاشه نیز در تیمار $D_۲$ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). طبق نتایج، بیشترین میزان خاکستر لاشه در تیمار $D_۲$ مشاهده شد که از نظر آماری با تیمار $D_۱$ اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان تیمارهای مختلف (بر حسب درصد وزن خشک) پس از هشت هفته دوره آزمایش (خطای معیار± میانگین).

تیمار / ترکیب لاشه	تجزیه اولیه لاشه در شروع تیماردهی	D_1	D_2	D_3
رطوبت	۸۰/۱۴ ± ۰/۹۸^{a}	۷۷/۹۵ ± ۰/۹۰^{b}	۸۱/۰۸ ± ۰/۲۵^{a}	۸۱/۰۷ ± ۰/۸۳^{a}
پروتئین	۸۰/۵۷ ± ۱/۵۰^{c}	۷۹/۵۴ ± ۰/۵۰^{c}	۸۳/۸۱ ± ۰/۸۶^{b}	۸۷/۷۵ ± ۲/۱۲^{a}
چربی	۱۰/۵۰ ± ۰/۸۴^{b}	۸/۵۲ ± ۱/۴۴^{b}	۱۳/۳۷ ± ۱/۸۴^{a}	۱۰/۸۴ ± ۰/۶۶^{b}
خاکستر	۱/۰۸ ± ۰/۰۶^{b}	۱/۰۸ ± ۰/۰۳^{b}	۱/۲۶ ± ۰/۱۲^{a}	۱/۲۰ ± ۰/۰۰^{ab}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون دانکن می‌باشد ($P<0/05$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی تمامی شاخص‌های رشد (افزایش وزن، شاخص وضعیت، ضریب رشد ویژه و میانگین رشد روزانه) به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. کاهش رشد در تیمار D_1 احتمالاً به دلیل پایین بودن میزان انرژی جیره است زیرا سطح انرژی جیره غذایی بر نیاز پروتئین جیره غذایی ماهی تأثیرگذار است. کاهش بیش از حد انرژی جیره باعث مصرف پروتئین به عنوان منبع انرژی و کاهش رشد می‌شود (Mohseni et al. 2013). دلیل دیگر کاهش رشد در این تیمارها احتمالاً ناکافی بودن میزان پروتئین جیره برای رشد و بازده غذایی در این تیمارها می‌باشد (صابر و همکاران، ۱۳۸۴). افزایش میانگین شاخص‌های رشد متناسب با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره‌های غذایی نشان دهنده تأمین بهتر انرژی مورد نیاز فرآیندهای متابولیسمی بوده و از طریق ایجاد امکان قرار گرفتن پروتئین در مسیر اصلی خود (سنتز) بهبود عملکرد جیره‌های غذایی و در نتیجه رشد بهتر ماهیان را به دنبال داشته است. در واقع می‌توان چنین بیان کرد که افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره تا حد معینی می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های رشد گردد در حالی که افزایش بیش از حد آن نه تنها باعث کاهش رشد، بلکه افزایش هزینه‌های تغذیه را در پی خواهد داشت. همچنین، با افزایش پروتئین جیره ضریب کارآیی تغذیه (بازده غذایی) افزایش می‌یابد (Teshima et al. 2006). این موضوع با نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر مطابقت دارد. بالا بودن ضریب تبدیل غذایی در تیمار D_1 علاوه بر کمبود انرژی و عدم تعادل مناسب بین انرژی و پروتئین احتمالاً می‌تواند ناشی از زبر و سخت بودن دانه‌های غذایی به دلیل پایین بودن چربی جیره در نتیجه بروز مشکل در دریافت غذا و قابلیت هضم و جذب مناسب آن باشد. در تأیید این نظر، شناخته شده است که ماهیان خاویاری دانه‌های غذایی لطیف‌تر را ترجیح می‌دهند، چرا که خشن بودن دانه‌های غذایی مطلوبیت (خوش خوراکی) آن‌ها را کاهش می‌دهد (ابراهیمی درچه و زارع، ۱۳۹۰). طبق نتایج به دست آمده از این مطالعه در میزان ضریب کارآیی پروتئین بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین افزایش میزان پروتئین تولید شده همزمان با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره در تیمار D_3 نشان دهنده اثر مثبت افزایش انرژی جیره بر تولید پروتئین تا این سطح می‌باشد. در واقع تأمین انرژی مورد نیاز ماهی باعث صرفه‌جویی در مصرف پروتئین شده و ذخیره پروتئین لاشه را افزایش داده است. در مجموع می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش انرژی جیره‌های غذایی تا حدی که بتواند مناسب‌ترین نسبت را بین انرژی و پروتئین ایجاد نماید باعث بهبود بازده پروتئین و صرفه‌جویی در مصرف آن می‌شود. نتایج سایر محققین نیز این نظر را تأیید می‌نماید (ابراهیمی درچه و زارع، ۱۳۹۰؛ Xiang-Fei et al. 2010). در مطالعه‌ی حاضر میزان پروتئین خام لاشه با افزایش نسبت پروتئین خام به انرژی جیره افزایش یافت و در تیمار D_3 به بیشترین میزان رسید و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. این افزایش نشان دهنده رشد خوب ماهی و مناسب بودن نسبت پروتئین به انرژی جیره می‌باشد. که با نتیجه‌ی تحقیقات Kangombe و همکاران (۲۰۰۷) و نیز Lee و Kim (۲۰۰۱) مطابقت دارد. Reinitz و همکاران (۱۹۷۸) دریافتند که کاهش سطح انرژی غذایی، باعث کاهش درصد پروتئین لاشه می‌شود. دلیل این امر مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

بخشی از پروتئین جیره به عنوان منبع انرژی می‌تواند باشد که در مطالعه‌ی حاضر در تیمار D_1 قابل مشاهده است. در تجزیه تقریبی لاشه بچه ماهیان بستر در تیمار D_2 به دلیل دریافت انرژی و پروتئین کمتر پروتئین لاشه کاهش و چربی آن اندکی افزایش یافت. نتیجه‌ی مشابهی توسط نویریان و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد بچه ماهی سفید گزارش شده است. محققین گزارش کرده‌اند که با افزایش انرژی جیره‌های غذایی، خاکستر لاشه کاهش می‌یابد (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۶؛ غفله مرمضی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Wang et al. 2006) که با نتایج مطالعه‌ی حاضر مطابقت ندارد. دلیل آن احتمالاً تغییر همزمان پروتئین خام و انرژی جیره و اثر متقابل آن‌ها بر یکدیگر در این مطالعه می‌باشد. در مورد ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان خاویاری بیان شده است که ماهیان خاویاری کند رشد، از رطوبت و خاکستر زیاد و پروتئین و چربی کمی نسبت به ماهیان سریع الرشد در ترکیب شیمیایی لاشه خود برخوردارند (Stuart and Hung, 1989). همچنین غفله مرمضی و همکاران در سال ۱۳۹۰ بیان کردند ماهیان سریع‌الرشد به مقدار پروتئین بیشتری نسبت به ماهیان کند رشد نیاز دارند که این یافته‌ها نتایج ما را به دلیل سریع‌الرشد بودن گونه بستر تأیید می‌نمایند.

با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از جیره D_2 عملکرد مطلوب‌تری در شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه ماهیان بستر از لحاظ اقتصادی داشت. به علاوه جیره مذکور در میزان رطوبت، چربی و خاکستر لاشه با تجزیه اولیه لاشه در شروع تیماردهی اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد، در حالی که در میزان پروتئین لاشه دارای اختلاف معنی‌داری بود. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که جیره حاوی ۳۵/۵۴ درصد پروتئین و ۴۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی، می‌تواند برای بچه ماهیان بستر بهینه و قابل توصیه باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری پرسنل محترم کارگاه پرورش ماهیان خاویاری مروارید قروق تالش و تمامی کسانی که در انجام این تحقیق همکاری داشتند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. این تحقیق از حمایت مالی دانشگاه زابل به شماره گرنت UOZ-GR-9517-16 برخوردار شد.

منابع

ابراهیمی درچه، ع.، زارع، پ. ۱۳۹۰. بررسی اثرات سطوح مختلف چربی جیره غذایی بر برخی شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی بچه فیل ماهی (*Huso huso*) پرورشی. مجله منابع طبیعی ایران ۶۴: ۱۰۶-۹۳.

برادران نویری، ش.، بهمنی، م.، حسینی، م. ر.، عبدالهی، ح.، حلاجیان، ع.، درویشی، ص.، فارابی، م.و.، چکمه دوز، ف. ۱۳۸۸. تولید ماهی بستر (فیلماهی ماده + استرلیاد نر) و مقایسه رشد آنها با رشد فیلماهی شاهد در شرایط ایران. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۶۷ صفحه.

سیدحسنی، م. ح.، محسنی، م.، پورعلی، ح. ر.، یزدانی‌ساداتی، م.ع. ۱۳۹۲. تأثیر سطوح پروتئین و نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی بر رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه فیل‌ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله علوم و فنون شیلات ۲: ۵۵-۷۰.

صابر، ع.، عابدیان کناری، ع.، سیف آبادی، س .ج. ۱۳۸۴. تأثیر سطوح متفاوت پروتئین و انرژی جیره غذایی بر رشد و ترکیب بدن ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*). مجله علوم و فنون دریایی ایران ۴: ۵۴-۴۵.

غفله مرمضی، ج.، صحرائیان، م. ر.، یاوری، و.، رجب زاده، ا.، پاشا زانوسی، ح. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص های رشد و ترکیبات بدن بچه ماهی شانک (*Acanthopagrus latus*). مجله علوم و فنون دریایی ۱۰: ۳۳-۲۲.

غفله مرمضی، ج.، پقه، ا.، مخیر، ز. ۱۳۹۱. تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص‌های رشد و راندمان غذا در هامور خال‌دار (*Epinephelus coioides*). مجله علمی شیلات ایران ۲۱: ۵۶-۴۱.

نفیسی بهابادی، م. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus*

Archive of SID

www.SID.ir

mykiss) پرورش یافته در آب لب‌شور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴: ۳۰-۲۱.

نویریان، ح.، مصطفی‌زاده، س.، طلوعی، م.ح. ۱۳۸۴. بررسی تأثیرات سطوح مختلف پروتئین بر روی معیارهای شاخص رشد بچه ماهی (*Rutilus frisii kutum*, Kamenskii, 1901) با بهره‌گیری از جیره نیمه خالص. نشریه پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان ۶۸: ۶۸-۶۱.

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Khattab, Y.A.E., Shalaby, A.M.E. 2010. Effect of dietary protein level, initial bodyweight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 298: 267-274.

AOAC. 1990. Official Method Of Analysis Of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Bai, S.C. 2001. Requirements of L-ascorbic acid in a viviparous marine teleost, Korean rockfish, *Sebaster schlegeli* (Hilgendorf). In: Dadbrowski, K. Ascorbic acid in aquatic organisms. CRC Press, US, PP 69-85.

Bronzi, P., Rosenthal, H., Gessner, J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. Journal of Applied Ichthyology 27: 169-175.

Fortes-Silva, R., Sanchez-Vazquez, F.J., Martinez, F.J. 2011. Effects of pretreating a plant-based diet with phytase on diet selection and nutrient utilization in European sea bass. Aquaculture 319: 417-422.

Guo, Z., Zhu, X., Liu, J.,Han, D., Yang,Y., Lan, Z., Xie, S. 2012. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baerii* ♀×*A. gueldenstaedtii* ♂). Aquaculture 338: 89-95.

Kang'ombe, J., Likongwe, J.S., Eda, H., Mtimuni, J.P. 2007. Effect of varying dietary energy level on feed intake, feed conversion, whole-body composition and growth of Malawian tilapia (*Oreochromis shiranus*) Boulenger. Aquaculture Research 38: 373-380.

Lee, S.M., Kim, K.D. 2001. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*). Aquaculture Research 32: 39-45.

Mohseni, M., Pourkazemi, M., Hosseni, M.R., Sayed Hassani, M.H., Sungchul, B.C. 2013. Effects of the dietary protein levels and the protein to energy ratio in sub-yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus* Borodin). Aquaculture Research 44: 378-387.

Pei, E., Xie, S., Lei, W., Zhu, X., 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.

Reinitz, G.L., Orme, L.E., Lemm, C.A., Hitzel, F.N. 1978. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentrations in diet for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Transactions of the American Fisheries Society 107: 751-754.

Stuart, J.S., Hung, S.S. 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. Aquaculture 76: 303-316.

Tacon, A.G. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp, Vol.3. Feeding method. Agent Laboratories Press, Redmond.

Teshima, S.I., Koshio, S., Ishikawa, M., Alam, M., Hernandez Hernandez, L.H. 2006. Protein requirements of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* evaluated by the factorial method. Journal of the World Aquaculture Society 372: 145-153.

Wang, X., Kim, K.W., Bai, S.C., Huh, M.D., Cho, B.Y. 2003. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes

Archive of SID

www.SID.ir

in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). Aquaculture 215: 203-211.

Wang, Y., Guo, J.L., Li, K., Bureau, P.D. 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibeamii chthioides*). Aquaculture 252: 421-428.

Xiang-Fei, L., Wen-Bin, L., Yang-Yang, J., Hao, Z., Xian-Ping, G. 2010. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. Aquaculture 303: 65-70.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of different ratio of dietary crude protein / energy on growth indices and body composition in Bester juveniles

Ahmad Meftah Jokandan[1], Ahmad Gharaei[*2], Javad Mirdar Harijani[1], Mostafa Yousef Elahi[3]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Sistan & Baluchistan, Iran

2- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute and Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Sistann & Baluchistan, Iran

3- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Sistan & Baluchistan, Iran

Received 02 August 2017; accepted 5 February 2018

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of different dietary crude protein/energy ratios on growth indices and body composition of Bester juveniles. Triplicate groups (60 individuals per group) of fish (average weight ± SD, 358.4 ± 13.37g) were fed with three diet (D_1, D_2 and D_3) including 31.67%, 35.54% and 40.86% of crude protein and 4377, 4800 and 5344 kcal of energy/kg, respectively, during eight weeks based on 1.5% of biomass per day. The result showed different significant of growth parameters ($P<0.05$). Body weight increase, condition factor, specific growth rate, average daily growth, protein productive value, and feed conversion ratio (FCR) improved in D_2 and D_3 treatment groups compared with D_1. Comparison of the carcass composition of examined fish showed significant different between treatment groups ($P<0.05$). Therefore, the highest moisture, lipid and ash level of carcass gained in fish fed with diet D_2 ($P<0.05$). Also highest carcass crude protein recorded in fish fed with diet D_3 ($P<0.05$). These results suggested that the diet including 35.54% of crude protein and 4800 kcal of energy/kg is economic and suitable for culture of juvenile Bester.

Keywords: Specific growth rate, Feed conversion ratio, Protein efficiency, Feed ingredients, Bester

*Corresponding author: agharaei551@uoz.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir