اثرات دفعات غذادهی و درجه حرارت آب بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی بنی در مرحله جوانی

خلیل مینابی[۱]، محمد ذاکری[۲]، سیدمحمد موسوی[۱] و ابراهیم مینابی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۵

خلاصه

مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر دفعات غذادهی در درجه حرارت‌های مختلف آب بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی بنی در مرحله جوانی طراحی گردید. ماهیان بنی در مرحله جوانی با وزن اولیه ۰/۵۹ ± ۳۱/۱۴ گرم با جیره غذایی حاوی ۴۶/۲۷ درصد پروتئین و ۲۰/۴۳ کیلوژول در گرم انرژی، به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. این تحقیق با استفاده از ۱۲ آکواریوم ۱۲۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی و بخاری‌های برقی، در دو تیمار دمایی ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد همراه با یک و دو نوبت غذادهی در روز (در مجموع چهار تیمار) با سه تکرار طراحی گردید. بالاترین و پایین‌ترین میانگین افزایش وزن بدن به ترتیب در تیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو نوبت غذادهی (۸/۰۵ گرم) و تیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز (۵/۸۲ گرم)، ثبت شد. در هر دو دمای ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد با افزایش نوبت‌های غذادهی از یک به دو نوبت در روز، میانگین افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد روزانه اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) را نشان داد. در حالی که در نسبت تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازده تبدیل غذایی و درصد بازماندگی، اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0/05$). نسبت کارایی پروتئین با افزایش درجه حرارت آب اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$) ولی با تغییر نوبت‌های غذادهی اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) در نسبت کارایی پروتئین مشاهده شد. شاخص کبدی به طور معنی‌داری ($P<0/05$) تحت تاثیر تغییرات درجه حرارت آب قرار داشت. محتوی پروتئین، خاکستر و رطوبت لاشه با افزایش درجه حرارت آب و دفعات غذادهی اختلاف معنی‌داری ($P>0/05$) نشان نداد ولی در محتوی چربی اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده گردید. با توجه به نتایج حاصل از اثرات دفعات مختلف غذادهی و درجه حرارت آب بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن، می‌توان تیمار با دو نوبت غذادهی در روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد را جهت رشد مطلوب، بهره‌برداری مناسب غذایی و بالا بردن میزان تولید ماهی بنی پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: ماهی بنی در مرحله جوانی، غذادهی، درجه حرارت، رشد، ترکیبات بیوشیمیایی

مقدمه

ارتباط جیره غذایی و درجه حرارت آب در گونه‌های پرورشی برای صنعت آبزی‌پروری از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا بیشترین هزینه فعالیت‌های پرورشی، مربوط به تامین غذای آبزی است (۶). مطالعات زیادی اثرات درجه حرارت آب و جیره غذایی بر رشد ماهی را نشان می‌دهد (۱۸، ۲۱، ۲۳، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۰ و ۳۴). رشد در ماهیان به نوع جیره غذایی، دفعات غذادهی، میزان غذای کسب شده و توانایی در جذب مواد مغذی در مراحل مختلف زندگی بستگی دارد. درجه حرارت آب بر ارتباط بین رشد و میزان غذای کسب شده در آبزیان مؤثر است (۲۰). مدیریت دفعات و میزان غذادهی نقش تعیین کننده‌ای در تنظیم غذای کسب شده، میزان رشد و ضایعات غذا دارد. دفعات مناسب غذادهی بر میزان رشد مطلوب در ماهیان تاثیرگذار است (۵، ۱۲، ۱۵، ۲۴، ۲۹ و ۳۶). در مراحل ابتدایی چرخه زندگی ماهیان، دفعات غذادهی اثرات مهمی بر درصد بازماندگی و میزان رشد

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
[۲] استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر E-mail: zakeri@kmsu.ac.ir (نویسنده مسئول)
[۳] دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

Archive of SID
www.SID.ir

دارد (۹ و ۲۵). مطالعات مختلفی در ارتباط با ارزیابی اثرات دفعات غذادهی و درجه حرارت آب بر میزان رشد، درصد بازماندگی، غذای کسب شده و ترکیبات بیوشیمیایی بدن در گونه‌های مختلف ماهیان صورت گرفته است (۹، ۱۵، ۱۹، ۲۲، ۲۵ و ۳۱). در حالی که در خانواده کپور ماهیان این مطالعات محدود به دو گونه کپور معمولی[1] (۹ و ۱۱) و ماهی کپور سرگنده[2] (۱۱) می‌شود. کاظمی و همکاران در سال ۱۳۸۸ گزارش دادند که نسبت مطلوب کربوهیدرات به چربی جیره غذایی جهت دستیابی به مطلوب‌ترین رشد و کارایی غذا در ماهی بنی بین ۳/۸ تا ۴/۸ می‌باشد (۳). ماهی بنی یکی از گونه‌های ارزشمند بومی استان خوزستان، با ارزش اقتصادی بالایی است و یکی از منابع مهم تامین پروتئین غذایی مورد نیاز مناطق جنوبی ایران به شمار می‌آید. مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر دفعات غذادهی و درجه حرارت آب بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان بنی در مرحله جوانی[3] طراحی گردید.

مواد و روش کار

۱۲۰ عدد ماهی بنی در مرحله جوانی از مرکز پرورش ماهیان گرمابی آزادگان واقع در ۲۰ کیلومتری اهواز، تهیه گردید. ماهیان بنی در مرحله جوانی در تانک فایبرگلاس ۱۵۰۰ لیتری حاوی آب کلرزدایی شده با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد برای مدت سه روز در محیط آزمایشگاه غذای زنده دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر نگهداری شدند. ۸۴ عدد ماهی سالم با میانگین وزنی ۰/۲۲±۳۱/۱۴ گرم جهت معرفی به آکواریوم‌های آزمایش انتخاب گردیدند. ماهیان در طول دوره سازگاری به روش سیری و با استفاده از غذای تجاری (چینه) مرسوم این گونه حاوی ۴۶/۲۷ درصد پروتئین و ۱۱/۵۴ درصد چربی غذادهی گردیدند.

دو گروه دمایی ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد با یک و دو نوبت غذادهی در روز (در مجموع چهار تیمار) با سه تکرار جهت انجام آزمایش انتخاب گردید. از ۱۲ آکواریوم شیشه‌ای ۱۲۰ لیتری (۲۵×۴۸×۱۰۰ سانتیمتر) مجهز به سیستم هوادهی و بخاری‌های برقی، استفاده شد. بعد از دوره سازگاری، ماهیان جهت ذخیره‌سازی در تیمارهای آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و به آکواریوم‌های مختلف معرفی شدند. جیره غذایی ماهیان در تیمارهای دو وعده‌ای روزانه به طور مساوی در دو نوبت جداگانه در ساعات ۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ (۱/۵ درصد وزن بدن در هر نوبت غذادهی) و تیمارهای یک وعده‌ای در یک نوبت در ساعت ۱۲:۰۰ (۳ درصد وزن بدن) داده شد. آزمایش در مدت ۸ هفته انجام گردید. تعویض آب روزانه حدود ۲۰ درصد با آب هم دما برای هر تانک انجام می‌گردید. در این دوره پارامترهای کیفی آب شامل درجه حرارت دو گروه (۰/۶۴±۲۴ و ۰/۵۶±۲۸ درجه سانتی‌گراد) و اکسیژن محلول ۰/۶±۷/۵ به صورت روزانه و pH (۰/۵±۷/۸) هر ۲ روز یک بار اندازه‌گیری شدند. تناوب دوره نوری در زمان انجام آزمایش به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بود.

تجزیه تقریبی بیوشیمیایی جیره غذایی، لاشه اولیه و نهایی با استفاده از روش‌های استاندارد (۴) و با سه تکرار انجام گردید. میزان رطوبت به وسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ ^{o}C به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. خاکستر به وسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰^{o}C به مدت ۱۲ ساعت محاسبه گردید. میزان پروتئین خام با ضرب محتوای نیتروژن نمونه در ضریب ۶/۲۵ و به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Buchi Labortechnik GmbH، Essen،Deutschland; model B-414، K-438 ، K-371 and K-370). میزان چربی خام با استفاده از روش

1- *Cyprinus carpio*
2- *Hypophthalmichtys nobilis*
3- Juvnile Barbus sharpeyi

Archive of SID
www.SID.ir

سوکسله (تقطیر حلال با اتر نفتی، نقطه جوش ۴۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۰-۱۲ ساعت) اندازه‌گیری گردید. کربوهیدرات از طریق روش محاسباتی تفریق مجموع میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه گردید. میزان انرژی کل نیز بر اساس حاصلضرب ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ مگا ژول در گرم به ترتیب برای کربوهیدرات، چربی و پروتئین تعیین شد. سنجش‌های بیوشیمیایی جیره غذایی و لاشه بدن در آزمایشگاه شبکه دامپزشکی اهواز انجام گردید.

جدول ۱: آنالیز تقریبی جیره غذایی مورد استفاده در تغذیه ماهیان بنی در مرحله جوانی (میانگین ±انحراف از معیار)

نوع ترکیب	درصد
رطوبت	۷/۳۹±۰/۱۳
خاکستر	۶/۲۳±۰/۱۹
پروتئین خام	۴۶/۲۷±۰/۳۶
چربی خام	۱۱/۵۴±۰/۲۳
کربوهیدرات	۲۸/۵۷±۰/۲۹
انرژی کل(کیلوژول/گرم)	۲۱/۴۱±۰/۱۹

فرمول‌های مورد استفاده برای تعیین پارامترهای رشد و تغذیه در ماهی بنی در مرحله جوانی در ارتباط با تیمارهای مختلف در ذیل آورده شده است.

درصد افزایش وزن بدن[1] = (وزن نهایی بدن (گرم) – وزن اولیه بدن (گرم)) ×۱۰۰/ وزن اولیه بدن (گرم)

افزایش وزن روزانه[2] (گرم) = (میانگین وزن نهایی بدن (گرم) – میانگین وزن اولیه بدن (گرم)) / طول دوره پرورش (روز)

درصد نرخ رشد ویژه[3] = (ln وزن نهایی بدن (گرم) – ln وزن اولیه بدن (گرم)) × ۱۰۰ / طول دوره پرورش (روز)

شاخص کبدی[4] = (وزن کبد(گرم) / وزن نهایی بدن (گرم)) ×۱۰۰

نسبت تبدیل غذایی[5] = میزان غذای داده شده (گرم) / میانگین افزایش وزن خشک بدن (گرم)

بازده تبدیل غذایی[6] = میانگین افزایش وزن خشک بدن (گرم) / میزان غذای داده شده (گرم)

ضریب کارایی پروتئین[7] = میزان افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار پروتئین جیره غذایی خورده شده (گرم)

کل غذای مصرف شده[8] = کل وزن غذای خورده شده / تعداد ماهی در هر تانک

1- Body weight gain
2- Daily weight gain
3- Specific growth rate
4- Hepatosomatic index
5- Feed conversion ratio
6- Feed conversion efficiency
7- Protein efficiency ratio
8- Total feed intake

Archive of SID
www.SID.ir

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، نسخه ۱۱/۵ انجام شد. داده‌ها بر اساس میانگین±خطای استاندارد بیان گردیدند. اثر متقابل بین درجه حرارت و دفعات غذادهی روی شاخص های رشد، تغذیه و تجزیه بیوشیمیایی لاشه با استفاده از آزمون واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد انجام گردید. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها از پس آزمون Tukey جهت مقایسه داده‌ها استفاده گردید.

نتایج

بر اساس آنالیزهای آماری انجام شده، تفاوت معنی‌داری در وزن اولیه بدن ماهیان بنی در مرحله جوانی وجود نداشت (P>۰/۰۵). بالاترین میانگین افزایش وزن بدن ماهی بنی در مرحله جوانی درتیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو وعده در روز، (۸/۰۵ گرم) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک وعده در روز (۶/۲۴ گرم) ثبت گردید. شاخص‌های رشد در ماهیان بنی در مرحله جوانی با دفعات مختلف غذادهی و درجه حرارت آب در جدول ۲ آورده شده است. بالاترین نرخ رشد ویژه در تیمار با درجه حرارت آب ۲۴ درجه سانتی‌گراد و یک وعده در روز، (۳/۳۳٪) و پایین‌ترین میزان آن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز (۲/۹۷٪) مشاهده گردید.

با تغییر درجه حرارت اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) در میزان شاخص کبدی مشاهده گردید. در حالی که نوبت‌های غذادهی اختلاف معنی‌داری بر میزان شاخص کبدی نشان ندادند (P>۰/۰۵) (جدول ۲). شاخص کبدی در ماهیان با درجه حرارت آب ۲۴ درجه سانتی‌گراد و دو وعده غذادهی در روز بالاترین (۱۳/۹۵٪) و تیمار با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک وعده در روز کمترین مقدار (۱۰/۱۲٪) را نشان داد.

بر اساس نتایج آماری، اختلاف معنی‌داری در بازده تبدیل غذایی با افزایش دفعات غذادهی در روز مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بالاترین بازده تبدیل غذایی در تیمار با درجه حرارت آب ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو وعده غذادهی در روز (۱۳/۹۵) و پایین‌ترین میزان آن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک وعده در روز (۱۰/۱۲) به دست آمد. با افزایش درجه حرارت آب و دفعات غذادهی اختلاف معنی‌داری در نسبت تبدیل غذایی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). نسبت کارایی پروتئین با افزایش درجه حرارت آب اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵) ولی با تغییر وعده‌های غذایی اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) در نسبت کارایی پروتئین مشاهده گردید. بالاترین و پایین‌ترین مقدار نسبت کارایی پروتئین به ترتیب در تیمارهای با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو نوبت غذادهی (۰/۳۰) و ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز (۰/۲۱) ثبت گردید. با افزایش درجه حرارت و دفعات غذادهی اختلاف معنی‌داری در میزان درصد بازماندگی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بالاترین میزان درصد بازماندگی (۱۰۰٪) در تیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد با دو وعده غذادهی در روز مشاهده گردید. شاخص‌های تغذیه در ماهیان بنی در مرحله جوانی با دفعات مختلف غذادهی و درجه حرارت آب در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج تجزیه بیوشیمیایی لاشه ماهیان بنی در مرحله جوانی آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش درجه حرارت و دفعات غذادهی اختلاف معنی‌داری در مقدار پروتئین لاشه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بالاترین مقدار پروتئین لاشه (۶۹/۵۸) در تیمار با دمای ۲۸ سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی و پایین‌ترین (۶۸/۱۴) مقدار آن در تیمار با دمای ۲۴ سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز به دست آمد. چربی خام لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر دفعات غذادهی قرار دارد. حداکثر میزان چربی خام بدن ماهی در تیمار با یک وعده غذادهی (۱۶/۱۰٪) مشاهده گردید. هرچند که محتوی چربی خام لاشه تحت تاثیر تغییرات درجه حرارت آب تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۲: میانگین شاخص‌های رشد ماهی بنی در مرحله جوانی غذادهی شده با دفعات و درجه حرارت مختلف آب

درجه حرارت °C	دفعات غذادهی در روز	وزن اولیه بدن(گرم)	وزن نهایی بدن(گرم)	میانگین افزایش وزن بدن(گرم)	میانگین رشد روزانه(گرم)	افزایش وزن (درصد)	نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	شاخص کبدی
۲۴	یک نوبت	۳۰/۷۱±۰/۴۴ a	۳۶/۶۰±۰/۸۰ a	۵/۸۹±۰/۳۶a	۰/۱±۰/۰۱۰ a	۱۹/۱۷±۰/۸۹ a	۳/۳۳±۰/۵۵ a	۱/۹۱±۰/۳۸a
	دو نوبت	۳۱/۴۶±۰/۲۵ a	۳۷/۲۹±۰/۳۸ a	۵/۸۳±۰/۲۱a	۰/۱±۰/۰۰۳ a	۱۸/۵۴±۰/۶۴ a	۳/۰۱±۰/۰۱ a	۲/۲۶±۰/۳۱b
۲۸	یک نوبت	۳۱/۰۸±۰/۲۴ a	۳۶/۹۰±۰/۶۲ a	۵/۸۲±۰/۳۸a	۰/۱±۰/۰۱۰ a	۱۸/۷۱±۱/۰۸ a	۳/۰۰±۰/۰۲ a	۱/۵۹±۰/۳۷a
	دو نوبت	۳۱/۳۲±۱/۰۶ a	۳۹/۳۷±۱/۲۹ b	۸/۰۵±۰/۲۳b	۰/۱۴±۰/۰۰۴ b	۲۵/۷۰±۰/۲۳b	۳/۱۱±۰/۰۲۴ a	۱/۷۰±۰/۱۷a
ANOVA (P-values)[1]	درجه حرارت	ns	ns	>۰/۰۳	>۰/۰۳۱	>۰/۰۳۳	ns	۰/۰۳۷<
	دفعات غذادهی	ns	>۰/۰۱۷	>۰/۰۲۸	>۰/۰۱۳	>۰/۰۴۱	ns	ns
	F×T[2]	ns	ns	>۰/۰۵	>۰/۰۵	>۰/۰۵	ns	ns

[1] میانگین ± انحراف معیار داده‌ها با نشانه متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) می‌باشد (با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه)، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد.

[2] F×T برهم کنش بین درجه حرارت × دفعات غذادهی.

جدول ۳: میانگین شاخص‌های تغذیه ماهی بنی در مرحله جوانی غذادهی شده با دفعات و درجه حرارت مختلف آب

درجه حرارت °C	دفعات غذادهی در روز	کل غذای مصرف شده (گرم)	نسبت تبدیل غذایی	نسبت کارایی پروتئین	بازده تبدیل غذایی	درصد بازماندگی (درصد)
۲۴	یک نوبت	۷/۳۹±۰/۲۶ a	۹/۴۶±۰/۸۸a	۰/۲۲±۰/۰۰۷ a	۱۰/۶۲±۱/۰۰ b	۹۱/۶۶±۱۴/۴۳ a
	دو نوبت	۸/۰۷±۰/۰۶ a	۹/۶۹±۰/۳۱a	۰/۲۲±۰/۰۲۱ a	۱۰/۳۱±۰/۳۳ b	۸۳/۳۳±۱۴/۴۳ a
۲۸	یک نوبت	۸/۲۱±۰/۲۹ a	۹/۸۹±۰/۶۳a	۰/۲۱±۰/۰۱۳ a	۱۰/۱۲±۰/۶۲ b	۸۳/۳۳±۱۴/۴۳ a
	دو نوبت	۸/۲۴±۰/۲۷ a	۷/۱۶±۰/۰۶a	۰/۳۰±۰/۰۰۲ b	۱۳/۹۵±۰/۱۱ a	۱۰۰±۰/۰۰ a
ANOVA (P-values)[1]	درجه حرارت	ns	ns	ns	ns	ns
	دفعات غذادهی	ns	ns	>۰/۰۴۳	>۰/۰۴۷	ns
	F×T[2]	ns	ns	ns	ns	ns

[1] میانگین ± انحراف معیار داده‌ها با نشانه متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) می‌باشد (با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه)، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد.

[2] F×T برهم کنش بین درجه حرارت × دفعات غذادهی.

جدول ۴: آنالیز بیوشیمیایی ترکیبات تقریبی لاشه اولیه و نهایی ماهیان بنی در مرحله جوانی آزمایشی (براساس درصد وزن خشک)

درجه حرارت °C	دفعات غذادهی در روز	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)
۲۴	نمونه اولیه	۷۵/۲۷±۱/۰۸[a]	۶۲/۴۴±۰/۲۴[a]	۱۴/۶۱±۰/۵۶[a]	۱۴/۱۱±۰/۲۹[a]
	یک نوبت	۷۶/۸۰±۰/۱۲[a]	۶۸/۱۴±۰/۳۷[a]	۱۶/۱۰±۱/۵۸[b]	۱۲/۶۸±۱/۳۴[a]
	دو نوبت	۷۶/۷۲±۲/۶۶[a]	۶۹/۴۸±۰/۳۰[a]	۱۳/۲۴±۰/۰۲[a]	۱۶/۰۰±۰/۰۲[a]
۲۸	یک نوبت	۷۵/۲۴±۰/۳۴[a]	۶۸/۵۸±۰/۵۴[a]	۱۴/۹۰±۱/۳۲[a]	۱۴/۱۷±۰/۱۶[a]
	دو نوبت	۷۶/۷۴±۲/۰۶[a]	۶۸/۵۶±۰/۲۸[a]	۱۴/۳۶±۰/۱۳[a]	۱۳/۶۴±۰/۰۲[a]
ANOVA [1](P-values)	درجه حرارت	ns	ns	ns	ns
	دفعات غذادهی	ns	ns	>۰/۰۳۴	ns
	F×T[2]	ns	ns	ns	ns

[1] میانگین ± انحراف معیار داده‌ها با نشانه متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) می‌باشد (با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه)، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد.

[2] F×T برهم کنش بین درجه حرارت × دفعات غذادهی.

بحث

درجه حرارت آب، میزان تغذیه و اندازه ماهی سه فاکتور مهم تاثیر گذار بر رشد ماهی هستند (۷) از این رو تعیین میزان تغذیه مطلوب در یک درجه حرارت مناسب آب پیش نیاز موفقیت در تولید آبزیان است.

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، میانگین افزایش وزن بدن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد با افزایش دفعات غذادهی افزایش می‌یابد، در حالی که در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. با افزایش دفعات غذادهی و درجه حرارت آب در تیمار با یک نوبت غذادهی در روز میزان افزایش وزن بدن کاهش یافت، در حالی که در تیمار با دو نوبت غذادهی افزایش پیدا کرد. همچنین با افزایش درجه حرارت آب، میانگین افزایش وزن بدن در تیمارهای دو وعده در روز اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. در یک دامنه مناسب دمایی میزان رشد با افزایش درجه حرارت بالاتر می‌رود. اما زمانی که درجه حرارت به حد بالایی دامنه تحمل می‌رسد، معمولاً اثرات معکوس دارد (۱۸). دستاوردهای برخی دیگر از محققین بیانگر آن است که در بسیاری موارد افزایش دفعات غذادهی، افزایش پذیرش غذا و مقدار رشد ماهی را به همراه دارد (۸، ۱۲، ۱۵، ۲۴ و ۲۹). احتمالاً علت عدم افزایش معنی‌دار وزن بدن در تیمار با ۲۴ درجه سانتی‌گراد ناشی از پایین‌تر بودن دمای آب در مقایسه با تیمار ۲۸ درجه سانتی‌گراد و در نتیجه کاهش متابولیسم بدن، کاهش مصرف غذا و رشد باشد. کاهش رشد در تیمار با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد با کاهش دفعات غذادهی ممکن است به دلیل در اختیار قرار گرفتن کل جیره به صورت همزمان و عدم توانایی در مصرف مقدار زیادی از آن در یک وعده غذایی باشد.

بالاترین نرخ رشد ویژه در تیمار با درجه حرارت آب ۲۴ درجه سانتی‌گراد و یک وعده در روز (۳/۳۳٪) و پایین‌ترین میزان آن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز (۲/۹۷٪) مشاهده گردید. با افزایش درجه حرارت آب در تیمارهای مختلف و دفعات غذادهی، نرخ رشد ویژه کاهش یافت. نرخ رشد ویژه با افزایش دفعات غذادهی در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد، در صورتی که در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. با افزایش درجه حرارت و دفعات غذادهی نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری نشان

نداد. الگوهای مشابهی در ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای[1] (۱۶ و۱۷) گزارش شده است. مطالعات مشابهی نشان دادند که پایین‌ترین میزان ضریب رشد ویژه در بالاترین نوبت‌های غذادهی حاصل می‌شود (۲ و ۲۰). نسبت تبدیل غذایی در دمای آب ۲۸ درجه سانتی‌گراد با افزایش دفعات غذادهی کاهش و در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد میزان آن افزایش یافت. روندی معکوس بین نسبت تبدیل غذایی و بازده تبدیل غذایی در تیمار ۲۴ درجه سانتی‌گراد با افزایش دفعات غذادهی از یک نوبت به دو نوبت در روز مشاهده گردید، در حالی که در تیمار ۲۸ درجه سانتی‌گراد چنین روندی مشاهده نشد. اختلاف معنی‌داری در میزان نسبت تبدیل غذایی با افزایش درجه حرارت و دفعات غذادهی وجود نداشت. نتایج حاصل از تحقیق نفیسی روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان حاکی از این داشت که افزایش تناوب غذایی با غذادهی به روش سیری، باعث افزایش ضریب رشد ویژه شده است (۱). Jobling بیان نمود که با افزایش درجه حرارت، نرخ رشد افزایش می‌یابد اما زمانی که درجه حرارت بالاتر از حد بهینه شود، اثر آن بر رشد منفی می‌گردد (۲۳).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، بازده تبدیل غذایی با افزایش درجه حرارت در تیمار با یک وعده غذادهی در روز روند کاهشی ولی در تیمار با دو وعده در روز روند افزایشی نشان داد. بالاترین بازده تبدیل غذایی در تیمار با درجه حرارت آب ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو وعده در روز (۱۳/۹۵) و پایین‌ترین میزان آن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز (۱۰/۱۲) مشاهده گردید. اختلاف معنی‌داری در بازده تبدیل غذایی با افزایش دفعات غذادهی مشاهده شد. Storebakken و همکارانش (۳۳) دریافتند که کارایی غذایی و رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان[2] به طور معنی‌داری، به وسیله مقادیر متفاوت غذایی تاثیر می‌پذیرد. گزارشات مختلف نشان می‌دهد که بهترین بازده تبدیل غذایی معمولاً برای اکثر گونه‌های ماهیان در زیر حد سیری به دست می‌آید (۱۸). بنابراین بالاترین میزان غذادهی ممکن است بهترین استراتژی مدیریت تغذیه نباشد و این نه تنها باعث افزایش هزینه جهت تامین غذا می‌شود، بلکه باعث بالا رفتن میزان مواد آلی در محیط زیست آبزی نیز می‌گردد. احتمالاً علت اختلاف نتایج این مطالعه حاضر با مطالعات قبلی در مقدار جیره غذایی استفاده شده در هر روز است. با افزایش درجه حرارت آب اختلاف معنی‌داری در میزان نسبت کارایی پروتیئن وجود نداشت ولی با تغییر وعده‌های غذادهی اختلاف معنی‌داری در نسبت کارایی پروتئین مشاهده گردید. با افزایش دفعات غذادهی در روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد نسبت کارایی پروتئین روند افزایشی داشت. بالاترین نسبت کارایی پروتئین در تیمار با درجه حرارت ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دو نوبت غذادهی در روز ثبت گشت.

با افزایش میزان تغذیه در ماهی کپور علف خوار[3] (۱۴) و گربه ماهی[4] (۲۶) نسبت کارایی پروتئین کاهش یافت. شاخص‌های رشد از قبیل HSI اغلب برای سنجیدن وضعیت مواد مغذی ماهی استفاده می‌شود. زیرا این شاخص می‌تواند به آسانی تعیین گردد و به شرایط فیزیولوژیکی ماهی اشاره دارد (۱۳). در هر گروه دمایی با افزایش دفعات غذادهی شاخص کبدی روند صعودی نشان داد. هر چند با افزایش درجه حرارت یک کاهش معنی‌دار در میزان شاخص کبدی مشاهده گردید. به نظر می‌رسد که بیشتر مواد مغذی جهت سنتز بافت مصرف شده و مقدار کمتری صرف ذخیره در بدن می‌گردد. همچنین این شاخص در هر گروه دمایی با افزایش دفعات غذادهی روند صعودی داشت. با افزایش دفعات غذادهی و درجه حرارت در همه تیمارها اختلاف معنی‌داری در میزان درصد بازماندگی در ماهیان بنی در مرحله جوانی

1- *Salmo trutta*
2- *Oncorhynchus mykiss*
3- *Ctenopharingodon idella*
4- *M. nemurus*

www.SID.ir

مشاهده نشد. Goldan و همکارانش گزارش دادند که درصد بازماندگی در اثر تغییر دفعات غذادهی روی ماهی سیم دریایی *Sparus aurata* تاثیر معنی‌داری ندارد (۱۹). در مطالعه‌ای که Carvallo و Nunes (۲۰۰۶) روی *Litopenaeus vannamei* انجام شد، تناوب‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ بار مورد بررسی قرار گرفت و در هیچ یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری از نظر درصد بازماندگی مشاهده نگردید (۱۰).

بر اساس نتایج این تحقیق بالاترین مقدار پروتئین لاشه (۶۹/۵۸ درصد) در تیمار با دمای ۲۸ سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی و پایین‌ترین (۶۸/۱۴ درصد) مقدار آن در تیمار با دمای ۲۴ سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی در روز به دست آمد. در همه تیمارها محتوی پروتئین لاشه بیشتر از محتوی نمونه اولیه بود که احتمالاً نشان دهنده رسوب پروتئین در بافت‌ها و سنتز پروتئینی است. Wang و همکاران با مطالعه روی ماهیان سوف سفید جوان[1] مشاهده کردند که میزان پروتئین لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر درجه حرارت قرار دارد، به طوری که با افزایش درجه حرارت از محتوی پروتئین لاشه کاسته شد (۳۵). بالاترین و پایین‌ترین محتوی چربی به ترتیب در دو تیمار با دمای ۲۴ سانتی‌گراد و یک نوبت غذادهی و ۲۴ سانتی‌گراد دو نوبت غذادهی در روز مشاهده گردید. با افزایش دفعات غذادهی در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد محتوی چربی لاشه کاهش یافت. اختلاف معنی‌داری بین چربی لاشه بدن در انتهای آزمایش و نمونه اولیه مشاهده نشد. رابطه همبستگی منفی بین میزان چربی و درصد رطوبت لاشه با افزایش درجه حرارت مشاهده گردید. Shearer با مطالعه روی سالمون‌های در حال رشد بیان کرد که سطوح چربی تحت تاثیر فاکتورهای داخلی و خارجی قرار می‌گیرد و رطوبت لاشه با میزان چربی نسبت عکس دارد (۳۲). با توجه به نتایج حاصل از اثرات دفعات مختلف غذادهی و درجه حرارت آب بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن، می‌توان تیمار با دو نوبت غذادهی در روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد را جهت رشد مطلوب، بهره‌برداری مناسب غذایی و بالا بردن میزان تولید ماهی بنی پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود واجب می‌دانند از مسئولین و کارکنان دانشکده منابع طبیعی دریا به خاطر تامین امکانات لازم جهت انجام تحقیق تقدیر و تشکر نمایند. این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر در غالب طرح داخلی به شماره ۵۳ انجام گردید.

منابع

۱- نفیسی‌بهابادی محمود (۱۳۸۸). نقش تناوب غذادهی و انرژی جیره غذایی در شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین کمان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، دانشگاه خلیج‌فارس، صفحه ۱۲۴.

۲- سرسنگی‌علی‌آباد حبیب، محمدی محمد، عسکری‌حصنی مجید، بیطرف احمد، رجبی‌پور فرهاد، مشایی نسرین، (۱۳۸۸). تأثیر نوبت‌های غذادهی و اندازه رهاسازی در رشد و ضریب تبدیل غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان در آب لب شور. مجله شیلات، سال سوم، شماره ۲، تابستان ۸۸، صفحات ۴-۱.

1- *Sander lucioperca*

Archive of SID
www.SID.ir

۳- کاظمی مهتاب (۱۳۸۸). تاثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی جیره بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) جوان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. صفحه ۶۱.

4- AOAC (1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.. pp: 1199-1200.

5- Andrews J.W. and Page J.W. (1975). The effect of frequency of feeding on culture of catfish. Transactions of the American Fisheries Society,105: 317–321.

6- Baum D., Laughton R., Armstrong J.D. and Metcalfe N.B. (2005). The effect of temperature on growth and early maturation in a wild population of Atlantic salmon parr. Journal of Fish Biology, 67: 1370–80.

7- Brett J.R. and Groves T.D.D. (1979). Bioenergetics. In: Hoar, W.S., Randall, J.J., Brett, J.R. (Eds.), Fish Physiology. Academic Press, New York, USA, pp: 279–352.

8- Bertt J.R., Shelbourn J.E. and Shoop C.T. (1969). Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 26: 2363-94.

9- Biswas G., Jena J.K., Singh S.K., Patmajhi P. and Muduli H.K. (2006). Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. Aquaculture, 254: 211 – 218.

10- Carvalho E.A. and Nunes A.J.P. (2006). Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. Aquaculture, 252(2-4): 494-502.

11- Charles P.M., Sebastian S.M., Raj M.C.V. and Marian M.P. (1984). Effect of feeding frequency on growth and food conversion of *Cyprinus carpio* Fry. Aquaculture, 40: 293–300.

12- Chua TE. and Teng SK. (1982). Effects of food ration on growth, condition factor, food conversion efficiency, and net yield of estuary grouper, Epinephelus salmoides maxwell, cultured in floating net-cages. Aquaculture, 27: 273–283.

13- Cui Y. and Wootton R.J. (1988). Bioenergetics of growth of a cyprinid, *Phoxinus phoxinus* (L.): the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. Journal of Fish Biology, 33: 763–773.

14- Du Zh.Y., Liu Y.J., Tian L.X., He J.G., Cao J.M. and Liang G.Y. (2006). The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp, (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture international, 14(3): 247–257.

15- Dwyer K.S., Brown J.A., Parrish C. and Lall S.P. (2002). Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yello wtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture, 213: 279–292.

16- Elliott J.M. (1979). Energetics of freshwater teleosts. Symposia of the Zoological Society of London 44: 29- 61.

17- Elliott J.M. (1976). Energy losses in the waste products of brown trout (*Salmo trutta* L.). Journal of Animal Ecology, 45: 561–580.

18- Fang J., Xiangli T. and Dong Sh. (2010). The influence of water temperature and ration on the growth, body composition and energy budget of tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). Aquaculture, 299: 106–114.

19- Goldan O., Popper D. and Karplus I. (1997). Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*), I Particle size and frequency of feeding dry and live food. Aquaculture, 152: 181– 190.

20- Gokcek K.C., Mazlum Y. and Akyurt I. (2008). Effects of feeding frequency on growth, and survival of Himiri Barbus luteus (Heckel, 1843), Fry under laboratory conditions. Pakistan Journal of Nutrition, 7(1): 66-69.

21- Hidalgo F. and Alliot E. (1988). Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 72: 115–129.

22- Hung S.S.O and Lutes P.B. (1987). Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20 °C. Aquaculture, 65: 307–317.

23- Jobling M. (1993). Bioenergetics: Food Intake and Energy Partitioning. In: Rankin, J.C Jensen, F.B. (Eds.), Fish Ecophysiology. Chapman & Hall, London, pp: 1–44.

Archive of SID

www.SID.ir

24- Lee S.M., Hwang U.G. and Hwoan S. (2000). Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rock fish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 187:399-409.

25- Mollah M.F.A. and Tan E.S.P. (1982). Effects of feeding frequency on the growth and survival of catfish (*Clarias macrocephalus* Gunther) larvae. Indian journal of fisheries, 29 (1&2):1–7.

26- Murai T. and Andrews J.W. (1976). Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 42: 159–161.

27- Ng W.K., Lu K.S., Hashim R. and Ali A. (2000). Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. Aquaculture international, 8: 19-29.

28- Person-Le Ruyet J., Buchet V., Vincent B., Le Delliou H. and Quemener L. (2006). Effects of temperature on the growth of Pollack (*Pollachius pollachius*) juveniles. Aquaculture, 251(2–4): 340–345.

29- Ruohonen K., Vielma J. and Grove D.J. (1998). Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. Aquaculture, 165: 111–121.

30- Russell N.R., Fish J.D. and Wootton R.J. (1996). Feeding and growth of juvenile Sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. Journal of Fish Biology, 49: 206–220.

31- Singh R.K., Desai A.S., Chavan S.L. and Khandagale P.A. (2009). Effect of water temperature on dietary protein requirement, growth and body composition of Asian cat fish, *Clarias batrachus* fry. Journal of Thermal Biology, 34: 8–13.

32- Shearer K.D. (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture, 119: 63-88.

33- Storebakken T., Hung S.S.O., Calvert C.C. and Plisetskaya E.M. (1991). Nutrient partitioning in rainbow trout at different feeding rates. Aquaculture, 96: 191–203.

34- Sun L., Chen H. and Huang L. (2007). Growth, faecal production, nitrogenous excretion and energy budget o f juvenile yellow grouper (*Epinephelus awoara*) relative to ration level. Aquaculture, 264: 228–235.

35- Wang N., Xu X. and Kestemont P. (2009). Effect of temperature and feeding frequency on growth performance, feeding efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). Aquaculture, 289: 70-73.

36- Wang Y., Kong LJ., Li K. and Bureau DP. (2007). Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibea miichthioides*) reared in net pens. Aquaculture, 271: 350–356.

Archive of SID

www.SID.ir