

تأثیرات دفعات غذادهی در شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

- ❖ لیلا کوچکی: کارشناس ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ❖ محمد ذاکری*: استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ❖ سید محمد موسوی: استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ❖ وحید یاور: دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ❖ پریتا کوچین: دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیرات دفعات غذادهی مختلف در شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) طراحی شده است. به این منظور تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی استرلیاد با متوسط وزن اولیه 50 ± 1 گرم انتخاب و در ۱۵ تانک تقسیم‌بندی شدند. ماهی‌ها ۲ بار در روز (تیمار ۱)، ۳ بار در روز (تیمار ۲)، ۴ بار در روز (تیمار ۳)، ۵ بار در روز (تیمار ۴) و ۶ بار در روز (تیمار ۵) به میزان ۳ درصد وزن تر بدن به مدت ۶۰ روز غذادهی شدند. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) در شاخص‌های رشد با دفعات غذادهی مختلف به استثنای ضریب چاقی وجود دارد. بر اساس نتایج، بهترین میزان شاخص‌های رشد در تیمار ۵ وعده غذادهی در روز مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی، بازده غذایی، درصد مصرف خالص پروتئین و چربی به طور معنی‌داری تحت تأثیر دفعات مختلف غذادهی قرار دارند. افزایش تعداد دفعات غذادهی تا ۵ نوبت موجب بهبود شاخص‌های تغذیه‌ای در این گونه شد. مقایسه آماری ترکیبات بیوشیمیایی در دفعات غذادهی مختلف فقط اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) را در محتوای پروتئین و چربی خام بدن نشان داد. بنا بر نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که بهترین نتایج در عملکرد رشد و تغذیه در تیمار ۴ مشاهده شد، بنابراین برای تغذیه ماهی استرلیاد ۵ وعده غذادهی در روز پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: تبدیل غذایی، ترکیبات بیوشیمیایی بدن، دفعات غذادهی، رشد، *Acipenser ruthenus*.

۱. مقدمه

در ماهیان پرورشی رشد مطلوب یکی از فاکتورهای مهم برای افزایش میزان سوددهی فعالیت‌های آبرزی پروری است. نگهداری و پرورش موجودات آبرزی نیازمند داشتن دانش کامل و وسیع و درک کامل ویژگی‌های غذا و غذادهی است (Zakeri, 2009). فاکتورهای بی‌شماری در میزان رشد ماهی تأثیرگذارند، که یکی از فاکتورهای مهم مدیریت تغذیه و غذادهی است (Gardeur et al., 2007; Wang et al., 2009). بنابراین، تغذیه مناسب از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رشد، تولیدمثل و طول عمر ماهی است (Bascinar et al., 2007). کیفیت غذا و استراتژی‌های غذادهی در علم تغذیه از اهمیت بسیاری برخوردارند (Guroy et al., 2006). بنابراین، از مسائل مهم در آبرزی پروری به دست آوردن تعادل بین سرعت رشد ماهی و استفاده بهینه از غذای داده‌شده است. زمانی که ماهی با جیره غذایی با کیفیت بالا و مناسب تغذیه شود رشدی که مورد انتظار پرورش‌دهنده است به دست خواهد آمد، چراکه میزان غذا به انرژی مورد نیاز و دفعات غذادهی ماهی بستگی دارد (Bureau et al., 2006). در صورتی که دفعات غذادهی مطابق با روند طبیعی تغذیه باشد سبب افزایش رشد، بازماندگی و کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شود (Bolliet, 2001). برنامه تغذیه‌ای مطلوب سبب بهبود شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی، کمک به کاهش فضولات ماهی، کاهش اتلاف غذا، کاهش تنوع اندازه، درصد افزایش تولید و بهبود کیفیت آب می‌شود (McCarthy et al, 1992; Jobling, 1995;)

Wang et al., 1998; Dwyer et al., 2002, Tucker et al., 2006). همچنین، دفعات غذادهی نامنظم و پراکنده در گونه‌های هم‌نوع‌خوار موجب افزایش هم‌نوع‌خواری می‌شود (Tucker et al., 2006). از این رو، دفعات غذادهی در گروه‌های جوان موجب افزایش رشد و بازماندگی می‌شود (Murai and Andrews, 1976; Hancz, 1982; Folkvord and Ottera, 1993; Xie et al., 2011). استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) از گونه‌های مهم تجاری (FAO, 2012) و در حال انقراض است (IUCN, 2006). گوشت بسیار لذیذ این گونه که سرشار از اسید آمینه‌های ضروری است ارزش غذایی این ماهیان را دوچندان کرده است (Ebrahimi et al., 2004). برای جلوگیری از انقراض نسل این گونه توجه ویژه‌ای به پرورش آن شده است. با وجود پیشرفت‌هایی که طی چند سال اخیر در پرورش تاسماهیان صورت گرفته است، اطلاعات کافی درباره نیازهای تغذیه‌ای این گونه در دسترس نیست (Ebrahimi et al., 2004; Tatina et al., 2009). مطالعات انجام‌شده در ایران، در خصوص تأثیرات دفعات غذادهی، به گونه تاسماهی انگشت‌قد قره‌برون (*Zolfaghari et al., 2011; Acipenser persicus*) و فیل‌ماهی (*Mohseni et al., 2006; Huso huso*) محدود می‌شود.

با توجه به این‌که در پرورش آبزیان بخش عمده‌ای از هزینه‌ها مربوط به تغذیه است، به منظور افزایش میزان صرفه اقتصادی در پرورش تاسماهیان نیاز به مطالعه و تحقیق در مراحل غذادهی و استفاده از زمان‌ها و دفعات غذادهی مناسب احساس می‌شود و از آن‌جا که استرلیاد رشد آهسته‌ای دارد، بهبود

۱۰ عدد ماهی به صورت کاملاً تصادفی در هر تکرار (در مجموع ۳۰ ماهی برای هر تیمار) ذخیره‌سازی شدند. تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل ۵ تیمار با دفعات مختلف غذایی شامل: تیمار ۱ (T۱) با دو وعده غذایی در هر روز، تیمار ۲ (T۲) سه وعده غذایی در هر روز، تیمار ۳ (T۳) چهار وعده غذایی در هر روز، تیمار ۴ (T۴) پنج وعده غذایی در هر روز و تیمار ۵ (T۵) شش وعده غذایی در هر روز بودند (جدول ۱).

جدول ۱. ساعات غذایی تیمارهای طی دوره آزمایش

دفعات غذایی	ساعات غذایی
۲	۷ و ۲۰
۳	۷، ۱۳:۵۰ و ۲۰
۴	۷، ۱۱:۳۰، ۱۶ و ۲۰
۵	۷، ۱۰:۲۵، ۱۳:۵۰، ۱۷:۱۵ و ۲۰
۶	۷، ۹:۵۰، ۱۲، ۱۴:۵۰، ۱۷ و ۲۰

برای غذایی در هر وعده از جیره غذایی پایه شامل مخلوطی از غذای آغازین قزل آلا (۴۵ درصد وزن خشک جیره غذایی)، پودر ماهی کیلکا (۲۷ درصد)، دافنی (۱۰ درصد)، روغن گل آفتابگردان (۸ درصد) و آرد گندم (۱۰ درصد) استفاده شد. آنالیز بیوشیمیایی جیره غذایی مورد استفاده شامل ۴۶/۰۲ درصد پروتئین، ۱۸ درصد چربی، ۲/۳۵ درصد فیبر، ۱۶ درصد عصاره فاقد ازت، ۷/۶۳ درصد خاکستر و ۱۰ درصد وزن خشک جیره غذایی رطوبت بود. پلت‌های غذایی در سینی‌های مخصوص در دستگاه خشک‌کن صنعتی در دمای ۵۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷-۸ ساعت قرار داده شدند. پس از خشک

میزان رشد این گونه حائز اهمیت است (Hochleithner and Gessner, 1999; Lee et al., 2012). از سوی دیگر، با وجود اهمیت اقتصادی این گونه مطالعات محدودی در مورد شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن آن انجام گرفته است. تحقیق حاضر با توجه به همین ضرورت و به منظور تعیین دفعات مناسب غذایی در شرایط پرورشی طراحی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۱۵۰ عدد ماهی استرلیاد با میانگین وزنی $50/64 \pm 1/06$ گرم از مرکز تکثیر و پرورش آبیان اصفهان تهیه شد. ۱۵ تانک فایبرگلاس ۱۱۲۵ لیتری با ابعاد $150 \times 150 \times 50$ سانتی‌متر از مرکز تکثیر و پرورش آبیان اصفهان انتخاب و به وسیله هیپوکلریت سدیم ضدعفونی سپس، با آب شیرین شست‌وشو داده شدند و در نهایت به مدت ۲۴ ساعت در معرض نور خورشید خشک شدند. آب سالن با آب چاه تأمین شد، که به وسیله پمپ شناور به استخر ذخیره آب منتقل می‌شد. سیستم آب‌رسانی به صورت دوش‌مانند از طریق لوله‌های پلی‌اتیلنی با منافذی به قطر ۵ میلی‌متر به فاصله ۱۵ سانتی‌متری از هم انجام شد. تانک‌ها تا ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر به حجم ۷۸۷ لیتر آب‌گیری شدند. خروجی تانک‌ها در وسط تانک طراحی شده بود. روی خروجی توری با چشمه ۰/۵ سانتی‌متر قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب شامل درجه حرارت، اکسیژن و pH هر روز اندازه‌گیری و در محدوده‌ای به ترتیب با میانگین $20/18 \pm 0/31$ درجه سانتی‌گراد، $6/44 \pm 0/11$ میلی‌گرم در لیتر و $7/38 \pm 0/04$ ثبت می‌شد.

در این تحقیق به منظور بررسی شاخص‌های رشد از درصد افزایش وزن بدن (PWG^1)، افزایش وزن روزانه (DWG^2)، نرخ رشد مخصوص (SGR^3)، ضریب چاقی (CF^4)، شاخص کبدی (HSI^5)، شاخص امعا و احشا (VSI^6) و شاخص‌های تغذیه‌ای از بازده پروتئینی (FE^7)، ضریب تبدیل غذایی (FCR^8)، نسبت بازده پروتئین (PER^9)، نسبت بازده چربی (LER^{10})، مصرف خالص پروتئین (NPU^{11}) و مصرف خالص چربی (NLU^{12}) استفاده شد. به طوری که، وزن بر حسب گرم، طول بر حسب سانتی‌متر و زمان بر حسب روز محاسبه شدند (Hamza et al., 2008; Aderolu et al., 2010).

شدن غذا، پلت‌ها بر اساس اندازه دهان ماهی شکسته و در کیسه‌های تیره دوجداره بسته‌بندی و تا زمان مصرف در سردخانه با درجه حرارت $4^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. زمان دوره بررسی تأثیرات دفعات غذایی به مدت ۶۰ روز طراحی شد. طی دوره آزمایش بعد از هر بار بیومتری (۲ هفته یکبار) میزان خوراک مصرفی بر مبنای افزایش بیوماس هر تانک اصلاح شد. مدفوع و غذای خورده نشده روزانه به خارج از تانک سیفون شد. برای اندازه‌گیری وزن ماهیان از ترازوی دیجیتال با دقت 0.001 گرم (مدل PX3000 ساخت فرانسه) و برای اندازه‌گیری طول کل از تخته زیست‌سنجی با دقت 0.1 سانتی‌متر استفاده شد.

میانگین وزن اولیه بدن $100 \times$ (میانگین وزن اولیه بدن - میانگین وزن نهایی بدن) = PWG

طول دوره پرورش / (میانگین وزن اولیه بدن - میانگین وزن نهایی بدن) = DWG

کل روزهای پرورش / $100 \times$ (وزن اولیه بدن - Ln - وزن نهایی بدن) = SGR

طول کل بدن $100^3 \times$ وزن بدن = CF

وزن کل بدن / $100 \times$ وزن کبد = HSI

وزن کل بدن / $100 \times$ وزن احشاء = VSI

مقدار غذای مصرفی / (میانگین وزن نهایی بدن - میانگین وزن اولیه بدن) = FE

افزایش وزن بدن / غذای مصرف شده = FCR

پروتئین مصرف شده / افزایش وزن بدن = PER

چربی مصرف شده / افزایش وزن بدن = LER

1. Percentage weight gain
2. Daily weight gain
3. Specific growth rate
4. Condition factor
5. Hepatosomatic index
6. Visceral somatic index
7. Feed efficiency
8. Feed conversion ratio
9. Protein efficiency ratio
10. Lipid efficiency ratio
11. Net protein utilization
12. Net lipid utilization

وزن کل پروتئین خورده شده / ۱۰۰ × (وزن اولیه پروتئین بدن - وزن نهایی پروتئین بدن) = NPU

وزن کل چربی خورده شده / ۱۰۰ × (وزن اولیه چربی بدن - وزن نهایی چربی بدن) = NLU

اولیه اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). حداکثر افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن در ماهیان جوان استرلیاد به طور معنی داری در تیمار ۴ با ۵ بار غذایی در روز مشاهده شد. حداقل افزایش وزن در تیمار ۱ با ۲ نوبت غذایی مشاهده شد. سرعت رشد ویژه به طور معنی داری تحت تأثیر دفعات غذایی قرار گرفت؛ به طوری که تیمار با ۵ نوبت غذایی اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت. هر چند که در بین سایر تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. روند تأثیر دفعات غذایی در نرخ رشد روزانه مشابه با روند درصد افزایش وزن بدن ثبت شد. بیشترین میزان شاخص کبدی و احشایی به طور معنی داری در تیمار ۴ مشاهده شد. هر چند که تیمار ۵ با ۶ نوبت غذایی کمترین میزان درصد شاخص کبدی و احشایی را به خود اختصاص داد.

نتایج شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهیان جوان استرلیاد تغذیه شده با دفعات غذایی مختلف در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهیان *A. ruthenus* جوان به طور معنی داری ($P < 0/05$) تحت تأثیر دفعات غذایی قرار می‌گیرد. تیمار ۴ با ۵ بار غذایی به طور معنی داری ($P < 0/05$) کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را نسبت به دیگر تیمارها دارد، گرچه با تیمارهای ۲، ۳ و ۵ تفاوت معنی داری ندارد. حداکثر ($P < 0/05$) میزان بازده غذایی نیز در تیمار ۴ گزارش شد.

به منظور آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی بدن اولیه ۵ ماهی و ترکیبات بیوشیمیایی بدن نهایی از هر تکرار ۳ ماهی انتخاب شد که با استفاده از روش‌های استاندارد جزء به جزء (AOAC, 2005) و با ۳ تکرار انجام شد. میزان رطوبت به وسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. خاکستر با سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت محاسبه شد. میزان پروتئین خام به طور غیر مستقیم به وسیله آنالیز نیتروژن کل ($N \times 6/25$) با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Buch, model 430 and 321, Germany). میزان چربی خام با دستگاه Soxtec (Memmert, Germany) تعیین شد.

از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) برای ارزیابی اختلاف بین دفعات مختلف غذایی استفاده شد. در صورت معنی دار بودن از پس‌آزمون دانکن (Duncan Post Hoc test) در سطح معنی داری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج رشد در ماهیان جوان استرلیاد تغذیه شده با دفعات مختلف غذایی در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که به استثنای ضریب چاقی سایر شاخص‌های رشد در ماهیان جوان تحت تأثیر دفعات غذایی قرار گرفته‌اند ($P < 0/05$). در ابتدای آزمایش در بین تیمارها از لحاظ وزن اولیه و طول

جدول ۲. شاخص‌های رشد در ماهیان *Acipenser ruthenus* تغذیه شده با دفعات غذایی مختلف (n=۳۰)

پارامترها	تیمارها				
	T۵	T۴	T۳	T۲	T۱
طول اولیه	۲۵/۰۶±۰/۲۳	۲۵/۰۵±۰/۱۶	۲۵/۰۵±۰/۱۶	۲۵/۰۳±۰/۱۶	۲۵/۰۵±۰/۱۳
وزن اولیه	۵۰/۸۰±۲/۷۷	۵۰/۷۰±۲/۶۰	۵۰/۸۳±۲/۱۶	۵۰/۸۵±۲/۱۶	۵۰/۰۶±۲/۳۴
طول نهایی	۳۲/۵۱±۰/۳۵	۳۳/۲۵±۰/۳۱	۳۲/۵۲±۰/۳۹	۳۲/۵۵±۰/۴۰	۳۲/۵۵±۰/۴۰
وزن نهایی	۱۳۲/۷۰±۲/۱۷ ^{ab}	۱۴۶/۲۰±۳/۸۴ ^c	۱۳۵/۲۰±۲/۸۴ ^b	۱۲۷/۰۰±۲/۳۶ ^{ab}	۱۲۵/۳۰±۲/۱۵ ^a
افزایش وزن	۸۱/۹۰±۳/۲۰ ^{ab}	۹۵/۵۰±۴/۴۷ ^b	۸۴/۳۶±۲/۹۶ ^{ab}	۷۹/۹۳±۳/۷۱ ^a	۷۴/۴۴±۳/۴۸ ^a
افزایش روزانه وزن بدن	۱/۴۶±۰/۰۵ ^a	۱/۷۰±۰/۰۸ ^b	۱/۵۰±۰/۰۵ ^a	۱/۳۷±۰/۰۶ ^a	۱/۳۲±۰/۰۶ ^a
سرعت رشد ویژه	۱/۷۶±۰/۰۲ ^a	۱/۹۴±۰/۰۶ ^b	۱/۷۷±۰/۰۴ ^a	۱/۷۵±۰/۰۵ ^a	۱/۶۴±۰/۰۰ ^a
درصد افزایش وزن بدن	۱۷۶/۰۲±۱۱/۶۱ ^{ab}	۲۱۱/۵۱±۱۷/۱۳ ^b	۱۷۸/۴۶±۱۱/۴۰ ^{ab}	۱۷۱/۰۵±۱۳/۵۱ ^a	۱۶۰/۴۳±۱۲/۳۴ ^{ab}
میزان رشد روزانه	۴/۹۲±۰/۲۰ ^{ab}	۵/۵۶±۰/۳۰ ^b	۴/۹۷±۰/۲۰ ^{ab}	۴/۸۴±۰/۲۴ ^a	۴/۶۵±۰/۲۲ ^{ab}
ضریب چاقی	۰/۳۸±۰/۰۱	۰/۳۹±۰/۰۰	۰/۴۰±۰/۰۱	۰/۳۷±۰/۰۱	۰/۳۷±۰/۰۱
وزن نسبی کبد	۳/۳۲±۰/۲۲ ^a	۶/۳۳±۰/۱۸ ^c	۴/۴۲±۰/۱۸ ^b	۴/۲۶±۰/۱۳ ^b	۴/۰۹±۰/۲۱ ^b
وزن نسبی امعاء و احشا	۸/۹۰±۰/۲۷ ^a	۱۱/۸۴±۰/۲۳ ^c	۱۱/۱۱±۰/۱۸ ^c	۱۰/۳۸±۰/۱۷ ^b	۱۰/۲۱±۰/۲۴ ^b

میانگین ± انحراف از معیار داده‌هایی که با حروف مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار نیستند ($P > 0.05$) ولی داده‌هایی

که با حروف غیر مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار آماری می‌باشند ($P < 0.05$).

خالص پروتئین در تیمار ۴ اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت ($P < 0.05$)، اگرچه در این شاخص اختلاف معنی‌داری با تیمار ۳ نداشت. هر چند که حداکثر شاخص مصرف خالص چربی در تیمار ۶ بار غذایی مشاهده شد. اختلاف معنی‌داری در این شاخص بین تیمارهای ۲، ۳ و ۴ مشاهده نشد. حداقل مقدار مصرف خالص چربی در تیمار با ۲ نوبت غذایی گزارش شد.

بیشترین میزان بازده پروتئین و چربی در تیمار با ۵ نوبت غذایی ثبت شد ($P < 0.05$) هر چند که بین این تیمار و تیمارهای ۴ نوبت و ۶ نوبت غذایی در این شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین میزان نسبت بازده پروتئین و چربی در دو تیمار ۱ و ۲ گزارش شد. روند تغییرات مصرف خالص پروتئین و چربی تحت تأثیر دفعات مختلف غذایی از الگویی مشخص تبعیت نمی‌کند. مصرف

جدول ۳. شاخص‌های تغذیه‌ای در ماهیان *Acipenser ruthenus* تغذیه‌شده با دفعات غذایی مختلف (n=۳۰)

تیمارها					پارامترها
T۵	T۴	T۳	T۲	T۱	
۰/۶۷±۰/۰۲ ^{ab}	۰/۶۷±۰/۰۳ ^b	۰/۶۲±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۵۷±۰/۰۲ ^a	۰/۵۷±۰/۰۲ ^a	بازده غذایی
۱/۷۰±۰/۰۸ ^{ab}	۱/۵۸±۰/۰۷ ^a	۱/۶۵±۰/۰۶ ^{ab}	۱/۸۶±۰/۱۰ ^{ab}	۱/۹۳±۰/۱۵ ^b	ضریب تبدیل غذایی
۱/۳۵±۰/۰۵ ^{ab}	۱/۴۶±۰/۰۶ ^b	۱/۳۶±۰/۰۴ ^{ab}	۱/۲۵±۰/۰۵ ^a	۱/۲۵±۰/۰۶ ^a	بازده پروتئینی
۳/۲۷±۰/۱۲ ^{ab}	۳/۵۵±۰/۱۶ ^b	۳/۲۹±۰/۱۱ ^{ab}	۳/۰۴±۰/۱۴ ^a	۳/۰۳±۰/۱۴ ^a	بازده چربی
۷۳/۰۵±۲/۸۵ ^a	۸۳/۷۶±۳/۷۹ ^b	۷۷/۹۳±۲/۶۴ ^{ab}	۶۹/۹۷±۳/۲۰ ^a	۷۱/۸۰±۳/۳۲ ^a	درصد مصرف خالص پروتئین
۸۱/۸۸±۳/۲۰ ^b	۷۷/۹۶±۳/۹۷ ^b	۷۱/۸۸±۲/۷۷ ^{ab}	۷۶/۰۶±۳/۵۵ ^b	۶۵/۸۳±۳/۵۱ ^a	درصد مصرف خالص چربی

میانگین ± انحراف از معیار داده‌هایی که با حروف مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار نیستند ($P > 0.05$) ولی داده‌هایی که با حروف غیر مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار آماری می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۴. آنالیز بیوشیمیایی ترکیبات تقریبی بدن اولیه و نهایی ماهیان *Acipenser ruthenus* تغذیه‌شده با دفعات غذایی مختلف (n=۹)

تیمارها						پارامترها
لاشه اولیه	T۵	T۴	T۳	T۲	T۱	
۵۴/۵۱±۰/۱۱ ^a	۵۴/۷۹±۰/۱۸ ^a	۵۶/۷۷±۰/۰۶ ^d	۵۶/۳۰±۰/۲۲ ^{bc}	۵۶/۱۲±۰/۰۸ ^b	۵۵/۰۴±۰/۳۱ ^a	پروتئین
۲۵/۵۳±۰/۱۱ ^a	۲۵/۲۰±۰/۳۰ ^b	۲۳/۷۷±۰/۰۹ ^d	۲۳/۷۸±۰/۱۶ ^f	۲۳/۹۲±۰/۱۳ ^c	۲۳/۵۹±۰/۱۳ ^e	چربی
۱۲/۲۴±۰/۱۱	۱۲/۲۲±۰/۱۱	۱۲/۱۷±۰/۰۹	۱۲/۱۷±۰/۰۸	۱۲/۳۸±۰/۱۶	۱۲/۲۱±۰/۰۸	خاکستر
۱۲/۵۷±۰/۰۹ ^b	۶/۹۰±۰/۱۵ ^{ab}	۷/۲۸±۰/۰۸ ^a	۷/۷۴±۰/۱۴ ^b	۷/۵۶±۰/۱۱ ^{ab}	۷/۵۳±۰/۱۰ ^{ab}	رطوبت

میانگین ± انحراف از معیار داده‌هایی که با حروف مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار نیستند ($P > 0.05$) ولی داده‌هایی که با حروف غیر مشابه نشان دار شده اند دارای اختلاف معنی دار آماری می‌باشند ($P < 0.05$).

داد که فاکتورهای بیوشیمیایی بدن در ماهی *A. ruthenus* به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) تحت

نتایج ترکیبات بیوشیمیایی بدن در ماهی استرلیاد جوان در جدول ۴ آورده شده است. این نتایج نشان

توجه به کوتاه بودن طول روده و ظرفیت کم آن (White et al., 2007)، به نظر می‌رسد که افزایش دفعات غذایی بیش از حد مطلوب سبب شده که لوله گوارش سریع‌تر عمل کند و عملکرد جذب غذا در لوله گوارش کاهش یابد (Liu and Liao., 1999; Biswas et al., 2010). همچنین، وعده‌های غذایی پایین سبب افزایش حجم معده و پرخوری می‌شود (Jobling, 1983; Ruohonen et al., 1998; Biswas et al., 2010).

Zolfaghari et al., (2011) بیان داشتند که ۴ بار غذایی در تاسماهی ایرانی قره‌برون (*Acipenser persicus*) نسبت به ۳ و ۵ بار غذایی در روز حداکثر میزان رشد را دارد. (Aderolu et al., 2010) گزارش دادند که ۳ وعده غذایی در روز نسبت به ۱، ۲ و ۴ بار غذایی در روز سبب افزایش وزن در گربه‌ماهی افریقایی (*Clarias gariepinus*) انگشت‌قد و جوان می‌شود. (Hepher 1988) بیان کرد که تغذیه ماهی در دفعات غذایی بالاتر راندمان غذایی بهتر و رشد بیشتری را در مقایسه با ماهی‌ای که در دفعات پایین‌تر غذایی می‌شود نشان می‌دهد (Aderolu et al., 2010). همچنین، (Mohseni et al., 2006) بیان کردند که ۳ بار غذایی در روز رشد بالاتری در فیل‌ماهی (*Huso huso*) یک‌ساله نسبت به ۴ و ۵ بار غذایی در روز دارد. نتایج مشابهی در زمینه اثر دفعات غذایی در میزان رشد گونه‌های *Labeo Cyprinus* و *Clarias Macrocephalus rohita* (Charles et al., 1984) *Carpio Chanos chanos*، (Chiu et al., 1987) *Lepomis x L. macrochirus*، (Wang et al., 1998) *Limanda cyanellus*، (Dwyer et al., 2002) *ferruginea Colossoma*،

تأثیر دفعات غذایی است. حداکثر میزان رطوبت بدن ($P < 0/05$) در بین تیمارهای آزمایشی در تیمار ۳ و حداقل رطوبت در تیمار ۵ مشاهده می‌شود. حداکثر میزان پروتئین بدن در تیمار ۴ و حداقل میزان پروتئین در تیمار ۱ مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین محتوای پروتئین خام بدن نهایی در تیمار ۱ و ۵ ثبت نشد. در بین تیمارهای آزمایشی حداکثر میزان چربی بدن در تیمار ۵ مشاهده شد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

رشد ماهی در همه مراحل زندگی با نوع غذا، میزان غذا، دفعات غذایی، هضم غذا و توانایی جذب مواد غذایی مدیریت می‌شود. تاکنون مطالعات فراوانی به منظور تعیین میزان مناسب غذا و دفعات غذایی در گونه‌های مختلف ماهی تحت شرایط مختلف محیطی و پرورشی انجام شده است (Andrews and Pages, 1975; De silva and Anderson, 1995; Kasiri et al., 2011). Charles et al., (1984) بیان کردند که راندمان تولید و رشد ماهی به تغذیه مناسب وابسته است و در بهترین حالات تغذیه‌ای وابستگی زیادی به نیازهای غذایی ندارند. بنابراین، دفعات غذایی مطلوب علاوه بر بهبود میزان رشد از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه است.

در تحقیق حاضر افزایش وزن در ماهی استرلیاد جوان به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) تحت تأثیر دفعات غذایی قرار دارد. با افزایش دفعات غذایی تا ۵ وعده در روز افزایش وزن، افزایش روزانه وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن و میزان رشد روزانه مشاهده شد. افزایش طول و ضریب چاقی ماهی استرلیاد جوان تحت تأثیر دفعات غذایی نیست. با

غذایی برای فعالیت‌های متابولیکی استفاده می‌کنند و در صورت نبود نیاز آن‌ها را در بدن ذخیره می‌کنند (De Silva and Anderson, 1995; Zakeri, 2009). مطالعات انجام‌شده دربارهٔ *Gadus morhua* (Morais et al., 2001; Hansen et al., 2008) و *Melanogrammus aeglefinus* (Nanton et al., 2001) و *Dicentrarchus labrax* (Lanari et al., 1999) نشان می‌دهد که افزایش در HSI به علت تجمع چربی زیاد در کبد و افزایش چربی کبد است. بنابراین، با افزایش دفعات غذایی تا حد معین و در نتیجه افزایش انرژی غذای مصرفی، انرژی مازاد در بدن *A. ruthenus* به صورت چربی در کبد ذخیره می‌شود و موجب افزایش وزن کبد ماهی و در نتیجه افزایش شاخص هپاتوسوماتیک در ماهی *A. ruthenus* جوان می‌شود.

میزان تغذیه در ماهی با میزان انرژی لازم برای انجام دادن فعالیت‌های آنابولیکی ارتباط مستقیم دارد (Zakeri, 2009). به عبارت دیگر، به منظور تأمین انرژی مورد نیاز برای حداکثر رشد میزان مصرف غذا در ماهیان افزایش می‌یابد (De Silva and Anderson, 1995). بازده غذایی در ماهیان استرلیاد جوان به طور معنی‌داری تحت تأثیر دفعات مختلف غذایی است و افزایش رشد تغذیه صحیح را نشان می‌دهد در نتیجه افزایش بازده غذایی می‌تواند به دلیل دفعات مطلوب غذایی و میزان مناسب غذای دریافتی باشد. ضریب تبدیل غذایی در ماهیان استرلیاد به طور معنی‌داری تحت تأثیر دفعات غذایی مختلف قرار دارد. احتمالاً کاهش ضریب تبدیل غذایی به دلیل دفعات غذایی مناسب و تأمین انرژی لازم برای افزایش شاخص‌های رشد است. در

Pagrus macropomum (Silva et al., 2007)، *Sander auratus* (Booth et al., 2008)، *Pseudosciaena lucioperca* (Wang et al., 2009) و *Clarias gariepinus* (Xi et al., 2010) گزارش شده است. هر چند تاکنون گزارش‌هایی مربوط به اثر دفعات غذایی در گونهٔ *A. ruthenus* منتشر نشده است. Ruohonen et al., (1998) بیان کردند که لولهٔ گوارش ماهیان گوشت‌خوار بسیار کوتاه است و زمان عبور غذا از روده تقریباً ۳ ساعت تخمین زده شده است. مقدار غذای زیاد ممکن است سرعت حرکت غذا در روده را افزایش دهد و مقداری غذا به صورت هضم‌نشده دفع شود که سبب کاهش کارایی غذا و افزایش ضریب تبدیل غذایی می‌شود. بر این اساس، می‌توان دلیل کاهش میزان رشد در وعده‌های غذایی مطالعه حاضر را کوتاه بودن لولهٔ گوارش دانست. دفعات غذایی بالاتر و در حد مطلوب سبب شده که در هر وعده ماهی غذای متناسب با ظرفیت روده دریافت کند، در نتیجه جذب غذا بهتر صورت می‌گیرد و رشد افزایش می‌یابد، اما غذایی در وعده‌های بالاتر منجر به صرف انرژی بیشتر در هنگام حرکت می‌شود همچنین، به دلیل توزیع کم میزان غذا در هر وعده، رقابت افزایش می‌یابد که این امر مستلزم صرف انرژی است (Johansen and Jobling, 1998; Biswas et al., 2010). در نهایت به دلیل انطباق نداشتن مصرف انرژی و دریافت غذا رشد کاهش می‌یابد.

شاخص کبیدی و احشایی در ماهیان استرلیاد تحت تأثیر معنی‌دار ($P < 0.05$) دفعات غذایی است. ماهیان از انرژی حاصل از مصرف پروتئین و چربی

منابع پروتئینی موجود در وعده‌های غذایی مطلوب دارند. ماهیان *A. ruthenus* بعد از تأمین انرژی و نیازهای پروتئینی بدن، پروتئین اضافه کسب شده را طی فرایندها و چرخه‌های بیوشیمیایی در بدن به انرژی یا چربی تبدیل و آن را در بدن ذخیره می‌کنند (Clements and Raubenheimer, 2006).

ترکیبات بیوشیمیایی بدن نهایی به طور کلی تحت تأثیر دفعات مختلف غذایی قرار دارند. Xie et al., (2011) گزارش دادند که افزایش دفعات غذایی (۲، ۴، ۸ و ۱۲ بار غذایی در روز) موجب افزایش میزان پروتئین و چربی بدن Croaker بزرگ (*Pseudosciaena crocea*) می‌شود. et al., (2010) Marimuthu اعلام کردند که حداکثر میزان پروتئین و چربی بدن گربه‌ماهی افریقایی (*Clarias* *Gariiepinus*) تغذیه شده در دفعات ۱ بار در روز، ۲ بار در روز، ۱ روز در میان و ۲ روز در میان در ۲ بار در روز مشاهده می‌شود. Wang et al., (2009) با مطالعه درباره *Sander lucioperca* اعلام کردند که ۳ بار غذایی در روز نسبت به ۱ و ۶ بار غذایی در روز دارای میزان پروتئین بدن بالاتری است همچنین، آن‌ها (2007) با مطالعه درباره *Cuneate drum* (*Nibeia miichthioides*) گزارش دادند که با ۱ بار غذایی در روز نسبت به غذایی ۱ روز در میان و ۲ وعده غذایی در روز میزان پروتئین بدن افزایش می‌یابد. Shahkar et al., (2008) گزارش دادند که افزایش دفعات غذایی سبب افزایش میزان پروتئین بدن می‌شود. هر چند که Webster et al., (2001) گزارش کردند که تأثیر معنی‌داری در ترکیبات بیوشیمیایی بدن در دفعات مختلف غذایی مشاهده نشد. همچنین، Ruohonen et al., (1998) گزارش

نتیجه کل غذای مصرف شده ماهیان استرلیاد جوان در تیمار ۴ کاهش می‌یابد. در مطالعه حاضر با دفعات غذایی مناسب میزان رشد افزایش می‌یابد که افزایش رشد به دلیل اتلاف پایین انرژی و بازده غذایی بالاست؛ بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش رشد به دلیل دفعات غذایی مناسب است؛ اگرچه تغذیه بیش از حد نه تنها سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی نمی‌شود، بلکه تجمع ضایعات و کاهش کیفیت آب را دربر دارد (Biswas et al., 2006).

Aderolu et al., (2010) بیان کردند که افزایش دفعات غذایی موجب کاهش ضریب تبدیل غذایی گربه‌ماهی افریقایی (*Clarias gariiepinus*) می‌شود. Wang et al., (1998) اعلام کردند که در هیبرید خورشیدماهی (*Lepomis cyanellus* × *L. macrochirus*) با افزایش دفعات غذایی میزان ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت. (1997) et al., Goldan گزارش دادند که افزایش دفعات غذایی سبب کاهش FCR در ماهی شانک (*Sparus aurate*) می‌شود. هر چند که Bascinar et al., (2007) با مطالعه درباره قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta labrax*) گزارش دادند که افزایش دفعات غذایی موجب افزایش ضریب تبدیل غذایی می‌شود. (2008) Ugwumba and Sogbesan بیان کردند که توانایی یک موجود در استفاده از مواد غذایی به‌ویژه پروتئین تأثیر مثبتی در میزان رشد دارد. بنابراین، با افزایش نسبت بازده پروتئین و چربی میزان FCR کاهش و در نتیجه وزن و نرخ رشد مخصوص در ماهیان جوان افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج، چنین به نظر می‌رسد که ماهیان *A. ruthenus* تمایل بیشتری به استفاده از

ویژه، وزن نسبی کبد و وزن نسبی امعا و احشا) و تغذیه (بازده غذایی، ضریب تبدیل غذایی، بازده پروتئین و چربی و درصد مصرف خالص پروتئین و چربی) ماهی استرلیاد جوان در ۵ بار غذایی در روز حاصل می‌شود. در نهایت می‌توان ۵ بار غذایی در روز را به‌منزله مناسب‌ترین دفعات غذایی *A. ruthenus* پیشنهاد کرد. این مطالعه اشاره‌ای به تغذیه ماهی استرلیاد جوان داشته است تا موجب جلب توجه برای تحقیقات بیشتر درباره دیگر گونه‌های ماهیان خاویاری شود، چراکه اطلاعات موجود درباره نیازهای تغذیه‌ای ماهیان جوان خاویاری در شرایط پرورشی مختلف بسیار محدود است.

دادند که افزایش دفعات غذایی تأثیر معنی‌داری در میزان پروتئین بدن ندارد. انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های کاتابولیکی ماهی در ابتدا از ذخایر چربی و کربوهیدرات تأمین می‌شود سپس، در صورت نیاز به انرژی بیشتر از ذخایر پروتئینی استفاده می‌شود و به مصرف فعالیت‌های متابولیکی بدن می‌رسد (De Silva and Anderson, 1995). احتمالاً در دفعات غذایی پایین به دلیل این که ماهی قادر نیست کل غذای دریافتی را هضم و جذب کند ناچاراً انرژی مورد نیاز بدن را از منابع انرژی ذخیره‌ای بدن تأمین می‌کند.

در مجموع، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بهترین شاخص رشد (افزایش وزن، سرعت رشد

References

- [1]. Aderolu, A.Z., Seriki, B.M., Apatira, A.L. and Ajaegbo, C.U., 2010. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. African Journal of Food Science 4(5), 286-290.
- [2]. Andrews, J.W., Page, J.W., 1975. The effects of frequency of feeding on culture of catfish. Transactions of the American Fisheries Society 104, 317– 321.
- [3]. Başçınar, N., Çakmak, E., Çavdar, Y. and Aksungur, N., 2007. The Effect of Feeding Frequency on Growth Performance and Feed Conversion Rate of Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7, 13-17.
- [4]. Biswas, G., Jena, J.K., Singh, S.K., Patmajhi, P., 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.
- [5]. Biswas, G., Thirunavukkarasu, A.R., Sundaray, J.K., Kailasam, M., 2010. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackish water environment. Aquaculture 305, 26–31
- [6]. Bolliet, V., Azzaydi, M. and Boujard, T., 2001. Effect of feeding time on feed intake and growth. In: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. (Eds.), Food Intake in Fish. Blackwell Publishing, Carlton South, Victoria, Australia, pp. 232–249.
- [7]. Booth, M.A., Tucker, B.J., Allan, G.L., Fielder, D.S., 2008. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper *Pagrus auratus*. Aquaculture 282,104-110.
- [8]. Bureau, D.P., Hua, K., Cho, C.Y., 2006. Effects of feeding level on growth and nutrient composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum) growing from 150 to 600 g. Aquaculture Research 37, 1090- 1098.
- [9]. Clements, K.D., Raubenheimer, D., 2006. Feeding and Nutrition. In: Evans, D.H., Claiborne, J.B. (Eds), The physiology of fishes. Third edition, Taylor & Francis Group, USA, pp. 47-83.
- [10]. Charles, P.M., Sebastain, S.M., Raj, M.C.V., Marian. M.P., 1984. Effect of feeding frequency on growth and food conversion of *Cyprinus carpio* Fry. Aquaculture 40, 293- 300.
- [11]. Chiu, Y.N., Sumagaysay, N.S., Sastrillo, M.A., 1987. Effect of feeding frequency and feeding rate on the growth and feed efficiency of milkfish, *Chanos chanos* Forskal, juveniles. Asian Fisheries Science 1, 27– 31.
- [12]. De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall Aquaculture Series, London, 319 p.
- [13]. Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C., Lall, S.P., 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture 213 (1–4), 279–292.
- [14]. Ebrahimi, A., Porreza, J., Panamariof, S. V., Kamali, A., Hosseini, A., 2004. Effects of protein and lipid on carcass biochemical composition in *Acipenser persicus* fingerling. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 3, 141-152 (in Persian).
- [15]. FAO, 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). FAO Fisheries and Aquaculture Department Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy., Available from: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.html>. Accessed 15th September 2013.

- [16]. Folkvord, A., Ottera, H., 1993. Effects of initial size distribution, day length and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture* 114, 243–260.
- [17]. Gardeur, J.N., Mathis, N., Kobilinsky, A., Brun-Bellut, J., 2007. Simultaneous effects of nutritional and environmental factors on growth and flesh quality of *Perca fluviatilis* using a fractional factorial design study. *Aquaculture* 273, 50–63.
- [18]. Goldan, O., Popper, D., 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.
- [19]. Guroy, G., Emrah, D., Betul, K.G., Ahmet Adem, T., 2006. Influence of feeding frequency on feed intake, growth performance and nutrient utilization in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed pelleted or extruded diets. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 30, 171-177.
- [20]. Hamza, N., Mhetli, M., Khemis, I.B., Cahu, C. and Kestemont, P., 2008. Effect of dietary phospholipids levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Aquaculture*, 275:274–282.
- [21]. Hancz, C., 1982. Preliminary investigations on the feeding frequency and growth of juvenile carp in aquaria. *Aquacultura Hungarica (Szarvas)* 3, 33– 35.
- [22]. Hansen, J.Q., Berg, G.M., Hillestad, M., Krogdahl, A., Galloway, T.F., Holm, H., Holm, J., Ruyter, B., 2008. Apparent digestion and apparent retention of lipid and fatty acid in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed increasing dietary lipid levels. *Aquaculture* 287, 159-166.
- [23]. Hefner, B., 1988. *Nutrition of Pond Fishes*. Cambridge University Press, Cambridge, 404 p.
- [24]. Hochleithner, M. J., Gessner, M., 1999. The sturgeon and paddlefish (Acipenseriformes) of the world. *Biology and Aquaculture*. AquaTech publications, 165 p.
- [25]. IUCN 2006: 2006 IUCN Red List. Available at www.iucn.org. Accessed 10th May 2009.
- [26]. Jobling, M., 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L). *Journal of Fish Biology* 23, 177- 185.
- [27]. Jobling, M., 1995. *Fish Bioenergetics*. Chapman & Hall, London, 309 p.
- [28]. Johansen, S.J.S., Jobling, M., 1998. The influence of feeding regime on growth and slaughter traits of cage-reared Atlantic salmon. *Aquaculture International* 6, 1–17.
- [29]. Kaiser, H., Collett, P.D., Vine, N.G., 2011. The effect of feeding regimen on growth, food conversion ratio and size variation in juvenile dusky Kob *Argyrosomus japonicus* (Teleostei: Sciaenidae). *African Journal of Aquatic Science* 63(1), 83-88.
- [30]. Lanari, D., Poli, B.M., Ballsterazzi, R., Lupi, P., D'Agaro, E., Mecatti, M., 1999. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. *Aquaculture* 179, 351-364.
- [31]. Lee, D.O., Ra, C.H., Song, Y.H., Kim, J.D., 2012. Effects of Dietary Garlic Extract on Growth, Feed Utilization and Whole Body Composition of Juvenile Sterlet Sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Asian-Australian Journal of Animal Science* 25(4), 577-583.
- [32]. Liu, F.G., Liao, C.I., 1999. Effect of feeding regimes on the food consumption, growth and body composition in hybrid striped bass *Morone saxatilis* × *M. chrysops*. *Fish Science* 64, 513–519.

- [33]. Marimuthu, K., Chi, C., Muralikrishnan, S., Kumar, D., 2010. Effect of Different Feeding Frequency on the Growth and Survival of African Catfish (*Clarias Gariepinus*) Fingerlings. *Advances in Environmental Biology* 4(2), 187-193.
- [34]. McCarthy, I.D., Carter, C.G., Houlihan, D.F., 1992. The effect of feeding hierarchy on individual variability in daily feeding of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Biology* 41, 257-263.
- [35]. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H. R., Salehpour, M., 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. *Journal of Apply Ichthyology* 22 (Suppl. 1), 278-282.
- [36]. Morais, S., Bell, J.G., Robertson, D.A., Roy, W.J., Morris, P.C., 2001. Protein: lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilisation, muscle composition and liver histology. *Aquaculture* 203, 101 – 119.
- [37]. Murai, T. J., Andrews, 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.
- [38]. 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*. *Aquaculture Research* 32, 225-234.
- [39]. Ruohonen, K., Vielma, J., 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.
- [40]. Shahkar, A., Khara, H., Sodagar, M., 2008. Effects of feeding frequency on growth and survival rate in *Rutilus frisii kutum* larvae. *Azad University of Lahijan, Journal of Biology Science* 3, 41-49 (in Persian).
- [41]. Silva, C.R., Gomes, L.C., Brandao, F.R., 2007. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture* 264, 135–139.
- [42]. Sogbesan, A.O., Ugwumba, A.A.A., 2008. Nutritional evaluation of termite *Macrotermes subhyalinus*. Meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic science* 8, 149-157.
- [43]. Tatina, M., Bahmani, M., Soltani, M., Abtahi, B., Gharibkhani, M., 2009. Effect of different levels of dietary vitamin C and E on red blood cells contain in *Acipenser ruthenus*. *Journal of Marine Biology* 4, 23-34 (in Persian).
- [44]. Tucker, B.J., Booth, M.A., Allan, G.L., Booth, D., Fielder, D., 2006. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture* 258, 514–520.
- [45]. Wang, N., Hayward, R.S., Noltie, D.B., 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture* 165, 261–265.
- [46]. Wang, Y., Guo, J., Li, K., Bureau, D.P., 2007. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum, *Nibea miichthioides*. *Aquaculture* 252, 476–483.
- [47]. Wang, N., Xu, X., Kestemont, P., 2009. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). *Aquaculture* 289, 70–73.

- [48]. Webster, C.D., Thompson, K.R., Morgan, A.M., Grisby, E.J., Dasgupta, S., 2001. Frequency feeding affects growth, not fillet composition, of juvenile Sunshine bass *Morone chrysops* × *M. saxatilis* grown in cages. *Journal of Aquaculture Society* 32, 79–88.
- [49]. Whiting, S. D., Guinea, M. L., Limpus, C. J., 2007. Blood chemistry reference values for two ecologically distinct populations of foraging green turtles, eastern Indian Ocean. *Comparative Clinical Pathology* 16, 109-118.
- [50]. Xie, F., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Ma, H. 2011. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. *Aquaculture* 311, 162–167.
- [51]. Zakeri, M., 2009. Effect of different levels of dietary protein and lipid on biological performances in *Acanthopagrus latus* broodstock. PhD thesis, Khorramshahr University of Marine Science and Technology. 205 p (in Persian).
- [52]. Zolfaghari, M., Imanpour, M. R., Naja, E., 2011. Effect of photoperiod and feeding frequency on growth and feed utilization of fingerlings Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Aquaculture research* 42, 1594-1599.

