



Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>

Original Article



Effects of feeding frequency on production indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Mozhdeh Nahayat¹, Mohammad Zakeri^{1*}, Amir Parviz Salati¹, Ahmad Ghasemi²

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

2. Department of Biotechnology, Persian Gulf Research Institute, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.

* Corresponding Author Email: Zakeri.mhd@gmail.com

Received: 21 May 2021

Revise Date: 4 August 2021

Accepted: 5 August 2021

DOI: 10.22113/JMST.2021.287270.2432

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of feeding frequency on growth, nutrition, and survival indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In this experiment, 216 rainbow trout with an average weight of 38 ± 0.11 g were distributed in 18 (300-liter fiberglass) tanks complete randomly. Three experimental treatments including different feeding times 1, 3, and 5 times a day (treatments 1, 2, and 3, respectively), were fed with 6 replications and based on 5% of biomass weight for 90 days. At the end of the experimental period, a significant difference was observed in all growth indices. In all these indicators, treatment 2 was superior to treatment 3. A significant difference was observed between treatments 2 and 1. The results of measuring feed efficiency ratio in this study showed that feed efficiency in treatment 1 has the lowest value and has a significant difference with treatments 2 and 3 ($P < 0.05$). The highest value of this index was observed for treatment 2, while there was no significant difference with treatment 3. The lowest survival rate was observed in treatment 1, and the highest value was observed in treatment 2. The economic efficiency ratio showed that thrice a day in treatment 2 the most cost-effective feeding times. So the maximum feed cost was observed in treatment 1, and the minimum amount was observed in treatment 2. The results showed the frequency of feeding 3 times a day in terms of production in rainbow trout.

Keywords: Feeding frequency, Growth index, feed efficiency ratio, Economic, efficiency, Survival rate, *Oncorhynchus mykiss*.

INTRODUCTION

In aquaculture, feeding frequency analysis is crucial as feeding at the appropriate frequency can improve growth performance and feed consumption efficiency while reducing farm feeding costs. In other words, the feeding frequency can influence digestion and absorption of the diet, which leads to synchronization of diet efficiency with appetite. Enhancing feed efficiency can play a significant role in helping the aquaculture industry achieve sustainability and reduce production costs.

MATERIALS AND METHODS

216 rainbow trout, with an average weight of 38 ± 0.11 g, were transported to the experimental site (300-litre fiberglass tanks). The fish were reared in three different treatments, each with six replications containing 12

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



fish, for 90 days after acclimation to laboratory conditions for 14 days. Three different feeding schedules were designed for the experimental treatments: Treatment 1: Once daily at 9:00; Treatment 2: Three times daily at 9:00, 13:00, and 17:00; and Treatment 3: Five times daily at 9:00, 13:00, 15:00, 17:00, and 19:00. The fish were fed with commercial extruded diet (Faradaneh Company, Iran) at 5% of body weight. The variables analyzed in this study were: percentage weight gain, daily weight gain, specific growth rate, survival rate, condition factor, visceral somatic index, feed efficiency ratio, survival rate, and economy efficiency ratio.

RESULTS

The results of the growth indices measured in rainbow trout at the end of the experimental period indicated a significant difference in all growth indices. In all these indicators, treatment 2 outperformed treatment 3. The highest and lowest percentage weight gain and specific growth rate were observed in treatments 2 and 1, respectively. The study's results on feed efficiency ratio indicate that treatment 1 had the lowest feed efficiency and a significant difference from treatments 2 and 3. Treatment 1 also had the lowest survival rate percent at 91.40 ± 5.89 , while treatment 2 had the highest at 99.00 ± 1.10 . Feeding the fish three times a day in treatment two was found to be the most cost-effective, with treatment 1 showing the highest feed cost.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The study demonstrates that increased feeding frequency has improved some growth and feed indicators as measured. In treatment 2, the maximum level of these indicators was observed when feeding occurred three times a day. Feeding three times a day is more cost-effective than feeding once or five times a day, according to the results of the economic efficiency ratio. Thus, the increase in feed efficiency observed in treatment 2 in the study could be attributed to the appropriate frequency and the suitable amount of diet consumed each time. Feeding rainbow trout three times a day can be recommended as the practical feeding frequency considering the management conditions of this experiment.



مقاله پژوهشی

Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>



اثرات دفعات غذاهای بر شاخص های تولید در قزل آلاهی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*)

مژده نهایت^۱، محمد ذاکری^{۱*}، امیر پرویز سلاطی^۱، احمد قاسمی^۲

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

۲. گروه زیست فناوری، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، بوشهر، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Zakeri.mhd@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۳۱

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2021.287270.2432

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین اثر دفعات غذاهای بر شاخص های رشد، تغذیه و بازماندگی در قزل آلاهی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) طراحی گردید. در این آزمایش تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان با میانگین وزنی 38 ± 0.11 گرم در ۱۸ تانک فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری بصورت کاملاً تصادفی توزیع شدند. ۳ تیمار آزمایشی شامل دفعات مختلف غذاهای ۱، ۳ و ۵ نوبت در روز (بترتیب تیمار ۱، ۲ و ۳) با ۶ تکرار و براساس ۵ درصد وزن توده زنده به مدت ۹۰ روز تغذیه گردیدند. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی داری در تمامی شاخص های رشد مشاهده شد. در همه این شاخص ها اختلاف معنی داری بین تیمار ۱ با تیمارهای ۲ و ۳ مشاهده شد. نتایج حاصل از اندازه گیری ضریب کارایی غذایی در این مطالعه نشان داد که کارایی غذایی در تیمار ۱ دارای کمترین مقدار بوده و با تیمار ۲ و ۳ دارای اختلاف معناداری می باشد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار از این شاخص در تیمار ۲ مشاهده شد درحالیکه با تیمار ۳، اختلاف معناداری نداشت ($P > 0.05$). کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۱ و بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۲ مشاهده شد. ضریب بازده اقتصادی، مقرون به صرفه ترین دفعات غذاهای را ۳ بار تغذیه در روز در تیمار ۲ نشان داد به گونه ای که حداکثر میزان هزینه غذا در تیمار یک و حداقل مقدار در تیمار دو مشاهده شد. نتایج بدست آمده مطلوبیت دفعات غذاهای ۳ بار در روز از نظر تولید در ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان را نشان داد.

واژگان کلیدی: دفعات غذاهای، شاخص رشد، شاخص تغذیه، ضریب بازده اقتصادی، درصد بازماندگی، *Onchorhynchus mykiss*

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



۱. مقدمه

را به خود اختصاص داده است. پراکنش و گستردگی پرورش قزل-آلی رنگین کمان در جهان موجب رونق اقتصادی و اشاعه مصرف آن گردیده است. به همین دلیل مطالعات مختلفی در ارتباط با اثرات دفعات غذایی بر میزان رشد و درصد بازماندگی در این گونه تجاری با ارزش در نقاط جغرافیایی مختلف با شرایط پرورشی متفاوت صورت گرفته است (De silva and Anderson, 1995; Andrews and Pages, 1975; kaiser et al., 2011; Klima et al., 2018).

در مورد عملکرد رشد و زمان بندی غذا به نظر می رسد تأثیر زمان تغذیه بر رشد ارتباط شفاف با الگوهای رفتاری روزمره گونه های مورد مطالعه دارد. به عنوان مثال گونه هایی مانند ماهی قزل آلی رنگین کمان هنگام تغذیه در سحر یا در اواسط روز میزان رشد بالاتری نشان می دهند که همزمان با فعالیت تغذیه ای (ترجیح زمانی تغذیه) آنهاست. در این گونه اوج زمان اشتها منطبق با بیشترین میزان کسب غذا است (Kazemi et al., 2014; Paricheh et al., 2016). از این رو مطالعه حاضر با هدف بررسی دفعات غذایی مختلف جهت نیل به بیشترین میزان تولید و کمترین هزینه غذا در قزل آلی رنگین کمان در شرایط پرورشی این منطقه طراحی شده است.

۲. مواد و روش ها

تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل آلی رنگین کمان با میانگین وزنی حدود $38 \pm 2/992$ گرم به طور کاملاً تصادفی از یکی از استخرهای پرورشی ماهی در استان اصفهان و شهرستان سمیرم جمع آوری و به کارگاه محل آزمایش و مخازن پلی اتیلنی ۳۰۰ لیتری منتقل شدند. ماهی ها به مدت چهارده روز برای سازگاری با شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. سپس ماهی ها در سه تیمار با شش تکرار (۱۲ قطعه در هر تکرار) بین تیمارها تقسیم و برای مدت ۹۰ روز پرورش داده شدند.

تیمارهای آزمایشی شامل سه تیمار با دفعات غذایی ۱، ۳ و ۵ بار غذایی در روز بود که ماهیان در تیمار ۱، یک نوبت در ساعت ۹:۰۰، تیمار ۲، سه نوبت در ساعات ۹:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۷:۰۰ و تیمار ۳ با پنج نوبت غذایی در ساعات ۹:۰۰، ۱۳:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۱۷:۰۰ روزانه مورد تغذیه قرار گرفتند. در طول دوره آزمایش ماهیان قزل آلی آزمایشی در تیمارهای مختلف غذایی به میزان ۵ درصد وزن تر بدن با غذای تجاری اکستروژ شده (شرکت فرادانه، ایران، حاوی ۵۵ درصد پروتئین، ۱۶ درصد چربی، ۷ درصد خاکستر و ۸/۵ درصد رطوبت (براساس گزارش کارخانه)) با قطر ۲ میلی متر غذایی شدند. در طول دوره آزمایشی، نیم ساعت پس از هر وعده غذایی، غذای خورده نشده خارج و پس از خشک نمودن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن کنشی گردید و پس از محاسبه تفاضل کل جیره غذایی داده شده با میزان

با توجه به اینکه در پرورش آبزیان بخش عمده ای از هزینه ها مربوط به تغذیه است، به منظور افزایش میزان صرفه اقتصادی در پرورش نیاز به مطالعه و تحقیق در مراحل غذایی و استفاده از دفعات غذایی مناسب وجود دارد. بررسی دفعات غذایی در آبی-پروری دارای اهمیت ویژه ای است، زیرا دفعات بهینه غذایی نه تنها عملکرد رشد و کارایی مصرف خوراک را بهبود می بخشد، بلکه هزینه نیروی کار مرتبط با تغذیه در مزارع را نیز کاهش می دهد (Li et al., 2019). به خصوص در پرورش تانک، دفعات غذایی بهینه ممکن است ضایعات حاصل از تغذیه را به حداقل برساند و منجر به بهبود در محیط پرورش شود. برنامه تغذیه ای مطلوب، سبب بهبود شاخص های رشد، بازماندگی، ضریب کارایی غذایی، کمک به کاهش فضولات، کاهش اتلاف غذا، کاهش تنوع اندازه، افزایش درصد تولید و بهبود کیفیت آب می شود (Dwyer et al., 2002; Tucker et al., 2006). به عبارت دیگر می توان عنوان نمود که دفعات غذایی می تواند از طریق همزمانی با اشتها واقعی بر میزان هضم و جذب غذا و در نتیجه کارایی غذا موثر باشد. بهبود کارایی غذایی می تواند نقشی کلیدی در کاهش هزینه های تولید و دستیابی به صنعت آبی پروری پایدار داشته باشد. بهبود ۲ تا ۵ درصدی در ضریب کارایی غذایی می تواند باعث صرفه جویی به ترتیب ۴۲/۹ - ۱۰۷ میلیون دلار هزینه های مربوط به غذا در ماهی قزل آلی در سال شود (Hugues et al., 2018). بهبود کارایی غذا همچنین تأثیر مثبتی بر بخش زیست محیطی پرورش ماهی خواهد داشت. مطالعات نشان داده است که با بهبود قابلیت هضم و جذب جیره غذایی تأثیر منفی کمتری بر فرسایش، اسیدی شدن، تغییر آب و هوا و تقاضا صورت می گیرد.

در ماهیان پرورشی رشد مطلوب یکی دیگر از فاکتورهای مهم برای افزایش میزان سوددهی فعالیت های آبی پروری است که ویژگی های محیط پرورش از جمله دما، کیفیت آب و تعداد دفعات تغذیه بر رشد ماهی موثرند (Baskerville-Brids and Kling, 2000). مطالعات نشان می دهد دفعات غذایی از یک گونه به گونه دیگر و از یک محیط پرورش به محیط پرورش دیگر (دما، شوری، pH) و در مراحل مختلف رشد ماهی متفاوت است (Henryon et al., 2002; Árnasson et al., 2009). از این رو ضروریست که در گونه های مختلف و در شرایط مختلف پرورش و مراحل زندگی به خصوص در گونه های مهم پرورشی به بررسی آن پرداخته شود.

ماهی قزل آلی رنگین کمان یکی از گونه های محبوب و با ارزش تجاری است که با توجه به طعم، کیفیت مناسب گوشت و غنی بودن از اسیدهای چرب اشباع نشده، مصرف کنندگان بسیاری

تخته زیست سنجی با دقت ۰/۱ سانتی متر استفاده گردید. در ابتدا ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک با غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر، بی هوش شدند و سپس هر ماهی بعد از زیست سنجی از ناحیه مخرجی به سمت ناحیه سینه‌ای با استفاده از قیچی جراحی بریده شد و احشاء به طور کامل خارج گردید و با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ (مدل Sartorius TE 124S، ساخت هند) توزین شدند. در این تحقیق جهت بررسی شاخص های رشد از درصد افزایش وزن بدن (Percentage weight gain; PWG)، افزایش وزن روزانه (Daily weight gain; DWG)، نرخ رشد مخصوص (Specific growth rate; SGR)، ضریب چاقی (Condition factor; CF)، شاخص امعا و احشا (Visceral somatic index; VSI) و همچنین شاخص های ضریب کارایی غذایی (Feed Efficiency Ratio; FER)، درصد بازماندگی (Survival Rate; SR) و ضریب بازده اقتصادی (Economy Efficiency Ratio; ECR) استفاده گردید (وزن بر حسب گرم، طول بر حسب سانتی متر و زمان بر حسب روز) (روابط ۱ تا ۸).

از جنبه تجزیه و تحلیل آماری، میانگین نتایج تیمارهای مختلف توسط آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه و معنی دار بودن اختلاف میانگین تیمارها، با استفاده از پس آزمون دانکن (Duncan) توسط نرم افزار آماری SPSS ۱۸ مورد تحلیل و دسته بندی قرار گرفت.

غذای خورده نشده، میزان غذای مصرفی در هر وعده تعیین گردید. مقدار غذای خورده شده به وسیله ماهیان به طور روزانه محاسبه و ثبت شد. در طول دوره آزمایش بعد از هر بار بیومتری (۲ هفته یکبار) میزان خوراک مصرفی بر مبنای افزایش بیوماس هر تانک، اصلاح گردید.

در طی دوره انجام تحقیق فاکتورهای کیفی آب شامل: درجه حرارت آب، pH، میزان شوری و سطح اکسیژن محلول بطور روزانه هنگام صبح با استفاده از مولتی متر (مدل HQ40d، آلمان) پایش و ثبت شدند. به طوری که در طول دوره آزمایش؛ میانگین درجه حرارت آب در طول دوره در دامنه 13.7 ± 1.29 درجه سانتی گراد؛ میانگین pH در محدوده 7.5 ± 0.2 و میانگین سطح اکسیژن محلول 5.9 ppm ثبت گردید. در طول دوره آزمایش هوادهی بطور دائمی جهت نگهداری اکسیژن در حد مطلوب انجام گردید. از تناوب نوری طبیعی در این تحقیق استفاده گردید به طوری که بین ۱۴- ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۰-۱۴ ساعت تاریکی متغیر بود. منبع آب شهری جهت تامین آب استفاده گردید. به طوری که آب شهری پس از انبار شدن در تانک های ۱۰۰۰ لیتری پلی اتیلنی به مدت ۴۸ ساعت و هوادهی مداوم جهت مصرف در آزمایش استفاده شد. همچنین در طی دوره آزمایش جهت بهبود کیفی آب و کدورت آن در هر روز تقریباً ۱۰٪ از آب تانک های پرورشی تعویض گردید.

برای اندازه گیری وزن ماهیان از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم (مدل PX3000، فرانسه) و جهت اندازه گیری طول کل از

- رابطه (۱) میانگین وزن اولیه بدن / ۱۰۰ × (میانگین وزن اولیه بدن - میانگین وزن نهایی بدن) = PWG
- رابطه (۲) کل روزهای پرورش / (میانگین وزن اولیه بدن - میانگین وزن نهایی بدن) = DWG
- رابطه (۳) $100 \times [\ln(\text{طول دوره پرورش}) / (\ln(\text{وزن اولیه بدن}) - \ln(\text{وزن نهایی بدن}))]$ = %SGR
- رابطه (۴) $CF = (\text{طول نهایی بدن})^3 / 100 \times \text{وزن نهایی بدن}$
- رابطه (۵) $VSI = \text{وزن کل بدن} / 100 \times \text{وزن احشاء}$ = VSI
- رابطه (۶) $FER = (\text{کل غذای مصرفی (گرم)} / \text{افزایش وزن نهایی ماهیان}) \times 100$
- رابطه (۷) $SR = 100 \times (\text{تعداد ماهیان معرفی شده اولیه} / \text{تعداد ماهیان باقیمانده نهایی})$
- رابطه (۸) $ECR = (\text{افزایش وزن نهایی ماهیان} / \text{کل غذای مصرفی}) \times \text{هزینه غذا}$

۳. نتایج

برتری داشت. بیشترین و کمترین میزان درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه به ترتیب در تیمار ۲ و ۱ مشاهده شد. از نظر شاخص های امعا و احشا و افزایش وزن روزانه نیز بیشترین مقدار در تیمار ۲ مشاهده گردید. درحالی که بین تیمار ۲ و ۳ اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P > 0.05$).

نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد در قزل آلی رنگین کمان در پایان دوره پرورش در جدول (۱) نشان داده شده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی داری در تمامی شاخص های رشد مشاهده شد. در همه این شاخص ها تیمار ۲ بر تیمار ۳

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد در قزل آلی رنگین کمان در پایان دوره پرورش (Mean±SE, n=6)

Table 1- Results of growth indices in rainbow trout at the end of the culture duration (Mean±SE, n=6)

	Treatments		
	1 (Fed once a day)	2 (Fed thrice a day)	3 (Fed five times a day)
PWG (%)	82.57± 3.48 ^a	161.58± 4.38 ^b	125.38±3.70 ^{ab}
SGR (%)	1.12 ± 0.13 ^a	1.91 ± 0.15 ^b	1.83 ± 0.12 ^b
CF (%)	0.97 ± 0.01 ^a	1.19 ± 0.01 ^b	0.85 ± 0.01 ^a
DWG (g/fish)	0.29 ± 0.06 ^a	0.74 ± 0.07 ^b	0.64 ± 0.07 ^b
VSI (%)	7.25 ± 0.21 ^a	10.91 ± 0.38 ^b	9.14 ± 0.32 ^{ab}

PWG: Percentage weight gain; SGR: Specific growth rate; CF: Condition factor; DWG: Daily weight gain; VSI: Viscerosomatic index. A different superscript in the same row denotes statistically significant differences (P<0.05).

درصد) و بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۲ (۱/۱۰ ± ۹۹/۰۰ درصد) مشاهده شد. در این شاخص نیز بین تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی دار وجود نداشت (P>۰/۰۵). ضریب بازده اقتصادی در توافق با نتایج شاخص های دیگر مقرون به صرفه ترین دفعات غذایی را ۳ بار تغذیه در روز در تیمار ۲ نشان داد به گونه ای که حداکثر میزان هزینه غذا در تیمار یک و حداقل مقدار در تیمار دو مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از اندازه گیری ضریب کارایی غذایی در این مطالعه نشان داد که کارایی غذایی در تیمار ۱ دارای کمترین مقدار بوده و با تیمار ۲ و ۳ دارای اختلاف معناداری می باشد (P<۰/۰۵)، جدول ۲). بیشترین مقدار از این شاخص برای تیمار ۲ مشاهده شد درحالی که با تیمار ۳، اختلاف معناداری نداشت (P>۰/۰۵). درصد بازماندگی نیز دارای اختلاف معناداری بین تیمار ۱ و ۲ بود، بدین صورت که کمترین درصد بازماندگی در تیمار ۱ (۵/۸۹ ± ۹۱/۴۰)

جدول ۲- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های کارایی غذایی، درصد بازماندگی و ضریب بازده اقتصادی در قزل آلی رنگین کمان در پایان دوره پرورش (Mean±SE, n=6).

Table 2- Results of feed efficiency, survival rate and economic efficiency ratio in rainbow trout at the end of the culture duration (Mean±SE, n=6)

	Treatments		
	1 (Fed once a day)	2 (Fed thrice a day)	3 (Fed five times a day)
Feed Efficiency Ratio	1.41± 0.30 ^a	2.62± 0.09 ^b	2.34±0.07 ^b
Survival Rate (%)	91.40 ± 5.89 ^a	99.00 ± 1.10 ^b	98.50 ± 4.61 ^{ab}
Economy Efficiency Ratio (IRR/g)	2400.98 ± 51.22 ^b	1370.63 ± 72.45 ^a	1460.35 ± 80.07 ^a

A different superscript in the same row denotes statistically significant differences (P<0.05).

دفعات غذایی می تواند بر ویژگی های مختلفی که از نظر تجاری دارای اهمیت هستند مانند افزایش بیوماس، رشد و نمو، کاهش نسبت غذا به افزایش وزن بدن و غیره تأثیرگذار باشد (Jobling et al., 1995).

در مطالعه حاضر نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های رشد و تغذیه ای نشان می دهد که افزایش دفعات غذایی، بهبود برخی شاخص های رشد و تغذیه مانند درصد افزایش وزن و رشد روزانه، شاخص امعاء و احشا، بازده غذایی را به همراه داشته است. حداکثر میزان وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد روزانه، بازده غذایی و شاخص امعاء و احشا در تیمار ۲ با تناوب سه بار تغذیه در

۴. بحث و نتیجه گیری

کسب اطلاعات در خصوص تعداد دفعات تغذیه مطلوب در ماهیان برای پرورش دهندگان ماهی بسیار مهم است. تغذیه بیش از حد به کاهش کیفیت آب، افزایش بیماری، مرگومیر ماهیان، پایین آمدن ظرفیت و کارایی تولید منتهی می شود (Gokcek 2008). بنابراین، مدیریت تعداد دفعات و میزان غذایی نقش تعیین کننده ای در تنظیم غذای کسب شده، میزان رشد و ضایعات غذا دارد (Dwyer et al., 2002; Wang et al., 2006). بررسی ها نشان می دهد که رشد بدن ماهیان تحت تأثیر مستقیم تغییرات منابع غذایی قرار می گیرد به طوری که

تغذیه در روز موجب رشد بیش تری نسبت به تناوب یکبار تغذیه در روز شد.

تلاش های گذشته در جهت بهبود FER در آبری پروری بیش تر بر فرمولاسیون تغذیه متمرکز بوده و به تاثیر توزیع غذا در دفعات مختلف بر ضریب کارایی غذا کمتر پرداخته شده است (Elangovan and Shim 2000; Gaylor and Gatlin) 2001; Lin et al. 2008; Tacchi et al., 2011; Guroy et al. 2013; Yao et al. 2014). اندازه گیری شاخص های ضریب رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن نشان می دهد که افزایش دفعات غذایی، باعث بهبود این شاخص ها شده است. اگرچه بهترین حالت در تیمار ۲ با سه بار تغذیه در روز مشاهده شد اما با تیمار ۳ با پنج بار تغذیه در روز اختلاف معناداری در سطح ۹۵ درصد وجود نداشت. بالاترین درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۲ با سه بار تغذیه در روز و کمترین میزان در تیمار ۱ مشاهده شد. این یافته ها با برخی مطالعات انجام شده توسط سایر محققین مطابقت دارد. در مطالعه ای که توسط Gokcek et al. (2008) روی *Barbus luteus* انجام شد چهار تناوب غذایی ۳، ۴، ۵ و ۶ بار تغذیه در روز مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج نشان داد که بالاترین میزان ضریب رشد ویژه مربوط به بالاترین تناوب غذایی (۶ بار تغذیه) بودند. در تحقیق روی ماهی *Nibea miichthioides* تناوب های مختلفی برای تغذیه استفاده شد و با کاهش تناوب غذایی شاخص های رشد نیز کاهش یافت (Wang et al., 2006).

نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص ضریب بازده اقتصادی حاکی از مقرون به صرفه تر بودن سه بار تغذیه در روز نسبت به دفعات تغذیه ای یکبار و پنج بار تغذیه در روز است. بدین صورت که بالاترین میزان این شاخص برای تیمار یک و پایین ترین میزان از این شاخص برای تیمار ۲ بدست آمد. عبارت دیگر شاخص بازده اقتصادی نشان دهنده کاهش هزینه مصرف غذا به افزایش وزن است و می تواند معیار مناسب برای ارزیابی هزینه های تولید که شامل تولید بیوماسی و هزینه جاری غذا است، باشد. اگرچه بین تیمار ۲ و ۳ اختلاف معناداری مشاهده نشد. بر اساس شاخص درصد بازماندگی، بیش ترین میزان بازماندگی در تیمار دو با ۹۹ درصد و کمترین میزان در یک با ۹۲ درصد مشاهده شد.

با توجه به نتایج، بالاترین ضریب کارایی غذایی مربوط به تیمار ۲ با سه بار تغذیه در روز و پایین ترین مقدار به تیمار ۱ با یک بار تغذیه در روز اختصاص داشت. اگرچه بین تیمار ۲ و ۳ اختلاف معنی داری دیده نشد. در تحقیقی که Nafisi Bahabadi و Soltani (2008) روی قزل آلی رنگین کمان انجام داد نتایج حاکی از این بود که با افزایش تناوب از ۱ مرتبه در روز به ۱۰ مرتبه در روز، ضریب کارایی غذایی نیز بیش تر شده و مقدار غذای مصرفی و نسبت تبدیل غذا افزایش یافته است. در ماهیان گوشتخوار لوله گوارش بسیار کوتاه است و زمان عبور غذا از روده تقریباً ۳ ساعت

روز مشاهده شد. اما بین تناوب ۳ و ۵ بار تغذیه در روز اختلاف معنی داری در سطح ۹۵ درصد وجود نداشت. در حالیکه بین آن ها و ۱ بار تغذیه در روز اختلاف معنی دار مشاهده شد. این یافته ها با مطالعات انجام شده توسط سایر محققین مطابقت دارد. در مطالعه ای که توسط Sarsangi et al. (2009) بر روی قزل آلی رنگین کمان انجام شد نیز در توافق با مطالعه حاضر افزایش دفعات غذایی، بهبود برخی شاخص های رشد مانند وزن نهایی، افزایش وزن و رشد روزانه را به همراه داشت. همچنین در مطالعه ای دیگر، تاثیر دفعات غذایی بر رشد، مصرف غذا و نسبت تبدیل غذایی در دمای ۲۲/۵-۱۸/۵ درجه سانتی گراد در ماهی قزل آلی رنگین کمان گزارش شد و تاثیر بهتر غذایی در ۴ مرتبه تغذیه در روز نسبت به ۲ و ۳ مرتبه در روز از منظر رشد و ضریب بازده غذایی گزارش کردند. Turker و Yildirim (2011) نیز در مطالعه ای بر روی قزل آلی رنگین کمان، برتری دفعات غذایی بالاتر، جهت بهبود درصد بازماندگی و درصد وزن نهایی را تایید کردند.

در گونه های دیگر ماهی نیز گزارشاتی در توافق با مطالعه حاضر وجود دارد. Aderolu et al. (2010) گزارش دادند که ۳ وعده غذایی در روز نسبت به ۱ و ۵ بار غذایی در روز سبب افزایش وزن در گربه ماهی (*Clarias gariepinus*) انگشت قد و جوان می شود. همچنین Mohseni et al. (2006) بیان کردند که ۳ بار غذایی در روز رشد بالاتری در فیل ماهی (*Huso huso*) یک ساله نسبت به ۵ بار غذایی در روز دارد. در مطالعه ای که توسط Kenneth et al. (2000) انجام شد ماهیان باس (*orone chrysoptera*) که دو بار در روز تغذیه شدند وزن نهایی بالاتر و درصد افزایش وزن بیش تری نسبت به آن ها که یک بار در روز تغذیه شدند نشان دادند. همچنین Teshima et al. (1984) در تحقیقی روی خامه ماهی (*Chanos chanus*) مشاهده نمودند که تغذیه دو بار در روز رشد بیش تری را نسبت به تغذیه یکبار در روز در پی داشت. در ماهی کاتلا (*Catla catla*) نیز در تیمار دو بار تغذیه در روز بیوماس بالاتری نسبت به تیمار یک بار تغذیه در روز مشاهده شد (Gouranga et al., 2006). از سوی دیگر Riche et al. (2004) طی تحقیقی روی تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) مشاهده نمودند که بین تیمارهای تغذیه ای ۲، ۳ و ۵ بار تغذیه در روز اختلاف معنی داری در رشد و بازدهی غذا وجود ندارد، در حالی که همه تیمارهای یاد شده نسبت به تیمار یک بار تغذیه در روز اختلاف معنی داری را نشان دادند. در ماهی خاویاری اطلس (*Sturgeon atlantic*) نیز این مطلب تایید شده که یک بار تغذیه در روز رشد پایین تری نسبت به ۴ و ۸ بار تغذیه در روز در پی داشته است (Giberson and Litvak, 2003). همچنین Groat (۲۰۰۲) در تغذیه پرستو ماهی (*Trachinotus carolinus*) با میزان غذای معین تحت تیمارهای پرورشی یکبار، ۲ بار و ۶ بار تغذیه در روز مشاهده نمود که تناوب های ۲ و ۶ بار

همچنین وعده‌های غذایی پایین سبب افزایش حجم معده و پرخوری می‌شود (Biswas et al., 2010). بنابراین افزایش بازده غذایی در تیمار ۲ در این مطالعه می‌تواند به دلیل دفعات مطلوب غذایی و میزان مناسب غذای دریافتی در هر وعده غذایی باشد. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌توان دفعات غذایی سه بار در روز را به منزله مناسب‌ترین دفعات غذایی در قزل آلاهی رنگین کمان در شهرستان سمیرم و تحت شرایط مدیریتی این آزمایش پیشنهاد کرد.

تخمین زده شده است و مقدار غذای زیاد ممکن است سرعت حرکت غذا در روده را افزایش دهد و مقداری از غذا به صورت کامل هضم نشود و به صورت هضم نشده دفع گردد که باعث کاهش کارایی غذا و افزایش ضریب تبدیل غذایی گردد (Lazo et al., 1998). به همین دلیل در تیمار یک بار تغذیه در روز ضریب کارایی غذایی نسبت به دو تیمار دیگر پایین تر بود. 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.

References

- Aderolu, A.Z., Seriki, B.M., Apatira, A.L., 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), pp. 286-290. <https://arcnjournals.org/images/ARC-IJA-4-1-1.pdf>
- Arnasson, T., Björnsson, B.T., Steinarsson, A., Oddgeirsson, M., 2009. Effects of temperature and body weight on growth rate and feed conversion ratio in turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 295, pp. 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.07.004>
- Andrews, J.W., Page, J.W., 1975. The effects of frequency of feeding on culture of catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 104, pp. 317-321. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1975\)104<317:TEOFFO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1975)104<317:TEOFFO>2.0.CO;2)
- Baskerville-Brids, B., Kling, L.J., 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus mohua*) at high stocking densities. *Aquaculture*, 181: 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00220-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00220-3)
- 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, pp. 26-31. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.04.002>
- De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. Springer Science & Business Media.
- 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), pp. 279-292. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00224-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00224-7)
- Elangovan, A., Shim, K.F., 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). *Aquaculture*, 189(1-2), pp. 133-144. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00365-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00365-3)
- Gaylor, T.G., Gatlin III, D.M., 2001. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 194, pp. 337-348. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00523-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00523-8)
- Giberson, A.V., Litvak, K., 2003. Effect of feeding on growth, food conversion efficiency, and meal size of juvenile Atlantic Sturgeon and Short Nose Sturgeon. *North American journal of aquaculture*, 65(2), pp. 99-105. [https://doi.org/10.1577/1548-8454\(2003\)65<99:EOFFOG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(2003)65<99:EOFFOG>2.0.CO;2)
- Gokcek, K.C., Mazlum, Y., Akyurt, I., 2008. Effects of feeding frequency and on growth, and survival of Himiri barbel, *Barbus luteus*, fry under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(1), pp. 66-69. <https://doi.org/10.3923/pjn.2008.66.69>
- Groat, D.R., 2002. Effects of feeding strategies on growth of Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) in closed recirculating systems. Electronic Thesis or Dissertation, LSU Master's Theses. https://repository.lsu.edu/gradschool_theses/3513
- Gouranga, B., Jena, J.K., Singh, S.K., Muduli, H.K., 2006. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in fingerlings of *Catla catla* (Hamilton), *Labeo*

- rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) in outdoor rearing systems. *Aquaculture Research*, 37 (5), pp. 510-514. <https://doi.org/10.1111/j.13652109.2006.01457.x>
- Guroy, B., Sahin, I., Kayali, S., Mantoglu, S., Canan, B., Merrifield, D.L., 2013. Evaluation of feed utilization and growth performance of juvenile striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* fed with varying inclusion levels of corn gluten meal. *Aquaculture Nutrition*, 19, pp. 258-266. <https://doi.org/10.1111/j.13652095.2012.00953.x>
- Henryon, M., Jokumsen, A., Berg, P., Lund, I., Pedersen, P.B., Olesen, N.J., 2002. Genetic variation for growth rate, feed conversion efficiency, and disease resistance exists within a farmed population of rainbow trout. *Aquaculture*, 209, pp. 59-76. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00729-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00729-3)
- Hugues, D.V., Hans, K., Edwige, Q., Béatrice, A.F., John, B., Marc, V., 2018. Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Aquaculture*, 10, pp. 833-851. <https://doi.org/10.1111/raq.12202>
- Jobling, M., Johnsen, H.K., Pettersen, G.W., Henderson, R.J., 1995. Effect of temperature on reproductive development in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Thermal Biology* 20, pp. 157-165. [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)00044-J](https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)00044-J)
- Kazemi, E., Agh, N., Moradian, H., Nazari, S., 2014. Effects of dietary of *Artemia urmiana* nauplii enriched with fish and vegetable oil on body composition of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), pp. 92-102. <file:///C:/Users/asus/Downloads/abstract%209.pdf>. (In Persian).
- Kenneth, R.T., Carl, D.W., Ann, M.M., Ebony, J.G., 2000. Effects of different feeding frequencies on growth, body composition, and fillet composition of Juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* × *M. saxatilis*, grown Indoors. *Journal of Applied Aquaculture*, 10(2), pp. 55-65. https://doi.org/10.1300/J028v10n02_05
- 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), pp. 83-88. <https://doi.org/10.2989/16085914.2011.559712>
- Klima, O., Kohút, L., Mareš, J., Kopp, R., 2018. The effect of feeding frequency on the fin condition in rainbow trout. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(3), pp.669-675. <https://doi.org/10.11118/actaun201866030669>
- Lazo, J.P., Davis, D.A., Arnold, C.R., 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus*). *Aquaculture*, 169 (3-4), pp. 225-232. [https://doi.org/10.1016/S00448486\(98\)00384-6](https://doi.org/10.1016/S00448486(98)00384-6)
- Li, L., Fang, J., Liang, X., Alam, M.S.H., Liu, L., Yuan, X., 2019. Effect of feeding stimulants on growth performance, feed intake and appetite regulation of mandarin fish, *Siniperca chuatsi*. *Aquaculture Research*, 50, pp. 8-19. <https://doi.org/10.1111/are.14327>
- Lin, Y.H., Shie, Y.Y., Shiau, S.Y., 2008. Dietary copper requirements of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture*, 274, pp. 161-165. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.006>
- 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, pp. 278-282. <https://doi.org/10.1111/j.14390426.2007.00968.x>
- Nafisi Bahabadi, M., Soltani, M., 2008. Effect dietary energy levels and feeding rates on growth and body composition of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 7(2), pp. 171-186. <file:///C:/Users/asus/Downloads/ifrov7n2p171-en.pdf>
- Paricheh, N., Jafaryan, H., Harsij, M., Ahmadi, A., Sahandi, J., 2016. Effects of Bacillus probiotic enzyme extract on growth and carcass biochemical composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Journal of Marine Science and Technology*, 15(3), pp. 1-10. https://jmst.kmsu.ac.ir/article_9873.html?lang=en. (In Persian).
- Sarsangi Aliabad, H., Mohammadi, M., Askari Hasani, M., Bitaraf, A., Rajabipour, F., Moshaei, N., 2009. Effect of feeding times

- and stocking size on growth and food conversion rate of rainbow trout in brackish water. *New Technologies in Aquaculture Development* (Journal of Fisheries), 3(2), pp. 23-28. DOR: 20.1001.1.20080026.1388.3.2.3.1. (In Persian).
- Tacchi, L., Bickerdike, R., Douglas, A., Secombes, C.J., Martin, S.A.M., 2011. Transcriptomic responses to functional feeds in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish & Shellfish Immunology*, 31, pp. 704-715. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.02.023>
- Teshima, S.I., Kanazawa, A., Kawamura, G., 1984. Effects of several factors on growth of milkfish (*Chanos chanus*) fingerlings reared with artificial diets in aquaria. *Aquaculture*, 37, pp. 39-50. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(84\)90042-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(84)90042-5)
- 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, pp. 514-520. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.033>
- Turker, A., Yildirim, O., 2011. The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. *African Journal of Biotechnology*, 10(46), pp. 9479-9484. <https://doi.org/10.5897/AJB11.535>
- Wang, Y., Kong, L., Li, K., Bureau, D.P., 2006. 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, pp. 350-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.03.022>
- Yao, Y.F., Jiang, M., Wen, H., Wu, F., Liu, W., Tian, J., 2014. Dietary phosphorus requirement of GIFT strain of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared in freshwater. *Aquaculture Nutrition*, 20, pp. 273-280. <https://doi.org/10.1111/anu.12075>