



Effect of Dietary Protein Levels on the Growth and Body Composition of Roach Caspin Sea (*Rutilus caspicus*) Fingerling

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Ghorbani S.^{*1} MSc,
Haghighi D.T.¹ PhD,
Maghsoudieh Kohan H.¹ MA,
Salavatian S.M.¹ PhD,
Parvaneh Moghadam D.¹ MA

How to cite this article

Ghorbani S, Haghighi D.T, Maghsoudieh Kohan H, Salavatian S.M, Parvaneh Moghadam D. Effect of Dietary Protein Levels on the Growth and Body Composition of Roach Caspin Sea (*Rutilus caspicus*) Fingerling. Journal of Fisheries Science and Technology. 2018;7(4):255-261.

¹Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

*Correspondence

Address: Inland Waters Aquaculture Research Center, Taleghani Street, Ghazian, Bandar-e Anzali, Gilan, Iran. Postal Code: 4316713111
Phone: +98 (13) 43422822
Fax: -
sahebalighorbani@yahoo.com

Article History

Received: April 29, 2015

Accepted: November 9, 2018

ePublished: December 20, 2018

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the effects of dietary protein levels on growth performance and body composition of Caspian Roach (*Rutilus caspicus*) fingerling. Four experimental diets were formulated to contain protein levels of 30, 35, 40, and 45%. Triplicate groups of 300 Roach (Average weight, 2.65 ± 0.17 g) were stocked in 100L-fiberglass tanks (25 fish/tank) and were fed based on 3% of their biomass for 57 days. The results showed that weight gain (WG%), specific growth rate (SGR), food conversion ratio (FCR), condition factor (CF) and survival (SR%) were not affected by dietary protein level but the protein efficiency ratio of protein levels containing 30 and 35% CP was significantly higher than other dietary treatments ($p < 0.05$). The body compositions were affected by dietary protein levels. Body protein significantly decreased with increasing dietary protein levels but body lipid increased when protein increased to 40% level. The results of the present study indicated that growth enhancement of fish was not significant when the diets protein levels were increased from 30 to 45%, but fish fed a diet containing 30% CP had greater protein efficiency values when compared to those fed with other diets.

Keywords *Rutilus caspicus*; Protein; Growth; Body Composition

CITATION LINKS

[1] Stock assessment of the bony fishes in Iranian coastal waters of the ... [2] Agriculture, Forestry & Fisheries. In: Statistical ... [3] Handbook of European freshwater ... [4] Food and Feeding Habits: Diet Composition *Rutilus rutilus* ... [5] The diet and growth of 0-group dace, *Leuciscus leuciscus* ... [6] Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture ... [7] Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake ... [8] Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater ... [9] Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus* ... [10] Effect of dietary protein levels on growth, feed utilization ... [11] Protein requirement of juvenile Manchurian trout ... [12] Common carp, *Cyprinus* ... [13] Efficacy of varying dietary protein levels on growth, feed conversion ... [14] A study on various protein levels on growth indices ... [15] Determination optimal levels of crude protein and lipid in ... [16] Growth performance and body composition of kutum ... [17] The effect of different dietary protein and lipid levels on growth performance ... [18] Effect of different levels of protein and fat on growth characters and ... [19] Effects of dietary protein and energy levels on growth ... [20] Effect of dietary protein and energy levels on the growth and body ... [21] The dietary protein requirement of the Malaysian mahseer, *Tor* ... [22] Effect of different protein on growth and survival of *Catla catla* ... [23] Nutrient requirements, supply and utilization in the context ... [24] Effect of dietary protein and energy levels on growth, survival ... [25] Nutrient requirements ... [26] Optimum dietary protein levels and protein to energy ... [27] Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition ... [28] Official methods of ... [29] Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization ... [30] Effect of protein levels on growth, feed utilization, nitrogen ... [31] Effect of dietary protein levels on growth and nutrient utilization ... [32] Dietary protein requirement of tiger puffer *Takifugu* ... [33] Growth response of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) ... [34] Impact of formulated protein diets on growth of the ... [35] Effects of dietary protein to energy ratios on growth ... [36] Dietary protein requirement of juvenile golden shiners ... [37] Effects of protein level of the diet on digestibility and ... [38] Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth ... [39] Optimum dietary protein level for growth of bighead carp ... [40] Optimum dietary protein level for maximum growth of juvenile ... [41] Optimization of dietary protein requirement for pond-reared ... [42] Factors affecting the proximate composition of cultured ...

تاثیر سطوح پروتئین جیره روی عملکرد رشد و ترکیبات بدن بچه‌ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus caspicus*)

صاحبعلی قربانی * MSc

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

داود طالبی حقیقی PhD

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

حسن مقصودی‌کهن MA

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

سیدمحمد صلاتیان PhD

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

داریوش پروانه‌مقدم MA

پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی تاثیر سطوح مختلف پروتئین بر عملکرد رشد و ترکیبات بدن ماهی انگشت‌قد (*Rutilus caspicus*) انجام شد. چهار جیره آزمایشی حاوی سطوح پروتئینی ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵٪ فرموله شدند. ۳۰۰ عدد ماهی کلمه در گروه‌های سه تکرار با وزن اولیه ۱۳/۶۵±۲/۶۵ گرم در مخازن فایبرگلاس ۱۰۰ لیتری (۲۵ ماهی/هر مخزن) ذخیره شده و براساس ۳٪ وزن توده زنده به مدت ۵۷ روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد که میزان افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، ضریب چاقی (CF) و ماندگاری (SR) تحت تاثیر سطوح پروتئین جیره قرار نگرفت اما ضریب بازدهی پروتئین (PER) جیره حاوی سطوح پروتئین ۳۰ و ۳۵٪ نسبت به تیمارهای دیگر افزایش معنی‌داری داشت (p<0/05). ترکیبات بدن تحت تاثیر سطوح پروتئین جیره قرار گرفت. پروتئین بدن با افزایش سطوح پروتئین جیره به صورت معنی‌دار کاهش یافت ولی چربی بدن با افزایش پروتئین جیره تا سطح ۴۰٪ افزایش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش سطوح پروتئین جیره‌ها از ۳۰ تا ۴۵٪ میزان افزایش رشد معنی‌دار نبود، اما ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی ۳۰٪ پروتئین در مقایسه با آنهایی که از جیره‌های دیگر تغذیه نموده بودند ارزش بازدهی پروتئین بیشتری داشتند.

کلیدواژه‌ها: روتیلوس کاسپیکوس، پروتئین، رشد، ترکیبات بدن

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱۸

* نویسنده مسئول: sahebali_ghorbani@yahoo.com

مقدمه

ماهی کلمه متعلق به خانواده کپورماهیان بوده که در گذشته از ماهیان با ارزش اقتصادی دریای خزر محسوب می شد ولی در سال‌های اخیر میزان ذخایر آن ماهی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده و طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ میزان صید آن به مقدار ۵۰ الی ۶۰ تن رسید [1].

شیلات استان گلستان برای بازسازی ذخایر این ماهی سالانه میلیون‌ها عدد بچه‌ماهی (بیش از ۱۴ میلیون عدد) از طریق تکثیر نیمه‌طبیعی تولید نموده و در رودخانه‌های منتهی به جنوب شرقی خزر رهاسازی می‌نماید [2]. این ماهی در دوران مختلف زندگی خود از فیتوپلانکتون‌ها (دیاتومه)، زئوپلانکتون‌ها (روتیفر، کلاوس و کوپه‌پود)، بی‌مهرگان کفزی (لارو حشرات و نرم‌تنان)، مواد گیاهی (جلبک‌ها و علف‌های کفزی) و دیتروتوس‌ها تغذیه می‌کند [3-5]. ماهی کلمه در میان مصرف‌کنندگان استان‌های ساحلی شمالی کشور

به لحاظ داشتن گوشت لذیذ و باارزش یکی از ماهیان پرطرفدار محسوب می‌شود و با توجه به سهولت تولید لارو و بچه‌ماهی آن در مراکز تکثیر و پرورش‌ماهیان استخوانی شیلات گلستان، می‌تواند به‌عنوان یک گونه جدید برای توسعه پایدار صنعت آبی‌پروری و افزایش تنوع گونه‌ای کاندید شود. غذا در صنعت آبی‌پروری بیش از ۵۰٪ کل هزینه تولید را در بر می‌گیرد [6] و بنابراین کاهش هزینه غذا می‌تواند یک فاکتور کلیدی برای موفقیت رشد و توسعه آبی‌پروری مطرح باشد [7]. دانستن نیازهای غذایی گونه‌های مختلف ماهی یکی از ارکان اصلی تولید ماهی است [8]. پروتئین یکی از مهم‌ترین و گران‌ترین ترکیب جیره غذایی اثرگذار روی رشد ماهی و هزینه غذا محسوب می‌شود [9, 10]. در مطالعات تغذیه ماهی، تعیین نیازمندی پروتئینی به‌منظور رشد ماهی معمولاً نخستین پارامتری است که مورد بررسی قرار می‌گیرد. پروتئین علاوه بر ترکیب اصلی بدن، در ساخت آنزیم‌ها و هورمون‌ها نقش دارد، بنابراین تامین مقدار مناسب پروتئین با بالانس خوبی از اسیدآمین‌ها در جیره برای ماندگاری و رشد ماهی مورد نیاز است. به عبارت دیگر، اگر پروتئین در جیره غذایی بیش از نیاز ماهی تدارک دیده شود به‌جای رشد بیشتر به‌عنوان منبع انرژی مورد مصرف قرار می‌گیرد [11]. براساس مطالعات محققین، نیازمندی مطلوب پروتئینی برای حداکثر رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را ۳۰ تا ۳۵٪ [12] و برای بچه‌ماهی انگشت‌مریگال (*Cirrhina mrigala*) ۴۰٪ [13] تخمین زده شده است. در ایران اگرچه مطالعات معدودی روی نیازمندی پروتئینی برخی از ماهیان ازجمله ماهی سفید (*Rutilus kutum*) [14-17]، فیل ماهی (*Huso huso*) [18]، ماهی شیربیت (*Barbus grypus*) [19] و ماهی هامور (*Epinephelus coioides*) [20] صورت گرفته ولی تاکنون در زمینه نیازمندی پروتئینی ماهی کلمه گزارشی منتشر نشده است بنابراین این آزمایش با هدف تعیین سطح مطلوب پروتئین جیره مناسب رشد ماهی فوق، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در مطالعه تجربی حاضر آزمایش تعیین سطوح مختلف پروتئین جیره مناسب رشد بچه‌ماهی کلمه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار جیره حاوی سطوح (تیمار) پروتئینی شامل ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵٪ و هر یک با سه تکرار براساس نیازمندی گونه‌های مشابه از جمله ماهی ماه‌سیر (*Tor tambroides*)، ماهی کاتلا (*Catla catla*) و ماهی سفید (*Rutilus kutum*) [16, 21, 22] طراحی شد و همچنین میزان انرژی خام جیره‌ها برابر با ۴۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم براساس گونه‌های هم‌خانواده از جمله بچه‌ماهی سفید (*Rutilus kutum*) [16] و ماهی کاراس (*Caracius auratus*) [23] طی مدت ۵۷ روز انجام شد. مخازن مورد استفاده برای آزمایش از جنس فایبرگلاس دارای ظرفیت ۱۰۰ لیتر بود که حجم آن با ۸۰ لیتر آب تنظیم شد. آب مصرفی برای پرورش، از آب شهر تامین که پس از ذخیره در مخزن فایبرگلاسی ۲۰۰۰ لیتری و هوادهی به مدت ۲۴ ساعته، مورد استفاده قرار می‌گرفت. تامین اکسیژن محلول مورد نیاز ماهیان در مخازن پرورشی از طریق هوادهی به‌وسیله پمپ‌های آکواریمی مدل Aco-5505 صورت گرفت. حدود ۲/۳ آب مخازن به‌صورت یک روز در میان تعویض و تخلیه مواد دفعی ماهی و باقیمانده غذا به‌طور روزانه انجام شد. بچه‌ماهی مورد نیاز از مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر سیجوال گرگان تامین و به ایستگاه تحقیقاتی تغذیه و غذای زنده آبیان (پژوهشکده آبی‌پروری- بندرانزلی) منتقل شد. بچه‌ماهیان تقریباً به مدت دو ماه به‌منظور رسیدن به اندازه مورد نظر (۵-۲/۵ گرمی) با جیره سازگاری (پروتئین ۴۰٪ و انرژی ۴۵۰۰ کیلوکالری

مخلوط مواد معدنی: مس ۳ میلی‌گرم، روی ۱۵ میلی‌گرم، آهن ۱۰ میلی‌گرم، منگنز ۲۰ میلی‌گرم، کلسیم پانتوتنات ۴ میلی‌گرم و پتاسیم پیدات ۰/۳ میلی‌گرم

قبل از ساخت غذا، هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده جیره شامل پودر ماهی، کنجاله سویا، ذرت و گندم (اجزای ماکرو) با آسیاب دورانی مدل IKH.S1 به صورت آرد (به اندازه ۵۰۰ میکرونی) درآمدند. برای ساخت یک کیلوگرم غذا براساس فرمول، مقدار هر یک از اجزاء با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم توزین و سپس به وسیله همزن الکتریکی مدل SMB-85 کاملاً با هم مخلوط شدند. مکمل مخلوط ویتامینی و معدنی (اجزای میکرو) نیز براساس نیاز ماهی [25] پس از توزین، در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به خوبی حل شده [26] و به اجزای عمده غذایی اضافه شدند و سپس همه اجزای غذایی به خوبی با هم مخلوط شدند تا حالت خمیری پیدا کند. در مرحله بعدی، روغن ماهی نیز به ترکیب فوق اضافه شده و مجدداً عمل مخلوط کردن ادامه یافت. سپس ترکیب فوق وارد چرخ گوشت دارای منافذی با قطر ۲ میلی‌متری شد و به شکل رشته‌های باریک شبیه رشته ماکارونی استخراج شد [24]. رشته‌های غذایی پس از استخراج، در داخل سینی‌هایی از جنس حلب قرار گرفته و در اتاقک خشک‌کن تحت هوای خشک با دمای ۲۶°C به مدت ۲۴ ساعت [27] خشک شدند. در مرحله بعدی، رشته‌های خشک در اندازه‌های ۲ الی ۳ میلی‌متری (متناسب اندازه دهان ماهی) خرد شده و در قوطی‌های پلاستیکی با نصب برچسب حاوی اطلاعات غذا و ثبت تاریخ ساخت آن و در دمای ۴°C یخچال [26] نگهداری شدند تا به مرور زمان مورد تغذیه ماهی‌ها قرار گیرد. برای انجام تجزیه شیمیایی بدن و غذا، قبل از شروع آزمایش نمونه‌های مواد اولیه جیره و ترکیب جیره و بدن بچه‌ماهیان آزمایشی و در انتهای آزمایش نیز نمونه‌های بدن ماهی برای تجزیه شیمیایی به یک آزمایشگاه خصوصی واقع در رشت ارسال شد. تجزیه تقریبی نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد [28] و با سه تکرار انجام شد. درصد وزن خشک ماهی و جیره‌ها به وسیله دستگاه آون در دمای ۶۵°C به مدت ۱۲ ساعت، تعیین شدند. تعیین پروتئین خام با روش کج‌لدال (N×۶/۲۵)، کربوهیدرات با استفاده از محلول‌های فهلینگ و چربی خام به وسیله سوکسله با استفاده از حلال اتر دی‌پترول با نقطه جوش ۶۰°C در مدت ۵ ساعت، صورت گرفت. میزان خاکستر با سوزاندن بدن ماهی در کوره مدل FM6 با دمای ۶۰۰°C و به مدت ۵ ساعت، تعیین شد. برای محاسبه شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن (WG (%، نرخ رشد ویژه (SGR (%، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب بازدهی پروتئین (PER)، ضریب چاقی (CF) و میزان ماندگاری (%SR) از فرمول‌های ذیل استفاده شد [27, 29]:

۱۰۰×{وزن اولیه+ (وزن اولیه-وزن ثانویه)}=افزایش وزن (درصد)
۱۰۰×مدت پرورش+{لگاریتم طبیعی وزن اولیه-لگاریتم طبیعی وزن ثانویه}=نرخ رشد ویژه

افزایش وزن تر ماهی+غذای مصرف‌شده=ضریب تبدیل غذایی
پروتئین مصرف‌شده+افزایش وزن تر ماهی=ضریب بازدهی پروتئین
۱۰۰×{طول+وزن}=ضریب چاقی

۱۰۰×(تعداد ماهی اولیه-تعداد ماهی نهایی)=ماندگاری (درصد)
در طول دوره آزمایش پروتئین، میانگین درجه حرارت ۲۴/۵°C و میانگین اکسیژن محلول ۷/۱۱ میلی‌گرم در لیتر و در آزمایش چربی، میانگین درجه حرارت ۲۲/۵°C و میانگین اکسیژن محلول ۶/۸۴ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 13 و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ صورت گرفت. ابتدا داده‌های جمع‌بندی‌شده برای اطمینان از نرمال بودن یا

بر کیلوگرم) نگهداری شده و پس از به وزن‌رسانی با میانگین تقریبی وزن اولیه ۲/۱۳±۰/۶۵ گرم و با تراکم ۲۵ عدد به هر یک از مخازن پرورشی توزیع شدند. فرمولاسیون جیره براساس تجزیه بدن و مواد اولیه تشکیل‌دهنده جیره غذایی (پودر ماهی، کنجاله سویا، گندم و ذرت) در سطح پروتئین و با استفاده از نرم‌افزار لیندو ۳ صورت گرفت. در این جیره‌ها از آرد و روغن ماهی به ترتیب به عنوان منبع اصلی پروتئین و چربی استفاده شد [24]. میزان غذادهی براساس ۳٪ وزن توده زنده ماهی محاسبه شد. غذادهی به روش دستی، در ساعات روشنایی روز، در سه نوبت و به فاصله ۴ ساعت صورت گرفت. زیست‌سنجی بچه‌ماهیان هر ۱۵ روز یک‌بار از نظر طولی با تخته زیست‌سنجی با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزنی با ترازوی دیجیتال مدل N92 با دقت ۰/۱ گرم ثبت شد (جدول‌های ۱، ۲ و ۳).

جدول ۱) ترکیب تقریبی تجزیه شیمیایی بدن بچه‌ماهیان قبل از آزمایش (درصد براساس وزن تر)

پروتئین خام (%)	چربی خام (%)	خاکستر (%)	رطوبت (%)
۱۵/۰۷	۶/۳۰	۳/۵۰	۷۲

جدول ۲) ترکیب تقریبی تجزیه شیمیایی اجزای جیره (درصد براساس ماده خشک)

مواد اولیه جیره ترکیب	آرد ماهی کیلکا	آرد کنجاله سویا	آرد ذرت	آرد گندم
پروتئین خام (%)	۷۴/۳	۳۸/۹	۸/۸	۹/۹
چربی خام (%)	۷/۵	۱۲/۴	۰/۶	۰/۵
خاکستر (%)	۱۱	۵/۶	۱/۶	۰/۹

جدول ۳) اجزا و ترکیب جیره غذایی بچه‌ماهی انگشت‌قد کلمه با سطوح مختلف پروتئین (درصد براساس ماده خشک)

سطوح پروتئین جیره مواد اولیه جیره	۳۰%	۳۵%	۴۰%	۴۵%
آرد ماهی کیلکا (%)	۲۰	۲۸	۳۳	۴۴/۶۰
آرد کنجاله سویا (%)	۳۳	۲۳	۴۰	۳۱/۴۰
آرد گندم (%)	۱۵	۱۳	۵	۵
آرد ذرت (%)	۱۳	۱۱	۶	۵
روغن ماهی کیلکا (%)	۱۲	۱۰	۱۰	۱۰
مخلوط ویتامینی (%)	۳	۲	۳	۲
مخلوط مواد معدنی (%)	۴	۳	۲	۲
انرژی کل (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۴۴۸۳	۴۴۹۲	۴۴۹۴	۴۶۶۰
تجزیه تقریبی شیمیایی جیره				
پروتئین خام (%)	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵
چربی خام (%)	۱۵	۱۵/۵	۱۴/۵	۱۶
فیبر خام (%)	۶/۱۵	۳/۹۲	۳/۱۹	۲/۲۹
خاکستر (%)	۶	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۷۵
کربوهیدرات (%)	۲۶/۵	۲۱/۳	۱۸/۹	۱۱/۷

مخلوط ویتامینه و اسید آمینه: ویتامین A، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی (IU)، ویتامین D³، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۳/۷۵ میلی‌گرم، ویتامین K³ ۲۵۰ میلی‌گرم، پری‌دوکسین ۲ گرم، ری‌بوفلاوین ۴ گرم، اینوزیتول ۲/۵ میلی‌گرم، تیامین ۳/۵ گرم، دکس پانتنول ۱۵ گرم، بیوتین ۲ میلی‌گرم، B12 ۱۰ میلی‌گرم، اسید آمینه‌های گلیسین ۵۷۵ میلی‌گرم، آلانین ۹۷۵ میلی‌گرم، سیستئین ۱۵۰ میلی‌گرم، والین ۱/۱ گرم، لئوسین ۱/۵ گرم، ایزولئوسین ۱۲۵ میلی‌گرم، تیروزین ۳۵۰ میلی‌گرم، فنیل آلانین ۸۱۰ میلی‌گرم، تریپتوفان ۷۵ میلی‌گرم، متیونین ۵ گرم، کلونین ۴۰۰ میلی‌گرم، لیزین ۲/۵ گرم، هیستیدین ۹۰۰ میلی‌گرم، آرژنین ۴۹۰ میلی‌گرم، آسپارتیک اسید ۱/۴۵ گرم، پرولین ۵۱۰ میلی‌گرم، ترونین ۵۱۰ میلی‌گرم، سرین ۶۸۰ میلی‌گرم، گلوتامیک اسید ۱/۱۶ گرم

نمودن با آزمون شاپیرو- ویلک بررسی شدند. سپس در توزیع داده‌های نرمال برای مشاهده اختلاف کلی بین میانگین‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۹۵٪ و غیرنرمال از آزمون ناپارامتریک کروسکال- والیس استفاده شد. مقایسه جفتی بین تیمارها از طریق آزمون دانکن صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج شاخص‌های رشد شامل میزان افزایش وزن (WG%)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، ضریب چاقی (CF)، ماندگاری (SR%) و ضریب بازدهی پروتئین (PER) در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴) مقایسه میانگین شاخص‌های رشد با سطوح مختلف پروتئین جیره طی دوره آزمایش

سطوح پروتئین جیره فاکتورهای رشد	۳۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۴۵٪
وزن اولیه (گرم)	۲/۶۵±۰/۲۵	۲/۶۹±۰/۲۳	۲/۶۱±۰/۲۳	۲/۶۶±۰/۲۴
وزن نهایی (گرم)	۴/۴۵±۵/۶۸	۴/۶۷±۵/۱۹	۴/۴۷±۴/۵۹	۴/۸۰±۶/۷۲
طول نهایی (میلی‌متر)	۷۸/۹۱±۴	۷۸/۸۷±۳/۳۲	۷۸/۸۳±۳/۲۹	۸۰/۸۳±۳/۳۴
کل غذای مصرفی (گرم)	۴/۳۰±۰/۲۱ ^a	۴/۳۲±۰/۱۴ ^a	۴/۳۶±۰/۲۱ ^a	۴/۵۳±۰/۲۶ ^a
افزایش وزن (%)	۶/۵۵±۱۰/۴۱ ^a	۷/۲۴±۱۷/۰۹ ^a	۷/۷۰±۳/۴۳ ^a	۸۰/۷۶±۱۱/۳۰ ^a
نرخ رشد ویژه	۰/۹۱±۰/۱۱ ^a	۰/۹۶±۰/۱۷ ^a	۰/۹۳±۰/۰۳ ^a	۱/۰۳±۰/۱۰ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۲/۳۹±۰/۱۸ ^a	۲/۲۱±۰/۳۱ ^a	۲/۳۴±۰/۱۴ ^a	۲/۱۲±۰/۲۳ ^a
ضریب بازدهی پروتئین	۱/۳۸±۰/۱۰ ^a	۱/۳۰±۰/۱۸ ^{ab}	۱/۰۶±۰/۰۶ ^c	۱/۰۵±۰/۱۲ ^{dc}
ضریب چاقی	۰/۹۰±۰/۰۴ ^a	۰/۹۵±۰/۰۷ ^a	۰/۹۱±۰/۰۴ ^a	۰/۹۰±۰/۰۰ ^a
ماندگاری (%)	۱۰۰±۰ ^a	۹۸/۶۷±۲/۳ ^a	۹۸/۶۷±۲/۳ ^a	۱۰۰±۰ ^a

*حروف لاتین مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف بین تیمارها است ($p>0.05$).

افزایش سطوح پروتئین، بر میانگین میزان رشد، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب چاقی و بازماندگی بچه‌ماهیان اثر معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). بیشترین مقادیر افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی به ترتیب در ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های حاوی ۴۵، ۴۵، ۴۰ و ۳۵٪ پروتئین و کمترین آنها در ماهیان تغذیه‌شده از جیره محتوی ۳۰، ۳۰، ۴۵ و ۳۰٪ پروتئین حاصل شد (جدول ۴). با افزایش سطح پروتئین جیره، ضریب بازدهی پروتئین ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی سطوح مختلف پروتئین کاهش پیدا کرد و براساس آزمون دانکن، میانگین ضریب بازدهی پروتئین بین ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های محتوی ۳۰ یا ۴۰ و ۳۵ یا ۴۰ و ۴۵٪ پروتئین دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<0.05$). بیشترین میزان ضریب بازدهی پروتئین در ماهیان تغذیه‌شده از جیره محتوی ۳۰٪ پروتئین و کمترین آن در ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی ۴۵٪ پروتئین به دست آمد (جدول ۴).

تجزیه نهایی بدن: ترکیب تجزیه بدن ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین شامل پروتئین خام، چربی خام و خاکستر، در جدول ۵ نشان داده شده است.

افزایش میزان پروتئین جیره، مقدار پروتئین خام، چربی خام و خاکستر بدن را تحت تاثیر قرار داد به طوری که بین مقدار پروتئین

بدن ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های محتوی ۳۰ یا ۳۵ و ۴۰٪ پروتئین، ۳۵ یا ۴۵٪ پروتئین و ۴۰ یا ۴۵٪ پروتئین، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p<0.05$). بین مقدار چربی بدن ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های محتوی ۳۰ یا ۳۵، ۴۰، ۴۵٪ پروتئین و ۳۵ یا ۴۵٪ پروتئین، اختلاف معنی‌دار دیده شد ($p<0.05$) و همچنین میان مقدار خاکستر بدن ماهیان تغذیه‌شده از جیره‌های حاوی ۳۰ یا ۴۰ و ۴۵٪ پروتئین و ۳۵ یا ۴۰٪ پروتئین، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p<0.05$; جدول ۵).

جدول ۵) ترکیب تقریبی تجزیه شیمیایی نهایی بدن (درصد براساس وزن تر)	۳۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۴۵٪
سطوح پروتئین جیره ترکیب لاشه				
پروتئین خام (%)	۱۹/۰۹±۰/۱۶ ^a	۱۸/۴۶±۰/۰۳ ^b	۱۷/۹۷±۰/۰۴ ^c	۱۷/۶۷±۰/۱۳ ^d
چربی خام (%)	۱۲/۷۲±۰/۰۷ ^a	۱۳/۵۵±۰/۰۲ ^{bc}	۱۳/۶۷±۰/۰۷ ^c	۱۳/۲۳±۰/۰۷ ^d
خاکستر (%)	۱/۶۶±۰/۱۹ ^a	۱/۷۸±۰/۰۳ ^{ba}	۲/۱۵±۰/۰۱ ^{cd}	۱/۹۴±۰/۱۹ ^{db}
رطوبت (%)	۶۳/۱۱	۶۴/۳۲	۶۴	۶۴/۷۱

*حروف لاتین نامشابه، نشان‌دهنده وجود اختلاف بین تیمارها است ($p<0.05$).

بحث

در مطالعه حاضر، میزان افزایش وزن و نرخ رشد ویژه با افزایش سطوح پروتئین تا بالاترین سطح افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان آن در ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی پروتئین ۴۵٪ به دست آمد (جدول ۴). احتمالاً مناسب بودن کیفیت پودر ماهی و نسبت کمتر کربوهیدرات در جیره محتوی ۴۵٪ پروتئین نسبت به تیمارهای دیگر موجب افزایش راندمان غذا و قابلیت هضم پروتئین شده و در نتیجه موجب افزایش رشد ماهیان شده است (جدول ۲) [10, 30]. در مطالعات مشابه با منبع پروتئینی پودر ماهی، بیشترین میزان رشد و سطح مطلوب نیاز پروتئینی برای برخی از گونه‌ها از جمله ماهی سفید نوس (*Rutilus kutum*) مقدار ۴۶٪، گربه‌ماهی انگشت قد (*Horabagrus brachysoma*) مقدار ۳۹٪، ماهی کپور لب‌حاشیه‌ای انگشت قد (*Labeo fimbriatus*) مقدار ۲۷-۲۶٪، ماهی سفید انگشت قد (*Rutilus kutum*) ۳۵٪ گزارش شده است [10, 15, 17, 31]. سطح مطلوب نیاز پروتئینی ماهی تحت تاثیر عواملی مثل سن ماهی، سطح انرژی قابل دسترس، نوع جیره (خالص، نیمه‌خالص)، شرایط آزمایشی (دما، تراکم و غیره) [32]، کیفیت پروتئین و مقدار غذا [8] قرار دارد. به همین دلیل نیاز مطلوب پروتئینی ماهیان حتی مرحله‌ای از رشد (مثل مرحله انگشت قد) یک گونه ماهی تحت تاثیر عوامل مذکور، متفاوت گزارش شده است. در مطالعه حاضر، بین ماهیان تغذیه‌شده از سطوح مختلف پروتئین با مقادیر ضریب تبدیل غذایی ۲/۲۱-۲/۳۹، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p<0.05$). بهترین ضریب تبدیل در بالاترین سطح پروتئین (۴۵٪) موجب بیشترین رشد در ماهیان شد که احتمالاً نشان‌دهنده بازدهی و تبدیل بهتر غذا در این سطح نسبت به تیمارهای دیگر باشد. در بررسی‌های مشابه با سطوح مختلف پروتئین توسط محققین روی برخی از گونه‌های کپور ماهیان از جمله ماهی ماه‌سیر (*Tor tambroides*; Mahseer) [15, 21, 33, 34].

میزان ضریب تبدیل غذایی ۱/۷۲-۲/۲۰، ماهی سفید (*Rutilus kutum*) ۱/۸-۲/۲۶، ماهی کپور علف خوار (*Ctenopharyngodon idella*) مقدار ۲/۹۸-۱/۷۳، ماهی روهو (*Labeo rohito*; Roho) مقدار ۳/۰۹-۲/۵۱، در مطالعات قبلی گزارش شده است [15, 21, 33, 34]. ضریب بازدهی پروتئین شاخصی است که برای پاسخ ماهی به مصرف پروتئین جیره مورد استفاده قرار

مهندس فرشاد ماهی‌صفت، سرکار خانم مهندس رودابه روفچائی، مرتضی منصور و محرمعلی رنجبر به‌خاطر برخی از همکاری‌ها، صمیمانه تشکر به عمل می‌آید. از مدیر کل وقت شیلات گلستان مهندس علی/اکبر پاسندی و مرکز تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی سیجوال گرگان مهندس اسماعیل جباری به‌خاطر تأمین بچه‌ماهی مورد نیاز، تشکر و قدردانی می‌شود.

تأییدیه اخلاقی: اینجانب صاحب‌علی قربانی تعهد می‌نمایم که این مقاله از زمان ارسال برای این نشریه تاکنون در هیچ نشریه ایرانی یا غیرایرانی در حال بررسی نبوده است.

تعارض منافع: این مقاله از پروژه پژوهشی مصوب موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استخراج شده که اینجانب صاحب‌علی قربانی مجری آن بدم و همچنین تعارض منافع بین هیچ‌کدام از عوامل مشارکت‌کننده در تولید این مقاله (حامیان مالی، پشتیبانان علمی و نویسندگان) وجود ندارد.

سهم نویسندگان: صاحب‌علی قربانی (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۳۵٪)، داود طالبی حقیقی (نویسنده دوم)، روش‌شناس (۲۵٪)، حسن مقصودیه‌کهن (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۲۰٪)، سیدمحمد صلواتیان (نویسنده چهارم)، تحلیلگر آماری (۱۵٪)، داریوش پروانه‌مقدم (نویسنده پنجم) پژوهشگر کمکی (۵٪)

منابع مالی: پژوهش حاضر تحت حمایت مالی بودجه مصوب مربوط به طرح‌ها و پروژه‌ها در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور بوده است.

منابع

- 1- Fazli H. Stock assessment of the bony fishes in Iranian coastal waters of the Caspian Sea (2007-2010). Tehran: Iranian Fisheries Research Organization; 2011. [Persian]
- 2- Statistical Center of Iran. Agriculture, Forestry & Fisheries. In: Statistical Center of Iran. Statistical yearbook 2015. Tehran: Statistical Center of Iran; 2015.
- 3- Kottelat M, Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Publications Kottelat; 2007.
- 4- Fishbase. Food and Feeding Habits: Diet Composition *Rutilus rutilus* [Internet]. Kiel: Fishbase; 2017 [cited 2018 May 15]. Available from: <https://www.fishbase.se/TrophicEco/DietCompoList.php?ID=272&GenusName=Rutilus&SpeciesName=rutilus&f c=122&StockCode=286>
- 5- Weatherly NS. The diet and growth of 0-group dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), and roach, *Rutilus rutilus* (L.), in a lowland river. J Fish Biol. 1987;30(3):237-47.
- 6- Rana KJ, Siriwardena S, Hasan MR. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production [Internet]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2009 [cited 2018 Feb 25]. Available from: <http://www.fao.org/3/i1143e/i1143e00.htm>
- 7- Deng J, Mai K, Ai Q, Zhang W, Wang X, Xu W, et al. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture. 2006;258(1-4):503-13.
- 8- Sampaio Zuanon JA, Salero AL, Silveira Moraes SS, De Oliveira Alves LM, Balbino EM, Araujo ES. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009;38(6):989-93.
- 9- Luo Z, Liu YJ, Mai KS, Tian LX, Liu DH, Tan XY. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus*

می‌گیرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ضریب بازدهی پروتئین با افزایش سطوح پروتئین جیره کاهش یافته به‌طوری که از سطح پروتئین ۳۵٪ بالاتر روند کاهش، معنی‌دار بود. این نتیجه موافق با یافته‌های دیگران روی گونه‌های مختلف ماهیان از جمله بچه‌ماهی سفید نوس (*Rutilus kutum*)، ماهی سوکرچینی (*Myxocyprini asiaticus*; Chinese sucker) و گربه ماهی انگشت‌قد (*Horabagrus brachysoma*) است [10, 16, 35]. کاهش میزان ضریب بازدهی پروتئین در سطوح پروتئینی بالاتر (۴۰ و ۴۵٪) نشان‌دهنده وجود مقدار پروتئین بیش از نیاز بچه‌ماهیان در آنها است و احتمالاً پروتئین اضافی در آن جیره‌ها به‌عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفته است [11, 36, 37]. در مطالعه حاضر، افزایش پروتئین جیره تأثیر معنی‌داری روی کاهش مقدار پروتئین خام بدن داشت ولی مقدار چربی خام و خاکستر بدن را افزایش داد (جدول ۵). این نتایج با یافته‌های برخی پژوهشگران در مطالعاتی مشابه روی دیگر گونه‌های ماهیان همراستا است. کیم و لی [32] گزارش دادند که با افزایش پروتئین جیره، پروتئین خام بدن ماهی تایگر پافر (*Takifugu rubripes*; Tiger puffer) کاهش یافته و چربی خام و خاکستر آن افزایش پیدا کرد [38]. با بررسی اثر سطوح مختلف جیره روی بدن ماهی دنتکس (*Dentex dentex* L.)، گزارش دادند افزایش سطوح پروتئین جیره باعث کاهش پروتئین خام و افزایش چربی خام و خاکستر بدن شد. نتایج متفاوتی نیز برخلاف یافته‌های مطالعه حاضر روی برخی از گونه‌های ماهی از جمله ماهی سرگنده (*Aristichthys nobilis*)، ماهی فلاندر (*Flounder*)، ماهی ماه‌سیر (*Tor putitora*)، ماهی ماه‌سیر (*paralichthys*; Flounder) صورت گرفته است [39-41]. بنابر دیدگاه شیرر [42] ترکیب تقریبی بدن ماهی تحت تأثیر فاکتورهای درون‌زایی همچون اندازه و جنس و برون‌زایی مثل ترکیب جیره و محیط پرورشی قرار دارد بنابراین یافته‌ها در این زمینه با گونه‌های مختلف ماهی، متفاوت است.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم دسترسی به آب جریان‌دار و تأمین بچه ماهی با اندازه ۵-۲/۵ گرمی اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده نیاز اسیدهای آمینه ضروری و نسبت مطلوب پروتئین به انرژی (P/E) در جیره غذایی این گونه به‌صورت دقیق مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان جیره‌ای مناسب از لحاظ رشد برای آن فرموله نمود.

نتیجه‌گیری

با افزایش سطوح پروتئین از ۳۰ تا ۴۵٪ میزان افزایش رشد معنی‌دار نیست، ولی ماهیان تغذیه‌شده از جیره حاوی ۳۰٪ پروتئین در مقایسه با آنهایی که از جیره‌های دیگر تغذیه نموده بودند ارزش بازدهی پروتئین بیشتری داشتند.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از مدیریت محترم وقت پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی سرکار خانم دکتر مریم فلاحی و دکتر علی‌رضا ولی‌پور و از مدیریت محترم ایستگاه تحقیقاتی تغذیه و غذای زنده آبزیان مهندس جواد دقیق‌روحی و مهندس مهدی مرادی برای مساعدت‌هایشان برای انجام این مطالعه، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. از دکتر داود طالبی حقیقی به‌خاطر راهنمایی‌های ارزشمند و حمایت‌های بی‌دریغ و همه‌جانبه در طول اجرای مطالعه تشکر و سپاسگزاری می‌شود. از همکاران مهندس حسن مقصودیه‌کهن برای همکاری در طول اجرای همه مراحل عملیاتی آزمایش و مهندس داریوش پروانه‌مقدم، مهندس محمد صلواتیان، دکتر محدث قاسمی،

- 25- National Research Council, Board on Agriculture, Subcommittee on Fish Nutrition. Nutrient requirements of fishes. Washington DC: National Academy Press; 1993.
- 26- Chaitanawisut N, Rodruang C, Piyatiratitivorakul S. Optimum dietary protein levels and protein to energy ratios on growth and survival of juveniles spotted Babylon Babylonia areolata Link under the recirculating seawater conditions. *Int J Fish Aquac.* 2010;2(2):58-63.
- 27- Wang JT, Liu YJ, Tian LX, Mai KS, Du ZY, Wang Y, et al. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture.* 2005;249(1-4):439-47.
- 28- Cunniff P. Official methods of analysis. 16th Edition. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists (AOAC); 1999.
- 29- Chatzifotis S, Panagiotidou M, Papaioannou N, Pavlidis M, Nengas I, Mylonas CC. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Aquaculture.* 2010;307(1-2):65-70.
- 30- Gao Y, Lv J, Lin Q, Li L. Effect of protein levels on growth, feed utilization, nitrogen and energy budget in juvenile southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. *Aquac Nutr.* 2005;11(6):427-33.
- 31- Jena JK, Mitra G, Biswal S. Effect of dietary protein levels on growth and nutrient utilization of fringe-lipped carp, *Labeo fimbriatus* (Bloch) fingerlings. *Aquac Nutr.* 2012;18(6):628-39.
- 32- Kim SS, Lee KJ. Dietary protein requirement of tiger puffer *Takifugu rubripes*. *Aquaculture.* 2009;287(1-2):219-22.
- 33- Ghazala R, Tabinda AB, Yasar A. Growth response of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fed isocaloric diets with variable protein levels. *J Anim Plant Sci.* 2011;21(4):850-6.
- 34- Manivannan S, Saravanan TS. Impact of formulated protein diets on growth of the Indian major Carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Fish Aquac J.* 2012;2012;57:FAJ-57.
- 35- Yuan YC, Gong SY, Luo Z, Yang HJ, Zhang GB, Chu ZJ. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquac Nutr.* 2010;16(2):205-12.
- 36- Lochmann RT, Phillips H. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture.* 1994;128(3-4):277-85.
- 37- Santinha PJM, Gomes EFS, Coimbra JO. Effects of protein level of the diet on digestibility and growth of gilthead sea bream, *Sparus auratus* L. *Aquac Nutr.* 1996;2(2):81-7.
- 38- Skalli A, Hidalgo MC, Abellán E, Arizoun M, Cardenete G. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. *Aquaculture.* 2004;235(1-4):1-11.
- 39- Santiago CB, Reyes OS. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. *Aquaculture.* 1991;93(2):155-65.
- 40- Kim KW, Wang XJ, Bai SC. Optimum dietary protein level for maximum growth of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquac Res.* 2002;33(9):673-9.
- 41- Shahidul Islam M, Tanaka M. Optimization of dietary coioides juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquac Nutr.* 2004;10(4):247-52.
- 10- Giri SS, Sahoo SK, Paul BN, Mohanty SN, Sahu AK. Effect of dietary protein levels on growth, feed utilization and carcass composition of endangered bagrid catfish *Horabagrus brachysoma* (Gunther 1864) fingerlings. *Aquac Nutr.* 2011;17(3):332-7.
- 11- Lee SM, Kim KD, Park HG, Kim CH, Hong KE. Protein requirement of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. *Fish Sci.* 2001;67(1):46-51.
- 12- Takeuchi T, Satoh S, Kiron V. Common carp, *Cyprinus carpio*. In: Webster CD, Lim CE, editors. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. New York: CABI Publishing; 2002. pp. 245-61.
- 13- Abid M, Salim M. Efficacy of varying dietary protein levels on growth, feed conversion and body composition of *Cirrhinus mrigala* fingerlings. *Pak J Life Soc Sci.* 2004;2(2):91-4.
- 14- Noveirian HA, Mostafazadeh S, Toluei MH. A study on various protein levels on growth indices (SR, WG, RGR, FCR and PER) of *Rutilus frisii kutum*, Kamenskii 1901 (Advanced fry). *Pajouhesh & Sazandegi.* 2005;(68):61-8.
- 15- Haghighi DT. Determination optimal levels of crude protein and lipid in practical diets on growth of kutum fish fry *Rutilus frisii kutum*. Tehran: Iranian Fisheries Research Organization; 2009. pp. 8-26.
- 16- Ebrahimi Gh, Ouraji H. Growth performance and body composition of kutum fingerlings, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii 1901), in response to dietary protein levels. *Turk J Zool.* 2012;36(4):551-8.
- 17- Mahmoodi Z, Alaf Noveirian HA, Falahatkar B, Khoshkholgh MR. The effect of different dietary protein and lipid levels on growth performance in Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901). *Iran Sci Fish J.* 2013;22(1):101-16. [Persian]
- 18- Ebrahimi E, Pourreza J, Panamariov SV, Kamali A, Hosaini A. Effect of different levels of protein and fat on growth characters and chemical composition of fingerling beluga (*Huso huso* L.). *J Water Soil Sci.* 2004;8(2):229-42. [Persian]
- 19- Marammazi JG, Kahkesh F. Effects of dietary protein and energy levels on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile shirbot *Barbus grypus* (Heckle, 1843). *Iran J Fish Sci.* 2011;10(3):461-74.
- 20- Marammazi JG, Pagheh E, Mokhaier Z. Effect of dietary protein and energy levels on the growth and body composition of juvenile orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Iran Sci Fish J.* 2013;21(4):41-56. [Persian]
- 21- Ng WK, Abdullah N, De Silva SS. The dietary protein requirement of the Malaysian mahseer, *Tor tambroides* (Bleeker), and the lack of protein-sparing action by dietary lipid. *Aquaculture.* 2008;284(1-4):201-6.
- 22- Dars BA, Narejo NT, Dayo A, Lashari PK, Laghari MY, Waryani B. Effect of different protein on growth and survival of *Catla catla* (Hamilton) reared in glass aquaria. *Sindh Univ Res J.* 2010;42(1):65-8.
- 23- Kaushik SJ. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture.* 1995;129(1-4):225-41.
- 24- Rueda-López S, Lazo JP, Reyes GC, Viana MT. Effect of dietary protein and energy levels on growth, survival and body composition of juvenile *Totoaba macdonaldi*. *Aquaculture.* 2011;319(3-4):385-90.

42- Shearer KD. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture. 1994;119(1):63-88.

protein requirement for pond-reared mahseer *Tor putitora* Hamilton (Cypriniformes: Cyprinidae). Aquac Res. 2004;35(13):1270-6.