

Evaluation of four common food rations in Iranian market on growth performance, some biochemical factors and liver enzymes of farmed (*Huso huso*)

Soheila Delavari¹, Reza Taati^{2*},
Hamid Abdollahpour Biria³

1. M.Sc. Graduate, Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran. Zip Code: 43711-65143

2. Assistant Professor, Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran. Zip Code: 43711-65143

3. Assistant Professor, Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran. Zip Code: 43711-65143

(Received: Apr. 10, 2016 - Accepted: May 6, 2017)

ارزیابی چهار جیره غذایی رایج در بازار ایران بر عملکرد رشد، برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی

سهیلا دلآوری^۱، رضا طاعتی^{۲*}، حمید عبدالله پور بی‌ریا^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران. کدپستی: ۴۳۷۱۱-۶۵۱۴۳

۲. استادیار گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران. کدپستی: ۴۳۷۱۱-۶۵۱۴۳

۳. استادیار گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش، ایران. کدپستی: ۴۳۷۱۱-۶۵۱۴۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۲/۱۶)

Abstract

This study was performed to evaluate four common food rations in Iranian market on growth performance, some biochemical factors of farmed beluga (*Huso huso*) in winter 2015. Total number of 80 belugas weighing 4063.48 ± 134.29 g were randomly distributed into 8 circular concrete ponds and kept at a density of 10 fish per pond. Fish were acclimatized to new rearing conditions for a week. Great sturgeons were fed four rations including Behdaneh, Biomar, Faradaneh and Skretting in two replicates (completely randomized design). Results showed that the highest final weight, percentage of body weight increase, average daily growth, specific growth rate, condition factor, protein efficiency ratio and the lowest FCR and price index were observed in treatment Faradaneh which had significant differences with treatment Behdaneh ($P < 0.05$). Fish fed all four rations showed no significant difference in blood glucose ($P > 0.05$). The highest content of cholesterol was seen in treatment Behdaneh which showed significant difference with other treatments ($P < 0.05$). Treatments Behdaneh and Biomar had the highest ($P < 0.05$) contents of total protein which showed significant difference with treatment Faradaneh. The highest contents of albumin belonged to treatment Behdaneh, Biomar and Skretting which showed significant difference with treatment Faradaneh ($P < 0.05$). Treatment Behdaneh had the highest level of liver enzymes ($P < 0.05$). Based on obtained results, it can be declared that treatment Faradaneh can play an important role in increasing growth performance, feed efficiency and also improve some biochemical parameters in farmed beluga.

Keywords: beluga (*Huso huso*), food ration, growth performance, biochemical indices.

چکیده

این تحقیق جهت ارزیابی چهار جیره غذایی رایج در بازار ایران بر رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی فیل ماهیان (*Huso huso*) در زمستان ۱۳۹۳ اجرا شد. تعداد ۸۰ قطعه فیل ماهی پرورشی با میانگین وزنی 4063.48 ± 134.29 گرم بطور تصادفی به ۸ حوضچه بتنی دایره‌ای با تراکم ۱۰ عدد ماهی معرفی شدند. ماهیان به مدت یک هفته با شرایط جدید پرورشی سازگاری پیدا کردند. فیل ماهیان با چهار جیره بهدانه، بیومار، فرادانه و اسکرتینگ با ۲ تکرار (طرح کاملاً تصادفی) تغذیه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه، شاخص رشد ویژه، ضریب چاقی، ضریب کارایی پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذایی و شاخص قیمت در تیمار فرادانه مشاهده شدند که اختلاف معنی‌داری با تیمار بهدانه داشتند ($P < 0.05$). ماهیان تغذیه کرده از هر چهار جیره اختلاف معنی‌داری را در گلوکز خون نشان ندادند ($P > 0.05$). بیشترین میزان کلسترول در تیمار بهدانه مشاهده گردید که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($P < 0.05$). تیمارهای بهدانه و بیومار بیشترین ($P < 0.05$) میزان پروتئین کل را به خود اختصاص دادند که با تیمار فرادانه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بیشترین میزان آلبومین در تیمارهای بهدانه، بیومار و اسکرتینگ رویت شد که با تیمار فرادانه اختلاف معنی‌دار آماری داشتند ($P < 0.05$). تیمار بهدانه دارای بالاترین ($P < 0.05$) سطح آنزیم‌های کبدی بود. براساس نتایج مذکور می‌توان اظهار نمود که تیمار فرادانه می‌تواند نقش مهمی را در افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه و نیز بهبود برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی فیل ماهیان پرورشی ایفا نماید.

واژه‌های کلیدی: فیل ماهیان (*Huso huso*)، جیره غذایی،

عملکرد رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی..

مقدمه

رفتن هزینه تولید و افزایش تولید آمونیاک در آب به دلیل تجزیه اسیدهای آمینه می‌شود (Kim & Lee, 2005). رعایت موارد فوق می‌تواند پرورش دهنده را به اهداف اقتصادی رسانده و علاوه بر آن باعث افزایش رشد و کیفیت گوشت ماهی نیز شود.

فیل ماهی یا بلوگا یکی از مهمترین گونه‌های ماهیان خاویاری می‌باشد که نقطه نظر عادت پذیری بهتر و زودتر به غذاهای دستی و کنسانتره، قابلیت رشد بالا، امکان تولیدمثل در شرایط پرورشی، به دست آوردن لارو و داشتن مقاومت بالا در مقابل شرایط نامناسب محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Pourali et al., 2003). در استخرهای خاکی، حوضچه‌های بتونی و محیط‌های محصورشده در سواحل دریا پرورش داده می‌شود. چون در پرورش آبزیان بیش از ۵۰٪ هزینه‌های پرورش به تغذیه ارتباط دارد، لذا برای اقتصادی کردن مقوله پرورش ماهیان خاویاری، نیاز به توجه بیشتر در غذایی و استفاده از غذاهایی با کیفیت مطلوب می‌باشد (Soudagar et al., 2005). از آنجا که در بازار ایران انواع غذاهای داخلی و خارجی با ترکیبات، کیفیت و قیمت‌های مختلف وجود داشته لذا این تحقیق بنابر درخواست مزرعه پرورش ماهیان خاویاری مروارید قرووق تالش جهت ارزیابی برخی از خوراها بر رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی فیل‌ماهیان پرورشی انجام گرفت. تاکید می‌گردد که این مقاله به هیچ عنوان قصد تبلیغ یا تخریب شرکت‌های تولیدکننده غذای آبزیان ذکر شده در تحقیق را نداشته و فقط در شرایط یکسان پرورشی مزرعه مذکور به مقایسه تأثیرات جیره‌های مختلف پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه پرورش ماهیان خاویاری مروارید قرووق تالش در زمستان ۱۳۹۳ انجام گرفت. تعداد ۸۰ قطعه فیل‌ماهی پرورشی پس از زیست‌سنجی (اندازه‌گیری وزن و طول کل) و تعیین

آبزی‌پروری موفق و پایدار، به فراهم کردن غذاهای مصنوعی که از لحاظ مواد مغذی متوازن و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشند، وابسته است. پروتئین، کربوهیدرات و چربی گروه‌های مهم مواد مغذی هستند که بدن با سوخت و ساز آنها انرژی لازم برای فرایندهای فیزیولوژیکی و فعالیت‌های فیزیکی را به دست می‌آورد (Lee & Kim, 2001). جهت دست یابی به تولید مناسب و اقتصادی، باید تا سر حد امکان کلیه هزینه‌های پرورش از جمله هزینه تولید و یا تهیه غذا مورد بازنگری قرار گیرند (Nafisi Bahabadi, 2007). افزایش دانش نیازهای غذایی گونه‌های آبزیان نظیر ماهیان و سخت‌پوستان توام با پیشرفت در تکنولوژی ساخت غذا و روش‌های غذایی در توسعه آبزی‌پروری جدید نقش کلیدی داشته اند. بیشترین تلاش در آبزی‌پروری پایدار در ارتباط با راه-کارهای تغذیه و بهینه‌سازی شرایط پرورشی عاری از عوامل بیماریزا برای گونه‌های مهم آبزیان تجاری پرورشی می‌باشد (Goddard, 1996). برای تولید ماهیان خاویاری، مدیریت توانمند، محیط مناسب پرورش، تغذیه با جیره‌های مطلوب که حاوی ترکیبات ارزان قیمت و تأثیرگذار که رشد مطلوب و کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را داشته باشند، اجتناب‌ناپذیر است (Hung & Lutes, 1987). ترکیبات سازنده جیره‌های غذایی نظیر پروتئین، چربی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، قیمت و دسترسی آسان به آنها، افزایش کارایی تولید آبزیان را در پی خواهد داشت (Chebanov & Billard, 2001). جیره نامتعادل سبب ایجاد اثرات نامطلوب بر سلامت ماهی و کاهش بازدهی هضم پروتئین و تجمع چربی اضافی در اطراف روده، کبد و چاقی می‌شود. پر چرب بودن بافت‌ها با کاهش انرژی قابل دسترس برای رشد و ذخیره‌سازی، سبب کم شدن مصرف غذا می‌شود (Silverstein & Plisetskaya, 2000). افزایش بیش از حد پروتئین در ترکیب غذایی (گران‌ترین ترکیب جیره) باعث بالا

(فرانسه)، فرادانه (ایران) و اسکرترینگ (ایتالیا) به صورت ۴ تیمار هر یک در دو تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی تغذیه شدند. ترکیبات چهار جیره مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ ارایه شده‌اند (AOAC, 1995). تغذیه ماهیان روزانه در چهار نوبت (۸ صبح، ۱۲ ظهر، ۱۶ عصر و ۲۰ شب) و به صورت حداکثر یک درصد وزن بدن و به مدت ۸ هفته انجام گرفت (Pourali et al., 2003; Mohseni et al., 2006).

زیتوده با میانگین وزنی $40.63/48 \pm 134/29$ گرم به ۸ حوضچه بتنی دایره‌ای به مساحت $3/14$ مترمربع مجهز به سیستم هواده انتشاری (دیفیوزر) و تخلیه آب مرکزی با تراکم ۱۰ عدد ماهی در هر حوضچه معرفی شدند. ماهیان به مدت یک هفته با شرایط جدید پرورشی سازگاری پیدا کردند. میانگین وزنی تیمارها در شروع آزمایش فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود. فیل ماهیان در شرایط یکسان پرورشی با چهار جیره تجاری رایج در بازار ایران شامل بهدانه (ایران)، بیومار

جدول ۱. آنالیز جیره‌های غذایی

جیره‌ها / ترکیبات (%)	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر	قیمت (ریال)
بهدانه	۷/۱	۳۸	۱۵	۱۲/۷۹	۴۸۵۰۰
بیومار	۷/۵	۴۴/۱	۱۴/۵	۸/۵	۹۷۰۰۰
فرادانه	۸/۴	۴۳/۵	۱۴/۸	۸/۲	۴۳۸۰۰
اسکرترینگ	۸/۷	۴۲/۸	۱۰/۶	۷/۱	۵۷۰۰۰

با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه (مدل Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatch آلمان)، نمونه‌های سرم در ویال‌های اپندورف در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. اندازه‌گیری آلبومین با روش بروموکرزول گرین (Dumas et al., 1971)، پروتئین کل با روش بیوره (Dumas et al., 1981)، گلوکز با روش آنزیماتیک (گلوکز اکسیداز) (Barham & Trinder, 1972)، کلسترول با روش آنزیماتیک (کلسترول اکسیداز) (Allain et al., 1974) و تری‌گلیسیرید با روش آنزیماتیک (Fossati & Prencipe, 1982) انجام شد. آنزیم‌های کبدی شامل آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) به روش رنگ‌سنجی کینتیک و آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کینتیک اندازه‌گیری شدند (Shahsavani et al., 2010).

تجزیه و تحلیل آماری

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-

در طول دوره آزمایش، دبی آب ورودی حوضچه‌ها $0/5$ لیتر در دقیقه، میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب $12/4 \pm 1/76$ درجه سانتی‌گراد، $6/74 \pm 0/48$ میلی‌گرم در لیتر و $6/90 \pm 0/24$ بود. جهت ارزیابی رشد و تعیین زیتوده هر حوضچه پس از هر مرحله زیست‌سنجی، شاخص‌های رشد نظیر درصد افزایش وزن بدن، درصد زنده‌مانی، سرعت رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی (Hung et al., 1989)، شاخص وضعیت (ضریب چاقی) (Hung & Deng, 2002)، میانگین رشد روزانه (Hung et al., 1993)، ضریب کارایی پروتئین (Ozorio et al., 2009) و شاخص قیمت (Mohammadi et al., 2002) محاسبه شدند. در پایان دوره آزمایش، نمونه‌برداری از خون ماهیان انجام گرفت. تعداد ۳ قطعه فیل ماهی از هر حوضچه (۶ عدد از هر تیمار) به صورت تصادفی انتخاب شدند. تغذیه ماهیان ۲۴ ساعت قبل از خونگیری قطع شده و سپس با استفاده از سرنگ ۵ میلی‌لیتری و از طریق سرخرگ یا سیاهرگ دمی واقع در پشت باله مخرجی خونگیری به عمل آمد. پس از تهیه سرم با استفاده از سانتریفوژ

نتایج

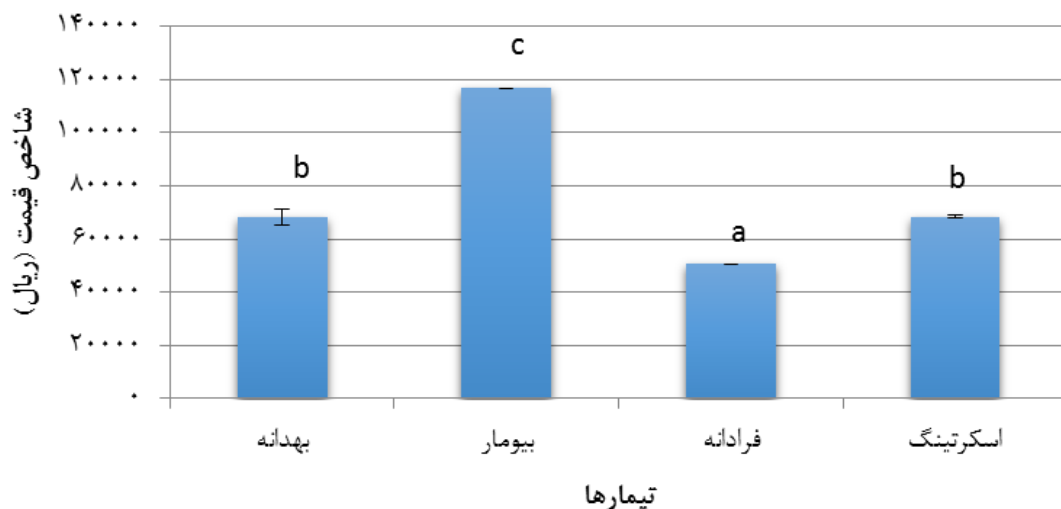
فاکتورهای نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی پروتئین و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با جیره فرادانه نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی وضعیت بهتری را نشان دادند ($P < 0.05$). درصد زنده‌مانی طی دوره پرورش در همه تیمارها ۱۰۰٪ بود (جدول ۲). جیره‌های فرادانه و بیومار به ترتیب ارزان‌ترین و گران‌ترین جیره‌ها در شاخص قیمت بودند ($P < 0.05$) (نمودار ۱).

اسمیرنوف و آزمون همگنی گروه‌ها با آزمون Levene انجام پذیرفت. برای داده‌های همگن، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای و از آزمون دانکن برای جداسازی گروه‌های همگن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس برای داده‌های غیرهمگن استفاده گردید که معنی‌دار بودن گروه‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون من-ویتنی در سطح احتمال ۵٪ مشخص گردید. نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار برده شد.

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های رشد فیل‌ماهیان در جیره‌های مختلف.

شاخص‌های رشد/ تیمارها	بهدانه	بیومار	فرادانه	اسکرتینگ
وزن اولیه (گرم)	۴۰۶۵/۶ ± ۲۹/۱۳	۴۰۵۳/۹ ± ۱۱/۱۷	۴۰۶۶/۹ ± ۱۷/۹۶	۴۰۶۸/۱۵ ± ۲۲/۶۹
وزن نهایی (گرم)	۵۵۱۳ ± ۶۴۳/۷۳ ^a	۵۷۴۱ ± ۵۷۵/۵۷ ^{ab}	۶۰۴۸/۸ ± ۳۸۰/۱۸ ^b	۵۷۶۸ ± ۳۲۸/۹۰ ^{ab}
طول کل نهایی (سانتی متر)	۹۵/۴۵ ± ۲/۶۶	۹۵/۳۲ ± ۲/۵۱	۹۵/۳ ± ۲/۶۲	۹۵/۱۶ ± ۲/۳۹
افزایش وزن بدن (%)	۳۵/۵۸ ± ۴/۰۲ ^a	۴۱/۶۲ ± ۰ ^b	۴۳/۸۱ ± ۰/۰۲ ^b	۴۱/۷۸ ± ۱/۴۷ ^b
شاخص رشد ویژه (% در روز)	۰/۵۳ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۶۰ ± ۰ ^b	۰/۶۳ ± ۰ ^b	۰/۶۰ ± ۰/۰۱ ^b
ضریب تبدیل غذایی	۱/۴۱ ± ۰/۱۶ ^b	۱/۲۱ ± ۰/۰۱ ^{ab}	۱/۱۵ ± ۰ ^a	۱/۲۰ ± ۰/۰۲ ^{ab}
رشد روزانه (گرم در روز)	۰/۶۱ ± ۰/۰۶ ^a	۰/۷۲ ± ۰ ^b	۰/۷۶ ± ۰/۰۰۷ ^b	۰/۷۲ ± ۰/۰۲ ^b
ضریب کارایی پروتئین	۱/۸۹ ± ۰/۲۱	۱/۸۹ ± ۰/۰۰۳	۲/۰۲ ± ۰/۰۰۶	۱/۹۸ ± ۰/۰۴
ضریب چاقی (%)	۰/۶۴ ± ۰/۰۲ ^a	۰/۶۷ ± ۰/۰۰۷ ^{ab}	۰/۷۰ ± ۰ ^b	۰/۶۸ ± ۰/۰۱ ^b
زنده‌مانی (%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

اعداد (میانگین ± انحراف معیار) با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P < 0.05$).



نمودار ۱. مقایسه شاخص قیمت جیره‌های مختلف

آماری داشت ($P < 0.05$). کمترین مقادیر کلسترول و تری‌گلیسیرید مربوط به تیمار فرادانه بود که با تیمار بهدانه اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد ($P < 0.05$). میزان آنزیم‌های کبدی (ALT)، (AST) و (ALP) در همه تیمارها نسبت به تیمار بهدانه به طور معنی‌داری پایین‌تر بود ($P < 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۳ نتایج شاخص‌های بیوشیمیایی را در فیل‌ماهیان در پایان هفته هشتم نشان می‌دهد. به استثنای فاکتور گلوکز در بقیه فاکتورهای بیوشیمیایی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید. تیمار بهدانه در تمامی شاخص‌ها بجز گلوکز افزایشی را نشان داد که با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌دار

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی فیل‌ماهیان در جیره‌های مختلف

شاخص‌های بیوشیمیایی / تیمارها	بهدانه	بیومار	فرادانه	اسکرتینگ
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۵۱/۳۳ ± ۱۱/۶۵	۵۸/۶۶ ± ۷/۵۲	۵۲/۱۶ ± ۲/۷۸	۴۹/۵۰ ± ۴/۵۰
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۰۹/۳۳ ± ۲۶/۴۳ ^b	۷۰/۶۶ ± ۸/۳۳ ^a	۶۳/۵۰ ± ۷/۴۴ ^a	۶۴/۶۶ ± ۳/۳۲ ^a
تری‌گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	۵۲۶ ± ۱۴۷/۶۰ ^b	۴۹۸/۳۳ ± ۱۲۳/۷۲ ^b	۳۶۲/۶۶ ± ۵۳/۳۲ ^a	۳۶۹/۳۳ ± ۶۹/۵۹ ^a
پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	۳/۰۶ ± ۰/۲ ^b	۳/۰۱ ± ۰/۲۳ ^b	۲/۷۰ ± ۰/۲۳ ^a	۲/۸۳ ± ۰/۳ ^{ab}
آلبومین (گرم در دسی لیتر)	۱/۶۶ ± ۰/۲۳ ^b	۱/۶۳ ± ۰/۱۰ ^b	۱/۳۵ ± ۰/۱۳ ^a	۱/۵۵ ± ۰/۱۳ ^b

اعداد (میانگین ± انحراف معیار) با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P < 0.05$).

جدول ۴. مقایسه آنزیم‌های کبدی فیل‌ماهیان در جیره‌های مختلف

آنزیم‌های کبدی / تیمارها	بهدانه	بیومار	فرادانه	اسکرتینگ
آنزیم AST (U/I)	۵۷۲/۶۶ ± ۲۰۳/۸۹ ^b	۳۵۱/۳۳ ± ۵۶/۸۵ ^a	۳۶۷/۶۶ ± ۵۳/۹۲ ^a	۳۷۱/۶۶ ± ۹۷/۶۹ ^a
آنزیم ALT (U/I)	۱۹ ± ۷/۱۲ ^b	۸/۸۳ ± ۲/۶۳ ^a	۹/۶۶ ± ۲/۵۰ ^a	۱۱/۶۶ ± ۱/۲۱ ^a
آنزیم ALP (U/I)	۹۶۸/۳۳ ± ۲۲۵/۸۲ ^b	۸۴۵/۱۶ ± ۸۲/۸۷ ^{ab}	۶۹۳/۸۳ ± ۱۴۰/۲۱ ^a	۸۱۹/۳۳ ± ۲۲۸/۲۴ ^{ab}

اعداد (میانگین ± انحراف معیار) با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری به‌منظور تولید گوشت و خاویار در جهان از سابقه کوتاهی برخوردار است. از آنجا که در شرایط پرورشی کنونی، بیشتر نیاز غذایی آبزی مرتبط با جیره‌ای است که پرورش‌دهنده به‌طور مصنوعی برای ماهی آماده می‌کند، لذا تولید جیره‌ای که حاوی مقدار کامل مواد مغذی باشد نقش اساسی را در رشد مناسب آبزی دارد (Lovell, 1998). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بسیاری از شاخص‌های رشد در تیمار فرادانه نسبت به تیمار بهدانه افزایش معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). کاهش شاخص‌های رشد در تیمار بهدانه می‌تواند به دلیل پایین بودن میزان پروتئین (۳۸٪) جیره باشد. از طرفی دیگر، بالا بودن میزان چربی که منبع اصلی تأمین

انرژی جیره می‌باشد نیز می‌تواند باعث کاهش رشد شود. زیرا سطح انرژی جیره غذایی بر نیاز پروتئین جیره تأثیرگذار است (Webster & Lim, 2002). زمانی که انرژی جیره توسط منابع چربی افزایش می‌یابد، نیاز پروتئینی ماهی کاهش می‌یابد (Mohseni et al., 2007; Ebrahimi et al., 1995; Medale et al., 2004) که در نهایت منجر به کاهش رشد ماهی می‌گردد. از دلایل افزایش شاخص‌های رشد در تیمار فرادانه می‌توان به نسبت بهتر پروتئین و چربی اشاره کرد. افزایش میانگین شاخص‌های رشد متناسب با افزایش نسبت پروتئین به انرژی جیره‌های غذایی نشان‌دهنده تأمین بهتر انرژی مورد نیاز فرایندهای سوخت و ساز بوده و از طریق ایجاد امکان قرار گرفتن پروتئین در مسیر اصلی خود

چه حد قادر است اسیدهای آمینه مورد نیاز آبی را تامین نماید. همچنین این شاخص بیانگر چگونگی تعادل انرژی و پروتئین است (Lovell, 1998). مطالعات حاکی از آن است که نیازهای پروتئینی ماهی تحت تأثیر گونه، اندازه، کیفیت پروتئین جیره، سطح مناسب منابع انرژی غیر پروتئینی جیره و شرایط محیطی قرار دارد (Lee & Kim, 2001). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که جیره فرادانه با ۴۳ درصد پروتئین، رشد بیشتر و جیره بهدانه با ۳۸ درصد پروتئین کمترین رشد را در فیل ماهیان داشته‌اند. بنابراین می‌توان اذعان نمود منبع و سطح پروتئین جیره فرادانه دارای کیفیت بهتری بود. افزایش انرژی جیره‌های غذایی تا حدی که بتواند مناسب‌ترین نسبت را بین انرژی و پروتئین ایجاد نماید باعث بهبود ضریب کارایی پروتئین می‌شود (Ebrahimi & Zare, 2011 ; Xiang-fei *et al.*, 2010).

نوسانات سطوح گلوکز خون به‌عنوان یکی از شاخص‌های زیستی که تحت تأثیر عوامل استرس‌زای محیطی نظیر صید، حمل و نقل، تراکم بالا، تغییر خصوصیات فیزیوشیمیایی آب و غیره رخ می‌دهند، اهمیت بسزایی دارد (Wedemeyer *et al.*, 1990). طبق نتایج مطالعه حاضر، تفاوت معنی‌داری در میزان گلوکز خون در تیمارهای تغذیه‌ای مشاهده نشد. این مسأله ثابت می‌کند که عوامل فوق در شرایط پرورشی فیل ماهیان بی‌تأثیر بوده‌اند. میزان گلوکز خون ماهیان در شرایط طبیعی بسته به گونه آبی در دامنه ۳۵۰-۲۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر قرار دارد (Shakoori *et al.*, 1996). اگر گلوکز خون خیلی بالا باشد سبب ایجاد انباشتگی گلوکز در خون (دیابت) شده که در این صورت ماهی با کمبود هورمون انسولین در بدن روبرو شده که به دنبال آن کاهش رشد، افت کارایی تغذیه‌ای و غیره بروز می‌کند (Salek Yousefi, 2000). با توجه به مطالب فوق می‌توان اشاره کرد که میزان گلوکز خون فیل‌ماهیان تحقیق حاضر در دامنه متعادلی بوده و نوسانات گلوکز به‌دلیل مهیا بودن

(سنتز)، بهبود عملکرد جیره‌های غذایی و در نتیجه رشد بهتر ماهیان را در پی داشته است. لذا می‌توان برداشت نمود که افزایش نسبت پروتئین به انرژی جیره تا حد معینی می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های رشد گردد. در حالی که افزایش بیش از حد آن نه تنها باعث کاهش رشد بلکه افزایش هزینه‌های تغذیه‌ای را به دنبال خواهد داشت (Kaushik *et al.*, 1999). علت کاهش رشد در تیمار اسکرینینگ نسبت به تیمارهای بیومار و فرادانه احتمالاً می‌تواند به دلیل پایین بودن میزان چربی جیره و به طبع آن پایین بودن انرژی جیره باشد. کاهش بیش از حد انرژی جیره باعث مصرف پروتئین به عنوان منبع انرژی شده و کاهش رشد را سبب می‌شود. اگر در جیره، پروتئین در سطح مطلوب و مطابق با نیاز ماهی وجود داشته باشد، ولی جیره دارای انرژی کافی نباشد بخشی از پروتئین به جای تشکیل بافت و رشد، صرف تامین انرژی ماهی می‌گردد و آبی به رشد مورد انتظار نمی‌رسد. ضروری است تا سطح بهینه چربی و کربوهیدرات در جیره غذایی ماهیان تعیین شود تا کاتابولیسم پروتئین به منظور تامین انرژی کاهش یابد (رخداد جایگزینی پروتئین) و برای سوخت و ساز از سایر ترکیبات زیستی استفاده شود (Webster & Lim, 2002). پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در جیره فرادانه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با جیره بهدانه داشت. این ویژگی نشان‌دهنده کارایی تغذیه و قابلیت هضم خوب جیره می‌باشد. هر چه مقدار ضریب تبدیل غذا پایین‌تر باشد بهتر بوده زیرا به سبب غذا دادن کمتر باعث کاهش هزینه‌های غذا شده و از طرف دیگر از آلودگی آب و کاهش فاکتورهای فیزیوشیمیایی آن جلوگیری کرده و کارایی پرورش ارتقا می‌یابد (Falahatkar *et al.*, 2007). شاخص ضریب کارایی پروتئین جهت تعیین ارزش غذاها در تامین انرژی لازم برای رشد ماهیان مفید می‌باشد. به‌طوری‌که ضریب کارایی پروتئین معیاری است که نشان می‌دهد منبع پروتئینی جیره تا

می‌گردد و در حفظ فشار اسمزی در عروق، حفظ ذخیره نیتروژنی برای رشد و ترمیم بافت‌ها و نیز به عنوان پروتئین حامل مواد مختلف اعم از داروها، چربی‌ها، هورمون‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌های محلول در چربی در خون نقش ایفا می‌کند (Ebrahimi, 2011). در مطالعه حاضر، رابطه مستقیمی بین آلبومین با پروتئین کل وجود داشته و تیمار فرادانه با بقیه تیمارها در هر دو فاکتور فوق اختلاف معنی‌داری داشته است. در حالت کلی تأثیرگذاری این دو پارامتر بر یکدیگر وجود داشته و همبستگی بین آنها قابل انتظار است (Kazemi *et al.*, 2010). بالا بودن شاخص‌های رشد و ضریب کارایی پروتئین در تیمار فرادانه سبب شده که پروتئین جیره صرف ساخته شدن بافت‌ها و اندام‌ها شده و مقدار آن در خون کم شود. اختلاف معنی‌داری در میزان آنزیم‌های کبدی در تیمارهای مختلف مشاهده شد. ماهیان تغذیه شده با جیره‌های بیومار و فرادانه دارای پایین‌ترین میزان آنزیم‌های کبدی نسبت به سایر تیمارها بودند. این مساله می‌تواند تا حدی تایید کند که ساختار کبد و عملکرد آن در ماهیان تغذیه شده با این جیره‌ها مناسب بوده است. در عوض، بالا بودن آنزیم‌های کبدی در جیره بهدانه احتمالاً به دلیل اختلال در عملکرد کبد می‌باشد. آنزیم‌های (AST) و (ALT) در بافت‌های مختلفی نظیر کبد (Srivastava *et al.*, 2004)، قلب، ماهیچه‌های اسکلت (Petrović *et al.*, 1996)، کلیه، پانکراس، طحال، گلبول‌های قرمز و آبشش ماهی‌ها (Bhattacharya *et al.*, 2008) یافت می‌شوند. این آنزیم‌ها غالباً در داخل میتوکندری سلول‌ها به ویژه در سلول‌های کبدی قرار دارند. لذا هر گونه آسیب خفیف، التهاب و نکروز سلول‌های کبد موجب آزاد شدن این آنزیم‌ها و افزایش سطح آن‌ها در پلاسما می‌گردد. آنزیم (ALP) نیز در تمامی بافت‌های ماهی‌ها یافت می‌شود. این آنزیم در بافت کبد معمولاً توسط سلول‌های پوشش مجرای کیسه صفرا تولید می‌شود و در اختلالات کبدی

شرایط مطلوب پرورشی وجود نداشته است. کبد مهمترین محل متابولیسم چربی‌ها می‌باشد، بنابراین کاهش میزان کلسترول و تری‌گلیسرید از بار اضافی کبد جلوگیری کرده، در نتیجه از مستعد شدن ماهی در مقابل سندرم کبد چرب جلوگیری می‌نماید (Hosseini *et al.*, 2013). نتایج مطالعه حاضر هم نشان داد که با افزایش سطح پروتئین در جیره میزان کلسترول و تری‌گلیسرید به طور معنی‌داری در همه تیمارها نسبت به تیمار بهدانه کاهش یافت. کاهش چشمگیر سطح کلسترول ماهیان تغذیه شده با جیره فرادانه، به خوبی نشان دهنده نقش این جیره در کنترل روند سنتز کلسترول و تنظیم غلظت آن در خون ماهی‌ها است. ترکیبات جیره غذایی و نحوه تغذیه در ماهیان ثابت شده است که می‌تواند بر تری‌گلیسرید تأثیرگذار باشند. دامنه طبیعی تری‌گلیسرید نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای خوب در ماهیان است. عواملی از قبیل تولیدمثل، رژیم تغذیه‌ای و شرایط محیطی بر سطوح تری‌گلیسرید تأثیرگذار هستند (Kocaman *et al.*, 2005). غلظت پروتئین کل پلاسما تحت تأثیر ترکیبات جیره غذایی بوده و با افزایش میزان پروتئین جیره، افزایش می‌یابد (Rehulka & Minarik, 2001). سطوح پروتئین کل پلاسما با سلامت ماهی رابطه نزدیکی دارد. تحقیقات در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نشان داد که کاهش میزان پروتئین در جیره در ماهیان مبتلا به بیماری‌های عفونی باکتریایی و ویروسی حاکی از کاهش جذب غذا، از دست رفتن پروتئین پلاسما و کاتابولیسم پروتئین‌ها بوده است (Rehulka *et al.*, 2005). آلبومین و گلوبولین بخش عمده پروتئین کل پلاسما را به خود اختصاص می‌دهند و هر گونه تغییر در سطح آلبومین‌ها، گلوبولین‌ها و پروتئین کل پلاسما می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بالینی در پایش سلامت سیستم ایمنی، کبد و کلیه جانوران مورد استفاده قرار گیرد (John, 2007). آلبومین در کبد جانوران سنتز

مختلف غذایی متغیر بوده اند. بنابراین علاوه بر در نظر داشتن رشد و کیفیت گوشت در پرورش فیل ماهیان، شاخص‌های خونی آنها نیز باید مد نظر قرار گیرند چرا که تغییرات آنها هر چند در کوتاه مدت و در حالت مزمن ممکن است چندان خطرناک نباشد اما در طولانی مدت بر سلامت ماهیان تأثیر می‌گذارد.

سپاسگزاری

لازم می‌دانیم مراتب قدردانی و سپاس خود را از آقایان مهندس محمد پوردهقانی، مهندس محمدحسین طلوعی گیلانی، مهندس عرفان وزیری، مهندس نوید ملک‌پور و همکاران محترم مرکز پرورش ماهیان خاویاری مروارید قروق تالش به دلیل همکاری جهت اجرای پروژه و راهنمایی‌های ارزشمندشان ابراز داریم.

و انسداد مجرای صفرا ممکن است سطح آن یکباره در پلاسما افزایش یابد. افزایش آنزیم‌های کبدی ممکن است در اثر تجمع چربی در کبد و ایجاد کبد چرب باشد (Agrahari & Gopal, 2009).

با توجه به موضوعات بحث شده و نتایج به دست آمده، می‌توان عنوان کرد که شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه فیل‌ماهیان کاملاً تحت تأثیر جیره‌های غذایی مختلف قرار گرفته و تغییر کرده است. به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن نهایی، میانگین رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی و شاخص رشد ویژه و شاخص‌های کارایی تغذیه مثل ضریب کارایی پروتئین و بهترین ضریب تبدیل غذایی در تغذیه با جیره فرادانه به‌دست آمد. از نتایج شاخص‌های خونی می‌توان چنین نتیجه گرفت که این شاخص‌ها تحت تأثیر جیره‌های

REFERENCES

- Agrahari, S.; Gopal, K.; (2009). Fluctuations of certain biochemical constituents and markers enzymes as a consequence of monocrotophos toxicity in the edible freshwater fish, *Channa punctatus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*; 94(1): 5-9.
- Allain, C.C.; Poon, L.S.; Chan, S.G.C.; Richmond, W.; Fu, P.C.; (1974). Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinical Chemistry*; 20(4): 470-475.
- AOAC.; (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC, Vol.1, 15th edn.* Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Barham, D.; Trinder, P.; (1972). An improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*; 97(151):142-145.
- Bhattacharya, H.; Xiao, Q.; Lun, L.; (2008). Toxicity studies of nonylphenol on rosy barb (*Puntius conchonioides*): A Biochemical and Histopathological Evaluation. *Tissue and Cell*; 40(4): 243-249.
- Chebanov, M.; Billard, R.; (2001). The culture of sturgeon in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*; 14: 375-381.
- Doumas, B.T.; Watson, W.; Biggs, H. G.; (1971). Albumin standards and measurement of serum albumin with bromocresol green. *Clinica Chimica Acta*; 258(1): 21-30.
- Doumas, B.T.; Bayse, D.D.; Carter, R.J.; Peters, T.J.R.; Schaffer, R.A.; (1981). A candidate reference method for determination of total protein in serum. I. Development and validation. *Clinical Chemistry*; 27(10):1642-1650.
- Ebrahimi, A.; (2011). *Clinical explanation of laboratory tests.* Teymourzadeh Press. P: 628.
- Ebrahimi, E.; Pourreza, J.; Panamariov, S.V.; Kamali, A.; Hosaini, A.; (2004). Effect of Different Levels of Protein and Fat on Growth characters and Chemical Composition of Fingerling Beluga (*Huso huso* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*; 8 (2): 229-242.
- Ebrahimi, E.; Zare, P.; (2011). Effects of dietary lipid level on growth, feed utilization and survival of juvenile of beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758). *Iranian Journal of Natural Resources*;

- 64(2): 93-106.
- Falahatkar, B.; Soltani, M.; Abtahi, B.; Kalbassi, M.R.; Pourkazemi, M.; Yasemi, M.; (2007). Effects of vitamin C on some growth parameters, survival and hepatosomatic index in juvenile cultured beluga, *Huso huso*. Journal of Pajouhesh and Sazandegi; 72: 98-103.
- Fossati, P.; Prencipe, L.; (1982). Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. Clinical Chemistry; 28(10): 2077-2080.
- Goddard, S.; (1996). Feed management in intensive aquaculture, 1st ed. Springer Press. p: 194.
- Hosseini-fard, S.M.; Ghobadi Sh.; Khodabakhsh, E.; Razeghi Mansour, M.; (2013). The effect of different levels of soybean meals and avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Veterinary Journal; 9(3): 43-54.
- Hung, S.S.O.; Lutes, P.B.; (1987). Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20 °C. Aquaculture; 65: 307-317.
- Hung, S.S.O.; Lutes, P.B.; Storebakken, T.; (1989). Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearling at different feeding rates. Aquaculture; 80: 147-153.
- Hung, S.S.O.; Lutes, P.B.; Shqueir, A.A.; Conte, F.S.; (1993). Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture; 115: 297-303.
- Hung, S.S.O.; Deng, D.F.; (2002). Sturgeon, *Acipenser* spp. In: Nutrient requirements and feeding of Finfish for aquaculture. Webster, CD. (editor). CAB International, CABI publishing. pp. 344-357.
- John, P.J.; (2007). Alteration of certain blood parameters of freshwater teleost *Mystus vittatus* after chronic exposure to Metasystox and Sevin. Fish Physiology Biochemistry; 33: 15-20.
- Kaushik, S. J.; Brequf, J.; Blanc, D.; (1999). Requirements for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*). In: Williot, P. (editor). *Acipenser*. Actes du ler collque international sur le sturgeon. CEMAGEF- DICOVA. Anthony, France. pp. 25-39.
- Kazemi, R.; Pourdehghani, M.; Yousefi Jourdehi, A.; Yarmohammadi, M.; Nasri Tajan, M.; (2010). Cardiovascular system physiology of aquatic animals, 1st ed. Bazargan Press. p: 194.
- Kim, L.O.; Lee, S.M.; (2005). Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. Aquaculture; 243: 323-329.
- Kocaman, E.M.; Yanik, T.; Erdogan, O.; Ciltas, A.K.; (2005). Alternation in cholesterol, glucose and triglyceride levels in reproduction of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal and veterinary Advances; 4(9): 801-804.
- Lee, S. M.; Kim, K. D.; (2001). Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*). Aquaculture Research; 32: 39-45.
- Lovell, R.T.; (1998). Nutrition and Feeding of Fish, 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, London. p:267.
- Medale, F.; Corraze, G.; Kaushik, S.J.; (1995). Nutrition of farmed Siberian sturgeon. A review of our current knowledge. Proceedings International Sturgeon Symposium, pp. 289-298.
- Mohammadi, M.; Abedian Kenari, A.M.; Shariatmadari, F.; Mohseni, M.; (2002). Effect of dietary protein levels on the growth performances and body composition of juvenile beluga (*Huso huso*). Journal of Marine Sciences and Technology; 1(4): 99-109.
- 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 Applied Ichthyology; 22: 278-282.
- Mohseni, M.; Pourkazemi, M.; Bahmani, M.; Pourali, H.R.; Sajadi, M.; (2007). Effects of different levels of dietary protein/energy ratio on growth and

- body composition of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Iranian Scientific Fisheries Journal; 16(1): 129-140.
- Nafisi Bahabadi, M.; (2007). Effects of feed energy on growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in brackish water. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources; 14(3): 21-30.
- Ozorio, R.O.A.; Valente, L.M.P.; Correia, S.; Pousao-Ferreira, P.; Damasceno-Oliveira, A.; Escorcio, C.; Oliva-Teles, A.; (2009). Protein requirement for maintenance and maximum growth of two-banded Sea bream (*Diplodus vulgaris*) juveniles. Aquaculture Nutrition; 15: 85-93.
- Petrović, S.; Ozretić, B.; Krajnović-Oaretić, M.; (1996). Cytosolic aspartate aminotransferase from grey mullet (*Mugil auratus* Risso) red muscle: Isolation and Properties. International Journal Biochemistry Cell Biology; 28(8): 873-881.
- Pourali, H.; Mohseni, M.; Aghtouman, V.; Tavakoli, M.; (2003). Rearing juvenile *Huso huso* with different percentage of concentrated feed. Iranian Journal of Fisheries Sciences Special for First national symposium on sturgeons; 1: 37-48.
- Rehulka, J.; Minarik, B.; (2001). Effect of some physical and chemical characteristics of water on the blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed an astaxanthin-containing diet. Czech Journal of Animal Science; 46: 413-420.
- Rehulka, J.; Minarik, B.; Vaclav, A.; Rehulkova, E.; (2005). Investigation of physiological and pathological level of total plasma protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Research; 36: 22-35.
- Salek Yousefi, M.; (2000). Feeding of farmed fish, cold water fish, warm water fish and shrimp. Aslani Press. p: 318.
- Shahsavani, D.; Mohri, M.; Gholipour Kanani, H.; (2010). Determination of normal values of some blood serum enzymes in *Acipenser stellatus*. Fish Physiology and Biochemistry; 36: 39-43.
- Shakoori, A.R.; Iqbal, M.J.; Mughal, A.L.; (1996). Effect of sublethal doses of fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blood, liver and muscles of a freshwater fish (*Ctenopharyngodon idella*). Bulletin Environmental Contamination and Toxicology; 57: 487-494.
- Silverstein, J.T.; Plisetskaya, E.M.; (2000). The effects of NPY and insulin on food intake regulation in fish. American Zoologist; 40: 296-308.
- Srivastava, A.S.; Oohara, I.; Suzuki, T.; Shenouda, S.; Singh, S.N.; Chauhan, D.P.; Carrier, E.; (2004). Purification and properties of cytosolic alanine aminotransferase from the liver of two freshwater fish (*Clarias batrachus*) and (*Labeo rohita*). Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology; 137: 197-207.
- Soudagar, M.; Azari Takami, G.; Panomarev, C.A.; Mahmoudzadeh, H.; Abedian, A.; Hosseini, S.A.; (2005). The effects of different dietary levels of betaine and methionine as attractant on the growth factors and survival rate of juvenile beluga (*Huso huso*). Iranian Scientific Fisheries Journal; 14(2): 41-49.
- Webster, C.D.; Lim, C.; (2002). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture, 1st ed. CABI Publishing. New York, USA. p:418.
- Wedemeyer, G.A.; Barton, B.A.; Mcleay, D.J.; (1990). Stress and acclimation. In: Methods for Fish Biology. Schreck CB., and Moyle, PB. (editors). Bethesda, Maryland. USA. pp. 451-490.
- Xiang-Fei, L.; Wen-Bin, L.; Yang-Yang, J.; Hao, Z.; Xian-ping, G.; (2010). Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. Aquaculture; 303(1-4): 65-70.