

## Influence of Caspian gammarus on growth parameters, survival and serum biochemical factors in jewel fish (*Hemichromis bimaculatus*)

Batoul Adhami<sup>1\*</sup>, Sakineh Yeganeh<sup>2</sup>,  
Seyede Sara Jafari Kenari<sup>3</sup>

1. M.Sc. Student in Animal Sciences and Fisheries,  
Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and  
Natural Resources University (SANRU), Km 9 Darya  
Boulevard, Sari, Iran

2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty  
of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural  
Sciences and Natural Resources University (SANRU),  
Km 9 Darya Boulevard, Sari, Iran

3. Master of sci. in Animal Sciences and Fisheries,  
Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and  
Natural Resources University (SANRU), Km 9 Darya  
Boulevard, Sari, Iran

(Received: Nov. 19, 2015 - Accepted: Feb. 18, 2017)

### Abstract

This investigation was conducted to replace artificial food with Gammarus and study this effect on survival and growth parameters of jewel in case of completely randomized design with 3 treatments and 3 replicates in each treatments. 270 jewel fishes with initial mean weight of  $1.22 \pm 0.72$  were reared in 9 aquariums (30 fishes in each aquarium) with volume of 100 liter water. Experimental diets were including: 1) Gammarus 2) commercial pellet and Gammarus alternatively 3) commercial pellet (control diet). Fish were fed with the experimental diets to apparent satiation 4 times daily. At the end of experiment, growth parameters were estimated by the initial and final weight and hematology parameters were measured. Results showed significant differences for increased body weight and specific growth rate ( $P < 0.05$ ), but there were no significant differences for feed conversion ratio, conditional factor and survival rate between treatments ( $P > 0.05$ ). Increased body weight and specific growth rate was higher in control diet among treatments. Gammarus made significant differences on blood and biochemical factors such as hematocrit, hemoglobin, MCH, MCV, MCHC and triglyceride ( $P < 0.05$ ) but, red blood cells, white blood cells and total protein have not shown significant differences ( $P > 0.05$ ). Control diet had the higher value of hematocrit, hemoglobin, and triglyceride and lowest value of hematocrit and triglyceride was observed in Gammarus while hemoglobin was lowest in treatment 2. Diet containing commercial pellet and Gammarus alternatively had similar growth rate and some blood parameters than that of commercial pellet, so it could be useful for rearing ornamental fish and can considered as replacement by the part of commercial food, despite the fact that Gammarus could not cause to increase growth parameters as only feed.

**Keywords:** artificial food, blood parameters, Gammarus, growth parameters, jewel fishes.

## اثر گاماروس دریای خزر بر پارامترهای رشد، بازماندگی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرمی در بچه‌ماهی آکواریومی جوئل (*Hemichromis bimaculatus*)

بتول ادھمی<sup>۱\*</sup>، سکینه یگانه<sup>۲</sup>، سیده سارا جعفری کناری<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری کیلومتر ۹ جاده دریا، مازندران، ایران

۲. دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری کیلومتر ۹ جاده دریا، مازندران، ایران

۳. کارشناس ارشد بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری کیلومتر ۹ جاده دریا، مازندران، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰)

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی جایگزینی گاماروس با غذای مصنوعی و اثر آن بر رشد، بازماندگی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرمی بچه‌ماهی آکواریومی جوئل (*Hemichromis bimaculatus*) انجام شد. در این بررسی ۲۷۰ قطعه بچه‌ماهی جوئل با میانگین وزنی  $1.22 \pm 0.72$  در ۹ آکواریوم به حجم ۱۰۰ لیتر (۳ تیمار و ۳ تکرار) و در هر آکواریوم ۳۰ قطعه ماهی با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار اول گاماروس، تیمار دوم غذای بیومار و گاماروس به صورت تناوبی و تیمار سوم تیمار شاهد که به آنها غذای بیومار داده شد، بود. غذاهای روزانه ۴ وعده و تا حد سیری ماهی طی ۱۰ هفته دوره پرورش صورت گرفت. در انتهای آزمایش فراسنجه‌های رشد، خونی و سرمی تعیین گردید. نتایج این تحقیق نشان داد تیمارهای مختلف از نظر درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0.05$ ) در حالیکه ضریب تبدیل غذایی، فاکتور وضعیت و درصد بازماندگی اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). بیشترین میزان درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۱ مشاهده شد. مطالعه فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان هماتوکریت، هموگلوبین، MCV، MCH، MCHC و تری‌گلیسیرید بین تیمارها و شاهد وجود داشت ( $P < 0.05$ ) ولی تعداد گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پروتئین تام اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). بیشترین مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت و تری‌گلیسیرید در تیمار شاهد مشاهده گردید و کمترین مقادیر هماتوکریت و تری‌گلیسیرید در تیمار ۱ و هموگلوبین در تیمار ۲ بود. اگرچه تیمار گاماروس، نتوانست رشد را به اندازه غذای بیومار بالا ببرد، اما از آنجایی که تیمار ۲ از لحاظ پارامترهای رشد و خون‌شناسی به تیمار شاهد نزدیک بود می‌توان گاماروس را در تغذیه بچه‌ماهی جوئل به‌ویژه به‌صورت تناوبی استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** گاماروس، غذای مصنوعی، شاخص‌های رشد، خون‌شناسی، ماهی جوئل.

## مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون صنعت آبزی‌پروری، یافتن جایگزین مناسب غذایی که مصرف غذای دستی را کاهش دهد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این امر می‌تواند وابستگی به غذای مصنوعی را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش قیمت غذا شود. گاماروس که در اصطلاح محلی به آن رش نیز گفته می‌شود متعلق به شاخه بندپایان، رده سخت‌پوستان عالی، راسته ناجورپایان و متعلق به خانواده گاماریدها می‌باشد (Jaber, 1997). گاماروس در سواحل جنوبی دریای خزر و بیشتر رودخانه‌های منتهی به آن، به فراوانی یافت می‌شود (Zahmatkesh, 1993). با توجه به سهولت جمع‌آوری و ارزش غذایی بالای گاماروس قابلیت استفاده در صنعت آبزی‌پروری را دارد. گاماروس نقش مهمی در زنجیره غذایی برخی ماهیان دارد و بسیاری از ماهیان اقتصادی دریای خزر نظیر فیل ماهی از گاماریدها استفاده می‌کنند (Dalpadado & Bogstad, 2004). گاماروس با داشتن حدود ۴۰ درصد پروتئین و ۱۷ میلی‌گرم کاروتنوئید در هر گرم وزن خشک علاوه بر تامین پروتئین ماهی، به کیفیت گوشت و رنگ‌پذیری ماهی کمک می‌کند (Alaviyegane et al., 2008). امروزه با توجه به افزایش علاقه‌مندی به ماهیان زینتی و همچنین توسعه آبزی‌پروری در زمینه ماهیان زینتی نیاز به غذای مصنوعی افزایش یافته که می‌توان با استفاده از غذاهای طبیعی مانند گاماروس این نیاز را تا حدودی کاهش داد.

یکی از ماهیان زینتی، گونه جوئل (*Hemichromis bimaculatus*) از خانواده سیچلایدها (*Cichlids*) می‌باشد که گونه‌ای قلمروطلب و از نظر تغذیه‌ای گونه‌ای همه‌چیزخوار است که می‌تواند غذاهای طبیعی و مصنوعی مختلفی را مورد استفاده قرار دهد (Noble & Curtis, 1939). زیستگاه اصلی این ماهی در دریاچه‌های آفریقا است، ولی با توجه به فراوان بودن این ماهی در

ایران و بازار پسندی مناسب آن، انتخاب غذای مناسب از لحاظ قیمت و همچنین فراوانی آن امری مهم است. گاماروس می‌تواند به صورت غذای زنده یا خشک‌شده در جیره آبزیان مورد استفاده قرار بگیرد که به عنوان جایگزین با غذای تجاری می‌تواند حائز اهمیت باشد.

اثر جایگزینی پودر گاماروس با بخشی از پودر ماهی بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان و همچنین اثر مقایسه‌ای آن با برخی غذاهای زنده در تحقیقاتی مورد آزمایش قرار گرفته است (Azimi et al., 2011; Mohammadnejad et al., 2011). استفاده از گاماروس به‌عنوان غذا در ماهی آکواریومی جوئل تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. از این رو، هدف این تحقیق، بررسی اثر گاماروس بر رشد، بازماندگی و برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرمی ماهی جوئل می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### شرایط پرورش

این تحقیق در مهرماه سال ۱۳۹۲، به مدت ۱۰ هفته در ۹ آکواریوم با حجم ۱۰۰ لیتر انجام گرفت. از پمپ هوا برای تامین اکسیژن محلول و از بخاری ۲۰۰ وات ترموستات‌دار برای تنظیم و نگهداری دمای مطلوب ۲۸-۲۹ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. تعداد ۲۷۰ قطعه ماهی با وزن متوسط  $1/22 \pm 0/72$  گرم (Mean±S.D) به طور کاملاً تصادفی در ۹ آکواریوم (۳۰ قطعه ماهی در هر آکواریوم) توزیع گردیدند. به منظور سازگاری با محیط، پس از انتقال ماهیان، غذاهای به مدت ۲ هفته با غذای کنسانتره که از شرکت ماهیران خریداری شد انجام گرفت. پس از آن ماهیان به مدت ۱۰ هفته و ۴ وعده در روز در ساعات ۸، ۱۱، ۱۵، ۱۹ با جیره‌های آزمایشی تا حد سیری ماهی تغذیه شدند. به منظور بررسی اثر گاماروس بر روی فراسنجه‌های رشد ۳ تیمار غذایی شامل: تیمار ۱: گاماروس تیمار ۲: گاماروس و غذای بیومار به صورت

۲) شاخص رشد ویژه (SGR):

$$SGR=100(\ln W_f - \ln W_i)/t$$

$W_f$  و  $W_i$ : میانگین زی توده اولیه و نهایی بر حسب

گرم

۳) ضریب تبدیل غذا (FCR):

$$FCR=F/(W_f - W_i)$$

F: مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی بر حسب گرم

$W_f$  و  $W_i$ : میانگین زی توده اولیه و نهایی بر حسب

گرم

۴) فاکتور وضعیت (CF):

$$CF=W \times 100/L^3$$

W: میانگین وزن به گرم

L: طول ماهی به سانتی متر

۵) درصد بازماندگی (Survival Rate : SR%)

$$100 \times \text{تعداد اولیه ماهیان} / \text{تعداد ماهیان باقیمانده}$$

اندازه گیری فراسنجه های خونی و سرمی

در پایان آزمایش از هر تکرار بطور تصادفی تعداد ۲۰

قطعه بچه ماهی جهت خونگیری انتخاب، با پودر گل

میخک با دوز ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بیهوش شده و

خونگیری با قطع ساقه دم انجام شد. ۲۴ ساعت قبل

از خونگیری تغذیه ماهیان قطع گردید. فراسنجه های

خونی مورد بررسی شامل گلبولهای قرمز (RBC) و

سفید (WBC) بر اساس Hoston (1990)، غلظت

هموگلوبین (Hb) و درصد هماتوکریت (Hct) بر

اساس Drobkin (1945) و میانگین حجم گلبول

قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین در گلبول قرمز

(MCH)، میانگین غلظت هموگلوبین در گلبول قرمز

(MCHC) بر اساس روابط زیر محاسبه شد

(Mohammadnejad et al., 2011).

$$MCV = (Hct \div RBC) \times 10$$

$$MCH = (Hb \div RBC) \times 10$$

$$MCHC = (Hb \div Hct) \times 100$$

تناوبی و تیمار ۳: غذای بیومار به عنوان شاهد در ۳

تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند.

### آنالیز جیره و تغذیه

آنالیز تقریبی پودر گاماروس و غذای تجاری بیومار

شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر براساس

روش AOAC (1995) انجام شد و به صورت جدول

۱ می باشد. رطوبت از طریق قراردادن نمونه در آون با

دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد و توزین آن پس از خنک

شدن در دسیکاتور انجام شد. اندازه گیری پروتئین با

روش کدال و چربی با روش سوکسله و حلال اتر

صورت گرفت. خاکستر نمونه ها از طریق سوزاندن

نمونه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت

۶ ساعت و توزین آن صورت پذیرفت. گاماروس از

شرکت ماهیران خریداری شد و پس از پودر شدن به

ماهی داده شد تا با اندازه دهان ماهی مطابقت داشته

باشد.

کنترل کیفی آب شامل درجه حرارت آب با استفاده

از دماسنج جیوه ای، pH آب توسط pH متر

(Sension 5)، شوری، EC و TDS آب با دستگاه

Water checker و اکسیژن محلول توسط دستگاه

دیجیتال اندازه گیری اکسیژن (Aqualytic al15) به

صورت هفتگی اندازه گیری شد.

### فراسنجه های رشد و بازماندگی

در ابتدا و انتهای دوره، وزن ماهیان با استفاده از ترازو و

طول آنها با استفاده از کولیس اندازه گیری شد و

فراسنجه های رشد از قبیل درصد افزایش وزن، شاخص

رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذا و فاکتور

وضعیت و همچنین درصد بازماندگی به کمک رابطه های

زیر محاسبه گردید (Wahli et al., 2003).

۱) درصد افزایش وزن (BW%):

$$\%BW = 100(BW_f - BW_i) / BW_i$$

$BW_f$  و  $BW_i$ : متوسط وزن اولیه و وزن نهایی

بر حسب گرم

صورت بود: دما  $29^{\circ}\text{C}$ ، pH  $7.17 \pm 0.06$ ، اکسیژن محلول  $7.87 \pm 0.58$  میلی‌گرم در لیتر، هدایت الکتریکی  $315 \pm 3/6$  میکروزیمنس، شوری  $0.6$  ppt و TDS  $621.6 \pm 165.4$  میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. نتایج فراسنجه‌های رشد (جدول ۲) نشان داد که تیمارهای مختلف از نظر درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0.05$ ) درحالی‌که ضریب تبدیل غذایی، فاکتور وضعیت و درصد بازماندگی اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). بیشترین مقادیر درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه مربوط به گروه شاهد بود و کمترین آن در تیمار تغذیه‌شده با گاماروس مشاهده شد. مطالعه فاکتورهای خونی (جدول ۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان هماتوکریت، هموگلوبین، MCV، MCH و MCHC بین تیمارها و شاهد وجود داشت ( $P < 0.05$ ) ولی تعداد گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). بیشترین مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و کمترین MCHC در تیمار شاهد مشاهده گردید و کمترین مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت به ترتیب مربوط به تیمار تناوبی (۲) و گاماروس (۱) بود. همچنین جیره‌های آزمایشی در میزان تری‌گلیسیرید اثر معنی‌داری داشتند و در تیمار شاهد (کنسانتره) بیشترین و در تیمار گاماروس کمترین مقدار به‌دست آمد ( $P < 0.05$ )، درحالی‌که میزان پروتئین تام بین تیمارها تفاوت معنی‌دار نداشت ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴).

پس از سانتریفیوژ خون در  $4600$  دور در دقیقه به مدت  $10$  دقیقه سرم خون استحصال شد و سنجش پروتئین تام و تری‌گلیسیرید با استفاده از کیت تجاری (شرکت پارس آزمون، تهران، ایران) به روش Olesen & Jorgensen (1986) در طول موج  $546$  نانومتر انجام گرفت.

### تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از One Sample Kolmogorov-Smirnov Test، تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال  $5\%$  درصد بین تیمارهای مختلف صورت گرفت و از نرم‌افزار Excel 2010 برای رسم نمودارها استفاده گردید.

### جدول ۱. آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی

نوع جیره	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	رطوبت (درصد)
کنسانتره (بیومار)	۶۰	۲۴	۹/۶۳	۵/۵۵
گاماروس	۳۵/۸۷	۱۶/۱۷	۳۰/۴۱	۳/۵

### نتایج

نتایج کنترل کیفی آب در طول دوره آزمایش به این

### جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد رشد و مصرف غذایی ماهی جوئل تغذیه‌شده با سطوح گاماروس طی دوره پرورش ۷۰ روزه

گروه	پارامتر	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن بدن (درصد)	نرخ رشد ویژه (روز/درصد)	ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم)	فاکتور وضعیت (درصد)	بازماندگی (درصد)
گاماروس		$1.26 \pm 0.07^a$	$2.41 \pm 0.12^a$	$90.8 \pm 1.11^a$	$0.92 \pm 0.08^a$	$3.06 \pm 0.3^a$	$39.94 \pm 7.05^a$	$88.86 \pm 13.8^a$
تناوبی		$1.24 \pm 0.05^a$	$4.42 \pm 0.17^b$	$257.04 \pm 5.2^b$	$1.81 \pm 0.03^b$	$2.6 \pm 0.4^a$	$35.87 \pm 7.63^a$	$85.50 \pm 1.9^a$
غذای مصنوعی (شاهد)		$1.16 \pm 0.07^a$	$5.5 \pm 0.17^c$	$372.13 \pm 16.5^c$	$2.21 \pm 0.05^c$	$2.77 \pm 0.4^a$	$39.74 \pm 3.82^a$	$97.7 \pm 3.8^a$

حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنادار بین تیمارها را نشان می‌دهد.

**جدول ۳.** مقایسه میانگین پارامترهای خونی ماهی جوئل تغذیه شده با سطوح گاماروس طی دوره پرورش ۷۰ روزه

پارامتر گروه	هماتوکریت (درصد)	هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)	گلبول قرمز (n× 10 <sup>6</sup> /μL)	گلبول سفید (n× 10 <sup>6</sup> /μL)	MCV (فمتولیترا)	MCH (پیکوگرم)	MCHC (درصد)
گاماروس	۲۷/۳±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۵/۷۰±۸۹/۳۶ <sup>b</sup>	۲۰۶۰۰۰±۱۴۷۳۰۹/۱ <sup>a</sup>	۳۹۰۶/۶±۶۶۶/۴ <sup>a</sup>	۱۳۲/۹۶±۹/۲۴ <sup>a</sup>	۲۷/۹۹±۶/۴۷ <sup>ab</sup>	۲۰/۸۹±۳/۳۶ <sup>b</sup>
تناوبی	۳۵/۵۶±۲/۵۳ <sup>b</sup>	۳/۹۳±۰/۶۳ <sup>a</sup>	۲۵۴۶۶۶۶/۶±۱۵۰۱۱۱ <sup>a</sup>	۳۵۲۰±۱۰۰۸/۱ <sup>a</sup>	۱۴۰/۱۲±۱۴/۷۱ <sup>a</sup>	۱۵/۴۱±۱/۸۵ <sup>a</sup>	۱۱/۱۷±۲/۵۳ <sup>a</sup>
شاهد	۳۸/۲±۳/۸۹ <sup>b</sup>	۸/۶۸±۰/۶۸ <sup>c</sup>	۲۱۱۰۰۰±۴۷۰۸۵۰/۳ <sup>a</sup>	۵۵۰۰±۱۹۰۵/۲ <sup>a</sup>	۱۸۴/۱۲±۲۰/۸۵ <sup>b</sup>	۴۲/۸۲±۱۱/۳۷ <sup>b</sup>	۲۲/۹۸±۳/۸۴ <sup>b</sup>

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است.

**جدول ۴.** مقایسه میانگین تری گلیسیرید و پروتئین تام سرم ماهی جوئل تغذیه شده با سطوح گاماروس طی دوره پرورش ۷۰ روزه

گروه	پارامترها	تری گلیسیرید (میلی گرم بر دسی لیتر)	پروتئین تام (میلی گرم بر دسی لیتر)
گاماروس		۱۴۵/۰۹±۹/۸۰ <sup>a</sup>	۴/۱۰±۰/۱۸ <sup>a</sup>
تناوبی		۴۴۵/۷۵±۷۲/۷۳ <sup>b</sup>	۴/۸۹±۱/۲۷ <sup>a</sup>
غذای مصنوعی (شاهد)		۵۶۷/۳۲±۱۹۲/۰۹ <sup>c</sup>	۴/۸۷±۰/۴۹ <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است.

## بحث و نتیجه گیری

گاماروس به دلیل پروتئین نسبتاً بالا (حدود ۳۵ درصد) و غنی بودن از لحاظ اسیدهای چرب غیراشباع (Correia et al., 2003) می‌تواند در غذای آبزیان استفاده شود همچون، گاماروس به واسطه نوع رژیم غذایی که از جلبک‌ها و بی‌مهرگان ریز استفاده می‌کند، حاوی مقادیر بالایی از کاروتنوئید هستند (Mac-Neil et al., 1997) که در رنگ‌پذیری ماهی نقش بسزایی دارد، اما ساختار کیتینی گاماروس موجب بالا بودن خاکستر در ترکیب آن شده که از معایب آن محسوب می‌شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ماهیانی که در طول دوره تنها از غذای گاماروس استفاده کردند افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه به طور معناداری از دو گروه دیگر کمتر بود ( $P < 0.05$ ). این نتیجه با تحقیق انجام شده توسط Mohammadnejad et al. (2011) مبنی بر کاهش رشد در تیمار تغذیه شده با گاماروس در ماهی آکواریومی سورم (Heros severus) مطابقت داشت که می‌تواند به دلیل وجود پروتئین بیشتر در غذای شاهد (غذای کنسانتره) (دارای ۶۰ درصد پروتئین) باشد. در تحقیق Azimi

et al. (2011)، سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد جایگزینی پودر گاماروس با پودر ماهی، اثرات منفی بر رشد ماهی نشان نداد. به نظر می‌رسد دلیل این مغایرت متفاوت بودن سطوح استفاده از گاماروس باشد، به طوری که استفاده بیش از حد از گاماروس، به دلیل وجود مقادیر بالای مواد کیتینی، منجر به کاهش قابلیت هضم و جذب ماکرونوترینت‌ها می‌شود (Krogdahl et al., 2005). در مطالعه Azimi et al. (2011)، کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار تناوبی گاماروس و کنسانتره مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده مفید بودن گاماروس در افزایش بهره‌وری از غذا در این سطح باشد، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد که این نتیجه با تحقیقات (Azimi et al., 2011) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، در آزاد ماهی (*Salmo salar* L.) و هالیبوت اقیانوس اطلس (*Hippoglossus hippoglossus* L.) (Suontoma et al., 2007) و در بچه فیل ماهی دریای خزر (*Huso huso*) (Mohammadi et al., 2008) همسو بود. گاماروس به دلیل داشتن کاروتنوئید و اسیدهای چرب غیراشباع موجب افزایش

کنسانتره در تیمارهای آزمایشی مقدار تقریباً یکسانی از پروتئین تام مشاهده شد. همچنین میزان تری‌گلیسیرید به طور معنی‌داری در جیره شاهد بیشتر بود که می‌تواند به دلیل چربی بیشتر جیره شاهد باشد.

از آنجایی که تیمار ۲ (گاماروس و بیومار به صورت تناوبی) از لحاظ فراسنجه‌های رشد و خون‌شناسی به تیمار شاهد نزدیک بود می‌توان نتیجه گرفت که گاماروس می‌تواند به عنوان مکمل استفاده شود ولی جایگزینی کامل و استفاده از آن به‌تنهایی توصیه نمی‌شود که برای روشن‌شدن بیشتر این موضوع، نیاز به استفاده از گاماروس در سطوح مختلف و بررسی اثر تکمیلی آن در جیره ماهیان می‌باشد.

### سپاسگزاری

از دکتر خلیلی مسؤول آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که اجازه انجام آزمایشات بیوشیمیایی را فرمودند و کمک‌های فراوانی جهت پیشبرد این تحقیق نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

ایمنی و بقا می‌شود (Kiron *et al.*, 1995). در تحقیق حاضر، بازماندگی، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نداشت که می‌تواند نشان‌دهنده منفی‌نبودن اثر گاماروس بر بازماندگی ماهی جوئل باشد. این نتیجه مشابه با یافته‌های به‌دست آمده در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Azimi *et al.*, 2011)، لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Alaviyeganeh *et al.*, 2008)، بچه فیل‌ماهی (Mohammadi *et al.*, 2008)، آزادماهی اقیانوس اطلس (Suontoma *et al.*, 2007) و همچنین تحقیق انجام‌شده توسط Moren *et al.* (2006) در ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) می‌باشد. نتایج بررسی فاکتورهای خونی نشان داد که گاماروس اثر منفی بر روی گلبول سفید و قرمز نداشت استفاده متناوب از گاماروس و غذای کنسانتره اثر معنی‌داری بر میزان هموگلوبین نداشت اما استفاده از گاماروس به‌تنهایی موجب کاهش آن شد. در مورد هماتوکریت، MCV و MCH استفاده از گاماروس موجب کاهش شد. جیره‌های غذایی اثر معنی‌داری بر پروتئین تام نداشتند که علیرغم بیشتر بودن میزان پروتئین جیره در غذای

### REFERENCES

1. Alaviyegane, MS.; Abedian, AM.; Rezaii, M.; (2008). Effect of gammarus powder as a supplementary diet on growth and survival of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*). Pajouhesh and Sazandegi; 77: 113-123.
2. AOAC.; (1995). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
3. Azimi, A.; Hosseini, SA.; Sudagar, M.; Aslanparviz, H.; (2011). Effect of replacement of Caspian Sea gammarus meal by partial tilapia fish meal on growth performance, feed conversion ratio and survival of juveniles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Scientific Fisheries Journal; 20(3): 63-74.
4. Correia, AD.; Costa, MH.; Luis, OJ.; Livingstone, DR.; (2003). Age-related changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body (*Gammarus locusta*) (Crustacea: Amphipoda). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology; 289: 83-101.
5. Dalpadado, P.; Bogstad, B.; (2004). Diet of juvenile cod (age 0-2) in the Barents sea in Society, Louisiana State University. Baton Rouge; 292-352.
6. Drobkin, Dr.; (1945). Crystallographic and optical properties of human hemoglobin: proposal for standardization of hemoglobin. Am. J. Med. Sci.; 209: 268-270.
7. Hoston, Ah.; (1990). Blood and circulation. In: Shreck CB, Moyle PB.

- Methods in fish biology. Bethesda, Meryland: American Fisheries Society; 273-335.
8. Jaber, L.; (1997). Primary study of Caspian amphipods biology: master of science in sea biology; 123.
  9. Kiron, V.; Fukuda, H.; Takeuchi, T.; Watanabe, T.; (1995). Essential fatty acid nutrition and defence mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology*; 111(3):361-367.
  10. Krogdahl, A.; Hemre, Gi.; Mommsen, Tp.; (2005). Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages. *Aquaculture Nutrition*; 11: 103-122.
  11. Mac-Neil, C.; Dick, Jta.; Elwood, R.; (1997). The trophic ecology of freshwater Gammarus spp. (Crustacea: Amphipoda): Problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. *Biol*; 72: 349-364.
  12. Mohammadi, F.; Khara, H.; Yazdani, M.; Hoseini, Sm.; Yeganeh, H.; (2008). Influence of different levels of Caspian gammarus powder on growth performance of juvenile beluga (*Huso huso*). *First National Congress of Caspian Fisheries Resources*; Gorgan, Iran.
  13. Mohammadnejad, Sh.M.; Heydari, S.; Musavisabet, H.; (2011). Comparison of dietary biomar, veal midst, tubifex worm, blood worm, gammarus and artemia on growth parameters and survival in severom (*Heros Severus*). *Animal Biology*; 3(3): 41-49.
  14. Mohammadnejad, Sh.M.; Soltani, M.; Sharifpour, I.; Imanpour, M.; (2012). Study the effect of diazinon on blood factor of male Caspian kutum (*Rutilus kutum*). *Veterinarian Journal of Islamic Azad University*; 5(3): 23-31.
  15. Moren, M.; Suontama, J.; Hemre, Gi.; Karlsen, Ø.; Olsen, Re.; Mundheim, H. *et al.*; (2006). Element concentrations in meals from krill and amphipods, possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. *Aquaculture*; 261: 174-181.
  16. Noble, Gk.; Curtis, B.; (1939). The social behavior of the jewel fish, (*Hemichromis bimaculatus*) Gill. *Bulletin of the AMNH*; 76: 1-10.
  17. Olesen, Nj.; Jorgensen, Pev.; (1986). Quantification of serum immunoglobulin in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) under various environmental conditions. *Diseases of Aquatic organisms*; 1:183-189.
  18. Suontama, J.; Karlsen, Ø.; Moren, M.; Hemre, G.I.; Melle, W.; Langmyhr, E. *et al.*; (2007). Growth, feed conversion and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed diets supplemented with krill or amphipods. *Aquaculture Nutrition*; 13: 241-255.
  19. Wahli, T.; Verlhac, V.; Girling, P.; Gabaudan, J., Aebischer, C.; (2003). Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*; 225: 371-386.
  20. Zahmatkesh, A.; (1993), Study of gammarus family of Caspian sea. *Fisheries Investigation Institute of Gilan*; 10.