[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

اثر جایگزینی پودرگاماروس با بخشی از پودر ماهی کیلکای دریای خزر بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عظیم عظیمی*؛ سید عباس حسینی؛ محمد سوداگر و حسن اصلان پرویز

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۰

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین اثر سطوح مختلف (۰، ۵، ۱۰، ۲۰ درصد) پودر گاماروس جایگزین پودر ماهی بعنوان منبع پروتئین در جیره غذایی بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و درصد بقاء بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان بمدت ۸ هفته انجام شد. بچه ماهیان پس از سازگاری با غذای تجاری با متوسط (± انحراف استاندارد) وزنی ۰/۳۲±۵/۴۸ گرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در شرایط یکسان، پرورش داده شدند. نتایج بدست آمده از نظر میزان عملکرد رشد با توجه به طول و وزن نهایی بچه ماهی و نرخ رشد ویژه، تفاوت آماری معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد. با افزایش پودر گاماروس به جیره غذایی، ضریب تبدیل غذایی افزایش و بقاء کاهش یافت ولی تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای مشاهده نشد. برآورد اقتصادی جیره غذایی نشان داد که با افزایش پودر گاماروس، هزینه تمام شده خوراک به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی افزایش معنی‌داری داشت. نتایج بدست آمده و برآورد اقتصادی جیره غذایی در این تحقیق مشخص نمود که افزودن ۱۰ درصد پودر گاماروس به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان، با توجه به ارزش غذایی گاماروس، فراوانی آن در سواحل جنوبی دریای خزر و عدم اختلاف آماری در عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء بین تیمارهای مختلف، مناسب می‌باشد.

لغات کلیدی: تغذیه، پودر ماهی کیلکا، گاماروس، رشد، ضریب تبدیل غذایی، بقا، قزل‌آلای رنگین‌کمان

*نویسنده مسئول

مقدمه

پودر ماهی، مهمترین منبع پروتئین حیوانی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان را تشکیل می‌دهد که از گونه‌های ماهیان پلاژیک مثل ساردین، آنچوی و ماکرل‌ها بدست می‌آید. ذخایر ماهیان پلاژیک مورد استفاده برای پودر ماهی بعلت وجود پدیده ال-نینو، صید بی‌رویه، پیشرفت آبزی‌پروری و تقاضای روز افزون جهانی در دهه‌های گذشته با کمبود ذخایر و نوسان افزایشی قیمت مواجه شده است (فائو، ۲۰۰۳). لذا در مراکز تحقیقاتی و مزارع پرورش ماهی، منابع پروتئینی گیاهی (کنجاله و آرد سویا، کنجاله آفتابگردان و...) و حیوانی (پودر گوشت، پر، استخوان، ضایعات کشتار گاهی و...) جهت جایگزین کردن با پودر ماهی مورد مطالعات متعدد قرار گرفت ولی بدلیل برخی کمبودها در مواد مغذی مانند برخی از اسیدهای آمینه ضروری و مواد معدنی و همچنین وجود مواد غیرقابل هضم و کربوهیدرات پیچیده، استفاده از آنها در آبزی‌پروری محدود شده است (NRC, 1993) و تنها می‌توانند جایگزین بخشی از پودر ماهی جیره شوند (Yoshitomi *et al*., 2006). از مهمترین جنبه‌هایی که باید در این مراکز جهت سازگاری و انتخاب خوراک‌ها و ارائه روش‌های تغذیه‌ای مد نظر قرار گیرد استفاده از الگوی طبیعی رفتار تغذیه‌ای در آبزیان است که بازتابی از سازگاری‌های فیزیولوژیکی وکالبد شناختی آنها به جیره غذایی و محیط زیست آنهاست (افشار مازندران، ۱۳۸۱).

ناجورپایان از رده سخت‌پوستان، پراکندگی گسترده‌ای در دنیا دارند بطوریکه تاکنون ۴۳۰۰ گونه از آنها در نواحی مختلف جهان شناسایی شده‌اند. آنها در گستره وسیعی از نواحی ساحلی و بخش‌های عمیق دریاها و اقیانوسها و حتی آبهای شیرین نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها زندگی می‌کنند (بیرشتین، ۱۹۶۸). در ایران نیز در سواحل جنوبی دریای خزر و در بیشتر رودخانه‌هایی که دارای آب زلال و شفاف‌اند بوفور یافت می شوند (زحمتکش، ۱۳۷۲). آنها بطور طبیعی توسط بسیاری از ماهیان با ارزش اقتصادی (مانند قزل‌آلا، تاسماهیان، سوف ماهیان، اردک ماهیان و کپور ماهیان) در مراحل مختلف زندگی بعنوان غذای زنده طبیعی مورد تغذیه قرار می‌گیرند (Dalpadado & Bogstad, 2004). ترکیبات شیمیایی بدن گاماروس‌ها مانند پروتئین و چربی بترتیب بیش از ۴۰ و ۵ درصد از ماده خشک (Couhbert, 1987؛ Mathias *et al*., 1982 ; سیف آبادی و همکاران، ۱۳۸۲؛ علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۲و ۱۳۸۶)، محتوای کاروتنوئید و اسید چرب غیر اشباع (HUFA) غنی می‌باشد (علوی یگانه و همکاران،۱۳۸۲و ۱۳۶۸؛ Correia *et al*., 2003). از فراوانترین ناجورپایان حاشیه دریای خزر جنس پنتوگاماروس است (Stock *et al*, 1998 ; Mirzajani & Kiabi, 2000) که بررسی‌های زیست‌شناسی در رابطه با فراوانی این جنس در سواحل نرم جنوب غربی دریای خزر، بالاتر از ۱۶۰۰۰ عدد در متر مربع را نشان می‌دهد (Mirzajani, 2003).

مطالعاتی برای استفاده از پودر گاماروس (آمفی‌پودا) بعنوان مکمل در جیره غذایی لارو ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۲و ۱۳۸۶)، کپور معمولی (میرزاجانی و همکاران، ۱۳۸۷) یا بعنوان جایگزین با منبع پروتئینی مانند سویا در جیره غذایی فیل ماهی (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷) یا پودر ماهی در جیره غذایی آزاد ماهیان اقیانوس اطلس (Moren *et al*., 2006; Suontama *et al*., 2007) و هالیبوت اقیانوس اطلس (Moren *et al*., 2007; Suontama *et al*., 2007) انجام شد ولی مطالعه‌ای در رابطه با جایگزینی بخشی از پودر ماهی جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان با پودر گاماروس دریای خزر انجام نشده است. لذا این تحقیق در راستای سنجش ارزش غذایی پودرگاماروس دریای خزر و استفاده از آن بعنوان منبع پروتئینی جهت جایگزینی با بخشی از پودر ماهی جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان صورت گرفت تا تاثیر آن بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و درصد بقاء بچه ماهیان بررسی گردد.

مواد و روش کار

این تحقیق در مرداد ماه ۱۳۸۷ در بخشی از مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان واقع در شهرستان علی آباد کتول با طول جغرافیایی ´۳ °۵۵ شرقی و عرض جغرافیایی ´ ۴۹ °۳۶ شمالی به مدت ۸ هفته انجام شد. اقلام جیره‌های غذایی مورد استفاده در این تحقیق با توجه به جدول NRC (۱۹۹۳) تهیه گردید و جیره‌ای با درصدهای مشخص (جدول ۱) مخلوط و پلت‌هایی با قطر ۲ میلی‌متر (سالک یوسفی، ۱۳۷۹) ساخته شد که پس از خشک شدن، بسته‌بندی و شماره‌گذاری در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تا زمان شروع آزمایش نگهداری شدند. بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با متوسط وزنی (± انحراف استاندارد) ۰/۳۲±۵/۴۸ گرم بطور تصادفی بین چهار

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

تیمار تفکیک شدند و برای هر یک از تیمارها ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تعداد ۱۰۰ عدد بچه ماهی در هر مخزن با گنجایش ۱۰۰ لیتر در نظر گرفته شد. میانگین (± انحراف استاندارد) دمای طبیعی آب محیط پرورش ۲/۹۸±۱۷/۳۹ درجه سانتی‌گراد و میزان جریان ورودی آب ۱۰۰ لیتر در ساعت بود. با افزایش وزن بچه ماهیان حجم آب هر مخزن افزایش یافت که در پایان دوره به گنجایش ۲۰۰ لیتر در هر مخزن رسید.

تیمارهای غذایی در این آزمایش به صورت زیر تعیین شدند:

تیمار اول (گروه شاهد): تغذیه با پودر ماهی (عدم استفاده از پودر گاماروس)

تیمار دوم: استفاده از ۵ درصد پودر گاماروس در جیره غذایی

تیمار سوم: استفاده از ۱۰ درصد پودر گاماروس در جیره غذایی

تیمار چهارم: استفاده از ۲۰ درصد پودر گاماروس در جیره غذایی.

جدول ۱: ترکیبات مختلف تیمارهای غذایی و نتایج آنالیز تقریبی تیمارها

نوع ماده	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
پودر ماهی کیلکا	٥٤	٥١/٢٥	٤٨/٥	٤٣/٢
پودر گاماروس دریای خزر	٠	٥	١٠	٢٠
کنجاله سویا	١٨	١٨	١٨	١٨
آرد گندم	١٢/٥	١٠/٢٥	٨	٣/٣
آرد ذرت	٢/٥	٢/٥	٢/٥	٢/٥
مکمل ویتامین**	١/٤	١/٤	١/٤	١/٤
مکمل معدنی***	١/٤	١/٤	١/٤	١/٤
ضد قارچ	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/٢
روغن ماهی کیلکا (درصد ماده خشک)	١٠	١٠	١٠	١٠
رطوبت	١٢/٤	١٢/١	١٠/٥	١١/٤
پروتئین	٤٢/٦	٤٢/٢	٤٢/٢	٤٢
چربی	١٧/٦	١٧/٩	١٨/١	١٨/١
خاکستر	٧/٦	٨/٤	٩/٦	١١/١
فیبر	١/٤	١/٩	٢	٢/٢

** مقدارعناصر موجود در مکمل ویتامینی بکاررفته دراین تحقیق شامل: ویتامین A، IU ۹۰۰۰ , ویتامین D_3، IU ٦٠٠٠ , ویتامین E ، ٦٠٠ میلی‌گرم، ویتامین K_3 ۱۵ میلی‌گرم، تیامین ٤٥ میلی گرم، ریبوفلاوین ۷۵ میلی‌گرم، پیروکسیدین ٤٥ میلی‌گرم ، سیانوکوبالامین ۱۲۰ میلی‌گرم، ویتامین C ۷۸۰ میلی‌گرم ، نیاسین ٤٥٠ میلی‌گرم، پانتوتنیک اسید ۱۳۵ میلی‌گرم، فولیک اسید ٢٤ میلی‌گرم، بیوتین ٢/٤ میلی‌گرم، اینوسیتول ٣٦٠ میلی‌گرم، آنتی اکسیدان ۷۵ میلی‌گرم،

*** مقدار عناصر موجود درمکمل معدنی شامل: منیزیم ۳۹ میلی‌گرم، مس ۹ میلی‌گرم، آهن ٦٠ میلی‌گرم، روی ۹۰ میلی‌گرم، سلنیوم ، ۰/۷۵ میلی‌گرم، ید، ۳ میلی‌گرم، کبالت ۰/۷۵ میلی‌گرم، کولین کلراید۱۸۰۰ IU .

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

تغذیه بچه ماهیان براساس ۵ درصد وزن بدن (سالک یوسفی، ۱۳۷۹؛ موسوی، ۱۳۸۶) و به تعداد ۳ بار در روز در ساعات ۸، ۱۲و ۱۶ انجام گرفت.

جهت تعیین ارزش غذایی پودر گاماروس و پودر ماهی مصرفی و جیره‌های غذایی مورد آزمایش به کمک روش‌های آزمایشگاهی AOAC (۱۹۹۵) مورد تجزیه قرار گرفتند. پروتئین خام از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کجلدال، با استفاده از دستگاه کجلدال نیمه اتوماتیک مدل BAP40 ساخت آلمان، چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله بوسیله دستگاه سوکسله اتوماتیک مدل BOHR ساخت آلمان، رطوبت از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون بوسیله دستگاه آون در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ تا ۵ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت، خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت و فیبرخام به روش Fibertec با استفاده از دستگاه Fibertec System اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری طول و وزن بطور منظم هر دو هفته یکبار انجام شد. تعداد ۳۰ عدد بچه ماهیان بصورت تصادفی از هر تکرار صید و پس از بیهوش شدن با گل میخک (۱۰۰ppm)، طول با خط کشی با دقت ۱ میلی‌متر و وزن بوسیله ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. عوامل محاسباتی مورد استفاده شامل نرخ رشد ویژه (SGR) با استفاده از ($[(\mathrm{LnW_f} - \mathrm{LnW_i})/t]\times 100$ Ronyai *et al.*, 1990)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) با استفاده از فرمول، $F/(BW_f - BW_i)$ (Ronyai *et al*, 1990) و درصد بقاء محاسبه شد که در آنها W_f و W_i بترتیب متوسط وزن نهایی و اولیه ماهیان، t طول دوره پرورش و F مقدار کل غذای مصرفی در کل دوره پرورش است که برای هر یک از تیمارها بطور جداگانه محاسبه گردید. قبل از هر وعده غذایی مخازن سیفون شده و ماهیان مرده در هر روز حذف و ثبت شدند تا میزان بقاء در پایان آزمایش محاسبه شود.

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-wilk برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف بین پارامترها از آزمون چند دامنه دانکن از طریق آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) استفاده گردید. نتایج بصورت میانگین ± انحراف معیار ارائه و زمانی که ($P < ۰/۰۵$) بود تفاوت‌ها معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

نتایج

محتوای پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت پودر ماهی و پودر گاماروس مصرفی در جیره غذایی مورد آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان پروتئین پودر گاماروس نسبت به پودر ماهی حدود ۴۵ درصد کمتر است که دلایل آن را می‌توان وجود خاکستر بالا و مواد کتینی در پودر گاماروس که از پوسته سخت خارجی (exoskeleton) آنها منشا می‌گیرد، دانست. میزان چربی خام پودر ماهی و پودر گاماروس تا حدودی برابر می‌باشد. گاماروس دارای اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب مهمی است که در جداول ۳ و ۴ گزارش شده است.

جدول ۲ نتایج آنالیز تقریبی پودر ماهی کیلکا و پودر گاماروس خشک شده مصرفی دراین آزمایش

نوع ماده	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر(درصد)	رطوبت (درصد)
پودر ماهی کیلکا	٦٤	۷/٦	۱۳/۳	۷/۲
پودر گاماروس دریای خزر	۳۵/٤	۸/٤	۳۱	۸/۳۱

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

جدول ۳: پروفیل اسیدهای آمینه

نوع اسید آمینه	* پودر گاماروس (*Gammarus kischineffensis*) (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین)	*پودر ماهی آنچوی (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین)	**نیازمندی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان به اسید آمینه (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین)
آرژنین	۳/۲	۳/۹	۳/۵
هیستیدین	۱/۳	۱/۷	۱/٦
ایزولوسین	۱/۹	۳/۲	۲/٤
لوسین	۳/٤	۵/۱	٤/٤
والین	۲/۳	۳/٦	۳/۱
لیزین	۳	۵/۲	۵/۳
متیونین	۱/۱	۲/۱	۱/۸
فنیل آلانین	۲/۳	۲/۸	۵/۲
ترئونین	۲/۱	۲/۹	۳/٤
تریپتوفان	نا مشخص	نا مشخص	۰/۵
تیروزین	۱/۹	۲/۳	۱/۷٦

* **Koprucu & Ozdemir, 2005**

** **Ogino (1980)**

جدول ٤ : پروفیل اسیدهای چرب پودر گاماروس دریای خزر (علوی یگانه و همکاران،۱۳۸۲ و ۱۳۸٦)

نوع اسید چرب	مقدار	نوع اسید چرب	مقدار	نوع اسید چرب	مقدار
۱٤:۰	۱/٦۸۹	۱۸:۱(n-۹)	۵/٦۷۵	∑UFA	۲۰/٤۱٤
۱٦:۰	۳/۹۳۷	۱۸:۳(n-۳)	۰/۰۲۷	∑PUFA	۱۰/۷۹۹
۱٦:۱ (n-۷)	۱/۹۱٤	۱۸:۳(n-٦)	۰/٤	∑HUFA	۱۰/۷۵۸
۱۸:۰	۰/۲۷۹	۲۰:۵(n-۳)	۷/۳۷۹		
۱۸:۱(n-٦)	۱/۳٤٦	۲۲:٦(n-۳)	۳/۳۷۳		

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

ترکیبات مختلف مواد غذایی در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و نتایج حاصل از آنالیز تقریبی جیره در جدول ۱ نشان داده شده است. سعی بر آن شد تا جیره غذایی ایزوپروتئین و ایزولیپید تهیه گردد. بطوریکه نتایج حاصل از آنالیز جیره غذای نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد (پروتئین و چربی بترتیب ۴۲ و ۱۸درصد). این در حالی است که با افزایش مقدار پودر گاماروس به جیره، میزان خاکستر و فیبر در تیمارها افزایش نشان داد.

در پایان دوره آزمایش، رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از ۵/۵ گرم به ۳۰ گرم رسید (جدول ۵). بیشترین و کمترین میزان وزن و طول کل نهایی بترتیب در تیمار ۱ (شاهد) و تیمار ۴ بود که اختلاف معنی‌داری در بین آنها و تیمارهای دیگر مشاهده نشد ($P>0/05$). همچنین اختلاف آماری در میزان نرخ رشد ویژه، بین تیمارها مشاهده نشد ($P>0/05$). مقادیر ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$) ولی با افزایش پودر گاماروس به جیره، ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت. بطورکلی بیشترین و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی بترتیب در تیمارهای ۴ و ۱ مشاهده شد.

پس از جمع‌آوری و ثبت تلفات روزانه بچه ماهیان تیمارهای مختلف، بیشترین میزان بقاء در تیمارهای ۱و ۲ (۱±۹۷) و کمترین میزان بقاء در تیمار ۴ (۴±۹۰) بود که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P>0/05$).

اطلاعات مربوط به هزینه تمام شده جیره‌های غذایی در جدول ۶ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین هزینه یک کیلوگرم خوراک بترتیب در تیمارهای ۴ و ۱ مشاهده شد. برآوردی اقتصادی هزینه یک کیلوگرم اضافه وزن در تیمارهای مختلف با کاهش پودر ماهی جیره غذایی، افزایش نشان داد و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۴ با دیگر تیمارها مشاهده شد ($P<0/05$).

جدول ۵: نتایج ارزیابی رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف

شاخص	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
وزن اولیه (گرم)	۵/٤±۰/۳۸	۵/۲±۰/۳٦	۵/٦±۰/۳۷	۵/٦±۰/۳۲
وزن کل نهایی (گرم)	۳۱/۰۵±۲/۸۷	۳۰/۲۲±۱/۸٦	۳۰/۵±۱/۳۳	۲۹/۹٦±۱/٤۲
طول اولیه (سانتیمتر)	٦/٦±۰/٦۷	٦/۵±۰/۲۷	٦/۹±۰/۳٤	٦/۸±۰/۲۹
طول کل نهایی (سانتیمتر)	۱۲/۷۹±۰/۸٦	۱۲/٤±۰/۸۵	۱۲/٦±۰/۸۰	۱۲/۳۹±۰/۸۸
نرخ رشد ویژه	۳/۱۲±۰/۲۲	۳/۱۵±۰/۲۵	۳/۰٤±۰/۳	۳±۰/۲۳
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۷ ±۰/۰۷	۱/۰۸±۰/۰۳	۱/۱۱±۰/۰۲	۱/۲۱±۰/۱
بقاء	۹۷ ± ۱	۹۷±۱	۹٦±۱	۹۰±٤

جدول ٦ : هزینه خوراک مصرفی و افزایش وزن جیره‌های آزمایشی

برآورد اقتصادی جیره	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار ٤
هزینه یک کیلوگرم خوراک (ریال)	۹۵۰۵	۹٦۲۵	۹۷۵۰	۱۰۰۱۵
هزینه یک کیلوگرم اضافه وزن (ریال)	۱۰۱۷۰±٦٦۵ [a]	۱۰۳۹۵±۲۸۹ [a]	۱۰۸۲۰±۱۹۵ [a]	۱۲۱۲۰±۱۰۰۱ [b]

حروف غیرمشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0/05$).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

بحث

ناجورپایان (Amphipoda) نقش مهمی را در اکوسیستم‌های آبی بعنوان غذا برای ماهیان، پرندگان و پستانداران دریایی ایفا می‌کنند آنها سرشار از مواد مغذی مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب چند غیراشباع (n-۳) و تا اندازه مناسبی رنگدانه‌های طبیعی کاروتنوئیدی، نوکلئوتیدها و اسیدهای آلی هستند (Lee & Meyers, 1997; Everson, 2000). Vitru و همکاران (۱۹۵۵) پیشنهاد کردند که پودر تهیه شده از ناجورپایان منبع پروتئینی مناسبی برای ماهیان می‌باشد. بطوریکه مطالعاتی که در این مورد انجام شد نشان داد که می‌توان پودر تهیه شده از ناجورپایان را جایگزین بخشی یا کامل پودر ماهی در جیره غذایی آزاد ماهیان اقیانوس اطلس (Moren *et al*., 2006; Olsen *et al*., 2006; Suontama *et al*., 2007) و هالیبوت اقیانوس اطلس کرد (Moren *et al*., 2006; Suontama *et al*., 2007).

در این آزمایش میزان پروتئین پودر گاماروس نسبت به پودر ماهی حدود ۴۵ درصد کمتر است که دلایل آن را می‌توان وجود خاکستر (مواد معدنی) بالا و مواد کتینی که از پوسته سخت خارجی (exoskeleton) گاماروس‌ها منشا می‌گیرد مرتبط دانست. در نتیجه برای بدست آوردن سطح پروتئین مشابه در جیره غذایی، نیاز بالاتری به مقدار پودر گاماروس در جیره است. وجود دو برابری مقدار خاکستر پودر گاماروس نسبت به پودر ماهی باعث افزایش میزان خاکستر جیره غذایی شد که با توجه به نقش مهم مواد معدنی در بدن ماهی بویژه در متابولیسم، تعادل اسموتیک، استحکام استخوانها و سیستم‌های عصبی (افشار مازندران، ۱۳۸۱)، نسبت به پودر ماهی برتری دارد. اما برخی تحقیقات نشان داده است که استفاده از سخت‌پوستان در جیره غذایی ماهیان، بدلیل داشتن سطح بالای مواد کیتینی تاثیر منفی را روی قابلیت هضم و جذب ماکرونوترینتهای جیره غذایی دارند (Krogdahl *et al*., 2005). بطوریکه Olsen و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیان نمودند که استفاده از سخت‌پوستان (مانند کریل) باعث کاهش جذب چربی جیره می‌گردد و همچنین Suontama و همکاران (۲۰۰۷) عنوان کردند که افزایش استفاده از پودر پلانکتون بویژه پودر آمفی‌پودا، روی قابلیت هضم پروتئین جیره اثرات منفی دارد.

بررسی داده‌ها و نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جایگزینی پروتئینی پودر ماهی با پودر سخت‌پوستی مانند گاماروس، اثرات منفی را روی رشد بچه ماهیان نداشت که یافته‌های پیشین که روی سخت‌پوستانی مانند کریل در جیره غذایی آزاد ماهیان اقیانوس‌اطلس (Julshamn, 2006; Olsen *et al*., 2006) و روغن ماهی اقیانوس‌اطلس (Moren *et al*., 2006) و آمفی‌پودا در جیره غذایی آزاد ماهی و هالیبوت اقیانوس‌اطلس (Suontama *et al*., 2007) انجام شد را تائید کرد. استفاده از سطوح مختلف پودر گاماروس به جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، موجب افزایش مقدار ضریب تبدیل غذایی شد ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. دلیل این افزایش را می‌توان به افزایش مواد کتینی در جیره، مرتبط دانست که با یافته‌های محققین روی آزاد ماهی و هالیبوت اقیانوس اطلس (Suontama *et al*., 2007) و بچه فیل ماهیان دریای خزر (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷) همسو بود.

سخت‌پوستان (بویژه گاماروس‌ها) دارای کاروتنوئید و اسید چرب ضروری EPA و DHA در بدنشان هستند (Lee & Meyers, 1997; Everson 2000; علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۶). کاروتنوئیدها تنها محدود به رنگ‌آمیزی عضله و پوست ماهی نمی‌باشند، بلکه حضور آنها در جیره، هضم و جذب غذا را افزایش داده و منجر به بهبود رشد می‌گردد (Christinsen *et al*., 1994; Storebakken & Choubert, 1991; Torrissen, 1986). کاروتنوئیدها علاوه بر این نقش مهمی در بقاء ماهی (Krinsky, 1993) و عملکرد سیستم ایمنی بدن ماهی دارند (Bendich, 1989). Krinsky (۱۹۹۳) پیشنهاد کرد که کاروتنوئیدها نقش مشابه عملکرد بیولوژیک آلفا توکوفرول (ویتامین E) را دارد. از طرفی اسیدهای چرب ضروری نیز برای رشد طبیعی و حفظ ساختار و عملکرد سلول (Shepherd & Bromage, 1988) و افزایش قابلیت سیستم ایمنی (Kiron *et al*., 1995) نقش بسزایی دارد. با توجه بوجود کاروتنوئیدها و اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA در گاماروس‌ها و اثر آنها بر سیستم ایمنی بدن و بقاء به نظر می‌رسد با افزودن گاماروس به جیره باید شاهد بازماندگی بالا در ماهیان بود. با توجه به درصد بازماندگی بالا (۹۰<) و عدم اختلاف آماری در میزان

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

بازماندگی در بین تیمارهای مختلف می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از سخت‌پوستان (مانند گاماروس) در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان روی بقا بچه ماهیان تاثیر منفی ندارد که مشابه با یافته‌های بدست آمده روی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۶)، بچه فیل ماهی (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷)، آزادماهیان اقیانوس‌اطلس (Moren *et al*., 2006) و آزاد ماهی و هالیبوت اقیانوس‌اطلس (Suontama *et al*., 2007) می‌باشد..

بررسی برآورد اقتصادی جیره غذایی نشان داد که با افزایش پودر گاماروس و کاهش پودر ماهی جیره غذایی، هزینه تمام شده یک کیلوگرم خوراک افزایش یافت و به تبع آن هزینه تمام شده خوراک به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی (اضافه وزن ماهی) نیز افزایش نشان داد. باید توجه داشت که پودر ماهی بصورت صنعتی تولید شده و هزینه تمام شده آن مشخص و تاحدودی ثابت است ولی پودر گاماروس از طریق جمع‌آوری گاماروس به روش دستی (غربالی) از سواحل دریای خزر انجام شده و سپس خشک و پودر می‌شود و هزینه تمام شده آن نیز نامشخص و سلیقه‌ای می‌باشد. تاکنون مطالعه‌ای در زمینه برآورد اقتصادی تولید پودر گاماروس صورت نگرفته است. لذا، پیشنهاد می‌گردد تا مطالعه‌ای در این زمینه صورت پذیرد تا هزینه تمام شده تولید یک کیلوگرم پودر گاماروس مشخص شده و با هزینه تمام شده تولید یک کیلوگرم پودر ماهی مقایسه گردد.

عدم اختلاف آماری در عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و بقاء بچه ماهیان در این تحقیق مشخص نمود که افزودن تا ۲۰ درصد پودر گاماروس به جیره غذایی تاثیر معنی‌داری روی بچه ماهیان نداشت. اما برآورد اقتصادی جیره غذایی در تیمارهای مختلف نشان داد که ۱۰ درصد پودر گاماروس دارای صرفه اقتصادی مناسبتری نسبت به ۲۰ درصد پودر گاماروس در جیره غذایی می‌باشد. لذا این تحقیق افزودن ۱۰ درصد پودر گاماروس به جیره غذایی قزل آلا را با توجه به نتایج حاصل و برآورد اقتصادی، پیشنهاد می‌کند.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و ارزش غذای گاماروس و فراوانی آن در سواحل جنوبی دریای خزر بنظر می‌رسد مطالعاتی در خصوص برآورد اقتصادی تولید هر کیلوگرم پودر گاماروس و همچنین استفاده از آن بجای اقلام دیگر جیره غذایی و تاثیر آن روی فاکتورهای رشد و ترکیبات شیمیایی بدن قزل‌آلای رنگین کمان، انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در مراحل انجام پژوهش حاضر همکاری و مساعدت نمودند، بویژه مهندسین اسلامی فر، زارع، جلالی و همچنین مهندس ضمیری مسئول محترم مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا واقع در جنوب شهرستان علی آباد برای فراهم نمودن امکانات لازم جهت انجام این تحقیق و پرسنل زحمتکش آن مزرعه، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

افشار مازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. ۲۱۶ صفحه.

بیرشتین، ی.آ.، ۱۹۶۸. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر ترجمه: لودمینا دلینادوف و فضه نظری، ۱۳۷۹. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۶۱۰ صفحه.

زحمتکش، ع.، ۱۳۷۲. بررسی خانواده گاماریده دریای خزر. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، ۱۰ صفحه.

سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی. انتشارات اصلانی، ۳۱۸ صفحه.

سیف‌آبادی، ج.؛ نگارستانی، ح. و مقدسی، ب.، ۱۳۸۲. ترکیبات عمده شیمیایی گاماروس در طول ساحل جنوبی دریای خزر. مجله علوم دریائی ایران. دوره ۳، شماره ۱، صفحات ۵۱ تا ۵۵.

علوی یگانه، م.؛ عابدیان کناری، ع.؛ رضایی، م. و محمدی آزرم، ح.، ۱۳۸۲. افزایش مقاومت به تنشهای محیطی pH و دما در لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* از طریق تغذیه با مکمل پودر گاماروس. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۳: ۱، صفحات ۵۷ تا ۶۶.

علوی یگانه، م.؛ عابدیان کناری، ع. و رضایی، م.، ۱۳۸۶. اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای بعنوان مکمل غذایی بر رشد و بقای لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله پژوهش و سازندگی، امور دام و آبزیان، شماره ۷۷، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۳.

محمدی، ف.؛ خارا. ح. ؛ محسنی. م. ؛ یزدانی. م. ؛ سید حسنی. م. و یگانه، ه.،۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف پودر گاماروس دریای خزر بر روند رشد بچه فیل ماهیان

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

پرورشی (*Huso huso*). مجموعه مقالات نخستین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۰ صفحه.

میرزاجانی، ع.؛ دقیق روحی، ج.؛ آرمودلی، ر.؛ مرادی، م. و باقری، س.، ۱۳۸۷. بررسی ترکیب شیمیایی پنتوگاماروس دریای خزر و کپورهای تغذیه شده با آنها. مجموعه مقالات نخستین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. صفحه ۷.

موسوی، س.ح.، ۱۳۸۶. اصول تغذیه آبزیان (گرمابی، سرد آبی، میگو، خاویاری، زینتی). انتشارات نگار نور، ۴۸۲ صفحه.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Bendich A., 1989. Carotenoids and the immune response. Journal of Nutrition, 119:112-115.

Christiansen R., Lie O. and Torrissen O.J., 1994. Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture and Fisheries Management, 25:903-914.

Choubert G., 1987. Utilization of invertebrate biomass for rainbow trout pigmentation. Arcdrobiology. 110(3):461-468.

Correia A.D., Costa M.H., Luis O.J. and Livingstone D.R., 2003. Age–related changes in antioxidant enzyme activites, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body *Gammarus locusta* (Crustacean, Amphipoda). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 289:83-101.

Dalpadado P. and Bogstad B., 2004. Diet of juvenile cod (age 0–2) in the Barents Sea in relation to food availability and cod growth. Polar Biology, 27:140–154.

Everson I., 2000. Krill: biology, ecology, and fisheries. Blackwell Science, Oxford, UK. 271P.

Food and Agriculture Organizaition (FAO), 2003. Year Book of Fishery Statistics Summery Tables, Sales and Marketing Group, Information Division, FAO. Rome, Italy.

Julshamn K., 2006. Element concentrations in meals from krill and amphipods, Possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. Aquaculture, 261:174–181.

Kiron V., Fukuda H., Takeuchi T. and Watanabe T., 1995. Essential fatty acid nutrition and defence mechanisms in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 111(3):361-367.

Koprucu K. and Ozdemir Y., 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia, *Oreochromis niliticus*. Aquaculture, 250:308-316.

Krogdahl, A., Hemre, G.-I. and Mommsen, T.P. (2005) Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages. Aquaculture Nutrition, 11: 103–122

Krinsky N., 1993. Actions of carotenoids in biological systems. Annual Review of Nutrition, 13:561–587.

Lee P.G. and Meyers S.P., 1997. Chemoattraction and feeding stimulation. *In*: (L.R. D'Abramo, D.E. Conklin & D.M. Akiyama eds.), Crustacean Nutrition. World Aquaculture

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

Society, Lousiana State University, Baton Rouage, LA, USA. pp.292–352.

Mathias J.A., Martin J., Yurkowski M., Lark J.G.I. and Papst M., 1982. Harvest and nutritional quality of *Gammarus lacustris* for trout culture. Transactions of the American Fisheries Society, 111(1):83–89.

Mirzajani A.R. and Kiabi B., 2000. Distribution and abundance coastal Caspian amphipoda (Crustacea) in Iran. Polskie Archlwum Hydro-biology, 47:511–516.

Mirzajani A.R., 2003. A study on population biology of *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894) in Bandar Anzali, southwest Caspian Sea. Zoology in the Middle East, 30:61-68.

Moren M., Suontama J., Hemre G.I., Karlsen Ø., Olsen R.E., Mundheim H. and Julshamn K., 2006. Element concentrations in meals from krill and amphipods, possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. Aquaculture, 261:174–181.

Moren M., Malde M.K., Olsen R.E., Hemre G.I., Dahl L., Karlsen Ø. and Julshamn K., 2007. Fluorine accumulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*), Atlantic cod (*Gadus morhua*), rainbow trout (*Onchorhyncus mykiss*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets with krill or amphipod meals and fish meal based diets with sodium fluoride (NaF) inclusion. Aquaculture, 269:525–531.

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington, DC. USA. 124P.

Ogino C., 1980. Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acids, Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, pp.171-174.

Olsen R.E., Sountama J., Langmyhr E., Mundheim H., RingØ E., Melle W., Malde M.K. and Hemre G., 2006. The replacement of fish meal with Antarctic krill, *Euphausia superba* in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture Nutrition, 12:280–290.

Ronyai A., Peteri A. and Radics F., 1990. Cross breeding of starlet and Lena rivers sturgeon. Aquaculture Hungrica (Szarwas), 6:13-18.

Shepherd J. and Bromage N., 1988. Intensive fish farming, Professional Scientific Publications, Osney Mead, Oxford, Great Britain, 416P.

Stock J.H., Mirzajani A.R., Vonk R., Naderi S. and Kiabi B., 1998. Limnic and brackish water Amphipoda (Crustacea) from Iran. Beaufortia, 48:163–224.

Storebakken T. and Choubert G., 1991. Flesh pigmentation of rainbow trout fed astaxanthin or canthaxanthin at different feeding rates in freshwater and saltwater. Aquaculture, 95:289-295.

Suontama J., Karlsen Ø., Moren M., Hemre G.I., Melle W., Langmyhr E., Mundheim H., RingØ E. and Olsen R.E., 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.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

Torrissen O.J., 1986. Pigmentation of Salmonids a-comparison of astaxanthine and canthaxanthine as pigment sources for rainbow trout. Aquaculture, 53:271-278.

Virtue P., Johannes R.E., Nichols P.D. and Young J.W., 1995. Biochemical composition of *Nyctiphanes australis* and its possible use as an aquaculture feed source—lipids, pigments and fluoride content. Marine Biology, 122:121–128.

Yoshitomi B., Aoki M., Oshima S. and Hata K., 2006. Evaluation of krill (*Euphausia superba*) meal as a partial replacement for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture, 261:440- 446.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.3.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110008]

Effect of replacement of Caspian Sea gammarus meal by partial kilka fish meal on growth performance, feed conversion ratio and survival of juveniles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Azimi A.*; **Hosseini S.A.**, **Sudagar M. and Aslanparviz H.**

Azim.azimy@yahoo.com

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 49168-386 Gorgan, Iran

Received: May 2010 Accepted: September 2011

Keywords: Nutrition, Kilka fish meal, Gammarus, Growth, Feed conversion ratio, Survival, Rainbow trout

Abstract

The effects of using different of gammarus meal levels (0, 5, 10 and 20%) instead of kilk fish meal as a protein source on growth performance, feed conversion ratio and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings were studied over 8 weeks. Rainbow trout fingerlings (mean body weight 5.48 ± 0.32g) were reared in a completely randomized design with three replications in the same conditions. Based on the results, no significant difference was observed in the final length and weight and specific growth rate among treatments. Increase of gammarus meal in diet led to increase of feed conversion ratio and decrease of survival, but the difference was not significant among treatments. Commercial analysis showed that the cost price of feed increased with increase of gammarus meal in diet, significantly. Thus, results of our study showed that adding up to 10% of gammarus meal instead of kilka fish meal in rainbow trout fingerlings diet is suitable, considering gammarus abundance in the shores of south Caspian Sea and lack of significance in difference on growth, feed conversion ratio and survival.

*Corresponding author