

فصلنامه علوم تکثیر و آبرزی پروری / سال چهارم / شماره دوازدهم / بهار ۹۶ / صفحات ۳۲-۲۱

بررسی امکان جایگزینی آرد دانه کنجد به جای بخشی از آرد ماهی

در تغذیه ماهی قزل آلی رنگین کمان

(*Oncorhynchus mykiss*)

مینا فعال^{۱*}، حسین عمادی^۲

چکیده

ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، عمده‌ترین ماهی سردآبی پرورشی ایران است و جیره‌هایی که باعث بهبود کیفیت ماهی و همچنین رشد بیشتر آن گردند، بسیار حائز اهمیت می‌باشند. در این تحقیق ۳۶۰ عدد ماهی قزل آلی رنگین کمان با میانگین وزن اولیه 100 ± 0.4 گرم در ۴ تیمار، با ۳ تکرار به مدت ۱۲۰ روز، درصدهای متفاوت از دانه کنجد را به جای بخشی از آرد ماهی دریافت نمودند. دانه کنجد در ۳ تیمار به نسبت ۱۵، ۲۰، ۲۵ درصد به جای آرد ماهی همراه جیره شاهد در قالب طرح کاملاً غیر انتخابی استفاده شد. بالاترین میانگین افزایش وزن 281.5 ± 0.8 گرم، افزایش طول 27.5 ± 0.1 سانتی متر، ضریب رشد ویژه 1.45 ± 0.1 ، ضریب سودمندی پروتئین 2.09 ± 0.1 و بهترین میزان ضریب تبدیل غذایی 1.4 ± 0.1 در تیمار ۳ بود. کمترین میانگین افزایش وزن 245 ± 0.4 گرم، افزایش طول 26.5 ± 0.1 سانتی متر، ضریب رشد ویژه 1.2 ± 0.4 ، ضریب سودمندی پروتئین 1.45 ± 0.4 و بالاترین میزان ضریب تبدیل غذایی 1.9 ± 0.4 در جیره شاهد بود. نتایج بدست آمده، بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها و شاهد بود ($P < 0.01$). جایگزینی آرد دانه کنجد، سبب بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد ماهی قزل آلی رنگین کمان گردید. این نتایج نشان دادند که دانه کنجد می‌تواند جایگزین مناسبی به جای بخشی از آرد ماهی در جیره‌های قزل آلی رنگین کمان گردد.

کلید واژه: ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، دانه کنجد، جایگزینی آرد ماهی.

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۵

۱- گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران (نویسنده مسؤول) Minaf91@yahoo.com

۲- گروه شیلات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۱- مقدمه

امروزه ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به عنوان یکی از عمده‌ترین ماهی‌های پرورشی اکثر کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان سرد آبی، در بیشتر نقاط جهان شناخته شده است. خصوصیتی که این ماهی را مورد توجه قرار داده، سازگاری با شرایط پرورش و سرعت رشد بالای آن است (فرزانفر، ۱۳۸۰). از لحاظ تاریخی ماهی قزل آلا معمولاً با رژیم غذایی که منبع اصلی آن از چندین گونه دریایی می باشد تغذیه شده است و با توجه به اینکه در جیره ماهی معمولاً منبع اصلی پروتئین جیره را آرد ماهی تشکیل می دهد (Morales et al., 1994). آرد ماهی به خاطر خوش خوراکی و ارزش غذایی بالای آن، در تهیه غذای تجاری آزاد ماهیان به میزان ۲۵ تا ۶۵ درصد جیره را شامل می‌شود (Takeshi, 1992). اما به علت گرانی آرد ماهی با صرفه‌جویی زیادی در تهیه غذای ماهی استفاده می‌گردد (Lovell, 1989). اگر چه منابع پروتئینی گیاهی از لحاظ بعضی اسیدهای آمینه، انرژی و املاحی نظیر فسفر در مقایسه با مکمل‌های پروتئینی حیوانی فقیرند (Jackson, 1988)، لیکن برای تعدیل هزینه تولید و کاهش وابستگی به پروتئین حیوانی در جیره استفاده می‌شوند.

بین منابع پروتئینی گیاهی، دانه‌های روغنی، جایگزین مناسبی برای آرد ماهی هستند که از این میان کنسانتره پروتئینی سویا یا پروتئین استخراج شده از آن جزء بهترین‌ها می باشد. با این حال پروتئین استخراج شده یا کنسانتره سویا گران بوده و همزمان استفاده از محصولات کمتر فرآوری شده سویا مانند آرد سویا به دلیل وجود فاکتورهای ضد تغذیه‌ای، میزان فیبر بالا و کربوهیدرات غیر قابل جذب در جانداران آبی، دارای محدودیت است (Brown et al., 2008). همچنین کنجاله سویا جزء فراوان‌ترین کنجاله دانه‌های روغنی است که مطالعات زیادی روی آن صورت گرفته است. قابلیت هضم پروتئین سویا و آرد ماهی تقریباً برابر است (Reinitz, 1980). بنابراین منابع پروتئینی قابل جایگزینی، برای کاهش وابستگی به آرد ماهی و آرد سویا به عنوان منابع پروتئینی اولیه برای جیره‌های غذایی آبزیان مورد نیاز می‌باشند (Reigh, 2008).

دانه گیاه کنجد (*Sesamum indicum*) یکی از محصولاتی است که کشت و برداشت آن برای استخراج روغن در سراسر جهان گسترش یافته است. این محصول دارای کیفیت تغذیه‌ای مناسبی در مقایسه با سایر پروتئین‌های دانه‌های روغنی شامل سویا و سایر دانه‌های غلات مرسوم بوده و ظرفیت

آن به عنوان یک منبع پروتئینی تغذیه ای در غذای جانوران به خوبی شناخته شده است. دانه کنجد دارای پروتئینی معادل ۴۵/۵ درصد است (NRC, 1989) و همچنین مقدار روغن آن حدود ۳۸ درصد است و کمتر از ۱۵ درصد دارای اسیدهای چرب اشباع شده مانند اسید پالمیتیک و اسید آراشیدیک می باشد و دارای ۷۰ درصد اسیدهای چرب اشباع نشده، از آن جمله ۴۵ تا ۵۵ درصد اسید اولئیک، ۲۹ تا ۳۹ درصد اسید لینولئیک، ۹ درصد اسید پالمیتیک و ۵ درصد اسید استئاریک است. همچنین دارای اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ و سرشار از ویتامین های ای، آ، بی، دی (D, B, A, E)، پروتئین، لسیتین و نیز دارای مس، منیزیم، روی، کلسیم و فسفر است که میزان کلسیم آن از شیر بیشتر است. همچنین این دانه گیاهی منبع آهن است که برای رفع خستگی مفید می باشد و به دلیل وجود ماده آنتی اکسیدان سسامولین (Sesamol) که منحصراً در روغن کنجد وجود دارد، این روغن دیر اکسیده می شود و برای جلوگیری از فساد سایر روغن ها استفاده می گردد و قابلیت هضم بالایی دارد. کنجد دارای اسیدهای آمینه متیونین، نیاسین و تریپتوفان است (FAO, 2012).

بررسی های انجام شده در خارج از کشور حاکی از این است که تاکنون تحقیقات و مطالعاتی در رابطه با جایگزینی بخشی از پروتئین حیوانی با پروتئین دانه کنجد در ماهی قزل آلائی رنگین کمان انجام نشده ولی روی کنجاله آن تحقیقاتی صورت گرفته است. هم چنین تاکنون در ایران پژوهشی روی جایگزینی این دانه گیاهی در رشد و نمو ماهی قزل آلائی رنگین کمان و نیز ماهی های پرورشی دیگر انجام نشده است ولی روی کنجاله آن بر روی ماهی قزل آلا تحقیقاتی صورت گرفته است.

طبق تحقیقات انجام شده، مشاهده شده است که کنجاله کنجد می تواند تا حد کمتر از ۵۲ درصد بدون افزودن مکمل های اسیدآمینه ای جایگزین آرد ماهی در غذای دان قزل آلائی رنگین کمان شود، بدون آن که در مقایسه با جیره کنترل حاوی آرد ماهی، باعث کاهش کارایی رشد شود (Nang Thu et al., 2010).

همچنین بررسی امکان جایگزینی کنجاله کنجد در تغذیه قزل آلائی رنگین کمان نشان داد که نوع اسید های آمینه ای که در پروتئین کنجاله کنجد وجود دارد ممکن است عملکرد بهتری روی قزل آلا ایفا داشته باشد. این در حالی است که افزایش سطح جایگزینی بیش از ۶ درصد آرد سویا به جای آرد ماهی،

موجب کاهش عملکرد این ماهی می‌گردد. این امر می‌تواند به دلیل بالا رفتن لیاف خام و به هم خوردن توازن اسیدهای آمینه موجود در جیره و نوع پروتئین سویا باشد (نظری و همکاران، ۱۳۸۱).

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در کارگاه تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان فیروزکوه از اول مهر ماه لغایت آخر دی ماه ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. آزمایش بر روی ۳۶۰ عدد ماهی با وزن تقریبی 100 ± 0.4 گرم صورت گرفت. آب مورد نیاز کارگاه از چاه، تأمین شد. ماهیان در ۴ تیمار در حوضچه‌های شش ضلعی سیمانی با ابعاد 4×4 متر و ارتفاع ۲ متر که به وسیله توری به ۴ قسمت تقسیم شده بودند، نگهداری شدند. پیش از آغاز تغذیه با جیره‌های آزمایشی و طی دوره سازگاری، ماهی‌ها برای ۱۰ روز با غذای معمولی کارگاه غذادهی شدند. سپس با ۴ جیره آزمایشی در ۳ تکرار (۳۰ عدد ماهی در هر تکرار) و ۹۰ عدد ماهی برای هر تیمار در یک دوره ۴ ماهه تغذیه شدند. به ماهی‌ها ۳ بار در روز (ساعت‌های ۸ و ۱۳ و ۱۹) به میزان ۲ درصد وزن ماهی به طور دستی غذا داده شد.

جایگزینی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد آرد دانه کنجد به جای آرد ماهی به همراه جیره شاهد در قالب طرح کاملاً غیر انتخابی در سه تکرار استفاده شد (تیمار ۱: ۱۵٪ جایگزینی، تیمار ۲: ۲۰٪ جایگزینی و تیمار ۳: ۲۵٪ جایگزینی). کنجد مورد نیاز تحقیق، از کارخانه حلواشکری عقاب و بقیه مواد از کارخانه بهرپور فراهم گردیدند. تهیه غذا در کارگاه پرورشی امامزاده علی واقع در جاده هراز انجام شد و اجزای جیره پس از آسیاب‌شدن، با یکدیگر مخلوط و سپس بوسیله چرخ گوشت با چشمه‌های مناسب چرخ گردید و به صورت دان‌هایی با قطر ۳ میلی‌متر در آمدند.

در طول مدت پرورش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن هر روز و پی‌اچ هر دو هفته یک بار بوسیله دستگاه مولتی متر ۳۴۰ ساخت شرکت WTW آلمان اندازه‌گیری و تعیین گردید که با توجه به استفاده از آب چاه، دما و pH نسبتاً ثابت بود.

عملیات زیست‌سنجی هر ۱۵ روز یک بار انجام شد که بر مبنای افزایش وزن ماهی‌ها میزان جیره غذایی روزانه محاسبه می‌شد. در هر زیست‌سنجی وزن و طول کل اندازه‌گیری گردید. برای تعیین طول کل از تخته زیست‌سنجی و برای تعیین وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم استفاده گردید.

جهت محاسبه فاکتورهای رشد از فرمول‌های زیر استفاده گردید.

۱- جهت تعیین رشد ویژه (Specific Growth Rate): از فرمول زیر استفاده گردید (Wiehloughby, 1990).

W1 برابر است با وزن متوسط ماهی‌ها در شروع دوره پرورش

W2 برابر است با وزن متوسط ماهی‌ها در خاتمه آزمایش

T برابر است با دوره آزمایش به روز

که نتیجه به صورت درصد در روز بیان گردید.

$$SGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T} \times 100$$

۲- ضریب تبدیل غذا (Food Conversion Ratio : FCR): (Tacon, 1990)

$$FCR = \frac{\text{مقدار غذای خورده شده به گرم}}{\text{مقدار افزایش وزن بدن به گرم}}$$

۳- شاخص ضریب سودمندی پروتئین (Protein Efficiency Ratio : RER): (Tacon, 1990).

$$PER = \frac{\text{مقدار افزایش وزن بدن به گرم}}{\text{مقدار پروتئین مصرفی به گرم}}$$

۴- درصد بازماندگی توسط فرمول زیر محاسبه گردید: (Tacon, 1990)

$$\text{درصد بازماندگی} = \frac{\text{تعداد ماهیان باقی مانده}}{\text{تعداد اولیه ماهیان}} \times 100$$

در پایان آزمایش به دلیل هزینه‌های بالا تنها ۶ عدد ماهی از هر یک از تیمارهای گروه شاهد و گروه بالاترین درصد کتجد به طور تصادفی انتخاب و بلافاصله پس از مرگ هر ماهی، نمونه‌ها در فریزر منجمد

و به آزمایشگاه تحقیقاتی پرتو بشاش در تهران منتقل گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، مراحل آماده‌سازی و آنالیز آمینواسیدها به روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC)، چربی خام به روش سوکسله، کل نیتروژن فرار (TVN) و پروتئین خام به روش کلدال، خاکستر و رطوبت به روش وزن سنجی انجام گرفت (AOAC, 1990). آب ورودی به کارگاه نیز برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه آسا واقع در تهران منتقل گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد. سپس داده‌ها بوسیله آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) بررسی شدند. برای مقایسه داده‌ها از نقطه نظر وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون دانکن (Duncan) با سطح اطمینان ۹۹ درصد استفاده شد.

۳- نتایج

طبق نتایج بدست آمده، میزان رشد ماهیان در تیمار سوم نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. به طوری که میانگین وزن ماهیان در تیمار یک، در پایان دوره از وزن اولیه ۱۰۰ گرم به ۲۴۵/۵ گرم، تیمار دوم از وزن اولیه ۱۰۳/۵ گرم به ۲۵۰ گرم و تیمار سوم از وزن اولیه ۱۰۶/۵ گرم به ۲۸۱/۵ گرم رسیدند. در حالی که تیمار شاهد از وزن اولیه ۱۰۰ گرم به وزن نهائی ۲۴۵ گرم رسید.

جدول ۱. نتایج کلی حاصل از زیست‌سنجی ماهیان ۱۰۰ گرمی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد آزمون از آغاز تا

انتهای آزمایش

تیمارهای آزمایشی	میانگین وزن اولیه (گرم)	میانگین طول کل اولیه (سانتی متر)	میانگین وزن نهایی (گرم)	میانگین طول کل نهایی (سانتی متر)
شاهد	۱۰۰±۰/۰۴	۱۹/۴±۰/۰۲	۲۴۵±۰/۰۴	۲۶/۵±۰/۰۱
تیمار ۱	۱۰۰±۰/۰۴	۲۰±۰/۰۴	۲۴۵/۵±۰/۰۱	۲۶/۵±۰/۰۲
تیمار ۲	۱۰۳/۵±۰/۰۸	۲۰/۹±۰/۰۱	۲۵۰±۰/۰۵	۲۶/۷۵±۰/۰۱
تیمار ۳	۱۰۶/۵±۰/۰۱	۲۱/۶±۰/۰۱	۲۸۱/۵±۰/۰۸	۲۷/۵±۰/۰۱

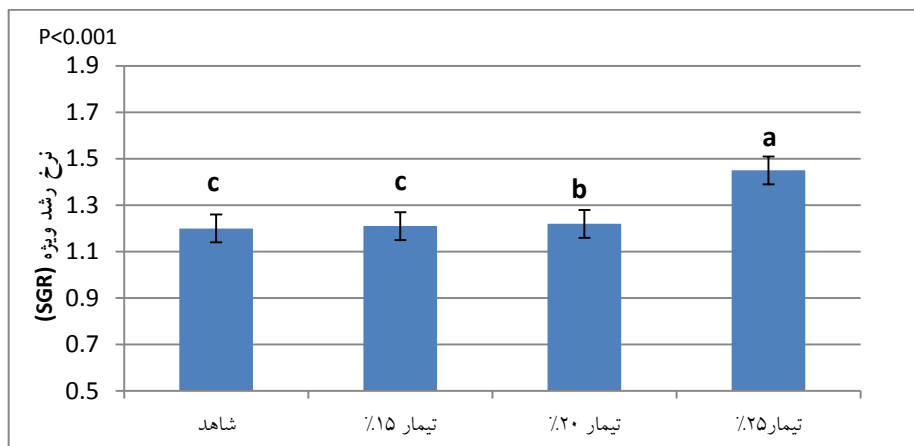
۳-۱- نتایج حاصل از محاسبه فاکتورهای رشد

در پایان دوره آزمایش، ماهیان در تیمار سوم بالاترین ضریب رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی را دارا بودند. هم‌چنین تیمار سوم بالاترین ضریب سودمندی پروتئین را نشان داد، که اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف وجود داشت و برای تمامی شاخص‌ها ($P < 0.001$) است.

جدول ۲. نتایج بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان قزل‌الای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف آرد کنجد جیره

ردیف	تیمارهای آزمایشی	شاخص رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذایی	ضریب سودمندی پروتئین
۱	شاهد	۱/۲۰ ± ۰/۲۱ ^c	۱/۹ ± ۰/۱ ^a	۱/۴۵ ± ۰/۱۴ ^d
۲	۱۵٪ جایگزینی	۱/۲۱ ± ۰/۱۹ ^c	۱/۸ ± ۰/۱ ^b	۱/۵۷ ± ۰/۱۵ ^c
۳	۲۰٪ جایگزینی	۱/۲۲ ± ۰/۱۱ ^b	۱/۶ ± ۰/۰۹ ^c	۱/۷۴ ± ۰/۱۶ ^b
۴	۲۵٪ جایگزینی	۱/۴۵ ± ۰/۱۴ ^a	۱/۴ ± ۰/۱ ^d	۲/۰۹ ± ۰/۱۵ ^a

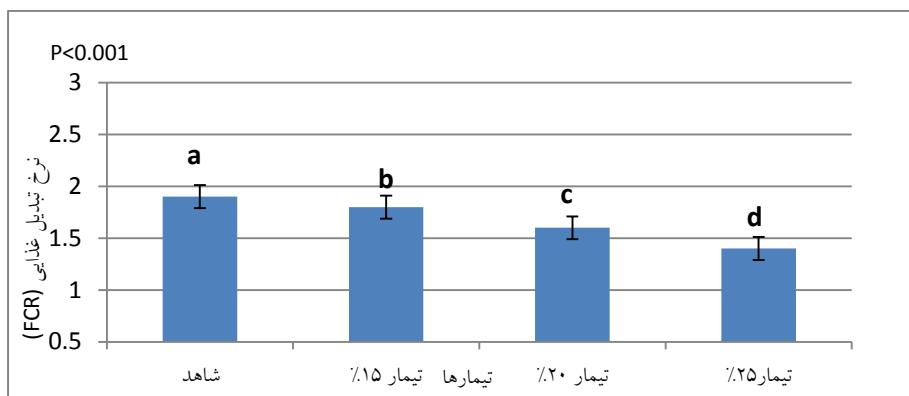
مقایسه میانگین نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ تبدیل غذایی (FCR) و ضریب سودمندی پروتئین (PER) در نمودارهای ۱-۳ تا ۳-۳ نشان داده شده اند. مقایسه میانگین نرخ رشد ویژه در گروه ماهیان ۱۰۰ گرمی نشان داد که اختلاف معنی داری در بین تیمارهای مورد بررسی (جایگزینی ۱۵، ۲۰، ۲۵ درصد دانه کنجد) دیده شد ($P < 0.01$).



نمودار ۱- بررسی نرخ رشد ویژه در تیمارهای ماهیان ۱۰۰ گرمی

*وجود حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی داری می باشد.

مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی در گروه ماهیان ۱۰۰ گرمی نشان داد که اختلاف معنی داری در بین تیمارهای مورد بررسی دیده شد ($P < 0.01$).

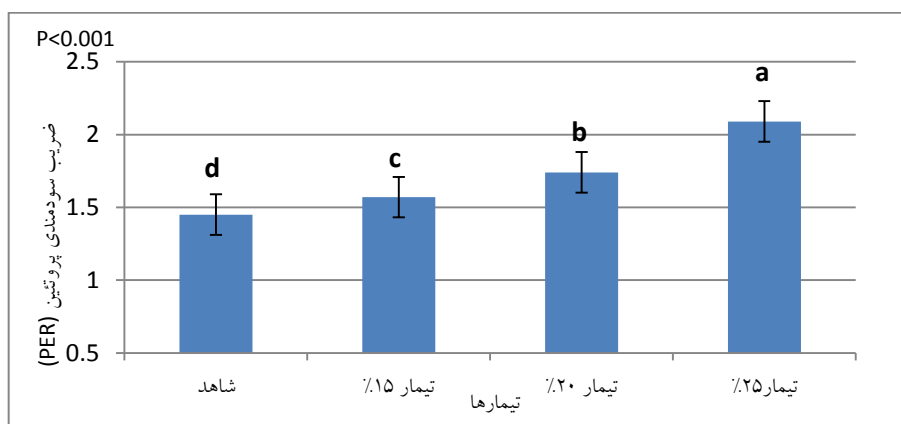


نمودار ۲- بررسی ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای ماهیان ۱۰۰ گرمی

*وجود حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد.

مقایسه میانگین ضریب سودمندی پروتئین در گروه ماهیان ۱۰۰ گرمی نشان داد که اختلاف معنی-

داری در بین تیمارهای مورد بررسی دیده شد ($P < 0.01$).



نمودار ۳- بررسی ضریب سودمندی پروتئین در تیمارهای ماهیان ۱۰۰ گرمی

*وجود حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد.

در تحقیق حاضر در هیچ کدام از تیمارها و شاهد در طول دوره آزمایش تلفاتی مشاهده نشد. لذا میزان

بازماندگی تمام تیمارها و شاهد معادل ۱۰۰ درصد بوده که با هم اختلاف معنی داری نداشتند ($P > 0.01$).

۴- بحث

کنجاله کنجد می تواند منبع پروتئینی مناسب و جایگزین در جیره غذایی ماهیان گوشتخوار حداقل به میزان نصف آرد ماهی (بدون مکمل اسیدآمینه) بدون کاهش رشد در بچه ماهی قزل آلی رنگین کمان باشد این کارایی بالا می تواند به دلیل افزایش دریافت غذا با مقادیر بیشتر کنجاله کنجد در ترکیب غذا و میزان بالای پروتئین قابل هضم آن باشد (Nang Thu et al., 2010).

همچنین جایگزینی بخشی از آرد ماهی با کنجاله کنجد منجر به کاهش دریافت غذا در بچه ماهی کپور معمولی، ماهی انگشت قد مری گال (*Cirrhinus mrigala*) و ماهی راهو (*Labio rohita*) گردید (Hossain and Jauncey, 1990).

اضافه شدن کنجاله کنجد به غذا باعث کاهش توان دان شدن غذا و در نتیجه گرفتن غذا به وسیله بچه ماهی کپور گردید. این نتایج متفاوت ممکن است به دلیل تفاوت گونه ماهی در گرفتن غذا و یا احتمالاً به دلیل تفاوت منبع کنجاله کنجد مورد استفاده در بررسی انجام شده توسط Hasan و همکاران (۱۹۹۷) باشد.

طبق گزارش Gomes و همکاران (1995)، جایگزینی منابع پروتئین گیاهی تا سطح ۵۰ درصد به جای آرد ماهی سبب اختلاف معنی دار در ضریب تبدیل غذا نمی شود، اما در این آزمایش نمونه های شاهد نسبت به سایر جیره ها از نظر ضریب تبدیل غذا بیشتر بوده، تفاوت معنی داری داشتند ($P < 0.01$).

بر اساس نتایج بدست آمده، جایگزینی ۲۰ درصد کنجاله کنجد در جیره غذایی ماهی تیلپیا می تواند سبب کاهش هزینه زیاد غذا به خاطر آرد ماهی بدون تأثیر در عملکرد رشد آن باشد (Ofojekwu and Kigbu, 2002). علت پایین بودن ضریب تبدیل غذایی و بالا بودن ضریب سودمندی پروتئین در تیمار ۲۵ درصد کنجد در ماهیان قزل آلی ۱۰۰ گرمی می تواند به خاطر کیفیت غذا شامل چربی و اسیدهای چرب و مواد آلی و معدنی و نیز ویتامین های موجود در دانه کنجد که در مقدمه به آنها اشاره شده است احتمالاً مقادیری از آنها در پروسه روغن گیری گرفته می شود. دانه کنجد حاوی مواد معدنی نظیر منیزیم ۰/۴۶ درصد، کلسیم ۲/۰۱ درصد، فسفر ۱/۳۶ درصد، پتاسیم ۱/۲۵ درصد، آهن ۹۳ (میلی گرم در کیلوگرم)، منگنز ۴۷/۸ (میلی گرم در کیلوگرم)، روی ۱۰۰ (میلی گرم در کیلوگرم)، سدیم ۰/۰۴ درصد می باشد (NRC, 1993). ویتامین هایی که در دانه کنجد وجود دارند شامل: بیوتین ۰/۳۴ (میلی گرم در کیلوگرم)، کولین

۱۵۳۵ (میلی گرم در کیلوگرم)، نیاسین ۱۹ (میلی گرم در کیلوگرم)، پانتوتینیک اسید ۶/۰ (میلی گرم در کیلوگرم)، پیری دوکسین ۱۲/۴۶ (میلی گرم در کیلوگرم)، ریوفلاوین ۳/۴ (میلی گرم در کیلوگرم)، و تیامین ۲/۸ (میلی گرم در کیلوگرم)، می‌باشد (NRC, 1993). جایگزینی بخشی از آرد ماهی با آرد دانه کنجد در جیره غذایی ماهیان، تأثیری در بازماندگی و درصد بقای آنها نداشت، چون تلفاتی در طول دوره پرورش مشاهده نشد. علت عدم وجود تلفات در طول دوره پرورش را می‌توان به جریان دائمی آب در حوضچه‌های پرورشی، کیفیت مناسب آب در طول دوره پرورش و همچنین کیفیت مناسب خوراک‌های مصرفی به واسطه استفاده از مواد اولیه مناسب در تهیه خوراک‌ها نسبت داد.

رژیم غذایی ماهی آزاد و قزل‌آلا در صورتی که عاری از هر گونه آمینو اسیدهای ضروری مانند: آرژینین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین، تریپتوفان و والین باشد، باعث کاهش رشد آنها می‌شود. آمینواسیدهای غیر ضروری شامل آلانین، آسپاراتیک اسید، سیستین، گلوتامیک اسید، گلايسین، پرولین، سرین و تایروزین است که این آمینواسیدهای غیر ضروری برای رشد ماهی آزاد، قزل‌آلا و دیگر ماهیان مورد نیاز هستند (NRC, 1993). مقدار آمینو اسیدهای مورد نیاز برای ماهی قزل‌آلا بر اساس درصد جیره شامل آرژینین ۱/۴۵، هیستیدین ۰/۶۵، ایزولوسین ۰/۸۵، لوسین ۱/۳۵، لیزین ۱/۷۵، متیونین+سیستین ۰/۹۵، فنیل آلانین+تیروزین ۱/۷۵، ترئونین ۰/۷۵، تریپتوفان ۰/۲۰ و والین ۱/۱۵ می‌باشد (NRC, 1993). لذا با توجه به ترکیب آرد کنجد، این ترکیب می‌تواند بخش زیادی از احتیاجات این ماهی را در رژیم غذایی برآورده نماید. جنبه اقتصادی تحقیق نیز مربوط به سریع‌تر شدن رشد ماهی، تولید ماهی با وزن بالاتر و در نهایت دستیابی به تولید بالاتر در سطح کل کارگاه می‌باشد. همچنین با توجه به ضریب تبدیل پایین تر جیره‌های محتوی دانه کنجد و با توجه به اینکه تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بخش عمده هزینه اجرایی تولید این ماهی را شامل می‌شود، این پروژه ارزش اقتصادی بالایی خواهد داشت. بدیهی است در صورت تولید جیره غذایی با فرمول تهیه شده در کارخانه‌ها، به دلیل بالابودن میزان تولید، ارزان تر بودن خرید مواد اولیه در مقادیر زیاد، به نظر می‌رسد که هزینه‌های تولید برای واحد وزن، اختلاف چندانی نداشته باشند.

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان اعلام نمود که اضافه کردن ۲۰٪ آرد دانه کنجد و جایگزینی آرد ماهی با این ترکیب می‌تواند اثرات سودمند اقتصادی و همینطور اثرات مثبت بر روند رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان داشته باشد.

فهرست منابع

۱. فرزانفر، ع. (۱۳۸۰). روش‌های نوین در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۶ ص.
۲. نظری، ک.، ف. احتشامی، م. رضایی، و ن. (۱۳۸۱). بررسی امکان جایگزینی کنجاله کنجد در تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۹ ص.
3. AOAC, (1990). Official methods of analysis, 14th edn. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
4. Brown, P. B., Kaushik, J. S., Peres, H., (2008). Protein feedstuffs originating from soybeans. In: Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets (Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.S. eds), PP. 205-223. The Haworth Press, New York, USA.
5. FAO, (2012). Food and agriculture in national and international settings. PP.1-4.
6. Gomes, F., Rema, P., Gouveia, A. and Olivia-Teles, A., (1995). Replacement of fish meal by plant protein in diets for rainbow trout : Effect of the quality of the fish meal based control diets on digestability and nutrient balances. Water Science and Technology, 3, 205-211.
7. Hasan, M. R., Macintosh, D. J. , Jauncey, K., (1997). Evaluation of some plant ingredients as protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.). fry. *Aquaculture*, 151, 55-70.
8. Hossain, M. A., Jaucey, K., (1990). Detoxification of linseed and sesame meal and evaluation of their nutritive value in the diet of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Asian Fisheries Science*, 3(2), 169-183.
9. Jakson, A. (1988). Growth, nutrition and feeding. In: Laird, L.M., Needham, T. Jr (Eds.), *Salmon and Trout Farming*. Ellis Horwood, Chichester, PP. 202-216.
10. Lovell, T. (1989). Nutrition and feeding of fish. Auburn University, Van Nostrand Reinhold, New York. 260 P.
11. Morales, A. E., DeGardenete., G., la Higura., M., Sanz, A., (1994). Effect of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 124, 117-126.

12. **Nang Thu., T. T., Bodin., N. Saeger., S., Larondelle Y., Rollin. X., 2010.** Substitution of fish meal by sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) in diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.). *Aquaculture Nutrition*, 17(1), 80-89.
13. **NRC., 1989.** Nutrient requirements of cold water fishes. National Research Council, National Academy Press, Washington. Dc, USA, 63P.
14. **NRC (Nation Research Council); 1993.** Nutrient requirement of fish National Academy Press, Washington DC, USA, PP. 114.
15. **Ofojekwu, P. C., Kigbu, A. A., 2002.** Effect of substituting fish meal with sesame, (*Sesamum indicum* L.) cake on growth and food utilization of the Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Sciences*. 17(1), 45-49.
16. **Reigh, R. C., 2008.** Underutilized and unconventional plant protein supplements. In *Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets* (Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.S. eds), The Haworth Press, New York, USA. PP. 433-474.
17. **Reinitz, G., (1980).** Soybean meal as a substitute for herring meal in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Progressive Fish. Culturist*, 42(2), 103-106.
18. **Tacon, A. G. J., (1990).** Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Argen Laboratories Press. PP. 4- 24.
19. **Takeshi, M., 1992.** Protein nutrition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100:191-207
20. **Wiehloughby, S., (1990).** Salmonid farming. Fishing News Books London, UK 329 P.