

## تأثیر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان در جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii*) انگشت قد

رضا رجیبی نژاد<sup>۱</sup>، سید محمد صلواتیان<sup>۲\*</sup>، هستی زارعی<sup>۱</sup>، محمدرضا رمضانی مامودانی<sup>۲</sup>، اکبر پورغلامی مقدم<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه شیلات، واحد بندرانزلی، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرانزلی، ایران.  
<sup>۲</sup>پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷

### چکیده

تحقیق حاضر، به منظور بررسی تأثیر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان در جیره غذایی و تأثیر آن بر عملکرد رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii*) انگشت قد به اجرا درآمد. بدین منظور، تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهیان سفید انگشت قد با میانگین وزنی ۱/۱۴±۰/۸ گرم و میانگین طول کل ۵/۰۳±۰/۳ سانتی متر در ۱۲ تانک با تراکم ۲۰ عدد در هر تانک و در چهار تیمار مختلف ۰ (تیمار شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کنجاله آفتابگردان با جیره غذایی فرموله شده با درصد پروتئین، چربی و سطح انرژی یکسان در یک دوره هشت هفته‌ای مورد آزمایش قرار گرفتند. در پارامترهای ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی پروتئین، ضریب رشد، افزایش وزن، افزایش طول، میانگین رشد روزانه، درصد بازماندگی، طول نهایی، وزن اولیه و وزن نهایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P>0/05$ )، ولی از نظر میانگین ضریب وضعیت، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ( $P<0/05$ ). همچنین بررسی پارامترهای آنالیز لاشه ماهیان نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر درصد رطوبت لاشه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ( $P>0/05$ )، ولی از نظر درصد خاکستر، درصد پروتئین و درصد چربی لاشه بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌دار به دست آمد ( $P<0/05$ ). نتایج نشان داد سطوح مختلف جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای پودر ماهی تأثیر منفی بر عملکرد رشد بچه ماهیان سفید نمی‌گذارد، بنابراین جهت کاهش هزینه تولید جیره و صرفه اقتصادی پرورش ماهی مورد مطالعه می‌توان تا ۲۵ درصد کنجاله آفتابگردان را جایگزین پودر ماهی در ترکیب جیره نمود.

**کلید واژگان:** کنجاله آفتابگردان، آرد ماهی، ماهی سفید، عملکرد رشد

## مقدمه

ماهی سفید مهم‌ترین ماهی استخوانی دریای خزر بوده و با توجه به ارزش غذایی بالا، کیفیت عالی گوشت مورد توجه صیادان، ساحل‌نشینان و حتی سایر کشورهای حاشیه دریای خزر می‌باشد. طول عمر این ماهی در دریای خزر ۱۰-۹ سال بوده و صید سالیانه این ماهی معمولاً از مهرماه شروع و تا فروردین ماه ادامه می‌یابد. ماهی سفید در حوزه ایرانی دریای خزر دارای دو فرم بهاره و پاییز بوده و برای تخم‌ریزی و تکثیر طبیعی وارد منابع آب شیرین رودخانه‌ها و تالاب‌های حاشیه این دریا می‌شود. ماهی سفید (*Rutilus frisii*) از راسته کپورماهی شکلان (Cypriniformes)، خانواده کپورماهیان سرمخروطی (Leuciscidae) و جنس *Rutilus* می‌باشد (Eagderi et al., 2022). این گونه یکی از ماهیان با ارزش و منحصر به فرد دریای خزر بوده که بیش از ۵۴ درصد از کل صید ماهیان استخوانی را به خود اختصاص داده است (امینیان فتیده و همکاران، ۱۳۸۷). بسیاری از زیستگاه‌های مناسب جهت تولید مثل طبیعی این ماهی به دلیل ساخت سدها، ورود آلودگی‌ها و دیگر دخالت‌های انسانی از بین رفته است و به نظر می‌رسد که بازسازی ذخایر آن از طریق تکثیر مصنوعی و پرورش لاروها تا وزن مناسب برای رهاسازی به رودخانه‌ها یکی از راه کارهای مؤثر در احیای جمعیت آن‌ها به‌شمار رود. نخستین بار تکثیر مصنوعی و پرورش انبوه بچه ماهیان سفید در استخرهای خاکی از سال ۱۳۶۱ در کشور آغاز شده است (رضوی صیاد، ۱۳۷۴). با توجه به این که امروزه در جامعه ایران اهمیت مصرف ماهی شناخته شده و منابع تأمین آبزیان مورد نیاز از طریق منابع دریایی محدود می‌باشد و در عین حال مصرف سرانه آن در حال افزایش است، بنابراین جهت تأمین نیاز رو به افزایش مصرف و کاهش قیمت گوشت ماهی و تشویق بیشتر جامعه به مصرف آن، کاهش هزینه‌های تولید ضروری است (Turchini et al., 2011). تولیدات جهانی روغن ماهی در طول سی سال گذشته به‌طور قابل توجهی ثابت باقی مانده است ولی در این دوره تولید جهانی روغن‌های گیاهی تا حد قابل ملاحظه‌ای از نظر نوع و مقدار افزایش یافته است (Turchini et al., 2011). رایج‌ترین روغن‌های گیاهی که در صنایع تولید غذای آبزیان دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از روغن نخل، روغن سویا، روغن کلزا، روغن زیتون، روغن آفتابگردان و روغن بذر کتان که می‌توان از آن‌ها

به‌عنوان جایگزین روغن ماهی استفاده کرد (Montero and Izquierdo, 2010). هرچند فرآورده‌های با منشاء حیوانی توازن اسیدآمین بهتری دارند و قادرند مواد معدنی ضروری و ویتامین‌های مورد نیاز بدن را تأمین کنند امروزه با توجه به محدودیت‌های منابع، سعی شده است که از منابع پروتئینی گیاهی که بیشتر فرآورده‌های فرعی دانه‌های روغنی هستند اما از لحاظ توازن اسیدهای آمینه نسبت به منابع حیوانی، فقیرتر می‌باشند، استفاده شود (شفایی پور و همکاران، ۱۳۸۸). ثابت ماندن میزان تولید جهانی آبرزی پروری مستلزم تأمین نهاده‌های ضروری لازم برای تولید غذای ماهیان پرورشی می‌باشد که به دلیل کافی نبودن ذخایر منابع زنده دریایی که قابلیت تبدیل آرد ماهی و روغن ماهی را داشته باشند، در آینده با کاهش تولید خوراک آبزیان و به‌دنبال آن کاهش تولید آبزیان مواجه خواهیم شد چنانچه جایگزین‌های آرد ماهی در غذای آبزیان از اقلام گران‌قیمت تأمین گردد با افزایش قیمت تمام شده محصول تولیدی، روی میزان مصرف اثر منفی خواهد گذاشت (Ljubojevic et al., 2015). در سال‌های اخیر، به‌منظور ثابت نگه‌داشتن تولید آبزیان و استفاده از منابع موجود، به ناچار قیمت تمام شده تولید آبزیان به‌واسطه بالا رفتن نرخ نهاده‌ها، افزایش داشته است و به نظر می‌رسد چنانچه در سال‌های آتی برای جایگزینی اقلام گران‌قیمت با نهاده‌های ارزان‌تر چاره‌اندیشی نشود با کاهش تولید جهانی آبزیان مواجه خواهیم شد، این در حالی است که تولید جهانی آرد ماهی در سال ۲۰۱۲ میزان ۶/۵-۶ میلیون تن بوده است. براساس برآوردها، ۲۵ درصد آرد ماهی تولیدی در جهان از ضایعات فرآوری ماهی خوراکی برای انسان تهیه می‌شود و بایستی ظرف مدت ۳۰ سال آینده درصد آرد ماهی با کیفیت از کل آرد ماهی تولیدی سالیانه ۸ تا ۵۰ درصد افزایش یابد (FAO, 2021). متأسفانه تا به امروز اطلاعات بسیار محدودی در زمینه نیازهای تغذیه‌ای لارو و بچه ماهیان سفید دریای خزر وجود داشته و به‌همین دلیل برای تغذیه آن‌ها در مراکز تکثیر از غذای دستی یا کارخانه‌ای که عمدتاً نیازهای دقیق لاروها در آن‌ها مشخص نشده است، استفاده می‌شود. این جیره‌ها به دلیل عدم توازن سرعت رشد لاروها را ایجاد نکرده و در نتیجه بچه ماهیان در زمان مناسب به وزن‌های رهاسازی نمی‌رسند. حتی این مسئله می‌تواند در رهاسازی بچه ماهیان به رودخانه‌ها باعث ایجاد مشکلات بعد از رهاسازی مانند عدم توانایی در

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و تركيب شيميايى جيره‌هاى آزمائشى بچه ماهيان سفيد (*Rutilus frisii*)

تركيبات جيره (درصد)	سطح كنجاله آفتابگردان (درصد)			
	۷۵	۵۰	۲۵	۰ (شاهد)
آرد ماهى	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
كنجاله آفتابگردان	۳۰	۲۰	۱۰	۰
كنجاله سويا	۲۴	۱۸	۱۰	۴
آرد گندم	۴/۵	۱۰	۱۰	۱۰
نشاسته	۴	۷	۱۰	۱۳
ژلاتين	۳	۲	۳	۲
روغن ماهى	۷/۵	۷	۶	۵
پودر خون	۵	۵	۵	۵
پودر ذرت	۶	۵	۱۰	۱۵
اسيد آمينه متيونين	۱	۱	۱	۱
اسيد آمينه ليزين	۲	۲	۲	۲
مولتى ويتامين	۲	۲	۲	۲
مواد معدنى	۱	۱	۱	۱

آناليز جيره‌هاى آزمائشى: پروتئين خام: ۳۷/۸ درصد، چربى خام: ۱۰ درصد و انرژى: ۱۸ (مگاژول بر كيلوگرم)

در ۱۲ تانك با تراكم ۲۰ عدد در هر يك در چهار تيمار مختلف، ۰ (تيمار شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد كنجاله آفتابگردان با جيره غذايى فرموله شده با درصد پروتئين، چربى و سطح انرژى يكسان مورد آزمائش قرار گرفت (جدول ۱).  
برای تأمين نياز ماهيان از مكمل‌هاى ويتامينه و مكمل‌هاى معدنى استفاده شد. پس از توليد غذاى پلت، متناسب با اندازه دهان ماهيان، غذاى تيمارهاى مختلف روزانه در ۳ وعده در دسترس ماهيان قرار گرفت. در طول دوره هشت هفته‌اى تحقيق در فواصل زمانى مشخص زيست‌سنجى ماهيان انجام شد و مقادير شاخص‌هاى رشد شامل ضريب چاقى، درصد افزايش وزن بدن، ضريب تبديل غذايى، ضريب رشد ويژه، ميانگين رشد روزانه، درصد بازماندگى و ضريب كارايى پروتئين اندازه‌گيرى شدند. يك ساعت قبل از غذايى به بچه ماهيان نگهدارى شده در تانك‌ها، جيره‌هاى تهيه شده با ترازوى ديجيتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزين شد و براساس نوع تيمار، در دسترس بچه ماهيان قرار داده شد. از ترازوى ديجيتال، غذا توزين شده و با توجه به تيمارهاى مورد آزمائش به ماهيان داده شد. غذايى در تمامى مراحل به صورت دستى صورت گرفت. بچه ماهيان سفيد به مدت هشت هفته و به ميزان حداكثر ۳ درصد وزن توده زنده و در ۳ نوبت تغذيه شدند. جهت تعيين توده زنده هر يك از تانك‌ها، پس از گذشت يك ماه از آغاز تحقيق وزن ماهيان هر تانك براساس گرم با دقت ۰/۰۱ توزين و طول كل براساس سانتى متر

سازگارى‌هاى لازم برای تنظيم فشار اسمزى و کاهش مقاومت بچه ماهيان به انواع عفونت‌هاى انگلى و باكتريايى به منظور ورود به دريا گردد (نادرى جلودار و همكاران، ۱۳۹۶). از طرفى، هر چند در سال‌هاى اخير به واسطه تغييرات قيمت نهاده‌هاى كشاورزى در بخش آيزى پرورى تحقيقات گسترده‌اى انجام شده است؛ اما تاكنون تحقيقات جامعى در خصوص تاثير كنجاله آفتابگردان و جايگزينى آن در جيره غذايى بچه ماهيان سفيد (*R. frisii*) انجام نشده است، بنابراين مطالعه حاضر به منظور بررسى رشد و تغذيه بچه ماهيان سفيد و ارزىابى شاخص‌ها (نرخ رشد، نرخ رشد ويژه، ضريب تبديل غذايى و ميزان ماندگارى) به اجرا درآمد. نتايج حاصل از اين تحقيق مى‌تواند در افزايش توان توليد، کاهش هزينه‌هاى پرورش دهندگان و کاهش قيمت تمام شده ماهى سفيد مؤثر باشد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ايستگاه تحقيقات تخصصى تغذيه و غذاى زنده آبزبان (ساحل غازبان) پژوهشكده آيزى پرورى آب‌هاى داخلى بندر انزلى در سال ۱۳۹۷ انجام شد. بچه ماهيان سفيد (*R. frisii*) از مركز تكثير و بازسازى ذخير ماهيان استخوانى شهيد انصارى استان گيلان-رشت تهيه شد. تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهى سفيد انگشت قد با ميانگين وزنى  $1/14 \pm 0/8$  گرم و ميانگين طول كل  $5/03 \pm 0/3$  سانتى متر

جدول ۲- اثرات سطوح جایگزینی کنجاله آفتابگردان بر عملکرد رشد بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii*) در مدت ۸ هفته

پارامترهای رشد	سطح کنجاله آفتابگردان (درصد)		
	۷۵	۵۰	۲۵
وزن اولیه (گرم)	۱/۰۸±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۱/۱۱±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۱/۱۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>
وزن نهایی (گرم)	۱/۵۳±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۱/۵۷±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۱/۶۷±۰/۰۳ <sup>a</sup>
طول اولیه (سانتی متر)	۴/۹۱±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۵/۱۰±۰/۱۲ <sup>a</sup>	۵/۰۱±۰/۰۹ <sup>a</sup>
طول نهایی (سانتی متر)	۶/۸۲±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۶/۸۷±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۷/۰۷±۰/۰۴ <sup>a</sup>
افزایش وزن بدن (درصد)	۰/۴۵±۰/۱ <sup>a</sup>	۰/۴۶±۰/۲۳ <sup>a</sup>	۰/۵۴±۰/۳۵ <sup>a</sup>
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۰/۵۵±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۰/۵۵±۰/۲۹ <sup>a</sup>	۰/۵۸±۰/۳۳ <sup>a</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۷/۳۹±۱/۳۸ <sup>a</sup>	۸/۹۷±۵/۲۵ <sup>a</sup>	۸/۵۸±۵/۸۲ <sup>a</sup>
میانگین رشد روزانه (گرم در روز)	۰/۶۶±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۰/۶۸±۰/۴۲ <sup>a</sup>	۰/۷۴±۰/۴۸ <sup>a</sup>
ضریب کارایی پروتئین	۳۶/۴۳±۷/۴۹ <sup>a</sup>	۳۶/۳۴±۱۸/۸۵ <sup>a</sup>	۴۰/۶۶±۲۳/۸۹ <sup>a</sup>
ضریب چاقی (درصد)	۰/۴۸۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۴۸۴±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۰/۴۶۶±۰/۱۴ <sup>a</sup>
بازماندگی (درصد)	۹۸/۳۳±۲/۸۹	۹۱/۶۷±۷/۶۴	۹۶/۶۷±۵/۷۷
			۱۰۰/۰۰±۰

حروف لاتین مشابه در هر ردیف بیانگر عدم تفاوت معنی دار در فاکتور مورد بررسی در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

استفاده شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک مورد بررسی قرار گرفت برای مقایسه میانگین داده‌ها بین تیمارهای مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) (در صورت نرمال بودن داده‌ها) و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون توکی (Tukey) در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس نیز برای بررسی داده‌های غیر نرمال استفاده شد.

### نتایج

براساس نتایج، بین تیمارهای مورد بررسی از نظر ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی پروتئین، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن، افزایش طول، درصد افزایش طولی، رشد روزانه، درصد بازماندگی، طول اولیه، طول نهایی، وزن و وزن نهایی اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نتایج بیانگر عدم تفاوت معنی دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۲).

نتایج آنالیز لاشه ماهیان نشان داد که بین تیمارهای مورد مطالعه از نظر درصد رطوبت لاشه اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) ولی از نظر درصد خاکستر، درصد پروتئین و درصد چربی لاشه (جدول ۳) بین کلیه تیمارها اختلاف معنی دار به دست آمد ( $P < 0.05$ ). نتایج آنالیز واریانس یک طرفه بین تیمارهای مورد بررسی از نظر درصد رطوبت لاشه اختلاف معنی دار آماری نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

اندازه‌گیری شد و اطلاعات در فرم‌های زیست‌سنجی ثبت گردید. قبل از انجام هر مرحله زیست‌سنجی، به مدت ۲۴ ساعت غذادهی متوقف شد تا لوله گوارش آن‌ها به‌طور کامل تخلیه گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳). زمانی که بچه ماهیان جهت زیست‌سنجی از تانک‌ها خارج شدند تانک‌ها و سنگ‌های هوادهی به‌طور کامل شستشو و تمیز شدند علاوه بر این، بقایای غذا و مدفوع ماهیان نیز روزانه از کف تانک سیفون شد. جهت ارزیابی میزان رشد و زی‌توده هر تانک، پس از هر مرحله زیست‌سنجی پایان ۸ هفته (در مجموع ۲ بار در طول دوره آزمایش)، محاسبه شاخص‌های رشد (شاخص وضعیت یا ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، درصد بازماندگی، ضریب کارایی پروتئین) از طریق فرمول‌های مربوط صورت گرفت (Luo et al., 2012). در انتهای دوره تعداد ۸ عدد بچه ماهیان سفید انگشت قد از هر تکرار (مجموعاً ۲۴ عدد از هر تیمار) به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و پس از سر و دم‌زنی به کمک چرخ گوشت، چرخ شده و پس از بسته‌بندی در بسته‌های زیپ‌دار به‌صورت منجمد جهت انجام آزمایش‌های تجزیه بیوشیمیایی لاشه به آزمایشگاه آنالیز لاشه ایستگاه تحقیقات تخصصی تغذیه و غذای زنده آبزیان منتقل و شاخص‌های بیوشیمیایی نمونه‌ها شامل اندازه‌گیری رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر مورد محاسبه قرار گرفتند (AOAC, 2005). برای جمع‌بندی و دسته‌بندی اطلاعات به‌دست آمده از نرم‌افزارهای Excel نسخه ۲۰۱۳ و SPSS نسخه ۲۲

جدول ۳- اثرات سطوح جايگزينى كنجاله آفتابگردان بر تركيب لاشه بچه ماهيان سفيد (*Rutilus frisii*) در مدت ۸ هفته

پارامترها (درصد)	۰	۲۵	۵۰	۷۵
پروتئين	۵۶/۸۳±۰/۸۸ <sup>a</sup>	۵۸/۸۷±۰/۹۳ <sup>a</sup>	۶۳/۷۹±۰/۹۳ <sup>b</sup>	۵۸/۰۱±۰/۶۹ <sup>d</sup>
چربى	۳۱/۳۲±۱/۱۲ <sup>b</sup>	۳۲/۳۷±۱/۱۱ <sup>b</sup>	۲۶/۲۹±۰/۵۱ <sup>a</sup>	۲۷/۳۹±۰/۵۸ <sup>a</sup>
خاكستر	۱۳/۸۰±۰/۹۶ <sup>b</sup>	۱۱/۵۷±۰/۹۵ <sup>b</sup>	۱۲/۸۳±۰/۹۹ <sup>b</sup>	۹/۸۱±۰/۶۸ <sup>a</sup>
رطوبت	۷۱/۸۷±۰/۸۱ <sup>a</sup>	۷۱/۷۶±۰/۳۱ <sup>a</sup>	۷۲/۴۳±۰/۳۲ <sup>a</sup>	۷۲/۰۷±۰/۰۷۸ <sup>a</sup>

حروف لاتين مشابه در هر ردیف بيانگر عدم تفاوت معنی دار در فاکتور مورد بررسی در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

که برای كنجاله آفتابگردان به عنوان غذای جايگزين آبزبان در نظر گرفته شده است، تحقیقات در این زمینه هنوز در مرحله آغازین بوده و تاکنون تحقیق جامعی در این زمینه روی بچه ماهیان سفید انگشت قد انجام نشده است. بررسی منابع نشان داد که این مطالعه از محدود پژوهشها در خصوص اثر جايگزينى كنجاله آفتابگردان در جيره غذايى در بچه ماهيان سفید انگشت قد می باشد. براساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، استفاده از سطوح مختلف ۲۵، ۵۰، و ۷۵ درصد تأثیر معنی داری بر میزان هر یک از شاخصهای ضریب تبدیل غذايى، نرخ کارایی پروتئين، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن، افزایش طول، درصد افزایش طولی، رشد روزانه، درصد بازماندگی، طول اولیه، طول نهایی، وزن و وزن نهایی ندارد.

عموماً میزان رشد بدن یک ماهی به عوامل مختلفی از جمله سن، جنس، شرایط محیطی و حتی فصول مختلف سال بستگی دارد. اما مهمترین عامل در رشد به اختلاف تركيب شیمیایی بدن ماهی و میزان غذای دریافتی و کیفیت تغذیه آن بستگی دارد (Razavi Shirazi, 2001)، از طرفی، با توجه به اینکه ضریب تبدیل غذايى به عنوان شاخصی جهت ارزیابی توانایی ماهی در تبدیل موادغذایی مصرف شده به بافت بدن مورد مطالعه قرار می گیرد و فاکتورهایی از قبیل تعداد دفعات تغذیه (Aderolu et al., 2010)، کیفیت جیره غذايى، پارامترهای محیطی نظیر دما و اکسیژن محلول و سلامت ماهی بر میزان ضریب تبدیل غذايى تأثیرگذار هستند (Barrows et al., 2007)، پایین بودن ضریب تبدیل غذايى یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده جنبه اقتصادی در پرورش آبزبان محسوب می شود زیرا سبب کاهش هزینه های غذايى و غذادهی شده و از کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری می کند (فلاحتکار و همكاران، ۱۳۸۵).

از مسائل مهم آبی پروری، به دست آوردن تعادل بین

درصد خاكستر لاشه بین تیمارهای مورد مطالعه و اختلاف آن بین تیمارهای مختلف براساس آزمون توکی مورد بررسی قرار گرفت، همچنین بین تیمارهای مورد بررسی از نظر درصد خاكستر لاشه اختلاف معنی دار به دست آمد ( $P < 0.05$ ). براساس آزمون چند دامنه توکی، بین تیمار ۳ با تیمار ۲ و نمونه شاهد به صورت دو به دو اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). درصد پروتئين لاشه بین تیمارهای مورد مطالعه و اختلاف آن بین تیمارهای مختلف براساس آزمون توکی مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر درصد پروتئين لاشه اختلاف معنی دار مشاهده می گردد ( $P < 0.05$ ). براساس آزمون چند دامنه توکی، بین تیمار شماره ۲ با نمونه شاهد و تیمار ۱ و تیمار ۳ به صورت دو به دو اختلاف معنی دار آماری مشاهده می شود ( $P < 0.05$ ).

درصد چربی لاشه بین تیمارهای مورد بررسی و اختلاف آن بین تیمارهای مختلف براساس آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفت. بین تیمارهای مورد بررسی از نظر درصد چربی لاشه اختلاف معنی دار به دست آمد ( $P < 0.05$ ). اختلاف معنی دار آماری براساس آزمون چند دامنه توکی، بین تیمار ۲ با نمونه شاهد و تیمار شماره ۱، همچنین بین تیمار شماره ۳ با نمونه شاهد و تیمار شماره ۱ به صورت دو به دو مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

## بحث

هزینه های مربوط به غذا به عنوان مشکل عمده آبی پروری، گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تأثیر قرار داده است و همواره راه حل هایی نیز برای برطرف کردن این مشکلات ارائه شده است که از جمله این راه حل ها می توان به استفاده از تركيبات گیاهی مانند كنجاله آفتابگردان در تغذیه آبزبان اشاره کرد. با وجود اثراتی

اسید فیتیک (فیتات فسفر) در پروتئین‌های گیاهی عنوان کردند که توانایی اتصال و انتقال یون‌های دو و سه ظرفیتی مثل فسفر، کلسیم، منیزیم، منگنز و آهن به شکل نمک نامحلول در طی فرآیند هضم را کاهش می‌دهند. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در هر یک از شاخص‌های وزن اولیه، وزن نهایی، طول اولیه، طول نهایی، درصد بازماندگی، میانگین رشد روزانه، افزایش طول، درصد افزایش طول، افزایش وزن، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین در تیمارهای مورد بررسی و نمونه شاهد، می‌توان بیان کرد نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Santigosa و همکاران (۲۰۰۸) هم‌راستا می‌باشد که در جایگزینی آرد ماهی با منابع گیاهی در جیره ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و سیم دریایی (*Sparus aurata*) گزارش نمودند که فعالیت آنزیم پروتئاز با افزایش سطح جایگزینی اقلام گیاهی کاهش یافته است. در نتیجه، محدودیت در فرآیند هضم پروتئین‌ها و جذب آمینواسیدهای ضروری، منجر به کاهش چشمگیر رشد در تیمار جایگزینی کامل آرد ماهی با اقلام گیاهی شده است. Soltan و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان نمودند که جایگزینی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی شامل گل آفتابگردان، کانولا، کنجاله پنبه‌دانه، کنجاله کتجد و کنجاله بذر کتان در مصرف غذا، ضریب تبدیل غذایی، ضریب کارایی پروتئین و قابلیت هضم تأثیر قابل توجهی نداشته است در حالی که جایگزینی بالای ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد به‌طور قابل توجهی فاکتورهای فوق را کاهش داده است.

در آنالیز لاشه بچه ماهیان سفید براساس درصد خاکستر بین تیمار ۳ و تیمار ۲ و همچنین تیمار ۳ و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بالاترین میانگین تغییرات درصد خاکستر در تیمار ۳ و پایین‌ترین آن در نمونه شاهد به دست آمد. به‌عبارت دیگر با افزایش کنجاله آفتابگردان در تغذیه بچه ماهیان سفید، میزان خاکستر موجود در لاشه افزایش یافته است. در آنالیز لاشه بچه ماهیان براساس درصد پروتئین که عامل مهمی برای بیان کیفیت گوشت و تعیین خواص کاربردی آن محسوب می‌شود (Razavi, 2001) نیز بین تیمار ۲ و نمونه شاهد، تیمار ۲ و تیمار ۱ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد، همچنین بین تیمار ۲ و تیمار ۳ نیز اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید.

سرعت رشد ماهی و استفاده بهینه از غذای مناسب است. زمانی که ماهی از جیره‌ای با کیفیت بالا و مناسب استفاده نماید، رشد مورد انتظار به‌دست خواهد آمد و در صورتی که دفعات و کیفیت غذایی مطابق با روند طبیعی تغذیه باشد افزایش رشد، بازماندگی و کاهش ضریب‌تبدیل غذایی را به‌دنبال دارد (King, 2007). نتایج بررسی شاخص‌های رشد پس از ۸ هفته تغذیه نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر هر یک از شاخص‌های وزن اولیه، وزن نهایی، طول اولیه، طول نهایی، درصد بازماندگی، میانگین رشد روزانه، افزایش طول، درصد افزایش طول، افزایش وزن، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. براساس داده‌های به‌دست آمده در این تحقیق چنین به نظر می‌رسد که نمونه شاهد با استفاده از شرایط مناسب غذایی در محیط آزمایش، تغذیه مناسبی انجام داده و میزان این شاخص نسبت به نمونه‌های تیمار بالاتر بوده است و با افزایش درصد جایگزینی در تیمارها، وضعیت این شاخص روند نزولی داشته است که بیانگر کیفیت نامناسب جیره‌غذایی و تغذیه ماهیان، همزمان با افزایش درصد جایگزینی کنجاله آفتابگردان است. از آنجا که شاخص وضعیت یا ضریب چاقی برای مقایسه کیفیت ماهی از نظر وضعیت چاقی یا تناسب ماهی و در کل تعیین وضعیت سلامت جمعیت ماهیان کاربرد دارد، ماهیانی که ضریب‌چاقی در آن‌ها بالاست نسبت به طولشان ماهیان با وزن بیشتر هستند (King, 2007). به‌طورکلی، عوامل مؤثر بر تغییرات ضریب‌چاقی، شرایط و عوامل زیست‌محیطی و نوسان‌های آن، وضعیت رسیدگی جنسی (Abohweyer and Williams, 2008)، شرایط فیزیولوژی ماهی، سن و جنسیت، پر بودن معده و شرایط تغذیه‌ای ماهی می‌باشد (Wootton, 2003; Abbasi et al., 2019)، که در این مطالعه نیز دلیل آن را می‌توان تغییر در شرایط فیزیولوژی و تغذیه‌ای بچه ماهیان سفید دانست. با توجه به ضریب رشد به‌دست آمده، می‌توان گفت که این تحقیق با نتایج حاصل از مطالعه Taghizade و همکاران (۲۰۱۰) همسو می‌باشد که در تحقیق خود با جایگزین کردن گلوتن ذرت و پودر سویا در سطوح مختلف جیره غذایی فیل ماهی گزارش کردند که رشد صورت گرفته در ماهیان مورد آزمایش به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافته است. Giri و همکاران (۲۰۰۲) دلیل این کاهش رشد را به‌دلیل حضور

منفی بر عملکرد و کارایی رشد و ترکیب بدن تا سطح ۷۵ درصد جایگزین آرد ماهی نمود. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه را می‌توان با نتایج Olvera- Novoa و همکاران (۲۰۱۰)، نوری و جلیلی (۱۳۹۳) در جایگزینی منابع گیاهی به جای آرد ماهی در جیره ماهیان همراستا دانست. در مغایرت با تحقیق حاضر، منافی‌حویق و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر جایگزینی پودر ماهی با آرد سویا در جیره غذایی بر رشد و بازماندگی بچه ماهیان سفید را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب کارایی پروتئین در جیره شاهد نسبت به بقیه تیمارهای آزمایشی افزایش معنی‌داری داشته است. از سوی دیگر، جلیلی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تأثیرات جایگزینی پودر ماهی با منابع گیاهی شامل گلوتن گندم، ذرت و کنجاله سویا در سه سطح ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان عنوان کردند که جایگزینی ۷۰ و ۱۰۰ درصد منابع پروتئین گیاهی باعث کاهش معنی‌داری در شاخص‌های رشد در مقایسه با گروه شاهد شد. این محققین در توجیه این نتایج اعلام نمودند که پروتئین‌های گیاهی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای دارند که باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی (Alarcon et al., 1999)، کاهش زیست‌فراهمی مواد معدنی از طریق کاهش زیست‌فراهمی پروتئین‌ها (Moyano et al., 1999) و ایجاد آسیب‌های بافتی در روده ماهیان شده و ضمن محدود کردن مراحل هضم مواد غذایی (Olvera-Novoa et al., 2010)، باعث کاهش شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه ماهیان می‌شوند.

نتایج نشان داد جایگزینی کامل کنجاله آفتابگردان در ترکیب جیره به جای روغن‌ماهی بر عملکرد رشد و تغذیه بچه‌ماهیان سفید انگشت‌قد تأثیر منفی ندارد. برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر بایستی همزمان ترکیب و میزان پروفایل اسیدهای چرب در بدن ماهی را نیز مورد بررسی قرار داد. بنابراین جایگزینی کنجاله آفتابگردان در تهیه غذای بچه‌ماهیان سفید به‌علت ارزان و مقرون به صرفه بودن می‌تواند در تمامی سطوح بکار برده شده سودمند باشد، ولی نمی‌توان جیره‌های فوق را به عنوان جیره اختصاصی ماهی سفید در نظر گرفت و مطالعات بیشتری در این زمینه لازم است.

بالاترین میانگین پروتئین لاشه در تیمار ۲ و پایین‌ترین آن در نمونه شاهد ثبت شد. ترکیبات چربی که مهمترین جنبه کیفیت غذایی ماهی است، بسته به نوع تغذیه ماهی تغییر می‌کند. در آنالیز درصد چربی لاشه بچه ماهیان بین تیمار ۲ و نمونه شاهد، تیمار ۲ و تیمار ۱ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، همچنین بین تیمار ۳ و نمونه شاهد، تیمار ۳ و تیمار ۱ نیز اختلاف معنی‌دار بود. بالاترین میانگین درصد چربی لاشه در تیمار ۱ و پایین‌ترین آن در تیمار ۲ به‌دست آمد. در آنالیز لاشه بچه ماهیان سفید براساس درصد رطوبت، بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. میزان چربی لاشه همزمان با افزایش سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان کاهش معنی‌داری را نشان داد، به گونه‌ای که تیمار ۷۵ درصد دارای کمترین سطح چربی لاشه بود در مقایسه نتایج مطالعه حاضر، برخی از پژوهش‌های قبلی در زمینه جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره ماهیان، تفاوت معنی‌داری در میزان چربی لاشه نشان ندادند (Sanchez Lozano et al., 2007). در مطالعه Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۱۰) در جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی در جیره ماهی تیلاپیا (*Tilapia nilotica*)، جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره تا سطح ۲۰ درصد منجر به کاهش چربی لاشه شد، اما در سطوح بالاتر جایگزینی، افزایش مجدد چربی لاشه روئیت شد. عنوان شده است که در بدن ماهیان رابطه معکوسی بین میزان چربی و رطوبت وجود دارد (Vargas et al., 2008). در تحقیق حاضر نیز بیشترین میزان چربی در تیمار ۱ (جایگزین ۲۵ درصد) به‌دست آمد و کمترین میزان رطوبت نیز در این تیمار (جایگزین ۲۵ درصد) مشاهده شد. به‌عبارت دیگر کمترین میزان چربی، مربوط به تیمار دارای بیشترین میزان رطوبت است. بنابراین می‌توان بیان کرد که یافته‌های این تحقیق مؤید رابطه فوق می‌باشد. بالا بودن شاخص‌های کارایی پروتئین و چربی در تیمار ۱ (جایگزین ۲۵ درصد) و تیمار ۲ (جایگزین ۵۰ درصد) با سطح بالاتر آرد ماهی می‌تواند منعکس‌کننده تعادل مناسب آمینواسید (Zhou et al., 2005) و پروفایل مناسب اسیدهای چرب ضروری (Huntingford et al., 2011) در آرد ماهی نسبت به منابع پروتئین‌های گیاهی در تیمار ۳ (جایگزین ۷۵ درصد) باشد که با نتایج رحمدل و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که کنجاله آفتابگردان را می‌توان بدون تأثیر

## منابع

- ابراهیمی ع.، پوررضا ج.، پاناماریوف س.، کمالی ا.، حسینی ع. ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان. ۸(۲): ۲۴۱-۲۲۹.
- امینیان فتیده ب.، حسین زاده صحافی ه.، یغمایی ف. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات تولیدمثلی ماهی سفید در دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۹(۲): ۱۵۲-۱۴۴.
- جلیلی ر.، آق ن.، نوری ف.، ایمانی ا. ۱۳۹۲. آثار جایگزینی پودر و روغن ماهی با منابع گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه شیلات (مجله منابع طبیعی ایران). ۶۶(۲): ۱۳۱-۱۱۹.
- شفایی پور آ.، یآوری ب.، غفله مرمضی ج.، فلاحتکار ب.، گرجی پور ع.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات سطوح متفاوت کنجاله کلزا (کانولا) بر رشد، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی در قزل آلی رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران. ۱۸(۱): ۱۰۰-۸۱.
- جاوید رحمدل ک.، علاف نویریان ح.، فلاحتکار ب.، باباخانی لشکان ا. ۱۳۹۶. اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن بچه ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات. ۲۶(۲): ۳۶-۲۵.
- رضوی صیاد ب. ۱۳۷۴. ماهی سفید. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۶۵ صفحه.
- فلاحتکار ب.، سلطانی م.، ابطحی ب.، کلباسی م.، پورکاظمی م.، یاسمی م. ۱۳۸۵. تأثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۲(۵): ۱۰۳-۹۸.
- منافی حویق ز.، ولی پور ع.، جواهری بابلی م.، طالبی حقیقی د. ۱۳۹۰. تأثیر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی بر رشد و بازماندگی بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii*). مجله شیلات. ۵(۲): ۶۴-۵۷.
- نادری جلودار م.، روشن طبری م.، تهامی س. ف.، روحی ا.، افرایی بندپی م. ع. ۱۳۹۶. اهمیت پلانکتون در تکثیر طبیعی ماهی سفید دریای خزر به روش شیل‌گذاری. مجله آبزیان دریای خزر. ۱(۴): ۲۳-۱۲.
- نوری ف.، جلیلی ر. ۱۳۹۳. جایگزینی کامل پودر ماهی و بخش اعظم روغن ماهی با منابع گیاهی بدون کاهش شاخص‌های رشدی و کارایی تغذیه‌ای در جیره ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انگشت قد. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. ۶(۳): ۱۲۳-۱۱۳.
- Abbasi K., Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Sarpanah A. 2019.** Length-weight relationship and condition factor of eight species of the genera *Capoeta*, *Garra*, *Chondrostoma*, *Schizothorax* and *Paraschistura* from Iranian inland waters. *Iranian Journal of Ichthyology* 6(4), 264-270.
- Abohweyer P.O, Williams A.B. 2008.** Length-Weight relationship and condition factor of *Macrobranchium macrobranchiom* in the Lagos- Leki, Nigeria. *Research Journal of Biological Sciences* 3(11), 1333-1336.
- Aderolu A.O., Seriki B.M., Apatira A.L., Ajaegbo C.U. 2010.** Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. *African Journal of Food Science* 4(5), 286-290.
- Alarcon F.J., Moyano F.J., Diaz M. 1999.** Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquatic Living Resource* 12(4), 233-238.
- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists), 2005.** Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International, 18th ed. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Barrows F.T., Stone D.A.J., Hardy R.W. 2007.** The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 265(2), 244-252.
- FAO. 2021.** Food and Agriculture Organization of the United Nation. Year book. Fishery and aquaculture. Roma, Roma. 105 p.
- Giri S.S., Sahoo S.K., Sahu B.B., Sahu B.B., Mohanty S.N., Mukhopadhyay P.K., Ayyappan S. 2002.** Larval survival and growth in Wallago attu (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture* 213(1), 151-161.
- Eagderi S., Mouludi-Saleh A., Esmaeli H.R., Sayyadzadeh G., Nasri, M. 2022.** Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology*, 46(6), 500-522.
- Huntingford F., Jobling M., Kadri S. 2011.** *Aquaculture and behavior*. JohnWiley and Sons, Chichester, UK, USA. 358 p.



- King M. 2007.** Fisheries biology assessment and management Fishing News Books. 3(5), 151-160.
- Ljubojevic D., Radosavljevic V., Puvaca N., Zivkov Balos M., Dorpevic V., Jovanovic R., Cirkovic M. 2015.** Interactive effects of dietary protein level and oil source on proximate composition and fatty acid composition in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 37(1), 44-50.
- Luo Z., Lio C.X., Wen, H. 2012.** Effect of dietary fish meal replacement by canola meal on growth performance and hepatic intermediary metabolism of genetically improved farmed tilapia strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, reared in fresh water. *Journal of the World Aquaculture Society* 43(5), 670-678.
- Montero D., Izquierdo M. 2010.** Welfare and health of fish fed vegetable oils as alternative lipid sources to fish oil. *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*. pp: 439-485.
- Moyano F.J., Martinez I., Diaz M., Alarcon F.J. 1999.** Inhibition of digestive proteases by vegetable meals in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 122(1), 327-332.
- Olvera-Novoa M.A., Edvino L.M., Hernandez-Vergara M. 2010.** Protein requirements of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry cultured at different salinities. *Aquaculture Research* 41(8), 1150-1157.
- Razavi-Shirazi H. 2001.** *Marin Products Technology*. Publications of Seals. 292 p.
- Sánchez Lozano N.B., Tomás Vidal A., Martínez-Llorens S., Nogales Mérida S., Espert Blanco J., Moñino López A., Pla Torres M., Jover Cerdá M. 2007.** Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. *Aquaculture*, 272(2), 528- 534.
- Santigosa E., Sánchez J., Médale F., Kaushik S., Pérez-Sánchez J., Gallardo M.A. 2008.** Modifications of digestive enzymes in trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bream (*Sparus aurata*) in response to dietary fish meal replacement by plant protein sources. *Aquaculture* 282(1), 68-74.
- Soltan M.A., Hanafy M.A. Wafa M.I. 2008.** Effect of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. *Global Veterinaria* 2(4), 157-164.
- Taghizade V., Imanpoor M.R., Asadi R., Chaman Ara V., Sharbati S. 2010.** Effects of replacement plant protein sources (Soybean meal and Corn Gluten) instead of Fish meal on Growth Performance, Body Composition and Blood biochemical Parameters in Great Sturgeon (*Huso huso*) Juvenile, *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 19(4), 33-42.
- Turchini G.M., Ng W.K., Tocher D. R. 2011.** *Fish oil replacement and alternative lipidsources in aquaculture feeds*. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA. 541 p.
- Vargas R.J., Guimarães de Souza S.M., Kessler A.M., Baggio S.R. 2008.** Replacement of fish oil with vegetable oils in diets for jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard 1824): effects on performance and whole body fatty acid composition. *Aquaculture Research* 39(2), 657-665.
- Wootton R.J. 2003.** *Ecology of Teleost fishes*. Chapman and Hall Ltd. 404 p.
- Zhou Q.C., Mai K.S., Tan B.P., Liu Y.J. 2005.** Partial replacement of fish meal by soybean meal in diets for juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition* 11(1), 175-182.

## The effect of replacing fish meal with sunflower seed in the diet on the growth performance and biochemical composition of fingerling *Rutilus frisii*

Reza Rajabinejad<sup>1</sup>, Seyed Mohammad Salavatian<sup>\*2</sup>, Hasti Zarahi<sup>1</sup>, Mohammad Reza Ramzani Mamodani<sup>2</sup>, Akbar Pourgolami Mogaddam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Bandar Anzali Branch, Islamic Azad University, Bandar Anzali, Iran.

<sup>2</sup>Inland waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran.

\*Corresponding author: salavatian\_2002@yahoo.com

Received: 27.Jan.2023

Accepted: 07.Mar.2023

### Abstract

The present study was performed to investigate the effect of replacing fish meal with sunflower meal in the diet and its effect on the growth performance and biochemical compositions of *Rutilus frisii* fingerlings. For this purpose, 240 specimens with an average weight of  $1.14 \pm 0.8$  g and an average total length of  $5.03 \pm 0.3$  cm in 12 tubs with a density of 20 in each and in four different treatments of 0 (control), 25, 50, and 75% sunflower meal with food ration formulated with the same percentage of protein, fat and energy levels were tested for eight weeks. In the parameters of food conversion factor, protein efficiency rate, growth factor, weight gain, length increase, average daily growth, survival percentage, final length, initial and final weight, no significant differences were observed ( $P > 0.05$ ), but in terms of mean status coefficient, a significant difference was observed ( $P < 0.05$ ). Also, the analysis of fish carcass analysis parameters showed that there was no significant difference between the treatments in terms of carcass moisture percentage ( $P > 0.05$ ), but in terms of ash percentage, protein percentage and carcass fat percentage, there was a significant difference was observed ( $P < 0.05$ ). The results showed that different levels of replacing sunflower meal with fish meal have no negative effect on the growth performance of *R. Frisii*. Therefore, to reduce the cost of feed production and economic efficiency of the studied fish breeding, up to 25% of sunflower meal can be replaced with fish meal in the diet composition.

**Keywords:** Sunflower meal, Fish meal, *Rutilus frisii*, Growth performance