# تأثیر جایگزینی آرد ماهی با سطوح مختلف کنجاله کانولا بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب شیمیایی لاشه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii Brandt*)

محمد ملک‌پور[۱*]، حمید علاف نویریان[۱]، میرمسعود سجادی[۱]، محمود محسنی[۲]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی،دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا
۲. موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۶

## چکیده

این تحقیق به‌منظور جایگزینی آرد ماهی با سطوح مختلف کنجاله کانولا و تأثیر آن بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب شیمیایی لاشه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) انجام گرفت. پنج جیره غذایی دارای پروتئین یک‌سان (۴۵ درصد) و انرژی یک‌سان (۱۸/۵۳ میکروژول بر گرم) فرموله شد. تیمار ۱ به‌عنوان تیمار شاهد و بدون کنجاله کانولا و در تیمار-های ۲ ($C_{۱۰}$)، ۳ ($C_{۲۰}$)، ۴ ($C_{۳۰}$) و ۵ ($C_{۴۰}$) به‌ترتیب ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کنجاله کانولا جایگزین آرد ماهی شد. بچه ماهیان با وزن اولیه ۰/۳۴±۲۲/۸۰ گرم در قالب پنج تیمار و سه تکرار به مدت ۱۰ هفته تغذیه شدند. در پایان آزمایش عملکرد رشد، بقا و ترکیب شیمیایی لاشه بررسی شد. طبق نتایج به‌دست آمده، بین شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده‌شد ($P<۰/۰۵$). کمترین عملکرد رشد در تیمار $C_{۴۰}$ مشاهده شد و بین این تیمار و سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). از لحاظ عملکرد رشد بین تیمار $C_{۴۰}$ و $C_{۳۰}$ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده‌نشد ($P>۰/۰۵$). بقا در همه تیمارها یکسان و برابر ۱۰۰ درصد بود. از لحاظ پروتئین، چربی و خاکستر بدن اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف مشاهده‌نشد ($P>۰/۰۵$)، ولی از لحاظ رطوبت لاشه اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف وجود داشت ($P<۰/۰۵$). این تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان کنجاله کانولا را تا ۳۰ درصد بدون تأثیر منفی بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب شیمیایی لاشه جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی تاسماهی سیبری نمود.

**واژگان کلیدی**: کنجاله کانولا، تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt)، رشد، ترکیب بدن

*نویسنده مسوول، پست الکترونیک: Malekpoor_mohammad@yahoo.com

**۱. مقدمه**

تاسماهی سیبری متعلق به آب‌های سرد و شیرین رودخانه آب، لنا و دریاچه بایکال است. این ماهی ارزش شیلاتی بالایی دارد که امروزه ذخایر آن تا حد زیادی از بین رفته‌است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). در پرورش ماهیان خاویاری، چنانچه به مسائل تغذیه‌ای آن توجه شود، می‌تواند به یکی از صنایع تولیدی سودآور در زمینه آبزی‌پروری تبدیل شود، تا علاوه بر کاهش فشار ناشی از صید زمینه ایجاد اشتغال، تولید و صادرات بیشتر گوشت و خاویار فراهم گردد (نجفی پور مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). برای پرورش موفق یک گونه باید جیره غذایی مناسبی تهیه کرد که علاوه بر تأمین نیازهای غذایی ماهیان، ازنظر هزینه نیز برای پرورش‌دهندگان مقرون به‌صرفه باشد. تاسماهیان به علت تغذیه گوشتخواری (Doroshov, 1985)، به سطح بالایی از پروتئین در رژیم غذایی خود نیاز دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که نیاز پروتئین بچه تاسماهی سیبری با وزن ۴۰۰-۹۰ گرم بین ۳۶ تا ۴۲ درصد است (Kaushik *et al*.,1989). آرد ماهی ۳۵ تا ۵۵ درصد جیره غذایی ماهیان خاویاری را تشکیل می‌دهد (Mohseni *et al*., 2007)، که یکی از مهم‌ترین و گران‌قیمت‌ترین منابع پروتئین در تغذیه آبزیان است. افزایش تقاضا و محدود بودن منابع در دسترس باعث افزایش قیمت آرد ماهی در آینده خواهد شد؛ ازاین‌رو استفاده از پروتئین‌های گیاهی جایگزین به‌جای پودر ماهی می‌تواند هزینه‌های جاری در آبزی‌پروری را کاهش دهد (Xue *et al*., 2012). برای این‌که یک ماده گیاهی به‌عنوان منبع پروتئین جایگزین آرد ماهی محسوب شود باید این ویژگی ها را داشته باشد که عبارتند از، دسترسی آسان، قیمت مناسب، قابلیت نگهداری، حمل‌ونقل آسان؛ به‌علاوه برخی از ویژگی‌های تغذیه‌ای مانند قابلیت هضم بالا و پروفیل اسیدهای آمینه مناسب را نیز داشته باشد (امدادی و همکاران، ۱۳۹۲).

کنجاله کانولا با سطح پروتئین ۳۵ درصد و بالابودن قابلیت هضم پذیری یک جایگزین مناسب برای آرد ماهی محسوب می‌شود (Cheng and Hardy, 2002). کنجاله کانولا دارای قیمت پایین‌تری نسبت به آرد ماهی و کنجاله سویا است و می‌تواند به‌عنوان یک منبع بزرگ پروتئین در غذای آبزیان مورد استفاده قرار گیرد (Higgs *et al*., 1995). کانولا نامی گرفته‌شده از یکی از واریته‌های گیاه کلزا است که مقدار گلوکوسینولات آن کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم ماده خشک و اوریک اسید آن کمتر از ۲ درصد در روغن استخراج شده از دانه باشد (Bell, 1993). این محصول حاصل از استخراج روغن از دانه گیاه کلزا است و در سراسر جهان به‌سهولت در دسترس است. ارزش غذایی آن بستگی به روش‌های استخراج روغن از آن دارد (Enami, 2011). Higgs و همکاران (1995) و Mwachireya و همکاران (1999) شاخص‌های اسیدهای آمینه در کنجاله کانولا را شبیه پروتئین آرد ماهی هرینگ و بیشتر از ارزش پروتئینی سویا بیان کردند. مطالعات اخیرروی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Refstie Gomes *et al*., 1995 ; *et al*., 1998; Burel *et al*., 2000a,b; Thiessen *et al*., 2004; Shafaeipour *et al*., 2008)، ماهی سی باس ژاپنی (Cheng *et al*., 2010)، ماهی تیلاپیا ( Luo *et al*., 2012)، گربه ماهی (Webster *et al*., 1997) و ماهی آزاد چینوک (Higgs *et al*., 1982) نشان دادند که کنجاله کانولا می‌تواند جایگزین بخشی از پروتئین آرد ماهی شود. بیشتر منابع پروتئینی گیاهی از جمله کنجاله کانولا دارای برخی از فاکتورهای ضد غذایی (ANF) هستند که باعث محدودیت استفاده از آن در جیره می‌شود. این فاکتورها شامل فیبر، الیگوساکاریدها، ترکیبات فنولیک، اسید فیتیک و گلوکوسینولات است (Higgs *et al*.,1995; Bell, 1993). با این وجود در

واریته‌های تجاری کانولا سطح مواد ضد غذایی کاهش یافته و قابلیت هضم و استفاده از پروتئین آن افزایش یافته است. در ایران بیشترین کشت گیاه کلزا مربوط به استان گلستان است. طی ۱۲ سال اخیر، محققان در شرکت توسعه پژوهش دانه‌های روغنی ایران (ORDC)، تکثیر و به¬گزینی گونه‌هایی که دارای اسید اوریک و گلوکوسینولات کمتری بودند را آغاز کردند، تحقیقات منجر به کاهش ۷۷/۳ درصد گلوکوسینولات در کانولا ایران شد (Enami, 2011).

ماهیان خاویاری به علت سرعت رشد زیاد، اندازه بزرگ بدن و سازگاری بالا با محیط، در سراسر جهان از گونه-های مهم پرورشی محسوب می‌شوند (Bronzi *et al.*, 2011)، ولی تحقیقات کمی بر روی نیازهای غذایی آنها انجام شده‌است (Yun et al., 2014). از این‌رو مطالعه کنونی جهت تعیین سطح بهینه جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی در تاسماهی سیبری انجام شد. بدین منظور پنج سطح مختلف جایگزینی در نظر گرفته شد و تاثیر جیره‌های مختلف بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب شیمیایی لاشه مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳، در موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر و با تعداد ۱۵۰ عدد بچه تاسماهی سیبری با میانگین وزن اولیه ۰/۳۴±۲۲/۸۰ گرم (انحراف معیار ± میانگین)، انجام شد. در مطالعه کنونی از تعداد ۱۵ وان فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری استفاده شد. بچه ماهیان به مدت دو هفته با جیره پایه سازگار شده، بعد از زیست‌سنجی اولیه به‌صورت کاملا تصادفی در پنج تیمار که هر تیمار شامل سه تکرار بود، ذخیره سازی شدند. مدت آزمایش ۱۰ هفته و آب ورودی مخلوطی از آب رودخانه با آب چاه با نصب هواده بود. برای اطمینان از یکسان بودن شرایط پرورش در مطالعه کنونی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب، شامل اکسیژن محلول، دما و pH آب به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید. دمای آب در طول دوره ۱۶ درجه سانتی گراد، pH برابر ۷ و اکسیژن محلول معادل ۰/۲ ± ۷ میلی گرم در لیتر بود.

پنج جیره غذایی آزمایشی با انرژی یکسان (۱۸/۵۳ میکروژول بر گرم) و پروتئین یکسان (۴۵ درصد) با سطوح مختلف صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد پروتئین کنجاله کانولا به جای پروتئین حاصل از پودر ماهی، آماده شد. فرمولاسیون جیره غذایی با نرم‌افزار لیندو انجام شد (جدول ۱). آنالیز ترکیبات کنجاله کانولا در جدول ۲ نشان داده‌شده‌است. برای ساخت جیره ابتدا مواد مورد نیاز کاملا آسیاب شده و پس از الک کردن با هم مخلوط شدند، و در مرحله آخر روغن ماهی به آن اضافه گردید؛ سپس آب به جیره اضافه شد تا مخلوط حالت خمیری پیدا کند بعد از آن با چرخ گوشت صنعتی چرخ شده و به صورت رشته درآمد، رشته‌ها را با سینی درون خشک‌کن انتقال داده، در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. جیره‌های غذایی پس از ساخته شدن بسته بندی و در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یک بار و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم برای وزن، و تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر برای طول اندازه‌گیری شد. شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه شامل وزن نهایی (Wf)، افزایش وزن بدن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ بازده پروتئین (PER)، شاخص‌های کبدی (HSI) و شاخص احشایی(VSI) محاسبه گردید.شاخص‌های رشد بر-اساس رابطه زیر محاسبه گردید (Ronyai and Peteri, 1990; Ronyai *et al.*, 2002; Piedecausa *et al.*, 2007).

جدول شماره ۱. فرمولاسیون و ترکیب مواد استفاده شده در جیره آزمایشی (بر حسب درصد)

| درصد کنجاله کانولا | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ترکیبات‌غذایی(٪) | شاهد | $C_{۱۰}$ | $C_{۲۰}$ | $C_{۳۰}$ | $C_{۴۰}$ |
| [۱]آرد ماهی | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۵ | ۳۰ |
| [۲]کنجاله کانولا | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ |
| پودر گوشت | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۴ |
| آرد سویا | ۱۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۶ |
| آرد گندم | ۱۳ | ۹ | ۴ | ۰ | ۰ |
| روغن ماهی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| مخلوط [۳]موادمعدنی | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
| مخلوط [۴]ویتامینه | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| فیلر (رس) | ۹ | ۷ | ۶ | ۴ | ۰ |
| مجموع | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| ترکیب تقریبی جیره (درصد وزن خشک) | | | | | |
| رطوبت | ۷/۹۱ | ۷/۳۵ | ۷/۳۱ | ۷/۳۳ | ۸/۰۷ |
| پروتئین | ۴۵/۳۳ | ۴۵/۴۵ | ۴۴/۴۵ | ۴۴/۲۱ | ۴۵/۴۲ |
| چربی | ۱۴/۹۷ | ۱۴/۹۹ | ۱۴/۹۸ | ۱۵/۰۰ | ۱۵/۲۷ |
| خاکستر | ۱۹/۴۶ | ۱۹/۱۷ | ۱۷/۰۷ | ۱۵/۳۶ | ۱۴/۰۸ |
| [۵]انرژی ناخالص | ۱۸/۴۱ | ۱۸/۵۳ | ۱۸/۲۶ | ۱۸/۵۲ | ۱۸/۹۲ |
| [۶]گلوکوسینولات | ۰ | ۱/۰۱ | ۲/۰۲ | ۳/۰۳ | ۴/۰۴ |

[۱] ۷۰ درصد پروتئین

[۲]کارخانه روغن ناز اصفهان

[۳]شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار: هر ۱۰۰۰گرم پرمیکس معدنی حاوی منگنز (۳۹/۶۸ گرم)، آهن (۲۰ گرم)، روی (۳۳/۸۸ گرم)، کبالت (۴ گرم)، ید (۰/۳۹۷گرم)، سلنیوم (۰/۰۸ گرم)، کولین کلرید (۱۰۰ گرم) و کریر (تا ۱ کیلوگرم) می‌باشد.

[۴]شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار: هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی ۳۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰IU ویتامین $D_۳$، ۱۴/۴ گرم ویتامین E، ۸۰۰ میلی گرم ویتامین $K_۳$، ۷ گرم ویتامین $B_۱$، ۲/۶۴ گرم ویتامین $B_۲$، ۱۱/۸۸ گرم نیاسین، ۳/۹۲ گرم کلسیم پنتوتنات، ۱/۱۷۶ گرم ویتامین $B_۶$، ۰/۴ گرم ویتامین $B_۹$، ۴۰ میلی گرم بیوتین ۱۰۰۰۰۰ میلی گرم کولین کلراید

[۵]انرژی ناخالص (میکروژول بر گرم) بر اساس هر گرم انرژی موجود در پروتئین (۲۳/۶۵)، چربی (۳۷/۵۰)، کربوهیدرات (۱۷) محاسبه شد.

[۶]مقدار گلوکوسینولات (۱۰/۱۱ میکرومول بر گرم) بر حسب درصد جایگزینی محاسبه شد.

جدول شماره۲. آنالیز ترکیبات کنجاله کانولا (بر حسب درصد ماده خشک)

| عنوان | درصد |
|---|---|
| رطوبت | ۱۰ |
| پروتئین خام | ۳۵ |
| چربی خام | ۲/۷ |
| فیبر | ۱۲ |
| خاکستر | ۶ |

$$WG = W2 - W1$$

WG: وزن بدست آمده (گرم)، $W_2$: میانگین وزن ثانویه (گرم)، W1: میانگین وزن اولیه (گرم)

$$SGR = \frac{Ln\ (W2) - Ln(W1) \times\ 100}{t}$$

SGR: نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)، $Ln_{(W2)}$ : لگاریتم طبیعی میانگین وزن ثانویه $Ln_{(W1)}$: لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه، t طول دوره (روز)

$$PER = \frac{WG \times\ 100}{Protein\ intake}$$

PER: نرخ بازده پروتئین (درصد)، Protein intake: پروتئین مصرفی (گرم)

$$FCR = \frac{Food\ intake \times\ 100}{WG}$$

FCR: ضریب تبدیل غذایی (درصد)، Food intake: غذای مصرفی (گرم)

$$HIS = \frac{liver\ weight \times\ 100}{whole\ body\ weight}$$

HIS: شاخص کبدی (درصد)، Liver weight: وزن کبد (گرم)، Whole body weight: وزن کل بدن (گرم)

$$VSI = \frac{Viscera\ weight \times\ 100}{whole\ body\ weight}$$

VSI: شاخص احشایی، Viscera weight: وزن احشا (گرم)

در پایان آزمایش از هر تانک سه عدد ماهی برای آنالیز لاشه انتخاب شد. رطوبت با قرار دادن نمونه‌ها در آون و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد، پروتئین با اندازه

گیری نیتروژن (N×۶/۲۵) به‌روش کجلدال، چربی با روش سوکسله و استفاده از اتر، خاکستر با قرار دادن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد اندازه‌گیری و انرژی ناخالص بر اساس هر گرم انرژی موجود در پروتئین (۲۳/۶۵)، چربی (۳۷/۵۰)، کربوهیدرات (۱۷) محاسبه شد (AOAC, 1995).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (version 16.0) مورد بررسی قرار گرفت. برای نشان دادن وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین فاکتورهای مورد بررسی از آزمون آنالیز واریانس یک-طرفه (One way ANOVA)، همگن بودن داده‌ها با آزمون Leven و اختلاف بین میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای Duncan استفاده شد. سطح معنی‌دار بودن در این بررسی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## ۳. نتایج

نتایج مربوط به جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کانولا به جای آرد ماهی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. پارامترهای مربوط به رشد از جمله وزن نهایی (Wf)، افزایش وزن بدن (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و نرخ بازده پروتئین (PER) در بین تیمارهای شاهد، $C_{۱۰}$، $C_{۲۰}$ و $C_{۳۰}$ فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P>۰/۰۵$) پارامترهای رشد در تیمار $C_{۴۰}$ نسبت به تیمارهای شاهد، $C_{۱۰}$ و $C_{۲۰}$ به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد ($P<۰/۰۵$)، ولی با تیمار $C_{۳۰}$ فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($P>۰/۰۵$). بیشترین عملکرد شاخص‌های رشد در تیمار شاهد و کمترین آن‌ها در تیمار $C_{۴۰}$ مشاهده شد. بقا در تمام تیمارها یکسان و برابر ۱۰۰ درصد بود. در پایان دوره آزمایش شاخص کبدی HSI و شاخص احشایی VSI ماهیان اندازه‌گیری شد ولی هیچ اختلاف معنی‌داری در بین گروه‌های آزمایشی دیده نشد ($P>۰/۰۵$).

جدول شماره ۳. شاخص‌های عملکرد رشد و بقا در بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا در طی ۷۰ روز پرورش ( n=۳، انحراف معیار ± میانگین)

| | درصد کنجاله کانولا | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| شاخص‌های رشد | شاهد | $C_{۱۰}$ | $C_{۲۰}$ | $C_{۳۰}$ | $C_{۴۰}$ |
| وزن اولیه(گرم) | ۲۳/۲۷ ± ۰/۴۵$^{a}$ | ۲۲/۶۷ ± ۰/۲۲$^{a}$ | ۲۲/۳۴ ± ۰/۵۵$^{a}$ | ۲۲/۷۰ ± ۰/۴۶$^{a}$ | ۲۲/۸۵ ± ۰/۵۸$^{a}$ |
| وزن نهایی(گرم) | ۱۳۱/۸۹ ± ۲/۹۸$^{a}$ | ۱۲۹/۴۳ ± ۷/۸۴$^{a}$ | ۱۲۳/۸۹ ± ۶/۳۱$^{a}$ | ۱۱۶/۹۶ ± ۷/۵۳$^{ab}$ | ۱۰۸/۴۱ ± ۹/۱۱$^{b}$ |
| وزن بدست آمده(گرم) | ۱۰۸/۶۲ ± ۲/۵۳$^{a}$ | ۱۰۶/۷۶ ± ۸/۰۴$^{a}$ | ۱۰۱/۵۵ ± ۶/۰۴$^{a}$ | ۹۴/۲۵ ± ۷/۳۱$^{ab}$ | ۸۵/۵۶ ± ۸/۶۳$^{b}$ |
| غذای مصرفی(ماهی/ گرم) | ۱۳۲/۵۰ ± ۳/۵۴$^{a}$ | ۱۳۱/۰۰ ± ۵/۲۹$^{a}$ | ۱۲۸/۳۳ ±۷ /۶۴$^{ab}$ | ۱۲۲/۳۳ ± ۲/۵۲$^{ab}$ | ۱۲۰/۰۰ ± ۵/۰۰$^{b}$ |
| ضریب تبدیل غذای | ۱/۲۲ ± ۰/۰۰$^{a}$ | ۱/۲۳ ± ۰/۰۴$^{a}$ | ۱/۲۶ ± ۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۳۰ ± ۰/۰۸$^{ab}$ | ۱/۴۱ ± ۰/۱۰$^{b}$ |
| نرخ بازده پروتئین(گرم) | ۲/۴۰ ± ۰/۰۶$^{a}$ | ۲/۳۵ ± ۰/۰۷$^{a}$ | ۲/۲۸ ± ۰/۱۰$^{a}$ | ۲/۰۹ ± ۰/۱۴$^{ab}$ | ۱/۸۸ ± ۰/۲۲$^{b}$ |
| نرخ رشد ویژه(درصد/ روز) | ۲/۴۸ ± ۰/۰۰$^{a}$ | ۲/۴۹±۰/۱۰$^{a}$ | ۲/۴۵±۰/۰۶$^{a}$ | ۲/۳۴±۰/۰۸$^{ab}$ | ۲/۲۲±۰/۰۹$^{b}$ |
| شاخص کبدی(درصد) | ۲/۵۵ ± ۰/۰۸$^{a}$ | ۲/۲۷ ± ۰/۱۷$^{a}$ | ۲/۴۹ ± ۰/۱۲$^{a}$ | ۲/۴۳ ± ۰/۵۱$^{a}$ | ۲/۴۲ ± ۰/۵۰$^{a}$ |
| شاخص احشایی(درصد) | ۹/۰۴ ± ۱/۱۴$^{a}$ | ۹/۸۲ ± ۰/۶۲$^{a}$ | ۹/۵۵ ± ۱/۴۷$^{a}$ | ۱۰/۳۸ ± ۲/۷۹$^{a}$ | ۱۰/۷۰ ± ۱/۲۲$^{a}$ |
| بقاء (درصد) | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| [۱]قیمت هر کیلوگرم (ریال) | ۴۰۶۷۰ | ۳۸۴۸۰ | ۳۶۱۸۰ | ۳۳۹۰۰ | ۳۱۰۲۰ |

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

[۱] براساس مجموع قیمت هر یک از اقلام در درصد مورد استفاده در جیره محاسبه شد (درصد ماده مورد استفاده × قیمت هر یک از اقلام £).

جدول شماره ۴. آنالیز تقریبی ترکیب بدن بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا در طی ۷۰ روز پرورش ( n=۳، انحراف معیار ± میانگین)

| | شاهد | $C_{۱۰}$ | $C_{۲۰}$ | $C_{۳۰}$ | $C_{۴۰}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| رطوبت | ۷۷/۱۶ ± ۱/۶۴$^{a}$ | ۷۶/۵۱ ± ۱/۱۶$^{ab}$ | ۷۶/۳۷ ± ۰/۳۰$^{ab}$ | ۷۵/۲۳ ± ۱/۰۲$^{ab}$ | ۷۴/۲۵ ± ۰/۶۷$^{b}$ |
| پروتئین خام | ۱۳/۲۰ ± ۱/۳۰$^{a}$ | ۱۳/۶۵ ± ۰/۲۲$^{a}$ | ۱۳/۹۲ ± ۰/۱۵$^{a}$ | ۱۳/۶۹ ± ۰/۰۶$^{a}$ | ۱۳/۱۱ ± ۰/۲۵$^{a}$ |
| چربی خام | ۶/۷۰ ±۰/۶۲$^{a}$ | ۶/۵۷ ± ۰/۰۶$^{a}$ | ۶/۴۶ ± ۰/۴۸$^{a}$ | ۶/۲۶ ± ۰/۲۲$^{a}$ | ۶/۹۴ ± ۰/۶۱$^{a}$ |
| خاکستر | ۲/۶۷ ± ۰/۰۴$^{a}$ | ۲/۷۱ ± ۰/۰۷$^{a}$ | ۲/۶۵ ± ۰/۱۹$^{a}$ | ۲/۷۲ ± ۰/۱۱$^{a}$ | ۲/۸۵ ± ۰/۰۷$^{a}$ |

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۰/۰۵ می باشد.

نتایج مربوط به آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه نشان داد (جدول۴)، با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا پروتئین لاشه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت، به‌طوری که بیشترین سطح پروتئین لاشه مربوط به تیمار $C_{۲۰}$. و کمترین آن مربوط به تیمار $C_{۴۰}$. درصد بود ولی اختلاف ایجاد شده بین تیمارها معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$)، همچنین در سطح چربی و خاکستر لاشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده‌نشد ($P>۰/۰۵$). در رطوبت لاشه بین تیمار شاهد با تیمار $C_{۴۰}$. اختلاف معنی‌دار مشاهده‌شد ($P<۰/۰۵$)، ولی در بقیه تیمارها اختلافی دیده‌نشد ($P>۰/۰۵$).

## ۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه کنونی با افزودن سطوح مختلف کنجاله کانولا به¬عنوان منبع پروتئین گیاهی جایگزین آرد ماهی در جیره‌های غذایی تاسماهی سیبری، مشخص شد ، که کنجاله کانولا می‌تواند تا ۳۰ درصد بدون تاثیر منفی بر روی شاخص‌های رشد از جمله وزن نهایی(Wf)، افزایش وزن بدن (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و نرخ بازده پروتئین(PER)، جایگزین پروتئین آرد ماهی در جیره تاسماهی سیبری شود، ولی افزایش جایگزینی در سطح ۴۰ درصد باعث کاهش شاخص‌های رشد می‌شود.

Przybyl و همکاران (2006) به جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئین گیاهی (کنجاله کانولا و کنسانتره سویا) در جیره غذایی تاسماهی استرلیاد ( *Acipenser ruthenus*) پرداختند و نشان دادند که می‌توان ۵۰ درصد از پروتئین مورد نیاز جیره غذایی تاسماهی استرلیاد را از منابع پروتئین گیاهی تامین نمود. Websterو همکاران (1997) گزارش کردند که افزودن کنجاله کانولا به جیره گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) تا ۳۶ درصد جیره تاثیر منفی بر روی افزایش وزن بدن و شاخص‌های رشد ندارد ولی افزایش سطح کنجاله کانولا تا ۴۶ درصد باعث کاهش عملکرد رشد می‌شود. همچنین در مطالعه دیگر توسط Li and Robinson (1994) گزارش شد که افزودن ۲۵ درصد کنجاله کانولا به جیره غذایی گربه ماهی تاثیر منفی بر روی رشد آن نسبت به جیره تجاری ندارد، ولی در این آزمایش سطوح بالاتر جایگزینی مورد بررسی قرار نگرفت. Burel و همکاران (2001) نشان دادند که جایگزینی پروتئین کنجاله کانولا به جای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تا سطح ۳۰ درصد تاثیر منفی در شاخص‌های رشد و وزن نهایی ایجاد نمی‌کند، در حالی که اگر میزان کنجاله کانولا در جیره به ۵۰ درصد برسد، باعث ایجاد تاثیر منفی در شاخص‌های

رشد و کاهش وزن نهایی می‌شود. Shafaeipour و همکاران (2008) گزارش کردند که استفاده از پروتئین کنجاله کانولا تا ۳۰ درصد در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان تاثیر منفی بر روی عملکرد شاخص‌های رشد ایجاد نمی‌کند. که نتایج این مطالعات با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه کنونی مطابقت داشت. علاوه بر این، مطالعات دیگری که در خصوص جایگزینی کنجاله کانولا با آرد ماهی در سایر گونه‌های ماهیان (Gomes *et al*. 1995; Glencross *et al*., 2003; Thiessen *et al*., 2004) انجام شده است، نیز با مطالعه کنونی مطابقت داشت.

Cheng و همکاران (2010) نشان دادند که عملکرد رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و قابلیت هضم پروتئین، چربی و فسفر با افزایش بیش از ۲۰ درصد جایگزینی کنجاله کانولا در جیره غذایی ماهی سی باس ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) به میزان قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد. همچنین Erdogan and Olmez (2010) سطح مطلوب جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*) را تا ۱۶ درصد گزارش کردند. که با نتایج مطالعه کنونی مطابقت نداشت. این اختلافات می‌تواند ناشی از نوع گونه مورد آزمایش، دوره پرورش، ترکیبات جیره، استراتژی‌های تغذیه‌ای و غیره باشد (Cheng *et al*., 2010). همچنین نوع کنجاله کانولای مورد استفاده و سطح گلوکوسینولات موجود در آن نیز می‌تواند باعث ایجاد تغییر در نتیجه آزمایش شود (Luo *et al*., 19832012; Higgs *et al*., 19832012). به‌طوری که سطح گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولای مورد آزمایش ۱۰/۱۱ میکرومول بر گرم ولی در آزمایش Cheng و همکاران (2010) مقدار آن ۱۸/۹ میکرومول بر گرم گزارش شد. Hardy و همکاران (1999) گزارش کردند که نوع روش روغن گیری از کانولا (مکانیکی - استفاده از حلال) و نوع واریته کانولای مورد استفاده نیز، می‌تواند در کیفیت کنجاله کانولا و همچنین نتیجه آزمایش تاثیر گذار باشد.

شاخص‌های رشد از جمله وزن به‌دست‌آمده (WG)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و نرخ بازده پروتئین (PER) در بچه تاسماهیان سیبری تغذیه شده با جیره $C_{۴۰}$ کاهش یافت. ولی بقا در تمامی تیمارها یکسان و برابر ۱۰۰ درصد بود. کاهش غذای مصرفی می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد رشد ماهی درتیمار $C_{۴۰}$ باشد (Hilton and Slinger 1986). دلیل این کاهش در عملکرد رشد و غذای مصرفی احتمالا وجود ترکیبات ضد مغذی مانند تانن، ساپونین و گلوکوسینولات است (Higgs *et al*., 1982; Davies *et al*., 1990; Francis *et al*., 2001). McCurdy and March (1992) گزارش کردند که ساپونین و تانن می‌توانند خوش خوراکی و مصرف غذا را به واسطه طعم تلخی که ایجاد می‌کنند، کاهش دهند. همچنین طبق گزارش Higgs و همکاران (1995) استفاده از سطوح بالای کنجاله کانولا به دلیل وجود فیبر و فیتات باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی جیره می‌شود. Sajjadi and Carter (2004) نشان دادند که استفاده از کنجاله کانولا همراه با آنزیم فیتاز باعث جذب بهتر غذا در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmosalar L*.) می‌شود به‌گونه‌ای که هیچ اختلاف معنی‌داری بین عملکرد رشد و غذای مصرفی بین گروه شاهد با تیمارهای تغذیه شده با کنجاله کانولا حاوی آنزیم فیتاز ایجاد نشد. دلیل دیگر کاهش رشد را می‌توان طبق بررسی‌های Leslie and Summers (1975) بالانس کمتر از حد مطلوب اسیدهای آمینه در سطوح بالای کنجاله کانولا بیان کرد. در سطح شاخص‌های کبدی و احشایی در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. که با نتایج Yigit و همکاران (2012)

انجام شده بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مطابقت داشت.

در مطالعه اخیر جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کانولا در جیره غذایی باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطوح پروتئین، چربی و خاکستر لاشه نشد، ولی در سطح $C_{۴۰}$ درصد رطوبت لاشه کاهش یافت. Webster و همکاران (1997) نشان دادند رطوبت لاشه گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) تغذیه شده با سطوح کنجاله کانولا تا ۳۶ درصد اختلاف معنی‌داری ایجاد نمی‌کند، ولی در سطح ۴۸ درصد رطوبت کاهش معنی‌دار پیدا می‌کند. همچنین Shafaeipour و همکاران (2008) نشان دادند که با افزایش کنجاله کانولا در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) رطوبت لاشه کاهش می‌یابد که با نتیجه به دست آمده در مطالعه کنونی مطابقت داشت. علت عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان پروتئین و چربی لاشه در مطالعه کنونی را می‌توان طبق مشاهدات صورت گرفته توسط Cheng و همکاران (2010) و همچنین Erdogen و همکاران (2010) یکسان بودن سطح پروتئین و چربی جیره دانست. امدادی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی جایگزینی کنجاله سویا با آرد ماهی در جیره غذایی بچه ماهی ازون برون پرداختند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله سویا پروتئین و چربی لاشه بدن افزایش و رطوبت بدن کاهش می‌یابد که با نتایج بدست آمده در مطالعه کنونی مطابقت نداشت، علت آن می‌توان تفاوت در نوع ماده جایگزین شده، گونه ماهی مورد آزمایش، ترکیبات جیره و درصد پروتئین و چربی در سطوح مختلف جایگزینی بیان کرد. یکی از اهداف مهم در این تحقیق کاهش قیمت تمام شده غذا بوده است. بر طبق داده‌های به‌دست‌آمده افزایش جایگزینی کنجاله کانولا در جیره غذایی باعث کاهش قیمت تمام شده جیره غذایی می‌شود. در سطح ۳۰ درصد جایگزینی قیمت تمام شده غذا به ازای هر-کیلو ۱۶/۴۲ درصد با کاهش همراه بوده است. که از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه می باشد.

نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه کنونی نشان داد که می-توان تا ۳۰ درصد پروتئین کنجاله کانولا را بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب بیوشیمیایی لاشه جایگزین آرد ماهی در جیره غذایی تاسماهی سیبری نمود. که علاوه بر کاهش میزان مصرف آرد ماهی می-تواند از لحاظ اقتصادی نیز برای پرورش دهندگان مقرون به‌صرفه باشد.

تشکر و قدردانی

از مسئولان و کارکنان موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر از جمله جناب آقای دکتر محمد علی یزدانی، ایوب یوسفی، مهندس مهدی سلیمانی، رضوان الله کاظمی، علی حلاجیان برای همکاری و در اختیار قرار دادن فضا و امکانات تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Azari takami, GH. 2010. Artificial propagation and breeding of sturgeon. Tehran University Press. No: 2: 20-21.

Amdadi, B., sajadi, M., Yazdani, M., shakorian, M and Pourdehghani, M. 2013. Influence of replacing fish meal with soybean meal on carcass composition and plasma biochemical parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*). J. of Utilization and Cultivation of Aquatics. Vol. 2(1)

Najafipour Moghadam, E., Falahatkar, B., and Kalbassi, M.R. 2011. Effects of lecithin on growth and hematological indices in juveniles of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 20, No. 3: 143-154.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International, 16th Edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. VA. USA.

Bell, J. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. Canadian Journal of Animal Science. 73 (4): 689-697.

Burel, C., Boujard, T., Tulli, F. and Kaushik, S.J. 2000a. Digestibility of extruded peas, Glencross, B.D., Hawkins, W.E. and Curnow, J.C. 2003. Nutritionalassessment of Australian canola meals. I. Evaluation of canola oilextraction method, enzyme supplementation and meal processingon the digestible value of canola meals fed to thered seabream(*Pagrus auratus*, Paulin). Aquaculture Research. 35: 15–24.

Gomes, E.F., Corraze, G. and Kaushik, S. 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 113 (4): 339-353.

Gomes, E.F., Rema, P. and Kaushik, S.J. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. Aquaculture. 130 (2): 177-186.

Hardy, R.W. 1999. Aquaculture's rapid growth requirements for alternative protein sources. FeedManagement Journal 50(1): 25-28.

Higgs, D.A., McBride, J.R., Markert, J.R., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, M.D. and Clarke, W.C. 1982. Evaluation of tower and candle rapeseed (canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture. 29 (1): 1-31.

Higgs, D.A., Fagerlund, U.H., McBride, J.R., Plotnikoff, M.D., Dosanjh, B.S., Markert, J.R. and Davidson, J. 1983. Protein quality of Altex canola meal for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3, 5, 3′-triiodo-L-thyronine content. Aquaculture. 34 (3): 213-238.

Higgs, D., Dosanjh, B., Prendergast, A., Beames, R., Hardy, R., Riley, W. and Deacon, G. 1995. Use of rapeseed/canola protein products in finfish diets. Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture. 130-156.

Hilton, J. and Slinger, S. 1986. Digestibility and utilization of canola meal in practical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Canadian

extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture. 188 (3): 285-298.

Burel, C., Boujard, T., Escaffre, A.M., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Mol, K.A. Van Der Geyten, S. and Kuhn, E.R. 2000b. Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). British Journal of Nutrition. 83: 653-664.

Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S., Boeuf, G., Mol, K. and Van der Geyten, S. 2001. Effects of rapeseed meal-glucosinolates on thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout. General and Comparative Endocrinology. 124 (3): 343-358.

Cheng, Z., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Ma, H., Li, Y. and Zhang, J. 2010. Effects of dietary canola meal on growth performance, digestion and metabolism of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. Aquaculture. 305 (1): 102-108.

Cheng, Z. and Hardy, R. 2002. Effect of microbial phytase on apparent nutrient digestibility of barley, canola meal, wheat and wheat middlings, measured *in vivo* using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 8 (4): 271-277.

Davies, S.J., McConnell, S. and Bateson, R.I. 1990. Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters). Aquaculture. 87 (2): 145-154.

Doroshov, S.I. 1985. Biology and Culture of Sturgeon Acipenseriformes. In Recent Advances in Aquaculture. Springer. pp: 251-274.

Enami, H. 2011. A review of using canola/rapeseed meal in aquaculture feeding. Journal of Fisheries and Aquatic Science.6: 22-36.

Erdogan, F. and Olmez, M. 2010. Digestibility and utilization of canola meal in angel fish (*P. scalare Lichtenstein* 1823) feeds. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9 (4): 831-836.

Francis, G., Makkar,P.S.H.and Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 199:197-227.

Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.43 (6): 1149-1155.
Kaushik, S., Luquet, P., Blanc, D. and Paba, A. 1989. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*: I. Utilization of digestible carbohydrates by sturgeon. Aquaculture. 76 (1): 97-107.
Leslie, A.J. and Summers, J. 1975. Amino acid balance of rapeseed meal. Poultry Science. 54 (2): 532-538.
Li, M.H. and Robinson, E.H. 1994. Use of canola meal in catfish feeds. Journal of the World Aquaculture Society. 10: 14.
Luo, Z., Liu, C.X. and 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.
McCurdy, S.M., and March, B.E. 1992. Processing of canola meal for incorporation in trout and salmondiets. Journal of American Oil Chemistry. Society. 69, 213-220.
Médale, F., Corraze, G. and Kaushik, S. 1995. Nutrition of farmed Siberian sturgeon. A review of our current knowledge. pp. 289-299.
Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Pourali, H., Kazemi, R. and Alizadeh, M. 2007. Determination of nutritional requirements of Beluga sturgeon from larval stage to the market. International Sturgeon Research Institute. 224pp.
Mwachireya, S., Beames, R., Higgs, D. and Dosanjh, B. 1999. Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) held in fresh water. Aquaculture Nutrition. 5 (2): 73-82.
Piedecausa M.A., Mazon M.J., Garcia B.G. and Hernandez M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diploduspuntazzo*). Aquaculture. 263:211-219.
Przybyl, A., Mazurkiewicz, J. and Rożek, W. 2006. Partial substitution of fish meal with soybean protein concentrate and extracted rapeseed meal in the diet of sterlet (*Acipenser ruthenus*). Journal of Applied Ichthyology. 22 (s1): 298-302.
Refstie, S., Storebakken, T. and Roem, A.J. 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. Aquaculture.162 (3): 301-312.
Ronyai A. and Peteri A., 1990. Comparison of growth rate of sterlet *Acipenser ruthenus* L.and hybrid of sterlet, (*Acipenser ruthenus* L ×*Acipenser baerii*stenorhynchus Nikolsky) raised in a water recycling system. Aquaculture. 5:185-192.
Ronyai, A., Csengeri, I. and Varadi, L. 2002. Partial substitution of animal protein with full-fat soybean meal and amino acid supplementation in the diet of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Journal of Applied Ichthyology. 18 (4-6): 682-684.
Sajjadi, M. and Carter, C. 2004. Dietary phytase supplementation and the utilisation of phosphorus by Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fed a canola-meal-based diet. Aquaculture. 240 (1): 417-431.
Shafaeipour, A., Yavari, V., Falahatkar, B., Maremmazi, J.G. and Gorjipour, E. 2008. Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 14 (2): 110-119.
Thiessen, D., Maenz, D., Newkirk, R., Classen, H. and Drew, M. 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 10 (6): 379-388.
Webster, C.D., Tiu, L.G., Tidwell, J.H. and Grizzle, J.M. 1997. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. Aquaculture. 150 (1): 103-112.
Xue, M., Yun, B., Wang, J., Sheng, H., Zheng, Y., Wu, X. Qin, Y.and Li, P. 2012. Performance, body compositions, input and output of nitrogen and phosphorus in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt, as affected by dietary animal protein blend replacing fishmeal and protein levels. Aquaculture Nutrition. 18 (5): 493-501.
Yigit, N.O., Koca, S.B., Bayrak, H., Dulluc, A. and Diler, I. 2012. Effects of canola meal on growth and digestion of rainbow trout

(*Oncorhynchus mykiss*) fry. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 36 (5): 533-538.

Yun, B., M. Xue, J. Wang, H. Sheng, Y. Zheng, X. Wu and J. Li. 2014. "Fishmeal can be totally replaced by plant protein blend at two protein levels in diets of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt." Aquaculture Nutrition 20(1): 69-78.

# Effect of replacing fish meal with canola meal on growth performance, survival and body composition of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt)

Mohammad Malekpour[1*], HamidAllafNoverian[1], Mir Masoud Sajjadi[1], Mahmoud Mohseni[2]

1. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh Sara
2. International Sturgeon Research Institute, Rasht, Guilan, Iran

## Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of replacing dietary fish rations with canola rations on the growth rate, survival rate and body composition of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt). Five isonitrogenous (45% crude protein) and isocaloric (18.53 $MJg^{-1}$) diets were formulated by replacing 0 (control), 10 ($C_{10}$), 20 ($C_{20}$), 30 ($C_{30}$) and 40% ($C_{40}$) of fish rations with canola rations. Juvenile fish with an initial weight of 22.80 ± 0.34 g (mean ± SD) with five treatments and three replications were fed for 10 weeks. At the end of the experiment, the growth rate, survival rate and body composition of the fish were measured. The results of this study showed that there was significant differences in the growth indices and body composition of the fish that were fed the different diets ($P$<0.05). The lowest growth rate was observed in $C_{40,}$ with significant differences in the growth rate between $C_{40}$ and the other treatments ($P$<0.05). There were no significant differences in the growth rate between $C_{30}$ and $C_{40}$ ($P$>0.05). The survival rate was 100% in all treatments. There were no significant differences in body protein, lipid and ash contents in the different treatments ($P$>0.05), but significant differences were observed in the moisture content of the body of the fish that were fed different diets ($P$<0.05). The results of the present study suggest that 30% of fish rations can be replaced by canola rations without any negative effects on the growth rate, survival rate and body composition of the Siberian sturgeon.

**Keywords**: Canola meal, Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), growth performance, body composition

Table 1: Formulation and proximate composition of the experimental diets (% dry matter).
Table 2: Analysis compounds canola meal (% dry matter).
Table 3: Growth performance of Siberian sturgeon fed diets with different levels of canola meal after 70 day culture
Table 4: Proximate analysis of body composition Siberian sturgeon fed diets with different levels of canola meal after 70 day culture.

*Corresponding author, E-mail: Malekpoor_mohammad@yahoo.com